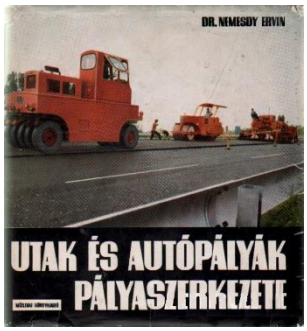
DR. NEMESDY ERVIN: **UTAK ÉS AUTÓPÁLYÁK PÁLYASZERKEZETE - Technológia – Építés**
MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ – BUDAPEST, 1971; o590



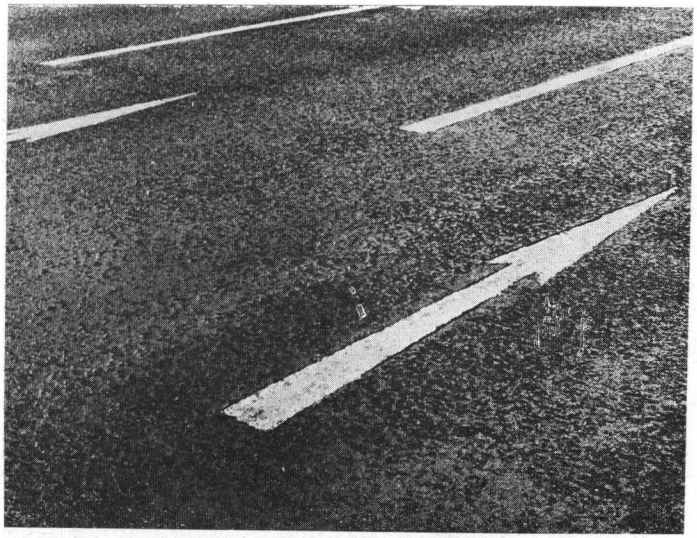
A szerzői jog tulajdonosainak engedélyével.

A műből történő bármilyen rész átvétele esetén meg kell jelölni az eredeti forrást!

RÉSZLETES TARTALOMJEGYZÉK

6.4 Utántömörödő kevert aszfaltburkolatok építése 389
6.4.1 Utántömörödő aszfaltburkolatok előnyei és hátrányai 389
6.4.2 Utántömörödő kevert burkolatok hazai előírásai és építésük 391
6.4.2.1 Kevert aszfaltmakadám szőnyeg és burkolat anyagai és építése 391
6.4.2.2 Kötőzúzalékos aszfaltmakadám burkolat anyagai és építése 393
6.4.2.3 Hígított bitumenes finom aszfaltbetonok, kevert zárórétegek 396
6.4.3 Utántömörödő kevert aszfaltburkolatok néhány jellemző külföldi előírása 398
6.4.3.1 Kevert aszfaltmakadám szőnyeg és burkolat 398
6.4.3.2 Kötőzúzalékos aszfaltmakadám 400
6.4.3.3 Félmelegen építhető aszfaltbeton kopórétegek 401
6.4.4 Utántömörödő aszfaltanyagok keverése és beépítése 403
6.4.4.1 A félmeleg aszfalt és a hideg aszfalt gyártási feltételei 403
6.4.4.2 Utántömörödő aszfaltanyagok előállítása keverőtelepen 404
6.4.4.3 Utántömörödő kevert aszfaltok beépítése 405
6.4.4.4 Technológiai utasítás utántömörödő burkolatok építéséhez 406
6.5 Permetezett aszfaltburkolatok építése 407
6.5.1 A permetezett aszfaltburkolatok és bevonatok általános tulajdonságai 407
6.5.2 Itatott aszfaltmakadám burkolat építése 408
6.5.2.1 Hazai előírások és gyakorlat az itatott aszfalt, makadám burkolatok építésére 408
6.5.2.2 Külföldi előírások az itatott aszfaltmakadám építésére 410
6.5.3 Felületi bevonás készítése 411
6.5.3.1 Általános technológiai irányelvek 411
6.5.3.2 Felületi bevonások kivitelezése 416
6.5.3.3 Hazai előírások a felületi bevonás készítésére 417
6.5.3.4 Jellegzetes külföldi előírások a felületi bevonások készítésére 419
6.5.4 A permetezéses burkolatok kivitelezéséhez használatos főbb gépek 422
6.6 Vízzel kevert aszfaltbevonatok 426
6.6.1 Általános áttekintés 426
6.6.2 Kationaktív bitumenemulzióval készült homokpép-bevonatok (Slurry-Seal eljárás) 427
6.6.2.1 Alkalmazandó anyagok 427
6.6.2.2 Előzetes laboratóriumi vizsgálatok a kedvező összetétel megállapítására 430
6.6.2.3 Hazai vizsgálatok a Slurry-Seal bevonatok összetételének a törési és bedolgozási időre való befolyásáról 432
6.6.2.4 Kationos Slurry-Seal bevonatok gépesített kivitelezése 433
6.6.3 Anionaktív bitumenemulzióval készült homokpép-bevonatok 436
6.6.3.1 Gépesített kivitel Slurry-Seal géppel 436
6.6.3.2 Keverés betonkeverővel, kézi elterítéssel 436
6.6.4 Nedves eljárású homokaszfalt bevonatok 437
6.6.4.1 A „nedves homok” eljárás lényege 437
6.6.4.2 Nedves eljárású homokaszfalt szőnyegek építése 438

6.7 Aszfaltburkolatok hidakon 439
6.7.1 Aszfaltburkolat betonhidakon 439
6.7.1.1 Körülmények kis és közepes forgalom esetén 439
6.7.1.2 Nehézforgalmú, télen sószórással fenntartott betonhidak aszfaltburkolatai és szigetelése 440
6.7.2 Aszfaltburkolatok acélhidak ortotrop lemezes könnyű pályaszerkezetein 443
6.7.2.1 Körülmények és követelmények 443
6.7.2.2 Bevált burkolatmegoldások 445
Irodalom 447



6.38 kép. Színes aszfalt-burkolatjel zúzalékkal érdesített öntöttaszfalt-burkolatban



6.39 kép. Színes aszfaltból kialakított útburkolati jelek Budapesten, öntöttaszfalt-burkolatnál

10...15 favödör anyagot lecsapolunk, megvizsgáljuk szemre, és utána visszaöntjük felül a masztikátor keverőterébe.

Természetesen más összetételű színes aszfaltok is alkalmazásra kerülnek külföldön, ezek receptúrája többnyire egy-egy vállalat szabadalma.

6.3.4.2. A színes öntöttaszfalt-burkolatjelek bedolgozása

A színes aszfalt burkolati jeleket hazánkban eddig elsősorban öntöttaszfalt-burkolatokban alkalmazták. A burkolatjel alakját az öntött aszfalt rétegvastagságának (3 cm-nek) megfelelő merevített szögvasidomból elkészítik, 3 cm-es sugarakkal legömbölyített sarkokkal. A sablonokat a kötőrétegen a terv szerinti helyen rögzítve öntött aszfalttal körüldolgozzák, majd az egész öntöttaszfalt-burkolatot elkészítik úgy, hogy a sablonokkal rögzített burkolatjelek üresen maradnak. Lehűlés után az acélsablonokat eltávolítva, a burkolatjel negatívja marad vissza az öntöttaszfalt-burkolatban, 3 cm mélyen. Ennek a 3 cm mély körülhatárolt résznek az alsó felét kb. 1,5 cm vastagságban bitumenes öntött aszfalttal kell kitölteni, majd azonnal, még meleg állapotban kell ráhordani és bedolgozni kézi fasimítókkal a felső kb. 1,5 cm vastagságú színes öntött aszfalt anyagot (6.37 kép). A színes aszfalt felülete is bársonyosan tükröző legyen az eldolgozás végén. Bár eddig elsősorban csak öntöttaszfalt-burkolatokban alkalmaztak színes aszfaltot útburkolati jelként, nincsen akadálya aszfaltbeton esetén sem az alkalmazásának, bár többletköltséggel jár. A burkolat szükséges hengerlése itt nehézséget okoz. A burkolati jeleket már csak elkészült, (vagy akár régi) aszfaltburkolatból az előírt idom körvonalai szerint tárcsás marógéppel ki kell marni, 3 cm mélyre. Nyilak vagy betűjelzések esetében nagyobb felületet kell kimarni és ekkor a vassablont el kell helyezni, utána öntött aszfalttal a sablont kívülről körüldolgozva az aszfaltbetonhoz való csatlakozást létrehozzák. A burkolatjel negatívját ezután már ugyanígy töltik ki 1,5 cm vastag öntött aszfalttal és 1,5 cm vastag színes aszfalttal, ahogy előbb leírtuk.

(Megjegyezzük, hogy a burkolatjelek másik tartós kialakítási módja, az aszfaltra ragasztott műanyag fólialemezek alkalmazása, hazánkban kísérleti stádiumban van.)

6.4. UTÁNTÖMÖRÖDŐ KEVERT ASZFALTBURKOLATOK ÉPÍTÉSE

6.4.1. Utántömörödő aszfaltburkolatok előnyei és hátrányai

A) Az előző fejezetben tárgyalt, folytonos szemeloszlású, útibitumennel készült, magas hőfokon kevert és beépített *tömör aszfaltburkolatok* nagy előnye abban áll, hogy a behengerlés, tömörítés és lehűlés után a burkolat eléri a teljes szilárdságát és stabilitását. A későbbi forgalom ezért — ha jól készítették őket — már nem okoz rajtuk semmi lényeges utólagos tömörödést, még kevésbé deformálódást. A tömör aszfaltburkolatok nagy előnye emellett a jó és tartósan hul-

lámmentes felület, nagy élettartam. Ezzel szemben áll viszont hátrányképpen, hogy a magas hőmérsékleten kevert útibitumenes tömör aszfaltburkolatok előállításához nagyobb teljesítményű és igényes berendezésű aszfaltkeverő-gépláncok szükségesek, a szállításkor pedig korlátokat szab a kihűlési veszély, és az, hogy a keverék hőmérséklete a hengerelhetőség alá csökken. Ezért az igényes keverőtelep a beépítés helyéhez viszonylag közel legyen. Emellett ilyen burkolatokat csakis száraz, jó időben szabad építeni (az öntött aszfaltot kivéve), amely viszont szintén speciális felszerelést igénylő, költségesebb burkolat.

Ezeket a hátrányokat küszöbölik ki az *utántömörödő kevert vagy permetezéses burkolatok*. Ezek többnyire jóval *egyszerűbb gépi felszereléssel* készíthetők, *kevésbé igényes anyagválasztékkal*. Legtöbb esetben az alacsonyabb beépítési hőmérsékletet megengedő *hígított bitumen* (esetleg emulzió) alkalmazásával, ún. *„félmeleg eljárással"* készülnek. Ez lehetővé teszi a nagyobb szállítási távolságot is.

A hígított bitumen kötőanyag és az utántömörödő jelleg teszi lehetővé az ún. *„hideg aszfalt"* nagyüzemi előregyártását is, amikor a kőbányába települt keverőberendezéssel hígított bitumennel olyan aszfaltanyagot állítanak elő, amelyet hónapokig lehet tárolni, vasúton nagy távolságra is lehet szállítani, és utána hideg állapotban lehet beépíteni, azaz elteríteni és behengerelni. Az ilyen hideg aszfalt főleg kis munkahelyeken gazdaságos, ahová keverőteleppel nem lenne érdemes felvonulni, és a minőségi követelmények a kis forgalom miatt nem szigorúak.

Általánosságban a félmeleg vagy akár hideg eljárással épített utántömörödő burkolatok előnye még, hogy a meleg aszfaltbetonoktól eltérően függetlenek az időjárástól, és ha nem is lehet esős időben jó minőségben építeni őket, a nedvesség és a nedves időjárással szemben a jó tapadásjavítóval adalékolt hígított bitumen vagy emulzió sokkal kevésbé érzékeny.

Ezeket az előnyöket azonban mindenképpen meg kell fizetni azzal, hogy *az utántömörödő aszfaltburkolatok minősége, felülete, élettartama és forgalombírása a meleg eljárással készült tömör burkolatokkal szemben hátrányosabb*. Ezért több fejlett útépítésű országban az utántömörödő burkolatok építése igen erősen visszaszorult a tömör aszfaltburkolatok építésével szemben.

Hazánkban ennek ellenére az *utántömörödő aszfaltburkolatok még nagy jelentőségűek*. Útépítő iparágunk jelenlegi és a következő 5...10 évben várható gépi felszereltsége és főleg a nemes zúzalék ellátása még jóideig szükségessé teszik az utántömörödő burkolatok építését bár egyre csökkenő arányban.

B) Az utántömörödő burkolatok adalékanyaga lehet *folytonos szemeloszlású* (betonrendszerű) és lépcsős, *szakaszos szemeloszlású* (makadámrendszerű).

Az *utántömörödő jelleg* az itt ritkábban alkalmazott *folytonos szemeloszlású* (betonrendszerű) adalékanyagokkal készült utántömörödő burkolatok esetén főleg a *hígított* bitumen kötőanyag miatt van. Behengerlés után a hígított bitumenből az oldószer még jó ideig nem párolog, nem távozik el, tehát a behengerelt aszfaltkeverékben a bitumen még nem köt teljesen. Az aszfaltkeverékben emiatt a szabad hézag a behengerlés után is még viszonylag nagy, a forgalom ezért további jelentős tömörödést okoz egészen addig, amíg az oldószer elpárolog, a bitumen végleg megköt és a zúzalékszemek elfoglalják a végső, viszonylag tömör helyzetüket.

Az *utántömörödő jelleg* a sűrűbben alkalmazott *szakaszos szemeloszlású* (makadámrendszerű) burkolatokra akkor is jellemző, ha nem hígított bitument, hanem — ritkábban — útibitument is használnánk. A szakaszos szemeloszlásban az *aszfaltréteg stabilitását, teherbíró-képességét* nem annyira a kötőhatásból eredő kohézió adja (mint aszfaltbeton esetén), hanem elsősorban a *zúzottkő és zúzalék nagy belső súrlódása, kiékeltsége okozza*. A behengerelt szakaszos szemeloszlású aszfaltanyag hézagtartalma viszonylag nagy. A forgalom alatt az aszfalt további utántömörödést kap: az egyes zúzalékszemcsék a terhelés alatt aprózódnak, töredeznek, majd a legtömörebben helyezkednek el. Végül bizonyos idő múlva a forgalom által már jól utótömörített, szakaszos szemeloszlású aszfaltanyag olyan eléggé tömör aszfaltanyaggá válik, amelynek már mind a nagy belső súrlódása, mind a kohéziója jelentős és a teherbírása, stabilitása megvan.

A legtöbb utántömörödő aszfaltburkolat a gyakorlatban szakaszos szemeloszlású (makadámrendszerű), mert ennek az építési technológiája jóval egyszerűbb. Ezek *legkedvezőbb* kötőanyaga a *hígított bitumen*, mert ez a behengerlés és az utántömörödési időszak nagy része alatt még viszkózus, kenőhatással elősegíti a jobb tömörödést, és jól bevonja az utótömörödés alatt aprózódó szemcsék friss felületeit. Amikor a hígítószer már elpárolgott és az utótömörödés is előrehaladt a forgalom alatt, akkor a keverékben maradt bitumen már tömör állapotban köti meg az aszfalt kővázát, adalékanyagát.

Ugyanebből az okból adódik az a körülmény is, hogy az utántömörödő aszfaltburkolatokban a kis belső súrlódású, gömbölyű zúzott homok helyett általában *100%-ban zúzotthomokot kell alkalmazni*. A hígított bitumen jó kenőhatása miatt a zúzott homok nagyobb érdessége nem okoz tömörítési nehézséget, viszont a zúzott homok a belső súrlódás fokozásával az aszfalt stabilitását előnyösen fokozza. Ugyanezen okból töltőanyagot, mészkőlisztet utántömörödő burkolatokhoz nem alkalmazunk.

C) Az utántömörödő jelleg és a hígított bitumen bizonyos veszélyt is jelent az új burkolatok számára. Ha a *behengerlés utáni forgalom* a közepes nagyságtól (évi átlagtól) jelentősebben eltérve *túl nagy vagy túl kicsi, az utántömörödő burkolat kárt szenvedhet*. Ha azonnal *nagy, nehéz forgalom* veszi igénybe az utántömörödő burkolatot, amikor még a hígított bitumen nem kötött meg és a szemcseaprózódás és az utántömörödés még nem zajlott le, akkor helyi deformációkat, hullámosodást, keréknyomokat, gyűrődéseket okozhat. Ha viszont *túl kicsi*

a forgalom az utántömörödő burkolaton, akkor a kellő utántömörödés a forgalom munkájának hiánya miatt elmarad, az aszfaltkeverék túlságosan nagy hézagtartalmú lesz. Ez a burkolat időállóságát, fagyállóságát, teherbíró-képességét erősen rontja, és ezzel annak korai tönkremenetelét okozza. Ezért tehát nagy forgalom vagy pedig kis forgalom, esetleg forgalomhiány esetén az utántömörödő burkolatok alkalmazása nem célszerű.

Ennek ellenére, a kevert utántömörödő burkolatokat sokszor alkalmazzák eredményesen lakótelepek útjain, ahol a forgalom nem nagy. Ilyenkor a hengerlés után tanácsos műforgalomról gondoskodni, ill. korszerűbb módon nehéz gumihengerrel utótömörítést kell végezni.

A majdnem mindig hígított bitumennel épülő utántömörödő aszfaltburkolatokra nézve közös és fontos követelmény az, hogy a *hígítóanyag mielőbbi eltávozását, elpárolgását nem szabad megakadályozni*. Ezért pl. a folytonos szemeloszlású (betonrendszerű) hideg eljárással készült, zárt aszfaltszőnyegek legnagyobb vastagsága csak 3 cm lehet, mert ennél vastagabb betonrendszerű szőnyegben az oldószer az alsó rétegből nem tud elpárologni. Lépcsős szemeloszlású, makadámrendszerű aszfaltburkolatok esetén a vastagság jóval nagyobb is lehet (pl. kevert aszfaltmakadám 6...7 cm), mert az ilyenkor adódó nagyobb hézagtartalom az oldószerpárolgást az alsó rétegből is lehetővé teszi. Különösen a vastagabb utántömörödő aszfaltrétegeknél igen fontos, hogy záróréteget addig nem szabad a hígított bitumennel készült aszfaltburkolatra helyezni, amíg az oldószerek nagyobb része el nem távozott. Ha a túl korán elhelyezett záróréteggel az oldószer távozását megakadályozzuk, az aszfaltréteg esetleg még évekig túl kis stabilitású, *könnyen deformálódó, hullámosodó* lesz, és ez a burkolat romlását okozza. Arra is ügyelni kell viszont, hogy a záróréteg építése ne várasson magára sokáig, mivel a *beázást, ill. a szétfagyást* el kell kerülni. A záróréteg legkésőbb őszig elhelyezendő.

Az építés befejezése után a forgalomtól és az időjárástól függően még legalább 4 hetet vesz igénybe a hígítóanyag nagy részének az elpárolgása. Eközben az utántömörödés legnagyobb része végbemegy. Ezután kerülhet rá az utántömörödő burkolatra a záróréteg, aminek még szintén kell a forgalom alatt tömörödnie. Ezért az az egészséges helyzet, ha az utántömörödő burkolatok építését *szeptember közepéig befejezik*, és a későbbi építéssel nem kockáztatják meg a két lehetséges fő hibát: a korai záróréteg-elhelyezéssel a hígítóanyagok bezárását és a későbbi hullámosodást, vagy a késői záróréteg-elhelyezéssel az esőzési időszak és a fagyok általi károsodást.

6.4.2. Utántömörödő kevert burkolatok hazai előírásai és építésük

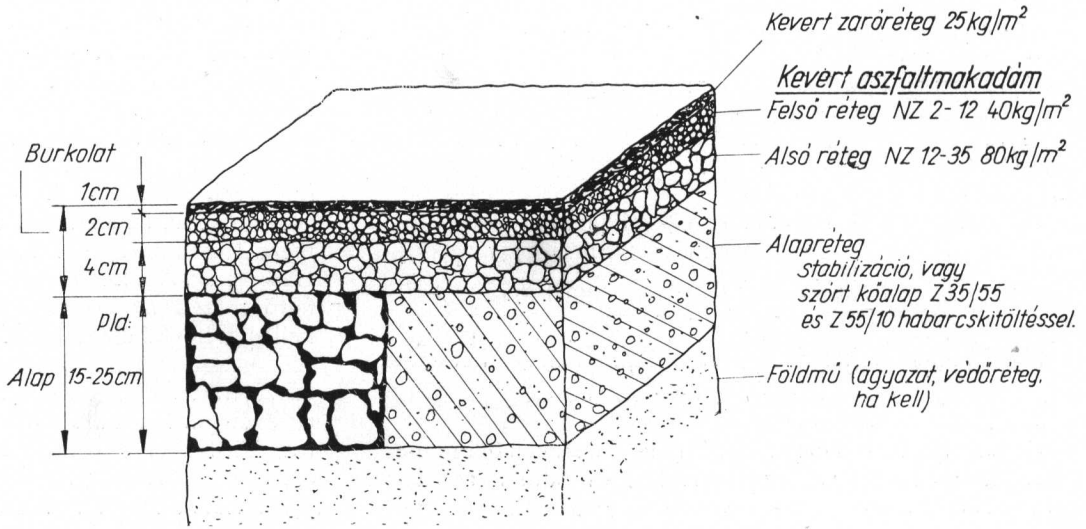
6.4.2.1. Kevert aszfaltmakadám szőnyeg és burkolat anyagai és építése

Az ÉKSZ előírások a *kevert aszfaltmakadám* két fajtáját alkalmazzák (6-93. és 6-94. ábrák):

KM-60 jelű kevert aszfaltmakadám *szőnyeg*, amely egyrétegű, 3 cm tömör vastagságú, 60 kg/m² mennyiségű;

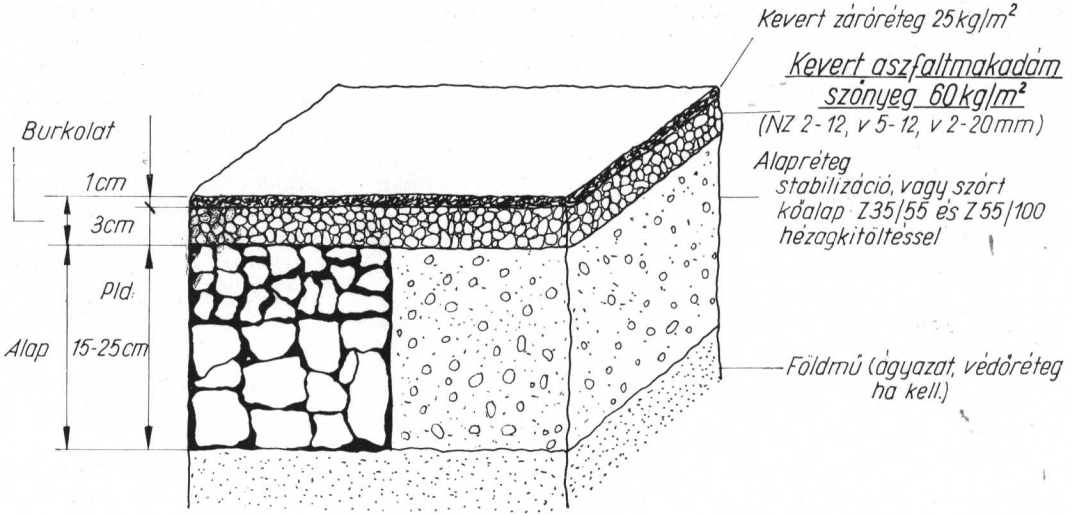
KM-120 jelű kevert aszfaltmakadám *burkolat*, amely kétrétegű, 6 cm tömör vastagságú, 120 kg/m² mennyiségű.

A kevert aszfaltmakadámok a viszonylag legjobb minőségű utántömörödő kevert burkolatok. Alkalmazhatók megfelelő teherbíró alap esetén *könnyű, közepes és közepesen nehéz forgalom* esetében; nagyon nehéz forgalomra nem alkalmas.



6-93. ábra. Kevert aszfaltmakadám burkolat

6-94. *ábra.* Kevert aszfaltmakadám szőnyeg



Külső szakaszokon kívül előnyösen alkalmazzák átkelési szakaszok, városi és községi utak, utcák és lakótelepülések belső útjainak burkolására is. Legtöbbször meglevő burkolatok megerősítésére alkalmazzák, általában az alatta levő alaprétegek vagy régi burkolat teherbíró-képességétől és a forgalomtól függ, hogy az egy- vagy kétrétegű változatot alkalmazzuk. Mindkét esetben azonban a bejáródás (kb. 1 hónapi forgalom) után a felületet kevert záróréteggel vagy felületi bevonással lezárjuk, vízzáróvá tesszük.

Az aszfalt *adalékanyaga* kizárólag zúzalék, NZ minőségben, *A* vagy *B* jelű kőzetcsoportból. Az alsó rétegbe 12/35 mm, a felső rétegbe pedig vagy 2/12 mm, vagy 5/12 mm, esetleg 2/20 mm-es zúzalékfrakciók alkalmazhatók. Ezeket a frakciókat a bányában előállított nyújtott frakciókból vagy pedig az alábbi keverési arány szerint állítjuk össze:

2/ 8 mm-es frakció:	2/5 mm + 5/8 mm egyenlő arányban
2/12 mm-es frakció:	2/5 mm + 5/8 mm + 8/12 mm egyenlő arányban
5/12 mm-es frakció:	5/8 mm + 8/12 mm egyenlő arányban
2/20 mm-es frakció:	2/5 mm + 5/8 mm + 8/12 mm egyenlő arányban
12/35 mm-es frakció:	egy rész 12/20 mm + két rész 20/35 mm.

Megjegyezzük, hogy 2/5 mm-es zúzalék felerészben 0/5 mm-es zúzalékkal is helyettesíthető, természetes homok azonban nem kerülhet a keverékbe.

Az aszfalt *kötőanyaga* hígított bitumen. Ennek fajtáját az építés időszakától, a léghőmérséklettől függően választjuk meg:

HB-2 jelű anyaggal kb. májustól szeptemberig, 10 °C felett,

HB-1 jelű anyaggal április, szeptember, október hónapokban, 5 °C felett,

HB-0 jelű anyaggal, esetleges téli építéskor, −5 °C felett.

A kötőanyag mennyisége a 12/35 mm-es alsó rétegben 3,5%, a felső rétegben pedig általában 5,5%, egyedül a 2/20 mm-es zúzalékban 5,0%, az adalékot 100% adalékanyagra vonatkoztatva.

A *KM-60* és a *KM-120* jelű kevert makadám szőnyeg és burkolat összetételét és adatait áttekintően a 6-13. táblázatban látjuk.

Megjegyezzük, hogy nyáron 15 °C hőmérséklet felett, lehet alkalmazni meleg eljárással *NB-200* jelű útibitument is, bár ez az utántömörödő jelleg miatt kevéssé előnyös.

A kevert aszfaltmakadám-burkolat alsó, durvább rétegét finiserrel, terítőládával, esetleg kézzel terítik el. Ezt nehéz acélhengerrel lehengerlik, nem tömörre, kb. 3...5 hengerátmeneti számmal, hogy a következő réteg jó hozzákötését elősegítsék. Az alsó rétegre lehetőleg még aznap kerüljön rá a felső réteg, amelyet feltétlenül finiserrel vagy terítőládával kell elteríteni, különös gonddal az egyenletes felületre. A felső réteget ezután a nehéz hengerrel alaposan 4...5, de legfeljebb 6...7 járatszámmal behengerlik; ez a tömörítés a még friss alsó réteget is tovább tömöríti és a két réteget is jól egymáshoz köti. (A hengerlés általános szabályai ugyanazok, mint amit aszfaltbeton kivitelezésekor megismertünk). A teljes tömörítést a forgalom hozza meg.

6-13. táblázat. Kevert aszfaltmakadám szőnyeg és burkolat adatai (1970. évi ÉKSZ előírások szerint)

Burkolattípus jele:	KM-60	KM-120
Aszfaltmennyiség (záróréteg nélkül) Tömör vastagság (zárórétegggel együtt)	60 kg/m² 3,5 cm	120 kg/m² 6 cm
Alsó (kötő) réteg		
mennyiség, kg/m²	—	80
zúzalékanyag, mm	—	12/35
hígított bitumen, %	—	3,5
Felső (kopó) réteg		
mennyiség, kg/m²	60	40
zúzalékanyag, mm, vagy-vagy	3/12; 5/12; 3/20	3/8; 3/12; 5/12
hígított bitumen	5,5...5,0	5,5
Felületi zárás		
a) kevert záróréteg (pl. HAB-8 zárt) mennyiség, kg/m²	20	20
vagy:		
b) felületi bevonás		
hígított bitumen, kg/m²	1,2	1,2
NZ-8/2 zúzalék, kg/m²	16	16

* A kevert záróréteg a 396. oldalon megadott összetételt és követelményeket elégítse ki.

Az így készített kétrétegű burkolat vagy egyrétegű szőnyeg felülete még nyitott. Ezért a felületet *póruszárás* céljából 3...5 kg/m² száraz vagy hígított bitumennel bevont 0/5 mm-es iszapmentes homokkal le kell szórni, s a burkolatot a forgalomnak csak ezután adjuk át.

Törekedni kell arra, hogy viszonylag minél előbb zárjuk le a nyitott felületű burkolatot vagy szőnyeget, *kevert zárórétegként* 25 kg/m² mennyiségű félmeleg úton előállított frissen kevert *hígított bitumenes aszfaltbetonnal* (*HAB-5* vagy *HAB-8* zárt rétegekkel) (6.4.2.3. pont 396. oldal), vagy pedig *hígított bitumenes felületi bevonással* (I. 6.5.3.3. pont, 411. oldal). Ezután a közúti forgalomnak minél hamarabb át kell adni. Az első két hétben nappal a kivitelező vállalat a forgalmat a forgalomterelő gumikúpok elhelyezésével úgy irányítja, hogy a járművek tömörítő hatása legalább az első két hét utókezelési idő alatt szélességben egyenletesen tömörítse a burkolatot.

A hígított bitumennel készült zárórétegeket (kevert réteget vagy felületi bevonást) azért lehet azonnal a nyitott felületű burkolatra ráhelyezni, mert maguk is hígított bitumennel készülvén, lehetővé teszik még egy jó ideig az oldószerek elpárolgását nemcsak a zárórétegből, hanem a kevert aszfaltmakadám alsó és felső rétegéből is.

Ha viszont a felületi zárás *útibitumennel* vagy *bitumenemulzióval* felületi kezeléssel, vagy pedig *útibitumennel* készült aszfaltbetonnal készülne, akkor ezek megakadályoznák az alsó rétegekből az oldószerek elpárolgását. Ezért ilyen esetben csak leghamarabb 3...4 hét forgalom, párolgási idő után szabad megfelelően letisztítva a felület lezárását elvégezni.

Ajánlatosabb tehát a hígított bitumenes lezárásokat aszfaltmakadámok esetén előnyben részesíteni, mivel ezek hamarabb épülhetnek, ekkor a felületet a forgalomtól jobban védik az első időben.

6.4.2.2. Kötőzúzalékos aszfaltmakadám-burkolat anyagai és építése

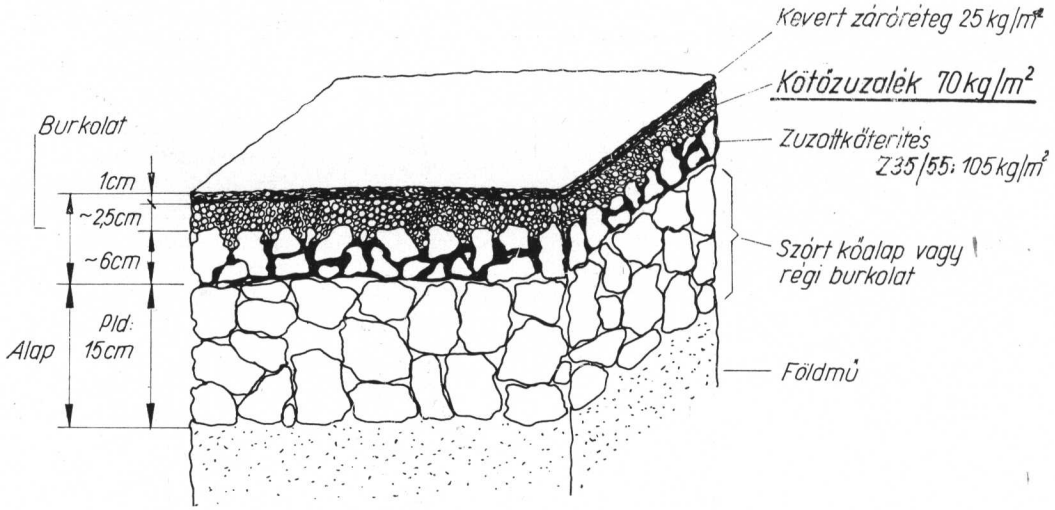
A) A kötőzúzalékos aszfaltmakadám-burkolat többnyire kis—közepes forgalom számára épül, megfelelő teherbírású zúzottkő alapra vagy kijavított, rendbehozott és letisztított régi makadám- vagy aszfaltburkolatra, amelyet rendszerint a korszerűsítés során egy- vagy kétoldalt szélesítenek is. Igen alkalmas lakótelepi utak burkolására.

A burkolat lényege, hogy a teherbíró alapra kb. 6 cm vastag rétegben Z 35/55 jelű zúzottkövet terítenek el, azt úthenger néhány járatával elsimítják. Ezután az új, még kissé laza zúzottkőrétegre hígított bitument permeteznek, majd keverőgépben kötőanyaggal előre megkevert folytonos szemeloszlású zúzalékot, *kötőzúzalékot* terítenek el egy vagy két rétegben. Ennek a kötőzúzaléknak nagy részét behengerlik, benyomják az elterített zúzottkőréteg hézagai közé. A benyomódást az előzetes HB-permetezés, mint kenőanyag elősegíti, és ezzel a zúzottkőréteg „bekötődik", azaz felső rétege kiékelődik aszfaltanyaggal, és betömörödés után elaszfaltosodik. A kötőzúzalék egy része mint vékony aszfaltszőnyeg a bekötött zúzottkőréteg felett marad. A hengerléssel végzett teljes betömörítés után a nyílt felület miatt zárórétegeket kell építeni. Elsősorban kevert zárórétegeket alkalmazunk vagy pedig hígított bitumenes felületi bevonást (6-95. ábra).

Bár a kötőzúzalékos burkolat vastagsága így az alap felett tömör, kb. 6...7 cm, azonban a minősége, élettartama és forgalombírása nem éri el a kevert aszfaltmakadám-burkolatét az utántömörödő burkolatok csoportjában. Amíg ugyanis a kevert aszfaltmakadám esetén a teljes 6...7 cm-es tömör zúzottkő — zúzalékréteg szemeit, szemcséit a kötőanyag egyenletesen vonja be a keverés következtében, addig a kötőzúzalékos aszfaltmakadám zúzottkőréteg alsó fele egyáltalán nem kapott kötőanyagot és kötőzúzalékot sem, ezért a hézagtartalma is jóval nagyobb.

B) A *kötőzúzalék* adalékanyaga homok, zúzotthomok és zúzalékfrakciók összetételéből áll, folytonos szemeloszlással állítandó össze, a 6-14. táblázatban és a 6-96. ábrában is feltüntetett szemeloszlási határgörbék határai között. Látjuk, szemeloszlása a durva aszfaltbetonhoz hasonló 20 mm-es

6-95. *ábra.* Kötőzúzalékos aszfaltmakadám burkolat



max. szemnagysággal. A jellemző összetétel a következő:

Zúzotthomok	0/5 mm	30%
Természetes homok	0/3 mm	20%
Zúzalék	5/12 mm	30%
Zúzalék	12/18 mm	20%
		100%

Bár a belső súrlódás és a kiékelő hatás csökken, mégis a kisebb igényű burkolatokhoz alkalmazhatunk zúzott anyag helyett természetes homokos kavicsból készített *kötőkavicsot* is. A betartandó szemeloszlási határgörbék ugyanazok (6-96. ábra), de a homokos kavicsban 12 mm-nél nagyobb kavics lehetőleg ne legyen.

6-14. táblázat. A kötőzúzalék-aszfaltkeverék összetétele és kötőanyag-szükséglete az 1971. évi ÉKSZ alapján

Adalékanyag	*Szemeloszlás:*
Szita és □-rostaméret	
0,00... 0,09 mm	2... 5%
2,00 mm	20... 40%
5,00 mm	40... 65%
12,5 mm	70...100%
20,0 mm	100
Kötőanyag-szükséglet tájékoztató érték	HB=5,0...6,5%
Elfogadott szemeloszlás szemcsehatárai	Egyes frakciók külön kötőanyagszükséglete 100 súlyrészadalékanyaghoz
0... 3 mm	8,5%
3... 5 mm	6,0%
5...12,5 mm	5,0%
12,5...20 mm	4,0%

A kötőanyag általában HB-2 vagy HB-1 hígított bitumen. A szükséges mennyiséget a valóban alkalmazott szemeloszlási görbe adatai alapján a 6-14. táblázat adatai alapján lehet kiszámítani. A kötőzúzalékot *félmeleg eljárással* a keverőtelepen meg lehet keverni és azonnal beépíteni (ez a kedvezőbb minőség). Elterjedten alkalmazzák azonban a kőbányákba telepített stabil keverőtelepeken *előregyártott* kötőzúzalékot, amelyet mint *„hideg aszfaltot"* építenek be. A hideg aszfaltot így olyan kisebb útépítésekhez is jól lehet alkalmazni, ahová különben gazdaságtalan lenne felvonulni keverőteleppel.

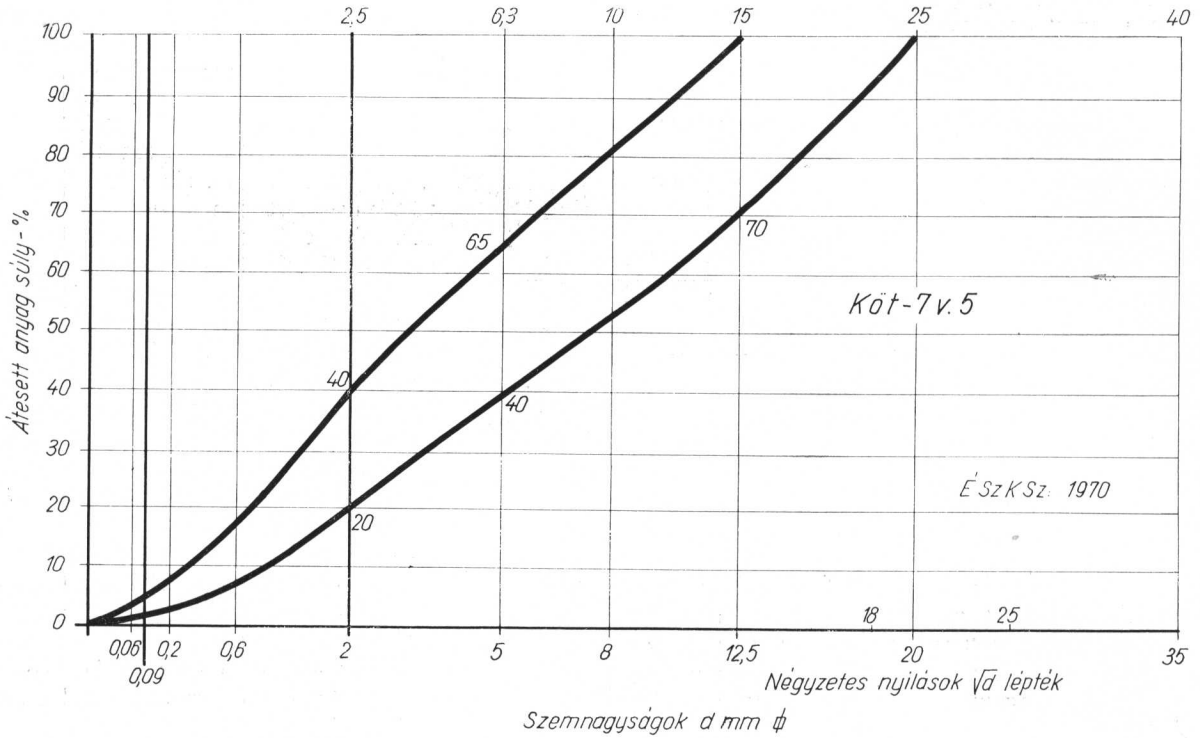
C) A következő kötőzúzalékos aszfaltrétegeket lehet alkalmazni az 1971. évi ÉKSZ szerint:

Köt-7 jelű kötőzúzalékos burkolat, közepes forgalomra alkalmas, 7 cm vastagságú laza zúzottkőrétegre 70 kg/m² kötőzúzalék alkalmazásával, záróréteggel (kb. 8...9 cm tömör összvastagsággal).

Köt-5 jelű kötőzúzalékos burkolat, kisebb forgalomra alkalmas, 5 cm vastagságú laza zúzottkőrétegre 50 kg/m² záróréteggel (kb. 6...7 cm tömör összvastagsággal).

(Ezen két burkolaton kívül, amelyek hígított bitumennel készülnek, alkalmazhatnak *Köt-7/a* jelű kötőzúzalékos útalapréteget, amely esetében a 7 cm laza vastagságú zúzottkőrétegre 50 kg/m² kötőzúzalékot hengerelnek záróréteg nélkül, 8 cm tömör vastagságban. Ilyen esetben kötőanyagként célszerűen NB-200 útépítő bitument kell alkalmazni és meleg eljárással kivitelezni.)

A kötőzúzalékos aszfaltmakadámok anyagszükséglete és a megfelelő technológiai sorrend a 6-15. táblázatban olvasható.



6-96. *ábra.* Kevert kötőzúzalék (kötőkavics) szemeloszlási határgörbéi az 1969. évi ÉKSZ szerint

D) A *kivitelezés* során a megtisztított, rendbehozott alapra a már kész, szilárd vezetősávok vagy szegélykősorok közé elterítjük a Z 35/55 zúzottkövet kb. 6 cm vastagon, ami a legnagyobb szem méretének felel meg. Pár simítóhengermenetet végzünk, de nem tömörítünk még. A „rózsásodott", tehát a henger alatt szétaprózódott szemeket vagy szennyezett részeket és túl nagy kőszemeket ki kell cserélni. A következő lépésben permetező gépkocsival 1,6 kg/m² hígított bitument permetezünk szét, egyenletesen, csíkozás nélkül. Ezután a *Köt-7* jelű burkolat esetén a kötőzúzalék teljes mennyiségének kisebbik felét, 30 kg/m²-t terítjük el és azt nehéz hengerrel vagy gumihengerrel teljesen behengereljük és benyomjuk a zúzottkőréteg hézagai közé. Ezután második rétegként újra 30 kg/m² mennyiségű kötőzúzalékot terítünk el. Az első hengerjáratok után a 4 m hosszú egyenes léccel a felületen ellenőrizni kell az egyenletességet. A 10 mm-nél nagyobb hullámokat vagy felgereblyézik vagy pedig a mélyedéseket a profilozásra félretett 10 kg/m² mennyiségű kötőzúzalékot felhasználva kitöltik. Így jó egyenletességű profilt hoznak létre.

A vízzáróság érdekében jobb a hígított bitumenes záróréteget azonnal elhelyezni (ennek előnye még a rétegek jobb összekötődése). Másfelől, ha száraz idő van, jobb, ha 2...3 heti bejáródási időt hagyunk a hígítószer elpárolgására. Ezután gondosan letisztítjuk a felületet és elhelyezzük a záróréteget (vagy a felületi bevonást vagy inkább *HAB-5 zárt* jelű záróréteget). Ez utóbbit finiserrel vagy terítőládával fektetjük a jó felületi egyenletesség létrehozására. A terítés előtt a jó réteg-összedolgozás miatt 0,8 kg/m² hígított bitumennel vagy 0,5 kg/m² bitumenemulzióval permetezzük le a tiszta felületet, a kevert záróréteg jó leragasztása érdekében. A záróréteg végleges hengerlése után még két hétig utókezelést végez a kivitelező, és a forgalmat a nappali órákban terelőkúpokkal úgy tereli, hogy a forgalom már az elején egyenletes utótömörítést adjon a burkolatnak.

A *Köt-5* jelű vékonyabb, kisebb forgalomra alkalmas változatban az eltérés csak annyi, hogy a kisebb vastagsághoz kisebb szemű, Z 20/35 mm-es zúzottkövet alkalmazunk. A hígított bitumenes permetezés után a kevesebb kötőzúzalékot egyszerre terítjük el, ismét 10 kg/m² mennyiséget tartalékolva a gondos profilkiigazításokhoz. A záróréteg és utókezelés módja változatlan.

A *Köt-7/a* jelű szerkezeti útalapréteget NB-200 útépítő bitumennel, meleg eljárással helyesebb építeni, főleg 15 °C hőmérséklet feletti száraz időben, május 15 és szept. 15 között. A meleg eljárás miatt a forró keverék lehűlésére itt

6-15. táblázat. Kötőzúzalékos aszfaltmakadámok anyagszükséglete kg/m²-ben (1970. évi ÉKSZ alapján)

Burkolattípus jele	Köt-5 (burkolat)	Köt-/7b (burkolat)	Köt-7/a (alapréteg)
1. Zúzottkő terítés			
20/35 mm-es	75	—	—
35/55 mm-es	—	105	105
2. Hígított bitumenes alápermetezés	1,4	1,6	1,6
3. Első réteg kötőzúzalék			
terítés	40	30	40
pótlás profilozása	10	—	10
4. Második réteg kötőzúzalék			
terítés	—	30	—
pótlás profilozása	—	10	—
5. Felületi zárás			
a) kevert záróréteg (pl. HAB-5 zárt) vagy	20	20	—
b) felületi bevonás			
hígított bitumen	1,2	1,2	—
8/12 mm-es zúzalék	16	16	—

nagyon kell vigyázni, mivel a hideg zúzottkőréteggel a hézagokban nagy felületen érintkezve jóval gyorsabban hűl le az aszfalt. Ezért itt egy mennyiségben terítjük el a keveréket. A hengerlés alatt a profiljavítással is sietni kell, mert kihűlt anyaggal már nem lehet homogén réteget létrehozni. Ilyenkor különösen ajánlható a gumihenger vagy vibrátoros henger alkalmazása, mert ezek a kissé kihűlt, 100 °C-on aluli hőmérsékletű aszfalton is képesek tömörítő hatást elérni.

6.4.2.3. Hígított bitumenes finom aszfaltbetonok, kevert zárórétegek

Hígított bitumen kötőanyaggal, valamint mészkőliszt — zúzotthomok — zúzalék összetételű adalékanyaggal készülő folytonos szemeloszlású *utántömörödő jellegű finom aszfaltbeton* rétegeket előnyösen lehet az alábbi esetekben alkalmazni:

a) új burkolatok lezárására, mint kevert záróréteget (pl. kevert aszfaltmakadám, kötőzúzalékos aszfaltmakadám, itatott aszfaltmakadám építésének befejezéseképpen);

b) útfenntartás keretében, a tervszerű megelőző karbantartás során bármilyen típusú, rendbehozott felületű aszfaltburkolatok, zúzottkő-makadámok, kőburkolatok esetén akár erősítés, akár érdesítés, akár felületkiegyenlítés, akár pedig felújítás érdekében.

Ezen célokból szükség szerint 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 cm rétegvastagságú szőnyegeket lehet készíteni. A maximális szemnagyság 5 és 8 mm. Ha a szemeloszlás *zárt jellegű*, vagyis a töltőanyag-tartalom nagyobb, akkor *félmeleg eljárással* célszerűbb a szőnyeget a keverés után azonnal beépíteni, kedvezőbb elterítési és bedolgozási lehetőséget és minőséget létrehozva. Ha a szemeloszlás jellege nyitott, a töltőanyagtartalom kisebb, akkor (a kedvezőbb félmeleg bedolgozás mellett) az ún. *hideg eljárású* bedolgozás is megengedhető. Ez esetben a finom aszfaltbetont, előregyártva, esetleg hosszabb ideig tartó tárolás után építik be. A hideg eljárásos beépítés hűvös időben összeálló aszfaltot eredményezhet, amelyet egyenletesen nehéz bedolgozni, és a minőség is kedvezőtlenebb lesz, mint a félmeleg eljárásban.

Az 1971. évi ÉKSZ a következő hígított bitumenes aszfaltbetonok alkalmazását tárgyalja:

a) *Félmeleg gyártású és beépítésű* aszfaltbeton szőnyeg (záróréteg):

HAB-5 zárt jelű, vastagsága: 1,0...1,5...2,0 cm,

HAB-8 zárt jelű, vastagsága: 2,0...2,5 cm.

b) *Előregyártható és tárolható* hideg aszfaltszőnyeg:

HAB-5 nyitott jelű, vastagsága: 1,0...1,5...2,0 cm,

HAB-8 nyitott jelű, vastagsága: 2,0...2,5 cm.

Megjegyezzük, hogy 1,0 cm tömör vastagsághoz kb. 22... ...23 kg/m² kevert aszfaltbeton szükséges.

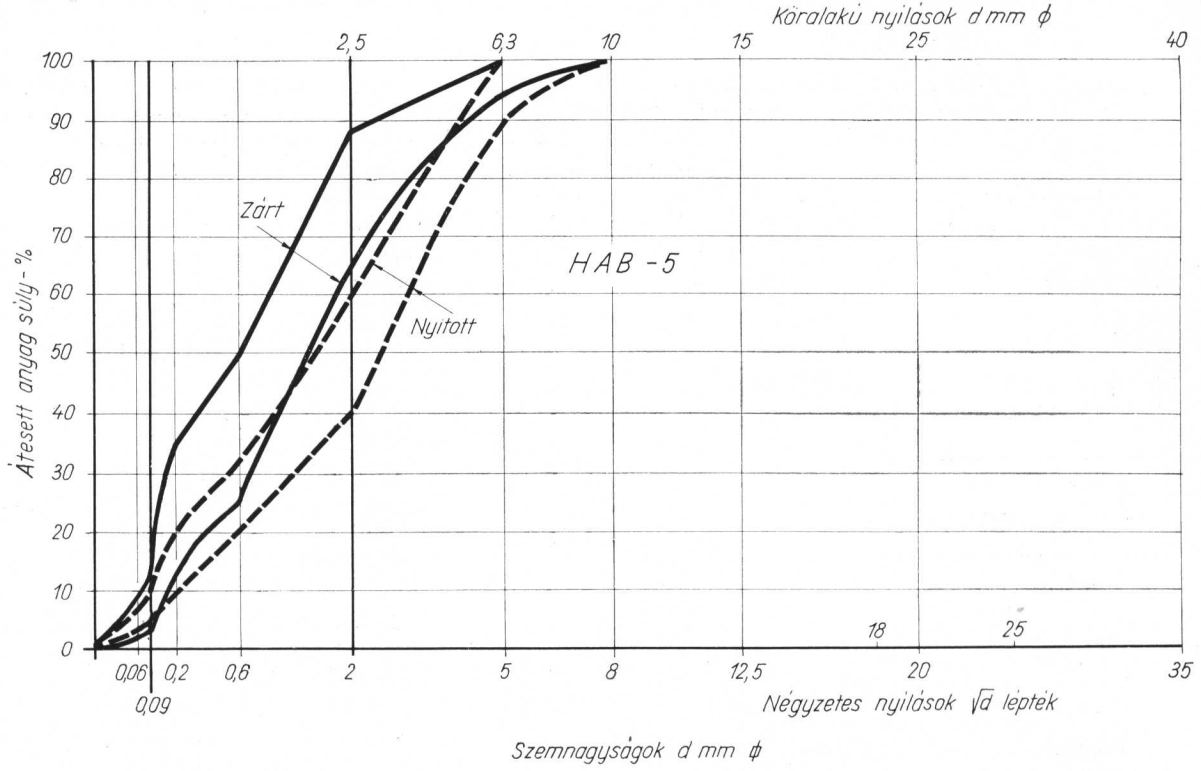
A 6-16. táblázatban és a 6-97. ábrában a négyféle szőnyeg összetételét, szemeloszlási határgörbéit és a hígított bitumenszükséglet tájékoztató értékeit látjuk. A pontos bitumenszükséglet nagyságát a valóban alkalmazott szemeloszlás alapján kell számítani, pl. a fajlagos felület alapján.

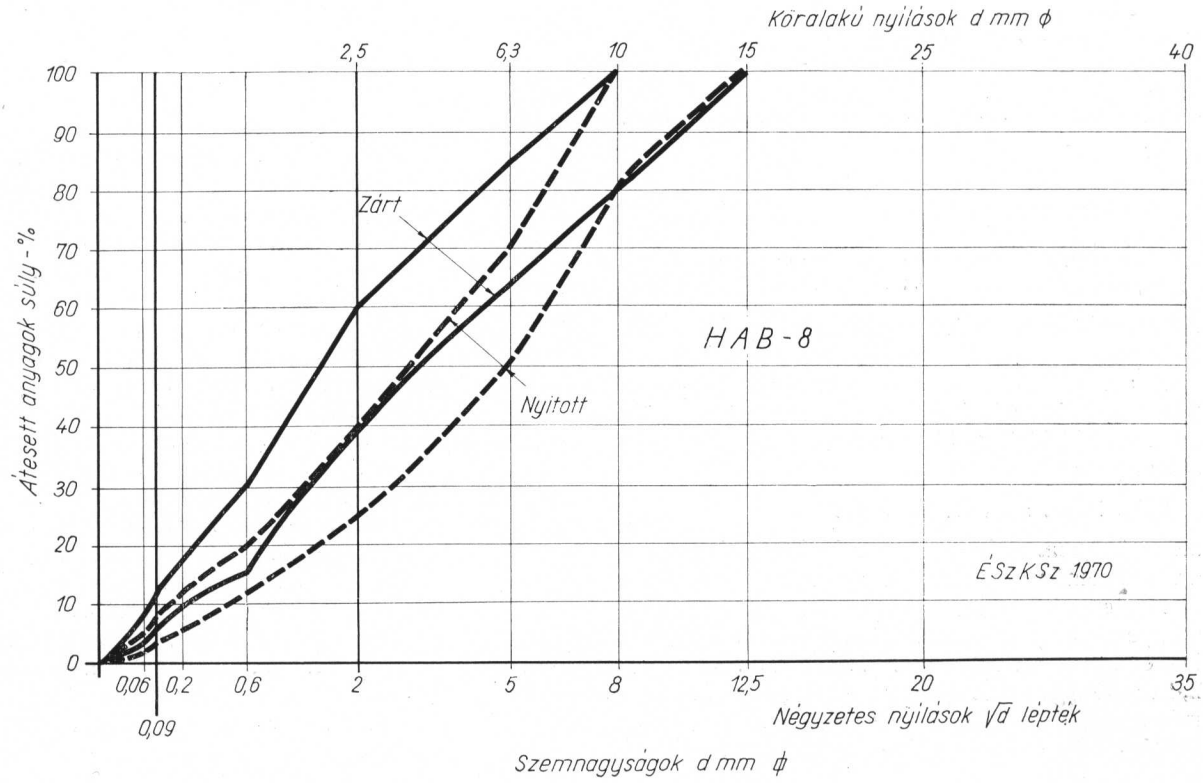
Az összetételre — éppen a hígított bitumen alkalmazása miatt — a nagyobb belső súrlódás jellemző. Ennek érdekében 100%-ban zúzotthomokot alkalmazunk, természetes homok vagy kavicsos homok nem használható.

A kötőanyag viszkozitásának az időjárástól függő megválasztását, valamint az aszfaltelőállítás és keverés módját a 6.4.5.1. pontban tárgyaljuk.

A kész aszfalt beépítésére az egyenletes felület érdekében önjáró aszfaltterítőgépet vagy pedig traktorral vont terítőládát alkalmazzunk. A laza vastagság kb. 1,3...1,4-szer nagyobb mint betömörítve. A betömörítést nehéz hengerrel végezzük az általános hengerlési szabályok betartása mellett. A hengerlés előtt azonban az érdesítésről is gondoskodnunk kell.

Érdesítés céljából a *zárt HAB-5* és *-8* esetén a félmeleg beépítéskor a hengerlés elején 1,5...2,5% hígított bitumen-





6-97*a* és *b. ábra. Utántömörödő hígított bitumenes aszfaltbeton rétegek szemeloszlási határgörbéi az 1969. évi ÉKSZ szerint

6-16. táblázat. A hideg és félmeleg eljárású aszfaltbeton szőnyegek anyagának összetétele (ÉKSZ 1971)

Burkolattípus	HAB-5		HAB-8	
	nyitott (hideg)	zárt (félmeleg)	nyitott (hideg)	zárt (félmeleg)
Adalék összetétele:				
Mészkőliszt	5...10	6...20	4... 8	6...12
0/2 mm-es zúzalék	35...50	max 75	20...30	35...50
2/5 mm-es zúzalék	max 40	max 10	10...15	max 15
5/8 mm-es zúzalék	max 20	max 10	max 45	max 25
8/12 mm-es zúzalék	—	—	max 20	max 20
Adalék szemeloszlása, %				
(szita és □-rostán)				
0,00... 0,06 mm-ig	3... 7	4... 10	2... 5	4... 8
0,09 mm-ig	5... 10	6... 20	4... 8	6... 12
0,2 mm-ig	10... 20	14... 35	6... 12	10... 18
0,6 mm-ig	20... 32	25... 50	12... 20	15... 30
2,0 mm-ig	40... 60	65... 88	25... 40	40... 60
5,0 mm-ig	90...100	95...100	50... 70	65... 85
8,0 mm-ig	100	100	80...100	80...100
12,5 mm-ig			100	100
Hígított bitumenszükséglet, HB% (tájékoztató érték)	6,5...7,5	7,0...8,0	6,0...7,0	6,5...7,5

nel impregnált KZ minőségű érdesítő zúzalékot szórunk el a következő mennyiségben:

8/12 impr. zúzalékból: 8,5...10,5 kg/m²,
12/20 impr. zúzalékból: 11,0...13,0 kg/m².

Az egyenletesen elszórt zúzalékot hengerlés közben teljesen belenyomjuk az aszfaltszőnyegbe.

A *nyitott HAB-5* vagy *-8* szőnyegek zúzalékosabb volta miatt érdesítő zúzalékra rendszerint nincs szükség. Ezzel szemben 3% hígított bitumennel bevont póruszáró homokot szórunk el:

0/2,5 impr. homok: 5,0 kg/m²

mennyiségben. A hézagokba való beseprés után következik a végső tömörítés a nehéz hengerrel.

Megjegyezzük, hogy a hígított bitumenes aszfaltbeton szőnyegek helyett alkalmazni lehet útépítő bitumennel, meleg eljárással az *AB-8* jelű *finom aszfaltbeton* szőnyeget is 2,0 vagy 3,0 cm vastagságban. Az összetétel és készítési mód már az előzőekből ismert (308. oldal). Kétségtelen, hogy az útépítő bitumennel, meleg eljárással készült aszfaltbeton kopóréteg — amelyet akár megújításként, érdesítésként, zárásként alkalmazunk meglevő burkolaton — jobb minőséget, nagyobb élettartamot ad, mint a hideg finom aszfaltbeton, de feltétlenül meg kell valósítani az alábbi feltételeket:

a) csak meleg és száraz időjárásban, 15 °C feletti léghőmérsékleten építhetők (május közepétől szeptember közepéig);

b) a vékony aszfaltbeton réteg (különösen a 2,0 cm-es) igen hamar kihűl (l. a 347. oldalt), tehát lehetőleg nagy hőmérsékleten kell a beépítés helyére hozni és ott *azonnal* be kell hengerelni, különben a vékony réteg tömörítetlen marad és tönkremegy;

c) érdesítéskor a 8...10 kg/m², 8/12 mm-es impregnált érdesítő zúzalékot a még forró, min. 140 °C hőmérsékletű aszfaltra kell egyenletesen elszórni és behengerelni. Kisebb hőmérsékleten az érdesítő zúzalékot nem lehet maradóan a felületbe kötni;

d) a meleg aszfaltbetonból készített vékonyabb szőnyeg merevségének csökkentése érdekében — amely a szőnyeg felszakadását eredményezheti — a szokásosnál lágyabb: NB-130 vagy NB-200 jelű bitument célszerű alkalmazni.

Így tehát a 15 °C léghőmérséklet alatt (tehát nyarat kivéve az egész évben) és nedvesebb időben csak a hígított bitumenekkel készült kevert zárórétegeket, szőnyegeket lehet alkalmazni.

6.4.3. Utántömörödő kevert aszfaltburkolatok néhány jellemző külföldi előírása

6.4.3.1. Kevert aszfaltmakadám szőnyeg és burkolat

A) Érdekesek és jelentősek ezen a területen az *angol előírások* (Gradings for Bitumen Macadams, B. S. 1622/1950) táblázatai, amelyek szerint a szőnyegek szemeloszlásai bizonyos rendszer szerint úgy vannak felépítve, hogy azok a kívánt vastagság és a kőzetminőség szerint más és más összetételt írnak elő. Ezen előírások fő adatait a 6-17. táblázatban ismertetjük. Jellegzetes, hogy itt *töltőanyag és homok is szükséges* a makadámszőnyeghez, ezért ezek felületére nem tesznek záróréteget. A kötőanyag főképpen útibitumen vagy gyorsan kötő hígított bitumen. A *többrétegű aszfaltmakadám burkolat* alsó rétegeinek szemeloszlási határgörbéit a B. S. 1621/1954 angol szabvány szerint a 6-18*a* táblázat szemlélteti. A kétrétegű aszfaltmakadámban az alsó réteg szükséges vastagságát 6...8 cm között adja meg, 100...175 kg/m² anyaggal. A felső réteget a 6-18*b* táblázat adatai szerint viszonylag zárt szemeloszlás mellett készítik, a 6-17. táblázatban adott rétegvastagságok mellett.

6-17. táblázat. Aszfaltmakadám szőnyegek előírásai az angol B. S. 1622/1950 előírás szerint

Szitaszám	Szemnagyságok mm	Kemény kőzetek %	Mészkő	Kohósalakkő %
1. Rétegvastagság 1″...1 1/2″, azaz 25...38 mm, D_{max}=3/4″=19 mm				
1″...3/4″	19...25	0...10	0...10	0...10
3/4″...1/2″	13...19	15...45	20...50	20...50
1/2″...1/4″	6...13	30...40	35...50	40...50
1/4″...1/8″	3... 6	10...15	3...18	5...15
1/8″...200″	0,08... 3	7...11	3... 8	0... 5
200 M. S.	0,076	2... 6	0... 5	0... 5
Kötőanyag		3,75...4,75	3,50...4,75	4,0...5,0
2. Rétegvastagság 3/4″...1 1/4″, azaz 19...32 mm, D_{max}=1/2″=13 mm				
1″...3/4″	19...25	—	—	
3/4″...1/2″	13...19	0...10	0...10	
1/2″...1/4″	6...13	55...75	50...70	
1/4″...1/8″	3... 6	10...22	20...30	
1/8″...200″	0,08... 3	9...13	5...10	
200 M. S.	0,076	2... 6	0... 5	
Kötőanyag		4,0...5,0	4,0...5,0	4,5...5,5
3. Rétegvastagság 3/4″...1 1/4″, azaz 19...32 mm, D_{max}=3/8″=10 mm				
1/2″...3/8″	10...13	0...15	0...15	
3/8″...1/4″	6...10	33...63	33...63	
1/4″...1/8″	3... 6	25...35	25...35	
1/8″...200″	0,08... 3	9...13	10...15	
200 M. S.	0,076	2... 6	0... 5	
Kötőanyag		4,5...5,5	4,25...5,25	4,75...5,75
4. Rétegvastagság 1/2″...3/4″, azaz 13...19 mm, D_{max}=1/4″=6 mm				
1/2″...3/8″	10...13	—	—	
3/8″...1/4″	6...10	0...10	0...10	
1/4″...1/8″	3... 6	35...55	25...55	
1/8″...200″	0,08... 3	44...48	35...65	
200 M. S.	0,076	2... 6	0...10	
Kötőanyag		4,75...5,75	4,75...5,75	5,25...6,25

6-18a táblázat. Terhelosztó (kötő) rétegek aszfaltmakadám burkolatnál az angol B. S. 1621/1954 előírás szerint

Szitaszám	Szemnagyságok	D_{max}=2″= =51 mm	D_{max}=1 1/2″= =38 mm
		Szitán áteső rész, %	
200	0,076	0... 5	0... 5
1/2″	12,7	5... 20	5... 30
1″	25,4	20... 40	50... 80
1 1/2″	38,1	35... 65	90...100
2″	50,8	90...100	100
2 1/2″	63,5	100	—
Kötőanyag-szükséglet			
kemény kőzethez		2,5...3,2	3,0 ...3,75
mészkőhöz		2,2...3,2	2,75...3,75

B) Egyik legújabb előírás az *1966. évi keletnémet előírás* (Deckschichten aus Mischsplitt, KdT-Empfehlung, Sw5 1966), amely kétféle vastagságot és mennyiséget ismer:

2,5...3,0 cm = 60 kg/m² egy rétegben,
4,0...4,5 cm = 90 kg/m² két rétegben.

Irányelv, hogy minden rétegben a legnagyobb szemnagyság ($D_{max.}$) nem lehet nagyobb, mint a kétharmada és nem lehet kisebb, mint a tömör rétegvastagság fele. Nyitott szerkezeti réteg esetében a zúzotthomokon kívül két frakció elég, zárt szerkezetű réteg esetében pedig három frakció kell, esetleg mészkőliszt is. A töltőanyagrész legfeljebb 5% lehet, a zúzotthomok legfeljebb kétszerese lehet a kötőanyagtartalomnak. A szükséges kötőanyag-tartalmat (*B*%) a frakciónagyságtól függően a következőképpen adják meg:

Frakció (mm)	0/2	2/5	5/8	8/12,5	12,5/25
B%	7,0	6,0	5,5	5,0	3,5

Ajánlott összetételek az előbbi elveknek megfelelően:

a) *Egyrétegű szőnyeg, 60 kg/m², 2,5...3 cm*

	Nyitott:	*Zárt:*
Zúzalék 12,5/18	max. 60%	max. 30%
Zúzalék 8/12,5	min. 35%	min. 30%
Zúzalék 5/8	—	min. 30%
Zúzotthomok 0/2	max. 5%	max. 5%
Mészkőliszt	—	max. 5%
Kötőanyag:		
útépítő bitumen	4,0...4,3%	4,5...5,0%
hígított bitumen	4,2...4,6%	4,8...5,2%

6-18b táblázat. Tömör jellegű aszfaltmakadám kopórétegek az angol 1954. évi BS 1621 szabvány szerint

Adalékanyag fajtája		Kemény kőzetek			Mészkő			Kohósalak		
Szitaszám	Rostanyílás, mm-ben $D''_{max}=D_{max}$ (mm)=	3/4'' 19	1/2'' 13	3/8'' 10	3/4'' 19	1/2'' 13	3/8'' 10	3/4'' 19	1/2'' 13	3/8'' 10
1''	25	100	—	—	100	—	—	100	—	—
3/4''	19	95...100	100	—	95...100	100	—	95...100	100	—
1/2''	13	70... 90	95...100	100	70... 90	95...100	100	75... 90	95...100	100
3/8''	10	55... 75	65... 80	95...100	55... 75	65... 80	95...100	60... 80	65... 85	95...100
1/4''	6	40... 60	45... 65	50... 75	40... 60	45... 65	65... 85	45... 60	45... 60	60... 75
1/8''	3	25... 40	25... 40	25... 40	25... 40	25... 40	25... 40	30... 40	30... 40	30... 40
№ 14	1,0	15... 30	15... 30	15... 35	15... 30	15... 30	15... 30	15... 30	15... 30	15... 30
№ 200	0,076	3... 6	3... 6	4... 8	3... 6	3... 6	3... 6	3... 7	3... 7	3... 7
Kötőanyagtartalom, % közepes forgalom 4000 t/nap felett		4,4...5,4	4,4...5,4	4,6...5,6	4,0...5,0	4,2...5,2	4,5...5,5	4,7...5,7	4,7...5,7	5,0...6,0
könnyű forgalom 4000 t/nap alatt		4,4...5,4	4,4...5,4	4,6...5,6	4,3...5,3	4,5...5,5	5,0...6,0	5,0...6,0	5,0...6,0	5,5...6,5
Kötőanyagfajta és viszkozitás közepes forgalom 4000 t/nap felett		útépítő bitumen, 90...220 pen.			útépítő bitumen, 90...220 pen.			útibitumen, 90...320 pen.		
könnyű forgalom 4000 t/nap alatt		útibit. 180...320 pen. híg. bit. több mint 80 s 40 °C-nál			útibitumen 180...320 pen híg. bit. 80 s 40 °C-nál			útibit. 180...500 pen. híg. bit. 80 s 40 °C-nál		

b) *Egyrétegű burkolat, nyitott, 90 kg/m²*; 4,0...4,5 cm

Zúzalék 18/25	max. 60%
Zúzalék 12,5/18	min. 35%
Zúzotthomok 0/2	max. 5%
Kötőanyag:	
útépítő bitumen	3,8...4,2%
hígított bitumen	4,0...4,4%

c) *Kétrétegű burkolat, zárt, 90 kg/m²*, 4,0...4,5 cm

Alsó réteg 55 kg/m²

Zúzalék 12,5/18	max. 60%
Zúzalék 8/12,5	min. 35%
Zúzotthomok 0/2	max. 5%
Kötőanyag:	
útépítő bitumen	4,0...4,3%
hígított bitumen	4,2...4,6%

Felső réteg 35 kg/m²

Zúzalék 8/12,5	max. 30%
Zúzalék 5/8	min. 30%
Zúzalék 2/5	min. 30%
Zúzotthomok 0/2	max. 5%
Mészkőliszt	max. 5%
Kötőanyag:	
útépítő bitumen	5,0...5,5%
hígított bitumen	5,2...5,8%

Az előírás elrendeli, hogy az elkészülés napján impregnált homokkal póruszárást kell alkalmazni, majd később felületi zárást vagy felületi bevonást vagy bitumenes bevonatot kell készíteni. Hígított bitumen esetében legalább 2 hetet kell várni az oldószer elpárolgására.

6.4.3.2. Kötőzúzalékos aszfaltmakadám

Az egyik legújabb és legrészletesebb külföldi előírást ismertetjük, a keletnémet 1966. évi KdT Empfehlung Sw8 (Tragschichten aus Streumakadam) alapján. Ez elsősorban szerkezeti alaprétegként tekinti a kötőzúzalékos aszfaltmakadámot, amelyre még valamilyen kopóréteg kerül.

A kötőzúzalék 8/18 vagy 5/12,5 mm-es jellemző szemnagyságú lehet, összetétele a következő:

	a)	*b)*
Zúzalék 12,5/18	30...45%	—
Zúzalék 8/12,5	45...60%	30...45%
Zúzalék 5/8	—	45...60%
Zúzotthomok 0/2	5...10%	5...10%
Kötőanyag:		
útépítő bitumen	4,0...4,5%	4,5...4,8%
hígított bitumen	4,5...5,0%	5,0...5,3%

Kis és közepes forgalom esetén 6...7 cm összvastagságban:

Zúzottkőterítés 35/55 120...130 kg/m²

Kötőanyag-permetezés:

emulzió esetén 1,0...1,2 kg/m²
hígított bitumen esetén 0,8...1,0 kg/m²

Kötőzúzalék terítés és behengerlés 30...35 kg/m²

Nehezebb forgalom esetén 7...8 cm összvastagságban:

Zúzottkőterítés 35/55 150...160 kg/m²

Kötőanyag-permetezés:

emulzió esetén 1,0...1,2 kg/m²
hígított bitumen esetén 0,8...1,0 kg/m²

Kötőzúzalék terítés és behengerlés:

a) jelű 12/18 mm-es esetén 35...40 kg/m²
b) jelű 8/12 mm-es esetén 30...35 kg/m²

Természetes, hogy az így kapott, jól bekötött aszfaltmakadám rétegre még valamilyen aszfalt kopóréteget kell fektetni (meleg vagy félmeleg aszfaltbeton vagy szőnyeg, vagy felületi bevonás), ezért kisebb a kötőzúzalék mennyisége, mint a magyar előírásban, ahol az 50...70 kg/m² már a kopóréteget is magába foglalja.

Megemlítjük még, hogy egyszerű előírást ad kötőzúzalékos aszfaltmakadámra az *ESSO-Ebano-Bitumen* 1968. évi „Útépítési Vezérfonal"-a. Eszerint:

Zúzottkőterítés 35/55 mm vagy 45/65 mm
110...130 kg/m²

Hígított bitumen permetezés
1,2...2,0 kg/m²

Kötőzúzalék behengerlése
35...45 kg/m²

A kötőzúzalék egyszerűen 5/12 mm vagy 5/18 mm-es zúzalék, 4...5% kötőanyaggal keverve; ehhez ajánlatos még 10...20% zúzotthomokot vagy 2...3% mészkőlisztet adni. Először csak a kötőzúzalék felét, kétharmadát terítjük és hengereljük be. A második ütemben kell elteríteni és behengerelni a maradékot. Az így elkészített felületre ezután vagy felületi bevonást alkalmazunk, vagy egy külön aszfalt kopóréteget fektetünk.

6.4.3.3. Félmelegen építhető aszfaltbeton kopórétegek

Ezeket a folytonos szemeloszlású, de a hígított bitumen (ill. kátrány) kötőanyag miatt utántömörödő kopórétegeket itt az újabb nyugatnémet 1967. évi előírás (*TVbit 5/67* Asphalt und Teerbeton-Warmeinbau) és az ESSO — Vezérfonal (1968) alapján ismertetjük. („Warmeinbau" hazai szóhasználat szerint félmeleg eljárást jelent, mivel „Heisseinbau" felel meg a magyar meleg eljárásnak útépítő bitumennel.)

Háromféle max. szemnagyságot és kétféle kötőanyag-viszkozitást szabtak meg, így hatféle kopóréteget, hatféle szemeloszlást, vastagságot és beépítési mennyiséget vezettek be.

a) *Kis viszkozitású* hígított bitumen esetén
(kifolyási idő 40...250 s, 10 mm-es nyíláson, 30 °C mellett)

0/5 mm-es aszfaltbeton 25...30 kg/m² (kb. 1,2 cm)
0/8 mm-es aszfaltbeton 30...35 kg/m² (kb. 1,5 cm)
0/12 mm-es aszfaltbeton 40...45 kg/m² (kb. 2,0 cm)

b) *Nagy viszkozitású* hígított bitumen esetén
(kifolyási idő 80...180 s, 10 mm-es nyíláson, 50 °C mellett)

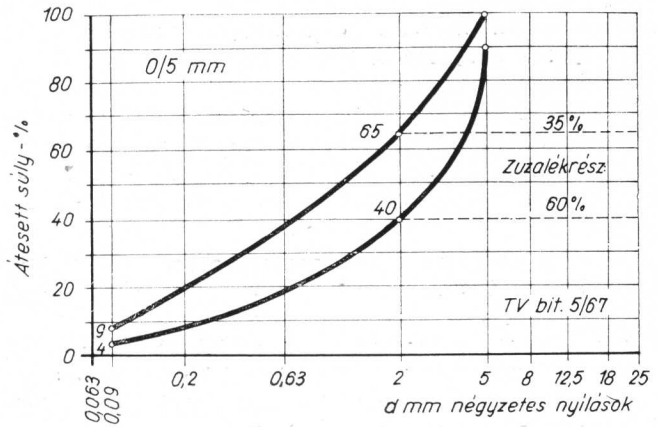
0/5 mm-es aszfaltbeton 20...25 kg/m² (kb. 1,0 cm)
0/8 mm-es aszfaltbeton 35...45 kg/m² (kb. 1,7 cm)
0/12 mm-es aszfaltbeton 45...55 kg/m² (kb. 2,2 cm)

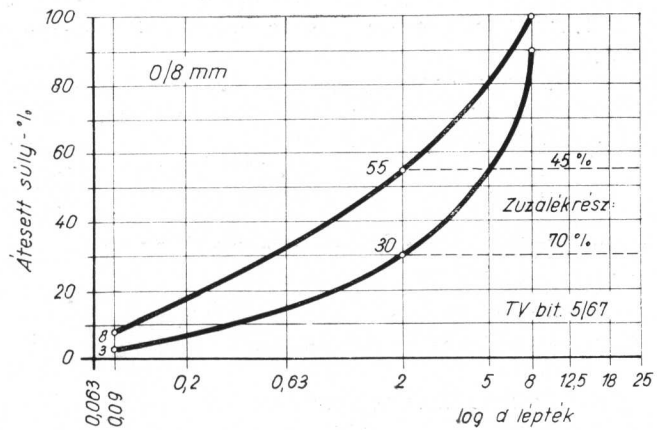
Az előírt szemeloszlási határgörbéket a 6-98. és 6-99. ábrákban látjuk. Általában 4...9% töltőanyag szükséges, amely akár a zúzotthomokból származhat, akár mint mészkőliszt kerülhet a keverékbe. Természetes homok a fenti *a)* csoportban (kis viszkozitás) max. 10%, *b)* csoportban (nagy viszkozitás) max. 15% engedhető meg, de jobb, ha nincs.

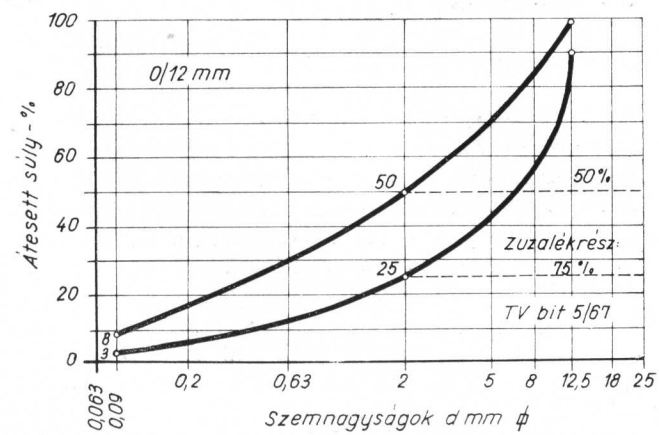
Mindkét fajta viszkozitású kötőanyagnak megfelelnek az alábbi összetételek:

0/5 mm-es aszfaltbeton

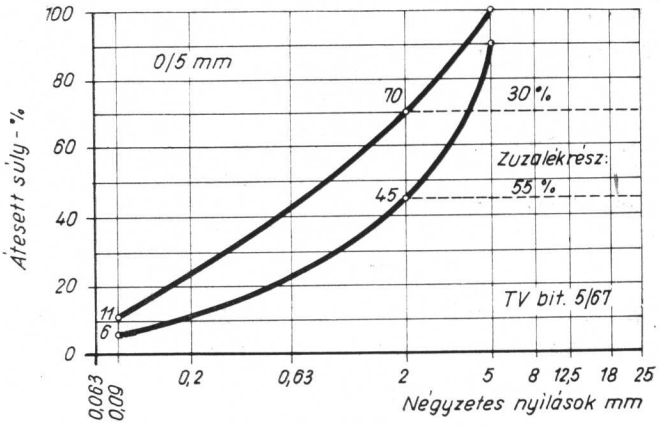
Zúzalék 2/5 mm	55%
Zúzotthomok 0/2, kb. 10...20% töltőanyaggal	45%
	100%
Hígított bitumen 100% adalékhoz	7,8...8,0%

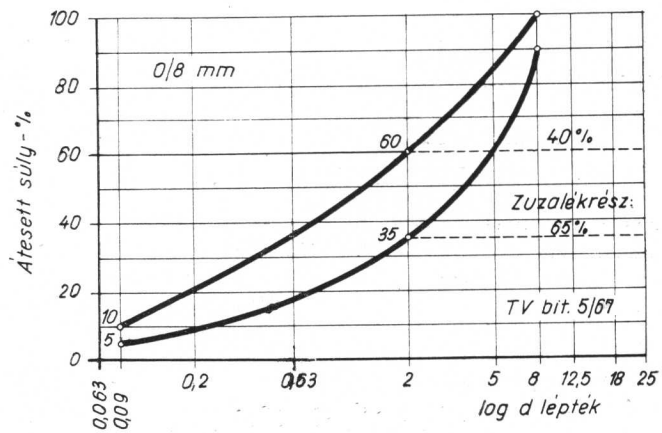


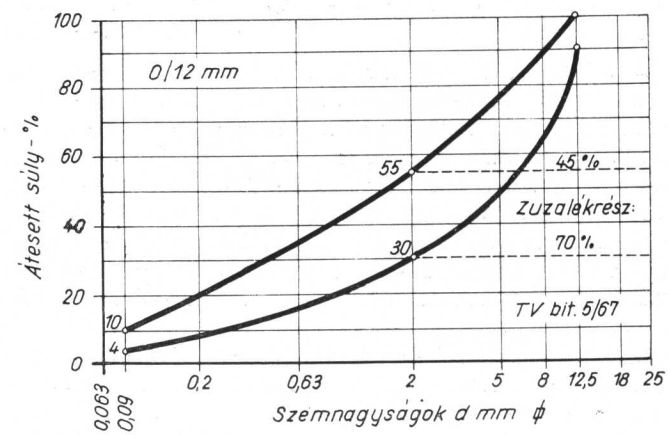




6-98. *ábra.* Félmelegen beépíthető aszfaltbetonok szemeloszlási határgörbéi alacsony viszkozitású hígított bitumen esetén (TV bit. 5/67)







6-99. *ábra.* Félmelegen beépíthető aszfaltbetonok szemeloszlási határgörbéi magas viszkozitású hígított bitumen esetén (TV bit 5/67)

0/8 mm-es aszfaltbeton

Zúzalék 5/8 mm	30%
Zúzalék 2/5 mm	30%
Zúzotthomok, kb. 10...20% töltőanyaggal	40%
	100%
Hígított bitumen 100% adalékhoz	6,5...7,5%

0/12 mm-es aszfaltbeton

Zúzalék 8/12 mm	25%
Zúzalék 5/8 mm	20%
Zúzalék 2/5 mm	20%
Zúzotthomok, kb. 10...20% töltőanyaggal	35%
	100%
Hígított bitumen 100% adalékhoz	6,0...7,0%

Az aszfaltkeverékek előállításakor a következő hőmérsékleteket kell betartani:

Ha a hígított bitumen	kis viszkozitású	nagy viszkozitású
Adalék hőmérséklete	80...110 °C	30...140 °C
Kötőanyag hőmérséklete	80...100 °C	90...130 °C
Beépítés min. hőmérséklete	50 °C	60 °C

A félmelegen épített aszfaltbeton kopórétegek alkalmazási köre az idézett előírás szerint általában a *gyenge és közepes forgalmi kategóriában* van. Az „erős" forgalomra egyedül csak a nagy viszkozitású kötőanyaggal készült legvastagabb 0/12 mm-es változat 45...55 kg/m² mennyiséggel fektethető.

A hazai előírásokkal összehasonlítva megjegyezhető, hogy a hazai HAB-5 és HAB-8 szőnyegek nyílt változatának szemeloszlása áll közelebb a német előírásokhoz, a hazai zárt változatok sokkal finomabb adalékot és több töltőanyagot kívánnak, amellett vastagabb rétegekben is fektethetők. A hazai HB-2 hígított bitumen felel meg a „kis viszkozitású" kötőanyagnak, amíg a „nagy viszkozitású" hígított bitumen csak a HB-2 és az NB-200 kötőanyagok keverésével lenne előállítható. Figyelemre méltó, hogy a német előírás a nyitott és vékony szerkezetet a hígítóanyagok elpárolgásának feltétlen megvalósítása érdekében tartotta szükségesnek, és ezzel együtt is csak a gyenge és közepes forgalmi kategóriában tartja alkalmazhatónak. Feltűnik továbbá, hogy az új német előírás — eltérően a régebbitől — a hideg aszfaltszerű előregyártást nem tartalmazza, annak nem kedvező minőségével kapcsolatos tapasztalatok miatt.

6.4.4. Utántömörödő aszfaltanyagok keverése és beépítése

6.4.4.1. A félmeleg aszfalt és a hideg aszfalt gyártási feltételei

Az, hogy a hígított bitument kötőanyagként alkalmazzák az utántömörödő burkolatok aszfaltanyag előállításában, főleg pedig a szállításában és beépítésében jóval nagyobb szabadságot és tágabb lehetőségeket enged meg a hőmérsékleti előírásokkal, az időjárási, nedvességi viszonyokkal és az építési határidőkkel, sőt a hirtelen munkamegszakításokkal szemben, mint az *útépítő bitumen* alkalmazása a *meleg eljárások* esetében. Itt is két fokozat van: a *félmeleg eljárás:* amikor a *hígított bitumennel* kevert anyagot egy-két órán belül, még félmeleg állapotban beépítik, másrészt a *hidegaszfalt* gyártása és beépítése, amikor az aszfaltanyagot viszonylag kisebb viszkozitású hígított bitumennel, de félmeleg eljárással keverik, állítják elő. Utána azonban esetleg hetekig, hónapokig tárolják, szállítják, s a beépítés már teljesen hideg állapotban megy végbe.

Ezért a kevert aszfaltmakadám szőnyegek és burkolatok, a kötőzúzalékos aszfaltmakadám, valamint a félmelegen gyártott aszfaltbeton-szőnyegek aszfaltanyagának keverésekor az alábbiak szerint választjuk meg a hígított bitumen viszkozitását a *beépítési időszak* átlagos léghőmérsékletétől függően.

A) *Félmeleg eljárással való építés esetén* alkalmazandó hígított bitumen fajtája:

10 °C hőmérséklet felett (tehát májustól szeptemberig)	*HB-2*
5 °C hőmérséklet felett (tehát április, szeptember, október)	*HB-1*
±0 *°C* hőmérséklet felett (tehát hideg időben)	*HB-0*

B) *Előregyártott és tárolt hidegaszfalt esetén* alkalmazandó hígított bitumen fajtája:

15 *°C* hőmérséklet feletti beépítéshez (csak junius, július, augusztus hóban)	*HB-2*
10 °C hőmérséklet feletti beépítéshez (tehát májustól szeptemberig)	*HB-1*
±0 *°C és* 15 hőmérséklet közötti beépítéshez (tehát hűvös, hideg időben)	*HB-0*

Ahhoz, hogy az adalékanyagot a kötőanyaggal jól és egyenletesen lehessen bevonni, a félmeleg eljáráskor mind a hígított bitumen, mind pedig az adalékanyag meghatározott hőmérsékletű kell, hogy legyen.

Az alábbiakban közöljük a hígított bitumenek szükséges *keverési hőmérsékletét*, külön durva adalék és finom adalék esetére:

	Durva adalék esetében	Finom adalék esetében
HB-0 esetén	35... 40 °C	40... 60 °C
HB-1 esetén	80...100 °C	80...100 °C
HB-2 esetén	90...110 °C	100...120 °C

Az *adalékanyagok* keverés előtti hőmérséklete a következő legyen a keverőtelep szárítódobjának elhagyása után:

félmeleg beépítés esetén: 70...120 °C

hidegaszfalt előgyártáskor: 30... 60 °C

A nagyobb értékek HB-2 esetén, a kisebbek HB-1 vagy HB-0 esetén értendők. Egyedül a mészkőlisztet nem kell előmelegíteni.

Az adalékanyagok előmelegítése egyben azt is jelenti, hogy a víztől mentesítjük és szárítjuk. Félmeleg eljáráskor a megkevert aszfalt víztartalma max. 0,4% lehet, ha a Dean—Starke-féle készülékkel ellenőrizzük (l. 232. oldal). Hidegaszfalt esetén nincs előírás, mert a szabadban való tárolás miatt ennél jóval nagyobb víztartalmak is lehetségesek.

A félmeleg eljárás során arra is kell ügyelni, hogy az adalékanyag hőmérséklete ne legyen túlságosan nagy, kb. 120 °C-nál sokkal nagyobb. Ennek három fő hátránya volna:

a) a nagy adalékanyag-hőmérséklet erősen párologtatja a *hígítószert*, tehát a hígított bitumen viszkozitását növeli;

b) a nagy adalékanyag-hőmérséklet kb. 150 °C felett káros a hígított bitumenben levő *tapadásjavító* szerekre, amelyek elbomolhatnak, és akkor a szemcsék bevonása hiányos lesz;

c) a nagy adalékanyag-hőmérséklet végül azért is veszélyes, mert a hígított bitumen lobbanáspontja felett még tűzveszélyesebbé teszi a munkát. A hígított bitumenek lobbanáspontja ugyanis:

HB-2 esetén 90...120 °C

HB-1 esetén 80...100 °C

HB-0 esetén 70... 85 °C

különösen HB-1 és HB-2 esetén éppen a keverési hőmérséklettel azonos, tehát kellő óvatosság és a nyílt láng teljes távoltartása szükséges. Így pl. a hígított bitument a tartályba beépített csőkötegen keresztül gőzzel vagy forró olajjal lehet melegíteni. Ha a melegítést lángcsőben olajtüzeléssel végzik, akkor a hígított bitumen lefejtésének megkezdése előtt a tüzet el kell oltani.

A hígított bitumen adagolását a keveréskor sokszor térfogat szerint végzik, az előírásokban viszont súlyadatként szerepel. Ezért a 6-19. táblázatban közöljük a különböző sűrűségű hígított bitumenek 1 kg mennyiségének térfogatát l-ben, különböző szóba jövő hőmérsékleteken.

6-19. táblázat. 1 kg hígított bitumen térfogata l-ben

Sűrűség 25 °C-on	25 °C	50 °C	75 °C	100 °C	125 °C
0,91	1,10	1,12	1,13	1,15	1,17
0,92	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16
0,93	1,07	1,09	1,11	1,13	1,14
0,94	1,06	1,08	1,10	1,12	1,13
0,95	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12
0,96	1,04	1,06	1,07	1,09	1,11
0,97	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10
0,98	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09
0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07
1,00	1,00	1,02	1,03	1,04	1,06

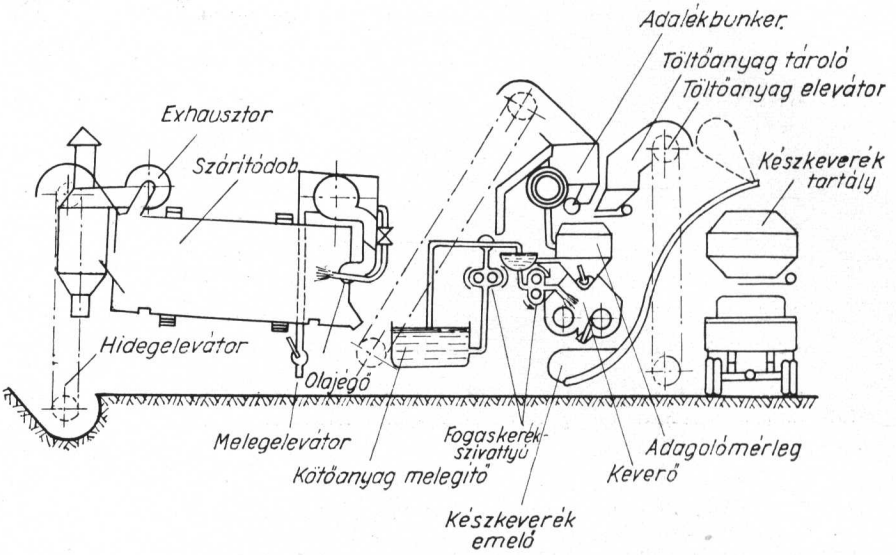
A félmeleg eljáráshoz — ellentétben a meleg eljárással — nincs megszabva a hengerlési hőmérséklet. A tömörítés itt a lehűlt anyag esetében is hatékony lehet, mert a hígított bitumen ilyenkor még nem köt, hanem kis viszkozitásánál fogva a tömörödést elősegíti. Ezért lehet a hígított bitumenes félmeleg eljárás alkalmazásával jóval vékonyabb szőnyegeket is teríteni, mint a meleg eljárás alkalmazása esetében. Lecsökkennek a nehézségek az aszfaltanyag szállításában, mert a bedolgozáskor adódó esetleges kiesések, munkaszünetek nem rontják a burkolati réteg minőségét a meleg eljáráshoz hasonlóan.

6.4.4.2. Utántömörödő aszfaltanyagok előállítása keverőtelepen

A kevert aszfaltanyagok közül egyedül a félmeleg eljárással készült aszfaltbeton-szőnyegek azok, amelyeket meleg eljárással készült aszfaltbetonok tárgyalásakor már megismert keverőgépláncon szabad csak elkészíteni. A többi kevert anyag szemeloszlása inkább szakaszos és egyszerűbb, továbbá a kötőanyag-adagolás pontosságára nézve is kisebbek a követelmények, mint aszfaltbetonok esetében. Utántömörödő burkolatban ugyanis mindig kis kötőanyag-felesleggel számolunk, mert a forgalom alatti aprózódás által adódott új felületek is lekötnek bitument. Mindezen okok miatt egyszerűbb kialakítású aszfaltkeverőgépeket is lehet alkalmazni.

A fő különbség a következő: az aszfaltbetonok adalékát a pontos szemeloszlási görbe megvalósítása érdekében a keverőtérbe való jutás előtt meleg rostálással még szétválasztjuk, a meleg bunkersorban tároljuk, és innen mérlegeljük be a keverőtérbe.

A félmeleg aszfaltoknál használt keverőgépekből (6-100. ábra) elhagyható a meleg rosta és a meleg bunkersor. Az egy vagy két (legfeljebb három) különböző frakciót *előadagoló*



6-100. ábra. Csak utántömörödő aszfaltanyagok előállítására alkalmas aszfaltkeverőgép technológiai vázlata

bunkersoron keresztül juttatjuk a keverési technológiai utasításnak megfelelő arányokban a *hideg elevátorra*. Ez az anyagot az olajtüzelésű forgó *szárítódobba* viszi. Ebben gondosan be kell állítani a kívánt adalékanyag-hőmérsékletet, hogy az a tárgyalt határértékeket ne haladja meg. A meleg anyag a *meleg elevátoron* át a *meleg bunkerbe* kerül. Az innen kivett egy-egy adag meleg keveréket *megmérik* (automatikus vagy kézi úton) és az esetleg alkalmazott külön megmért hideg mészkőliszttel együtt a *keverőtérbe* öntik. Ide permetezik be a szükséges súlyú vagy térfogatú hígított bitument is. A kész keveréket keveréktárolóban gyűjtik. Innen szállítják tehergépkocsikkal az anyagot a beépítés helyére (félmeleg eljárás) vagy depóniába (hidegaszfalt előregyártás) vagy pedig vasúti teherkocsiba ürítik.

A 6-100. ábrán meleg szétrostálás nélkül dolgozó lengyel MADRO típusú keverőgép jellegrajzát látjuk.

A kevert aszfaltmakadám burkolat alsó 12/35 mm-es durvaszemű rétegét szokás *szabadesésű betonkeverőben* keverni, már csak azért is, mert a 20/35 mm-es zúzalék, zúzottkő szemek az aszfaltkeverőgépek szárítódobjainak és keverőterének lemezeit erősen koptatják. Feltétlenül meg kell valósítani ilyenkor az adalékanyagok és a melegített hígított bitumen megbízható térfogatos vagy súly szerinti bemérését, főleg a kellő helyes arányát. Ilyenkor az adalékanyag külön szárítása és melegítése elmarad. Ezért lehetőleg el kell érni — akár fedett depóniatérrel is —, hogy a felhasználandó zúzalék száraz, ill. légnedves legyen. Hideg időjárás esetén nem szabad ezt a módszert alkalmazni. A melegítés nélküli anyag előállításának sikere nagy részben a hígított bitumenben levő jó *tapadásjavító adalékon* múlik. Ez a probléma hazánkban már megoldott volt a nagylengyeli bitumen esetén.

A technológiai utasítások sokszor írják elő *impregnált homok vagy zúzalék* használatát. Ez finom, pormentes frakciójú zúzaléknak, ill. homoknak, 2...3% hígított bitumennel való keveréséből áll, amelynek szükséges tulajdonsága, hogy jól szórható legyen, tehát ne álljon össze csomókká. (Ennek elősegítésére zúzalékok impregnálásakor előnyös kb. 2% mészkőlisztet is adagolni.) Az impregnálást a szokásos nagyobb aszfaltkeverőgépekben is el lehet végezni, erre azonban egészen kis, osztályozó berendezés nélküli, de adalékanyag szárítóval ellátott kényszerkeverő berendezést alkalmazhatunk.

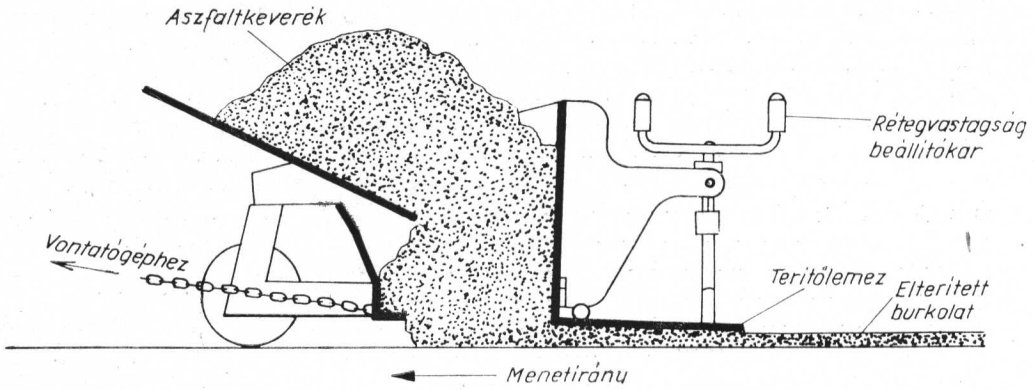
6.4.4.3. Utántömörödő kevert aszfaltok beépítése

A) *Beépítéskor* az utántömörödő kevert burkolatok esetében is elsősorban a gépi terítésre kell törekedni, ez a gazdaságosabb munka mellett jobb minőséget is ad. Elsősorban az aszfaltbetonok tárgyalásakor megismert önjáró hernyótalpas vagy gumikerekes *aszfaltfiniserek*, terítőgépek a legelőnyösebbek. Gondos munkával azonban jól lehet alkalmazni a *terítőládákat*.

A 6-101. ábrán külföldi *aszfaltterítőládát* látunk. Ennek lényege a merev keretű és falú, de fenéklap nélküli láda, amelybe az önürítős, hátrafelé billenő tehergépkocsi beüríti a kevert aszfaltanyagot, majd ugyanez a tehergépkocsi lassan vontatja az aszfalttal telt terítőládát. A terítőláda szélessége 2,00...3,00 m között, az utolsó hátlapja a simítóéllel 1,0...5,0 cm közötti magasságokra állítható. Egyenletes és jó terítést terítőládával csak az omlós, nem csomós, vagy a habarcsszerűen folyós (l. később) aszfaltanyagok esetében lehet elérni. Miután a terítőláda üzemi költsége kicsi, használata az útfenntartásban és a vékony aszfaltszőnyegek fektetésében előnyös. Gondos és begyakorolt munkával kielégítően egyenletes felületet lehet vele előállítani.

A kézi elterítés alacsonyabb rendű úton végzett munkák során, kis teljesítményű (12 t/h alatti) keverőtelepek esetén alkalmazásra kerülhet még ma is. Szükséges emellett a kézi terítés magasabb rendű úton is olyan csomóponti területeken, amelyet az aszfaltfiniser vagy a terítőláda nem tud bejárni.

Az aszfaltkeveréket a kézi terítéskor a tehergépkocsi tiszta *acéllemezre* ereszti le még akkor is, ha az útalap tiszta. Innen lapáttal egyszeri átkarolással vagy talicskával viszik



6-101-102. ábra. Amerikai terítőláda aszfaltanyagok elterítésére

a közeli beépítés helyére. Ott gereblyével vagy T alakú kézi tolólemezzel (hóblival) úgy egyengetik el, hogy a laza rétegvastagság állandó, az oldalesés és a túlemelés kielégítő, emellett mindenütt egyforma kezdeti tömörségű legyen. (Ezért nem szabad a tehergépkocsiból az aszfaltot azonnal az alapra üríteni: ott a kezdeti tömörség a szétegyengetés után is nagyobb lenne, s ez felületi hullámot okozna.) A kézi terítéskor a legnehezebb a felület egyenletességét létrehozni. Ezért a 4 m-es léccel már az elterítéskor és az első hengerjáratok után is ellenőrizni kell a felület hullámait, amelyek max. 10 mm nagyságúak lehetnek. Ahol ez szükséges, ott hosszúfogú acélgereblyékkel, kézi gumiélű lehúzókkal fel kell lazítani és a szükséges anyagelvétellel vagy hozzáadással egyenletessé kell tenni a felületet.

E művelet sikere rendkívül nagymértékben függ a kézi terítést végző dolgozók ügyességétől, tapasztalatától és lelkiismeretességétől.

B) *A behengerlést* az utántömörödő kevert aszfaltburkolatok durva rétegénél rendesen nehéz hengerrel (12...16 t-ás háromhengerlőjű hengerrel) végzik. Vékony szőnyegek esetén viszont középnehéz (8...10 t-ás) tandem henger a legelőnyösebb. Nagy felületű munkák esetében jól lehet alkalmazni a gumihengereket is.

A hengerlési szabályok, a sorrend, az átfedések itt ugyanazok, mint az aszfaltbetonoknál. A hengerlés közben beálló esetleges munkaszünetek a hígított bitumenes aszfaltban nem okoznak minőségi hátrányt.

A tapasztalat és a külföldi gyakorlat szerint is elég rétegenként az 5...7 hengerátmenet.

A terítési sávokból eredő csatlakozásokat itt is nagy gonddal kell kiképezni az aszfaltbetonnál már ismertetett alapelveken, bár itt is könnyebbséget ad, hogy a kihűlés nem okoz gondot.

6.4.4.4. Technológiai utasítás utántömörödő burkolatok építéséhez

Az utántömörödő kevert burkolatok kivitelezését — a többi más aszfaltburkolatokhoz hasonlóan — *technológiai utasítás* alapján kell az építésvezetőnek végrehajtania. A technológiai utasítás az érvényben levő általános előírásokat és irányelveket (ÉKSZ) figyelembe véve, de a lehetőségek között döntve részleteiben megszabja a használandó anyagokat és az elvégzendő műveleteket.

Példaképpen az alábbiakban közöljük egy kevert aszfaltmakadám-burkolat technológiai utasítását, amelynek alapján az útburkolatot az 1963. év során kivitelezték.

Technológiai utasítás a balatonfüredi Jókai és Beloiannisz utcák kevert aszfaltmakadám-burkolat építéséhez

1. *Előkészítés*

A kevert aszfaltmakadám-burkolat építése előtt az aljazathengerlést, valamint a szegélyezést gondosan el kell készíteni. Az aljazathengerlésben 1 cm-nél nagyobb egyenlőtlenségek nem lehetnek. A szegély előre elkészítendő és legalább 8 napos legyen a burkolatépítés kezdetén.

A pályaegyenlítés előtt az aljazathengerlés leseprendő sodronykefével, piasszava és cirokseprűvel. A forgalmat a pályaépítéskor le kell zárni.

A kőpálya szélessége a Beloiannisz utcában 6,00 m, a Jókai utcában 8,00 m a szegélyek belső éle között mérve. Az oldalesés 2,5%.

2. *Keverés*

a) *Alsó réteg*

A kevert makadámburkolat alsó rétegét Zánkán a bányaudvarban kell előállítani. A felhasználandó anyagok 2/3 rész 20/40-es nemes zúzottkő, 1/3 rész 12/22-es nemes

zúzalék. Hígított bitumen adagolás 3,5%, a zúzottkő anyag súlyában számítva. A keverést 1000 l-es betonkeverőgéppel végzik. Egy keverés súlya 1,035 kg éspedig 666 kg 20/40-es zúzalék, 334 kg 12/22-es zúzalék és 35 kg hígított bitumen. A kőanyagot 2:1 arányba kell a betonkeverő puttonyába juttatni hideg állapotban, ügyelve arra, hogy az anyag ne legyen nedves. A hígított bitumen vedrekkel kerül az ott levő LUHO melegítő tartályból a puttonyba 90...100 °C hőmérsékleten. Az anyagok beadagolása után a keverés 2,5...3 min-ig tart. A kevert anyag egyenletesen csillogó legyen és nem lehet száraz felület a keverék kőszemein. A keverőgép kihordó csilléje az anyagot depózza. Az anyag keverés után azonnal szállítható. *Bedolgozni lehetőleg 2 héten belül kell, bár 1 hónapig tárolható.*

b) *Felső réteg*

A felső réteget Veszprémben keverik, a Veszprém-külső vasútállomás iparvágánya mellé felállított keverőtelepen.

Felhasználandó anyagok: 2/3 rész 5/12-es nemes zúzalék, 1/3 rész 0/5-ös nemes zúzalék. Hígított bitumen adagolás 6,5% a kész keverékre vonatkoztatva.

A keverést 300 kg-os aszfaltkeverőgéppel végzik. Egy keverési adag anyagszükséglete:

93 kg 0/5-ös zúzalék
186 kg 5/12-es zúzalék
21 kg hígított bitumen

Összesen 300 kg

A zúzalékszárító-géphez szállítószalagon hozzák a 0/5-ös és 5/12-es zúzalékot. Az adagoló munkás 1:2 arányban adagolja az anyagot. A szárítódob 120 °C hőmérsékletre felmelegíti az anyagot. A hígított bitumen LUHO berendezéssel 100...110 °C hőmérsékletre melegítendő fel.

A keverés hőmérséklete 100...110 °C, keverési idő 2,5 min. Az anyag egyenletes, önmagába roskadó legyen. *Az anyagot 5 órán belül be kell dolgozni.*

c) *Záróréteg*

A záróréteg szintén a veszprémi keverőtelepen készül. Szükséges anyagok: 0/5-ös nemes zúzalék és HB-2 jelű hígított bitumen. A bitumen adagolása a kész keverékekhez viszonyítva 8% legyen. Egy 300 kg-os keveréshez 24 kg HB-2 hígított bitumen és 276 kg 0/5-ös nemes zúzalék szükséges.

A zúzalék hőmérséklete keverés előtt, a zúzalékszárítás és melegítés után 110...130 °C, a hígított bitumené 110...120 °C. Az önmagába omlós keverék *2 órán belül bedolgozandó.*

3. *A burkolat készítése*

a) *Alsó réteg*

Az 1. pont szerint előkezelt pályára 82,5 kg mennyiségben Zánkáról szállított kevert makadám alsó réteget kell elteríteni egyenletes vastagságban, a szegélyekre rájelölt magassági szint betartásával. 5...6 hengerjárattal be kell járni az anyagot. A forgalom nem mehet rá az alsó rétegre. A henger kerekeit imprimollal kenni kell.

b) *Felső réteg*

Az alsó réteg beépítése után a felső réteget lehetőleg még meleg állapotban kell elteríteni 42,5 kg/m² mennyiségben. Az egyenletes elterítés után 6...7 hengerjárattal teljesen simára és hullámmentesre kell hengerelni a pályát. Pótlásanyagról előre kell gondoskodni és pótolni kell a 4 m-es léccel való ellenőrzés során krétázás útján kijelölt részeket.

c) *Záróréteg*

A forgalom ráengedése előtt a felső réteget le kell zárni. Felhasználandó 15 kg/m² 0/5-ös anyagból készült záróréteg, legalább 60 °C hőmérsékleten. A záróréteg egyenletes elterítése, simító gereblyével való lehúzása után 4...5 hengerjárattal le kell járni a pályát. Ha a forgalmat azonnal rá kell engedni az elkészült szakaszra, akkor néhány kg száraz 0/5-ös anyaggal le kell szórni a burkolatot a keverék repedésének megakadályozása céljából.

6.5. PERMETEZETT ASZFALTBURKOLATOK ÉPÍTÉSE

6.5.1. A permetezett aszfaltburkolatok és bevonatok általános tulajdonságai

A permetezett aszfaltburkolatok a legkevesebb gépi felszerelést igénylik és viszonylag egyszerű technológiával építhetők. Ezek a burkolatok tulajdonképpen a régi vízzel kötött zúzottkő-makadámburkolatok továbbfejlesztését jelentik. Lényegük, hogy az aszfaltréteget alkotó új zúzottkő, ill. zúzalékréteg szemeit nem keverés útján vonják be kötőanyaggal, hanem *permetező gépkocsival az útpályára permetezik ki a kötőanyagot*, amely *hígított bitumen*, esetleg *bitumenemulzió*. Az így épített burkolat — akár egy itatott aszfaltmakadám, akár a felületi bevonás — *utántömörödő jellegű*, elsősorban az adalékanyag (zúzottkő, zúzalék) erősen lépcsős, szakaszos jellegű szemeloszlása miatt.

A permetezéssel készülő burkolatok minősége, forgalombírása és gazdaságossága *általában hátrányosabb*, mint az azo-

nos vastagságú *kevert utántömörödő* aszfaltburkolat. Ennek oka elsősorban az, hogy a zúzottkő és zúzalékszemeket kötőanyaggal keverés útján összehasonlíthatatlanul kedvezőbben, egyenletesebben lehet bevonni. A permetezés a keveréssel szemben sokkal kevésbé egyenletes szemcsebevonást ad a gyakorlati tapasztalatok szerint. Mivel a kötőanyag-mennyiséget permetezés esetén sokkal nehezebb pontosan szabályozni, az optimális bitumentartalom helyett attól sokszor jelentősen eltérő kötőanyag-mennyiséget juttatunk a burkolatba. Ennek eredménye vagy a *túl kevés kötőanyag* miatti kisebb kötőképesség, *bomlásra* való hajlam; vagy pedig a gyakorlatban még többször előadódó *túl sok kötőanyag* permetezése. Az utóbbi eset meleg időben a felület *„izzadását"*, *puhulását*, tehát *hullámosodását* eredményezi, amellett *csúszóssá* teszi a felületet. Ehhez járulnak még a permetezés kivitelezésekor adódó sokszor előforduló hibák, a szórócsövek eldugulásából, a kötőanyag lehűléséből adódó ún. *csíkozás* (csíkszerűen egyenlőtlen szórás), az egyes permetezési menetek kényszerű részbeni átfedése és ezen sávok túlpermetezése stb. Mindezen okok világossá teszik, hogy a permetezéses burkolatok szükségszerűen kedvezőtlenebbek a kevert burkolatokkal szemben. Ennek ellenére előnyük, hogy *nem igényelnek keverőgépet*, és építésük viszonylag egyszerű.

A könnyű—közepes forgalomra épített *itatott aszfaltmakadám* nagyarányú, ugrásszerű hossznövekedése kb. 1958 után egyedüli lehetőség volt arra, hogy a pormentes burkolatokat gyorsan fejlesszék, hogy a hirtelen forgalomfejlődéssel lépést tartsanak, amikor a keverőgép-kapacitás még különösen elégtelen volt. A nagy hosszban épült permetezéses burkolatok gondosan betartott technológiával készült igen nagy része ma is jól megfelel a közepes forgalomnak, és jó pályaszerkezeti alapréteget fog képezni abban az időben is, ha majd egy kevert aszfaltréteggel a későbbi nagyobb forgalomra alkalmassá kell tenni az útpályát.

A *felületi bevonások* — bár ezeket nem tekintjük burkolatoknak, és helyük elsősorban az útfenntartás területén van — nem veszítettek fontosságukból. A gépesített útfenntartás a tervszerű megelőző karbantartás keretében a jövőben is kiterjedt mértékben fogja alkalmazni ezt a korszerűen gépesíthető, és egyszerű technológiát. Csak megjegyezzük, hogy Franciaországban — ahol a rendkívül sűrű úthálózat (767 000 km) miatt a hálózat jelentős részén ma sem nagy a forgalom, viszont ezen a részen a burkolatok felülete általában kitűnő — *G. Jeoffroy* 1968. évi adatai szerint [82] az állami utak 75%-án, a megyei utak 88%-án, a tanácsi utak 97,5%-án felületi bevonásos rétegek voltak. (Más kérdés, hogy a forgalmas úthálózaton a kevert burkolatok hossza a fenti 25%, 12% és 2,5%-ból összeadódóan is igen nagy: 65 000 km és a burkolathibák az igen nehéz forgalom miatt főleg ide koncentrálódnak. Mindez azt jelenti, hogy a felületi bevonás adott körülmények között ma is korszerű *útfenntartási módszer* és hazánkban is mindinkább azzá válik.

Általánosságban kiemelendő még a permetezéses burkolatokról, hogy nem alkalmasak a *túl kis* forgalom, a *túl nagy* forgalom és az *átkelési szakaszok* esetében. Mivel alapjellegük szerint *utántömörödő* burkolatokról van szó, bizonyos *minimális átlagforgalom mindenképpen szükséges* ahhoz, hogy a felület elaszfaltosodjon, zárttá váljon és így a víz és a fagy káros hatásainak bomlás nélkül ellen tudjon állni. A túl nagy forgalom az egyenlőtlen tömörödést, felülethullámosodást és a felület idő előtti megbomlását eredményezheti. Végül kiemelt szegélyek közötti átkelési szakaszokon vagy városi burkolatként nem tanácsos alkalmazni a permetezéssel készült burkolatokat, mert *nehezen tarthatók tisztán*, és a sárfelhordás, a vízlefolyás és a tisztítás a túl érdes, egyenetlenebb felületen kedvezőtlenebbül alakul.

A permetezéssel készülő aszfaltburkolatok alkalmas kötőanyaga a *hígított bitumen*, egyrészt utántömörödő voltuk következtében a kevert utántömörödő burkolatoknál is tárgyalt okok miatt. Másrészt a permetezés a legkedvezőbb olyan kötőanyaggal, amelynek a permetezési hőmérséklete nem magas, és a teljes kötőképessége pl. itatott makadám esetén csak az utántömörödési idő után alakul ki.

A *bitumenemulziót* elsősorban a felületi bevonások kivitelezésében már előnyösebb alkalmazni. Ilyenkor a permetezés még egyszerűbben alakul, és a gyors kötés kevésbé elzsírosodó felületet és nagyobb érdességet is létrehoz.

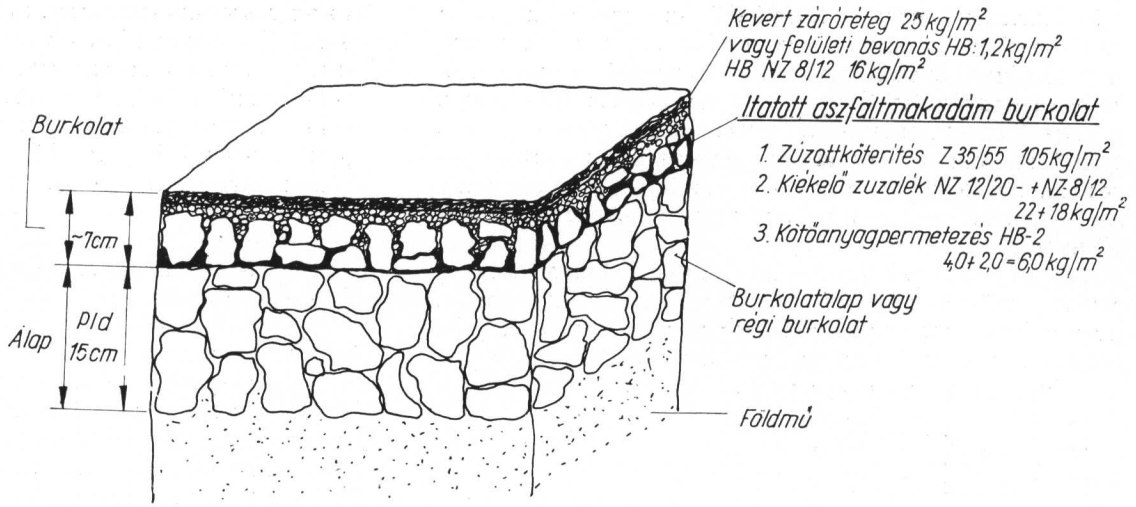
A meleg eljárású *útépítő bitumen* alkalmazása ritkán jöhet szóba. Nehéz, kényes és körülményes munkát jelent, sikeres végrehajtása viszont igen jó minőséget és tartósságot ad.

6.5.2. Itatott aszfaltmakadám-burkolat építése

6.5.2.1. Hazai előírások és gyakorlat az itatott aszfaltmakadám-burkolatok építésére

a) *Az itatott aszfaltmakadám-burkolat* könnyű és közepes forgalom esetén kerülhet alkalmazásra, az utak külső szakaszain. Bizonyos fokig előnyös tulajdonsága *hajlékonysága*, vagyis az a képessége, hogy a nem kifogástalanul tömör földmű vagy alap esetén a terhelés alatt bekövetkező rugalmas süllyedéseket, valamint az ülepedésből, utólagos földműtömörödésből eredő mozgásokat jól tudja követni a felszín repedése, romlása nélkül, a felület azonban akkor természetesen nem lesz kellően egyenletes. Ezért itatott aszfaltmakadám esetén is feltétlenül kifogástalan teherbíró-képességű alap alkalmazására kell törekedni.

Az itatott aszfaltmakadám-burkolat lényege hasonló a már ismert kötőzúzalékos aszfaltmakadám-burkolathoz. A teherbíró alaprétegre (rendesen zúzottkő makadám alapra vagy megerősítendő régi burkolatra), annak profilbahozása és gondos megtisztítása után Z 35/55 zúzottkőből *7 cm vastag új zúzottkőréteget* terítünk el, gyengén behengerelve. Ezután ezt a réteget két részletben *átitatjuk* kötőanyaggal, *összesen* $4 + 2 = 6$ *kg/m²* *hígított bitument* permetezünk ki. Közben



6-103. ábra. Itatott aszfaltmakadám burkolat régi makadám-, ill. régi burkolatalapon

mindkét permetezés után *kiékelő zúzalékot* terítünk el (először NZ 12/20 jelű zúzalékot 22 kg/m² mennyiségben, majd NZ 8/12 zúzalékot 18 kg/m² mennyiségben), s behengereljük a zúzottkőréteg hézagai közé. Az így kapott átitatott, kiékelt, bekötött és tömörített burkolatréteg (6-103. ábra) véglegesen a forgalom alatt tömörödik be és aszfaltosodik el. Teherbírásának jelentős részét a kötőanyag kohéziója mellett elsősorban a kiékelt kőváz nagy belső súrlódásának köszönheti, ezért kell törekedni a zömök, éles élű zúzottkő és a nem lemezes, zömök nemes zúzalékok alkalmazására.

6-20. táblázat. Itatott aszfaltmakadám burkolat és útalap anyagszükséglete az 1970. évi ÉKSZ előírások szerint

Burkolattípus jele	It-5	It-7
Zúzottkő terítés		
20/35 mm-es	75	—
35/55 mm-es	—	105
Első itatás:		
hígított bitumen	4,0	4,0
zúzalék 12/20 mm-es, (impr.) (vagy 8/12 mm-es)	28	22
Második itatás:		
hígított bitumen	—	2,0
zúzalék 8/12 mm-es impr.	—	18
Burkolat esetén felületi zárás		
a) kevert záróréteg, pl. HAB-8 zárt	20	
vagy:		
b) felületi bevonás		
hígított bitumen	1,2	
zúzalék 8/12 mm-es	16	

Az ÉKSZ előírások kétféle itatott aszfaltmakadám alkalmazását teszik lehetővé: normál vastagságút, kétszeri permetezéssel és kiékeléssel, közepes forgalomra, és csökkentett vastagságút, egyszeri permetezéssel és kiékeléssel, kis forgalomra. Jele:

It-7 jelű itatott aszfaltmakadám zúzottkőterítés laza vastagsága: 7 cm, tömör összvastagság záróréteggel: 7,5 cm.

It-5 jelű itatott aszfaltmakadám zúzottkőterítés laza vastagsága: 5 cm, tömör összvastagság záróréteggel: 5,5 cm.

A kétféle vastagságú itatott aszfaltmakadám szükséges anyagmennyiségeit a technológiai sorrendben a 6-20. táblázatban tüntettük fel. Megjegyzendő, hogy a jobb minőség érdekében előnyös a kiékeléshez *impregnált zúzalékot* alkalmazni, amikor tehát

a 12/20 mm-es zúzalékot 2,0% hígított bitumennel,
a 8/12 mm-es zúzalékot, 2,5% hígított bitumennel

kell előzetesen megkeverni, impregnálni.

A hígított bitumen viszkozitását a levegő középhőmérséklete alapján választják meg. Ezért:

HB-2 jelű hígított bitument alkalmazunk *10 °C felett* (májustól szeptemberig);

HB-1 jelű hígított bitument alkalmazunk *5 °C felett* (április, szeptember, október hóban);

HB-0 jelű hígított bitument alkalmazunk ± 0 *°C felett* (hideg időben).

b) *A kivitelezés menete* a következő. Az alapréteg kijavítása profilbahozása és tisztítása után *elterítjük* a 7 cm vastag Z 35/65 zúzottkövet. Kézzel, villázással vagy gépesítve terítőládával lehet elteríteni. (*Aszfaltfiniserrel* is lehet zúzottkövet, elteríteni és gazdaságos is, ha van elterítőgép.) A terítés után két-három hengerjárattal behengereljük a zúzottkőréteget annyira, hogy éppen szilárdan megálljon, de éltöredezés ne legyen. A széttöredezett, rózsásodó köveket, valamint túl nagy kőszemeket kicseréljük.

Az *első itatást* (4 kg/m² körüli HB, azaz 2/3 mennyiséggel) a permetező-gépkocsi kétszeri járatával végezzük, ügyelve, hogy az egyes menetek ne fedjék át egymást, a túladagolás elkerülése végett. Gondoskodunk, hogy a kötőanyag a *permetezési hőmérsékleten* vagy e felett legyen:

HB-2 esetén: 120...140 °C felett,
HB-1 esetén: 100...120 °C felett,
HB-0 esetén: 50... 70 °C felett.

A kipermetezett mennyiséget tálcával (l. később) ellenőrizzük. A *kiékelő zúzalékot* (NZ 12/20) egyenletesen azonnal elszórjuk, és megkezdjük a *hengerlést* a 14...16 t-ás nehéz úthengerrel. Ez addig tart, amíg a kiékelő zúzalék első adagja teljesen benyomódott a zúzottkő hézagai közé.

Ezután következik a *második itatás* (1/3 mennyiségű, azaz 2 kg/m² körüli HB) a permetezőkocsi egy menetével, majd a kisebb méretű és kevesebb mennyiségű második adag *kiékelő zúzalékot* (NZ 8/12) terítjük szét és *hengereljük* be. Közben a 4 m hosszú egyenes léccel és a profilléccel állandóan *vizsgáljuk a profilt*, és a 10 mm-nél nagyobb felületi hullámokat még a hengerlés alatt azonnal javítjuk lazítással, pótlással. A hengerlés addig tart, amíg a nehéz henger nyoma már nem látszik meg.

Ezután az itatott makadámot lehetőleg azonnal *átadjuk a forgalomnak*, legalább 4...6 hét időtartamú bejáródásra, utótömörödésre. Ezalatt a kivitelező vállalat köteles *utókezelést* biztosítani. 40 km/h sebességkorlátozás mellett a terelő műanyag kúpokkal időnként átirányítva a forgalmat, egyenletesen bejáratjuk a teljes burkolatszélességet. A lepergett zúzalékot visszasöpörjük, az izzadó foltokat zúzalékoljuk.

Az ÉKSZ előírás lehetőséget ad arra is, hogy a felületi záróréteget az itatott makadámburkolat elkészítése után 4...6 hétre átadják a forgalomnak utótömörítésre, és csak azután zárják le. Mindkét módszernek vannak előnyei és hátrányai.

Az azonnali záróréteg-építés előnye, hogy jobban köt a felületre és különösen nyárvégi építés esetében az őszi esőzések már az elaszfaltosodott, vízzáró felületre hullanak, és így a nyitott felületű itatott makadámba nem jut be víz. Hátrány, hogy ekkor a hígított bitumen oldószere lassabban párolog el, ez azonban a hígított bitumennel készült záróréteg esetén nem nagy különbséget jelent.

Az itatott makadámot a forgalomnak 4...6 hétre átadva — ha száraz az idő — előnyösen meggyorsul az utántömörödés és az oldószerek elpárolgása. Ezzel szemben fellép a jelentős veszély, hogy ezen idő alatt a nyitott felületbe sokkal több esővíz juthat be, mint amennyi hígítószer van a burkolatban. Ha kevert záróréteget alkalmazunk 4...6 hét forgalom után, azt le kell ragasztani a letisztított felületre, 0,8 kg/m² hígított bitumen vagy 0,5 kg/m² bitumenemulzió permetezésével. Felületi bevonás esetén erre természetesen nincs szükség.

6.5.2.2. Külföldi előírások az itatott aszfaltmakadám építésére

Az itatott makadámburkolatokra vonatkozó külföldi előírások elég egyöntetű technológiát állapítanak meg, és az eltérések a fentebb leírt hazai módszertől nem lényegesek. Ezért itt a csak kisebb mértékű különbséget mutató, viszonylag új, 1966. évi keletnémet előírást ismertetjük (KdT Empfehlung, Sw7, Juli 1966.) mert ez a *homok* alkalmazására mutat példát az itatás előtt. (Régebben a hazai előírásokban is ismeretes volt az ún. „*félátitatás*", amelyben a zúzottkőréteg alsó hézagait az előre elterített 25...35 kg/m² homokkal töltötték ki, és a teljes itatás kötőanyagának csak kétharmadát permetezték ki. Ezt az eljárást a kedvezőtlen tapasztalatok miatt nem alkalmazzuk, hanem helyette már az 1962. évi ÉKSZ az 5 cm vastagságú változatot vezette be, tehát kisebb szemnagyságot, de teljes itatással.)

A keletnémet új előírás megtartotta mind a félátitatást, mind a teljes itatást, azonban *mindkettőhöz* szükségesnek tartja a 30...35 kg/m² mennyiségű 0/5 mm-es durva homok 2 cm vastagságban való elterítését a letisztított alapon, és erre terítik csak el a zúzottkőréteget. A további eljárás már azonos. A zúzottkőréteg alsó hézagait teljes itatás esetén is azért kell lehatárolni, hogy a kis viszkozitású kipermetezett kötőanyag a felső zúzottkőréteg hézagai között maradjon, és később se szivárogjon le esetleg az alapra a kötőanyag, elsóványítva a tulajdonképpeni aszfaltmakadám réteget.

a) *Félitatás* könnyű és közepes forgalomra:

Homokterítés 2 cm 0/5 mm	30...35 kg/m²
Zúzottkőterítés 7...8 cm, 35/65 mm	120...130 kg/m²
Kiékelő zúzalék 12/18 mm	15...20 kg/m²
Kötőanyag-permetezés	3...3,5 kg/m²
Kiékelő és fedő zúzalék 8/12 mm	20...25 kg/m²

Jellemző tehát, hogy még a kötőanyag-permetezés előtt nagyobb szemű zúzalékkal kiékelik és kevéssé lehengerlik a zúzottkőréteget, amelyet tehát már eléggé zárt felületet permeteznek le, itatnak át. Ezután terítik el a kisebb szemű zúzalékot és hengerlik be véglegesen a felületet.

b) *Teljes itatás* könnyű és közepes forgalomra

Homokterítés 1...2 cm 0/5 mm	30... 35 kg/m²
Zúzottkőterítés 7...8 cm 35/65 mm	120—130 kg/m²

Kiékelő zúzalék 12/18 mm	15... 20	kg/m²
Első kötőanyag-permetezés	2,0... 2,5	kg/m²
Kiékelő zúzalék 12/18 mm	20... 25	kg/m²
Második kötőanyag-permetezés	2,0... 2,5	kg/m²
Zúzalék 8/12 mm	15... 20	kg/m²

Itt is van tehát előzetes homokterítés és az első kötőanyag-permetezés előtt is zúzalék kiékelés. A fenti kötőanyag-mennyiségek hígított bitumen, kátrány vagy útépítési bitumenre vonatkoznak, bitumenemulzió esetén 0,5... ...1,5kg/m² mennyiséggel többet kell számítani.

Megjegyzi még az előírás, hogy hígított bitumen és kátrány alkalmazása esetén az elpárolgást nem szabad megakadályozni azzal, hogy azonnal hézagszegény vagy tömör záróréteget építenek a kész aszfaltmakadám rétegre.

6.5.3. Felületi bevonás készítése

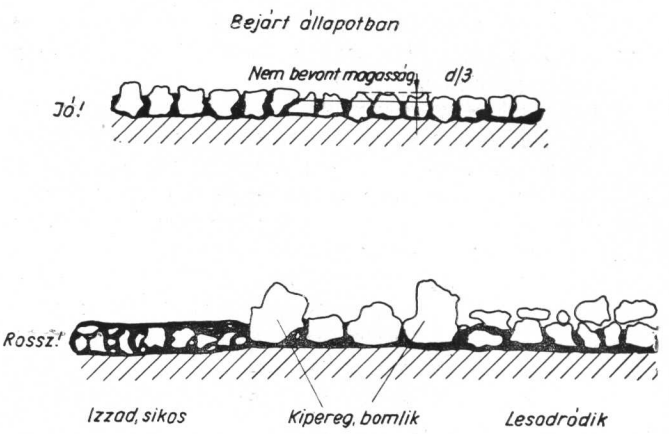
6.5.3.1. Általános technológiai irányelvek

a) A *felületi bevonás lényege* a következő: a kijavított, letisztított felületű *régi makadámburkolatra*, vagy *fekete burkolatra* kötőanyagot permetezünk, majd utána egyenletesen zúzalékot szórunk el, és azt úthengerrel behengereljük. A zúzalékszemeket a kötőanyag részben az alaphoz, részben egymáshoz ragasztja, és így a forgalom alatti bejáródás után zárt, érdes, 1...1,5 cm vékony bevonás keletkezik. Ezt az eljárást többnyire megismétlik.

A felületi bevonás tulajdonképpen *nem önálló burkolat*, és kb. 1960 óta makadámút-korszerűsítéshez egyedül nem is használják. Régebben azonban önállóan is kiterjedten alkalmazták. A felületi bevonás ugyanis — 3...5 évenként megújítva — a makadámburkolatot a könnyű gépjárműforgalom számára alkalmassá tette. Ma főleg kétféle területen alkalmazzák:

1. Nyitott felületű utántömörödő *aszfaltburkolatok felületének lezárása* végezhető felületi bevonással is.
2. *Régi aszfaltburkolat fenntartása során* egyenletes felület, vastagítás vagy érdesítés céljából lehet egy- vagy kétrétegű felületi bevonást létesíteni.

A felületi bevonás sikere, minősége és tartóssága azon múlik elsősorban, hogy *megfelelő mennyiségű kötőanyagot* permetezzünk el egyenletesen, majd *megfelelő szemnagyságú és mennyiségű nemes zúzalékot* terítsünk szét a lepermetezett felületen. Az alkalmazott mennyiségek akkor helyesek, ha a felületi bevonásról a forgalom jelentősebb mennyiségű zúzalékot *nem tud lesodorni*, és a zúzalékszemek szilárdan le vannak kötve, másrészt ugyanakkor a felületre nem nyomódik ki fölös bitumen, *nem lesz „izzadásos" felület*, amely hullámosodást, csúszást stb. okozhat.



6-104. ábra. A felületi bevonás egyetlen sorban, tömören elhelyezkedő zömök, közel egyforma nagy zúzalékszemekből álljon. Erősen eltérő nagyságú zúzottkőszemek izzadást vagy kipergést okoznak a felületen

b) *Zúzalékszükséglet.* A felületi bevonás készítése során arra kell törekedni, hogy *pormentes, zömök, éles élű és nagy szilárdságú, közel egyforma nagyságú zúzalékszemek alkossanak egy zúzalékszem-magasságú réteget, szorosan egymás mellett elhelyezkedő zúzalékszemekből.* A felületi bevonás zúzalékrétege tehát egyenletes és tömör elhelyezkedésű legyen egyetlen sorban a 6-104. ábra szerint. A kötőanyag a szemeket részben az alaphoz, részben pedig egymáshoz ragasztja, és kész, betömörödött, bejárt állapotban is csak optimálisan kb. *2/3 magasságig vonja be* és köti meg a szemeket. Így jól láthatóan az a kedvező, ha a zúzalék lehetőleg minél szűkebb szemnagysághatárok között van. Mivel a kötőanyag-permetezés egyenletes, így a túl nagy szemek kiperegnek, a túl kis szemeknél pedig kötőanyag-felesleg, „izzadás" következik be. Túl apró szemek esetén ugyanis a második, felső sorban levő szemeket a forgalom lesöpri.

Lehetőleg *szűk frakcióhatárokat* alkalmazunk, *d* legkisebb és *D* legnagyobb szemnagyságokkal; az ezen határoknál kisebb vagy nagyobb szemcsék aránya maximum 10—10% lehet.

Az alkalmazandó átlagos szemnagyság, ill. a frakcióhatárok annál nagyobbak, minél nagyobb és súlyosabb a forgalom és minél érdesebb felületre van szükség (egészen NZ 12/20 -ig). Ha az alap különösen kemény (pl. régi csúszós, de kemény aszfaltburkolatra tesznek felületi bevonást), akkor a zúzalékszemek igénybevétele az aprózódásra különösen nagy, ezért ilyenkor apróbb szemű, nagy szilárdságú, különösen jó minőségű kőzetből előállított zúzalékot kell alkalmazni.

Az első felületi bevonásra általában kisebb, a másodikra pedig nagyobb szemnagyságú zúzalékot kell alkalmazni.

Az *impregnált zúzalék* alkalmazása jóval előnyösebb mint a bevonatlan zúzalék, mert jobban köt meg, hamarabb aszfaltosodik el és kevésbé pereg le a felületről a forgalom alatt. Az impregnáláskor a zúzalékot előzőleg legfeljebb 2...3 súly%

hígított bitumennel keverik meg aszfaltkeverőben, esetleg betonkeverőgépben. Az így bevont zúzalék még száraz, nem ragad össze és szórható.

A zúzalék szükséges *mennyisége* lényegében a felhasznált zúzalékszemcse átlagos középátmérőjétől függ, és így annál több l, ill. kg szükséges egy m²-re, minél nagyobb a $d_á = 0{,}5\ (d + D)$ átlagos átmérő. Ha csupa egyforma $d_á$ átmérőjű, szorosan egymás mellett álló zúzalékot képzelünk el ideálisan egy sorban, kb. 10% hézaggal, akkor közvetlen összefüggés adódik az *L* l-ben kifejezett és a *Z* kg-ban kifejezett zúzalékszükségletre, kb. 10% pergési felesleget feltételezve:

$$L\ (\mathrm{l/m^2}) = d_á^{\mathrm{mm}} = \frac{d+D}{2},$$

tehát a *zúzalékszükséglet szoros terítéskor l/m²-ben egyenlő a mm-ben vett átlagos zúzalékátmérővel.* A szükséges súly:

$$Z\ (\mathrm{kg/m^2}) = s_Z\, d_á^{\mathrm{mm}} = s_Z \frac{d+D}{2}.$$

Itt s_Z (t/m³) a zúzalék laza térfogatsúlya, általában $s_Z = 1{,}4 \ldots 1{,}6$ körüli érték. Ezt figyelembe véve:

$$Z\ (\mathrm{kg/m^2}) = 1{,}5\, d_á^{\mathrm{mm}} = 1{,}5 \frac{d+D}{2},$$

tehát *a zúzalékszükséglet kg/m²-ben szoros egyszemű terítéskor egyenlő a mm-ben szállított átlagos zúzalékszemnagyság másfélszeresével.*

Legtöbbször azonban ennél a mennyiségnél többet alkalmaznak a gyakorlatban, mert bizonyos mennyiségű zúzalékpergéssel számolni kell. A fenti összefüggés tehát inkább úgy értékelendő, hogy a gyakorlati tapasztalatok és előírások által megszabott értékkel összehasonlítva megmutatja, mekkora pergési biztonság van az ideális esethez viszonyítva.

Az alkalmazott zúzalék *különlegesen jó minőségű anyag legyen, szűk frakcióban; zömök alakú, pormentes, nagy szilárdságú, nem aprózódó kőzet felel meg erre a célra.* Ezen szigorú követelmények jogosságát később a kötőanyag-szükséglet tárgyalásakor látjuk majd.

c) *Kötőanyagok.* A felületi bevonásokat legelterjedtebben *hígított bitumennel* végzik, nálunk a legutóbbi időkig majdnem kizárólagos módon. *Nagy előnye* ennek a módszernek, hogy a permetezési hőmérséklet nem túl nagy, általában könnyen létrehozható, és ezért az egyenlőtlen permetezés, a csíkozás veszélye kisebb, mint az útépítő bitumen esetében. Emellett a kipermetezett hígított bitumen nem köt meg olyan hamar és idő van a zúzalékszórás nyugodt elvégzésére. A kiviteli technológia viszonylag veszélytelenebb, kényelmesebb, különösen hazai vonatkozásban, ahol a tapadásjavítóval adalékolt hígított bitumenek tapadása a kőzethez, zúzalékhoz még nedves időben is megfelelő. *Hátrányosnak* mondható viszont a hígított bitumenes felületi bevonások esetén az az általános hazai tapasztalat, hogy sok esetben válnak erősen kisimult, sőt csúszós, izzadós felületté. Ennek egyik oka, hogy a hazai permetező-gépkocsik a hígított bitumen mennyiségét nem tudják megfelelő sebességfokozat és jó minőségű fuvókarendszer hiányában pontosan adagolni, és a csíkozás elkerülésére általában túl *sokat* permeteznek. Másik ok, hogy a zúzalék lemezes és ezért elfekszik. A száraz zúzalékkal végzett hígított bitumenes felületi bevonások a zúzalék poros és lemezes aprózódó volta miatt nagy zúzalékveszteséget mutatnak, és általában ezért is túl zsírosak, izzadnak és a felületi érdességük kisebb. Az impregnált, jó minőségű zúzalékkal végzett felületi bevonatok már kisebb zúzalékpergést mutatnak, nem izzadnak úgy.

Az *útibitumennel* készült felületi bevonás minősége meleg eljárás esetén — ha azt kifogástalanul végzik el — kedvezőbb, mint a hígított bitumenes bevonatoké. Meleg eljárás esetén a jó és egyenletesen szétpermetezett útibitumenben a jó minőségű, kubikos zúzalék a gyors lehűlés alatt azonnal, véglegesen megköt, utána szilárdan áll, a lepergés lehetősége kisebb, az érdesség kedvezőbb és az élettartama is nagyobb. Meleg útépítő bitument alkalmazva különlegesen érdes felületi bevonások hozhatók létre, amelyekben a zúzalékszemek valóban mozaikszerűen kötődnek egymás mellett az alaphoz, semmi habarcsszerű anyag nem nyomódik a felszínre. Az ilyen bevonatokon sokszor felülről nem is lehet látni a kötőanyagot, a felület csupa szilárdan egymás mellett álló élesszemű, teljesen kubikos csupasz zúzalékból áll.

Igen *sok nehézsége* van azonban az útibitumenes felületi bevonásnak. Nagy hőmérsékleten, 170...180 °C-on kell tartani a permetezendő bitument, hogy teljesen egyenletesen, csíkozás nélkül sikerüljön a permetezés. Ehhez feltétlen korszerű, fűtött, szigetelt, keringtető rendszerű permetező-gépkocsik kellenek. Emellett a kihűlés folyamata rendkívül gyors, tehát a permetezés után azonnal, késés nélkül folyamatos zúzalékszórást kell létrehozni. Az eljárás igen kényes a zúzalék abszolút jó minőségére. Emellett az egész eljárást kizárólag száraz időben, melegben 15 °C feletti hőmérsékleten, gyakorlatilag nyári időszakban lehet jól végrehajtani. Kényes, nehéz technológiáról van szó tehát, amelyet könnyű elrontani.

A *bitumenemulzióval* hideg eljárással készült felületi bevonások — elsősorban a kiváló tapadást megvalósító kationaktív bitumenemulziók esetén — rendkívül kedvezően egyesítik magukban a félmeleg és a meleg eljárás számos előnyét, a hátrányok nagy részét csökkentve. A bitumenemulziós technológia *fő előnyei:* kivitelezése kényelmes és egyszerű. Nincs melegítési gond, a permetezés még a kisebb mennyiségek esetén is egyenletes és csíkozásmentes. A kipermetezett emulzióra a zúzalékot hamarosan, de nem azonnal kell rátenni. Az emulzió rövid idő alatt megtörik és a víz elpárolgása után a hátramaradt útépítési bitumen szilárdan rögzíti a zúzalékszemeket az alaphoz és egymáshoz. Ezzel a zúzalékos felület szennyezés- és habarcsmentesebb, *jóval érdesebb lesz, a felpuhulás és zsíros felület veszélye nélkül.* A felületre kerülő

homokot, port, aprózódást zúzalékszemcséket a bitumen később már nem köti meg. Ugyanakkor viszont az időjárással szemben kevésbé érzékeny módszer, nedves és hűvös időben is alkalmazható (esőben nem).

Természetesen itt is adódnak *hátrányos* tulajdonságok és nehézségek: elsősorban a megfelelő minőségű bitumenemulzió megteremtése; közeli előállítása, hogy ne kelljen 40...50% vizet hosszabb úton költségesen szállítani az emulzióval együtt. Emellett az emulzió viszkozitását pontosan be kell állítani, hogy jól permetezhető legyen, de ne legyen túl folyós se, mert akkor a burkolat oldalesése miatt lefolyik az útról az emulzió, mielőtt megtörne, s kárba vész. A törési időt is pontosan kell beállítani, mert túl korai töréskor nem köti le a később hengerelt zúzalékszemeket, túl késői töréskor az eső lemoshatja az útfelületről az emulziót vagy a forgalom tönkreteheti a felületet.

Mindezen hátrányok, és a magasabb árak ellenére is számos országban (pl. Francia-, Németország, Anglia stb.) a kationaktív emulziókkal való felületi bevonások széles körben elterjedtek és a magasabb árakat szívesen megfizetik a kedvezőbb minőség, érdesebb felület, élettartam-növekedés és egyszerűbb technológia miatt.

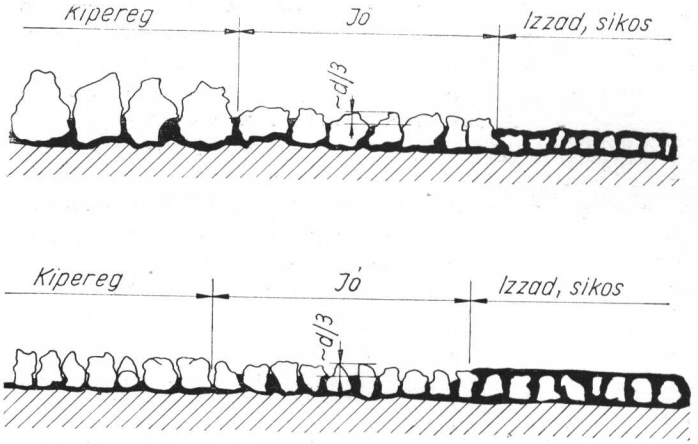
Magyarországon az emulziós technika az általános üzemi gyakorlati alkalmazás felé csak 1969...70. években tette meg a kezdeti eredményes lépéseket.

d) A *szükséges kötőanyag-mennyiség* nagysága elsősorban az alkalmazott átlagos zúzalékszemnagyságtól függ. Előzőekben említettük már, hogy a helyes mennyiségű kötőanyag a szemcséket betömörödött, bejárt állapotban max. 2/3 magasságukig vonja be. Ha ennél kevesebb a kötőanyag, akkor zúzalékkipergés, ha pedig annál több a kötőanyag, akkor pedig „izzadó" felület, bitumenkinyomódás és hullámosodás keletkezik (6-105. ábra). Ezért tehát viszonylagosan *annál több (kg/m²) kötőanyag* elpermetezése szükséges, *minél nagyobb szemű a zúzalék*, tehát minél nagyobb a $d_{á} = 0{,}5\,(d + D)$ átlagos szemnagyság. A $B = f(d_{á})$ összefüggést, tehát a bitumenszükséglet függését a zúzalékszemnagyságtól elméleti úton nem lehet megállapítani, ezért a széles körű kísérleti, tapasztalati adatok eredményeit táblázatokba vagy grafikonokba szokták foglalni. Egyszerű közelítő szabály:

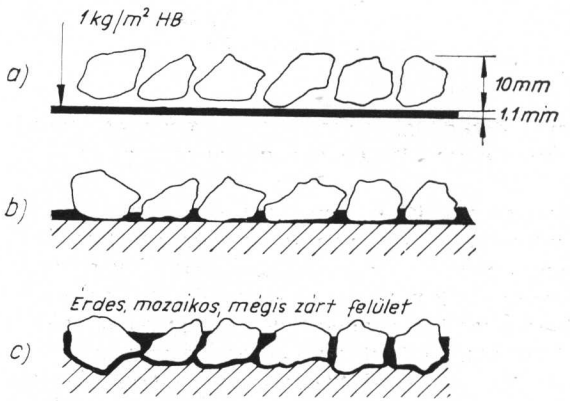
$$B\ \text{kg/m}^2 = \frac{1}{10}\,\frac{d+D}{2},$$

azaz a *szükséges bitumenmennyiség kg/m²-ben azonos az átlagos zúzalékátmérő mm értékének egytizedével*. Ekkor a bitumenfilm az alapon $d_{á}/10$ mm. Kisebb zúzalékméretek esetében inkább kissé több kötőanyag kell a zúzalék nagyobb felülete miatt.

Különösen ügyelni kell a *kötőanyag túladagolásának elkerülésére*, mert ha a szemcsék 2/3 magasságára már az új állapotban feljut a kötőanyag, akkor később a forgalom alatti bejáródás miatt a zúzottkőszemek benyomódnak, elsüllyednek, a hígított bitumen pedig apró szemcsékkel, porral



6-105. ábra. A helyes mennyiségű kötőanyagot elsősorban a zúzaléknagyság szabja meg. A bitumen a zúzalékszemek bejáródott állapotában se nyomódjon fel a felső 1/3 magasságba, mert csak így marad érdesmozaikos felületű a bevonás



6-106. ábra. Helyes bitumenadagolással, jó minőségű zúzalékkal készült felületi bevonás *durva mozaikos* felületű, érdessége nagy: *a)* elszórás előtt *b)* elszórás után hengerrel simítva; *c)* bejáródott végleges helyzet

habarccsá kötődve, vagy akár mint fényes felület felnyomódik a felszínre. A felületi kezelés ilyenkor úgy hat, mint egy tükörsima jól elaszfaltosodott, jó vízzáró felület, pedig az ideális, érdes és tartós felületi bevonás évek múlva is *durva mozaikos* zúzalékfelületet ad, a vízzárás pedig így is teljes. Jól látható ez a 6-106. ábrán, ahol 1 kg/m² kötőanyag-permetezést és kb. 10 mm átlagátmérőjű zömök alakú zúzalékot látunk a kiszórás előtti pillanatban. A bitumenfilm az alap (régi burkolat) felületén kb. 1,1 mm. A *b)* ábrarészen a zúzalékot már rászórták a permetezett felületre, és lejárták a hengerrel. Még a régi burkolatba nem nyomódott be, de a zúzalékszemcsék között a bitumen már kb. 2...3 mm magasra nyomódik fel. A *c)*



6.40 kép. Jó minőségű, mozaikos durva felületű, nagy geometriai érdességű felületi bevonás

részen látható a forgalom alatt bejárt, közel végleges helyzet: a zúzalékok nagyobb aprózódás nélkül benyomódtak kissé a régi burkolat felületébe, a bitumen is feljebb nyomódott, de még akkor is a szemnagyság közel 1/3-ának megfelelő magasság szabad, nem tölti ki bitumen 3...4 mm magasságban a hézagokat. A nagy érdesség biztosított, a vízzáróság és a szemek jó és tartós lekötése mellett.

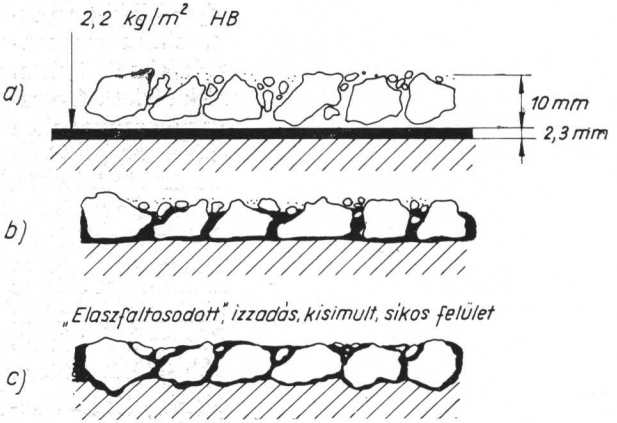
Az ilyen kedvező *mozaikos, érdes típusú* felületi bevonás készítésének feltételei:

a) olyan permetezési technika (korszerű permetező-gépkocsik, gondosság), amely mellett a kevés mennyiségű kötőanyagot is pontosan és egyenletesen lehet kiszórni;

b) pormentes, szűk frakcióhatárú, zömök alakú, nem polirozódó, nem aprózódó jó minőségű zúzalék, amelyet pontos adagolásban, egyenletesen és gondosan szórnak ki megfelelő korszerű zúzalékterítővel.

Nézzük azt a helyzetet, amikor ezek a feltételek nem elégíthetők ki teljesen (6-107. ábra). Pl. a permetező-gépkocsi főleg csak az itatott makadám nagy 3...4 kg/m² kötőanyag mennyiségének permetezésére alkalmas, így felületi bevonás esetén nem tud pontosan adagolni, így 2,2 kg/m² a permetezés mennyisége és 2,3 mm a bitumenfilm vastagsága. A zúzalék alakja lemezes, nem szűk frakcióhatárú, főleg sok az alsó határ alatti rész, poros anyag. Ezt elszórva és hengerrel benyomva (*b)* rész) már a bevonat új korában is felnyomódik a kötőanyag a kisebb szemek fölé, a nagyobb szemek 2/3 magasságába. A forgalom alatti bejáródás után a végleges helyzet a *c)* ábrarészen látható: a nagyobb szemek benyomódtak a régi burkolatba, a kisebb szemek nem, a lemezes szemek elaprózódnak, és a poros, apróbb részekkel a bitumen nagy részét lekötik, és egy sima, zárt, „elaszfaltosodott" felületet hoznak létre, amelynek jellege *nem mozaikos-érdes*, hanem inkább *aszfalthabarcsos*. Az érdességet is inkább ennek a zárt felületnek, aszfalthabarcsnak a tulajdonsága határozza meg, nem pedig egyedül a zúzalék mozaikos felülete.

A szükséges kötőanyag-adagolást az alkalmazott átlagos szemnagyságon kívül még főleg a *forgalom nagysága*, valamint a régi burkolat *felületi keménysége* és a felületi *porozitása* is befolyásolja. Két végletet látunk a 6-108. ábrán helyes adagolásokkal. Az *a)* ábrarészben könnyű forgalom és kemény felületű régi burkolat (pl. kőburkolat) esetén kis zúzalékátmérő mellett is kissé több kötőanyag kell, mint a *b)* ábrarészben a nagyobb átmérőjű zúzalékoknál, ahol nehéz forgalom van, és a régi burkolat puhább felületű aszfalt. A gyakorlati előírások, grafikonok sokszor határokat adnak meg a szük-



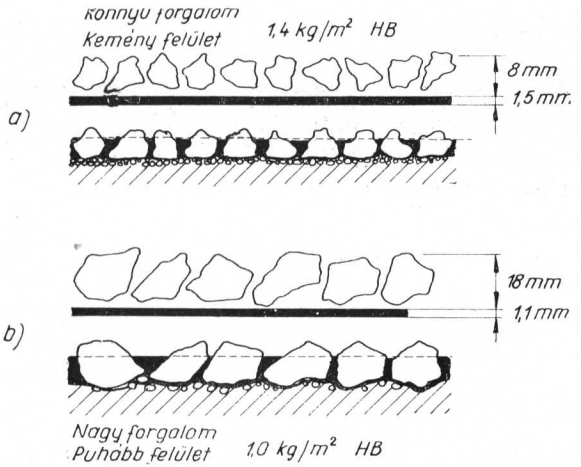
6-107. *ábra.* Túl sok bitumennel, aprózódó, poros és nyújtott szemeloszlású gyenge minőségű zúzalékkal készült felületi bevonás aszfalthabarcsos felületű, érdessége nem nagy: *a)* elszórás előtt; *b)* elszórás után, hengerrel simítva; *c)* bejáródott végleges helyzet

6.41 kép. Sávosan túladagolt, csíkozott felületi bevonás felülete a sáv szélén. Baloldalt helyes mennyiségű kötőanyag, jobboldalt túl sok bitumen került a felületre





6.42 kép. Túl sok hígított bitumennel, szennyes, lemezes alakú zúzalékkal készült, kisimult felületi bevonás. Az érdesség kicsi, hátrányos



6-108. ábra. A kötőanyag-szükségletet még a *forgalom nagysága* és a régi burkolat *felületi keménysége*, befolyásolja. Végletek: *a)* kis forgalom, kemény felület = több bitumen; *b)* nagy forgalom, puha felület = kevesebb bitumen

séges kötőanyag-mennyiségre (pl. 1,5...1,8 kg/m²). Ilyenkor követendő irányelv, hogy azonos átlagos szemnagyságú zúzalék alkalmazása esetén

több kötőanyagot kell kipermetezni akkor, ha:

a forgalom könnyű,
a zúzalék aprózódó, poros és lemezes,
a zúzalék nem impregnált,
a bevonandó felület kötőanyagszegény,
a bevonandó felület érdes, durva,
a bevonás őszi, hűvösebb időben épül;

kevesebb kötőanyagot kell kipermetezni akkor, ha:

a forgalom nehéz,
a zúzalék pormentes, nagy szilárdságú, jó alakú,
a zúzalék impregnált,
a bevonandó felület kötőanyagdús,
a bevonandó felület sima, csúszós,
a bevonás meleg, száraz időben épül.

Rá kell mutatni azonban, hogy a finom lépcsőkben, tized kg/m² pontosan előírt kötőanyag-szükséglet kipermetezése a tapasztalat szerint *csak pontatlanul valósítható meg*, mert a nem korszerű permetező-gépkocsik szerkezetéből és működéséből kifolyóan a kötőanyag pontos adagolása és ellenőrzése nehéz. Ezért a túl aprólékos előírások — bármilyen helyesek is legyenek elvi, elméleti szempontból, mint pl. a régebbi 1954. évi hazai előírásaink — a gyakorlatban nem valósíthatók meg. Ezért nálunk az előírásaink az egyszerűsítés felé haladnak.

6.5.3.2. Felületi bevonások kivitelezése

A felületi bevonásokat ma már gondosan összehangolt működésű *géplánccal* készítik, és a gépesített útfenntartásnak, a megelőző rendszerű karbantartásnak egyik fő módszere. A géplánc tagjai:

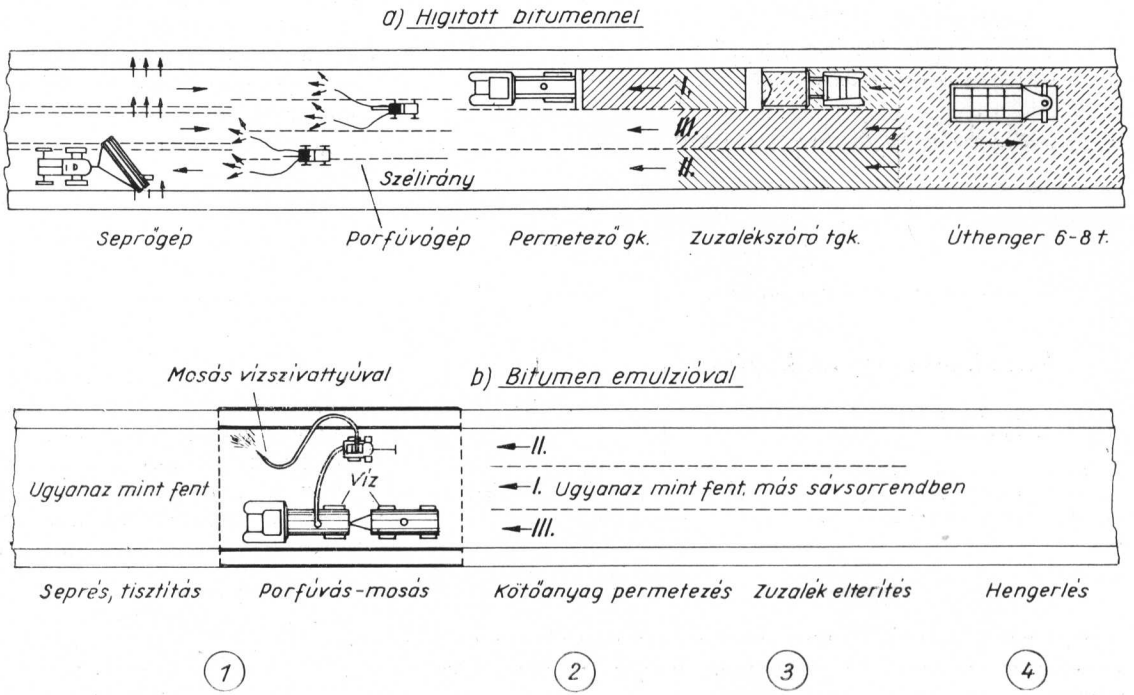
seprőgép,
porfúvógépek,
bitumenpermetező gépkocsi,
zúzalékszóróval ellátott tehergépkocsi és
6...8 t-ás tandem úthenger.

A géplánc munkáját a 6-109. ábrán látjuk ábrázolva. A 6,00 m széles útpályát három sávban (korszerűbb gépláncok két sávban) dolgozzák végig: a seprőgép és a porfúvógépek először a középső sávot, azután a két szélső sávot tisztítják le. A permetezés és zúzalékszórás során először a két szélső sávot készíti el, majd végül a középsőt, gondosan ügyelve a pontos hosszanti csatlakozásokra, a túlfedés és a sávkihagyás elkerülésére. A kivitelezés menete a következő:

1. Az alapburkolat előkészítése. A meglevő kátyúkat kevert aszfaltzúzalékkal kitöltik, tömörítik, majd a rendbehozott felületet a forgalommal több hétig bejáratják. Közvetlenül a felületi bevonás kivitelezése előtt seprőgéppel, porfuvókkal a felületet teljesen letisztítják. Ha szükséges, előtte még vízpermetező-gépkocsival vagy külön vízszivattyúval a felületet vízzel is le lehet mosni. Különösen fontos ez a bitumenemulziós bevonás esetén.

2. Felületi bevonás anyagainak előkészítése főleg a zúzalék impregnálásából áll, amelyet telepen kis kényszerkeverővel végzünk hígított bitumennel úgy, hogy az impregnált zúzalék jól szórható legyen. Helyes a zúzalékot rostán átengedni, amely a zúzalékterítő-gép folyamatos alkalmazását gátló esetleges nagy zúzalékszemeket kiszűri. A kötőanyagot szállító gépkocsi permetezőcsöve tiszta legyen, a kötőanyag inkább kissé a permetezési hőmérséklet felett, de ne alatta legyen.

3. A permetezés a permetező gépkocsi gondosan betartott állandó sebességével és a fogaskerék-szivattyú állandó nyomása mellett hajtandó végre. A kipermetezett kötőanyag-mennyiség szerint előzetesen ki kell kísérletezni a betartandó sebességet és nyomást. Permetezés közben ellenőrizni kell a permetezés mennyiségét és az egyenletességét is. Ezt úgy kell végezni, hogy ismert alapterületű és súlyú vastálcát teszünk a felületre, majd permetezés (ill. zúzalékszórás) után lemérve súlyukat, a súlykülönbségből számítható a kipermetezett kötőanyag (ill. a zúzalék) mennyisége. Emellett a permetezőgépkocsiban levő kötőanyag mennyiségének ismeretében már előre ki kell tűzni az előírt kg/m² adagolásra tekintettel a permetezendő szakasz elejének és végének szelvényét. Különösen ügyelni kell a szomszédos permetezési sávok pontos találkozására. Az egyenlőtlen permetezésnek, a *csíkozásnak*



6-109. ábra. Felületi bevonást végző géplánc munkája

jó előkészítéssel elejét lehet venni. Az esetleges gépkocsijavítást a padkán kell végezni. Induláskor, megálláskor a túlpermetezést el kell kerülni, pl. a megállás helyén papírsáv elterítésével, amelyet a ráhullott kötőanyaggal könnyen eltávolíthatunk.

4. A zúzalék elszórását zúzalékelosztóval ellátott billenő tehergépkocsival a kötőanyag-permetezés után közvetlenül meg kell kezdeni, ismét gondosan kikísérletezett egyenletes, állandó sebességgel. Az elszórt zúzalék mennyiségét tálcákkal, helyszíni mérésekkel kell ellenőrízni. Itt is gondosan ügyelni kell a sávok csatlakozásának betartására. A felületi bevonás munkájának folyamatossága, a napi teljesítmény alakulása és a minőség is nagyban függ a *permetező-gépkocsi és a zúzalékszóró-gépkocsik munkájának összehangolásától.* A zúzalékszórókocsik pontos érkezésével *el kell kerülni azt, hogy a permetezőgépkocsi túlságosan előre haladjon, közben a zúzalékolás munkája lemaradjon.* Ez meleg eljárás, útibitumen esetében a legszigorúbban tilos, de hígított bitumen és emulzió esetében is hátrányos lehet.

5. Hengerlés. Az elterített zúzalékot 3...5 t-s henger vagy gumihenger egy-egy járatával, kis átfedésekkel el kell simítani, be kell nyomni a lepermetezett felületbe. Nem szabad a hengerléssel a zúzalékok aprózódását előidézni.

6. Utókezelés a forgalomnak azonnal átadott pályán még két hétig a kivitelező vállalat feladata. Az első 3...4 napon 40 km/h sebességkorlátozást kell bevezetni, és a forgalmat nappal terelő kúpokkal úgy kell irányítani, hogy a két hét alatt az a teljes útszélességet egyenletesen bejárja. Ezen időszak alatt a lepergett zúzalékot vissza kell söpörni, az izzadó foltokat zúzalékszórással le kell fedni. A felületi bevonás zárt felülete csak a forgalom hatása alatt alakul ki, ezért ha nincs, vagy kicsi a forgalom, akkor műforgalmat, rakott tehergépkocsikat kell járatni az utókezelés időtartama alatt.

6.5.3.3. Hazai előírások a felületi bevonás készítésére

Az ÉKSZ előírások csak a hígított bitumenekkel végzett felületi bevonásokra adtak előírásokat.

Az alkalmazandó hígított bitumen fajtája, kipermetezési hőmérséklete az időjárástól függően választandó meg, és ugyanaz, mint az itatott makadám esetében volt:

HB-2 jelű anyag: 120...140 °C hőmérsékleten kipermetezve, 10 °C léghőmérséklet felett (májustól szeptemberig).

HB-1 jelű anyag: 100...120 °C hőmérsékleten kipermetezve, 5 °C léghőmérséklet felett (április, szeptember, október hóban)

HB-0 jelű anyag: 50...70 °C hőmérsékleten kipermetezve, ±0 °C léghőmérséklet felett (hideg időben).

Az alkalmazandó zúzalék ne legyen poros vagy vegyes szemnagyságú, pl. összevont vagy nyújtott frakció. Az *alkalmazandó zúzalék szemnagysága* a forgalom nagyságától függően választandó meg:

Közepes és *nehéz* forgalmi kategóriában:

KZ k 8/12 vagy *KZ k 12/20*

nagyon könnyű és *könnyű* forgalomnál

NZ 5/8 vagy *NZ 8/12*

érdes felületek elérésére bármilyen forgalom esetében:

KZ k 12/20

(Bár lakótelepi úton a permetezéses burkolatok alkalmazása a tisztántartás és bejáródás hiánya miatt nem előnyös, ilyen esetben a könnyű forgalomnak megfelelő 5/8 vagy 8/12 mm-es, sőt gyalog- és kerékpárutakhoz a 2/5 mm-es zúzalék választandó.)

A *zúzalék impregnálása* ajánlatos, mert a jobb kötődést elősegíti, és kevesebb zúzalék sodródik le a felületről. A 8/12 és 12/20 mm-es zúzalékok impregnálására 2...2,5% hígított bitument, az ennél kisebb zúzalékokhoz 3% hígított bitument kell felhasználni a kényszerkeverőben való keveréskor. Ha a zúzalékot nem impregnáljuk, az elterítéskor feltétlen *száraz* legyen.

A felületi bevonás *anyagszükséglete:* a permetezendő kötőanyag és az elterítendő zúzalék mennyisége részben az alkalmazott zúzalékszemnagyságtól függ, másodsorban pedig attól, hogy a bevonás alatti felület aszfaltos-e vagy pedig kötőanyagszegény.

A megengedett hibahatárok az adagolások betartásakor:

a hígított bitumenek kipermetezésekor: ±0,2 kg/m²,
a zúzalékkiszórás egyenletességekor: ±3,0 kg/m².

a) *Aszfaltos felületű alap* (új vagy régi aszfaltburkolat) esetén:

Zúzalék szemnagysága, mm	Kötőanyag mennyisége, kg/m²	Zúzalék mennyisége, kg/m²
2/5	0,8	10
5/8	1,0	13
8/12	1,2	16
12/20	1,7	22

b) *Zúzottkő-makadámpálya* esetén (első bevonáskor, vagy ha a portalanítás bitumenes rétege erősen lekopott):

Zúzalék szemnagysága, mm	Kötőanyag mennyisége, kg/m²	Zúzalék mennyisége, kg/m²
5/8	1,7	15
8/12	2,0	20
12/20	2,3	25

Több esetben *kétrétegű felületi bevonást* készítünk, vastagabb és ellenállóbb záróréteg érdekében. Ilyen esetben, ha az első bevonás impregnált zúzalékkal készült, akkor a második bevonást azonnal az első bevonás után lehet elkészíteni. Ha viszont az első bevonás csupasz, száraz zúzalékkal készült, akkor azt néhány heti bejáródásra a forgalomnak át kell adni, utána a felületet gondosan le kell tisztítani, ki kell javítani, és csak ezután kerülhet rá a második felületi bevonás.

A *tartósan érdesebb felületi bevonás* létrehozása érdekében:

a) elsősorban bitumenemulziót, vagy pedig nagyobb viszkozitású, HB-2 kötőanyagot kell alkalmazni, az előírt adagolást semmiképpen sem szabad túllépni, többet permetezni, és a permetezés nem lehet csíkos;

b) a zúzalék minősége „KZ" azaz különlegesen jó minőségű legyen, tehát anyaga nagy szilárdságú, szemeloszlása és tisztasága szigorú szűk frakciójú, alakja pedig zömök, és a nem kedvező, lemezes alakú szemcsék aránya max. 20% lehet; emellett a zúzalékot impregnálni kell.

A felületi bevonással készített zárórétegeket a forgalom nagyságától függően rendszeres időközönként meg kell újítani. A javasolt megújítási ciklusok időtartamai a következők:

nehéz forgalom mellett	*2...4* év
közepes forgalom mellett	*3...5* év
könnyű forgalom mellett	*4...6* év
nagyon könnyű forgalom mellett	*5...8* év

Az ÉKSZ előírás még nem tartalmaz technológiai utasítást az 1969. évben megindult *kationaktív bitumenemulzióval készített felületi bevonásokra*, csupán azt jegyzi meg, hogy bitumenemulzió felhasználása esetén a kötőanyagadagolást mindig meg kell külön adni.

Ilyenkor tekintetbe kell venni, hogy a bitumenemulzióban hány % bitumen van. A cél az, hogy a víz elpárolgása után a megmaradó bitumen mennyisége feleljen meg az előző adagolási táblázatokban az alkalmazott zúzaléknagyságnak és a bevont útfelület jellegének.

Így pl. az egyik első hazai alkalmazásnál a 81. sz. móri úton a régi aszfaltburkolat emulziós felületi bevonásánál közepes forgalomnál az NZ 5/12 jelű zúzalékot alkalmazták 16 kg/m²

mennyiségben. A fenti adagolási táblázat szerint ehhez 1,2 kg/m² kötőanyag szükséges, tehát emulziónál ennyi bitumennek kell megmaradnia. Mivel az alkalmazott magyar emulzió bitumentartalma 60 % volt, ezért a szükséges emulzióadagolást $1{,}2 \cdot 100/60 = 2{,}0$ kg/m² értéküre választották. Az ilyen adagolással gondosan készített felületi bevonás érdessége évek múlva is igen kedvező volt, s ingás érdességmérővel az $SRT = 73$ magas csúszásellenállási szám adódott.

6.5.3.4. Jellegzetes külföldi előírások a felületi bevonások készítésére

A) *A francia gyakorlat* azért érdekes, mert rendkívül nagy úthosszat tartanak fenn felületi bevonással. Az *útépítő bitumeneket* főleg keveréshez használják, felületi bevonáshoz csak ritkán, nagyforgalmú utakon, de akkor is csak *13% körüli antracénolajjal*, kreozotolajjal fluxálva, hígítva és ekkor 130...150 °C hőmérsékleten permetezik. Jelentős részben *hígított bitument* alkalmaznak, általában 150/250 s kifolyási idővel jellemezve, ami kb. a *HB-2* hazai fajtának felel meg. Nyáron még nagyobb viszkozitású anyagot alkalmaznak *400/600* s kifolyási idővel jellemezve. A *bitumenemulziók* elterjedtek és annak ellenére, hogy drágábbak, jó minőségük miatt versenyképesek. A kationaktív fajtákat előnyben részesítik, viszkozitásukat 7...10 Engler-fok között állították be, hogy jó permetezhetőség mellett ne folyjanak le az út oldalesése miatt.

A felhasznált zúzalékok max. mérete: *D* általában 10 és 20 mm között választható, az alsó szemcsehatár, *d* pedig 0,5...0,7 *D* között lehet. A *d* és *D* ennek figyelembevételével 6, 8, 10, 12, 16, 20 mm értékek közül választható ki. Az átlagos $d_á = 0{,}5\ (d + D)$ szemnagyságot a mérnök saját belátása szerint veszi fel. Az elterítendő pormentes, tiszta és jó alakú zúzalék mennyiségére az 1960. évből eredő hivatalos rendelet alábbi adatai terjedtek el:

Átlagos szemcseméret, mm	Szükséges zúzaléktérfogat, l/m²	Az elpergés miatt megnövelt alkalmazandó, zúzaléktérfogat, l/m²
25	19	19 + 1,5 = 20,5
20	16	16 + 1,4 = 17,4
15	12,6	12,6 + 1,3 = 13,9
10	9	9 + 1,2 = 10,2
5	5	5 + 1,0 = 6,0

A kipermetezendő kötőanyag mennyiségét a rendeletben nem szabták meg, hanem a mérnök belátására bízták, a helyi körülmények jobb figyelembevétele érdekében. Általánosságban a következő egyszerű adagolási összefüggést alkalmazzák:

$$B\ (\mathrm{l/m^2}) = 0{,}1\ L\ (\mathrm{l/m^2}),$$

ahol *B* a kötőanyag-szükségletet és *L* az alkalmazott zúzalékmennyiség l/m²-ben. Az elfogadott adagolásokat pontosan kell betartani. Ezt kötőanyag esetében ellenőrzik, úgy hogy 1...2 dm szélességet ismert súlyú vastepsiket helyeznek le egy sávban, keresztben a burkolaton, s a permetező-gépkocsi áthaladása után megmérik a permetezett tepsik súlyát. Számítják a *D*-t, a legtöbb kötőanyagot tartalmazó tepsi kötőanyagsúlyát, valamint a *d*-t, a legkevesebb kötőanyagot tartalmazó tepsi kötőanyagsúlyát. Számítandó az *r* tényező:

$$r = \frac{D - d}{D + d}.$$

Ha *r* nagyobb, mint 0,20, akkor a kivitelezőnek 5% minőséglevonást kell visszafizetni, amíg ha az *r* kisebb, mint 0,15, akkor az igen egyenletes, jó minőség miatt 5% minőségi felárat kap. A zúzalékterítés egyenletességét 25 cm oldalméretű fémtálcák egymás mellé tett sorozatával vizsgálják, lemérve az egyes fémtálcákban levő zúzalékok súlyát. Képezik az átlagos zúzaléksúlyt egy fémtálcára vonatkozóan; ettől az átlagtól a legnagyobb eltérés az egyes tepsikben max. 15% lehet.

B) *Az angol gyakorlatot* jól foglalja össze *Hatherly és Leaver* [83] 1967-ben a következő táblázatos adatokkal, amelyeket a metrikus mértékegységekre átszámítottuk.

A *zúzalék szemnagyságát (névleges méretét)* részben a forgalom nagyságától, részben pedig a bevont burkolatfelület keménységétől, puhaságától függően kell felvenni a 6-21. táblázat szerint. (A névleges méret gyakorlatilag a *D* legnagyobb szemnagyságot jelenti.)

A *szükséges zúzalékmennyiséget* a zúzalék névleges szemnagyságától függően a 6-22. táblázat szerint állapítják meg.

A *szükséges hígított bitumenmennyiséget* három tényezőtől, a zúzalék szemnagyságától, a forgalom nagyságától és a burkolatfelület minőségétől függően veszik fel a 6-23. táblázat alapján.

6-21. táblázat. A zúzalék névleges (maximális) szemnagyságának feltétele Angliában [83]

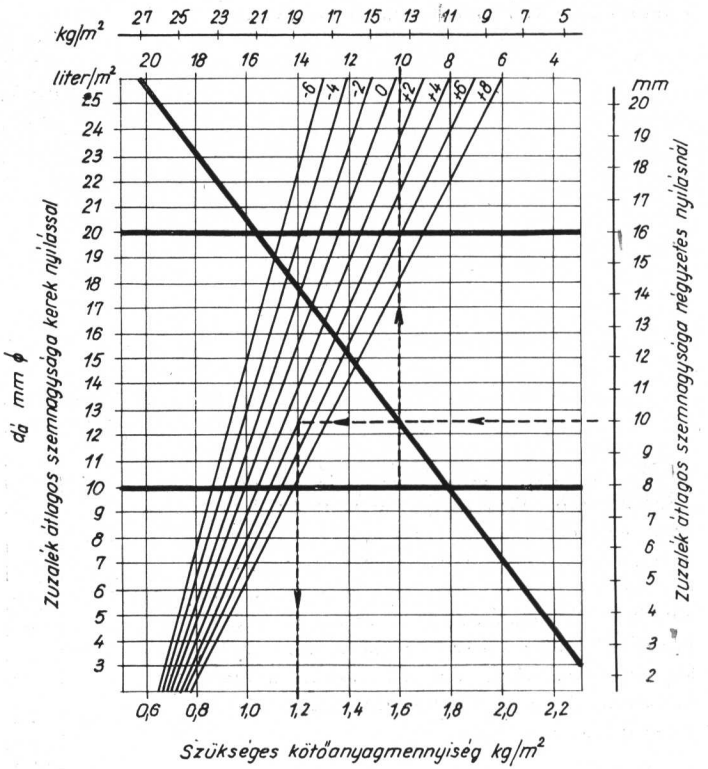
Az alapburkolat felülete	A forgalom nagysága		
	kicsi 1000 t/nap alatti	közepes 1000...10 000 t/nap	nagy 10 000 t/nap feletti
Kemény	6 mm	6...10 mm	10...13 mm
Közepes	6...10 mm	10...13 mm	13...19 mm
Puha	10...13 mm	13...19 mm	19 mm

6-22. táblázat
A szükséges zúzalékmennyiség nagysága Angliában (83)

Zúzalék névleges mérete	Szükséges mennyiség	d/D mm
19 mm	15...20 kg/m²	19/13
13 mm	12...15 kg/m²	13/10
10 mm	9...12 kg/m²	10/6
6 mm	7... 9 kg/m²	6/3

6-23. táblázat. A szükséges kötőanyag-mennyiség nagysága Angliában

Alapburkolat felülete	Kemény			Közepes			Puha		
Forgalom jellege	kis	közepes	nagy	kis	közepes	nagy	kis	közepes	nagy
Zúzalék mérete mm	l/m²								
19/13	—	—	—	—	—	1,1	—	1,1	0,9
13/10	—	—	1,1	—	1,1	0,9	1,1	0,9	—
10/6	—	1,1	0,9	1,1	0,9	—	0,9	—	—
6/3	1,1	0,9	—	—	—	—	—	—	



6-110. ábra. A *Shell—Jackson*-féle adagolási diagram felületi bevonásokhoz

Jellemző, hogy csak kétféle adagolást ismer: *1,1* és *0,9* (l/m²)-t a permetezés hőmérsékletén; ez kg-ra átszámítva kb. *1,0* kg/m² és *0,8* kg/m², tehát általában kevesebb mint amit a hazai gyakorlat alkalmaz és ki tud permetezni, mint ahogyan a zúzalékmennyiség is inkább kissé kevesebb, mint a hazai előírás. Az angol felületi bevonások érdes, durva mozaikos felületűek.

C) *A Shell—Jackson*-módszert [86] mint az egyik legújabb *adagolási diagramot* mutatjuk be a 6-110. ábrán. A jobb oldali ordinátán a zúzalék átlagos szemnagyságát kell felkeresni, onnan vízszintest húzunk a vastag ferde vonalig, onnan felfelé függőleges vonalat, és a felső beosztáson leolvasható a *zúzalék* szükséges mennyisége. A kötőanyag (hígított bitumen) szükséges mennyisége az alsó vízszintes skálán van. Ismét az átlagos zúzalék szemnagyságból kell kiindulni, de a vízszintes vonal törését a vékony ferde sugárnyalábnak a külön számítandó *p* paraméterszámának megfelelő egyenesénél kell végrehajtani lefelé. A *p* paraméter értéke az alábbi négyféle korrekciós számok algebrai összege:

a) *A forgalom nagyságának* figyelembevétele

0...15	nehéz gk/nap esetén:	+2
15...45	nehéz gk/nap esetén:	+1
45... 150	nehéz gk/nap esetén:	0
150... 450	nehéz gk/nap esetén:	−2
450...1500	nehéz gk/nap esetén:	−4
1500...4500	nehéz gk/nap esetén:	−6

b) *Az alapburkolat felületének* minősége

Nagyon nyitott, sovány	+4
Nyitott, sovány	+2
Közepes	0
Kövér	−1
Nagyon kövér	−3

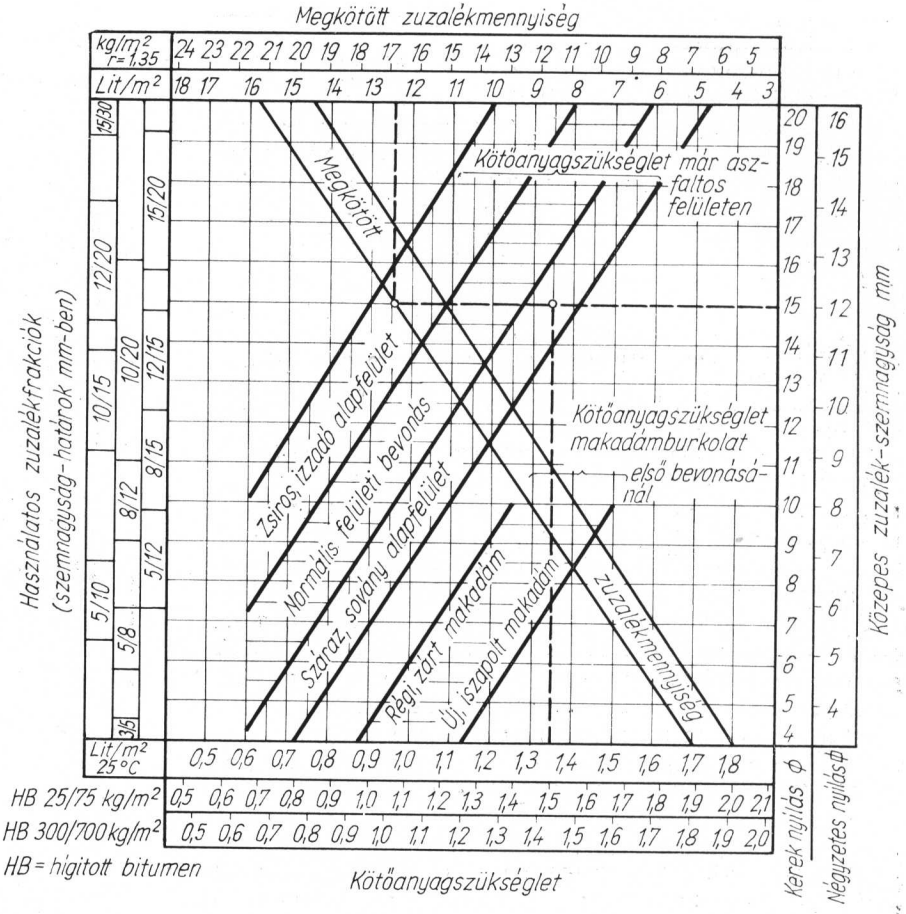
c) *A zúzalék szemcsealakja*

Lemezes	−2
Zömök, éles élű	0
Gömbölyű	+2

d) *Időjárási, klimatikus* viszonyok

Nedvesség, fagy	+2
Nedvesség	+1
Mérsékelt klíma	0
Szárazság	−1
Szárazság és meleg	−2

6-111. *ábra.* Az *SNV 40 411* sz. 1953. évi svájci szabvány adagolási diagramja felületi bevonásokhoz



D) *A svájci szabvány* (SNV 40411) már 1953-ban nagyobb, hasonló felépítésű diagram használatát írta elő (6-111. ábra), amelyben szintén a *zúzalék valóságos közepes szemnagyságából* kell kiindulni. Ezt az alkalmazott zúzaléknál szemeloszlás-vizsgálattal kell megállapítani, és az a szemnagyság, amelynél 50% átesik a rostán. Ennek kiindulási értékét a forgalom alapján kell megválasztani:

15...18 mm: erős forgalom, meredek esés,
12...15 mm: közepes forgalom,
10...12 mm: gyenge forgalom,
8...10 mm: lakóutak,
max. 8 mm: gyalogutak, kerékpárutak,
max. 10 mm: makadámutak első bevonásával.

Ezt felvéve lehet a diagramot használni, ahol egyik fő paraméterként a régi burkolat minősége van feltüntetve.

E) Végül a *TVbit 1/58* nyugatnémet előírást áttekinthetősége miatt, valamint a hazai előírásokkal rokon volta miatt közöljük.

Először a zúzalékfajtát kell a forgalomtól függően megválasztani:

könnyű forgalom: 2/5 vagy 5/8 mm,
közepes forgalom: 5/8 vagy 8/12 mm,
nehéz forgalom: 8/12 vagy 12/18 mm.

Ezután az alkalmazott zúzaléknagyságtól függően a 6-24. táblázat szerint lehet megállapítani a szükséges kötőanyag- és zúzalékmennyiséget.

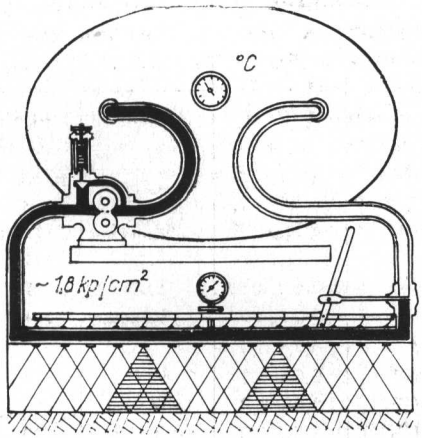
6-24. táblázat. Felületi bevonások anyagszükséglete a TV bit 1/58 szerint

Alapburkolat	Zúzalék szemnagysága mm	Kötőanyagszükséglet kg/m²	Zúzalékszükséglet l/m²	Zúzalékszükséglet kg/m² (s=1,5 [t/m³])
Zúzottkő makadám első kezelése	5/8	1,5...1,9	9...11	13...17
	8/12	1,7...2,2	11...15	17...22
	12/18	2,0...2,5	15...19	22...23
Aszfaltos felület bevonása	2/5	0,7...0,9	5... 7	8...10
	5/8	0,9...1,1	7... 9	11...13
	8/12	1,1...1,2	10...12	15...18
	12/18	1,5...1,8	13...16	20...24

6.5.4. A permetezéses burkolatok kivitelezéséhez használatos főbb gépek

A) Az előkészítő munkák során az alapot, ill. a régebbi burkolat felületét alaposan meg kell tisztítani. Erre a különböző — kézzel tolható vagy gépkocsira szerelt önjáró — *seprőgépeket* alkalmaznak, amelyeken robbanómotor hajtja meg a hengerseprőket, esetleg kefetárcsákat. Használják még a *motoros porfúvókat.*

B) A legfontosabb gépegység a permetezéses burkolatok építésekor a *permetező-gépkocsi.* Ennek 2000-től 8000 l-ig terjedő tartálya van, amelyből a meleg állapotú, a permetezési viszkozitásra beállított kötőanyagot nem gravitációsan vagy tartálytúlnyomással, hanem motorral meghajtott *fogaskerékszivattyúval egyenletesen* nyomják a kocsi végén elhelyezett permetezőcsőbe. A szórófejnyílásokon át küppalást vagy sík legyezőalakban, egymást átfedő sávokban egyenletesen permeteződik ki a kötőanyag. A tartályban kompresszorral túlnyomást is lehet létesíteni. Ezt azonban csak akkor működtetik, ha tisztítás céljából a kötőanyag maradékát is ki akarjuk fuvatni a tartályból, csővezetékekből és a szórófejekből. A tartályban csőkígyó is van, amellyel a kötőanyagot melegíteni is lehet, ha erre szükség volna. A *korszerű permetező-gépkocsikon* külön mérőberendezés van a vezető mellett, amely sebességóra szerűen azonnal a kipermetezett m^2-enkénti kötőanyag-mennyiséget mutatja. A mérőóra az útfelületen gördülő mérőkerékkel van összeköttetésben, és tulajdonképpen a lassan haladó permetezőkocsi sebességét jelzi. Az állandó permetező nyomás mellett a (kg/m^2) kipermetezett kötőanyag-mennyiség a sebességgel arányos. A gépjárművezető az órát figyelve a sebességet pontosan az előírt, pl. 1,1 kg/m^2 nagyságú kötőanyag-adagoláshoz tudja beállítani. A korszerű permetező-gépkocsikon a permetező-



6-112. ábra. Korszerű permetező-gépkocsikban a forró kötőanyagot a szállítás közben is keringeti a fogaskerék-szivattyú, ezzel melegen tartja a permetezőnyílásokat, amelyek így nem dugulnak el



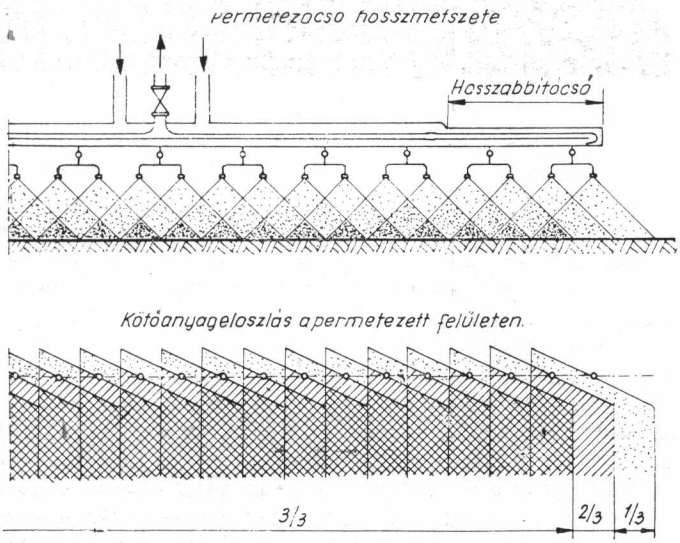
6.43 kép. Procházka-féle zúzottkő-terítőláda

cső 3...3,5 m-ig szélesíthető, tehát a 6...7,0 m széles burkolatot is két menetben tudja lepermetezni, és a szórófejek egyenletesen permeteznek. A tartályban a kötőanyag hőfokát távhőmérővel lehet ellenőrizni, s a csőkígyó lángszórószerű melegítésével emelni lehet szükség esetén a hőfokot.

A korszerű permetező-gépkocsikon a tartály végére szerelt fogaskerék-szivattyú és a csőrendszer olyan kialakítású, hogy a 6-112. ábrán látható elv szerinti csap átállítása az addig permetező fejeket elzárja, ugyanakkor megnyitja az útját a *kötőanyag-körfolyamatnak*, amelyben az állandóan működő fogaskerék-szivattyú a meleg kötőanyagot végigáramoltatja a permetező csővezetékeken, és visszanyomja a tartályba, így a csöveket és az elzárt permetezőnyílásokat is melegen tartja eltömődés nélkül. Ezzel az egyenlőtlen, csíkozásos permetezésnek elejét lehet venni.



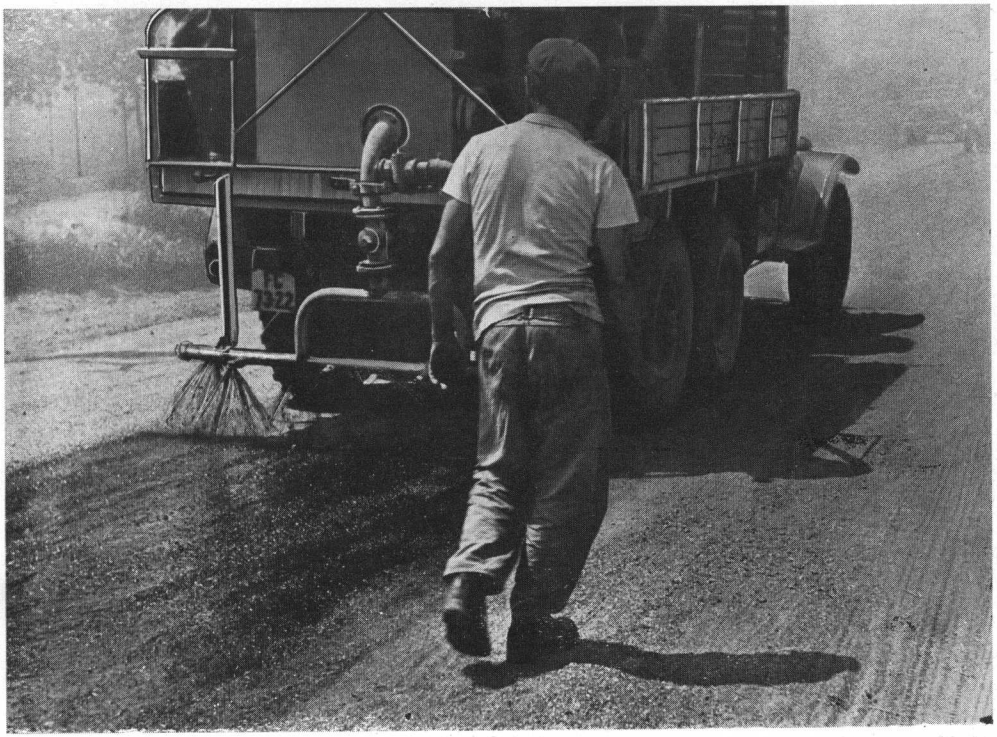
6.44 kép. Zúzalékterítő-berendezés billenőplatós tehergépkocsi végére szerelve, felületi bevonás készítésénél



6-113. ábra. Permetezőfej sorozatos rendszerű korszerű permetezőgépkocsi, keringetős rendszerrel; minden felületi pont három helyről kap kötőanyagot

A permetezés egyenletességét a permetezőfejek kialakítása és rendszere is jelentősen befolyásolja. Két korszerű rendszert ismertetünk. A 6-113. ábrán elterjedt elrendezés látható, ahol kb. 15 cm-enként egy-egy permetezőfej permetez egy-egy permetpalástot, amelyek hosszirányban eltolódott helyzetben nem metsződnek egymásba. A kúppalástok átfedése olyan, hogy a felület bármelyik pontja három permetezőfejből kap kötőanyagot. Ez a permetezés egyenletességét elősegíti. Az ábrán ismét látható, hogy a permetezőnyílások elzárása és a C csap kinyitása esetén a vastag kettősfalú elosztócsőben szállítás vagy permetezési szünet alatt is állandóan kering a kötőanyag. A permetezési nyomás itt 1...2 kg/cm².

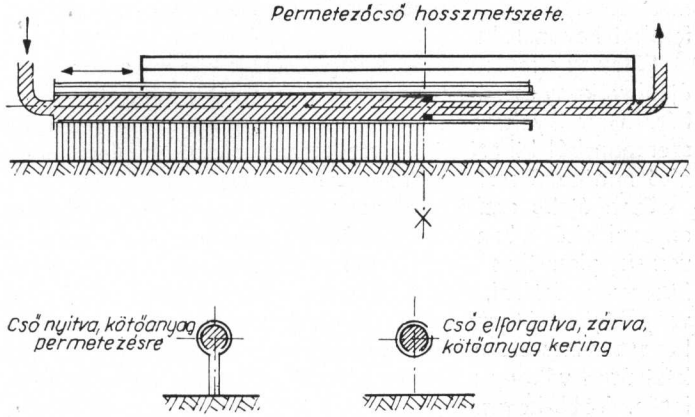
A 6-114. ábrán a jól bevált francia „*Eure et Loire*" típusú permetezőcsövet látjuk, permetezési állásban. Itt is kettős cső van egymásba tolva, ahol sorjában 1 cm-enként 3 mm átmérőjű permetezőlyukak vannak. Előnyös, hogy a permetezéshez az alacsony 0,20 kp/cm² értékű nyomás is elég, a permetezőlyukakból közel párhuzamos sugarakban és egyenletes permetezést adva lövell ki a kötőanyag. A permetezési szélességet dugattyúszerű megoldással akár centiméterre könnyen be lehet állítani (a többi korszerű megoldásnál ez



6.45 kép. Hígított bitumen permetezésére szolgáló kevéssé korszerű gépkocsi a felületi bevonás viszonylag kevés (1—1,3 kg/m²) kötőanyagát csak egyenlőtlenül, „csíkozással" képes permetezni



6.46 kép. Az itatott makadámhoz szükséges nagyobb mennyiségű (3—4 kg/m²) hígított bitument már a kevésbé korszerű permetező gépkocsik is képesek közel egyenletesen permetezni



6-114. ábra. „*Eure et Loire*'' rendszerű permetezőcsővel ellátott korszerű permetező-gépkocsi, keringetős rendszerrel, állítható szélességgel

csak nehézkesen szerelhető meghosszabbító-tagokkal lehetséges). Az ábráról látható az is, hogy ha a kettős elosztó-permetezőcsövet egymásban elforgatják, a permetezés megszűnik, és a kötőanyag a csövet továbbra is melegítve keringhet a permetező-gépkocsi tartályával kétoldalt összekapcsolva.

Meg kell említeni, hogy a hazánkban működő számos permetező-gépkocsi legtöbbje korszerűtlen. Hátrányaik a következők: a fogaskerék-szivattyúk nyomása időben sokszor ingadozik, a szórófejek könnyen eldugulnak. A szórócső rövid, sokszor csak 2 m szélességet enged, legfeljebb csak 2...2,5 kg/m² mennyiséget lehet egy menetben permetezni. Emiatt a teljes útszélességet felületi bevonás esetén legalább 3 menetben, egyszeri itatásnál pedig legalább 6 menetben lehet csak permetezni. Ezért sokszor előfordul, hogy az egyes menetek sávjai átfedik egymást vagy távolmaradnak, ez sávok szerint kötőanyag-többletet vagy hiányt eredményez. Mérések alapján ismert, hogy a szórófejek sokszor ±20% mennyiségi hibával működnek, ezáltal 40%-os kötőanyag-eltérések is lehetségesek.

Mindezen jelenségek összessége eredményezi a „*csíkozás*'' igen hátrányos jelenségét, amely zsíros, izzadó és száraz, esetleg bomló csíkokkal a felületet egyenetlenné teszi. Általában a nagyobb mennyiségek permetezését, tehát az itatást, itatott burkolatok építését kielégítő módon lehet végezni, viszont a *kis mennyiségek permetezése*, tehát a felületi bevonásokhoz szükséges egyenletes és pontos kötőanyag-permetezés csíkozás nélkül *nehezen* valósítható meg a korszerűtlen permetező-gépkocsikkal.

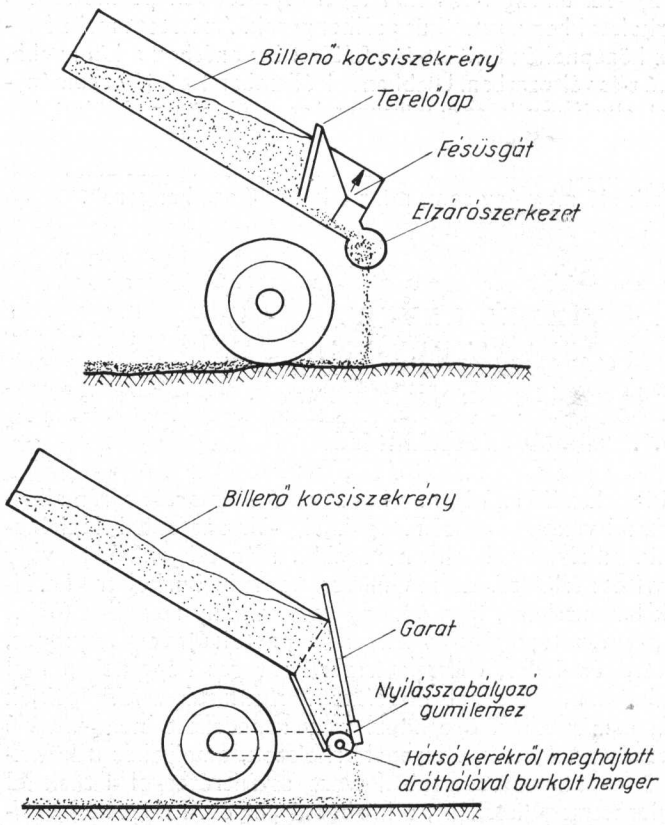
Ezért alakult az utóbbi időszakban hazánkban úgy, hogy a felületi bevonás helyett sokszor szívesebben alkalmazzák a *kevert záróréteget* 20 kg/m² mennyiségben. Ezzel ugyanazon célt elérve, csíkozás nélküli felületet kapunk.

C) A permetezéses burkolatok építéséhez jól és gazdaságosan használhatók fel a *zúzalék- és zúzottkő-terítőgépek*.

A 7...8 cm vastag zúzottkőréteg elterítésére alkalmas az *útgyalu, gréder*, amely a padkára vagy az útfelületre ürített zúzottkőhalmokat egyenletes vastagságban képes elteríteni. Még pontosabb elterítést végeznek a lánctalpon járó már megismert *aszfaltfiniserek*, amelyek akár a 35/55 mm méretű zúzottkövet is gazdaságosan, kis munkáslétszámmal, nagy teljesítménnyel terítik el.

A *terítőládák* olyan zúzottkő elosztásra való egyszerűbb, vasból hegesztett, kis kerekeken vagy szánszerű talpakon vontatható silórekesz-szerű szerkezetek, amelyekbe a teherautó beüríti a zúzottkövet, majd lassan maga után vontatja. A terítőláda alján teljes szélességben egy magassági értelemben szabályozható nyílás van. Ezen a zúzottkő vagy zúzalék a kívánt rétegvastagságban kifolyik és elterül. A jól működő terítőláda viszonylag nagy teljesítményű, és jelentős munkaerő-megtakarítással jár, amellett egyenletes rétegben terít. Ilyen pl. a nálunk alkalmazott *Procházka*-féle terítőláda (6.43. kép).

D) A zúzalékterítésre a felületi bevonás gépesítésénél elterjedtek a billenőszekrényes tehergépkocsik szekrényének



6-115. ábra. Billenőplatós tehergépkocsi végére szerelhető zúzalék-elosztó berendezések: *a)* gravitációs elven; *b)* hengeres adagolási elven

végére szerelt *zúzalékterítő berendezések*. Ezek gravitációs elven működnek (6-115*a* ábra), amikor beállítható terelőlap, fésűs gát és elzárószerkezet segítségével lehet az adagolást egyenletessé és csak a gépkocsi sebességétől függővé tenni. Hengeres adagolási elven alapul a 6-115*b* ábrán bemutatott berendezés, amelyen a hátsó gépkocsikeréktől meghajtott fogazott vagy dróthálóval bevont *adagolóhenger* adagolja és szórja ki a zúzalékot, a nyílásszabályozó keménygumilemez pontos beállítása révén. Ez utóbbi megoldás független a kocsi sebességingadozásától, és így egyenletes elterítést ad. A működés zavartalansága érdekében ajánlatos a zúzalékot átrostálni, hogy a túl nagy szemek ne akasszák meg az egyenletes működést, a túl kis szemek pedig ne okozzanak túlfolyást. Nehézséget ezen kívül általában csak a folyamatos zúzalékpótlás és szállítás megszervezése okoz.

Mint legkorszerűbb, legteljesítőképesebb, de költséges megoldást kell megemlítenünk az Angliában kifejlesztett gumikerekű, *önjáró zúzalék-terítőgépet* amelyet hátulról ugyanúgy billenő tehergépkocsival töltenek, mint az aszfaltfinisert, viszont önjáró módon előremenetben teríti el egyenletes módon a zúzalékot.

E) Az úthengerek közül legelterjedtebbek permetezéses burkolatokhoz a sztatikus acélhengerek. Az itatott makadámhoz középnehéz 8...12 t-ás a felületi bevonáshoz a könnyebb, 3...6 t-ás változatban. Újabban sok államban itt is jó eredménnyel alkalmazzák a *gumihengereket*. Különösen felületi bevonások esetében előnyösek, mivel a zúzalékok hatékony benyomása, elsimítása mellett a zúzalékok aprózódását nem idézik elő még úgy sem, mint a könnyű acélhengerek.

6.6. VÍZZEL KEVERT ASZFALTBEVONATOK

6.6.1. Általános áttekintés

A következőkben olyan, a korszerű útfenntartás során alkalmazott vékony aszfaltrétegekkel, -bevonatokkal foglalkozunk, amelyek valamilyen régebbi, még teherbíró, jó vagy kijavított felületű, de megújításra szoruló burkolatra kerülnek bevonásként, igen vékony vagy vékony rétegben (0,5... ...2,5 cm vastagságban). Az ilyen bevonatok újra egy folytonos, vízzáró és érdes, dörzspapírszerű réteget képeznek a régi burkolaton, és ezzel *megelőző karbantartásszerűen* újítják meg a már síkos, öregedett vagy repedezett, nem vízzáró burkolatot. Másrészt olyan burkolatok, amelyeket a következő években vastagabb kevert aszfaltréteggel látnak el végleges megújításként, a közbeeső pár évre *áthidaló megoldásképpen* alkalmazhatják a vékony aszfaltbevonatokat.

A fenti célokra régóta alkalmazták és alkalmazzák ma is a már ismertetett, permetezéssel és zúzalékszórással készült felületi bevonatokat.

Főleg az elmúlt évtized alatt alakultak ki azok a korszerű, újabb vékony aszfaltbevonat-fajták, amelyek a felületi bevonás hátrányait igyekeznek mind műszaki, mind pedig gazdasági szempontból kikerülni, és gazdaságos, olcsó, emellett kielégítő minőségű aszfaltbevonatot létrehozni.

Ezen újabb aszfaltbevonatok közös vonása, hogy adalékanyagul elsősorban *homokot* alkalmaznak, amelyet *vízzel kevernek* plasztikus *péppé*, utána bitumenes kötőanyaggal, *bitumenemulzióval*, más módszerek esetén *hígított bitumennel* vagy *hígított bitumennel és mésszel* kevernek össze. Az így kapott vizes-bitumenes homokpép terítőládával, máskor kézi úton vékony rétegben elteríthető a régi burkolat felületén. Több-kevesebb száradási idő alatt a víz elpárolog, és már az előtt vagy ezzel párhuzamosan a bitumen megköt, és kialakul végeredményképpen egy *homokaszfaltréteg*. Ezt a forgalom járja be teljes tömörségűre, miután a legtöbb eljárásban hengerlésre egyáltalán nincsen szükség.

A homokaszfalt-szőnyegek közös tulajdonsága minden készítési módszer esetén, hogy jó készítési technológiánál *kedvezően érdes*, dörzspapírszerű felületet ad, *teljes vízzárást* tesz lehetővé, és a régi burkolatnak a hibáit, repedéseit, nyitott helyeit megbízhatóan elfedi. Fontos körülmény viszont, hogy a *bevonatok a burkolat teherbíró-képességét nem emelik, csak a felületi minőséget javítják*. A bevonatokat tehát kizárólag csak kellő teherbíró-képességű, sőt elég egyenletes felületű (ha szükséges, előzetesen kátyúzással javított és bejárt) burkolaton lehet alkalmazni. Ezen bevonatok legfontosabb fajtáinak rövid összehasonlító jellemzése a következő:

1. *Kationaktív emulziós homokpép-bevonat*, elterjedt angol nevén *Slurry-Seal* (olvasd: szlöri szil, szó szerint: pépes zárás). Természetes és zúzotthomokból álló folytonos szemeloszlású, 0/3...0/5 mm-es adalékanyagot vízzel kevernek először földnedvessé, utána kationaktív bitumenemulzióval egyenletes, sűrűn folyó péppé keverik. Az emulzió megtörését a vízhez kevert felületaktív anyagokkal késleltetik kissé, de így is a keverés után pár perccel egy terítő-lehuzóládával kb. 5...7 mm-es rétegben a burkolatra kell teríteni a bevonatot. A kationaktív emulzió ezután pár perc múlva megtörik. Az emulgeátor a bitumen tapadását, kötését az adalékanyaghoz elektrokémiai hatással azonnal előidézi, a vizet leszorítja az adalékról. Így a pépes bevonat kb. 15...20 min alatt már megszilárdul. Legkésőbb *fél óra múlva a teljes forgalmat véglegesen rá kell engedni* a már szilárd bevonatra, amelynek 20...30%-os hézagtartalma csakhamar 3...4%-ra csökken véglegesen. Mivel az emulzió törési folyamata gyors, ez a módszer elsősorban *összevont keverő-elterítőgéppel* való beépítésre alkalmas, amelyet tehergépkocsira szereltek [6.47 ábra). A gép közepeslassan előrehaladva maga mögött hagyja a kész bevonatot, amelyre a forgalom fél óra múlva rámehet. Teljesítménye nagy, kb. 2000 m²/h, ami óránként kb. 300 m hosszú 6,5 m széles burkolat bevonását jelenti, két gépész és két

segédmunkás létszámmal. A kationaktív emulziós homokpép-bevonat csak az utolsó 8...10 évben terjedt el főleg az USA-ban, Angliában, Franciaországban. Legutóbb Svájc, Ausztria, Olaszország alkalmazta a kezdeti nehézségek után jelentős sikerrel. Nagy előnye, hogy a forgalmat csak egy óráig zavarja, tapadása kiváló, és aszfaltburkolaton kívül beton- és kőburkolatok felületi javítására is alkalmazható (pl. repülőtéri beton kifutópályákhoz is).

2. *Anionaktív emulziós homokpép-bevonatok* szintén Slurry-Seal néven elsősorban az USA-ban voltak elterjedve, főleg a kationaktív bitumenemulziók megjelenése előtt. Itt is folytonos szemelosztású homokot először vízzel, majd anionaktív stabil bitumenemulzióval kevernek péppé. Ez a pép akár a helyszínen a nagy teljesítményű Slurry-Seal keverő-terítőgéppel készíthető és fektethető, akár központi keverőtelepen beton-kényszerkeverőben állítható elő. Mivel az emulzió stabil, nem törik meg, van idő a szállításra és a terítőládával vagy akár kézzel, lehúzógereblyével való elterítésre is, 5...7 mm-es rétegben. Az anionaktív emulzió megtörése itt csak akkor megy végbe lassan, ha a pépes anyag viszonylag nagy víztartalma teljesen elpárolog. Ez az időjárástól, klímától függően *csak 8...12 óra alatt* mehet végbe, ezen idő alatt a bevonatra forgalmat nem szabad ráengedni. Ez az eljárás jelentős hátránya; különös veszélyt jelent az is, hogy ezen idő alatt bekövetkezett eső még kimoshatja a bitument, és tönkreteheti a bevonatot. Ezért az anionaktív emulzióval készített Slurry-Seal bevonatok csak az USA száraz éghajlatú vidékein terjedtek el, és már a 40...50-es években teljes gépesítéssel a helyszíni, tehergépkocsira szerelt keverő-terítőgéppel nagy teljesítményekkel alkalmazták utakon és repülőtereken. Európa nagy részén azonban az éghajlat nem száraz, így a Slurry-Seal eljárás Európában csak akkor terjedt el, amikor a gyors kötést és jó tapadást lehetővé tevő, a nedvességet bíró kationaktív emulziók megjelentek. Európában az anionaktív emulziókkal készített homokpép-bevonatok annyiban jelentősek, hogy kisebb teljesítmények esetén, főleg városokban lehetővé teszi az egyszerű készítést betonkeverőben, a fűtetlen, de szállítás közben is keverő masztikátorban a szállítást, és a helyszínen kézi úton való egyszerű elterítést. Száraz időszakban lehet alkalmazni, kb. félnapos forgalomtól való elzárással (pl. NDK-ban Drezda).

3. *Nedves homok eljárással készült aszfaltbevonatok* olyan vékony 0,5...1,0 vagy 2,0 cm vastag homokaszfaltrétegek, amelyek *kis—közepes forgalom* mellett alkalmazhatók. Szintén az USA-ban alkalmazták először ideiglenes burkolatokra. Az alapgondolat azon a tapasztalaton alapszik, hogy ha vízzel kevert, *nedves homokot* 2...4% *oltott mésszel vagy portlandcementtel* keverünk, akkor a tulajdonképpeni kötőanyaggal, a *hígított bitumennel* is jól elkeverhető az adalékanyag. A kapott pépszerű anyagot terítőládával kell a burkolatra elteríteni, időjárástól függően 4...8 óráig pihentetve szárítani, és ezután lehet könnyű hengerrel előhengerlést végezni. A teljes, végleges behengerlés csak másnap végezhető közepes hengerrel. Az utántömörödés még a forgalom ráengedése után hetekkel fejeződik be, amikor a hígítóanyagok is elpárologtak. A nedves homok eljárású aszfaltszőnyegeket mérsékelt forgalomra is csak akkor alkalmazhatjuk, ha az 1...2 napos forgalomelzárás megoldható. Előnye csak az egyszerűsége, mert betonkeverőben is könnyen előállítható. Minősége nem éri el a félmeleg aszfaltbeton-szőnyegeket (398. oldal), amelyek hasonló adalékanyagból, szintén hígított bitumennel készülnek.

4. *Egyéb bitumenes homokpép-bevonatok*. Azok a vízzel kevert homokpép aszfaltbevonatok, amelyek emulzió, mész vagy portlandcement segédanyag nélkül csak forró útibitumen vagy meleg hígított bitumen és nedves homok keverésével készültek, a gyakorlatban kevésbé tudtak elterjedni jelentős hátrányaik miatt. Egyik ilyen korai, jó minőségű változat volt még az 50-es évek elejéről az *Oberbach—STRABAG*-féle bitumenes pép (Bituminöse Schlämme nach Oberbach), ahol forró útibitument vagy kátrányt fecskendeztek vékony sugárban a vízzel kevert homokhoz. Ezt az eljárást azonban csak nagy fordulatszámú, keverőlapátos, erre a célra szerkesztett különleges kényszerkeverőgép segítségével lehetett alkalmazni. Másik hasonló változat volt a 60-as évek elején az *Ewers*-féle bitumenes homokpép-bevonat, amelyben a cukorgyártás melléktermékeként adódó szaturációs iszappal (lényegében mészhidrát) előkevert vizes homokot hígított bitumennel keverték kényszerkeverőben. Ezt az eljárást csak az NDK-ban alkalmazták korlátozott mértékben.

Végül meg kell még emlékeznünk itt a 279. oldalon már tárgyalt *bitumenes talajstabilizációról*, ahol — láttuk — lényegében a talajt optimális víztartalom mellett, hígított bitumennel, illetve bitumenemulzióval kevertük talajmaróval, és hengerekkel tömörítettük, nem kopóréteg, hanem pályaszerkezeti alapréteg céljaira. A rokonság elsősorban a nedveshomok eljárással van meg, hiszen sokszor a bitumenes stabilizációhoz is alkalmazunk kevés mészadagolást a stabilitás fokozására, emellett elsősorban finom homokok stabilizálása kerül szóba.

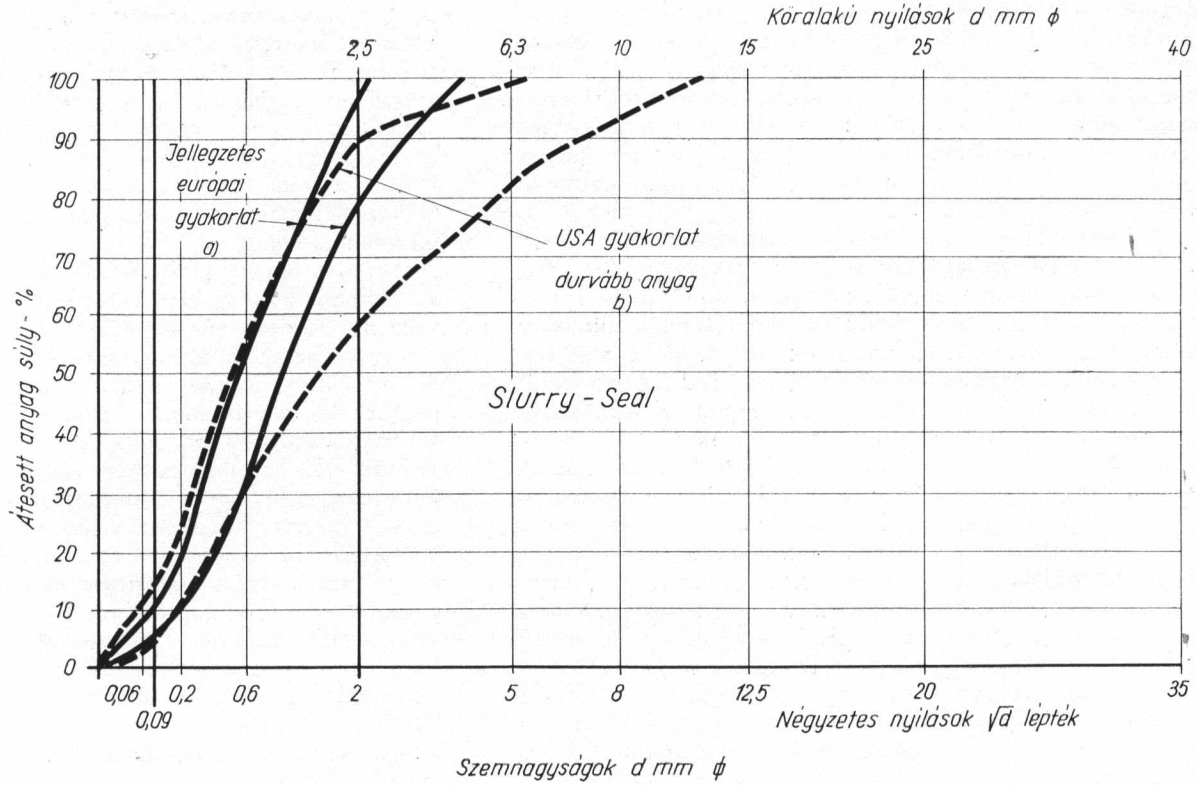
6.6.2. Kationaktív bitumenemulzióval készült homokpép-bevonatok (Slurry—Seal eljárás)

6.6.2.1. Alkalmazandó anyagok

A) *Homok*. A homok vagy homokok kiválasztását nagy gonddal kell végezni, és gondoskodni kell arról, hogy az egyszer már elfogadott homok szemeloszlása ne változzon.

Maximális szemnagyságként Európában 3 vagy 5 mm-t használnak annak megfelelően, hogy 5...7 mm vastag bevonatok készítésére törekszünk. A max. szemnagyság itt is a vastagság fele és kétharmada között kell, hogy legyen.

A kiválasztott homokok iszapszennyeződéstől mentesek



6-116. ábra. Slurry-Seal bevonatok szemeloszlási határgörbéi: *a)* európai gyakorlat; *b)* durva speciális slurry-seal bevonat szemeloszlási görbéje az USA-ban, kiegyenlítés és különös érdesség céljaira ([98] 1968)

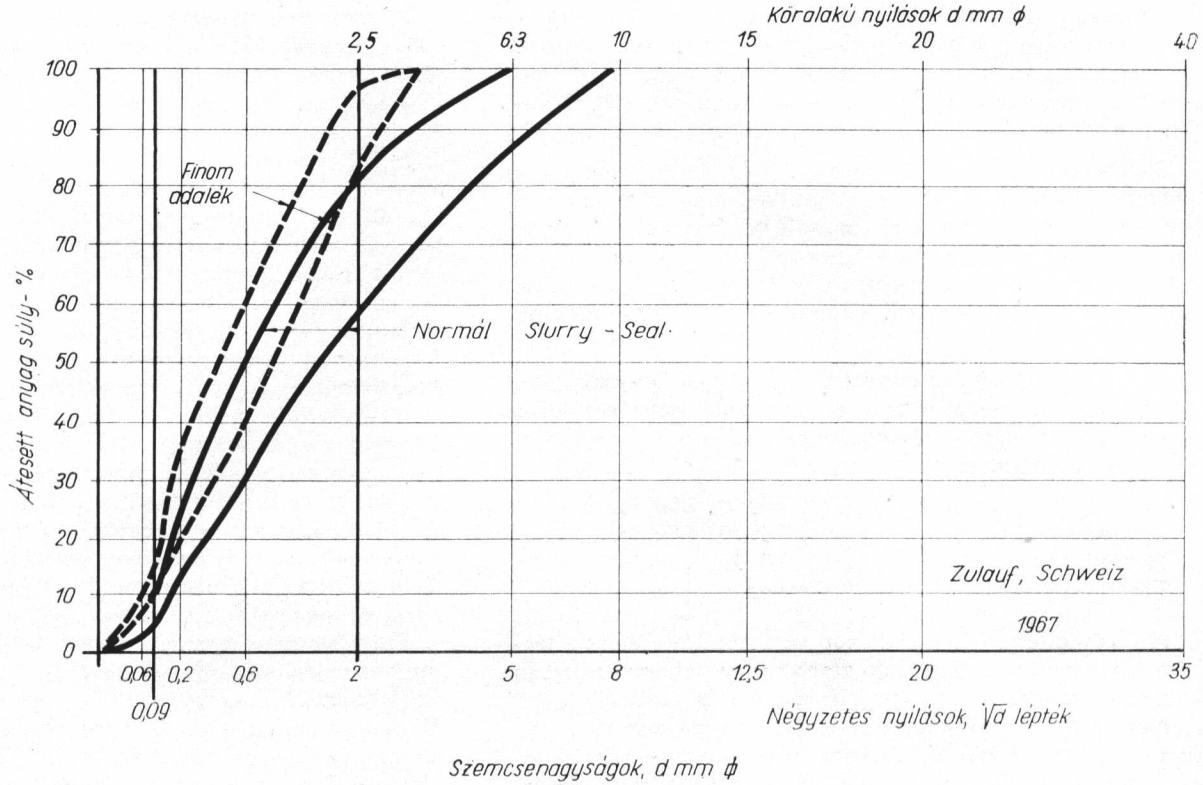
legyenek, homokegyenérték-számuk legalább $HE = 50\%$ legyen (l. 141. oldalt). A homokok 0,09 mm alatti töltőanyagtartalma 10%-nál nagyobb nem lehet. A bevonat jó vízzáróssága és tömörsége érdekében a homok szemeloszlásának viszonylag szigorú szemeloszlási határgörbék között kell maradnia. Hosszú tapasztalatok alapján a 6-116. és 6-117. ábrán és a 6-25. táblázatban ismertetett szemeloszlási határgörbéket fogadták el. Ezek közül az angol Légügyi Minisztérium 1962. évi 205. sz. előírása (főleg repülőterekre, de utakra is használják Angliában), valamint francia, német, svájci és osztrák gyakorlatnak megfelelő görbe a 2...5 mm max. szemnagysággal viszonylag finomabb szemeloszlást ír elő, míg az USA-ban ezenkívül alkalmaznak 5...10 mm max. szemnagyságú szemeloszlást is, de csak vastagabb kiegyenlítőrétegek számára 15 mm vastagságig.

A viszonylag szigorú szemeloszlási határgörbéket egyetlen zúzotthomok alkalmazásával ritkán lehet kielégíteni, mert többnyire túl sok benne a finom rész. Ezért legtöbbször természetes és zúzotthomokot alkalmaznak 1:1...1:2 vagy más arányban keverve. Nagyon fontos az is, hogy a max. szemnagyságnál nagyobb zúzalék- vagy kavicsszemeket feltétlen eltávolítsák, mert különben ezek a kész bevonatot csíkossá, hézagossá teszik.

B) *Töltőanyag.* Az előírt szemeloszlásban levő töltőanyagmennyiség sokszor nem fedezhető másképpen, csak idegen

6-25. táblázat. Slurry-Seal adalékanyag szemeloszlási határgörbéi

Súlyszázalék %	Angol Légügyi Min. 204. r.	Finom bevonat Európai gyakorlat	Durva bevonat USA
0,00... 0,09 mm-ig	4... 12	6... 11	5... 15
0,2 mm-ig	16... 30	11... 23	11... 23
0,6 mm-ig	50... 65	30... 50	30... 50
1,0 mm-ig	65... 86	50... 70	40... 75
2,0 mm-ig	88...100	80... 95	57... 85
5,0 mm-ig	100	100	85...100
10,0 mm-ig	—	—	100



6-117. ábra. Svájcban elterjedt finom és normál adalékanyag Slurry-Seal bevonathoz (Zulauf [106], 1967)

töltőanyaggal, azaz *mészkőliszt* vagy *porrá oltott mész*, vagy *portlandcement* 1...3%-os adagolásával. A mész vagy portlandcement itt adott esetben azért is előnyös lehet, mert késleltető hatása van az emulzió megtörésére, és ez itt előnyös. Némely államban megfelelőnek találták töltőanyagként az erőművi *pernyét* is.

C) *Bitumenemulzió. Kationaktív* típusú emulzió szükséges, amelyben min. 60% bitumen van, B80/100-tól B180/220-ig terjedő minőségben. Fontos, hogy a bitumenemulzió minősége állandó legyen, tehát mind a bitumentartalom, mind pedig az emulgeátortartalom ne mutasson ingadozást. Ez ugyanis vagy a kész keverék viszkozitásában, elterített vastagságában okoz ingadozást vagy pedig az emulzió beállított törési idejét változtatja. A kiválasztott homokkeveréket, valamint az emulziót egymással jól ki kell próbálni, hogy alkalmazhatók-e együtt, megvalósítják-e a kifogástalan tapadást a törés után.

D) *Töréskésleltető szer.* Az emulzió törési idejét késleltetni kell annak érdekében, hogy az 1,5...2,0 min-mal azután következzen be, miután a folyamatos keveréskor az emulzió a már nedves adalékanyaghoz keverődött. Az 1,5...2,0 min. szükséges egyrészt a keverés befejezéséhez, másrészt a megkevert pép burkolatra jutásához, elterítéséhez a terítőládán keresztül. A késleltetést úgy végezzük, hogy az emulziót már eleve több emulgeátorral gyártjuk, mint máskor, ez azonban költséges. Ehelyett az adalékanyagra permetezett első nedvesítő-keverővízben feloldva egy felületaktív anyagot, *töréskésleltetőt* adagolunk (sokszor „Dope" vagy „Additiv" néven nevezik) előzetes kísérletekkel meghatározott mennyiségben, amely részben az alkalmazott adalékanyagok (homok, töltőanyag) kémiai jellegétől, valamint a hőmérséklettől függ. Ezt a felületaktív anyagot minden kationaktív bitumenemulzió-fajtára külön-külön kell emulziót gyártó vállalatnak megadnia: sokszor ez a *töréskésleltető anyag azonos lehet az alkalmazott emulgeátorral.* Ha ezzel a keverővíz útján bevonjuk az adalékanyag szemeit, akkor a megtörés, a bitumen és a homokszemek tapadása később következik be, és ezzel elég idő marad a megbízható keverésre és az elterítésre. Adott, állandó adalékanyag és emulzió esetén is vál-

toztatni kell azonban a töréskésleltető szer mennyiségét, annak érdekében, hogy az állandó, azonos törési időt változó hőmérséklet esetén is tartani lehessen. Kedvező, hogy a kationaktív emulzióknál az ilyen anyag a késleltetés után lényegében mint tapadásjavító működik tovább.

E) *Keverővíz.* Az adalékanyagot még azelőtt meg kell nedvesíteni a vízszükséglet egy részével, mielőtt az emulzió hozzáérne. (A száraz adalék ugyanis törésgyorsító hatással volna, amit itt el kell kerülni.) A keveréshez alkalmazott víz tiszta kell, hogy legyen, különösen szerves anyagokat, túl nagy karbonát-tartalmat, túl kemény vizet nem engedhetünk meg.

F) *Összetétel.* Az összetételt előzetesen laboratóriumi próbákkal kell megállapítani (l. később). Hozzávetőleges összetételt azonban a következőkben adhatunk, 100% homokadalékra számítva:

Víz	10...20% között, állandó.
Emulzió	18...25% között, állandó.
Töltőanyag	1... 3% között, állandó.
Töréskésleltető	0,4% körül, *változó!*

A töréskésleltető szert állandó összetétel esetén is a léghőmérséklettől függően változtatják egy laboratóriumban készített tapasztalati diagram alapján, építés közben.

Megjegyezzük, hogy ezek szerint tehát sokszor 10...13% tiszta bitumen található a bevonatban, és mégsem lehet tapasztalni sem zsírosodást, sem kinyomódást a kész felületen.

6.6.2.2. Előzetes laboratóriumi vizsgálatok a kedvező összetétel megállapítására

A laboratóriumi előkészítéskor először természetesen az egyes alkalmazandó anyagokat külön-külön megvizsgáljuk saját szabványaik szerint (homok, zúzotthomok szemeloszlása, homokegyenérték-száma, emulzió teljes vizsgálata, különösen a víz- és bitumentartalom nagysága, viszkozitás). Ezután következnek a tulajdonképpeni alkalmassági vizsgálatok.

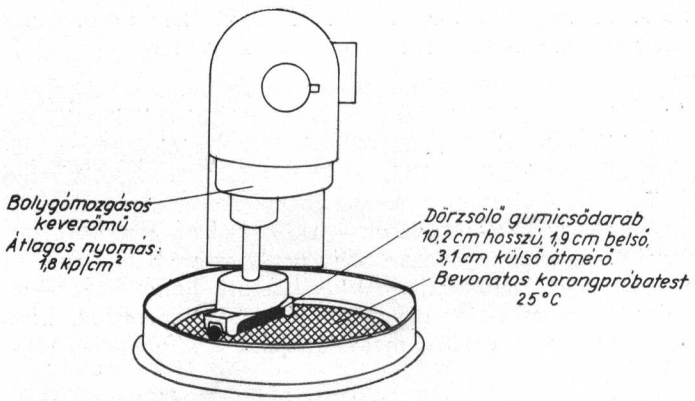
A) *Szemeloszlás-összetétel.* Alapul véve a szemeloszlási határgörbéket, és a gazdaságosan beszerezhető homokokat, meghatározzuk a szükséges keverési arányokat a zúzott, és természetes homokok között, esetleg többféle szóbajövő idegen töltőanyaggal (mészkőliszt, cement, porrá oltott mész), mindegyiket többféle adagolással (pl. 1...2...3%). Az így előkészített adalékanyag-fajtákat használjuk fel a további vizsgálatokra.

B) *Nedves pályabevonat kopási vizsgálata.* Ezt a vizsgálatot kb. 10 éves adatgyűjtés és alkalmazás után 1968-ban ajánlották az amerikai ASTM szabványokba való felvételre, *Wet Track Abrasion Test* néven [111].

Először *próbatesteket kell készíteni.* Az adalékanyagból 600 g-os adagokat különítenek el, amelyeket 2,38 mm-es (8. sz.) szitán áteresztenek. Vízzel megnedvesítik, majd először 15% bitumenemulzióval keverik meg az adalékanyagot. A víz adagolását az emulziós keverékhez addig fokozzák, amíg 1,27 cm alsó nyílású tölcséren *szétkeveredés nélkül* átfolyik. Ha a szétkeveredés a tölcséren való átfolyáskor még kb. 20...25% vízadagolás után is megmarad, ez azt mutatja, hogy az adalékanyag még alkalmatlan. Ezért vagy a szemeloszlást kell változtatni, vagy pedig legtöbbször 0,5...1,0% cement vagy mészhidrát alkalmazásával lehet a jó szemeloszlású anyagban megakadályozni a további szétkeveredést. A tölcséres vizsgálattal tehát meghatározható a szükséges víztartalom és cement vagy mészhidrát tartalom, $B = 15\%$ emulzióadagolás mellett. A kapott pépből 28 cm átmérőjű, 6,4 mm magas (vastag) hengerlap-próbatestet készítenek úgy, hogy egy megfelelő méretű fémtálca aljára egy merev alaplemezt tesznek, ráöntik a pépet, egy gumiélű léccel a 6,4 mm magas karimán lehúzzák a felesleget. Ezután 60 °C hőmérsékletű szárítószekrényben min. 24 óráig súlyállandóságig szárítják a próbatestet. Majd lehűtik szobahőmérsékletre, és megmérik a súlyát.

Ezt követően ugyanezt megismétlik 20%, majd 25% bitumenemulzió-adagolással, ügyelve, hogy a szétkeveredést mutató tölcsér segítségével mindegyik emulziótartalomhoz más-más mennyiségű vizet és esetleg cementet kell megállapítani. Így egyfajta adalékból háromféle bitumenemulzió és vízadagolással három próbakorong készült, amelyeknek száraz állapotban ismerik a súlyát.

A *kopási vizsgálat* következik az egyes próbatest-korongokkal. A vizsgálógépet a 6-118. ábrán látjuk. Ez bolygó-mozgással forgó keverőberendezésből fejlesztett készülék, amely 1,9 cm belső átmérőjű, 6 mm falvastagságú, 10,2 cm hosszú gumicsődarabot kb. 1,8 kp/cm² átlagos nyomással nyom a próbatestkorong felületére, és közben forgó- és bolygómoz-



6-118. ábra. A *Wet Track Abrasion Test* bevonat kopási vizsgálatának bolygókerekes forgó koptatógépe a próbatestkoronggal

gást végez (percenként 144 közvetlen és 43 bolygó körülfordulást). A próbatestkorong a koptatási vizsgálat alatt 25 °C hőmérsékletű vízfürdőben van, és a vizsgálat előtt már kb. 1 óra hosszat ezen a hőfokon vízfürdőben kondícionálták.

A gumicsődarabbal való bolygó-forgómozgásos koptatás a bevonat felületéről bizonyos mennyiségű anyagot a víz alatt ledörzsöl. A vizsgálatot 5 min-ig végzik, utána a próbatestet lemossák, 60 °C hőmérsékleten súlyállandóságig szárítják, majd szobahőmérsékletre hűtve újra lemérik. A két súlymérés különbsége a *kopási súlyveszteség*. Ezt a 28 cm átmérőjű körterületről átszámítják m²-re, és így a *k kopási veszteséget (p/m²)* dimenzióval adják meg (Európában).

Az évtizedes megfigyelések szerint a gyakorlatban azok a bevonatok mutatnak kedvezőtlen élettartamot, amelyekben a helyszínen mért kopási veszteség 1076 p/m² értéknél nagyobb. Mivel a laboratóriumban a keverési körülmények jobbak mint az üzemi gyakorlatban, ezért a laboratóriumban készült próbatestek esetén *max. 800 p/m² megengedhető kopásveszteséget* kell az értékeléskor alapul venni.

A *vizsgálat kiértékelésekor* meg kell adni a következő adatokat:

1. átlagos kopási értékek a különböző emulziómennyiségek mellett;
2. kedvező konzisztenciához szükséges minimális víztartalom súly%-ban;
3. adatok az egyes keverékek esetleges szétkeveredési hajlandóságáról;
4. megfigyelések az első száradás utáni felület minőségi tulajdonságairól (pl. esetleg kötőanyagfilm megjelenése, ragadós felület stb.);
5. a szétkeveredés meggátlása érdekében szükséges cement vagy mészhidrát súly% mennyisége.

Az *adagolási javaslat* eldöntésekor figyelembe kell venni:

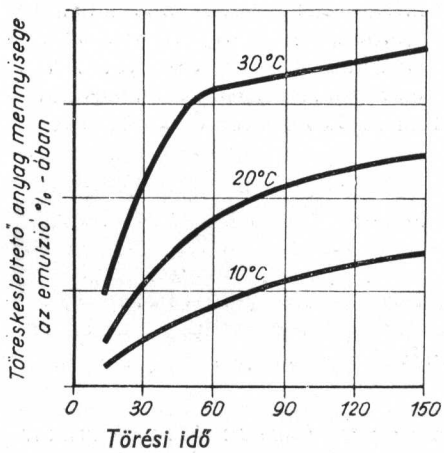
1. 800 p/m²-nél kisebb kopásveszteségeket kielégítőeknek lehet tartani.
2. Optimális kötőanyag-tartalomként azt a mennyiséget választhatjuk, amely mellett a kopási érték alacsony és nem lépnek fel szétkeveredések, nem képződik bitumenfilm a felületen.
3. Porózus adalékanyagok, pl. kohósalakhomok esetén a legmagasabb lehetséges bitumentartalmat kell alkalmazni, amely még nem okoz szétkeveredést és még nem ragadós a felület.

Itt meg kell jegyezni, hogy a Slurry-Seal pép-bevonat anyagait az elmondott irányelvek alapján, azonban a speciális bolygókeverős koptatógép nélkül is meg lehet határozni. A szabványos gép hiányában ajánlatos az elkészített próbatest-korongokat egy súllyal terhelt gumicsővel kézi úton mozgatva azonos számú mozgással egyenletesen végigkoptatni. A kapott koptatási veszteségeket kiszámítva, azok *relatív összehasonlító értékekként* hasznosak lehetnek az összetétel meghatározásához.

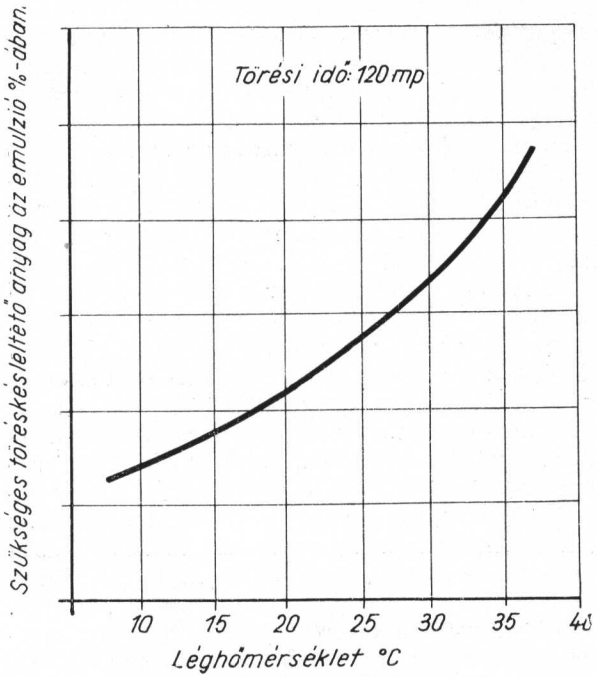
C) *A töréskésleltető anyagok adagolási diagramjának meghatározása* a harmadik legfontosabb laboratóriumi vizsgálat. Itt egy üvegedényben az alkalmazandó (előbb meghatározott) összetétel súlyarányai szerint pontosan bemérik sorrend szerint a homokot, töltőanyagot, a vizet és a töréskésleltető vegyszert, és keverővel kézzel egyenletesen elkeverik. Ezután egy adagban hozzáöntik a bitumenemulziót, megindítanak egy mérőórát, és további egyenletes kézi keverés mellett várják, mikor törik meg az emulzió. Ezt elég egyértelműen lehet érezni a kézi keveréskor, amikor a keverék viszkozitása hirtelen jelentősen megemelkedik. Ezt az időpontot lemérik.

Ezt a vizsgálatot többször megismétlik, mindig ugyanazon összetételű új keverékkel, csak a töréskésleltető anyag mennyiségét változtatják úgy, hogy a törési idő 30 s és 150 s közötti értékekre adódjon. A vizsgálatokat többféle hőmérsékletre előre kondícionált adalékanyagokkal, vízzel és emulzióval is megismétlik, így pl. 10 °C, 20 °C és 30 °C hőmérsékleteken. A kapott időeredményeket s-ban, és az alkalmazott töréskésleltető anyagok mennyiségét az emulzió %-ában kifejezve koordináta-rendszerben ábrázolják (6-119. ábra). Jól látható a törési idő jelentős befolyásolási lehetősége. Innen azután kiválasztják a keverő-beépítőgép számára szükséges késleltetési időt, pl. $T = 2$ min $= 120$ s-ot, és ez új koordináta-rendszerben felrakva most már a 6-120. ábrán látható, gyakorlatilag fontos *adagolási diagramot* készítenek el: a hőmérséklet változásától függően töréskésleltető anyag szükséges adagolandó %-értékét. Ezt a diagramot a keverést — beépítést irányító gépész kezébe kell adni, hogy az időjárás, hőfokváltozása esetén e szerint változtassa a töréskésleltető anyag adagolását a törési idő állandó értéken való tartása érdekében.

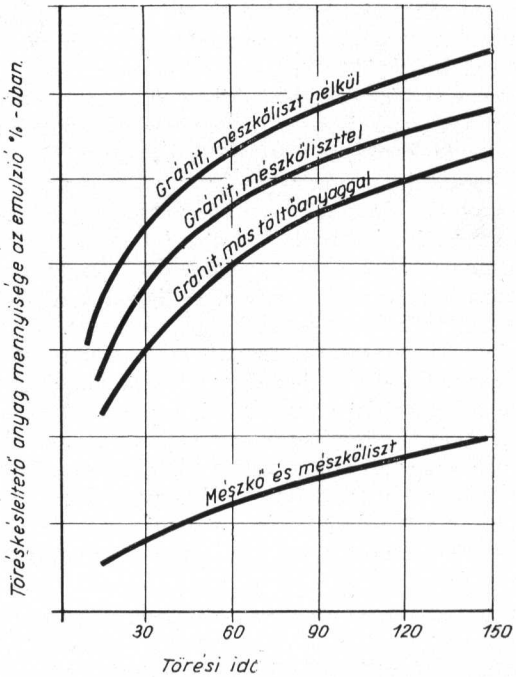
Meg kell azonban jegyezni, hogy a késleltető anyag adagolási diagramját az adalékanyag vagy a töltőanyag bármilyen



6-119. ábra. A törési idő függése az adagolt töréskésleltető anyag mennyiségétől, különböző hőmérsékleteken. A törési idő másodpercekben szerepel



6-120. ábra. Töréskésleltető anyag adagolási diagram, egy adott adalékanyagra és egy előírt törési időre (pl. 120 s-ra) vonatkozóan. A gépész a keveréskor—fektetéskor ennek megfelelően állítja be az adagolást a gépen



6-121a ábra. A törési idő függése az adagolt töréskésleltető Dope-anyag mennyiségétől, különböző kőzet anyagú homokok és töltőanyagok esetén más és más görbe szerint alakul. (Törési idő s-ben)

változása esetén újra meg kell állapítani, mert a homok és kőanyagok fajtáinak más-más a felületi jellege, kopása, mállottsága stb., és ez más-más késleltetőanyag igénnyel jár, azonos töréskésleltető hatás előidézéséhez. Ezt szemlélteti pl. a 6-121. ábra is, ahol pl. mészkő és gránit adalék különböző töltőanyagokkal más és más görbét jelent a törési időkésleltető anyagtartalom diagramban.

Az adagolási diagram természetesen pontos törési időt (pl. pontosan 2 min-ot) csak laboratóriumi körülmények között ad, azonban a gyakorlati keveréskor és elterítéskor is közel hasonló a helyzet, és főleg a hőmérséklet változásakor hasonló arányban kell csökkenteni vagy növelni a diagram szerint a késleltető anyag adagolását.

6.6.2.3. Hazai vizsgálatok a Slurry-Seal bevonatok összetételének a törési és bedolgozási időre való befolyásáról

Hazánkban a BME *Útépítési Tanszék* Laboratóriumában az 1969. évben vizsgálatok folytak a hazai előállítású KATEMUL kationaktív bitumenemulzió felhasználásával Slurry-Seal típusú homokpép-bevonatok előállítására. Ezekből a vizsgálatokból fontos adatokat nyertek arra vonatkozóan, hogy a homokfajták tulajdonságai hogy befolyásolják a törési és bedolgozási időt, és a szükséges töréskésleltető anyag adagolásának gazdaságos mennyiségét. A vizsgálatok egy félüzemi kísérleti Slurry-Seal bevonat fektetésével záródtak 1969-ben (*Buócz—Cságoly* [96]).

Három jellemző vizsgált homok-összetételt látunk a 6-26. táblázatban. A töréskésleltető anyagként használt KATEMUL-PT emulgeátort vízben oldva keverik a homokokhoz, és ezután adják hozzá a kationaktív bitumenemulziót. A csészében egyenletesen keverve a pépet, mérték a *megtörés* idejét (amikor a keverés hirtelen viszkozitásemelkedés miatt nehezebb lesz), valamint a *bedolgozhatósági* időt is, amíg a megtört homokpép még képlékeny, alakítható, teríthető, és még nem szilárdult meg teljesen. A kapott eredményeket a 6-121*b* ábrán szemléltetjük. Ezek alapján megállapítható:

a) Mosatlan homokkeverékek a finom anyag nagy negatív töltései, kis szemcséi miatt megengedhetetlenül gyors törést mutatnak még gazdaságtalanul nagy töréskésleltető adagolás mellett is. (*A* jelű mosatlan anyag.)

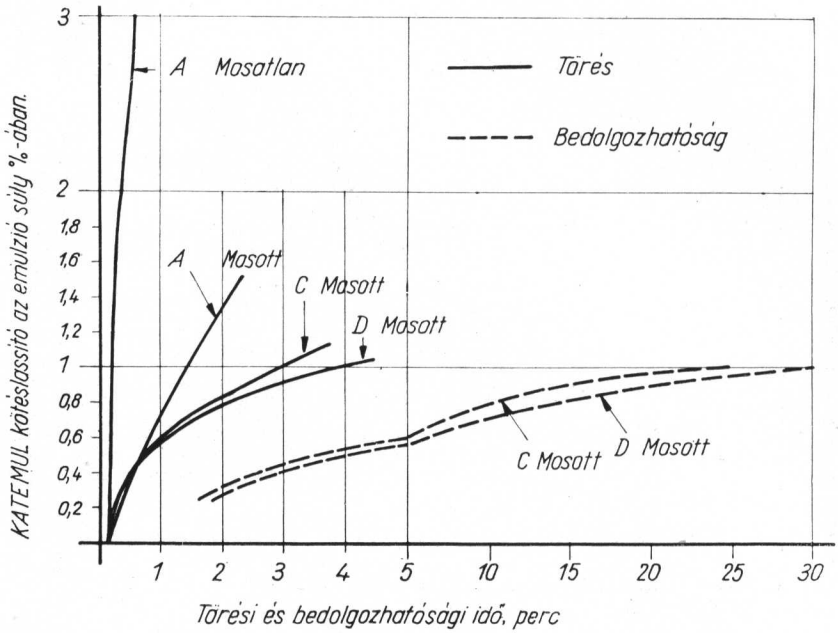
b) Ugyanaz a homokkeverék négyszer *mosva* már jóval megnövekedett törési időt eredményez.

c) A *C* jelű adalék esetén a közel fele zúzott, fele természetes homokot gondosan *kimosva*, kedvező a töréskésleltetés: csak 1% töréskésleltető adagolással is 3 min. törési és 25 min.

bedolgozhatósági idő adódott. Ez a keverék azonban könnyen szétkeveredő, nem pépszerű anyag volt, a zúzotthomok érdessége miatt.

d) A *D jelű adalék* csak *mosott természetes homok* és mészkőliszt volt, zúzotthomok nélkül, esetleg 1% mész- vagy cementadagolással. A töréskésleltetési idő még kedvezőbb, 1% töréskésleltetőnél 4 min., a bedolgozhatósági idő 30 min. A keverék itt már szét nem keveredő, egyenletes pépszerű anyag.

A kísérletekből igen jól látható, hogy a Slurry-Seal eljárásban a homok tisztasága, mosott volta alapvető követelmény. A *D* eset szerinti adalékot ezután *félüzemi kísérletként* habarcskeverőben megkeverték, víz, töréskésleltető és 19% emulzióadagolással, és a kapott homokpépet terítőládával kisérletképpen egy meglevő aszfaltburkolat felületére elterítették, kb. 7 mm vastagon. A bevonat kb. fél óra után megkötött. Felülete jól záródó, kedvező érdességű volt. A kísérlettel megállapították, hogy a hazai kationaktív emulzió segítségével — gondosan mosott homokot felhasználva — Magyarországon is adottak a gyakorlati lehetőségek a Slurry-Seal bevonatok szélesebb körű fenntartási alkalmazására, ha megfelelő keverő—elterítő célgépet importál az ipar.



6-121b ábra. A törési és bedolgozhatósági idők alakulása magyar kísérletek szerint a homokminőségtől függően

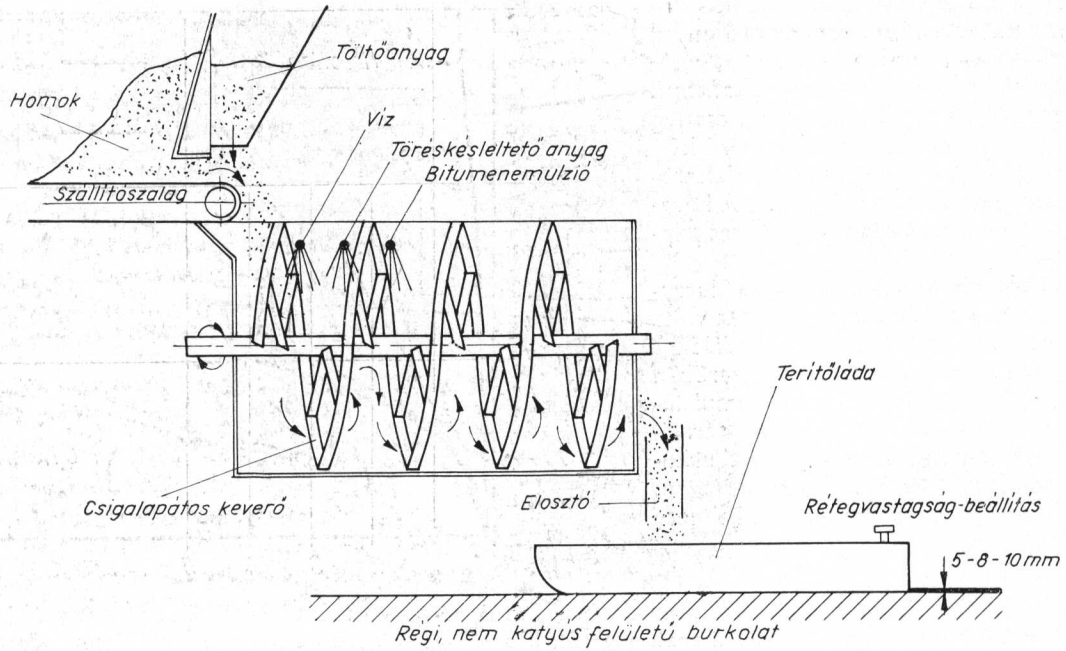
6-26. táblázat. A Slurry-Seal bevonatnál felhasznált anyagok adatai az Útépítési Tanszék 1969. évi kísérleteinél (Buócz—Cságoly [96])

Az ásványi adalékanyag összetétele	A keverék jele		
	A	C	D
Mészkőliszt	3,9	4,0	10,0
H 0/1 mosatlan homok	15,5	—	—
H 0/3 mosatlan homok	30,8	—	—
NZ 0/5 mosatlan zúzott homok (Uzsabánya)	49,8	48,0	—
H 0/5 mosatlan homok (Délegyháza)	—	48,0	—
H 0/5 mosott homok (Délegyháza)			90,0
	100,0	100,0	100,0
Szemeloszlás:			
0,0... 0,06 mm	4,7	3,4	5,0
0,09 mm	9,0	6,0	7,9
0,2 mm	19,6	13,7	17,0
0,6 mm	46,6	45,6	58,6
3,0 mm	75,2	78,9	83,5
5,0 mm	95,3	100,0	100,0
10,0 mm	98,4	—	—
15,0 mm	100,0	—	—

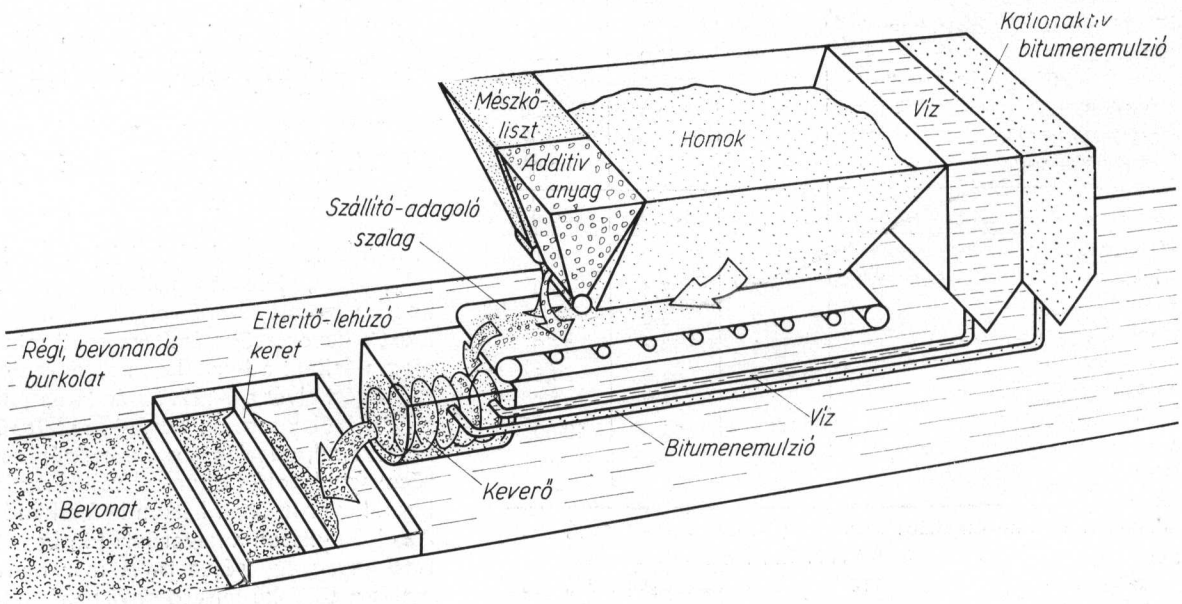
Kationaktív bitumenemulzió:	Bitumen (B-200)	60%
	KATEMUL PT emulgátor	1%
	Víz	39%
		100%

6.6.2.4. Kationos Slurry-Seal bevonatok gépesített kivitelezése

A kationaktív emulziókkal készített homokpép-bevonatokat folyamatos, jelentős teljesítménnyel elsősorban tehergépkocsira szerelt *keverő—elterítőgép-rendszerrel* lehet beépíteni, mert a keveréstől számított kb. 2 min-on belül csak így lehet megvalósítani a burkolaton az egyenletes szétterítést. A gép működési elvét a 6-122. ábrán láthatjuk. A homokot a homoksiló aljáról pontosan adagoló szállítószalag adagolja a folytonos üzemű, csigalapátos keverőgépbe, és ez hajtja meg a töltőanyag-adagoló kisbunker szállítószalagját is. Az adalékanyagot a keverőtérben három befecskendezőnyíláson nedvesítik. Az első nyíláson a keverővíz jön be, ebben van a töréskésleltető anyag egy része is. A már nedves anyagra a második nyílás a töréskésleltető anyag második részét oldatban permetezi be, a hőmérsékletnek és az adagolási diagramnak

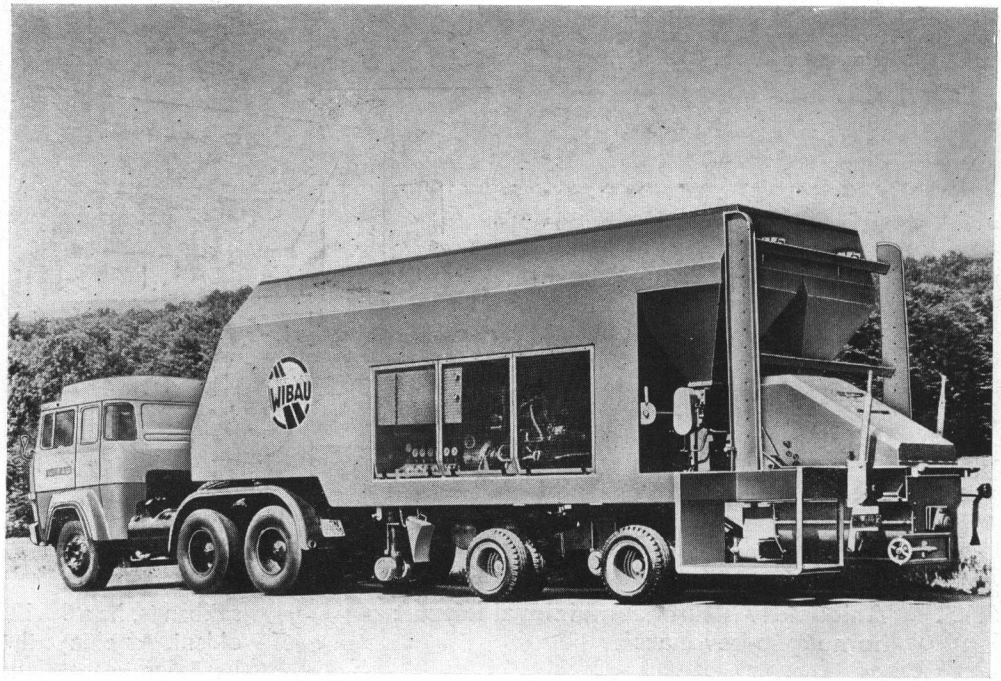


6-122a. ábra. Slurry-Seal keverő—terítőgép működési elve, ha a töréskésleltető anyagot oldat formájában permetezik be



6-122b. ábra. Slurry-Seal keverő-terítőgép működési elve, ha a töréskésleltető, anyagot szilárd formában, homokhoz keverve adagolják

6.47 kép. *Wibau-MIX-TRAC* típusú, Slurry-Sealt, pépes aszfaltbevonatot készítő keverő—terítőgép. (Lásd a 6.122b ábra vázlatát.)



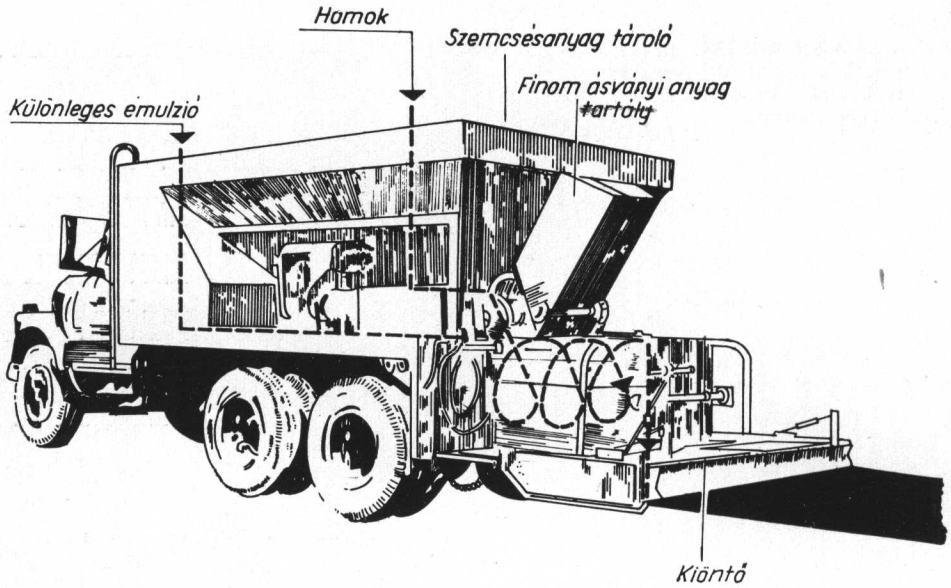
megfelelő kiegészítő mennyiségben. Végül a már így előkezelt anyagot permetezi be a harmadik nyílás a bitumenemulzióval. A hatékony, gyors keverés után a homogén, folyós pép egy csövön át a gépkocsi után vontatott elosztókeretbe folyik, ahol szétterül, és a vastagságbeállító csavarnak megfelelő vastagságú elterített réteget a gumilemezszélű gerenda egyenletesen elsimítja. A tehergépkocsin vannak az adalékanyagsilókon kívül az emulzió, a víz és a késleltetőanyag tartályai is, ezek adagolószivattyúi pontos kényszerkapcsolatban állnak az adalékanyagot szállító szalag gépezetével. Így minden összetevő arányát pontosan be lehet állítani a gépen. A keverő—terítőgépet eredetileg az USA-ban gyártották („*Rex*", valamint „Joung" típusok). Ma már Európában is gyártják (Franciaország, NSZK) (6-123. ábra). A gépek kezelésekor rendkívül fontos a *feltétlen tisztaság*, és minden munka befejezése után a keverő, elosztó és az emulziós csőhálózat kitisztítása. Feltétlenül el kell kerülni az emulzió megtörését a keverőben, a vezetékben vagy az elosztóládában, mert az jelentős gépidőkieséssel járhat. Az előre letisztított burkolat felületét vagy vízzel, vagy pedig vízzel higított emulzióval permetezik, esetleg maga a keverőkocsi, hogy az elterített bevonat jól leragasztódjon a régi felülethez.

A vezetőgépész hátul a keverőgépnél áll a kocsin, ott állítja és ellenőrzi az adagolást, keverést, és irányítja a gépkocsivezetőt, hogy gyorsabban vagy lassabban haladjon. A terítőládából ugyanis nem tűnhet el teljesen az anyag, nem is bukhat át rajta. A gép mellett még két segédmunkás dolgozik, javítja a felületet, ahol kell, és a megállás után azonnal nekilát a vízsugárral való géptisztításhoz.

A gép teljesítménye kb. 10 000 m²/nap, ami kb. 2000 m²/h mellett kb. 300 méter 6,5 m széles burkolat bevonását jelenti egy óra alatt, két sávban 5...7 mm-es bevonattal, 8...10 kp/m² súllyal. Ez az alkalmazott szélességtől függően 1/3...1 km/h, azaz kb. 6...16 m/min haladási sebességet jelent. Az elhaladás után kb. fél órával a forgalom csökkentett sebességgel, 1 óra múlva korlátozás nélkül járhat a bevonaton.

Hengerlés általában nem szükséges. Fékezési szakaszokon, éles ívekben azonban előnyös a gumihengerrel való hengerlés. Ha a tartósság fokozására azonnal egymásután két réteget terítenek el közöttük zúzalékszórással (Sandwich-rendszer), akkor ajánlatos lehet a most már kissé vastagabb réteg megjárása gumihengerrel is.

Végezetül ismét hangsúlyozzuk, hogy a Slurry Seal vékony aszfaltbevonat kizárólag megelőző karbantartásszerűen, csak eléggé egyenletes felületű aszfaltburkolatra kerülhet. Célja tehát a felület védelme és az érdesítés, nem pedig a szerkezet teherbírásának emelése.



6-123. ábra. Slurry-Seal bitumenemulziós homokpépbevonat keverő- és terítőgép tehergépkocsira szerelve, kb. 2000 m^2/h teljesítménnyel

6.6.3. Anionaktív bitumenemulzióval készült homokpép-bevonatok

6.6.3.1. Gépesített kivitel Slurry-Seal géppel

Említettük már, hogy a homokpép-bevonatokat eredetileg Amerikában sokáig anionaktív emulziókkal készítették, sőt a teherautóra szerelt keverő—terítőgépet, és a kopás-vizsgálatot (WTA-Test) is eredetileg anionaktív emulziós bevonatokra dolgozták ki. Ezeket a bevonatokat könnyebben, kényelmesebben is lehetett elkészíteni, mert a stabil emulziótípus nem tört meg az adalékanyaggal való összekeverés után sem, és így töréskésleltető Dope-anyagok adagolásával nem kellett törődni. Ezen előnyök mellett hátrányos viszont, hogy a kötési idő kb. 8...12 h és ez idő alatt nem érheti sem eső a kiterített bevonatot, sem a forgalom nem mehet rá. A kötés ugyanis csak akkor fejeződik be, ha már minden víz elpárolgott a bevonat anyagából. Száraz éghajlatú vidéken Amerikában, Európában Spanyolországban ma is alkalmazzák ezt a módszert. Európa nagy részén azonban — így Magyarországon is — sem a klimatikus, sem a forgalmi viszonyok nem teszik előnyössé az alkalmazását. Az eljárás előkészítése és lefolytatása — a késleltetőszer kihagyásával — különben ugyanaz, mint az előző kationaktív emulzióval használt esetben, így nem részletezzük.

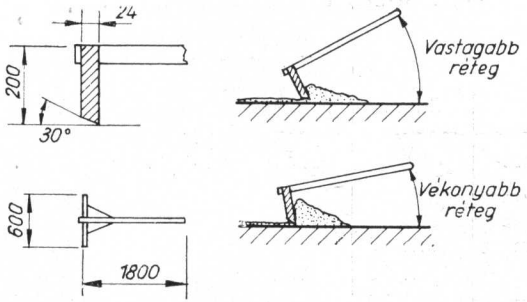
6.6.3.2. Keverés betonkeverővel, kézi elterítéssel

Kisebb felületekre, koncentrált városi munkahelyeken, száraz időszakban az anionaktív bitumenemulzióval készített homokpép-bevonat alkalmazása kedvező lehet európai városokban is, ha a 8...12 h-s forgalomtól való elzárást meg tudjuk oldani. Az előnyt ilyenkor az egyszerű gépek alkalmazási lehetősége jelenti. Jellemző erre az NDK-ban *Drezdában* 1966. évtől alkalmazott technológia [108, 109]. Az alkalmazott összetétel a következő volt:

Zúzotthomok 0/3 mm	58,0%
Mészkőliszt	12,0%
Bitumenemulzió	24,0%
Víz	6,0%
Összesen:	100,0%

A kedvező összes töltőanyag-mennyiség 18...22% közötti. Sok töltőanyag repedést okoz, kevés pedig szétkeveredést. A fenti receptben a zúzotthomokban 8...10% saját töltőanyag volt, ezért volt szükség éppen 12% mészkőlisztre pótlásul.

A keverésre egy 250 l-es szabadeséső betonkeverőgépet alkalmaztak, egy magas rámpára állítva. Egy keverés 8 min.-ig tartott: 2 min.-ig száraz keverés (zúzotthomok és mészkőliszt); 2 min.-ig vízadagolással nedves keverés, földnedves állapotban, végül: 4 min.-ig bitumenemulzió adagolással való keverés, pépképződéssel. A kész adagokat egy a betonkeverő rámpája alá állított öntött aszfaltmasztikátorba ürítették, ahol a masztikátor fűtés nélkül 2 ford/min. sebességgel tovább keverte állás és szállítás közben is a pépet. Így a masztikátorba 4 t anyagot 120 min. alatt kevertek és öntöttek be. A betonkeverőben való keveréskor a nedves keverés kb. 2 min.-ánál gondosan kell figyelni a kezdődő duzzadást, térfogatnövekedést, és ekkor kell haladéktalanul az emulziót beönteni. Ha ezt az időt elmulasztják, akkor csomók képződnek az adalékanyagból, és ezt az emulzió sem tudja szétkeverni, az adag



6-124. ábra. Homokpépbevonatok kézi elterítéséhez használt nyeles fa simító-, elosztólemezek

kidobható. A vízadagolás nagyságának megállapításakor a természetes víztartalmat (2...4%) figyelembe kell venni, mert pl. sok víz adagolása mellett a pép már nem veszi fel az előre megállapított bitumenemulzió mennyiséget. Ha ezt mégis beleöntik, akkor a pép viszkozitása annyira lecsökken, hogy lefolyik a burkolat oldalára. Ezért tehát a gépésznek lelkiismeretesen kell figyelnie minden keveréskor a keverék pillanatnyi állapotát.

A masztikátorral helyszínre szállított homokpépet a bevonandó felületre kiöntötték, majd több munkás a 6-124. ábrán látható alakú és méretű hosszúnyelű falehúzóval vékony rétegben elterítette a pépet. Így egy 3...4 kp/m² mennyiségű vékony bevonat keletkezett, amely a kiszáradás után a nyílt, rongálódott felületű régi burkolatokat jól lezárta, lefedte és az ellenőrző mérések szerint a vízáteresztő-képességét pl. egy kevert aszfaltmakadám-szőnyegnek negyedötödrészére csökkentette [109] 1967.

A teljesítmény természetesen elég kicsi: 2 h-ként 4 t anyag h-ként $4000/2 \cdot 3{,}5 = 560$ m²/h teljesítményt ad egy igen vékony, pár mm-es (3,5 kp/m² mennyiségű), de mégis vízzárást adó bevonat készítésével. Összehasonlítva: a Slurry-Seal gép h-ként 2000 m²/h 5...7 mm jóval vastagabb és tartósabb bevonatot készít.

A hígított bitumenekkel készülő homokpép-bevonatokat nehéz és hosszú keveréssel (20 min), igen kis teljesítményekkel lehetett csak előállítani, ezért ezek a gyakorlatban az NDK-ban sem terjedtek el.

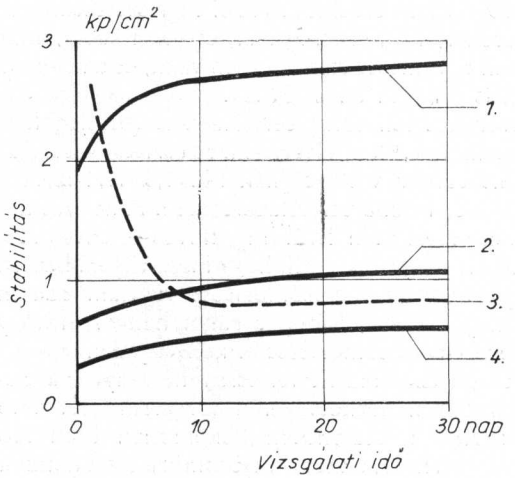
6.6.4. Nedves eljárású homokaszfalt-bevonatok

6.6.4.1. A „nedves homok" eljárás lényege

A „nedves homok" eljárás Amerikából származik, és a második világháborúban sok helyen ideiglenes repülőtéri burkolatnak is használták. Kis forgalomra alkalmas útpályát, ill. pályaszerkezeti réteget lehet vele építeni teherbíró, jó minőségű földmunka esetén.

A nedves homok eljárás lényegét a 6-125. ábra diagramvonalai szemléltetik, ahol több aszfaltkeverék kónikus stabilitásmérő berendezéssel mért stabilitása van feltüntetve a vizsgálati idő függvényében. Ezek szerint finom homokot hígított bitumennel keverve, a kapott keverék stabilitás értéke alacsony és az idő múlásával alig növekedik, ha a homok és a hígított bitumen keverékét: 1. esetben mész és víz nélkül, 2. esetben mész nélkül, vízzel, 3. esetben mésszel, víz nélkül készítjük. Ezzel szemben *igen jelentős stabilitás és teherbíróképesség-növekedést lehet tapasztalni, ha a* 4. jelű görbe szerint *a homok és a hígított bitumen összekeverését víz és mészhidrát adagolása mellett végezzük.* Ez a tapasztalat jelenti a „nedves homok eljárás" lényegét. A mészhidrát helyett másfélszeres mennyiségű portlandcementet is lehet alkalmazni.

A mész és a víz szerepe ebben az aszfaltkeverékben jelentős. A *mész* feladata, hogy a savas kémhatású homok felületét úgy hangolja át kémiailag, hogy az bázikus, lúgos hatású legyen. Ekkor a kötőanyag tapadására kedvező helyzet keletkezik. A *víz* feladata, hogy a mész teljes felületre való eloszlását megkönnyítse, és ezzel a lúgos kémhatásra való áthangolást elősegítse. Emellett a víz a hígított bitumen egyenletes elkeveredését is sokkal hatékonyabbá teszi. Az ilyenkor alkalmazott hígított bitumenbe feltétlenül felületaktív hatású tapadásjavító szert kell adagolni. Erre a célra a hazai felületaktív *Evazin* tapadásjavító különösen alkalmas.



1. Hígított bitumennel, mésszel és vízzel
2. Hígított bitumen és mész
3. Hígított bitumen és víz
4. Csak hígított bitumen

6-125. ábra. A „nedves homok" eljárás alapelvéhez: a hidegaszfaltkeverék stabilitása akkor a legnagyobb, ha egyszerre mésszel és vízzel keverik a hígított bitumen mellett

6.6.4.2. Nedves eljárású homokaszfalt-szőnyegek építése

Fenntartási célokra, régi burkolatok felületi lezárására nagyon könnyű, könnyű és közepes forgalom mellett alkalmazhatók a *nedves eljárású homokaszfalt-szőnyegek*. A szőnyeg készíthető finom—közepes—durva homokból és zúzotthomokból. A négyféle alkalmazható homok szemeloszlási határgörbéit, a keveréskor szükséges víztartalmat, valamint a szükséges oltott mész vagy portlandcement %-át, végül a HB-2 hígított bitumen kötőanyag-szükségletét 100% száraz adalékanyagra vonatkozóan a 6-27. táblázatban látjuk. Ezek az adatok az angol *Road Research Laboratory* bevált, és Angliában régebb idő óta alkalmazott ajánlásaiból származnak. Az alkalmazási lehetőségek a következők:

a) *Közepes forgalom* esetén (C terhelési kategória) *zárórétegként* alkalmazható 0,5...1,0...1,5 cm tagságban.
b) *Könnyű és igen könnyű forgalom* esetén (B és A kategória) *burkolatként* alkalmazható 2,0...2,5 cm vastagságban. (Gyalogút és kerékpárút esetén ugyanígy.)

Az aszfaltkeveréket lehetőleg kényszerkeverőben, ennek híján szabadeséső betonkeverőgépben készítjük. A keverőtérbe először a meszet vagy cementet, utána a kimért víz egy részét, harmadiknak a homokot, negyediknek a kimért víz második részét kell beadagolni állandó keverés közben. Jó átkeverés után állandóan folytatva a keverést, beadagoljuk a kimért, 80...90 °C hőmérsékletű HB-2 hígított bitument. A keverés összesen 1,5...2,0 min-ig tart, egészen addig, amíg a keverék teljesen egyenletes színűvé nem válik, és a nagyobb homokszemcsék is teljesen bevonódnak.

Az aszfaltkeveréket lehetőleg terítőládával (esetleg kézi úton, kézi szerszámokkal) kell elteríteni. A terítési vastagság a végleges kívánt tömör vastagságnak kb. 1,3...1,4-szerese legyen kézi terítés és kisebb terítőláda esetén. A nedves homokaszfaltot az elterítés után 1...2 h-ig, hűvös—nedves időben akár 4...8 h-ig is pihentetni kell, hogy kiszáradjon. Ezután kell csak könnyű hengerrel előtömörítést végezni. Ezután ismét fél-, egy napot várva, közepes súlyú hengerrel vagy gumihengerrel a végleges tömörítést el kell végezni.

A nedves homokaszfaltoknak feltétlen hátrányuk a beépítés utáni száradás nehézkessége, a forgalom elől való hosszú elzárás szüksége. Különösen kellemetlen ezen idő alatt az eső. Ha eső várható, akkor az előtömörítést a könnyű hengerrel még lehetőleg eső előtt el kell végezni, hogy a friss, laza réteg átázását akadályozni, ill. csökkenteni lehessen.

A nedves homokaszfalt-bevonatokat közepesnél nagyobb forgalmi igények esetén még zárórétegként sem alkalmazzák. Megemlítjük viszont, hogy nedves homok eljárással Budapesten és környékén kb. 100 000 m²-nél több gyalogjárda készült jó eredménnyel.

A nedves homok eljárással rokon módszer Romániában kialakított, Bulgáriában is elterjedt ún. *szubif-aszfalt*. („Suspensia de bitumen filerisat''.) Nálunk kísérletképpen alkalmazták főleg járdák, városi mellékutak burkolására *szuszpenziós homokaszfalt* néven.

6-27. táblázat. Nedves eljárású homokaszfalt-szőnyegek anyagának összetétele (Road Research Laboratory)

Burkolattípus	HF finom	HK közepes	HD durva	HZ zúzott
Adalék szemeloszlása, % (szitán, ill. □-rostán)				
0,00...0,06 mm	2... 6	0... 3	0... 3	4... 8
0,09 mm	8... 20	2... 8	2... 5	7... 15
0,2 mm	45... 70	20... 45	4... 20	15... 30
0,6 mm	75... 90	45... 75	20... 45	35... 55
2,0 mm	95...100	85...100	75...100	75...100
5,0 mm	100	100	100	100
Víztartalom, keveréskor, %	4...12	3...10	3...8	3...7
Hidralikus adalék: porrá oltott mész, %	2	2	4	2
vagy C-600 portlandcement, %	3	3	5	3
Kötőanyag HB-2 100% száraz adalékhoz				
Gyenge, igen gyenge forgalomnál (B, A)	5,0...6,5	4,8...5,5	4,8...5,5	5,5...6,5
Közepes forgalomnál (C kat.)	4,5...6,0	4,3...4,8	4,3...4,8	5,0...6,0

Égetett mészpor alkalmazása tilos, viszont min. 3 hetes oltott mész alkalmazása, a porrá oltott mész helyett megengedhető, a víztartalom beszámítása mellett.

A készítéskor kényszerkeverőben a mészhidrátot vízzel először egyenletes péppé keverik, majd a meleg NB-200 útépítő bitument vékony sugárban további keverés közben adagolják. Az így kapott szuszpenziót esetleg későbbi felhasználásra tárolni is lehet. További keveréssel 0,1 mm-nél nagyobb szemnagyságú homokot adnak hozzá annyi vízzel, hogy szürke színű egyenletes habarccsá váljon, csomósodás nélkül.

Alkalmazott összetétel:

homok	91...92%
oltott mész	2%
NB-200 útépítő bitumen	6... 7%
	100% + víz

A habarcsos anyagot 3...4 cm vastagon terítik el. Pár napos száradás után kell hengerrel véglegesen betömöríteni.

6.7. ASZFALTBURKOLATOK HIDAKON

6.7.1. Aszfaltburkolatok betonhidakon

6.7.1.1. Körülmények kis és közepes forgalom esetén

A híd az út része, és a forgalombiztonság megköveteli, hogy a hídon átvezető szakaszon is lehetőleg az előző és követő szakaszokkal azonos jó minőségű burkolat haladjon át. Bár a betonhidaknál felmerülő problémák viszonylag egyszerűbbek, az ilyenkor alkalmazott aszfaltburkolatok készítésekor mégis számos olyan nehézség merülhet fel, amelyek kellemetlen és veszélyes burkolatromlásokat okozhatnak, sőt, néha a hídszerkezet korrózióját is előidézhetik. Ezek megelőzésére a híd- és útépítő szakemberek gondos együttműködése szükséges.

A kisebb—közepes betonhidaknál (kb. 25 m fesztáv alatt) általában a csatlakozó útszakaszon alkalmazott aszfaltburkolati réteget — a kötő- és kopóréteget — változatlan minőségben szokás átvezetni a hídon. Nagyobb hídszerkezetek esetén ettől az elvtől el lehet térni. A hídon átvezető útburkolat problémáját feltétlenül a *hídpálya szigetelésével együttesen* kell megoldani. Itt mindig két szint víztelenítését kell rendezni:

a) a burkolat felületén összegyűlő csapadékvizeket el kell vezetni;

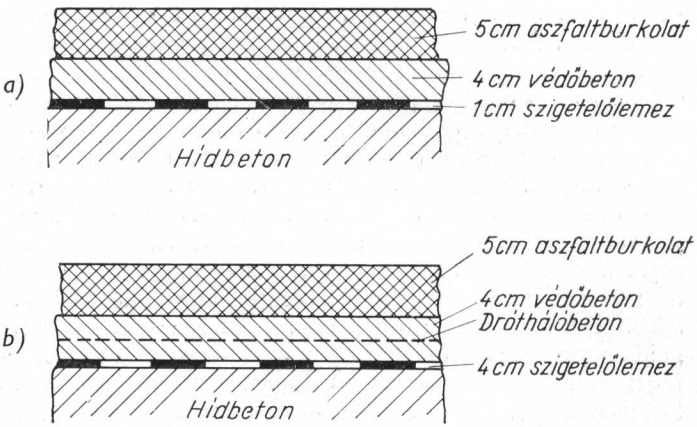
b) a burkolaton esetleg átszivárgó vagy oldalról beszivárgó, esetleg a betonból eredő, az aszfaltburkolat alatti betonlemez felületére jutó vizeket is el kell vezetni.

A jelenlegi hazai, elterjedt gyakorlat alapelvét a 6-126. ábrán láthatjuk. Ezt a gyakorlatot a *szigetelőlemezes-védőbetonos módszernek* nevezhetjük. Lényege az, hogy a *szerkezeti betonra forró bitumenkenést* alkalmazva két vagy három rétegben bitumenes papír vagy juta *szigetelőlemezt* ragasztanak (mindegyik réteg között megismételve a forró bitumenes ragasztást). Erre a szigetelőrétegre 4...5 cm vastag *védőbetont* készítenek 180 kp/m³ cementadagolással, esetleg acélbetéthálóval és 250 kp/m³ cementadagolással. A védőbetonra ezután az aszfaltos pályaszerkezet *burkolati rétegeit* közvetlenül ráfektetik; az alapot (pl. zúzottkő alapot) nyilván nem viszik végig.

Az ilyen megoldásban felmerülő fontosabb burkolati problémák a következők:

Elcsúszás ellen az aszfaltburkolatot nagy forgalom esetén még 6 cm vastagság esetén is ajánlatos leragasztani a védőbetonhoz, különben igen kellemetlen deformációk, hullámok keletkezhetnek.

Hólyagképződés ellen öntött aszfaltburkolatok esetén kell védekezni. A kötőréteg és a kopóréteg fektetésekor a legnagyobb gondossággal kell megakadályozni, hogy nedvesség, víz jusson a rétegek közé. Hólyagosodás léphet fel, ha a védőbeton még nem száradt ki teljesen, vagy a leragasztáshoz a szokásos erősen hígított bitument használták, és a hígítópárlatok eltávozása előtt már lezárták a felületet. Az a nedvesség is veszélyes, ami esetleg oldalt vagy más repedésen később kerül az öntött aszfalt réteg alá. Mindez a nedvesség, hígítószer, olajszennyeződés meleg nyári időben állandóan ható kisnyomású gőzzé alakul az aszfaltrétegek között. Aszfaltbeton kopórétegen keresztül ez a túlnyomás el tud távozni, viszont a teljesen zárt öntött aszfaltból nem. Ezért ilyenkor hólyagossá feszíti fel egy-egy helyen a kopóréteget. A hólyagok 20...40 cm átmérőig és 6...8 cm magasságig is kifejlődhetnek. A hólyagok elleni védekezés egyik ismert módja a nyitott, nagyhézagtartalmú kötőrétegek alkalmazása. Ez azonban hidakon nem ajánlatos, mivel itt a nagyobb forgalom miatt nagy stablitású, inkább zárt kötőréteg szükséges, hogy a deformációkat el lehessen kerülni. Ezért tömör, stabil, zárt kötőréteget kell készíteni, de ekkor rendkívüli gondoskodás szükséges a nedvesség, olaj kizárásáról fektetés közben. A kis stabilitású, nem tömör kötőrétegek, esetleg az összetört szigetelési védőbeton rendkívüli deformációkat képesek okozni nehéz forgalom alatt kis távolságon belül is.



6-126. *ábra.* A hagyományos szigetelőlemezes—védőbetonos hídszigetelési rendszerre támaszkodó vékony hídpályaburkolat. Nehéz forgalomban a védőbeton és burkolat tönkremehet, a téli sózásból eredő oldatok a beton további korrózióját okozhatják

A kevéssé zárt és kedvezőtlen vízáteresztő-képességű burkolatok nem alkalmasak hídszerkezetekre, különösen ártalmasak a repedt, elhasználódott, rongált aszfaltburkolatok. Az elmúlt időszakban ilyenkor a víz csak a burkolat alá szivárgott, és a védőbetonon a helyes tervezésű hídról gravitációsan végigfolyva lassan-lassan eltávozott.

Újabb időkben azonban a forgalom jelentős emelkedése mellett mind elterjedtebben kezdik alkalmazni hazánkban is a téli útfenntartáshoz a *sózásos hóolvasztást.* A külföldi egybehangzó tapasztalatok szerint bármelyik fajta alkalmazott ipari só (NaCl, CaCl, MgCl), ha oldata átjut a burkolaton a

védőbetonra, akkor azon rendkívül durva korróziót, romlást okoz. Régebben külföldön is általános volt a szigetelőlemez és 5 cm védőbeton rendszere, mint amit pl. a régebbi német AIB (Abdichtung von Ingenieur-Bauwerken) előírás is tartalmazott. A forgalom növekedésével és a rendszeres téli sózás fokozódásával párhuzamosan a közúti hidaknál a gyakorlat, majd az új német hídszigetelési szabályzat is elvetette a védőbetonos rendszert. Az 1967. évi új hídszigetelési szabályzat szerkesztőinek vezetője, *Stock* szerint [117]: „A régi AIB előírás szerinti szigetelést, 5 cm vastag védőbetonnal ma már csak kisforgalmú hidakon, esetleg nagy, min. 30 cm-es feltöltéssel épített hidakon lehet megkockáztatni. Ezt a régebben szabványosan alkalmazott módszert a közúti betonhidak pályalemezei esetén, a viszonylag vékony, 5...6 cm-es bitumenes burkolatoknál el kellett vetni, vagy csak kivételes esetekre kellett korlátozni, mert az 5 cm vastag acélbeton-védőréteget a forgalom gyakran széttöredezte, azután a híd aszfaltburkolatát is megrongálta úgy, hogy az olvasztó sók hatása végül a beton védőréteget maradéktalanul szétmorzsolta."

Az új német (NSZK) közúti hídszigetelési és hídburkolási szabályzat azért a védőbeton elhagyásával a szigetelést és az aszfaltburkolatot szerves egésszé vonta össze (*Brückenbeläge und Abdichtungen auf Beton*, Forschg. f. d. Strw., 1967. [115, 117]). Magyarországon az *Útügyi Kutató Intézet* már 1965-ben kidolgozott egy tervezési és kivitelezési előírás-javaslatot *„A cementbeton pályalemezű hidak bitumenes szigetelése és aszfaltburkolása"* címmel [114]. Az NDK-ban az 1968. évben teljesen hasonló szellemű ajánlásokat dolgoztak ki [118]. A hazai viszonyokat tekintve — bár 1965 óta számos ilyen hídszigetelés épült már itthon — a nehéz, nagyforgalmú hídszerkezetekhez kizárólagosan az újabb korszerű aszfaltszigetelési módszer alkalmazása volna szükséges. A következőkben ezt az utolsó évtizedben nemzetközileg kialakult gyakorlatot és előírást ismertetjük.

6.7.1.2. Nehézforgalmú, télen sószórással fenntartott betonhidak aszfaltburkolatai és szigetelése

A nehézforgalmú betonhidak korszerű *szigetelési és burkolási* módszere esetén ezen két feladatot együttesen végzik el, sőt előírják, hogy azonos vállalat végezze egyszerre mindkettő kivitelezését. A követendő elvet a 6-127. ábra vázlata szemlélteti. A szerkezeti betonra kerül a *szigetelő réteg* (ez vagy szigetelő bitumenes masztixréteg vagy fémhullámlemez). E fölé a *vízzáró aszfalt védőréteg* kerül, elsősorban vízhatlan öntött aszfalt (esetleg zárt finom aszfaltbeton), végül erre kerül a tulajdonképpeni *aszfaltburkolat, kopóréteg*, amely a nagyforgalmú hídon szintén csak öntött aszfalt vagy finom aszfaltbeton lehet. A védőréteg és a kopóréteg egyaránt 2,5 cm vagy ennél vastagabb.

A) A 6-128. ábrák *aszfaltmasztixos, elválasztó réteges szigetelést* szemléltetnek, ez a legelterjedtebb és legbeváltabb megoldás.

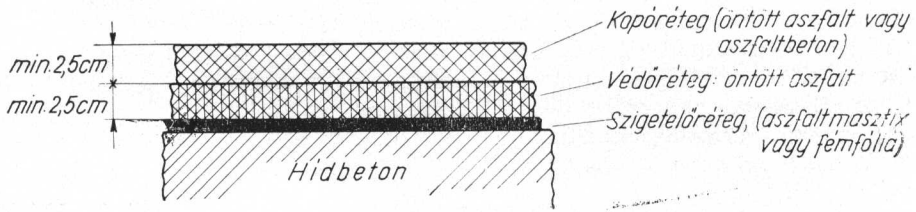
A szerkezeti betonra először 2...3 mm vastag érdes *üvegszövetlemez* kerül mint *elválasztó* és vízgőzkiegyenlítő réteg, külön leragasztás nélkül. Erre kerül a 8...10 mm vastag *aszfaltmasztix* szigetelőréteg. Adatai a következők:

Adalékanyag: min. 35% mészkőliszt, a többi finom zúzott és természetes homok.

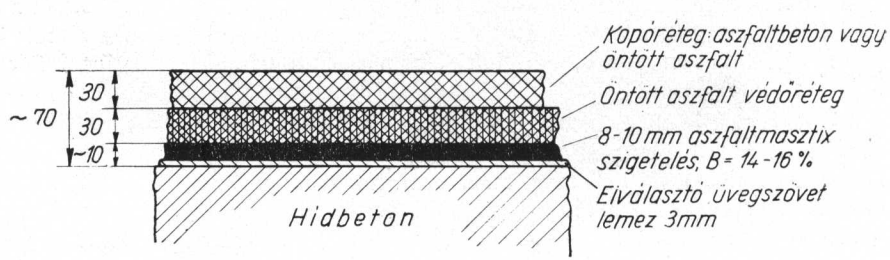
Bitumentartalom: 14...16%, ennél több ne legyen. A bitumen lágyuláspontja kivonás után 50...60 °C legyen (ez NB-200 vagy NB-120 keménységű bitumennek felel meg).

A bitumen—mészkőliszt keverék gyűrűs—golyós lágyuláspontja 83...85 °C körül legyen.

Az ilyen szigetelőmasztix masztikátorban készül, mint az öntött aszfalt és kézzel, fasimítókkal kenik, dolgozzák fel az üvegszövetlemezre. Ez a *masztix tökéletesen vízzáró* a bitumen-



6-127. *ábra.* A szigetelőréteget és az aszfaltburkolati rétegeket összevonó korszerű hídpálya szigetelési és burkolási rendszer alapelve



6-128. *ábra.* Aszfaltmasztixos, elválasztóréteges szigetelés öntött aszfalt védőréteggel; a kopóréteg vagy aszfaltbeton vagy öntött aszfalt

felesleg miatt, ez a tulajdonképpeni szigetelőréteg. A régebbi szigetelési szabályzatokban megengedett 22%-os bitumentartalom igen károsnak bizonyult, a stabilitáshiány miatt meleg időben jelentős burkolatbeszakadásokat okozott nehéz álló kerekek alatt. A max. 16% bitumen ezt jól elkerüli, és bár nehezebben dolgozható be, *jó eredménnyel alkalmazható*. Ezért ellenőrizni kell kivitel alatt, hogy a masztikátorba ne kerüljön be fölös bitumenpótlás.

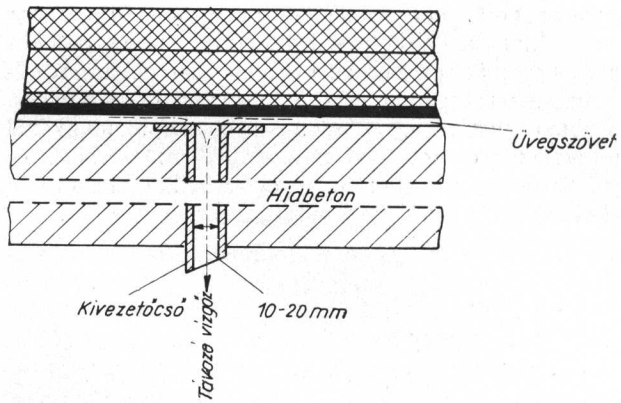
A legjobban ajánlott 6-128. ábrán *védőrétegként öntött aszfalt*réteg van min. 2,5 cm vastagsággal. Adatai: Bitumentartalom: 7...9% (ne legyen több), a bitumen lágyuláspontja extrakció után 55...65 °C között legyen. Az adalékanyagban 25...30% mészkőliszt, és 40% feletti mennyiségű 2/8 vagy 2/12 zúzalék legyen. A többi anyag homok, az általában előírt folytonos szemeloszlás szerint. (Stabilitása: 2...6 mm közötti burkolatpenetráció). Az ilyen *öntött aszfaltréteg teljesen vízzáró* a bitumenfelesleg miatt, emellett elég stabil a nehéz forgalom elviselésére is.

A kopóréteg ezután szokásos összetételű *finom aszfaltbeton* réteg min. 2,5...3 cm vastagságban, vagy még egy *öntött aszfaltréteg*.

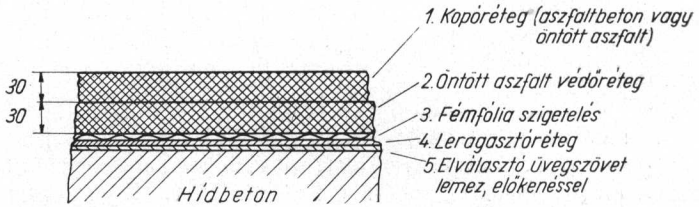
Megjegyezzük, hogy itt jelentős és tudatos eltérés van az aszfaltburkolatok általános felépítési elveitől: máskor sohasem teszünk hézagnélküli öntött aszfaltot egy hézagszegény aszfaltbeton-burkolat, kopóréteg *alá*. Itt azonban az öntött aszfalt elsősorban védőréteg, a masztix szigetelőréteg szintén vízátnemeresztő védőrétege. Ugyanakkor kétségtelen, hogy a kopóréteg alatti *kötőréteg* szerepét is viselnie kell. A kötő- és kopóréteg jó összekötését most úgy kell létrehozni, hogy az alsó öntött aszfaltrétegbe még forró állapotban 8/12 mm nagyságú zúzalékot kell elszórni és könnyű hengerrel benyomni. Erre az érdes felületre a kopóréteg már jól köt, akár öntött aszfalt, akár aszfaltbeton. (Érdekes, hogy Németországban nem idegenkednek két öntött aszfaltréteg egymásrafektetésétől sem.)

Térjünk vissza most a szigetelő masztix réteg és a szerkezeti beton közé helyezett *üvegszövet elválasztóréteg* feladatára. Ennek a pár mm vastag rétegnek a feladata a *hólyagképződés megelőzése*. A friss szerkezeti betonból származó víz gőzzé változva régi tapasztalat szerint feltétlen nagy hólyagokat képezne a közvetlen rátett masztix- és öntött aszfaltrétegeken. Ezzel szemben az üvegszövetlemezek, amelyeket átlapolás nélkül helyezünk el szorosan egymás mellé, a feszítő vízgőznek utat engednek, nyomását nagy felületre elosztva lecsökkentik, és ezzel a hólyagképződést megakadályozzák. Nagy hidakon még néhol átfúrva a betonlemezt, és egy vékony műanyagcsövet a lyukba helyezve a vízgőznek kivezető nyílást is készítenek az elválasztórétegből (6-129. ábra).

B) A 6-130. ábrán a ritkábban alkalmazott *fémfólia vagy hullámlemez-szigeteléses megoldást* látjuk.



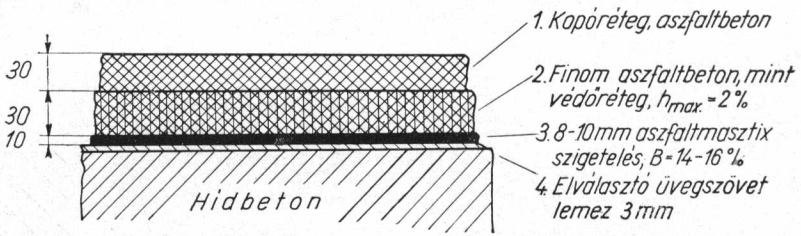
6-129. ábra. Nagy hidaknál a betonlemezen át még egy vízgőzkivezető nyílást is készítenek a hólyagképződés ellen alkalmazott üvegszövet-elválasztó rétegig



6-130. ábra. Fémhullámlemez-szigeteléses megoldás öntött aszfalt védőréteggel; a kopóréteg vagy aszfaltbeton vagy öntött aszfalt

A masztixos megoldásnál sokkal nehézkesebb, és több sérülést szenvedhet.

C) A 6-131. ábrán látható harmadik megoldás egy még vitatott változat, amelyet a szabályzat kivételesen igen nagy alapterületű (10 000 m² feletti) hídszerkezetekre enged meg alkalmazni. Ez a megoldás az első változattól csak abban tér el, hogy a masztix szigetelőréteg felett a *védőréteg nem öntött aszfalt, hanem finom aszfaltbeton*, erősen zárt szemeloszlással, 100%-os tömörségre hengerelve.



6-131. ábra. Aszfaltmasztixos, elválasztóréteges szigetelés, finom aszfaltbeton védőréteggel. A kopóréteg aszfaltbeton vagy öntött aszfalt. A finom aszfaltbeton védőréteg teljes vízzárását 100%-os tömörségi fok mellett max. 2...3% szabad hézaggal kell megoldani

Ezen változat előnyéül azt emelik ki, hogy a védőrétegként alkalmazott finom aszfaltbetont finiserrel, gépi úton lehet fektetni és betömöríteni, és ez nagy hidakon jelentős idő- és munkaerő-megtakarítás a feltétlenül kézzel bedolgozandó öntött aszfalt védőréteggel szemben. Gondos munkánál a finom aszfaltbeton elég vízzárást tud adni, teherbíró, stabil és nagy hidak esetében lényeges az is, hogy közel fele akkora költséggel jár, mint az öntött aszfalt.

A változat hátránya éppen a finom aszfaltbetonok vízzáróságának gyakori kétségességében van, ha azt nem különös gonddal készítik és tömörítik. Így pl. ilyenkor előírják, hogy a max. szemnagyság 8 mm lehet a 2,5 cm vastag rétegben, míg 12 mm max. szemnagysággal csak 3,0 cm vagy ennél vastagabb védőréteget szabad építeni. A gondos folytonos szemeloszlásra, gondos kötőanyag-megállapításra különösen ügyelni kell, a Marshall-test szabad hézagát 1...3%, de elsősorban 1% körül kell beállítani az aszfalttervezéskor. A kivitelezéskor jó előtömörítésű aszfaltfinisert, hatékony, főleg gumihengeres tömörítést írnak elő, nem a szokásos 97...98%-os, hanem 100%-os Marshall-tömörséget előírva. (A tömörítést tehát mielőbb, forró anyagon kell elvégezni, a gumihenger póruszáró hatása itt előnyös!)

A hidakon alkalmazott aszfalt védő- és szigetelőrétegek vízáteresztő hatásával kapcsolatban érdekes laboratóriumi vizsgálatokat végeztek 1966-ban Kölnben [116, 117] a német szabályzat előkészítésével kapcsolatban. Különböző tömörítési fokokra betömörített Marshall-testekből 3 cm-es rétegeket vágva többféle víznyomás mellett mérték az áteresztőképesség nagyságát. A jellegzetes eredmények:

1. *0/12 szemnagyságú zúzalékdús finom aszfaltbeton*

   a) Tömörségi fok: *101,2%* azaz *1,2%* szabad hézag esetén: *vízálló* bármilyen víznyomás esetén.

   b) Tömörségi fok: *100%*, azaz *2,3%* szabad hézag esetén: 3 kp/cm² víznyomásig *vízálló*, 3 kp/cm² felett cseppképződés.

   c) Tömörségi fok *99,2%*, azaz *3,1%* szabad hézag esetén: 3 kp/cm² víznyomásig *vízálló*, 3 kp/cm² felett a víz áthatol.

   d) Tömörségi fok *97,6%*, azaz *4,6%* szabad hézag esetén: 1 kp/cm² víznyomásig *vízálló*, 1 kp/cm² víznyomás felett a víz áthatol.

2. *0/8 szemnagyságú* zúzalékdús finom aszfaltbeton *vízzárása hasonló jó*, sőt itt könnyen elérték a különben stabilitás szempontjából nem kívánatos $h = 0$ szabad hézag nélküli állapotot is.
3. *Öntött aszfalt*, valamint *aszfaltmasztix* minden alkalmazott víznyomás mellett, 7 kp/cm²-ig mérve, *teljesen vízzáró.*
4. *Aszfaltbeton-kötőrétegek* 0/12 és 0/18 szemeloszlásban még 102% tömörség mellett is *vízáteresztőek*, kötőréteg-szemeloszlást azért nem szabad hidakon alkalmazni.

Kétségtelenül vitatható, hogy jut-e a burkolat felületére akár csak 1 kp/cm² víznyomás is, hiszen a gumiabroncsok lényeges tulajdonsága, hogy a vizet a gumiprofilozás csatornái elvezetik. Konklúzióként fölös biztonsággal levonható:

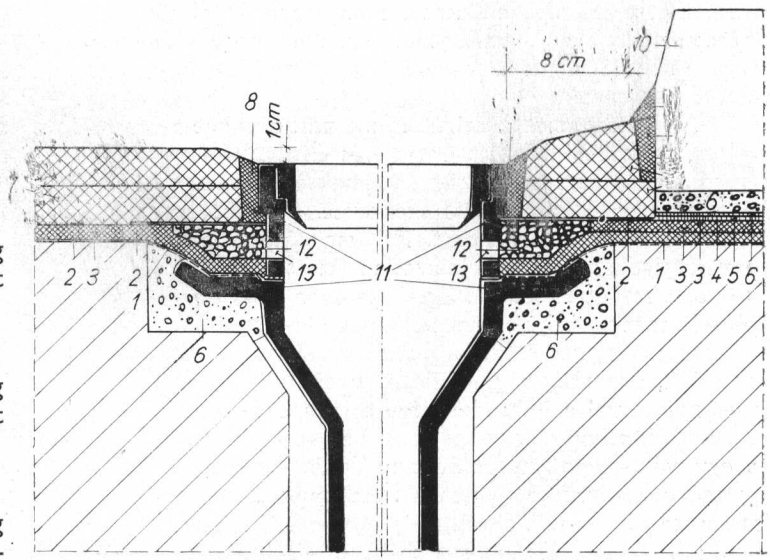
Öntött aszfalt, masztix mindig vízzáró.

Finom aszfaltbeton 98% tömörség felett, 4% szabad hézag alatt vízzáró.

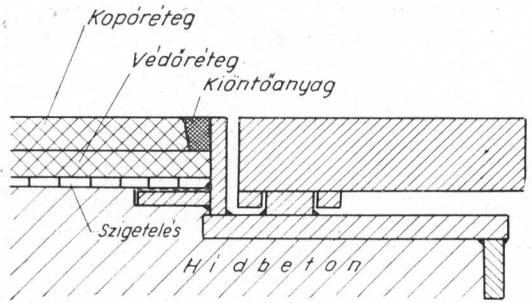
Kötőrétegek a leghatékonyabb tömörítés mellett is vízáteresztőek.

Mivel gondos munkával könnyen elérhető, a szabályzat további biztonságképpen 100% tömörséget írt elő finom aszfaltbeton esetén. Ez jó összetétel esetében 2...3% tervezett szabad hézag mellett minden gyakorlati igénynek megfelel.

A 6-128., 6-130. és 6-131. ábrákban a szigetelést tulajdonképpen a masztixréteg vagy a hullámos fémfólia végzi. A védőrétegtől (akár öntött aszfalt, akár finom aszfaltbeton)



6-132. ábra. Egy víznyelő és burkolatszél csatlakozása masztix-szigeteléses és tömör aszfaltvédőréteges szigetelési—burkolási rendszer mellett



6-133. ábra. Egy keresztirányú pályalezárás kivitele a masztix-szigeteléses és tömör aszfalt védőréteges szigetelési—burkolási rendszer mellett

csak azért kell megkövetelni a teljes vízzárást, hogy ha a szigetelőréteg az építés során valahol megsérült volna, a ráhelyezett védőréteg hatására a teljes szigetelés mégis meglegyen. Emellett a védőréteg különleges kötőrétegként az aszfaltburkolatnak is része, a teherelosztásban is részt vesz a nehéz forgalmi igények esetén, a téli sózásos fenntartásból eredő korróziós sóoldatoknak ellenáll, és a betonfelületet ezektől jól elzárja. A felső burkolati kopóréteg már lehet öntött aszfalt vagy a szokásos, érdesség miatt jóval nagyobb szabad hézagú aszfaltbeton is. A burkolat elhasználódásakor, *burkolatcsere vagy útfenntartás során* csak a felső 3 cm-es kopóréteget kell lebontani és cserélni; ez a szigetelés és a védőréteg épségét nem érintheti.

Végül annak érdekében, hogy a masztix-szigetelőréteges és tömör aszfaltvédőréteges szigetelési—burkolási rendszer szerkezeti beilleszkedését ismertessük, a 6-132. ábrában víznyelő és burkolatszél-csatlakozás, a 6-133. ábrán pedig keresztirányú szigetelés és burkolatlezárás kivitelét közöljük.

6.7.2. Aszfaltburkolatok acélhidak ortotroplemezes könnyű pályaszerkezetein

Az ortotrop hídlemezeken alkalmazott aszfaltburkolatok nem jelentenek új fajtát, hiszen vagy öntött aszfalt, vagy aszfaltbeton kerül alkalmazásra. Számos kényes vonatkozása miatt mégis külön kell tárgyalni az acélpályalemezre kerülő burkolatokat.

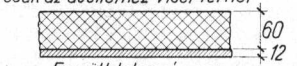
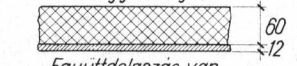
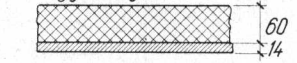
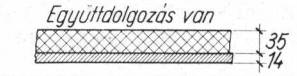
6.7.2.1. Körülmények és követelmények

Korszerű acélhidakon, nagyobb fesztávolságoknál elterjedten alkalmaznak *ortotrop acélpályalemezt*. Ilyenkor az egész pályaszerkezet egy 12 mm körüli vastagságú hegesztett acéllemez, amelyet kereszttartók kb. 1,5...3,0 m-enként támasztanak alá, és közben hosszirányban merevítőbordák merevítenek kb. 30 cm távolságokban egymástól. Az egész merevített pályalemez részét képezi a főtartók és kereszttartókból álló szerkezet felső övének. Az ilyen hídszerkezet korszerű, anyagtakarékos, karcsú és merész szerkezeteket tesz lehetővé. Ennek megfelelően a merevsége is kisebb, mint a régi megoldásoké. Így a könnyű pályaszerkezeteken a mozgó terhelés alatt mindig jelentős mozgásokra, lehajlásokra, rezgésekre kell számítani. A 12 mm vastag acéllemezre kerülő általában kb. 6 cm vastagságú aszfaltburkolatnak élettartama alatt ezért sokkal több mozgást, lehajlást, sokkal kedvezőtlenebb hőhatásokat kell elszenvednie, mint a szokásos földművön és burkolatalapon fekvő burkolatoknak, és ezenkívül még különös korrózióvédő, szigetelő feladatokat is el kell látnia. Ezért az ortotrop lemezekre kerülő aszfaltburkolatok kifogástalan tervezése és építése ma sem teljesen megoldott probléma; a sok hibalehetőség és burkolatkár ismerete alapján azonban megbízható kompromisszumos megoldásokat lehet alkalmazni. A fő követelmények a következők:

1. A burkolat olyan állékony legyen, hogy a forgalom alatt *ne deformálódjon* és *ne csússzon el* még *meleg nyáron* sem.
2. A burkolat szívóssága és szilárdsága olyan legyen, *hogy hideg télen* se mutasson *repedéseket*.
3. A burkolat elég *ellenállóképes* legyen a lemezlehajlásokból és rezgésekből adódó *kifáradási jelenségekkel* szemben.
4. A burkolat kifogástalan *korrózióvédelmet, szigetelést* adjon, és amellett a hideg *téli időben* is elmozdulás nélkül *tapadjon az acél pályalemezhez*.
5. Emellett a burkolat felülete ugyanolyan egyenletes, *érdes*, lehetőleg *hullámmentes* legyen, mint az a földműn épült burkolatokon megszokott.

A lehajlások, mozgások mellett elsősorban az igen *kedvezőtlen hőmérsékleti viszonyok* jelentenek eltérést a megszokottól. A vékony acéllemez a radiátorbordaként működő merevítőbordákkal hamar átveszi a léghőmérséklet változásait, és így az aszfaltburkolat közvetlen és sűrű hőingadozásoknak van kitéve a téli −30 °C-tól a nyári +50 °C-ig. Ugyanakkor az aszfalt hőtágulási együtthatója 3...4-szer akkora, mint az acéllemezé; a repedés és deformáció nélküli együttmozgást mégis létre kell hozni. Az aszfaltburkolat és az acéllemez közötti kifogástalan tapadás, összekötöttség nemcsak az eltérő hőkiterjedések miatt fontos, hanem azért is, mert az aszfaltréteg az acéllemez teherviselésében hatékonyan részt vesz a téli időszakban. Bár az acél pályalemez természetesen önmagában is kellően teherbíró, hiszen így méretezték, azonban a hűvös—hideg időben jelentősen megnő az aszfaltréteg rugalmassági modulusa, és ezzel a lemez lehajlása a teher alatt jelentősen csökken. (Lásd *Eisenmann* kísérleti méréseit, 1967 [124].) Ennek pedig fáradási szempontból nagy a jelentősége, és elsősorban az aszfaltburkolat élettartamát növeli meg. Érdekesek erre vonatkozóan *Sedlacek* [119] (1966) számításai is (6-134. ábra), amelyek szerint hideg időben, ha az aszfalt rugalmassági modulusa csak $E_A =$

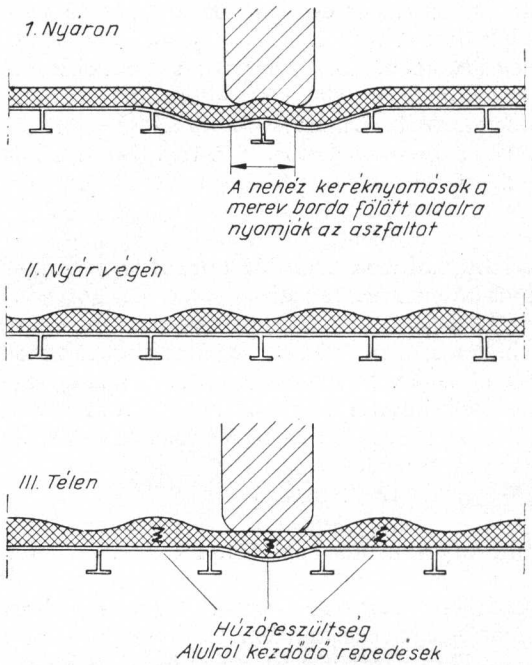
6-134. ábra. A 12 mm vastag ortotrop acélpályalemez és az 5 cm vastag aszfaltburkolat hideg időben jelentős mértékben együtt dolgozik, s az aszfaltburkolatban is jelentős feszültségek keletkeznek a jelentős lehajlások miatt. *Sedlacek* [121] számpélda adatai: $M=50$ Mp cm, $Q=8{,}5$ Mp, $E_v=2\,100\,000$ kp/cm²

Aszfaltburkolat és pályalemez kiképzése	*Hőmérséklet*		
	$-30\,°C$	$-20\,°C$	$-10\,°C$
Csak az acéllemez visel terhet  60 / 12	$\sigma_v = 2100$ kp/cm² $\sigma_a = 0$ " $\tau = 0$ "	$\sigma_v = 2100$ kp/cm² $\sigma_a = 0$ " $\tau = 0$ "	$\sigma_v = 2100$ kp/cm² $\sigma_a = 0$ " $\tau = 0$ "
Együttdolgozás van  60 / 12	$\sigma_v = 105$ " $\sigma_a = 42$ " $\tau = 18$ "	$\sigma_v = 188$ " $\sigma_a = 34$ " $\tau = 17$ "	$\sigma_v = 1370$ " $\sigma_a = 13$ " $\tau = 7$ "
Nincs együttdolgozás  60 / 12	$\sigma_v = 82$ " $\sigma_a = 81$ " $\tau = 0$ "	$\sigma_v = 406$ " $\sigma_a = 68$ " $\tau = 0$ "	$\sigma_v = 1900$ " $\sigma_a = 8$ " $\tau = 0$ "
Együttdolgozás van  60 / 14	$\sigma_v = 96$ " $\sigma_a = 39$ " $\tau = 16$ "	$\sigma_v = 179$ " $\sigma_a = 32$ " $\tau = 17$ "	$\sigma_v = 1140$ " $\sigma_a = 9$ " $\tau = 5$ "
Együttdolgozás van  35 / 14	$\sigma_v = 206$ " $\sigma_a = 91$ " $\tau = 26$ "	$\sigma_v = 450$ " $\sigma_a = 68$ " $\tau = 23$ "	$\sigma_v = 1420$ " $\sigma_a = 7$ " $\tau = 3$ "
Aszfalt és acél rugalmassági modulusainak arányai	$E_a = 413000$ kp/cm² $n = E_a / E_v = 5$	$E_a = 70000$ kp/cm² $n = E_a / E_v = 30$	$E_a = 1800$ kp/cm² $n = E_a / E_v = 1170$

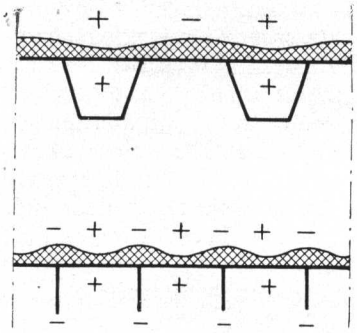
$= 70\,000$ kp/cm²-re nőtt, akkor az eredetileg 2100 kp/cm² acéllemez-feszültséget 188 kp/cm²-re csökkenti az aszfalt együtt dolgozása, de akkor természetesen az *aszfaltban* 35 kp/cm² *húzófeszültség*, és az összekötősíkon 17 kp/cm² *nyírófeszültség* keletkezik. Ha ezt az aszfaltréteg leragasztása nem bírja ki, akkor *elválik a lemeztől*. Ekkor — bár megszűnik a nyírófeszültség — a hajlító feszültség a lemezben is nő (406 kp/cm²), de főleg az aszfaltlemezben emelkedik meg jelentősen (68 kp/cm²) olyan értékre, ami már valószínűen az *aszfalt repedését* is okozhatja.

Az aszfaltburkolatokon ezenkívül is számos hiba léphet fel. *Hosszirányú repedések* és *hosszirányú hullámosodások* legtöbbször a merevítőbordák *között* keletkeznek, ezek okát a 6-135. ábrán szemléltetett feltételezés szerint magyarázhatjuk. Máskor pedig a merevítőbordák *felett* keletkeznek, akkor pedig a 6-136. ábra szerint a merevítőbordák mint radiátorelemek miatt keletkező 3...5 °C kisebb hőmérséklet-különbségek eredményezhetik a deformációkat. Ezek a repedések egyrészt azt bizonyítják, hogy a *12 mm-nél vékonyabb pályalemezek nagy lehajlásaik miatt az aszfaltburkolat szempontjából nem kívánatosak*, másrészt az aszfaltburkolatban, és különösen a legalsó *masztixrétegben* (l. később) kellő *nagyfokú stabilitást* kell létrehozni a deformációk ellen.

Hólyagképződés a hidakon fektetett *öntött aszfaltburkolaton* is lehetséges. A forgalom betöri és ez burkolatromlás kiindulópontja lehet. Elkerülésére rendkívüli gondossággal kell ügyelni arra, hogy a lemezre, az egyes aszfaltrétegekre víz vagy nedvesség, vagy olaj ne kerüljön; eső után csakis megfelelő szárítás után folytatódhat a munka. A rétegek között maradt nedvesség ugyanis vízgőzzé változik, és térfogatát növelni akarván, hólyagot emel a gyengébb részeken; este a lehűlés miatt vákuumhatással ismét vizet szív magába a burkolat távolabbi helyeiről, és másnap forró időben tovább növeli, feszíti a hólyagot. Különösen kell arra is vigyázni, hogy ne legyen olajfoltos a kötőréteg felülete, mert ez ismét



6-135. ábra. Ortotrop lemezek merevítőbordái *között* keletkező hosszirányú burkolatrepedések kialakulásának magyarázata: a kevésbé lehajló hely felől a nagyobb lehajlású hely felé nyáron átnyomódó anyag télen megreped a nagyobb merevség miatt



\+ { Nagyobb felmelegedés, kisebb lehűlés

\− { Kisebb felmelegedés nagyobb lehűlés

6-136. ábra. Ortotrop lemezek merevítőbordái *felett* keletkező hosszirányú burkolatvályúk, hullámok oka a bekövetkező hőmérséklet-különbségek és a bordák radiátorszerű hatása

hólyagot okoz. A hígított bitumen oldóanyaga is okozhat esetleg hólyagképződést, ezért külföldön az acélfelületek kellősítését nem hígított bitumennel vagy emulzióval végzik, hanem forró gumibitumennel.

Az acél pályalemez felületén szükséges lenne az *átlapolások, szegecselések elkerülése*, mert ezek felett a tapasztalat szerint pár év múlva *dudorodás, jelentős zökkenőkkel* járó burkolatlépcső alakul ki jó összetételű és kivitelű burkolatokon is. Ezeket lehet ugyan utólagosan javítani, de az ilyen hiba várhatóan pár év múlva visszatér.

Ellentétes felfogások alapján még mindig kialakulatlan a burkolatcsúszást gátló lemezek értékelése, amelyeket kb. 15 cm-re egymástól párhuzamosan, kb. 15...22 mm magas vékony lemezekből hegesztenek a pályalemez felső oldalára, főleg emelkedő szakaszokon az aszfaltburkolat megcsúszása ellen. Több új hídon elhagyják ezeket, mivel felette a kötőréteg néhol inkább törik, és a burkolat inkább romlik. Ez a kérdés azonban ma is világszerte vitatott (l. később).

6.7.2.2. Bevált burkolatmegoldások

A 6-137. ábrán jellegzetes, beváltnak ismert hídburkolatmegoldásokat ismertetünk. Felépítési elvüket, előnyeiket és hibáikat párhuzamosan, együtt ismertetjük.

1. *Pályalemez.* 12 mm-nél ne legyen vékonyabb.
2. *Rozsdamentesítés.* A pályalemez felületén homokfúvatással (száraz vagy krómsavas nedves módszerrel) fémtiszta száraz felületet kell létesíteni. Ezt néha cinkszórással kezelik. Ennek helyessége vitatott, mert a tapadást sokszor gátolja, és könnyen felszakad. A hazai vizsgálatok szerint azonban a bitumen a cinkre jól tapad, az alumínium-fúvásra kevésbé köt.
3. *Ragasztó—szigetelő—kellősítő réteg.* A fémtiszta vagy cinkbevonatú lemezt külföldön *forró gumibitumennel* (116. oldal) (nálunk hígított gumibitumennel) permetezik le, amely részben jól szigetel víz ellen, részben létrehozza a nyírófeszültségek felvételét a lemez és az aszfaltréteg között, kellősíti a felületet.
4. *Masztix-védőréteg* (6...8 mm vastag), max. 13...14% bitumentartalommal, 40% feletti mészkőliszttel, valamint homokkal készített lehetőleg igen stabil keverék. Szerepe a szigetelés tökéletesítése, tehát részben az, hogy az előbbi leragasztó-szigetelőréteget védi, sértetlenségét óvja; másrészt hőszigetelést is ad, mert a kötőréteg fektetésekor adódó nagy hőmérséklet már nem lágyítja fel a szigetelőréteget. Nagyon kell ügyelni, hogy vékony réteg legyen, mert a legtöbb felületen tapasztalt deformáció nem az öntött aszfalt, hanem a vastagra sikerült, puha masztixréteg deformációjából adódik.
(Megjegyezzük, hogy ma már csak ritkán alkalmazzák a masztix-védőréteg helyett a *fémfóliát*, pl. *alumíniumfóliát*. Egyrészt igen kényes, a külföldi tapasztalat szerint sokszor felszakad építés alatt, másrészt sokszor tesz lehetővé légzárvány-, légpárnaképződést, ami az öntött aszfalton hólyagképződést okozhat.)
5. *Burkolat alsó (kötő) rétege* (3...4 cm). Számos európai, főleg német hídon a kötőréteg is *öntött aszfalt*, főleg amiatt, hogy teljes vízzárást adjanak. Ennek hátránya, hogy nagy hidakon kézi beépítése munkaigényes. Elterjedten alkalmaznak kötőrétegként tömör *finom* (esetleg durva) *aszfaltbeton réteget*, gondosan hengerelve, kis (2...3%) szabadhézag-tartalommal. Ennek építésekor különösen ügyelni kell a nedvesség, víz teljes kiküszöbölésére, a hólyagképződés megelőzésére, akár hengerlés utáni azonnali letakarás útján.
6. *Burkolat kopórétege* Európában legtöbb esetben *öntött aszfalt*, mert ennek mind vízzárósága, mind a nagy forgalomra való alkalmassága, fáradási szilárdsága a legkedvezőbb. Ritkábban alkalmaznak kopórétegként *aszfaltbeton*-burkolatot is, ebben az esetben azonban a kötőréteget készítik tökéletesen vízzáró öntött aszfaltból (esetleg külföldön az ún. „zúzalékkal töltött masztixrétegből", amelyben kb. 30 kp/m² aszfalthabarcsba kb. 40 kp/m² durva impregnált zúzalékot hengerelnek be, ez is teljes vízzárást ad).
7. *Érdesítőréteg* különösen öntött aszfalt esetén szükséges; az impregnált érdesítő zúzalékot forró állapotban az öntött aszfalt felületébe hengerlik a szokott módon (310. oldal).

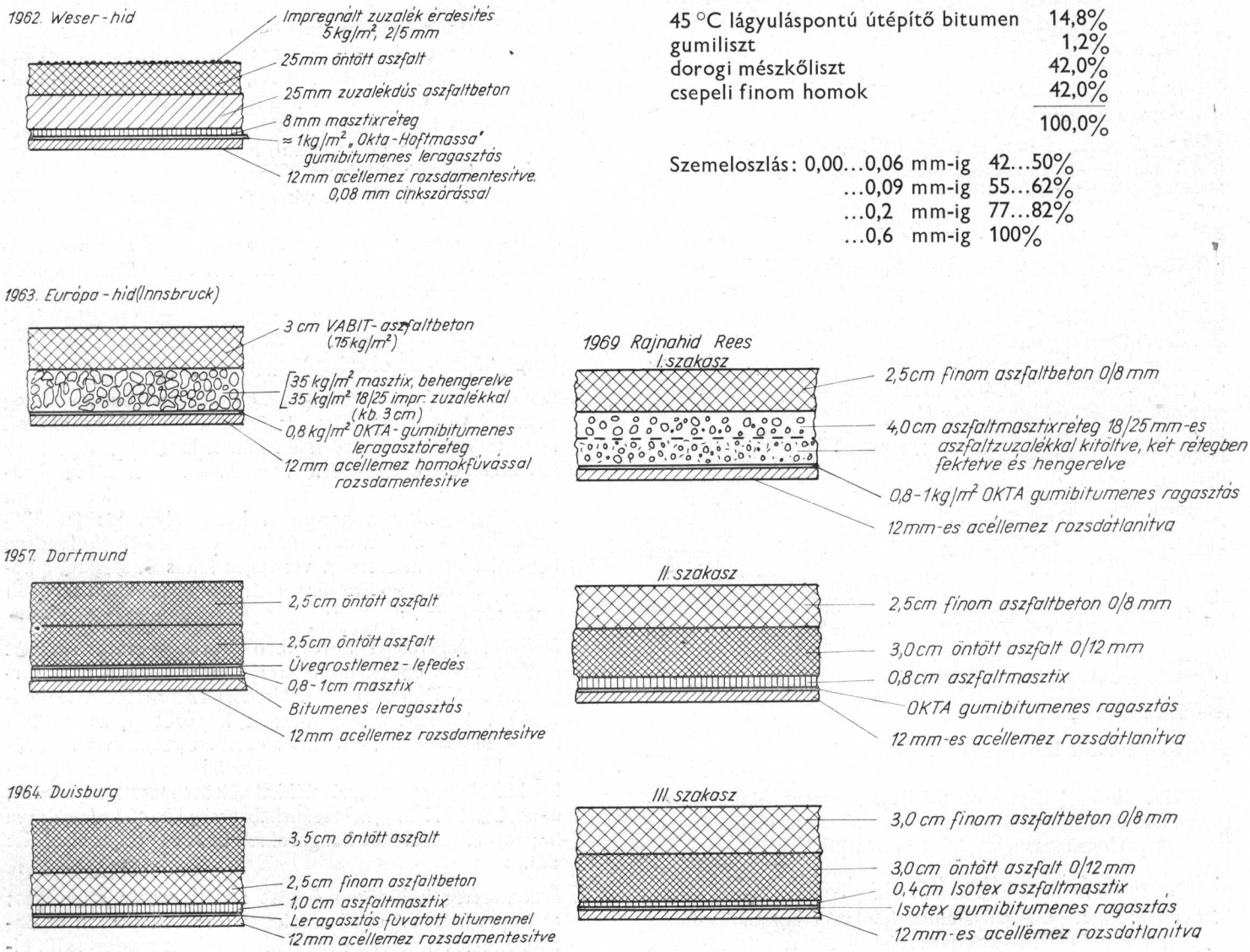
Megjegyezzük, hogy Amerikában a hidakon is általános az aszfaltbeton kötő- és kopóréteg hengerlése, természetesen hasonló gondot fordítva az alsó réteg szigetelésére. Az 1968. évi hídburkolatokkal foglalkozó *New York-i szimpózium* adatai szerint [125] azonban ez nem jelent értékelést, mert Amerikában az öntött aszfaltot egyáltalán nem használják, masztikátor gépeik sincsenek, és csak a hidak miatt nyilván nem is térnek át alkalmazásukra.

Mint hazai legfontosabb alkalmazást, felhívjuk a figyelmet a 6-138. ábrával a budapesti *Erzsébet híd aszfaltburkolatára* (Simon Miklós, 1964 [112, 112a]). A 12 mm vastag ortotrop lemezen homokfúvás és cinkszórás után 1 kp/m² hígított gumibitumenes ragasztás, 8 mm vastag gumibitumenes masztix, majd 30...35 mm durva AB-25 aszfaltbeton zárt kötőréteg és 30 mm-es öntött aszfalt épült 8/12 mm impregnált zúzalékos érdesítéssel. Az egyes rétegek elkészülése után azonnali betakarással a nedvességnek és víznek a rétegek közé való bejutását megakadályozták.

Az alkalmazott *bitumenes masztixréteg* összetétele a következő volt:

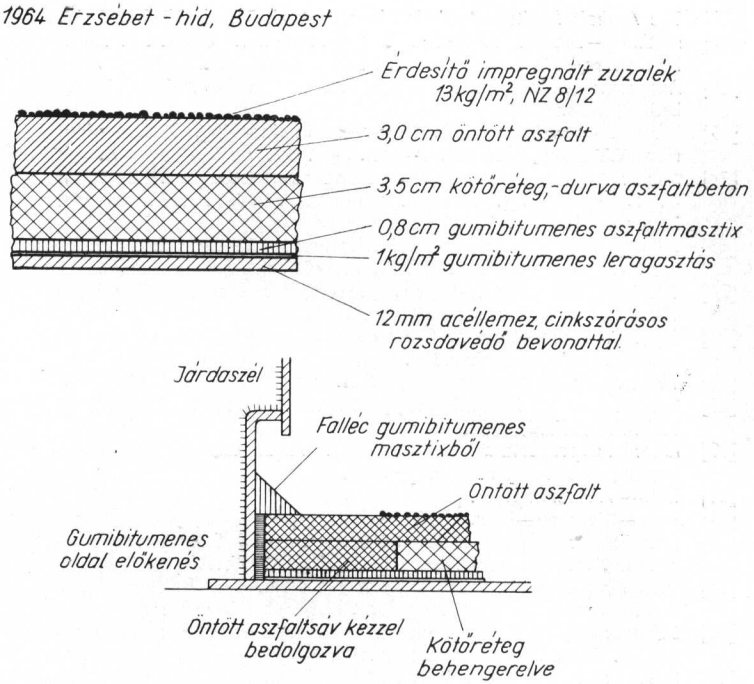
45 °C lágyuláspontú útépítő bitumen	14,8%
gumiliszt	1,2%
dorogi mészkőliszt	42,0%
csepeli finom homok	42,0%
	100,0%

Szemeloszlás: 0,00...0,06 mm-ig 42...50%
...0,09 mm-ig 55...62%
...0,2 mm-ig 77...82%
...0,6 mm-ig 100%



6-137. *ábra.* Néhány jelentősebb ortotrop lemezes acélhíd burkolati megoldásai

6-138. *ábra.* A budapesti Erzsébet-híd ortotrop lemezes pályaburkolata a járdaszélmegoldással (*Simon Miklós* [112])



A masztixréteget 160...180 °C hőmérsékleten kenték fel. Nehézséget okozott a csúszásgátló felhegesztett lemezek közé a megfelelő vékony eldolgozás (ezek előnye különben is vitás). Azokon a helyeken, ahol a masztixréteg túl vastag lett (8...10 mm felett), ott a kötőréteget nem lehetett jól tömöríteni, a kötőréteg a henger alatt kitért, a csúszásgátló felhegesztett lemezek felett pedig repedezett, töredezett. A kötőréteg felett alkalmazott öntött aszfalt 3% lejtőn való bedolgozás alatt helyenként tapasztalt megfolyását a túlzott bitumentartalom okozta, amely a 7...9% előírás helyett 9...11% volt, átlag 9,9% értékkel. (Újabban 8%-ban maximálják hidakon az öntött aszfalt bitumentartalmát [120].)

A kissé bitumendús öntött aszfalt burkolat főleg a gondosan, stabilan tervezett és kivitelezett masztixréteg és kötőréteg miatt öt éves forgalom után is igen jó minőségű, repedések, hólyagok, hosszirányú hullámok keletkezése nélkül, kielégítően érdes felülettel. Egyedüli hibája volt a pályalemez toldások keresztmetszet változásainál (lapolás, szegecselés) pár év alatt keletkezett eléggé érezhető pár cm-es keresztirányú dudorok kialakulása, szabályos illesztési távolságokban. Így is 5 év után egyszerűen az öntött aszfalt felületének lemarásával le tudták csökkenteni a dudorokat.

IRODALOM

A) Aszfaltbeton-burkolatok

[1] *Bitumenes alapok és burkolatok.* ÉSZKSZ — VI. kötet, 3 munkarem. Budapest, 1969.

[2] *Zakar Pál (szerk.):* Bitumen Zsebkönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.

[3] *Simon Miklós:* A bitumen az útépítésben (Bitumen Zsebkönyv, szerk. Zakar Pál). Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961.

[4] *Simon Miklós:* Ajánlás aszfaltburkolat-felületek érdes kialakítására. Útügyi Kutató Intézet, Budapest, 1966.

[5] *Ferenczy Géza:* Aszfaltburkolatok I—II. Mérnöki Továbbképző Intézet, M. 145. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.

[6] *Cságoly József:* Az aszfaltkeverőgépek működésének ellenőrzése. Mélyépítéstudományi Szemle. 1963. 7...8. 303.

[7] *Polányi László:* A C-25. típusú keverőteleppel szerzett tapasztalatok aszfaltbeton burkolatépítésnél. Mélyépítéstudományi Szemle, 1969. 7...8. 307.

[8] *Nemesdy Ervin:* Gyártásellenőrzés az útépítésnél egyszerű kontrollkártyás módszerrel. Mélyépítéstudományi Szemle, 1969. 7...8. 297.

[9] *Nemesdy Ervin:* Útépítéstan IV. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.

[10] *Insztrukcia* po sztroityelsztvo dorozsnih aszfaltobetonnih pokrütyuj. Transport, Moszkva, 1964.

[11] *Kapustin:* Finomaszfalt betonok vibrációs tömörítése. Avtomobilne Dorogi, 1964. 6.

[12] *Gorelusev:* Novüj goszudarsztvennüj standard ne aszfaltobetonnüje szmeszi. Avtomobilnüje Dorogi, 1967. 12. 20.

[13] *Gesenzvei:* Aszfaltbeton burkolatok Közlekedési Dokumentációs Vállalat, Budapest, 1966. (Fordítás oroszból).

[13a] *Gesencvei:* Aszfaltbeton burkolatok minőségének és tartósságának növelése. Mélyépítéstudományi Szemle,1965. 6. 283.

[14] *Kucera, Alfons:* Bitumenes útépítések tömörítési problémái Csehszlovákiában II. Budapesti Útügyi Konferencia anyaga, Budapest, 1969.

[14a] *Stahl:* A bitumenes útépítés állása Csehszlovákiában. Mélyépítéstudományi Szemle, 1968. 7. 318.

[15] *Paulmann:* Bitumenes keverék tömörítése a hideg évszakban II. Budapesti Útügyi Konferencia, Budapest, 1969.

[16] *The Asphalt Institut:* The Asphalt Handbook. Fourth Printing, 1968.

[17] *The Asphalt Institut:* Asphalt Paving Manual. Second Edition, 1965.

[18] *The Asphalt Institut;* Mix design methods for asphalt-concrete. Third priting, 1963.

[19] *The Asphalt Institut:* Specifications and Construction Methods for Asphalt Concrete. Third Editon, 1964.

[20] *The Asphalt Institut:* Asphalt Plant Manual. Third Edition, 1967.
[21] *Hatherly—Leaver:* Asphaltic Road Materials. Edward Arnold Pudlishers Ltd., London, 1967.
[22] *Ashworth:* Highway Engineering. Heinemann Educational Books Ltd., London, 1966.
[23] *Wallace—Martin:* Asphalt Pavement Engineering. McGraw-Hill Book Campany, New York—London, 1967.
[24] *Minor:* Asphalt Pavement-placed and compacted in Thick Lifts. Civil Engineerings. 1966. 5. Bitumen-Teer-A-P. 1967. 8. 298. Bitumen, 1967. 7. 183.
[25] *Nijboer:* Plasticity as a factor in the designe of dense bituminous road carpets. Elsevier Publ. C. New York—Amsterdam, 1948.
[26] *Touring Club Italiano—Unione Petrolifera:* Manuale delle pavimentazioni Bituminose. Milano, 1966.
[27] *Jeoffroy:* Conception et Construction des Chaussées. Tome 2. Eyrolles Éditeur, Paris, 1967.
[28] *TVbit 3/64:* Asphaltbeton und Sandasphalt (Heisseinbau).
[29] *Sachse:* Der moderne Strassendeckenbau. Verlag Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld, 1964.
[30] *Esso:* Laboratoriumsbuch für den Asphaltstrassenbau Esso-Bitumenabteilung, Hamburg, 1964.
[31] Esso—Walzenbrevier.
[32] Esso—Bitumen—Uhr.
[33] *Der Elsner:* Handbuch für Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. Otto Elsner, Verlag, Darmstadt, 1965...68.
[34] Bituminöser Strassenbau in der Schweiz. Mit Beiträgen von Grunbaum und Blumer, Ausgabe GESTRATA, Wien, 1968.
[35] *Schulze:* Einflussfaktoren auf die Ebenheit bituminöser Fahrbahnbeläge. Strasse und Autobahn, 1965. 6. 193.
[36] *Schulze:* Einfluss von Einbau und Verdichtung auf die Haltbarkeit bituminöser Fehrbahndecken. Bitumen, 1965. 7. 206.
[37] *Banaschek—Fischer:* Der Einsatz von Gummiradwalzen im Erdbau und im bituminöser Strassenbau. Strasse und Autobahn, 1965. 3. 87.
[38] *Blumer:* Bituminöse Bauweisen im Schweizerischen Nationalstrassenbau. Bitumen, 1965. 7. 194.
[39] *Schmidt:* Vibrations und Gummiradwalzen im bituminösen Strassenbau. Strassenbautechnik, 1965. 9.
[40] *Blumer:* Die maschinelle Einbau bituminöser Beläge. Bitumen, 1965. 6. 160.
[41] *Schulze:* Die Walzverdichtung bituminöser Fahrbahndecken und Tragschichten. Strasse und Tiefbau, 1966. 9. 788.
[42] *Schulze:* Die Überwachung von Asphaltmischanlagen. Strasse und Autobahn, 1966. 3. 7.; 1966. 4. 127.
[43] *Steffen:* Die Verdichtung Trag und Deckschichten im Strassen und Wasserbau. Bitumen, 1966. 4. 108.
[44] *Laing:* Verdichtung von Asphaltbetondecken in Amerika. Bitumen-Teere A-P., 1966. 1. 23.
[45] *Banaschek—Fischer:* Vergleichende Verdichtung bituminöser Beläge mit Gummiradwalzen, Vibrationswalzen und statischen Walzen. Strasse und Autobahn, 1966. 5. 176.
[46] *Schmidt:* Einflussfaktoren bei der Walzverdichtung bitumenösen Mischguts. Bitumen, 1967. 7. 194.
[47] *Blumer:* Die Ebenheit bituminöser Fahrbahnbefestigungen. Bitumen, 1967. 4. 97.
[48] *Völkl:* Baumethoden und Geräte zur Herstellung von ebenflächigen Asphaltstrassen. Bitumen, 1967. 4. 103.
[49] *Schulze:* Die Rationalisierung der Verdichtungsarbeit beim Einbau bituminösen Mischgutes. Strasse und Autobahn, 1967. 4. 119.
[50] *Schulze:* Der derzeitige Entwicklungsstand des Mischguteinbaues und der Verdichtung in Deutschland. Bitumen-Teere A-P., 1968. 2. 34.
[51] *Zichner:* Erfahrungen und Beobachtungen beim Bau bituminöser Decken. Strassenbau-Technik, 1967. 22. 1448.
[52] *Fachtagung:* Güte und Ausführungsprobleme in bituminösen Deckenbau. Potsdam, 1967.
[53] *Bossemeyer:* Die praktische Berechnung der Abkühlung bituminöser Schichten. Bitumen, 1968. 1. 10.
[54] *Vizi:* Die Bestimmung des Walzbedarfes zur Verdichtung bituminösen Mischguts. Bitumen, 1968. 3. 74.
[55] *Mauch:* Standardisierung der Fahrbahnkonstruktionen in Baden-Württemberg. Strassen und Tiefbau, 1969. 1. 13.
[56] *Rose:* Amerikanische Vorschriften über die Verdichtung von Asphaltbelägen. Bitumen, 1969. 2. 59.
[57] *Zichner:* Technologische und beutechnische Möglichkeiten für den Bau griffiger bituminöser Fahrbahndechen. Strassen und Tiefbau, 1968. 11. 769.

B) Öntöttaszfalt-burkolatok

[58] *Bitumenes alapok és útburkolatok.* Építő és Szerelőipari Kivitelezési Szabályzat VI. kötet. Közlekedési létesítmények 3. munkanem. Budapest, 1969.
[59] *Herzler:* Városi aszfaltburkolatok időszerű kérdései Budapesten. Mélyépítéstudományi Szemle, 1969. 2. 65.
[60] *Buchholz:* Nagy útépítések új gyakorlata. Mélyépítéstudományi Szemle. 1969. 11...12.
[61] *Schulze:* Die Verdichtung bituminöser Fahrbahnbeläge. Bitumen, 1964. 3. 70.
[62] *Schulze:* Einflussfaktoren auf die Ebenheit bituminöser Fahrbahnbeläge. Strasse und Autobahn, 1965. 6. 193.
[63] *Wicher—Eckle:* Zehn Jahre Gussasphalt auf den Bundesautobahnen und anderen Fernstrassen. Bitumen, 1965. 4. 97.
[64] *Sahm:* Neue Erkenntnisse im Gussasphaltdeckenbau. Bitumen, 1965. 5. 132.
[65] *Scheuerer:* Gussasphalt im Strassenbau. Bitumen, 1966. 1. 21.
[66] *Bozroyne:* L'asphalt coulé. Révue Generale des Routes. 1967. 420. 69.
[67] *Pohlmann:* Mechanically Laid Mastic Asphalt in Germany. Roads and Road Construction, 1967. jan. 525.
[68] *Sahm:* Stand der Entwicklung im Gussasphaltdeckenbau in Berlin. Bitumen, 1967. 6. 150.
[69] *Henne:* Gussasphalt auf Autobahnem und Brücken in Hessen. Bitumen, 1968. 6. 149.
[70] *Köhne:* Erfahrungen bei der Verwendung von Asphalt im Fahrbahndeckenbau. Strassen und Tiefbau, 1968. 9. 684.
[71] *Schmuck:* Gussasphalt im Strassendeckenbau. Bitumen, 1968. 4. 89.
[72] *Frystatzky—Zichner:* Neue Wege in der Herstellung von Gussasphaltdecken für Schnellstrassen. Strasse und Autobahn, 1968. 10. 353.
[73] *Bucholz:* Grossstrassenbau in neuer Praxis. Vertrag in Bad Meinberg, Januar. 1969.
[74] *Zastrau:* Gussasphalt als Fahrbahndecke auf einer Teil-Strecke der Bundesautobahn Hansalinie. Bitumen, 1969. 1. 1.
[75] *Zichner:* Weiterentwicklung der Gussasphaltdecke als verkehrssicherer und dauerhafter Belag für Strassen mit Schnell- und Schwerverkehr II. Strassenkonferenz in Budapest, Oktober 1969.

C) Utántömörödő kevert és permetezett aszfaltburkolatok

[76] *Bitumenes alapok és burkolatok.* Építőipari Kivitelezési Szabályzat VI. kötet. 3. munkanem. Budapest, 1969.
[77] *Ferenczy Géza:* Aszfaltburkolatok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1960.
[78] *Ferenczy Géza:* Aszfaltburkolatok II. Szakmérnöki jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
[79] *Simon Miklós:* A bitumen az útépítésben. Bitumen Zsebkönyv, szerk. Zakar Pál, Műszaki Kiadó, Budapest, 1969.

[80] *Simon Miklós:* Makadám utak és aszfaltburkolatok továbbfejlesztése vékony aszfaltrétegekkel. Ajánlás. Útügyi Kutató Intézet, Budapest, 1968.
[81] *Nemesdy Ervin:* Útépítéstan IV. rész. Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
[82] *Jeffroy:* Vékony aszfaltburkolatok. Budapesten tartott előadás szövege, 1968. okt.
[83] *Hatherly—Leaver:* Asphaltic Road Materials. Edward Arnold Publishers Ltd., London, 1967.
[84] *Wallace—Martin:* Asphalt Pavement Engineering. Mc Graw Hill Book Company, New York, 1967.
[85] *Tessonneau:* Le Profilage des Chaussée Modernes. Edition Eyrolles, Paris, 1962.
[86] *Jeoffroy:* Conception et Construction des Chaussées, Tome 2. Eyrolles éditeur, Paris, 1967.
[87] *Centolani:* Manuale delle pavimentazioni bituminose. Touring Club Italiano, Milano, 1966.
[88] *Technische Vorschriften* und Richtlinien für den Bau bituminösen Fahrbahndecken. *TVbit 1., 2., 5.*
[89] *Richtlinien* für die bituminösen Strassenbauweisen. Kammer der Technik Empfehlung, Sw 1...10.
[90] *Kunath:* Bituminöse Oberflächenbehandlung in Theorie und Praxis. Sonderreihe „Das Strassenwesen", Berlin, 1964.
[91] *Sachse:* Der moderne Strassendeckenbau. Verlag Rudolf Müller, Köln, 1964.
[92] *Esso—Ebano Bitumen:* Strassenbau-Leitfaden. Hamburg, 1968.
[93] *Kraemer:* Über den Bau von bituminösen Fahrbahndecken. Bitumen-Teere-Aphalte, 1965. 4. 146.
[94] *Strobel—Weber:* Oberflechenbehandlungen mit Rampenspritzgeräten mit kationischen Emulsionen. Bitumen, 1968. 3. 70.
[94a] *Kunath:* Verschnittbitumen für Bitumenbeton. Dié Strasse, 1967. 10. 467.

D) Vékony bitumenes bevonatok (Slurry-Seal)

[95] *Kovács György:* A Slurry-Seal bitumenes bevonat. Mélyépítéstudományi Szemle, 1968. 000.
[96] *Buócz Tibor—Cságoly József;* Hazai kísérletek Slurry-Seal rendszerű bitumenes pépes bevonatok alkalmazására. Mélyépítéstudományi Szemle, 1970. 1. 000.
[97] *Robbins:* Slurry Sealing — a modern road surfacing medium. Journal of British Granite and Whinstone Federation, Vol. 8. № 1. 1968.
[98] *Slurry Sealing:* Roads and Road Construction. 45. 1967. 531. 60...68. Die Strasse, 1967. 11. 525.
[99] The Redicote Slurry Systeme. Technical Bulletin Armour Hess Chemicals Limited, Westgate, Leeds, 1966.
[100] *Deligne:* Considerations sur le developpement actuel des coulis bitumineux. Revue Generale des Routes, № 405. 1965. Dec. 97., Bitumen, 1966. 4. 119.
[101] *Ewers—Walther:* Der Nassand-Verfahren. Die Strasse, 1960.
[102] *Ewers:* Bituminöse Schlämme und ihre Anwendung im Strassenbau. Die Strasse, 1963. 2. 67.
[103] *Holl:* Bitumenschlämmen, Bitumen, 1963. 6...9.
[104] *Kunath—Gelbrich:* Laboratoriumsuntersuchungen an bituminöser Schlämmen. Die Strasse, 1966. 3. 128.
[105] *Niepel:* Kationische Emulsionsschlämmen im Strassenbau. Bitumen, 1967. 5. 146.
[106] *Zulauf:* Das „Slurry-Seal" — Verfahren für die Behandlung von Strassenoberflächen. Bitumen-Teere, 1967. 7. 258.
[107] *Zirkler:* Grundlagen und Erfahrungen auf dem Gebiet der kationischen Emulsionsschlämmen. Slurry-Seal-Verfahren, Bitumen, 1967. 7. 188.
[108] *Giersberg—Giersberg:* Versuche mit bituminöser Schlämme auf der Grundlage von stabiler Emulsion und Füllstoffen verschiedener Art. Die Strasse, 1967. 6. 262.
[109] *Danisch:* Herstellung und Anwendung bituminöser Schlämme im Stadtgebiet von Dresden. Die Strasse, 1967. 7. 306.
[110] *Zirkler:* Die Emulsionsschlämme (Slurry-Seal) ein neues Verfahren zur Konservierung von Strassendecken. Strassen und Tiefbau, 1968. 12. 906.
[111] *Fluss:* Prüfung der Abriebfertigkeit von Emulsionsschlämmen mit Hilfe des Wet Track Abrasion Test. Bitumen, 1969. 1. 22.

E) Hídpályaburkolatok

[112] *Simon Miklós:* Az új Erzsébet-híd aszfaltburkolata. Mélyépítéstudományi Szemle, 1965. 4...5. 250.
[112a] *Simon Miklós:* Entwurf und Ausführung des Asphaltbelages der neuen Budapester Elisabethbrücke. Bitumen-Teere, 1967.
[113] *Gärtner László—Gryllus Vilmos:* Kísérleti epoxi műgyanta útpálya burkolatok a fővárosban. Mélyépítéstudományi Szemle, 1969. 6. 250.
[114] A cementbeton pályaelemű hidak bitumenre szigetelése és aszfaltburkolása. Utügyi Kutató Intézet kiadványai; 1955.
[115] *Merkblatt, V.;* Brückenbeläge und abdichtungen auf Beton (Bituminöse Bauweise). Forschungsgesellschaft für Stassenwesen, Köln, 1967.
[116] *Braun:* Bituminöse Beläge auf Brücken. Bitumen, 1966. 6. 177.
[117] *Stosch:* Bituminöse Bückenbeläge und abdichtungen auf Beton. Bitumen-Teere, 1967. 6. 209.
[118] *Fiedler:* Strassenbrücken, Dichtungen und bituminöse Beläge. Die Strasse, 1968. 4. 205.
[119] *Wichter:* Die bituminösen Fahrbahnbeläge auf Stahl- und Betonbrücken aus der Sicht der Baustelle. Strassen und Tiefbau, 1966. 1. 15.
[120] *Merkblatt, V.:* Für bituminöse Fahrbahnbeläge auf Leichtfahrbahnen im Stahlbrückenbau. Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen, Köln, 1961.
[121] *Henneke:* Gedanken über Gussasphaltbeläge auf Brücke mit orthotropen Platten. Bitumen, 1964. 5. 114.
[122] *Kohler:* Splittverfestigte Mastixdecken auf orthotropen Platten. Bitumen, 1964. 5. 121.
[123] *Schmutzler:* Bituminöse Fahrbahnbeläge auf Stahlbetonbrücken. Bitumen, 1964. 5. 139.
[124] *Eisenmann:* Experimentelle Prüfung bituminöser Beläge auf orthotropen Fahrbahnplatten. Bitumen-Teere, 1967. 1. 3.
[125] Symposium sur les revetements pour les platelages métalliques légéres. Rapport final, AIPC., New York, 1968.
[126] *Thul:* Fahrbahnbeläge auf stählernen Leichtfahrbahnen. Bitumen, 1969. 3. 65.