



EURÓPAI BIZOTTSÁG

Regionális és Várospolitikai
Főigazgatóság
Foglalkoztatás, szociális ügyek és esélyegyenlőség
Tengerügyek

Útmutató a mintavételi módszerekről ellenőrző hatóságok részére

2007–2013 és 2014–2020 közötti programozási időszak

FELELŐSSÉGGKIZÁRÓ NYILATKOZAT: „Ezt a munkadokumentumot a bizottsági szolgálatok állították össze. Az alkalmazandó európai uniós jogszabályok alapján technikai útmutatást nyújt a hatóságoknak, szakembereknek, kedvezményezetteknek, lehetséges kedvezményezetteknek, valamint a kohéziós és tengerpolitika nyomon követésében, ellenőrzésében vagy végrehajtásában részt vevő más szervezeteknek ahhoz, hogy miként értelmezzék és alkalmazzák az európai uniós szabályokat ezeken a területeken. A munkadokumentum célja a bizottsági szolgálatok említett szabályokhoz fűződő értelmezéseinek és magyarázatainak közzététele a programok végrehajtásának megkönnyítése és a helyes gyakorlat elősegítése érdekében. Ez az útmutató azonban nem befolyásolja a Bíróság és a Törvényszék értelmezését vagy a Bizottság határozatait.”

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	8
2.	SZABÁLYOZÁSI HIVATKOZÁSOK	9
3.	ELLENŐRZÉSI KOCKÁZATI MODELL ÉS ELLENŐRZÉSI ELJÁRÁSOK	9
3.1.	KOCKÁZATI MODELL	9
3.2.	BIZONYOSSÁGI/KONFIDENCIASZINT A MŰVELETEK ELLENŐRZÉSÉHEZ.....	13
3.2.1.	<i>Bevezetés</i>	13
3.2.2.	<i>Az alkalmazandó bizonyossági szint meghatározása a programok átcsoportosításakor....</i>	15
4.	A MŰVELETEK ELLENŐRZÉSÉVEL KAPCSOLATOS STATISZTIKAI FOGALMAK 16	
4.1.	MINTAVÉTELI MÓDSZER.....	16
4.2.	KIVÁLASZTÁSI MÓDSZER	17
4.3.	KIVETÍTÉS (BECSLÉS).....	18
4.4.	PONTOSSÁG (MINTAVÉTELI HIBA)	19
4.5.	SOKASÁG	19
4.6.	NEGATÍV MINTAVÉTELI EGYSÉGEK	21
4.7.	RÉTEGEZÉS	25
4.8.	MINTAVÉTELI EGYSÉG	25
4.9.	LÉNYEGESSÉG	26
4.10.	TOLERÁLHATÓ HIBA ÉS TERVEZETT PONTOSSÁG.....	26
4.11.	VARIABILITÁS	27
4.12.	KONFIDENCIA INTERVALLUM ÉS A HIBA FELSŐ HATÁRA	28
4.13.	KONFIDENCIASZINT	30
4.14.	HIBAARÁNY	31
5.	MINTAVÉTELI TECHNIKÁK A MŰVELETEK ELLENŐRZÉSÉHEZ	31
5.1.	ÁTTEKINTÉS.....	31
5.2.	A MINTAVÉTELI TERVEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK FELTÉTELEI	34
5.3.	JELÖLÉS	36
6.	MINTAVÉTELI MÓDSZEREK	38
6.1.	EGYSZERŰ VÉLETLEN MINTAVÉTEL	38
6.1.1.	<i>Standard módszer</i>	38
6.1.1.1.	Bevezetés	38
6.1.1.2.	Mintaméret.....	38
6.1.1.3.	Kivetített hiba.....	39
6.1.1.4.	Pontosság	40
6.1.1.5.	Értékelés.....	41
6.1.1.6.	Példa.....	42
6.1.2.	<i>Rétegzett egyszerű mintavétel</i>	47
6.1.2.1.	Bevezetés	47
6.1.2.2.	A minta mérete.....	48
6.1.2.3.	Kivetített hiba.....	49
6.1.2.4.	Pontosság	49
6.1.2.5.	Értékelés.....	50
6.1.2.6.	Példa.....	51
6.1.3.	<i>Egyszerű véletlen mintavétel – két időszak</i>	58
6.1.3.1.	Bevezetés	58

6.1.3.2.	A minta mérete.....	58
6.1.3.3.	Kivetített hiba.....	60
6.1.3.4.	Pontosság	61
6.1.3.5.	Értékelés.....	62
6.1.3.6.	Példa.....	62
6.2.	KÜLÖNBségBECSLÉS	68
6.2.1.	<i>Standard módszer</i>	68
6.2.1.1.	Bevezetés	68
6.2.1.2.	A minta mérete.....	68
6.2.1.3.	Extrapoláció	69
6.2.1.4.	Pontosság	69
6.2.1.5.	Értékelés.....	70
6.2.1.6.	Példa.....	71
6.2.2.	<i>Rétegzett különbségbecslés</i>	73
6.2.2.1.	Bevezetés	73
6.2.2.2.	A minta mérete.....	74
6.2.2.3.	Extrapoláció	74
6.2.2.4.	Pontosság	75
6.2.2.5.	Értékelés.....	75
6.2.2.6.	Példa.....	76
6.2.3.	<i>Különbségbecslés – két időszak</i>	80
6.2.3.1.	Bevezetés	80
6.2.3.2.	A minta mérete.....	81
6.2.3.3.	Extrapoláció	81
6.2.3.4.	Pontosság	81
6.2.3.5.	Értékelés.....	82
6.2.3.6.	Példa.....	82
6.3.	PÉNZEGYSÉGALAPÚ MINTAVÉTEL	87
6.3.1.	<i>Standard módszer</i>	87
6.3.1.1.	Bevezetés	87
6.3.1.2.	A minta mérete.....	87
6.3.1.3.	A minta kiválasztása	88
6.3.1.4.	Kivetített hiba.....	90
6.3.1.5.	Pontosság	91
6.3.1.6.	Értékelés.....	91
6.3.1.7.	Példa.....	92
6.3.2.	<i>Rétegzett pénzegység alapú mintavétel</i>	97
6.3.2.1.	Bevezetés	97
6.3.2.2.	A minta mérete.....	98
6.3.2.3.	A minta kiválasztása	99
6.3.2.4.	Kivetített hiba.....	100
6.3.2.5.	Pontosság	101
6.3.2.6.	Értékelés.....	101
6.3.2.7.	Példa.....	102
6.3.3.	<i>Pénzegység alapú mintavétel – két időszak</i>	108
6.3.3.1.	Bevezetés	108
6.3.3.2.	A minta mérete.....	108
6.3.3.3.	A minta kiválasztása	110
6.3.3.4.	Kivetített hiba.....	111
6.3.3.5.	Pontosság	112
6.3.3.6.	Értékelés.....	113
6.3.3.7.	Példa.....	113
6.3.4.	<i>Kétidőszakos rétegzett pénzegység alapú mintavétel</i>	120
6.3.4.1.	Bevezetés	120

6.3.4.2.	A minta mérete.....	121
6.3.4.3.	A minta kiválasztása	124
6.3.4.4.	Kivetített hiba.....	125
6.3.4.5.	Pontosság	126
6.3.4.6.	Értékelés.....	127
6.3.4.7.	Példa.....	127
6.3.5.	<i>Konzervatív módszer.....</i>	<i>140</i>
6.3.5.1.	Bevezetés	140
6.3.5.2.	A minta mérete.....	140
6.3.5.3.	A minta kiválasztása	141
6.3.5.4.	Kivetített hiba.....	142
6.3.5.5.	Pontosság	143
6.3.5.6.	Értékelés.....	144
6.3.5.7.	Példa.....	145
6.4.	NEM-STATISZTIKAI MINTAVÉTEL	150
6.4.1.	<i>Bevezetés.....</i>	<i>150</i>
6.4.2.	<i>Rétegzett és nem rétegzett nem statisztikai mintavétel.....</i>	<i>152</i>
6.4.3.	<i>A minta mérete.....</i>	<i>153</i>
6.4.4.	<i>A minta kiválasztása</i>	<i>155</i>
6.4.5.	<i>Kivetítés</i>	<i>155</i>
6.4.5.1.	Egyenlő valószínűségeen alapuló kiválasztás	156
6.4.5.2.	Rétegzett, egyenlő valószínűségeen alapuló kiválasztás	156
6.4.5.3.	Kiadásarányos valószínűség alapján történő kiválasztás	157
6.4.5.4.	Rétegzett, kiadásarányos valószínűség alapján történő kiválasztás	158
6.4.6.	<i>Értékelés</i>	<i>158</i>
6.4.7.	<i>1. példa – PPS mintavétel.....</i>	<i>159</i>
6.4.8.	<i>2. példa – Egyenlő valószínűségeen alapuló mintavétel.....</i>	<i>162</i>
6.4.9.	<i>Nem statisztikai mintavétel – két időszakra</i>	<i>164</i>
6.4.9.1.	Nem statisztikai mintavétel – két időszakra – egyenlő valószínűségeen alapuló kiválasztás ..	165
6.4.9.2.	Nem statisztikai mintavétel – két időszakra – PPS kiválasztás	168
6.4.10.	<i>Kétlépcsős mintavétel (részmintavétel) a nem statisztikai mintavételi módszerekben .</i>	<i>174</i>
6.5.	MINTAVÉTELI MÓDSZEREK AZ EURÓPAI TERÜLETI EGYÜTTMŰKÖDÉSI (ETC) PROGRAMOK ESETÉBEN	175
6.5.1.	<i>Bevezetés.....</i>	<i>175</i>
6.5.2.	<i>Mintavételi egység</i>	<i>175</i>
6.5.3.	<i>Mintavételi módszertan.....</i>	<i>176</i>
6.5.3.1.	Két- és háromlépcsős mintavétel (részmintavétel)	178
6.5.3.2.	A mintavételi egységek fő lehetséges konfigurációi a két- és töblépcsős mintavételben	180
6.5.3.3.	Ez a kétlépcsős mintavétel egy lehetséges megközelítése (művelet mintavételi egységként és a projektpartneremből álló részminta, mely során a vezető partner mellett a projektpartneremből választanak ki mintát)	185
7.	KIVÁLASZTOTT TÉMÁK.....	191
7.1.	A VÁRHATÓ HIBA MEGHATÁROZÁSA.....	191
7.2.	KIEGÉSZÍTŐ MINTAVÉTEL	193
7.2.1.	<i>Kiegészítő mintavétel (a magas kockázatu területek nem elégséges ismertetése miatt) ...</i>	<i>193</i>
7.2.2.	<i>További mintavétel (a nem meggyőző ellenőrzési eredmények miatt)</i>	<i>194</i>
7.3.	ÉV KÖZBEN VÉGZETT MINTAVÉTEL	195
7.3.1.	<i>Bevezetés.....</i>	<i>195</i>
7.3.2.	<i>Kiegészítő megjegyzések a több időszakra kiterjedő mintavételről</i>	<i>196</i>
7.3.2.1.	Bemutatás.....	196
7.3.2.2.	Példa.....	198

7.4.	A MINTAVÉTELI MÓD MEGVÁLTOZTATÁSA A PROGRAMOZÁSI IDŐSZAK ALATT	206
7.5.	HIBAARÁNYOK	206
7.6.	KÉTLÉPCSŐS MINTAVÉTEL (RÉSZMINTAVÉTEL)	206
7.6.1.	<i>Bevezetés</i>	206
7.6.2.	<i>A minta mérete</i>	209
7.6.3.	<i>Kivetítés</i>	210
7.6.4.	<i>Pontosság</i>	211
7.6.5.	<i>Példa</i>	211
7.7.	A KONFIDENCIASZINT ÚJRASZÁMÍTÁSA	216
7.8.	STRATÉGIÁK PROGRAMCSOPORTOK ÉS TÖBB ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT PROGRAMOK ELLENŐRZÉSÉRE	217
7.8.1.	<i>Bevezetés</i>	217
7.8.2.	<i>Példa</i>	221
7.9.	A RENDSZERELLENŐRZÉSEKRE ALKALMAZANDÓ MINTAVÉTELI TECHNIKA	227
7.9.1.	<i>Bevezetés</i>	227
7.9.2.	<i>A minta mérete</i>	229
7.9.3.	<i>Extrapoláció</i>	230
7.9.4.	<i>Pontosság</i>	230
7.9.5.	<i>Értékelés</i>	230
7.9.6.	<i>Az attribútumok szerinti mintavétel szakosodott módszerei</i>	231
7.10.	ARÁNYOS ELLENŐRZÉSI RENDSZEREK A 2014–2020-AS PROGRAMOZÁSI IDŐSZAK KERETÉBEN – MINTAVÉTELI VONATKOZÁSOK	232
7.10.1.	<i>A CPR 148. cikkének (1) bekezdésében előírt, a minta kiválasztására vonatkozó korlátozások</i>	232
7.10.2.	<i>Mintavételi módszertan az arányos ellenőrzési rendszerekben</i>	235
7.10.3.	<i>Példák</i>	240
7.10.3.1.	<i>Példák a mintavételi egységek cseréjére a PPS módszer szerint (MUS és PPS nem statisztikai mintavétel)</i> 240	
7.10.3.2.	<i>Példa a műveletek kizárására a minta kiválasztási szakaszában, a MUS standard megközelítés szerint</i> 245	
7.10.3.3.	<i>Példa a műveletek kizárására a minta kiválasztási szakaszában, a konzervatív MUS megközelítés szerint</i>	249
7.10.3.4.	<i>Példa műveletek kizárására a minta kiválasztásának a szakaszában, az egyszerű véletlen mintában (fajlagos középértékbecslés és aránybecslés)</i>	252

1. FÜGGELÉK – A VÉLETLEN HIBÁK KIVETÍTÉSE A RENDSZERHIBÁK

MEGHATÁROZÁSOK.....259

1. BEVEZETÉS	259
2. EGYSZERŰ VÉLETLEN MINTAVÉTEL	260
2.2. <i>Fajlagos középértékbecslés</i>	260
2.3. <i>Aránybecslés</i>	260
3. KÜLÖNBSÉGBECSLÉS	261
4. PÉNZEGYSÉGALAPÚ MINTAVÉTEL	262
4.1. <i>MUS standard módszer</i>	262
4.2. <i>MUS aránybecslés</i>	263
4.3. <i>MUS konzervatív módszer</i>	265
5. NEM STATISZTIKAI MINTAVÉTEL	265

2. FÜGGELÉK – KÉPLETEK TÖBB IDŐSZAKRA KITERJEDŐ MINTAVÉTELHEZ.....267

1. EGYSZERŰ VÉLETLEN MINTAVÉTEL.....267

1.1. HÁROM IDŐSZAK	267
--------------------------	-----

1.1.1. Mintaméret.....	267
1.1.2. Kivetítés és pontosság.....	268
1.2. NÉGY IDŐSZAK	269
1.2.1. Mintaméret.....	269
1.2.2. Kivetítés és pontosság.....	271
2. PÉNZEGYSÉGALAPÚ MINTAVÉTEL	272
2.1. HÁROM IDŐSZAK	272
2.1.1. Mintaméret.....	272
2.1.2. Kivetítés és pontosság.....	273
2.2. NÉGY IDŐSZAK	274
2.2.1. Mintaméret.....	274
2.2.2. Kivetítés és pontosság.....	275
3. FÜGGELÉK – MUS-RE VONATKOZÓ MEGBÍZHATÓSÁGI TÉNYEZŐK.....	276
4. FÜGGELÉK – A STANDARDIZÁLT NORMÁLIS ELOSZLÁSRA VONATKOZÓ ÉRTÉKEK (Z) 277	
5. FÜGGELÉK – A MINTAVÉTELI MÓDSZEREKET SEGÍTŐ MS EXCEL KÉPLETEK.....	278
6. FÜGGELÉK – GLOSSZÁRIUM.....	279

Rövidítések jegyzéke

AA – Ellenőrző hatóság

ACR – Éves kontrolljelentés

AE – Várható hiba

AR – Ellenőrzési kockázat

BP – Alappontosság

BV – Könyv szerinti érték (a referencia-időszakban a Bizottság felé bejelentett kiadások)

COCOF – Az alapok koordinációs bizottsága

CR – Kontrollkockázat

DR – Feltárási kockázat

E_i – Egyedi hibák a mintában

\bar{E} – A minta középhibája

EK – Európai Közösség

EE – Kivetített hiba

EDR – Extrapolált eltérési arány

EF – Kiterjesztési tényező

ETC – Európai területi együttműködés

IA – Növekményi túrés

IR – Eredendő kockázat

IT – Információs technológiák

MCS – Irányítási és kontrollrendszer

MUS – Pénzegységalapú mintavétel

PPS – Méretarányos valószínűség

RF – Megbízhatósági tényező

SE – (Tényleges, azaz az ellenőrzés utáni) Mintavételi hiba (pontosság)

SI – Mintavételi intervallum

TE – Maximális tolerálható hiba

TPE – Teljes kivetített hiba (a 2007-2013-as programozási időszak esetében a TPER rövidítés (teljes kivetített hibaarány) használatos)

ULD – Az eltérés felső határa

ULE – A hiba felső határa

1. Bevezetés

Ez az ellenőrzési célú mintavételre vonatkozó útmutató azzal a céllal készült, hogy a tagállami ellenőrző hatóságok számára naprakész áttekintést adjon a legáltalánosabban alkalmazott és megfelelő mintavételi módszerekről, ezzel nyújtva támogatást a keretszabályok alkalmazásához a 2007–2013-as programozási időszakban, és adott esetben a 2014–2020-as programozási időszakban.

A nemzetközi könyvvizsgálati standardok és az aktualizált mintavételi elmélet útmutatást adnak az ellenőrzési mintavételhez és a vizsgálandó tételek kiválasztásának egyéb módszereihez az ellenőrzési eljárások kialakítása során.

Ez az útmutató a hasonló tárgyú korábbi útmutató (hivatkozás: COCOF 08/0021/03-EN, 2013.04.04) helyébe lép. E dokumentum nem befolyásolja az egyéb kiegészítő bizottsági útmutatókat, nevezetesen a következőket:

- 2007–2013-as programozási időszak:
 - „Útmutató az éves ellenőrzési jelentésekhez és véleményekhez”, 2009.02.18., hiv. COCOF 09/0004/01-EN és EFFC/0037/2009-EN, 2009.02.23;
 - „Aktualizált útmutató a tagállamok számára az éves kontrolljelentésekben közzétett hibák kezeléséhez”, hiv. EGESIF_15-0007-01, 2015.10.09.;
 - „Útmutató a tagállamokban az irányítási és ellenőrzési rendszerek [MCS] közös értékelési módszertanáról”, hiv. COCOF 08/0019/01- EN és EFFC/27/2008, 2008.09.12.
- 2014–2020-as programozási időszak:
 - Útmutató a tagállamok számára az éves kontrolljelentésről és auditvéleményről (2014–2020-as programozási időszak), hiv. EGESIF_15-0002-02, 2015.10.09.
 - Iránymutatás a Bizottság és a tagállamok részére a tagállamokban működő irányítási és kontrollrendszerek értékelésének közös módszertanáról (EGESIF_14-0010-final, 2014.12.18.).

Ezért ajánlott e kiegészítő dokumentumok ismerete is ahhoz, hogy teljes képet kapjunk az éves kontrolljelentések készítésével kapcsolatos útmutatásokról.

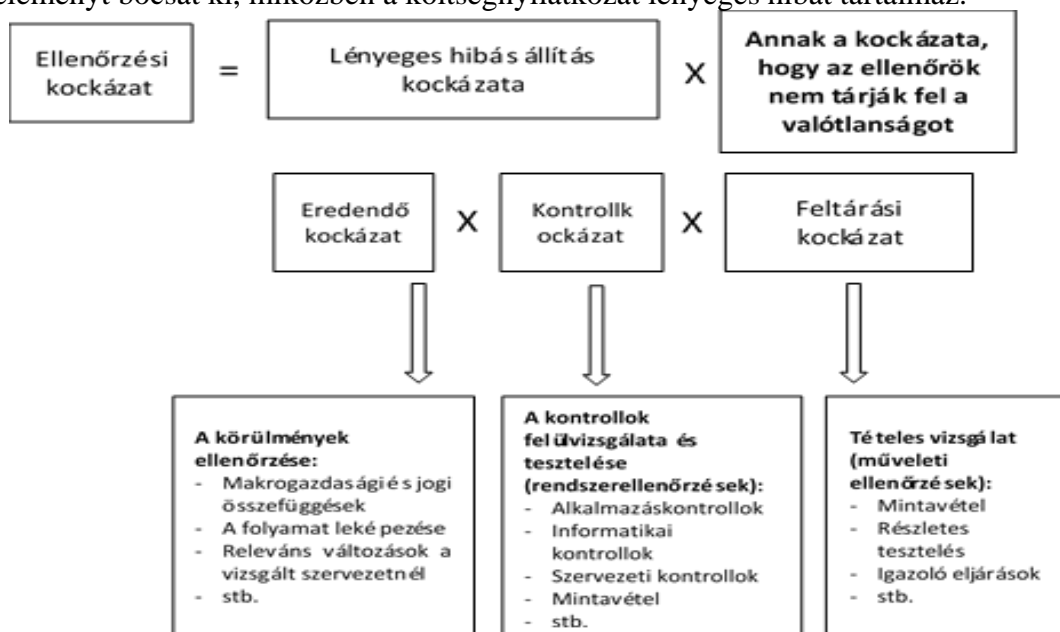
2. Szabályozási hivatkozások

Rendelet	Cikkek
2007–2013 közötti programozási időszak	
1083/2006/EK rendelet	62. cikk – Az ellenőrző hatóság feladatai
1828/2006/EK rendelet	17. cikk – Mintavétel IV. melléklet – A 17. cikk szerinti, véletlenszerű statisztikai mintavétel technikai paraméterei
1198/2006/EK rendelet	61. cikk – Az ellenőrző hatóság feladatai
498/2007/EK rendelet	43. cikk – Mintavétel IV. melléklet – Technikai paraméterek
2014–2020-as programozási időszak	
1303/2013/EU rendelet Közös rendelkezésekről szóló rendelet (a továbbiakban: CPR)	127. cikk (5) bekezdés – Az ellenőrző hatóság feladatai 148. cikk (1) bekezdés – Az operatív programok arányos ellenőrzése
480/2014/EU rendelet Felhatalmazáson alapuló bizottsági rendelet (a továbbiakban: CDR)	28. cikk – A műveletek mintájának kiválasztási módszertana

3. Ellenőrzési kockázati modell és ellenőrzési eljárások

3.1. Kockázati modell

Az **ellenőrzési kockázat** annak a kockázata, hogy az ellenőr fenntartás nélküli véleményt bocsát ki, miközben a költségnyilatkozat lényeges hibát tartalmaz.



1. ábra Ellenőrzési kockázati modell

Az ellenőrzési kockázat három összetevője az eredendő kockázat (*IR*), a kontrollkockázat (*CR*) és a feltárási kockázat (*DR*). Így a következő ellenőrzési kockázati modell írható fel,

$$AR = IR \times CR \times DR$$

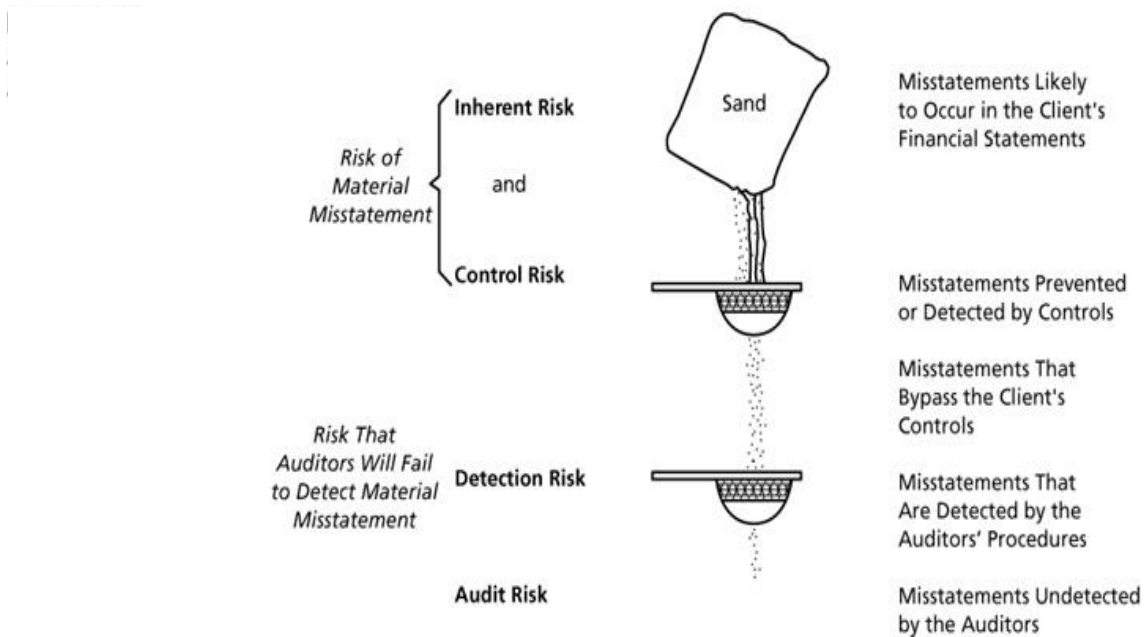
ahol:

- *IR*, azaz eredendő kockázat: az az érzékelt kockázati szint, miszerint belső kontrolleljárások hiányában lényeges hiba lehet a Bizottság felé benyújtott költségkimutatásokban vagy az azok alapjául szolgáló összesítési szinteken. Az eredendő kockázat az ellenőrzött jogalany által végzett tevékenységekhez kapcsolódik, és külső (kulturális, politikai, gazdasági, üzleti tevékenység, ügyfelek és szállítók stb.), valamint belső tényezőktől (a szervezet típusa, eljárások, az alkalmazottak hozzáértése, az eljárásokban vagy a vezető beosztású személyekben bekövetkezett közelmúltbeli változások stb.) függ. Az *IR* kockázatot a részletes ellenőrzési eljárások megkezdése előtt kell értékelni (interjúk a vezetéssel és a fő személyzettel, a tágabb összefüggésekre vonatkozó információk vizsgálata, például szervezeti ábrák, kézikönyvek és belső/külső dokumentumok). A strukturális alapok és a Halásznai Alap esetében az eredendő kockázatra általában magas százalékos arányt határoznak meg.
- *CR*, azaz kontrollkockázat: az az érzékelt kockázati szint, miszerint a vezetés belsőkontroll-eljárásaival nem előzhető meg, nem mutathatók ki és nem korrigálhatók a Bizottság felé benyújtott költségkimutatásokban vagy az azok alapjául szolgáló összesítési szinteken előforduló lényeges hibák. A kontrollkockázatok azzal állnak összefüggésben, hogy mennyire jól kezelik (kontrollálják) az eredendő kockázatokat, és függnék a belsőkontroll-rendszerrel, az alkalmazáskontollokat, az informatikai kontollokat és a szervezeti kontollokat is beleértve. A kontrollkockázatok **rendszerellenőrzésekkel** értékelhetők, azaz részletes ellenőrző vizsgálatokkal és jelentésekkel, amelyeknek célja, hogy bizonyítékot szolgáltatassanak az ellenőrző rendszer kialakításának és működésének hatékonyságáról a lényeges hibák megelőzése vagy kimutatása tekintetében, továbbá a szervezet azon képességéről, hogy nyilvántartsa, feldolgozza, összegezze és jelentse az adatokat.

Az eredendő és a kontrollkockázat szorzata (azaz $IR \times CR$) a **lényeges hiba kockázata**. A lényeges hiba kockázata a **rendszerellenőrzések** eredményével függ össze.

- *DR*, azaz feltárási kockázat: az az érzékelt kockázati szint, miszerint a Bizottság felé benyújtott költségkimutatásokban vagy az azok alapjául szolgáló összesítési szinteken előforduló lényeges hibákat nem tárja fel az ellenőr. A feltárási kockázat azzal függ össze, hogy mennyire megfelelően végzik az ellenőrzéseket, beleértve a mintavételi módszertant, az alkalmazottak hozzáértését, az ellenőrzési technikákat, az ellenőrzési eszközöket stb. A feltárási kockázat a

műveletek ellenőrzésének lefolytatásához kapcsolódik. Ez magában foglalja a programban foglalt műveletekkel kapcsolatos részletek vagy tranzakciók tételes vizsgálatait, általában a műveletekből vett minta alapján.



2. ábra: A kontrollkockázat ábrája (átvétel ismeretlen forrásból)

A bizonyossági modell a kockázati modell ellentéte. Ha a kontrollkockázatot 5 %-ban állapítjuk meg, az ellenőrzési bizonyosság mértéke 95 %.

A kontrollkockázat / ellenőrzési bizonyosság modellje egy vagy több operatív program tervezésével és az azok alapjául szolgáló erőforrások elosztásával függ össze, és két célja van:

- Magas szintű bizonyosság biztosítása: a bizonyosságot egy adott szinten – például 95 %-os bizonyosság – biztosítják, mely esetben a kontrollkockázat 5 %.
- Hatékony ellenőrzések végzése: egy adott – például 95 %-os – bizonyossági szinten az ellenőrnek az *IR* és a *CR* figyelembevételével kell kidolgoznia az ellenőrzési eljárásokat. Ez lehetővé teszi, hogy az ellenőrzést végző csoport egyes területeken csökkentse az ellenőrzési erőfeszítéseket, és inkább a kockázatosabb ellenőrizendő területekre koncentráljon.

Megjegyzendő, hogy a feltárási szint beállítása, ami szabályozza a műveletek mintavételéhez a minta nagyságát, egyértelmű eredmény, feltéve, hogy az *IR* és a *CR* korábban már értékelve lett. Ennek a magyarázata a következő:

$$AR = IR \times CR \times DR \Rightarrow DR = \frac{AR}{IR \times CR}$$

ahol *AR* általában 5 %-ra van beállítva, az *IR*-t és a *CR*-t az ellenőr értékeli.

Illusztráció

Alacsony ellenőrzési bizonyosság: 5 %-os kívánt és elfogadott ellenőrzési kockázat esetén, ha az eredendő kockázat (=100 %) és a kontrollkockázat (=50 %) magas, ami azt jelenti, hogy magas kockázatú jogalanyról van szó, ahol a belsőkontroll-eljárások nem megfelelőek a kockázatkezelésre, az ellenőrnek igen alacsony, 10 %-os feltárási kockázatra kell törekednie. Az alacsony feltárási kockázat eléréséhez meg kell növelni a tételes vizsgálat mennyiségét, és így a minta nagyságát.

$$DR = \frac{AR}{IR \times CR} = \frac{0,05}{1 \times 0,5} = 0,1$$

Magas ellenőrzési bizonyosság: Más összefüggésben, ha az eredendő kockázat magas (100 %), de működnek a megfelelő ellenőrzések, a kontrollkockázat 12,5 %-ra tehető. Az 5 %-os ellenőrzési kockázati szint eléréséhez a feltárási kockázat szintje 40 %-os lehet, ami azt jelenti, hogy az ellenőr a minta nagyságának csökkentésével nagyobb kockázatot vállalhat. Végül is ez a folyamat kevésbé részletes és kevésbé költséges ellenőrzést eredményez.

$$DR = \frac{AR}{IR \times CR} = \frac{0,05}{1 \times 0,125} = 0,4$$

Megjegyzendő, hogy mindkét példában ugyanolyan mértékű, 5 %-os ellenőrzési kockázatot érünk el különböző környezetekben.

Az ellenőrzési munka tervezéséhez sorrendet kell felállítani, amely a különböző kockázati szintek értékelésére vonatkozik. Először az eredendő kockázatot kell értékelni, majd – ezzel összefüggésben – a kontrollkockázat vizsgálata következik. Az ellenőrzést végző csoport a fenti két tényező alapján határozhatja meg a feltárási kockázatot, amelyhez a részletes vizsgálatok során alkalmazandó ellenőrzési eljárások kiválasztása is hozzátartozik.

Bár a kontrollkockázat modellje keretet biztosít az ellenőrzési terv összeállításának és az erőforrások elosztásának átgondolásához, a gyakorlatban az eredendő kockázat és a kontrollkockázat pontos számszerűsítése nehézséget okozhat.

A műveletek ellenőrzésével kapcsolatos bizonyossági/konfidenciaszintek zömmel a belsőkontroll-rendszer minőségétől függenek. Az ellenőrök a kockázati összetevőket – pontos valószínűségek használata helyett – inkább szaktudásuk és tapasztalatuk alapján, ALACSONY, MÉRSÉKELT/ÁTLAGOS vagy MAGAS jelzővel ellátva értékelik. Ha a rendszerellenőrzések során jelentős hiányosságokat tárnak fel, a kontrollkockázat magas, a bizonyossági szint pedig alacsony lesz. Ha nincsenek jelentős hiányosságok, a kontrollkockázat alacsony, és ha az eredendő kockázat is alacsony, a bizonyossági szint magas lesz.

Amint fent jeleztük, ha a rendszerellenőrzések során jelentős hiányosságokat tárnak fel, elmondható, hogy a lényeges hiba kockázata (a kontrollkockázatok ötvözése az eredendő kockázatokkal) magas, ezért a bizonyossági szint alacsony lesz. A rendeletek IV. melléklete utal arra, hogy ha a rendszerből szerzett bizonyossági szint alacsony, a művelet mintavételére alkalmazandó konfidenciaszint legalább 90 % lesz.

Ha nincsenek jelentős hiányosságok a rendszerekben, a lényeges hiba kockázata alacsony, és a rendszer által nyújtott bizonyossági szint magas lesz, ami azt jelenti, hogy a mintavételnél alkalmazandó konfidenciaszint legalább 60 %-os lesz.

A 3.2. pont részletes keretet nyújt a műveletek ellenőrzésére szolgáló bizonyossági/konfidenciaszint megválasztásához.

3.2. Bizonyossági/konfidenciaszint a műveletek ellenőrzéséhez

3.2.1. Bevezetés

Tételes vizsgálatokat kell végezni olyan mintákon, amelyek mérete a rendszerellenőrzésből származó bizonyossági szintnek megfelelően meghatározott konfidenciaszinttől függ, azaz a konfidenciaszint:

- legalább 60 %, ha a bizonyosság magas;
- átlagos bizonyosság (a Bizottság rendeletében nincs meghatározva az ezen bizonyossági szintnek megfelelő semmilyen százalékarány, de 70–80 %-os bizonyosság ajánlott);
- legalább 90 %, ha a bizonyosság alacsony.

Az ellenőrző hatóságnak – az irányítási és kontrollrendszerek megbízhatóságának megállapítása céljából – a rendszerellenőrzésekre vonatkozóan kritériumokat kell meghatároznia. E kritériumok közé tartozik a rendszerek összes kulcsfontosságú elemének (alapkövetelmények) számszerű felmérése, amelybe az operatív program irányításában és ellenőrzésében részt vevő legfontosabb hatóságokat és közreműködő szerveket is bevonják.

A Bizottság útmutatót dolgozott ki az irányítási és kontrollrendszerek értékelésének módszertanáról¹. Az útmutató a fő programokra és az európai területi együttműködési programokra egyaránt alkalmazandó. Az ellenőrző hatóság számára ajánlott e módszertan figyelembevétele.

A módszertanban négy konfidenciaszintet irányoznak elő:

¹ COCOF 08/0019/01-EN, 2008.06.06.; EGESIF_14-0010, 2014.12.18.

- Jól működik. Semmilyen vagy csak kisebb javításra van szükség;
- Működik. Egyes területeken szükség van javításra;
- Részben működik. Jelentős javulásra van szükség;
- Lényegében nem működik.

A mintavételre vonatkozó konfidenciaszintet a rendszerellenőrzésekből származó konfidenciaszint szerint határozzák meg.

A rendszereken három bizonyossági szint vehető figyelembe: magas, átlagos és alacsony szint. Az átlagos szint gyakorlatilag a módszertan által az irányítási és kontrollrendszerek értékelésére szolgáló módszertan második és harmadik kategóriájának felel meg, amelyek finomabb megkülönböztetést tesznek lehetővé a két végét, a magas/„jól működik” és az alacsony/„nem működik” kategória között.

Az ajánlott kapcsolatot az alábbi táblázat mutatja be:

A rendszerellenőrzésekből eredő bizonyossági szint	Kapcsolódó megbízhatóság a rendeletben/bizonyosság a rendszerből	Konfidenciaszint	Feltárási kockázat
1. Jól működik. Semmilyen vagy csak kisebb javításra van szükség.	Magas	Legalább 60 %	Legalább 40 %
2. Működik. Egyes területeken szükség van javításra.	Átlagos	70 %	30 %
3. Részben működik. Jelentős javulásra van szükség.	Átlagos	80 %	20 %
4. Lényegében nem működik.	Alacsony	Legalább 90 %	Legfeljebb 10 %

1. táblázat: A műveletek ellenőrzésének konfidenciaszintje a rendszerből kapott bizonyosság szerint.

A programozási időszak kezdetén a bizonyossági szint várhatóan alacsony, mivel még nem vagy csak korlátozott számban került sor rendszerellenőrzésre. Ezért az alkalmazandó konfidenciaszint nem lehet 90 %-nál alacsonyabb. Ha azonban a rendszerek az előző programozási időszakhoz képest változatlanok maradnak, és megbízható ellenőrzési bizonyíték áll rendelkezésre az általuk nyújtott bizonyosságra, a tagállam más konfidenciaszintet (60 % és 90 % között) is alkalmazhat. A konfidenciaszint csökkenthető is a programozási időszak alatt, ha semmilyen lényeges hiba nem található, vagy bizonyíték van rá, hogy a rendszerek idővel javultak. Az ilyen

konfidenciaszint meghatározásánál alkalmazott módszertant az ellenőrzési stratégiában meg kell magyarázni, és a konfidenciaszint meghatározásánál használt ellenőrzési bizonyítéokra is ki kell térni.

A megfelelő konfidenciaszint beállítása kritikus kérdés a műveletek ellenőrzése szempontjából, mivel a minta nagysága erősen függ ettől a szinttől (minél nagyobb a konfidenciaszint, annál nagyobb a minta mérete). Ezért a rendeletek az alacsony hibaarányal (és így magasabb bizonyossággal) működő rendszerek esetében lehetőséget adnak a konfidenciaszint csökkentésére és következésképpen a rendszerek ellenőrzésével kapcsolatos munkaterhelés mérséklésére, fenntartva a magas konfidenciaszint (következésképpen nagyobb méret) követelményét a potenciálisan magas hibaarányt (így alacsonyabb bizonyosságot) mutató rendszerek esetében.

Javasolt, hogy az ellenőrző hatóság aktívan alkalmazza azokat a mintavételi paramétereket, amelyek megfelelnek a működő rendszerek valóságának, és ezáltal elkerüljék az ellenőrzési minták és munkaterhelés túlméretezését, amennyiben megfelelő pontosság biztosított.

3.2.2. Az alkalmazandó bizonyossági szint meghatározása a programok átcsoportosításakor

Az ellenőrző hatóságnak a programok átcsoportosítása esetén **egy** bizonyossági szintet kell alkalmaznia.

Amennyiben a rendszerellenőrzések során kiderül, hogy a programcsoporton belül a különböző programok működésére vonatkozó következtetések eltérőek, a következő lehetőségek választhatók:

- két (vagy több) csoport létrehozása, például az első az alacsony bizonyossági szintű programokhoz (90 %-os konfidenciaszint), a második csoport a magas bizonyossági szintű programokhoz (a konfidenciaszint 60 %) stb. A két csoportot két különböző sokaságként kezeljük. Következésképpen az elvégzendő ellenőrzések száma nagyobb lesz, mivel mindegyik különálló csoportból mintát kell venni;
- az egyedi programok szintjén kapott legalacsonyabb bizonyossági szint alkalmazása az egész programcsoportra. A programok csoportját egységes sokaságként kezeljük. Ez esetben az ellenőrzési következtetéseket a programok egész csoportjára nézve vonjuk le. Következésképpen az egyes programokról általában nem lehet következtetéseket levonni.

Ez utóbbi esetben programonként rétegzett mintavételi tervet lehet alkalmazni, amely általában kisebb mintaméretet tesz lehetővé. De rétegzés alkalmazásakor is egységes bizonyossági szintet kell alkalmazni, és a következtetések csak a programok egész csoportjára vonhatók le. A programok és több alapból finanszírozott programok ellenőrzőcsoportjai részére szóló stratégiák részletes leírásáért lásd a 7.8. pontot.

4. A műveletek ellenőrzésével kapcsolatos statisztikai fogalmak

4.1. Mintavételi módszer

A mintavételi módszernek két eleme van: a mintavételi terv (például egyenlő valószínűség, méretarányos valószínűség), és a kivetítési (becslési) eljárás. E két elem együtt alkotja a minta méretének kiszámításához szükséges keretet.

A műveletek ellenőrzésére szolgáló legismertebb mintavételi módszereket az 5.1. pont ismerteti. Figyelembe kell venni, hogy a mintavételi módszerek közötti első különbség a statisztikai és a nem statisztikai mintavétel megkülönböztetése.

A statisztikai mintavételi módszer jellemzői az alábbiak:

- a sokaságban mindegyik tételnek ismert és pozitív a kiválasztási valószínűsége;
- a véletlen jelleget megfelelő véletlen számot generáló szoftverrel kell biztosítani, amely lehet szakosított vagy nem (például az MS Excel biztosít véletlen számokat);
- a mintaméret kiszámítása oly módon történik, hogy az a kívánt pontosság bizonyos szintjének elérését lehetővé tegye.

Hasonlóképpen, a 480/2014/EU rendelet 28. cikkének (4) bekezdése szerint „az 1303/2013/EU rendelet 127. cikke (1) bekezdésének alkalmazásában a mintavételi módszer statisztikai mintavételnek tekinthető, ha általa biztosított: (i) a minta elemeinek véletlenszerű kiválasztása; (ii) a valószínűségszámítás módszereinek használata a minta eredményeinek értékelésére, ideértve a mintavételi kockázat mérését és kontrollját, valamint a tervezett és tényleges pontosság mérését és kontrollját is.

A statisztikai mintavételi módszerek lehetővé teszik olyan minta kiválasztását, amely „reprezentálja” a sokaságot (a statisztikai kiválasztás ezért olyan fontos). A végső cél a mintában megfigyelt paraméter (a „változó”) értékének kivetítése (extrapolálás vagy becslés) a sokaságra, ez alapján levonható a következtetés arról, hogy a sokaság tartalmaz-e lényegi valótlanságot, és ha igen, mennyit (a hiba összege).

A nem statisztikai mintavétel nem teszi lehetővé a pontosság kiszámítását, következésképpen nem ellenőrizhető a kontrollkockázat, és nem biztosítható, hogy a minta reprezentatív legyen a sokaságra. Ezért a hibát tapasztalati úton kell értékelni.

A 2007–2013-as programozási időszakban az 1083/2006/EK és az 1198/2006/EK tanácsi rendelet, valamint az 1828/2006/EK és a 498/2007/EK bizottsági rendelet a tételes vizsgálatokhoz (a műveletek ellenőrzéséhez) statisztikai mintavételt ír elő. A 2014–2020-as programozási időszakban a statisztikai mintavételi módszerekre vonatkozó követelményt a CPR 127. cikkének (1) bekezdése és a CDR 28. cikke tartalmazza. Nem statisztikai kiválasztás olyan esetekben tekinthető megfelelőnek, ha a

statisztikai kiválasztás nem lehetséges, például nagyon kis sokaság vagy mintaméret esetében (lásd a 6.4. pontot).

4.2. Kiválasztási módszer

A kiválasztási módszer az alábbi két széles kategória egyikébe tartozhat:

- Statisztikai kiválasztás, vagy
- Nem statisztikai kiválasztás

A statisztikai kiválasztás két lehetséges technikát foglal magában:

- Véletlen kiválasztás;
- Szisztematikus kiválasztás.

A véletlen kiválasztás során a mintát alkotó egységek kiválasztása céljából véletlen számokat generálunk mindegyik egységre a sokaságban.

A szisztematikus kiválasztás egy véletlen kezdőponttól indul, majd szisztematikus szabályt alkalmaz a további tételek kiválasztására (például a véletlen kezdőpont után minden 20. tételt választja ki).

Általánosságban az egyenlő valószínűség módszerei véletlen kiválasztáson alapulnak, és a MUS (pénzegységalapú mintavétel) szisztematikus kiválasztáson alapul.

A nem statisztikai kiválasztás (többek között) az alábbi lehetőségekre terjed ki:

- Ötletszerű kiválasztás
- Csoportos kiválasztás
- Saját megítélés szerinti kiválasztás
- Kockázatalapú mintavétel a fenti három lehetőség elemeinek vegyítésével

Az ötletszerű kiválasztás „hamis véletlenszerű” kiválasztás abban az értelemben, hogy egyedileg, „véletlenszerűen” választják ki a tételeket úgy, hogy nem mért torzítás is szerepel a kiválasztásban (például könnyebben elemezhető tételek, könnyebben hozzáférhető tételek, kifejezetten a képernyőre kitett listából vett tételek stb.).

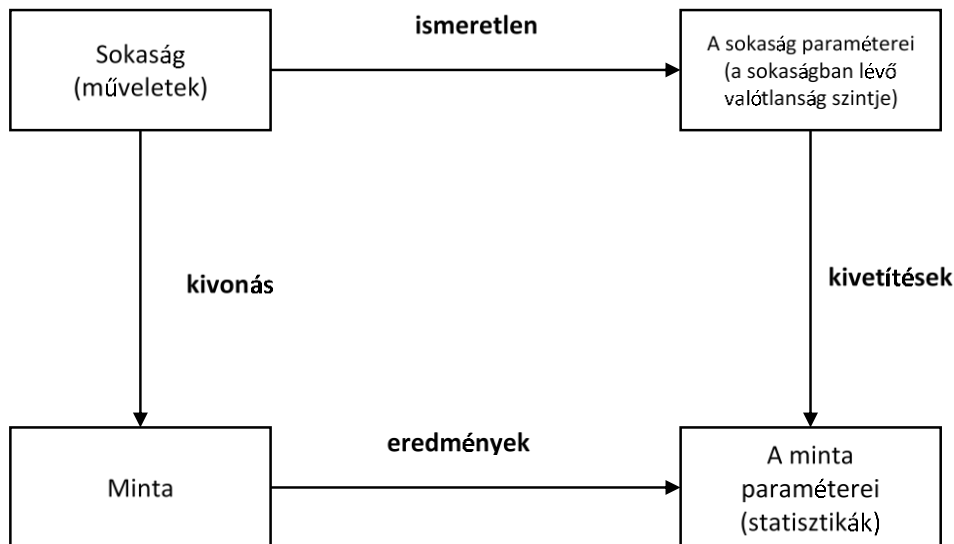
A csoportos kiválasztás hasonló a klaszter mintavételhez (mintha a sokaság egységeinek csoportjai lennének), ahol a klasztert nem véletlenszerűen választják ki.

A saját megítélés szerinti kiválasztás egyszerűen az ellenőr szabad mérlegelésén alapul – mindenfajta megfontolástól függetlenül (például hasonló nevű tételek vagy egy adott kutatási területhez kapcsolódó összes művelet stb.).

A kockázatalapú mintavétel a tételek nem statisztikai kiválasztása, amely különböző szándékos tényezőkön alapszik, és gyakran mindhárom nem statisztikai kiválasztási módszerből merít.

4.3. Kivetítés (becslés)

Mint korábban említettük, a mintavételi mód alkalmazásakor a végső cél a mintában megfigyelt hibaszint (valótlanság) kivetítése (extrapolálása vagy becslése) az egész sokaságra. Ez a folyamat lehetővé teszi a következtetés levonását arról, hogy a sokaság tartalmaz-e lényegi valótlanságot, és ha igen, mennyit (a hibák összege). Ezért a mintában talált hibaszint nem önmagában érdekes², hanem olyan eszköz, amellyel a hiba kivetíthető a sokaságra.



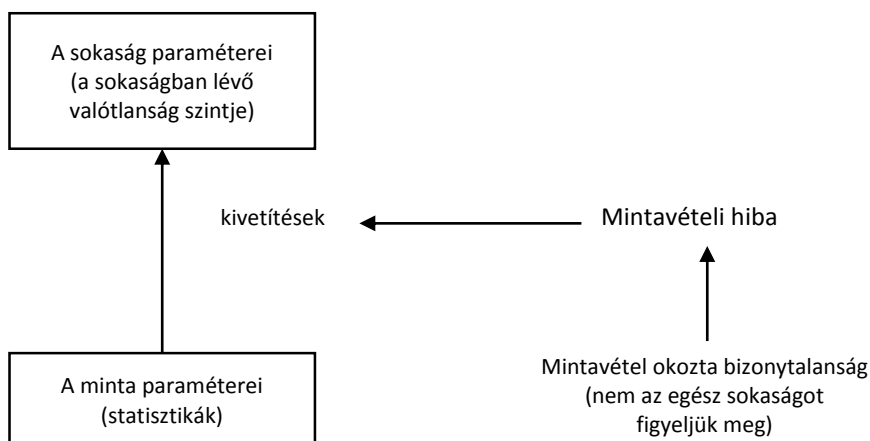
3. ábra: A minta kiválasztása és kivetítése

A hibának a sokaságra való kivetítése céljából felvett mintastatisztikákat becslési alapnak nevezzük. A kivetítési tevékenység neve becslési eljárás, és a mintából kiszámított érték (kivetített érték) neve a becslés. Egyértelmű, hogy az ilyen, a sokaságnak csak egy töredékén alapuló becslésre kihat a mintavételi hibának nevezett hiba.

² A mintában talált egyedi hibákat azonban megfelelően ki kell javítani.

4.4. Pontosság (mintavételi hiba)

Abból eredő hiba, hogy nem az egész sokaságot figyeljük meg. Valójában a mintavétel mindig magában foglal becslési (extrapolációs) hibát, mivel a mintavételi adatoknak az egész sokaságra való extrapolálására támaszkodunk. A mintavételi hiba a minta kivetítése (becslés) és a valós (ismeretlen) sokaság paraméter (hibaérték) közötti különbséget jelenti. Azt a tényt reprezentálja, hogy bizonytalan az eredményeknek a sokaságra való kivetítése. E hiba mérésének szokásos neve a **pontosság** vagy a becslési finomság. Ez főleg a **minta méretétől**, a **sokaság változékonyságától** és kisebb mértékben a **sokaság méretétől** függ.



4. ábra: Mintavételi hiba

Különbséget kell tenni a tervezett pontosság és a tényleges pontosság között (SE a 6. pontban ismertetett képletekben). Míg a tervezett pontosság a maximálisan tervezett mintavételi hiba a minta méretének meghatározására (általában a maximális tolerálható hiba és a várható hiba közötti különbség, és a lényegességi szintnél alacsonyabb értékre kell beállítani), a tényleges pontosság a minta kivetítése (becslés) és a valós (ismeretlen) sokaság paraméter (hibaérték) közötti különbséget jelenti, és az eredmények sokaságra való kivetítésében rejlő bizonytalanságot mutatja.

4.5. Sokaság

Mintavételi célokra a sokaság a programba vagy a programok csoportjába felvett műveletek tekintetében a referencia-időszakban a Bizottság felé bejelentett kiadásokat jelenti, kivéve a negatív mintavételi egységeket, amint az az alábbi, 4.6. pontban olvasható. A mintavételezett sokaságnak tartalmaznia kell ezen kiadásban szereplő valamennyi műveletet, kivéve azokat, amelyekre a CPR 148. cikkének (1) bekezdése és a Bizottság 480/2014/EU felhatalmazáson alapuló rendelete 28. cikkének (8) bekezdése által meghatározott arányos ellenőrzési megállapodások vonatkoznak a 2014–2020-as programozási időszakra végzett mintavétellel összefüggésében. A 2007–2013-as jogi

keretrendszer értelmében nincs lehetőség a műveletek kizárására a mintavételre váró sokaságból³, kivéve „vis maior” esetén.⁴

Az ellenőrző hatóság az ellenőrzések hatékonyságának növelése érdekében dönthet úgy, hogy más olyan kapcsolódó kiadásokra is kiterjeszti az ellenőrzést, amelyeket a kiválasztott műveletek kapcsán és a megelőző referencia-időszakra vonatkozóan jelentettek be a Bizottsághoz. A referencia-időszakon kívüli további kiadások ellenőrzéséből kapott eredményeket nem szabad figyelembe venni a teljes hibaarány megállapításakor.

Általános szabály szerint a mintában lévő összes kiválasztott művelet tekintetében a Bizottságnak jelentett összes kiadást ellenőrizni kell. Mégis, amikor a kiválasztott műveletek nagy számban tartalmaznak fizetési követeléseket vagy számlákat, **az ellenőrző hatóság kétlépcsős mintavételt alkalmazhat** a 7.6. pontban leírtak szerint.

Az ellenőrző hatóságnak rendszerint **az összes bejelentett kiadásból (azaz a köz-és magánkiadásokból)** kell kiválasztania a mintáit az 1828/2006/EK⁵ rendelet 17. cikkének (3) bekezdése és a CPR 127. cikkének (1) bekezdése alapján. A műveletek ellenőrzéseinek minden esetben igazolnia kell az összes bejelentett kiadást az 1828/2006/EK⁶ rendelet 16. cikkének (2) bekezdése és 17. cikkének (4) bekezdése, valamint a CDR 27. cikkének (2) bekezdése értelmében. Van azonban arra is példa, hogy az ellenőrző hatóság a bejelentett közkiadásból választja ki a mintát, arra hivatkozva, hogy az Alapból származó hozzájárulás kifizetése ennek alapján történik. Előfordulhat, hogy ez a gyakorlat az igazoló hatóság hibás értelmezésének az eredménye, ami ahhoz vezet, hogy a Bizottságnak benyújtott, kiadásokkal kapcsolatos kérelmek kizárólag a közkiadásokra terjednek ki, miközben a helyes megközelítés szerint az igazoló hatóságnak minden esetben a teljes kiadás összegét kellene kimutatnia akkor is, ha a társfinanszírozás számítása a közkiadások alapján történik⁷.

³ Ez azt jelenti, hogy a következő kiadási tételeknek ténylegesen szerepelniük kell abban a sokaságban, amelyből a véletlenszerű mintavétel történik, és a mintavételi szakaszban ezek nem zárhatók ki: (i) pénzügyi konstrukciókkal (FEI) összefüggő műveletek; (ii) „túl kicsinek” tekintett projektek; (iii) az előző években ellenőrzött projektek, vagy olyan projektek, amelyek kedvezményezettjét az előző években ellenőrizték; (iv) átalánykorrekcióhoz kötött projektek.

⁴ Lásd a hibák kezeléséről szóló aktualizált útmutató 7.6. pontját (EGESIF_15-0007-01, 2015.10.09.) arra vonatkozóan, hogy az ellenőrző hatóságnak milyen megközelítést kell alkalmaznia abban az esetben, ha a mintavételezett műveleteket alátámasztó dokumentáció „vis maior” esemény (pl.: természeti katasztrófa) következtében elveszett vagy megsérült.

⁵ A 498/2007/EK rendelet 43. cikkének (3) bekezdése

⁶ A 498/2007/EK rendelet 42. cikkének (2) bekezdése és 43. cikkének (4) bekezdése

⁷ Erre az ellenőrzési nyomvonal céljából is szükség van, mivel a helyszínen, a kedvezményezett szintjén ellenőrizendő kiadások megfelelnek a teljes kimutatott összkiadásnak, vagyis nem csupán a közkiadásokra terjed ki; rendszerint a kiadási tételeket állami és magánforrásokból egyszerre finanszírozzák, valamint a gyakorlatban a teljes kiadást ellenőrzik.

Ilyen helyzetben, továbbá amikor az ellenőrző hatóság a méretarányos valószínűség szerinti mintavételi módszert (azaz statisztikai mintavételi célokra a pénzegység alapú mintavételt) alkalmazza, ez kétféle problémát eredményezhet:

- a) Ez a folyamat a mintavételi eredmények terén torzítást eredményezhet, mert egyes, viszonylag nagy magánforrásból való hozzájárulást tartalmazó mintavételi egységeket kisebb eséllyel választhatnak ki.
- b) Amennyiben az ellenőrző hatóság a teljes kiadást kizárólag a közkiadásokon végzett mintavétel alapján ellenőrzi, előfordulhat, hogy a tényleges pontosság elégtelen.

A fenti (a) pontra tekintettel, amikor az ellenőrző hatóság a közkiadások alapján választja ki a mintát, az ellenőrző hatóság mérlegelheti annak szükségességét, hogy az adott részsokaságból kiegészítő mintát vegyen:

- ha nagy értékű mintavételi egységek vannak⁸, amelyekből korábban nem vettek mintát (a fentiekben azonosított probléma miatt); és
- ha az érintett mintavételi egységek tekintetében kimutatott kiadással összefüggésben kockázatok állnak fenn.

A fenti (b) pontra tekintettel, amikor az ellenőrző hatóság a hibákat a teljes kiadásra vetíti, és a felső hibahatár meghaladja a lényegességi küszöböt ott, ahol a legvalószínűbb hiba 2 % alatti, az elégtelen pontosságra utal. Ez pedig azt vonja maga után, hogy a mintavételi eredmények nem meggyőzők, és

- a konfidenciaszint újraszámítására⁹ van szükség, vagy amennyiben az nem lehetséges,
- kiegészítő mintavételre van szükség¹⁰, vagyis a tényleges pontosságnak meg kell haladnia a két százalékpontot¹¹.

Érdemes felhívni a figyelmet arra a tényre, hogy – **általános megközelítésként – amennyiben a tényleges pontosság (UEL-MLE, azaz felső hibahatár-legvalószínűbb hiba) nem éri el a két százalékpontot, úgy tekintjük, hogy – elméletben és figyelembe véve az érintett programra vonatkozó összes információelemet – nincs szükség a kiegészítő munka elvégzésének mérlegelésére.**

4.6. Negatív mintavételi egységek

Előfordulhatnak negatív mintavételi egységek (műveletek vagy kifizetés iránti kérelmek), különösen a nemzeti hatóságok által alkalmazott pénzügyi korrekciók eredményeként.

⁸ Általánosságban véve a „nagy értékű tétel” úgy határozható meg, ha az érintett, kimutatott teljes kiadás nagyobb, mint az adott program tekintetében a teljes kiadás 2 %-ában rögzített küszöbérték.

⁹ vö. ezen útmutató 7.7. pontjával.

¹⁰ vö. ezen útmutató 7.2.2. pontjával.

¹¹ vö. ezen útmutató 7.1. pontjának utolsó bekezdésével.

Ilyen esetben a negatív mintavételi egységnek egy külön sokaság részét kell képeznie, és azt külön¹² kell ellenőrizni, azzal a céllal, hogy meggyőződjenek róla, hogy a korigált összeg megfelel-e a tagállam vagy a Bizottság döntésével. Amennyiben az ellenőrző hatóság megállapítja, hogy a korigált összeg alacsonyabb a határozatban foglaltnál, akkor ezt ismertetni kell az éves kontrolljelentésben különösen akkor, ha a negatív összeg nem felel meg a tagállam hibajavítási képességével kapcsolatos hiányosságot tükröz.

E körben, a teljes hibaarány számításakor az ellenőrző hatóság kizárólag a pozitív összegek sokaságában talált hibákat mérlegeli, ami pedig egyszerre felel meg a véletlen hibák és a teljes hibaarány kivetített értékében figyelembe veendő könyv szerinti értéknek. A kivetített hibaarány kiszámítása előtt az ellenőrző hatóságnak ellenőriznie kell, hogy a talált hibákat nem korigálták-e már a referencia-időszakban (azaz a fent ismertetett negatív összegek sokaságában). Ez esetben ezeket a hibákat nem szabad felvenni a kivetített hibaarányba¹³.

Konkréten az ellenőrző hatóságnak a mintavétel tárgyát képező mintavételi egységek (azaz a műveletek vagy kifizetés iránti kérelmek) teljes sokaságában azonosítani kell a negatív egyenleggel rendelkező egységeket, és azokat külön sokaságként szükséges ellenőriznie. A műveletek mintavételi egységként való alkalmazásakor a folyamat a következők szerint mutatható be (ugyanaz az elv alkalmazható a mintavételi egységként használt kifizetés iránti kérelmek esetében):

- X művelet: 100 000 EUR (nem történtek korrekciók a referencia-időszakban);
- Y művelet: 20 000 EUR => ha az összeg úgy keletkezett, hogy 25 000 EUR-ból kivontak 5 000 EUR-t (a referencia-időszak során alkalmazott korrekcióknak/levonásoknak köszönhetően), az ellenőrző hatóságnak nem kell az 5 000 EUR-t a negatív összegek külön sokaságában figyelembe vennie;
- Z művelet: - 5 000 EUR (amely a referencia-időszakban 10 000 EUR összegű új kiadás, majd abból 15 000 EUR korrekcióként való kivonásaként keletkezett) => a negatív összegek külön sokaságában szerepeltetendő;
- A program tekintetében kimutatott teljes kiadás (nettó összeg): 115 000 EUR (= 120 000 – 5 000);
- Sokaság, amelyből a véletlenszerű minta kiválasztásra kerül: minden pozitív összegű művelet = X + Y (a fenti esetben ez 120 000 EUR lenne, ha egyszerűsítési céljából figyelembe vesszük, hogy a programot a fentiekben említett három művelet alkotja). A Z művelet külön ellenőrizendő.

¹² Természetesen az ellenőrző hatóság ebből a külön sokaságból is vehet mintát, ha az túlságosan sok egységet tartalmaz, ami túlzott munkaterhelést jelent.

¹³ Lásd még a hibák kezelésével kapcsolatos útmutatót, ami a teljes hibaarányban nem szereplő egyes hibák indoklására mutat be további eseteket.

A fentiekben ismertetett megközelítés azt sugallja, hogy az ellenőrző hatóság nem köteles külön sokaságként azonosítani a mintavételi egységben lévő negatív összegeket. Ez az esetek többségében nem lenne költséghatékony megoldás¹⁴. Így az Y művelet esetében az ellenőrző hatóság 5 000 EUR összeget szerepeltetne a negatív sokaságban (amihez 25 000 EUR-nak kellene szerepelnie a pozitív sokaságban), vagy – mint a fenti példában is – 20 000 EUR-t szerepeltetne a pozitív sokaságban. Egy másik megközelítésben az aktuális mintavételi időszakra vonatkozó pénzügyi korrekciókat/más negatív összegeket kivonná a pozitív sokaságból annak érdekében, hogy megkapja a nettó összeget, illetve az előző mintavételi időszakokkal kapcsolatos korrekciók összegét/más negatív összegeket a negatív összegek sokaságában szerepeltesse.

Nevezetesen, ha az Y művelet az aktuális mintavételi időszak valamely mintavételi egységét jelzi, és az aktuális mintavételi időszak során a kimutatott kiadásból levont 5 000 EUR negatív összeg a következőkből áll:

- 4 000 EUR, amely az előző mintavételi időszakban kimutatott kiadással kapcsolatos pénzügyi korrekciók összege,
- 700 EUR, amely az aktuális mintavételi időszakban kimutatott kiadással kapcsolatos pénzügyi korrekció,
- 300 EUR, amely számszaki hibát korigál az előző mintavételi időszak során túlzott kiadások kimutatására tekintettel,

az ellenőrző hatóság 24 300 EUR (= 25 000 EUR – 700 EUR) összeget szerepeltethet a pozitív sokaságban, miközben a 4 300 eurós összeg (amely az előző mintavételi időszakokkal kapcsolatos pénzügyi korrekciókat/mesterséges negatív mintavételi egységeket jelzi) a negatív sokaságba kerül.

Összegzésképpen a pozitív és negatív mintavételi egységek egymástól való elválasztására három megközelítés létezik:

- 1) A negatív összegek a pozitív sokaságba kerülnek, amennyiben a negatív és pozitív összegek eredője a mintavételi egységen belül pozitív.
- 2) Az összes pozitív összeg a pozitív sokaságba kerül, és az összes negatív összeg a negatív sokaságban szerepel.
- 3) Az előző mintavételi időszakokkal kapcsolatos negatív összegek (mint például az előző évekre kimutatott korrekciók összegei) a negatív sokaságban szerepelnek, míg az aktuális mintavételi időszakban a pozitív összegeket korigáló/módosító negatív összegek a pozitív sokaság részét képezik.

A Bizottság álláspontja szerint a 2. és 3. opció a javasolt. Az 1. opció ugyan elfogadható, de azzal a kockázattal járhat, hogy kisebb az esély a

¹⁴ A negatív összegek azonosítása a mintavételi egységen belül még kevésbé javasolt többszintű (vagy kétlépcsős) mintavétel alkalmazásakor, mert az maga után vonná az összes negatív összeg azonosítását minden egyes rész minta összes mintavételi egységén belül az összes negatív összeg azonosítását.

mintavételre/kiválasztásra az előző években kimutatott kiadásokra vonatkozóan a referencia-időszakban végzett korrekciók tárgyát képező műveletek vagy kifizetés iránti kérelmek körében.

Amikor a tagállamok informatikai rendszerei úgy vannak beállítva, hogy a mintavételi egységen belüli negatív összegekkel összefüggésben adatokat szolgáltatassanak, az ellenőrző hatóság döntésétől függ, hogy szükségesnek ítéli-e ilyen szintű részletesség alkalmazását a mintavételi eljárás tekintetében annak érdekében, hogy a fentiekben azonosított kockázatot mérsékelje.

Ha az ellenőrző hatóság a helyzetet ekként ítéli meg, a fenti módszertannak köszönhetően a fent említett kockázatot **az éves kontrolljelentésben jelezni kell**. Ez a kockázat a negatív összegek ellenőrzésekor értékelhető, amennyiben a következtetés az, hogy jelentős számban vannak a negatív mintavételi egységekben szereplő pozitív kiadásokat jelző tételek. Saját szakmai megítélése alapján az ellenőrző hatóságnak értékelnie kell a (pozitív kiadásokra vonatkozó) kiegészítő minta szükségességét az érintett kockázat mérséklése érdekében.

Az éves kontrolljelentésben szereplő „A kimutatott kiadások és mintaellenőrzések táblázatához” az ellenőrző hatóságnak az „A referencia-időszakban kimutatott kiadás” oszlopban jeleznie kell a pozitív összegek sokaságát. Az ellenőrző hatóságnak az éves kontrolljelentésben be kell mutatnia a kimutatott kiadás (nettó összeg) egyeztetését azzal a sokasággal, amelyből a pozitív összegekre vonatkozó mintákat véletlenszerűen vették.

A mesterséges negatív mintavételi egységek (számszaki hibák, a pénzügyi korrekcióknak nem megfelelő számlákon könyvelt visszairások, jövedelemtermelő projektek bevételei és tevékenységek átvitele egy programból a másikba (vagy adott programon belül) úgy, hogy az nem kapcsolódik az érintett műveletben észlelt szabálytalanságokhoz) nem hagyhatók ki a mintavételi eljárásból. Az ellenőrző hatóság dönthet úgy, hogy ezeket a pénzügyi korrekciókhoz hasonló módon kezeli, és bevonja a negatív sokaságba. Egy másik lehetőség az ilyen egységek mintájának a kiválasztása mesterséges negatív mintavételi egységek meghatározott sokaságból. Az igazoló hatóságnak rendszeresen rögzítenie kell a negatív mintavételi egységek jellegét (kifejezetten úgy, hogy az lehetővé tegye a szabálytalanságokból eredő pénzügyi korrekciók megkülönböztetését a mesterséges negatív mintavételi egységektől) annak biztosítása érdekében, hogy kizárólag pénzügyi korrekciók szerepeljenek az 1828/2006/EK rendelet 20. cikke szerinti, a visszavont és visszaszerzett összegeket kimutató éves jelentésben (a 2014–2020. időszakra ez a jelentés a számlák részét képezi). Ezért a negatív mintavételi egységek ellenőrzésének ki kell terjednie a kiválasztott egységek tekintetében az adatrögzítés helyességének az igazolására is.

Megjegyzendő, hogy nem elvárt, hogy az ellenőrző hatóság a negatív mintavételi egységek ellenőrzésének az eredményei alapján hibaarányt számoljon. Ugyanakkor

javasolt, hogy a negatív mintavételi egységek kiválasztása véletlenszerűen történjen. Az ellenőrző hatóság vagy az Európai Bizottság által észlelt, és az ellenőrző hatóság által folyamatosan monitorozott szabálytalanságokból eredő pénzügyi korrekciókat ki lehetne zárni a negatív egységeken végzett, véletlenszerű mintavétel köréből. Ha az ellenőrző hatóság úgy ítéli meg, hogy konkrét problémákra tekintettel inkább kockázatalapú megközelítést részesít előnyben, javasolt egy vegyes megközelítés alkalmazása legalább a véletlenszerűen kiválasztott negatív mintavételi egységek egy része esetében.

A negatív mintavételi egységek ellenőrzése bevonható a 2014–2020-as programozási időszakra vonatkozó számlák ellenőrzésébe.

4.7. Rétegzés

Rétegzésről beszélünk, ha a sokaságot felosztjuk részsokaságokra, úgynevezett rétegekre, és független mintákat készítünk az egyes rétegekből.

A rétegzés fő célja kettős: egyrésztől rendszerint nagyobb pontosságot tesz lehetővé (azonos mintaméreten), vagy csökkenti a mintaméretet (az azonos szintű pontosság érdekében); másrésztől biztosítja, hogy az egyes rétegeknek megfelelő részsokaságok helyet kapjanak a mintában.

Amikor azt várjuk, hogy a hiba szintje (valótlanság) eltérő lesz a sokaság különböző csoportjai esetében (például program, régió, közreműködő szervezet, a művelet kockázata szerint), ez az osztályozási mód alkalmas a rétegzésre.

A különböző rétegekre eltérő mintavételi módszerek alkalmazhatók. Például általános gyakorlat a nagy értékű tételek 100 %-os ellenőrzése, és statisztikai mintavételi módszer alkalmazása a többi kisebb értékű tételből vett minta ellenőrzésére, amelyek külön rétegbe vagy rétegekbe kerülnek felvételre. Ez hasznos abban az esetben, ha a sokaságban néhány egészen nagy értékű tétel szerepel, mivel csökkenti az egyes rétegek változékonyságát, és így lehetővé teszi a pontosság javítását, vagy a minta méretének csökkentését.

4.8. Mintavételi egység

A 2014–2020-as programozási időszak vonatkozásában a mintavételi egység meghatározását a 480/2014/EU felhatalmazáson alapuló bizottsági rendelet szabályozza. Nevezetesen e rendelet 28. cikke előírja:

„A mintavételi egységet szakmai megítélés alapján az audithatóság határozza meg. A mintavételi egység lehet egy művelet, egy projekt a műveleten belül vagy valamely kedvezményezett által benyújtott kifizetési kérelem.”

Ha az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy egy műveletet mintavételi egységként használ, miközben valamely referencia-időszakra a műveletek száma elégtelen ahhoz, hogy statisztikai módszert lehessen alkalmazni (itt a küszöbérték 50 és 150 sokasági egység közötti), a kifizetés iránti kérelem mintavételi egységként való alkalmazása segíthet a küszöbértékig emelni a sokaság méretét, ami lehetővé teszi valamely statisztikai mintavételi módszer használatát.

A 2014–2020-as programozási időszak tekintetében várható jogi keretre tekintettel az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy vagy a műveleteket (projekteket), vagy a kedvezményezett kifizetés iránti kérelmeit használja mintavételi egységként a 2007–2013-as programozási időszakban.

4.9. Lényegesség

A 2 %-os maximális lényegességi küszöb a referencia-időszakban a Bizottságnak benyújtott kiadásokra alkalmazandó (pozitív sokaság). Az ellenőrző hatóság tervezési célból fontolóra veheti a lényegesség csökkentését (tolerálható hiba). A lényegességet az alábbiak szerint alkalmazzuk:

- Küszöbként a kiadásokban előforduló kivetített hiba összehasonlítására
- A minta méretének megállapítására alkalmazott tolerálható/elfogadható hiba meghatározására

4.10. Tolerálható hiba és tervezett pontosság

A tolerálható hiba egy adott referencia-időszakban a sokaságban található, maximálisan elfogadható hibaarány. 2 %-os lényegességi szint mellett e maximális tolerálható hiba ezért a referencia-időszakban a Bizottság felé benyújtott kiadások 2 %-a.

A tervezett pontosság adott referencia-időszakban a hibák kivetítésére elfogadott maximális mintavételi hiba, azaz a maximális eltérés a sokaság valós hibája és a minta adataiból kapott kivetítés között. Az ellenőrnek a tolerálható hibánál alacsonyabb értékre kell beállítania, mert egyébként a műveletek mintavételi eredményei nagy kockázattal nem lesznek meggyőzőek, és kiegészítő vagy további mintára lehet szükség.

Például 10 000 000 EUR teljes könyv szerinti értékű sokaság esetén a megfelelő tolerálható hiba 200 000 EUR (a teljes könyv szerinti érték 2 %-a). Ha a kivetített hiba 5 000 EUR, és az ellenőr a pontosságot éppen 200 000 EUR-ra állítja be (ez a hiba abból adódik, hogy az ellenőr a sokaságnak csak egy kis részét, azaz a mintát figyeli meg), akkor a felső hibahatár (a konfidencia intervallum felső határa) kb. 205 000 EUR lesz. Ez nem meggyőző eredmény, mivel nagyon alacsony kivetített hibát kapunk, de egy olyan felső határt, ami meghaladja a lényegességi küszöböt.

A legmegfelelőbb mód a tervezett pontosság elérésére az, hogy a tolerálható hiba és a várható hiba közötti különbségnek feleltetjük meg (a kivetített hibának, amelyet az

ellenőr várhatóan megkap az ellenőrzés végén). A várható hiba természetesen az ellenőr szakmai megítélésén alapul, alátámasztva az előző években az azonos vagy hasonló sokaságon vagy előzetes/kísérleti mintán végzett ellenőrzési tevékenységek során gyűjtött bizonyítékkal.

Megjegyzendő, hogy az észszerűen várható hiba megválasztása fontos, mivel a minta mérete nagy mértékben függ az e hibára meghatározott értéktől. Lásd még a 7.1. pontot.

A 6. pont bemutatja a minta méretének meghatározási folyamatában alkalmazandó részletes képleteket.

4.11. Variabilitás

A sokaság változékonysága a minta méretére nagyon erős befolyást gyakorló paraméter. A változékonyságot gyakran mérjük a szórás¹⁵ néven ismert és általában σ betűvel jelölt paraméterrel. Például 100 műveletből álló sokaság esetében, ahol minden műveletnek azonos, 1 000 000 millió EUR a hibaszintje (μ esetében az átlagos hiba = 1 000 000 EUR) nincs változékonyság (valójában a hibák szórása nulla). Másfelől 100 műveletből álló sokaság esetében, amelyben 50-ben nulla EUR a hiba, és a másik 50-ben 2 000 000 EUR a hiba (μ esetében az átlagos hiba itt is = 1 000 000 EUR), a hibák szórása magas (1 000 000 EUR).

Az alacsony változékonyságú sokaság ellenőrzéséhez szükséges mintaméret kisebb a nagy változékonyságú sokasághoz szükséges mintaméretnél. Az első példa szélsőséges esetében (nulla változékonyság) egy egyetlen műveletből álló minta is elegendő lenne a sokaság hibájának pontos kivétítéséhez.

A szórás (s) a változékonyság legáltalánosabb mérőszáma, mivel könnyebben érthető, mint a variancia (s^2). A szórást tulajdonképpen a változó azon mértékegységében fejezzük ki, amire a variabilitást mérni szeretnénk. Ezzel szemben a variancia az ahhoz a változóhoz tartozó egységek négyzeteként kerül kifejezésre, amely tekintetében a variabilitást mérjük, és így a változónak a középérték körül szóródó értékeiből számolt négyzetértékek egyszerű átlagának felel meg¹⁶:

¹⁵ A szórás a sokaság középérték körüli szórásának mérőszáma. Kiszámítható a hibák vagy a könyv szerinti értékek felhasználásával. Amennyiben a sokaságra vetítve számítjuk ki, általában σ betűvel jelöljük, ha pedig a mintára vetítve számítjuk ki, akkor s betű jelöli. Minél nagyobb a szórás, annál heterogénebb a sokaság (vagy a minta). A variancia a szórás négyzete.

¹⁶ Ha a variancia számítása mintaadatokkal történik, annak ki kell terjednie a $s^2 = \frac{1}{\text{egységek száma} - 1} \sum_{i=1}^{\text{egységek száma}} (V_i - \bar{V})^2$ alternatív képletre is annak érdekében, hogy ellensúlyozza a becslés során elvesztett szabadságfokot.

$$\text{Variansia: } s^2 = \frac{1}{\text{egységek száma}} \sum_{i=1}^{\text{egységek száma}} (V_i - \bar{V})^2$$

ahol a V_i a V változó egyedi értékeit jelöli és a $\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^{\text{egységek száma}} V_i}{\text{egységek száma}}$ a középhiba.

A szórás egyszerűen a variancia négyzetgyöke:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Az e pont elején említett példákban megadott hibák szórása az alábbiak szerint számítható ki:

a) 1. eset

a. $N=100$

b. Minden művelet hibaszintje egységesen 1 000 000 EUR

c. Középhiba

$$\frac{\sum_{i=1}^{100} 1\,000\,000}{100} = \frac{100 \times 1\,000\,000}{100} = 1\,000\,000$$

d. A hibák szórása

$$s = \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (1\,000\,000 - 1\,000\,000)^2} = 0$$

b) 2. eset

a. $N=100$

b. 50 műveletnél a hiba mértéke 0, míg 50 műveletnél a hiba mértéke 2 000 000 EUR

c. Középhiba

$$\frac{\sum_{i=1}^{50} 0 + \sum_{i=1}^{50} 2\,000\,000}{100} = \frac{50 \times 2\,000\,000}{100} = 1\,000\,000$$

d. A hibák szórása

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{1}{100} \left(\sum_{i=1}^{50} (0 - 1\,000\,000)^2 + \sum_{i=1}^{50} (2\,000\,000 - 1\,000\,000)^2 \right)} \\ &= \sqrt{\frac{50 \times 1\,000\,000^2 + 50 \times 1\,000\,000^2}{100}} \\ &= \sqrt{1\,000\,000^2} = 1\,000\,000 \end{aligned}$$

4.12. Konfidencia intervallum és a hiba felső határa

A konfidencia intervallum az az intervallum, amely bizonyos valószínűséggel (ezt nevezzük konfidenciaszintnek) magában foglalja a valós (ismeretlen) sokaság értékét (hibáját). A konfidencia intervallum általános képlete a következő:

$$[EE - SE; EE + SE]$$

ahol

- EE – a kivetített vagy extrapolált hiba; a MUS terminológiában a legvalószínűbb hibának (Most Likely Error, MLE) is megfelel;
- SE – pontosság (mintavételi hiba);

A kivetített/extrapolált hiba (EE) és a felső hibahatár (EE+SE) a két legfontosabb eszköz annak megállapítására, hogy a műveletek sokasága tartalmaz-e lényegi valótlanságot¹⁷. Természetesen a felső hibahatár (ULE) kizárólag statisztikai mintavétel mellett számítható ki; így nem statisztikai mintavétel esetében az EE mindenkor a sokaságban lévő hibára vonatkozó legjobb becslés.

Statisztikai mintavétel alkalmazásakor az alábbi helyzetek állhatnak elő:

- Ha az EE nagyobb, mint a lényegességi küszöb (az egyszerűség kedvéért a továbbiakban 2 %), akkor az ellenőrző hatóság azt a következtetést vonja le, hogy lényeges hiba áll fenn;
- Ha az EE alacsonyabb 2 %-nál, és az ULE alacsonyabb 2 %-nál, az ellenőrző hatóság azt a következtetést vonja le, hogy a sokaság nem tartalmaz 2 %-nál nagyobb valótlanságot a mintavételi kockázat meghatározott szintjén.
- Ha az EE alacsonyabb 2 %-nál, de az ULE nagyobb mint 2 %, az ellenőrző hatóság azt a következtetést vonja le, hogy további munka szükséges. Az INTOSAI 23. sz. útmutatója¹⁸ szerint a további munka az alábbiakat tartalmazhatja:
 - „felkéri az ellenőrzött szervezetet, hogy vizsgálja meg a kiszűrt hibákat/eltéréseket és a további hibák/eltérések lehetőségét. Ennek lehetséges kimenetele a pénzügyi beszámolók szükséges kiigazításainak egyeztetése;
 - további vizsgálatot folytat azzal a céllal, hogy mérsékelje a mintavételi kockázatot és az eredmények értékelésébe beépítendő tűrést;
 - más ellenőrzési eljárásokat alkalmaz, hogy további bizonyosságot szerezzen.”

¹⁷ A statisztikai módszerek az alsó hibahatár kiszámítását is lehetővé teszik, bár annak fontossága az eredmények értékelésében kisebb. Éppen ezért a többi statisztikai modell még kifejezettebben összpontosíthat a kivetített (legvalószínűbb) hibára és a felső hibahatárra.

¹⁸ Lásd: http://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/GUIDELINES/GUIDELINES_EN.PDF

Az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján kiválasztja a fentiekben jelzett lehetőségek egyikét, és ennek megfelelően tesz jelentést az éves kontrolljelentésben.

Fel kell hívni a figyelmet arra a tényre, hogy a legtöbb esetben, ahol az ULE jóval meghaladja a 2 %-ot, ez megelőzhető vagy minimalizálható lett volna, ha az ellenőrző hatóság észszerű várható hibát vesz figyelembe az eredeti mintaméretet kiszámításakor (lásd részletesebben az alábbi 7.1. és 7.2.2. pontban).

E harmadik lehetőség követése esetén (a kivetített hiba alacsonyabb 2 %-nál, de az ULE meghaladja a 2 %-ot) bizonyos esetekben az ellenőrző hatóság megállapíthatja, hogy az eredmények a tervezettnél alacsonyabb konfidenciaszint mellett még meggyőzőek. **Ha ez az újra kiszámított konfidenciaszint még mindig összhangban van az irányítási és kontrollrendszerek minőségének értékelésével, akkor további ellenőrzési munka végzése nélkül is teljes bizonyossággal levonható a következtetés, hogy a sokaság nem tartalmaz lényegi valótlanyságot.** Lásd még a 7.7. pontban a konfidenciaszintek ismételt kiszámításának ismertetését.

4.13. Konfidenciaszint

A konfidenciaszintet a rendelet állapítja meg a tételes vizsgálathoz alkalmazandó minta nagyságának meghatározása céljából.

Mivel a minta nagyságát a konfidenciaszint közvetlenül befolyásolja, a rendelet célkitűzése egyértelműen az, hogy lehetőséget nyújtson a megállapítottan alacsony hibaarányal működő (és ezért magas megbízhatóságú) rendszerekkel kapcsolatos ellenőrzési munkateher csökkentésére, másrésztől viszont fenntartsa azt a követelményt, hogy a potenciálisan magas hibaarányal működő (ezért alacsony megbízhatóságú) rendszerek esetében nagyszámú tételt ellenőrizzenek.

A konfidenciaszint a legkönnyebben úgy értelmezhető, mint az a valószínűség, amellyel a minta adataiból képzett konfidencia intervallum a sokaság valós hibáját (ismeretlen) tartalmazza. Például, ha a sokaságban a kivetített hiba 6 000 000 EUR és a 90 %-os konfidenciaszint intervalluma

[5 000 000 €; 7 000 000 €],

ez azt jelenti, hogy a sokaság valós (de ismeretlen) hibája 90 %-os valószínűséggel e két határ közé esik. Az ilyen stratégiai választások kihatásait a műveletek ellenőrzésének tervezésére és mintavételére a következő fejezetek ismertetik.

4.14. Hibaarány

A **mintavételi hibaarány** a mintában lévő teljes hiba, és a mintában szereplő tételek teljes könyv szerinti értéke közötti arányként, a **kivetített hibaarány** a **sokaság kivetített hibája** és a teljes könyv szerinti érték közötti arányként kerül kiszámításra. Ismét megjegyzendő, hogy a minta hibája nem önmagában érdekes, hanem a kivetített hiba kiszámítására szolgáló eszköznek kell tekinteni¹⁹.

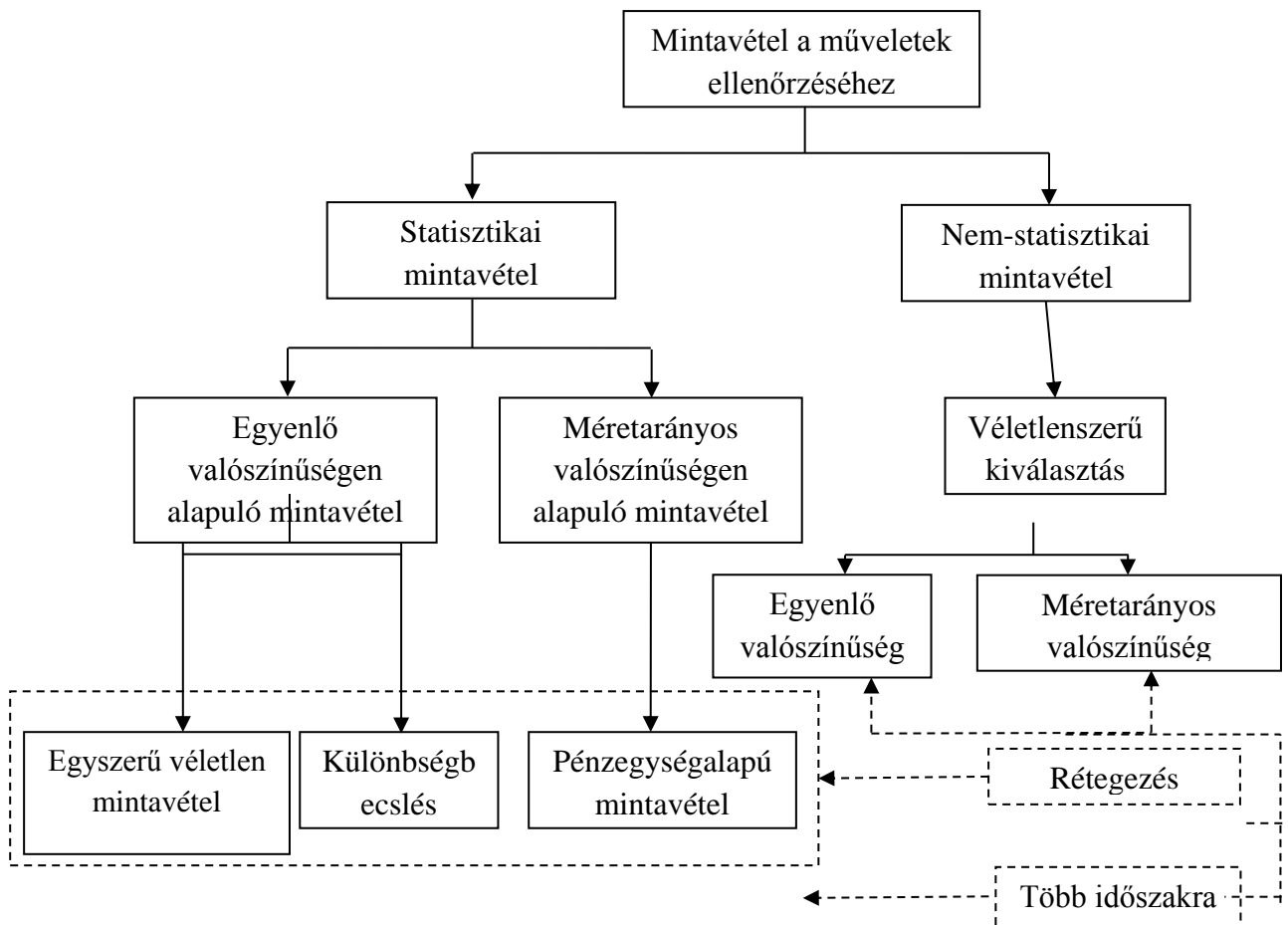
5. Mintavételi technikák a műveletek ellenőrzéséhez

5.1. Áttekintés

A műveletek ellenőrzése során a mintavétel célja a tételes vizsgálatok révén ellenőrzendő műveletek kiválasztása; a sokaság a referencia-időszakban a programba/programok csoportjába felvett műveletekkel kapcsolatban a Bizottság felé bejelentett kiadásokból áll.

Az 5. ábra a leggyakrabban alkalmazott ellenőrzési mintavételi módszereket foglalja össze.

¹⁹ Bizonyos mintavételi módszerekben, nevezetesen az egyenlő valószínűség elve szerinti kiválasztáson alapuló módszerekben a minta hibaaránya felhasználható a sokaság hibaarányának kivetítésére.



5. ábra: Mintavételi módszerek a műveletek ellenőrzéséhez

Ahogy korábban is említettük, a mintavételi módszerek közötti első különbség a statisztikai és a nem statisztikai mintavétel közötti különbségben rejlik.

Az 5.2. pont mutatja be a különböző mintavételi tervek alkalmazhatóságának feltételeit és azokat az egyedi szélsőséges helyzeteket, amikor a nem statisztikai mintavétel megengedhető.

A statisztikai mintavételen belül a módszerek közötti legjelentősebb különbség a kiválasztási valószínűségeken alapul: az egyenlő kiválasztási valószínűségek módszere (beleértve az egyszerű véletlen mintavételt és a különbségbecslést) és a méretarányos valószínűség módszerei közötti különbségen, amelyek közül kiemelkedik a jól ismert pénzegységalapú mintavételi (MUS) módszer.

A pénzegységalapú mintavétel (MUS) lényegében véve méretarányos valószínűség (PPS). Az elnevezés abból ered, hogy a műveleteket a pénzürtékükkel arányos valószínűségekkel választjuk ki. Minél nagyobb a pénzürték, annál nagyobb a kiválasztás valószínűsége. Az egyes konkrét módszerek alkalmazását indokló feltételeket szintén az alábbi részben ismertetjük.

A kiválasztott, konkrét mintavételi módtól függetlenül a műveletek mintavétel révén történő ellenőrzése során mindig az alábbi, általános alapvető struktúrát kell követni:

1. **A tételes vizsgálatok céljainak meghatározása:** általában a tárgyévben a programra (vagy a programok csoportjára) vonatkozóan a Bizottság felé bejelentett kiadásban a hiba szintjének meghatározása a mintára épülő kivetítés alapján.
2. **A sokaság meghatározása:** a tárgyévben a programra vagy a programok csoportjára vonatkozóan a Bizottság felé jelentett kiadások és a **mintavételi egység**, amely a mintába kiválasztandó tétel (általában a művelet, de más lehetőségek is vannak, például a fizetési követelések).
3. **A sokaság paramétereinek meghatározása:** ez magában foglalja a tolerálható hiba (a Bizottság felé bejelentett kiadások 2 %-a), a várható hiba (amelyet az ellenőr vár), a konfidenciaszint (figyelembe véve a kontrollkockázati modellt), és (általában) a sokaság változékonyságára vonatkozó mérőszám meghatározását.
4. **A minta méretének meghatározása** az alkalmazott mintavételi módszer szerint. Fontos megjegyezni, hogy a végső mintaméret mindig fel van kerekítve a legközelebbi egész számra²⁰.
5. **A minta kiválasztása és az ellenőrzés elvégzése.**
6. **Eredmények kivetítése, a pontosság kiszámítása és a következtetések levonása:** ez a lépés magában foglalja a pontosság és a kivetített hiba kiszámítását, valamint ezen eredmények összehasonlítását a lényegességi küszöbvel.

Egy adott mintavételi módszer kiválasztása finomítja ezt az alapstruktúrát, mivel képletet ad a minta méretének kiszámításához, és keretet biztosít az eredmények kivetítéséhez.

Az is megjegyzendő, hogy a mintaméret meghatározására alkalmazott képletek a kiválasztott mintavételi módszerrel együtt változnak. A minta mérete azonban a kiválasztott módszertől függetlenül három paramétertől függ:

- A konfidenciaszint (minél nagyobb a konfidenciaszint, annál nagyobb a minta mérete).
- A sokaság változékonysága²¹ (azaz mennyire változóak a sokaság értékei; ha a sokaságban minden műveletnek hasonlóak a hibaértékei, a sokaságról elmondható, hogy kevésbé változó, mint az a sokaság, ahol minden művelet szélsőségesen különböző hibaértékeket mutat). Minél nagyobb a sokaság változékonysága, annál nagyobb a minta mérete.

²⁰ Amennyiben a mintaméret kiszámítása különböző rétegekre és időszakokra történik, elfogadható megoldás, hogy egyes rétegek/időszakok tekintetében a mintaméreteket nem kerekítik fel akkor, ha egyébként az általános mintaméret felkerekítésre kerül.

²¹ A mintaméret kiszámítás a MUS konzervatív módszer alapján nem függ a sokaság változékonyságával összefüggő egyetlen paramétertől sem.

- Az ellenőr által beállított tervezett pontosság; e tervezett pontosság tipikusan a kiadások 2 %-os mértékű tolerálható hibája és a várható hiba közötti különbség. Feltételezve, hogy a várható hiba nem éri el a 2 %-ot, minél nagyobb a várható hiba (vagy minél kisebb a tervezett pontosság), annál nagyobb a minta mérete.

A minta méretének meghatározására külön képleteket ajánl a 6. pont. Van azonban egy fontos főszabály: soha ne használjunk 30 egységnél kisebb méretű mintát (abból a célból, hogy a konfidencia intervallumok létrehozására alkalmazott eloszlási feltételezések tarthatóak legyenek).

5.2. A mintavételi tervek alkalmazhatóságának feltételei

Az ellenőrizendő műveletek kiválasztásához alkalmazott módszer megválasztásával kapcsolatos előzetes megjegyzésként megállapítandó, hogy bár az e döntéshez vezető kritériumok számosak, statisztikai szempontból a választás főleg a hibák változékonyságára és a kiadásokkal való kapcsolatukra vonatkozó elváráson alapul.

Az alábbi táblázat – a kritériumoktól függően – a legmegfelelőbb módszereket szemlélteti.

Mintavételi módszer	Kedvező feltételek
Szabványos MUS	A hibák erősen változékonyak ²² , és megközelítőleg arányosak a kiadások szintjével (azaz a hibaarány változékonysága alacsony). A műveletenkénti kiadások értéke nagy változékonyságot mutat.
Konzervatív MUS	A hibák erősen változékonyak és megközelítőleg arányosak a kiadások szintjével. A műveletenkénti kiadások értéke nagy változékonyságot mutat. A hibák aránya várhatóan alacsony ²³ . A várható hibaaránynak 2 %-nál kisebbnek kell lennie
Különbségbecslés	A hibák viszonylag állandóak vagy a változékonyságuk alacsony. A sokaságban megfigyelhető a teljes korrigált kiadások becslése szükséges.
Egyszerű véletlen mintavétel	Általában ajánlott módszer, amely akkor alkalmazható, ha a korábban felsorolt feltételek nem állnak fenn. A fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés alkalmazásával használható (lásd a 6.1.1.3. pontban az útmutatót e két becslési technika közötti választáshoz).
Nem statisztikai módszerek	Ha statisztikai módszer alkalmazása nem lehetséges (lásd az alábbi ismertetést).
Rétegezés	A fenti módszerek bármelyikével együtt használható. Különösen hasznos, amikor a hibaszint várhatóan jelentősen eltérő a sokaságcsoporthoz (részsokaságok) között.

2. táblázat. Kedvező feltételek a mintavételi módszerek megválasztásához

Bár a fenti tanácsokat követni kell, ténylegesen egyik módszer sem osztályozható egyetemesen úgy, hogy az egyetlen alkalmas módszer, vagy akár a „legjobb” módszer. Általánosságban minden módszer alkalmazható. Az adott helyzetben a nem a legalkalmasabb módszer megválasztásának következménye az, hogy a minta mérete nagyobb lesz a legmegfelelőbb módszer alkalmazásával elérhető mintánál. Azonban mindig ki lehet választani reprezentatív mintát bármelyik módszerrel, ha megfelelő nagyságú mintát vizsgálunk.

²² A nagy változékonyság azt jelenti, hogy a műveletekben a hibák nem hasonlóak, azaz vannak kis és nagy hibák, szemben azzal az esettel, amikor minden hiba többé-kevésbé hasonló értékű (vö. 4.11. pont).

²³ Mivel a MUS konzervatív módszer ritka eseményekre vonatkozó eloszláson alapul, különösen alkalmas olyankor, amikor a hibák számának a sokaságban a műveletek összegzett számához viszonyított aránya (a hibák aránya) várhatóan alacsony.

Azt is figyelembe kell venni, hogy a rétegzés kombinálható bármilyen mintavételi módszerrel. A rétegzés alapjául szolgáló indok a sokaságnak az egész sokaságnál homogénebb (alacsonyabb változékonyságú) csoportokra (rétegekre) osztása. A nagy változékonyságú sokaság helyett lehetséges, hogy két vagy több, kisebb változékonyságú részsokasággal dolgozzunk. A rétegzést arra kell felhasználni, hogy **minimalizáljuk a változékonyságot, vagy hogy elszigeteljük a sokaság hibát okozó részeit**. A rétegzés mindkét esetben csökkenti a szükséges mintaméretet.

A fentiekben elmondottak szerint a statisztikai mintavételt arra kell felhasználni, hogy következtetést vonjunk le a sokaságban lévő hiba mennyiségéről. Ugyanakkor vannak olyan egyedi, indokolt esetek, ahol az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján a nem statisztikai mintavételi módszer a nemzetközileg elfogadott ellenőrzési standardoknak megfelelően alkalmazható.

A gyakorlatban ilyen konkrét, a nem statisztikai mintavétel használatát indokló helyzetek a sokaság méretével függnek össze. Alapvetően előfordulhat, hogy rendkívül kis méretű sokasággal kell dolgozni, amelynek mérete nem elégséges a statisztikai módszerek alkalmazásához (a sokaság kisebb, vagy mérete nagyon közel áll a javasolt mintamérethez)²⁴.

Az ellenőrző hatóságnak minden lehetséges eszközt igénybe kell vennie a kellően nagy sokaság eléréséhez: programok csoportosításával, ha közös rendszer részét képezik; és/vagy a kedvezményezettek időszakos fizetési követeléseinek egységként való használatával. Az ellenőrző hatóságnak azt is figyelembe kell vennie, hogy még az olyan szélsőséges helyzetben is, amikor statisztikai módszer alkalmazása nem lehetséges a programidőszak elején, amint lehetséges, azt kell alkalmazni.

5.3. Jelölés

A műveletek ellenőrzésére szolgáló fő mintavételi módszerek bemutatása előtt hasznos meghatározni a mintavételi fogalmak azon készletét, amely az összes módszerre nézve közös. Így:

- z a rendszerellenőrzésekből meghatározott konfidenciaszinttel kapcsolatos, normális eloszlásból eredő paraméter. A z lehetséges értékeit az alábbi táblázat ismerteti. A normális eloszlású értékek teljes táblázata a 3. függelékben található.

²⁴ Vö. 6.4.1. pont.

Konfidenciaszint	60 %	70 %	80 %	90 %	95 %
A rendszer bizonyossági szintje	Magas	Mérsékelt	Mérsékelt	Alacsony	Nincs bizonyosság
z	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960

3. táblázat: A z értékei konfidenciaszint szerint

- N a sokaság mérete (például a műveletek száma a programban vagy a fizetési követelésekben); ha a sokaság rétegzett, a h index jelöli a megfelelő réteget, ahol az $N_h, h = 1, 2, \dots, H$ és a H a rétegek száma;
- n a minta mérete; ha a sokaság rétegzett, a h index jelöli a megfelelő réteget, ahol az $n_h, h = 1, 2, \dots, H$ és a H a rétegek száma;
- TE a rendelet szerint megengedhető maximális tolerálható hiba, azaz a Bizottság felé bejelentett összes kiadás 2 %-a (könyv szerinti érték, BV);
- $BV_i, i = 1, 2, \dots, N$ a tétel (művelet/fizetési követelés) könyv szerinti értéke (a Bizottság felé bejelentett kiadások);
- $CBV_i, i = 1, 2, \dots, N$ a korrigált könyv szerinti érték, a tétel (művelet/fizetési követelés) tekintetében az ellenőrzési eljárások után megállapított kiadások korrigált könyv szerinti értéke;
- $E_i = BV_i - CBV_i, i = 1, 2, \dots, N$, a tétel hibaösszege, amely a mintába felvett i -edik tétel könyv szerinti értéke és a megfelelő korrigált könyv szerinti érték közötti különbségként van meghatározva; ha a sokaság rétegzett, a h index jelöli a megfelelő réteget, ahol az $E_{hi} = BV_{hi} - CBV_{hi}, i = 1, 2, \dots, N_h, h = 1, 2, \dots, H$ és a H rétegek száma;
- AE az ellenőr által feltételezett hiba a műveletek szintjén a hiba várható szintje alapján (például a feltételezett hibaarány szorozva a teljes kiadásokkal a sokaság szintjén). AE kiszámítható a korábbi adatokból (az elmúlt időszakban kivetített hiba) vagy egy alacsony mintaméretű előzetes/kísérleti mintából (ugyanazt alkalmaztuk a szórás meghatározására).

A fentiekben említett paramétereket az útmutatásban gyakorta kísérik meghatározott alsó indexek, melyek a paraméter jellegével vagy azzal a réteggel lehetnek összefüggésben, amire a paraméter utal. Nevezetesen:

- r a szórással együtt alkalmazandó, amikor az a hibaarányok szórására utal;
- e a teljesen ellenőrzendő rétegre/nagy értékű rétegre utal; a szórással együtt használva ez a jelölés a hibák szórására (és nem a hibaarányok szórásával) utalhat;
- w a súlyozott érték alkalmazásakor a szórással használjuk;
- s valamely nem teljesen ellenőrzendő rétegre utal;
- t a meghatározott időszakokra való utalás érdekében rétegzett, két vagy több időszakra kiterjedő mintavételi képletekkel alkalmazzuk;

- q a szórással együtt használatos egyszerű véletlen mintavételben (aránybecslésben) a q változóra való utaláshoz
- h valamely rétegre utal.

Amennyiben valamely paraméterhez több alsó index is tartozik, azokat különböző sorrendben is lehet alkalmazni anélkül, hogy a jelölés jelentése változna.

6. Mintavételi módszerek

6.1. Egyszerű véletlen mintavétel

6.1.1. Standard módszer

6.1.1.1. Bevezetés

Az egyszerű véletlen mintavétel statisztikai mintavételi módszer. Ez a legismertebb az egyenlő valószínűségeken alapuló kiválasztási módszerek közül. A célja a mintában megfigyelt hibaszint kivetítése az egész sokaságra.

A mintavétel alapját képező statisztikai egység a művelet (vagy fizetési követelés). A mintában lévő egységeket véletlenszerűen választjuk ki egyenlő valószínűségek alapján. Az egyszerű véletlen mintavétel egy általános módszer, amely megfelel különböző típusú sokaságokra, de mivel nem alkalmaz kiegészítő információt, általában nagyobb mintaméretet igényel, mint a MUS (a kiadások szintje mindig jelentősen eltér a műveletek között, és így pozitív kapcsolat van a kiadások és a hibák között). A hibák kivetítése két rész módszeren alapulhat: fajlagos középértékbecslés vagy aránybecslés (lásd a 6.1.1.3. pontot).

Mint minden egyéb módszer, ez is kombinálható rétegzéssel (a rétegzés kedvező feltételeit ismertettük az 5.2. pontban).

6.1.1.2. Mintaméret

Az egyszerű véletlen mintavétel keretében az n mintaméret kiszámítása az alábbi információ alapján történik:

- A sokaság nagysága N
- A rendszerellenőrzésből meghatározott konfidenciaszint, és az ehhez kapcsolódó z együttható a normális eloszlásból (lásd az 5.3. pontot).
- A maximális tolerálható hiba TE (általában a teljes kiadások 2 %-a)
- Az ellenőr által a szakmai megítélése szerint és a korábbi információ alapján kiválasztott AE várható hiba
- A hibák σ_e szórása.

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik²⁵:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2$$

ahol, σ_e a hibák szórása a sokaságban. Megjegyzendő, hogy a teljes sokaságra nézve a hibák e szabványos eltérése feltehetően ismert a fenti számításban. A gyakorlatban ez általában sosincs így, és az ellenőrző hatóságoknak vagy a korábbi adatokra kell támaszkodniuk (a múltban a sokaságra nézve a hibák szórása) vagy kis méretű előzetes/kísérleti mintára (a mintaméret az ajánlás szerint nem lehet kisebb 20–30 egységnél). Ez utóbbi esetben az n^p méretű előzetes minta van kiválasztva, és a hibák varianciájának előzetes becslése (a szórás négyzete) megkapható az alábbi révén:

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{n^p - 1} \sum_{i=1}^{n^p} (E_i - \bar{E})^2,$$

ahol E_i a mintában lévő egységek egyedi hibáit jelöli, és $\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^{n^p} E_i}{n^p}$ a minta középhibája.

Megjegyzendő, hogy a kísérleti minta később felhasználható az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként.

6.1.1.3. Kivetített hiba

Két lehetséges mód van a mintavételi hibának a sokaságra való kivetítésére. Az első, a fajlagos középérték becslésén (abszolút hibák) alapul, a második pedig az aránybecslésen (hibaarányok).

Fajlagos középértékbecslés (abszolút hiba)

Szorozzuk meg a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát a sokaságban a műveletek számával, ez megadja a kivetített hibát:

$$EE_1 = N \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}.$$

²⁵ Kis méretű sokaság kezelése esetén, azaz ha a végső mintaméret a sokaság nagy arányát képviseli (főszabályként a sokaság több mint 10 %-át), pontosabb képlet használható, amely szerint $n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2 / \left(1 + \left(\frac{\sqrt{N} \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2 \right)$. Ez a korrekció az egyszerű véletlen mintavételre és a különbségbecslésre érvényes. Ez két lépésben is bevezethető az n mintaméret kiszámításával a szokásos képlettel, és utána ezzel a korrekcióval: $n' = \frac{n \times N}{n + N - 1}$.

Aránybecslés (hibaarányok)

Szorozzuk meg a mintában megfigyelt átlagos hibaarányt a sokaság szintjén a könyv szerinti értékkel:

$$EE_2 = BV \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i}$$

A fenti képletben a minta hibaaránya ugyanaz, mint a mintában lévő hiba teljes összegének osztása a mintában lévő egységek kiadásainak teljes összegével (ellenőrzött kiadások).

A priori nem ismert, melyik a legjobb extrapolációs mód, mivel ezek relatív érdemei a hibák és a kiadások közötti kapcsolat szintjétől függnnek. Főszabályként a második módszer csak akkor alkalmazható, ha várhatóan erős a korreláció a hibák és a kiadások között (a nagyobb értékű tételek nagyobb hibákat mutathatnak) és az első módszer (fajlagos középérték), ha várható hogy a hibák viszonylag függetlenek a kiadások szintjétől (magasabb hibák találhatóak mind a magas, mind az alacsony kiadási szintű egységekben). A gyakorlatban ez az értékelés elvégezhető a minta adatainak felhasználásával, mivel az extrapolációs módszerrel kapcsolatos döntés a minta kiválasztása és ellenőrzése után hozható meg. Az extrapoláció legmegfelelőbb módjának a kiválasztásához javasolt mintaadatokat alkalmazni, amelyekkel kiszámítható a mintavételi egységek könyv szerinti értékeinek a varianciája (VAR_{BV}), valamint ugyanazon egységek tekintetében a hibák és könyv szerinti értékek kovarianciája ($COV_{E,BV}$). Formálisan minden esetben az aránybecslést kell választani, valahányszor $\frac{COV_{E,BV}}{VAR_{BV}} > ER/2$, ahol az ER mutatja a minta-hibaarányt, vagyis a mintában hibák összege és az ellenőrzött kiadás közötti arányt. Valahányszor az előző feltétel nincs igazolva, a fajlagos középértékbecslést kell alkalmazni a hibáknak a sokaságra történő kivetítésére.

6.1.1.4. Pontosság

Ne feledjük, hogy a pontosság (a mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Az extrapolációra alkalmazott módszer szerint különböző módokon számítható ki.

Fajlagos középértékbecslés (abszolút hiba)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE_1 = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}}$$

ahol s_e a hibák standard eltérése a mintában (most számítottuk ki ugyanazon mintából, mint amelyet a hibáknak a sokaságra való kivetítésére alkalmaztunk).

$$s_e^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2$$

Aránybecslés (hibaarányok)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE_2 = N \times z \times \frac{s_q}{\sqrt{n}}$$

ahol s_q a q változó szórása a mintában:

$$q_i = E_i - \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i} \times BV_i.$$

Ez a változó a mintában lévő minden egység esetében az egységre kapott hiba, valamint a könyv szerinti értékének és a minta hibaarányának szorzata közötti különbség.

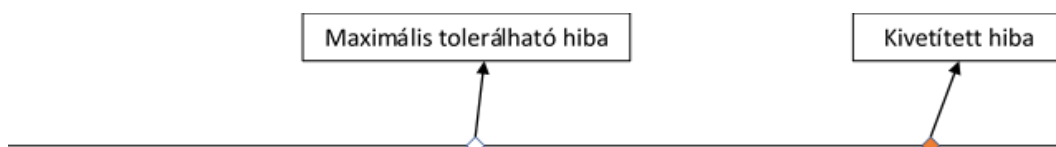
6.1.1.5. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

A kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

- Ha a kivetített hiba meghaladja a maximális tolerálható hibát, ez azt jelenti, hogy az ellenőr levonhatja a következtetést, van elegendő bizonyíték annak alátámasztására, hogy a sokaságban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt:



- Ha a hiba felső határa alacsonyabb, mint a maximális tolerálható hiba, akkor az ellenőrnek le kell vonnia a következtetést, miszerint a sokaságban lévő hibák nem érik el a lényegességi küszöböt.



- Ha a kivetített hiba alacsonyabb, mint a maximális tolerálható hiba, ugyanakkor a hiba felső határa nagyobb, mint a maximális tolerálható hiba, ez azt jelenti, hogy a mintavételi eredmények nem feltétlenül meggyőzők. A további magyarázatokat lásd a 4.12. pontban.



6.1.1.6. Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott évben egy programban vagy programcsoportban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések szerint a bizonyosság szintje mérsékelt. Így a 80 %-os konfidenciaszint megfelelőnek tűnik a műveletek ellenőrzésére. Az alábbi táblázat a sokaság fő jellemzőit mutatja.

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	46 501 186 EUR

20 műveletből álló előzetes minta alapján az előzetes becslés a hibák szórására 518 EUR (kiszámítva az MS Excelben, mint „:=STDEV.S(D2:D21)“):

	A	B	C	D
1	Operation	Book Value (BV)	Correct Value (AV)	Error
2	98	13,054 €	13,054 €	- €
3	120	10,758 €	10,758 €	- €
4	542	8,714 €	8,264 €	450 €
5	554	8,645 €	8,645 €	- €
6	587	9,297 €	9,297 €	- €
7	1156	7,908 €	7,908 €	- €
8	1325	6,717 €	6,717 €	- €
9	1453	16,535 €	16,535 €	- €
10	1840	15,718 €	15,718 €	- €
11	1904	13,175 €	13,175 €	- €
12	2028	6,486 €	6,486 €	- €
13	2338	13,072 €	13,072 €	- €
14	2428	8,753 €	8,753 €	- €
15	2735	17,507 €	17,507 €	- €
16	3054	8,875 €	8,875 €	- €
17	3196	6,568 €	6,568 €	- €
18	3276	6,478 €	6,478 €	- €
19	3321	12,448 €	12,448 €	- €
20	3366	17,894 €	15,598 €	2,296 €
21	3666	13,558 €	13,558 €	- €
22	Total	222,160 €	219,413 €	2,747 €
23	Sample error rate:=D22/B22 ----->			1.24%
24	Sample standard deviation of errors:= STDEV.S(D2:D21) ----->			518 €

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 1,282 (a 80 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), σ_e 518 EUR és TE , a tolerálható hiba, amely a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint), azaz 2 % x 46 501 186 EUR = 930 024 EUR. Ezen előzetes minta szerint a minta hibaránya 1,24 %. Továbbá az előző évi tapasztalat alapján, akár az irányítási és kontrollrendszerek következtetései alapján, az ellenőrző hatóság elvárása szerint a hibarány nem haladja meg az 1,24 %-ot. Így az AE , a feltételezett hiba a teljes kiadás 1,24 %-a, azaz 1,24 % x 46 501 186 EUR = 576 615 EUR:

$$n = \left(\frac{3\,852 \times 1,282 \times 518}{930\,024 - 576\,615} \right)^2 \approx 53$$

A minimális mintaméret így 53 művelet.

Az előző 20-as előzetes mintát alkalmaztuk a főminta részeként. Ezért az ellenőrnek csak 33 további műveletet kell véletlenszerűen kiválasztania. Az alábbi táblázat mutatja az 53 műveletből álló teljes mintára vonatkozó eredményeket:

	A	B	C	D	E	F
1	Operation	Book Value (BV)	Correct Value (AV)	Error	Error rate	q _i
2	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)/(2)	(4)-SUM(4)/SUM(2)*(2)
3	74	9,093 €	9,093 €	- €	0.00%	107.17 €
4	98	13,054 €	13,054 €	- €	0.00%	153.85 €
5	120	10,758 €	10,758 €	- €	0.00%	126.79 €
6	153	16,194 €	16,194 €	- €	0.00%	190.86 €
7	223	11,662 €	11,662 €	- €	0.00%	137.45 €
8	246	16,331 €	16,331 €	- €	0.00%	192.48 €
9	542	8,714 €	8,264 €	450 €	5.17%	347.61 €
10	554	8,645 €	8,645 €	- €	0.00%	101.89 €
11	587	9,297 €	9,297 €	- €	0.00%	109.57 €
12	915	7,999 €	7,999 €	- €	0.00%	94.28 €
13	1014	11,906 €	11,906 €	- €	0.00%	140.32 €
14	1114	15,505 €	15,505 €	- €	0.00%	182.74 €
15	1156	7,908 €	7,908 €	- €	0.00%	93.20 €
16	1325	6,717 €	6,717 €	- €	0.00%	79.17 €
17	1403	9,730 €	9,730 €	- €	0.00%	114.68 €
18	1453	16,535 €	16,535 €	- €	0.00%	194.88 €
19	1577	17,723 €	17,723 €	- €	0.00%	208.88 €
20	1621	16,095 €	16,095 €	- €	0.00%	189.69 €
21	1624	15,171 €	15,171 €	- €	0.00%	178.80 €
54	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
55	3749	9971	9971	0	0.00%	117.52 €
56	Total	661,580 €	653,783 €	7,797 €		
57	Sample standard deviation of errors:= STDEV.S(D3:D55)----->			758 €		755 €

Az 53 műveletből álló minta teljes könyv szerinti értéke 661 580 EUR (MS Excelben kiszámítva „:=SUM(B3:B55)”). A hiba összegzett értéke a mintában 7 797 EUR (MS Excelben kiszámítva „:=SUM(D3:D55)”). Ez az összeg, osztva a minta méretével megadja az átlagos működési hibát a mintában.

Annak azonosítása érdekében, hogy a fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés számít a legjobb becslési módszernek, az ellenőrző hatóság kiszámítja azt az arányt, amely a hibák és a könyv szerinti értékek közötti kovariancia, valamint a mintavétel tárgyát képező műveletek könyv szerinti értékei szerinti variancia között áll fenn, ami 0,02078 értéknek felel meg. Mivel az arány nagyobb, mint a minta-hibaaarány fele ((7 797 EUR/661 580)/2=0,0059), az ellenőrző hatóság biztos lehet benne, hogy az aránybecslés a legmegbízhatóbb becslési módszer. A példa kedvéért az alábbiakban mindkét becslési módszert bemutatjuk.

A fajlagos középértékbecslés alkalmazásakor a hibának a sokaságra való kivetítése kiszámítható ezen átlagos hiba és a sokaság méretének szorzataként (e példában 3 852). Ez a szám a program szintjén a kivetített hiba:

$$EE_1 = N \times \frac{\sum_{i=1}^{53} E_i}{n} = 3\,852 \times \frac{7\,797}{53} = 566\,703.$$

Az aránybecslés alkalmazásakor a hibáknak a sokaságra való kivetítése megkapható a mintában megfigyelt átlagos hibaarány és a sokaság szintjén a könyv szerinti érték szorzatával:

$$EE_2 = BV \times \frac{\sum_{i=1}^{53} E_i}{\sum_{i=1}^{53} BV_i} = 46\,501\,186 \times \frac{7\,797}{661\,580} = 548\,058.$$

A fenti képletben a minta hibaaránya éppen a mintában lévő hiba teljes összegének az ellenőrzött kiadások teljes összegének hányadosa.

A kivetített hibaarány megállapítása a kivetített hiba és a sokaság könyv szerinti értéke (teljes kiadások) közötti arány kiszámításával történik. A fajlagos középértékbecsléssel a kivetített hibaarány:

$$r_1 = \frac{566\,703}{46\,501\,186} = 1,22\%$$

és az aránybecslés alkalmazásával:

$$r_2 = \frac{548\,058}{46\,501\,186} = 1,18\%$$

Mindkét esetben a kivetített hiba kisebb a lényegességi szintnél. A végső következtetés azonban csak a mintavételi hiba (pontosság) figyelembevételére utalhat.

Az első lépés ahhoz, hogy megkapjuk a pontosságot, a mintában lévő hibák szórásának kiszámítása (MS Excelben kiszámítva „:=STDEV.S(D3:D55)“):

$$s_e = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2} = \sqrt{\frac{1}{52} \sum_{i=1}^{53} (E_i - \bar{E})^2} = 758.$$

Így a fajlagos középértékbecslés pontossága a következő:

$$SE_1 = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}} = 3\,852 \times 1,282 \times \frac{758}{\sqrt{53}} = 514\,169.$$

Az aránybecsléshez be kell vezetni az alábbi változót:

$$q_i = E_i - \frac{\sum_{i=1}^{53} E_i}{\sum_{i=1}^{53} BV_i} \times BV_i.$$

Ez a változó a táblázat utolsó oszlopában (F) oszlop látható. Például az F3 cellában az érték megadható az első művelet hibaértékéből (0 EUR) levonva a minta hibáinak összegét, a D. oszlopban 7 797 EUR („:=SUM(D3:D55)”) osztva az ellenőrzött kiadással, a B. oszlopban 661 580 EUR („:=SUM(B3:B55)”) és szorozva a művelet könyv szerinti értékével (9 093 EUR):

$$q_1 = 0 - \frac{7\,797}{661\,580} \times 9\,093 = -107,17.$$

Mivel e változó szórása $s_q = 755$ (MS Excelben kiszámítva „:=STDEV.S(F3:F55)”), az aránybecslés pontossága az alábbi képlettel számítható ki:

$$SE_2 = N \times z \times \frac{s_q}{\sqrt{n}} = 3\,852 \times 1,282 \times \frac{755}{\sqrt{53}} = 512\,134$$

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az *EE* kivetített hiba és a kivetítési pontosság összegével.

$$ULE = EE + SE$$

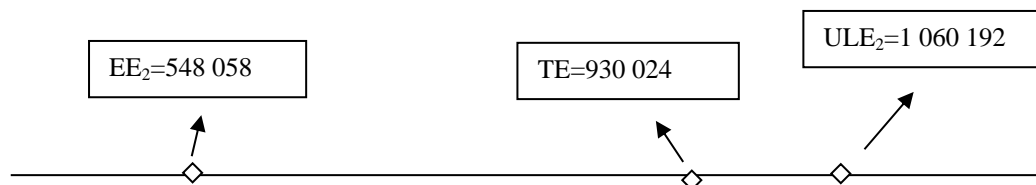
A kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

$$ULE_1 = EE_1 + SE_1 = 566\,703 + 514\,169 = 1\,080\,871$$

vagy

$$ULE_2 = EE_2 + SE_2 = 548\,058 + 512\,134 = 1\,060\,192$$

Végül összehasonlítva a program teljes könyv szerinti értéke 2 %-os lényegességi küszöbét (2 % x 46 501 186 EUR = 930 024 EUR) a kivetített hibával és a hiba felső határával az aránybecslés tekintetében (hiszen ez volt a kiválasztott kivetítési módszer) a következtetés az, hogy a kivetített hiba alacsonyabb a maximális tolerálható hibánál, de a hiba felső határa nagyobb a maximális tolerálható hibánál. Az ellenőr levonhatja a következtetést, hogy további munkára van szükség, mivel nincs elegendő bizonyíték annak alátámasztására, hogy a sokaság nem tartalmaz lényeges hibát. A szükséges specifikus további munkát az 5.11. pont ismerteti.



6.1.2. Rétegzett egyszerű mintavétel

6.1.2.1. Bevezetés

A rétegzett egyszerű véletlen mintavételben a sokaság fel van osztva részsokaságokra, ezek neve réteg, és független mintákat alkotunk mindegyik rétegből a standard egyszerű véletlen mintavételi módszerrel.

A rétegzésnél alkalmazandó kritériumoknak figyelembe kell venniük, hogy a rétegzés célja olyan csoportok (rétegek) találása, amelyek változékonysága alacsonyabb, mint az egész sokaság változékonysága. Egyszerű véletlen mintavétellel a műveletenkénti kiadások szintje szerinti rétegzés általában jó módszer, amikor várható, hogy a hiba szintje korrelációban áll a kiadások szintjével. A műveletekben a hibaszint magyarázatára szolgáló más változók is alkalmasak lehetnek rétegzésre. A lehetséges választások közé tartoznak a művelet kockázatán alapuló programok, régiók, közreműködő szervezetek, osztályok stb.

Ha a kiadások szintje szerinti rétegzést alkalmazzuk, figyelembe kell venni a nagy értékű réteg²⁶ meghatározását, e tételekre alkalmazzunk 100 %-os ellenőrzést, és egyszerű véletlen mintavételt a többi alacsony értékű tételből álló minták ellenőrzésére, amelyek a többi rétegbe vagy rétegekbe kerültek felvételre. Ez hasznos abban az esetben, amikor a sokaságban néhány nagy értékű tétel szerepel. Ilyen esetben a 100 %-os réteghez tartozó tételeket ki kell emelni a sokaságból, és a többi részben figyelembe vett minden lépés csak az alacsony értékű tételekből álló sokaságra alkalmazandó. Ne feledjük, hogy nem kötelező ellenőrizni a nagy értékű rétegbe tartozó egységek 100 %-át. Az ellenőrző hatóság kidolgozhat egy stratégiát különböző rétegek alapján a kiadások különböző szintjeinek megfelelően, és mintavétel révén ellenőrizheti az összes réteget. Ha 100 %-ban ellenőrzött réteg létezik, hangsúlyozni kell, hogy a mintaméret meghatározására vonatkozó tervezett pontosságnak a sokaság teljes könyv szerinti értékén kell alapulnia. Valójában, mivel az egyetlen hibaforrás az alacsony értékű tételek rétege, de a tervezett pontosság a sokaság szintjére utal, a tolerálható hibát és a várható hibát a sokaság szintjén is ki kell számítani.

²⁶ Nincs általános szabály a nagy értékű réteg bontási értékének meghatározására. A lényeg az, hogy vegyük fel az összes műveletet, amelyben a kiadások a teljes sokaság kiadásaihoz viszonyítva meghaladják a lényegi szintet (2 %-kal szorozva). A konzervatívabb megközelítések kisebb bontási értéket alkalmaznak, általában 2-vel vagy 3-mal osztva a lényegi szintet, de a bontási érték függ a sokaság jellemzőitől és ez a szakmai megítélésen alapul.

6.1.2.2. A minta mérete

A minta méretét a következők szerint számítjuk ki:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_w^2 a hibák varianciájának súlyozott középértéke a rétegek teljes készletére nézve.

$$\sigma_w^2 = \sum_{i=1}^H \frac{N_h}{N} \sigma_{eh}^2, h = 1, 2, \dots, H;$$

és σ_{eh}^2 mindegyik rétegben a hibák varianciája. A hibák varianciáját mindegyik rétegre független sokaságként számítjuk ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{eh}^2 = \frac{1}{n_h^p - 1} \sum_{i=1}^{n_h^p} (E_{hi} - \bar{E}_h)^2, h = 1, 2, \dots, H$$

ahol E_{hi} a h réteg mintájában az egységekre kapott egyedi hiba, és \bar{E}_h a h rétegben a minta középhibája.

Ezek az értékek a korábbi ismereteken alapulhatnak, vagy alacsony mintanagyságú előzetes/kísérleti mintán, ahogy korábban ezt ismertettük a szabványos egyszerű mintavételi módnál. Ez utóbbi esetben a kísérleti minta szokás szerint a későbbiekben felhasználható az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként. Ha nincsenek korábbi adatok a programozási időszak elején, és nem lehet hozzáférni kísérleti mintához, a minta mérete kiszámítható szabványos módszerrel (az időszak első évére). Az ezen első évi ellenőrzési mintában összegyűjtött adatok felhasználhatók a mintaméret kiszámításának finomítására a következő években. Az ilyen információk hiányáért fizetendő ár az, hogy az első évben a minta mérete valószínűleg nagyobb lesz, mint amire szükség lenne, ha a rétegekre vonatkozó kiegészítő információ rendelkezésre állna.

Amint kiszámítottuk a teljes minta méretét, n -t, a minta rétegenkénti elosztása a következő:

$$n_h = \frac{N_h}{N} \times n.$$

Ez az általános elosztási mód általában arányos elosztás néven ismert. Sok más elosztási mód is lehetséges. Jobban egyénre szabott elosztás bizonyos esetekben további pontosságot eredményezhet, vagy csökkentheti a minta méretét. Az adott specifikus sokaságra vonatkozó más elosztási módszerek pontos alkalmazása a mintavételi elméletben való technikai jártasságot igényel. Esetenként előfordulhat, hogy az elosztási mód egy vagy több réteg esetében rendkívül kicsi mintaméretet eredményez. A gyakorlatban ajánlatos a sokaságban minden egyes réteghez legalább 3 egységnyi

minimális mintaméretet alkalmazni annak érdekében, hogy ki lehessen számítani a pontosság megállapításához szükséges szórásokat.

6.1.2.3. Kivetített hiba

A műveletek H véletlenszerűen kiválasztott mintái alapján, ahol mindegyik minta méretét a fenti képlettel számítottuk ki, a sokaság szintjén a kivetített hiba két szokásos módszerrel számítható ki: fajlagos középértékbecsléssel és aránybecsléssel.

Fajlagos középértékbecslés

A sokaság (réteg) mindegyik csoportjában megszorozzuk a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát a rétegben lévő műveletek számával (N_h); akkor mindegyik rétegre összegezzük a kapott eredményeket, és megkapjuk a kivetített hibát:

$$EE_1 = \sum_{h=1}^H N_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h}.$$

Aránybecslés

A sokaság (réteg) mindegyik csoportjában megszorozzuk a mintában megfigyelt átlagos hibaarányt a réteg szintjén a sokaság könyv szerinti értékével (BV_h):

$$EE_2 = \sum_{h=1}^H BV_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{\sum_{i=1}^{n_h} BV_i}$$

Mindegyik rétegben a minta hibaaránya az az érték, amelyet úgy kapunk meg, hogy a réteg mintájában lévő hiba teljes összegét osztjuk az ugyanazon mintában lévő kiadások teljes összegével.

A két módszer közötti választás a standard egyszerű véletlen mintavételi módszerre bemutatott szempontokon alapul.

Ha egy 100 %-os réteget vizsgáltunk, és korábban kiemeltük a sokaságból, akkor az e teljesen ellenőrzendő rétegben megfigyelt hiba teljes összegét összegezni kell a fenti becsléssel (EE_1 vagy EE_2), hogy megkapjuk a teljes sokaságban a hiba összegének végső kivetítését.

6.1.2.4. Pontosság

Ami a standard módszert illeti, a pontosság (mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Az extrapolációra alkalmazott módszer szerint különböző módokon számítható ki.

Fajlagos középértékbecslés (abszolút hibák)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE_1 = N \times z \times \frac{s_w}{\sqrt{n}},$$

ahol s_w^2 a rétegek teljes készletéből a hibák varianciájának súlyozott középértéke (most számítottuk ki a hibáknak sokaságra való kivetítésére alkalmazott azonos mintából):

$$s_w^2 = \sum_{h=1}^H \frac{N_h}{N} s_{eh}^2, h = 1, 2, \dots, H;$$

és s_{eh}^2 a h réteg mintájára a hibák becsült varianciája.

$$s_{eh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (E_{hi} - \bar{E}_h)^2, h = 1, 2, \dots, H$$

Aránybecslés (hibaarányok)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE_2 = N \times z \times \frac{s_{qw}}{\sqrt{n}}$$

ahol

$$s_{qw}^2 = \sum_{h=1}^H \frac{N_h}{N} s_{qh}^2$$

a q_h változó minta varianciáinak az alábbi képlettel kiszámítható súlyozott átlaga:

$$q_{ih} = E_{ih} - \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_{ih}}{\sum_{i=1}^{n_h} BV_{ih}} \times BV_{ih}.$$

Ez a változó a mintában lévő minden egység esetében az egységre kapott hiba, valamint a könyv szerinti értékének és a minta hibaarányának szorzata közötti különbség.

6.1.2.5. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából, pontosan ugyanazon módszert alkalmazva, mint amelyet a 6.1.1.5. pontban ismertettünk.

6.1.2.6. Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott évben egy programban vagy programcsoportban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Az irányítási és kontrollrendszer közös a programok csoportjára, és ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések mérsékelt bizonyossági szintet mutattak. Így az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy 80 %-os konfidenciaszint alkalmazásával folytatja le a művelet ellenőrzéseit.

Az ellenőrző hatóság okkal véli, hogy a nagy értékű műveletek tekintetében jelentős a hibakockázat, bármelyik programhoz is tartoznak. Továbbá, okkal véli, hogy a programokban különbözőek a hibaarányok. Ezen információkat figyelembe véve az ellenőrző hatóság úgy határoz, hogy rétegezze a sokaságot program és kiadások szerint (a 100 %-os mintavételi rétegben elkülönítve minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke meghaladja a lényegességet).

Az alábbi táblázat összegezi a rendelkezésre álló információt.

A sokaság mérete (műveletek száma)	4 807
A sokaság mérete – 1. réteg (a műveletek száma az 1. programban)	3 582
A sokaság mérete – 2. réteg (a műveletek száma a 2. programban)	1 225
A sokaság mérete – 3. réteg (a műveletek száma, ahol BV > lényegességi szint)	5
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	1 396 535 319 EUR
Könyv szerinti érték – 1. réteg (összes kiadás az 1. programban)	43 226 801 EUR
Könyv szerinti érték – 2. réteg (összes kiadás a 2. programban)	1 348 417 361 EUR
Könyv szerinti érték – 3. réteg (a műveletek összes kiadása, ahol BV nagyobb > lényegességi szint)	4 891 156 EUR

A 100 %-os mintavételi réteget, amely 5 nagy értékű műveletet foglal magában, külön kell kezelni a 6.1.2.1. pontban foglaltak szerint. Így tehát N értéke megfelel a sokaságban a műveletek összegének, levonva a 100 %-os mintavételi rétegbe felvett műveletek számából, azaz $4\,802 (= 4\,807 - 5)$ művelet.

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 1,282 (80 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható) és TE a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint), azaz $2 \% \times 1\,396\,535\,319 \text{ EUR} = 27\,930\,706 \text{ EUR}$. Akár az előző évi tapasztalat alapján, akár az irányítási és kontrollrendszerek következtetései alapján, az ellenőrző hatóság elvárása szerint a hibaarány nem haladja meg az 1,8 %-ot. Így az AE , a feltételezett hiba a teljes kiadás 1,8 %-a, azaz $1,8 \% \times 1\,396\,535\,319 \text{ EUR} = 25\,137\,636 \text{ EUR}$.

Mivel a harmadik réteg a 100 %-os mintavételi réteg, e rétegre nézve a minta mérete adott és egyenlő a sokaság méretével, azaz az 5 nagy értékű művelettel. A másik két rétegre nézve a minta méretét a fenti képlettel számítjuk ki, ahol σ_w^2 a két megmaradt réteg hibái varianciáinak súlyozott átlaga.

$$\sigma_w^2 = \sum_{h=1}^2 \frac{N_h}{N} \sigma_{eh}^2, h = 1,2;$$

és σ_{eh}^2 mindegyik rétegben a hibák varianciája. A hibák varianciáját mindegyik rétegre független sokaságként számítjuk ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{eh}^2 = \frac{1}{n_h^p - 1} \sum_{i=1}^{n_h^p} (E_{hi} - \bar{E}_h)^2, h = 1,2, \dots, H$$

ahol E_{hi} a h rétegű mintában az egységekre megállapított egyedi hiba, és \bar{E}_h a h rétegben a minta középhibája.

Az 1. réteg 20 műveletéből álló előzetes minta alapján a hibák szórása 444 EUR-ra becsülhető.

	A	B	C	D
1	Operation	Book Value (BV)	Correct Value (AV)	Error
2	708	6,533 €	4,549 €	1,984 €
3	3084	7,009 €	7,009 €	- €
4	105	7,948 €	7,948 €	- €
5	878	8,910 €	8,910 €	- €
6	2101	8,937 €	8,937 €	- €
7	3117	9,708 €	9,708 €	- €
8	1856	9,728 €	9,728 €	- €
9	734	9,985 €	9,985 €	- €
10	1333	10,160 €	10,160 €	- €
11	668	11,008 €	11,008 €	- €
12	3394	12,116 €	12,116 €	- €
13	1307	12,515 €	12,515 €	- €
14	189	12,553 €	12,553 €	- €
15	15	12,798 €	12,798 €	- €
16	256	16,414 €	16,414 €	- €
17	2621	16,420 €	16,420 €	- €
18	2118	16,729 €	16,729 €	- €
19	3344	16,798 €	16,798 €	- €
20	1551	17,330 €	17,330 €	- €
21	1243	17,592 €	17,592 €	- €
22	Total	241,191 €	239,207 €	1,984 €
23	Sample standard deviation of errors:= STDEV.S(D2:D21) ----->			444 €

Ugyanezt az eljárást követtük a 2. réteg sokasága tekintetében is.

A 2. réteg 20 műveletéből álló előzetes minta alapján a hibák szórása 9 818 EUR-ra becsülhető.

1. réteg – a hibák szórásának előzetes becslése	444 EUR
2. réteg – a hibák szórásának előzetes becslése	9 818 EUR

Így e két réteg hibái varianciájának súlyozott átlaga:

$$\sigma_w^2 = \frac{3\,582}{4\,802} 444^2 + \frac{1\,225}{4\,802} 9\,818^2 = 24\,737\,134$$

A minta méretét az alábbi képlet adja meg:

$$n = \left(\frac{4\,802 \times 1,282 \times \sqrt{24\,734\,134}}{27\,930\,706 - 25\,137\,636} \right)^2 \approx 121$$

A teljes mintaméretet megadja ez a 121 művelet, plusz a 100 %-os mintavételi rétegben lévő 5 művelet, vagyis összesen 126 művelet.

A minta rétegenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} \times n = \frac{3\,582}{4\,802} \times 121 \approx 90,$$

$$n_2 = n - n_1 = 31$$

és

$$n_3 = N_3 = 5$$

Az 1. rétegben 90 művelet, a 2. rétegben 31 művelet, és a 3. rétegben 5 művelet ellenőrzése az ellenőr számára megadja a mintába felvett műveletek teljes hibáját. Az 1. és a 2. rétegben 20 műveletből álló korábbi előzetes mintákat felhasználtuk a fő minta részeként. Így az ellenőrnek az 1. rétegben és a 2. rétegben csak 70, illetve 11 további műveletet kell véletlenszerűen kiválasztania. Az alábbi táblázat mutatja a műveletekkel ellenőrzött minták eredményeit:

Mintaeredmények – 1. réteg		
A	A minta könyv szerinti érték	1 055 043 EUR
B	A minta teljes hibája	11 378 EUR
C	A minta átlagos hibája (C=B/90)	126 EUR
D	A hibák szórása a mintában	698 EUR
Mintaeredmények – 2. réteg		
E	A minta könyv szerinti érték	35 377 240 EUR
F	A minta teljes hibája	102 899 EUR
G	A minta átlagos hibája (G=F/31)	3 319 EUR
H	A hibák szórása a mintában	13 012 EUR
Mintaeredmények – 3. réteg		
I	A minta könyv szerinti érték	4 891 156 EUR
J	A minta teljes hibája	889 EUR
K	A minta átlagos hibája (K=J/5)	178 EUR

Az alábbi ábra ismerteti az 1. réteg eredményeit

	A	B	C	D	E	F
1	Operation	Book Value (BV)	Correct Value (AV)	Error	Error rate	q_i
2	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)/(2)	(4)-SUM(4)/SUM(2)*(2)
3	559	6,106 €	6,106 €	- €	0.0%	65.85 €
4	1833	6,196 €	6,196 €	- €	0.0%	66.82 €
5	2759	6,441 €	6,441 €	- €	0.0%	69.46 €
6	708	6,533 €	4,549 €	1,984 €	30.4%	1,913.19 €
7	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
72	606	14,305 €	13,275 €	1,030 €	7.2%	875.98 €
73	341	14,448 €	12,626 €	1,822 €	12.6%	1,666.23 €
74	1701	14,501 €	14,501 €	- €	0.0%	156.38 €
75	416	14,715 €	14,715 €	- €	0.0%	158.69 €
76	672	15,237 €	15,237 €	- €	0.0%	164.32 €
77	2859	15,445 €	9,428 €	6,017 €	39.0%	5,850.57 €
78	854	15,929 €	15,929 €	- €	0.0%	171.78 €
79	2154	16,233 €	16,233 €	- €	0.0%	175.06 €
80	256	16,414 €	16,414 €	- €	0.0%	177.01 €
81	2621	16,420 €	16,420 €	- €	0.0%	177.08 €
82	1224	16,532 €	16,532 €	- €	0.0%	178.28 €
83	2118	16,729 €	16,729 €	- €	0.0%	180.41 €
84	3344	16,798 €	16,798 €	- €	0.0%	181.15 €
85	2250	17,063 €	17,063 €	- €	0.0%	184.01 €
86	1551	17,330 €	17,330 €	- €	0.0%	186.89 €
87	19	17,458 €	16,933 €	525 €	3.0%	336.44 €
88	654	17,505 €	17,505 €	- €	0.0%	188.78 €
89	1243	17,592 €	17,592 €	- €	0.0%	189.72 €
90	1869	17,595 €	17,595 €	- €	0.0%	189.75 €
91	2483	17,867 €	17,867 €	- €	0.0%	192.68 €
92	306	17,876 €	17,876 €	- €	0.0%	192.78 €
93	Total	1,055,043 €	1,043,665 €	11,378 €		
94	Sample standard deviation of errors:= STDEV.S(D3:D92)----->			698 €		695 €

Annak azonosítása érdekében, hogy a fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés számít a legjobb becslési módszernek, az ellenőrző hatóság kiszámítja azt az arányt, amely a hibák és a könyv szerinti értékek közötti kovariancia, valamint a mintavétel tárgyát képező műveletek könyv szerinti értékei szerinti variancia között áll fenn. Mivel az arány nagyobb, mint a minta-hibaarány fele, az ellenőrző hatóság biztos lehet benne, hogy az aránybecslés a legmegbízhatóbb becslési módszer. A példa kedvéért az alábbiakban mindkét becslési módszert bemutatjuk.

A fajlagos középértékbecslésben a hiba két mintavételi rétegre való extrapolálása a minta átlaghibájának a sokaság méretével való szorzásával történik. E két adat összegét hozzá kell adni a 100 %-os mintavételi rétegben talált hibához a hibának a sokaságra való kivetítése céljából:

$$EE_1 = \sum_{h=1}^3 N_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h} = 3\,582 \times 126 + 1\,225 \times 3\,319 + 889 = 4\,519\,900$$

Az aránybecslés alkalmazásával alternatív becslést kapunk a rétegmintában megfigyelt átlag hibaarányának a rétegszintű könyv szerinti értékkel való szorzásával

(két mintavételi rétegre). Akkor e két számadat összegét hozzá kell adni a 100 %-os mintavételi rétegben talált hibához a hibának a sokaságra való kivetítése céljából:

$$\begin{aligned}
 EE_2 &= \sum_{h=1}^3 BV_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{\sum_{i=1}^{n_h} BV_i} \\
 &= 43\,226\,802 \times \frac{11\,378}{1\,055\,043} + 1\,348\,417\,361 \times \frac{102\,899}{35\,377\,240} + 889 \\
 &= 4\,389\,095.
 \end{aligned}$$

A kivetített hibaarány megállapítása a kivetített hiba és a sokaság könyv szerinti értéke (teljes kiadások) közötti arány kiszámításával történik. A fajlagos középértékbecslés alkalmazásával a kivetített érték hibaaránya a következő:

$$r_1 = \frac{4\,519\,900}{1\,396\,535\,319} = 0,32\%$$

és az aránybecslés alkalmazásával:

$$r_2 = \frac{4\,389\,095}{1\,396\,535\,319} = 0,31\%$$

Mindkét esetben a kivetített hiba kisebb a lényegességi szintnél. A végső következtetés azonban csak a mintavételi hiba (pontosság) figyelembevétele után vonható le. Megjegyzendő, hogy csak az 1. és a 2. réteg képezi a mintavételi hiba forrását, mivel a nagy értékű réteg a 100 %-os mintavételhez tartozik. Ebből következik, hogy csak két mintavételi réteget kell figyelembe venni.

Mivel adott a hibák szórása a két réteg mintájában (az egyszerű eredményeket tartalmazó táblázat), a rétegek teljes készletére nézve a hibák varianciájának súlyozott átlaga a következő:

$$s_w^2 = \sum_{i=1}^2 \frac{N_h}{N} s_{eh}^2 = \frac{3\,582}{4\,802} \times 698^2 + \frac{1\,225}{4\,802} \times 13\,012^2 = 43\,507\,225.$$

Ezért az abszolút hiba pontosságát az alábbi képlet adja meg:

$$SE_1 = N \times z \times \frac{s_w}{\sqrt{n}} = 4\,802 \times 1,282 \times \frac{\sqrt{43\,507\,225}}{\sqrt{121}} = 3\,695\,304.$$

Az aránybecsléshez be kell vezetni az alábbi változót:

$$q_{ih} = E_{ih} - \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_{ih}}{\sum_{i=1}^{n_h} BV_{ih}} \times BV_{ih}.$$

Az 1. rétegre vonatkozó példa az előző táblázat utolsó oszlopában (F oszlop) látható. Például az F3 cellában az érték megadható az első művelet hibaértékéből (0 EUR) levonva a minta hibáinak összegét, a D. oszlopban, 11 378 EUR („:=SUM(D3:D92)”) osztva a minta könyv szerinti értékeinek összegével, a B. oszlopban 1 055 043 EUR („:=SUM(B3:B92)”) és szorozva a művelet könyv szerinti értékével (6 106 EUR):

$$q_{11} = 0 - \frac{11\,378}{1\,055\,043} \times 6\,106 = -65,85.$$

Az 1. rétegre e változó szórása $s_{q1} = 695$ (MS Excelben kiszámítva „:=STDEV.S(F3:F92)”). A most ismertetett módszertan alkalmazásával a második rétegre a szórás $s_{q2} = 13,148$. Ezért a q_{ih} varianciáinak súlyozott összege:

$$s_{qw}^2 = \sum_{h=1}^3 \frac{N_h}{N} s_{qh}^2 = \frac{3\,582}{4\,802} \times 695^2 + \frac{1\,225}{4\,802} \times 13\,148^2 = 44\,412\,784.$$

Az aránybecslés pontosságát az alábbi képlet határozza meg.

$$SE_2 = N \times z \times \frac{s_{qw}}{\sqrt{n}} = 4\,802 \times 1,282 \times \frac{\sqrt{44\,412\,784}}{\sqrt{59}} = 3\,733\,563.$$

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

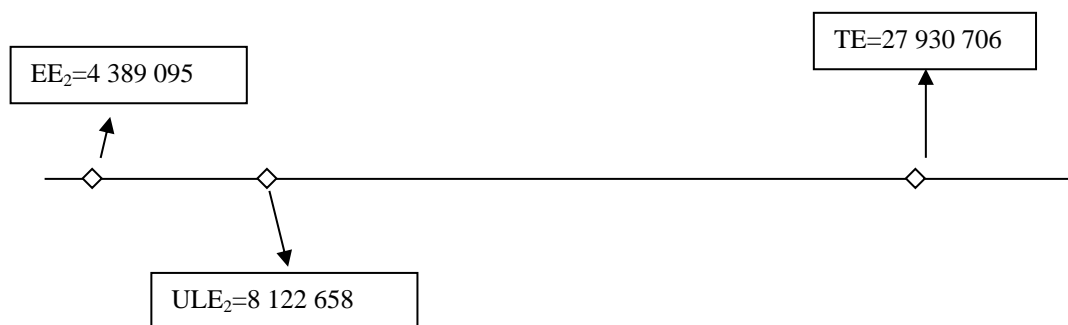
Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

$$ULE_1 = EE_1 + SE_1 = 4\,519\,900 + 3\,695\,304 = 8\,215\,204$$

vagy

$$ULE_2 = EE_2 + SE_2 = 4\,389\,095 + 3\,733\,563 = 8\,122\,658$$

Végül összehasonlítva a sokaság teljes könyv szerinti értéke 2 %-os lényegességi küszöbével (2 % x 1 396 535 319 EUR = 27 930 706 EUR) a kivetített eredményeket az aránybecslés (a kiválasztott kivetítési módszer) esetében, megállapítható, hogy a kivetített hiba és a felső hibahatár egyaránt kisebb a maximális tolerálható hibánál. Ezért arra a következtetésre jutunk, hogy elég bizonyíték van arra, hogy a sokaság nem tartalmaz lényegi valótlanyságot.



6.1.3. Egyszerű véletlen mintavétel – két időszak

6.1.3.1. Bevezetés

Az ellenőrző hatóság úgy dönthet, hogy az év folyamán különböző időszakokban végez mintavételt, általában két félévben. E módszer fő előnye az, hogy nem kapcsolódik a minta méretének csökkentéséhez, hanem általában lehetővé teszi az ellenőrzési munkaterhelés elosztását az egész évre, ezzel csökkenti azt a munkaterhelést, amelyet az év végén kellene elvégezni pusztán egyetlen megfigyelés alapján.

E módszerrel az éves sokaságot felosztjuk két részsokaságra, amelyek mindegyike megfelel az egyes félévek műveleteinek és kiadásainak. Független mintákat veszünk fel mindegyik félévre standard egyszerű mintavételi módszerrel.

6.1.3.2. A minta mérete

Első félév

Az ellenőrzés első időszakában (első félév) a globális minta méretet (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítjuk ki:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_{ew}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{ew}^2 a hibák varianciáinak súlyozott középértéke mindegyik félévben:

$$\sigma_{ew}^2 = \frac{N_1}{N} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N} \sigma_{e2}^2$$

és σ_{et}^2 a hibák varianciája mindegyik t időszakban (félév). Mindegyik félévre a hibák varianciája független sokaságként számítható ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{et}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (E_{ti} - \bar{E}_t)^2, t = 1, 2$$

ahol E_{ti} a t félév mintájában az egységekre vonatkozó egyedi hibák, és \bar{E}_t a minta középhibája a t félévben.

Megjegyzendő, hogy mindkét félévben a várható varianciák értékeinek megállapítása szakmai megítélés alapján történik a korábbi ismeretek figyelembevételével. Amint korábban bemutattuk a standard egyszerű véletlen mintavételi módszernél, a kevés tételből álló előzetes/kísérleti minta alkalmazásának lehetősége még mindig fennáll, de csak az első félévben. Valójában a megfigyelés első pillanatában a második félévre a kiadások még nem történtek meg, és nincsenek objektív adatok (a korábbiakon túl). Ha kísérleti mintákat alkalmazunk, ezek általában a későbbiekben felhasználhatók az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként.

Az ellenőr úgy tekintheti, hogy a hibák várható varianciája a 2.félév esetében megegyezik az 1. félévével. Ennélfogva az egyszerűsített módszer alkalmazható a globális mintaméretnek az alábbiak szerinti kiszámítására:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_{e1}}{TE - AE} \right)^2$$

Megjegyzendő, hogy ebben az egyszerűsített módszerben a megfigyelés első időszakában csak a hibák változékonyságára vonatkozó információ szükséges. Ennek alapjául az a feltételezés szolgál, hogy a hibák változékonysága mindkét félévben hasonló nagyságrendű.

Az is megjegyzendő, hogy a mintaméret számítására szolgáló képletek szükségessé teszik az N_1 és N_2 értékeket, azaz az első és a második félév sokaságában a műveletek számát. Amikor kiszámítjuk a minta méretét, N_1 értéke ismert lesz, de az N_2 értéke ismeretlen, és ki kell számítani az ellenőr elvárásai szerint (szintén a korábbi információ alapján). Általában ez nem okoz problémát, mivel az összes aktív művelet a második félévben már olyan, amely megvolt az első félévben is, és ezért $N_1 = N_2$.

A teljes mintaméret, n kiszámítása után félévenként a minta felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N} n$$

és

$$n_2 = \frac{N_2}{N} n$$

Második félév

Az első megfigyelési időszakban tettünk bizonyos feltételezéseket a következő megfigyelési időszakokra nézve (általában a következő félévre). Ha a következő időszakokban a sokaság jellemzői szignifikánsan eltérnek a feltételezésektől, a következő időszakra a minta méretét esetleg ki kell igazítani.

Valójában az ellenőrzés második időszakában (például félév) több információ áll rendelkezésre:

- Az N_2 félévben aktív műveletek száma pontosan ismert;
- Már ismert a hibaarányoknak az első félév mintájából kiszámított minta szórása, s_{e1} ;
- A második félévre a hibák szórása σ_{e2} most pontosan értékelhető valós adatok felhasználásával.

Ha ezek a paraméterek nem térnek el drámai módon az első félévre az elemzők elvárásai szerint becsült értékektől, a második félévre (n_2), az eredetileg tervezett mintaméret nem igényel semmilyen kiigazítást. Mégis, ha az ellenőr úgy találja, hogy az eredeti elvárások szignifikánsan eltérnek a valós sokaság jellemzőitől, a minta mérete esetlegesen kiigazítandó e pontatlan becslések figyelembevételére céljából. Ez esetben a második félévben a minta méretét újra ki kell számítani az alábbi képlettel:

$$n_2 = \frac{(z \cdot N_2 \cdot \sigma_{e2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \cdot \frac{N_1^2}{n_1} \cdot s_{e1}^2}$$

ahol s_{e1} az első félév mintájából kiszámított hibák szórása, és σ_{e2} a hibák szórásának becslése a második félévben a korábbi ismeretek alapján (végül kiigazítva az első félévből kapott információval) vagy a második félév előzetes/kísérleti mintája alapján.

6.1.3.3. Kivetített hiba

Mindegyik félév két részmintája alapján a sokaság szintjén a kivetített hiba kiszámítható a két szokásos módszerrel: fajlagos középértékbecsléssel és aránybecsléssel.

Fajlagos középértékbecslés

Minden egyes félévben szorozzuk meg a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát a sokaságban a műveletek számával (N_t): majd összegezzük a két félévre kapott eredményeket, és ez megadja a kivetített hibát:

$$EE_1 = \frac{N_1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \frac{N_2}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}$$

Aránybecslés

Mindegyik félévben megszorozzuk a mintában megfigyelt átlagos hibaarányt a megfelelő félév sokasága könyv szerinti értékével (BV_t):

$$EE_2 = BV_1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{\sum_{i=1}^{n_1} BV_{1i}} + BV_2 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{\sum_{i=1}^{n_2} BV_{2i}}$$

Mindegyik félévben a minta hibaaránya éppen egyenlő a félév mintájában lévő hiba teljes összege és az ugyanazon mintában lévő kiadások teljes összege hányadosával.

A két módszer közötti választás a standard egyszerű véletlen mintavételi módszerre bemutatott szempontokon alapul.

6.1.3.4. Pontosság

Ami a standard módszert illeti, a pontosság (mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Az extrapolációra alkalmazott módszer szerint különböző módokon számítható ki.

Fajlagos középértékbecslés (abszolút hibák)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2} \right)}$$

ahol s_{et} a t félév mintájában lévő hibák szabványos eltérése (most számítottuk ki ugyanazon mintákból, mint amelyeket a hibáknak a sokaságra való kivetítésére alkalmaztunk).

$$s_{et}^2 = \frac{1}{n_t - 1} \sum_{i=1}^{n_t} (E_{ti} - \bar{E}_t)^2$$

Aránybecslés (hibaarányok)

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{q1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{q2}^2}{n_2} \right)}$$

ahol s_{qt} a q változó szórása a t félév mintájában, ahol

$$q_{ti} = E_{ti} - \frac{\sum_{i=1}^{n_t} E_{ti}}{\sum_{i=1}^{n_t} BV_{ti}} \times BV_{ti}.$$

6.1.3.5. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából, pontosan ugyanazon módszert alkalmazva, mint amelyet a 6.1.1.5. pontban ismertettünk.

6.1.3.6. Példa

Az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy elosztja az ellenőrzési munkaterhelést két időszakra. Az első félév végén az ellenőrző hatóság úgy ítéli meg, hogy a sokaságot felosztja két csoportra a két félévnek megfelelően. Az első félév végén a sokaság jellemzői a következők:

Az első félév végén jelentett kiadások	1 237 952 015 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	3 852

A tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett minden művelet már aktív az első félév sokaságában is. Továbbá várható, hogy az első félév végén jelentett kiadások a referencia-időszak végén jelentett kiadások körülbelül 30 %-át teszik ki. E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Az első félév bejelentett kiadásai	1 237 952 015 EUR
A második félév bejelentett kiadásai (várható)	2 888 554 702 EUR
A sokaság mérete (műveletek – 1. időszak)	3 852
A sokaság mérete (műveletek – 2. időszak, várható)	3 852

Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések magas bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 60 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

Az első időszakban a globális mintaméret (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítható ki:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_w^2 a hibák varianciáinak súlyozott átlaga mindegyik félévben.

$$\sigma_w^2 = \frac{N_1}{N} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N} \sigma_{e2}^2$$

és σ_{et}^2 a hibák varianciája mindegyik t időszakban (félév). Mindegyik félévre a hibák varianciája független sokaságként számítható ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{et}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (E_{ti} - \bar{E}_t)^2, t = 1,2$$

ahol E_{ti} a t félévből álló mintában lévő egységekre az egyedi hiba, és \bar{E}_t a t félévben lévő minta középhibája.

Mivel a σ_{et}^2 értéke ismeretlen, az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy előzetes mintát vesz fel a tárgyév első félévének végén 20 műveletből. Az első félévben ezen előzetes mintában a hibák egyszerű szórása 72 091 EUR. A szakmai megítélése szerint és annak ismeretében, hogy a második félévben a kiadás nagyobb, mint az első félévben, az ellenőrző hatóság azzal a feltételezéssel él, hogy a második félévben a hibák szórása 40 %-kal nagyobb, mint az első félévben, azaz 100 927,4 EUR. Így tehát a hibák varianciájának súlyozott átlaga:

$$\begin{aligned} \sigma_w^2 &= \frac{N_1}{N_1 + N_2} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N_1 + N_2} \sigma_{e2}^2 \\ &= \frac{3\,852}{3\,852 + 3\,852} \times 72\,091^2 + \frac{3\,852}{3\,852 + 3\,852} \times 100\,927,4^2 \\ &= 7\,691\,726\,176. \end{aligned}$$

Megjegyzendő, hogy mindegyik félévben a sokaság mérete egyenlő az egyes félévekben az aktív műveletek (és kiadások) számával.

Az első félévben az egész évre tervezett globális mintaméret:

$$n = \left(\frac{(N_1 + N_2) \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 0,842 (a 60 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint). A teljes könyv szerinti érték az első félév végi valós könyv szerinti érték + a második félévi várható könyv szerinti érték (1 237 952 015 EUR+ 2 888 554 702 EUR = 4 126 506 717 EUR), ami azt jelenti, hogy a tolerálható hiba 2 % x 4 126 506 718 EUR = 82 530 134 EUR. Az első félévi sokaságon az előzetes minta szerint a minta hibaránya 0,6 %. Az ellenőrző hatóság elvárása szerint ez a hibarány állandó marad egész évben. Így AE , a várható hiba 0,6 % x 4 126 506 718 EUR = 24 759 040 EUR. Az egész évre tervezett mintanagyság:

$$n = \left(\frac{(3\,852 + 3\,852) \times 0,842 \times \sqrt{7\,691\,726\,176}}{82\,530\,134 - 24\,759\,040} \right)^2 \approx 97$$

A minta félévenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} n \approx 49$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 49$$

Az első félévi minta az alábbi eredményeket hozta:

A minta könyv szerinti értéke – első félév	13 039 581 EUR
A minta teljes hibája – első félév	199 185 EUR
A hibák szórása a mintában – első félév	69 815 EUR

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félévben aktív műveletek száma pontosan ismert, az s_{e1} minta hibáinak az első félévi mintából kiszámított varianciája már rendelkezésre áll, és a második félévi σ_{e2} hibák szórása már pontosabban megállapítható a valós adatok előzetes mintája segítségével.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy a műveletek teljes száma alapján az első félév végén alkotott feltételezés helyes maradt. Mégis van két paraméter, amelyre frissített adatokat kell alkalmazni.

Először, a hibák szórásának becslése az első félév 49 műveletből álló mintája alapján 69 815 EUR összegű becsléshez vezetett. Ezt az új értéket most fel kell használni a tervezett mintaméret újraértékelésére. Másodszor, a második félév sokaságának 20 műveletéből álló új előzetes minta alapján az ellenőrző hatóság 108 369 EUR-ra becsüli

a második félévben a hibák szórását (közel az első időszak végén várható értékhez, de pontosabban). Levonható a következtetés, hogy a két félév hibáinak a mintaméret tervezésére felhasznált szórása közel áll az első félév végén kapott értékekhez. Mégis az ellenőrző hatóság azt választotta, hogy újra kiszámítja a minta méretét a rendelkezésre álló frissített adatok felhasználásával. Ezért a második félévre a minta felülvizsgálatra került.

Továbbá a második félévi sokaság várható teljes könyv szerinti értéke, a várható 2 888 554 703 EUR érték helyett a 2 961 930 008 EUR valós értéket kell alkalmazni.

Paraméter	Az első félév végén	A második félév végén
A hibák szórása az első félévben	72 091 EUR	69 815 EUR
A hibák szórása a második félévben	100 475 EUR	108 369 EUR
Összes kiadás a második félévben	2 888 554 703 EUR	2 961 930 008 EUR

E kiigazítások figyelembevételével a második félévre újra kiszámított mintaméret a következő:

$$n_2 = \frac{(z \times N_2 \times \sigma_{e2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2}$$

$$= \frac{(0,842 \times 3\,852 \times 108\,369)^2}{(83\,997\,640 - 25\,199\,292)^2 - 0,842^2 \times \frac{3\,852^2}{49} \times 69\,815^2} = 52$$

Az első félévben 49 művelet, valamint a második félévben e további 52 művelet ellenőrzése megadja az ellenőr számára az információt a mintába felvett műveletek teljes hibájáról. A 20 műveletből álló korábbi előzetes mintát felhasználtuk a fő minta részeként. Így az ellenőrnek a második félévben csak 32 további műveletet kell kiválasztania.

A második félév mintája az alábbi eredményeket adta:

A minta könyv szerinti értéke – második félév	34 323 574 EUR
A minta teljes hibája – második félév	374 790 EUR
A hibák szórása a mintában – második félév	59 489 EUR

A két minta alapján a sokaság szintjére kivetített hiba kiszámítható a két szokásos módszerrel: fajlagos középértékbecsléssel és aránybecsléssel. Annak azonosítása érdekében, hogy a fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés számít a legjobb

becslési módszernek, az ellenőrző hatóság kiszámítja azt az arányt, amely a hibák és a könyv szerinti értékek közötti kovariancia, valamint a mintavétel tárgyát képező műveletek könyv szerinti értékei szerinti variancia között áll fenn. Mivel ez az arány nagyobb, mint a minta-hibaaarány fele, az ellenőrző hatóság biztos lehet benne, hogy az aránybecslés a legmegbízhatóbb becslési módszer. A példa kedvéért az alábbiakban mindkét becslési módszert bemutatjuk.

A fajlagos középértékbecslés azt jelenti, hogy a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát megszorozzuk a sokaságban a műveletek számával (N_t); majd összegezzük a két félévre kapott eredményeket, és ez megadja a kivetített hibát:

$$EE_1 = \frac{N_1}{n_1} \sum_{i=1}^{49} E_{1i} + \frac{N_2}{n_2} \sum_{i=1}^{52} E_{2i} = \frac{3\,852}{49} \times 199\,185 + \frac{3\,852}{52} \times 374\,790 \\ = 43\,421\,670$$

Az aránybecslés szerint a mintában megfigyelt átlagos hibaaarányt megszorozzuk a megfelelő félévben a sokaság könyv szerinti értékével (BV_t):

$$EE_2 = BV_1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{\sum_{i=1}^{n_1} BV_{1i}} + BV_2 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{\sum_{i=1}^{n_2} BV_{2i}} \\ = 1\,237\,952\,015 \times \frac{199\,185}{13\,039\,581} + 2\,961\,930\,008 \times \frac{374\,790}{34\,323\,574} \\ = 51\,252\,484$$

A fajlagos középértékbecsléssel a kivetített hibaaarány:

$$r_1 = \frac{43\,421\,670}{1\,237\,952\,015 + 2\,961\,930\,008} = 1,03\%$$

és az aránybecslés alkalmazásával:

$$r_2 = \frac{51\,252\,451}{1\,237\,952\,015 + 2\,961\,930\,008} = 1,22\%.$$

A pontosságot eltérő módon számítjuk ki a kivetítésre alkalmazott módszer szerint. Fajlagos középértékbecslés esetén a pontosságot az alábbi képlet határozza meg:

$$SE_1 = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2}\right)}$$

$$= 0,842 \times \sqrt{3\,852^2 \times \frac{69\,815^2}{49} + 3\,852^2 \times \frac{59\,489^2}{52}} = 41\,980\,051$$

Aránybecslés esetén a q változó szórását ki kell számítani (6.1.3.4. pont):

$$q_{ti} = E_{ti} - \frac{\sum_{i=1}^{n_t} E_{ti}}{\sum_{i=1}^{n_t} BV_{ti}} \times BV_{ti}.$$

E szórás a két félévben 54 897 EUR, illetve 57 659 EUR. E pontosságot az alábbi képlet határozza meg:

$$SE_2 = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{q1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{q2}^2}{n_2}\right)}$$

$$= 0,842 \times \sqrt{3\,852^2 \times \frac{54\,897^2}{49} + 3\,852^2 \times \frac{57\,659^2}{52}} = 36\,325\,544$$

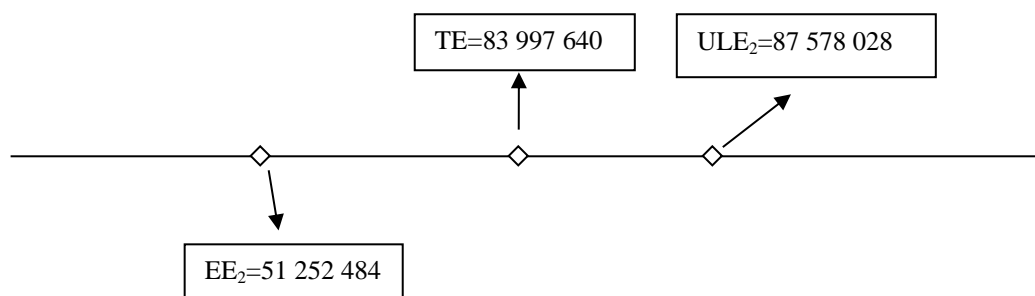
Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

$$ULE_1 = EE_1 + SE_1 = 43\,421\,670 + 41\,980\,051 = 85\,401\,721$$

vagy

$$ULE_2 = EE_2 + SE_2 = 51\,252\,484 + 36\,325\,544 = 87\,578\,028$$

Végül összehasonlítva a sokaság teljes könyv szerinti értéke 2 %-os lényegességi küszöbével ($2\% \times 4\,199\,882\,023 \text{ EUR} = 83\,997\,640 \text{ EUR}$) a kivetített eredményeket az aránybecslés (a kiválasztott kivetítési módszer) esetében, megállapítható, hogy a maximális tolerálható hiba nagyobb, mint a kivetített hibák, viszont kisebb a felső hibahatárnál. Az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.2. Különbségbecslés

6.2.1. Standard módszer

6.2.1.1. Bevezetés

A különbségbecslés szintén statisztikai mintavételi mód, amely az egyenlő valószínűségű kiválasztáson alapul. Ez a módszer arra épül, hogy extrapoláljuk a mintában lévő hibát, és kivonjuk a kivetített hibát a sokaságban lévő teljes jelentett kiadásokból azzal, hogy értékelhessük a sokaságban a pontos kiadásokat (azaz a kiadásokat, amelyeket akkor kapnánk meg, ha a sokaságban lévő minden műveletet ellenőriznénk).

Ez a módszer nagyon közel áll az egyszerű véletlen mintavételhez, a fő különbség a kifinomultabb extrapolációs eszköz alkalmazásában rejlik.

Ez a módszer különösen hasznos, ha a sokaságban a pontos kiadások kivetítésére törekszünk, ha a hiba szintje viszonylag állandó a sokaságban, és ha a különböző műveletek könyv szerinti értéke általában hasonló (alacsony a változékonyság). Ez általában jobb, mint a MUS (pénzegység alapú mintavétel), amikor a hibák változékonysága alacsony, illetve gyenge vagy negatív a korreláció a könyv szerinti értékekkel. Másfelől, rosszabb lehet a MUS-nál, ha a hibák változékonysága nagy, és pozitív a korreláció a könyv szerinti értékekkel.

Mint minden egyéb módszer, ez is kombinálható rétegzéssel (a rétegzés kedvező feltételeit ismertettük az 5.2. pontban).

6.2.1.2. A minta mérete

A különbségbecslés keretében az n mintaméret kiszámítása pontosan ugyanazon információkon és képleteken alapul, mint az egyszerű mintavétel esetén.

- A sokaság mérete, N
- A rendszerellenőrzésből meghatározott konfidenciaszint, és az ehhez kapcsolódó z együttható a normális eloszlásból (lásd az 5.3. pontot).
- TE a maximális tolerálható hiba (általában a teljes kiadások 2 %-a)
- AE a várható hiba, amelyet az ellenőr a szakmai megítélése és a korábbi információ alapján választ meg
- A hibák szórása σ_e .

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2$$

ahol, σ_e a hibák szórása a sokaságban. Megjegyzendő, ahogy tárgyaltuk az egyszerű véletlen mintavétel keretében, e szórás szinte sosem ismert előre, és az ellenőrző hatóságoknak azt vagy a korábbi ismeretekre, vagy az alacsony mintaméretű előzetes/kísérleti mintára (a minta mérete az ajánlás szerint ne legyen kisebb 20–30 egységnél) kell alapozniuk. Az is megjegyzendő, hogy a kísérleti minta később felhasználható az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként. A szórás kiszámításának módjáról további információ található a 6.1.1.2. pontban.

6.2.1.3. Extrapoláció

A műveletek véletlenszerűen kiválasztott mintája alapján, amelynek méretét a fenti képlettel számítottuk ki, a sokaság szintjére kivetített hiba kiszámítható a mintában műveletenként megfigyelt átlagos hiba és a sokaságban lévő műveletek száma szorzatával, ez megadja a kivetített hibát.

$$EE = N \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

ahol E_i az egységek egyedi hibája a mintában, és \bar{E} a minta középhibája.

Második lépésben a pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető a kivetített hiba (EE) levonásával a sokaság (jelentett kiadások) könyv szerinti értékéből (BV). A kivetítés a pontos könyv szerinti értékre (CBV) az alábbi:

$$CBV = BV - EE$$

6.2.1.4. Pontosság

A kivetítés pontossága (a kivetítéshez kapcsolódó bizonytalanság mértéke) az alábbi képlettel számítható ki:

$$SE = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}}$$

ahol s_e a hibák standard eltérése a mintában (most számítottuk ki ugyanazon mintából, mint amelyet a hibáknak a sokaságra való kivetítésére alkalmaztunk).

$$s_e^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2$$

6.2.1.5. Értékelés

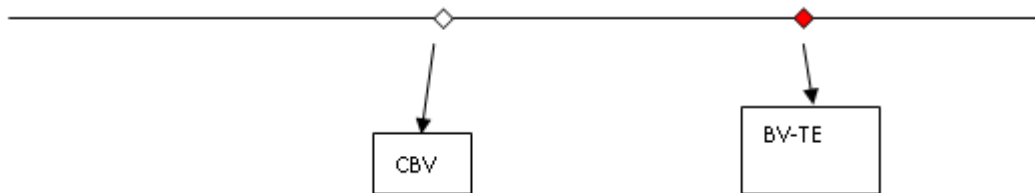
A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE$$

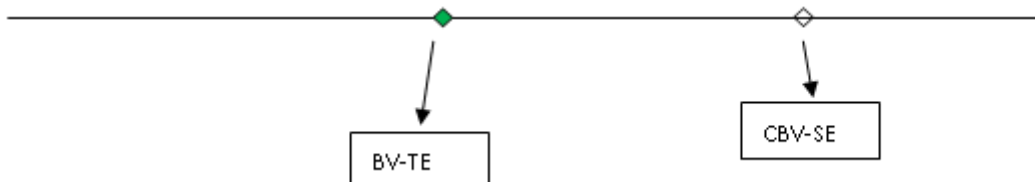
A pontos könyv szerinti érték kivetítését és az alsó határt össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel, amely megfelel a lényegességi szinttel szorzott könyv szerinti értéknek:

$$BV - TE = BV - 2\% \times BV = 98\% \times BV$$

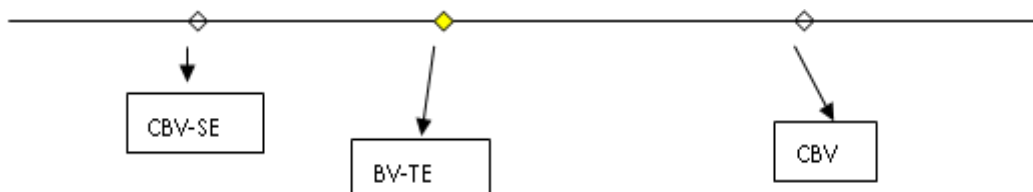
- Ha $BV - TE$ nagyobb, mint CBV , az ellenőrnek le kell vonnia a következtetést, hogy elegendő bizonyíték van rá, miszerint a programban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt.



- Ha $BV - TE$ nem éri el a $CBV - SE$ alsó határát, akkor ez azt jelenti, van elegendő bizonyíték, miszerint a programban lévő hibák nem érik el a lényegességi küszöböt.



Ha $BV - TE$ a $CBV - SE$ alsó határa és CBV között van, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismerteti.



6.2.1.6. Példa

Feltételezzük a programba felvett műveletekre a tárgyévben a Bizottság felé bejelentett kiadások sokaságát. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések magas bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 60 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

Az alábbi táblázat összegezi a sokaság adatait.

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

Az elmúlt évi ellenőrzés alapján az ellenőrző hatóság elvárása szerint a hibaarány 0,7 % (a múlt évi hibaarány), és a hibák szórását 168 397 EUR-ra becsüli.

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 0,842 (a 60 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), σ_e 168 397 EUR és TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint), azaz $2 \% \times 4 199 882 024 \text{ EUR} = 83 997 640 \text{ EUR}$, és AE , a várható hiba 0,7 %, azaz $0,7 \% \times 4 199 882 024 \text{ EUR} = 29 399 174 \text{ EUR}$:

$$n = \left(\frac{3 852 \times 0,842 \times 168 397}{83 997 640 - 29 399 174} \right)^2 \approx 101$$

A minimális mintaméret így 101 művelet.

E 101 művelet ellenőrzése megadja az ellenőr számára a mintába felvett műveletek összes hibáját.

A minta eredményei az alábbi táblázatban összegezhetők:

A minta könyv szerinti érték	124 944 535 EUR
A minta teljes hibája	1 339 765 EUR
A hibák szórása a mintában	162 976 EUR

A sokaság szintjén a kivetített hiba:

$$EE = N \times \frac{\sum_{i=1}^{101} E_i}{n} = 3\,852 \times \frac{1\,339\,765}{101} = 51\,096\,780,$$

megfelel az alábbi kivetített hibaaránynak

$$r = \frac{51\,096\,780}{4\,199\,882\,024} = 1,22\%$$

A pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban lévő minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető a kivetített hiba (EE) levonásával a sokaságban (jelentett kiadások) a könyv szerinti értékből (BV). A pontos könyv szerinti értékre (CBV) a kivetítés:

$$CBV = 4\,199\,882\,024 - 51\,096\,780 = 4\,148\,785\,244$$

A kivetítés pontosságát az alábbi képlet adja meg:

$$SE = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}} = 3\,852 \times 0,842 \times \frac{162\,976}{\sqrt{101}} = 52\,597\,044.$$

A kivetített hiba és a pontosság kombinálható a hibaarányra a felső határ kiszámítása céljából. E felső határ a hiba felső határának a sokaság könyv szerinti értékéhez viszonyított aránya. Így a hibaarány felső határa:

$$r_{UL} = \frac{EE + SE}{BV} = \frac{51\,096\,780 + 52\,597\,044}{4\,199\,882\,024} = 2,47\%$$

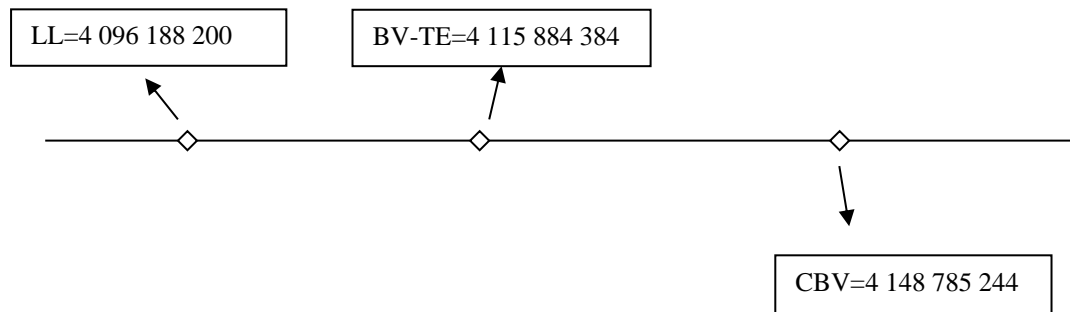
A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonásához előbb ki kell számítani a pontos könyv szerinti értékre az alsó határt. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE = 4\,148\,785\,244 - 52\,597\,044 = 4\,096\,188\,200$$

A pontos könyv szerinti értékre és az alsó határra vonatkozó kivetítést össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel:

$$BV - TE = 4\,199\,882\,024 - 83\,997\,640 = 4\,115\,884\,384$$

Mivel $BV - TE$ a $LL = CBV - SE$ alsó határa és CBV között van, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.2.2. Rétegzett különbségbecslés

6.2.2.1. Bevezetés

A rétegzett különbségbecslésben a sokaság fel van osztva rétegeknek nevezett részsokaságokra, és független mintákat veszünk fel mindegyik rétegből a különbségbecslési módszer alkalmazásával.

A rétegzés indoklása és a rétegzésre alkalmazható kritériumok ugyanazok, mint amelyeket bemutatunk az egyszerű véletlen mintavételnél (lásd a 6.1.2.1. pontot). Ami az egyszerű véletlen mintavételt illeti, a műveletenkénti kiadások szintjével való rétegzés általában jó módszer mindig, amikor várható, hogy a hiba szintje a kiadások szintjéhez kapcsolódik.

Ha a kiadások szintjével való rétegzést alkalmazzuk, és ha néhány szélsőségesen nagy értékű művelet található, ajánlott, hogy ezeket külön egy nagy értékű rétegbe vegyük fel, amelyek 100 %-os ellenőrzésre kerülnek. Ilyen esetben a 100 %-os rétegbe tartozó tételeket külön kell kezelni, és a mintavételi lépéseket csak az alacsony értékű tételek sokaságára alkalmazzuk. Fontos azonban, hogy az olvasó számára világos legyen, a mintaméret meghatározására vonatkozó tervezett pontosságnak a sokaság teljes könyv szerinti értékén kell alapulnia. Valójában, mivel a hibaforrás az alacsony értékű tételek

rétege, de a tervezett pontosság a sokaság szintjén szükséges, a tolerálható hibát és a várható hibát a sokaság szintjén is ki kell számítani.

6.2.2.2. A minta mérete

A minta méretét ugyanazon módszerrel számítjuk ki, mint az egyszerű véletlen mintavételnél

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_w^2 a rétegek teljes készletére vonatkozó hibák varianciáinak súlyozott középértéke (lásd a részleteket a 6.1.2.2. pontban).

A szokásos módon a varianciák alapulhatnak a korábbi ismereteken, vagy kis mintaméretű előzetes/kísérleti mintán. Ez utóbbi esetben a kísérleti minta a későbbiekben szokás szerint felhasználható az ellenőrzendő fő minta részeként.

A teljes mintaméret, n kiszámítása után a minta rétegenkénti elosztása a következő:

$$n_h = \frac{N_h}{N} \times n.$$

Ez ugyanaz az általános elosztási mód, mint amelyet az egyszerű mintavételnél alkalmaztunk, amely arányos elosztás néven ismert. Itt is vannak más, alkalmazható elosztási módok is.

6.2.2.3. Extrapoláció

A műveletek H véletlenül kiválasztott mintája alapján, amelyek méretét egyenként kiszámítottuk a fenti képlettel, a sokaság szintjén a kivetített hiba az alábbiak szerint számítható ki:

$$EE = \sum_{h=1}^H N_h \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h}.$$

A gyakorlatban a sokaság (réteg) minden csoportjában megszorozzuk a mintában megfigyelt hibák átlagát a rétegben a minták számával (N_h), és összegezzük a valamennyi rétegre kapott eredményt.

A második lépésben a pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető az alábbi képlettel:

$$CBV = BV - \sum_{h=1}^H N_h \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h}$$

A fenti képletben: 1) minden egyes rétegben kiszámítjuk a mintában megfigyelt hibák átlagát; 2) minden egyes rétegben megszorozzuk a minta átlagos hibáját a réteg méretével (N_h); 3) összegezzük ezeket az eredményeket minden rétegre; 4) levonjuk ezt az értéket a sokaság teljes könyv szerinti értékéből (BV). Az eredményül kapott összeg a sokaságban a pontos könyv szerinti érték (CBV) kivetítése.

6.2.2.4. Pontosság

Ne feledjük, hogy a pontosság (a mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. A rétegzett különbségbecslésben az alábbi képlet adja meg:

$$SE = N \times z \times \frac{s_w}{\sqrt{n}}$$

ahol s_w^2 a rétegek teljes készletére a hibák varianciájának súlyozott átlaga ugyanazon mintából kiszámítva, mint amelyet a hibáknak a sokaságra való kivetítésére alkalmaztunk.

$$s_w^2 = \sum_{h=1}^H \frac{N_h}{N} s_{eh}^2, h = 1, 2, \dots, H;$$

és s_{eh}^2 a h réteg mintájára a hibák becsült varianciája.

$$s_{eh}^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (E_{hi} - \bar{E}_h)^2, h = 1, 2, \dots, H$$

6.2.2.5. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE$$

A pontos könyv szerinti érték kivetítését és az első határt össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel.

$$BV - TE = BV - 2\% \times BV = 98\% \times BV$$

Végül le kell vonni az ellenőrzési következtetéseket pontosan ugyanazon módszerrel, mint amelyet a 6.2.1.5. pontban ismertettünk a standard különbségbecslésre.

6.2.2.6. Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott évben egy programban vagy programcsoportban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Az irányítási és kontrollrendszer közös a programok csoportjára, és ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések magas bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 60 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

Az ellenőrző hatóság okkal véli, hogy a nagy értékű műveletek tekintetében jelentős a hibakockázat, bármelyik programhoz is tartoznak. Továbbá, okkal véli, hogy a programokban különbözőek a hibaarányok. Ezen információkat figyelembe véve az ellenőrző hatóság úgy határoz, hogy rétegezze a sokaságot program és kiadások szerint (a 100 %-os mintavételi rétegben elkülönítve minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke meghaladja a lényegességet).

Az alábbi táblázat összegezi a rendelkezésre álló információkat:

A sokaság mérete (műveletek száma)	4 872
A sokaság mérete – 1. réteg (a műveletek száma az 1. programban)	1 520
A sokaság mérete – 2. réteg (a műveletek száma a 2. programban)	3 347
A sokaság mérete – 3. réteg (a műveletek száma, ahol BV > lényegességi szint)	5
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	6 440 727 190 EUR
Könyv szerinti érték – 1. réteg (összes kiadás az 1. programban)	3 023 598 442 EUR
Könyv szerinti érték – 2. réteg (összes kiadás a 2. programban)	2 832 769 525 EUR
Könyv szerinti érték – 3. réteg (a műveletek összes kiadása, ahol BV nagyobb > lényegességi szint)	584 359 223 EUR

A 100 %-os mintavételi réteget, amely 5 nagy értékű műveletet foglal magában, külön kell kezelni a 6.2.2.1. pontban foglaltak szerint. Így tehát N értéke megfelel a sokaságban a műveletek összegének, levonva a 100 %-os mintavételi rétegbe felvett műveletek számából, azaz $4\,867 (= 4\,872 - 5)$ művelet.

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 0,842 (60 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható) és TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint), azaz $2\% \times 6\,440\,727\,190 \text{ EUR} = 128\,814\,544 \text{ EUR}$. Az előző évi tapasztalatok és az irányítási és kontrollrendszerekről szóló jelentés következtetése alapján az ellenőrző hatóság elvárása szerint a hibaarány legfeljebb 0,4 %. Így AE , a várható hiba 0,4 %, azaz $0,4\% \times 6\,440\,727\,190 \text{ EUR} = 25\,762\,909 \text{ EUR}$.

Mivel a harmadik réteg a 100 %-os mintavételi réteg, e rétegre nézve a minta mérete adott és egyenlő a sokaság méretével, azaz az 5 nagy értékű művelettel. A másik két rétegre nézve a minta méretét a fenti képlettel számítjuk ki, ahol σ_w^2 a két megmaradt réteg hibái varianciáinak súlyozott átlaga.

$$\sigma_w^2 = \sum_{h=1}^2 \frac{N_h}{N} \sigma_{eh}^2, h = 1,2;$$

és σ_{eh}^2 mindegyik rétegben a hibák varianciája. A hibák varianciáját mindegyik rétegre független sokaságként számítjuk ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{eh}^2 = \frac{1}{n_h^p - 1} \sum_{i=1}^{n_h^p} (E_{hi} - \bar{E}_h)^2, h = 1, 2, \dots, H$$

ahol E_{hi} a h rétegű mintában lévő egységek egyedi hibája, és \bar{E}_h a minta középpontja a h rétegben. Az 1. réteg 20 műveletéből álló előzetes minta alapján a hibák szórása 21 312 EUR-ra becsülhető.

Ugyanezt az eljárást követtük a 2. réteg sokasága tekintetében is. A 2. réteg 20 műveletének előzetes mintája alapján a hibák szórása 215 546 EUR-ra becsülhető:

1. réteg – a hibák szórásának előzetes becslése	21 312 EUR
2. réteg – a hibák szórásának előzetes becslése	215 546 EUR

Így tehát e két réteg hibái varianciáinak súlyozott középértéke:

$$\sigma_w^2 = \frac{1\,520}{4\,867} \times 21\,312^2 + \frac{3\,347}{4\,867} \times 215\,546^2 = 32\,092\,103\,451$$

A minimális mintaméretet az alábbi képlet adja meg:

$$n = \left(\frac{4\,867 \times 0,845 \times \sqrt{32\,092\,103\,451}}{128\,814\,544 - 25\,762\,909} \right)^2 \approx 51$$

Ez az 51 művelet rétegenként a következők szerint van elosztva: és

$$n_1 = \frac{1\,520}{4\,867} \times 51 \approx 16,$$

$$n_2 = n - n_1 = 35$$

és

$$n_3 = N_3 = 5$$

A teljes mintaméret tehát 60 művelet:

- Az előzetes minta 1. rétegének 20 művelete, plusz
- A 2. réteg 35 művelete (az előzetes mintában 20 művelet, plusz 15 műveletből álló kiegészítő minta); plusz
- 5 nagy értékű művelet.

Az alábbi táblázat mutatja a mintavételi eredményeket a 60 műveletből álló teljes mintára:

Mintaeredmények – 1. réteg		
A	A minta könyv szerinti érték	37 344 981 EUR
B	A minta teljes hibája	77 376 EUR
C	A minta átlagos hibája (C=B/16)	3 869 EUR
D	A hibák szórása a mintában	16 783 EUR
Mintaeredmények – 2. réteg		
E	A minta könyv szerinti érték	722 269 643 EUR
F	A minta teljes hibája	264 740 EUR
G	A minta átlagos hibája (G=F/35)	7 564 EUR
H	A hibák szórása a mintában	117 335 EUR
Mintaeredmények – 100 %-os ellenőrzési réteg		
I	A minta könyv szerinti érték	584 359 223 EUR
J	A minta teljes hibája	7 240 855 EUR
K	A minta átlagos hibája (I=J/5)	1 448 171 EUR

A hiba két mintavételi rétegre való kivetítését úgy számítjuk ki, hogy megszorozzuk a minta átlaghibáját a sokaság méretével. E két adat összegét hozzáadjuk a 100 %-os mintavételi rétegben talált hibához, ez a várható hiba a sokaság szintjén:

$$EE = \sum_{h=1}^3 1\,520 \times 3\,869 + 3\,347 \times 7\,564 + 7\,240\,855 = 38\,438\,139$$

A kivetített hibaarányt az extrapolált hiba és a sokaság könyv szerinti értéke (összes kiadás) közötti arányként számítjuk ki:

$$r_1 = \frac{39\,908\,283}{6\,440\,727\,190} = 0,60\%$$

A pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban lévő minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető az alábbi képlettel:

$$CBV = BV - EE = 6\,440\,727\,190 - 39\,908\,283 = 6\,402\,818\,907$$

A két rétegből álló mintában a hibák szórásai mellett (a mintaeredményeket tartalmazó táblázat) a mintavételi rétegek teljes készletére a hibák varianciájának súlyozott középértéke a következő:

$$s_w^2 = \sum_{h=1}^2 \frac{N_h}{N} s_{eh}^2 = \frac{1\,520}{4\,867} \times 16\,783^2 + \frac{3\,347}{4\,867} \times 117\,335^2 = 9\,555\,777\,062$$

A kivetítés pontosságát az alábbi képlet adja meg:

$$SE = N \times z \times \frac{s_w}{\sqrt{n}} = 4\,867 \times 0,842 \times \frac{\sqrt{9\,555\,777\,062}}{\sqrt{55}} = 54\,016\,333$$

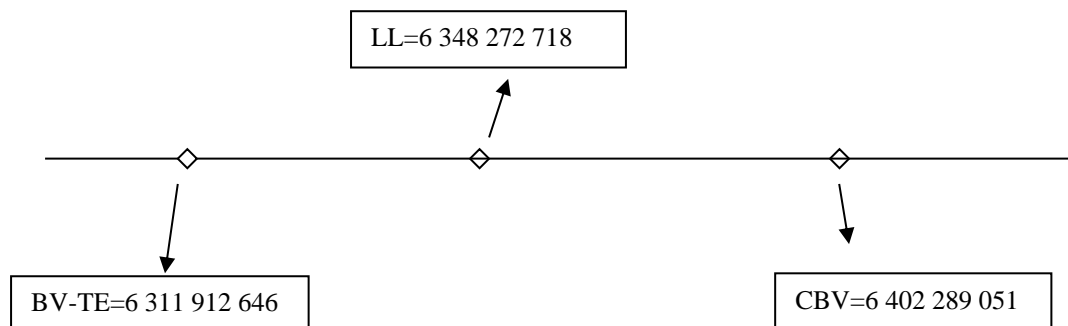
A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE = 6\,402\,289\,051 - 54\,016\,333 = 6\,348\,272\,718$$

A pontos könyv szerinti érték kivetítését és az első határt össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel.

$$BV - TE = 6\,440\,727\,190 - 128\,814\,544 = 6\,311\,912\,646$$

Mivel $BV - TE$ kisebb, mint a $CBV - SE$ alsó határa, így van elegendő bizonyíték arra, hogy a programban lévő hibák nem érik el a lényegességi küszöböt.



6.2.3. Különbségbecslés – két időszak

6.2.3.1. Bevezetés

Az ellenőrző hatóság úgy dönthet, hogy az év folyamán különböző időszakokban végez mintavételt, általában két félévben. E módszer fő előnye az, hogy nem kapcsolódik a minta méretének csökkentéséhez, hanem általában lehetővé teszi az ellenőrzési munkaterhelés elosztását az egész évre, ezzel csökkenti azt a munkaterhelést, amelyet az év végén kellene elvégezni pusztán egyetlen megfigyelés alapján.

E módszerrel az éves sokaságot felosztjuk két részsokaságra, amelyek mindegyike megfelel az egyes félévek műveleteinek és kiadásainak. Független mintákat veszünk fel mindegyik félévre standard egyszerű mintavételi módszerrel.

6.2.3.2. A minta mérete

A minta méretét ugyanolyan módszerrel számítjuk ki, mint az egyszerű véletlen mintavételre a két félévre. Lásd a további részleteket a 6.1.3.2. pontban.

6.2.3.3. Extrapoláció

Mindegyik félévben a két részminta alapján a sokaság szintjén a kivetített hiba az alábbi képlettel számítható ki:

$$EE = N_1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{n_1} + N_2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{n_2}$$

A gyakorlatban mindegyik félévben megszorozzuk a mintában megfigyelt hibák átlagát a sokaságban a hibák számával (N_t) és összegezzük a két félévre kapott eredményeket.

A második lépésben a pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető az alábbi képlettel:

$$CBV = BV - EE$$

ahol BV az éves könyv szerinti érték (beleértve a két félévet) és EE a fenti kivetített hiba.

6.2.3.4. Pontosság

Ne feledjük, hogy a pontosság (a mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Az alábbi képlet adja meg:

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2} \right)}$$

ahol s_{et} a t félév mintájában lévő hibák szabványos eltérése (most számítottuk ki ugyanazon mintákból, mint amelyeket a hibáknak a sokaságra való kivetítésére alkalmaztunk).

$$s_{et}^2 = \frac{1}{n_t - 1} \sum_{i=1}^{n_t} (E_{ti} - \bar{E}_t)^2$$

6.2.3.5. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE$$

A pontos könyv szerinti értékre és az alsó határra vonatkozó kivetítést össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (*TE*) közötti különbséggel:

$$BV - TE = BV - 2\% \times BV = 98\% \times BV$$

Végül le kell vonni az ellenőrzési következtetéseket pontosan ugyanazon módszerrel, mint amelyet a 6.2.1.5. pontban ismertettünk a standard különbségbecslésre.

6.2.3.6. Példa

Egy ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy felosztja az ellenőrzési munkaterhelést az év folyamán két félévre. Az első félév végén a sokaság jellemzői a következők:

Jelentett kiadások (DE) az első félév végén	1 237 952 015 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	3 852

A múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett minden művelet általában már aktív az első félév sokaságában. Továbbá várható, hogy az első félév végén jelentett kiadások a referencia-időszak végén az összes jelentett kiadás kb. 30 %-át teszik ki. E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Az első félév bejelentett kiadásai (DE)	1 237 952 015 EUR
A második félév bejelentett kiadásai (DE) (várható)	2 888 554 702 EUR
A sokaság mérete (műveletek – 1. időszak)	3 852
A sokaság mérete (műveletek – 2. időszak, várható)	3 852

Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések szerint a bizonyossági szint alacsony. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 90 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

Az első félév végén a globális mintaméret (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítható ki:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_w^2 a hibák varianciáinak súlyozott középértéke mindegyik félévben:

$$\sigma_w^2 = \frac{N_1}{N} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N} \sigma_{e2}^2$$

és σ_{et}^2 a hibák varianciája mindegyik t időszakban (félévben). Mindegyik félévre a hibák varianciája független sokaságként számítható ki az alábbiak szerint:

$$\sigma_{et}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (E_{ti} - \bar{E}_t)^2, t = 1, 2$$

ahol E_{ti} a t félévből álló mintában lévő egységekre az egyedi hiba, és \bar{E}_t a t félévben lévő minta középhibája.

Mivel a σ_{et}^2 értéke ismeretlen, az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy előzetes mintát vesz fel a tárgyév első félévének végén 20 műveletből. Az első félévben ezen előzetes mintában a hibák egyszerű szórása 49 534 EUR. A szakmai megítélése alapján és annak tudatában, hogy a második félévben a kiadások általában nagyobbak, mint az elsőben, az ellenőrző hatóság előzetesen 20 %-kal nagyobbra becsülte a második félévben a hibák szórását az első félévihez képest, azaz 59 441 EUR-ra. Így tehát a hibák varianciájának súlyozott átlaga:

$$\sigma_w^2 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N_1 + N_2} \sigma_{e2}^2 = 0,5 \times 49\,534^2 + 0,5 \times 59\,441^2 = 2\,993\,412\,930.$$

Megjegyzendő, hogy mindegyik félévben a sokaság mérete egyenlő az egyes félévekben az aktív műveletek (és kiadások) számával.

Az első félév végén az egész évre nézve a globális mintaméret:

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_w^2 a rétegek teljes készletére a hibák varianciájának súlyozott átlaga (lásd a további részleteket a 7.1.2.2. pontban), z 1,645 (a 90 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható) és TE a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelet szerint megállapított maximális lényegesség szint). A teljes könyv szerinti érték az első félév végén kapott valós könyv szerinti érték, plusz a második félévi várható könyv szerinti érték: 4 126 506 717, tehát a tolerálható hiba 2 % x 4 126 506 717 EUR = 82 530 134 EUR. Az első félévi sokaságon az előzetes minta szerint a minta hibaaránya

0,6 %. Az ellenőrző hatóság elvárása szerint e hibaarány állandó marad egész évben. Így AE , a várható hiba $0,6 \% \times 4\,126\,506\,717 \text{ EUR} = 24\,759\,040 \text{ EUR}$. Egész évre a minta mérete tehát:

$$n = \left(\frac{3\,852 \times 2 \times 1,645 \times \sqrt{5\,898\,672\,130}}{82\,530\,134 - 24\,759\,040} \right)^2 \approx 145$$

A minta félevenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} n \approx 73$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 72$$

Az első félévi minta az alábbi eredményeket hozta:

A minta könyv szerinti értéke – első félév	41 009 806 EUR
A minta teljes hibája – első félév	577 230 EUR
A hibák szórása a mintában – első félév	52 815 EUR

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félévben aktív műveletek száma pontosan ismert, az s_{e1} minta hibáinak az első félévi mintából kiszámított varianciája már rendelkezésre áll, és a második félévi σ_{e2} hibák szórása már pontosabban megállapítható a valós adatok előzetes mintája segítségével.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy a műveletek teljes száma alapján az első félév végén alkotott feltételezés helyes maradt. Mégis van két paraméter, amelyre frissített adatokat kell alkalmazni.

Először az első félév 73 műveletből álló mintája alapján a hibák szórásának becslése 52 815 EUR becsült értékhez vezetett. Ezt az új értéket most fel kell használni a tervezett mintaméret újraértékelésére. Másodszer a második félévi sokaságban 20 műveletből álló új előzetes minta alapján az ellenőrző hatóság 87 369 EUR-ra becsüli a második félévben a hibák szórását (ez messze esik az első időszak végén várható értéktől). Megállapítható, hogy a mintaméret tervezésére az első félévben alkalmazott standard hibaeltérés közel áll az első félév végén kapott értékhez. Mégis a második félévben a mintaméret tervezésére alkalmazott standard hibaeltérés távol esik az új előzetes mintával kapott értéktől. Így a második félévre a mintát felül kell vizsgálni.

Továbbá a második félévi sokaság várható teljes könyv szerinti értéke, a várható 2 888 554 702 EUR érték helyett az 5 202 775 175 EUR valós értéket kell alkalmazni.

Paraméter	Az első félév végén	A második félév végén
A hibák szórása az első félévben	49 534 EUR	52 815 EUR
A hibák szórása a második félévben	59 441 EUR	87 369 EUR
Összes kiadás a második félévben	2 888 554 702 EUR	5 202 775 175 EUR

Figyelembe véve e két kiigazítást, a második félévben újra kiszámított mintaméret a következő:

$$n_2 = \frac{(z \times N_2 \times \sigma_{e2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2}$$

$$= \frac{(1,645 \times 3\,852 \times 107\,369)^2}{(128\,814\,544 - 38\,644\,363)^2 - 1,645^2 \times \frac{3\,852^2}{142} \times 65\,815^2} \approx 47$$

Az első félévben 73 művelet és a második félévben e további 47 művelet ellenőrzése megadja az ellenőr számára az információt a mintába felvett műveletek teljes hibájáról. A 20 műveletből álló korábbi előzetes mintát felhasználtuk a fő minta részeként. Ezért az ellenőrnek a második félévben csak 27 további műveletet kell kiválasztania.

A második félév mintája az alábbi eredményeket adta:

A minta könyv szerinti értéke – második félév	59 312 212 EUR
A minta teljes hibája – második félév	588 336 EUR
A hibák szórása a mintában – első félév	78 489 EUR

A két minta alapján a sokaság szintjén kivetített hiba az alábbiak szerint kiszámítható:

$$EE = N_1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{n_1} + N_2 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{n_2} = 3\,852 \times \frac{577\,230}{142} + 3\,852 \times \frac{588\,336}{68}$$

$$= 78\,677\,283$$

megfelel az 1,22 %-os kivetített hibaarányoknak

A második lépésben a pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető az alábbi képlettel:

$$CBV = BV - EE = 6\,440\,727\,190 - 78\,677\,283 = 6\,362\,049\,907$$

ahol BV az éves könyv szerinti érték (beleértve a két félévet) és EE a fenti kivetített hiba.

A pontosság (mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke, és az alábbi képlet adja meg:

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2}\right)}$$

$$= 1,645 \times \sqrt{\left(3\,852^2 \times \frac{52\,815^2}{73} + 3\,852^2 \times \frac{78\,849^2}{47}\right)} = 82\,444\,754$$

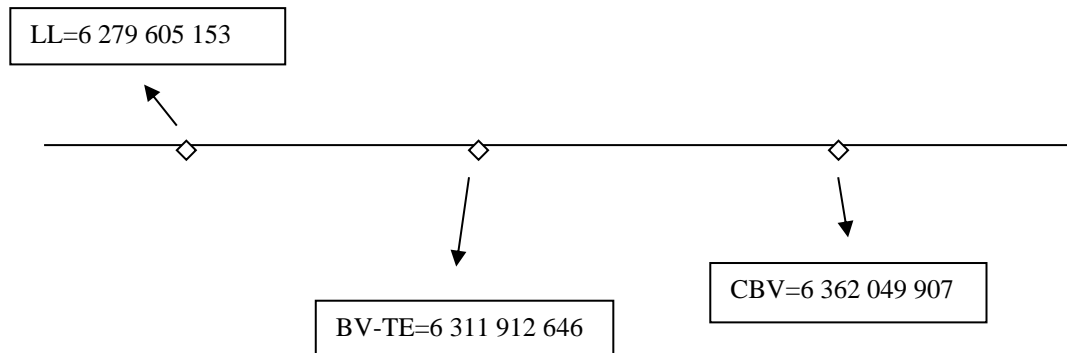
A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ a következő

$$LL = CBV - SE = 6\,362\,049\,907 - 82\,444\,754 = 6\,279\,605\,153$$

A pontos könyv szerinti érték kivetítését és az első határt össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel.

$$BV - TE = 6\,440\,727\,190 - 128\,814\,544 = 6\,311\,912\,646$$

Mivel $BV - TE$ a $LL = CBV - SE$ alsó határa és CBV között van, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.3. Pénzegységalapú mintavétel

6.3.1. Standard módszer

6.3.1.1. Bevezetés

A pénzegységalapú mintavétel olyan statisztikai mintavételi módszer, amely a pénzegységet mint segédváltozót alkalmazza a mintavételre. E módszer általában a méretarányos valószínűséggel (PPS) működő szisztematikus mintavételen alapul, azaz a mintavételi egység pénzértékével arányos (a nagyobb értékű tételek esetében nagyobb a kiválasztás valószínűsége).

Ez talán az ellenőrzés terén a legnépszerűbb mintavételi módszer, és különösen hasznos, ha a könyv szerinti értékeknek nagy a változékonysága, és ezért pozitív korreláció (kapcsolat) áll fenn a hibák és a könyv szerinti értékek között. Más szóval, ha várható, hogy a nagyobb értékű tételek nagyobb hibákat mutatnak, s ez olyan helyzet, ami gyakran előfordul az ellenőrzés során.

Amikor a fenti feltételek állnak fenn, vagyis a könyv szerinti értékeknek nagy a változékonysága és a hiba pozitív korrelációban (kapcsolatban) áll a könyv szerinti értékekkel, akkor a MUS hajlamos kisebb mintaméretet felvenni, mint az egyenlő valószínűségen alapuló módszerek ugyanazon pontossági szint mellett.

Az is megjegyzendő, hogy az ilyen módszerrel felvett mintákban általában túlreprezentáltak a nagy értékű tételek és alulreprezentáltak az alacsony értékű tételek. Ez önmagában még nem probléma, mivel a módszer tekintettel van erre a tényre az extrapoláció folyamán, de olyan mintaeredményekhez (pl. minta-hibaaarány) vezet, amelyek nem értelmezhetőek (csak az extrapolált eredmények értelmezhetőek).

Mivel egyenlő valószínűségen alapuló módszerről van szó, ez a módszer rétegzéssel kombinálható (a rétegzés kedvező feltételeit ismertettük az 5.2. pontban).

6.3.1.2. A minta mérete

A pénzegységalapú mintavétel keretében az n mintaméret kiszámítása az alábbi információ alapján történik:

- A sokaság könyv szerinti értéke (teljes jelentett kiadások), BV
- A rendszerellenőrzésből meghatározott konfidenciaszint, és az ehhez kapcsolódó z együttható a normális eloszlásból (lásd az 5.3. pontot).
- TE a maximális tolerálható hiba (általában a teljes kiadások 2 %-a)
- AE a várható hiba, amelyet az ellenőr a szakmai megítélése és a korábbi információ alapján választ meg
- A hibaaarányok szórása σ_r (a MUS mintából).

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_r}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_r a MUS mintából kapott hibaarányok szórása. Ahhoz, hogy az ellenőrzés lefolytatása előtt e szórásra egy közelítő értéket kapjunk, a tagállamoknak a korábbi ismeretekre kell támaszkodniuk (a múlt időszak példájában a hibaarányok varianciája), vagy kis mintaméretű előzetes/kísérleti mintára, n^p (az előzetes minta esetében a minta mérete az ajánlás szerint nem lehet 20–30 műveletnél kisebb). Bármely esetben a hibaarányok varianciája (a szórás négyzete) az alábbi képlettel kapható meg:

$$\sigma_r^2 = \frac{1}{n^p - 1} \sum_{i=1}^{n^p} (r_i - \bar{r})^2 ;$$

ahol $r_i = \frac{E_i}{BV_i}$ a művelet hibaaránya²⁷, ami a következőképpen számítható ki: E_i és a mintába felvett i -edik művelet könyv szerinti értéke (a Bizottság felé igazolt kiadások, BV_i) közötti arány, és \bar{r} a hibaarány középértéke a mintában, azaz:

$$\bar{r} = \frac{1}{n^p} \sum_{i=1}^{n^p} \frac{E_i}{BV_i}$$

Általában, ha a szórás előzetes mintán alapul, e minta a későbbiekben felhasználható az ellenőrzésre választott minta teljes részeként. Mégis, a MUS keretében az előzetes minta kiválasztása és megfigyelése sokkal összetettebb feladat, mint az egyszerű véletlen mintavétel vagy a különbségbecslés. Azért, mert gyakrabban választanak a mintába nagy értékű tételeket. Így 20–30 műveletből álló minta megfigyelése gyakran nehéz feladat. Ezért a MUS keretében határozottan ajánlott a σ_r szórás becslésének korábbi adatokra alapozása, hogy ne legyen szükség előzetes minta kiválasztására.

6.3.1.3. A minta kiválasztása

A minta méretének meghatározása után meg kell állapítani az (esetleges) nagy értékű egységeket a sokaságban, amelyek a 100 %-ban ellenőrzendő nagy értékű réteghez tartoznak. E felső réteg meghatározására szolgáló bontási érték egyenlő a könyv szerinti

²⁷ Valahányszor az i egység könyv szerinti értéke (BV_i) nagyobb a bontási BV/n értéknél, a $\frac{E_i}{BV_i}$ arány helyébe a $\frac{E_i}{BV/n}$ arány lép, ahol a BV az aktuális sokaság könyv szerinti értéke valamely előzetes minta használatakor, illetve a múltbeli sokaság könyv szerinti értéke, ha múltbeli mintát használunk. Továbbá az n mutatja az előzetes minta (ha van ilyen) mintaméretét vagy a múltbeli minta mintaméretét.

érték (BV) és a tervezett mintaméret (n) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_i > BV/n$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe, n_s , kerülő mintavételi méretet az n és a teljesen ellenőrzendő rétegbe (n_e) kerülő mintavételi egységek (például műveletek) száma közötti különbségeként számítjuk ki.

Végül a nem teljesen ellenőrzendő rétegben a minta kiválasztása a méretarányos valószínűséggel történik, azaz a tétel a könyv szerinti értékével, BV_i ²⁸ értékkel arányosan. A szisztematikus kiválasztás révén történő kiválasztás népszerű módja az, ha a teljes kiadással egyenlő mintavételi intervallumot a nem teljesen ellenőrzendő rétegben (BV_s) osztjuk a minta méretével (n_s), azaz

$$SI = \frac{BV_s}{n_s}$$

A gyakorlatban a mintát a tételek (szokásos műveletek) véletlenszerű listájáról választjuk ki úgy, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely tartalmazza az x -dik pénzegységet, x egyenlő a mintavételi intervallummal, és véletlenszerű a kezdőpontja 1 és SI között. Például, ha a sokaság könyv szerinti értéke 10 000 000 EUR, és kiválasztunk egy 40 műveletből álló mintát, akkor kiválasztunk minden egyes műveletet, amely tartalmazza a 250 000-dik EUR-t.

Megjegyzendő, hogy a gyakorlatban előfordulhat, hogy miután kiszámoljuk a mintavétel intervallumát a kiadás és a mintavételi réteg mintamérete alapján, a sokaság egyes egységei esetében a kiadás nagyobb értéket mutat, mint ebben a BV_s/n_s mintavételi intervallumban (jóllehet korábban nem jeleztek a bontási értéknél (BV/n)) nagyobb kiadást. Valójában az összes olyan tételt, amelynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint ez az intervallum ($BV_i > BV_s/n_s$) hozzá kell adni a nagy értékű réteghez. Ha ez előfordul, és miután az új tételeket átvittük a nagy értékű rétegbe, a mintavétel intervallumát a mintavételi réteg tekintetében újra kell számítani, figyelembe véve a BV_s/n_s arányra vonatkozó új értékeket. Ezt az ismétlődő folyamatot többször kell elvégezni addig a pillanatig, amikor nincs olyan további egység, ahol a kiadás nagyobb, mint a mintavétel intervalluma.

²⁸ Ez elvégezhető speciális szoftver, bármely statisztikai programcsomag vagy akár olyan alapvető szoftver, mint az Excel segítségével. Megjegyzendő, hogy egyes szoftverekben a teljesen ellenőrzendő nagy értékű réteg és a nem teljesen ellenőrzendő réteg közötti megkülönböztetés nem szükséges, mivel azok automatikusan, 100 %-os kiválasztási valószínűség mellett tekintettel vannak az egységek kiválasztására.

6.3.1.4. Kivetített hiba

A hibák sokaságra való kivetítése másképpen történik a teljesen ellenőrzendő rétegben lévő tételek és a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő tételek esetén.

A teljesen ellenőrzendő réteg, vagyis azon réteg estében, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási $BV_i > \frac{BV}{n}$ értéket, a kivetített hiba pontosan a réteghez tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A nem teljesen ellenőrzendő réteg esetében, azaz abban a rétegben, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke kisebb vagy egyenlő a bontási értékkel, $BV_i \leq \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$
- 2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.3.1.5. Pontosság

A pontosság az extrapolációhoz kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Megadja a mintavételi hibát, és ki kell számítani, hogy ezután megkapjuk a konfidencia intervallumot.

A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r$$

ahol s_r a hibaarányok szórása a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő mintában (ugyanazon mintából kiszámítva, mint amelyet a hibáknak a sokaságra való extrapolálására alkalmaztunk).

$$s_r^2 = \frac{1}{n_s - 1} \sum_{i=1}^{n_s} (r_i - \bar{r}_s)^2$$

ahol \bar{r}_s egyenlő a réteg mintájában lévő hibaarányok egyszerű átlagával.

$$\bar{r}_s = \frac{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}}{n_s}$$

Megjegyzendő, hogy a mintavételi hiba csak a nem teljesen ellenőrzendő rétegre van kiszámítva, mivel nincs olyan mintavételi hiba, amelyet figyelembe kellene venni a teljesen ellenőrzendő rétegben.

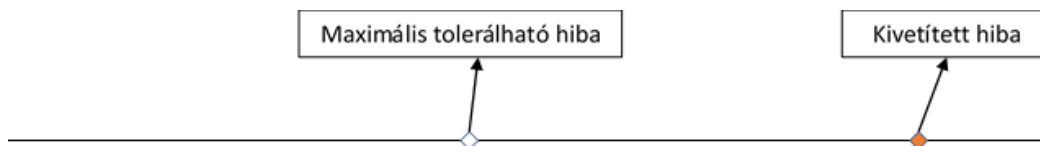
6.3.1.6. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

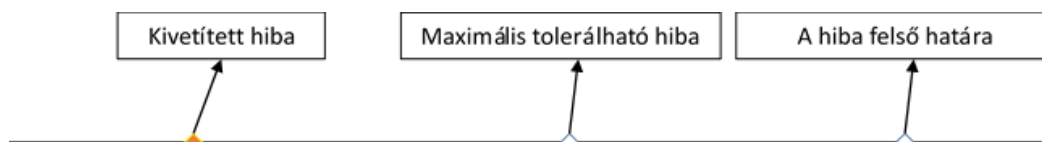
- Ha a kivetített hiba meghaladja a maximális tolerálható hibát, ez azt jelenti, hogy az ellenőr levonhatja a következtetést, van elegendő bizonyíték annak alátámasztására, hogy a sokaságban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt:



- Ha a hiba felső határa alacsonyabb, mint a maximális tolerálható hiba, akkor az ellenőrnek le kell vonnia a következtetést, miszerint a sokaságban lévő hibák nem érik el a lényegességi küszöböt.



Amennyiben a kivetített hiba kisebb a maximális tolerálható hibánál, de annál a hiba felső határa nagyobb, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.3.1.7. Példa

Feltételezzük a programba felvett műveletekre a tárgyévben a Bizottság felé bejelentett kiadások sokaságát. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések alacsony bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 90 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

A sokaságot az alábbi táblázat összegezi:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_r}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_r a MUS mintából kapott hibaarányok szórása. E szóráshoz való közelítés céljából az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy felhasználja az előző évi szórást. Az előző évi minta 50 műveletből állt, amelyből 5-nek a könyv szerinti értéke nagyobb, mint a mintavételi intervallum.

Az alábbi táblázat mutatja erre az 5 műveletre az előző évi ellenőrzés eredményeit.

Művelet azonosítója	Könyv szerinti érték (BV)	Pontos könyv szerinti érték (CBV)	Hiba	Hibaaarány
1 850	115 382 867 <u>EUR</u>	115 382 867 EUR	- EUR	-
4 327	129 228 811 <u>EUR</u>	129 228 811 EUR	- EUR	-
4 390	142 151 692 <u>EUR</u>	138 029 293 EUR	4 122 399 EUR	0,0491
1 065	93 647 323 <u>EUR</u>	93 647 323 EUR	- EUR	-
1 817	103 948 529 EUR	100 830 073 EUR	3 118 456 EUR	0,0371

Megjegyzendő, hogy a hibaaarány (utolsó oszlop) révén számítható ki $r_i = \frac{E_i}{BV/n}$, mint a művelet hibája és a BV közötti arány, osztva az induló mintamérettel, azaz 50-nel, mert e műveletek könyv szerinti értéke nagyobb, mint a mintavételi intervallum (a részleteket lásd a 6.3.1.2. pontban).

Az alábbi táblázatok összegezik a múlt évi ellenőrzés eredményeit 45 műveletből álló mintán, amelyek könyv szerinti értéke kisebb a bontási értéknél.

	A	B	C	D	E
1	Operation ID	Book Value (BV)	Audit Value (AV)	Error	Error rate
2	239	10,173,875 €	9,962,918 €	210,956 €	0.0207
3	424	23,014,045 €	23,014,045 €	- €	
4	2327	32,886,198 €	32,886,198 €	- €	
5	5009	34,595,201 €	34,595,201 €	- €	
6	1491	78,695,230 €	78,695,230 €	- €	
7	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
39	2596	8,912,999 €	8,909,491 €	3,508 €	0.00039
40	779	26,009,790 €	26,009,790 €	- €	-
41	1250	264,950 €	264,950 €	- €	-
42	3895	30,949,004 €	30,949,004 €	- €	-
43	2011	617,668 €	617,668 €	- €	-
44	4796	335,916 €	335,916 €	- €	-
45	3632	7,971,113 €	7,971,113 €	- €	-
46	2451	17,470,048 €	17,470,048 €	- €	-
47	Sample standard deviation:=STDEV.S(E2:E46;0;0.0491;0.0371)----->				0.085

Ezen előzetes minta alapján a hibaaarányok szórása, σ_r , - 0,085 (MS Excelben kiszámítva „:=STDEV.S(E2:E46;0;0.0491;0.0371)”)”)

A hibaaarányok szórása, a maximális tolerálható hiba és a várható hiba e becslése alapján már kiszámíthatjuk a minta méretét. Feltételezve, hogy a tolerálható hiba a teljes könyv szerinti érték 2 %-a, $2\% \times 4\,199\,882\,024 = 83\,997\,640$ (a rendelet által megadott lényegességi érték) és a várható hibaaarány 0,4 %, $0,4\% \times 4\,199\,882\,024 = 16\,799\,528$ (ami megfelel az ellenőrző hatóság határozott véleményének mind a múlt évi

információ, mind az irányítási és kontrollrendszerek értékeléséről szóló jelentés eredményei alapján)

$$n = \left(\frac{1,645 \times 4\,199\,882\,024 \times 0,085}{83\,997\,640 - 16\,799\,528} \right)^2 \approx 77$$

Először meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzési munkát igénylő, a nagy értékű rétegbe sorolandó (esetleges) a sokaságban nagy értékű egységeket. E felső réteg meghatározására szolgáló bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV) és a tervezett mintaméret (n) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_i > BV/n$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték $4\,199\,882\,024/77=54\,593\,922$ EUR.

Az ellenőrző hatóság egy elkülönített rétegbe helyezett minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint $54\,593\,922$, ami 8 műveletnek felel meg $786\,837\,081$ EUR összegben.

A sokaság többi részére a mintavételi intervallum egyenlő a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő könyv szerinti értékkel (BV_s) (a teljes könyv szerinti érték és a felső rétegbe tartozó 8 művelet könyv szerinti értéke közötti különbség) osztva a kiválasztandó műveletek számával (77-ből levonva a felső rétegben lévő 8 műveletet).

$$\text{Mintavételi intervallum} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{4\,199\,882\,024 - 786\,837\,081}{69} = 49\,464\,419$$

Az ellenőrző hatóság meggyőződött róla, hogy az intervallumnál nagyobb könyv szerinti értékekkel nem történtek műveletek, így a legfelső réteg csak 8 olyan műveletre terjed ki, ahol a könyv szerinti érték nagyobb, mint a bontási érték). A mintát a műveletek véletlen listájáról választjuk ki úgy, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely tartalmazza a $49\,464\,419$ -dik pénzegységet.

A sokaság többi $3\,844$ műveletét ($3\,852 - 8$ nagy értékű művelet) tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót veszünk fel. 69 művelet (77 mínusz 8 nagy értékű művelet) mintaértékét vesszük fel pontosan követve az alábbi eljárást.

Generálunk egy véletlen értéket 1 és a mintavételi intervallum, a $49\,464\,419$ között ($22\,006\,651$). Az első kiválasztás megfelel a fájlban az első műveletnek, melynek kumulált könyv szerinti értéke nagyobb vagy egyenlő $22\,006\,651$ -gyel.

A második kiválasztás megfelel a $71\,471\,070$ -dik pénzegységet tartalmazó első műveletnek ($22\,006\,651 + 49\,464\,419 = 71\,471\,070$ – kezdőpont plusz a mintavételi intervallum). A kiválasztandó harmadik művelet megfelel az első műveletnek, amely a

120 935 489-dik pénzegységet tartalmazza (71 471 070 + 49 464 419 = 120 935 489 – az előbbi pénzegység pont plusz a mintavételi intervallum) és így tovább.

Művelet azonosítója	Könyv szerinti érték (BV)	Kumulált BV	Minta
239	10 173 875 EUR	10 173 875 EUR	Nem
424	23 014 045 EUR	33 187 920 EUR	Igen
2 327	32 886 198 EUR	66 074 118 EUR	Nem
5 009	34 595 201 EUR	100 669 319 EUR	Igen
1 491	78 695 230 EUR	179 364 549 EUR	Igen
(...)	(...)	(...)	...
2 596	8 912 999 EUR	307 654 321 EUR	Nem
779	26 009 790 EUR	333 664 111 EUR	Igen
1 250	264 950 EUR	333 929 061 EUR	Nem
3 895	30 949 004 EUR	364 878 065 EUR	Nem
2 011	617 668 EUR	365 495 733 EUR	Nem
4 796	335 916 EUR	365 831 649 EUR	Nem
3 632	7 971 113 EUR	373 802 762 EUR	Igen
2 451	17 470 048 EUR	391 272 810 EUR	Nem
(...)	(...)	(...)	...

77 művelet ellenőrzése után az ellenőrző hatóság már ki tudja vetíteni a hibát.

8 nagy értékű műveletből (a teljes könyv szerinti érték 786 837 081 EUR), 3 művelet tartalmaz 7 616 805 EUR hibaösszegnek megfelelő hibát.

A többi minta esetében a hibát másképpen kell kezelni. E műveletek esetében az alábbi eljárást követjük:

1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$

2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységen (MS Excelben kiszámítva „:=SUM(E2:E70)”)

3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

	A	B	C	D	E
1	Operation ID	Book Value (BV)	Audited Value (AV)	Error	Error rate
2	5002	48,725,645 €	48,725,645 €	- €	-
3	779	26,009,790 €	333,664,111 €	- €	-
4	2073	859,992 €	859,992 €	- €	-
5	239	10,173,875 €	9,962,918 €	210,956 €	0.02
6	989	394,316 €	394,316 €	- €	-
7	65	25,234,699 €	25,125,915 €	108,784 €	0
8	5010	34,595,201 €	34,595,201 €	- €	-
9	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
64	1841	768,278 €	768,278 €	- €	-
65	3672	624,882 €	624,882 €	- €	-
66	2355	343,462 €	301,886 €	41,576 €	0.12
67	959	204,847 €	204,847 €	- €	-
68	608	15,293,716 €	15,293,716 €	- €	-
69	4124	6,773,014 €	6,773,014 €	- €	-
70	262	662 €	662 €	- €	-
71	Total:=SUM(E2:E70) ----->				1.096
72	Sample standard deviation:=STDEV.S(E2:E70) ----->				0.09

$$EE_s = 49\,464\,419 \times 1,096 = 54\,213\,004$$

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = 7\,616\,805 + 54\,213\,004 = 61\,829\,809$$

A kivetített hibaarány a kivetített hiba és a teljes kiadások közötti arány:

$$r = \frac{61\,829\,809}{4\,199\,882\,024} = 1,47\%$$

A mintavételi rétegben a hibaarányok szórása 0,09 (MS Excelben kiszámítva „:=STDEV.S(E2:E70)”).

A pontosságot az alábbi képlet adja meg:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r = 1,645 \times \frac{4\,199\,882\,024 - 786\,837\,081}{\sqrt{69}} \times 0,09 = 60\,831\,129$$

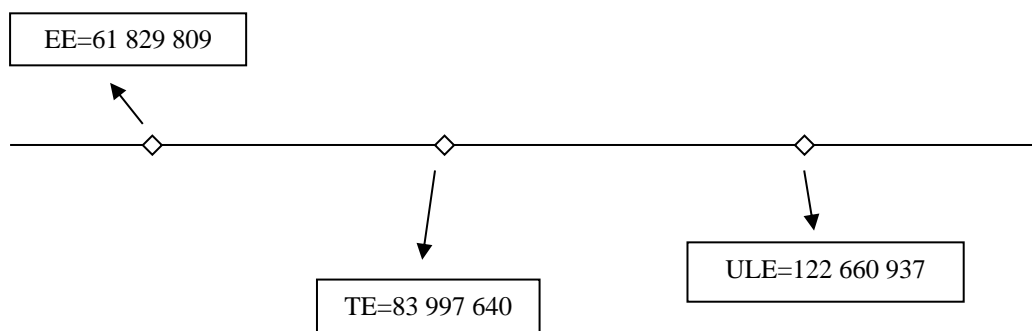
Megjegyzendő, hogy a mintavételi hiba csak a nem teljesen ellenőrzendő rétegre van kiszámítva, mivel a teljesen ellenőrzendő rétegben nincs számításba veendő mintavételi hiba.

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a *EE* kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = 61\,829\,809 + 60\,831\,129 = 122\,660\,937$$

Akkor a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával, 83 997 640 EUR, az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Mivel a maximálisan tolerálható hiba nagyobb a kivetített hibánál, de kisebb, mint a hiba felső határa, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.3.2. Rétegzett pénzegység alapú mintavétel

6.3.2.1. Bevezetés

A rétegzett pénzegység alapú mintavételben a sokaságot felosztjuk rétegeknek nevezett részsokaságokra, és független mintákat veszünk fel minden egyes rétegből a standard pénzegységen alapuló mintavételi módszerrel.

Szokás szerint a rétegzési kritériumoknak figyelembe kell venniük, hogy a rétegzés során a célunk olyan csoportok (rétegek) találása, amelyek változékonysága kisebb, mint a teljes sokaságé. Ezért a műveletekben lévő hibaszint magyarázatára elvárható bármilyen változó alkalmas a rétegzésre is. A lehetséges választások közé tartoznak a művelet kockázatán alapuló programok, régiók, felelős szervezetek, osztályok stb.

A rétegzett MUS-ban a kiadás szintje szerinti rétegzés nem releváns, mivel a MUS már a mintavételi egységek kiválasztásakor figyelembe veszi a kiadások szintjét.

6.3.2.2. A minta mérete

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciájának súlyozott középértéke a rétegek teljes készletében, minden egyes rétegre nézve olyan súllyal, amely egyenlő a réteg könyv szerinti értéke (BV_h) és az egész sokaság könyv szerinti értéke (BV) közötti aránnyal.

$$\sigma_{rw}^2 = \sum_{h=1}^H \frac{BV_h}{BV} \sigma_{rh}^2, h = 1, 2, \dots, H;$$

és σ_{rh}^2 a hibaarányok varianciája az egyes rétegekben. A hibaarányok varianciáját minden egyes rétegre független sokaságként számítjuk ki az alábbiak szerint

$$\sigma_{rh}^2 = \frac{1}{n_h^p - 1} \sum_{i=1}^{n_h^p} (r_{hi} - \bar{r}_h)^2, h = 1, 2, \dots, H$$

ahol $r_{hi} = \frac{E_i}{BV_i}$ a h réteg mintájában lévő egységek egyedi hibaaránya, és \bar{r}_h a h^{29} rétegben lévő minta középérték hibaaránya.

Amint a korábbiakban bemutattuk a standard MUS módszernél, ezek az értékek a korábbi ismereteken vagy kis mintaméretű előzetes/kísérleti mintán alapulhatnak. Ez utóbbi esetben a kísérleti minta szokás szerint a későbbiekben felhasználható az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként. Ismét ajánlott e paramétereknek a korábbi adatok felhasználásával való kiszámítása, hogy elkerülhető legyen előzetes minta kiválasztásának szükségessége. Amikor először alkalmazzuk a rétegzett MUS módszert, előfordulhat, hogy még nem állnak rendelkezésre korábbi rétegzett adatok. Ez esetben a minta méretét a standard MUS módszerre szolgáló képletekkel (lásd a 6.3.1.2. pontban) lehet meghatározni. Nyilvánvaló, hogy a korábbi adatok hiánya miatt az ellenőrzés első időszakában a mintaméret nagyobb lesz, mint aminek ténylegesen lennie kellene, ha rendelkezésre állna az információ. Viszont a rétegzett MUS módszer alkalmazásának első időszakában gyűjtött információ felhasználható a későbbi időszakokban a minta méretének meghatározására.

²⁹ Valahányszor az i -edik egység (BV_i) nagyobb a bontási BV_h/n_h értéknél, az $\frac{E_i}{BV_i}$ arány helyébe az $\frac{E_i}{BV_h/n_h}$ arány lép.

A teljes mintaméret, n kiszámítása után a minta rétegenkénti elosztása a következő:

$$n_h = \frac{BV_h}{BV} n.$$

Ez egy általános elosztási mód, ahol a minta el van osztva rétegekre, a rétegek kiadásaival (könyv szerinti érték) arányosan. Más elosztási módszerek is lehetségesek. Jobban egyénre szabott elosztás bizonyos esetekben további pontosságot eredményezhet, vagy csökkentheti a minta méretét. Az adott specifikus sokaságra vonatkozó más elosztási módszerek pontos alkalmazása a mintavételi elméletben való technikai jártasságot igényel.

6.3.2.3. A minta kiválasztása

Minden h rétegben két komponens lesz: a h rétegen belüli teljesen ellenőrzendő csoport (azaz az a csoport, amely a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaz, $BV_{hi} > \frac{BV_h}{n_h}$); és a h rétegen belüli mintavételi csoport (vagyis az a csoport, amely a bontási értéknél kisebb, vagy azzal egyenértékű mintavételi egységeket tartalmaz, $BV_{hi} \leq \frac{BV_h}{n_h}$).

A mintaméret meghatározása után mindegyik eredeti rétegben (h) meg kell határozni a sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit, amelyek a 100 %-ban ellenőrzendő nagy értékű csoporthoz tartoznak. E felső csoport meghatározása céljából a bontási érték egyenlő a réteg könyv szerinti értéke (BV_h) és a tervezett mintaméret (n_h) arányával. Minden tétel, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{hi} > \frac{BV_h}{n_h}$), a 100 %-on ellenőrzendő csoportba kerül.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportba sorolandó mintaméret n_{hs} , az n_h és a réteg teljesen ellenőrzendő csoportjában lévő mintavételi egységek (például műveletek) száma (n_{he}) közötti különbséggént kerül kiszámításra.

Végül a minták kiválasztása mindegyik rétegben a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a méretarányos valószínűséggel történik, azaz a BV_i tétel könyv szerinti értékével arányosan. A szisztematikus kiválasztás révén történő kiválasztás általános módja az, hogy a réteg nem teljesen ellenőrzendő csoportjában a teljes kiadással egyenlő kiválasztási intervallumot (BV_{hs}) alkalmazunk, és elosztjuk a minta méretével (n_{hs})³⁰, azaz

³⁰ Ha a sokaság egyes egységei még mindig ennél a mintavételi intervallumnál nagyobb kiadást mutatnak, akkor a 6.3.1.3. pontban ismertetett eljárást kell alkalmazni.

$$SI_h = \frac{BV_{hs}}{n_{hs}}$$

Megjegyzendő, hogy több független minta kiválasztásakor mindegyik eredeti rétegre külön ki kell egyet választani.

6.3.2.4. Kivetített hiba

A hibák kivetítése a sokaságra eltérően történik a teljesen ellenőrzendő csoportokba és a nem teljesen ellenőrzendő csoportokba tartozó tételek esetében.

A teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, vagyis azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hi} > \frac{BV_h}{n_h}$, a kivetített hiba az e csoportokhoz tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} E_{hi}$$

A gyakorlatban:

- 1) Mindegyik h réteg esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat.
- 2) Összegezzük a korábbi eredményeket a H rétegek teljes készletén.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, azaz azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hi} \leq \frac{BV_h}{n_h}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \sum_{h=1}^H \frac{BV_{hs}}{n_{hs}} \sum_{i=1}^{n_{hs}} \frac{E_{hi}}{BV_{hi}}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) mindegyik h rétegben a mintában lévő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz az arányt a hiba és a megfelelő kiadások között: $\frac{E_{hi}}{BV_{hi}}$
- 2) mindegyik h rétegben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) mindegyik h rétegben, megszorozzuk a korábbi eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában lévő teljes kiadásokkal (BV_{hs}); e kiadások egyenlők a rétegben lévő teljes kiadásokkal, levonva belőlük a teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó tételek kiadásait.

- 4) mindegyik h rétegben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{hs})
 5) összegezzük a kapott eredményeket a H rétegek teljes készletén.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.3.2.5. Pontosság

Mint a standard MUS módszernél is, a pontosság az extrapolációhoz kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Megadja a mintavételi hibát, és ki kell számítani, hogy ezután megkapjuk a konfidencia intervallumot.

A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$SE = z \times \sqrt{\sum_{h=1}^H \frac{BV_{hs}^2}{n_{hs}} \cdot s_{r_{hs}}^2}$$

ahol $s_{r_{hs}}$ a h réteg nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában lévő hibaarányok szórása (ugyanazon mintából kiszámítva, mint amelyet a hibáknak a sokaságra való extrapolálására alkalmaztunk)

$$s_{r_{hs}}^2 = \frac{1}{n_{hs} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hs}} (r_{hi} - \bar{r}_{hs})^2, h = 1, 2, \dots, H$$

ahol \bar{r}_{hs} egyenlő a h réteg nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában lévő hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibaarány csak a nem teljesen ellenőrzendő csoportokra kerül kiszámításra, mivel a teljesen ellenőrzendő csoportokból nincs mintavételi hiba.

6.3.2.6. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából, pontosan ugyanazon módszert alkalmazva, mint amelyet a 6.3.1.6. pontban ismertettünk.

6.3.2.7. Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott évben két programból álló csoportban lévő műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések alacsony bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 90 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

Az ellenőrző hatóság indokoltan véli úgy, hogy eltérő hibaarányok fordulnak elő a programokban. Ezen információt figyelembe véve a ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy programonként rétegi a sokaságot.

Az alábbi táblázat összegezi a rendelkezésre álló információt.

A sokaság mérete (műveletek száma)	6 252
A sokaság mérete – 1. réteg	4 520
A sokaság mérete – 2. réteg	1 732
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR
Könyv szerinti érték – 1. réteg	2 506 626 292 EUR
Könyv szerinti érték – 2. réteg	1 693 255 732 EUR

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciájának súlyozott középértéke a rétegek teljes készletében, minden egyes rétegre nézve olyan súllyal, amely egyenlő a réteg könyv szerinti értéke (BV_h) és az egész sokaság könyv szerinti értéke (BV) közötti aránnyal.

$$\sigma_{rw}^2 = \sum_{h=1}^H \frac{BV_h}{BV} \sigma_{rh}^2, h = 1, 2, \dots, H;$$

ahol σ_{rh} a MUS mintából kapott hibaarányok szórása. E szóráshoz való közelítés céljából az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy felhasználja az előző évi szórást. Az előző évi mintát 110 művelet képezte, 70 művelet az első programból (réteg) és 40 a második programból.

E múlt évi minta alapján kiszámítjuk a hibaarányok varianciáját az alábbiak szerint (lásd a részleteket a 7.3.1.7. pontban):

$$\sigma_{r_1}^2 = \frac{1}{70-1} \sum_{i=1}^{70} (r_{1i} - \bar{r}_{1s})^2 = 0,000045$$

és

$$\sigma_{r_2}^2 = \frac{1}{40-1} \sum_{i=1}^{40} (r_{2i} - \bar{r}_{2s})^2 = 0,010909$$

Ez az alábbi eredményhez vezet

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{2\,506\,626\,292}{4\,199\,882\,024} \times 0,000045 + \frac{1\,693\,255\,732}{4\,199\,882\,024} \times 0,010909 = 0,004425$$

A hibaarányok varianciájára kapott e becslés alapján olyan helyzetben vagyunk, hogy kiszámíthatjuk a minta méretét. Mint már megállapítottuk, az ellenőrző hatóság elvárásai szerint szignifikáns különbségek mutatkoznak a két réteg között. Továbbá az irányítási és kontrollrendszer működéséről szóló jelentés alapján az ellenőrző hatóság 1,1 % körüli hibaarányra számít. Feltételezve a teljes könyv szerinti érték 2 %-ának megfelelő tolerálható hibát (ez a rendelet által megállapított lényegességi szint), vagyis $TE=2\% \times 4\,199\,882\,024=83\,997\,640$ és a várható hiba, azaz $AE=1,1\% \times 4\,199\,882\,024=46\,198\,702$, a minta mérete a következő:

$$n = \left(\frac{1,645 \times 4\,199\,882\,024 \times \sqrt{0,004425}}{83\,997\,640 - 46\,198\,702} \right)^2 \approx 148$$

A minta rétegenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV} \times n = \frac{2\,506\,626\,292}{4\,199\,882\,024} \times 148 \approx 89$$

$$n_2 = n - n_1 = 148 - 89 = 59.$$

E két mintaméret elvezet a nagy értékű rétegek esetében a bontás alábbi értékeihez: és

$$Bontás_1 = \frac{BV_1}{n_1} = \frac{2\,506\,626\,292}{89} = 28\,164\,340$$

és

$$Bontás_2 = \frac{BV_2}{n_2} = \frac{1\,693\,255\,731}{59} = 28\,699\,250$$

E két bontási érték felhasználásával 16 és 12 nagy értékű műveletet találunk az első, illetve a második rétegben.

Az 1. réteg mintavételi részére a mintaméretet úgy kapjuk meg, hogy a teljes mintaméretből (89) levonjuk a 16 nagy értékű műveletet, azaz 73 műveletet. Ugyanezt az elvet alkalmazva a második rétegre is, a második rétegben a mintavételi rész mintamérete $59-12=47$ művelet.

A következő lépés a mintavételi rétegekre a mintavételi intervallum kiszámítása lesz. A mintavételi intervallumokat az alábbi egyenletekkel számítjuk ki:

$$SI_1 = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} = \frac{1\,643\,963\,924}{73} = 22\,520\,054$$

és

$$SI_2 = \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} = \frac{1\,059\,467\,667}{47} = 22\,541\,865$$

Az alábbi táblázat összegezi a kapott eredményeket

A sokaság mérete (műveletek száma)	6 252
A sokaság mérete – 1. réteg	4 520
A sokaság mérete – 2. réteg	1 732
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referenciaidőszakban)	4 199 882 024 EUR
Könyv szerinti érték – 1. réteg	2 506 626 292 EUR
Könyv szerinti érték – 2. réteg	1 693 255 732 EUR
Mintaeredmények – 1. réteg	
Bontási érték	28 164 340 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	16
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	862 662 369 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	1 643 963 923 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	22 520 054 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	4 504
Mintaeredmények – 2. réteg	
Bontási érték	28 699 250 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	12
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	633 788 064 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	1 059 467 668 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	22 541 865 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	1 720

Az 1. réteg esetében a sokaság 4 504 fennmaradó műveletét (4 520 mínusz 16 nagy értékű művelet) tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív értéket. A 73 műveletből álló mintát (89 mínusz 16 nagy értékű művelet) pontosan ugyanazon eljárással vettük fel, mint amelyet a 7.3.1.7. pontban ismertettünk.

A 2. réteg esetében a sokaság fennmaradó 1 720 műveletéből (1 732 mínusz 12 nagy értékű művelet) álló fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A 47 műveletből (59 mínusz 12 nagy értékű művelet) álló mintát az előző bekezdésben foglaltak szerint vettük fel.

Az 1. réteg esetében a 16 nagy értékű műveletben nem találtunk hibát.

A 2. réteg esetében, a 12 nagy értékű műveletből 6-ban volt olyan hiba, amelynek összege 15 460 340 EUR-t tett ki.

A többi minta esetében a hibát eltérően kezeltük. E műveletek esetében az alábbi eljárást követjük:

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$
- 2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

$$EE_{hs} = SI_{hs} \sum_{i=1}^{n_{hs}} \frac{E_{hi}}{BV_{hi}}$$

Az 1. rétegben a nem teljesen ellenőrzendő sokaság esetében összegezzük a hibaarányokat, ezek összege 1 0234,

$$EE_{1s} = 22\,520\,054 \times 1,0234 = 23\,047\,023$$

és a 2. rétegre ez 1 176,

$$EE_{2s} = 22\,541\,865 \times 1,176 = 26\,509\,234.$$

A sokaság szintjén a kivetített hiba éppen megadja az összes komponens összegét, azaz a két réteg teljesen ellenőrzött részében talált hibák összegét, ami 15 460 340 EUR és a kivetített hibát mindkét rétegre:

$$EE = 15\,460\,340 + 23\,047\,023 + 26\,509\,234 = 65\,016\,597$$

ez megfelel az 1,55 %-os kivetített hibaarányoknak.

A pontosság kiszámításához mindkét mintavételi réteg esetében a hibaarányok varianciáit ki kell számítani a 7.3.1.7. pontban ismertetett eljárással.

$$s_{r1}^2 = \frac{1}{72-1} \sum_{i=1}^{72} (r_{1i} - \bar{r}_{1s})^2 = 0,000036$$

és

$$s_{r2}^2 = \frac{1}{48-1} \sum_{i=1}^{48} (r_{2i} - \bar{r}_{2s})^2 = 0,0081$$

A pontosságot az alábbi képlet adja meg:

$$SE = z \times \sqrt{\sum_{h=1}^H \frac{BV_{hs}^2}{n_{hs}} \times S_{rhs}^2}$$

$$SE = 1,645 \times \sqrt{\frac{1\,643\,963\,923^2}{73} \times 0,000036 + \frac{1\,059\,467\,668^2}{47} \times 0,0081}$$

$$= 22\,958\,216$$

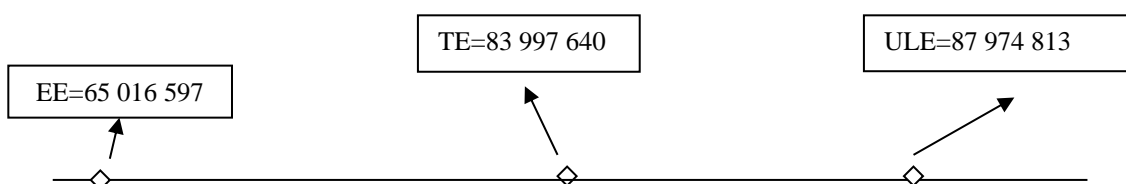
Megjegyzendő, hogy a mintavételi hibát csak a sokaság nem teljesen ellenőrzendő részeire kell kiszámítani, mivel a teljesen ellenőrzendő rétegben nincs figyelembe veendő mintavételi hiba.

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba *EE* és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = 65\,016\,597 + 22\,958\,216 = 87\,974\,813$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

A sokaság teljes könyv szerinti értéke 2 %-os lényegességi küszöbértékét (2 % x 4 199 882 024 EUR = 83 997 640 EUR) a kivetített eredményekkel összehasonlítva megállapítjuk, hogy a maximális tolerálható hiba nagyobb, mint a kivetített hiba, de nem éri el a felső határt. Az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.3.3. Pénzegységalapú mintavétel – két időszak

6.3.3.1. Bevezetés

Az ellenőrző hatóság úgy dönthet, hogy az év folyamán különböző időszakokban végez mintavételt, általában két félévben. Mint ahogy minden más mintavételi módszer esetében történik, e módszer fő előnye nem a minta méretének csökkentésével kapcsolatos, hanem zömmel azzal, hogy el lehet osztani az ellenőrzési munkaterhelést az év folyamán, és ezzel csökkenthető az a munkaterhelés, amelyet az év végén kellene elvégezni pusztán egyetlen megfigyelés alapján.

Ezzel a módszerrel az éves sokaság felosztásra kerül két részsokaságra, mindegyik megfelel az egyes félévek műveleteinek és kiadásainak. Független mintákat veszünk fel mindegyik félévre a standard pénzegységalapú mintavételi módszerrel.

6.3.3.2. A minta mérete

Első félév

Az ellenőrzés első időszakában (első félév) a globális minta méretet (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítjuk ki:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciáinak súlyozott középértéke mindegyik félévben úgy, hogy mindegyik félévben a súly egyenlő a félév könyv szerinti értéke (BV_t) és az egész sokaságra vetített könyv szerinti érték (BV) arányával.

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{BV_1}{BV} \sigma_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV} \sigma_{r2}^2$$

és σ_{rt}^2 a hibaarányok varianciája mindegyik félévben. A hibaarányok varianciája az alábbiak szerint számítható ki:

$$\sigma_{rt}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (r_{ti} - \bar{r}_t)^2, t = 1, 2$$

ahol $r_{ti} = \frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$ az egyedi hibaarányok a t félév mintájában lévő egységekre, és \bar{r}_t a t^{31} félévben lévő minta középérték hibaaránya.

Mindkét félévben a hibaarányok várható szórásainak értékeit a szakmai megítélés szerint kell megállapítani a korábbi ismeretek alapján. A standard pénzegység alapú mintavételi módszerre korábban bemutatott, alacsony mintaméretű előzetes/kísérleti minta alkalmazási lehetősége itt is fennáll, de csak az első félévre. Valójában a megfigyelés első pillanatában a második félévre a kiadások még nem történtek meg, és nincsenek objektív adatok (a korábbiakon túl). Ha kísérleti mintákat alkalmazunk, ezek általában a későbbiekben felhasználhatók az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként.

Ha nincsenek korábbi adatok vagy ismeretek a második félévben az adatok változékonyságának értékelésére, egyszerűsített módszer alkalmazható, az alábbiak szerint kiszámítva a globális mintaméretet:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{r1}}{TE - AE} \right)^2$$

Megjegyzendő, hogy ebben az egyszerűsített módszerben a megfigyelés első időszakában van szükség információra a hibaarányok változékonyságáról. Az ennek alapjául szolgáló feltételezés az, hogy a hibaarányok változékonysága mindkét félévben hasonló nagyságrendű lesz.

Megjegyzendő, hogy a korábbi kiegészítő információ hiányával kapcsolatos problémák általában a programozási időszak első évére korlátozódnak. Valójában az ellenőrzés első évében gyűjtött információ felhasználható a következő évben a mintaméret meghatározására.

Az is megjegyzendő, hogy a mintaméret számítására szolgáló képletek szükségessé teszik a BV_1 és BV_2 értékeket, azaz az első és a második félév teljes könyv szerinti értékét (jelentett kiadások). A mintaméret számításakor a BV_1 értéke ismert lesz, de a BV_2 értéke ismeretlen, és ki kell számítani az ellenőr elvárásai szerint (szintén a korábbi információ alapján).

A teljes mintaméret, n kiszámítása után félévenként a minta felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV} n$$

³¹ Valahányszor az i -edik egység (BV_i) nagyobb, mint BV_t/n_t , az $\frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$ arány helyébe az $\frac{E_{ti}}{BV_t/n_t}$ arányok lépnek.

és

$$n_2 = \frac{BV_2}{BV} n$$

Második félév

A megfigyelés első időszakában bizonyos feltételezésekkel éltünk a következő megfigyelési időszakokra nézve (általában a következő félévre). Ha a következő időszakokban a sokaság jellemzői szignifikánsan eltérnek a feltételezésektől, a következő időszakra a minta méretét esetleg ki kell igazítani.

Valójában az ellenőrzés második időszakában (például félév) több információ áll rendelkezésre:

- A második félévben a teljes könyv szerinti érték BV_2 pontosan ismert;
- Már ismert a hibaarányoknak az első félév mintájából kiszámított minta szórása, s_{r1} ;
- A hibaarányok második félévi szórása, σ_{r2} most pontosabban értékelhető valós adatokkal.

Ha ezek a paraméterek nem térnek el drámaian az első félévben az ellenőr várakozásai szerint becsültektől, a második félévre eredetileg tervezett mintaméret (n_2), nem igényel semmilyen kiigazítást. Mégis, ha az ellenőr úgy véli, hogy az eredeti elvárások szignifikánsan eltérnek a valós sokaság jellemzőitől, a minta mérete esetleg kiigazítható e pontatlan becslések figyelembevételére céljából. Ez esetben a második félévben a minta méretét újra ki kell számítani az alábbi képlettel:

$$n_2 = \frac{(z \times BV_2 \times \sigma_{r2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2}$$

ahol s_{r1} a hibaarányoknak az első félév mintájából kiszámított szórása, és σ_{r2} becslés a második félév hibaarányainak szórására a korábbi ismeretek alapján (végül kiigazítva az első félévből kapott információval) vagy a második félév előzetes/kísérleti mintája alapján.

6.3.3.3. A minta kiválasztása

Mindegyik félévben a minta kiválasztása pontosan követi a standard pénzegység alapú mintavételi módszerre leírt eljárást. Az eljárást itt az olvasó kedvéért megismételjük.

Mindegyik félév esetében a mintaméret meghatározása után meg kell állapítani a sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit, amelyek a 100 %-osan ellenőrzendő nagy értékű csoportba tartoznak. E felső csoport meghatározására szolgáló bontási érték egyenlő a félév könyv szerinti értéke (BV_t) és a tervezett mintaméret (n_t) közötti aránnyal. Minden tétel, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{ti} > \frac{BV_t}{n_t}$), a 100 %-on ellenőrzendő csoportba kerül.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportba sorolandó mintaméret, n_{ts} kiszámítható az n_t és a teljesen ellenőrzendő csoportban lévő mintavételi egységek (például műveletek) száma közötti különbséggént (n_{te}).

Végül mindegyik félévben a minták kiválasztása a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a méretarányos valószínűséggel történik, vagyis a tétel könyv szerinti értékével BV_{ti} arányosan. Népszerű mód a kiválasztásra a szisztematikus kiválasztás, amikor kiválasztunk egy intervallumot, amely egyenlő a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a teljes kiadásokkal (BV_{ts}) és elosztjuk a minta méretével (n_{ts})³², azaz

$$SI_t = \frac{BV_{ts}}{n_{ts}}$$

6.3.3.4. Kivetített hiba

A hibák sokaságra való kivetítését másképpen számítjuk ki a teljesen ellenőrzendő csoportokhoz tartozó egységek és a nem teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységek esetében.

A teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, vagyis azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} > \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba az e csoportokhoz tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}$$

A gyakorlatban:

- 1) Mindegyik t félév esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat.
- 2) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

³² Ha a sokaság egyes egységei még mindig ennél a mintavételi intervallumnál nagyobb kiadást mutatnak, akkor a 6.3.1.3. pontban ismertetett eljárást kell alkalmazni.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, azaz azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} \leq \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} \times \sum_{i=1}^{n_{1s}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} \times \sum_{i=1}^{n_{2s}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$
- 2) mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibarányokat a mintában lévő minden egységre
- 3) a t félévben megszorozzuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában a teljes kiadással (BV_{ts}); e kiadás egyenlő lesz a félév teljes kiadásaival mínusz a teljesen ellenőrzendő tételek kiadásai
- 4) mindegyik t félévben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{ts})
- 5) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.3.3.5. Pontosság

Mint a standard MUS módszernél is, a pontosság az extrapolációhoz kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Megadja a mintavételi hibát, és ki kell számítani, hogy ezután megkapjuk a konfidencia intervallumot.

A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$SE = z \times \sqrt{\frac{BV_{1s}^2}{n_{1s}} \times s_{r1s}^2 + \frac{BV_{2s}^2}{n_{2s}} \times s_{r2s}^2}$$

ahol s_{r2s} a t félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibarányok szórása (ugyanabból a mintából kiszámítva, amelyet a hibáknak a sokaságra való extrapolálására használtunk).

$$s_{rts}^2 = \frac{1}{n_{ts} - 1} \sum_{i=1}^{n_{ts}} (r_{ti} - \bar{r}_{ts})^2, t = 1, 2$$

ahol \bar{r}_{ts} egyenlő a t félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában lévő hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibaarány csak a nem teljesen ellenőrzendő csoportokra kerül kiszámításra, mivel a teljesen ellenőrzendő csoportokból nincs mintavételi hiba.

6.3.3.6. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából, pontosan ugyanazon módszert alkalmazva, mint amelyet a 6.3.1.6. pontban ismertettünk.

6.3.3.7. Példa

Általában az ellenőrzési év végén koncentrálódó ellenőrzési munkaterhelés előrejelzése céljából az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy két időszakra osztja el az ellenőrzési munkát. Az első félév végén az ellenőrző hatóság figyelembe vette a két félév mindegyikének megfelelő két csoportba osztott sokaságot. Az első félév végén a sokaság jellemzői a következők:

Az első félév végén jelentett kiadások	1 827 930 259 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	2 344

A múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett minden művelet általában már aktív az első félév sokaságában. Sőt, várható, hogy az első félév végén jelentett kiadások a referencia-időszak végén jelentett teljes kiadások kb. 35 %-át teszik ki. E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Jelentett kiadások (DE) az első félév végén	1 827 930 259 EUR
Jelentett kiadások (DE) a második félév végén (előre jelzett) 1 827 930 259 EUR/ 35 %-1 827 930 259 EUR) = 3 394 727 624 EUR)	3 394 727 624 EUR
Az évre előrejelzett teljes kiadás	5 222 657 883 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	2 344
A sokaság mérete (műveletek – második félév), előre jelzett	2 344

Az első időszak esetében a globális mintaméret (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítható ki:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciájának súlyozott átlaga mindegyik félévben, ahol mindegyik félévben a súly egyenlő a félév könyv szerinti értéke (BV_t) és a teljes sokaság könyv szerinti értéke (BV) közötti aránnyal.

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{BV_1}{BV} \sigma_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV} \sigma_{r2}^2$$

és σ_{rt}^2 a hibaarányok varianciája mindegyik félévben. A hibaarányok varianciája az alábbiak szerint számítható ki:

$$\sigma_{rt}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (r_{ti} - \bar{r}_t)^2, t = 1, 2, \dots, T$$

Mivel e varianciák ismeretlenek, az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy felvesz a folyó év első félévének végén 20 mintából álló előzetes mintát. Az első félévben ezen előzetes mintában a hibaarányok minta szórása 0,12. A szakmai megítélése alapján, és annak ismeretében, hogy a második félévben a kiadások általában nagyobbak, mint az első félévben, az ellenőrző hatóság egy olyan előzetes előrejelzést tesz a második félévre a hibaarányok szórásáról, hogy az 110 %-kal haladja meg az első félévi értéket, azaz 0,25. Így a hibaarányok varianciáinak súlyozott átlaga a következő:

$$\begin{aligned} \sigma_{rw}^2 &= \frac{1\ 827\ 930\ 259}{1\ 827\ 930\ 259 + 3\ 394\ 727\ 624} \times 0,12^2 \\ &+ \frac{3\ 394\ 727\ 624}{1\ 827\ 930\ 259 + 3\ 394\ 727\ 624} \times 0,25^2 = 0,0457 \end{aligned}$$

Az első félévben az ellenőrző hatóság az irányítási és kontrollrendszer működésének adott szintje mellett a 60 %-os konfidenciaszintet tekinti megfelelőnek. Egész évre a globális mintaméret:

$$n = \left(\frac{0,842 \times (1\,827\,930\,259 + 3\,394\,727\,624) \times \sqrt{0,0457}}{104\,453\,158 - 20\,890\,632} \right)^2 \approx 127$$

ahol z 0,842 (a 60 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint). A teljes könyv szerinti érték az első félév végén kapott valós könyv szerinti érték, plusz a második félévre előre jelzett könyv szerinti érték 3 394 727 624 EUR, ami azt jelenti, hogy a tolerálható hiba 2 % \times 5 222 657 883 EUR = 104 453 158 EUR. Az utolsó évi ellenőrzés 0,4 % hibaarányt jelzett előre. Így AE , a várható hiba 0,4 % \times 5 222 657 883 EUR = 20 890 632 EUR.

A minta félévenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV_1 + BV_2} = \frac{1\,827\,930\,259}{1\,827\,930\,259 + 3\,394\,727\,624} \times 127 \approx 45$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 82$$

Az első félévre meg kell határozni a sokaság 100 %-osan ellenőrzendő nagy értékű rétegbe tartozó (esetleges) egységeit. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_1) és a tervezett mintaméret (n_1) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{i1} > BV_1/n_1$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték 40 620 672 EUR. 11 művelet van, amelyek könyv szerinti értéke nagyobb a bontási értéknél. E műveletek teljes könyv szerinti értéke 891 767 519 EUR.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe (n_{1s}) sorolandó mintaméretet az n_1 és a teljesen ellenőrzendő rétegben lévő mintavételi egységek száma (n_e) különbségként határozzuk meg, s ez 34 művelet.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegben a minta kiválasztása a méretarányos valószínűséggel történik, azaz a BV_{is1} könyv szerinti értékű tétellel arányosan, szisztematikus kiválasztással, a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő teljes kiadásokkal egyenlő mintavételi intervallum (BV_{1s}) alkalmazásával, osztva a mintamérettel (n_{1s}), azaz

$$SI_{1s} = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} = \frac{1\,827\,930\,259 - 891\,767\,519}{34} = 27\,534\,198$$

A nem teljesen ellenőrzendő rétegben (BV_{1s}) a könyv szerinti érték éppen megadja a különbséget a teljes könyv szerinti érték és a felső rétegbe tartozó 11 művelet könyv szerinti értéke között.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Bontási érték – első félév	40 620 672 EUR
A műveletek száma, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – első félév	11
A műveletek könyv szerinti értéke – amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – első félév	891 767 519 EUR
BV_{s1} – első félév	936 162 740 EUR
n_{s1} – első félév	34
SI_{s1} – első félév	27 534 198 EUR

11 műveletből, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a mintavételi intervallumot, 6 hibás. Az e rétegben talált összes hiba 19 240 855 EUR.

A sokaságból a fennmaradó 2 333 műveletet tartalmazó fájl véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. 34 műveletből álló mintát vettünk fel a szisztematikus méretarányos eljárás alkalmazásával.

A 34 művelet értékét ellenőrizzük. Az első félévre a hibaarányok összege a következő:

$$\sum_{i=1}^{34} \frac{E_{i1s}}{BV_{i1s}} = 1,4256$$

Az első félévben a nem teljesen ellenőrzendő sokaság mintájában a hibaarányok szórása (lásd a részleteket a 6.3.1.7. pontban):

$$s_{r1s} = \sqrt{\frac{1}{34-1} \sum_{i=1}^{34} (r_{i1s} - \bar{r}_{1s})^2} = 0,085$$

ahol \bar{r}_{1s} egyenlő az első félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibaarányok egyszerű átlagával.

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félévben aktív műveletek teljes kiadásai már pontosan ismertek, a s_{r1} hibaarányok mintavariációját, amelyet az első félév mintájából számítottunk ki, már felhasználhatjuk, és a második félévre a σ_{r2} hibaarányok szórása most már pontosabban értékelhető a valós adatok előzetes mintája segítségével.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy az első félév végén a teljes kiadások tekintetében feltételezett 3 394 727 624 EUR érték túlbecsüli a 2 961 930 008 EUR valós értéket. Van még két járulékos paraméter, amelyekhez frissített adatokat kell használni.

Először a hibaarányok 34 műveletből álló első félévi mintán alapuló szórásának becslése 0,085 becslött értéket adott. Ezt az új értéket most fel kell használni a tervezett mintaméret újraértékelésére. Másrészt az eredeti becsléshez viszonyítva a második félév megnövekedett kiadásai alapján az ellenőrző hatóság óvatosabb módon a második félévre a hibaarányok szórását 0,30-ra becsüli az eredeti 0,25 helyett. A két félévre a hibaarányok szórásának frissített adatai távol állnak az eredeti becslésektől. Így a második félévre a mintát felül kell vizsgálni.

Paraméter	Az első félévi előrejelzés	A második félév végén
A hibaarányok szórása az első félévben	0,12	0,085
A hibaarányok szórása a második félévben	-0,25	0,30
Összes kiadás a második félévben	3 394 727 624 EUR	2 961 930 008 EUR

E kiigazításokat figyelembe véve a második félév újra kiszámított mintamérete a következő:

$$n_2 = \frac{(z \times BV_2 \times \sigma_{r2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2}$$

ahol s_{r1} az első félév mintájából kiszámított hibaarány szórása (ezt a mintát használtuk a kivetített hiba kiszámítására is) és σ_{r2} a második félévben a hibaarányok szórásának becslése:

$$n_2 = \frac{(0,842 \times 2\,961\,930\,008 \times 0,30)^2}{(95\,797\,205 - 19\,159\,441)^2 - 0,842^2 \times \frac{1\,827\,930\,259^2}{45} \times 0,085^2} \approx 102$$

ahol:

- $TE = (1\,827\,930\,259 \text{ EUR} + 2\,961\,930\,008 \text{ EUR}) \times 2\% = 95\,797\,205 \text{ EUR}$
- $AE = (1\,827\,930\,259 \text{ EUR} + 2\,961\,930\,008 \text{ EUR}) \times 0,4\% = 19\,159\,441 \text{ EUR}$

Meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzés tárgyát képező nagy értékű réteghez tartozó sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_2) és a tervezett mintaméret (n_2) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{i2} > BV_2/n_2$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték 29 038 529 EUR. 6 művelet van, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket. E műveletek teljes könyv szerinti értéke 415 238 983 EUR.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe sorolandó mintaméret, n_{2s} kiszámítása úgy történik, hogy a különbséget vesszük az n_2 és a teljesen ellenőrzendő rétegben lévő mintavételi egységek (például műveletek) száma (n_{2e}) között, vagyis ez 96 művelet

(102 a mintaméret, mínusz 6 nagy értékű művelet). Így az ellenőrnek a mintában választania kell a mintavételi intervallum segítségével:

$$SI_{2s} = \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} = \frac{2\,961\,930\,008 - 415\,238\,983}{96} = 26\,528\,032$$

A nem teljesen ellenőrzendő rétegben (BV_{2s}) a könyv szerinti érték éppen megadja a különbséget a teljes könyv szerinti érték és a felső rétegbe tartozó 6 művelet könyv szerinti értéke között.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Bontási érték – második félév	29 038 529 EUR
A műveletek száma, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – második félév	6
A műveletek könyv szerinti értéke, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – második félév	415 238 983 EUR
BV_{2s} – második félév	2 546 691 025 EUR
n_{2s} – második félév	96
SI_{2s} – második félév	26 528 032 EUR

6 olyan műveletből, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket, 4 hibás. Az e rétegben talált teljes hiba 9 340 755 EUR.

A második félévi sokaság megmaradó 2 338 műveletét tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. Felvettünk egy 96 műveletből álló mintát szisztematikus méretarányos eljárás segítségével.

E 96 művelet értékét ellenőriztük. A második félévben a hibaarányok összege a következő:

$$\sum_{i=1}^{96} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} = 1,1875$$

A második félév nem teljesen ellenőrzendő sokasága mintájában a hibaarányok szórása a következő:

$$s_{r_{2s}} = \sqrt{\frac{1}{96 - 1} \sum_{i=1}^{96} (r_{i_{2s}} - \bar{r}_{2s})^2} = 0,29$$

ahol \bar{r}_{2s} egyenlő a második félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibák sokaságra való kivetítése eltérően történik a teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó és a nem teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó tételek esetében.

A teljesen ellenőrzendő rétegek esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} > \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba az e rétegekhez tartozó tételekben talált hibák összege.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} = 19\,240\,855 + 9\,340\,755 = 28\,581\,610$$

A gyakorlatban:

- 1) Mindegyik t félév esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat.
- 2) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A nem teljesen ellenőrzendő csoport esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél kisebb vagy azzal egyenlő, könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} \leq \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} \times \sum_{i=1}^{n_{1s}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} \times \sum_{i=1}^{n_{2s}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}}$$

$$= \frac{936\,162\,740}{34} \times 1,4256 + \frac{2\,546\,691\,025}{96} \times 1,1875 = 70\,754\,790$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$
- 2) mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységre
- 3) a t félévben megszorozzuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában a teljes kiadással (BV_{ts}); e kiadás egyenlő lesz a félév teljes kiadásaival mínusz a teljesen ellenőrzendő tételek kiadásai
- 4) mindegyik t félévben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{ts})
- 5) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s = 28\,581\,610 + 70\,754\,790 = 99\,336\,400$$

megfelel 2,07 % kivetített hibaarányok.

A pontosság a kivetítéshez kapcsolódó bizonytalanság mértéke. A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$\begin{aligned}
 SE &= z \times \sqrt{\frac{BV_{1s}^2}{n_{1s}} \times s_{r1s}^2 + \frac{BV_{2s}^2}{n_{2s}} \times s_{r2s}^2} \\
 &= 0,842 \times \sqrt{\frac{936\,162\,740^2}{34} \times 0,085^2 + \frac{2\,546\,691\,025^2}{96} \times 0,29^2} \\
 &= 64\,499\,188
 \end{aligned}$$

ahol s_{rts} a már kiszámított hibaarányok szórása.

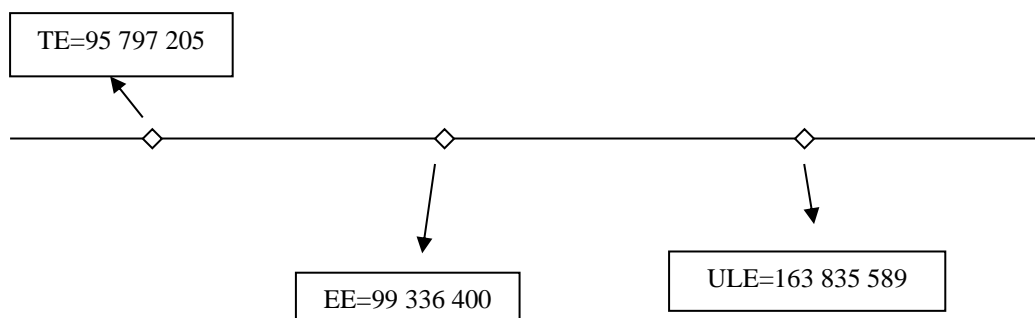
A mintavételi hibát csak a nem teljesen ellenőrzendő rétegekre számítjuk ki, mivel a teljesen ellenőrzött csoportokból nem ered mintavételi hiba.

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és a kivetítési pontosság összegével.

$$ULE = EE + SE = 99\,336\,400 + 64\,499\,188 = 163\,835\,589$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Ebben az adott esetben a kivetített hiba nagyobb a maximális tolerálható hibánál. Ez azt jelenti, az ellenőr levonhatja a következtetést, van elegendő bizonyíték annak igazolására, hogy a sokaságban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt.



6.3.4. Kétidőszakos rétegzett pénzegység alapú mintavétel

6.3.4.1. Bevezetés

Az ellenőrző hatóság dönthet úgy, hogy valamely rétegzett mintavételi tervet alkalmazza, és ezzel egyidejűleg az ellenőrzési tevékenységet az év során több időszakra (jellemzően két félévre, de hasonló logikával ennél több időszak is bevonható) kiterjeszti. Formális értelemben véve ez olyan új mintavételi tervet jelent, amiben egyszerre jelentkeznek a rétegzett MUS és a kétidőszakos MUS tulajdonságai. Ez a rész olyan módszerre tesz javaslatot, amely e kétféle tulajdonságokat egyesíti egyetlen mintavételi tervben.

Először is megjegyzendő, hogy az ilyen kombinált terv megvalósításával az ellenőrző hatóság egyszerre használhatja ki a rétegzés és a több időszakra kiterjedő mintavétel előnyeit. A rétegzés alkalmazásával lehetőség nyílik a pontosság javítására szemben a nem rétegzett tervekkel (esetleg kisebb mintaméret használatára azonos szintű pontosság mellett). A több időszakra kiterjedő megközelítés egyidejű alkalmazásával az ellenőrző hatóság a teljes évre széthúzhatja az ellenőrzési munkát, amivel csökkentheti az egyébként az év végére eső, csupán egyetlen megfigyelési időszakra alapozott munkaterhelést.

Ezzel a módszerrel a referencia-időszak sokasága felosztásra kerül két részsokaságra, mindegyik megfelel az egyes félévek műveleteinek és kiadásainak. Független mintákat veszünk fel mindegyik félévre a rétegzett pénzegység alapú mintavételi módszerrel. Kérjük, vegye figyelembe, hogy nem szükséges minden egyes ellenőrzési időszakra pontosan azonos rétegzést alkalmazni. Valójában a rétegzés típusa, sőt a rétegek száma is eltérhet a különböző ellenőrzési időszakokban.

6.3.4.2. A minta mérete

Első félév

Az ellenőrzés első időszakában (első félév) a globális minta méretet (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítjuk ki:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibák varianciájának súlyozott középértéke a rétegek teljes készletére és mindkét időszakra nézve. Az egyes félévekre eső rétegek súlya külön-külön megfelel a réteg könyv szerinti értéke (BV_{ht}) és a teljes sokaság könyv szerinti értéke, $BV = BV_1 + BV_2$ (mindkét félévre kiterjedően) közötti aránynak.

$$\sigma_{rw}^2 = \sigma_{rw1}^2 + \sigma_{rw2}^2$$

$$\sigma_{rw1}^2 = \sum_{i=1}^{H_1} \frac{BV_{h1}}{BV} \sigma_{rh1}^2, h = 1, 2, \dots, H_1;$$

$$\sigma_{rw2}^2 = \sum_{i=1}^{H_2} \frac{BV_{h2}}{BV} \sigma_{rh2}^2, h = 1, 2, \dots, H_2;$$

BV_{ht} a h réteg kiadását mutatja t időszakban, H_t a rétegek száma t időszakban, míg σ_{rht}^2 a hibaarányok varianciája az egyes félév minden egyes rétegében. A hibaarányok varianciája az egyes rétegek tekintetében az alábbiak szerint számítható ki:

$$\sigma_{rht}^2 = \frac{1}{n_{ht}^p - 1} \sum_{i=1}^{n_{ht}^p} (r_{hti} - \bar{r}_{ht})^2, h = 1, 2, \dots, H_t, t = 1, 2$$

ahol $r_{hti} = \frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$ a t félév h rétegének mintájában lévő egységek egyedi hibaaránya, és \bar{r}_{ht} a h rétegben és t^{33} félévben lévő minta középérték hibaaránya.

Mindkét félévben a hibaarányok várható szórásainak értékeit a szakmai megítélés szerint kell megállapítani a korábbi ismeretek alapján. Az első félév paramétereire való közelítés céljából a standard, két időszakra kiterjedő, pénzegység alapú mintavételi módszerre korábban bemutatott, alacsony mintaméretű előzetes/kísérleti minta alkalmazási lehetősége itt is fennáll. Ismételtlen a megfigyelés első pillanatában a második félévre a kiadások még nem történtek meg, és nincsenek objektív adatok (a korábbiakon túl). Ha kísérleti mintákat alkalmazunk, ezek általában a későbbiekben felhasználhatók az ellenőrzésre kiválasztott minta részeként.

Ha nincsenek korábbi adatok vagy ismeretek a második félévben az adatok változékonyságának értékelésére, egyszerűsített módszer alkalmazható, az alábbiak szerint kiszámítva a globális mintaméretet:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw1}}{TE - AE} \right)^2$$

Megjegyzendő, hogy ebben az egyszerűsített módszerben a megfigyelés első időszakában van szükség információra a hibaarányok változékonyságáról. Az ennek alapjául szolgáló feltételezés az, hogy a hibaarányok változékonysága mindkét félévben hasonló nagyságrendű lesz.

³³ Valahányszor az i -edik egység könyv szerinti értéke (BV_i) nagyobb a BV_{ht}/n_{ht} értéknél, az $\frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$ arány helyébe az $\frac{E_{hti}}{BV_{ht}/n_{ht}}$ arány lép.

Megjegyzendő, hogy a korábbi kiegészítő információ hiányával kapcsolatos problémák általában a programozási időszak első évére korlátozódnak. Valójában az ellenőrzés első évében gyűjtött információ felhasználható a következő évben a mintaméret meghatározására.

Az is megjegyzendő, hogy a mintaméret számítására szolgáló képletek szükségessé teszik a BV_{h1} ($h = 1, 2, \dots, H_1$) és a BV_{h2} ($h = 1, 2, \dots, H_2$) értékeket, azaz minden egyes rétegben az első és a második félév teljes könyv szerinti értékét (jelentett kiadások). A mintaméret számításakor a BV_{h1} ($h = 1, 2, \dots, H_1$) értéke ismert lesz, de a BV_{h2} ($h = 1, 2, \dots, H_2$) értéke ismeretlen, és ki kell számítani az ellenőr elvárásai szerint (szintén a korábbi információk és/vagy a programot irányító vagy az igazoló hatóságok előrejelzései alapján).

A teljes mintaméret, n kiszámítása után rétegenként és félévenként a minta felosztása a következő:

$$n_{h1} = \frac{BV_{h1}}{BV} n$$

és

$$n_{h2} = \frac{BV_{h2}}{BV} n$$

ahol $BV = BV_1 + BV_2$ a teljes előrejelzett kiadás a referencia-időszakra.

A korábbiaknak megfelelően megjegyzendő, hogy ez egy általános elosztási mód, ahol a minta el van osztva rétegekre, a rétegek kiadásaival (könyv szerinti érték) arányosan, noha más elosztási módszerek is rendelkezésre állnak. Jobban egyénre szabott elosztás bizonyos esetekben további pontosságot eredményezhet, vagy csökkentheti a minta méretét. Az adott specifikus sokaságra vonatkozó más elosztási módszerek pontos alkalmazása a mintavételi elméletben való technikai jártasságot igényel, és ezen iránymutatás körén kívül esik.

Második félév

A megfigyelés első időszakában bizonyos feltételezésekkel éltünk a következő megfigyelési időszakokra nézve (általában a következő félévre). Ha a következő időszakokban a sokaság jellemzői szignifikánsan eltérnek a feltételezésektől, a következő időszakra a minta méretét esetleg ki kell igazítani.

Valójában az ellenőrzés második időszakában (például félév) több információ áll rendelkezésre:

- A második félév egyes rétegeiben a teljes könyv szerinti érték BV_{h2} ($h = 1, 2, \dots, H_2$) pontosan ismert;

- Már ismert a hibaarányoknak az első félév mintájából kiszámított minta szórása, s_{rh1} ($h = 1, 2, \dots, H_1$);
- A rétegekhez tartozó hibaarányok második félévi szórása, σ_{rh2} ($h = 1, 2, \dots, H_2$) most pontosabban értékelhető valós adatokkal (pl. kísérleti minták alapján).

Amennyiben a sokaság e paramétereire vonatkozó kezdeti előrejelzések szignifikánsan eltérnek a valós sokaság jellemzőitől, a minta mérete esetleg kiigazítható a 2. félévre e pontatlan becslések figyelembevételével. Ez esetben a második félévben a minta méretét újra ki kell számítani az alábbi képlettel:

$$n_2 = \frac{z^2 \times BV_2 \times \sum_{h=1}^{H_2} (BV_{h2} \cdot \sigma_{rh2}^2)}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \sum_{h=1}^{H_2} \left(\frac{BV_{h1}^2}{n_{h1}} \cdot s_{rh1}^2 \right)}$$

ahol s_{rh1} a hibaarányoknak az első félév részmintáiból kiszámított szórása az egyes rétegekre, h (ha már rendelkezésre áll), és σ_{rh2} becslés a második félév egyes rétegeihez tartozó hibaarányok szórására a korábbi ismeretek alapján (végül kiigazítva az első félévből kapott információval) vagy a második félév előzetes/kísérleti mintája alapján.

A 2. félévre vonatkozóan a globális mintaméret újraszámítását követően a rétegenkénti elosztás az alábbiak szerint egyértelmű:

$$n_{h2} = \frac{BV_{h2}}{BV_2} n_2, (h = 1, 2, \dots, H_2)$$

6.3.4.3. A minta kiválasztása

Mindegyik félévben a minta kiválasztása pontosan követi a rétegzett pénzegység alapú mintavételi módszerre leírt eljárást. Az eljárást az áttekintés megkönnyítése érdekében itt megismételjük.

Minden egyes félévre és minden egyes h rétegben két komponens lesz: a h rétegen belüli teljesen ellenőrzendő csoport (azaz az a csoport, amely a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaz, $BV_{hti} > \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$); és a h rétegen belüli mintavételi csoport (vagyis az a csoport, amely a bontási értéknél kisebb, vagy azzal egyenértékű mintavételi egységeket tartalmaz, $BV_{hti} \leq \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$, esetleg egyéb újraszámolt bontási érték, amennyiben vannak olyan tételek, ahol a könyv szerinti értékek az intervallum felett vagy a bontási értékek alatt vannak).

Az egyes félévek vonatkozásában a mintaméret meghatározása után mindegyik eredeti rétegben (h) ellenőrizni kell a sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. E felső csoport meghatározása céljából a bontási érték egyenlő a réteg könyv szerinti értéke (BV_{ht}) és a tervezett mintaméret (n_{ht}) arányával. Az egyes h rétegekben minden tétel, amelynek

könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{hti} > \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$), a 100 %-on ellenőrzendő csoportba kerül.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportba sorolandó mintaméret, n_{hts} , az n_{ht} és a réteg teljesen ellenőrzendő csoportjában lévő mintavételi egységek (például műveletek) száma (n_{hte}) közötti különbséggént kerül kiszámításra.

Végül mindegyik félévben a minták kiválasztása az egyes rétegekhez tartozó, nem teljesen ellenőrzendő csoportban a méretarányos valószínűséggel történik, vagyis a tétel könyv szerinti értékével arányosan BV_{hti} . A szisztematikus kiválasztás révén történő kiválasztás népszerű módja az, hogy a réteg nem teljesen ellenőrzendő csoportjában a teljes kiadással egyenlő kiválasztási intervallumot (BV_{hts}) alkalmazunk, és elosztjuk a minta méretével (n_{hts})³⁴, azaz

$$SI_{hts} = \frac{BV_{hts}}{n_{hts}}$$

Megjegyzendő, hogy minden egyes félévben több független minta kiválasztásakor mindegyik eredeti rétegre külön ki kell egyet választani.

6.3.4.4. Kivetített hiba

A hibák sokaságra való kivetítését másképpen számítjuk ki a teljesen ellenőrzendő csoportokhoz tartozó egységek és a nem teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységek esetében.

A teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, vagyis azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hti} > \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$, a kivetített hiba az e csoportokhoz tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{h=1}^{H_1} \sum_{i=1}^{n_{h1}} E_{h1i} + \sum_{h=1}^{H_2} \sum_{i=1}^{n_{h2}} E_{h2i}$$

A gyakorlatban:

- 1) Minden egyes t félév tekintetében, mindegyik h réteg esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat;
- 2) Összegezzük a korábbi eredményeket a $H_1 + H_2$ rétegek teljes készletén.

³⁴ Ha a sokaság egyes egységei még mindig ennél a mintavételi intervallumnál nagyobb kiadást mutatnak, akkor a 6.3.1.3. pontban ismertetett eljárást kell alkalmazni.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, azaz azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hti} \leq \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \sum_{h=1}^{H_1} \left(\frac{BV_{h1s}}{n_{h1s}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{h1s}} \frac{E_{h1i}}{BV_{h1i}} \right) + \sum_{h=1}^{H_2} \left(\frac{BV_{h2s}}{n_{h2s}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{h2s}} \frac{E_{h2i}}{BV_{h2i}} \right)$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$
- 2) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységre
- 3) mindegyik h rétegben a t félév során megszorozzuk a korábbi eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában lévő teljes kiadásokkal (BV_{hts}); e kiadások egyenlőek a rétegben lévő teljes kiadásokkal, levonva belőlük a réteghez tartozó, teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó tételek kiadásait.
- 4) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{hts})
- 5) összegezzük a kapott eredményeket a $H_1 + H_2$ rétegek teljes készletén.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.3.4.5. Pontosság

Mint a standard, két időszakra kiterjedő MUS módszernél is, a pontosság az extrapolációhoz (kivetítéshez) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. Megadja a mintavételi hibát, és ki kell számítani, hogy ezután megkapjuk a konfidencia intervallumot.

A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$SE = z \times \sqrt{\sum_{h=1}^{H_1} \left(\frac{BV_{h1s}^2}{n_{h1s}} \cdot s_{rh1s}^2 \right) + \sum_{h=1}^{H_2} \left(\frac{BV_{h2s}^2}{n_{h2s}} \cdot s_{rh2s}^2 \right)}$$

ahol s_{rhts} a t félév h rétegéhez tartozó, nem teljesen ellenőrzendő csoport mintájában a hibaarányok szórása (ugyanabból a mintából kiszámítva, amelyet a hibáknak a sokaságra való extrapolálására használtunk).

$$s_{rhts}^2 = \frac{1}{n_{hts} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hts}} (r_{hti} - \bar{r}_{hts})^2$$

ahol \bar{r}_{hts} egyenlő a t félév h rétegéhez tartozó, nem teljesen ellenőrzendő csoport mintájában lévő hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibaarány csak a nem teljesen ellenőrzendő csoportokra kerül kiszámításra, mivel a teljesen ellenőrzendő csoportokból nincs mintavételi hiba.

6.3.4.6. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga az EE kivetített hiba és az extrapoláció pontossága összegével.

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából, pontosan ugyanazon módszert alkalmazva, mint amelyet a 6.3.3.6. pontban ismertettünk.

6.3.4.7. Példa

Általában az ellenőrzési év végén koncentrálódó ellenőrzési munkaterhelés előrejelzése céljából az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy két időszakra osztja el az ellenőrzési munkát. Az első félév végén az ellenőrző hatóság figyelembe veszi a két félév mindegyikének megfelelő két csoportba osztott sokaságot. Ráadásul a sokaság két különböző programot ölel fel, és az ellenőrző hatóság okkal véli úgy, hogy a programokon belül eltérő hibaarányok vannak. Mindezen információkat szem előtt tartva – miközben a munkaterhet két időszak között megosztja – az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy programonként rétegzi a sokaságot.

Az első félév végén a sokaság jellemzői a következők:

Az első félév végén jelentett kiadások	42 610 732 EUR
1. program	27 623 498 EUR
2. program	14 987 234 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	5 603
1. program	3 257
2. program	2 346

A múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett minden művelet általában már aktív az első félév sokaságában. Továbbá, a múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság azt várja, hogy a második félévben jelentett kiadás a két program tekintetében, bár eltérő mértékben, de megemelkedik. A várakozások szerint a második félévre a jelentett kiadás 40 %-kal nő az 1. program esetében, illetve 10 %-kal emelkedik a 2. programnál. E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Az első félév végén jelentett kiadások	42 610 732 EUR
1. program	27 623 498 EUR
2. program	14 987 234 EUR
A második félév végén jelentett kiadás (várható)	55 158 855 EUR
1. program (27 623 498 EUR x 1,4)	38 672 897 EUR
2. program (14 987 234 EUR x 1,1)	16 485 957 EUR
Az évre előrejelzett teljes kiadás	97 769 587 EUR
1. program	66 296 395 EUR
2. program	31 473 191 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	5 603
1. program	3 257
2. program	2 346
A sokaság mérete (műveletek – második félév), előre jelzett	5 603
1. program	3 257
2. program	2 346

Az ellenőrzés első félévére a globális mintaméret (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítható ki:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibák varianciájának súlyozott középértéke a rétegek teljes készletére és mindkét időszakra nézve. Az egyes félévekre eső rétegek súlya külön-külön megfelel a

réteg könyv szerinti értéke (BV_{ht}) és a teljes sokaság könyv szerinti értéke, $BV=BV_1+BV_2$ (mindkét félévre kiterjedően) közötti aránynak.

$$\sigma_{rw}^2 = \sigma_{rw1}^2 + \sigma_{rw2}^2$$

$$\sigma_{rw1}^2 = \sum_{i=1}^2 \frac{BV_{h1}}{BV} \sigma_{rh1}^2, h = 1,2;$$

$$\sigma_{rw2}^2 = \sum_{i=1}^2 \frac{BV_{h2}}{BV} \sigma_{rh2}^2, h = 1,2;$$

BV_{ht} a $h, h=1,2$, réteg kiadását mutatja t időszakban, és σ_{rht}^2 a hibaarányok varianciája az egyes félévek minden egyes rétegében. A hibaarányok varianciája az egyes rétegek tekintetében az alábbiak szerint számítható ki:

$$\sigma_{rht}^2 = \frac{1}{n_{ht}^p - 1} \sum_{i=1}^{n_{ht}^p} (r_{hti} - \bar{r}_{ht})^2, h = 1,2, t = 1,2$$

ahol $r_{hti} = \frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$ a t félév h rétegének mintájában lévő egységek egyedi hibaaránya, és \bar{r}_{ht} a h rétegben és t^{35} félévben lévő minta középérték hibaaránya.

Mivel e varianciák ismeretlenek, az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy minden egyes rétegben (programban) felvesz az aktuális referencia-időszak első félévének végén egy 20 mintából álló előzetes mintát. Az első félévben ezen előzetes mintában a hibaarányok minta szórása 0,0924 az 1. program, illetve 0,0515 a 2. program esetében. Szakmai megítélésére alapozva az ellenőrző hatóság azt várja, hogy a második félév tekintetében a hibaarányok szórása 40 %-kal, illetve 10 %-kal, azaz 0,1294 és 0,0567 mértékben emelkedik. Így a hibaarányok varianciáinak súlyozott átlaga a következő:

$$\sigma_{rw}^2 = 0,0028188 + 0,0071654 = 0,009984,$$

amennyiben mindkét félév vonatkozásában a súlyozott átlag a következő:

$$\sigma_{rw1}^2 = \frac{27\,623\,498}{97\,769\,587} \times 0,0924^2 + \frac{14\,987\,234}{97\,769\,587} \times 0,0515^2 = 0,0028188$$

$$\sigma_{rw2}^2 = \frac{38\,672\,897}{97\,769\,587} \times 0,1294^2 + \frac{16\,485\,957}{97\,769\,587} \times 0,0567^2 = 0,0071654$$

³⁵ Valahányszor az i -edik egység (BV_i) nagyobb a BV_{ht}/n_{ht} értéknél, az $\frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$ arány helyébe az $\frac{E_{hti}}{BV_{ht}/n_{ht}}$ arány lép.

Az első félévben, az irányítási és kontrollrendszer működésének adott szintje mellett az ellenőrző hatóság a 90 %-os konfidenciaszintet tekinti megfelelőnek. Egész évre a globális mintaméret:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,645 \times 97\,769\,587 \times \sqrt{0,009984}}{1\,955\,392 - 391\,078} \right)^2 \approx 106$$

ahol z 1,645 (a 90 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint). A teljes könyv szerinti érték az első félév végén kapott valós könyv szerinti érték, plusz a második félévi várható könyv szerinti érték, tehát a tolerálható hiba 2 % x 97 769 587 EUR = 1 955 392 EUR. Az utolsó évi ellenőrzés 0,4 % hibaarányt jelzett előre. Így AE , a várható hiba 0,4 % x 97 769 587 EUR = 391 078 EUR.

A minta félévenkénti és rétegenkénti felosztása a következő:

$$n_{h1} = \frac{BV_{h1}}{BV} n, h = 1,2; n_{11} = \frac{27\,623\,498}{97\,769\,587} \times 106 \cong 30; n_{21} = \frac{14\,987\,234}{97\,769\,587} \times 106 \cong 17$$

és

$$n_{h2} = \frac{BV_{h2}}{BV} n, h = 1,2; n_{12} = \frac{38\,672\,897}{97\,769\,587} \times 106 \cong 42; n_{22} = \frac{16\,485\,957}{97\,769\,587} \times 106 \cong 18$$

Az első félévre meg kell határozni a sokaság 100 %-osan ellenőrzendő nagy értékű rétegbe tartozó (esetleges) egységeit mindkét program esetében. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_{h1}) és a tervezett mintaméret (n_{h1}) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{ih1} > BV_{h1}/n_{h1}$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni.

Az első félévhez tartozó e két mintaméret (30 és 17) mindkét programnál elvezet a nagy értékű rétegek esetében a bontás alábbi értékeihez:

$$Bontás_{11} = \frac{BV_{11}}{n_{11}} = \frac{27\,623\,498}{30} = 920\,783$$

és

$$Cut - off_{21} = \frac{BV_{21}}{n_{21}} = \frac{14\,987\,234}{17} = 881\,602$$

E két bontási érték alkalmazásával az 1. és 2. programban 3, illetve 4 nagy értékű műveletet lehet találni, amelyek könyv szerint értéke rendre 3 475 552 EUR és 4 289 673 EUR.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe, (n_{h1s}), kerülő mintavételi méretet az n_{h1} és a teljesen ellenőrzendő rétegbe kerülő mintavételi egységek száma közötti különbséggént számítjuk ki. Az 1. program mintavételi részére a mintaméretet úgy kapjuk meg, hogy a teljes mintaméretből (30) levonjuk a 3 nagy értékű műveletet, tehát az eredmény 27 művelet. Ugyanezt az elvet alkalmazva a 2. programra is, a mintavételi rész mintamérete $17-4=13$ művelet.

A következő lépés a mintavételi rétegekre a mintavételi intervallum kiszámítása lesz. A mintavételi intervallumokat az alábbi egyenletekkel számítjuk ki:

$$SI_{11} = \frac{BV_{11s}}{n_{11s}} = \frac{27\,623\,498 - 3\,475\,552}{27} = 894\,368$$

és

$$SI_{21} = \frac{BV_{21s}}{n_{21s}} = \frac{14\,987\,234 - 4\,289\,673}{13} = 822\,889$$

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Könyv szerinti érték (a kiadások összege az első félév végén)	42 610 732 EUR
Könyv szerinti érték – 1. program	27 623 498 EUR
Könyv szerinti érték – 2. program	14 987 234 EUR
Mintaeredmények – 1. program	
Bontási érték	920 783 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	3
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	3 475 552 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	24 147 946 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	894 368 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	3 254
Mintaeredmények – 2. program	
Bontási érték	881 602 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	4
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	4 289 673 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	10 697 561 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	822 889 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	2 342

A nem teljesen ellenőrzendő rétegben a minta kiválasztása a méretarányos valószínűséggel történik, azaz a tétel a könyv szerinti értékével, BV_{ih1s} -vel arányosan szisztematikus kiválasztás mellett.

Az 1. program esetében az első félév végén a sokaság fennmaradó 3 254 műveletéből (3 257 mínusz 3 nagy értékű művelet) álló fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A 27 műveletből álló mintát (30 mínusz 3 nagy értékű művelet) pontosan ugyanazon eljárással vettük fel, mint amelyet a 6.3.1.7. pontban ismertettünk.

A 2. program esetében, az első félév végén a sokaság fennmaradó 2 342 műveletéből (2 346 mínusz 4 nagy értékű művelet) álló fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A 13 műveletből (17 mínusz 4 nagy értékű művelet) álló mintát az előző bekezdésben foglaltak szerint vettük fel.

Az 1. program esetében, a 3 nagy értékű műveletben a fellelt teljes hiba mértéke 13 768 EUR volt. A 2. program esetében a nagy értékű rétegben nem voltak hibák.

A mintavétel tárgyát képező 40 művelet (27 + 13) kiadása kerül ellenőrzésre. Az első félév végén, az 1. program esetében a mintákban lévő hibaarányok összege:

$$\sum_{i=1}^{27} \frac{E_{i11s}}{BV_{i11s}} = 0,0823.$$

Az első félév végén, a 2. program esetében a mintákban lévő hibaarányok összege:

$$\sum_{i=1}^{13} \frac{E_{i21s}}{BV_{i21s}} = 0,1145$$

Az első félévben a nem teljesen ellenőrzendő sokaság mintájában a hibaarányok szórása mindkét program esetében:

$$s_{r11s} = \sqrt{\frac{1}{27-1} \sum_{i=1}^{27} (r_{i11s} - \bar{r}_{11s})^2} = 0,0868$$

$$s_{r21s} = \sqrt{\frac{1}{13-1} \sum_{i=1}^{13} (r_{i21s} - \bar{r}_{21s})^2} = 0,0696$$

ahol \bar{r}_{h1s} , $h = 1,2$, egyenlő az első félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibaarányok egyszerű átlagával.

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félévben aktív műveletek teljes kiadásai már pontosan ismertek, a hibaarányok mintavariáciája mindkét program esetében, s_{r11} és s_{r21} , az első félév rétegmintáiból már fel lehetett használni, továbbá a második félévre a hibaarányok szórása mindkét program esetében, σ_{r12} és σ_{r22} , most már pontosabban értékelhető a valós adatok előzetes mintája segítségével.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy az első félév végén a második félévi kiadások tekintetében feltételezett 55 158 855 EUR érték túlbecsüli a 49 211 269 EUR valós értéket. Van még két járulékos paraméter, amelyekhez frissített adatokat kell használni.

Először a hibaarányok 27 és 13 műveletből álló, első félévi programok mintáin alapuló szórásának becslése 0,0868, illetve 0,0696 becslült értéket adott. Ezeket az új értékeket

most fel kell használni a tervezett mintaméret újraértékelésére. Másrészt a második félév mindkét programjának egy-egy előzetes mintája alapján az ellenőrző hatóság óvatosabban jár el a második félévre a hibaarányok szórásának becslésekor, mivel azt 0,0943, illetve 0,0497 értéken becsüli az eredeti 0,1294 és 0,0567 értékek helyett. A két félévbéli két programra a hibaarányok szórásának frissített adatai távol állnak az eredeti becslésektől. Így a második félévre a mintát felül kell vizsgálni.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket:

Paraméter	Az első félév végén elvégzett előrejelzés	A második félév végén
A hibaarányok szórása az első félévben		
1. program	0,0924	0,0868
2. program	0,0515	0,0696
A hibaarányok szórása a második félévben		
1. program	0,1294	0,0943
2. program	0,0567	0,0497
Összes kiadás a második félévben		
1. program	38 672 897 EUR	32 976 342 EUR
2. program	16 485 957 EUR	16 234 927 EUR

E három kiigazítástípust figyelembe véve a második félév újra kiszámított mintamérete a következő:

$$n_2 = \frac{z^2 \times BV_2 \times \sum_{h=1}^2 (BV_{h2} \cdot \sigma_{rh2}^2)}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \sum_{h=1}^2 \left(\frac{BV_{h1}^2}{n_{h1}} \cdot s_{rh1}^2 \right)}$$

ahol s_{rh1} az első félév részmintájából minden egyes rétegre h , $h=1,2$, kiszámított hibaarányok szórása, és σ_{rh2} a második félév minden egyes rétegében a hibaarányok szórásának becslése az előzetes minták alapján:

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{1,645^2 \times 49\,211\,269 \times (32\,976\,342 \times 0,0943^2 + 16\,234\,927 \times 0,0497^2)}{(1\,836\,440 - 367\,288)^2 - 1,645^2 \times \left(\frac{27\,623\,498^2}{30} \times 0,0868^2 + \frac{14\,987\,234^2}{17} \times 0,0696^2 \right)} \\ &\cong 31 \end{aligned}$$

Ezen aktualizált adatok alapján a kívánt pontosság eléréséhez szükséges mintaméret 31 művelet az első félév végén tervezett 60 művelettel szemben. A programonkénti elosztás immár egyértelmű:

$$n_{12} = \frac{BV_{12}}{BV_2} n_2 = \frac{32\,976\,342}{49\,211\,269} \times 31 \cong 21$$

$$n_{22} = 31 - 21 = 10$$

Meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzés tárgyát képező nagy értékű rétegekhez tartozó sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. E felső rétegek meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_{h2}) és a tervezett mintaméret (n_{h2}) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezeket a bontási értékeket (ha $BV_{ih2} > BV_{h2}/n_{h2}$, $h = 1,2$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ezekben az esetekben a bontási értékek:

A második félévhez tartozó e két aktualizált mintaméret (21 és 10) mindkét programnál elvezet a nagy értékű rétegek esetében a bontás alábbi értékeihez:

$$Bontás_{12} = \frac{BV_{12}}{n_{12}} = \frac{32\,976\,342}{21} = 1\,570\,302$$

és

$$Bontás_{22} = \frac{BV_{22}}{n_{22}} = \frac{16\,243\,927}{10} = 1\,624\,393$$

Az 1. programban 3, míg a 2. programban 2 olyan művelet van, melyek könyv szerinti értéke nagyobb a vonatkozó bontási értéknél. E műveletek teljes könyv szerinti értéke 7 235 619 EUR az 1. programban, illetve 4 329 527 EUR a 2. programban.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegekbe, n_{12s} és n_{22s} , sorolandó mintaméretet az n_{h2} , $h = 1,2$ és a vonatkozó, teljesen ellenőrzendő rétegben lévő mintavételi egységek (pl. műveletek) száma különbségeként határozzuk meg, és ez 14 művelet az 1. program (21 a második félévben az 1. program aktualizált mintamérete szerint, mínusz a 7 nagy értékű művelet), illetve 6 művelet a 2. program (10 a második félévben a 2. program aktualizált mintamérete szerint, mínusz a 4 nagy értékű művelet) esetében. Így az ellenőrnek a fennmaradó mintákban választania kell a mintavételi intervallum segítségével:

$$SI_{12s} = \frac{BV_{12s}}{n_{12s}} = \frac{32\,976\,342 - 7\,235\,619}{18} = 1\,430\,040$$

$$SI_{22s} = \frac{BV_{22s}}{n_{22s}} = \frac{16\,234\,927 - 4\,329\,527}{8} = 1\,489\,300$$

A nem teljesen ellenőrzendő rétegekben (BV_{12s} és BV_{22s}) a könyv szerinti érték éppen a réteg teljes könyv szerinti értéke és a vonatkozó nagy értékű műveletek könyv szerinti értéke közötti különbség.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Könyv szerinti érték (a második félévben jelentett kiadás)	49 211 269 EUR
Könyv szerinti érték – 1. program	32 976 342 EUR
Könyv szerinti érték – 2. program	16 234 927 EUR
Mintaeredmények – 1. program	
Bontási érték	1 570 302 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	3
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	7 235 619 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	25 740 723 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	1 430 040 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	3 254
Mintaeredmények – 2. program	
Bontási érték	1 623 493 EUR
A bontási érték feletti műveletek száma	2
A bontási érték feletti műveletek könyv szerinti értéke	4 329 527 EUR
A műveletek könyv szerinti értéke (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	11 914 400 EUR
Mintavételi intervallum (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	1 489 300 EUR
A műveletek száma (nem teljesen ellenőrzendő sokaság)	2 344

Egyik program esetében sem lehetett hibákat találni a nagy értékű műveletek kiadásaiban.

Az 1. program esetében a 3 254 műveletből (3 257 mínusz 3 nagy értékű művelet) fájlt és a második félévben jelentett, vonatkozó kiadást véletlenszerűen osztályozzák, és felvesznek egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A 18 műveletből álló mintát (21 mínusz 3 nagy értékű művelet) pontosan ugyanazon eljárással vesszük fel, mint korábban.

A 2. program esetében a 2 344 műveletből (2 346 mínusz 2 nagy értékű művelet) fájlt és a második félévben jelentett, vonatkozó kiadást véletlenszerűen osztályozzák, és felvesznek egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. 8 művelet (10 mínusz 3 nagy értékű művelet) mintaértékét vesszük a méretarányos valószínűség segítségével.

A 26 (18 + 8) művelet kiadását ellenőrizzük. A második félév végén, az 1. program esetében a mintákban lévő hibaarányok összege:

$$\sum_{i=1}^{18} \frac{E_{i12s}}{BV_{i12s}} = 0,1345.$$

Az első félév végén, a 2. program esetében a mintákban lévő hibaarányok összege:

$$\sum_{i=1}^8 \frac{E_{i22s}}{BV_{i22s}} = 0,0934$$

Az első félévben a nem teljesen ellenőrzendő sokaság mintájában a hibaarányok szórása mindkét program esetében:

$$s_{r_{12s}} = \sqrt{\frac{1}{18-1} \sum_{i=1}^{18} (r_{i12s} - \bar{r}_{12s})^2} = 0,0737$$

$$s_{r_{22s}} = \sqrt{\frac{1}{8-1} \sum_{i=1}^8 (r_{i22s} - \bar{r}_{22s})^2} = 0,0401$$

ahol \bar{r}_{h2s} , $h = 1,2$, egyenlő a második félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibák sokaságra való kivetítését másképpen számítjuk ki a teljesen ellenőrzendő csoportokhoz tartozó egységek és a nem teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységek esetében.

A nagy értékű rétegek esetében, vagyis azokban a csoportokban, amelyek a bontási értékeknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hti} > \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$, a kivetített hiba az e csoportokhoz tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{h=1}^2 \sum_{i=1}^{n_{h1}} E_{h1i} + \sum_{h=1}^2 \sum_{i=1}^{n_{h2}} E_{h2i} = 13\,768$$

A gyakorlatban:

- 1) Minden egyes félév tekintetében, mindegyik h réteg esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoportba tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat;
- 2) Összegezzük a korábbi eredményeket a rétegek teljes készletén.

A nem teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, azaz azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hti} \leq \frac{BV_{ht}}{n_{ht}}$, a kivetített hiba a következő:

$$\begin{aligned}
 EE_s &= \sum_{h=1}^2 \left(\frac{BV_{h1s}}{n_{h1s}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{h1s}} \frac{E_{h1i}}{BV_{h1i}} \right) + \sum_{h=1}^2 \left(\frac{BV_{h2s}}{n_{h2s}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{h2s}} \frac{E_{h2i}}{BV_{h2i}} \right) \\
 &= 894\,368 \times 0,0823 + 822\,889 \times 0,1145 + 1\,430\,040 \times 0,1345 \\
 &\quad + 1\,489\,300 \times 0,0934 = 499\,268
 \end{aligned}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{hti}}{BV_{hti}}$
- 2) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységre
- 3) mindegyik h rétegben a t félév során megszorozzuk a korábbi eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában lévő teljes kiadásokkal (BV_{hts}); e kiadások egyenlőek a rétegben lévő teljes kiadásokkal, levonva belőlük a réteghez tartozó, teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó tételek kiadásait.
- 4) minden egyes h rétegben, mindegyik t félévben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{hts})
- 5) összegezzük a kapott eredményeket a rétegek teljes készletén.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = 13\,768 + 499\,268 = 513\,036,$$

megfelel a 0,56 %-os kivetített hibaarányoknak.

A pontosság a kivetítéshez kapcsolódó bizonytalanság mértéke. A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$\begin{aligned}
SE &= z \times \sqrt{\sum_{h=1}^2 \left(\frac{BV_{h1s}^2}{n_{h1s}} \cdot s_{rh1s}^2 \right) + \sum_{h=1}^2 \left(\frac{BV_{h2s}^2}{n_{h2s}} \cdot s_{rh2s}^2 \right)} \\
&= 1,645 \times \sqrt{\frac{24\,147\,946^2}{27} \cdot 0,0823^2 + \frac{10\,697\,561^2}{13} \cdot 0,0696^2} \\
&\quad + \frac{25\,740\,723^2}{18} \cdot 0,0737^2 + \frac{11\,914\,400^2}{8} \cdot 0,0401^2 \\
&= 1\,062\,778
\end{aligned}$$

ahol s_{rh1s} a t félév h rétegének nem teljesen ellenőrzendő csoportjához tartozó hibaarányok más kiszámított szórása.

A hibaarány csak a nem teljesen ellenőrzendő csoportokra kerül kiszámításra, mivel a teljesen ellenőrzendő csoportokból nincs mintavételi hiba.

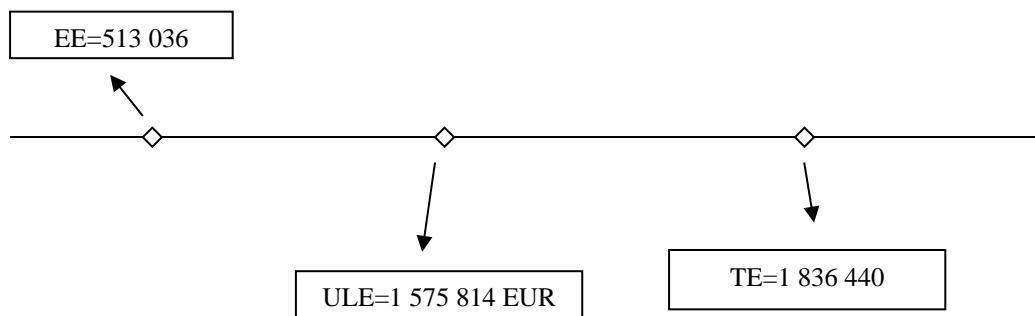
A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a EE kivetített hiba és a kivetítési pontosság összegével.

$$ULE = EE + SE = 513\,036 + 1\,062\,778 = 1\,575\,814$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Ebben az adott esetben a kivetített hiba és a felső határ egyaránt kisebb a maximális tolerálható hibánál. Ez azt jelenti, az ellenőr levonhatja a következtetést, hogy nincs elegendő bizonyíték annak igazolására, hogy a sokaságban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt.



6.3.5. Konzervatív módszer

6.3.5.1. Bevezetés

Az ellenőrzés során a pénzegységalapú mintavételre konzervatív módszert szokás alkalmazni. A konzervatív módszernek az az előnye, hogy kevesebb ismeretet igényel a sokaságról (például nem szükséges ismerni a sokaság változékonyságát a mintaméret kiszámításához). Különböző szoftver csomagokat is használnak az ellenőrzés világában, amelyek automatikusan alkalmazzák ezt a módszert, s ez megkönnyíti a felhasználását. Valójában az ilyen csomagokkal megfelelő támogatás mellett a konzervatív módszer alkalmazása szignifikánsan kevesebb technikai és statisztikai ismeretet igényel, mint az úgynevezett standard módszer. E konzervatív módszer fő előnye ténylegesen a könnyű alkalmazásában rejlik: mivel kevesebb részletes információt használ fel a mintaméret kiszámításához és a pontosság megállapításához, általában nagyobb mintaméreteket hoz létre, és nagyobb becült mintavételi hibákkal jár, mint a standard módszerben alkalmazott pontosabb képletek. De mindenhol, ahol a minta már kezelhető méretű, és nem okoz nagyobb gondot az ellenőr számára, ez a módszer az egyszerűségére tekintettel jó választás lehet. Azt is fontos hangsúlyozni, hogy ez a módszer kizárólag olyan helyzetekben alkalmazható, amikor a hibák gyakorisága kicsi, és a hibaarányok egyértelműen a lényegességi küszöb alatt maradnak³⁶. Végül érdemes megjegyezni, hogy annak következtében, hogy ez a módszer rendszerint nagy mintaméreteket eredményez, a használói esetenként készletet éreznek, hogy abba nagyon kicsi és életszerűtlen, várható hibákat vigyenek be. Ez a gyakorlat az ellenőrzés tekintetében elkerülhetetlen módon nem meggyőző eredményekhez vezet a túlságosan nagy felső hibahatár miatt, és ezért elengedhetetlenül fontos szem elő tartani, hogy – mint bármely más mintavételi módszer esetében – a várható hibát életszerűen érdemes megválasztani az ellenőr legjobb tudására és megítélésére támaszkodva.

Ez a módszer nem kombinálható rétegzéssel vagy a munkaterhelés két vagy több időszakra elosztásával a referencia-időszakon belül, mivel ez kezelhetetlen képletekhez vezetne a pontosság meghatározása terén. Ezért javasoljuk az ellenőrző hatóságoknak, hogy ilyen célokra a standard módszert alkalmazzák.

6.3.5.2. A minta mérete

A pénzegységalapú mintavétel konzervatív módszere keretében az n méretű minta számítása az alábbi információra támaszkodik:

- A sokaság könyv szerinti értéke (teljes jelentett kiadások), BV
- A konfidenciaszinttel meghatározott állandó megbízhatósági tényező (RF)

³⁶ Különösen igaz, hogy nem lehetséges a minta méretét kiszámítani akkor, ha a várható hiba nagyobb vagy megközelíti a lényegességi küszöböt.

- TE a maximális tolerálható hiba (általában a teljes kiadások 2 %-a)
- AE a várható hiba, amelyet az ellenőr a szakmai megítélése és a korábbi információ alapján választ meg
- A kiterjesztési tényező, EF , amely a konfidenciaszinthez is kapcsolódó állandó, és akkor kerül felhasználásra, ha hibák várhatók.

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \frac{BV \times RF}{TE - (AE \times EF)}$$

A megbízhatósági tényező, RF , várható nulla hiba mellett a Poisson-eloszlásból származó állandó. Ez függ a konfidenciaszinttől, és az egyes helyzetekben alkalmazandó értékek az alábbi táblázatban találhatók.

Konfidenciaszint	99 %	95 %	90 %	85 %	80 %	75 %	70 %	60 %	50 %
Megbízhatósági tényező (RF)	4,61	3,00	2,31	1,90	1,61	1,39	1,21	0,92	0,70

4. táblázat: Megbízhatósági tényezők konfidenciaszint szerint

A kiterjesztési tényező, EF , olyan tényező, amelyet a MUS mintavétel során használnak, amikor a helytelen jóváhagyás kockázatán alapuló hibák várhatók. A módszer csökkenti a mintavételi hibát. Ha nem várhatók hibák, a várható hiba (AE) nulla lesz, és nem alkalmazunk kiterjesztési tényezőt. A kiterjesztési tényező értékei az alábbi táblázatban láthatók.

Konfidenciaszint	99 %	95 %	90 %	85 %	80 %	75 %	70 %	60 %	50 %
Kiterjesztési tényező (EF)	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0

5. táblázat: Kiterjesztési tényezők a konfidenciaszint szerint

A mintaméret meghatározására szolgáló képlet mutatja, hogy miért nevezzük ezt a módszert konzervatívnak. Valójában a minta mérete nem függ a sokaság méretétől, sem a sokaság változékonyságától. Ez azt jelenti, hogy a képlet bármilyen jellegű sokaságnak igyekszik megfelelni a specifikus jellemzői ellenére, ezért általában a gyakorlatban szükségesnél nagyobb méretű mintákhoz vezet.

6.3.5.3. A minta kiválasztása

A minta méretének meghatározása után a minta kiválasztása a méretarányos valószínűség alkalmazásával történik, azaz a tétel könyv szerinti értékével, BV_i ,

arányosan. A kiválasztás népszerű módja a szisztematikus kiválasztás a teljes kiadásokkal (BV) egyenlő mintavételi intervallum alkalmazásával, osztva a minta méretével (n), azaz

$$SI = \frac{BV}{n}$$

Általában a mintát véletlenszerűen választjuk ki az összes tételt tartalmazó listáról, kiválasztva minden egyes tételt, amely tartalmazza az x -dik pénzegységet, ahol x a **minta méretével, azaz a mintamérettel** osztott könyv szerinti értéknek megfelelő fok.

Egyes tételek többször is kiválaszthatók (ha az értéke meghaladja a mintavételi intervallum méretét). Ebben az esetben az ellenőrnek egy teljesen ellenőrzött réteget kell képeznie, ehhez kell tartoznia mindazon tételnek, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a mintavételi intervallumot. Ezt a réteget a hiba kivetítése szempontjából másként kell kezelni, mint általában.

6.3.5.4. Kivetített hiba

A hibáknak a sokaságra való kivetítése a standard MUS módszerben ismertetett eljárást követi. Másként történik az extrapoláció a teljesen ellenőrzött rétegben lévő egységek és a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő tételek esetében is.

A teljesen ellenőrzött réteg esetében, vagyis ahol a réteg olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke nagyobb, mint a mintavételi intervallum, $BV_i > \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba éppen a rétegbe tartozó tételekben talált hibák összege.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A nem teljesen ellenőrzött réteg esetében, ahol a réteg olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke kisebb vagy egyenlő a mintavételi intervallummal, $BV_i \leq \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba a következő

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$
- 2) összegezzük ezeket a hibarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.3.5.5. Pontosság

A pontosság, amely a mintavételi hiba mértéke, két komponensből áll: alappontosság, BP , és növekményi tűrés, IA .

Az alappontosság a mintavételi intervallum és a megbízhatósági tényező (ezt már felhasználtuk a minta méretének kiszámítására) szorzata:

$$BP = SI \times RF.$$

A növekményi tűrést kiszámítjuk a hibát tartalmazó, nem teljes ellenőrzésre kerülő réteghez tartozó minden egyes mintavételi egységre.

Először a hibás tételeket sorba kell rendezni a kivetített hiba csökkenő értéke szerint.

Másodszor a növekményi tűrést kiszámítjuk mindegyik ilyen (hibás) tételre az alábbi képlettel:

$$IA_i = (RF(n) - RF(n - 1) - 1) \times SI \times \frac{E_i}{BV_i}.$$

ahol $RF(n)$ adott konfidenciaszinten az n^{th} -edik rangon megjelenő hiba megbízhatósági tényezője (általában ugyanezt alkalmazzuk a minta méretének kiszámítására), és $RF(n - 1)$ adott konfidenciaszinten az $(n - 1)^{th}$ -edik rangú hiba megbízhatósági tényezője. Például 90 % konfidenciaszinten a megbízhatósági tényező megfelelő táblázata a következő:

A hiba rangja	Megbízhatósági tényező (RF)	$RF(n) - RF(n - 1) - 1$
Nulladik rangú	2,31	
Első	3,89	0,58
Második	5,33	0,44
Harmadik	6,69	0,36
Negyedik	8,00	0,31
...		

7. táblázat: Megbízhatósági tényezők a hiba rangja szerint

Például, ha a mintában lévő legnagyobb kivetített hiba 10 000 EUR-ral egyenlő (40 000 EUR összegű ráfordítások 25 %-a) és 200 000 EUR a mintavételi intervallum e hibára az egyedi növekményi tűrés $0,58 \times 0,25 \times 200\,000 = 29\,000$ EUR.

Különböző konfidenciaszintek és a mintában található hibák eltérő száma mellett a megbízhatósági tényezőket felsoroló táblázat a függelékben található.

Végül, a növekményi tűrés az összes tétel növekményi tűréseinek összege:

$$IA = \sum_{i=1}^{n_s} IA_i.$$

A globális pontosság (SE) egyenlő a két mintavétel összegével: alappontosság (BP) és növekményi tűrés (IA)

$$SE = BP + IA$$

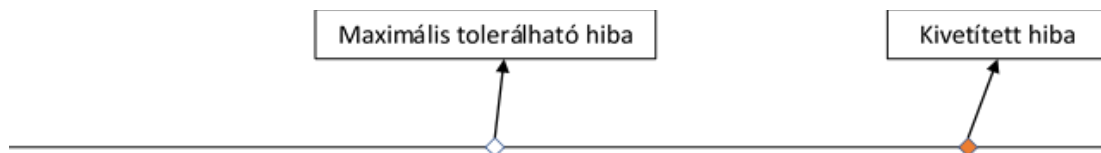
6.3.5.6. Értékelés

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE , és az extrapoláció globális pontossága összegével

$$ULE = EE + SE$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából:

- Ha a kivetített hiba meghaladja a maximális tolerálható hibát, ez azt jelenti, hogy az ellenőr levonhatja a következtetést, van elegendő bizonyíték annak alátámasztására, hogy a sokaságban lévő hibák meghaladják a lényegességi küszöböt:



- Ha a hiba felső határa alacsonyabb, mint a maximális tolerálható hiba, akkor az ellenőrnek le kell vonnia a következtetést, miszerint a sokaságban lévő hibák nem érik el a lényegességi küszöböt.



Amennyiben a kivetített hiba kisebb a maximális tolerálható hibánál, de annál a hiba felső határa nagyobb, az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.3.5.7. Példa

Feltételezzük, hogy a sokaság megfelel a programba felvett műveletekre a tárgyévben a Bizottság felé bejelentett kiadások kiadásoknak. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések alacsony bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 90 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

A sokaságot az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \frac{BV \times RF}{TE - (AE \times EF)}$$

ahol BV a sokaság könyv szerinti értéke, azaz a referencia-időszakban a Bizottság felé jelentett összes kiadás, RF a 90 %-os konfidenciaszintnek megfelelő megbízhatósági tényező, 2,31, EF , a konfidenciaszintnek megfelelő kiterjesztési tényező, ha hibák várhatóak, 1,5. Ezen adott sokaság tekintetében az ellenőrző hatóság a múlt évek tapasztalatai és az irányítási és kontrollrendszeren végzett tökéletesítések révén szerzett ismeretek alapján úgy döntött, hogy 0,2 %-os várható hibaarány megbízható.

$$n = \frac{4\,199\,882\,024 \times 2,31}{0,02 \times 4\,199\,882\,024 - (0,002 \times 4\,199\,882\,024 \times 1,5)} \approx 136$$

A minta kiválasztása a méretarányos valószínűséggel történik, azaz a tétel könyv szerinti értékeivel arányosan, BV_i , szisztematikus kiválasztás révén, a teljes kiadásokkal (BV) egyenlő mintavételi intervallum alkalmazásával, osztva a minta méretével (n), azaz

$$SI = \frac{BV}{n} = \frac{4\,199\,882\,024}{136} = 30\,881\,485$$

A sokaság 3 852 műveletét tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályoztuk, és felvettünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót.

A mintát az összes művelet randomizált listájáról választottuk ki, kiválasztva minden olyan tételt, amely tartalmazza a 30 881 485-dik pénzegységet.

Művelet	Könyv szerinti érték (BV)	Kumulált BV
239	10 173 875 EUR	10 173 875 EUR
424	23 014 045 EUR	33 187 920 EUR
2 327	32 886 198 EUR	66 074 118 EUR
5 009	34 595 201 EUR	100 669 319 EUR
1 491	78 695 230 EUR	179 364 549 EUR
(...)	(...)	(...)

A nulla és a mintavételi intervallum, 30 881 485 közötti véletlen érték generált érték (16 385 476). Az első kiválasztandó tétel az, amelyik a 16 385 476-dik pénzegységet tartalmazza. A második kiválasztás megfelel a fájlban az első műveletnek, melynek kumulált könyv szerinti értéke nagyobb vagy egyenlő 16 385 476+30 881 485-tel, és így tovább...

Művelet	Könyv szerinti érték (BV)	Kumulált BV	Minta
239	10 173 875 EUR	10 173 875 EUR	Sz.
424	23 014 045 EUR	33 187 920 EUR	Igen
2 327	32 886 198 EUR	66 074 118 EUR	Igen
5 009	34 595 201 EUR	100 669 319 EUR	Igen
1 491	78 695 230 EUR	179 364 549 EUR	Igen
(...)	(...)	(...)	(...)
2 596	8 912 999 EUR	307 654 321 EUR	Igen
779	26 009 790 EUR	333 664 111 EUR	Sz.
1 250	264 950 EUR	333 929 061 EUR	Sz.
3 895	30 949 004 EUR	364 878 065 EUR	Igen
2 011	617 668 EUR	365 495 733 EUR	Sz.
4 796	335 916 EUR	365 831 649 EUR	Sz.
3 632	7 971 113 EUR	373 802 762 EUR	Sz.
2 451	17 470 048 EUR	391 272 810 EUR	Igen
(...)	(...)	(...)	(...)

24 művelet van, amelyek könyv szerinti értéke nagyobb a mintavételi intervallumnál, ez azt jelenti, hogy mindegyik legalább egyszer kerül kiválasztásra (például az 1 491 művelet háromszor van kiválasztva, vö. az előző táblázattal). E 24 művelet könyv szerinti értéke 1 375 130 377 EUR. E 24 műveletből 4-ben van 7 843 574 EUR összegű hibának megfelelő hiba.

A minta többi részében a hibát másként kezeljük. E műveletekre az alábbi eljárást alkalmazzuk:

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$
- 2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

Művelet	Könyv szerinti érték (BV)	Pontos könyv szerinti érték (CBV)	Hiba	Hibaarány
2 596	8 912 999 EUR	8 912 999 EUR	- EUR	-
459	869 080 EUR	869 080 EUR	- EUR	-
2 073	859 992 EUR	859 992 EUR	- EUR	-
239	10 173 875 EUR	9 962 918 EUR	210 956 EUR	0,02
989	394 316 EUR	394 316 EUR	- EUR	-
65	25 234 699 EUR	25 125 915 EUR	108 784 EUR	0,00
5 010	34 595 201 EUR	34 595 201 EUR	- EUR	-
...
3 632	7 971 113 EUR	7 971 113 EUR	- EUR	-
3 672	624 882 EUR	624 882 EUR	- EUR	-
2 355	343 462 EUR	301 886 EUR	41 576 EUR	0,12
959	204 847 EUR	204 847 EUR	- EUR	-
608	15 293 716 EUR	15 293 716 EUR	- EUR	-
4 124	6 773 014 EUR	6 773 014 EUR	- EUR	-
262	662 EUR	662 EUR	- EUR	-
Összesen				1 077

$$EE_s = 30\,881\,485 \times 1,077 = 33\,259\,360$$

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = 7\,843\,574 + 33\,259\,360 = 41\,102\,934$$

Megfelel 0,98 % kivetített hibaaránynak.

Ahhoz, hogy megállapíthassuk a hiba felső határát, ki kell számítani az alappontosságot, BP , és a növekményi tűrést, IA .

Az alappontosság a mintavételi intervallum és a megbízhatósági tényező (ezt már felhasználtuk a minta méretének kiszámítására) szorzata:

$$BP = 30\,881\,485 \times 2,31 = 71\,336\,231$$

A növekményi tűrést kiszámítjuk a hibát tartalmazó, nem teljes ellenőrzésre kerülő réteghez tartozó minden mintavételi egységre.

Először a hibás tételeket sorba kell rendezni a kivetített hiba csökkenő értéke szerint. Másodszor a növekményi tűrést kiszámítjuk mindegyik ilyen (hibás) tételre az alábbi képlettel:

$$IA_i = (RF(n) - RF(n - 1) - 1) \times SI \times \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol $RF(n)$ az adott konfidenciaszinten az n^{th} -edik rangon megjelenő hiba megbízhatósági tényezője (általában ugyanaz, mint amelyet a minta méretének számítására használtunk fel), és $RF(n - 1)$ adott konfidenciaszinten az $(n - 1)^{th}$ -edik rangon megjelenő hibára vonatkozó megbízhatósági tényező (lásd a táblázatot a függelékben).

Végül, a növekményi tűrés az összes tétel növekményi tűréseinek összege:

$$IA = \sum_{i=1}^{n_s} IA_i$$

Az alábbi táblázat összegezi a 16 hibás művelet eredményeit:

Sorrend	Hiba (A)	Hibaarány (B):=(A)/BV	Kivetített hiba:=(B)*SI	RF(n)	(RF(n)-RF(n-1))-1	IA _i
0				2,30		
1	4 705 321 EUR	0,212	6 546 875 EUR	3,89	0,59	3 862 656 EUR
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)
12	12 332 EUR	0,024	741 156 EUR	17,78	0,18	133 408 EUR
13	6 822 EUR	0,02	617 630 EUR	18,96	0,18	111 173 EUR
14	7 706 EUR	0,012	370 578 EUR	20,13	0,17	62 998 EUR
15	4 787 EUR	0,008	247 052 EUR	21,29	0,16	39 528 EUR
16	26 952 EUR	0,001	29 488 EUR	22,45	0,16	4 718 EUR
Összesen		1 077	38 264 277 EUR			14 430 761 EUR

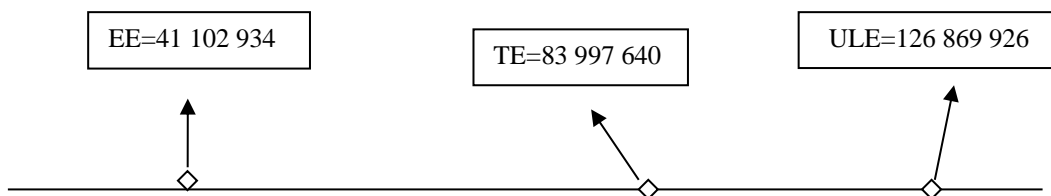
A globális pontosság (SE) egyenlő a két mintavétel összegével: alappontosság (BP) és növekményi tűrés (IA)

$$SE = 71\,336\,231 + 14\,430\,761 = 85\,766\,992$$

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE , és a kivetítés globális pontossága összegével.

$$ULE = 41\,102\,933 + 85\,766\,992 = 126\,869\,926$$

Most össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibát, $TE=2\% \times 4\,199\,882\,024=83\,997\,640$ EUR, mind a kivetített hibával, mind a hiba felső határával. A maximális tolerálható hiba nagyobb a kivetített hibánál, de kisebb a hiba felső határánál. Az elvégzendő elemzésről további részleteket a 4.12. pont ismertet.



6.4. Nem-statisztikai mintavétel

6.4.1. Bevezetés

Nem statisztikai mintavétel az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján kellően indokolt esetekben alkalmazható a nemzetközileg elfogadott auditszabványoknak megfelelően, és minden olyan esetben, amikor a művelet száma elégtelen valamely statisztikai módszer alkalmazására.

A fenti 5.2. pontban ismertetettek alapján általános szabályként a statisztikai mintavétel alkalmazandó a jelentett kiadások ellenőrzésére, valamint a sokaságon belül a hibamennyiség tekintetében következtetések levonására. A nem statisztikai mintavétel nem teszi lehetővé a pontosság kiszámítását, és következésképpen az ellenőrzési kockázat nem kontrollálható. Következésképpen a nem statisztikai mintavételt csak olyan esetekben ajánlott alkalmazni, amikor a statisztikai mintavétel használata nem lehetséges.

A gyakorlatban ilyen konkrét, a nem statisztikai mintavétel használatát indokló helyzetek a sokaság méretével függnek össze. Alapvetően előfordulhat, hogy rendkívül kis méretű sokasággal kell dolgozni, amelynek mérete nem elégséges a statisztikai módszerek alkalmazásához (a sokaság kisebb vagy mérete nagyon közel áll a javasolt mintamérethez).

Összességében véve a nem statisztikai mintavétel megfelelőnek tekinthető olyan esetekben, ahol nem lehet a statisztikai mintavétel támogatásához szükséges mintaméretet elérni. Nem lehet megállapítani a sokaság pontos méretét, amely alatt nem statisztikai mintavétel szükséges, mivel ez a sokaság különféle jellemzőitől függ, de rendszerint ez a küszöb valahol 50 és 150 közötti mintavételi egységre esik. **Természetesen a végső döntésnek egyszerre kell mérlegelnie az egyes módszerekkel összefüggő költségeket és előnyöket. Javasolt, hogy az ellenőrző hatóság kérje ki a Bizottság véleményét, mielőtt döntést hozna a nem statisztikai mintavétel alkalmazásáról egyedi körülmények között, olyan esetekben, ahol a 150 egység küszöbértéket meghaladják.** A Bizottság eseti elemzés alapján érthet egyet a nem statisztikai mintavétellel.

A 2014. és 2020. közötti időszak tekintetében a rendelet egyúttal előírja a nem statisztikai mintavétel alkalmazásakor betartandó szempontokat; nevezetesen, hogy az terjedjen ki legalább a műveletek 5 %-ára és a jelentett kiadások 10 %-ára (CPR 127. cikkének (1) bekezdése). Ez a gyakorlatban olyan mintaméreteket eredményez, amelyek megfelelnek a statisztikai mintavételi módszerekből következőknek. Az ilyen helyzetekben az ellenőrző hatóságok számára inkább javasolt a statisztikai módszerek használata.

Még akkor is, ha az ellenőrző hatóság nem statisztikai mintavételi módszereket alkalmaz, a mintát véletlenszerűen kell kiválasztani^{37 38}. A minta méretének meghatározásakor figyelembe kell venni a rendszer által garantált bizonyossági szintet, és a mintaméretnek elég nagynek kell lennie ahhoz, hogy az ellenőrző hatóság az ellenőrzés kapcsán érvényes véleményt alakíthasson ki a kiadások jogszerűségéről és szabályosságáról. **Az ellenőrző hatóság legyen képes az eredményeknek a mintavétel alapjául szolgáló sokaságra történő extrapolálására.**

³⁷ azaz statisztikai (valószínűségi) módszerrel; vö. a 4.1. és 4.2. pontot a mintavételi módszer és a kiválasztási módszer megkülönböztetése érdekében. Továbbá ne feledjük a főszabályt, amely szerint a statisztikai mintavételhez a minta minimális mérete 30.

³⁸ Nem véletlenszerű (pl. kockázatalapú), nem statisztikai mintavétel és kiválasztás kizárólag az 1828/2006/EK rendelet 17. cikkében ((5) és (6) bekezdés) (2007–2013. időszak) és a 480/2014/EU rendelet 28. cikkében (2014–2020. időszak) meghatározott kiegészítő mintavétel esetében alkalmazható.

A nem statisztikai mintavétel megvalósításakor az ellenőrző hatóságnak mérlegelnie kell a sokaság rétegzésének lehetőségét a sokaságnak részsokaságokra történő felosztása mellett úgy, hogy minden egyes részsokaság a hasonló jellemzőkkel bíró mintavételi egységek csoportja, különösen a kockázat vagy várható hibaarány tekintetében, vagy amikor a sokaság speciális művelettípusokra (pl. pénzügyi eszközökre) terjed ki. A rétegzés rendkívül hatékony eszköz a kivetítések minőségének a javítására, továbbá a nem statisztikai mintavétel keretében kifejezetten javasolt valamilyen fajta rétegzés alkalmazása.

6.4.2. Rétegzett és nem rétegzett nem statisztikai mintavétel

Javasolt, hogy a rétegzett nem statisztikai mintavétel legyen az ellenőrző hatóság által mérlegelendő első lehetőség akkor, amikor kiderül, hogy a statisztikai mintavétel alkalmazása nem lehetséges. Mint az a statisztikai mintavételi tervek rétegzése tekintetében ismertetésre került, a rétegzési célokra való felhasználás kritériuma az ellenőrnek azzal kapcsolatos elvárásával áll összefüggésben, hogy az mennyiben járul hozzá a sokaságban a hiba szintjének az megértéséhez. Amikor azt várjuk, hogy a hiba szintje eltérő lesz a sokaság különböző csoportjai esetében, ez a rétegzési mód alkalmas a rétegzésre.

Az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztás alkalmazásakor (amikor az egyes mintavételi egységek egyenlő eséllyel kerülnek kiválasztásra, tekintet nélkül a mintavételi egységben jelentett kiadás összegére), a kiadási szint szerinti rétegzés rendkívül hatékony eszközként javasolható a becslések minőségének a javítására. Megjegyzendő, hogy noha ez a rétegzés nem kötelező, egy ilyen terv segítheti az ellenőrző hatóságot a jelentett kiadások tekintetében a 2014–2020-as programozási időszakban szükséges, javasolt lefedettség biztosításában.

Ehhez a rétegzéshez (amely az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztáshoz és a méretarányos valószínűséghez egyaránt használható):

- Határozzuk meg a nagy értékű rétegbe sorolandó tételekkel kapcsolatos kiadások bontási értékét. Nincs általános szabály a bontási érték meghatározására. Ezért ha a sokaság maximálisan tolerálható hibájával (a teljes kiadás 2 %-a) egyenlő bontási érték meghatározására általánosan alkalmazott gyakorlatot használják, azt olyan kiindulási pontnak kell tekinteni, amit a sokaság jellemzőihez szükséges illeszteni. E bontási értéket lehet és kell is módosítani a sokaság jellemzői szerint. Röviden: ezt a bontási értéket zömmel a szakmai megítélés alapján kell meghatározni. Ha az ellenőr megállapíthat több olyan tételt, amelyek esetében a kiadások szignifikánsan magasabbak, mint ami megfigyelhető a többi tételnél, fontolóra kellene vennie, hogy ezekkel az elemekkel külön réteget képezzen. Továbbá ha a két rétegre történő osztás elégtelennek tűnik arra, hogy az egyes rétegeken belül létrejöjjön a homogenitás

kívánatos szintje, az ellenőr számára ajánlott kettőnél több kiadásalapú réteg használata.

- Az alapvető mérlegelendő módszer a nagy értékű tételek 100 %-ának ellenőrzése. Viszont a gyakorlatban felmerülhetnek egyes helyzetek, amikor az azonosított bontási érték túlságosan nagy értékű réteget hoz létre, amelynek teljes egészében történő megfigyelése nehézségekbe ütközhet. Az ilyen helyzetekben a nagy értékű réteg megfigyelése a mintázás révén szintén lehetséges, de általános szabályként ekkor a mintavételi aránynak (azaz ebben a mintavételre kiválasztott rétegben az egységek és kiadás arányának) nagyobbnak vagy egyenlőnek kell lennie az alacsony értékű réteg esetében alkalmazott aránnyal.
- A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe kerülő mintavételi méretet a minta teljes mérete és a nagy értékű rétegbe kerülő mintavételi egységek (például műveletek) száma közötti különbségként számítjuk ki. Amennyiben az ellenőrző hatóság a rétegzést az alacsony értékű egységekre is alkalmazni kívánja, osszuk szét ezt a kiszámított mintaméretet az egyes rétegek között a 6.1.2.2. pontban javasolt módszereknek megfelelően. (ha a kiválasztás alapját az egyenlő valószínűségek adják) vagy a 6.3.2.2. pont szerint (ha a kiválasztás alapja a méretarányos valószínűség).

Ha nem lehet rétegzési kritériumokat azonosítani (ami az ellenőr megítélése szerint hozzájárulhat a várható hibák vagy hibaarányok tekintetében a homogénebb részsokaságok létrehozásához), és főleg ha a sokasághoz tartozó tételek kiadásaiban nem figyelhető meg számottevő variabilitás, akkor valamely nem rétegzett, nem statisztikai mintavételi terv alkalmazására van lehetőség. Ez esetben a minta kiválasztása közvetlenül a teljes sokaságból történik bármely részsokaság mérlegelése nélkül.

6.4.3. A minta mérete

A nem statisztikai mintavételben a minta méretét a szakmai értékítélet alapján és a rendszerellenőrzésekkel biztosított bizonyossági szintet figyelembe véve számítják ki. A végső cél egy olyan mintaméret elérése, amely elég nagy ahhoz, hogy az ellenőrző hatóság érvényes következtetésekre jusson a sokaságot illetően, továbbá érvényes ellenőrzési véleményt fogalmazhasson meg (vö. CPR 127. cikk (1) bekezdés).

A 2014–2020-as programozási időszakra tekintettel, illetve miként azt a CPR 127. cikkének (1) bekezdése meghatározza, a nem statisztikai mintának legalább a műveletek

5 %-ára³⁹ és a kiadások 10 %-ára ki kell terjednie. Mivel a rendelet a minimális lefedettséget határozza meg, ezek a küszöbértékek a rendszer által biztosított magas bizonyosság „legjobb esetének” felelnek meg. Az ISA 530 szabvány 3. mellékletével összhangban minél magasabbnak értékeli az ellenőr a lényeges hibás állítás kockázatát, annál nagyobb mintaméretre van szükség. A jelentett kiadások 10 %-ára vonatkozó előírás (CPR 127. cikk (1) bekezdés) a mintában lévő kiadásokra vonatkozik, és független a részmintavétel használatától. Ez azt jelenti, hogy a mintának meg kell felelnie legalább a jelentett kiadások 10 %-ának, viszont amikor részmintavételt használunk, a ténylegesen ellenőrzött kiadás valójában ennél kevesebb lehet, amennyiben az ellenőrző hatóság abból képes érvényes ellenőrzési véleményt kialakítani (vö. 6.4.10. pont).

Nincs rögzített szabály a mintaméretnek a rendszerellenőrzésekből eredő bizonyossági szint alapján történő megválasztására, ugyanakkor referenciaként az ellenőrző hatóság a nem statisztikai mintavétel szerinti mintaméret meghatározásakor az alábbi indikatív küszöbértékeket mérlegelheti⁴⁰.

A rendszerellenőrzésekből eredő bizonyossági szint	Javasolt lefedettség	
	műveletekre	bejelentett kiadásokra
Jól működik. Nem, vagy csak kisebb javítás(ok) szükséges(ek)	5 %	10 %
Működik. Bizonyos javítás(ok)ra van szükség	5 % és 10 % között (az ellenőrző hatóság határozza meg szakmai megítélése alapján)	10 %
Részben működik. Jelentős javítás(ok)ra van szükség	10 % és 15 % között (az ellenőrző hatóság határozza meg szakmai megítélése alapján)	10 % és 20 % között (az ellenőrző hatóság határozza meg szakmai megítélése alapján)

³⁹ A 2007–2013-as programozási időszak tekintetében a Bizottság fenntartja, hogy a nem statisztikai mintavétel szerinti mintaméret terjedjen ki a műveletek legalább 10 %-ára (vö. a mintavételi útmutató 7.4.1. pontja, COCOF_08-0021-03_EN, 2013.04.04.).

⁴⁰ Természetesen ezek a referenciaértékek módosíthatók az ellenőrző hatóság szakmai megítélésének, valamint bármely további információnak megfelelően, amivel az ellenőrző hatóság rendelkezik a lényeges hibás állítás kockázatáról.

A rendszerellenőrzésekből eredő	Javasolt lefedettség	
Lényegében nem működik.	15 % és 20 % között (az ellenőrző hatóság határozza meg szakmai megítélése alapján)	10 % és 20 % között (az ellenőrző hatóság határozza meg szakmai megítélése alapján)

6. táblázat: Javasolt lefedettség a nem statisztikai mintavétel esetében

6.4.4. A minta kiválasztása

A pozitív sokaságból a minta kiválasztása véletlenszerű mintavétellel történik. Ezen belül a kiválasztáshoz az alábbiakat lehet használni:

- egyenlő valószínűségeen alapuló kiválasztás (ahol az egyes mintavételi egységek azonos eséllyel választódnak ki, tekintet nélkül az adott mintavételi egységben jelentett kiadás összegére), az egyszerű véletlen mintavételhez hasonlóan (vö. a 6.1.1. ponttal és a 6.1.2. ponttal, referenciaként az egyszerű véletlen mintavétel, illetve a rétegzett véletlen mintavétel tekintetében); vagy
- méretarányos valószínűség (kiadás) (ahol véletlen kiválasztás történik a mintához az első elemre, majd a további elemek kiválasztásához intervallumot alkalmazunk a kívánt mintaméret eléréséig; a módszer a pénzegységet használja kiegészítő változóként a mintavételhez), mint az az MUS esetében történik (vö. a 6.3.1 ponttal és a 6.3.2. ponttal, referenciaként a pénzegység alapú mintavétel, illetve a rétegzett pénzegység alapú mintavétel tekintetében).

6.4.5. Kivetítés

Megjegyzendő, hogy a nem statisztikai mintavétel használata nem teszi szükségtelemmé a mintában megfigyelt hibák kivetítését a sokaságra. A kivetítésnek figyelembe kell vennie a mintavételi tervet, vagyis hogy sor kerül-e rétegzésre vagy sem, a kiválasztás típusát (egyenlő valószínűségeen vagy méretarányos valószínűségeen alapuló kiválasztás), valamint a terv bármely más, vonatkozó jellemzőjét. A mintákra vonatkozó egyszerű statisztikák (mint amilyen a minta hibaaránya) használata csak nagyon egyedi körülmények között lehetséges, amikor a mintavétel az ilyen statisztikákkal kompatibilis. Például a minta hibaaránya csak olyan tervben használható a hibáknak a sokaságra való kivetítésére az egyenlő valószínűség alapján történő kiválasztás és az aránybecslés alapján, amelyben egyáltalán nincs rétegzési szint. Ezért az egyetlen különbség a statisztikai mintavétel és a nem statisztikai mintavétel között, hogy ez utóbbinál a pontosság szintje és következésképpen a felső hibahatár nem kerül kiszámításra.

6.4.5.1. Egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztás

Ha az egységek kiválasztása egyenlő valószínűség alapján történt, a kivetített hiba feleljen meg a 6.1.1.3. pontban ismertetett egyik kivetítési módszernek, azaz a fajlagos középértékbecslésnek vagy az aránybecslésnek.

Fajlagos középértékbecslés (abszolút hibák)

Szorozzuk meg a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát a sokaságban a műveletek számával, ez megadja a kivetített hibát:

$$EE_1 = N \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}.$$

Aránybecslés (hibaarányok)

Szorozzuk meg a mintában megfigyelt átlagos hibaarányt a sokaság szintjén a könyv szerinti értékkel:

$$EE_2 = BV \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i}$$

A fenti képletben a minta hibaaránya ugyanaz, mint a mintában lévő hiba teljes összegének osztása a mintában lévő egységek kiadásainak teljes összegével (ellenőrzött kiadások).

Javasolt, hogy a két kivetítési módszer közötti választáshoz a 6.1.1.3. pont szerinti, egyszerű véletlen mintavétellel kapcsolatos ajánlást vegyük alapul.

6.4.5.2. Rétegzett, egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztás

A műveletek közül véletlen mintavétellel kiválasztott H minták (H rétegek) alapján a sokaság szintjén a kivetített hiba ez esetben is kiszámítható a két szokásos módszerrel: fajlagos középértékbecsléssel és aránybecsléssel. A kivetítés a rétegzett egyszerű véletlen mintavétel esetében a 6.1.2.3. pontban leírt eljárással történik.

Fajlagos középértékbecslés

A sokaság (réteg) mindegyik csoportjában megszorozzuk a mintában megfigyelt műveletenkénti átlagos hibát a rétegben lévő műveletek számával (N_h); akkor mindegyik rétegre összegezzük a kapott eredményeket, és megkapjuk a kivetített hibát:

$$EE_1 = \sum_{h=1}^H N_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h}.$$

Aránybecslés

A sokaság (réteg) mindegyik csoportjában megszorozzuk a mintában megfigyelt átlagos hibaarányt a réteg szintjén a sokaság könyv szerinti értékével (BV_h):

$$EE_2 = \sum_{h=1}^H BV_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{\sum_{i=1}^{n_h} BV_i}$$

Javasolt, hogy a két módszer közötti választás a nem rétegzett módszerre bemutatott szempontokon alapuljon.

Ha egy 100 %-os réteget vizsgálunk, és korábban kiemeltük a sokaságból, akkor az e teljesen ellenőrzendő rétegben megfigyelt hiba teljes összegét összegezni kell a fenti becsléssel (EE_1 vagy EE_2), hogy megkapjuk a teljes sokaságban a hiba összegének végső kivetítését.

6.4.5.3. Kiadásarányos valószínűség alapján történő kiválasztás

Ha a kiadások értékével arányos valószínűség alapján választottunk ki egységeket, a kivetített hiba feleljen meg a 6.3.1.4. pont (pénzegység alapú mintavétel) szerinti kivetítési módszernek.

A teljesen ellenőrzendő réteg, vagyis azon réteg esetében, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket, $BV_i > \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba pontosan a réteghez tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A nem teljesen ellenőrzendő réteg esetében, azaz abban a rétegben, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke kisebb vagy egyenlő a bontási értékkel, $BV_i \leq \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.4.5.4. Rétegzett, kiadásarányos valószínűség alapján történő kiválasztás

Ha a kiadások értékével arányos valószínűség alapján választottunk ki egységeket, és a sokaság bármely konkrét kritérium szerint rétegzett, a kivetített hiba feleljen meg a 6.3.2.4. pont (rétegzett pénzegység alapú mintavétel) szerinti kivetítési módszernek.

A hibák kivetítése a sokaságra eltérően történik a teljesen ellenőrzendő csoportokba és a nem teljesen ellenőrzendő csoportokba tartozó tételek esetében.

A teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, vagyis azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hi} > \frac{BV_h}{n_h}$, a kivetített hiba az e csoportokhoz tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^{n_h} E_{hi}$$

A nem teljesen ellenőrzendő csoportok esetében, azaz azokban a csoportokban, amelyek a bontási értéknél alacsonyabb vagy azzal egyenlő könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{hi} \leq \frac{BV_h}{n_h}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \sum_{h=1}^H \frac{BV_{sh}}{n_{sh}} \sum_{i=1}^{n_{sh}} \frac{E_{hi}}{BV_{hi}}$$

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s$$

6.4.6. Értékelés

A fentiekben említett stratégiák bármelyike esetén a kivetített hibát végül összehasonlítjuk a maximális tolerálható hibával (lényegesség szorozva a sokaság kiadásaival):

- Ha a tolerálható hiba alatt van, akkor levonjuk a következtetést, hogy a sokaság nem tartalmaz lényegi hibát;
- Ha a tolerálható hiba felett van, akkor levonjuk a következtetést, hogy a sokaság lényegi hibát tartalmaz.

A korlátok ellenére (azaz nem lehet kiszámítani a hiba felső határát és következésképpen nem ellenőrizhető a kontrollkockázat) a kivetített hibaarány a sokaságban a hiba legjobb becslése, és így összehasonlítható a lényegességi küszöbvel azon következtetés levonása céljából, hogy a sokaság tartalmaz (vagy nem tartalmaz) lényegi valótlanságot.

6.4.7. 1. példa – PPS mintavétel

Vegyünk egy 36 műveletből álló pozitív sokaságot, amelyre 22 031 228 EUR kiadást jelentettek be.

Ez a sokaság nem tűnik elegendő méretűnek ahhoz, hogy statisztikai mintavétellel ellenőrizhető legyen. Továbbá a sokaság méretének a növelése céljából a kifizetés iránti kérelmekből nem lehet mintát venni. Ezért az ellenőrző hatóság a nem statisztikai megközelítés alkalmazása mellett dönt. Tekintettel az e sokasággal kapcsolatos kiadásokban tapasztalható nagy változékonyságra, az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy a mintákat a méretarányos valószínűség módszerével választja ki.

Az ellenőrző hatóság megítélése szerint az irányítási és kontrollrendszer „*lényegében nem működik*”, tehát úgy dönt, hogy a műveletek sokasága 20 %-ával egyenlő mintaméretet választ ki. Esetünkben ez $20\% \times 36 = 7,2$; kerekítve 8.

Habár a sokasággal összefüggő költségek lefedettsége csak a minta kiválasztását követően válik megismerhetővé, a sokasághoz tartozó egységek 20 %-ának a kiválasztása és a méretarányos valószínűség szerinti kiválasztás alkalmazása várhatóan a kiadások legalább 20 %-os lefedettségét eredményezi.

Először meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzés tárgyát képező nagy értékű réteghez tartozó sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. E felső réteg meghatározására szolgáló bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV) és a tervezett mintaméret (n) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_i > BV/n$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték $22\,031\,228/8 = 2\,753\,904$ EUR⁴¹.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket:

⁴¹ Megjegyzendő, hogy a jelentett kiadások lefedettségének a növelése érdekében az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy alacsonyabb bontási értéket alkalmaz, mint ami a pozitív sokaság és a kiválasztandó műveletek száma közötti arány alapján kiszámítható.

A referencia-időszakban jelentett kiadások (DE)	22 031 228 EUR
Sokaság mérete (műveletek száma)	36
Lényegességi küszöb (maximum 2 %)	2 %
Tolerálható valótlanság (TE)	440 625 EUR
Bontási érték	2 753 904 EUR
A bontási érték feletti egységek száma	4
A sokaság könyv szerinti értéke a bontási érték felett	12 411 965 EUR
A sokaság fennmaradó részének mérete (műveletek száma)	32
A sokaság fennmaradó részének értéke	9 619 263,00 EUR

Az ellenőrző hatóság egy elkülönített rétegbe helyezett minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint 2 753 904, ami 4 műveletnek felel meg 12 411 965 EUR összegben. Az e négy műveletben talált hiba összege

$$EE_e = 80\,028.$$

A sokaság többi részére a mintavételi intervallum egyenlő a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő könyv szerinti értékkel (BV_s) (a teljes könyv szerinti érték és a felső rétegbe tartozó négy művelet könyv szerinti értéke közötti különbség) osztva a kiválasztandó műveletek számával (8-ból levonva a felső rétegben lévő 4 műveletet).

$$\text{Mintavételi intervallum} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{22\,031\,228 - 12\,411\,965}{4} = 2\,404\,816^{42}$$

A sokaság megmaradó 32 műveletéből álló fájlt véletlenszerűen csoportosítjuk, és felveszünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A mintát úgy választjuk ki, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely a 2 404 816-dik pénzegységet tartalmazza⁴³.

⁴² A gyakorlatban előfordulhat, hogy miután kiszámoljuk a mintavétel intervallumát a kiadás és a mintavételi réteg mintamérete alapján, a sokaság egyes egységei esetében a kiadás nagyobb értéket mutat, mint ebben a BV_s/n_s mintavételi intervallumban (jóllehet korábban nem jeleztek a bontási értéknél (BV/n)) nagyobb kiadást. Valójában az összes olyan tételt, amelynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint ez az intervallum ($BV_i > BV_s/n_s$) hozzá kell adni a nagy értékű réteghez. Ha ez előfordul, és miután az új tételeket átvittük a nagy értékű rétegbe, a mintavétel intervallumát a mintavételi réteg tekintetében újra kell számítani, figyelembe véve a BV_s/n_s arányra vonatkozó új értékeket. Ezt az ismétlődő folyamatot többször kell elvégezni addig a pillanatig, amikor nincs olyan további egység, ahol a kiadás nagyobb, mint a mintavétel intervalluma.

⁴³ Ha bármely kiválasztott műveletet a 148. cikk rendelkezéseiben előírt korlátok miatt helyettesíteni kell, az új művelete(ke)t a méretarányos valószínűség alapján kell kiválasztani. Az ilyen helyettesítésre példát a 7.10.3.1. pont ismerteti.

Az ellenőrzött kiadás összege megfelel a nagy értékű projektek teljes könyv szerinti értékének, vagyis 12 411 965 EUR-nak, amihez hozzá kell adni a sokaság fennmaradó mintájában lévő, ellenőrzött kiadást, azaz 1 056 428 EUR-t. A teljes ellenőrzött kiadás összege 13 468 393 EUR, ami a kérésnek megfelelően a teljes jelentett kiadás 61,1 %-át teszi ki. Az irányítási és kontrollrendszer bizonyossági szintjét szem előtt tartva az ellenőrző hatóság úgy véli, hogy az ellenőrzött kiadások adott szintje több mint elegendő az ellenőrzési következtetések megbízhatóságának biztosítására.

Az alacsony értékű rétegre az extrapolált hiba értéke a következő:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_{si}}{BV_{si}}$$

ahol BV_s a megmaradó sokaság teljes könyv szerinti értéke, és n_s a fennmaradó sokasághoz tartozó, megfelelő minta mérete. Látni kell, hogy e kivetített hiba egyenlő a hibaarányok összege és a mintavételi intervallum szorzatával. A hibaarányok összege 0,0272;

$$EE_s = \frac{9\,619\,623}{4} \times 0,0272 = 65\,411.$$

A sokaság szintjén a teljes extrapolált hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s = 80\,028 + 65\,411 = 145\,439$$

A kivetített hibát végül összehasonlítjuk a maximális tolerálható hibával (22 031 228 EUR 2 %-a = 440 625 EUR). A kivetített hiba alacsonyabb a lényegességi szintnél.

Ezen eredmények tükrében az ellenőr észszerűen juthat arra a következtetésre, hogy a sokaság nem tartalmaz lényeges hibát. Az elért pontosság mégsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

Továbbblépés, ha a kiadások lefedettsége nem elégséges

Megjegyzendő, hogy amennyiben a sokaság egyedi jellemzői miatt a kiadás lefedettségére előírt küszöbértéket nem éri el, az ellenőrző hatóságnak a méretarányos valószínűség segítségével ki kell választania egy vagy több további műveletet. Ebben a helyzetben a kiegészítésképpen ellenőrizendő új műveletek/mintavételi egységek kiválasztása a sokaságból történik a már kiválasztott műveletek kizárása mellett. Az ilyen kiválasztáshoz használt intervallumot a $\frac{BV_{st}}{n_{st}}$ mintavételi intervallum segítségével kell kiszámítani, ahol a BV értékek megfelelnek az alacsony értékű réteg könyv szerinti értékének az ebből a rétegből már kiválasztott műveletek kizárása mellett, illetve az n

értékek megfelelnek azoknak a műveleteknek a számával, amit be kívánunk vonni az alacsony értékű réteg ellenőrzésébe.

6.4.8. 2. példa – Egyenlő valószínűségen alapuló mintavétel

Vegyünk egy 48 műveletből álló pozitív sokaságot, amelyre 10 420 247 EUR kiadást jelentettek be.

Ez a sokaság nem tűnik elegendő méretűnek ahhoz, hogy statisztikai mintavétellel ellenőrizhető legyen. Továbbá a sokaság méretének a növelése céljából a kifizetés iránti kérelmekből nem lehet mintát venni. Ezért az ellenőrző hatóság úgy határoz, hogy nem statisztikai módszert alkalmaz a nagy értékű műveletek rétegzésével, mivel van néhány rendkívül nagy kiadást tartalmazó művelet. Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy a műveletek azonosítása érdekében a bontási szintet a 10 420 247 EUR 5 %-ában, vagyis 521 012 EUR összegben rögzíti.

A sokaság jellemzőit az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

A referencia-időszakban jelentett kiadások	10 420 247 EUR
A sokaság mérete (műveletek száma)	48
Lényegességi küszöb (maximum 2 %)	2 %
Tolerálható valótlanság (TE)	208 405 EUR
Bontási érték (a teljes könyv szerinti értéke 5 %-a)	521 012 EUR

Az alábbi táblázat összegezi az eredményeket

A bontási érték feletti egységek száma	12
A sokaság könyv szerinti értéke a bontási érték felett	8 785 634 EUR
A sokaság fennmaradó részének mérete (műveletek száma)	36
A sokaság fennmaradó részének értéke	1 634 613 EUR

Az irányítási és kontrollrendszer a 3-as kategóriába esik, azaz „Részben működik, jelentős javítások szükségesek”, tehát az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy a műveletek sokasága szerinti 15 %-nak megfelelő mintaméretet választ. Tehát $15\% \times 48 = 7,2$ kerekítve 8. Az ellenőrző hatóság úgy dönt, a műveletek nagyobb hányadát kell szerepeltetni a nagy értékű rétegben. Az ellenőrző hatóság döntése alapján a nagy értékű rétegben lévő műveletek 50 %-át, vagyis 6 műveletet ellenőriz. A fennmaradó műveletek $(8 - 6 = 2)$ kiválasztása a fennmaradó sokaságból történik. Mindazonáltal az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy ezt a mintát 2-ről 3 műveletre bővíti annak érdekében, hogy ez a réteg hangsúlyosabban szerepeljen az ellenőrzésben.

Az egyes rétegekben az ehhez a sokasághoz tartozó kiadások kis variabilitása miatt az ellenőr úgy dönt, hogy mindkét rétegben az egyenlő valószínűséget használja a sokaságból való mintavételhez.

Bár az alapot az egyenlő valószínűség jelenti, a várakozás az, hogy ez a minta a sokasághoz tartozó kiadások legalább 20 %-ára ki fog terjedni a nagy értékű réteg magas lefedettsége miatt. Valójában azzal, hogy a mintaméretet megszorozza az egyes rétegekhez tartozó, műveletenkénti átlagos könyv szerinti értékkel, az ellenőrző hatóság 4 392 817 EUR összeg ellenőrzésére számít a nagy értékű rétegben, illetve 136 218 EUR összeget vár a fennmaradó sokaságban, ami körülbelül a teljes kiadás 43,5 %-a.

A 6 műveletből álló minta véletlenszerűen kerül bevonásra a nagy értékű rétegbe. A mintaként ellenőrzött kiadás összege 4 937 894 EUR. Ebben a 6 műveletben nem találtunk hibát.

A műveletek fennmaradó sokaságából egy 3 műveletből álló minta szintén felvételre kerül. A fennmaradó sokaságban a mintaként ellenőrzött kiadás összege 153 647 EUR. Ebben a rétegben a mintában azonosított összes hiba összege 4 374 EUR.

A teljes ellenőrzött kiadás összege $153\,647\text{ EUR} + 4\,937\,894\text{ EUR} = 5\,091\,541\text{ EUR}$, ami a teljes jelentett kiadás 48,9 %-át teszi ki. Az irányítási és kontrollrendszer bizonyossági szintjét szem előtt tartva az ellenőrző hatóság úgy véli, hogy az ellenőrzött kiadások adott szintje megfelelő az ellenőrzési következtetések megbízhatóságának biztosítására.

A fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés alkalmazásáról való döntéshez az ellenőrző hatóság ellenőrizze a mintaadatokat, hogy meggyőződjön a $\frac{COV_{E,BV}}{VAR_{BV}} > ER/2$ feltétel fennállásáról, amit meg is erősített. Ezt követően döntés született az aránybecslés alkalmazásáról.

Mindkét rétegre az extrapolált hiba értéke a következő:

$$EE = BV_e \times \frac{\sum_{i=1}^6 E_i}{\sum_{i=1}^6 BV_i} + BV_s \times \frac{\sum_{i=1}^3 E_i}{\sum_{i=1}^3 BV_i} = 0 + 1\,634\,613 \times \frac{4\,374}{153\,647} = 46\,534.$$

ahol BV_e és BV_s a nagy, illetve az alacsony értékű réteg teljes könyv szerinti értéke. Látni kell, hogy a kivetített hiba egyenlő a minta hibaaránya és a réteg könyv szerinti értéke szorzatával.

A kivetített hibát végül összehasonlítjuk a maximális tolerálható hibával (10 420 247 EUR 2 %-a = 208 405 EUR). A kivetített hiba alacsonyabb a lényegességi szintnél.

Az e példából levonható következtetés az, hogy az ellenőr észszerűen olyan következtetésre juthat, a sokaság nem tartalmaz lényegi hibát. Az elért pontosság megsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

6.4.9. Nem statisztikai mintavétel – két időszakra

A statisztikai mintavételben alkalmazotthoz hasonlóan az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy a mintavételi folyamatot az év során több időszakra (jellemzően két félévre) is elvégzi a nem statisztikai mintavételi megközelítés alkalmazásával. E módszer fő előnye az, hogy nem kapcsolódik a minta méretének csökkentéséhez, hanem általában lehetővé teszi az ellenőrzési munkaterhelés elosztását az egész évre, ezzel csökkenti azt a munkaterhelést, amelyet az év végén kellene elvégezni pusztán egyetlen megfigyelés alapján.

Ezzel a módszerrel a referencia-időszak/pénzügyi év sokasága felosztásra kerül két részsokaságra, mindegyik megfelel az egyes félévek műveleteinek/kifizetés iránti kérelmeinek és kiadásainak. Minden egyes félévre független mintákat szerepeltetünk, amihez az egyenlő valószínűségen vagy a méretarányos valószínűségen (kiadáson) alapuló kiválasztást – a továbbiakban PPS kiválasztás – alkalmazzuk.

A lenti két példa (az egyik az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztásra, míg a másik a PPS kiválasztásra vonatkozik) mutatja be a két időszakra kiterjedő, a nem statisztikai mintavételi módszerekkel együtt alkalmazott mintavételt. Megjegyzendő, hogy a nem statisztikai mintavételben a két időszakra kiterjedő mintavételhez alkalmazott mintavételi tervek és kivetítési módszerek megegyeznek a statisztikai mintavételben használtakkal, vagy egyszerű véletlen mintavétel az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztás esetén, illetve MUS (standard megközelítés) a PPS kiválasztás esetén. A különbségek csak az alábbiak:

- a mintaméretet nem konkrét képlettel számítjuk ki,
- a pontosság nem kerül kiszámításra.

Másrészt fel kell hívni a figyelmet a nem statisztikai mintavétel tekintetében a 2014–2020-as programozás időszakra vonatkozó jogszabályi rendelkezésekben rögzített egyedi követelményekre, melyek szerinti a kiadás lefedettségének legalább a pénzügyi év során a Bizottságnak jelentett kiadások 10 %-át⁴⁴ és a műveletek 5 %-át el kell érni. Az egyetlen időszakra kiterjedő mintavétel használatakor az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztás a kiadások lefedettsége tekintetében gyakran eredményez olyan arányt, amely közel van a műveletek számának meghatározásához használt mintarészlethez. A két vagy több időszakra kiterjedő mintavétel esetén a lefedettségi arány rendszerint kisebb, tekintettel arra, hogy egyes műveletek (azaz az egynél több ellenőrzési időszakban jelentett műveletek) ellenőrzése csak az év során jelentett kiadások részeként történik meg.

⁴⁴ Lásd még a fenti 6.4.3. pontot.

Ezért a két vagy több időszakra kiterjedő mintavétel alkalmazásához szükség lehet az egyetlen időszakra kiterjedő mintavételnél használnál több művelet szerepeltetésére annak érdekében, hogy az megfeleljen a kiadás lefedettsége tekintetében szükséges küszöbértéknek.

Megjegyzendő, hogy mivel a műveletek ellenőrzése ki fog terjedni a referencia-időszakban jelentett kiadások egy részére, a műveletenkénti átlagos ellenőrzési munkateher a két vagy több időszakra kiterjedő mintavétel esetében kevésbé időigényes. Ennek ellenére, azonban, a pénzügyi évenkénti összesített munkateher még növekedhet is a kiadások kívánt lefedettségének az elérése érdekében.

E probléma kezelése érdekében az ellenőrző hatóság dönthet olyan nagy értékű réteg alkalmazása mellett, amely az előírt minimumra korlátozhatja a pénzügyi évenként ellenőrizendő műveletek számát (mivel a nagyobb kiadásokkal bíró műveletek hangsúlyosabban szerepelnek majd a mintában).

6.4.9.1. Nem statisztikai mintavétel – két időszakra – egyenlő valószínűségeen alapuló kiválasztás

Az ellenőrzési munkamennyiségnek a referencia-időszak végét követő mérséklése érdekében az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy az ellenőrzési tevékenységet két időszakra terjeszti ki. Az első félév végén az ellenőrző hatóság figyelembe vette a két félév mindegyikének megfelelő két csoportba osztott sokaságot. Az első félév végi sokaság az alábbiak szerint összegezhető:

Az első félév végén jelentett kiadások	19 930 259 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	41

A tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett műveletek nem mindegyike aktív az első félév sokaságában is. Ráadásul a várakozás az, hogy a második félévben jelentett kiadás kétszer nagyobb, mint az első félévben jelentett kiadás. Ezt a két félév közötti kiadásnövekedést a műveletek számának kisebb mértékű emelkedése kíséri. Az ellenőrző hatóság várakozása szerint a második félévben 62 aktív művelet (1 művelet befejeződik az első félévben, az első félév többi 40 művelete a második félévben is folytatódik, és várhatóan a kiadások jelentése 22 új műveletre történik meg a második félévben). A kifizetés iránti kérelmek alapján végzett mintakiválasztás nem növelné a sokaság méretét, mivel a nemzeti programszabályokon alapuló, hipotetikus példánkban egy kifizetés iránti kérelem van félévente. Az ellenőrző hatóság valamely, a mintát az egyenlő valószínűség alapján kiválasztó, nem statisztikai megközelítés alkalmazása mellett dönt.

E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Az első félév végén jelentett kiadások	19 930 259 EUR
A második félévben jelentendő kiadás (előrejelzés) (19 930 259 EUR*2 = 39 860 518 EUR)	39 860 518 EUR
Összes előre jelzett költség a referencia-időszakban	59 790 777 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	41
A sokaság mérete (műveletek – második félév), előre jelzett	62 (40+22)
Lényegességi küszöb (maximum 2 %)	2 %
Tolerálható hiba (TE)	1 195 816 EUR

Az ellenőrző hatóság megítélése szerint az irányítási és kontrollrendszer „*részben működik, jelentős javítások szükségesek*”, tehát úgy dönt, hogy a műveletek száma 15 %-ával egyenlő mintaméretet választ (lásd a 6.4.3. pontot). Az esetünkben a referencia-időszakban összesen 63 művelet⁴⁵ van, amelyeken belül a kiadást mindkét mintavételi időszakra jelentettük (41 művelet kezdődik az első félévben, és 22 új művelet van a második félévben). Így az egész évre a globális mintaméret:

$$n = 0,15 \times 63 \approx 10$$

A minta félévenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} = \frac{41}{41 + 62} \times 10 \approx 4$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 6$$

Az ellenőrző hatóság olyan nagy értékű réteg alkalmazása mellett döntött, amely az előírt minimumra korlátozhatja a pénzügyi évenként ellenőrizendő műveletek számát (mivel a nagyobb kiadásokkal bíró műveletek hangsúlyosabban szerepelnek majd a mintában).

Az első félévi sokaság esetében a mintánkban egy nagy művelet van 3 388 144 EUR összértékkel, míg a többi 40 művelet ennél jóval kisebb. Szakmai megítélés alapján az ellenőrző hatóság a nagy értékű réteg 1 művelettel (azaz az első félév sokaságában a legnagyobb művelettel) való alkalmazása mellett döntött. Ennek a rétegzésnek az alkalmazásától az ellenőrző hatóság azt várja, hogy a 4 művelet ellenőrzésével lefedje a teljes első félévi kiadás legalább 20 %-át.

A minta fennmaradó 3 műveletét véletlenszerűen választották ki az első félév sokaságából, amiből kizárták a nagy értékű réteg műveletét (azaz a kiválasztás 16 542 115 EUR összegű sokaságból történt). A 3 művelet összértéke 1 150 398 EUR volt.

⁴⁵ 62 aktív művelet, és további egy, az első félévben teljesített művelet.

Így az első félévben a 4 műveletből álló minta az első félévben jelentett kiadások 22,77 %-ára terjedt ki.

Az ellenőrző hatóság 127 EUR⁴⁶ összegű hibát észlelt a nagy értékű réteg műveletében, továbbá a teljes hiba összege 4 801 EUR volt a véletlenszerűen kiválasztott 3 műveletben.

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félév teljes kiadására és az aktív műveletek számára vonatkozó helyes adat ismertté válik.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy az első félév végén a teljes kiadások tekintetében feltételezett 39 860 518 EUR érték enyhén alulbecsüli a 40 378 264 EUR valós értéket. A második félévben az aktív műveletek száma valamivel kisebb az előzetesen vártnál. Ennek eredményeként az ellenőrző hatóságnak nem szükséges felülvizsgálni a második félévre vonatkozó mintaméretet, mert a műveletek eredetileg előre jelzett száma a második félévben megközelíti a valós számot. Az alábbi táblázat összegezi az adatokat:

Paraméter	Az első félévi előrejelzés	A második félév végén
Műveletek száma a második félévben	62	61
Összes kiadás a második félévben	39 860 518 EUR	40 378 264 EUR

A sokaság jellemzőit figyelembe véve az ellenőrző hatóság ismét a kiadás szerinti rétegzés alkalmazása mellett dönt, amely a második féléves sokaság kiadásának 5 %-os küszöbértéke alapján határozza meg a nagy értékű réteget. Ezt a küszöbértéket 3 művelet lépi túl 6 756 739 EUR összértékkel. A fennmaradó 3 művelet (6 szerepeltetendő művelet a második félévben, amelyből ki kell vonni a nagy értékű réteghez tartozó 3 műveletet) kiválasztása véletlenszerűen történik a második félév alacsony értékű rétegéhez tartozó 58 művelet sokaságából, vagyis a 33 621 525 EUR összegű sokaságból. A második félév tekintetében a véletlen minták teljes értéke 1 200 987 EUR. Az ellenőrző hatóság megállapította, hogy a második félév mintájának teljes értéke (7 957 726 EUR=1 200 987+6 756 739) valamivel a második félév 20 %-os küszöbértéke alatt marad. Mindazonáltal, mivel a minta teljes értéke mindkét félévre meghaladja a minimálisan előírt 20 %-ot, arra a következtetésre jutott, hogy nincs szükség további mintára a kiadás lefedettségének a biztosítására.

⁴⁶ Ezt a hibát az első félévben jelentett nagy értékű réteg adott műveletéhez tartozó összes számla (kiadási tétel) igazolása alapján lehetne megállapítani. A másik megoldás, hogy egy legalább 30 számlából (kiadási tételből) álló részmintát lehetne kiválasztani. A kiadási tételek valamely részmintája esetén ez az hiba a kiválasztott kiadási tételek alapján, a művelet szintjére extrapolált hibára utalna. Biztosítani kellene, hogy a számlák részmintája véletlenszerűen kerül kiválasztásra, esetleg – e helyett – a művelet szintjén rétegzést lehetne alkalmazni egyes rétegek teljes ellenőrzésével, valamint a fennmaradó rétegekben a kiadási tételek véletlenszerű kiválasztásával.

Az ellenőrző hatóság 432 076 EUR értékű hibát észlelt a nagy értékű réteg 3 műveletében, illetve 5 287 EUR hibát az alacsony értékű rétegben.

Figyelembe véve az alacsony értékű rétegek hibái és a kiadás közötti összefüggést, az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy a hibát az aránybecslés segítségével vetíti ki.

Mindkét félév esetében az aránybecslés⁴⁷ alkalmazása mellett az extrapolált hiba értéke

$$EE = EE_{e1} + EE_{e2} + BV_{s1} \times \frac{\sum_{i=1}^{n_{s1}} E_{s1i}}{\sum_{i=1}^{n_{s1}} BV_{s1i}} + BV_{s2} \times \frac{\sum_{i=1}^{n_{s2}} E_{s2i}}{\sum_{i=1}^{n_{s2}} BV_{s2i}}$$

ahol:

- az EE_{e1} és EE_{e2} az első és a második félév nagy értékű rétegeiben észlelt hibákra utal
 - a BV_{s1} és BV_{s2} az első és a második félév nem teljes körben ellenőrzendő rétegeinek a könyv szerinti értékére utal

- a $\frac{\sum_{i=1}^{n_{s1}} E_{s1i}}{\sum_{i=1}^{n_{s1}} BV_{s1i}}$ és $\frac{\sum_{i=1}^{n_{s2}} E_{s2i}}{\sum_{i=1}^{n_{s2}} BV_{s2i}}$ az első és a második félév nem teljes körben ellenőrzendő rétegeiben megfigyelt átlagos hibaarányra utal

Figyeljük meg, hogy a kivetített hiba egyenlő a mindkét félév nagy értékű rétegeiben észlelt hibák és a véletlen minták hibaarányainak összegével, miután azt megszoroztuk a véletlen minták vonatkozó réteghez tartozó, könyv szerinti értékével.

Konkrétan a példánkban az extrapolált hiba a sokaság szintjén:

$$EE = 127 + 432\,076 + 16\,542\,115 \times \frac{4\,801}{1\,150\,398} + 33\,621\,524 \times \frac{5\,287}{1\,200\,987} = 649\,247,94$$

(azaz a sokaság értékének 1,08 %-a)

A kivetített hibát végül összehasonlítjuk a maximális tolerálható hibával (60 308 523 EUR 2 %-a, azaz 1 206 170 EUR). A kivetített hiba alacsonyabb a lényegességi szintnél.

Az elért pontosság mégsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

6.4.9.2. Nem statisztikai mintavétel – két időszakra – PPS kiválasztás

⁴⁷ A fajlagos középérték alkalmazásával a képlet a következő lenne:

$$EE = EE_{e1} + EE_{e2} + \frac{N_{s1}}{n_{s1}} \sum_{i=1}^{n_{s1}} E_{s1i} + \frac{N_{s2}}{n_{s2}} \sum_{i=1}^{n_{s2}} E_{s2i}$$

Az ellenőrzési munkamennyiségnek a referencia-időszak végét követő mérséklése érdekében az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy az ellenőrzési tevékenységet két időszakra terjeszti ki. Az első félév végén az ellenőrző hatóság figyelembe vette a két félév mindegyikének megfelelő két csoportba osztott sokaságot. Az első félév végi sokaság az alábbiak szerint összegezhető:

Az első félév végén jelentett kiadások	16 930 259 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	34

A múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett műveletek nem mindegyike aktív az első félév sokaságában is. Továbbá a várakozások szerint a második félévben jelentett kiadás két és félszer nagyobb lesz, mint az első félév végén jelentett kiadás. Az is előre látható, hogy a második félév végén aktív műveletek száma növekedni fog, bár kisebb lesz, mint a kiadás tekintetében előre jelzett növekmény. Az ellenőrző hatóság várakozása szerint a második félévben 52 aktív művelet (2 művelet befejeződik az első félévben, az első félév többi 32 művelete a második félévben is folytatódik, és várhatóan a kiadások jelentése 20 új műveletre történik meg a második félévben). A sokaság méretének a növelése céljából a kifizetés iránti kérelmekből nem lehet mintát venni. Ezért az ellenőrző hatóság a nem statisztikai megközelítés alkalmazása mellett dönt.

E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Az első félév végén jelentett kiadások	16 930 259 EUR
A második félévben jelentendő kiadás (előrejelzés) (16 930 259 EUR*2,5 = 42 325 648 EUR)	42 325 648 EUR
Az évre előrejelzett teljes kiadás	59 255 907 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	34
A sokaság mérete (műveletek – második félév), előre jelzett	52 (32+20)
Lényegességi küszöb (maximum 2 %)	2 %
Tolerálható hiba (TE)	1 185 118 EUR

Az ellenőrző hatóság megítélése szerint az irányítási és kontrollrendszer „*részben működik, jelentős javítások szükségesek*”, tehát úgy dönt, hogy a műveletek száma 15 %-ával egyenlő mintaméretet választ. Továbbá a kiadásoknak a véletlen minta szerinti lefedettsége maximalizálása érdekében az ellenőr úgy dönt, hogy a mintát a méretarányos valószínűség segítségével választja ki. Az esetünkben a referencia-időszakban összesen 54 művelet van, amelyeken belül a kiadást mindkét mintavételi időszakra jelentettük (34 művelet kezdődik az első félévben, és 20 új művelet van a második félévben). Egész évre a globális mintaméret:

$$n = 0,15 \times 54 \approx 9$$

A minta félévenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV_1 + BV_2} = \frac{16\,930\,259}{16\,930\,259 + 42\,325\,648} \times 9 \approx 3$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 6$$

Habár a sokasággal összefüggő költségek lefedettsége csak a minta kiválasztását követően válik értékelhetővé, a műveletek 15 %-ának a kiválasztása és a méretarányos valószínűség szerinti kiválasztás alkalmazása a sokaságunk esetében várhatóan a kiadások legalább 20 %-os lefedettségét eredményezi.

Először meg kell határozni a teljes körben ellenőrzendő, a nagy értékű rétegbe sorolandó (esetleges) a sokaságban nagy értékű egységeket. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_1) és a tervezett mintaméret (n_1) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket, a teljes körben ellenőrzendő rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték 16 930 259 EUR /3=5 643 420 EUR.

Nincsenek olyan műveletek, ahol a könyv szerinti érték meghaladná az 5 643 420 EUR-t, és következésképpen a mintavételi intervallum megfelel a bontási értéknek, vagyis 5 643 420 EUR-nak.

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Bontási érték – első félév	5 643 420 EUR
A műveletek száma, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – első félév	0
A műveletek könyv szerinti értéke – amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – első félév	0
BV_{s1} - a nem teljesen ellenőrzendő réteg sokaságához tartozó könyv szerinti érték az első félévben (mivel az első félévben a bontási érték felett nincsenek műveletek, a teljes érték az első félévi sokasághoz tartozik)	16 930 259 EUR
n_{s1} - az első félév nem teljesen ellenőrzendő rétegének mintamérete	3
SI_{s1} - mintavétel intervalluma az első félévben	5 643 420 EUR

A sokaság 34 műveletét tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályoztuk, és felvettünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. A mintát úgy választjuk ki, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely az 5 643 420-dik pénzegységet tartalmazza.⁴⁸ E három művelet értékét ellenőrizzük. Az első félévre a hibaarányok összege a következő:

⁴⁸ Ha bármely kiválasztott műveletet a 148. cikk rendelkezéseiben előírt korlátok miatt helyettesíteni kell, az új művelete(ke)t a méretarányos valószínűség alapján kell kiválasztani. Az ilyen helyettesítésre példát a 7.10.3.1. pont ismerteti.

$$\sum_{i=1}^3 \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} = 0,066$$

A mintához tartozó, ellenőrzött kiadás összege 6 145 892 EUR, ami a teljes jelentett kiadás 36,3 %-át teszi ki. Az irányítási és kontrollrendszer bizonyossági szintjét szem előtt tartva az ellenőrző hatóság úgy véli, hogy az ellenőrzött kiadások adott szintje több mint elegendő az ellenőrzési következtetések megbízhatóságának biztosítására.

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félév teljes kiadására és az aktív műveletek számára vonatkozó helyes adat ismertté válik.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy az első félév végén a teljes kiadások tekintetében feltételezett 42 325 648 EUR érték alulbecsüli a 49 378 264 EUR valós értéket. A második félévben az aktív műveletek száma kisebb az előzetesen vártnál. A műveletek számának csökkenése eredményeként a második félévre a minta csökkenthető. Az alábbi táblázat összegezi a második félév sokaságát.

Paraméter	Az első félévi előrejelzés	A második félév végén
Műveletek száma a második félévben	52	46
Összes kiadás a második félévben	42 325 648 EUR	49 378 264 EUR

Így a mindkét félévre jelentett műveletek teljes száma 48 művelet⁴⁹ (az első félévben szerepeltetett 34 művelet, valamint a második félévben kezdődő 14 művelet) volt.

E kiigazítást figyelembe véve a második félévi, a műveletek számában felmerülő változás miatt ismételen kiszámolt mintaméret:

$$n_2 = 0,15 \times 48 - 3 \approx 5$$

Meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzés tárgyát képező nagy értékű réteghez tartozó sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. Az e felső réteg meghatározásához a bontási érték 9 875 653 EUR $(49\,378\,264/5)^{50}$. Minden tétel, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket, ellenőrzésre kerül. Két művelet van, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket. E műveletek teljes könyv szerinti értéke 21 895 357 EUR. Ebben a két műveletben összesen 56 823 EUR hibát lehetett találni.

⁴⁹ 46 művelet és 2 további, a második félévben teljesített művelet.

⁵⁰ Megjegyzendő, hogy az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy alacsonyabb bontási értéket alkalmaz, mint amely a félévhez tartozó sokaság és a félévben kiválasztandó műveletek száma közötti arány alapján kiszámítható. Az alsó bontási érték alkalmazása a felső rétegben a műveletek számának a növelésére különösen hasznos lehet az ellenőrző hatóság számára, amennyiben – a sokaság meghatározott jellemzői alapján – úgy tűnik, hogy a kiadások lefedettségének küszöbértékét akkor is nehéz elérni, ha a PPS-t alkalmazzák.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe, n_{s2} , kerülő mintavételi méretet a teljesen ellenőrzendő rétegbe (n_{e2}) kerülő mintavételi egységek (például műveletek) száma közötti különbséggént n_2 számítjuk ki. Az esetünkben ez 3 művelet (5 a mintaméret, amiből a 2 nagy értékű művelet kivonandó). Így az ellenőrnek ki kell választania a véletlen mintát a mintavételi intervallum segítségével:

$$SI_{s2} = \frac{BV_{s2}}{n_{s2}} = \frac{49\,378\,264 - 21\,895\,357}{3} = 9\,160\,969^{51}$$

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket.

Bontási érték – második félév	9 875 653 EUR
A műveletek száma, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – második félév	2
A műveletek könyv szerinti értéke, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket – második félév	21 895 357 EUR
BV_{s2} - olyan műveletek sokasága, ahol a könyv szerinti érték a bontási érték alatt van (nem teljesen ellenőrzendő réteg) – második félév	27 482 907 EUR
n_{s2} - a második félév nem teljesen ellenőrzendő rétegének mintamérete	3
SI_{s2} - mintavétel intervalluma a második félévben	9 160 969 EUR

A második félévi sokaság megmaradó 43 műveletét tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. Felvettünk egy 3 műveletből álló mintát szisztematikus méretarányos eljárás segítségével.

E 3 művelet értékét ellenőriztük. A második félévben a hibaarányok összege a következő:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} = 0,0475$$

A második félévben az ellenőrzött kiadás összege megfelel a nagy értékű projektek teljes könyv szerinti értékének, vagyis 21 895 357 EUR-nak, amihez hozzá kell adni a sokaság fennmaradó mintájában lévő, ellenőrzött kiadást, azaz 2 245 892 EUR-t. A második félévben a teljes ellenőrzött kiadás összege 24 141 249 EUR, ami a teljes jelentett kiadás 48,89 %-át teszi ki. Az irányítási és kontrollrendszer bizonyossági szintjét szem előtt tartva az ellenőrző hatóság úgy véli, hogy az ellenőrzött kiadások

⁵¹ Megjegyzendő, hogy a gyakorlatban előfordulhat, hogy miután kiszámoljuk a mintavétel intervallumát a kiadás és a mintavételi réteg mintamérete alapján, a sokaság egyes egységei esetében a kiadás nagyobb értéket mutat, mint ebben a BV_s/n_s mintavételi intervallumban (jóllehet korábban nem jeleztek a bontási értéknél (BV/n)) nagyobb kiadást. Valójában az összes olyan tételt, amelynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint ez az intervallum ($BV_i > BV_s/n_s$) hozzá kell adni a nagy értékű réteghez. Ha ez előfordul, és miután az új tételeket átvittük a nagy értékű rétegbe, a mintavétel intervallumát a mintavételi réteg tekintetében újra kell számítani, figyelembe véve a BV_s/n_s arányra vonatkozó új értékeket. Ezt az ismétlődő folyamatot többször kell elvégezni addig a pillanatig, amikor nincs olyan további egység, ahol a kiadás nagyobb, mint a mintavétel intervalluma.

adott szintje több mint elegendő az ellenőrzési következtetések megbízhatóságának biztosítására⁵².

A hibák sokaságra való kivetítése eltérően történik a teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó és a nem teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó mintavételi egységek (műveletek) esetében.

A teljesen ellenőrzendő rétegek esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} > \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba az e rétegekhez tartozó tételekben talált hibák összege.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} = 0 + 56\,823 = 56\,823$$

A gyakorlatban:

1) Mindegyik t félév esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat.

2) Összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A nem teljesen ellenőrzendő csoport esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél kisebb vagy azzal egyenlő, könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} \leq \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba a következő:

$$EE_s = \frac{BV_{s1}}{n_{s1}} \times \sum_{i=1}^{n_{s1}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{s2}}{n_{s2}} \times \sum_{i=1}^{n_{s2}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} \\ = 5\,643\,420 \times 0,066 + 9\,160\,969 \times 0,0475 = 807\,612$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

1) mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$

2) mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységre

3) a t félévben szorozzuk meg az előző eredményt a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő műveletek véletlen kiválasztásához alkalmazott mintavételi intervallummal

4) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s = 56\,823 + 807\,612 = 864\,435$$

(azaz a sokaság értékének 1,30 %-a)

⁵² Lásd a 6.4.7. pontban ismertetett példát az eljárásról, amennyiben a kiadások lefedettsége nem elegendő.

A kivetített hibát végül összehasonlítjuk a maximális tolerálható hibával (66 308 523 EUR 2 %-a = 1 326 170 EUR). A kivetített hiba alacsonyabb a lényegességi szintnél.

Az elért pontosság mégsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

6.4.10. Kétlépcsős mintavétel (részmintavétel) a nem statisztikai mintavételi módszerekben

Általánosságban véve a Bizottságnak bejelentett, a mintában szereplő összes kiadást auditálni kell. Mindazonáltal, ahol a kiválasztott mintavételi egységek nagy számban tartalmaznak mögöttes kifizetés iránti kérelmeket vagy számlákat/más kiadási tételeket, az ellenőrző hatóság azokat részmintavétellel ellenőrizheti. E tekintetben részletesebb tudnivalók találhatóak a 7.6. pontban: *Kétlépcsős mintavétel*, valamint a 6.5.3.1, pontban, mely utóbbi az ETC programokon belül tárgyalja a két- és háromlépcsős mintavételt.

Kérjük, ne feledje, hogy a részmintavétel tárgyát képező tételeket véletlenszerűen kell kiválasztani. Valamely rétegzési tervnek a részmintavétel szintjén való alkalmazására is lehetőség van egyes, teljesen ellenőrzött rétegekhez tartozó számlákkal/kiadási tételekkel, valamint egyes, a kiadási tételek véletlen kiválasztása mellett igazolással ellenőrzött rétegekkel. A rétegzés jellemzően a kiadás típusa vagy a számla/kiadási tétel összege alapján végezhető el (például az összes nagy értékű tétel teljes körű ellenőrzésével és az alacsony értékű tételek rétegéből véletlenszerűen kiválasztott tételek ellenőrzésével).

A 2014–2020-es programozási időszak tekintetében és összhangban a CDR 28. cikkével, ahol részmintavételt alkalmaznak úgy, hogy a részmintavételi egységek vagy számlák, vagy kifizetés iránti kérelmek, az ellenőrző hatóságnak legalább 30 számlát/más kiadási tételt vagy kifizetés iránti kérelmet kell bevonnia. Amikor más részmintavételi egységeket használnak nem statisztikai mintavétel keretében (mint például valamely projekt adott műveleten belül, projektpartner az ETC programokban), az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján dönthet a rész minta elégséges lefedettségét illetően. Ebben az esetben javasolt, hogy amennyiben 30-nál kevesebb részmintavételi egységet választanak ki, azok a mintavételi egységben (például egy műveletben) lévő kiadások legalább 10 %-ára terjedjenek ki.

6.5. Mintavételi módszerek az európai területi együttműködési (ETC) programok esetében

6.5.1. Bevezetés

Az ETC-programoknak számos sajátossága van: általában nem csoportosíthatók, mert mindegyik programrendszer és -rendszer különbözik a többitől; a műveletek száma gyakran alacsony. Minden egyes műveletnél általánosságban véve létezik egy vezető partner (az 1299/2013/EU rendelet 13. cikke szerinti vezető kedvezményezett) és több más projektpartner (az 1299/2013/EU rendelet 13. cikke szerinti más kedvezményezettek). A határokon átnyúló és transznacionális együttműködés körében kiválasztott műveletekben legalább két résztvevő országból szerepelnek partnerek, miközben az interregionális együttműködéshez tartozó műveletekben legalább három ország partnerei vesznek részt (az 1299/2013/EU rendelet 12. cikke).

6.5.2. Mintavételi egység

A mintavételi egységet szakmai megítélése alapján az audithatóság határozza meg. Az lehet egy művelet, egy projekt a műveleten belül vagy valamely kedvezményezett által benyújtott kifizetési kérelem (480/2014/EU felhatalmazáson alapuló rendelet 28. cikkének (6) bekezdése). Amennyiben az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy valamely kifizetés iránti kérelmet használ mintavételi egységként, akkor az ellenőrző hatóság választhat a vezető és más projektpartnerek egyedi kifizetés iránti kérelmeit tartalmazó, összesített kifizetés iránti kérelem és a valamely projektpartner (a vezető és más projektpartnerek megkülönböztetése nélkül) kifizetés iránti kérelme között. Az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy valamely műveleten belül bejelentett, konkrét projektpartnerhez tartozó, csoportos kifizetés iránti kérelmet használ az adott mintavételi időszakban. Az ilyen esetekben a projektpartner általi csoportos kifizetés iránti kérelem képezi a mintavételi egységet (a szövegben erre a mintavételi egységre később projektpartnerként hivatkozunk).

A mintavételi egység kiválasztása meghatározza a kivetítési módszert. A hibák kivetítése a sokaság szintjére a kiválasztott mintavételi egységekben lévő hibákon alapul. Ezért amennyiben az ellenőrző hatóság nem igazolja az összes költséget a kiválasztott mintavételi egységben (a részmintavétel alkalmazása mellett), szükségessé válik a részminta hibáinak az extrapolálása a mintavételi egység szintjére még a sokaság szintjére történő extrapolálás előtt.

Különösen abban az esetben, ha az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy műveleteket választ ki mintavételi egységeknek a projektpartnerek valamely részmintájával, az ellenőrző hatóságnak még a sokaság szintjére történő extrapolálás előtt a kiválasztott partnerek kiadásaiban észlelt hibákat ki kell vetítenie a műveletek szintjére.

Ezzel szemben egyszerűbb kivetítési megközelítést biztosítana a projektpartnerek⁵³ (esetleg a projektpartnerek kifizetés iránti kérelmeinek) használata mintavételi egységekként. Az ilyen mintavételi egységek alkalmazása lehetővé teszi a kiválasztott projektpartnerek által jelentett kiadásokban észlelt hibáknak (esetleg a projektpartnerek kiválasztott kifizetés iránti kérelmeinek) a kivetítését közvetlenül az Európai Bizottság felé jelentett összes kiadás sokaságának a szintjére anélkül, hogy a fentiekben ismertetett kétlépcsős kivetítésen végig kellene menni. (Mivel a művelet nem képez mintavételi egységet ilyen helyzetben, nincs szükség az észlelt hibáknak a művelet szintjére történő extrapolálására).

Bár más lehetőségek is rendelkezésre állhatnak, a mintavételi módszertan megtervezésekor az Európai Bizottság szolgálatai különösen ajánlják az alábbi mintavételi egységek valamelyikének használatát az ETC-programokban:

- a) valamely (egyéni) projektpartner kifizetés iránti kérelme,
- b) projektpartner (azaz a projektpartner által jelentett összes kifizetés iránti kérelem valamely műveleten belül, adott mintavételi időszakban), vagy
- c) a művelet.

Az összes fenti mintavételi egység egyaránt használható a statisztikai mintavételi és a nem statisztikai mintavételi módszerekben. Mindazonáltal a műveletek mintavételi egységekként való használata valamely statisztikai mintavételi módszer körében súlyos munkaterhet vonhat maga után az ETC keretében, ha azt a két, fentebb felsorolt mintavételi egységgel vetjük össze. Ezért a művelet mintavételi egységként való alkalmazása a nem statisztikai mintavételi módszerek esetében javasolt.

Az alábbi 6.5.3. pont a két- és háromlépcsős mintavétel tekintetében ismertet részletesebb tudnivalókat a lehetséges mintavételi és részmintavételi egységekről az ETC-programokban, amit további megjegyzések egészítenek ki a vonatkozó módszertani korlátokról és vonatkozásokról.

6.5.3. *Mintavételi módszertan*

Az ETC-programokon belül a statisztikai mintavételi és nem statisztikai mintavételi eljárások esetében egyaránt igaz, hogy az általános, ezen útmutató vonatkozó részeiben leírt mintavételi módszertanok alkalmazandók. E rész további magyarázatokkal szolgál az ETC-programok sajátos jellemzőivel kapcsolatban.

A sokaság kis méretével leírható ETC-programoknál előfordulhat, hogy nem sikerül elérni az 50–150 műveletes küszöböt, különösen a végrehajtási időszak kezdetén. Ugyanakkor az is előfordulhat, hogy bár eléri ezt a küszöbértéket, az ETC-programok

⁵³ anélkül, hogy szükség lenne a vezető és más projektpartnerek megkülönböztetésére

speciális összeállítása miatt a statisztikai mintavétel alkalmazása nem költséghatékony. Ezért saját szakmai megítélésére támaszkodva, a CPR 127. cikkének (1) bekezdése alapján az ellenőrző hatóság az ETC esetében alkalmazhat nem statisztikai mintavételt a műveletek 5 %-os és a kiadások 10 %-os minimális lefedettségének tiszteletben tartása mellett. Az ellenőrző hatóságnak indokait és véleményét rögzítenie kell az ellenőrzési stratégiájában, ami a CPR 127. cikkének (4) bekezdésében meghatározott éves frissítést teszi szükségessé.

A statisztikai mintavételi módszerek alkalmazásakor ez lehetővé teszi a pontosság kiszámítását, így pedig közben lehet tartani az ellenőrzési kockázatot. Amikor valamely művelet képezi a mintavételi egységet, a statisztikai mintavételi módszertanok alkalmazása magas költségeket eredményezhet az ETC-programok ellenőrzése terén azok speciális felépítése miatt. Ezért az ellenőrző hatóság számára javasolt olyan más mintavételi egységek használata (valamely partner vagy egyéni projektpartner kifizetés iránti kérelme), amely a statisztikai mintavétel révén csökkentheti az ellenőrzési eljárások költségét. Ezt a megközelítést fogja megkönnyíteni, amikor a (480/2014/EU rendelet 24. cikkében előírt) monitoring rendszer lehetővé teszi a kiadásokkal kapcsolatos adatok projektpartnerekre történő lebontását.

Ezen kívül megjegyzendő, hogy a 2014–2020-es programozási időszakban a 1303/2013/EU rendelet 127. cikkének rendelkezései előírják a műveletek 5 %-a és a jelentett kiadások 10 %-a mértékben a lefedettséget, amennyiben nem statisztikai mintavételi módszert alkalmaznak. Mivel a statisztikai mintavétel esetében ez a követelmény nem alkalmazandó, az ellenőrző hatóságnak mérlegelnie kell, hogy valamely statisztikai mintavételi módszer használata egyes esetekben eredményezhet-e egyenértékű vagy csökkent mértékű ellenőrzési munkát (összevetve a nem statisztikai mintavétellel), különös tekintettel arra, ha a projektpartnerek kifizetés iránti kérelmeit használják mintavételi egységként, továbbá egyszerű véletlen mintavételt alkalmaznak. Amennyiben az ellenőrző hatóság hasonló ellenőrzési költségekkel és erőfeszítésekkel szembesül, javasolt számára a statisztikai mintavételt választani.

Végül, az ETC programok esetében használt speciális kontrollrendszereknek (pl. decentralizált szemben a centralizált rendszerekkel) köszönhetően az ellenőrző hatóság mérlegelheti a rétegzés lehetőségét (például a rendszerellenőrzések eredményeinek a felhasználását), ami lehetővé teszi az ellenőrző hatóság számára, hogy szükség szerint rétegenként vonja le következtetéseit. A tagállamok szerinti rétegzést vagy *a priori*, vagy *a posteriori* (e.g. amikor a hibaarány 2 % feletti) jellegűnek lehet tekinteni annak érdekében, hogy az ellenőrző hatóság értékelhesse, honnan származik a hiba. E tekintetben a mintavételi módszertan figyelembe veheti a jelen útmutató 7.8. pontjában ismertetett „alulról felfelé irányuló stratégiát”.

6.5.3.1. Két- és háromlépcsős mintavétel (részmintavétel)

Statisztikai vagy nem statisztikai mintavételi módszerek alkalmazásakor az ellenőrző hatóságnak a kiválasztott mintavételi egységek szintjén kell megállapítania a hibákat, mielőtt a mintában észlelt hibákat kivetítené a sokaságra. Általános szabályként a Bizottságnak jelentett, a mintában szereplő összes kiadást ellenőrizni kell. Mindazonáltal ahol a kiválasztott mintavételi egységek nagy számban tartalmaznak mögöttes kifizetés iránti kérelmeket vagy számlákat, az ellenőrző hatóság azokat részmintavétellel ellenőrizheti. Az ilyen esetekben, a kiválasztott mintavételi egységek szintjén a hiba megállapításához az ellenőrző hatóságnak a részmintában észlelt hibákat ki kell vetítenie a mintavételi egység szintjére. A következő lépésben a kiválasztott mintavételi egységeknek (valamely rész minta alapján megállapított) hibái a műveletek vagy kifizetés iránti kérelmek sokaságára kerülnek kivetítésre a sokaság kivetített hibájának a kiszámítása érdekében.

Részmintavételi egységek

Az ellenőrző hatóság a statisztikai és nem statisztikai mintavétel körében egyaránt használhat eltérő részmintavételi egységeket a két-/háromlépcsős mintavételi terven belül, úgy mint számlák, projektek valamely műveleten belül, összesített kifizetés iránti kérelmek, beleértve a vezető és más projektpartnernek egyéni kifizetés iránti kérelmeit, az egyéni projektpartnernek kifizetés iránti kérelmeit, projektpartnereket.

Az ETC programokon belül a műveletek összeállításának köszönhetően az ellenőrző hatóság gyakorta alkalmaz vagy két-, vagy háromlépcsős mintavételt, ahol valamely projektpartner vagy a projektpartner kifizetés iránti kérelme képezheti a mintavételi egységet a mintavételi lépcsők valamelyikén.

Amennyiben a mintavételi egység egy művelet, az ellenőrző hatóság dönthet úgy, hogy a mintavételi tervhez az egyéni projektpartnernek kifizetés iránti kérelmeiből választ részmintát (kétlépcsős mintavétel). A kétlépcsős mintavételi tervre egy másik lehetőség – és az ETC keretében ezt alkalmazzák a leggyakrabban –, hogy az egyéni projektpartnernek összes kifizetés iránti kérelmét projektpartnerenként csoportosítják, és a kiválasztott műveleten belül a projektpartnerekből részmintát választanak ki. Az ilyen esetekben a kifizetés iránti kérelmek/projektpartnernek szintjén észlelt hibákat először a művelet szintjére kell kivetíteni, mielőtt sor kerülne a hibák végső kivetítésére a műveletekből álló sokaság szintjére.

Számlák, mint részmintavételi egység

Ha a kiválasztott rész minta (kifizetés iránti kérelmek/partnernek) egyes mintavételi egységeiben nagy számban található számlák/más kiadási tételek, az ellenőrző hatóság dönthet úgy, hogy azokat valamely minta alapján ellenőrzi, ami háromlépcsős

mintavételi tervet eredményez. Az ilyen esetekben a számlák részmintájában észlelt hibát először a kifizetés iránti kérelmek/partner szintjére kell kivetíteni. Ezt követően a kifizetés iránti kérelmek/partnerek szintjén megállapított hibákat a kétlépcsős mintavételi tervhez hasonlóan a művelet szintjére szükséges kivetíteni.

Az ellenőrző hatóság a számlákat mintavételi egységekként is használhatja a kétlépcsős mintavételben, amire különösen akkor kerül sor, amikor vagy az egyéni projektpartner valamely kifizetés iránti kérelme, vagy valamely partner alkotja a fő mintavételi egységet. A kétlépcsős mintavételi tervben a fő mintavételi egységet jelentő művelet esetében a számlák részmintája közvetlenül a művelet összes számlájából álló sokaságból választható ki, a partner/kifizetés iránti kérelem szintjén megjelenő rész minta köztes szakasza nélkül.

A részmintavételi egységek kiválasztása a statisztikai és nem statisztikai módszerek keretében

A részmintákban lévő összes mintavételi egységet véletlenszerűen kell kiválasztani⁵⁴, ami a nem statisztikai mintavételi módszerekre is érvényes. Ha viszont a részminták szintjén rétegzést alkalmazunk, az ellenőrző hatóság természetesen dönthet úgy, hogy az adott réteg összes mintavételi egységét ellenőrzi.

Példa: ha az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy valamely műveletet használ a fő mintához tartozó mintavételi egységként, miközben a projektpartnernek lesznek a részmintavételi egységek, akkor az ellenőrző hatóság vagy

- véletlenszerűen választ a projektpartnerek közül (a vezető és más projektpartnerek megkülönböztetése nélkül), vagy

- rétegzést alkalmaz a művelet szintjén:

- egy réteget a vezető partner kiadásaihoz, és

- egy második réteget a más projektpartnerek kiadásaihoz.

Mivel ez utóbbi esetben a vezető partner kiválasztása nem véletlenszerűen történik, hanem a kiadása teljesen ellenőrzendő réteget képez, ezt a kivetítési modellnek is figyelembe kell vennie. A művelet szintjén a hiba kiszámításához a műveletben véletlenszerűen kiválasztott, más projektpartnerek hibáit a más projektpartnerek rétegeire kell vetíteni, miközben a vezető partner hibáját hozzá kell adni a kivetített hibához annak érdekében, hogy megállapítható legyen a művelet teljes kivetített hibaaránya. Az alábbi 6.5.3.3. pont példát mutat be egy ilyen mintavételi terv alapján.

⁵⁴ Egyenlő valószínűségen (ahol minden egyes mintavételi egységnek egyenlő esélye van a kiválasztásra, tekintet nélkül a mintavételi egységben jelentett kiadás összegére) vagy méretarányos valószínűségen (kiadás) (ahol a mintához az első elemet véletlen kiválasztással vesszük ki, majd a rákövetkező elemeket az intervallum segítségével választjuk ki addig, amíg el nem érjük a kívánt mintaméretet) alapuló kiválasztást alkalmazva; a pénzegység, mint a mintavételhez kiegészítő változó használata mellett, mint az MUS esetében.

Azt sem érdemes elfelejteni, hogy amennyiben a statisztikai mintavételt a fő mintára alkalmazzák, az ellenőrző hatóságnak az összes szakaszban biztosítania kell a statisztikai mintavételi módszer használatát a részminták mintavételi egységeinek kiválasztására. Különösen abban az esetben, ha a műveleteket választják mintavételi egységnek úgy, hogy a második lépcsőben a projektpartnerékből, illetve a harmadik lépcsőben a számlákból képzett részmintákat használják, az ellenőrző hatóságnak biztosítania kell legalább 30 megfigyelését a második és a harmadik lépcsőben egyaránt. Következésképpen, ha a műveleten belül kiválasztott részmintavételi egység a projektpartner, ez azt jelenti, hogy 30 projektpartneret kell kiválasztani (erre kevés eset használható, ha egyáltalán van ilyen). A módszer más esetben is alkalmazható, de az a művelethez kapcsolódó összes partner kiválasztását fogja eredményezni, vagyis a gyakorlatban a kétlépcsős mintavétel (művelet az első lépcsőben és számla a második lépcsőben) kerül alkalmazásra a háromlépcsős mintavétel helyett. Hasonlóképpen minden egyes kiválasztott partnerre biztosítani kell legalább 30 számlából álló rész minta ellenőrzését, amennyiben a teljes körű ellenőrzések túlságosan költségesek.

A 2014–2020-es programozási időszak tekintetében és összhangban a CDR 28. cikkével, ahol részmintavételt alkalmaznak úgy, hogy a részmintavételi egységek vagy számlák, vagy kifizetés iránti kérelmek, az ellenőrző hatóságnak legalább 30 számlát/más kiadási tételt vagy kifizetés iránti kérelmet kell bevonnia a nem statisztikai mintavételre is kiterjedően. Amikor más részmintavételi egységeket használnak nem statisztikai mintavétel keretében (mint például valamely projekt adott műveletén belül, projektpartner), az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján dönthet a rész minta elégséges lefedettségét illetően. Ebben az esetben javasolt, hogy amennyiben 30-nál kevesebb részmintavételi egységet választanak ki, azok a mintavételi egységben (például egy műveletben) lévő kiadások legalább 10 %-ára terjedjenek ki.

6.5.3.2. A mintavételi egységek fő lehetséges konfigurációi a két- és többlépcsős mintavételben

Az alábbi táblázat összegzi a mintavételi egységek fő lehetséges konfigurációit a két- és többlépcsős mintavételben, az ETC keretei között. Statisztikai megfontolások alapján ezek a konfigurációk a statisztikai mintavételi és nem statisztikai mintavételi módszerekben egyaránt alkalmazhatók. Mindazonáltal, miként azt a táblázat is tisztázza, egyes felsorolt konfigurációk nem feltétlenül valósíthatók meg az ellenőrzés magas költségei miatt, továbbá egyes esetekben – a gyakorlatban a részmintavételi egységek elégtelen száma miatt – módszertani korlátok akadályoznák azok alkalmazását a statisztikai mintavételi módszerek körében. **Különösen igaz ez arra tekintettel, hogy miközben a lenti táblázatban bemutatott 1. és 2. opció minősül a legköltséghatékonyabbnak a statisztikai mintavételi módszerek esetében, illetve a 2. és 3. a nem statisztikai mintavételi módszerek között, a fennmaradó lehetőségek jóval több ellenőrzési előforrást igényelhetnek, és következésképpen a gyakorlatban gyakran nem megvalósíthatók.**

6.5.3.2.1 Kétlépcsős terv

Opció	A fő minta mintavételi egysége	Részmintavételi egység (adott esetben)	Ajánlás a nem statisztikai és statisztikai mintavételi módszerek alkalmazására	Egyéb megjegyzések/korlátok
1.	Projektpartner kifizetés iránti kérelme	Számla/más kiadási tétel	<i>Statisztikai mintavétel:</i> igen	A bemutatott statisztikai mintavételi tervek közül ez az a konfiguráció, amely a legkevesebb ellenőrzési erőforrást igényli, és egyúttal lehetővé teszi a pontosság és a felső hibahatár kiszámítását, ami megengedi az ellenőrzési kockázat kézben tartását.
			<i>Nem statisztikai mintavétel:</i> Számottevően kevésbé költséghatékony módszer azzal összevetve, ha a projektpartnert használják fő mintavételi egységként, mivel előírás az EB-nek jelentett kiadások legalább 10 %-nak és a műveletek minimálisan 5 %-ának a lefedése az adott pénzügyi év tekintetében. (Az ellenőrző hatóságnak ekkor több mintavételi egységre kell kiterjesztenie tevékenységét, hogy megfelelhessen a minimálisan lefedendő kiadási szint követelményének).	A nem statisztikai mintavételi módszerekben a 2. és 3. lehetőség költséghatékonyabb.
2.	Projektpartner	Számla/más kiadási tétel	<i>Statisztikai mintavétel:</i> igen	Ez a statisztikai mintavételi módszerben javasolt megközelítés. Költségesebb lehet, mint az 1. opció.
			<i>Nem statisztikai mintavétel:</i> igen (A CPR 127. cikke előírja a műveletek 5 %-ának és a jelentett kiadások 10 %-ának minimális lefedését.)	Ez a nem statisztikai mintavételi módszerben javasolt megközelítés. Megjegyzendő, hogy egy másik, nem statisztikai mintavétel körében végzett, költséghatékony megközelítéssel (azaz a lenti 3. opcióval) összevetve a 2. opció nem teszi szükségessé a kivetítést a projektpartnerekről a művelet szintjére, mert a sokaságra történő kivetítést közvetlenül a projektpartnerekről elvégezzük. Az olyan projektpartnerek esetében, ahol a számlákat/kiadási tételeket nem ellenőrzik teljes körűen, valamely partner hibájának a kiszámítására a számlákból/más kiadási tételekből álló részmintában észlelt hibák kivetítésére alapozva kerül sor.
3.	Művelet	Projektpartner ⁵⁵	<i>Statisztikai mintavétel:</i> a) A műveletben érintett legfeljebb 30 projektpartner esetében ez a terv nem alkalmazható. (Mivel szükségessé válna az összes vagy legalább 30 partner statisztikai módszerekkel történő	A statisztikai mintavételi módszerekben az 1. és 2. lehetőség költséghatékonyabb.

⁵⁵ Ez a részmintavételi egység partnerenként csoportosítja az összes kifizetés iránti kérelmet valamely műveleten belül, adott mintavételi időszakban.

Opció	A fő minta mintavételi egysége	Részmintavételi egység (adott esetben)	Ajánlás a nem statisztikai és statisztikai mintavételi módszerek alkalmazására	Egyéb megjegyzések/korlátok
			ellenőrzése a részminta szintjén. Amikor a partnerek száma egyenlő vagy kisebb, mint 30, a módszer az összes létező partner kiválasztását eredményezni, és így egylépcsős mintavételi tervhez vezet.) b) 30-nál több projektpartner esetén: legalább 30 partner bevonásának magas ellenőrzési költsége.	
			<i>Nem statisztikai mintavétel:</i> igen (A CPR 127. cikke előírja a műveletek 5 %-ának és a jelentett kiadások 10 %-ának minimális lefedését.)	Két lehetőség használható a projektpartnerek kiválasztására: a) a partnerek véletlenszerűen történő kiválasztása a vezető és más projektpartnerek megkülönböztetése nélkül, b) minden egyes kiválasztott műveletre a vezető partner által jelentett kiadás és a véletlenszerűen kiválasztott más projektpartnerek által jelentett kiadások ellenőrzése. Ez a megközelítés szükségessé teszi a kiválasztott projektpartnerek hibáinak a kivetítését a művelet szintjére (lásd a 2. opciót egy másik költséghatékony megközelítéshez a nem statisztikai mintavételben, ami nem kívánja meg a kivetítést a partnerek szintjéről a művelet szintjére). A nem statisztikai mintavételben javasolt, hogy a projektpartnerek részmintája terjedjen ki a művelet kiadásának legalább a 10 %-ára.
4.	Művelet/összesített kifizetés iránti kérelem	Számla/más kiadási tétel	<i>Statisztikai mintavétel:</i> Mivel szükségessé tenné valamely kiválasztott műveleten belül a különböző partnerek oldalán felmerülő költségek ellenőrzését (összesített kifizetés iránti kérelem), ez a konfiguráció nem hatékony. Az 1. és 2. opciónál több ellenőrzési erőforrást igényel. <i>Nem statisztikai mintavétel:</i> rendszerint nem megvalósítható a magas ellenőrzési költség miatt	A statisztikai mintavételi módszerekben az 1. és 2. lehetőség költséghatékonyabb. A nem statisztikai mintavételi módszerekben a 2. és 3. lehetőség költséghatékonyabb.
5.	Művelet	Összesített kifizetés iránti kérelem	<i>Statisztikai mintavétel:</i> a) Legfeljebb 30 összesített kifizetés iránti kérelem esetében ez a terv szükségessé teszi minden összesített kifizetés iránti kérelem ellenőrzését, ami egylépcsős tervet eredményez. b) 30-nál több kifizetés iránti kérelem esetén: legalább 30 összesített kifizetés iránti kérelem bevonásával járó magas ellenőrzési költség.	A statisztikai mintavételi módszerekben az 1. és 2. lehetőség költséghatékonyabb.

Opció	A fő minta mintavételi egysége	Részmintavételi egység (adott esetben)	Ajánlás a nem statisztikai és statisztikai mintavételi módszerek alkalmazására	Egyéb megjegyzések/korlátok
			<i>Nem statisztikai mintavétel:</i> rendszerint nem megvalósítható a magas ellenőrzési költség miatt	A nem statisztikai mintavételi módszerekben a 2. és 3. lehetőség költséghatékonyabb.
6.	Művelet vagy összesített kifizetés iránti kérelem	Projektpartner kifizetés iránti kérelme	<p><i>Statisztikai mintavétel:</i></p> <p>a) Ha az egyéni projekt partnerek esetében a kifizetés iránti kérelmek száma legfeljebb 30, ez a terv szükségessé teszi az egyéni projekt partnerek összes kifizetés iránti kérelmének ellenőrzését, amit egylépcsős mintavételi tervet eredményez.</p> <p>b) 30-nál több kifizetés iránti kérelem esetén: az egyéni projekt partnerek legalább 30 kifizetés iránti kérelmének bevonásával járó magas ellenőrzési költség.</p> <p><i>Nem statisztikai mintavétel:</i> rendszerint nem megvalósítható a magas ellenőrzési költség miatt</p>	<p>A statisztikai mintavételi módszerekben az 1. és 2. lehetőség költséghatékonyabb.</p> <p>A nem statisztikai mintavételi módszerekben a 2. és 3. lehetőség költséghatékonyabb.</p>

A gyakorlatban, az ETC keretei között a legáltalánosabban alkalmazott kétlépcsős mintavételi tervek a következők:

- valamely művelet mintavételi egységként, valamint valamely projektpartner részmintavételi egységként való alkalmazása nem statisztikai mintavétel esetén (vö. fenti 3. opció),
- egyéni projektpartner valamely kifizetés iránti kérelmének mintavételi egységként, valamint valamely számla/más kiadási tétel részmintavételi egységként való alkalmazása statisztikai mintavétel esetén (vö. fenti 1. opció).

Valamely projektpartner mintavételi egységként, valamint valamely számla/más kiadási tétel részmintavételi egységként való konfigurálása (vö. fenti 2. opció) konfigurálása szintén javasolt megközelítés, mint amely mind a statisztikai, mind a nem statisztikai mintavételi módszerek körében költséghatékony lenne. Ilyen esetben minden egyes partner hibája kiszámítható a számlák részmintájában észlelt hibák kivetítése alapján. A partnerek hibái közvetlenül a sokaság szintjére kerülhetnek extrapolálásra (anélkül, hogy ki kellene számítani a vonatkozó műveletek hibáját, mivel a művelet nem képez mintavételi egységet az ilyen konfigurációban).

Külön figyelmet kell fordítani arra az esetre, amikor az ellenőrzős hatóság úgy dönt, hogy valamely műveletet választ ki mintavételi egységként adott statisztikai mintavételi módszer keretében. Az ilyen esetekben eltérő részminta egységeket lehet alkalmazni, mint például az összesített kifizetés iránti kérelem (vö. fenti 5. opció), projektpartner (vö. fenti 3. opció) vagy az egyéni projektpartner kifizetés iránti kérelme (vö. fenti 6. opció). Mindazonáltal valamely statisztikai mintavételi módszer keretében minden egyes mintavételi szakaszban legalább 30 megfigyelést kell biztosítani, ami szükségessé

teheti az összes rész minta egység ellenőrzését (mivel rendes esetben levesebb, mint 30 rész mintavételi egység áll rendelkezésre).

Ez alól kivétel a művelet mintavételi egységként, és valamely számla/más kiadási tétel rész mintavételi egységként való kiválasztása (vö. fenti 4. opció). Ez esetben a számlák statisztikai rész mintája kerülne kiválasztásra a mintavételi időszakon belül a művelet tekintetében jelentett összes számla sokaságából (azaz minden olyan projektpartnerre kiterjedően, amely a mintavételi időszakban kiadást jelentett). Az ellenőrzési munkateher nagymértékben csökkenne a fentiekben említett egyéb rész minta egységek alkalmazásával szemben. Viszont ez a konfiguráció általánosságban véve több ellenőrzési erőforrást igényelne, mint a projektpartnereknek vagy a projektpartnerek kifizetés iránti kérelmeinek használata mintavételi egységként számlákból álló rész mintával (vö. a fenti 1. és 2. opció).

6.5.3.2.2 Háromlépcsős terv

A fő minta mintavételi egysége	Rész mintavételi egység	A rész minta mintavételi egysége a legalacsonyabb lépcsőben	Észrevételek
Művelet	Projektpartner ⁵⁶	Számla/más kiadási tétel	Lásd a fenti táblázatban a 3. opciót.
Művelet	Összesített kifizetés iránti kérelem	Számla/más kiadási tétel	Lásd a fenti táblázatban az 5. opciót.
Művelet	Egyéni projektpartner kifizetés iránti kérelme	Számla/más kiadási tétel	Lásd a fenti táblázatban a 6. opciót.
Összesített kifizetés iránti kérelem	Egyéni projektpartner kifizetés iránti kérelme	Számla/más kiadási tétel	Lásd a fenti táblázatban a 6. opciót.

Az ETC keretében a háromlépcsős tervet elsősorban nem statisztikai mintavételi módszerekben alkalmazzák akkor, amikor a műveleteket választják ki mintavételi egységekként, és a projektpartnerek képezik a rész minta egységet, amely tekintetében véletlenszerűen kiválasztott számlákat ellenőriznek.

⁵⁶ Ez a rész mintavételi egység partnerenként csoportosítja az összes kifizetés iránti kérelmet valamely műveleten belül, adott mintavételi időszakban.

6.5.3.3. *Ez a kétlépcsős mintavétel egy lehetséges megközelítése (művelet mintavételi egységként és a projektpartnerekből álló részmintá, mely során a vezető partner mellett a projektpartnerekből választanak ki mintát)*

6.5.3.3.1 Mintavételi terv

Tekintsünk át egy olyan esetet, ahol az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy a kiválasztott műveletek esetében a vezető partner ellenőrzésének a partner saját kiadásaira és a projektpartnerek fizetési követeléseinek összesítésének folyamatára egyaránt mindenkor ki kell terjednie. Ha a más projektpartnerek száma olyan nagy, hogy nem lehet valamennyit ellenőrizni, véletlenszerű mintát kell kiválasztani. Így az ellenőrző hatóság a fő minta mintavételi egységének a szintjén elvégzendő rétegzés mellett döntött úgy, hogy a vezető partner által jelentett kiadások külön réteget, illetve a más projektpartnerek által jelentett kiadások réteget alkotnak. A vezető partner és a projektpartnerek egyesített mintája legyen elégséges méretű ahhoz, hogy az ellenőrző hatóság érvényes következtetéseket tudjon levonni.

Az ilyen esetekben a hibáknak a sokaságra (vagy a megfelelő műveletre) való kivetítése vegye figyelembe, hogy a vezető partnert ellenőrizték, míg a projektpartnereket mintavétellel ellenőrizték.

A jelen példában az ellenőrző hatóság által alkalmazott, alábbi módszertan a következő feltételezésekkel él:

- nem statisztikai mintavételi terv használata;
- kétlépcsős terv, ahol az első szint a műveletek kiválasztása, a második szint pedig az egyes műveleteken belül egy partnerekből álló minta kiválasztása⁵⁷;
- az összes egység (műveletek, partnerek) kiválasztása egyenlő valószínűség alapján (más mintavételi módszerek is elfogadhatók);
- az egyes műveletekben a vezető partner mindig kiválasztásra kerül;
- a partnerek listájáról egy projektpartnerekből álló minta kerül kiválasztásra.

Először is azt szükséges tudomásul venni, hogy a kiválasztás első szakaszában (műveletek) a tervnek az előzőekben javasolt módszerek egyikét kell követnie. Minden egyes műveleten belül a stratégia formálisan megfelel egy olyan rétegzett tervnek, amely két rétegből áll:

- az első réteg megfelel a vezető partnernek, és azt a sokaságnak csupán egyetlen egysége alkotja, amelyet minden esetben kiválasztanak a mintához. A gyakorlatban, a nagy értékű rétegekhez hasonlóan, ezt a réteget teljesen ellenőrzendő réteggként kell kezelni;
- a második réteg megfelel a projektpartnerek csoportjának, és azt mintavétel útján kell megfigyelni.

⁵⁷ A kifizetés iránti kérelmeknek vagy a kiválasztott partnerek más egységeinek a részmintába való vételére is lehetőség van, ha azok a teljes körű megfigyeléshez túlságosan nagyok.

A mintában egy konkrét művelet, i , esetében a kivetített hiba a teljesen ellenőrzendő réteghez (ami megfelel a vezető partnernek) a következő:

$$EE_e = E_{LP}$$

ahol E_{LP} a vezető partner kiadásaiban talált hiba összege. Másként megfogalmazva a teljesen ellenőrzendő réteg kivetített hibája egyszerűen a vezető partnernél talált hiba összege.

Kérjük, azt tartsa szem előtt, hogy a vezető partner teljes körű ellenőrzése nem kötelező; a részmintavétel a vezető partner kiadásaiból szintén lehetőség, amennyiben az nagy számban tartalmaz kifizetés iránti igényeket (vagy más részegységeket). Ez esetben a kifizetés iránti kérelmek (vagy más részegységek) részmintáját kell használni a vezető partnerhez tartozó hiba összegének kivetítésére.

Valamely rész minta használatakor, ismét azt feltételezve, hogy a kiválasztás egyenlő valószínűség vagy aránybecslés alapján történik⁵⁸, a vezető partner kivetített hibája a következő:

$$EE_{LP} = BV_{LP} \frac{\sum_{j=1}^{n_{LP}} E_j}{\sum_{j=1}^{n_{LP}} BV_j}$$

ahol BV_{LP} a vezető partner kiadása, és n_{LP} az e partner esetében ellenőrzött részegységek mintamérete.

A többi projektpartner tartalmazó réteg esetében a hibát úgy kell kivetíteni, hogy az figyelembe vegye, csak az e partnerekből képzett mintát figyeltük meg.

Ismételten, amennyiben a partnerek kiválasztása egyenlő valószínűség alapján és aránybecslés feltételezésével történet, a kivetített hiba a következő:

$$EE_{PP} = BV_{PP} \frac{\sum_{i=1}^{n_{s,PP}} E_i}{\sum_{i=1}^{n_{s,PP}} BV_i}$$

ahol BV_{PP} a projektpartnernek csoportjának kiadása, és $n_{s,PP}$ a mintaméret a projektpartnernek rétegében.

Ez a kivetített hiba egyenlő a projektpartnernek csoportjához kapcsolódó mintában a hibaarányal, miután azt megszoroztuk a réteg sokasághoz tartozó kiadásával.

⁵⁸ Tartsa szem előtt, hogy ezt a képletet az egyes esethez választott, konkrét kiválasztáshoz és extrapolációs folyamathoz kell illeszteni. Itt nem terhelnének az olvasót az ilyen választások esetében figyelembe veendő megfontolásokkal, amelyeket az előző részek egyébként teljes mértékben kifejtettek.

Kérjük, tartsa szem előtt, hogy azokban az esetekben, amikor a mintához kiválasztott projektpartnerek nem teljes körben, hanem csupán a kifizetés iránti kérelmek (vagy más egységek) alegységén keresztül ellenőrzöttek, akkor a hibákat, E_i , a vezető partnernél ismertetett módon kell kivetíteni.

Az I. művelet tekintetében a teljes kivetített hiba e két komponens összege:

$$EE_i = EE_{LP} + EE_{PP}$$

Ezt a kivetítési eljárást kell követni a mintában lévő minden egyes művelet esetében az egyes műveletekre a kivetített hibák megállapítása érdekében ($EE_i, i = 1, \dots, n$).). Miután a mintában lévő összes művelet esetében kiszámoltuk a kivetített hibákat, a sokaságra való kivetítés – az előző részekben bemutatott, megfelelő módszertanok alkalmazásával – egyértelmű.

A kivetített hibát (valamint statisztikai terv alkalmazásakor a felső hibahatárt) végül össze kell vetni a maximális tolerálható hibával (lényegességi küszöb aránya szorozva a sokaság kiadásával), hogy következtetést lehessen levonni a sokaságban esetleges lényeges hiba jelenlétéről.

6.5.3.3.2 Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott referencia-időszakban az európai területi együttműködés (ETC) programjaiban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Mivel az irányítási és kontrollrendszeren nem az összes érintett tagállam osztozik, azok csoportosítása nem lehetséges. Ráadásul a műveletek száma számottevően kicsi (mindössze 47), továbbá minden egyes művelet esetében egynél több projektpartner van (a vezető partner és legalább egy másik projektpartner); néhány művelet könyv szerinti értéke szélsőségesen nagy, ezért az ellenőrző hatóság nem statisztikai mintavételi megközelítés alkalmazása és a nagy értékű műveletek rétegzése mellett döntött. Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy e műveletek azonosítása érdekében a bontási szintet a teljes könyv szerinti érték 3 %-ában rögzíti.

Az alábbi táblázat összegezi a sokaságról rendelkezésre álló információkat.

A referencia-időszakban jelentett kiadások (DE)	113 300 285 EUR
A sokaság mérete (műveletek)	47
Lényegességi küszöb (maximum 2 %)	2 %
Tolerálható valótlanóság (TE)	2 266 006 EUR
Bontási érték (a teljes könyv szerinti értéke 3 %-a)	3 399 009 EUR

Ezeket a nagy értékű projekteket kizárjuk a mintavételből, és elkülönítve kezeljük. E projekt teljes értéke 4 411 965 EUR. Az e műveletben talált hiba összege

$$EE_e = 80\,328.$$

Az alábbi táblázat összegezi ezeket az eredményeket:

A bontási érték feletti egységek száma	1
A sokaság könyv szerinti értéke a bontási érték felett	4 411 965 EUR
A műveletekben talált hiba, ahol a könyv szerinti érték meghaladja a bontási értéket	80 328 EUR
A sokaság fennmaradó részének mérete (műveletek száma)	46
A sokaság fennmaradó részének értéke	108 888 320 EUR

Az ellenőrző hatóság megítélése szerint az irányítási és kontrollrendszer „*lényegében nem működik*”, tehát úgy dönt, hogy a műveletek sokasága 20 %-ával egyenlő mintaméretet választ ki. Tehát $20\% \times 47 = 9,4$ kerekítve 10. Az ehhez a sokasághoz tartozó kiadások kis variabilitása miatt az ellenőr úgy dönt, hogy az egyenlő valószínűséget használja a fennmaradó sokaságból való mintavételhez. Bár az alapot az egyenlő valószínűség jelenti, a várakozás az, hogy ez a minta a sokasághoz tartozó kiadási réteg legalább 20 %-ára ki fog terjedni (vö. 6.4.3.).

Egy 9 műveletből (10, levonva a nagy értékű műveletet) minta véletlen felvételre kerül. A vezető partner tekintetében a kiadás 100 %-a ellenőrzésre került. Két hibát találtak.

Művelet azonosítója	Vezető partner kiadása		
	Könyv szerinti érték	Ellenőrzött kiadás	Hiba összege
864	890 563 EUR	890 563 EUR	0 EUR
12 895	1 278 327 EUR	1 278 327 EUR	0 EUR
6 724	658 748 EUR	658 748 EUR	5 274 EUR
763	234 739 EUR	234 739 EUR	20 327 EUR
65	987 329 EUR	987 329 EUR	0 EUR
3	1 045 698 EUR	1 045 698 EUR	0 EUR
65	895 398 EUR	895 398 EUR	0 EUR
567	444 584 EUR	444 584 EUR	0 EUR
24	678 927 EUR	678 927 EUR	0 EUR
Összesen	7 114 313 EUR		

Tekintettel a fennmaradó projektpartnerek által benyújtott kiadásokra, az ellenőrző hatóság minden egyes művelet esetében eldönti, hogy a teljes körű ellenőrzéshez egy projektpartneret véletlenszerűen kiválaszt.

Művelet azonosítója	Projektpartner kiadása				
	Ellenőrzött partnerek száma	Könyv szerinti érték (minden projektpartnerre az alacsony értékű rétegben)	Ellenőrzött kiadás	Hiba összege	Kivetített hiba
864	1	234 567 EUR	37 147 EUR	0 EUR	0 EUR
12 895	1	834 459 EUR	164 152 EUR	0 EUR	0 EUR
6 724	1	766 567 EUR	152 024 EUR	23 EUR	116 EUR
763	1	666 578 EUR	83 384 EUR	0 EUR	0 EUR
65	1	245 538 EUR	56 318 EUR	127 EUR	554 EUR
3	1	344 765 EUR	101 258 EUR	0 EUR	0 EUR
65	1	678 927 EUR	97 656 EUR	0 EUR	0 EUR
567	1	1 023 346 EUR	213 216 EUR	1 264 EUR	6 067 EUR
24	1	789 491 EUR	137 311 EUR	0 EUR	0 EUR
Összesen		5 584 238 EUR			

Az ellenőrző hatóság minden egyes művelet esetében az aránybecslés segítségével kivetíti a hibát. Például a 65-ös azonosítójú művelet kivetített hibáját a minta hibaaránya (127/56 318 x 100 % = 0,23 %) határozza meg, miután azt megszorozzuk a művelethez tartozó projektpartnerek könyv szerinti értékével (0,23 % x 245 538 EUR = 554 EUR).

A mintában minden egyes művelet tekintetében a kivetített hiba egyenlő a projektpartnerek esetében kivetített hibával, amihez hozzá kell adni a vezető partnernél megfigyelt hibát.

Művelet azonosítója	Teljes könyv szerinti érték	Kivetített hiba (vezető partner)	Kivetített hiba (más projektpartnerek)	Teljes kivetített hiba műveletenként
864	1 125 130 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
12 895	2 112 786 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
6 724	1 425 315 EUR	5 274 EUR	116 EUR	5 390 EUR
763	901 317 EUR	20 327 EUR	0 EUR	20 327 EUR
65	1 232 867 EUR	0 EUR	554 EUR	554 EUR
3	1 390 463 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
65	1 574 325 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
567	1 467 930 EUR	0 EUR	6 067 EUR	6 067 EUR
24	1 468 418 EUR	0 EUR	0 EUR	0 EUR
Összesen	12 698 551 EUR			32 338 EUR

A teljes alacsony értékű rétegre a kivetített hibát a műveletenkénti kivetített hibák összege (32 338 EUR) adja meg, miután azt elosztjuk a mintavétel tárgyát képező műveletek teljes könyv szerinti értékével, $7\,114\,313\text{ EUR} + 5\,584\,238\text{ EUR} = 12\,698\,551\text{ EUR}$, ami alapján az alacsony értékű réteg szintjén a minta hibaaránya 0,25 %. Az aránybecslési eljárás alkalmazása mellett itt is igaz, hogy ez a minta-hibaarány, amikor azt az alacsony értékű réteg könyv szerinti értékére, 108 888 320 EUR-ra alkalmazzák, kiadja az alacsony értékű rétegszinten a kivetített hibát, azaz 277 294 EUR összeget.

A nagy értékű és alacsony értékű rétegek esetében a kivetített hibák összegzésével az ellenőrző hatóság megkapja a teljes kivetített hibát.

$$EE = EE_e + EE_s = 80\,328 + 277\,294 = 357\,622\text{€}$$

Végül a kivetített hibát szokványosan összevetik a lényegességi küszöbvel (2 266 006 EUR), ami ahhoz a következtetéshez vezet, hogy a kivetített hiba a lényegességi küszöb alatt maradt.

7. Kiválasztott témák

7.1. A várható hiba meghatározása

A várható hiba úgy határozható meg, mint az a hibaösszeg, amelyet az ellenőr várhatóan talál a sokaságban. Az ellenőr várható hibára vonatkozó elvárását befolyásoló tényezők közé tartoznak a kontrollmechanizmusok vizsgálatának eredményei, az előző időszakban alkalmazott ellenőrzési eljárások eredményei és más érdemi eljárások eredményei. Figyelembe kell venni, hogy minél inkább eltér a várható hiba a valós hibától, annál nagyobb annak a kockázata, hogy nem megfelelő eredményre jutunk az ellenőrzés után ($EE < 2\%$ és $ULE > 2\%$).

A várható hiba értékének megállapításakor az ellenőrnek az alábbiakat kell figyelembe vennie:

1. Ha az ellenőrnek van információja az előző évi hibaarányokról, a várható hibának elvileg az előző évben kapott kivetített hibán kell alapulnia. Mégis, ha az ellenőr információt kapott az ellenőrzési rendszerek minőségében bekövetkezett változásokról, ez az információ felhasználható a várható hiba csökkentésére vagy növelésére. Például, ha az elmúlt évben a várható hibaarány 0,7 % volt, és más információ nincs, ez az érték a várható hibaaránynak tulajdonítható. Ha azonban az ellenőr bizonyítékot szerzett a rendszerek javításáról, ami észszerűen meggyőzte őt arról, hogy a tárgyévi hibaarány alacsonyabb lesz, ez az információ felhasználható a várható hiba alacsonyabb értékre, például 0,4 %-ra való csökkentésére.
2. Ha nincsenek korábbi információk hibaarányokról, az ellenőr egy előzetes/kísérleti mintát alkalmazhat a sokaság hibaarányának induló becslésére. A várható hibaarány egyenlőnek tekintendő ezen előzetes hibából kapott kivetített hibával. Ha az előzetes mintát már kiválasztottuk, a minta méretére vonatkozó képletek kiszámításához szükséges szórások kiszámítása céljából, akkor ugyanez az előzetes minta felhasználható a hibaarány induló kivetítésének és így a várható hibának a kiszámítására is.
3. Ha nincs korábbi információ várható hibáról, és előzetes minta nem használható ellenőrizhetetlen korlátozások miatt, akkor az ellenőrnek a várható hiba értékét a szakmai tapasztalata és értékítélete alapján kell megállapítania. Az értéknek többnyire azt kell tükröznie, hogy ellenőrnek mi az elvárása a sokaságban a hiba valós szintje tekintetében.

Összefoglalva megállapítható, hogy az ellenőrnek fel kell használnia a korábbi adatokat, a kiegészítő adatokat, a szakmai értékítéletét vagy a fentiek összességét arra, hogy a várható hiba tekintetében lehetőleg minél realisabb értéket válasszon meg.

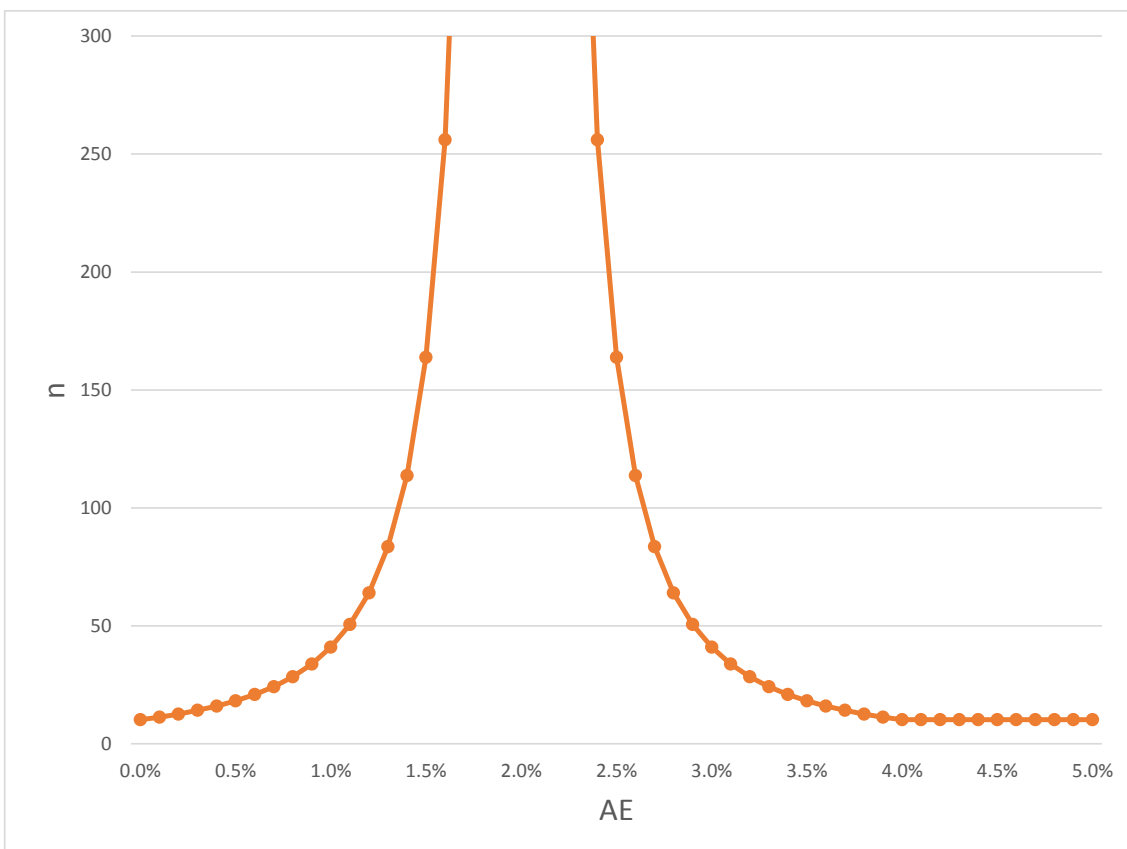
Az objektív mennyiségi adatokon alapuló várható hiba általában pontosabb, és elkerüli többletmunka végzését abban az esetben, ha az ellenőrzési eredmények nem meggyőzőek. Például, ha az ellenőr a várható hibát a lényegesség 10 %-ában állapítja meg, azaz a kiadások 0,2 %-ában, és az ellenőrzés végén 1,5 % kivetített hibát kap, az eredmények várhatóan nem meggyőzőek, mivel a hiba felső határa meghaladja a lényegességi szintet. Ilyen helyzetek elkerülése céljából az ellenőrnek várható hibaként a jövőbeni mintavételi gyakorlatokban a sokaságban a valós hiba leginkább reális lehetséges mértékét kell alkalmaznia.

Különleges helyzet állhat elő, amikor a várható hibarány a 2 %-hoz közeli (vö. 6. ábra). Például, ha a várható hiba 1,9 %, és a konfidenciaszint magas (például 90 %), előfordulhat, hogy az így kapott mintaméret rendkívül nagy és nehezen elérhető. Ez általános jelenség minden mintavételi módszernél, és előfordul, amikor a tervezett pontosság nagyon alacsony (a példában 0,1 %)⁵⁹. Ilyen helyzetben ajánlható a sokaság felosztása két különböző részsokaságra, ahol az ellenőr várhatóan eltérő hibaszinteket talál. Ha meg lehet határozni egy részsokaságot 2 % alatti várható hibával és egy másik részsokaságot, ahol a várható hiba 2 % feletti, az ellenőr biztonságosan tervezhet két különböző mintát ezekre a részsokaságokra annak kockázata nélkül, hogy túl nagy mintaméreteket kapna.

Végül az ellenőrző hatóságnak úgy kell terveznie az ellenőrzési munkáját, hogy az MLE elegendő pontosságát érje el, még akkor is, ha a várható hiba jóval meghaladja a lényegességi szintet (azaz 4,0 %-kal egyenlő vagy annál nagyobb). Ez esetben a mintaméret képleteket célszerű olyan várható hibával kiszámítani, amely 2,0 % maximális tervezett pontosságot eredményez, vagyis a várható hibát 4,0 %-nak megfelelő értéken beszámítani (vö. 6. ábra).

Amikor a műveletek ellenőrzéseire vonatkozó múltbeli adatok és esetlegesen a rendszerellenőrzési eredmények rendkívül alacsony várt hibarányhoz vezetnek, az ellenőr dönthet úgy, hogy ezeket a múltbeli adatokat vagy a hibára bármely magasabb értéket alkalmaz annak érdekében, hogy körültekintően járjon el a tényleges pontosság tekintetében (pl. amennyiben a tényleges hibarány nagyobb az előre jelzettnél).

⁵⁹ Ne feledje, hogy a tervezett pontosság a várható hiba függvénye, azaz egyenlő a maximális tolerálható hiba és a várt hiba különbözetével.



6. ábra: Mintaméret, mint a várt hiba függvénye

7.2. Kiegészítő mintavétel

7.2.1. Kiegészítő mintavétel (a magas kockázatú területek nem elégséges ismertetése miatt)

A 2007–2013-as programozási időszakra tekintettel az 1828/2006/EK bizottsági rendelet 17. cikkének (5) bekezdése (az ERFA, KA és a ESZA tekintetében), valamint a 498/2007/EK bizottsági rendelet 43. cikkének (5) bekezdése (az EHA viszonylatában) hivatkozik a kiegészítő mintavételre.

Hasonló rendelkezés létezik a 2014–2020-as programozási időszak esetében is, amit a 480/2014/EU rendelet 28. cikkének (12) bekezdése rögzít: „Amennyiben szabálytalanságokat vagy szabálytalanságok kockázatát észlelték, az audithatóság szakmai megítélése alapján eldönti, hogy szükség van-e a véletlenszerűen kiválasztott mintában nem szereplő további műveleteket vagy műveletrészeket tartalmazó kiegészítő minta auditálására a feltárt egyedi kockázatok figyelembevétele érdekében.”

Az ellenőrzési bizonyosságot az ellenőrző hatóságnak a rendszerellenőrzés körében, valamint a műveletek ellenőrzésén és a kockázatértékelés alapján az ellenőrző hatóság

által szükségesnek ítélt bármely kiegészítő ellenőrzésen végzett munkája alapján kell kialakítani úgy, hogy az figyelembe vegye a programozási időszakban elvégzett ellenőrzési tevékenységet is.

A véletlen statisztikai mintavétel eredményeit minden egyes program kockázatelemzési eredményeihez viszonyítva kell értékelni. Ahol levonható a következtetés ezen összehasonlításból arról, hogy a véletlen statisztikai minta nem kezeli a nagykockázatú területeket, a műveletek további kiválasztása, azaz kiegészítő minta felvétele szükséges.

Az ellenőrző hatóságnak a végrehajtási időszakban rendszeresen el kell végeznie ezt az értékelést.

E keretek között a kiegészítő mintára vonatkozó ellenőrzések eredményét a véletlenszerű statisztikai mintára vonatkozó ellenőrzések eredményeitől elkülönítve kell elemezni. A kiegészítő mintában kimutatott hibákat különösen a véletlenszerű statisztikai minta ellenőrzéséből származó hibaarány számításánál kell figyelmen kívül hagyni. Részletesen elemezni kell azonban a kiegészítő mintában kimutatott hibákat – a hibák jellegének feltárása, és a kijavításukra vonatkozó ajánlások megfogalmazása céljából.

A kiegészítő minta eredményeit jelenteni kell a Bizottságnak az Éves kontrolljelentésben közvetlenül a kiegészítő minta ellenőrzése után.

7.2.2. További mintavétel (a nem meggyőző ellenőrzési eredmények miatt)

Ha az ellenőrzési eredmények nem meggyőzőek, és a 7.7. pontban felajánlott lehetőségek mérlegelését követően további munka szükséges (általában olyankor, ha a kivetített hiba nem éri el a lényegességet, de meghaladja a felső határt), további minta választható. E célból az eredeti mintából kiszámított kivetített hibát kell behelyettesíteni a minta méretének meghatározására szolgáló képletekbe a várható hiba helyére (valójában a kivetített hiba jelenleg a sokaságban a hiba legjobb becslése). Így egy új mintaméret számítható ki az eredeti mintából eredő új információ alapján. Ekkor a további minta mérete kiszámítható azzal, hogy az eredeti minta méretéből levonjuk az új minta méretét. Végül egy új minta kiválasztható (ugyanazon módszerrel, mint az eredeti minta esetében), a két mintát egy csoportba soroljuk, és az eredményeket (kivetített hiba és pontosság) újra ki kell számítani a végső csoportosított mintából vett adatok felhasználásával.

Képzeljük el, hogy a 60 műveletből álló eredeti minta esetében a kivetített hibaarány 1,5 %, a pontosság 0,9 %. Következésképpen a hibaarány felső határa $1,5+0,9=2,4$ %. Ilyen helyzetben a kivetített hibaarány nem éri el a 2 %-os lényegességi szintet, de a felső határt meghaladja. Így az ellenőr olyan helyzettel áll szemben, hogy további munkára van szükség a következtetés levonásához (vö. 4.12. pont): Az egyik alternatív

lehetőség az, hogy kiegészítő vizsgálatot kell végezni további mintavétel segítségével. Ha ezt választjuk, az 1,5 %-os kivetített hibaarányt kell behelyettesíteni a minta méretének meghatározására szolgáló képletbe a várható hiba helyére, amivel kiszámítható a minta új mérete, a példában tehát ez az új mintaméret $n=78$. Az eredeti minta mérete 60 művelet volt, ezt az értéket le kell vonni az új mintaméretből, tehát $78-60=18$ új megfigyelés az eredmény. Így 18 műveletből álló kiegészítő mintát kell most kiválasztani a sokaságból ugyanazon módszerrel, mint az eredeti példa esetében (ex. MUS). E kiválasztás után a két mintát csoportosítjuk és létrehozunk egy új teljes mintát $60+18=78$ műveletből. E globális mintát végül a szokásos képletek segítségével használjuk fel a kivetített hiba és a kivetítés pontossága új kiszámítására.

7.3. Év közben végzett mintavétel

7.3.1. Bevezetés

Az ellenőrző hatóság úgy dönthet, hogy az év folyamán különböző időszakokban végez mintavételt, általában két félévben. E módszer nem alkalmazható a globális mintaméret csökkentése céljából. Általánosságban a különböző megfigyelési időszakokban a mintaméreték összege nagyobb, mint az a mintaméret, amelyet akkor kapnánk, ha csak az év végén egyetlen időszakban lenne mintavétel. Mégis, ha a számítások reális feltételezéseken alapulnak, általában a rész minta méreteinek összege nem lesz drámaian nagyobb, mint az egyetlen megfigyelésnél alkalmazott egyetlen minta mérete. E módszer fő előnye az, hogy nem kapcsolódik a minta méretének csökkentéséhez, hanem általában lehetővé teszi az ellenőrzési munkaterhelés elosztását az egész évre, ezzel csökkenti azt a munkaterhelést, amelyet az év végén kellene elvégezni pusztán egyetlen megfigyelés alapján.

Ez a módszer azt igényli, hogy az első megfigyelési időszakban állapítsunk meg néhány feltételezést a következő megfigyelési időszakok (általában a következő félév) tekintetében. Például, az ellenőrnek esetleg becslést kell készítenie a következő félévben a sokaságban várhatóan előforduló teljes kiadásokról. Ez azt jelenti, hogy ez a módszer nem alkalmazható kockázat nélkül, tekintettel a következő időszakkal kapcsolatos feltételezésekben rejlő lehetséges pontatlanságokra. Ha a következő időszakokban a sokaság jellemzői szignifikánsan eltérnek a feltételezésektől, a következő időszakra a minta mérete megnövelhető és a globális mintaméret (minden időszakot beleértve) nagyobb lehet a vártnál és a tervezettnél.

Ezen útmutató 6. fejezete specifikus képleteket és részletes útmutatást ad az egy éven belül két megfigyelési időszakban történő mintavételhez. Megjegyzendő, hogy ez a módszer követhető bármilyen mintavételi móddal, amelyet az ellenőr megválaszt, beleértve a lehetséges rétegzést is. Az is elfogadható, hogy az év különböző időszakait

különböző sokaságokként kezeljük, amelyekből különböző mintákat tervezünk és emelünk ki⁶⁰. A 6. fejezetben javasolt módszerek ezzel nem foglalkoznak, mivel ennek alkalmazása közvetlenül együtt jár különféle mintavételi módszerekre szolgáló standard képletek alkalmazásával. E módszer szerint csak annyi további munkát kell végezni, hogy az év végén összegezni kell a kivetített részhibákat.

Az ellenőrző hatóságnak egy adott referencia-időszakra azonos mintavételi módszer alkalmazását kell célul kitűznie. Ugyanazon referencia-időszakban különböző mintavételi módszerek alkalmazását nem javasoljuk, mivel ez bonyolultabb képletekhez vezetne a hibának az adott évre való extrapolálása céljából. Nevezetesen, globális pontosság-mérések végezhetők, feltéve, hogy statisztikai mintavételt alkalmaztak ugyanazon referencia-időszakban. E bonyolultabb képleteket azonban e dokumentum nem tartalmazza. Ezért, ha az ellenőrző hatóság ugyanazon évben eltérő mintavételi módszereket alkalmaz, megfelelő szakértelmet kell biztosítani a kivetített hibaarány pontos kiszámítása céljából.

Ha az ellenőrző hatóság úgy döntene, hogy három vagy négy időszakra kiterjedő mintavételi terveket alkalmaz, kérjük, tekintse át a vonatkozó képleteket bemutató 2. függelékét.

7.3.2. Kiegészítő megjegyzések a több időszakra kiterjedő mintavételről

7.3.2.1. Bemutató

A két vagy több időszakra kiterjedő mintavétel tekintetében az előzőekben javasolt módszertanok minden esetben az (egész évre vonatkozó) globális mintaméret kiszámításával kezdődnek, amelyet aztán több időszakra osztunk el.

Például, a MUS esetében, két időszak alkalmazásával a mintaméret kiszámításával szükséges kezdenünk

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

majd azt elosztjuk a két időszak között az alábbiak segítségével:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV} n$$

és

⁶⁰ Ez természetesen nagyobb mintaméretre vezet, mint amelyet a 6. fejezetben ismertett módszer ajánl.

$$n_2 = \frac{BV_2}{BV} n$$

A mintaméret kiszámítása és annak elosztása bizonyos, a sokaság paramétereit (kiadások, szórás stb.) érintő feltételezéseken nyugszik, melyek csupán a következő ellenőrzési időszak végén válnak ismertté.

Ennek okán a következő félév végén előfordulhat, hogy a mintaméretet újra kell számolni, amennyiben a feltételezések számottevően eltérnek a sokaság ismert paramétereitől. Ezért az alábbi képlet segítségével a második félévre javasolt a mintaméret ismételt kiszámítása:

$$n_2 = \frac{(z \times BV_2 \times \sigma_{r2})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2}$$

Ez az ajánlott megközelítés a mintaméret ismételt kiszámítása tekintetében nem zárja ki más megközelítések alkalmazását, melyek szintűgy megfelelőek lehetnek a programozási év végén a megkívánt pontosság biztosítására. A javasolt megközelítést lényegében azért dolgozták ki, hogy ne váljon szükségessé a mintaméret ismételt kiszámítása az első (már ellenőrzött) időszakra, és következésképpen elkerülhető legyen erre az időszakra további minta kiválasztása. Ugyanakkor, ha ez kívánatos opció az ellenőrző hatóság részére⁶¹, lehetőség van a globális mintaméret (az első időszaki minta ellenőrzését követően), valamint az időszakonkénti arányos elosztás ismételt kiszámítására, amivel a helyesbítés elosztható az első és a második időszak között.

Ennek elérésére egy lehetséges megközelítés a következő lehet. Az első időszaki minta ellenőrzését követően a globális mintaméret ismételt kiszámítása az alábbi képlettel történik:

$$n' = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciáinak súlyozott középértéke mindegyik félévben, úgy, hogy mindegyik félévben a súly egyenlő a félév könyv szerinti értéke (BV_t) és az egész sokaságra vetített könyv szerint érték (BV) arányával.

$$\sigma_w^2 = \frac{BV_1}{BV} s_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV} \sigma_{r2}^2$$

⁶¹ Ez az alternatív stratégia eszközként szolgálhat annak elkerülésére, hogy a mintaméretnek helyesbítése – amit a sokaság paramétereinek az eredetileg helytelen előrejelzése okoz – teljesen az ellenőrzés utolsó időszakára koncentrálódjon.

Megjegyzendő, hogy ebben a számításban a varianciát, s_{r1}^2 , már az első féléves (már ellenőrzött) mintából meg lehet állapítani, míg σ_{r2}^2 pusztán közelítő érték a második félévi hibaarányok varianciájára, amely szokásosan múltbeli adatokon, előzetes mintán vagy egyszerűen az ellenőr szakmai megítélésén alapul.

Hasonlóképpen a sokaságnak az ebben a képletben használt könyv szerinti értéke (BV) eltérhet az első időszakban alkalmazottól. Ha erre az ismételt számításra a második időszak végén kerül sor, a kiadások helyes adatai mindkét félév tekintetében ismertté válnak. Az első félévben csak az első időszak könyv szerinti értéke volt ismert, míg a második félévi könyv szerinti érték az ellenőr előrejelzésén alapul.

A mintaméretnek a teljes évre történő újraszámítását követően azt a szokásos megközelítéssel mindkét félévre el kell osztani

$$n'_1 = \frac{BV_1}{BV} n'$$

és

$$n'_2 = \frac{BV_2}{BV} n'$$

Továbbá ezen elosztás egyenlege eltérhet az eredetitől, ugyanis BV_2 immár ismert, és nem pusztán előrejelzésen alapul.

Végül a minta mérete, n'_2 , a második időszaki kiadásokból kiválasztásra és ellenőrzésre kerül. Ha pedig az újraszámított mintaméret, n'_1 , nagyobb mint az előzetes tervezett, n_1 , az első félév kiadásaiból kiegészítő, $n'_1 - n_1$, méretű mintát kell kiválasztani, majd ellenőrizni. Ez a kiegészítő minta az első időszak eredetileg kiválasztott mintájával kerül összekapcsolásra, majd kivételési célból felhasználására a 7.2.2. pontban javasolt általános módszertan alkalmazásával.

7.3.2.2. Példa

Általában az ellenőrzési év végén koncentrálódó ellenőrzési munkaterhelés előrejelzése céljából az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy két időszakra osztja el az ellenőrzési munkát. Az első félév végén az ellenőrző hatóság figyelembe vette a két félév mindegyikének megfelelő két csoportba osztott sokaságot. Az első félév végén a sokaság jellemzői a következők:

Az első félév végén jelentett kiadások	1 827 930 259 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	2 344

A múltbeli tapasztalatok alapján az ellenőrző hatóság tudja, hogy általában a referencia-időszak végén a programokba felvett minden művelet általában már aktív az első félév sokaságában. Sőt, várható, hogy az első félév végén jelentett kiadások a referencia-

időszak végén jelentett teljes kiadások kb. 35 %-át teszik ki. E feltételezések alapján a sokaság összegezése az alábbi táblázatban adható meg:

Jelentett kiadások (DE) az első félév végén	1 827 930 259 EUR
Jelentett kiadások (DE) a második félév végén (előre jelzett) 1 827 930 259 EUR/ 0,35-1 827 930 259 EUR) = 3 394 727 624 EUR)	3 394 727 624 EUR
Az évre előrejelzett teljes kiadás	5 222 657 883 EUR
A sokaság mérete (műveletek – első félév)	2 344
A sokaság mérete (műveletek – második félév), előre jelzett	2 344

Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy valamely standard MUS mintavételi tervet követi, és ennek körében megfelelően felosztja a jelentett kiadásokat arra a félévre, amikor az adott kiadást benyújtották. Az első időszak esetében a globális mintaméret (a két félévből álló készletre) az alábbiak szerint számítható ki:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_{rw}^2 a hibaarányok varianciájának súlyozott átlaga mindegyik félévben, ahol mindegyik félévben a súly egyenlő a félév könyv szerinti értéke (BV_t) és a teljes sokaság könyv szerinti értéke (BV) közötti aránnyal.

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{BV_1}{BV} \sigma_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV} \sigma_{r2}^2$$

és σ_{rt}^2 a hibaarányok varianciája mindegyik félévben. A hibaarányok varianciája az alábbiak szerint számítható ki:

$$\sigma_{rt}^2 = \frac{1}{n_t^p - 1} \sum_{i=1}^{n_t^p} (r_{ti} - \bar{r}_t)^2, t = 1, 2, \dots, T$$

Mivel e varianciák ismeretlenek, az ellenőrző hatóság úgy határozott, hogy felvesz a folyó év első félévének végén 20 mintából álló előzetes mintát. Az első félévben ezen előzetes mintában a hibaarányok minta szórása 0,12. A szakmai megítélése alapján, és annak ismeretében, hogy a második félévben a kiadások általában nagyobbak, mint az első félévben, az ellenőrző hatóság egy olyan előzetes előrejelzést tesz a második félévre a hibaarányok szórásáról, hogy az 110 %-kal haladja meg az első félévi értéket, azaz 0,25. Így a hibaarányok varianciáinak súlyozott átlaga a következő:

$$\begin{aligned} \sigma_{rw}^2 &= \frac{1\ 827\ 930\ 259}{1\ 827\ 930\ 259 + 3\ 394\ 727\ 624} \times 0,12^2 \\ &+ \frac{3\ 394\ 727\ 624}{1\ 827\ 930\ 259 + 3\ 394\ 727\ 624} \times 0,25^2 = 0,0457 \end{aligned}$$

Az első félévben az ellenőrző hatóság az irányítási és kontrollrendszer működésének adott szintje mellett a 60 %-os konfidenciaszintet tekinti megfelelőnek. Egész évre a globális mintaméret:

$$n = \left(\frac{0,842 \times (1\,827\,930\,259 + 3\,394\,727\,624) \times \sqrt{0,0457}}{104\,453\,158 - 20\,890\,632} \right)^2 \approx 127$$

ahol z 0,842 (a 60 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható), TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint). A teljes könyv szerinti érték az első félév végén kapott valós könyv szerinti érték, plusz a második félévre előre jelzett könyv szerinti érték 3 394 727 624 EUR, ami azt jelenti, hogy a tolerálható hiba 2 % x 5 222 657 883 EUR = 104 453 158 EUR. Az utolsó évi ellenőrzés 0,4 % hibaarányt jelzett előre. Így AE , a várható hiba 0,4 % x 5 222 657 883 EUR = 20 890 632 EUR.

A minta félévenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{BV_1}{BV_1 + BV_2} = \frac{1\,827\,930\,259}{1\,827\,930\,259 + 3\,394\,727\,624} \times 127 \approx 45$$

és

$$n_2 = n - n_1 = 82$$

A második félév végén több információ áll rendelkezésre, különös tekintettel arra, hogy a második félévben aktív műveletek teljes kiadásai már pontosan ismertek, a hibaarányok mintavariációját, s_{r1} , amelyet az első félév mintájából számítottunk ki, már felhasználható lehet, és a második félévre a hibaarányok szórása, σ_{r2} , most már pontosabban értékelhető a valós adatok előzetes mintája segítségével.

Az ellenőrző hatóság felismeri, hogy az első félév végén a teljes kiadások tekintetében feltételezett 3 394 727 624 EUR érték túlbecsüli a 2 961 930 008 EUR valós értéket. Van még két járulékos paraméter, amelyekhez frissített adatokat kell használni.

A hibaarányok 45 műveletből álló első félévi mintán alapuló szórásának becslése 0,085 becsült értéket adott. Ezt az új értéket most fel kell használni a tervezett mintaméret újraértékelésére. Továbbá a második félévi sokaságokban a 20 művelet alkotta előzetes minta a hibaarányok szórására 0,32 értékű előzetes becslést ad, ami messze van a 0,25-ös előzetes értéktől. A két félévre a hibaarányok szórásának frissített adatai távol állnak az eredeti becslésektől. Így a második félévre a mintát felül kell vizsgálni.

Paraméter	Az első félévi előrejelzés	A második félév végén
A hibaarányok szórása az első félévben	0,12	0,085
A hibaarányok szórása a második félévben	-0,25	0,32
Összes kiadás a második félévben	3 394 727 624 EUR	2 961 930 008 EUR

A mintaméret ismételt kiszámításának standard megközelítése szerint (vö. 6.3.3.7. pont) a második félévre vonatkozóan a mintaméretet újra ki kell számolni a sokaság frissített paramétereire alapján. Ugyanakkor az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy a globális mintaméret ismételt kiszámítása és a két félév közötti elosztás alapján az alternatív megközelítést követi. Az újraszámolt globális mintaméret a következő:

$$n' = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_{rw}}{TE - AE} \right)^2,$$

ahol σ_{rw}^2 ugyan korábban meghatározásra került, de teljesen ismert BV_1 , BV_2 és BV értékeken alapul, a variancia s_{r1}^2 értéke az első félévi (már ellenőrzött) mintából származik, míg σ_{r2}^2 a második félévi hibaarányok varianciájának egyszerű közelítő értéke a második félévi sokaság előzetes mintája alapján:

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{BV_1}{BV} s_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV} \sigma_{r2}^2.$$

Ezért

$$\sigma_{rw}^2 = \frac{1\,827\,930\,259}{4\,789\,860\,267} \times 0,085^2 + \frac{2\,961\,930\,008}{4\,789\,860\,267} \times 0,32^2 = 0,066,$$

és

$$n' = \left(\frac{0,842 \times 4\,789\,860\,267 \times 0,2571}{95\,797\,205 - 19\,159\,441} \right)^2 \approx 183.$$

A mintaméretnek a teljes évre történő újraszámítását követően azt a szokásos megközelítéssel mindkét félévre el kell osztani

$$n'_1 = \frac{1\,827\,930\,259}{4\,789\,860\,267} \times 183 \approx 70$$

és

$$n'_2 = 183 - 70 = 113$$

A mintaméret újraszámítása arra utal, hogy az első félévi mintát 25 művelettel meg kell növelni. A kiegészítő minta felvételéhez az ellenőrző hatóság az korábban mintavétel tárgyát képező, 1 209 191 248 EUR műveleteket eltávolítja az első félévi sokaságból. A fennmaradó sokaság teljes könyv szerinti értéke 618 739 011 EUR. Ismételten, amikor az ellenőrző hatóság kiszámítja az új bontási értéket (a fennmaradó sokaság könyv szerinti értéke 618 739 011 EUR és a mintaméret, 25 közötti hányados), 2 műveletről állapítható meg, hogy azok könyv szerinti értéke ennél nagyobb. E 2 művelet könyv szerinti értéke 83 678 923 EUR. A két művelet eltávolítását követően az ellenőrző hatóság megkapja a végső sokaságot, amelyet a mintavétel tárgyává kell tenni az MUS megközelítés alkalmazásával, a következő mintavételi intervallum mellett:

$$SI'_{s1} = \frac{BV'_{s1}}{n'_{s1}} = \frac{618\,739\,011 - 83\,678\,923}{23} = 27\,263\,482.$$

Nem talált hibát abban a 2 műveletben, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket. Mindazonáltal ezeket a mintavételi egységeket össze kell csoportosítani olyan egységekkel, melyek már szerepelnek az első félévre vonatkozó kezdeti minta nagy értékű rétegében. Az első félévben kiválasztott 45 művelet közül 11 tartozott a nagy értékű réteghez. E műveletek hibáinak teljes összege 19 240 855 EUR.

A sokaságból a fennmaradó műveleteket (2 344 művelet, mínusz az első félévben más kiválasztott 45 művelet, és ebből még kivonva a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékkel bíró 2 művelet) tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályoztuk, és bevezettünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. Felvettünk egy 23 műveletből álló mintát szisztematikus méretarányos eljárás segítségével.

A 23 művelet értékét ellenőriztük. A hibaarányok összege a teljes 57 elemes (34 az első negyedévben + 23 a másodikban), nem teljesen ellenőrzendő rétegmintában, az első félévi mintára:

$$\sum_{i=1}^{57} \frac{E_{is1}}{BV_{is1}} = 0,8391.$$

E minta esetében a hibaarányok szórása 0,059.

A második félévvel összefüggő munkára tekintettel először is az első félévre meg kell határozni a sokaság 100 %-osan ellenőrzendő nagy értékű rétegbe tartozó (esetleges) egységeit. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV_2) és a tervezett mintaméret (n_2) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_{i2} > BV_2/n_2$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték 26 211 770 EUR. 6 művelet van, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket. E műveletek teljes könyv szerinti értéke 415 238 983 EUR.

A nem teljesen ellenőrzendő rétegbe sorolandó mintaméret, n_{s2} , kiszámítása úgy történik, hogy a különbséget vesszük az n_2 és a teljesen ellenőrzendő rétegben lévő mintavételi egységek (például műveletek) száma (n_{e2}) között, vagyis ez 107 művelet (113 a mintaméret, mínusz 6 nagy értékű művelet). Így az ellenőrnek a mintában választania kell a mintavételi intervallum segítségével:

$$SI_{s2} = \frac{BV_{s2}}{n_{s2}} = \frac{2\,961\,930\,008 - 415\,238\,983}{107} = 23\,800\,851$$

A nem teljesen ellenőrzendő rétegben (BV_{s2}) a könyv szerinti érték éppen megadja a különbséget a teljes könyv szerinti érték és a nagy értékű rétegbe tartozó 6 művelet könyv szerinti értéke között.

6 olyan műveletből, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket, 4 hibás. Az e rétegben talált teljes hiba 9 340 755 EUR.

A második félévi sokaság megmaradó 2 338 műveletét tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. Felvettünk egy 107 műveletből álló mintát szisztematikus méretarányos eljárás segítségével.

E 107 művelet értékét ellenőriztük. A második félévben a hibaarányok összege a következő:

$$\sum_{i=1}^{107} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} = 0,2875.$$

A második félév nem teljesen ellenőrzendő sokasága mintájában a hibaarányok szórása a következő:

$$s_{rs2} = \sqrt{\frac{1}{107-1} \sum_{i=1}^{107} (r_{is2} - \bar{r}_{s2})^2} = 0,129$$

ahol \bar{r}_{s2} egyenlő a második félév nem teljesen ellenőrzendő csoportja mintájában a hibaarányok egyszerű átlagával.

A hibák sokaságra való kivetítése eltérően történik a teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó és a nem teljesen ellenőrzendő rétegekhez tartozó tételek esetében.

A teljesen ellenőrzendő rétegek esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél nagyobb könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} > \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba az e rétegekhez tartozó tételekben talált hibák összege.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} = 19\,240\,855 + 9\,340\,755 = 28\,581\,610$$

A gyakorlatban:

- 1) Mindegyik t félév esetében meghatározzuk a teljesen ellenőrzendő csoporthoz tartozó egységeket és összegezzük a hibáikat.
- 2) Összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A nem teljesen ellenőrzendő csoport esetében, azaz olyan rétegeknél, amelyek a bontási értéknél kisebb vagy azzal egyenlő, könyv szerinti értékű mintavételi egységeket tartalmaznak, $BV_{ti} \leq \frac{BV_t}{n_t}$, a kivetített hiba a következő:

$$\begin{aligned} EE_s &= \frac{BV_{s1}}{n_{s1}} \times \sum_{i=1}^{n_{s1}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{s2}}{n_{s2}} \times \sum_{i=1}^{n_{s2}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} \\ &= \frac{1\,827\,930\,259 - 891\,767\,519 - 83\,678\,923}{57} \times 0,8391 \\ &\quad + \frac{2\,546\,691\,025}{107} \times 0,2875 = 19\,392\,204 \end{aligned}$$

E kivetített hiba kiszámítása céljából

- 1) mindegyik t félévben a mintában levő mindegyik egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_{ti}}{BV_{ti}}$
- 2) mindegyik t félévben összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő minden egységre
- 3) a t félévben megszorozzuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoport sokaságában a teljes kiadással (BV_{st}); e kiadás egyenlő lesz a félév teljes kiadásaival mínusz a teljesen ellenőrzendő tételek kiadásai
- 4) mindegyik t félévben elosztjuk a kapott eredményt a nem teljesen ellenőrzendő csoportban a minta méretével (n_{st})
- 5) összegezzük a kapott eredményeket a két félévre.

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = EE_e + EE_s = 28\,581\,610 + 19\,392\,204 = 47\,973\,814$$

megfelel az 1,0 %-os kivetített hibaaránynak

A pontosság a kivetítéshez kapcsolódó bizonytalanság mértéke. A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$\begin{aligned}
SE &= z \times \sqrt{\frac{BV_{s1}^2}{n_{s1}} \times s_{rs1}^2 + \frac{BV_{s2}^2}{n_{s2}} \times s_{rs2}^2} \\
&= 0.842 \\
&\times \sqrt{\frac{(1\,827\,930\,259 - 891\,767\,519 - 83\,678\,923)^2}{57} \times 0,059^2 + \frac{2\,546\,691\,025^2}{107} \times 0,129^2} \\
&= 27\,323\,507
\end{aligned}$$

ahol s_{rst} a már kiszámított hibarányok szórása.

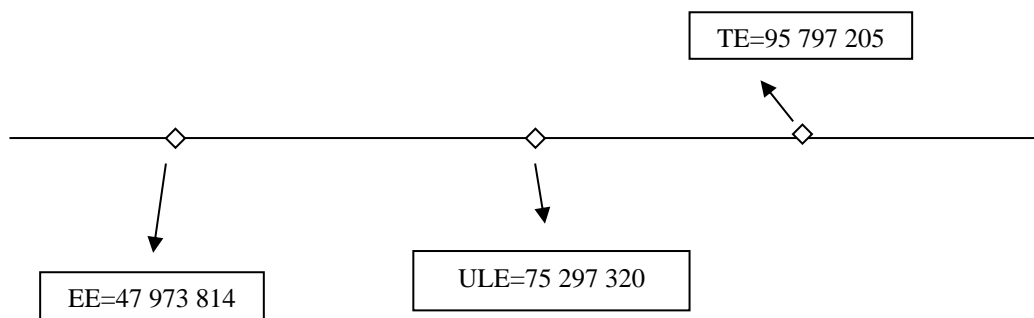
A mintavételi hibát csak a nem teljesen ellenőrzendő rétegekre számítjuk ki, mivel a teljesen ellenőrzött csoportokból nem ered mintavételi hiba.

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE , és a kivetítési pontosság összegével.

$$ULE = EE + SE = 47\,973\,814 + 27\,323\,507 = 75\,297\,320$$

Majd a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Ebben az adott esetben a kivetített hiba és a felső hibahatár kisebb a maximális tolerálható hibánál. Ez azt jelenti, az ellenőr levonhatja a következtetést, van bizonyíték annak igazolására, hogy a sokaságban lévő hibák kisebbek a lényegességi küszöbnél.



7.4. A mintavételi mód megváltoztatása a programozási időszak alatt

Ha az ellenőrző hatóság azon a véleményen van, hogy az elsőként választott mintavételi módszer nem a legmegfelelőbb, dönthet a módszer megváltoztatása mellett. Erről azonban az éves kontrolljelentés keretében vagy a felülvizsgált ellenőrzési stratégiában tájékoztatni kell a Bizottságot.

7.5. Hibaarányok

A 6. fejezetben a kivetített hiba és a megfelelő pontosság kiszámítására bemutatott képletek és módszertan a pénzegység alapú mintavétel során előforduló hibákra vonatkozik, azaz a sokaságban a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a pontos/ellenőrzött könyv szerinti érték közötti különbségre. Az általános gyakorlat szerint azonban az eredményeket a hibaarányok formájában az intuitív értelmezésük szerinti megjelenésüknek megfelelően számítjuk ki. A hibák hibaarányokra való átszámítása közvetlen és általános minden mintavételi módszerben.

A kivetített hibaarány egyszerűen egyenlő a kivetített hiba és a sokaság könyv szerinti értéke hányadosával.

$$EER = \frac{EE}{BV}$$

Ehhez hasonlóan a hibaarány becslési pontossága egyenlő a kivetített hiba pontossága és a könyv szerinti érték hányadosával.

$$SER = \frac{SE}{BV}$$

7.6. Kétlépcsős mintavétel (részmintavétel)

7.6.1. Bevezetés

Általánosságban a mintában lévő összes kiválasztott művelet tekintetében a Bizottságnak jelentett összes kiadást ellenőrzés tárgyává kell tenni. Mégis, amikor kiválasztott műveletek nagy számban tartalmaznak kifizetés iránti kérelmeket vagy számlákat, az ellenőrző hatóság kétlépcsős mintavételt alkalmazhat a kérelmek/számlák ugyanazon elvek alkalmazásával történő kiválasztásával, mint amelyeket a műveletekre választottunk ki⁶². Ez lehetőséget kínál az ellenőrzési munkateher számottevő

⁶² Elméletben a művelet részmintavétel tárgyát képezheti, tekintet nélkül a kérelmek/számlák számára. Természetesen, amikor a részminta mérete meghatározásának az eredményeként kapott érték közel áll a sokaság (művelet) méretéhez, a részmintavételi stratégia nem mérsékli számottevően az ellenőrzés általi

csökkentésére úgy, hogy az még megengedi a következtetések megbízhatóságának az ellenőrzését. Ebben az esetben a megfelelő mintaméretet ki kell számítani minden egyes műveletben. Fontos hangsúlyozni, hogy kizárólag a részmintába kiválasztott másodlagos egységek kiadásai kerülnek ellenőrzésre; ez azt jelenti, hogy az éves ellenőrzés jelentésben az ellenőrzött kiadás – és nem a kiválasztott művelet teljes kiadása – az egyetlen, amelyet a mintához kiválasztunk.

A következő ábra a kétlépcsős terv alapján a kiválasztási folyamatot mutatja be. Az első szakasz jelzi a műveletek kiválasztását, míg a második az egyes, mintavétel tárgyát képező műveleteken belül a kiadási tételek kiválasztását.



7. ábra: A kétlépcsős mintavétel szemléltetése

Ebben az esetben a megfelelő mintaméreteket ki kell számítani az egyes műveleteken belül. Egy rendkívül egyszerű megközelítés a részminták méretének a meghatározására, ha ugyanazokat a mintaméret meghatározására alkalmas képleteket használjuk, melyek a fő mintákhoz javasoltak több mintavételi terv keretében is, és amelyek alapját a várható műveleti jellemzőkkel összeférhető paraméterek jelentik. Itt tudomásul kell vennünk, hogy a referenciasokaság jelenleg az a művelet, amelyen belül a részmintát kiválasztjuk, továbbá hogy a sokasághoz tartozó részminta meghatározására használt paramétereknek lehetőség szerint mindenkor tükrözniük kell a vonatkozó művelet jellemzőit. A mintaméretek meghatározására alkalmazott mintavételi módszertan

erőfeszítést. Éppen ezért a műveletek szintjén részmintavétel alkalmazását sugalló küszöbérték mindössze az ellenőrző hatóság értékelésének eredménye, mely szerint ezzel a stratégiával előnyre (az ellenőrzési erőfeszítés mérséklődése) lehet szert tenni.

ellenére a főszabály az, hogy soha ne alkalmazzunk 30 megfigyelésnél kisebb méretű mintát (azaz a kedvezményezettektől érkezett számlák vagy fizetési követelések száma ennyi legyen).

Az ellenőrző hatóság bármelyik statisztikai mintavételi módszert választhatja a műveleteken belül a követelések/számlák kiválasztására. A részminták szintjén használt mintavételi mód valójában nem szükséges, hogy teljesen megegyezzen a fő mintára használttal. például lehetőség van arra, hogy a MUS alapján a műveletekből mintát, illetve adott műveleten belüli számlákból részmintát válasszunk ki egyszerű véletlen mintavétellel. Ezért a részminták e szintjén egy sor mintavételi mód alkalmazható (ideértve a kérelmek/számlák rétegzését a kiadások szint szerint, a méretarányos valószínűség alapú kiválasztást a MUS-beli eljáráshoz hasonlóan, esetleg az egyenlő valószínűségen alapuló kiválasztást). Mindazonáltal a részmintavételi stratégiának (az elsődleges egységen belüli mintavételnek) minden esetben statisztikai jellegűnek kell lennie (eltekintve attól, ha az elsődleges egységek mintavétele maga nem statisztikai jellegű). A lehetséges módszerek közül való választásra azon alkalmazhatóságra vonatkozó feltételek vonatkoznak, melyeket az 5.2. pont javasol. Például, amennyiben a részmintavétel tárgyát képező kiadási tételeknél a kiadás nagy változékonyságot mutat, és várható, hogy pozitív korreláció merül fel a hibák és a kiadások között, akkor a kiadási tételek kiválasztásánál ajánlatos az MUS-ra alapozni. Továbbá az egyszerű véletlen mintavétel (SRS) alkalmazásakor előfordulhat, hogy a műveleten belül lesz néhány egység, amelyeket a kiadások magas szintje megkülönböztet a többi egységtől. Ebben az esetben kifejezetten ajánlott a rétegzett, a nagy értékű tételekre réteget létrehozó (jellemzően teljesen megfigyelt) SRS használata.

A legalkalmasabb mintavételi terv kiválasztásával kapcsolatos megfontolások ellenére tudomásul kell vennünk, hogy számos helyzetben (főleg működési korlátok miatt) a legkönnyebb mód a második szakasz mintájának (kérelmeknek vagy számláknak) a kiválasztására az egyszerű véletlen mintavétel. Erre azért kerül sor, mert sok esetben az ellenőrző hatóság helyben (az ellenőrzés pillanatában) kívánja elvégezni a kiadási tételek kiválasztását, ami megnehezíti a kifinomultabb tervek megvalósítását (különösen ha azok kiválasztása egyenlőtlen valószínűségen alapul).

A részminta kiválasztásakor és ellenőrzésekor a megfigyelt hibákat a kiválasztott mintavételi tervvel összeférhető kivetítési módszer alkalmazásával ki kell vetíteni az érintett műveletre. Például amennyiben a kiadási tételek kiválasztása egyenlő valószínűség alapján történt, akkor a hibát esetlegesen ki lehet vetíteni a műveletre a szokásos fajlagos középértékbecslés vagy aránybecslés eszközével. Megjegyzendő, hogy a részmintákban található hibákat NEM szabad semmilyen más módon kezelni (mint például szisztematikusnak tekinteni, csak ha azok valós szisztematikus jelleget mutatnak, azaz az észlelt hiba szisztematikusán jelentkezik a teljes ellenőrzési sokaságban, és azt az ellenőrző hatóság teljes mértékben le tudja határolni).

Végül, amikor a hibák a részmintavétel tárgyát képező mintában lévő összes műveletre kivetítésre kerültek, a sokaságra való kivetítés a szokásos eljárást követi (mintha a művelet minden kiadását megfigyeltük volna). Például, képzeljük el, hogy a mintában adott művelet esetében a kiadás 2 500 000 EUR és van 40 számla. Úgy döntünk, hogy 40 számlából álló mintát választunk ki az egyenlő valószínűség alapján, mindennemű rétegzés nélkül, továbbá az aránybecslés alkalmazását határozzuk meg. Képzeljük el, hogy a teljes ellenőrzött kiadások összege 290 000 EUR és a teljes megfigyelt hiba 9 280 EUR. A művelet becsült hibaaránya $3,2 \% = (9\,280 \text{ EUR} / 290\,000 \text{ EUR})$ és a művelet kivetített hibája $80\,000 \text{ EUR} = 3,2 \% * 2\,500\,000 \text{ EUR}$.

Megjegyzendő, hogy a 6.5.3. rész további észrevételeket mutat be a két- és háromlépcsős mintavételről az ETC programok keretében.

7.6.2. A minta mérete

A többlépcsős mintavételi képletek alkalmazásával léteznek formális módszerek a mintaméret egyidejű kiszámítására minden egyes szakaszban. Üdvözljük, ha az ellenőrző hatóságok képesek ilyen módszereket kidolgozni.

A másik oldalról – mint azt már ismertettük –, a javasolt egyszerű megközelítés elvégezhető úgy, hogy a mintaméretet a két szakaszban egymástól függetlenül számítjuk ki:

- Első szakasz: Számítsuk ki a mintaméretet a műveletek szintjén, a szokásos, arra alkalmas képletekkel és paraméterekkel (minden esetben legyen nagyobb vagy egyenlő 30-cal).
- Második szakasz: A részmintavétel tárgyát képező egyes műveletekre számítsuk ki a mintaméretet a szokásos képletekkel (amelyek megfelelnek a második szakaszban használt kiválasztás típusának). A paraméterek legyenek összeegyeztethetők az első szakaszban használtakkal, jóllehet néhány paramétert lehet úgy alakítani, hogy a referenciaművelet valóságát tükrözze (például ha létezik múltbeli adat a műveleten belüli hibák varianciájának a szintjéről, ezt a varianciát érdemes használnunk az első szakaszban a mintaméret kiszámításához használt hibák varianciája helyett). Ebben a szakaszban a mintaméretnek nagyobbnak vagy egyenlőnek kell lennie 30-cal.

Ha ebben a 2. szakaszban a kiválasztás alapja az egyenlő valószínűség, a mintaméretet az alábbiak szerint lehet megállapítani:

$$n_i = \left(\frac{N_i \times z \times \sigma_{ei}}{TE_i - AE_i} \right)^2$$

ahol az i index jelzi a műveletet, N_i a művelet mérete, σ_{ei} a hibák szórása a művelet szintjén, továbbá TE_i és AE_i a tolerálható, illetve várható hiba a művelet szintjén.

Kérjük, vegye figyelembe, hogy a sokaság méretét a működés szintjéhez kell igazítani, továbbá hogy a hibák szórása és a várható hibák szintén illeszthetők a múltbeli adatok és szakmai megítélés alapján, amennyiben van olyan információ, amely ezen paramétereknek a valós műveletekhez való igazítását javasolja.

Ha ebben a 2. szakaszban a kiválasztás alapja a MUS, a mintaméretet az alábbiak szerint lehet megállapítani:

$$n_i = \left(\frac{z \times BV_i \times \sigma_{ri}}{TE_i - AE_i} \right)^2$$

ahol az i index jelzi a műveletet, BV_i a művelet kiadása, σ_{ri} a hibaarányok szórása a művelet szintjén, továbbá TE_i és AE_i a tolerálható, illetve várható hiba a művelet szintjén. Itt is igaz, hogy a könyv szerinti értéket a műveletek szintjéhez és a hibaarányok szórásához szükséges igazítani, továbbá a várható hiba is illeszthető a múltbeli adatok és szakmai megítélés alapján.

7.6.3. Kivetítés

A mintaméret kiszámításához hasonlóan, a kivetítés is két szakaszban történik. Először a műveleteken belüli részmintákat használjuk az adott műveletekre vonatkozó hibák kivetítésére. A műveletek hibáinak kivetítését (becslését) követően azokat úgy kezeljük, mintha a műveletek „igazi” hibái lennének, és a fő minta alapján a szokásos extrapolálási folyamat részévé válnak.

Összefoglalva:

- Minden egyes, részmintavétel tárgyát képező műveletre becsüljük meg a hibát (vagy hibaarányt) a második egységek mintája segítségével;
- Az összes művelet tekintetében a hibák becslését követően használjuk a műveletek mintáját a sokaság összes hibájának a kivetítése érdekében;
- A kivetítésnek mindkét esetben azokra a képletekre kell támaszkodnia, melyek megfelelnek az egységek kiválasztásakor alkalmazott mintatervnek.

Például az egyik jellemző stratégia a műveletek kiválasztása MUS alapján, majd a kiadási tételek részmintáinak kiválasztása az egyenlő valószínűség szerint. Ez esetben a hibák kivetítése a következő:

Részminták szintje

Fajlagos középértékbecslés

$$EE_{1i} = N_i \times \frac{\sum_{j=1}^{n_i} E_{ij}}{n_i}.$$

vagy

Aránybecslés

$$EE_{2i} = BV_i \times \frac{\sum_{j=1}^{n_i} E_{ij}}{\sum_{j=1}^{n_i} BV_{ij}}$$

ahol az összes paraméter a szokásos jelentéssel bír, az i jelzi a műveletet, míg a j a műveleten belüli dokumentumot.

A fő minta szintje

A kivetítés a szokásos MUS képletek segítségével történik. A MUS eljáráshoz képest az egyetlen különbség, hogy egyes hibáknál, E_i , a műveletek teljes körű megfigyelésére kell alapozni, míg mások esetében a kivetítés a kiadási tételek valamely részmintájára támaszkodik. Ebben a szakaszban ezt a tényt figyelmen kívül hagyjuk, mert az összes hibát annak ellenére úgy fogjuk kezelni, mintha a műveletek „igazi” hibái lennének, hogy azokat teljes körben megfigyeltük vagy megállapítottuk a részmintán keresztül.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$
$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

7.6.4. Pontosság

A pontosság kiszámítása a szokásos módon történik, vagyis a mintavétel első szakaszában alkalmazott mintavételi tervnek megfelelő képleteket használjuk, miközben figyelmen kívül hagyjuk a részmintavétel meglétét. A jellegük ellenére a műveletek hibáival kitölthetők a pontosságra vonatkozó képletek (vagy a valós hibákkal, amikor azok teljes körű ellenőrzésen mennek át, vagy a becültek, amikor azok részmintavétel tárgyát képezik).

7.6.5. Példa

Feltételezzük a tárgyévben a Bizottság felé bejelentett kiadások sokaságát. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések alacsony bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavételt 90 %-os konfidenciaszinttel kell végezni.

E konkrét programot olyan műveletek jellemzik, amelyeknél nagy szám támogatja a kiadási tételeket. Az ellenőrző hatóság mérlegeli e sokaság részmintán keresztüli ellenőrzésének a lehetőségét, azaz a mintához tartozó egyes műveletek tekintetében csak korlátozott számú kifizetési kérelem ellenőrzését. Továbbá a sokaságban a hibák várható változékonyságának köszönhetően az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy az első szakaszban a műveletek kiválasztását a méretarányos valószínűségeken alapuló megközelítéssel (MUS) végzi el.

A sokaság főbb jellemzőit az alábbi táblázatban foglaljuk össze:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_r}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_r a MUS mintából kapott hibaarányok szórása. E szóráshoz való közelítés céljából az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy felhasználja az előző évi szórást. Az előző évi minta 50 műveletből állt, amelyből 5-nek a könyv szerinti értéke nagyobb, mint a mintavételi intervallum.

Ezen előzetes minta alapján a hibaarányok szórása, σ_r , 0,087.

A hibaarányok szórása, a maximális tolerálható hiba és a várható hiba e becslése alapján már kiszámíthatjuk a minta méretét. Feltételezve, hogy a tolerálható hiba a teljes könyv szerinti érték 2 %-a, $2\% \times 4\,199\,882\,024 = 83\,997\,640$ (a rendelet által megadott lényegességi érték) és a várható hibaarány 0,4 %, $0,4\% \times 4\,199\,882\,024 = 16\,799\,528$ (ami megfelel az ellenőrző hatóság határozott véleményének mind a múlt évi információ, mind az irányítási és kontrollrendszerek értékeléséről szóló jelentés eredményei alapján)

$$n = \left(\frac{1,645 \times 4\,199\,882\,024 \times 0,085}{83\,997\,640 - 16\,799\,528} \right)^2 \approx 77$$

Először meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzési munkát igénylő, a nagy értékű rétegbe sorolandó (esetleges) a sokaságban nagy értékű egységeket. E felső réteg meghatározására szolgáló bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV) és a tervezett mintaméret (n) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_i > BV/n$), a 100 %-os

ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ebben az esetben a bontási érték $4\,199\,882\,024 \text{ EUR} / 77 = 54\,593\,922 \text{ EUR}$.

Az ellenőrző hatóság egy elkülönített rétegbe helyez minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke nagyobb mint $54\,593\,922$, ami 8 műveletnek felel meg $786\,837\,081 \text{ EUR}$ összegben. Mint azt korábban említettük, ez a program nagy számban tartalmaz műveletenkénti, alacsony könyv szerinti értékű kifizetés iránti kérelmet. Például ez a 8 művelet több mint $14\,000$ kifizetés iránti kérelemnek felel meg. Ezért az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy e 8 művelet mindegyikében a kifizetés iránti kérelmek mintáját alakítja ki. Ennek az eljárásnak része a műveletek szintjén a mintaméret meghatározása. Az egyenlő valószínűségek használatát alkalmazva a műveletek szintjén a mintaméret a következőképpen határozható meg:

$$n_i = \left(\frac{N_i \times z \times \sigma_{ei}}{TE_i - AE_i} \right)^2$$

ahol az i index jelzi a műveletet, N_i a művelet mérete, σ_{ei} a hibák szórása a művelet szintjén, továbbá TE_i és AE_i a tolerálható, illetve várható hiba a művelet szintjén. Kérjük, vegye figyelembe, hogy a sokaság méretét a működés szintjéhez kell igazítani, továbbá hogy a hibák szórása és a várható hibák szintén illeszthetők a múltbeli adatok és szakmai megítélés alapján, amennyiben van olyan információ, amely ezen paramétereknek a valós műveletekhez való igazítását javasolja.

Az előzetes információk és az előző évek ellenőrzésein alapuló tapasztalatok arra utalnak, hogy a hibák szórása $8\,800 \text{ EUR}$ körüli. A sokaság szintjén használttal azonos konfidenciaszint és várható hibaarány alkalmazása, azaz 90% -os, illetve $0,4\%$ -os érték mellett az ellenőrző hatóság ki tudja számolni, például, a minta méretét a 243 -as azonosítójú műveletre:

$$n_i = \left(\frac{629 \times 1,645 \times 8\,800}{1\,802\,856 - 360\,571} \right)^2 \approx 40,$$

amely egyenlő valószínűség (egyszerű véletlen mintavétel) alapján kerül majd felvételre. Mivel a 6.1.1.3. pontban hivatkozott feltételek teljesülnek, az aránybecslést választjuk kivetítési megközelítésnek. Az alábbi táblázat összegezi az eredményeket:

Művelet azonosítója	Könyv szerinti érték	Kifizetés iránti kérelmek száma	Ellenőrzött kiadás	Hiba összege a mintavételi tárgyat képező kifizetés iránti kérelmekben	Kivetített hiba (aránybecslés)
243	90 142 818 EUR	629	7 829 EUR	845 EUR	9 729 299 EUR
6 324	89 027 451 EUR	1 239	1 409 EUR	76 EUR	4 802 048 EUR
734	79 908 909 EUR	729	56 729 EUR	1 991 EUR	2 804 538 EUR
451	79 271 094 EUR	769	48 392 EUR	3 080 EUR	5 045 358 EUR
95 %	89 771 154 EUR	2 839	3 078 EUR	81 EUR	2 362 399 EUR
9 458	100 525 834 EUR	4 818	67 128 EUR	419 EUR	627 463 EUR
849	165 336 715 EUR	1 972	12 345 EUR	1 220 EUR	16 339 473 EUR
872	92 853 106 EUR	1 256	29 735 EUR	1 544 EUR	4 821 429 EUR
Összesen	786 837 081 EUR	14 251	226 645 EUR	9 256 EUR	46 532 007 EUR

Erre a 100 %-os ellenőrzési rétegre a kivetített hibák összege 46 532 007 EUR.

A sokaság többi részére a mintavételi intervallum egyenlő a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő könyv szerinti értékkel (BV_s) (a teljes könyv szerinti érték és a felső rétegbe tartozó 8 művelet könyv szerinti értéke közötti különbség) osztva a kiválasztandó műveletek számával (77-ből levonva a felső rétegben lévő 8 műveletet).

$$\text{Mintavételi intervallum} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{4\,199\,882\,024 - 786\,837\,081}{69} = 49\,464\,419$$

A mintát a műveletek véletlen listájáról választjuk ki úgy, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely tartalmazza a 49 464 419-dik pénzegységet.

A sokaság többi 3 844 műveletét (3 852 – 8 nagy értékű művelet) tartalmazó fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót veszünk fel. A 69 műveletből (77 mínusz 8 nagy értékű művelet) álló mintaértéket pontosan annak a szisztematikus kiválasztási algoritmusnak a segítségével vesszük, amit a 6.3.1.3. pont ír le. Az ellenőrző hatóság pontosan a korábban elvégzettek szerinti, minden egyes kiválasztott műveletre meghatározza a kifizetés iránti kérelmek mintaméretét.

A következő táblázat összegzi az első szakaszban kiválasztott 69 művelet ellenőrzésének az eredményeit:

Könyv szerinti érték	Kifizetés iránti kérelmek száma	Ellenőrzött kiadás	Hiba összege a mintavétel tárgyát képező kifizetés iránti kérelmekben	Kivetített hiba	Hibaarány
901 818 EUR	689	616 908 EUR	58 889 EUR	86 086 EUR	0,0955
89 251 EUR	1 989	59 377 EUR	4 784 EUR	7 191 EUR	0,0806
799 909 EUR	799	308 287 EUR	17 505 EUR	45 421 EUR	0,0568
792 794 EUR	369	504 EUR		0 EUR	0,0000
8 971 154 EUR	1 839	8 613 633 EUR	406 545 EUR	423 419 EUR	0,0472
...
1 525 348 EUR	5 618	1 483 693 EUR	74 604 EUR	76 699 EUR	0,0503
1 653 365 EUR	1 272	82 240 EUR	1 565 EUR	31 461 EUR	0,0190
853 106 EUR	1 396	69 375 EUR		0 EUR	0,0000
...
Összesen					1,034

A többi minta esetében a hibát másképpen kell kezelni. E műveletek esetében az alábbi eljárást követjük:

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt $\frac{E_i}{BV_i}$, jelen esetben a hibaarányok kiszámítása kifizetés iránti kérelmek részmintáinak segítségével történt, de ennek a kivetítésnek a céljából azokat úgy kezeljük, mintha igazi hibák lennének
- 2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

$$EE_s = 49\,464\,419 \times 1,034 = 51\,146\,209$$

A sokaság szintjén kivetített hiba éppen e két komponens összege:

$$EE = 46\,532\,007 + 51\,146\,209 = 97\,678\,216$$

A kivetített hibaarány a kivetített hiba és a teljes kiadások közötti arány:

$$r = \frac{97\,678\,216}{4\,199\,882\,024} = 2,33 \%$$

Mivel a kivetített hiba nagyobb, mint a maximális tolerálható hiba, az ellenőrző hatóság képes azt a következtetést levonni, hogy a sokaság lényeges hibát tartalmaz.

7.7. A konfidenciaszint újraszámítása

Ha az ellenőrzés lefolytatása után az ellenőrző hatóság megállapítja, hogy a kivetített hiba nem éri el a lényegességi szintet, de a felső határ meghaladja ezt a küszöböt, esetleg újra ki akarja számítani a konfidenciaszintet, amely meggyőző eredményekhez vezetne (vagyis, hogy megkapjuk mind a kivetített hibát, mind a lényegesség alatti felső határt).

Amikor ez újra ki van számítva, a konfidenciaszint még mindig összhangban van az irányítási és kontrollrendszerek minőségének értékelésével (lásd a táblázatot a 3.2. pontban), ez alapján teljes bizonyossággal levonható a következtetés, hogy a sokaság nem tartalmaz lényegi valótlanságot még akkor sem, ha nem végzünk további ellenőrzési munkát. Ezért csak az újra kiszámított konfidenciaszint elfogadhatatlansága esetén (nem a rendszerek értékelése szerint) kell a 4.12. pontban javasolt további munkát végezni.

A konfidencia intervallum újra kiszámítása az alábbiak szerint történik:

- Számítsuk ki a lényegességi szintet értékben, azaz lényegességi szint (2 %) szorozva a sokaság teljes könyv szerinti értékével.
- Vonjuk ki a kivetített hibát (EE) a lényegességi értékből.
- Osszuk el ezt az eredményt a kivetítés pontosságával (SE). E pontosság a mintavételi módszertől függ és a módszerek ismertetésével foglalkozó pontokban olvasható.
- Szorozzuk meg a fenti eredményt a z paraméterrel, amelyet a minta mérete és a pontosság kiszámításához használtunk, és megkapjuk az új z^* értéket. z^*

$$z^* = z \times \frac{(0,02 \times BV) - EE}{SE}$$

- Keressük ki az ezen z^*) paraméterhez tartozó konfidenciaszintet a normális eloszlás táblázatában (a függelékben). Esetleg használható az alábbi Excel képlet is „=1-(1-NORMSDIST(z^*))*2”.

Példa: Egy olyan sokaság ellenőrzése után, melynek könyv szerinti értéke 1 858 233 036 EUR és konfidenciaszintje 90 % (azaz $z = 1,645$, vö. 5.3. pont), az alábbi eredményeket kaptuk:

Jellemző	Érték
BV	1 858 233 036 EUR
Lényegesség (a BV 2 %-a)	37 164 661 EUR
Kivetített hiba (EE)	14 568 765 EUR (0,8 %)
Pontosság (SE)	26 195 819 EUR (1,4 %)
Felső hibahatár (ULE)	40 764 584 EUR (2,2 %)

Az új z^* paramétert az alábbiak szerint kapjuk meg:

$$z^* = 1,645 \times \frac{37\,164\,661\text{€} - 14\,568\,765\text{€}}{26\,195\,819\text{€}} = 1,419$$

Az „=1-(1-NORMSDIST(1.419))*2” MS Excel függvény alkalmazásával 84,4 % új konfidenciaszintet kapunk.

Mivel ez az újra kiszámított konfidenciaszint megfelel az irányítási és kontrollrendszerek minőségéről szóló értékelésnek, levonható a következtetés, hogy a sokaság nem tartalmaz lényegi valótlanságot.

7.8. Stratégiák programcsoportok és több alpból finanszírozott programok ellenőrzésére

7.8.1. Bevezetés

Gyakran előfordul, hogy az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy két vagy több olyan programot csoportban egymáshoz rendel, melyek valamely közös rendszeren osztoznak, hogy lehetővé tegye a csoportba rendezett sokaság egyetlen mintaelemének a kiválasztását.

Továbbá egyes esetekben az operatív programokat egynél több alap finanszírozza. Ezekben az esetekben egyetlen minta választható ki, és az eredmények kivetíthetők a műveletek csoportja esetében.

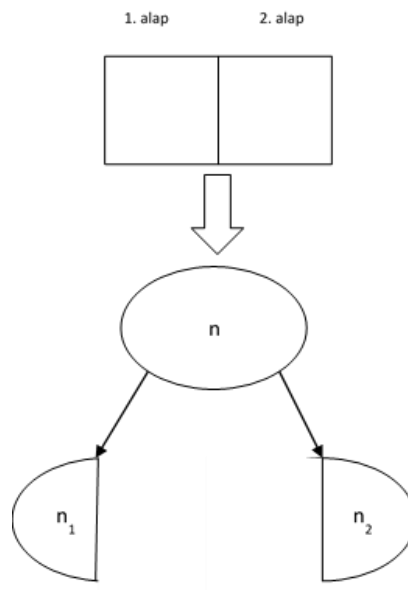
Mindkét esetben egyetlen véleményt kell közölni az operatív programok (OP-k) vagy a különböző alapok tekintetében, viszont eltérő mintavételi stratégiák lehetségesek e cél elérése érdekében, míg a mintához tartozó stratégia figyelembe veheti a sokaságon belüli heterogenitást. Ez elvégezhető rétegzés alkalmazásával (OP vagy Alap szerint), továbbá a minták méretének a kiszámításakor a reprezentativitás kívánatos szintjének a figyelembevételével.

Két jellemző, alternatív stratégia a következő:

- Válasszunk egyetlen mintát;
- Használjunk eltérő (különböző rétegekkel összefüggő) mintákat minden egyes OP-re vagy Alapra.

Ha egyetlen mintát választunk, a mintaméret a teljes csoportra (az OP-k vagy Alapok megkülönböztetése nélkül) kiszámításra kerül. Ez a fentről lefelé irányuló megközelítésnek is nevezett opció kisebb mintaméretet tesz lehetővé, ugyanakkor a minta garantáltan kizárólag a „csoportosított” sokaságot reprezentálja. Ez azt jelenti, hogy a „minta eredménye kivetíthető az OP-k vagy különböző Alapok csoportjára, viszont rendszerint nem teszi lehetővé az egyedi Alapok vagy egyedi programok kivetítését. Habár csak a tervek szerint lesz a csoportos sokaság reprezentatív eleme, mégis tanácsos a mintát alap (vagy OP) szerint rétegezni. Ebben az esetben a globális mintaméretet számoljuk ki először, majd a rétegek közötti elosztás csak a globális mintaméret kiszámítása után következik. A mintaméret kiszámítása és az elosztás a szokásos, több rétegzett mintavételi terv tekintetében, korábban javasolt stratégiákra támaszkodik.

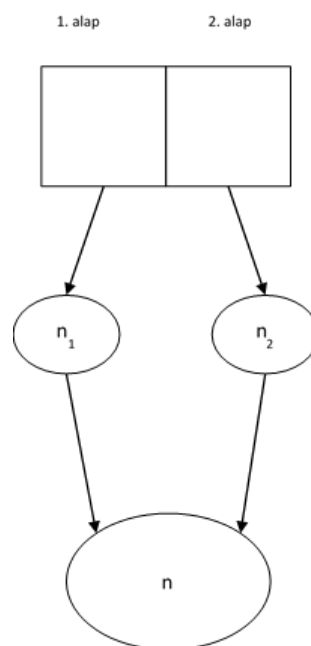
A következő ábra ezt a stratégiát összegzi:



8. ábra: Felülről lefelé irányuló stratégia

Ha eltérő mintákat használunk (egy-et-egyét minden egyes OP-hez vagy alaphoz), akkor a minta méretét az egyes rétegekre (OP-re vagy alapra) külön-külön számítjuk ki. Ez az alulról felfelé irányuló megközelítésnek is nevezett opció nagyobb mintaméretet eredményez (mivel több mintát kell kiválasztani), de a minta garantáltan nem csupán a „csoportosított” sokaságot reprezentálja, hanem az egyes rétegeket (OP-t vagy alapot) is. Ez azt jelenti, hogy a minta eredményeit ki lehet vetíteni az OP-k csoportjára vagy az Alapok csoportjára, továbbá azok az egyedi alapok vagy egyedi programok tekintetében is kivetíthetők, ami lehetővé teszi a meggyőző eredmények megszerzését a réteg szintjén. Ezeket a mintákat természetesen alaponként (vagy OP-nként) rétegezni szükséges. Ebben a stratégiában a globális mintaméret egyszerűen meg fog felelni az egyes rétegeknél a számításokhoz megállapított mintaméretnek összegének.

A következő ábra ezt a stratégiát összegzi:



9. ábra: Alulról felfelé irányuló stratégia

Abból következik, ami bemutatásra is került, azaz hogy az egyetlen mintán alapuló megközelítés (felülről lefelé irányuló megközelítés) fő előnye az, hogy lehetővé teszi a kisebb mintaméretet, legnagyobb hátránya pedig az a tény, hogy nem biztosítja az *a priori* jellegű, rétegenkénti reprezentativitást (vagyis rétegenként nem lehet külön következtetéseket levonni). Ha az ellenőrző hatóság nem várja az eredmények extrapolálásának szükségességét a réteg szintjén, az bizonyosan a javasolt opció lesz.

A különféle mintákon alapuló stratégia lehetővé teszi a réteg szintjén történő kivetítést, jöllehet az lényegesen megnövekedett mintamérettel jár együtt. Ezért az akkor javasolt, amikor az OP vagy az Alap számottevően különböző eredményeket vár, hogy az eredmények rétegenkénti reprezentativitása és ennél fogva a differenciált következtetések biztosíthatók legyenek.

Azt is fontos megjegyezni, hogy amikor a mintát kizárólag a „csoportosított” sokaság reprezentativitásának a biztosítására alakítják ki, előfordulhat, hogy még mindig lehetséges az eredmények rétegenkénti kivetítése, ha más nem, néhány réteg esetében, az alábbi feltételek mellett:

- Minden egyes rétegnek legyen legalább 30 megfigyelése (ajánlatos ezt a mintaméretet már az elejétől előre jelezni);
- Az egyes rétegek esetében a pontosság legyen megfelelő ahhoz, hogy meggyőző eredményeket érjenek el (a felső hibahatár és a 2 %-os küszöb közötti kapcsolat).

E stratégia alkalmazásakor, valamint *a posteriori* jellegű kiszámításukkor az eredmények gyakorta reprezentatívak egyes rétegekre (jellemzően a nagyobb méretűekre), viszont másokra nem (jellemzően a legkisebbeknél), vagyis azok meggyőző kivetítéseket csupán egyes rétegeknél érhetnek el. Például ha a sokaságot két Alap társfinanszírozza, és az Alapok egyikének megfelel a kiadások nagy hányada, a minta jellemzően e nagyobb Alapot reprezentálja, és nem a másikat. Ebben az esetben, vagyis ha az eredmények meggyőzőek (reprezentatívak) egyes rétegekre, viszont másokra nem, további munka még mindig végezhető annak érdekében, hogy reprezentatív adatokat állapítsanak meg az összes rétegre. Ez elérhető valamely további minta kiválasztása révén a reprezentatív eredményekkel nem rendelkező rétegre, ami az eredeti mintával egyesítve meggyőző eredményeket biztosít. A stratégia nem tér el a korábban már a 7.2. pontban bemutatottól. Ezen kívül lehetőségként merülhet fel a konfidenciaszint ismételt kiszámítása (7.7. pont) a réteg szintjén reprezentatív eredmények megállapítása céljából.

Összegzésképpen az alábbi stratégiát javasolhatjuk:

- amikor az ellenőrző hatóság az eredmények kivetítését tervezi a réteg szinten, annak az alulról felfelé irányuló megközelítést kell használnia;
- amikor az ellenőrző hatóság az eredmények kivetítését tervezi a sokaság szinten (OP-k vagy Alapok csoportjához), és meggyőződése, hogy a réteg szinten nincs szükség kivetítésre, a felülről lefelé irányuló megközelítést alkalmazhatja;
- amikor az ellenőrző hatóság nem döntött egyértelműen a stratégiát illetően, a felülről lefelé irányuló megközelítést használhatja, viszont be kell vezetnie a kisebb rétegekre valamennyi „túlmintázást”, hogy legalább 30 megfigyelés rendelkezésre álljon az érintett rétegekre. Ezzel növelhető annak az esélye, hogy reprezentatív eredmények szülessenek. Továbbá, ha az eredmények nem reprezentatívak, a kisebb rétegek túlmintázásával az ellenőrző hatóság csökkenti a kiegészítő munka mennyiségét, ami ahhoz szükséges, hogy ezekről a rétegekről következtetést tudjon levonni.

7.8.2. Példa

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott referencia-időszakban egy programban vagy programcsoportban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak. Az irányítási és kontrollrendszer közös a programok csoportjára, és ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések mérsékelt bizonyossági szintet mutattak. Így az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy 80 %-os konfidenciaszint alkalmazásával folytatja le a művelet ellenőrzéseit. Az ellenőrző hatóság a csoportos sokaságról egyetlen vélemény kiadását látja előre, éppen azért úgy dönt, hogy a felülről lefelé irányuló megközelítést alkalmazza, azaz program szerinti rétegzett mintát használ, de csak az összesített szinten biztosítja a reprezentativitást.

Az ellenőrző hatóság okkal véli, hogy a nagy értékű műveletek tekintetében jelentős a hibakockázat, bármelyik programhoz is tartoznak. Továbbá, okkal véli, hogy a programokban különbözőek a hibaarányok. Ezeket az információkat figyelembe véve az ellenőrző hatóság úgy határoz, hogy rétegezze a sokaságot program és kiadások szerint (a 100 %-os mintavételi rétegben elkülönítve minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke meghaladja a teljes kiadás 3 %-ának a bontási szintjét).

Az alábbi táblázat összegezi a rendelkezésre álló információt.

A sokaság mérete (műveletek száma)	6 723
A sokaság mérete – 1. réteg (a műveletek száma az 1. programban)	4 987
A sokaság mérete – 2. réteg (a műveletek száma a 2. programban)	1 728
A sokaság mérete – 3. réteg (a műveletek száma, ahol BV > lényegességi szint)	8
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	123 987 653 EUR
Könyv szerinti érték – 1. réteg (összes kiadás az 1. programban)	85 672 981 EUR
Könyv szerinti érték – 2. réteg (összes kiadás a 2. programban)	19 885 000 EUR
Könyv szerinti érték – 3. réteg (a műveletek összes kiadása, ahol BV nagyobb > lényegességi szint)	18 429 672 EUR

A nagy értékű projekteket kizárjuk a mintavételből, és elkülönítve kezeljük. Az e 8 műveletben talált hiba összege 2 975 EUR.

A sokaság mérete (műveletek száma)	6 723
Könyv szerinti érték (a referencia-időszakban jelentett teljes kiadás)	123 987 653 EUR
Bontási érték	3 719 630
A bontási érték feletti egységek száma	8
A sokaság könyv szerinti értéke a bontási érték felett	18 429 672 EUR
A sokaság fennmaradó részének mérete (műveletek száma)	6 715
A sokaság fennmaradó részének értéke	105 557 981 EUR

Az első lépés a szükséges mintaméret kiszámítása az alábbi képlettel

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_w}{TE - AE} \right)^2$$

ahol z 1,282 (80 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható) és TE , a tolerálható hiba a könyv szerinti érték 2 %-a (a rendelettel megállapított maximális lényegességi szint), azaz 2 % x 123 987 653 EUR = 2 479 753 EUR. Akár az előző évi tapasztalat alapján, akár az irányítási és kontrollrendszerek következtetései alapján, az ellenőrző hatóság elvárása szerint a hibaarány nem haladja meg a 1,4 %-ot. Így az AE , a feltételezett hiba a teljes kiadás 1,4 %-a, azaz 1,4 % x 123 987 653 EUR = 1 735 827 EUR.

Az 1. program 20 műveletéből álló előzetes minta alapján a hibák szórása előzetesen 1 008 EUR-ra becsülhető. Ugyanezt az eljárást követtük a 2. program sokasága tekintetében is. A hibák szórásának becsült összege 876 EUR:

Így e két réteg hibái varianciájának súlyozott átlaga:

$$\sigma_w^2 = \frac{4\,987}{6\,715} 1\,008^2 + \frac{1\,728}{6\,715} 876^2 = 950\,935$$

A minta méretét az alábbi képlet adja meg:

$$n = \left(\frac{6\,715 \times 1,282 \times \sqrt{950\,935}}{2\,479\,753 - 1\,735\,827} \right)^2 \approx 128$$

A teljes mintaméretet megadja ez az 128 művelet, plusz a teljesen ellenőrzendő rétegben lévő 8 művelet, vagyis összesen 136 művelet.

A minta rétegenkénti felosztása a következő:

$$n_1 = \frac{N_1}{N_1 + N_2} \times n = \frac{4\,987}{6\,715} \times 128 \approx 95,$$

$$n_2 = n - n_1 = 33$$

és

$$n_3 = N_3 = 5$$

Az 1. programban 95 művelet, a 2. programban 33 művelet, és a 3. rétegben 8 művelet ellenőrzése az ellenőr számára megadja a mintába felvett műveletek teljes hibáját. Az 1. és a 2. programban 20 egységből álló korábbi előzetes mintákat felhasználtuk a fő minta részeként. Így az ellenőrnek az 1. programban csak 75 további műveletet kell véletlenszerűen kiválasztania, míg a 2. programban ez a szám 13. Annak azonosítása érdekében, hogy a fajlagos középértékbecslés vagy az aránybecslés számít a legjobb becslési módszernek, az ellenőrző hatóság kiszámítja azt az arányt, amely a hibák és a könyv szerinti értékek közötti kovariancia, valamint a mintavétel tárgyát képező műveletek könyv szerinti értékei szerinti variancia között áll fenn, ami 0,0109 értéknek felel meg az 1. program esetében. Mivel az arány kisebb, mint a minta-hibaaarány fele, az ellenőrző hatóság biztos lehet benne, hogy a fajlagos középértékbecslés a megbízható becslési módszer. Ezt erősítette meg a 2. programhoz kapcsolódó réteg is.

Az alábbi táblázat mutatja a műveletekkel ellenőrzött minták eredményeit:

Mintaeredmények – 1. program		
A	A minta könyv szerinti érték	1 667 239 EUR
B	A minta teljes hibája	47 728 EUR
C	A minta átlaghibája (C=B/95)	502,4 EUR
D	A hibák szórása a mintában	674 EUR
Mintaeredmények – 2. program		
E	A minta könyv szerinti érték	404 310 EUR
F	A minta teljes hibája	3 298 EUR
G	A minta átlaghibája (G=F/33)	100 EUR
H	A hibák szórása a mintában	1 183 EUR
Mintaeredmények – teljesen ellenőrzendő réteg		
I	A minta könyv szerinti érték	18 429 672
J	A minta teljes hibája	2 975 EUR

A hiba két mintavételi rétegre való extrapolálását úgy végezzük el, hogy megszorozzuk a minta átlaghibáját a sokaság méretével. E két adat összegét hozzá kell adni a 100 %-os mintavételi rétegben talált hibához a hibának a sokaságra való kivetítése céljából:

$$EE = \sum_{h=1}^3 N_h \times \frac{\sum_{i=1}^{n_h} E_i}{n_h} = 4\,987 \times 502 + 1\,728 \times 100 + 2\,975 = 2\,681\,139$$

A kivetített hibaarány megállapítása a kivetített hiba és a sokaság könyv szerinti értéke (teljes kiadások) közötti arány kiszámításával történik. A fajlagos középértékbecslés alkalmazásával a kivetített érték hibaaránya a következő:

$$r_1 = \frac{2\,681\,139}{123\,987\,653} = 2,16 \%$$

A kivetített hiba nagyobb a lényegességi szintnél. Ezért az ellenőrző hatóság indokoltan biztos lehet benne, hogy a sokaság lényeges hibát tartalmaz. A másik oldalról az ellenőrzési munka felvetette annak a gyanúját, hogy a hibák elsősorban az egyik programban koncentrálódhatnak. Valójában az ellenőrző hatóság azt gyanítja, hogy az 1. program felelős ezért az eredményért. Az ellenőrző hatóság úgy dönt, hogy az eredményeket a program szintjén értékeli. A következő táblázat a program szintjén foglalja össze a sokaságok jellemzőit:

		1. program	2. program
(A)	Teljes könyv szerinti érték (a referencia-időszakban, az alacsony értékű rétegre jelentett kiadás)	85 672 981 EUR	19 885 000 EUR
(B)	Teljes könyv szerinti érték (a referencia-időszakban, a nagy értékű rétegre jelentett kiadás)	12 286 448 EUR	6 143 224 EUR
(C)	A sokaság mérete (a műveletek száma az alacsony értékű rétegben)	4 987	1 728
(D)	A sokaság mérete (a műveletek száma a nagy értékű rétegben)	6	2

Az alábbi táblázat a teljes minta eredményeit foglalja össze program szerint:

		1. program (alacsony értékű réteg)	2. program (alacsony értékű réteg)
(E)	Ellenőrzött kiadás	1 667 239 EUR	404 310 EUR
(F)	A minta mérete (műveletek száma)	95 %	33
(G)	A minta teljes hibája	47 728 EUR	3 298 EUR
(H)	A minta átlaghibája	502,4 EUR	100 EUR
(I)	A hibák szórása a mintában	674 EUR	1 183 EUR

Az alacsony értékű rétegekhez tartozó információk mellett az ellenőrző hatóságnak mérlegelnie kell a teljesen ellenőrzendő réteget érintő információkat. Az alábbi táblázat összegezi az eredményeket:

		1. program (teljesen ellenőrzendő réteg)	2. program (teljesen ellenőrzendő réteg)
(J)	Ellenőrzött kiadás	12 286 448 EUR	6 143 224 EUR
(K)	A minta teljes hibája	1 983 EUR	992 EUR

Ezen adatok felhasználásával az ellenőrző hatóság képes kivetíteni a hibaarányokat, továbbá kiszámolni a pontosságot a program szintjén. Az alábbi táblázat a fajlagos középértékbecslés eredményeit összegzi:

		1. program	2. program
(L)	Pontosság: $= (C) \times 1.282 \times \frac{(I)}{\sqrt{(F)}}$	442 105 EUR	456 204 EUR
(M)	Kivetített hiba (fajlagos középértékbecslés): $= (C) \times (H) + (K)$	2 507 452 EUR	173 687 EUR
(N)	A hiba felső határa: $= (M) + (L)$	2 949 557 EUR	629 892 EUR
(O)	Kivetített hibaarány (%): $= \frac{(M)}{(A)+(B)}$	2,56 %	0,67 %
(P)	A kivetített hibaarány felső határa: $= \frac{(N)}{(A)+(B)}$	2,90 %	2,42 %

Az 1. programra vonatkozó eredmények meggyőzőnek tűnnek, mivel a kivetített hiba nagyobb, mint a maximális tolerálható hiba (program szinten kiszámítva, vagyis 97 959 429 EUR 2 %-a). Ez a következtetés nyilvánvaló, ha csak ránézünk a kivetített hibaarányra (a lényegességi küszöb 2 %-a felett). A másik oldalról a 2. program eredményei nem meggyőzők. Valójában, habár a kivetített hiba a lényegességi küszöb (26 028 224 EUR 2 %-a) alatt van, a felső hibahatár ennél nagyobb, ami világosan jelzi, hogy további elemzésre lenne szükség a végleges következtetés levonásához. A 2. program adatainak, 33 mintavétel tárgyát képező műveletnek (a teljesen ellenőrzendő réteg 2 művelete kizárva) a felhasználása mellett az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy megfelelő mintát tervez. Az alábbi táblázat a mintaméret megtervezéséhez szükséges információkat összegzi:

	2. program
Teljes könyv szerinti érték (a referencia-időszakban jelentett kiadás, kivéve a teljesen ellenőrzendő réteg műveleteit)	19 885 000 EUR (kivéve a teljesen ellenőrzendő réteg 2 műveletének a kiadásait)
A sokaság mérete (a műveletek száma, a teljesen ellenőrzendő réteggel együtt)	1 728 (kivéve a teljesen ellenőrzendő réteg 2 műveletét)
Lényegességi küszöb	2 %
Maximális tolerálható hiba	397 700 EUR
Várt hibaarány	0,6 %
Várt hiba	119 310 EUR
A hibák szórása a mintában	1 183 EUR

Ezért a megbízható eredmények megállapítására alkalmas, tervezett mintaméret:

$$n = \left(\frac{1\,728 \times 1,282 \times 1\,183}{397\,700 - 149\,138} \right)^2 \approx 89$$

Az ellenőrző hatóság pontos eredményekkel rendelkezik a 2. programmal kapcsolatban; felhasználja az előző 33 műveletet és 56 műveletből további mintát képez. A következő táblázat összegzi mind a 89 művelet eredményét (beleértve az első minta 33 műveletét):

		2. program (alacsony értékű réteg)
(E1)	Ellenőrzött kiadás	1 236 789 EUR
(F1)	A minta mérete (műveletek száma)	89
(G1)	A minta teljes hibája	8 278 EUR
(H1)	A minta átlaghibája	93 EUR
(I1)	A hibák szórása a mintában	1 122 EUR

Az ellenőrző hatóság általi számításokat az alábbi táblázat mutatja be:

		2. program
(L1)	Pontosság (fajlagos középértékbecslés):= $(C) \times 1,282 \times \frac{(I1)}{\sqrt{(F1)}}$	263 469 EUR
(M1)	Kivetített hiba (fajlagos középértékbecslés):= $(H1) \times (C) + (K)$	161 715 EUR
(N1)	A hiba felső határa:= $(M1) + (L1)$	425 184 EUR
(O1)	Kivetített hibaarány (%):= $\frac{(M1)}{(A)+(B)}$	0,62 %
(P1)	A kivetített hibaarány felső határa:= $\frac{(N1)}{(A)+(B)}$	1,63 %

E bővített (89 művelet) minta eredményeivel az ellenőrző hatóság képes arra a következtetésre jutni, hogy a 2. program jelentett kiadásainak sokasága nem tartalmaz lényegesen valótlan állítást.

7.9. A rendszerellenőrzésekre alkalmazandó mintavételi technika

7.9.1. Bevezetés

Az 1083/2006/EK tanácsi rendelet 62. cikke kimondja: „Az operatív program ellenőrző hatósága különösen a következőkért felelős: a) annak biztosítása, hogy az operatív program irányítási és kontrollrendszere eredményes működésének vizsgálata céljából ellenőrzésekre kerüljön sor...”. Ezeket az ellenőrzéseket rendszerellenőrzésnek nevezzük. A rendszerellenőrzések célja az irányítási és kontrollrendszerben lefolytatott ellenőrzések hatékonyságának vizsgálata, valamint a rendszerből nyerhető bizonyossági szint megállapítása. Az, hogy a kontrollmechanizmusok vizsgálatánál statisztikai mintavételi módszert használnak-e, szakmai megítélés kérdése, amelynek során

eldöntik, hogy az elegendő és megfelelő ellenőrzési bizonyítékok megszerzésére az adott körülmények között ez-e a leghatékonyabb módszer.

Mivel a rendszerellenőrzések esetében fontos a hibák jellegének és okának az ellenőr által elvégzett elemzése, valamint a hibák hiányának vagy fennállásának ténye, nem statisztikai módszer alkalmazása megfelelőbb lehet. Az ellenőr ebben az esetben választhat fix mintaméretet az egyes főbb kontrollmechanizmusok esetében vizsgálandó tételekhez. Mindamellet a releváns tényezők⁶³ értékelésénél a szakmai értékelést is alkalmazni kell. Nem statisztikai módszer alkalmazása esetén az eredmények nem extrapolálhatók.

Az attribútumok szerinti mintavétel olyan statisztikai módszer, amelynek segítségével az ellenőr meg tudja határozni a rendszer bizonyossági szintjét, és meg tudja állapítani azt a küszöbértéket, amelynél hibák jelentkeznek a mintában. A módszert az ellenőrzés területén leggyakrabban az előírt ellenőrzéstől való eltérés mértékének vizsgálatára használják az ellenőr által megállapított kontrollkockázat szintjének alátámasztására. Ezt követően az eredményeket ki lehet vetíteni a sokaságra.

Az attribútumok szerinti mintavétel mint számos variánst magába foglaló általános módszer a rendszerellenőrzések esetében alkalmazandó statisztikai alapló módszer; minden más módszer, amely a rendszerellenőrzésekre alkalmazható, az alábbiakban bemutatott fogalmakon alapszik.

Az attribútumok szerinti mintavétel bináris problémákat old meg, mint például igen vagy nem, magas vagy alacsony, igaz vagy hamis válaszok. A módszer alkalmazása során a mintára vonatkozó információkat kivetítik a sokaságra, hogy megállapítsák, a sokaság az egyik vagy másik kategóriába tartozik.

A rendelet nem teszi kötelezővé a statisztikai módszer alkalmazását a rendszerellenőrzések körében végzett ellenőrző vizsgálatokhoz történő mintavétel esetében. Ezért ez a fejezet és a hozzá kapcsolódó mellékletek csupán általános tájékoztatást adnak, részletesebb kidolgozásukra nem kerül sor.

A rendszerellenőrzésekre alkalmazandó mintavételi technikákkal kapcsolatos további információk és példák az ellenőrzési mintavétellel foglalkozó szakirodalomban található.

A rendszerellenőrzés során az attribútumok szerinti mintavétel alkalmazásakor az alábbi hat lépésből álló általános terv alkalmazandó:

⁶³ A további ismertetést és a példákat lásd „Audit Guide on Sampling, American Institute of Certified Public Accountants, 01/04/2001”.

1. A vizsgálat céljainak meghatározása: például állapítsuk meg, hogy a sokaságban a hiba gyakorisága megfelel-e a magas bizonyossági szintre vonatkozó kritériumoknak;
2. A sokaság és a mintavételi egység meghatározása: például a programhoz rendelt számlák;
3. Az eltérési feltétel meghatározása: vagyis az értékelendő attribútum, például van-e aláírás a művelethez rendelt számlákon a programban;
4. A minta méretének meghatározása az alábbi képlet szerint;
5. A minta kiválasztása és az ellenőrzés lefolytatása (a mintát véletlenszerűen kell kiválasztani);
6. Az eredmények értékelése és dokumentálása.

7.9.2. A minta mérete

Az attribútumok szerinti mintavétel keretében a mintaméret, n , kiszámítása az alábbi információk alapján:

- Konfidenciaszint és a kapcsolódó z együttható a normális eloszlásból (lásd az 5.3. pontot);
- A T maximális tolerálható eltérési arány, amelyet az ellenőr határoz meg; a tolerálható szinteket a tagállam ellenőrző hatósága határozza meg (például a számlákról hiányzó aláírások azon száma, amely az ellenőr szerint még nem jelent problémát);
- p , a sokaság várható eltérési aránya, amely az előzetes mintából becsült vagy megfigyelt érték. Megjegyzendő, hogy a tolerálható eltérési aránynak magasabbnak kell lennie a sokaság várható eltérési arányánál, mert ellenkező esetben a vizsgálatnak nincs célja (azaz, ha a várható hibarány 10 %, a tolerálható hibarány 5 %-ban való meghatározása értelmetlen, mert a sokaságban várhatóan több hibát találunk, mint amelyet hajlandóak vagyunk eltűrni).

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik⁶⁴:

$$n = \frac{z^2 \times p \times (1 - p)}{T^2}.$$

Példa: 95 %-os konfidenciaszintet ($z = 1.96$), 12 %-os tolerálható eltérési arányt (T) és a sokaság 6 %-os várható eltérési arányát (p) feltételezve, a minimális mintaméret a következő lesz:

⁶⁴ Kis méretű sokaság kezelése esetén, azaz ha a végső mintaméret a sokaság nagy arányát képviseli (főszabályként a sokaság több mint 10 %-át), pontosabb képlet használható, amely szerint $n = \frac{z^2 \times p \times (1-p)}{T^2} / \left(1 + \frac{z^2 \times p \times (1-p)}{N \cdot T^2}\right)$.

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,06 \times (1 - 0,06)}{0,12^2} \approx 16.$$

Megjegyzendő, hogy a sokaság mérete nem gyakorol befolyást a minta méretére; a fenti számítás némileg túlbecsüli a kis sokaságokhoz szükséges mintaméretet, ami elfogadható. A szükséges mintaméret csökkentésének módjai magukban foglalják a konfidenciaszint csökkentését (azaz annak a kockázatnak a növelését, hogy a kontrollkockázatot túl alacsonyra értékeljük) és a tolerálható eltérési arány emelését.

7.9.3. Extrapoláció

A mintában megfigyelt eltérések száma osztva a mintában lévő tételek számával (azaz a minta méretével) megadja a minta eltérési arányát:

$$EDR = \frac{\text{eltérések száma a mintában}}{n}$$

Ez egyúttal a mintából megállapítható extrapolált eltérési arány (*EDR*) legjobb becslésére szolgáló eszköz is.

7.9.4. Pontosság

Ne feledjük, hogy a pontosság (a mintavételi hiba) a kivetítéshez (extrapolációhoz) kapcsolódó bizonytalanság mértéke. A pontosságot az alábbi képlet határozza meg

$$SE = z \times \frac{p_s \times (1 - p_s)}{\sqrt{n}}$$

ahol p_s a mintában megfigyelt eltérések számának a minta méretéhez viszonyított aránya, a minta eltérési aránya.

7.9.5. Értékelés

A megfigyelt felső eltérési határ egy elméleti szám, amely a minta méretén és az előfordult hibák számán alapul:

$$ULD = EDR + SE.$$

Ez a sokaság maximális hibaaránya a meghatározott konfidenciaszinten és a binomiális táblázatokból ered (például, ha a minta mérete 150 és az eltérések megfigyelt összege 3 (a minta eltérési aránya 2 %), a maximális eltérési arány (vagy az elért felső eltérési határ) 95 %-os konfidenciaszinten a következő:

$$ULD = \frac{3}{150} + 1,96 \times \frac{\frac{3}{150} \times \left(1 - \frac{3}{150}\right)}{\sqrt{150}} = 0,023.$$

Ha ez a százalékarány magasabb a tolerálható eltérési aránynál, a minta nem támogatja e konfidenciaszinten a sokaság feltételezett várható hibaarányát. Ezért a logikus következtetés az, hogy a sokaság nem felel meg a magas bizonyossági szint kritériumainak, és átlagos vagy alacsony bizonyossági szinten kell osztályozni. Megjegyzendő, hogy a küszöböt, amelyen alacsony, átlagos vagy magas bizonyosság érhető el, az ellenőrző hatóság határozza meg.

7.9.6. Az attribútumok szerinti mintavétel szakosodott módszerei

Az attribútumok szerinti mintavétel egy általános mód, és ezért bizonyos változatai specifikus célokra szolgálnak. Ezek sorába tartozik a feltárási mintavétel és az állj vagy mehet mintavétel, amelyek szakosodott igényeket szolgálnak ki.

A feltárási mintavétel olyan ellenőrzési esetekben alkalmazandó, ahol egy egyedi hiba is kritikus; ezért elsősorban a csalási esetek, vagy az ellenőrzés elkerülésének esetei feltáráására szolgál. Az attribútumok szerinti mintavétel alapján ez a módszer nulla (vagy legalábbis nagyon alacsony) hibaarányt feltételez, és nem igazán alkalmas az eredményeknek a sokaságra való kivetítésére, amennyiben a mintában hibákat találunk. A feltárási mintavétel lehetővé teszi az ellenőr számára, hogy következtetést vonjon le a minta alapján, vajon a sokaságban feltételezett nagyon alacsony vagy nulla hibaarány érvényes feltételezés-e. Ez nem érvényes módszer a belső ellenőrzések bizonyossági szintjének értékelésére, és ezért nem alkalmazható rendszerellenőrzésekre.

Az állj vagy mehet mintavétel abból a gyakori igényből ered, hogy lehetőleg minél inkább csökkenteni kell a minta méretét. Ez a módszer olyan következtetésre vezet, hogy a sokaság hibaaránya nem ér el egy előre meghatározott szintet adott konfidenciaszint mellett, amikor lehetőség szerint csak kevés tételt vizsgálunk a mintában – a mintavétel leáll, amint elértük a várt eredményt. Ez a módszer szintén nem alkalmas az eredménynek a sokaságra való kivetítésére, de hasznos lehet a rendszerellenőrzési következtetések értékelésére. Ha a rendszerellenőrzések eredménye kérdéses, ez a módszer alkalmazható annak megvizsgálására, hogy a kritérium valóban elérte-e a megadott bizonyossági szintet.

7.10. Arányos ellenőrzési rendszerek a 2014–2020-as programozási időszak keretében – mintavételi vonatkozások

7.10.1. A CPR 148. cikkének (1) bekezdésében előírt, a minta kiválasztására vonatkozó korlátozások

A CPR 148. cikkének (1) bekezdésében meghatározott arányos ellenőrzési rendszerek célja, hogy csökkentse a kedvezményezettek oldalán megjelenő adminisztrációs terheket, és elkerülje a kedvezményezettek többszörös, különböző szervek általi ellenőrzését, esetenként akár azonos kiadásokat érintően. Ezeket a rendszereket az alábbiakban foglaljuk össze az ellenőrző hatóság munkájával kapcsolatos vonatkozásokkal együtt:

- a) Az olyan műveletek esetében, ahol az elszámolható kiadások teljes összege nem haladja meg a **100 000 EUR-t (ETHA), a 150 000 EUR-t (ESZA) vagy a 200 000 EUR-t (ERFA és Kohéziós Alap)**, vagy az ellenőrző hatóság vagy a Bizottság csak egyetlen ellenőrzést végezhet el az arra a pénzügyi évre vonatkozó beszámoló benyújtása előtt, amikor a műveletet teljesítették;
- b) Az olyan műveletek esetében, ahol az elszámolható kiadások teljes összege meghaladja a **100 000 EUR-t (ETHA), a 150 000 EUR-t (ESZA) vagy a 200 000 EUR-t (ERFA és Kohéziós Alap)**, pénzügyi évenként vagy az ellenőrző hatóság vagy a Bizottság csak egyetlen ellenőrzést végezhet el az arra a pénzügyi évre vonatkozó beszámoló benyújtása előtt, amikor a műveletet teljesítették;
- c) A Bizottság vagy az ellenőrző hatóság egy adott évben nem végezhet ellenőrzést, ha az Európai Számvevőszék abban az évben már végzett auditot, feltéve, hogy az Európai Számvevőszék által e műveletek tekintetében elvégzett audit eredményeit az ellenőrző hatóság vagy a Bizottság fel tudja használni feladatai teljesítéséhez.

Annak eldöntéséhez, hogy e cikk irányadó-e, el kell végezni a „művelet teljes elszámolható kiadására” jellemző szintnek az értékelését a támogatási szerződésben rögzített összeg alapján, mivel a programozási időszak során bejelentésre kerülő kiadások pontos összege előre nem ismert.

A CPR 148. cikkének (4) bekezdése rögzíti, hogy az ellenőrző hatóság és a Bizottság a fentiekben említett feltételek mellett (amennyiben az Európai Számvevőszék valamely kockázatértékelése vagy ellenőrzése szabálytalanság vagy csalás konkrét kockázatát állapítja meg, vagy ha bizonyíték van arra, hogy súlyos hiányosságok tapasztalhatók a 140. cikk (1) bekezdésében hivatkozott időszak során az érintett operatív program irányítási és kontrollrendszerében) mégis elvégezheti a műveletek ellenőrzését. **Az ellenőrző hatóság számára ez különösen azt jelenti, hogy a 148. cikk (1)**

bekezdésének rendelkezései nem alkalmazandók kockázatalapú kiegészítő ellenőrzési minták esetére.

A CPR 148. cikkének (1) bekezdése egyes gyakorlati kihívásokat támaszt az ellenőrző hatóság munkája elé, nevezetesen tekintettel a minták kiválasztása terén bevezetendő stratégiára, egyúttal szem előtt tartva a CPR 127. cikke (1) bekezdésnek általános szabályát. Ez a rendelkezés rögzíti, hogy az ellenőrző hatóság elvégzi a „bejelentett kiadások alapján... a műveletek egy megfelelő mintájának” ellenőrzését, továbbá nem statisztikai mintavétel alkalmazása esetén megfelelő méretű mintán kell az ellenőrzést elvégezni, hogy az ellenőrző hatóság érvényes ellenőrzési véleményt dolgozhasson ki. A lenti 7.10.2. pont tisztázza azokat a kiigazításokat, melyek a 148. cikk szerinti rendelkezéseknek megfelelően jelennek meg a mintavételi módszertanban.

Az ellenőrző hatóság az ellenőrzést valamely pénzügyi év tekintetében végzi el az adott pénzügyi évet követően, vagy egy időszakra kiterjedő mintavételi eljárással, vagy két vagy több időszakra kiterjedő mintavételi terv alkalmazásával.

Az egy időszakra kiterjedő mintavétel keretében az, hogy az ellenőrző hatóság (vagy az EB) adott évben a fentiekben említett küszöbértékek alá eső műveleteket ellenőriz, arra utal, hogy ezeket a műveleteket az ellenőrző hatóság nem ellenőrizheti az elkövetkezendő években, azon pénzügyi évre vonatkozó beszámolók benyújtása előtt, amikor a művelet teljesül, csak ha arra a CPR 148. cikkének (4) bekezdése vonatkozik.

Több időszakra kiterjedő mintavétel keretében valamely pénzügyi évre vonatkozóan, továbbá ahol az adott évre az ugyanazon műveletre vonatkozó kiadást egynél többször kiválasztják, az ellenőrző hatóság mérlegelheti, hogy valamely egyedi műveletet két (vagy több) szakaszban ellenőrizzen. Ez azt jelenti, hogy amennyiben bármely műveletet a pénzügyi év egyik mintavételi időszakában mintavételre kiválasztottak, az ellenőrző hatóság a műveletet a mintavétel tárgyát képező, és az ugyanazon pénzügyi év elkövetkező mintavételi időszakaiban ellenőrizendő sokaságban tartja. Ez esetben a műveletek helyettesítése vagy kizárása nem alkalmazható, mivel egyetlen ellenőrzés van, ahol a munka ugyanazon évre vonatkozóan különböző időpillanatokra terjed ki. Mivel az első mintavételi időszakhoz végzett mintakiválasztást követően az ellenőrző hatóság nem tudja előrejelezni, hogy a kiválasztott műveleteket jelölik-e a kiadások ellenőrzésére az adott pénzügyi év bármely más mintavételi időszakában, javasolt, hogy az ellenőrző hatóság tájékoztassa az érintett kedvezményezetteket arról, hogy a műveleteket kiválasztották ellenőrzésre az érintett pénzügyi év vonatkozásában, továbbá arról a lehetőségről is, hogy a műveletet eltérő fázisokban ellenőrizhetik. Ez az irányító hatóságnak/kedvezményezettnek írt azon levélben tisztázást igényel, amely bejelenti, hogy a műveletet kiválasztották ellenőrzésre⁶⁵.

⁶⁵ Az ellenőrző hatóság számára javasolt az alábbi (vagy hasonló) szöveget bevezetni a levelekbe, amellyel bejelenthető az ellenőrzés a két vagy több időszakra kiterjedő mintavételi tervek keretében: „Az Önök műveletét a programot ellenőrző hatóság a nemzeti hatóságok által az Európai Bizottság számára a

A CPR 148. cikkének (1) bekezdése előírja, hogy pénzügyi évenként egy ellenőrzést lehet lefolytatni a vonatkozó küszöbértéket meghaladó műveletek tekintetében. Ezt a követelményt úgy értelmezik, hogy adott pénzügyi éven belül bejelentett kiadásokat érintően egy ellenőrzés, és nem egy ellenőrzés az adott pénzügyi év időszakán belül.

Hogy elkerülhető legyen a kedvezményezett oldalán az az adminisztrációs teher, amely azonos művelet tekintetében egynél több helyi látogatással jár, az ellenőrző hatóság dönthet úgy, hogy az első ellenőrzéseket követően az ellenőrző hatóság / közreműködő szervezet szintjén folytatja le az ellenőrzés rákövetkező szakaszait, amennyiben az igazoló dokumentációt ellenőrizhetően ezek a szervezetek őrzik.

Az Számvevőszék által ellenőrzött műveletek:

A CPR 148 cikkének (1) bekezdésében előírt első két feltételen túl ez a rendelkezés állapítja meg, hogy az ellenőrző hatóság nem folytathatja le a művelet ellenőrzését, amennyiben azt ugyanabban az évben az Európai Számvevőszék már ellenőrizte, és az ellenőrző hatóság az ezen intézmény által levont következtetéseket is fel tudja használni.

Ez a rendelkezés egyúttal kihívást jelent az ellenőrző hatóság számára, különösen amikor a Számvevőszéknek a kiválasztott műveletek ellenőrzésével kapcsolatos következtetései nem elérhetők időben az ellenőrző hatóság számára, hogy értékelje ezeket a következtetéseket abból a szempontból, hogy az ellenőrző hatóság részéről az ellenőrzés vélemény kialakítására használhatók-e. Továbbá az is előfordulhat, hogy a Számvevőszék következtetései a kiadások bejelentésének más, attól eltérő referencia-időszakára vonatkoznak, amelyről az ellenőrző hatóságnak ellenőrzési véleményt kell alkotnia, ami azt jelenti, hogy a Számvevőszék következtetéseit az ellenőrző hatóság ilyen célokra nem használhatja fel.

Ha ténylegesen vannak a Számvevőszéknek következtetései az ellenőrző hatóság által kiválasztott művelet ellenőrzéséről, azok megfelelő időben elérhetők az ellenőrző hatóság számára a vonatkozó ellenőrzési vélemény kialakításához, valamint az ellenőrző hatóság a Számvevőszék által elvégzett ellenőrzési munka eredményeit fel is használja az adott művelet hibáinak a meghatározásához, ha egyetért az ilyen következtetésekkel, illetve azon kötelezettség nélkül, hogy ismételt el kellene végezni az ellenőrzés eljárásokat.

20xx. július és 20xx. június közötti pénzügyi évre bejelentett kiadásokkal összefüggésben ellenőrzésre kiválasztotta. Tájékoztatjuk továbbá Önöket, hogy a szóban forgó ellenőrzés egynél több ellenőrzési fázisra is kiterjedhet az elkövetkező hónapokban. Egy későbbi időpontban tájékoztatást kapnak arról, ha az ellenőrzés az első félévre (*más mintavételi időszakra*) bejelentett kiadásokra korlátozódik, vagy olyan kiadásokra is kiterjed, mely a második félévhez (*más mintavételi időszakhoz*) kapcsolódik.”

7.10.2. Mintavételi módszertan az arányos ellenőrzési rendszerekben

A minta kiválasztása

Miként azt a CDR 28. cikkének (8) bekezdése rögzíti: „Amennyiben teljesülnek az 1303/2013/EU rendelet 148. cikkének (1) bekezdésében meghatározott arányos ellenőrzés feltételei, az audithatóság az abban a cikkben említett tételeket kizárhatja a mintavételnek alávetett sokaságból. Amennyiben az érintett műveletet már kiválasztották a mintába, az ellenőrző hatóság megfelelő véletlenszerű kiválasztás alkalmazásával helyettesíti azt.

Mint az ennek a cikknek a rendelkezéseiből következik, az ellenőrző hatóság a minta kiválasztásának a céljából felhasználhatja vagy a bejelentett kiadások eredeti pozitív sokaságát, vagy valamely szűkített sokaságot, vagyis egy olyan sokaságot, amelyből a CPR 148. cikkében érintett mintavételi egységeket kizárják.

Az érintett művelet/más mintavételi egységek helyettesítése esetén ezeket a mintavételi egységeket a mintában úgy kell helyettesíteni, hogy egy további, méretében a helyettesített műveletekkel megegyező számú mintát kell kiválasztani. A „helyettesítő egységeket” az eredeti mintáéval azonos módszertan alkalmazásával kell kiválasztani. Elsősorban a PPS módszeren (azaz a MUS és PPS nem statisztikai mintavételen) belül további mintavételi egységeket kell kiválasztani a méretarányos valószínűség alkalmazásával. A kiválasztásra példákat a 7.10.3.1. pont mutatja be.

A helyettesítés és kizárás esetében egyaránt fennáll, hogy a minta mérete a sokaság paraméterei (például a könyv szerinti érték, mintavételi egységek száma) alapján, az eredeti sokaságnak (azaz annak a sokaságnak, ami tartalmazza a CPR 148. cikkének (1) bekezdésben érintett műveleteket/más mintavételi egységeket) megfelelően kerül kiszámításra. A mintaméret kiszámításához vonatkozó standard képletek (ezeket az Útmutató 6. része mutatja be) használatosak.

A döntést, hogy a mintavételi egységek tekintetében kizárást vagy helyettesítést alkalmazzanak, az ellenőrző hatóság hozza meg szakmai megítélés alapján. Az ellenőrző hatóság gyakorlatiasabb megoldásnak tarthatja a műveletek helyettesítésének alkalmazását olyan sokaságoknál, ahol a mintavételi egységek száma alacsony (egyszerű véletlen mintavétel) vagy a kiadások (MUS) kis részére gyakorol hatást a 148. cikk, mert az ilyen egységek (továbbá a helyettesítéshez kapcsolódó szakmai vonatkozások) kiválasztásának a valószínűsége alacsony. Ezzel szemben az olyan sokaságok esetében, ahol a 148. cikkben érintett mintavételi egységek/kiadások száma magas, a helyettesítés jóval gyakoribb lehetne, és esetenként annak megisméltésére is szükség van. Következésképpen az olyan esetekben az ellenőrző hatóság gyakorlatiasabb megoldásnak véli a CPR 148. cikkének hatókörébe tartozó sokasági egységek kizárását a mintavétel tárgyát képező sokaságból, a mintavételi egységek helyettesítésének elkerülése érdekében.

A hibák kivetítése

A CPR 127. cikke (1) bekezdésének megfelelően az ellenőrző hatóságnak ellenőrzési véleményt kell kialakítania a bejelentett teljes kiadásról. Éppen azért akkor is szükség van a bejelentett kiadásokra vonatkozó teljes hiba kiszámítására – az adott kiadásokról ellenőrzési vélemény kialakítás céljából –, ha egyébként a mintát adó sokaság megfelel a bejelentett kiadásoknak, amelyekből ki kell vonni a 148. cikkben érintett műveletekhez kapcsolódó kiadásokat.

Ez kétféleképpen érhető el. Először is, a kivetítési képletekben a sokaság mérete $N_{(h)}$ és a sokaság könyv szerinti értéke $BV_{(h)}$ azok a jellemzők, melyek megfelelnek az eredeti sokaságnak (vagyis a 148. cikkben érintett mintavételi egységeket is tartalmazó sokaságnak). Ilyen esetben a hiba kivetítése az eredeti sokaságra történik (rétegenként), és további intézkedésre nincs szükség. Ez az ajánlott megközelítés főleg a műveletek/más mintavételi egységek helyettesítése esetén.

Ehelyett ugyanez két szakaszban is megvalósítható: először, a kivetítési képletekben a sokaság mérete $N_{(h)}$ és a sokaság könyv szerinti értéke $BV_{(h)}$ azok a jellemzők, amelyek a szűkített sokasággal kapcsolatosak (vagyis a CPR 148. cikkében érintett sokasági egységek kivonása után megállapítva). A hiba ilyen módon való kivetítését követően ezt a kivetített hibát lehet megszorozni az eredeti sokaságban lévő, bejelentett kiadások és a szűkített sokaságban lévő, bejelentett kiadások hányadosával $\frac{BV_{(h)eredeti\ sokaság}}{BV_{(h)szűkített\ sokaság}}$ annak érdekében, hogy megállapítható legyen az eredeti sokaság teljes kivetített hibája (jellemzően MUS és egyszerű véletlen mintavételben, aránybecsléssel). Ez a szűkített felől az eredeti sokaság felé irányuló kivetítés úgy is elvégezhető, ha megszorozzuk a szűkített sokaság hibáját az eredeti sokaság sokaságméretének és a szűkített sokaság sokaságméretének a hányadosával, $\frac{N_{(h)eredeti\ sokaság}}{N_{(h)szűkített\ sokaság}}$ (jellemzően egyszerű véletlen mintavételben, fajlagos középértékbecsléssel). Ez a két szakaszban végrehajtott eljárás különösképpen ajánlott megközelítésnek számít a műveletek/más mintavételi egységek kizárása esetén.

Hasonlóképpen, a pontosság az eredeti sokaságra $SE_{(h)eredeti}$ vagy a szűkített sokaságra $SE_{(h)szűkített}$ tekintettel ugyancsak kiszámítható (viszont egyes korlátokat tekintse át az alábbi táblázatokban). Ha a pontosság kiszámítása a szűkített sokaságra történik, annak a következő szakaszban kell megtörténnie az eredeti sokaság megjelenítéséhez igazítva.

A hiba kivetítésének esetéhez hasonlóan, ezt a hozzáigazítást úgy lehet végrehajtani, hogy megszorozzuk a szűkített sokaságra vonatkozó pontosságot a $\frac{BV_{(h)eredeti\ sokaság}}{BV_{(h)szűkített\ sokaság}}$ hányadossal (MUS és egyszerű véletlen mintavétel esetében, aránybecsléssel) vagy a $\frac{N_{(h)eredeti\ sokaság}}{N_{(h)szűkített\ sokaság}}$ hányadossal (egyszerű véletlen mintavétel esetében, fajlagos középértékbecsléssel).

Nincs lehetőség olyan módszertan azonosítására, amely mindig alkalmasabb lenne a többinél (például a pontosság kivetítése és kiszámítása tekintettel az eredeti vagy szűkített sokaságra), mert egyes mintavételi módszerek bizonyos szakmai korlátokat jelenthetnek e téren.

Az alábbi táblázatok összefoglalják a minta kiválasztásával, a hibák kivetítésével és a minta pontosságának a kiszámításával kapcsolatos megközelítéseket az olyan korlátok figyelembevételével is, melyek az arányos ellenőrzési rendszerek alapelveiből következnek.

a) MUS standard módszer

Mintavételi terv	MUS standard: A mintavételi egységek kizárása	MUS standard: A mintavételi egységek cseréje
<i>A mintaméret kiszámításához használt paraméterek</i>	Az eredeti sokaságnak megfelelő.	Az eredeti sokaságnak megfelelő.
<i>A minta kiválasztásához használt sokaság</i>	Szűkített sokaság	Eredeti sokaság
<i>A hiba kivetítéséhez és a pontosság kiszámításához javasolt megközelítés</i>	<p>A szűkített sokaságra vonatkozóan a hiba kivetítése és a pontosság kiszámítása, a következő szakaszban az eredeti sokaság megjelenítéséhez igazítva.</p> <p>A kiigazítás elvégezhető úgy, hogy megszorozzuk a kivetített hibát és pontosságot az eredeti sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ eredeti}}$ értéke és a szűkített sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ szűkített}}$ értéke hányadosával.</p> <p>A 148. cikkben érintett nagy értékű réteg (vagy bármely más teljesen ellenőrzendő réteg) egységeinek az esetében szükség lehet a nagy értékű réteg tekintetében a hiba kiszámítására, valamint ennek a hibának azon egységekre vetítésére, amelyeket ebben a rétegben nem ellenőriztek a $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{BV_{e \text{ eredeti}}}{BV_{e \text{ szűkített}}}$ képlet segítségével (ahol $EE_{e \text{ szűkített}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $BV_{e \text{ eredeti}}$ mutatja a nagy értékű réteg könyv szerinti értékét, és $BV_{e \text{ szűkített}}$ utal a nagy értékű rétegben azon tételek könyv szerinti értékére, melyekre az ellenőrzés kiterjedt.)</p>	<p>A hiba kivetítése és a pontosság kiszámítása az eredeti sokaság tekintetében</p> <p>A nagy értékű rétegnek (vagy bármely más teljesen ellenőrzendő rétegnek) az ellenőrzési eljárásokból a 148. cikk rendelkezéseinek megfelelően kizárt egységeit le kell cserélni az alacsony értékű réteg mintavételi egységeivel. Ilyen esetben szükség lehet a nagy értékű réteg tekintetében a hiba kiszámítására, valamint ennek a hibának azon egységekre vetítésére, amelyeket ebben a rétegben nem ellenőriztek a $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{BV_{e \text{ eredeti}}}{BV_{e \text{ szűkített}}}$ képlet segítségével (ahol $EE_{e \text{ szűkített}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $BV_{e \text{ eredeti}}$ mutatja a nagy értékű réteg könyv szerinti értékét, és $BV_{e \text{ szűkített}}$ utal a nagy értékű rétegben azon tételek könyv szerinti értékére, melyekre az ellenőrzés kiterjedt).</p>

b) MUS konzervatív módszer

<i>Mintavételi terv</i>	Konzervatív MUS: A mintavételi egységek kizárása	Konzervatív MUS: A mintavételi egységek cseréje
<i>A mintaméret kiszámításához használt paraméterek</i>	NA (a mintaméret azonos marad, függetlenül attól, hogy azt az eredeti sokaság vagy a szűkített sokaság paramétereivel számították ki)	NA (a mintaméret azonos marad, függetlenül attól, hogy azt az eredeti sokaság vagy a szűkített sokaság paramétereivel számították ki)
<i>A minta kiválasztásához használt sokaság</i>	Szűkített sokaság	Eredeti sokaság
<i>A hiba kivetítéséhez és a pontosság kiszámításához javasolt megközelítés</i>	<p>A szűkített sokaságra vonatkozóan a hiba kivetítése és a pontosság kiszámítása, a következő szakaszban az eredeti sokaság megjelenítéséhez igazítva.</p> <p>A kiigazítás elvégezhető úgy, hogy megszorozzuk a kivetített hibát és pontosságot az eredeti sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ eredeti}}$ értéke és a szűkített sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ szűkített}}$ értéke hányadosával.</p> <p>A 148. cikkben érintett nagy értékű réteg egységeinek az esetében szükség lehet a nagy értékű réteg tekintetében a hiba kiszámítására, valamint ennek a hibának azon egységekre vetítésére, amelyeket ebben a rétegben nem ellenőriztek a $EE_e = EE_e \text{ szűkített} \times \frac{BV_e \text{ eredeti}}{BV_e \text{ szűkített}}$ képlet segítségével (ahol $EE_e \text{ szűkített}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $BV_e \text{ eredeti}$ mutatja a nagy értékű réteg könyv szerinti értékét, és $BV_e \text{ szűkített}$ utal a nagy értékű rétegben azon tételek könyv szerinti értékére, melyekre az ellenőrzés kiterjedt.)</p>	A konzervatív MUS megközelítésben, a mintavételi egységek cseréje esetén a hiba kivetítésével és a pontosság kiszámításával összefüggő szakmai kérdésekre tekintettel javasolt a mintavételi egységek kizárását alkalmazni akkor, ha a konzervatív MUS megközelítést alkalmazzák ⁶⁶ .

c) Egyszerű véletlen mintavétel

<i>Mintavételi terv</i>	Egyszerű véletlen mintavétel: A mintavételi egységek kizárása	Egyszerű véletlen mintavétel: A mintavételi egységek cseréje
<i>A mintaméret kiszámításához használt paraméterek</i>	Az eredeti sokaságnak megfelelő.	Az eredeti sokaságnak megfelelő.
<i>A minta kiválasztásához használt sokaság</i>	Szűkített sokaság	Eredeti sokaság
<i>A hiba kivetítéséhez és a pontosság kiszámításához javasolt megközelítés</i>	<p>A szűkített sokaságra vonatkozóan a hiba kivetítése és a pontosság kiszámítása, a következő szakaszban az eredeti sokaság megjelenítéséhez igazítva.</p> <p>A fajlagos középértékbecslés alkalmazásakor a</p>	<p>A hiba kivetítése az eredeti sokaságra (az aránybecslés és a fajlagos középértékbecslés esetében egyaránt).</p> <p>A pontosság kiszámítása az eredeti</p>

⁶⁶ Amennyiben az ellenőrző hatóság a helyettesítés alkalmazása mellett döntött a konzervatív MUS megközelítésben, ki lehet kérni a Bizottság tanácsát az alkalmazandó egyedi képletek meghatározása, valamint szakmai tájékoztatás nyújtása érdekében, tekintettel a minta kiválasztására és a kivetítésre.

<i>Mintavételi terv</i>	Egyszerű véletlen mintavétel: A mintavételi egységek kizárása	Egyszerű véletlen mintavétel: A mintavételi egységek cseréje
	<p>kiigazítás elvégezhető úgy, hogy megszorozzuk a kivetített hibát és pontosságot az eredeti sokaság sokaságméretének $N_{(h) \text{ eredeti}}$ értéke és a szűkített sokaság $N_{(h) \text{ szűkített}}$ értéke hányadosával.</p> <p>Az aránybecslés használatakor a kiigazítás elvégezhető úgy, hogy megszorozzuk a kivetített hibát és pontosságot az eredeti sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ eredeti}}$ értéke és a szűkített sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ szűkített}}$ értéke hányadosával.</p> <p>A hiba kivetítése közvetlenül is elvégezhető az eredeti sokaságra az aránybecslés és a fajlagos középértékbecslés eszközével egyaránt. A pontosságot nem szabad közvetlenül az eredeti sokaságra kiszámítani az aránybecslés esetén; ez kizárólag a fajlagos középértékbecslés esetében lehetséges. Az aránybecslés keretében a szűkített sokaságra kiszámított pontosságot úgy kell hozzáigazítani az eredeti sokasághoz, hogy a szűkített sokaság pontosságot megszorozzuk a $\frac{BV_{(h) \text{ eredeti sokaság}}}{BV_{(h) \text{ szűkített sokaság}}}$ hányadossal.</p> <p>A 148. cikk rendelkezéseivel érintett, nagy értékű réteg (vagy bármely más teljesen ellenőrzendő réteg) egységei esetén szükség lehet egy hibaérték kiszámítására a nagy értékű réteghez, majd e hibának a kivetítésére az adott rétegben nem ellenőrzött egységekre. Az aránybecslés esetében ez elvégezhető az $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{BV_{e \text{ eredeti}}}{BV_{e \text{ szűkített}}}$ képlettel, ahol $EE_{e \text{ reduced}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $BV_{e \text{ eredeti}}$ mutatja az eredeti nagy értékű réteg könyv szerinti értékét, továbbá $BV_{e \text{ szűkített}}$ utal az ellenőrzés tárgyát képező, nagy értékű rétegben lévő tételek könyv szerinti értékére. A fajlagos középértékbecslés esetében ez elvégezhető az $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{N_{e \text{ eredeti}}}{N_{e \text{ szűkített}}}$ képlettel, ahol $EE_{e \text{ szűkített}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $N_{e \text{ eredeti}}$ mutatja az eredeti nagy értékű réteg mintavételi egységeinek a számát, továbbá $N_{e \text{ szűkített}}$ utal az ellenőrzött nagy értékű rétegben lévő mintavételi egységek számára.</p>	<p>sokaságra fajlagos középértékbecslés esetében. Aránybecsléskor a pontosságot a szűkített sokaságra (az a sokaság, amiből az összes, a 148. cikkel érintett mintavételi tételt levonták) kell kiszámítani. Ezt követően a következő szakaszban kell lennie, hogy az eredeti sokaságot tükrözze. Elvégezhető úgy, hogy megszorozzuk a szűkített sokaság pontosságát az eredeti sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ eredeti}}$ értéke és a szűkített sokaság kiadásának $BV_{(h) \text{ szűkített}}$ értéke hányadosával. Megjegyzendő, hogy a pontosságot az aránybecslés esetében akkor is ki kell számítani a szűkített sokaságra, továbbá ezt követően azt illeszteni szükséges a fentiekben említett képlettel, ha egyébként az ellenőrző hatóság nem választott ki a mintájába egyetlen, a 148. cikkel érintett mintavételi tételt sem.</p> <p>A 148. cikk rendelkezéseivel érintett, nagy értékű réteg (vagy bármely más teljesen ellenőrzendő réteg) egységei esetén szükség lehet egy hibaérték kiszámítására a nagy értékű réteghez, majd e hibának a kivetítésére az adott rétegben nem ellenőrzött egységekre. Az aránybecslés esetében ez elvégezhető az $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{BV_{e \text{ eredeti}}}{BV_{e \text{ szűkített}}}$ képlettel, ahol $EE_{e \text{ reduced}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $BV_{e \text{ eredeti}}$ mutatja az eredeti nagy értékű réteg könyv szerinti értékét, továbbá $BV_{e \text{ szűkített}}$ utal az ellenőrzés tárgyát képező, nagy értékű rétegben lévő tételek könyv szerinti értékére. A fajlagos középértékbecslés esetében ez elvégezhető az $EE_e = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{N_{e \text{ eredeti}}}{N_{e \text{ szűkített}}}$ képlettel, ahol $EE_{e \text{ szűkített}}$ jelzi a hiba összegét az ellenőrzött nagy értékű réteg mintavételi egységeiben, $N_{e \text{ eredeti}}$ mutatja az eredeti nagy értékű réteg mintavételi egységeinek a számát, továbbá $N_{e \text{ szűkített}}$ utal az ellenőrzött nagy értékű rétegben lévő mintavételi egységek számára.</p>

7.10.3. Példák

7.10.3.1. Példák a mintavételi egységek cseréjére a PPS módszer szerint (MUS és PPS nem statisztikai mintavétel)

A fenti pontban tisztázottak szerint a PPS módszer (MUS és PPS nem statisztikai mintavétel) keretében a 148. cikkben érintett mintavételi egységeket úgy kell lecserélni, hogy a méretarányos valószínűségeen alapuló kiválasztással új egységeket szükséges kiválasztani.

Megjegyzendő, hogy a PPS nem statisztikai mintavétel keretében az új mintavételi egységek kiválasztására az eljárás azonos a MUS standard megközelítéssel, ezért közös példákkal mutatjuk be a mintavételi egységek cseréjét e két 2 módszernél. A lentebb bemutatott 2 példa a következőket szemlélteti:

- a) Mintavételi egységek cseréje alacsony értékű rétegben, a MUS standard megközelítés és a PPS nem statisztikai mintavétel esetében
- b) Mintavételi egységek cseréje nagy értékű rétegben, a MUS standard megközelítés és a PPS nem statisztikai mintavétel esetében

a) Mintavételi egységek cseréje alacsony értékű rétegben – MUS standard megközelítés és PPS nem statisztikai mintavétel

Vegyünk egy kiadásokból álló pozitív sokaságot, amely kiadásokat egy adott referencia-időszakban egy programban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak.

A sokaságot az alábbi táblázat összegezi:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (kiadások a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A mintaméret 30 művelet (a MUS standard tekintetében számolva, a vonatkozó mintaparaméterek alapján, vagy a műveletek javasolt lefedettsége esetében a rendszerellenőrzésekből eredő bizonyossági szint alapján végzett, nem statisztikai PPS kiválasztáshoz). A nagy értékű réteg 8 műveletre terjed ki a 139 996 067,47 EUR értékű bontási szint felett, 1 987 446 254 EUR összértékkel. Ennek megfelelően a mintavételi intervallum összege 100 565 262 EUR:

$$\text{Mintavételi intervallum (SI)} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254}{22 \text{ (azaz } 30 - 8)} = 100\,565\,262$$

Az ellenőrző hatóság által az alacsony értékű rétegből kiválasztott 22 művelet értéke, a fenti intervallum alkalmazásával 65 550 000 EUR. Ez a minta magában foglalja az EB szolgálatai által ellenőrzött két műveletet, az EB felé jelentett 950 000 EUR kiadással.

Tekintettel a 148. cikk rendelkezéseire a műveleteket cseréje helyettesítő egység kiválasztásával történik, amihez méretarányos valószínűségeen alapuló kiválasztást kell alkalmazni.

Az új mintavételi egységeket az alacsony értékű réteg fennmaradó sokaságából kell kiválasztani, vagyis egy 3 822 mintavételi egységet (3 852 művelet a sokaságból, mínusz a 30 eredetileg kiválasztott művelet)⁶⁷ tartalmazó fájlból 1 073 442 885 EUR értékű intervallum alkalmazásával:

$$\text{Helyettesítéshez használt mintavételi intervallum (SI')} = \frac{BV_{SI'}}{n_{SI'}} = \frac{4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254 - 65\,550\,000}{2} = 1\,073\,442\,885$$

Az eredeti mintában a 148. cikkben érintett műveletek 2 újonnan kiválasztott művelet váltja fel. A kivetítés a szokásos módon történik, a sokasággal és mintával összefüggő BV_s és n_s paraméterek segítségével, vagyis összeadjuk a nagy értékű réteg hibáit, majd az alacsony értékű réteg hibáit a következő képlet segítségével kivetítjük:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol $BV_s = 2\,212\,435\,770$ ($4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254$) és $n_s=22$.

Feltételezve, hogy az alacsony értékű rétegben az összes egységre vonatkoztatott hibaarányok összege ($\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$) 0,52, az alacsony réteg esetében az extrapolált hiba 52 293 936 EUR összeget eredményez.

Az ellenőrző hatóság 692 EUR teljes összegben észlelt hibákat a nagy értékű rétegben. Így a sokaságunkban a kivetített hiba összege 52 294 628 EUR ($52\,293\,936 + 692$), azaz a sokaság értékének a 1,25 %-a.

A PPS nem statisztikai mintavétel alkalmazása esetén az ellenőrző hatóság úgy értékelné, hogy nincs elégséges bizonyíték azon következtetésre, hogy a sokaság lényeges hibát tartalmazna. Az elért pontosság mégsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

⁶⁷ Az ellenőrző hatóság úgy is dönthet, hogy a fájlból eltávolítja az összes többi, a 148. cikkben érintett mintavételi egységet, és az új mintavételi egységeket kizárólag a 148. cikkben nem érintett, alacsony értékű réteg sokaságából választja ki. Ezzel az eljárással elkerülhető, hogy a kiválasztást többszörös helyettesítés miatt kelljen elvégezni, ami akkor válhat szükségessé, ha a 148. cikk az újonnan kiválasztott tételekre szintén irányadó.

A MUS standard megközelítés alkalmazása esetén, a felső hibahatár értékelése érdekében, az ellenőrző hatóság a standard képlettel számolná ki a pontosságot:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r$$

ahol $BV_s = 2\,212\,435\,770$ (4 199 882 024 - 1 987 446 254) és $n_s=22$.

b) *Mintavételi egységek cseréje nagy értékű rétegben – MUS standard megközelítés és PPS nem statisztikai mintavétel*

Vegyünk egy kiadásokból álló pozitív sokaságot, amely kiadásokat egy adott referencia-időszakban egy programban található műveletekhez jelentették be a Bizottságnak.

A sokaságot az alábbi táblázat összegezi:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (kiadások a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A mintaméret 30 művelet (a MUS standard tekintetében számolva, a vonatkozó mintaparaméterek alapján, vagy a műveletek javasolt lefedettsége esetében a rendszerellenőrzésekből eredő bizonyossági szint alapján végzett, nem statisztikai PPS kiválasztáshoz). A nagy értékű réteg 8 műveletre terjed ki a 139 996 067,47 EUR értékű bontási szint felett, 1 987 446 254 EUR összértékkel.

A MUS standard megközelítésben és a PPS nem statisztikai mintavételben a nagy értékű réteghez tartozó műveletek/mintavételi egységek meghatározását követően javasolt, hogy az ellenőrző hatóság az alacsony értékű rétegben a minta kiválasztását megelőzően ellenőrizze, hogy a nagy értékű réteg tartalmaz-e bármilyen mintavételi egységet, amire a 148. cikk irányadó. Ha a példánkban a nagy értékű réteg 8 művelete egy, a 148. cikkben érintett műveletet tartalmaz, az alacsony értékű rétegre leosztandó mintaméret 23 (30 mínusz 7), ami biztosítja 30 művelet ellenőrzését. Ebben az esetben nincs szükség a mintavételi egységek egyedi kiválasztására a célból, hogy a nagy értékű rétegben cseréljék a 148. cikkben érintett műveletet.

Ha viszont az ellenőrző hatóság a 22 (30 mínusz 8) művelet alacsony értékű rétegének a kiválasztását követően állapítaná meg, hogy a nagy értékű réteg 1 műveletére a 148. cikk alkalmazandó, az alacsony értékű réteg további mintavételi egysége a nagy értékű réteg mintavételi egységének a cseréje céljából, a méretarányos valószínűség alkalmazásával kiválasztásra kerülne. (Mivel nem érhető el más egységek a nagy értékű rétegben való cseréhez, a korlátozás miatt a mintaméret mesterséges szűkülése úgy kerülhető el, ha az alacsony értékű réteg egy tételét választjuk ki a cseréhez, ami biztosítja a 30 művelet lefedését).

Eredetileg az ellenőrző hatóság 22 műveletet választott ki 65 550 000 EUR teljes összegben az alacsony értékű rétegből, 100 565 262 EUR értékű intervallum alkalmazásával:

$$\text{Mintavételi intervallum (SI)} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254}{22 \text{ (vagyis } 30 - 8)} = 100\,565\,262$$

A nagy értékű réteg mintavételi egységének cseréjét szolgáló, az alacsony értékű réteghez tartozó új mintavételi egységeket az alacsony értékű réteg fennmaradó sokaságából kell kiválasztani, vagyis egy 3 822 mintavételi egységet (3 852 művelet a sokaságból, mínusz a 30 eredetileg kiválasztott művelet)⁶⁸ tartalmazó fájlból 2 146 885 770,00 EUR értékű intervallum alkalmazásával:

$$\text{Helyettesítéshez használt mintavételi intervallum (SI')} = \frac{BV_{s'}}{n_{s'}} = \frac{4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254 - 65\,550\,000}{1} = 2\,146\,885\,770,00$$

Következésképpen az ellenőrzésünk a nagy értékű réteg 7 műveletére, valamint az alacsony értékű rétegben 23 műveletre terjed ki.

A hibák kivetítése az alacsony értékű rétegben a standard képletten alapszik:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol $BV_s = 2\,212\,435\,770$ ($4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254$) és $n_s=23$.

Feltételezve, hogy az alacsony értékű rétegben az összes egységre vonatkoztatott hibaarányok összege ($\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$) 0,52, az alacsony réteg esetében az extrapolált hiba 50 020 287 EUR összeget eredményez.

Az ellenőrző hatóság 420 EUR teljes összegben észlelt hibákat a nagy értékű réteg ellenőrzés tárgyát képező 7 műveletében. A nagy értékű réteg hibájának kiszámítása szükségessé válhat az alábbi képlet segítségével:

$$EE_{e \text{ eredeti}} = EE_{e \text{ szűkített}} \times \frac{BV_{e \text{ eredeti}}}{BV_{e \text{ szűkített}}}$$

⁶⁸ Lásd még fentebb a lábjegyzetet, amely tisztázza, hogy az ellenőrző hatóság döntése az lehet, hogy az új mintavételi egységeket kizárólag a 148. cikkben nem érintett sokaságból választja ki.

ahol:

- $EE_{e\text{ szűkített}}$ a nagy értékű rétegnek az ellenőrzés tárgyát képező műveleteiben észlelt hiba összegére vonatkozik (kivéve a 148. cikkben érintett műveleteket),
- $BV_{e\text{ eredeti}}$ a nagy értékű réteg teljes könyv szerinti értékét jelzi, beleértve a 148. cikk által érintett műveleteket, és
- $BV_{e\text{ szűkített}}$ a nagy értékű réteg könyv szerinti értékét mutatja, kivéve a 148. cikk által érintett műveleteket.

Feltételezve, hogy a mintánkban 290 309 600 EUR összeg kerül bejelentésre a nagy értékű réteghez tartozó, 148. cikkben érintett műveletek tekintetében, a nagy értékű réteg hibájának összege 492 EUR lenne:

$$EE_{e\text{ eredeti}} = 420 \times \frac{1\,987\,446\,254}{1\,697\,136\,654} = 492$$

Ennek megfelelően az extrapolált hiba a sokaság szintjén 50 020 779 EUR (azaz a sokaság értékének a 1,19 %-a) lenne:

$$EE = 50\,020\,287 + 492 = 50\,020\,779$$

A PPS nem statisztikai mintavétel alkalmazása esetén az ellenőrző hatóság úgy értékelné, hogy nincs elégséges bizonyíték azon következtetésre, hogy a sokaság lényeges hibát tartalmazna. Az elért pontosság mégsem határozható meg, és a következtetés konfidenciaszintje ismeretlen.

A MUS standard megközelítés alkalmazása esetén, a felső hibahatár értékelése érdekében, az ellenőrző hatóság a standard képlettel számolná ki a pontosságot:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r$$

ahol $BV_s = 2\,212\,435\,770$ ($4\,199\,882\,024 - 1\,987\,446\,254$) és $n_s=23$.

7.10.3.2. Példa a műveletek kizárására a minta kiválasztási szakaszában, a MUS standard megközelítés szerint

Vegyünk egy kiadásokból álló sokaságot, amely kiadásokat egy adott referencia-időszakban egy programban található műveletekhez jelentettek be a Bizottságnak. Az ellenőrző hatóság által végzett rendszerellenőrzések alacsony bizonyossági szintet mutattak. Ezért az ezen a programon végrehajtott mintavétel 90 %-os konfidenciaszinttel végezhető.

A sokaságot az alábbi táblázat összegezi:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (a kiadások összege a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A CPR 148. cikke (1) bekezdésének rendelkezései 4 műveletet érintenek. Ezek könyv szerinti értéke mindösszesen 12 706 417 EUR. Az érintett műveletek a mintavételre bocsátandó sokaságból kizárásra fognak kerülni.

A minta méretének kiszámítása a következőképpen történik:

$$n = \left(\frac{z \times BV \times \sigma_r}{TE - AE} \right)^2$$

ahol σ_r a MUS szerinti mintából eredő hibaarányok szórása, és BV a teljes kiadás a referenciaévben, ami magában foglalja a fenti négy műveletet is. A 20 műveletből álló előzetes minta alapján az ellenőrző hatóság úgy becsüli, hogy a hibaarányok szórása 0,0935.

A hibaarányok szórása, a maximális tolerálható hiba és a várható hiba e becslése alapján már kiszámíthatjuk a minta méretét. A teljes könyv szerinti érték 2 %-ának megfelelő, tolerálható hibát feltételezve, $2\% \times 4\,199\,882\,024 = 83\,997\,640$ (a rendeletben rögzített lényegesség értéke), míg a várható 0,4 %-os hibaarány $0,4\% \times 4\,199\,882\,024 = 16\,799\,528$,

$$n = \left(\frac{1,645 \times 4\,199\,882\,024 \times 0,0935}{83\,997\,640 - 16\,799\,528} \right)^2 \approx 93$$

Először meg kell határozni a 100 %-os ellenőrzés tárgyát képező nagy értékű réteghez tartozó sokaság (esetleges) nagy értékű egységeit. E felső réteg meghatározásakor a bontási érték egyenlő a könyv szerinti érték (BV) – kivéve a már hivatkozott négy műveletet (mindösszesen 12 706 417 EUR) – és a tervezett mintaméret (n) közötti aránnyal. Mindazokat a tételeket, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja ezt a bontási értéket (ha $BV_i > BV/n$), a 100 %-os ellenőrzésű rétegbe kell helyezni. Ez esetben a bontási érték $4\,187\,175\,607/93=45\,023\,394$ EUR.

Az ellenőrző hatóság egy elkülönített rétegbe helyez minden műveletet, melynek könyv szerinti értéke nagyobb, mint 45 023 394, ami 6 műveletnek felel meg 586 837 081 EUR összegben.

A sokaság többi részére a mintavételi intervallum egyenlő a nem teljesen ellenőrzendő rétegben lévő könyv szerinti értékkel (BV_s) (a teljes könyv szerinti érték a kizárt műveletek levonását követően és a felső rétegbe tartozó 6 művelet könyv szerinti értéke

közötti különbség) osztva a kiválasztandó műveletek számával (93-ból levonva a felső rétegben lévő 6 műveletet).

$$\text{Mintavételi intervallum} = \frac{BV_s}{n_s} = \frac{4\,187\,175\,607 - 586\,837\,081}{87} = 41\,383\,201$$

Az ellenőrző hatóság meggyőződött róla, hogy az intervallumnál nagyobb könyv szerinti értékekkel nem történtek műveletek, így a legfelső réteg csak 6 olyan műveletre terjed ki, ahol a könyv szerinti érték nagyobb, mint a bontási érték). A mintát a műveletek véletlen listájáról választjuk ki úgy, hogy kiválasztunk minden egyes tételt, amely tartalmazza a 41 383 201-edik pénzegységet.

A sokaság fennmaradó 3 842 műveletéből (3 852 mínusz 4 kizárt művelet és 6 nagy értékű művelet) álló fájlt véletlenszerűen osztályozzuk, és bevezetünk egy szekvenciális kumulatív könyv szerinti érték változót. 87 művelet (93 mínusz 6 nagy értékű művelet) mintaértékét vesszük fel szisztematikus kiválasztás útján.

93 művelet ellenőrzése után az ellenőrző hatóság már ki tudja vetíteni a hibát.

6 nagy értékű műveletből (a teljes könyv szerinti érték 586 837 081 EUR), 3 művelet tartalmaz 7 616 805 EUR hibaösszegnek megfelelő hibát.

A többi minta esetében a hibát másképpen kell kezelni. E műveletek esetében az alábbi eljárást követjük:

- 1) a mintában lévő minden egyes egységre kiszámítjuk a hibaarányt, azaz a hiba és a megfelelő kiadások közötti arányt, $\frac{E_i}{BV_i}$
- 2) összegezzük ezeket a hibaarányokat a mintában lévő összes egységre
- 3) megszorozzuk a kapott eredményt a mintavételi intervallummal (SI)

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol BV_s , illetve n_s a mintavételi intervallum kiszámítására alkalmas könyv szerinti érték (4 187 175 607 EUR-586 837 081 EUR = 3 600 338 526 EUR) és 87.

$$EE_s = 41\,383\,201 \times 1,026 = 42\,459\,164$$

A mintavételi rétegben lévő (euróban meghatározott) hibának az EB felé jelentett kiadás eredeti, pozitív sokaságára történő kivetítéséhez a kivetített hibát meg kell szorozni a réteg eredeti kiadása (a kizárt egységek levonása nélkül) és a réteg szűkített kiadása (a kizárt egységek levonását követően) hányadosával.

$$EE_{s,eredeti} = \frac{BV_{s,eredeti}}{BV_{s,szükített}} \times EE_s = \frac{3\,613\,044\,943}{3\,600\,338\,526} \times 42\,459\,164 = 42\,609\,012$$

A nagy értékű rétegben talált hibát nem szükséges kivetíteni az eredeti sokaságra, mert a 4 kizárt egység kiadása a bontási érték alatt van.

Az eredeti sokaság szintjén a kivetített hiba egyszerűen a két összetevő (nagy értékű réteg és mintavételi réteg) összege:

$$EE_{eredeti} = 7\,616\,805 + 42\,609\,012 = 50\,225\,817$$

A kivetített hibaarány a kivetített hiba és az eredeti sokaság teljes kiadása közötti arány:

$$r = \frac{50\,225\,817}{4\,199\,882\,024} = 1,20\%$$

A hibaarányok szórása a második félévben a mintavételi rétegben 0,0832.

A pontosságot az alábbi képlet adja meg:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r = 1,645 \times \frac{3\,600\,338\,526}{\sqrt{87}} \times 0,0832 = 52\,829\,067$$

Ahhoz, hogy ezt a pontosságot az eredeti sokaságra (beleértve a kizárt egységeket) is lehessen vetíteni, a megállapított értéket meg kell szorozni a mintavételi egység eredeti kiadása és a mintavételi egység szükített kiadása (amiből a kizárt egységeket már kivonták) hányadosával.

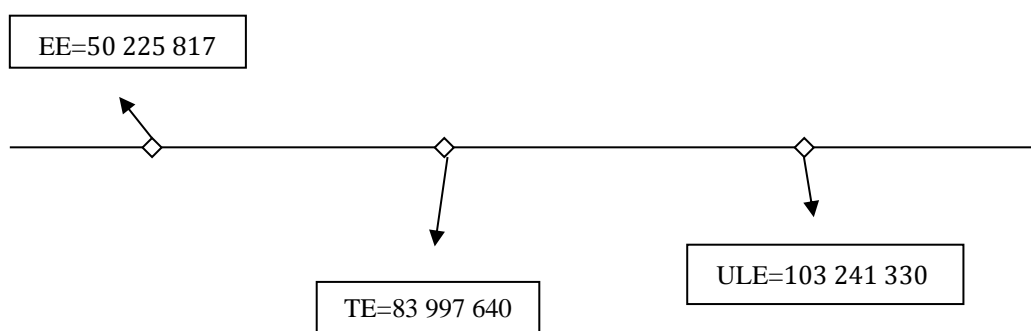
$$SE_{eredeti} = \frac{BV_{s,eredeti}}{BV_{s,szükített}} \times SE = \frac{3\,613\,044\,943}{3\,600\,338\,526} \times 52\,829\,067 = 53\,015\,513$$

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE , és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = 50\,225\,817 + 53\,015\,513 = 103\,241\,330$$

Akkor a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával (83 997 640 EUR), az ellenőrzési következtetések levonása céljából.

Mivel a maximális tolerálható hiba nagyobb, mint a kivetített hiba, ugyanakkor a hiba felső határánál kisebb, ez azt jelenti, hogy a mintavételi eredmények nem feltétlenül meggyőzők. A további magyarázatokat lásd a 4.12. pontban.



7.10.3.3. Példa a műveletek kizárására a minta kiválasztási szakaszában, a konzervatív MUS megközelítés szerint

Tételezzük fel, hogy 3 857 műveletből álló és 4 207 500 608 EUR teljes kiadású sokaságot jelentenek a Bizottságnak az adott referencia-időszakban (pozitív összegek sokasága). Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy a konzervatív MUS megközelítést alkalmazza, amihez egy műveletet használ mintavételi egységként. Továbbá a CDR 28. cikkének (8) bekezdése alapján az ellenőrző hatóság arról határozott, hogy kizárja a CPR 148. cikkének (1) bekezdésben érintett műveleteket a mintavétel tárgyát képező sokaságból.

A CPR 148. cikke a sokaság 5 műveletére vonatkozik 7 618 584 EUR összegben, és ezeket a minta kiválasztása előtt kizárták a sokaságból. Így a minta kiválasztására 3 852 műveletre kiterjedő sokaságból került sor, aminek összege 4 199 882 024 EUR volt.

A 148. cikk rendelkezéseiben érintett műveleteket kizáró sokaságról az alábbi táblázat ad összefoglalást:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 852
Könyv szerinti érték (kiadások a referencia-időszakban)	4 199 882 024 EUR

A 90 %-os konfidenciaszintnek és 2 %-os lényegességi küszöbnek megfelelő minta mérete 136 ($n = \frac{BV \times RF}{TE - (AE \times EF)} = \frac{4\,207\,500\,608 \times 2,31}{0,02 \times 4\,207\,500\,608 - (0,002 \times 4\,207\,500\,608 \times 1,5)} \approx 136$).

A minta kiválasztása méretarányos valószínűség alkalmazásával történt, 30 881 485 EUR értékű intervallum mellett ($SI = \frac{BV}{n} = \frac{4\,199\,882\,024}{136} = 30\,881\,485$)

A sokaságunkban 24 olyan művelet volt, aminek könyv szerinti értéke meghaladta a mintavételi intervallumot. Ez az összesen 1 375 130 377 EUR könyv szerinti értékkel bíró 24 művelet fogja képezni a nagy értékű rétegünket (ami összesen 45 találatot hozott, mivel egyes műveletek egynél több találatban is érintettek voltak). Az alacsony értékű minta mérete 91 művelet, 301 656 001 EUR összeggel.

Az alacsony értékű rétegben a hiba kivetítése szokásos módon, képlettel történik:

$$EE_s = SI \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol

$$SI = \frac{BV}{n}$$

jelzi a minta kiválasztásához használt intervallumot, azaz a sokaságunk szűkített értéke ($BV = 4\,199\,882\,024$) és a mintaméret (találatok száma: $n = 136$) alapján.

Feltételezve, hogy a hibarányok összege az alacsony értékű mintában ($\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$) 1 077, az alacsony értékű réteg kivetített hibája 33 259 360:

$$EE_s = 30\,881\,485 \times 1,077 = 33\,259\,360$$

A mintavételi rétegben lévő (euróban meghatározott) hibának az EB felé jelentett kiadás eredeti, pozitív sokaságára történő kivetítéséhez a kivetített hibát meg kell szorozni a réteg eredeti kiadása (a kizárt egységek levonása nélkül) és a réteg szűkített kiadása (a kizárt egységek levonását követően) hányadosával. A példánkban a 148. cikkben érintett mind az 5 művelet az alacsony értékű réteghez tartozik.

$$EE_{s,eredeti} = \frac{BV_{s,eredeti}}{BV_{s,szűkített}} \times EE_s = \frac{2\,832\,370\,231}{2\,824\,751\,647} \times 33\,259\,360 = 33\,349\,063$$

A nagy értékű rétegben talált hibát nem szükséges kivetíteni az eredeti sokaságra, mert az 5 kizárt művelet kiadása a bontási érték alatt van.

Az eredeti sokaság szintjén a kivetített hiba egyszerűen a nagy értékű rétegben észlelt hiba és az alacsony értékű rétegben a kivetített hiba összege (az eredeti sokaságra korrigálva). Feltételezve, hogy a nagy értékű rétegben az ellenőrző hatóság összesen 7 843 574 értékben észlelt hibát, a kivetített hiba az eredeti sokaság szintjén a következő lenne:

$$EE_{eredeti} = 7\,843\,574 + 33\,349\,063 = 41\,192\,637$$

(0,98 %-os kivetített hibaarányának megfelelően).

A szűkített sokaság esetében a globális pontosság (SE) kiszámítása a szokásos módon történik, két alkotórész összeadásával: ezek az alappontosság ($BP = SI \times RF$) és a növekményi térés ($IA = \sum_{i=1}^{n_s} IA_i$), ahol a növekményi térés kiszámítása az alábbi standard képlet alkalmazásával minden egyes, olyan, a nem teljesen ellenőrzendő réteghez tartozó mintavételi egységre megtörténik, mely hibát tartalmaz:

$$IA_i = (RF(n) - RF(n-1) - 1) \times SI \times \frac{E_i}{BV_i}$$

A példánkban az alappontosság 71 336 231:

$$BP = 30\,881\,485 \times 2,31 = 71\,336\,231$$

Feltételezve, hogy az IA összege 14 430 761 (30 881 485 értékű intervallummal számolva, SI -ként), a szűkített sokaság globális pontossága 85 766 992 (71 336 231 és 14 430 761 összege) lenne.

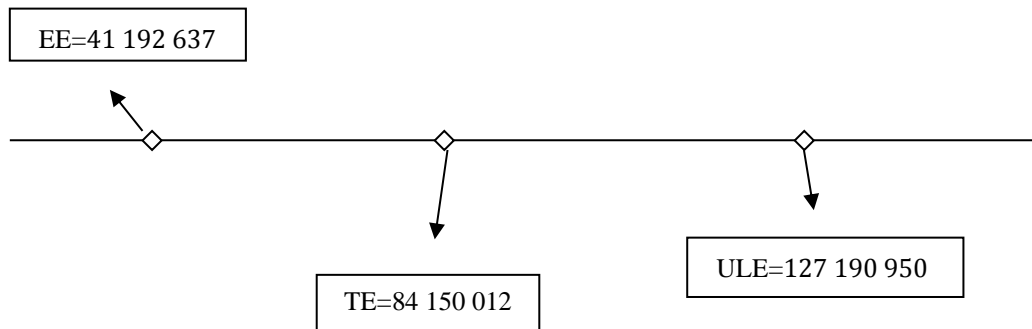
Ahhoz, hogy ezt a pontosságot az eredeti sokaságra (amely tartalmazza a 148. cikkben érintett műveleteket) is lehessen vetíteni, a megállapított értéket meg kell szorozni a mintavételi egység eredeti kiadása és a mintavételi egység szűkített kiadása (amelyből kivonták a 148. cikkben érintett műveleteket) hányadosával.

$$SE_{eredeti} = \frac{BV_{s,eredeti}}{BV_{s,szűkített}} \times SE_{eredeti} = \frac{2\,832\,370\,231}{2\,824\,751\,647} \times 85\,766\,992 \approx 85\,998\,313$$

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából ki kell számítani a hibák felső határát (ULE). E felső határ egyenlő maga a kivetített hiba, EE és az extrapoláció pontossága összegével

$$ULE = 41\,192\,637 + 85\,998\,313 = 127\,190\,950$$

Akkor a kivetített hibát és a felső határt össze kell hasonlítani a maximális tolerálható hibával, 84 150 012 EUR (4 207 500 608 2 %-a). A példánkban a maximális tolerálható hiba nagyobb a kivetített hibánál, de kisebb a hiba felső határánál.



7.10.3.4. Példa műveletek kizárására a minta kiválasztásának a szakaszában, az egyszerű véletlen mintában (fajlagos középértékbecslés és aránybecslés)

Tételezzük fel, hogy 3 520 műveletből álló és 2 301 882 970 EUR teljes kiadású sokaságot jelentenek a Bizottságnak az adott referencia-időszakban (pozitív összegek sokasága). Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy olyan mintavételi tervet alkalmaz, amely az egyszerű véletlen mintavételi módszerre támaszkodik, és azt egyesíti a műveletenkénti kiadás szintje szerinti rétegzéssel, ami a mintavételi egységünket fogja adni. Továbbá a CDR 28. cikkének (8) bekezdés alapján az ellenőrző hatóság arról határozott, hogy kizárja a CPR 148. cikkének (1) bekezdésben érintett műveleteket a mintavétel tárgyát képező sokaságból.

A CPR 148. cikke a sokaság 6 műveletére vonatkozik 93 598 481 EUR összegben, és ezeket a minta kiválasztása előtt kizárták a sokaságból. Így a minta kiválasztására 3 514 műveletre kiterjedő sokaságból került sor, aminek összege 2 208 284 489 EUR volt.

Figyelembe véve a sokaság jellemzőit, az ellenőrző hatóság 3 %-os bontási értéket alkalmazott a (szűkített) pozitív sokaságra ($3\% \times 2\,208\,284\,489 = 66\,248\,535$). Két művelet rendelkezik küszöbérték feletti kiadással, melyek összege 203 577 481 EUR. Következésképpen az alacsony értékű tételek rétege 3 512 műveletet tartalmazott 2 004 707 008 EUR összegben.

A 148. cikk hatókörébe tartozó 6 műveletet kizáró, szűkített pozitív sokaságot az alábbi táblázat összegzi:

Sokaság mérete a 148. cikk hatókörébe tartozó 6 művelet nélkül (műveletek száma)	3 514
Teljes könyv szerint érték, a 6 művelet nélkül (a kiadások pozitív sokasága a referencia-időszakban)	2 208 284 489 EUR
Bontási érték (a sokaság értékének 3 %-a)	66 248 535 EUR
Felső réteg (2 művelet)	203 577 481 EUR
Az alacsony értékű műveletek rétege a 148. cikk hatókörébe tartozó 5 művelet nélkül (3 512 művelet)	2 004 707 008 EUR

Az EB-nek bejelentett eredeti, pozitív sokaságot alább foglaljuk össze:

A sokaság mérete (műveletek száma)	3 520
Teljes könyv szerint érték (a kiadások pozitív sokasága a referencia-időszakban)	2 301 882 970 EUR
Felső réteg (3 művelet)	295 006 242 EUR
Az alacsony értékű műveletek rétege (3 517 művelet)	2 006 876 728 EUR

A mintaméretek kiszámításához az ellenőrző hatóság a standard képletet használja

$$n = \left(\frac{N \times z \times \sigma_e}{TE - AE} \right)^2$$

ami a fenti magyarázattal összhangban a teljes sokaságnak megfelelő mintavételi paraméterekre támaszkodik (beleértve a 148. cikk rendelkezéseire tekintettel a minta kiválasztásából kizárt műveleteket is).

A minta méretének kiszámítása elsősorban az alábbi paramétereken alapult:

1) $z = 1,036$

azon rendszer ellenőrzési munka alapján meghatározott 70 %-os konfidenciaszintnek megfelelő együttható, mely során úgy értékelték, hogy a rendszer bizonyossága átlagos (2-es kategória)

2) $AE = 13\,811\,297,82$ EUR

Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy a várható hiba meghatározására múltbeli adatokat használ. 0,6 %-ot alkalmaztak várható hibaarányként (a műveletek ellenőrzésének legutóbbi tevékenységeiből eredő hibaarány), amely 13 811 297,82 EUR ($0,006 \times 2\,301\,882\,970$ EUR, azaz a pozitív sokaság teljes értéke – a felső és alacsony értékű rétegek teljes összege, amely kiterjed a későbbiekben a 148. cikk rendelkezéseire tekintettel kizárandó műveletekre is) összegű AE-t eredményez

3) $TE = 46\,037\,659,40$ EUR

a sokaság teljes értékének 2 %-a, vagyis a maximális lényegességi küszöb, amelyet a CDR 28. cikkének (11) bekezdése rögzít

4) $\sigma_e = 58\,730$

Az ellenőrző hatóság úgy döntött, hogy a hibák szórásának a meghatározására múltbeli adatokat használ. Az ellenőrző hatóság szakmai megítélése alapján döntés született arról, hogy a 3 legutóbbi mintavételi tevékenységből képzett átlagos szórást alkalmazzák: ennek megfelelően 34 973; 97 654; 97 654 és 43 564:

$$\sigma_e = \frac{34\,973 + 97\,654 + 43\,564}{3} \approx 58\,730$$

5) $N = 3\,517$

$N = 3\,512 + 5$ (az alacsony értékű réteg sokaságának mérete, beleértve az alacsony értékű réteghez tartozó, a 148. cikkben érintett műveleteket is, amelyeket kizártak a minta kiválasztási eljárásából; az esetünkben a 6 kizárt műveletből, 5 volt a bontási érték alatt)

A fentiekben felsorolt paraméterek alapján megállapították, hogy az alacsony értékű réteg mintamérete 45 művelet:

$$n = \left(\frac{3\,517 \times 1,036 \times 58\,730}{0,02 \times 2\,301\,882\,970 - 0,006 \times 2\,301\,882\,970} \right)^2 \approx 45$$

Ezért a mintánk összesen 47 műveletre fog kiterjedni, ideértve a felső réteg 2 műveletét és az alacsony értékű réteg 45 műveletét.

Az alacsony értékű rétegben a minta kiválasztása céljából az ellenőrző hatóság létrehozott egy 3 512 műveletet tartalmazó fájlt, miközben a mintavétel tárgyát képező sokaságból kizárta a 148. cikkben érintett műveleteket, valamint a nagy értékű réteg műveleteit. Ezt követően 45 műveletet választottak ki véletlenszerűen ebből a sokaságból, 23 424 898 EUR összegben.

A felső réteg műveleteinek az ellenőrzése során 469 301 EUR összegű hibát észleltek a két ellenőrzött művelet egyikében. Mivel ennek a rétegnek a második ellenőrzött műveletében szabálytalan kiadást nem azonosítottak, az ellenőrzött nagy értékű rétegben a hiba összege 469 301 EUR volt.

A véletlenszerűen kiválasztott 45 művelet fennmaradó mintáinak ellenőrzésén belül 378 906 EUR összegben észleltek hibát.

Fajlagos középértékbecslés

A megszerzett eredményeket figyelembe véve az ellenőrző hatóság elhatározta, hogy a fajlagos középértékbecslést fogják alkalmazni a hibáknak a projektek történetét vetítése céljából. Elhatározták, hogy az alacsony értékű rétegben a hibákat közvetlenül az eredeti sokaság szintjére vetítik⁶⁹.

⁶⁹ Az ellenőrző hatóság továbbá ki tudja számítani a szűkített sokaság tekintetében a hibákat, majd azokat később az eredeti sokasághoz igazítja hozzá. Az ilyen hozzáigazítást a szűkített sokaságnak a hibája és a $\frac{N_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}}}{N_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}}}$ arány összeszorozásával lehet végrehajtani. E számítás végeredménye azonos lenne a hibának az eredeti sokaság szintjére történő, közvetlen kivetítése révén elvégzett számítás eredményével, mint azt a jelen példában is bemutattuk.

$$EE_{\text{alacsony értékű réteg}} = N_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}} \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

$$EE_{\text{alacsony értékű réteg}} = N \times \frac{\sum_{i=1}^{45} E_i}{n} = 3\,517 \times \frac{378\,906}{45} \approx 29\,613\,608,93 \text{ EUR}$$

A standard SRS eljárás keretében a sokaság összes hibájának a kiszámításához az ellenőrző hatóságnak az alacsony értékű réteg extrapolált hibáját kell hozzáadnia a felső réteg hibájához. Tájékoztatjuk azonban, hogy az esetünkben a felső réteg egy műveletét kizártuk az ellenőrzési folyamatból a 148. cikk rendelkezéseire tekintettel. Következésképpen, az ellenőrző hatóságnak extrapolálnia kell a teljes nagy értékű réteghez egyetlen műveletet sem tartalmazó felső rétegben kialakított hibát. Az esetünkben kiszámítanánk a felső réteg hibáját a következő képlet segítségével:

$$EE_{\text{original high-value stratum}} = \frac{N_{\text{eredeti sokaság nagy értékű rétege}}}{N_{\text{szűkített sokaság nagy értékű rétege}}} \times \sum_{i=1}^2 E_i = \frac{3}{2} \times 469\,301 = 703\,951,5$$

Az eredeti sokaság összes hibájának a kiszámításához az ellenőrző hatóságnak az alacsony értékű réteg extrapolált hibáját kell hozzáadnia az eredeti nagy értékű réteg hibájához.

$$EE = 29\,613\,608,93 + 703\,951,5 = 30\,317\,560,43$$

Így a legvalószínűbb 30 317 560,43 EUR hiba az eredeti sokasághoz tartozó kiadások 1,32 %-át teszi ki.

Az eredeti sokaságra vonatkozó pontosság az alábbi standard képlet alkalmazásával számítható ki⁷⁰:

$$SE_{\text{eredeti}} = N_{\text{eredeti}} \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}}$$

ahol $N_{\text{eredeti}} = 3\,517$ (azaz az eredeti sokaságban az összes alacsony értékű művelet). Feltételezve, hogy az s_e összege 28 199 EUR lenne, az eredeti sokaság szintjén pedig 15 316 501,38:

$$SE_{\text{original}} = 3,517 \times 1.036 \times \frac{28,199}{\sqrt{45}} \approx 15\,316\,501,38$$

⁷⁰ Az ellenőrző hatóság továbbá ki tudja számítani a szűkített sokaság tekintetében a pontosságot, majd azokat később az eredeti sokasághoz igazítja hozzá. Az ilyen hozzáigazítást a szűkített sokaságnak a pontossága és a $\frac{N_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}}}{N_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}}}$ arány összeszorozásával lehet végrehajtani. E számítás végeredménye azonos lenne a pontosságnak közvetlenül az eredeti sokaság szintjén elvégzett számítás eredményével, mint azt a jelen példában is bemutattuk.

E számítás alapján a felső hibahatárunk 45 634 061,81 (30 317 560,43 +15 316 501,38), azaz az eredeti sokaság 2 %-os lényegességi küszöbe alá esik (46 037 659).

Aránybecslés

Az aránybecslés keretében a kivetített hiba kiszámításának bemutatásához tételezzük fel, hogy a megállapított eredményeket figyelembe véve az ellenőrző hatóság aránybecslést alkalmazott.

Az alacsony értékű réteg hibájának a szűkített sokaság szintén történő megállapítása érdekében az ellenőrző hatóság standard képletet használ:

$$EE_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}} = BV_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}} \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i}$$

A példánkban a következő adatokat fogjuk használni a szűkített sokaság alacsony értékű rétegében a kivetített hiba kiszámításához⁷¹, a fentiekben leírt eredmények alapján:

$$BV_{\text{a szűkített sokaság alacsony értékű rétege}} = 2\,004\,707\,008$$

$$\sum_{i=1}^n E_i = 378\,906 \text{ (az alacsony értékű rétegben talált hibák teljes összege)}$$

$$\sum_{i=1}^n BV_i = 23\,424\,898 \text{ (az alacsony értékű réteg véletlen mintájában ellenőrzött 45 művelet tekintetében bejelentett kiadás teljes összege)}$$

$$EE_{\text{low-value stratum of reduced population}} = 2\,004\,707\,008 \times \frac{378\,906}{23\,424\,898} \approx 32\,426\,844,02$$

Az eredeti sokaság alacsony értékű rétegében a kivetített hiba az alábbi képlet segítségével állapítható meg:

$$EE_{\text{eredeti alacsony értékű réteg}} = EE_{\text{szűkített alacsony értékű réteg}} \times \frac{BV_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}}}{BV_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}}}$$

$$EE_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}} = 32\,426\,844,02 \times \frac{2\,006\,876\,728}{2\,004\,707\,008} \approx 32\,461\,940,01$$

A standard SRS eljárás keretében a sokaság összes hibájának a kiszámításához az ellenőrző hatóságnak az alacsony értékű réteg extrapolált hibáját kell hozzáadnia a felső réteg hibájához. Tájékoztatjuk azonban, hogy az esetünkben a felső réteg egy műveletét kizártuk az ellenőrzési folyamatból a 148. cikk rendelkezéseire tekintettel.

⁷¹ Mint azt a fenti 7.10.2. pont tisztázza, a kivetített hiba a rétegben szintén közvetlenül kiszámítható az eredeti sokaság viszonylatában (ami azonos eredményre vezet). Ebben az esetben a következő képlet használható:

$$EE_{\text{eredeti alacsony értékű réteg}} = BV_{\text{eredeti alacsony értékű réteg}} \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i}$$

Következésképpen, az ellenőrző hatóságnak extrapolálnia kell a felső réteg teljes értékéhez – jelen műveletet is ideértve – egyetlen műveletet sem tartalmazó felső rétegben kialakított hibát. Az esetünkben kiszámítanánk a felső réteg hibáját a következő képlet segítségével:

$$EE_{e\text{ eredeti}} = \sum_{i=1}^2 E_i \times \frac{BV_{e\text{ eredeti}}}{BV_{e\text{ szűkített}}} = 469\,301 \times \frac{295\,006\,242}{203\,577\,481} = 680\,068,95$$

Az eredeti sokaság összes hibájának a kiszámításához az ellenőrző hatóságnak az eredeti alacsony értékű réteg extrapolált hibáját kell hozzáadnia az eredeti nagy értékű réteg hibájához.

$$EE = 32\,461\,940,01 + 680\,068,95 = 33\,142\,008,96$$

Az eredeti sokaságnak ez az extrapolált hibája az eredeti sokaság értékének az 1,44 %-át teszi ki.

A szűkített sokaság esetében a pontosság kiszámítása az alábbi standard képlet (mint azt a fenti 7.10.2. pont tisztázza, a pontosság kiszámítása közvetlenül az eredeti sokaságra nem lehetséges aránybecslés esetén) segítségével történik:

$$SE_{\text{szűkített sokaság}} = N_{\text{szűkített sokaság eredeti alacsony értékű réteg}} \times z \times \frac{s_q}{\sqrt{n}}$$

A példánkban az alábbi adatokat kívánjuk felhasználni a szűkített sokaságra vonatkozó pontosság kiszámítására:

$$N_{\text{az alacsony értékű réteg szűkített sokasága}} = 3\,512$$

$$z = 1,036$$

$$n = 45$$

s_q a q változó szórása a mintában:

$$q_i = E_i - \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV_i} \times BV_i.$$

ahol:

$$\sum_{i=1}^n E_i = 378\,906 \text{ (az alacsony értékű rétegben talált hibák teljes összege)}$$

$$\sum_{i=1}^n BV_i = 23\,424\,898 \text{ (az alacsony értékű réteg véletlen mintájában ellenőrzött 45 művelet tekintetében bejelentett kiadás teljes összege)}$$

Az eredeti sokaságra vonatkozó pontosság hozzáigazítását a következő képlettel lehet szükséges elvégezni:

$$SE_{\text{eredeti sokaság}} = SE_{\text{szűkített sokaság}} \times \frac{BV_{\text{eredeti sokaság alacsony értékű rétege}}}{BV_{\text{szűkített sokaság alacsony értékű rétege}}} =$$

$$SE_{\text{szűkített sokaság}} \times \frac{2\,006\,876\,728}{2\,004\,707\,008} = SE_{\text{szűkített sokaság}} \times 1,0011$$

A felső hibahatár kiszámításához az ellenőrző hatóságnak hozzá kell adnia az eredeti sokaság legvalószínűbb hibáját (esetünkben ez 33 142 008,96), valamint az eredeti sokaság tekintetében kiszámolt pontosságot (a példánkban ez $SE_{\text{szűkített sokaság}} \times 1,0011$). Ezt a felső hibahatárt össze kell vetni a lényegességi küszöbvel (46 037 659, ami megfelel az eredeti sokaság 2 %-ának) az ellenőrzési következtetések levonása érdekében.

1. függelék – A véletlen hibák kivetítése a rendszerhibák meghatározásakor

1. Bevezetés

E függelék célja az, hogy pontosítsa a kivetített véletlen hibák számítását a rendszerhibák meghatározásakor. A potenciális rendszerhiba azonosítása magában foglalja a hiba teljes körének meghatározásához és utólagos számszerűsítéséhez szükséges kiegészítő munka elvégzését is. Ez azt jelenti, hogy az észlelt hiba típusával azonos típusú hiba előfordulására utaló minden helyzetet azonosítani kell, ezzel lehetővé téve a sokaságban a teljes hatásának körülhatárolását. Ha az ilyen körülhatárolás nem történt meg az éves kontrolljelentés benyújtása előtt, a rendszerhibákat véletlenként kell kezelni a kivetített véletlen hiba kiszámítása céljára.

A teljes hibaarány (TER) a következő hibák összegének felel meg: kivetített véletlen hibák, rendszerhibák és nem korrigált, szabálytalanságból eredő hibák.

Ezzel összefüggésben a mintában talált véletlen hibáknak a sokaságra való extrapolálásakor az ellenőrző hatóságnak le kell vonnia a rendszerhibák összegét a könyv szerinti értékből (a referencia-időszakban jelentett teljes kiadások), amennyiben ez az érték az alábbi ismertetett kivetítési képlet részét képezi.

Ami a fajlagos középértékbecslést⁷² és a különbségbecslést illeti, nincs változás a véletlen hibák kivetítésére az útmutatóban bemutatott képletekben. A pénzegységalapú mintavételre ez a függelék két lehetséges módszert ismertet (az egyik módszer nem változtatja meg a képletet, a másik pedig bonyolultabb képleteket igényel a nagyobb pontosság elérése érdekében). Az aránybecslés esetében a véletlen hibák kivetítése és a pontosság kiszámítása (SE) szükségessé teszi a teljes könyv szerinti érték használatát, amelyből a rendszerhibák levonásra kerülnek.

Minden statisztikai mintavételi módszerben, amikor rendszerhibák vagy szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák fordulnak elő, a hiba felső határa (ULE) megfelel a TER plusz a pontosság (SE) összegének. Amikor csak véletlen hibák fordulnak elő, az ULE a kivetített véletlen hibák és a pontosság összege.

Az alábbi pontokban részletesen ismertetjük a véletlen hibák extrapolációját rendszerhibák esetén a legfontosabb ajánlott mintavételi technikák alkalmazása céljára.

⁷² vö. ezen útmutató „egyszerű véletlen mintavétel” pontjával.

2. Egyszerű véletlen mintavétel

2.2. Fajlagos középértékbecslés

A véletlen hibák kivetítése és a pontosság számítása a szokásos:

$$EE_1 = N \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}.$$

$$SE_1 = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}}$$

ahol E_i az egyes mintavételi egységekben található véletlen hiba összege, és s_e szokás szerint a véletlen hibák standard eltérése a mintában.

A teljes kivetített hiba a véletlen kivetített hibák, rendszerhibák és a szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák összege.

A hiba felső határa (ULE) egyenlő a teljes kivetített hiba, TPE és az extrapoláció pontossága összegével.

$$ULE = TPE + SE$$

2.3. Aránybecslés

A véletlen hiba kivetítése a következő:

$$EE_2 = BV' \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV'_i}$$

ahol BV' a sokaság teljes könyv szerinti értéke, levonva a korábban körülhatárolt rendszerhibákból, $BV' = BV - rendszerhibák$. BV'_i az i -edik egység könyv szerinti értéke, csökkentve az ezen egységet befolyásoló rendszerhiba összegével.

A fenti képletben az egyszerű hibaarány a mintában lévő véletlen hibaarány teljes összege, osztva a mintában lévő egységek kiadásainak (ellenőrzött kiadások) (a rendszerhibákból levont) teljes összegével.

A pontosságot az alábbi képlet határozza meg:

$$SE_2 = N \times z \times \frac{s_{q'}}{\sqrt{n}}$$

ahol $s_{q'}$ a q' változó szórása a mintában:

$$q'_i = E_i - \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV'_i} \times BV'_i.$$

Ez a változó a mintában lévő minden egyes egységre úgy számítható ki, hogy a véletlen hibája, valamint (a rendszerhibákból levont) könyv szerinti értéke és a mintában lévő hibaarány szorzata közötti különbséget vesszük.

A teljes kivetített hiba a véletlen kivetített hibák, rendszerhibák és a szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák összege.

A hiba felső határa (ULE) egyenlő a teljes kivetített hiba, TPE , és az extrapoláció pontossága összegével.

$$ULE = TPE + SE$$

3. Különbségbecslés

A sokaság szintjén a kivetített véletlen hiba általában kiszámítható a mintában műveletenként megfigyelt átlagos véletlen hibának a sokaságban lévő műveletek számával való megszorzásával, aminek eredményeként a kivetített hiba

$$EE = N \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}.^{73}$$

Második lépésben a teljes hibaarány (TER) úgy számítandó ki, hogy összegezzük a rendszerhiba és a szabálytalanságból eredő nem korrigált hibák összegét a véletlen kivetített hibával (EE).

A pontos könyv szerinti érték (a pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha a sokaságban minden műveletet ellenőriznénk) kivetíthető a TER levonásával a sokaság könyv szerinti értékéből (BV) (jelentett kiadások a rendszerhibák levonása nélkül). A kivetítés a pontos könyv szerinti értékre (CBV) az alábbi:

$$CBV = BV - TER$$

⁷³ Ehelyett a kivetített véletlen hiba megállapítható az aránybecslés alatt javasolt képlet segítségével

$$EE_2 = BV \times \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n BV'_i}.$$

A kivetítés pontosságát szokás szerint az alábbiakkal kapjuk meg:

$$SE = N \times z \times \frac{s_e}{\sqrt{n}}$$

ahol s_e a véletlen hibák szórása a mintában.

A hibák lényegességére vonatkozó következtetés levonása céljából előbb ki kell számítani a korrigált könyv szerinti érték alsó határát. Ez az alsó határ szokás szerint a következővel egyenlő:

$$LL = CBV - SE$$

A pontos könyv szerinti értékre és a felső határra vonatkozó kivetítést össze kell hasonlítani a könyv szerinti érték (jelentett kiadások) és a maximális tolerálható hiba (TE) közötti különbséggel, amely megfelel a lényegességi szinttel szorzott könyv szerinti értéknek:

$$BV - TE = BV - 2\% \times BV = 98\% \times BV$$

A hiba értékelése az útmutató 6.2.1.5. pontja szerint történik.

4. Pénzegységalapú mintavétel

Két lehetséges módszer van a véletlen hibák kivetítésére és a pontosság kiszámítására a pénzegységalapú mintavétel esetén rendszerhibák jelenlétében. Ezekre mint *MUS standard módszerre* és *MUS aránybecslésre* hivatkozunk. A második módszer bonyolultabb számításon alapul. Bár mind a kettő alkalmazható bármilyen forgatókönyvben, a második módszer általában pontosabb eredményekkel jár, amikor a véletlen hibák jobban korrelálnak a rendszerhibából korrigált könyv szerinti értékekkel, mint az eredeti könyv szerinti értékekkel. Amikor a sokaságban a rendszerhibák szintje alacsony, a második módszerrel kapott pontossági nyereség általában nagyon szerény, és az első módszer lehet az előnyösebb választás, tekintettel az alkalmazása egyszerűségére.

4.1. MUS standard módszer

A véletlen hibák kivetítése és a pontosság számítása a szokott módon történik.

A véletlen hibáknak a sokaságra való kivetítése másként történik a teljesen ellenőrzendő rétegen lévő tételek és a nem teljesen ellenőrzendő rétegek esetében.

A teljesen ellenőrzendő réteg esetében, azaz az olyan mintavételi tételeket tartalmazó rétegben, amelyek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket, $BV_i > \frac{BV}{n}$, a kivetített hiba éppen a rétegben található hibák összege.

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A nem teljesen ellenőrzendő réteg esetében, vagyis abban a rétegben, amely olyan mintavételi tételeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke kisebb vagy egyenlő a bontási értékkel, $BV_i \leq \frac{BV}{n}$, a kivetített véletlen hiba a következő:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

Megjegyzendő, hogy a fenti képletben említett könyv szerinti értékek a kiadásokra a rendszerhiba összegének kivonása **nélkül** hivatkoznak. Ez azt jelenti, hogy a hibaarányokat, $\frac{E_i}{BV_i}$, a mintaegységek teljes kiadásainak felhasználásával kell kiszámítani annak ellenére, hogy találhatók-e rendszerhibák az egyes egységekben.

A pontosságot ismét a szokásos képlet adja meg:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_r$$

ahol s_r a nem teljesen ellenőrzendő réteg mintájában a véletlen hibaarányok szórása. E hibaarányokat ismét az eredeti könyv szerinti értékek, BV_i alkalmazásával kell kiszámítani a rendszerhiba összegének levonása **nélkül**.

A teljes kivetített hiba a véletlen kivetített hibák, rendszerhibák és a szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák összege.

A hiba felső határa (ULE) egyenlő a teljes kivetített hiba, TPE és az extrapoláció pontossága összegével.

$$ULE = TPE + SE$$

4.2. MUS aránybecslés

A véletlen hibák kivetítése a sokaságra ismét más módon történik a teljesen ellenőrzött rétegben lévő tételekre és a nem teljesen ellenőrzött rétegben lévő tételekre.

A teljesen ellenőrzött réteg esetében, azaz abban a rétegben, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelynek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket ($BV_i > \frac{BV}{n}$) a kivetített hiba éppen a réteghez tartozó tételekben található hibák összege:

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A nem teljesen ellenőrzendő réteg esetében, azaz abban a rétegben, amely olyan mintavételi egységeket tartalmaz, amelyek könyv szerinti értéke kisebb vagy egyenlő a bontási értékkel ($BV_i \leq \frac{BV}{n}$), a kivetített véletlen hiba a következő:

$$EE_s = BV'_s \times \frac{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}}{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{BV'_i}{BV_i}}$$

ahol BV'_s az alacsony értékű réteg teljes könyv szerinti értéke, levonva a korábban az ugyanabban a rétegben körülhatárolt rendszerhibákból, $BV'_s = BV_s - \text{rendszerhibák a mintavételi rétegben}$. BV'_i az i -edik egység könyv szerinti értéke, csökkentve az ezen egységet befolyásoló rendszerhiba összegével.

A pontosságot az alábbi képlettel kapjuk meg:

$$SE = z \times \frac{BV_s}{\sqrt{n_s}} \times s_{rq}$$

ahol s_{rq} a hibaarányok standard eltérése a **transzformált hiba** tekintetében. q' E képlet kiszámításához először ki kell számítani a **transzformált hibák** értékeit a mintákban lévő minden egységre:

$$q'_i = E_i - \frac{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}}{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{BV'_i}{BV_i}} \times BV'_i.$$

Végül a nem teljesen ellenőrzendő réteg mintájában a hibaarányok standard eltérése (s_{rq}), a transzformált hiba, q' , tekintetében az alábbi képlettel kapható meg:

$$s_{rq} = \sqrt{\frac{1}{n_s - 1} \sum_{i=1}^{n_s} \left(\frac{q'_i}{BV_i} - \bar{r}q_s \right)^2}$$

ahol $\bar{r}q_s$ a réteg mintájában lévő transzformált hibaarányok egyszerű átlaga.

$$\bar{r}q_s = \frac{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{q'_i}{BV_i}}{n_s}$$

A teljes kivetített hiba a véletlen kivetített hibák, rendszerhibák és a szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák összege.

A hiba felső határa (ULE) egyenlő a teljes kivetített hiba (TPE)), és az extrapoláció pontossága összegével.

$$ULE = TPE + SE$$

4.3. MUS konzervatív módszer

Az MUS konzervatív módszer keretei között az aránybecslés alkalmazása nem ajánlott, mivel annak hatásai a becslés pontosságára nézve nem vehetők figyelembe. Ezért javasolt a hibák kivetítése, valamint a szokványos képletek segítségével a kivetített hiba és pontosság kiszámítása (anélkül, hogy a kiadásokból levonnák a rendszerhibák nyomán felmerülő összeget).

5. Nem statisztikai mintavétel

Amennyiben a kivetítés alapja az fajlagos középértékbecslés, a kivetítés a szokásos módon történik.

Ha van teljesen ellenőrzött réteg, azaz olyan réteg, amelyben a mintavételi egységek könyv szerinti értéke meghaladja a bontási értéket, a kivetített hiba éppen az e csoportban talált véletlen hibák összege:

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_e} E_i$$

A mintavételi rétegre, ha az egységeket egyenlő valószínűségekkel választottuk ki, a kivetített véletlen hiba a szokott módon számítható ki:

$$EE_s = N_s \frac{\sum_{i=1}^{n_s} E_i}{n_s}$$

ahol N_s a sokaság mérete és n_s a minta mérete az alacsony értékű rétegben.

Aránybecslés alkalmazása esetén (amely az egyenlő valószínűség alapján történő kiválasztással függ össze), a véletlen hibák kivetítése megegyezik azzal, amit az egyszerű véletlen mintavétel tekintetében bemutattunk:

$$EE_{s2} = BV'_s \times \frac{\sum_{i=1}^{n_s} E_i}{\sum_{i=1}^{n_s} BV'_i}$$

ahol BV'_s a mintavételi réteghez tartozó sokaság teljes könyv szerinti értéke, levonva a rendszerhibákat. BV'_i az i -edik egység könyv szerinti értéke, levonva az ezen egységet befolyásoló rendszerhiba összegét.

Ha az egységeket a kiadások értékével arányos valószínűségekkel választottuk ki, a kivetített véletlen hiba az alacsony értékű rétegre a következő:

$$EE_s = \frac{BV_s}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}$$

ahol BV_s a teljes könyv szerinti érték (a rendszerhiba összegének levonása **nélkül**), BV_i az i -edik minta egység könyv szerinti értéke (a rendszerhiba összegének levonása **nélkül**) és n_s a minta mérete az alacsony értékű rétegben.

Ahhoz hasonlóan, amelyet a MUS módszernél ismertettünk, az aránybecslési képlet

$$EE_s = BV'_s \times \frac{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{E_i}{BV_i}}{\sum_{i=1}^{n_s} \frac{BV'_i}{BV_i}}$$

alternatív módon alkalmazható. Itt is fennáll, hogy BV'_s az alacsony értékű réteg teljes könyv szerinti értéke, levonva a korábban az ugyanabban a rétegben körülhatárolt rendszerhibákból, $BV'_s = BV_s - \text{rendszerhibák a mintavételi rétegben}$. BV'_i az i -edik egység könyv szerinti értéke, csökkentve az ezen egységet befolyásoló rendszerhiba összegével.

A teljes hibaarány (TER) a véletlen kivetített hibák, rendszerhibák és a szabálytalanságból eredő, nem korrigált hibák összege.

2. függelék – Képletek több időszakra kiterjedő mintavételhez

1. Egyszerű véletlen mintavétel

1.1. Három időszak

1.1.1. Mintaméret

Első időszak

$$n_{1+2+3} = \frac{(z \times N_{1+2+3} \times \sigma_{ew1+2+3})^2}{(TE - AE)^2}$$

ahol

$$\sigma_{ew1+2+3}^2 = \frac{N_1}{N_{1+2+3}} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N_{1+2+3}} \sigma_{e2}^2 + \frac{N_3}{N_{1+2+3}} \sigma_{e3}^2$$

$$N_{1+2+3} = N_1 + N_2 + N_3$$

$$n_t = \frac{N_t}{N_{1+2+3}} n_{1+2+3}$$

Második időszak

$$n_{2+3} = \frac{(z \times N_{2+3} \times \sigma_{ew2+3})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2}$$

ahol

$$\sigma_{ew2+3}^2 = \frac{N_2}{N_{2+3}} \sigma_{e2}^2 + \frac{N_3}{N_{2+3}} \sigma_{e3}^2$$

$$N_{2+3} = N_2 + N_3$$

$$n_t = \frac{N_t}{N_{2+3}} n_{2+3}$$

Harmadik időszak

$$n_3 = \frac{(z \times N_3 \times \sigma_{e3})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2 - z^2 \times \frac{N_2^2}{n_2} \times s_{e2}^2}$$

Megjegyzések:

Minden egyes időszakban a sokaság összes paraméterét a rendelkezésre álló legpontosabb információkkal kell frissíteni.

Amikor az egyes időszakok szórásaira a különféle megközelítések nem állapíthatók meg/nem relevánsak, a szórás tekintetében azonos érték használható minden időszakra.

Ebben az esetben $\sigma_{ew1+2+3}$ pontosan egyenlő a hibák egyszerű szórásával σ_e .

A σ paraméter a kiegészítő adatok (pl. múltbeli adatok) alapján megállapított szórásra utal, míg az s az ellenőrzött mintából megállapított szórást jelzi. Amikor a képletekben az s érték nem elérhető, az a következővel helyettesíthető be: σ .

1.1.2. Kivetítés és pontosság

Fajlagos középértékbecslés

$$EE_1 = \frac{N_1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \frac{N_2}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} + \frac{N_3}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} E_{3i}$$

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2} + N_3^2 \times \frac{s_{e3}^2}{n_3} \right)}$$

Aránybecslés

$$EE_2 = BV_1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{\sum_{i=1}^{n_1} BV_{1i}} + BV_2 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{\sum_{i=1}^{n_2} BV_{2i}} + BV_3 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_3} E_{3i}}{\sum_{i=1}^{n_3} BV_{3i}}$$

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{q1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{q2}^2}{n_2} + N_3^2 \times \frac{s_{q3}^2}{n_3} \right)}$$

$$q_{ti} = E_{ti} - \frac{\sum_{i=1}^{n_t} E_{ti}}{\sum_{i=1}^{n_t} BV_{ti}} \times BV_{ti}$$

1.2. Négy időszak

1.2.1. Mintaméret

Első időszak

$$n_{1+2+3+4} = \frac{(z \times N_{1+2+3+4} \times \sigma_{ew1+2+3+4})^2}{(TE - AE)^2}$$

ahol

$$\sigma_{ew1+2+3+4}^2 = \frac{N_1}{N_{1+2+3+4}} \sigma_{e1}^2 + \frac{N_2}{N_{1+2+3+4}} \sigma_{e2}^2 + \frac{N_3}{N_{1+2+3+4}} \sigma_{e3}^2 + \frac{N_4}{N_{1+2+3+4}} \sigma_{e4}^2$$

$$N_{1+2+3+4} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$$

$$n_t = \frac{N_t}{N_{1+2+3+4}} n_{1+2+3+4}$$

Második időszak

$$n_{2+3+4} = \frac{(z \times N_{2+3+4} \times \sigma_{ew2+3+4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2}$$

ahol

$$\sigma_{ew2+3+4}^2 = \frac{N_2}{N_{2+3+4}} \sigma_{e2}^2 + \frac{N_3}{N_{2+3+4}} \sigma_{e3}^2 + \frac{N_4}{N_{2+3+4}} \sigma_{e4}^2$$

$$N_{2+3+4} = N_2 + N_3 + N_4$$

$$n_t = \frac{N_t}{N_{2+3+4}} n_{2+3+4}$$

Harmadik időszak

$$n_{3+4} = \frac{(z \times N_{3+4} \times \sigma_{ew3+4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2 - z^2 \times \frac{N_2^2}{n_2} \times s_{e2}^2}$$

ahol

$$\sigma_{ew3+4}^2 = \frac{N_3}{N_{3+4}} \sigma_{e3}^2 + \frac{N_4}{N_{3+4}} \sigma_{e4}^2$$

$$N_{3+4} = N_3 + N_4$$

$$n_t = \frac{N_t}{N_{3+4}} n_{3+4}$$

Negyedik időszak

$$n_4 = \frac{(z \times N_4 \times \sigma_{e4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{N_1^2}{n_1} \times s_{e1}^2 - z^2 \times \frac{N_2^2}{n_2} \times s_{e2}^2 - z^2 \times \frac{N_3^2}{n_3} \times s_{e3}^2}$$

Megjegyzések:

Minden egyes időszakban a sokaság összes paraméterét a rendelkezésre álló legpontosabb információkkal kell frissíteni.

Amikor az egyes időszakok szórásaira a különféle megközelítések nem állapíthatók meg/nem relevánsak, a szórás tekintetében azonos érték használható minden időszakra.

Ebben az esetben $\sigma_{ew1+2+3+4}$ pontosan egyenlő a hibák egyszerű szórásával σ_e .

A σ paraméter a kiegészítő adatok (pl. múltbeli adatok) alapján megállapított szórásra utal, míg az s az ellenőrzött mintából megállapított szórást jelzi. Amikor a képletekben az s érték nem elérhető, az a következővel helyettesíthető be: σ .

1.2.2. Kivetítés és pontosság

Fajlagos középértékbecslés

$$EE_1 = \frac{N_1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \frac{N_2}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} + \frac{N_3}{n_3} \sum_{i=1}^{n_3} E_{3i} + \frac{N_4}{n_4} \sum_{i=1}^{n_4} E_{4i}$$

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{e1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{e2}^2}{n_2} + N_3^2 \times \frac{s_{e3}^2}{n_3} + N_4^2 \times \frac{s_{e4}^2}{n_4} \right)}$$

Aránybecslés

$$EE_2 = BV_1 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_1} E_{1i}}{\sum_{i=1}^{n_1} BV_{1i}} + BV_2 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_2} E_{2i}}{\sum_{i=1}^{n_2} BV_{2i}} + BV_3 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_3} E_{3i}}{\sum_{i=1}^{n_3} BV_{3i}} + BV_4 \times \frac{\sum_{i=1}^{n_4} E_{4i}}{\sum_{i=1}^{n_4} BV_{4i}}$$

$$SE = z \times \sqrt{\left(N_1^2 \times \frac{s_{q1}^2}{n_1} + N_2^2 \times \frac{s_{q2}^2}{n_2} + N_3^2 \times \frac{s_{q3}^2}{n_3} + N_4^2 \times \frac{s_{q4}^2}{n_4} \right)}$$

$$q_{ti} = E_{ti} - \frac{\sum_{i=1}^{n_t} E_{ti}}{\sum_{i=1}^{n_t} BV_{ti}} \times BV_{ti}$$

2. Pénzegységalapú mintavétel

2.1. Három időszak

2.1.1. Mintaméret

Első időszak

$$n_{1+2+3} = \frac{(z \times BV_{1+2+3} \times \sigma_{rw1+2+3})^2}{(TE - AE)^2}$$

ahol

$$\sigma_{rw1+2+3}^2 = \frac{BV_1}{BV_{1+2+3}} \sigma_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV_{1+2+3}} \sigma_{r2}^2 + \frac{BV_3}{BV_{1+2+3}} \sigma_{r3}^2$$

$$BV_{1+2+3} = BV_1 + BV_2 + BV_3$$

$$n_t = \frac{BV_t}{BV_{1+2+3}} n_{1+2+3}$$

Második időszak

$$n_{2+3} = \frac{(z \times BV_{2+3} \times \sigma_{rw2+3})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2}$$

ahol

$$\sigma_{rw2+3}^2 = \frac{BV_2}{BV_{2+3}} \sigma_{r2}^2 + \frac{BV_3}{BV_{2+3}} \sigma_{r3}^2$$

$$BV_{2+3} = BV_2 + BV_3$$

$$n_t = \frac{BV_t}{BV_{2+3}} n_{2+3}$$

Harmadik időszak

$$n_3 = \frac{(z \times BV_3 \times \sigma_{r3})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2 - z^2 \times \frac{BV_2^2}{n_2} \times s_{r2}^2}$$

Megjegyzések:

Minden egyes időszakban a sokaság összes paraméterét a rendelkezésre álló legpontosabb információkkal kell frissíteni.

Amikor az egyes időszakok szórásaira a különféle megközelítések nem állapíthatók meg/nem relevánsak, a szórás tekintetében azonos érték használható minden időszakra.

Ebben az esetben $\sigma_{rw1+2+3}$ pontosan egyenlő a hibaarányok egyszerű szórásával σ_r .

A σ paraméter a kiegészítő adatok (pl. múltbeli adatok) alapján megállapított szórásra utal, míg az s az ellenőrzött mintából megállapított szórást jelzi. Amikor a képletekben az s érték nem elérhető, az a következővel helyettesíthető be: σ .

2.1.2. Kivetítés és pontosság

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} + \sum_{i=1}^{n_3} E_{3i}$$

$$EE_s = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} \times \sum_{i=1}^{n_{1s}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} \times \sum_{i=1}^{n_{2s}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} + \frac{BV_{3s}}{n_{3s}} \times \sum_{i=1}^{n_{3s}} \frac{E_{3i}}{BV_{3i}}$$

$$SE = z \times \sqrt{\frac{BV_{1s}^2}{n_{1s}} \times s_{r1s}^2 + \frac{BV_{2s}^2}{n_{2s}} \times s_{r2s}^2 + \frac{BV_{3s}^2}{n_{3s}} \times s_{r3s}^2}$$

2.2. Négy időszak

2.2.1. Mintaméret

Első időszak

$$n_{1+2+3+4} = \frac{(z \times BV_{1+2+3+4} \times \sigma_{rw1+2+3+4})^2}{(TE - AE)^2}$$

ahol

$$\sigma_{rw1+2+3+4}^2 = \frac{BV_1}{BV_{1+2+3+4}} \sigma_{r1}^2 + \frac{BV_2}{BV_{1+2+3+4}} \sigma_{r2}^2 + \frac{BV_3}{BV_{1+2+3+4}} \sigma_{r3}^2 + \frac{BV_4}{BV_{1+2+3+4}} \sigma_{r4}^2$$

$$BV_{1+2+3+4} = BV_1 + BV_2 + BV_3 + BV_4$$

$$n_t = \frac{BV_t}{BV_{1+2+3+4}} n_{1+2+3+4}$$

Második időszak

$$n_{2+3+4} = \frac{(z \times BV_{2+3+4} \times \sigma_{rw2+3+4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2}$$

ahol

$$\sigma_{rw2+3+4}^2 = \frac{BV_2}{BV_{2+3+4}} \sigma_{r2}^2 + \frac{BV_3}{BV_{2+3+4}} \sigma_{r3}^2 + \frac{BV_4}{BV_{2+3+4}} \sigma_{r4}^2$$

$$BV_{2+3+4} = BV_2 + BV_3 + BV_4$$

$$n_t = \frac{BV_t}{BV_{2+3+4}} n_{2+3+4}$$

Harmadik időszak

$$n_{3+4} = \frac{(z \times BV_{3+4} \times \sigma_{rw3+4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2 - z^2 \times \frac{BV_2^2}{n_2} \times s_{r2}^2}$$

ahol

$$\sigma_{rw3+4}^2 = \frac{BV_3}{BV_{3+4}} \sigma_{r3}^2 + \frac{BV_4}{BV_{3+4}} \sigma_{r4}^2$$

$$BV_{3+4} = BV_3 + BV_4$$

$$n_t = \frac{BV_t}{BV_{3+4}} n_{3+4}$$

Negyedik időszak

$$n_4 = \frac{(z \times BV_4 \times \sigma_{r4})^2}{(TE - AE)^2 - z^2 \times \frac{BV_1^2}{n_1} \times s_{r1}^2 - z^2 \times \frac{BV_2^2}{n_2} \times s_{r2}^2 - z^2 \times \frac{BV_3^2}{n_3} \times s_{r3}^2}$$

Megjegyzések:

Minden egyes időszakban a sokaság összes paraméterét a rendelkezésre álló legpontosabb információkkal kell frissíteni.

Amikor az egyes időszakok szórásaira a különféle megközelítések nem állapíthatók meg/nem relevánsak, a szórás tekintetében azonos érték használható minden időszakra.

Ebben az esetben $\sigma_{rw1+2+3+4}$ pontosan egyenlő a hibaarányok egyszerű szórásával σ_r . A σ paraméter a kiegészítő adatok (pl. múltbeli adatok) alapján megállapított szórásra utal, míg az s az ellenőrzött mintából megállapított szórást jelzi. Amikor a képletekben az s érték nem elérhető, az a következővel helyettesíthető be: σ .

2.2.2. Kivetítés és pontosság

$$EE_e = \sum_{i=1}^{n_1} E_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} E_{2i} + \sum_{i=1}^{n_3} E_{3i} + \sum_{i=1}^{n_4} E_{4i}$$

$$EE_s = \frac{BV_{1s}}{n_{1s}} \times \sum_{i=1}^{n_{1s}} \frac{E_{1i}}{BV_{1i}} + \frac{BV_{2s}}{n_{2s}} \times \sum_{i=1}^{n_{2s}} \frac{E_{2i}}{BV_{2i}} + \frac{BV_{3s}}{n_{3s}} \times \sum_{i=1}^{n_{3s}} \frac{E_{3i}}{BV_{3i}} + \frac{BV_{4s}}{n_{4s}} \times \sum_{i=1}^{n_{4s}} \frac{E_{4i}}{BV_{4i}}$$

$$SE = z \times \sqrt{\frac{BV_{1s}^2}{n_{1s}} \times s_{r1s}^2 + \frac{BV_{2s}^2}{n_{2s}} \times s_{r2s}^2 + \frac{BV_{3s}^2}{n_{3s}} \times s_{r3s}^2 + \frac{BV_{4s}^2}{n_{4s}} \times s_{r4s}^2}$$

3. függelék – MUS-re vonatkozó megbízhatósági tényezők

Hibák száma	A helytelen elfogadás kockázata									
	1 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	37 %	40 %	50 %
0	4,61	3,00	2,30	1,90	1,61	1,39	1,20	0,99	0,92	0,69
1	6,64	4,74	3,89	3,37	2,99	2,69	2,44	2,14	2,02	1,68
2	8,41	6,30	5,32	4,72	4,28	3,92	3,62	3,25	3,11	2,67
3	10,05	7,75	6,68	6,01	5,52	5,11	4,76	4,34	4,18	3,67
4	11,60	9,15	7,99	7,27	6,72	6,27	5,89	5,42	5,24	4,67
5	13,11	10,51	9,27	8,49	7,91	7,42	7,01	6,49	6,29	5,67
6	14,57	11,84	10,53	9,70	9,08	8,56	8,11	7,56	7,34	6,67
7	16,00	13,15	11,77	10,90	10,23	9,68	9,21	8,62	8,39	7,67
8	17,40	14,43	12,99	12,08	11,38	10,80	10,30	9,68	9,43	8,67
9	18,78	15,71	14,21	13,25	12,52	11,91	11,39	10,73	10,48	9,67
10	20,14	16,96	15,41	14,41	13,65	13,02	12,47	11,79	11,52	10,67
11	21,49	18,21	16,60	15,57	14,78	14,12	13,55	12,84	12,55	11,67
12	22,82	19,44	17,78	16,71	15,90	15,22	14,62	13,88	13,59	12,67
13	24,14	20,67	18,96	17,86	17,01	16,31	15,70	14,93	14,62	13,67
14	25,45	21,89	20,13	19,00	18,13	17,40	16,77	15,97	15,66	14,67
15	26,74	23,10	21,29	20,13	19,23	18,49	17,83	17,02	16,69	15,67
16	28,03	24,30	22,45	21,26	20,34	19,57	18,90	18,06	17,72	16,67
17	29,31	25,50	23,61	22,38	21,44	20,65	19,96	19,10	18,75	17,67
18	30,58	26,69	24,76	23,50	22,54	21,73	21,02	20,14	19,78	18,67
19	31,85	27,88	25,90	24,62	23,63	22,81	22,08	21,17	20,81	19,67
20	33,10	29,06	27,05	25,74	24,73	23,88	23,14	22,21	21,84	20,67
21	34,35	30,24	28,18	26,85	25,82	24,96	24,20	23,25	22,87	21,67
22	35,60	31,41	29,32	27,96	26,91	26,03	25,25	24,28	23,89	22,67
23	36,84	32,59	30,45	29,07	28,00	27,10	26,31	25,32	24,92	23,67
24	38,08	33,75	31,58	30,17	29,08	28,17	27,36	26,35	25,95	24,67
25	39,31	34,92	32,71	31,28	30,17	29,23	28,41	27,38	26,97	25,67
26	40,53	36,08	33,84	32,38	31,25	30,30	29,46	28,42	28,00	26,67
27	41,76	37,23	34,96	33,48	32,33	31,36	30,52	29,45	29,02	27,67
28	42,98	38,39	36,08	34,57	33,41	32,43	31,56	30,48	30,04	28,67
29	44,19	39,54	37,20	35,67	34,49	33,49	32,61	31,51	31,07	29,67
30	45,40	40,69	38,32	36,76	35,56	34,55	33,66	32,54	32,09	30,67
31	46,61	41,84	39,43	37,86	36,64	35,61	34,71	33,57	33,11	31,67
32	47,81	42,98	40,54	38,95	37,71	36,67	35,75	34,60	34,14	32,67
33	49,01	44,13	41,65	40,04	38,79	37,73	36,80	35,63	35,16	33,67
34	50,21	45,27	42,76	41,13	39,86	38,79	37,84	36,66	36,18	34,67
35	51,41	46,40	43,87	42,22	40,93	39,85	38,89	37,68	37,20	35,67
36	52,60	47,54	44,98	43,30	42,00	40,90	39,93	38,71	38,22	36,67
37	53,79	48,68	46,08	44,39	43,07	41,96	40,98	39,74	39,24	37,67
38	54,98	49,81	47,19	45,47	44,14	43,01	42,02	40,77	40,26	38,67
39	56,16	50,94	48,29	46,55	45,20	44,07	43,06	41,79	41,28	39,67
40	57,35	52,07	49,39	47,63	46,27	45,12	44,10	42,82	42,30	40,67
41	58,53	53,20	50,49	48,72	47,33	46,17	45,14	43,84	43,32	41,67
42	59,71	54,32	51,59	49,80	48,40	47,22	46,18	44,87	44,34	42,67
43	60,88	55,45	52,69	50,87	49,46	48,27	47,22	45,90	45,36	43,67
44	62,06	56,57	53,78	51,95	50,53	49,32	48,26	46,92	46,38	44,67
45	63,23	57,69	54,88	53,03	51,59	50,38	49,30	47,95	47,40	45,67
46	64,40	58,82	55,97	54,11	52,65	51,42	50,34	48,97	48,42	46,67
47	65,57	59,94	57,07	55,18	53,71	52,47	51,38	49,99	49,44	47,67
48	66,74	61,05	58,16	56,26	54,77	53,52	52,42	51,02	50,45	48,67
49	67,90	62,17	59,25	57,33	55,83	54,57	53,45	52,04	51,47	49,67
50	69,07	63,29	60,34	58,40	56,89	55,62	54,49	53,06	52,49	50,67

4. függelék – A standardizált normális eloszlásra vonatkozó értékek (z)

x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.998650	0.998694	0.998736	0.998777	0.998817	0.998856	0.998893	0.998930	0.998965	0.998999
3.1	0.999032	0.999064	0.999096	0.999126	0.999155	0.999184	0.999211	0.999238	0.999264	0.999289
3.2	0.999313	0.999336	0.999359	0.999381	0.999402	0.999423	0.999443	0.999462	0.999481	0.999499
3.3	0.999517	0.999533	0.999550	0.999566	0.999581	0.999596	0.999610	0.999624	0.999638	0.999650
3.4	0.999663	0.999675	0.999687	0.999698	0.999709	0.999720	0.999730	0.999740	0.999749	0.999758
3.5	0.999767	0.999776	0.999784	0.999792	0.999800	0.999807	0.999815	0.999821	0.999828	0.999835
3.6	0.999841	0.999847	0.999853	0.999858	0.999864	0.999869	0.999874	0.999879	0.999883	0.999888
3.7	0.999892	0.999896	0.999900	0.999904	0.999908	0.999912	0.999915	0.999918	0.999922	0.999925
3.8	0.999928	0.999930	0.999933	0.999936	0.999938	0.999941	0.999943	0.999946	0.999948	0.999950
3.9	0.999952	0.999954	0.999956	0.999958	0.999959	0.999961	0.999963	0.999964	0.999966	0.999967
4.0	0.999968	0.999970	0.999971	0.999972	0.999973	0.999974	0.999975	0.999976	0.999977	0.999978

5. függelék – A mintavételi módszereket segítő MS Excel képletek

Az alább felsorolt képletek MS Excelben használhatók az ezen útmutatóban részletezett módszerek és fogalmak által előírt különböző paraméterek kiszámításához. E képletek működésével kapcsolatban további információ olvasható az Excel „súgó” fájljában, amely részletesen ismerteti az ezek alapjául szolgáló matematikai képleteket.

A fenti képletekben a (.) egy vektort jelent, amely tartalmazza a cellák címét a minta vagy a sokaság értékeivel együtt.

=AVERAGE(.) : az adatkészlet középértéke

=VAR.S(.) : a mintaadatkészlet varianciája

=VAR.P(.) : a sokaság-adatkészlet varianciája

=STDEV.S(.) : a mintaadatkészlet szórása

=STDEV.P(.) : a sokaság-adatkészlet szórása

=COVARIANCE.S(.) : a mintában lévő két változó közötti kovariancia

=COVARIANCE.P(.) : a sokaságban lévő két mintaváltozó közötti kovariancia

=RAND() : egyenletes eloszlásból vett véletlen szám 0 és 1 között

=SUM(.) : az adatkészlet összege

6. függelék – Glosszárrium

Kifejezés	Meghatározás
Szabálytalanságból eredő hiba	A sokaságra nézve bizonyíthatóan nem reprezentatív hiba/valótlanság. A statisztikai minta a sokaságra nézve reprezentatív, és ezért szabálytalanságból eredő hibák csak nagyon kivételes, jól megindokolt körülmények között fogadhatók el.
Várható hiba (<i>AE</i>)	A várható hiba az a hibamennyiség, amelyet az ellenőr várhatóan talál a sokaságban (az ellenőrzés lefolytatása után). A minta méretének tervezése céljára a várható hibaarány a sokaság könyv szerinti értékének maximum 4.0 %-ára van beállítva.
Attribútumok szerinti mintavétel	Statisztikai módszer a rendszer bizonyossági szintjének meghatározására és a mintában megjelenő hibaarány értékelésére. A módszert az ellenőrzés területén leggyakrabban az előírt ellenőrzéstől való eltérés mértékének vizsgálatára használják az ellenőr által megállapított kontrollkockázat szintjének alátámasztására.
Ellenőrzési bizonyosság	A bizonyossági modell a kockázati modell ellentéte. Ha a kontrollkockázatot 5 %-ban állapítjuk meg, az ellenőrzési bizonyosság mértéke 95 %. Az ellenőrzési bizonyossági modell alkalmazása egy adott program vagy programcsoport esetében a tervezéshez és az ennek alapjául szolgáló forráselosztáshoz kapcsolódik.
Ellenőrzési kockázat (<i>AR</i>)	Az a kockázat, hogy az ellenőr helytelen véleményt ad ki, amikor a kiadások jelentése lényeges hibákat tartalmaz.
Alapvető pontosság (<i>BP</i>)	A konzervatív MUS-ban használjuk, és megfelel a mintavételi intervallum és (a méretének kiszámítására már alkalmazott) megbízhatósági tényező (<i>RF</i>) szorzatának.
Könyv szerinti érték (<i>BV</i>)	Egy tétel (művelet/fizetési követelés) tekintetében a Bizottság felé jelentett kiadások, $BV_i, i = 1, 2, \dots, N$. A sokaság teljes könyv szerinti értéke a sokaságban lévő könyv szerinti értékek összege.

Kifejezés	Meghatározás
Konfidencia-intervallum	Intervallum, amely bizonyos valószínűséggel (ezt nevezzük konfidenciaszintnek) tartalmazza a valós (ismeretlen) sokaság értékét (általában a hiba összege vagy hibaarány).
Konfidenciaszint	Annak valószínűsége, hogy a minta adataival képzett konfidencia intervallum a valós sokaság (ismeretlen) hibáját tartalmazza.
Kontrollkockázat (<i>CR</i>)	Az az érzékelt kockázati szint, miszerint az irányítás belsőkontroll-eljárásai nem akadályoznak meg, tárnak fel és javítanak ki az ügyfél pénzügyi kimutatásaiban szereplő valamely lényeges hibát, illetve az annak alapjául szolgáló összesítési szinteket.
Pontos könyv szerinti érték (<i>CBV</i>)	A pontos kiadások, amelyeket akkor kapnánk, ha ellenőriznénk a sokaságban lévő minden műveletet/fizetési követelést, miközben a sokaságban nincs hiba.
Feltárási kockázat	Az az érzékelt kockázati szint, miszerint az ellenőr nem tár fel az ügyfél pénzügyi kimutatásaiban szereplő valamely lényeges hibát, illetve az annak alapjául szolgáló összesítési szinteket. A feltárási kockázat a műveletek ellenőrzésének lefolytatásához kapcsolódik.
Különbségbecslés	Az egyenlő valószínűségekkel történő kiválasztáson alapuló statisztikai mintavételi mód. Ez a mód a mintában lévő hiba extrapolálására támaszkodik. Az extrapolált hibát levonjuk a sokaságban lévő teljes jelentett kiadásokból a sokaságban lévő pontos kiadások értékelése céljából (azaz azon kiadásokból, amelyeket akkor kapnánk, ha ellenőriznénk a sokaságban lévő minden műveletet).

Kifejezés	Meghatározás
Hiba (<i>E</i>)	<p>Ezen útmutató alkalmazásában a hiba a Bizottság felé jelentett kiadások számszerűsíthető túlbecslése.</p> <p>A meghatározás szerint ez a mintába felvett <i>i</i>-edik tétel könyv szerinti értéke, valamint a megfelelő pontos könyv szerinti érték közötti különbség, $E_i = BV_i - CBV_i, i = 1, 2, \dots, N$.</p> <p>Ha a sokaság rétegzett, a <i>h</i> indexet használjuk a megfelelő réteg jelölésére: $E_{hi} = BV_{hi} - CBV_{hi}$, where $i = 1, 2, \dots; N_h, h = 1, 2, \dots, H$ és <i>H</i> a rétegek száma.</p>
Kiterjesztési tényező (<i>EF</i>)	<p>A konzervatív MUS számításában alkalmazott tényező, amikor a helytelen elfogadás kockázatán alapuló hibák várhatók. A módszer csökkenti a mintavételi hibát. Ha nem várhatók hibák, a várható hiba (AE) nulla lesz, és nem alkalmazunk kiterjesztési tényezőt. A kiterjesztési tényező értékei ezen útmutató 6.3.4.2. pontjában találhatóak.</p>
Növekményi tűrés (<i>IA</i>)	<p>A növekményi tűrés a mintában található minden egyes hibával bevezetett pontossági szint növekményét méri. E tűrést a konzervatív MUS módszerben alkalmazzuk, és mindig hozzá kell adni az alap pontossági értékhez, amikor a mintában hibák találhatóak (vö. ezen útmutató 6.3.4.5. pontjával).</p>
Velejáró kockázat (<i>IR</i>)	<p>Érzékelt kockázati szint, miszerint lényeges hiba fordulhat elő a Bizottság felé jelentett költségkimutatásokban, vagy az annak alapjául szolgáló összesítési szintekben a belsőkontroll-eljárások hiánya miatt.</p> <p>Az eredendő kockázatot a részletes ellenőrzési eljárások megkezdése előtt kell értékelni a vezetéssel és a fő személyzettel folytatott interjúk, valamint a tágabb összefüggésekre vonatkozó információk, például szervezeti ábrák, kézikönyvek, valamint belső és külső dokumentumok felülvizsgálata útján.</p>
Szabálytalanság	Jelentése azonos a hiba jelentésével.

Kifejezés	Meghatározás
Ismert hiba	<p>A mintában található hiba az ellenőrt arra figyelmeztetheti, hogy a mintán kívül észlelhet még egy vagy több hibát. A mintán kívül meghatározott ilyen hibák az osztályozás szerint „ismert hibák”.</p> <p>A mintában található hibát véletlennek tekintjük, és felvesszük a kivetítésbe. Az ismert hibák azonosításához vezető ilyen mintahibát ezért extrapolálni kell az egész sokaságra, úgy, mint bármilyen más véletlen hibát.</p>
Lényegesség	<p>A hibák lényegesek, ha a tűrhetőnek tekintett szint felett meghaladnak egy bizonyos hibaszintet. A 2 %-os maximális lényegességi küszöb a referencia-időszakban a Bizottságnak jelentett kiadásokra alkalmazandó. Az ellenőrző hatóság a lényegességi szintet tervezési célból csökkentheti (tolerálható hiba). A lényegesség küszöbként alkalmazandó a kiadásokban a kivetített hiba összehasonlítására.</p>
Maximális tolerálható hiba (<i>TE</i>)	<p>A maximálisan elfogadható hibamennyiség, amely egy bizonyos évben előfordulhat a sokaságban, azaz a szint, amely felett a sokaság úgy tekintendő, hogy lényegi valótlanyságot tartalmaz. 2 %-os lényegességi szint mellett e maximális tolerálható hiba ezért a referencia-időszakban a Bizottság felé benyújtott kiadások 2 %-a.</p>
Valótlanyság	Jelentése azonos a hiba jelentésével.
Pénzegység alapú mintavétel (MUS)	<p>Statisztikai mintavételi módszer, amely a pénzegységet alkalmazza a mintavétel segédváltozójaként. E módszer általában a méretarányos valószínűséggel (PPS) történő szisztematikus mintavételen alapul, azaz olyan mintavételen, amely arányos a mintavételi egység pénzértékével (a nagy értékű tételek esetében nagyobb a kiválasztás valószínűsége).</p>

Kifejezés	Meghatározás
Többlépcsős mintavétel	Szakaszosan kiválasztott minta, ahol az egyes szakaszokban a mintavételi egységeket részmintavétellel veszik az előző szakaszban kiválasztott (nagyobb) egységekből. Az első szakaszra vonatkozó mintavételi egységek megnevezése elsődleges vagy első szakaszbeli egységek; és hasonló az eljárás a második szakaszbeli stb. egységekre is.
Sokaság	A mintavételi célokat szolgáló sokaság kiterjed a Bizottságnak a referencia-időszakban, valamely programon vagy programok csoportján belüli műveletek tekintetében jelentett kiadásokra, kivéve a negatív mintavételi egységeket (amelyeket az alábbi 4.6. pont ismertet), illetve ahol a CPR 148. cikkének (1) bekezdésében és a 480/2014/EU felhatalmazáson alapuló rendelet 28. cikkének (8) bekezdésében előírt arányos ellenőrzési megállapodások vannak érvényben a 2014–2020-as programozási időszakra végzett mintavétellel összefüggésében.
A sokaság nagysága (N)	A referencia-időszakban a Bizottság felé jelentett kiadásokba felvett műveletek vagy fizetési követelések száma. Ha a sokaság rétegzett, h indexet alkalmazunk a megfelelő réteg jelölésére, $N_h, h = 1, 2, \dots, H$, ahol H a rétegek száma.
Tervezett pontosság	A mintaméret megállapítására tervezett maximális mintavételi hiba, azaz a maximális eltérés a sokaság valós értéke és a mintaadatokból végzett becslés között. Általában a maximális tolerálható hiba és a várható hiba közötti különbség, és a lényegességi szintnél alacsonyabb (vagy azzal egyenlő) értékre kell beállítani.

Kifejezés	Meghatározás
(Tényleges) pontosság (<i>SE</i>)	Abból eredő hiba, hogy nem az egész sokaságot figyeljük meg. Valójában a mintavétel mindig magában foglal becslési (extrapolációs) hibát, mivel az ellenőr a minta adataira támaszkodik, és azokat extrapolálja az egész sokaságra. Ez a tényleges mintavételi hiba jelzi a különbséget a minta kivetítése (becslése) és a sokaságban a valós (ismeretlen) paraméter (hibaérték) között. Ez az eredményeknek a sokaságra való kivetítésében rejlő bizonytalanságot mutatja.
Kivetített/extrapolált hiba (<i>EE</i>)	A kivetített/extrapolált hiba a sokaság szintjén a véletlen hibák becsült hatását mutatja.
Kivetített véletlen hiba	A kivetített véletlen hiba a mintában (a műveletek ellenőrzése során) található véletlen hibák teljes sokaságra való extrapolálásának eredménye. Az extrapolálási/kivetítési eljárás az alkalmazott mintavételi módszertől függ.
Véletlen hiba	A rendszerhibának, ismert vagy szabálytalanságból eredő hibának nem tekinthető hibákat tekintjük véletlen hibának. Ez a fogalom feltételezi annak valószínűségét, hogy az ellenőrzött mintában talált véletlen hibák jelen vannak a nem ellenőrzött sokaságban is. E hibákat fel kell venni a hibák kivetítésének számításába.

Kifejezés	Meghatározás
Referencia-időszak	<p>Ez a kifejezés arra az időszakra utal, amely tekintetében az ellenőrző hatóságnak bizonyosságot kell nyújtania.</p> <p>A 2007–2013-as programozási időszak tekintetében a referencia-időszak N évnek felel meg, amire az N+1 év végén benyújtott éves kontrolljelentés utal; e szabály alól kivételt jelent az első éves kontrolljelentés, valamint a végső ellenőrzési jelentés, amit 2017.03.31-ig kell benyújtani (vö. útmutató a záráshoz).</p> <p>A 2014–2020-as programozási időszak tekintetében a referencia-időszak annak a pénzügyi évnek felel meg, amely N év 07.01-én kezdődik és N+1 év 06.30-án ér véget, illetve amelyre az N+2 év február 15-ig benyújtott éves kontrolljelentés vonatkozik;</p>
Megbízhatósági tényező (<i>RF</i>)	Az RF megbízhatósági tényező várható nulla hiba mellett a Poisson-eloszlásból származó állandó. A konfidenciaszinttől függ, és az egyes esetekben alkalmazandó értékei ezen útmutató 6.3.4.2. pontjában található.
A lényeges hiba kockázata	A velejáró és a kontrollkockázat szorzata. A lényeges hiba kockázata a rendszerellenőrzések eredményével függ össze.
Minta-hibaaarány	A minta hibaaaránya a műveletek ellenőrzésével feltárt szabálytalanságok összegének az ellenőrzött kiadásokkal való elosztása útján számítható ki.
Mintaméret (<i>n</i>)	A mintába felvett egységek/tételek száma. Ha a sokaság rétegzett, a <i>h</i> index jelöli a megfelelő réteget, n_h , $h = 1, 2, \dots, H$, ahol <i>H</i> a rétegek száma;
Mintavételi hiba	Ugyanaz, mint a pontosság.
Mintavételi intervallum (<i>SI</i>)	A mintavételi intervallum a szisztematikus kiválasztáson alapuló mintavételi módszerekben alkalmazott kiválasztási lépés. A kiadásokra a méretarányos valószínűségeen alapuló kiválasztást alkalmazó módszerek (mint a MUS módszer) esetében a mintavételi intervallum a sokaság teljes könyv szerinti értéke és a minta mérete közötti arány.

Kifejezés	Meghatározás
Mintavételi módszer	A mintavételi módszernek két eleme van: a mintavételi terv (például egyenlő valószínűség, méretarányos valószínűség), és a kivetítési (becslési) eljárás. Ez a két elem együtt adja meg a keretet a minta méretének kiszámításához és a hiba kivetítéséhez.
Mintavételi időszak	A két vagy több időszakra kiterjedő mintavétel keretében a mintavételi időszak(ok) a referencia-időszak valamely részére (rendszerint három havi, négy havi vagy féléves időtartamra) utalnak. A mintavételi időszak a referencia-időszakkal is megegyezhet.
Mintavételi egység	A mintavételi egység az egyik olyan egység, amelyre a mintavétel céljából a sokaságot felosztják. A mintavételi egység lehet egy művelet, egy projekt a műveleten belül, vagy valamely kedvezményezett által benyújtott kifizetési kérelem.
Egyszerű véletlen mintavétel	Az egyszerű véletlen mintavétel statisztikai mintavételi módszer. A mintába felvételre kerülő statisztikai egység a művelet (vagy fizetési követelés a fentiekben ismertetettek szerint). A mintában lévő egységeket véletlenszerűen választjuk ki egyenlő valószínűségek alapján.
Szórás (σ vagy s)	A sokaság középérték körüli szórásának mérőszáma. Kiszámítható a hibák vagy a könyv szerinti értékek felhasználásával. Amikor a sokaságra számítjuk ki, általában σ -val jelöljük, amikor a mintára számítjuk ki, akkor s -sel. Minél nagyobb a szórás, annál heterogénebb a sokaság (minta).

Kifejezés	Meghatározás
Rétegezés	<p>A sokaság felosztása több csoportra (rétegre) egy segédváltozó értéke szerint (amely általában az ellenőrzött változó, azaz a kiadások értéke műveletenként az ellenőrzött programban). Rétegzett mintavétel során független mintákat veszünk fel mindegyik rétegből.</p> <p>A rétegzés fő célja kettős: egyrészt rendszerint nagyobb pontosságot tesz lehetővé (azonos mintaméreten), vagy csökkenti a mintaméretet (az azonos szintű pontosság érdekében); másrészt biztosítja, hogy az egyes rétegeknek megfelelő részsokaságok helyet kapjanak a mintában.</p>
Rendszerhiba	<p>Rendszerhibák az ellenőrzött mintában talált olyan hibák, amelyek befolyást gyakorolnak a nem ellenőrzött sokaságra, és jól körülhatárolható, hasonló körülmények között fordulnak elő. E hibáknak általában van egy közös jellemzője, például működési típus, hely vagy időszak. Általában nem hatékony kontrolleljárásokhoz kapcsolódnak az irányítási és kontrollrendszerekben (azok valamely részében).</p>
Tolerálható hiba	<p>A tolerálható hiba a sokaságban található, maximálisan elfogadható hibaarány. 2 %-os lényegességi szinten a tolerálható hiba tehát a referencia-időszakban a Bizottság felé jelentett kiadások 2 %-a.</p>
Tolerálható valótlanosság	<p>Jelentése azonos a tolerálható hiba jelentésével.</p>
Teljes könyv szerinti érték	<p>A program vagy a programok csoportja tekintetében a Bizottság felé jelentett teljes kiadások, amelyek megfelelnek a mintavétel alapjául szolgáló sokaságnak.</p>
Teljes hibaarány (<i>TER</i>)	<p>A teljes hibaarány a következő hibák összegének felel meg: kivetített véletlen hibák, rendszerhibák és nem korrigált, szabálytalanságból eredő hibák. Az ellenőrző hatóság minden hibát számszerűsít és felveszi a TER-be, kivéve a szabálytalanságból eredő, korrigált hibákat.</p> <p>Jelentése megegyezik a teljes kivetített hibaarány (TPER) vagy a teljes kivetített valótlanosság jelentésével.</p>

Kifejezés	Meghatározás
Kétlépcsős mintavétel	2 szakaszban kiválasztott minta, amelyben a második szakasz mintavételi egységeinek (részmintavételi egységeknek) a kiválasztása a fő minta mintavételi egységeiből történik. Az ESK alapjainak az ellenőrzései esetén a kétlépcsős mintavételi tervre jellemző példa az első szakaszbeli művelet alkalmazásához, valamint a számlának, mint második szakaszbeli részmintavételi egységnek a használatához kapcsolódik.
A hiba felső határa (<i>ULE</i>)	E felső határ egyenlő a kivetített hiba és az extrapolációs pontosság összegével. Jelentése azonos a konfidenciaszint felső határának, a sokaság valótlansága felső határának és a valótlanság felső határának jelentésével.
Variancia (σ^2)	A szórás négyzete.
<i>z</i>	A rendszerellenőrzésekből meghatározott konfidenciaszinttel kapcsolatos, normális eloszlásból eredő paraméter. A <i>z</i> lehetséges értékét lásd ezen útmutató 5.3. pontjában.