

A beton- és kompozitburkolatok méretezése és építése



2021.03.22

Magyar Mérnöki Kamara

Vörös Zoltán

főtechnológus

UTIBER Kft

Jelenleg érvényben lévő szabályozás

1. e-UT 06.03.15. Betonburkolatok és kompozit burkolatok tervezése és méretezése
2. e-UT 06.03.31. Beton pályaburkolatok építése
3. e-UT 06.03.35 Hézagaiban vasalt, kétrétegű, mosott felületképzésű merev útpályaszerkezet építése
4. e-UT 05.02.54. Pályalemezből visszanyert beton újrafelhasználása
5. e-UT 06.03.34 Kompozit burkolatú (merev) útpályaszerkezetek építése. Építési előírások, követelmények
6. e-UT 08.02.31 Betonburkolatok fenntartása
7. e-UT 05.02.42 Útburkolatok hézagkitöltő anyagai
8. e-UT 08.02.33. Betonburkolatok repedéseinek, hézagainak kitöltése

Új UME

Strukturális változtatások:

Új egységesítési törekvések az UME-k átdolgozásánál:

- Méretezés
- Tervezés
- Építés

egy szabályozási dokumentum legyen.

A hengerelt betonburkolatok maradt külön UME.



Méretezés

- Megmaradt a forgalmi kategóriák alapján történő méretezés.
- Élettartam 35-40 év (KÉSZ 30 év)
- Megmaradt a típus pályaszerkezetek alapján történő tervezés
- Bekerült a mechanikai igénybevételek alapján történő méretezés módszere (Westergaard)

A mechanikai igénybevételek alapján történő méretezés

Lépések:

1. Mértékadó kerék és/vagy tengelyterhelés meghatározása
2. Nyomott felület meghatározása
3. Kerekek légnyomásának meghatározása
4. A kerékterhelés és a kerékkiosztás alapján a fajlagos nyomás meghatározása
5. A legkedvezőtlenebb teherállás meghatározása
6. Alapréteg rugalmassági modulusának kiválasztása az alapréteg függvényében
7. Az ágyazási együttható (k) meghatározása (N/mm^3) $k = q/y$ (N/mm^3),
8. A betonburkolat tervezett vastagságának kiválasztása
9. A **hajlító-húzó feszültségek** számítása a legkedvezőtlenebb teherállás alapján táblaszélén, tábla közepén, tábla sarkán a Westergaard képletek alapján.
10. **Termikus (vetemedési) feszültségek** számítása tábla szélén és közepén
11. **Nedvesség gradiensből** eredő feszültségek – elhanyagolható
12. Fáradás figyelembe vétele a forgalom összetétele illetve az igénybevételek alapján
13. Feszültségek szuperponálása → összehasonlítás a választott beton jellemző hajlító-húzószilárdságával
14. Ha kell, a vastagság növelésével újra számolás.

A beton pályaburkolatok szerkezeti kialakítása

Betonburkolat erősítése vasalással:

- Betonburkolat vastagságának meghatározása
- Betontáblák mérete
- Hézagok (típusai és a hézagok vasalása ábrákkal szemléltetve, hézagrések kialakítása)
- Hézagvasak kiosztása útkategóriák függvényében – ábrák korszerűsítése, bővítése
- Hidak betonburkolata és a hídhoz csatlakozó burkolatok (hálóvasalás, átmeneti szakasz kialakítása)
- Betonburkolat csatlakozása aszfaltburkolathoz
- Betonburkolat alagutakban
- Kompozit burkolat

Betonburkolat vastagságának meghatározása

Vasalással erősített betonburkolat:

Összvastagság a forgalmi kategóriától függően kerül meghatározásra (ma már vannak méretező programok is)

- Kétrétegű, azonos keverékű betonburkolat felső rétege min. 8 cm (technológiai okokból)
- Kétrétegű, különböző keverékű betonburkolat felső (kopóbeton) rétege min. 4 cm, de a $D_{max} < h/4$

Vasalás nélkül:

$h < 300$ mm-ig burkolat esetén $25h$ a max. keresztézag távolság,

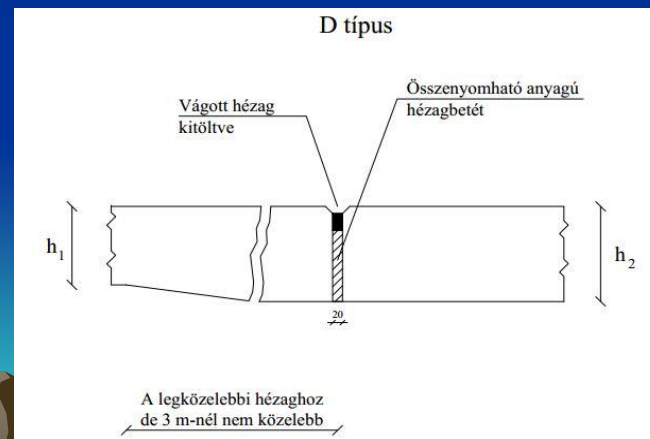
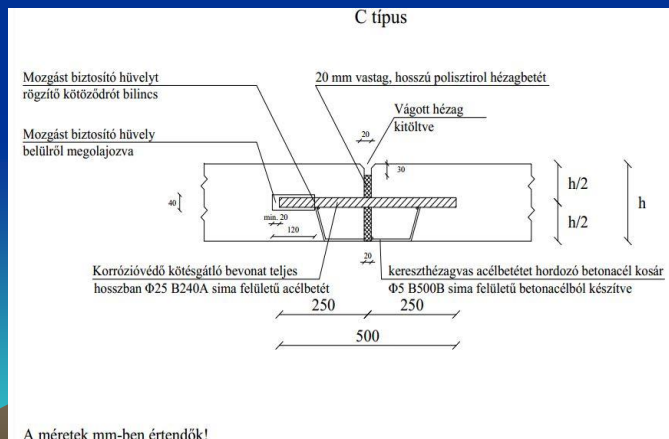
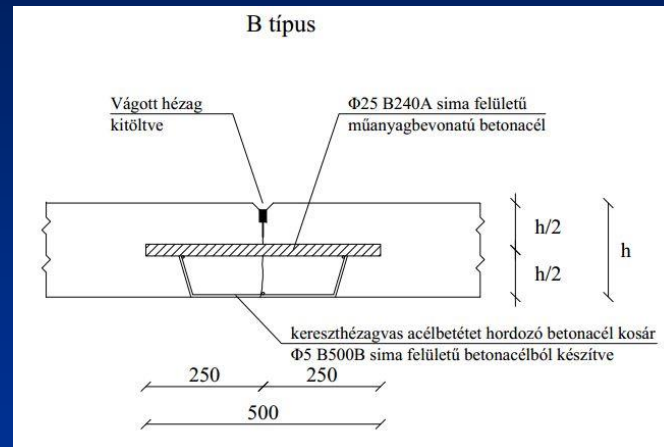
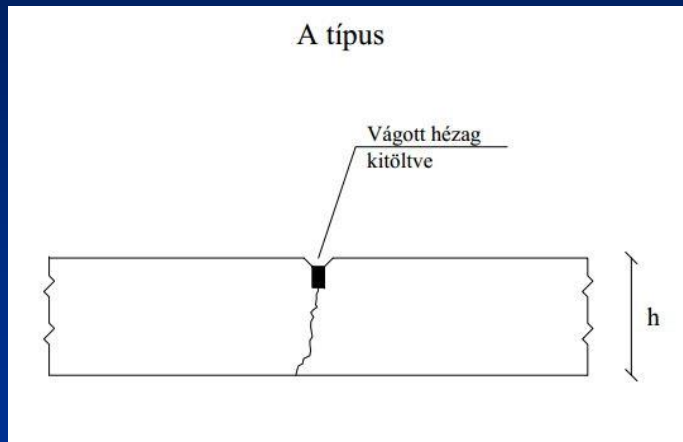
$h > 300$ mm – max. 7,5 m keresztézag távolság,

Táblák szélessége B max. 5m,

Keresztézagok távolsága $L = \max. 1,5 * B$

Hézagok

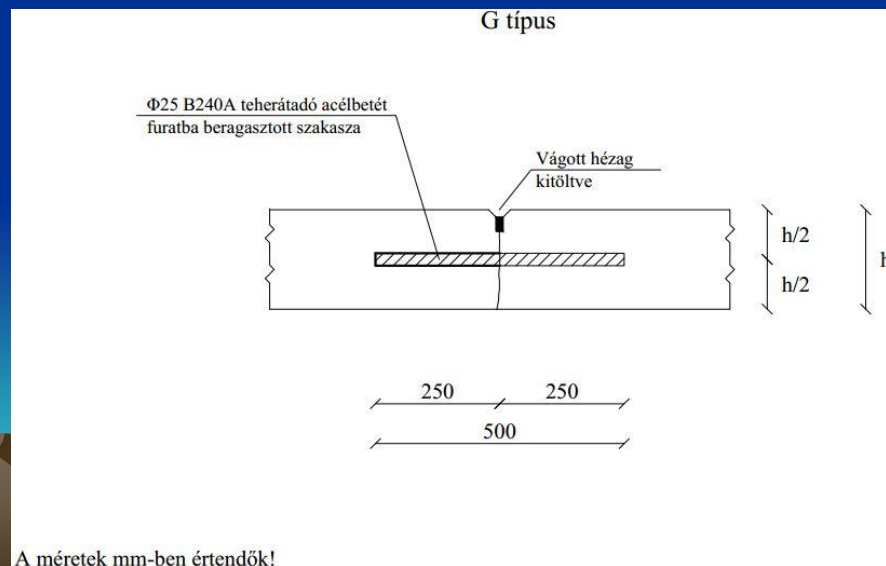
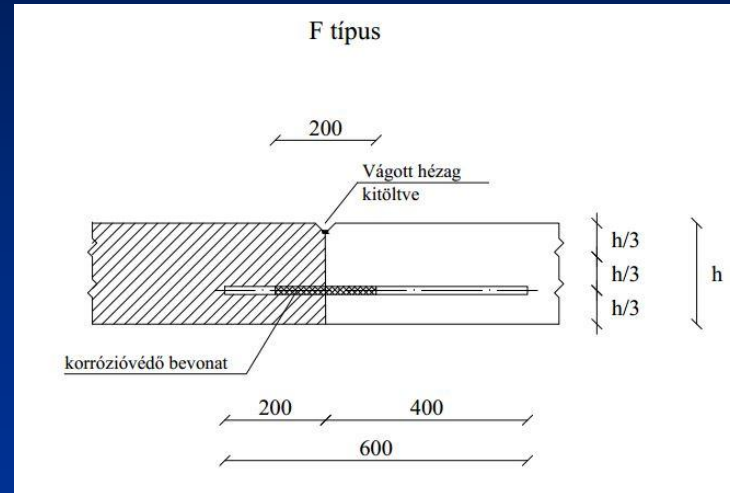
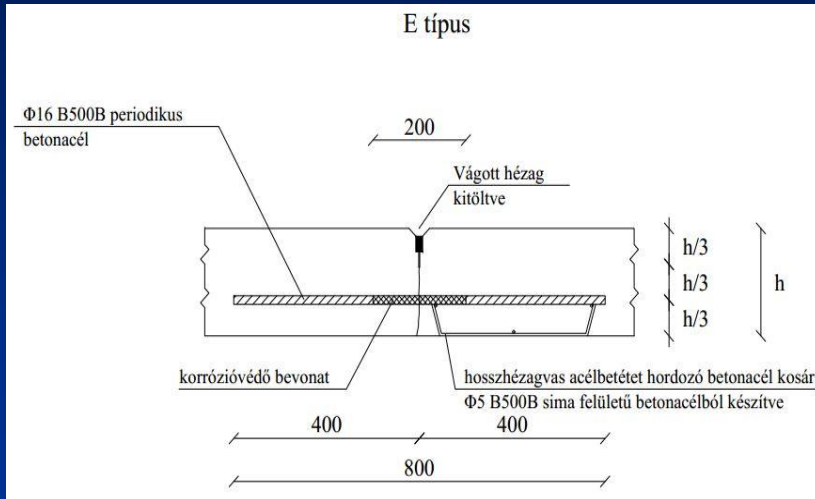
A típus: hézagvas nélküli kereszthézag; **B típus:** vakhézag, kereszthézagvassal; **C típus:** terjeszkedési hézag, kereszthézagvassal; **D típus:** elválasztó hézag, különböző vastagságú betonburkolatok csatlakozásánál



A méretek mm-ben értendők!

Hézagok

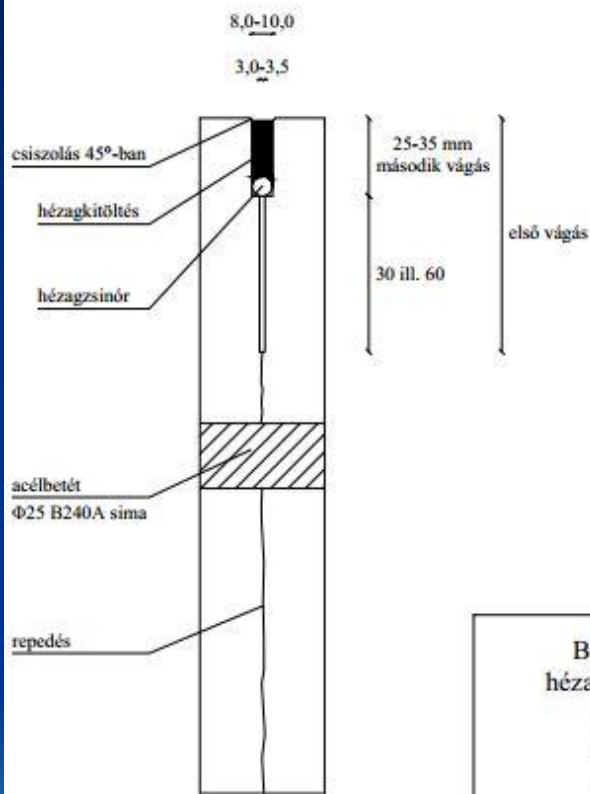
E típus: hosszhézag, összekötő vasalással; **F típus:** szoroshézag, befűrt összekötő hézagvassal;
G típus: munkahézag, vasalással



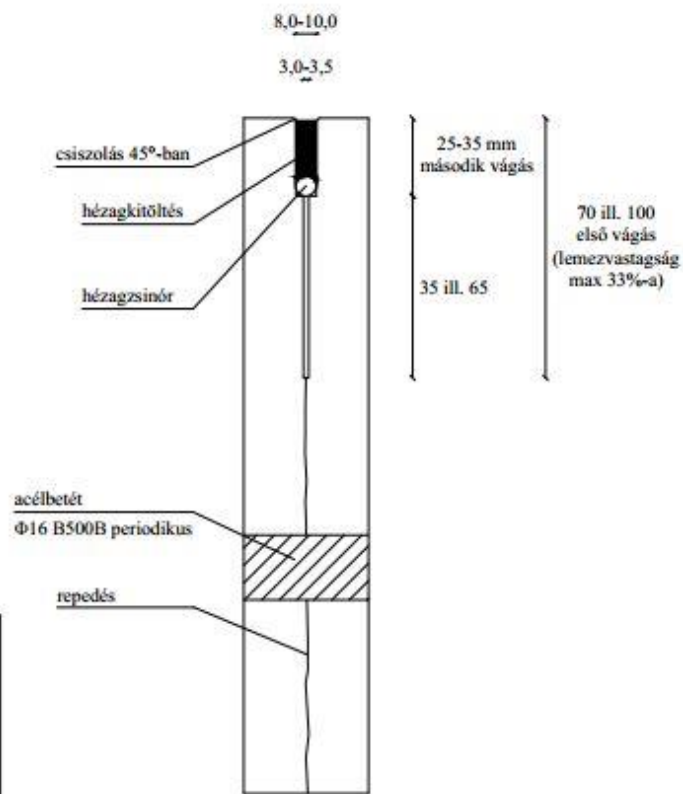
A méretek mm-ben értendők!

Hézagok

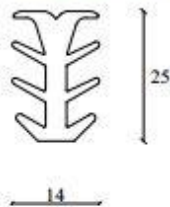
Kereszhézag



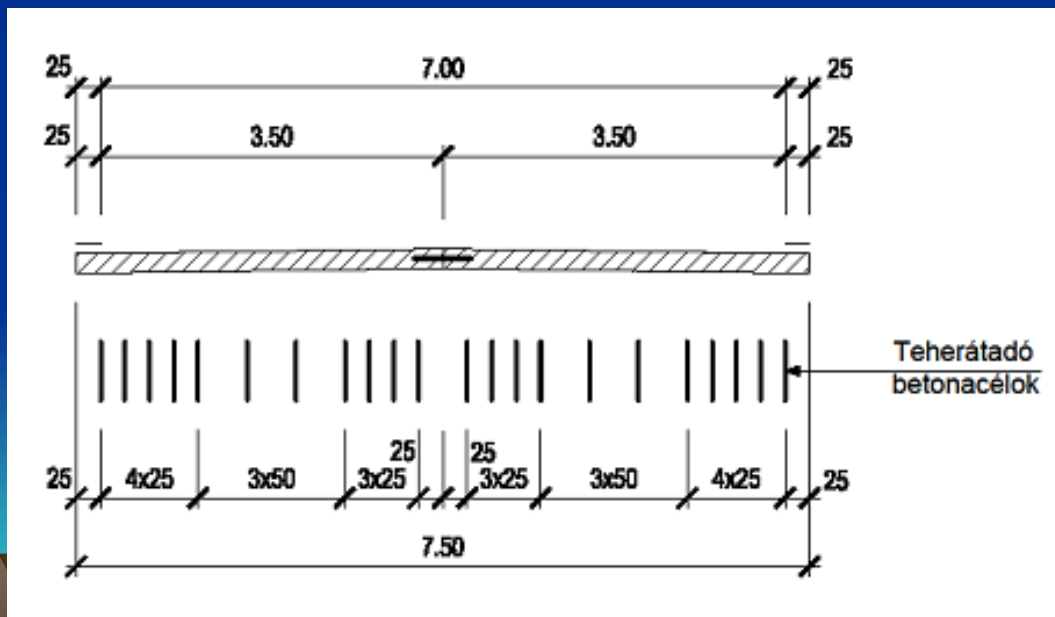
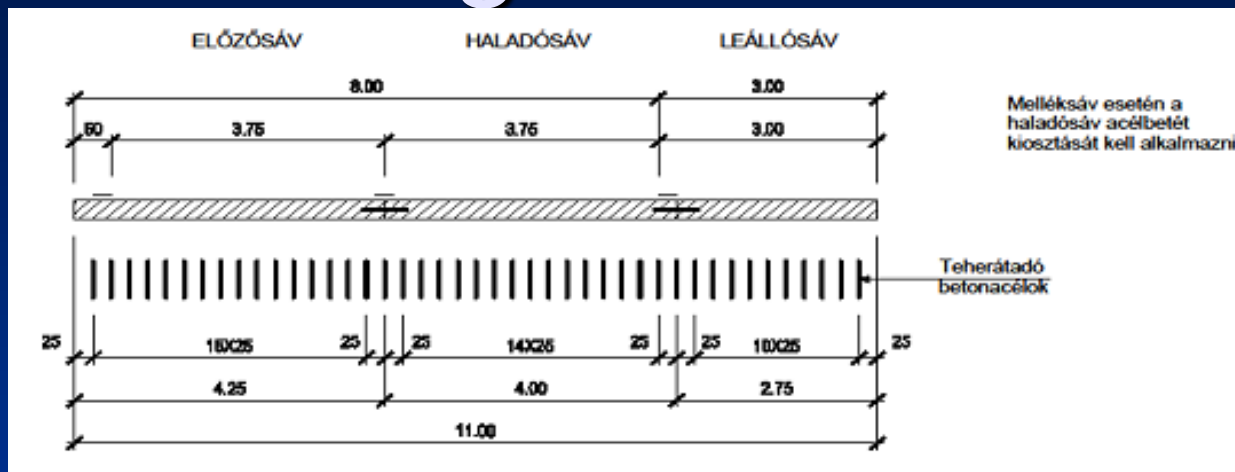
Hosszhézag



Bepattintható hézagkitöltő profil



Hézagvasak kiosztása



Hidak betonburkolata

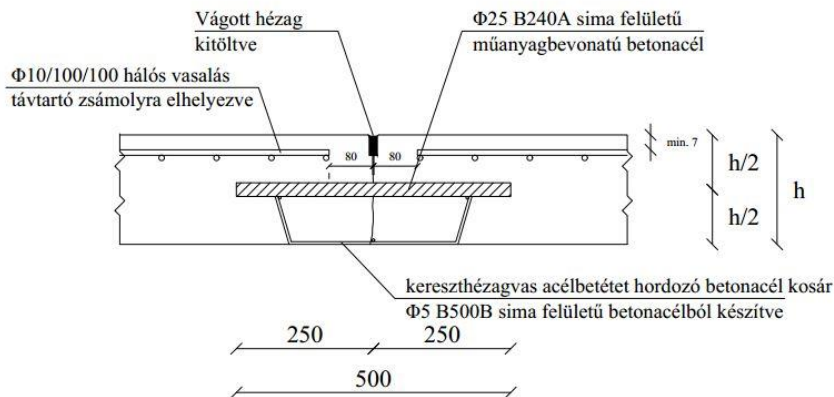
- 10 m-es hídhosszig, a betonburkolat a hídon megszakítás nélkül átvezethető.
- Táblák hálóvasalása, ha van 80° -nál kisebb szöge.
- A hálóvasalással ellátott táblákon a hossz- és a kereszt hézagok előtt 80–80 mm-rel a vasszerelést abba kell hagyni.
- Mosott felületképzésű betonburkolat esetében a híd betonburkolata a folyópálya felső betonréteg szilárdsági kategóriájával azonos legyen.
- A beton szilárdsági osztálya a csatlakozó folyópálya betonburkolatának szilárdsági osztályával egyezzen meg.
- A hossz hézagok kiosztása a folyópálya hézagkiosztását kövesse.
- A kereszt hézagok helyét a burkolat vastagságának, a hídszerkezet erőjátékának és mozgásainak figyelembevételével kell megtervezni.
- Az alátámasztások felett kereszt hézagokat kell kialakítani.
- Ferde hidak esetében, a folyópálya út irányára merőleges kereszt hézagait két kereszt hézagnál kell a híd ferdeségének eléréséhez fokozatosan elforgatni.
- Nagy szerkezeti hosszúságú, dilatációs szerkezettel tervezett híd esetében a hézagkiosztást egyedileg kell megtervezni.



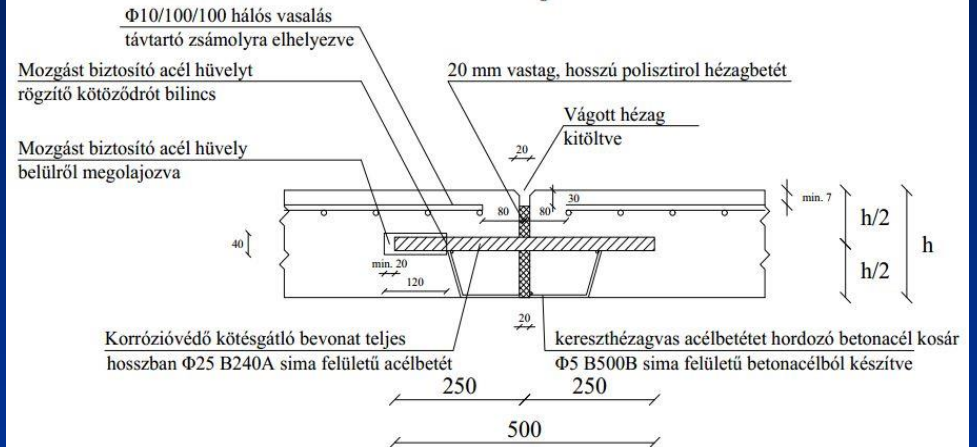
Hidak betonburkolata és a hídhoz csatlakozó burkolatok

Egyrétegű hálóvasalással erősített betonburkolat hézagjai

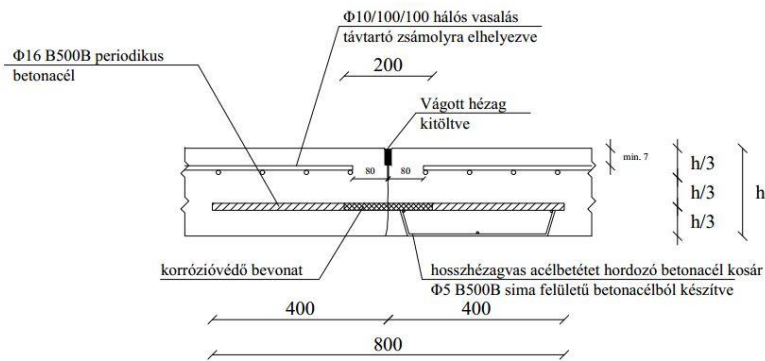
H típus



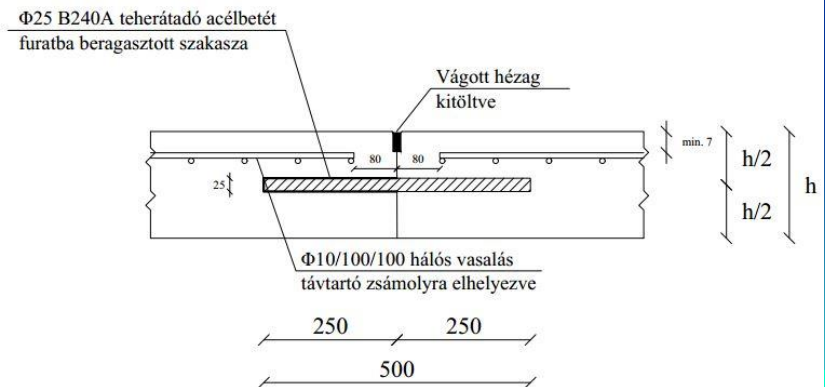
I típus



J típus



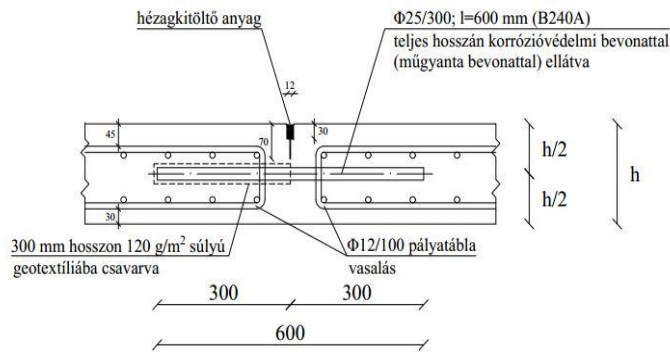
K típus



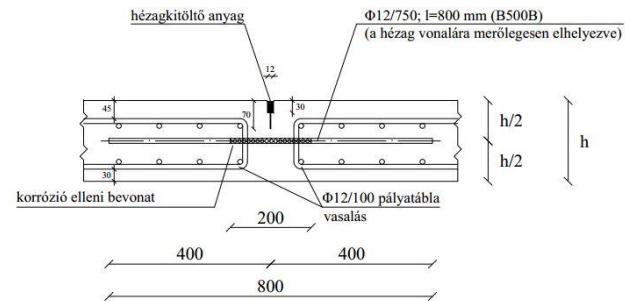
Hidak betonburkolata és a hídhoz csatlakozó burkolatok

Kétrétegű hálóvasalással erősített, legalább 200 mm-es vastagságú betonburkolat hézagai hidakon

Kereszthézag

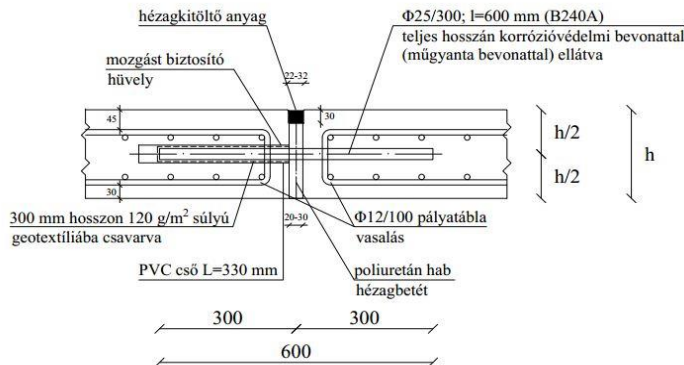


Hosszhézag

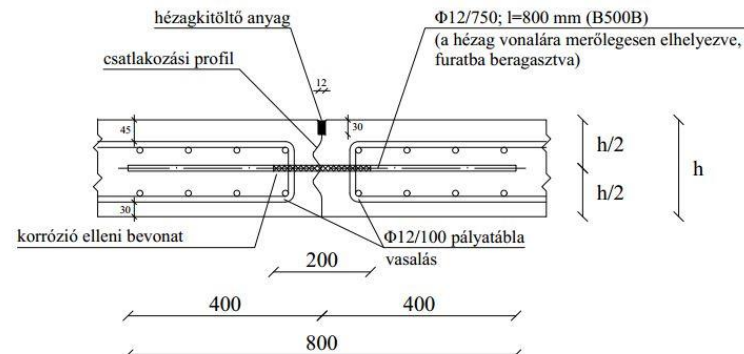


A méretek mm-ben értendők!

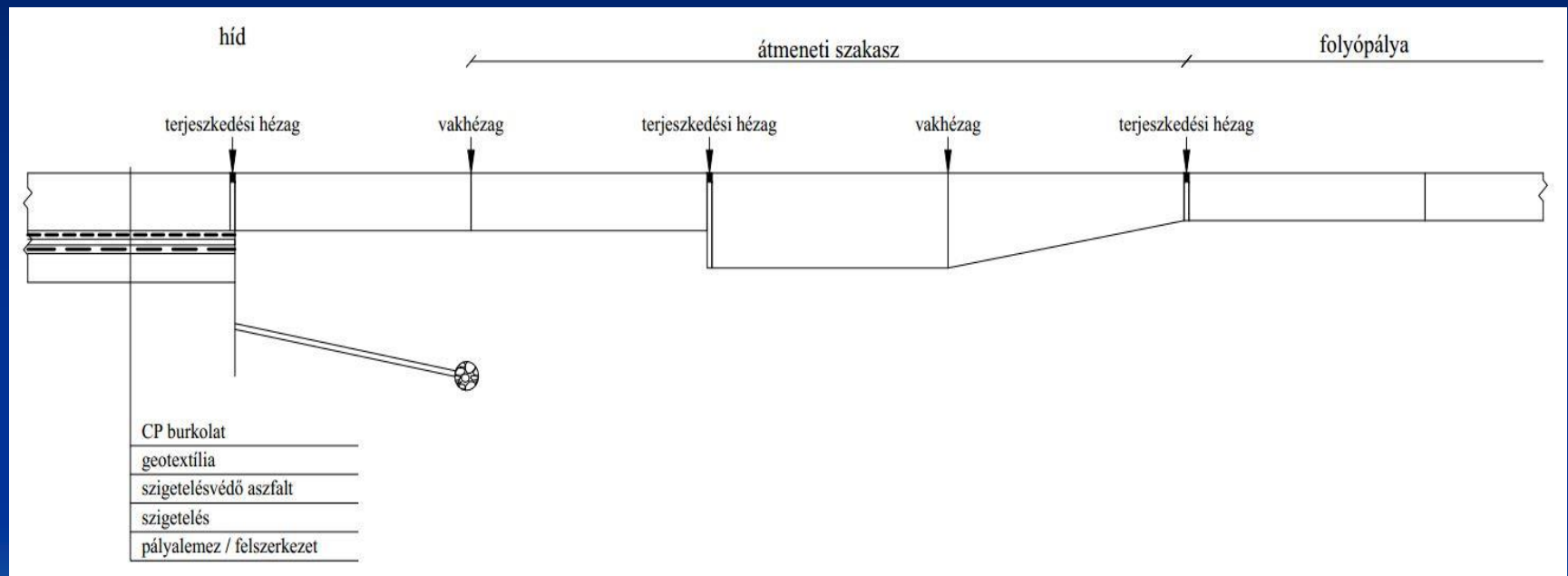
Terjeszkedési hézag



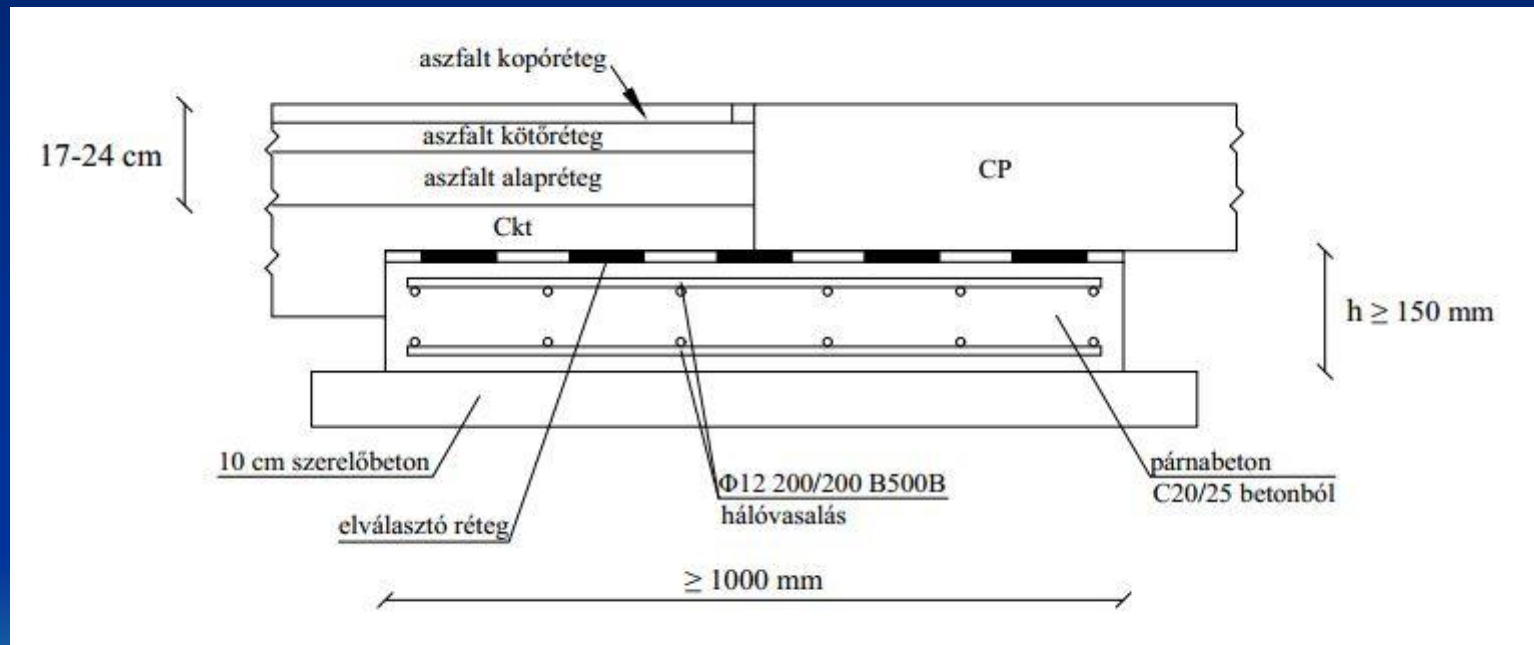
Munkahézag



Hidak betonburkolata és a hídhoz csatlakozó burkolatok



Betonburkolat csatlakozása aszfaltburkolathoz



A kompozit burkolat

- Betonréteg CP4/2,7
- Aszfalt kopórétege az e-UT 06.03.21:2018 útügyi műszaki előírás szerinti
- A betonréteg vastagságának felében elhelyezett vasalás a repedéstágasság korlátozására és nem a húzószilárdság növelésére szolgál.
- A folytonosan vasalt betonréteg felületén keletkező 0,2 mm-esnél keskenyebb repedések megengedettek.
- Periodikus betonacél $40 \times d$ hosszon, átlapolással
- Keresztirányban 700 mm-enként $\varnothing 12$ mm-es periodikus acélbetét elosztóvasalást kell készíteni.
- A keresztirányú betonacélok egyben a főbetétek szakszerű alátámasztását is biztosítják.
- Kompozit burkolatú pályaszerkezet átvezethető a hídon.
- M0 bal pálya rekonstrukció



ALAPANYAGOKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

1.) Alkalmazható cementek:

- portlandcement: CEM I 42,5; CEM I 32,5; CEM I 32,5N LH
- kohósalak-portlandcement: CEM II/A-S 42,5; CEM II/A-S 32,5;
CEM II/B-S 42,5; CEM II/B-S 32,5
- pernye-portlandcement: CEM II/A-V 42,5; CEM II/A-V 32,5
- kohósalak-cementek: CEM III/A 32,5 N-M-SR; CEM III/A 32,5 R-M-SR;
CEM III/B 32,5 N-SR

2.) A portlandcement-klinker az alábbi követelményeknek is feleljen meg:

- trikálcium-aluminát-tartalom: (C3A) $\leq 8\%$,
- trikálcium-szilikát-tartalom: (C3S) $\geq 50\%$,
- szabad mésztartalom: $\leq 1,5\%$,
- fajlagos felület $\leq 4300 \text{ cm}^2/\text{g}$
- cement kötése: 20°C-on, két órán túl; 30°C-on egy órán túl kezdődjön,
- Na-egyenérték: $(\text{Na}_2\text{O}+0,66\cdot\text{K}_2\text{O})$ nem lehet 0,6%-nál nagyobb

Kompozit burkolatba CEM III jelű cement nem alkalmazható.



Kőanyaghalmozók minimális követelményei

Adalékanyagok:

CP4,5/3,5, CP4/2,7:

Kőzetfizikai követelmények: LA20, MDE 15, MS18, FI20, PSV50, NZ, KZ ZK

CP3,5/2,4:

Kőzetfizikai követelmények: LA25, MDE 20, MS18, FI50, PSV50, NZ, KZ ZK

Dmax: 32, 22, 16, 11, 8 mm lehet

Homok: <0,063mm max. 16% lehet.

Az újrahasznosított beton adalékanyaggal szemben támasztott követelmények:

Tört beton tartalom (Rc), >90%

- 0,063 mm alatti, leiszapolható finom szemcsék, iszap–agyag tartalom, ≤3%
- Megengedett, legnagyobb aszfalttartalom (Ra)¹), ≤10 tömeg %

Kiegészítő anyagok:

- szilikapor: az MSZ EN 13 263-1 és az MSZ EN 13 263-2,
- granulált kohósalak: az MSZ EN 15 167-1 és az MSZ EN 15 167-2,
- pernye: az MSZ EN 450-1, illetve az MSZ EN 14 227-4,
- metakaolin: az MSZ 4798 szabványnak

A burkolati betonok tervezése

CP4,5/3,5

CP4/2,7

CP3,5/2,4

Hajlító-húzó szilárdság várható értéke, 28 napos korban,
150×150×600 mm méretű gerenda próbatesteken, N/mm²

6,5;

5,3

4,6

Hasító-húzó szilárdság várható értéke, 28 napos korban,
Ø150/300 mm-es henger próbatesteken, N/mm²

5,0

4,0

3,6

Nyomószilárdság N/mm²

15*15*15cm kockán

50

45

40

15/30 cm hengeren

45

40

34

Beton legkisebb cementtartalma, kg/m³

370

350

330

Beton legnagyobb víz-cement tényezője

0,40

0,43

0,45

A friss beton tervezési légtartalma

**Az adalékanyag-keverék legnagyobb szemnagysága,
mm**

Friss beton tervezési légtartalma, tf%

8 mm 5,0–6,0

11 mm 5,0–6,0

16 mm 4,5–5,5

22 mm 4,0–5,0



A betonburkolatok építése

Keverőtelep:

- Pozicionálás
- Megfelelő kapacitás
- Műszaki állapot
- Kiszolgálás, logisztika
- Alapanyagok tárolása
- Laboratórium a helyszínen
- Kamera

Keverékgyártás:

- Keverék konzisztencia beállítása naponta indulás előtt
- Mérlegek adagolási pontossága 3%
- Adalékszerek adagolása vízzel hígítva
- Cement és adalékanyag adagolása súlyméréssel
- Keverési idő 60 sec
- Teljesítmény: +20%
- Nedvesség tartalom mérő szonda



A betonburkolatok építése

Szállítás

- Billenő rakfelületű tgc.

Alumínium rakfelület nem lehet

Beépítés helyének helyszíni adottságai

Keverék konzisztencia nem módosítható

Takarás

Jó zárás

- Mixer kocsi

Konzisztencia a beépítés helyén módosítható

Átkeverés

Lassúbb ürítés

Hézagvasak elhelyezése előre



A betonburkolatok építése

Beépítés

- Kézi

- * Vibrogerenda
- * Tűvibrátorok
- * Formasínek
- * Megfelelő konzisztencia

- Gépi – csúszózsalus finiserrel

+ Kis gépes

- * 3-6 m
- * 20-30 cm vastagság között

+ Nagy gépes

- * 3,5-14,5 m között
- * 20-45 cm vastagság között
- * egy rétegben egy menetben egy géppel
- * egy rétegben 2 menetben friss a frissre 2 géppel azonos keverékkel
- * két rétegben két géppel friss a frissre különböző keverékekkel – 2 keverő kell !!!

A betonburkolatok építése

Mire építünk?

- mechanikai alaprétegre
vítelenítés
- hidraulikus kötőanyagú alaprétegre
- elválasztó réteg
 - * fólia
 - * műszaki textília
 - * bitumen emulzió
 - * zúzalékkiszórásra
 - * aszfaltréteg-szalagdrain



A betonburkolatok építése

Beépítés

- Elterítés
- Tömörítés
- Hézagvasak elhelyezése
- Felület kialakítása – lehúzó gerenda, hosszímító
- Felületképzés
- Párázárás, takarás

Felületképzés

- Seprűvel (acél vagy műanyag szálal)
 - * keresztben
 - * hosszában
- Jutavászon
- Műfűvel
- Mosott beton



Felületképzési technológiák

A friss betonban:

- **Hosszirányú érdesítés** (fésű, seprű, jutavászon, műfű)
- **Bevonat készítés** (pl. kopásállóság növelésére)



Felületképzési technológiák

Keresztirányú érdesítés (seprű)



Felületképzési technológiák

Megszilárdult betonban: (fenntartás)

- Csiszolás
- Marás



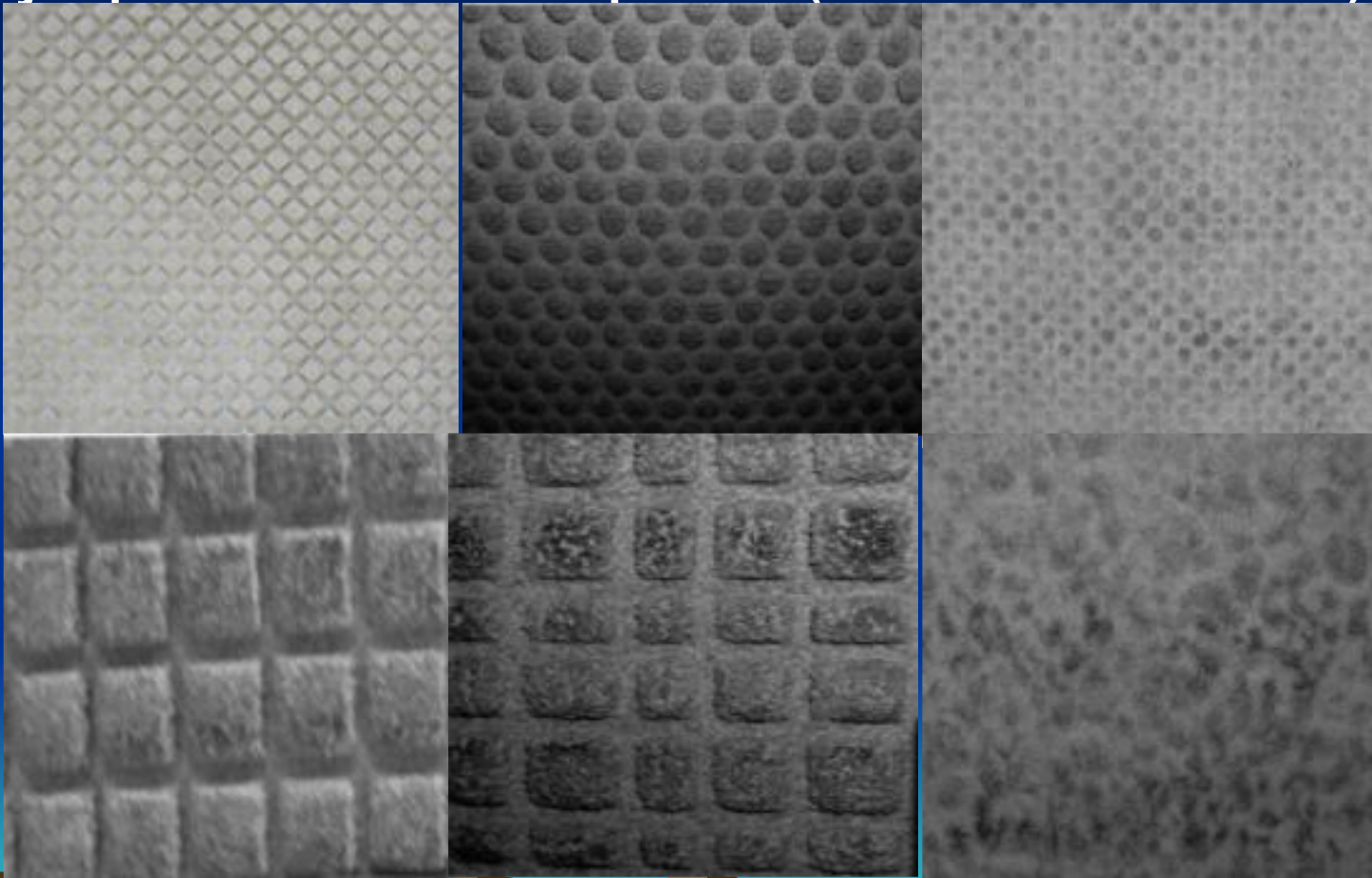
Felületképzési technológiák

Mosott beton (vizes és száraz)



Felületképzési technológiák

Új típusú felületképzés (mintázás-USA)



Hézagképzés

Hézagvágás

- * keresztmetszet gyengítése
- * rávágás

Hézagzárás

- * fózolás
- * takarítás
- * kellősítés
- * hézagzsinór
- * kiöntés vagy hézagprofil elhelyezése



Minősítés

Szilárdság (jellemző):

Megnevezés		CP4,5/3,5	CP4/2,7	CP3,5/2,4
Húzószilárdság MSZ EN 12 390- 6 szerint	Kifűrt hengeren, 28 napos korban, hasítással vizsgálva	3,5	2,7	2,4
Nyomószilárdság MSZ EN 12 390- 3 szerint	Kifűrt Ø150/150 mm méretű hengeren, 28 napos korban nyomásra vizsgálva	33	30	25

Minősítés

Szilárdság: 1-4 db vizsgálati eredmény és >5 vizsgálati eredmény

Egyedi előírt érték - Ld. előző oldali táblázatot!

Egyedi előírt határ= Egyedi előírt érték-5%

Megfelelőségi határ=Egyedi előírt érték-10%

Átlag előírt érték - Ld. előző oldali táblázatot!

Átlag előírt határ= Átlag előírt érték-3%

Átlag megfelelőségi határ= Átlag előírt érték-5%

Távolsági tényező:

Egyedi előírt érték

0,22 ill. 0,19

Egyedi előírt határ= Egyedi előírt érték-5%

+0,01

Megfelelőségi határ=Egyedi előírt érték-10%

=előírt határ

Vastagság:

Egyedi előírt érték – Tervezett érték!

Egyedi előírt határ= Egyedi előírt érték-10 mm

Megfelelőségi határ=Egyedi előírt érték-15 mm

Átlag előírt határ= előírt érték

Átlag megfelelőségi határ= előírt érték-5 mm

Minősítés

Tömörség (nem függ a db-számtól):

Egyedi előírt érték 95%

Egyedi előírt határ 94%

Megfelelőségi határ 93%

Átlag előírt határ 95%

Átlag megfelelőségi határ 94%

Érdesség:

1.szint

2.szint

3. szint

Egyedi előírt érték $\geq 0,5$

$\geq 0,4$

nincs

Egyedi előírt határ $\geq 0,4$

$\geq 0,3$

nincs

Megfelelőségi határ =előírt határ

=előírt határ

=előírt határ

Makroérdesség (mm):

Dmax=8mm

Dmax=11mm

Egyedi előírt határ 0,8-1,0

0,9-1,3

Megfelelőségi határ előírt határ

előírt határ

Kiálló zúzalékszemek száma:

Dmax=8mm

Dmax=11mm

Egyedi előírt érték 60

45

Egyedi előírt határ 55

40

Megfelelőségi határ előírt határ

előírt határ



Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

