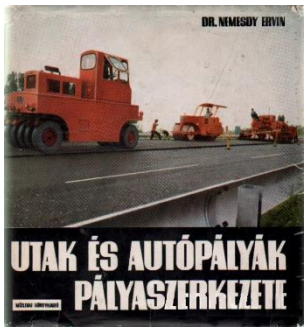
DR. NEMESDY ERVIN: **UTAK ÉS AUTÓPÁLYÁK PÁLYASZERKEZETE - Technológia – Építés**
MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ – BUDAPEST, 1971; o590



A szerzői jog tulajdonosainak engedélyével.

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

RÉSZLETES TARTALOMJEGYZÉK

10 KIEGÉSZÍTÉSEK — FÜGGELÉK 569
10.1 Csúszásellenállás-mérés ferde síkú mérőkerékkel 569
10.2 Az útépítő bitumenek és a szabványok 570
10.3 A kőzetek polírozhatósága 571
10.4 A fajlagos felület alapján való számítása Duriez szerint 572
10.5 Aszfaltkeverékek vizsgálata préselt próbatestekkel 573
10.6 Kötőanyagmeghatározás meleg extrakcióval 575
10.7 A várható nyomószilárdság helyszíni ellenőrzése építés alatt 576
10.8 Az 1967. évi szovjet aszfaltbeton-szabvány 576
10.9 Az angol Hot Rolled Asphalt technológiája és tulajdonságai 578
Irodalom 582
+
RÉSZLETES TARTALOMJEGYZÉK 583

10. Kiegészítések — Függelék

A következőkben a könyv eredeti kéziratának lezárása és a nyomdai munkák kibontakozása között eltelt kb. másfél év alatt feltétlenül aktuálissá váló kiegészítéseket tesszük meg, az eredeti fejezetszámokra és oldalakra hivatkozva.

10.1. CSÚSZÁSELLENÁLLÁS-MÉRÉS FERDE SÍKÚ MÉRŐKERÉKKEL

(A 1.2.3. fejezethez, 16. oldal.)

A ferde síkú mérőkerékkel való burkolat-csúszásellenállás mérések említett hátrányai mellett azonban van egy gyakorlati szempotból igen fontos előnyük: a *folyamatos mérés* lehetősége. Amíg a befékezett kerékkel csak szakaszosan, időnként lehet mérni, addig pl. az angol *Road Research Laboratory* által 1969—70-ben kifejlesztett csúszásellenállás-mérőkocsival kilométerhosszakban, folyamatosan lehet mérni ferde síkú, 20°-os mérőkerékkel a burkolat csúszásellenállására (érdességére) jellemző *oldalerő-koefficiens* (Sideway-Force Coefficient) SFC számértékének folytonos változását:

$$f' = SFC = \frac{\text{Oldalerő}}{\text{Mérőkerék függőleges reakciója}}.$$

A ferde mérőkerék előtt a nagy víztartályból locsolják a burkolat felületét. A vezetőfülkében egy elektronikus szerkezet érzékeli, számítja és egy papírszalagra nyomtatja a 10—20 méteres szakaszokra vonatkozó mért *SFC* oldalerő-koefficiens értékeket, a szelvényt és a sebességet. Ez a *SCRIM* elnevezésű mérőkocsi a mérést forgalom alatt, zavarás nélkül, 15—100 km/ó sebességek között tudja mérni, s valóban előnyösnek tűnik arra, hogy hosszú útvonalak bemérésével átvételi vagy fenntartási szempontból is jellemezni lehessen a burkolatot. Az *oldalerő-koefficiens azonban nem azonos a fékútnál, vagy a befékezett mérőkeréknél szereplő f súrlódási tényezővel*, angol nevén a *BSF* tényezővel. A kettő közötti összefüggés angol mérések szerint becslésszerűen:

$$BCF = f = 0{,}8\ SCF$$

A sebesség azonban ezt az összefüggést módosíthatja.

(*Road Research Laboratory*: Measurement of skidding resistance on wet roads. LF 129. 1968. Október.)

Angliában az 1970. évben a ferde síkú mérőkerékkel dolgozó mérőkocsi *SFC* értékére, az ingás mérés *SRT* értékére, s végül a befékezett kerékkel végzett mérések *f=BFC* csúszósúrlódás értékére a sebességektől és útkategóriáktól függő megkívánt értékeket írt elő a *Road Research Laboratory* (10-1. táblázat).

10-1. táblázat. Minimális, biztosítandó csúszásellenállási értékek Angliában

Útkategória	*SFC* (oldalerő) koeff.) 50 km/ó	*SFC* (oldalerő) koeff.) 80 km/ó	*SRT* (Ingás) 48 km/ó	*BFC* (Csúszósúrlódás) 50 km/ó	*BFC* (Csúszósúrlódás) 80 km/ó
A. 150 m-nél kisebb sugarú ív, 5%-nál nagyobb emelkedő, körforgalom, jelzőlámpa és gyalogosátjáró előtt:	0,55	—	65	—	—
B. Gyorsforgalmú utak, napi 2000 járműnél nagyobb forgalmú utak	0,50	0,45	55	0,40	0,30
C. Egyéb utak	0,40	—	45	—	—

10.2. AZ ÚTÉPÍTŐ BITUMENEK ÉS A SZABVÁNYOK

(A 4.1.5. fejezethez, 113. oldal.)

Figyelembe kell venni, hogy nemcsak a szomszédos államok, hanem a nagyszabású útépítő programokat végrehajtó államok is rendszeresen több, néha 4—8 helyről származó nyersolajból gyártanak útépítő bitument. Így például az 1970. évi adatok szerint *Franciaországban* a bitumengyártásnál a nyolc fajta nyersolajból a négyféle venezuelai nyersolaj a bitumentermelés 45%-át adja, míg a szintén négyféle középkeleti paraffinos és nafténo-paraffinos nyersolajakból a bitumentermelés 55%-a kerül ki. Megjegyzik, hogy a venezuelai nyersolajak lépésről lépésre átengedik a helyet a Közép-kelet, ill. a Közel-kelet nyersanyagainak, s ezért a bitumengyártásban a fúvatás mind nagyobb jelentőségre tesz szert az extraktkeveréssel együtt.

A jövő időszakban hazánkban is hasonló lesz a helyzet. Nyersolajfeldolgozó bitumengyártó iparunk már eddig is bizonyított magas szakmai felkészültsége, a bitumennek főtermékként és nem melléktermékként való kezelése, a nyersolajfeldolgozó ipar nagyszabású új és korszerűsített lepárlóüzemei lehetővé teszik, hogy a magyar útépítés bitumenellátása újra kiegyensúlyozottá váljék.

A nagylengyeli olajmező fokozódó kimerülésével párhuzamosan az 1970. évben kezdődött meg a romaskinói és közelkeleti (moszuli) nyersolajakból származó bitumenek fokozatos alkalmazása útépítési célra. Mivel ezekkel a bitumenekkel hazai gyakorlati útépítési tapasztalatok még nincsenek, 1971-től csupán a szomszéd és más államok eddigi tapasztalataira vagyunk utalva. Ezeknek a nagylengyelitől eltérő bitumeneknek a gyakorlati használatbavétele előbb kezdődött meg, mint az új bitumenfajtákra vonatkozó új szabványok kiadása. Kétségtelen, hogy egy átmeneti időszak után, az új nyersanyagforrásoknak az állandósulása és az új lepárlóüzemek belépése, valamint a bitumengyártási technológiáknak az új nyersolajakhoz való végleges hozzáillesztése után sürgős és fontos feladat lesz a romaskinói és más közelkeleti nyersolajakból származó *útépítő bitumenekre vonatkozó szabványelőírások* kiadása. Ezek határértékeinek megszabásakor egyformán tekintettel kell lenni az útépítési technológiák által kívánatosnak tartott értékekre egyfelől, másfelől pedig a gyártás által még reálisan és megbízhatóan tartható anyagjellemzőkre. A kiindulásnál jelentős biztonságot nyújtana a számos államban mértékadó *DIN*-szabvány (4.9. táblázat) előírásainak átvétele. Az újfajta bitumenek hazai útépítési gyakorlati tapasztalatainak birtokában lehetne majd évek múlva a szabványelőírásokat módosítani.

Figyelemre méltó a 114. oldalon ismertetett szovjet szabvány zárófejezetében közölt feltétel, amely szerint az útépítő bitumen gyártására alkalmas nyersolajnál szükséges, hogy:

$$A + Gy - 2{,}5\ P > 0$$

legyen,

ahol A% az aszfalténtartalom, Gy% a gyantatartalom, és P% a paraffintartalom a nyersolajban a vonatkozó szabványok szerint megállapítva. A fenti feltételt kielégítik többek között a csekmaguszki, a tujmázi és a romaskinói nyersolajok is. Figyelemre méltó, hogy a szovjet szabvány hangsúlyosan foglalkozik a felületaktív tapadásjavítók használatának szükségességével; ezeket csak akkor szabad elhagyni, ha a tapadási vizsgálat (126. old.) homokkal és márvánnyal is azt mutatja, hogy a bitumen tapadása egyedül is megfelelő.

A nagylengyeli nyersolajból gyártott és *Evasin*-nal adalékolt hígított bitument a nedves kőzetek esetén is a jó tapadás jellemezte. Jelentősen változik a helyzet a viszonylag kisebb aszfalténtartalmú romaskinói és közelkeleti típusú bitumenek hígítása esetén. A szomszédos államok a romaskinói típusú hígított bitumenek alkalmazásának különbségét a nagylengyelivel szemben a kisebb tapadóképességben jelölik meg. Az eddigi hazai nagymértékű hígított bitumen alkalmazás további fenntartási lehetősége jelentős mértékben attól is függ, hogy a tapadásjavítás problémáját milyen sikeresen lehet megoldani az eddigi vagy más felületaktív tapadásjavító szer fokozott gondosságú adagolása révén.

A kisebb aszfalténtartalmú bitumenek, pl. a romaskinói bitumenek esetén a hideg eljárásnál az emulzió formájában való felhasználás azért előnyösebb, mert ekkor elmaradhat a bitumen tapadást nehezítő hígítása, sőt ellenkezőleg, a bitumenemulzió megtörésénél a kationaktív emulgátor mint felületaktív tapadásjavító működik.

Végül mint az *új szabványosítási törekvések* példájaként mutatjuk be a *10-2. táblázatban* az amerikai 1970. évi új *AASHO Designation M 226-70* útépítő bitumen szabványelőírást mely hosszabb előkészítő kutatás alapján már elsősorban a vákuumkapilláris viszkoziméterrel mért *abszolút viszkozitású értékek szerint* osztályozza a bitumeneket, a *60* °C, valamint a *135* °C hőmérsékleteken való viselkedés alapján. Eredetileg a 15 °C-on is javasoltak abszolút viszkozitásmérést, de ennek komplikáltsága miatt végül is a 25 °C hőmérsékleten való penetrációmérés meghagyása mellett döntöttek. Egyrészt azért, mert ennek végrehajtása jóval egyszerűbb, másrészt a penetrációval való jelölés megteremti a hidat a régi és új szabványadatok között (így tehát a *B-120*, *B-70*, *B-40* és *B-20* régi jelű bitumenről van szó). Az abszolút viszkozitással való osztályozás a bitumen viselkedésének a hívebb és gyakorlatilag megbízhatóbb jellemzését teszi lehetővé. Jellemző még az új szabványra, hogy nem tartalmaz semmi előírást a paraffin-tartalom korlátozására (csupán a viszkozitásértékek megválasztásában voltak erre tekintettel), valamint érdekes, hogy a 25 °C-on mért duktilitást csak a vékony film alakba..

10-2. táblázat. A 60 °C hőfokon mért abszolút viszkozitás szerint osztályozott útépítő bitumenek minőségi előírásai 1970 [23a], AASHO Designation M226

Vizsgálati módszer	Viszkozitási osztály							
	AC-5		AC-10		AC-20		AC-40	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Viszkozitás 60 °C-nál (Poise)	500	100	1000	200	2000	400	4000	800
Viszkozitás 135 °C-nál (cSt)	110	—	150	—	210	—	300	—
Penetráció 25 °C-nál (0,1 mm)	120	—	70	—	40	—	20	—
Lobbanáspont (Cleveland módsz.)	177	—	218	—	232	—	232	—
Oldhatóság triklóretilénben, %	99,0		99,0		99,0		99,0	
Öregítési vizsgálat után (Thin Film Oven Test)								
Viszkozitás 60 °C-nál (Poise)	—	2000	—	4000	—	8000	—	16 000
Duktilitás 25 °C-nál (cm)	100	—	50	—	20	—	10	—

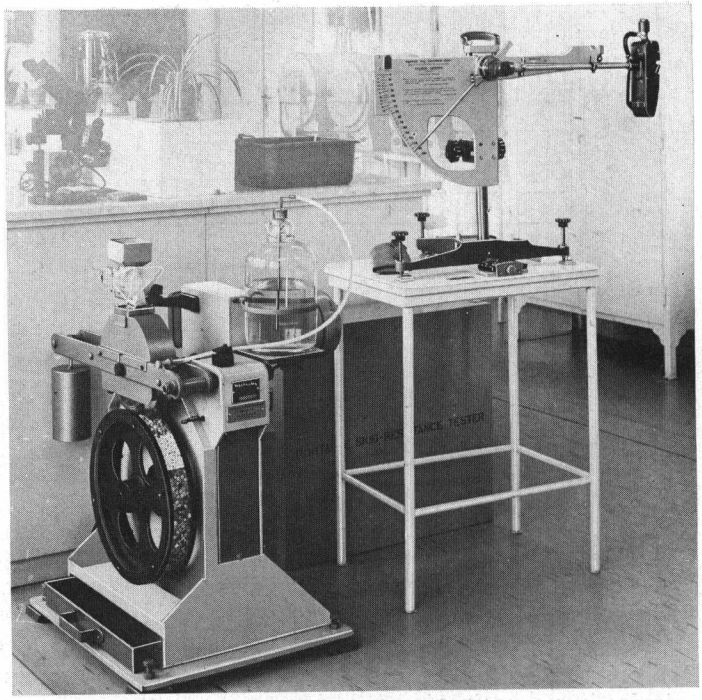
öt órán keresztül 163 °C-on való hevítés *utáni* bitumenmaradékból (öregítési vizsgálat, Thin Film Oven Test) rendeli el megmérni, a másodszori 60 °C-os abszolút viszkozitás mérésével együtt. (23a).

10.3. A KŐZETEK POLÍROZHATÓSÁGA ÉS ÉRDESÍTŐ RÉTEGEKNÉL VALÓ ALKALMAZHATÓSÁGA

(A 4.3.5. fejezethez, 157. oldal.)

A kőzetek polírozhatóságának vizsgálata egy adott kőbánya anyagából előállított zúzalékok nagy forgalom után megmaradó saját érdességi tulajdonságait jellemzi. Az érdes felületű burkolatok, különösen pedig az érdesítő rétegek, felületi bevonások készítésénél alkalmazott zúzalékoknál fontos, hogy azok a nagy forgalom koptató, polírozó, csiszoló hatására se váljanak síkossá, mert ez az egész burkolatfelület csúszósságát, geometriai érdességének időben való erős romlását okozza.

Legelterjedtebb és megbízhatóbb az angol *Road Research Laboratory* által kidolgozott kőzetpolírozási vizsgálat, amelyet a hazai Útügyi Kutató Intézet nálunk is bevezetett, s amelynek részletes leírása a 241. oldali (26) irodalomban található. A kísérleti berendezést a 10-1. képen látjuk: az eredeti angol

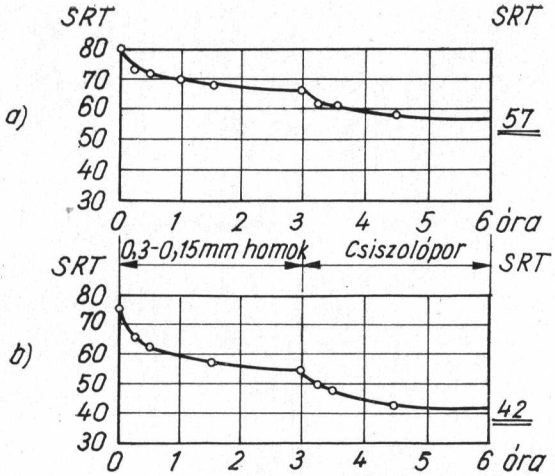


10.1 kép. Zúzalékanyagok polírozási vizsgálatához alkalmas forgó terhelő gumikerekes berendezés balról; jobbra az asztalkán az SRT súrlódási érték megállapítására szolgáló ingás érdességmérő

gyorsított kőcsiszológépen egy 40 cm átmérőjű „út-kerék" felületére kb. 4,5×9 cm-es íves keretekben levő próbatesteket erősítenek. A próbatestekben gondosan válogatott, a 8 és 10 mm átmérőjű szitákon fennmaradt, ill. átesett jó alakú, tiszta zúzalékszemekből 40—50 db-ot erősítenek sima felületet képezve a mintakeretben levő műgyanta habarcs segítségével. Az „út-kerék" kerülete tehát egy sorozat ilyen próbatestet foglal magába. A szerkezeten egy másik 20 cm átmérőjű és 5 cm szélességű szabványos gumiabroncs kerék 40 kp nyomással támaszkodik az útkerékre, amelyet egy motor forgat. A berendezéshez tartozik egy vízadagoló és egy homok-, ill. csiszolópor-adagoló szerkezet.

A vizsgálat *első* része a próbatestek *gyorsított polírozása, csiszolása*. Az útkereket 320 ford/perc sebességgel forgatva, a gumikereket 40 kp erővel terhelve először 3 óra hosszat működtetik a gépet, percenként 12 g homok és 20 g víz adagolásával a kerékfelületek között. Ezután lemossák, letisztítják a kerekeket, majd másodszor három óra hosszat működtetik a gépet, de most már percenként 2 g csiszolópor és 5 g víz adagolásával. A kétszer 3 órás polírozás után a próbatestek zúzalékfelületei érzékenyen simára polírozódtak. (10-1. ábra.)

A vizsgálat *második* része a már *polírozott próbatesteken való ingás érdességmérés*, a polírozott zúzalékon mérhető



10-1. ábra. A próbatestek zúzalékanyagán mért SRT csúszásellenállási értékek időbeni változása a polírozási vizsgálat alatt. Végeredmény a 6 órai polírozás után kapott érték. *a)* andezit-zúzalék, *b)* mészkőzúzalék.

SRT csúszásellenállási szám (az átlendült ingáról leolvasott számérték) meghatározása. A *Skid Resistance Tester* mérőingát a 21. oldalon már ismertettük.

Az angol *Road Research Laboratory* kutatásai alapján az 1969. évben kiadott angol kivitelezési szabályzat szerint az utak forgalmi jellegétől függően megszabták a burkolatban, különösen pedig az érdesítő rétegben alkalmazott kőanyagok minimális polírozott kő-csúszásellenállási értéket, (*P-SRT*):

Forgalmi jelleg	Minimális polírozott kő-csúszásellenállási érték (*P-SRT*)
A. 150 m-nél kisebb sugarú ív 5%-nál nagyobb emelkedő körforgalom, jelzőlámpák és gyalogátjárók előtt	62
B. Gyorsforgalmi utaknál napi 2000 járműnél nagyobb forgalmú utaknál	59
C. Egyéb utaknál	45

Franciaországban a fenti határértékeknél alacsonyabbakat alkalmaznak.

Magyarországon az *Útügyi Kutató Intézet Kőzetlaboratóriuma* 1969—70-ben végzett a birtokában levő angol berendezéssel polírozási vizsgálatokat a hazai kőbányákból származó zúzalékokkal. A polírozás utáni állapotban mért csúszásellenállás csökkenő minőségi sorrendje a legfontosabb hazai kőbányáknál a következő volt:

	(*P-SRT*)
Szobi andezit	58—60
Komlói vörös andezit	58—60
Nógrádkövesdi andezit	56—59
Komlói szürke andezit	54
Tarcali andezit	53
Egerbaktai diabáz	54
Tályai andezit	50
Hegyeshalmi zúzott kvarckavics	50
Recski andezit	49
Uzsabányai bazalt	49
Zalahalápi bazalt	45—48
Nagyharsányi és polgárdi mészkő	40—47

Érdekes, hogy a zúzalékok polírozás előtti *SRT* csúszásellenállásértékei más sorrendet mutatnak, s a mészkő érdesebbnek tűnik, mint az andezit. A polírozás után azonban a sorrend megváltozik, s ez a mértékadó. Így pl. *Reznák L.* vizsgálatai szerint:

	polírozás előtt	*SRT*-értékek polírozás után
Szobi andezit	63	57
Zalahalápi bazalt	62	48
Polgárdi mészkő	67	47

Azt látjuk tehát, hogy a magyarországi útépítési kőanyagok közül legkedvezőbb polírozódási ellenállása az *andezit*eknek van. A különböző igen kedvező, jó minőségű, nagy szilárdságú bazaltjaink sajnos erősen polírozódnak, *P-SRT* értékük éppen csak meghaladja az angol „egyéb utakra" előírt minimumot. Mészköveink polírozhatósága, csúszóssá válása igen kedvezőtlen.

Ezért *érdesítő rétegek*be, *érdesítő zúzalék*ként (öntött aszfaltnál, aszfaltbetonnál, felületi érdesítő bevonatnál) elsősorban a *szobi* és a *nógrádkövesdi bánya andezit*jéből, vagy a *komlói vörös andezit*ből tört zúzalékanyagot ajánlatos elsősorban alkalmazni. Ilyen célra a különben kiváló minőségű, de hamar polírozódó bazaltokat kerülni kell.

10.4. A FAJLAGOS FELÜLET ALAPJÁN VALÓ BITUMENSZÜKSÉGLET-SZÁMÍTÁS DURIEZ SZERINT

(A 4.6.2.2. fejezethez, 189. oldal.)

Mivel az új hazai előírások szerint is igen aktuális marad a fajlagos felület alapján való számítás, érdemes közölni *Duriez* számításmódjának eredetét. *Duriez* abból indult ki, hogy a bitumenszükséglet (g_b%) az adalékanyag ΣF fajlagos felüle-

tétől és a szemcséket bevonó film átlagos vastagságától, a $\delta_á$ értéktől függ. Így $s_b=1{,}0$ bitumensűrűség esetén:

$$g_b=\delta_á \; \Sigma F$$

A részletes vizsgálatok során *Duriez* észrevette, hogy a $\delta_á$ átlagos bevonófilm-vastagság és a $d_á$ szemcseátmérő nem függetlenek egymástól, ezért a következő hatványösszefüggést tételezte fel:

$$\delta_á=n \cdot d_á^k=n \cdot d_á^{0,8}.$$

A laboratóriumi kísérletek ugyanis azt mutatták, hogy a képlet a $k=0{,}8$ kitevő mellett írja le leghívebben a tapasztalati valóságot. Az 188. oldali gömb- vagy kockamodellből adódott az alábbi képlet:

$$F=\frac{2 \cdot 2}{d}, \quad \text{illetve:} \quad \frac{c}{d}.$$

Az egész adalékanyag ΣF fajlagos felületét ismerve, most egy olyan jellemző átlagos $d_á$ szemnagyságot fejezünk ki, amely az ΣF értéknek megfelel:

$$d_á=\frac{2 \cdot 2}{\Sigma F}, \quad \text{illetve:} \quad \frac{c}{\Sigma F}.$$

(A 2,2 a gömb és kocka alaknak felel meg, a *c* állandó a valódi szemcsealaknál ettől kissé eltérő.) Az átlagos filmvastagság előbbi képletébe betéve:

$$\delta_á=n \cdot d_á^{0,8}=n\frac{c^{0,8}}{\Sigma F^{0,8}}=\frac{m}{\Sigma F^{0,8}}.$$

A g_b bitumenszükséglet nagysága így az előző képletből adódóan:

$$g_b=\delta_á \cdot \Sigma F=\frac{m}{\Sigma F^{0,8}} \cdot \Sigma F=m \cdot \Sigma F^{0,2}=m \cdot \sqrt[5]{\Sigma F}.$$

Az *m* összevont érték egy kísérleti állandó.

Így tehát *Duriez* igen fontos számítási *képlete* a 100% adalékanyaghoz szükséges g_b% bitumenszükséglet-százalékra, $s_b=1{,}00$ bitumensűrűség mellett a következő [1,2]:

$$g_b\% = m\sqrt[5]{\Sigma F}.$$

A bitumenszükséglet a Duriez-képlet szerint a ΣF kőzúzfelülettel tehát korántsem lineárisan, hanem csak jóval mérsékeltebben, ötödik gyök alatt növekszik. Az m adagolási tényező részben az aszfaltfajta töltőanyag-tartalmától, valamint a kívánt vízzáró-képességtől függ. Gyakorlati szempontból a következő adagolási tényezők alkalmazhatók *Duriez* szerint:

Kötőrétegek, bitumenes alapok esetén:	*m=3,50*
Aszfaltbetonburkolatnál, B-80/100 bitumennél:	*m=3,75*
Repülőtéri vagy nagyon nehéz forgalomra való aszfaltbetonburkolatnál:	*m=4,00*
„Mikrobetonnál" (igen finom adalékanyagnál)	*m=4,50*
Vízzáró csatornaburkolatoknál, vízépítési aszfaltbetonok esetén:	*m=5,0—6,0*

[1] *Arrambid—Duriez:* Liants routiers et enrobés. Dunod, Paris, 1959., Moszkva, 1961.

[2] *Rübjev:* Aszfaltovie betoni, Izd. Viszsaja Skola, Moszkva, 1969.

10.5. ASZFALTKEVERÉK MECHANIKAI VIZSGÁLATA PRÉSELT PRÓBATESTEK VIZSGÁLATA ALAPJÁN

Érdekes megemlíteni, hogy a *Szovjetunióban* az *1967.* évi *GOSZT-12 801-67* szabvány, amely az aszfaltkeverékek vizsgálati módszereit írja le, kétféle mechanikai próbatest-vizsgálatot alkalmaz. Az egyik vizsgálat a *sajtolással*, ill. *vibrálással és sajtolással* előállított próbahengerek nyomószilárdság-vizsgálata +20 °C, +50 °C és 0 °C hőmérsékleteken. A másik vizsgálat a *Marshall*-vizsgálat a már megismert alakjában. A Marshall-vizsgálatokra azonban az 1967. évi szovjet aszfaltbetonszabvány nem ad külön határértékeket, csupán a régebbi idő óta használt próbatestek nyomószilárdságára.

A próbatest készítése. A próbatestek készítésénél előírták a betartandó hőfokokat. Így a meleg eljárásnál:

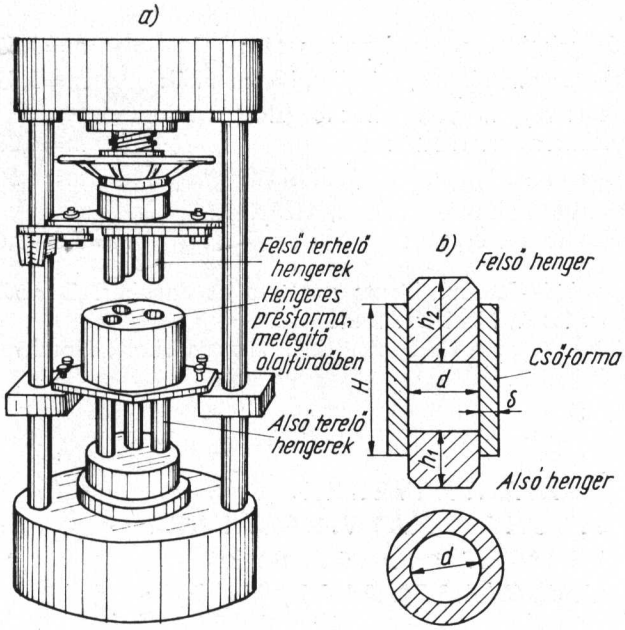
60/90 és *40/60* penetrációjú útépítő bitumenek esetén:

ásványi adalékanyag:	140—160 °C
bitumen:	140—160 °C
aszfaltkeverék a próbatest készítésekor:	130—150 °C

90—130 penetrációjú útépítő bitumennél a fenti határok lefelé módosulnak 10 °C értékkel.

A készítendő próbatestek hengerek, amelyeknek átmérőmagasság viszonyuk: A:m=1:1. Az átmérők nagysága a keverék D_{max} legnagyobb szemnagyságától függ:

D_{max}=5 mm esetén:	A=m=50,5 mm; F=20 cm²
D_{max}=10—15—20 mm esetén:	A=m=71,4 mm; F=40 cm²
D_{max}=40 mm esetén:	A=m=101,0 mm; F=80 cm²



10-2. ábra. Préselt aszfaltpróbatestek előállításához szükséges sajtó az 1967. évi szovjet aszfaltvizsgálati szabvány szerint. *a)* hármas minta, *b)* egyes minta formája

A próbatestek előállításához a 10-2. ábrában bemutatott a) és b) megoldást alkalmazzák. Egy csőhüvelybe vagy három csőhüvelybe alulról és felülről is nyomó-terhelő dugattyúk illenek be, s a bemért aszfaltkeveréket így kétoldalról sajtolják össze. A csőhüvelyeket különben olajfürdő veszi körül, melyet 80—90 °C hőmérsékleten tartanak. Maga a sajtó közönséges törőgép, melyre a fűthető hármas próbatest-mintát teszik. Nagyobb átmérőjű mintáknál csak egy próbatestet sajtolnak. A sajtolásnak két fajtája van:

1. Ha az aszfaltkeverékben a zúzaléktartalom 40% alatt van, akkor a 400 kp/cm² sajtoló nyomást kell 3 percig a próbatestek két oldalára adni egyidőben.
2. 35%-nál nagyobb zúzaléktartalmú aszfaltoknál az ún. kombinált módszerrel történő sajtolást alkalmazzák. Eszerint először csak 0,3 kp/cm² kis terhelést adva a mintát rázó asztalon bevibrálják, percenként 3000 rezgéssel, 0,35—0,40 mm amplitúdóval; három percig. Ezután az előbb ismertetett sajtolóformákba téve a mintákat, újabb 3 percig 200 kp/cm² sajtolásnak vetik alá a próbahengereket.

Az így elkészült próbahengereket a körlapjukon terhelve mérik meg a nyomószilárdságokat +50 °C, +20 °C és ±0 °C hőmérsékleteken, mert az aszfaltbeton-szabványban ezeken a hőfokokon vannak betartandó minimumértékek megadva.

Ezenfelül azonban a sajtolt próbatesteket lehet különböző *B*% bitumenadagolással készíteni, s ekkor ismét lehetőség

10-3. táblázat. Aszfaltbetonok mechanikai tulajdonságaira vonatkozó követelmények az 1967. évi szovjet előírás szerint

(Részlet a GOSZT 9128-67 szabványból)

Minőségi mutatók kopórétegeknél	Előírt értékek az I. márkájú aszfaltbeton kopórétegeknél
1. Ásványi rész hézagtartalma, térf.%	
A és B típusú keveréknél	15—19
C típusú keveréknél	18—22
2. Az aszfalt szabad hézagtartalma (htérf.%)	3,0—5,0
3. Megengedett vízfelvétel legfeljebb, térf.%	
A típusú keveréknél	2,0—5,0
B típusú keveréknél	2,0—3,5
C típusú keveréknél	1,5—3,0
4. Megengedett duzzadás legfeljebb, térf.%	0,5
5. Egyirányú nyomószilárdság, kp/cm²	
a) +20 °C hőmérsékleten legalább:	24
b) +50 °C hőmérsékleten legalább:	
A típusú keveréknél:	9
B és C típusú keveréknél:	10
c) ±0 °C típusú keveréknél:	120
6. Vízállékonysági együttható, min.:	0,90
7. Vízállékonysági együttható hosszantartó vízfelvétel esetében, min.:	0,80

Minőségi mutatók a kötőrétegeknél	Előírt értékek kötőrétegeknél
1. Ásványi váz hézagtartalma, térf.%	16—22
2. Szabad hézagtartalom az aszfaltban, térf.%	5—10
3. Vízfelvétel max. térf.%	3—8
4. Duzzadás max. térf.%	1,5

van az optimális kötőanyagszükséglet meghatározására. Mindegyik próbatestnél feljegyzik, ill. számítják a nyomószilárdságot, az aszfalt-térfogatsúlyt és a számított szabad hézag (h%) vagy a vízfelvétel nagyságát. Ezek az értékek a 10-3. ábra szerint a Marshall-vizsgálathoz hasonló görbéket adnak: a σ és a γ *szilárdság* és *térfogatsúly* egy-egy közeleső maximumértékkel rendelkező görbe szerint változik, míg a *h%* a *B%* növekedtével csökken. A görbékre felrajzolva az előírt értékhatárokat, jól le lehet határolni azt a bitumentartalmat, amely optimálisnak mutatkozik.

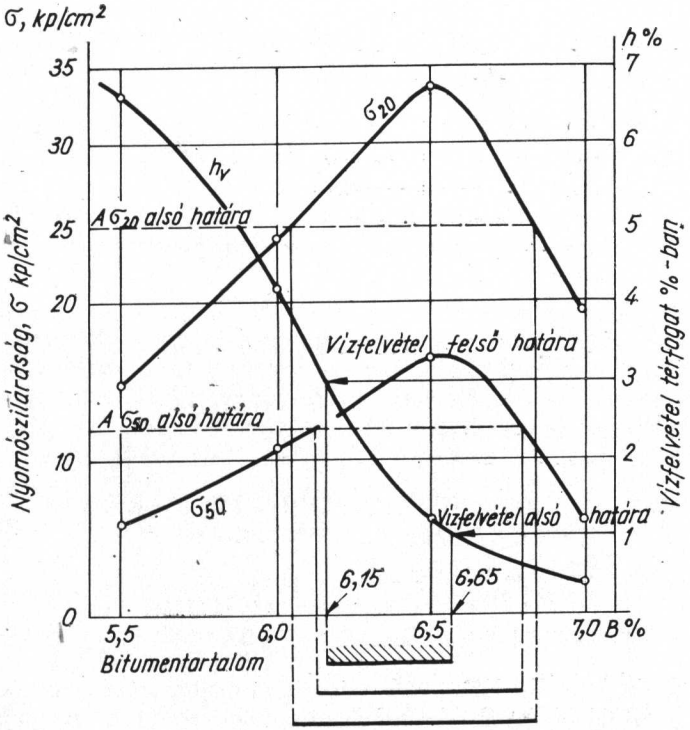
A sajtolt próbatestek készítése nagyobb számban jobb teljesítménnyel végezhető, ez előny. Ezzel szemben áll az a hátrány a Marshall-vizsgálattal szemben, hogy a tömörítés nem dinamikus jellegű.

Megjegyzünk még két szovjet szabványban szereplő minőségi jellemző számot a mechanikai aszfaltvizsgálatnál. Az ún. *vízállékonysági együttható:*

$$K_v = \frac{\sigma_v}{\sigma_{20}}.$$

A tartós vízzel telített próbatest vízállékonysági együtthatója:

$$K_{vt} = \frac{\sigma_{vt}}{\sigma_{20}}.$$



10-3. ábra. Az optimális bitumenszükséglet behatárolása aszfaltbetonoknál, a szovjet laboratóriumi módszer szerint, a préselt próbatestek 20 °C és 50 °C-on mért nyomószilárdságai és a *h%* szabad hézag nagyságának alakulása szerint

ahol σ_{20} kp/cm² a 20 °C hőfokon, száraz állapotban mért nyomószilárdság, σ_v kp/cm² vákuumos vízfelvétel-vizsgálat után mért nyomószilárdság, végül σ_{vt} kp/cm² telítés és 15 napig víz alatt tartott próbán mért nyomószilárdság nagysága. Ezekre az értékekre is határértékeket ad a szovjet aszfaltbetonszabvány (574. oldal).

10.6. KÖTŐANYAGMEGHATÁROZÁS MELEG EXTRAKCIÓVAL

(A 4.7.3. fejezethez, 235. oldal)

Az aszfaltok bitumentartalmának másik, közvetlen módszere a meleg extrakció, a szintén régóta elterjedt *Soxhlet-eljárás* szerint. Ezen az elven készült, eléggé nagyméretű bitumenextrakciós készüléket mutat a 4-114. ábra (235. oldal), amelyet az Aszfaltútépítő Vállalat Aszfaltlaboratóriuma *(Pallós I.)* fejlesztett ki. A készülék előnye, hogy jelentős nagyságú aszfaltmintából képes kivonni a bitument, emellett félig önműködővé teszi a munkát.

A készülékbe egy gondosan megválasztott fajtájú szűrőpapírból, hengermintán ragasztással készült hengeres cső alakú papíredénybe töltjük a pontosan lemért, előzőleg fellazított, aprított aszfaltanyagot. Az így szűrőpapírba burkolt aszfaltmintát behelyezzük a Soxhlet-készülék felső üvegrészébe, amelyben egy túlfolyót és egy szifonleszívócsövet is találunk. A készülék alatt egy elektromos fűtőtesten fűtött lombik, felette egy visszafolyórendszerű hűtő van.

Az extrakció kezdetén a lombikba tett oldószert forráspontján felül hevítjük, így az oldószer gőzei felszállva lecsapódnak a hűtőbe, s onnan megszakítás nélkül, huzamosan a szűrőpapírba burkolt aszfaltmintára folynak. Az állandóan pótlódó meleg oldószer így kioldja a mintából a bitument, a szűrőpapíron keresztül átfolyik *anélkül, hogy az adalékanyag*

10-4. táblázat. Egyirányú nyomószilárdság (kp/cm²) nagysága cementstabilizációnál 7 napos korban a tömörségtől és víztartalomtól függően

(Cementadagolás: 8% C-500 cement)

Relatív tömörségi fok	100%	95%	90%
w=9% ($w_{opt}-5$)	25 kp/cm²	21 kp/cm²	9 kp/cm²
w=14% (w_{opt})	31 kp/cm²	18 kp/cm²	12 kp/cm²
w=19% ($w_{opt}+5$)	25 kp/cm²	10 kp/cm²	6 kp/cm²

10-5. táblázat. Aszfaltbetonok szemeloszlása az 1967. évi szovjet előírás szerint

Részlet a GOSZT 9128-67 szabványról

Szemnagyság mm	Burkolati								
	Folytonos szemnagyságú adalékanyag								
	Közepes szemnagyságú adalék			Finom szemnagyságú adalék					
	A	B	C	A	A	B	B	C	C
0—0,071 mm	4—8	6—10	8—12	4—8	4—8	6—10	6—10	8—12	8—12
0,14	6—10	9—15	12—19	6—10	6—10	8—15	9—15	12—19	12—19
0,315	9—15	14—22	20—28	9—15	9—15	14—22	14—22	20—28	20—28
0,63	12—20	20—29	29—40	12—20	12—20	20—29	20—29	29—40	29—40
1,25	17—28	28—39	39—53	17—28	17—28	28—39	28—39	39—53	39—53
3	26—40	40—45	55—70	26—40	26—40	40—55	40—55	55—70	57—70
5	35—50	50—65	65—80	35—50	35—50	50—65	50—65	65—80	65—80
10	60—70	70—80	81—90	63—75	95—100	75—85	95—100	85—93	95—100
15	78—85	85—91	91—96	95—100		95—100		95—100	
20	95—100	95—100	95—100						
25									
40									
Tájékoztató bitumentart. 100% adalékhoz g%	5—6,5	5—6,5	6,5—7	5—6,5	5—6,5	5,5—7	5,5—7	6—7,5	6—7,5
100% aszfalthoz B%	4,8—6,1	4,8—6,1	6,1—6,5	4,8—6,1	4,8—6,1	5,2—6,5	5,2—6,5	5,7—7,0	5,7—7,0

finom részecskéit is magával vinné. A középső üveghenger-rész a szűrőpapír-patron körül megtelik oldószerrel, majd egy szintet elérve, a szifoncsövön keresztül a bitumentartalmú oldószer visszafolyik a lombikba. A folyamat többször ismétlődik, s addig tart, amíg a szűrőpapír-patronon áthaladt, s körülötte összegyűlt oldószer már teljesen színtelen marad, több bitument nem tud már kioldani. Így minden bitumen feloldva a lombikba került.

Az extrahálást befejezve, a lombikból külön elpárologtatjuk hevítéssel az oldószert, s a maradék bitument szárítószekrényben 50—60 °C-on súlyállandóságig szárítjuk, majd a lombikkal együtt lemérjük a súlyát (G_2). Eredetileg a lombik súlya G_1 volt, így a visszanyert bitumen súlya $G_b = G_2 - G_1$. Mivel az aszfaltminta előzetes, pontosan lemért súlya G_a volt, így a keresett $B\%$ bitumentartalom nagysága egyszerűen:

$$B\% = 100\frac{G_b}{G_a} = 100\frac{G_2 - G_1}{G_a}.$$

A szűrőpapírhengerben maradt adalékanyagot külön 50—60° C-on kiszárítjuk súlyállandóságig, s gondosan elkülönítjük a szűrőpapírtól, különösen ügyelve arra, hogy az adalékanyag finom részei ne menjenek veszendőbe. Ezután az ásványi adalékanyag vizsgálata is megtörténhetik.

10.7. A VÁRHATÓ NYOMÓSZILÁRDSÁG HELYSZÍNI ELLENŐRZÉSE ÉPÍTÉS ALATT CEMENTSTABILIZÁLÁSNÁL

(A 5.4.4. fejezethez, 276. oldal.)

Az Aszfaltútépítő Vállalat Talajlaboratóriuma *[Szutor László]* nemrég egy igen hasznos eljárást dolgozott ki, és alkalmaz sikerrel a cementstabilizációk építés alatti ellenőrzésére vonatkozóan. Az eljárás lényegében azt ellenőrzi, hogy az építéskor alkalmazott cementadagolás, tömörség és víztartalom

kopórétegek						Kötőréteg	Szemnagyság, mm
Lépcsős, kihagyásos adalékanyag (kivételes eset)							
Közepes szemnagyságú adalék		Finom szemnagyságú adalék					
A	B	A	A	B	B		
4—8	6—10	4—8	4—8	6—10	6—10	0—4	0—0,074
8—14	14—22	8—14	8—14	14—22	14—22	2—7	0,14
17—28	28—40	17—28	17—28	28—40	28—40	4—11	0,315
35—50	50—65	35—50	35—50	50—65	50—65	7—18	0,63
35—50	50—65	35—50	35—50	50—65	50—65	10—26	1,25
35—50	50—65	35—50	35—50	50—65	50—65	19—40	3
35—50	50—65	35—50	35—50	50—65	50—65	27—49	5
60—70	70—80	63—75	95—100	75—80	95—100	43—69	10
78—85	85—91	95—100		95—100		55—83	15
95—100	95—100					—	20
						75—100	25
						95—100	40
5—6,5	5—6,5	5—6,5	5,—65	5,5—7	5,5—7	4—6	g_b%
4,8—6,1	4,8—6,1	4,8—6,1	4,8—6,1	5,2—6,5	5,2—6,5	3,8—5,7	B%

együttes hatására a cementstabilizáció előírt 7 napos szilárdsága megegyezik-e az előbbiek szerinti kívánatos $\sigma=20-25$ kp/cm² értékkel. Ha *nagyobb*, akkor valószínűen cementtúladagolásról van szó, ha pedig *kisebb*, akkor cementhiány, vagy pedig túl kis tömörség, esetleg túl nagy víztartalom a hiba. A cementstabilizáció 7 *napos szilárdsága* ugyanis az alábbi jellemző példa szerint (homokos iszaptalaj) igen nagy mértékben függ az elért *tömörségi foktól* és a *víztartalom* nagyságától. (10-3. táblázat.)

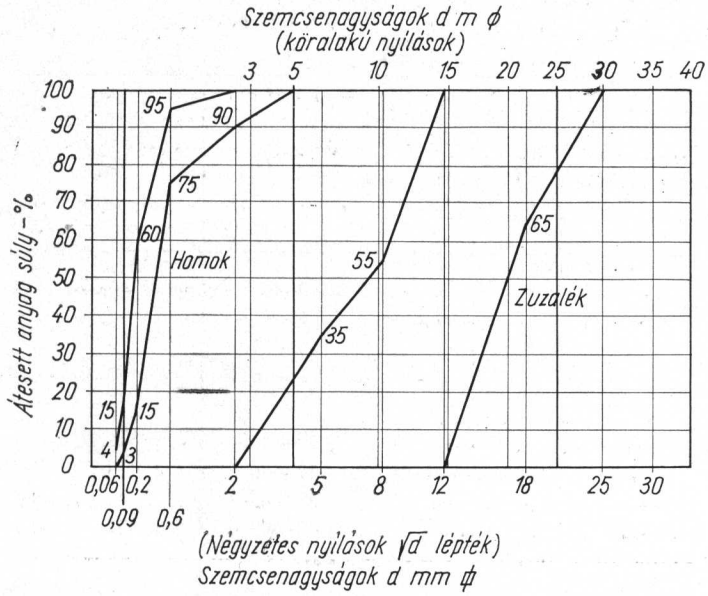
A helyszíni, építés alatti és utáni ellenőrzést a nyomószilárdságnál az nehezíti, hogy a próbahengert a 7 napos helyszíni stabilizációból nem lehet kivenni, mert kiszúróhengerhez már túl szilárd az anyag, magmintafúráshoz pedig túl porló, morzsolódó. Ezért a következő közvetett nyomószilárdsági ellenőrzést ajánlatos lefolytatni:

1. A talajstabilizáció kivitelezése közben, a már megkevert, de még meg nem kötött cementtalajból anyagot vesz a helyszíni laboratórium. Sajtóval kilenc próbahengert állítanak elő, háromféle tömörséggel ($T_r=100-95\%-95\%$). 7 napos korban, a kilenc próbahengert eltörve, meghatározzák (rendszerint koordinátarendszerben feltüntetve) a tömörség (γ_0) és a hétnapos szilárdság (σ_7) közötti grafikus összefüggést, többnyire közel lineáris vonalat.

2. Az építés során, a tömörítési munka befejezésekor a kész cementstabilizációs talajrétegben radioizotópos tömörségmérővel számos helyen mérést végezve, megállapítják a jellemző γ_0 száraz térfogatsúlyt, a tömörség nagyságát.

3. A γ_0 ismeretében, az 1. pont alatt meghatározott grafikus összefüggés alapján meghatározható a cementstabilizációs réteg várható hétnapos egyirányú nyomószilárdsága. Ennek ismeretében megítélhető, hogy az alkalmazott cementadagolás a kívánatos $\sigma_7=20-25$ kp/cm² szilárdsághoz képest kevés, elegendő vagy túl sok, s a tömörítés eléggé hatékony-e.

4. A helyszíni mintavételnél nyert anyag egy részét a laboratóriumban utánakeverik, s csak ezután készítenek belőle próbahengert. Ennek a hétnapos szilárdságát összehasonlítva



10-4. ábra. Az angol *Hot Rolled Asphalt* esetén alkalmazandó természetes homok és zúzalék szemeloszlási határgörbéi. (86,90).

a nem utánkevert próbatételek szilárdságával, jó kép kapható, hogy a talajmarók általi kötőanyag-elkeverés elegendő egyenletes volt-e.

Természetes, hogy ez az eljárás feltételezi azt, hogy a helyszíni stabilizált talajréteg utókezelése hatékony, s megfelel a laboratóriumban tárolt hengerek utókezelésének.

Igen figyelemreméltóak és nagy gyakorlati fontosságúak azok a vizsgálatok és kísérletek, hogy a helyszíni anyagból készített próbatesteket *gőzöléssel 1 nap alatt megszilárdítsák és el is törjék*, megteremtve ugyanakkor a σ_7 hétnapos szilárdság és a σ_1 egynapos gőzölés utáni szilárdság értékei között adódó korrelációt. Ezzel a módszerrel ugyanis lehetségessé válnék, hogy a hosszabb stabilizálási munkáknál *már másnap eredményt látva*, még idejében növelni (esetleg csökkenteni) lehessen a cementadagolás értékét. A tömörség értékét az izotópos műszerek ugyanis azonnal megadják.

10.8. AZ 1967. ÉVI SZOVJET ASZFALTBETON-SZABVÁNY

(A 6.2.1.4. fejezethez, 312. oldal.)

Az 1967. évi szovjet aszfaltbeton-szabványból csak a minket leginkább érintő, úti-bitumennel készített, I. márkájú (jó minőségű adalékanyaggal készített) keverékeket ismertetjük szemelvényesen. A fő keveréktípusok a következők:

Típus:

A: Zúzalékdús, 50—65% zúzalékkal,
B: Közepes zúzaléktartalmú, 35—50% zúzalékkal,
C: Zúzalékszegény, 20—35% zúzalékkal.

A kellő érdes felületet, jó csúszásellenállást az *A* típusnál a sok zúzalék, a *B* típusnál a természetes helyett zúzott homok alkalmazása, a *C* típusnál pedig utólag behengerelt impregnált érdesítő zúzalék biztosítja. A kopórétegek és a kötőréteg szemeloszlásait a 10-4. *táblázat* mutatja, a bitumenszükséglet tájékoztató értékével. Kivételesen alkalmazhatók a lépcsős, kihagyásos szemeloszlások is, ha az 1,25—5 mm közötti finom zúzalék beszerzése nehézségekbe ütközik. Igen érdekes a *19-5. táblázat*, amelyben az aszfaltbeton rétegek mechanikai tulajdonságaira vonatkozó követelmények szerepelnek. Jellegzetes, hogy az értékek a sajtolással készített próbahengerekre vonatkoznak, ahol a stabilitást az egyirányú nyomószilárdság mutatja (lásd a 574. oldalt.)

10.9. AZ ANGOL HOT ROLLED ASPHALT ASZFALTTECHNOLÓGIAI TULAJDONSÁGAI

Az 1960-as évek második felétől egymás után a svéd, francia, holland, majd német szervek tanulmányai kimutatták, hogy az Angliában kialakult, s empirikus úton már régóta alkalmazott, s igen jól bevált ún. „*Hot rolled asphalt*" bizonyos fajtái a *nehéz szöges abroncsos forgalom* hatásának is hosszú ideig ellenállnak, s igen kedvező élettartamuk mellett igen nagy és hatékony geometriai érdességet is felmutatnak.

Mivel ez az aszfaltbeton az utolsó években az európai kontinensi országokban kissé drágább volta mellett is terjed jó tapasztalatokkal, amellett aszfalttechnológiai felépítésének alapelvei eléggé eltérőek az eddig tárgyalt aszfaltbetonfajtáktól, érdemes külön foglalkozni ezzel az aszfaltburkolati fajtával.

10.9.1. Az angol empirikus előírások

Az Angliában nagymértékben elterjedt *Hot Rolled Asphalt*, azaz „forró hengerelt aszfalt" egy hagyományos összefoglaló elnevezése a majdnem teljesen empirikus úton kialakult angol aszfaltbetontípusnak, melynek részletezett előírásait az *1961.* évi *British Standard 594* foglalja össze. (lásd később az 581. oldalt).

Jellegzetességei a következők [86, 88, 90.]

1) Tapasztalat és még a múlt századi *Richardson*ra visszanyúló hagyomány alapján az aszfaltbeton adalékanyagát három frakcióból állítják össze:

a) *Mészkőliszt* vagy portlandcement töltőanyag d<0,076 mm,

b) *Természetes tiszta finom homok*, 0,074—2,4 mm szemnagysággal, amelynél a d=0,63 szemnagyságnál kisebb, finomabb a homok tömegének 75—95 %-a; a homok szemeloszlásának a betartása a tapasztalat szerint igen fontos

c) *zúzalék, durva szemnagyság* ált. 8—18 mm között úgy, hogy a 2/5 és 5/8 frakciók hiányoznak. A zúzalékok szemeloszlási görbéje bár adott, de ennek pontos betartása jóval kevésbé fontos.

Az alkalmazandó homok és zúzalékok saját szemeloszlási határgörbéi a 10-4. ábrában és a 10-4. táblázatban láthatók. A durva szemnagyságú frakció (d>2 mm, azaz d>8 mm) mennyisége annál kisebb, minél vékonyabb a fektetendő aszfaltréteg kívánt vastagsága, az alábbi táblázat szerint:

1 coll=2,5 cm esetén:	0—25%	durva frakció
$1^1/_4$ coll=3 cm esetén:	15—30%	durva frakció
$1^1/_2$ coll=4 cm esetén:	30—45%	durva drakció
$1^3/_4$ coll=4,5 cm esetén:	35—45%	durva frakció
2—3 coll=5—7,5 cm esetén:	45—55%	durva frakció

Az aszfalt összetevőit nem az összekevert, kész adalékanyag határgörbéivel, hanem a fenti három adalékanyag és a bitumen szükséges súlyarányának a megoldásával rögzíti a 10-5. táblázatban a szabvány bizonyos szűkebb határok között, attól függően, hogy a durva szemnagyságú zúzalék az előbbiek szerint hány % legyen. (Az így összetevődő adalékanyag szemeloszlási görbéje nem folytonos, hanem *kihagyásos, lépcsős szemeloszlási görbe* a 2—8 mm közötti szemnagyságok hiánya miatt).

3. Az alkalmazandó bitumen-súlyarány értékét minden adalék-összetételhez viszonylag szűk határok között megadják az angol összetételi előírások. A bitumenszükséglet ált. 3—4%-kal, tehát jelentősen nagyobb, mint a hasonló D_{max} szemnagyságú aszfaltbeton esetén. A viszonylag sok bitument a töltőanyag és a nagy mennyiségű finom homok veszi fel, s így nagy mennyiségű habarcs képződik.

4. A kellő stabilitást úgy biztosítják még, hogy az alkalmazandó bitumen kötőanyag keménysége viszonylag jóval nagyobb, penetrációja viszonylag jóval kisebb, mint a kontinensen szokásos aszfaltbeton esetén.

Így *B-30/40*, azaz 30—40 mm/10 penetrációjú útépítő bitument alkalmaznak az igen nagy és nehéz forgalmú utaknál elsősorban ott, ahol különösen meleg nyárra lehet számítani.

B-40/60, azaz 40/60 pen. bitumen alkalmas általában főútvonalakra, szélsőséges hőmérsékletek nélkül,

B-60/80, azaz 60/80 pen. bitumen alkalmas könnyű forgalomra, főleg, ha klíma nyáron is hűvös, nedves (Észak-Anglia, Skócia).

A bitument többnyire tisztán használják, Angliában az állandó nedvesség miatt néha keverik trinidadi bitumennel, vagy kátrányszurokkal. A kontinensen épített *Hot Rolled Asphalt*-szakaszok, és számos szakértő szerint az európai kontinens országainak klímájánál a tiszta útépítőbitumenek használata teljességgel elegendő. (A Trinidadi Epurét (131. oldal) hirdető vállalati érdekű híradások a trinidadi epüré és *B-200* útibitumen 50—50%-os keveréséről írnak, ebből adódik egy *B-40/60* szerű bitumen [93]).

5. Ha a durva zúzalék aránya 45% vagy ennél magasabb, akkor a zúzalékdús aszfalt felülete önmagában is viszonylag kellően érdes. Ha viszont — és ez ma a túlnyomórészt előforduló gyakorlati eset — a 3 vagy 4 cm vastag kopórétegben a durva zúzalék aránya 45%-nál kisebb (többnyire *30—35%*), akkor a felületet az építés során *impregnált érdesítő zúzalékot behengerelve* igen hatékonyan érdesítik. Az alkalmazott kiváló minőségű érdesítő zúzalék szemnagysága és mennyisége:

8/12 mm-es zúzaléknál: $9{,}4 \pm 0{,}7$ kg/m²

12/18 mm-es zúzaléknál: $12{,}2 \pm 1{,}2$ kg/m².

A zúzalék magas szilárdságú, jó alakú, max. 10% határ feletti és max. 25—30% határ alatti szemnagyságú lehet csak. A polírozódással szemben különösen ellenálló kőzet szükséges, az angol előírás a *P-SRT=59—62* közötti polírozás utáni ingás csúszásellenállási értéket kívánja meg (572. oldal).

Az érdesítő zúzalékot a beépítési szünetekben a keverőgépben előregyártva impregnálják, azaz régebben 1,5—2,5% úti-bitumennel és 1,5—2,5% mészkőliszttel keverték össze. Újabban mészkőliszt nélkül, csak $1{,}3 \pm 0{,}3$% kisebb mennyiségű 40/60 esetleg 60/80 penetrációjú úti-bitumennel keverik. Az impregnált zúzalék szórható kell legyen.

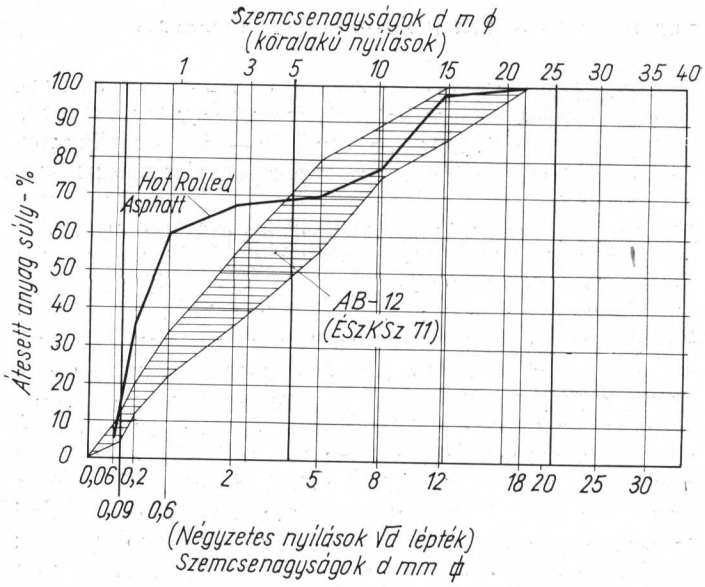
Az impregnált érdesítő zúzalékot a korszerű finiser által már előtömörített aszfaltra lehetőleg gépi úton, igen egyenletesen és pontos adagolásban kell elosztani. A kézi szórás rendszerint egyenlőtlen, a *Road Research Laboratory* által kifejlesztett önjáró *Bristowes*-zúzalékszóró géppel (Franciaországban Beugnet géppel) viszont a munka minősége kiváló.

6. Az aszfaltbeton finiserrel való elterítése és előtömörítése, valamint az impregnált érdesítő zúzalék gépi (esetleg kézi) egyenletes elszórása után általában 8—10 tonnás acélhengerlőjű úthengerrel hengerlik be. A hengerlési, tömörítési munka itt igen hatékony és könnyű, s az *ilyen habarcsdús aszfalt igen hamar és jól tömörödik*, annyira, hogy az angol előírás nem is ad határértéket, vagy ellenőrzési utasítást a tömörségmérésre.

7. Az elkészült tömör érdesített aszfaltbeton felületébe az érdesítő zúzalék szemei teljesen benyomódtak úgy, hogy csak kb. 1—1,2 mm magasságú részük áll ki. Jóminőségű, nehezen polírozódó zúzalék esetén egy időben is tartós geometriai érdesség, tartós és nagy csúszásellenállás biztosítható. Az angol előírások *SFC=0,50* oldalirányú súrlódási tényezőt követelnek meg, 50 km/ó sebesség mellett, ami kb. 0,6—0,7 mm geometriai érdességi mélységnél érhető el.

Az így előállított aszfaltburkolat ma már számos ország tapasztalata szerint igen kedvező, mert egyrészt nagy sebességek mellett is kellő érdességű, nagy élettartamú, nagyon ellenállóképes és különösen jól áll ellen a szöges abroncsok igen veszedelmes rongáló hatásának.

A zúzalékkal érdesített, angol rendszerű *Hot Rolled Asphalt* jó tulajdonságait és előnyeit kb. 15—20%-kal nagyobb árral lehet biztosítani a szokásos aszfaltbetonnal szemben. A többletköltség egyrészt a keményebb és több bitumen, a külön impregnált és különösen jóminőségű érdesítő zúzalék beszerzésében, s a gondos szervezést és külön zúzalékszórógépet kívánó zúzalékos érdesítésben rejlik. Ugyanakkor megtakarítások is jelentkeznek: zúzott homokra és 2/8 frakciójú zúzalékra nincsen szükség (hiánycikkek), a finom homok hazánkban is jól beszerezhető, a tömörítésre elegendő 1 vagy max. 2 henger, a tömörítési munka kisebb.



10-5. ábra. Az angol *Hot Rolled Asphalt*, azaz a zúzalékkal érdesített homokaszfalt lépcsős, kihagyásos szemeloszlása összehasonlítva a hazai folytonos szemeloszlású AB-20 aszfaltbetonnal.

10.9.2. Az angol rendszerű és a szokásos aszfaltbeton közötti aszfalttechnológiai különbségek

Az angol *Hot Rolled Asphalt*ot hazánkban találóan „*zúzalékkal érdesített homokaszfalt*"-nak lehetne nevezni. Lényegének megértéséhez segít, ha éppen a jellegzetes eltéréseket, különbségeket vesszük sorra a hagyományos folytonos szemeloszlású, kontinentális (pl. hazai) aszfaltbeton burkolathoz viszonyítva. A fő különbségek:

1. Az adalékanyag lépcsős szemeloszlása a 2—8 mm közötti frakció hiánya (10-5. ábra).
2. A homokfrakciónál csak természetes homok, mégpedig igen finom, aprószemű homok alkalmazása, zúzott homok nélkül.
3. Igen kevés, csak 30%-nyi zúzalék alkalmazása, az is főként 8 mm felett.
4. Viszonylag nagymennyiségű és jóval keményebb bitumen alkalmazása
5. Igen magas aszfalthabarcstartalom, amely a 30—35%-nyi zúzalékot annyira körülveszi, hogy azok szinte úsznak, s nem érintkeznek egymással a habarcsban.
6. A durván 10 kg/m² körüli mennyiségű impregnált érdesítő zúzaléknak az építés során az előtömörített felületbe való teljes és könnyen végrehajtható benyomása, betömörítése.

Látható a különbségekből, hogy ez az aszfaltfajta a célt egy a szokásos aszfaltbetontól teljesen eltérő és más, de szintén lehetséges és jónak bizonyult úton éri el. A *kellő geometriai érdességet* és jó csúszásellenállást biztosító, utólag behengerelt érdesítő zúzalékot éppen azért tudja a keverék véglegesen és kipergés nélkül befogadni, mert zúzalékszegény és nem folytonos, hanem hiányos szemeloszlású, s a habarcstartalom igen nagy, emellett a tömöríthetőség a csak természetes homok miatt igen kedvező.

A *kellő élettartamot és ellenállóképességet* a viszonylag magas bitumentartalom, ill. magas aszfalthabarcs-tartalom tudja biztosítani; a magas bitumentartalmat jelentős mértékben az igen finom szemű és nagymennyiségű természetes homok teszi lehetővé. Természetes, hogy a kellő stabilitás az ellenállóképesség feltétele; ezt a viszonylag kevés zúzalék és a folytonos szemeloszlás hiánya ellenére is jól biztosítja az aszfalthabarcsban a viszonylag kemény, kisebb penetrációjú bitumen alkalmazása. Így a vizsgálatok általában 700—800 kp feletti, nagymértékű Marshall-stabilitást mutatnak, amellett, hogy a szabad hézagok nagysága 2—3% körül marad. Ez a szabad hézagtartalom azonban különösen kis nagyságú pórusokból tevődik össze a nagymennyiségű aszfalthabarcsban, s így ez sokkal kevésbé okozhat vízfelvételt, fagyási károsodást, vagy éppen vízáteresztést.

10.9.3. A Hot Rolled Asphalt újabb fejlődése

Az utolsó fél évtizedben, amikor a szöges abroncsok Európában rohamosan elterjedtek, s az észlelt nagy burkolatkárosodásak ellen a küzdelem megindult, az 1961. évi *Hot Rolled Asphaltra* vonatkozó *BS 594* előírásainak szűkítése, a legalkalmasabb variációk kiválasztása is megtörtént; emellett a kontinensen való elterjedés magával hozta a tisztán empirikus tervezési módszerek mellé a *Marshall eljárás*sal való laboratóriumi ellenőrzés alkalmazását is.

Kb. 1966. előtt a legtöbb *Hot Rolled Asphalt*ot 5—6 cm vastagságban, s ennek megfelelően maximális, 55% zúzaléktartalommal és ezért utólagos behengerelt érdesítő zúzalék nélkül építették. Ezzel szemben 1966. után főként a szöges abroncsok elleni sikeres védekezés hatására, valamint a tökéletes vízzárás biztosítása érdekében a kötőrétegre tett kopóréteg már csak 4 cm vastag (100 kp/m²), és csak *30% zúzaléktartalmú*, s ennek megfelelően az impregnált érdesítőzúzalék behengerlése általánossá vált. Az 1961. évi szabvány még sok lehetőséget tartalmazó táblázatából *1969-ben* a *Ministry of Transport, Scottish Developpement Department, Welsh Office* az alábbi általánosan alkalmazott összetételt írta elő;

Zúzalék 2,4 mm-nél nagyobb (8/12 mm)	30%
Homok 0,076—2,4 mm között	50,2—53,2% között
Töltőanyag 0,076 mm alatt	8,9—10,9% között
Bitumen kötőanyag (B40/60)	7,9—8,9 % között

A legfontosabb, hogy a finom homok szemeloszlása jól feleljen meg a szabvány 10-4. ábrában már közölt szemeloszlási görbének. 2/5 és 5/8 mm-es zúzalékra nincsen szükség, a keverékhez általában csak 8/12 mm nagyságú egyetlen frakciót használnak. Az érdesítő zúzalék nagysága ismét 8/12 mm-es, csak 1,3 ± 0,3% mennyiségű bitumennel való előzetes bevonással. A beépítés, elterítés után a gépi úton egyenletesen elszórt impregnált érdesítő zúzalék mennyisége: 9,4 ± 0,7 kg/m².

Az 1961. évi eredeti előírásnak még egy nehézsége volt az alkalmazásnál: a megadott határok közötti bitumenadagolások eredményezhettek kissé túl sovány és kissé túl zsíros keverékeket is elsősorban attól függően, hogy a töltőanyag és a homok adott szemeloszlása (a határgörbéken belül) éppen milyen volt, amellett a szemcsék felületi minősége és alakja hogyan alakult. Erre nézve az 1961. évi szabvány nem adott utasítást (noha a megadott bitumenadagolási határok azért

10-6. táblázat. Homok és zúzalék előírt szemeloszlási görbe-határai a Hot Rolled Asphalt esetén az 1961. évi BS 594 angol szabvány szerint

Négyzetes szitaméretek mm-ben			British Standard szerinti szitaméretek inc és mm-ben			
mm	Homok %	Zúzalék %	Inch. v. Nº	mm	Homok	Zúzalék
0,075	0— 4	—	200	0,076	0—4	—
0,09	3—15	—	—	—	—	—
0,2	15—60	—	72	0,21	15—60	—
0,6	75—95	—	25	0,60	75—95	—
2	90—100	0	7	2,4	94—100	0— 5
5	100	0—35	3/16''	4,8	100	0—35
8	—	0—55	3/8''	9,5	—	0—60
12	—	0—100	1/2''	12,7	—	0—100
18	—	65—100	3/4''	19,1	—	65—100
25	—	100—	1''	25,4	—	100—

10-7. táblázat. Hot Rolled Asphalt összetétele az 1961. évi British Standard 594 szerint

Táblázat száma	Durva szemek >2,4 mm Súly, %	Bitumen Súly, %		Töltőanyag <0,076 mm Súly, %		Finom homok 0,076—2,4 mm Súly, %	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
1. Közepes klíma	0	9,8	10,8	12,0	14,0	75,2	78,2
	15	8,6	9,6	10,0	12,0	63,4	66,4
	20	8,2	9,2	9,3	11,3	59,5	62,5
	25	7,8	8,8	8,6	10,6	55,6	58,6
	30	7,4	8,4	7,9	9,9	51,7	54,7
	35	7,0	8,0	7,2	9,1	47,9	50,8
	40	6,6	7,6	6,4	8,4	44,0	47,0
	45	6,2	7,2	5,8	7,8	40,0	43,0
	50	5,8	6,8	5,1	7,1	36,1	39,1
	55	5,4	6,3	4,4	6,4	32,3	35,2
2. Kedvezőtlen nedves klíma	0	10,8	11,8	14,0	16,0	72,2	75,2
	15	9,6	10,6	12,0	14,0	60,4	63,4
	20	9,2	10,2	11,3	13,3	56,5	59,5
	25	8,8	9,8	10,6	12,5	52,7	55,6
	30	8,4	9,4	9,9	11,8	48,8	51,7
	35	8,0	9,0	9,1	11,1	44,9	47,9
	40	7,6	8,5	8,4	10,4	41,1	44,0
	45	7,2	8,1	7,8	9,8	37,1	40,0
	50	6,8	7,7	7,1	9,1	33,2	36,1
	55	6,3	7,2	6,4	8,4	29,4	32,3

10.8. táblázat. Példák a Hot Rolled Asphalt-ból kivett próbatestek összetételére és mechanikai tulajdonságaira [90]

Minta száma	1	2	3
Szemeloszlás			
0 —0,09 mm %	14,2	15,0	17,0
0,09—0,2 mm %	21,6	20,6	19,0
0,2 —0,63 mm %	24,9	24,2	26,6
0,63—2 mm %	5,2	8,4	5,8
2 —5 mm %	1,3	1,7	1,5
5 —8 mm %	7,2	7,2	8,2
8 —12,5 mm %	23,4	19,3	20,9
12,5 —18 mm %	2,2	3,6	1,0
Kötőanyagtartalom %	8,1	8,6	9,1
Bitumen lágyuláspont °C	54	52	55
Marshall próbatestek			
Stabilitás 60 °C (kp)	1050	860	920
Folyási érték mm/10	35	43	50
Térfogatsúly (g/cm^3)	2,31	2,32	2,34
Sűrűség (g/cm^3)	2,40	2,37	2,36
Szabad hézagtartalom (térf. %)	3,8	2,1	0,8

elég szűkek voltak). A *Marshall* eljárásról még 1958-ban *Broome* és *Please* kimutatták, hogy eredeti formájában nem alkalmazható ennél az aszfalttípusnál, mert a gyakorlattal össze nem férő túl sovány keverékeket eredményez. A kérdést 1967-ben *Price* (89) oldotta meg, két ütemben alkalmazva és módosítva a *Marshall*-féle eljárást:

a) először a zúzalék nélküli homokaszfaltkeveréket kell összeállítani a 61. évi szabványban előírt homok és töltőanyagarányok, valamint a szemeloszláshatárok betartásával, s a bitumen adagolás változtatásával a *Marshall*-eljárás már ismert módszere szerint meg kell állapítani a homokaszfaltkeverék optimális bitumenszükségletét. (B'%).

b) A teljes, 30%-os zúzalékmennyiséget tartalmazó *Hot Rolled Asphalt B%* bitumenszükséglete éppen 2,3 %-kal nagyobb, mint a homokaszfaltkeverék *Marshall*-módszerrel megállapított optimális bitumenszükséglete:

$$B\% = (B' + 2{,}3)\%.$$

Megemlítjük azonban, hogy az utóbbi években számos európai országban létesített, behengerelt zúzalékkal érdesített homokaszfalt (Hot Rolled Asphalt) építéseiről szóló beszámolók szerint egy teljes Marshall vizsgálat elvégzése a következő munkamódszer szerint történik [90, 92]:

A már ismert angol szabványelőírások alapján gondosan kiválasztják, esetleg két komponensből összeállítják az alkalmas szemeloszlású finom homokot, majd az előírásnak megfelelő közepes mennyiségű arányokkal, közepes bitumenadagolással előállítják az aszfaltkeveréket (a 30% zúzalékkal együtt). Ezután a keverékből *Marshall*-próbatesteket készítenek, majd ezeknek megállapítják sorra a *h*% szabad hézagát, térfogatsúlyát, aszfaltsűrűségét, stabilitását és folyási értékét. Ha ezek kielégítő értéket mutatnak (általános eset), akkor nem kell tovább vizsgálni. Ellenkező esetben az előbb említett *Price* eljárást lehet alkalmazni.

Hogy milyen értékek adódnak, jól látható a 10-8. táblázatban, ahol három *Hot Rolled Asphalt*-minta összetétele és a belőlük készült Marshall-próbatestek adatai vannak feltüntetve (90). Látjuk, hogy bármelyik összetétel kedvező, hiszen a *h*% szabad hézagok alacsonyak, s a stabilitás-értékek pedig igen magas előnyös értéket mutatnak.

IRODALOM

[86] Specification for Rolled Asphalt, BS 594, 1961

[87] Specification for Road and Bridge works Ministry of Transport, 1969.

[88] Bituminous Materials on Road Construction Road Research Laboratory, London, 1962

[89] *Price:* The Effect of Different Sands on Hot Asphalt. The Journal of the Inst. of Asphalt Technology 1967. 3. 5—12.

[90] *Schmidt—Hanig:* Eigenschaften und Zusammensetzung des englischen Hot Rolled Asphalt. Bitumen, 1969. 8. 237.

[91] *Praksch:* Englischer Walzasphalt oder deutscher Asphaltbeton? Bitumen-Teere-Asphalte, 1970. 4. 163.

[92] *John—Lehdrich:* Erfahrungen mit den englischen Hot Rolled Asphalt in deutschland, Bitumen, 1970. 5. 124.

[93] *Kloss:* Hot Rolled Asphalt. (Studienreise) Bitumen, Teere, Asphalte, 1970. 7. 304; Strasse und Verkehr. 1970. 11. 626; Strassen und Tiefbau 1970. 8. 676.

[94] *Vivier:* Le beton bitumineux clouté de l'autoroute A 1. dans le Pas de-Calais. Bull. Liaison Labo. Routiers, P. et Ch. 1970. Mai-Juin, No. 45.

RÉSZLETES TARTALOMJEGYZÉK

1. GÉPJÁRMŰVEK IGÉNYEI AZ ÚTBURKOLATOKKAL SZEMBEN 9

1.1. A közlekedésbiztonság és a forgalom követelményei a burkolatfelületek minőségével szemben 9

1.2. Útburkolatok felületi érdessége 10

1.2.1. A súrlódási tényező alakulása a burkolaton 10

1.2.2. A burkolatfelület geometriai érdességének szerepe és mérése 13

1.2.3. Vontatott mérőkerékkel végzett érdességmérések útburkolatokon 16

1.2.4. Csúszás-ellenállás mérése ingás készülékkel 20

1.2.5. A csúszó súrlódási tényezők időbeli változása és irányértékek a burkolatok megítélésére 23

1.3. Útburkolatok felületi egyenletessége 24

1.3.1. A felületi egyenletesség hatása a gépjármű üzemére 24

1.3.2. A felületi egyenletesség geometriai mérési eszközei 27

1.3.3. A felületi egyenletesség dinamikai mérési lehetőségei 31

1.3.4. Követelmények és előírások az útburkolatok egyenletességére 31

1.4. Útburkolatok felületének fényvisszaverő-képessége 32

1.5. Útburkolatok felületének használhatósági indexe 34

Irodalom 36

2. AZ ÚTPÁLYASZERKEZET FELÉPÍTÉSE ÉS TEHERBÍRÓKÉPESSÉGE 37

2.1. A pályaszerkezet felépítése és anyagai 37

2.1.1. Alapkövetelmények a pályaszerkezetekkel szemben 37

2.1.2. A pályaszerkezet felépítése és rétegeinek megnevezése 37

2.1.3. A pályaszerkezetek fő anyagai 39

2.2. A teherbíró-képesség mérése a földművön és a pályaszerkezeti rétegeken 40

2.2.1. Teherbíró-képességi mérések célja és fajtái 40

2.2.2. A CBR vizsgálat és jellemző adatai 40

2.2.3. A tárcsás vizsgálat és jellemző adatai 42

2.2.4. Behajlásmérés útburkolaton 44

2.2.5. Tárcsás behajlásmérés földművön és az ágyazaton ... 47

2.2.6. A teherbíró-képességi jellemzők közelítő összefüggése 48

2.3. A forgalom, a tengelysúlyok nagyságának hatása az útpályaszerkezetekre 48

2.3.1. A burkolat élettartamának és a forgalomnak az összefüggése 48

2.3.2. Az AASHO útkísérletek és fő eredményeik 49

2.3.3. A nehéz tengelysúlyok hatása és átszámítása egységtengelysúlyra 53

2.3.4. A forgalomnagyságok és forgalmi kategóriák értelmezése a pályaszerkezet szempontjából 55

2.4. A hajlékony pályaszerkezet és rétegeinek egyenérték-vastagságai 56

2.4.1. A vastagsági méretmegállapítások lehetséges alapelvei 56

2.4.2. A pályaszerkezeti rétegek egyenérték-tényezői 57

Irodalom 58

3. AZ ÚTÉPÍTÉS IGÉNYEI A FÖLDMŰVEKKEL SZEMBEN 59

3.1. Utak földműveihez felhasználható talajfajták 59

3.1.1. Útépítésben használatos talajosztályozások 59

3.1.2. Utak földműveinek építéséhez felhasználható talajfajták 63

3.2. Tömörségi követelmények az utak földműveinél 63

3.2.1. A tömörítés szükségességének okai 63

3.2.2. A talaj tömörsége és a száraz térfogatsúly 64

3.2.3. A tömörséget befolyásoló főbb tényezők hatása 65

3.2.4. Az optimális víztartalom és a legnagyobb száraz térfogatsúly gyors közelítő meghatározása 69

3.2.5. Tömörségi előírások az utak földműveire 70

3.2.6. A tömörség és a teherbíró-képesség összefüggése földművekben 71

3.3. Tömörítőgépek kiválasztása és próbatömörítés utak földművein 73

3.3.1. Tömörítőgépek optimális kiválasztása talajfajták szerint 73

3.3.2. Próbatömörítés előkészítése és végrehajtása 75
3.3.3. A gazdaságos tömörítési mód meghatározása 77

3.4. A tömörség és teherbíró-képesség ellenőrzése utak földműveinek építésekor 78

3.4.1. A tömörség közvetlen helyszíni hagyományos mérési módjai 78
3.4.2. Tömörség és nedvességmérés radioizotópokkal 79
3.4.3. A tömörség és a teherbíró-képesség ingadozásának nagysága 81

3.5. Talajjavítás szükségessége és módja utak földműveinek építésekor 82

3.6. Hídfők mögötti háttöltés—süllyedés megelőzése 83

3.7. A védőréteg építése a földmű felső szintjén 85

3.7.1. A védőrétegek gyakorlati alkalmazásának alakulása 85
3.7.2. A védőrétegek víztelenítése 86
3.7.3. A védőrétegek anyaga, tömörítése és teherbíró-képessége 87
3.7.4. Stabilizáció alkalmazása védőrétegekben 90
3.7.5. Bitumenmembránok alkalmazása védőrétegek esetén 91
3.7.6. Hőszigetelő műanyagrétegek alkalmazása a védőrétegben 91

Irodalom 92

4. ASZFALTANYAGOK ÉS VIZSGÁLATAIK 95

4.1. Bitumenes kötőanyagok az útépítésben 95

4.1.1. A bitumen eredete, fajtái és összetétele 95
4.1.2. A bitumenek gyártása 98
4.1.2.1. Desztillációs eljárás 98
4.1.2.2. Bitumengyártás fúvatással és keveréssel 99
4.1.3. A bitumen minősítő vizsgálatai és jellemzői 100
4.1.3.1. Az alapvető fizikai vizsgálatok 100
4.1.3.2. A kémiai jellegű azonosítási vizsgálatok 104
4.1.3.3. A minősítő vizsgálatok összefüggései és értékelése 104
4.1.3.4. Az azonosító vizsgálatok értékelése 106
4.1.4. A bitumen viszkozitása és hőmérséklete 107
4.1.4.1. A bitumen abszolút viszkozitása 107
4.1.4.2. A penetráció mint relatív viszkozitás-jellemző 109
4.1.4.3. A penetrációs index 111
4.1.4.4. A szivattyúzási, keverési és permetezési viszkozitás 112
4.1.5. Az útépítő bitumenek és a szabványok 113
4.1.5.1. A hazai útépítő bitumenszabvány 113
4.1.5.2. Külföldi fontosabb útépítő bitumenszabványok 114
4.1.5.3. Az útépítő bitumenek javítóanyagai 114
4.1.5.4. Úti bitumenek szállítása és tárolása 117
4.1.6. A higított bitumenek 119
4.1.6.1. A higított bitumenek lényege 119
4.1.6.2. Higított bitumenek minősítő vizsgálatai 119
4.1.6.3. Szabványos hígított bitumenek 122
4.1.7. A bitumen tapadása a kőanyaghoz 124
4.1.7.1. A bitumen tapadásának körülményei 124
4.1.7.2. Tapadásjavító szerek és tapadásvizsgálat 125
4.1.8. Bitumenemulziók 126
4.1.8.1. A bitumenemulziók fajtái és alkalmazási körük 126
4.1.8.2. A bitumenemulziók fizikai-kémiai felépítése 126
4.1.8.3. A bitumenemulziók gyártása 128
4.1.8.4. A bitumenemulziók vizsgálata 129
4.1.9. Természetes bitumenek 131

4.2. Kátrányos kötőanyagok 132

4.2.1. A kátrány mint útépítési kötőanyag 132
4.2.2. A hazai útikátrányok 133
4.2.3. Kátrány—bitumen-keverék 133

4.3. Ásványi adalékanyagok 134

4.3.1. Az ásványi adalékanyagok fajtái 134
4.3.2. Adalékanyag-halmazok minőségi vizsgálatai 134
4.3.2.1. A szükséges vizsgálatok jellege 134
4.3.2.2. A zúzottkő kopószilárdság-vizsgálata Devaldobban 135
4.3.2.3. Zúzalék aprózódási vizsgálat Los Angeles-géppel 136
4.3.2.4. Kristályosítási próba 137
4.3.2.5. Szemnagyság és szemcsealak-vizsgálatok 138
4.3.2.6. Agyag-iszap szennyeződés, homokegyenértékvizsgálat 141
4.3.2.7. Belső súrlódás, kifolyási érték vizsgálata 142
4.3.2.8. Halmaztérfogatsúly meghatározása 143
4.3.3. Szabványos adalékanyagok 143
4.3.3.1. Zúzottkő termékek 143
4.3.3.2. Töltőanyagok (mészkőlisztek) 146
4.3.3.3. Természetes homok és kavicsos homok 147
4.3.3.4. Kohósalakkő az útépítésben 148
4.3.3.5. Az adalékanyagok szállítása és tárolása 148
4.3.4. Zúzottkőtermékek előállítása a kőbányákban 148
4.3.4.1. Gépesített állandó kőbányaüzem munkája ... 149
4.3.4.2. Kőtermelés az építési hely közelében nyitott kőnyerőhelyről 152
4.3.5. Az útépítésben felhasznált kőzetek és minőségük 157
4.3.5.1. Minőségi vizsgálatok a kőbánya kőzetére vonatkozóan 157
4.3.5.2. Az útépítésben használt kőzetfajták 158
4.3.6. Az adalékanyag-minőség hatása az aszfaltburkolatokra 159

4.4. Aszfaltanyagok fajtái és szerkezetük 160

4.4.1. Aszfaltanyagok fajtái és jellemzésük 161
4.4.2. Aszfaltok összetételének és hézagviszonyainak számításához alkalmazott jelölések 162
4.4.3. Adott szabad hézagtartalomnak megfelelő aszfaltösszetétel számítása 163
4.4.4. A szükséges vastagságú aszfaltréteg elterítendő súlyának számítása 164

4.4.5. Aszfalt-próbatest vagy kivett burkolatminta hézagtartalmának ellenőrző számítása 165
4.4.6. Jó tömörítés esetén elérhető szabad hézag utólagos számítása hibás aszfaltburkolatban 167
4.5. Tömör aszfaltkeverékek kővázának összeállítása 168
4.5.1. Egyes adalékanyag-frakciók szemeloszlási görbéinek meghatározása 168
4.5.2. A legtömörebb adalékanyag-keverék szemeloszlási görbéje és ábrázolása 171
4.5.3. Aszfalt-adalékanyag összetételének tervezése több frakcióból grafikus úton 173
4.5.4. Aszfalt-adalékanyag összetételének tervezése több frakcióból számítás útján 176
4.5.5. Az aszfalt-adalékanyag összetételének meghatározása költségminimalizálással 178
4.5.6. Fontos megjegyzések a melegen kevert aszfaltok kővázának tervezésével kapcsolatban 179
4.5.7. Adalékanyag-keverék sűrűségének megállapítása ... 179
4.5.8. Adalékanyag-keverékek betömörített legnagyobb laboratóriumi térfogatsúlyának megállapítása 180
4.6. Tömör aszfaltkeverékek tervezése 181
4.6.1. Az optimális bitumenszükséglet meghatározásának szempontjai és fejlődése 182
4.6.1.1. A különböző számítási módszerek alapelve 182
4.6.1.2. A laboratóriumi aszfaltvizsgálatok fejlődése 183
4.6.2. A kötőanyag-szükséglet megállapítása számítás alapján 186
4.6.2.1. Számítás a betömörített kőváz hézagtartalma szerint 186
4.6.2.2. Számítás a kőváz felülete szerint 188
4.6.2.3. Számítás az adalékanyag fajlagos kötőanyag-szükséglete szerint 193
4.6.2.4. A fajlagos kötőanyag-szükséglet számításmódjának elvi és laboratóriumi igazolása ... 198
4.6.2.5. Utántömörödő típusú aszfaltrétegek és burkolatok kötőanyag-szükségletének számítása ... 203
4.6.3. Kötőanyag-szükséglet meghatározása Marshall-féle vizsgálattal 203
4.6.3.1. Marshall-próbatestek készítése 204
4.6.3.2. Stabilitás és folyási érték mérése 207
4.6.3.3. A Marshall-féle vizsgálat menete 212
4.6.3.4. A Marshall-vizsgálat értékelése 214
4.6.3.5. Egyszerűsített meghatározás térfogatsúly és vízfelvétel alapján 217
4.6.4. Nagy töltőanyag-tartalmú aszfaltok, öntött aszfaltok vizsgálata 217
4.6.4.1. Az öntött aszfalt technológiai jellege 217
4.6.4.2. Öntött aszfalt vizsgálata egyirányú nyomószilárdság méréssel 218
4.6.4.3. Öntött aszfalt vizsgálata penetrációméréssel 218
4.6.4.4. Öntött aszfalt kötőanyag-tartalma és a jó bedolgozhatóság feltétele 219
4.6.4.5. Az öntött aszfalt optimális kötőanyag-szükségletének számítása 219
4.6.5. Néhány gyakorlati szempont az aszfalttervezésben ... 221
4.6.5.1. Az adalékanyag javítása az összetétel és a szemeloszlás módosításával 221
4.6.5.2. Élettartam és érdesség 223
4.6.5.3. Zúzott homok és a gömbölyű szemű homok 226
4.6.5.4. A töltőanyag jelentősége 227
4.7. Burkolatminták utólagos minőségi vizsgálata 229
4.7.1. A vizsgálatok célja és a mintavétel 229
4.7.2. A burkolatminta-vizsgálatok menete és kiértékelése 230
4.7.3. Bitumen visszanyerése és vizsgálata 232
4.7.3.1. Burkolatminták víztartalmának megállapítása 232
4.7.3.2. Kötőanyag-meghatározás centrifugálással, hideg extrakcióval 233
4.7.3.3. A kioldott bitumen visszanyerése az oldószerből 234
4.7.3.4. A visszanyert bitumen minőségének vizsgálata 236
4.7.4. A visszanyert adalékanyag vizsgálata 236
4.7.5. Aszfaltminták és próbatestek térfogat- és hézagviszonyai 236
4.7.5.1. Zavartalan próbatestek készítése kivett aszfaltburkolat-mintákból 236
4.7.5.2. Adott tömörségű próbatestek készítése az aszfaltmintákból 237
4.7.5.3. Próbatestek és aszfaltminták térfogatsúlyának mérése 237
4.7.5.4. A próbatestek, ill. aszfaltminták tömörsége 238
4.7.5.5. Próbatestek és aszfaltminták vízfelvétele és duzzadása 238
4.7.5.6. Burkolatminták és burkolatok vízáteresztőképessége 239
4.7.5.7. Burkolatminták és próbatestek összetétele, szabad hézaga 240
4.7.6. Próbatestek mechanikai vizsgálata 240
Irodalom 240

5. BURKOLATALAPOK 243
5.1. A burkolatalapok összehasonlító értékelése 243
5.1.1. Követelmények a burkolatalapokkal szemben 243
5.1.2. A burkolatalapok fajtái és alkalmazási körük 244
5.1.3. A burkolatalapok kellő teherbíró képességének létrehozása 246
5.2. Zúzottkő alapok és építésük 247
5.2.1. Zúzottkő alapok anyaga és fajtái 247
5.2.2. Hagyományos durva zúzottkő szórt alap 248
5.2.3. Vízzel kötött makadámburkolat-alap 248
5.2.4. Zúzalékkal vagy habarccsal bevibrált zúzottkő alapok 249
5.2.5. Folytonos szemeloszlású zúzottkő alapok 250
5.2.6. Kohósalakkő alapok 251
5.2.7. Granulált kohósalak-köves kavicsalap 251

5.3. Sovány beton burkolatalapok és építésük 252
5.3.1. A betonalapok fajtái és értékelésük 252
5.3.2. Sovány betonalapok készítése 253
5.4. Talajstabilizáció és kivitelezése 255
5.4.1. Általános ismertetés 255
5.4.1.1. A stabilizált burkolatalapok előnyei 255
5.4.1.2. A talajstabilizációs eljárások megválasztása ... 256
5.4.2. A talajstabilizáció általános kivitelezése 257
5.4.2.1. A kivitelezés általános menete 258
5.4.2.2. A talajstabilizálás gépei 262
5.4.2.3. Teljesítményi és szervezési kérdések 266
5.4.3. A munkahelyi laboratórium a talajstabilizáció esetén 268
5.4.3.1. A munkahelyi laboratórium feladata 268
5.4.3.2. A talajstabilizáció során kipermetezendő vízmennyiség megállapítása 268
5.4.4. Cementes talajstabilizáció 270
5.4.4.1. A cementes talajstabilizáció fő jellegzetességei 270
5.4.4.2. A rövidített PCA és a teljes ASTM vizsgálati módszerek cementstabilizációk tervezésére 272
5.4.4.3. Hazai előírások és gyakorlat a cementes talaj stabilizáció tervezéséhez 276
5.4.5. Bitumenes talajstabilizáció 279
5.4.5.1. A bitumenes talajstabilizáció fő jellegzetességei és kivitelezése 279
5.4.5.2. Bitumenes talajstabilizáció laboratóriumi vizsgálata 281
5.4.6. Mechanikai talajstabilizáció 282
5.4.6.1. A mechanikai stabilizáció anyagai, összetétele 282
5.4.6.2. A mechanikai stabilizáció kivitelezése 285
5.4.7. Meszes talajstabilizáció 285
5.4.7.1. Alkalmazási köre és tulajdonságai 285
5.4.7.2. Meszes talajstabilizáció tervezése és kivitelezése 287
5.4.8. Pernyés talajstabilizáció 288
5.4.9. Vegyszeres talajstabilizáció 288
5.5. Bitumenes burkolatalapok 290
5.5.1. Meleg bitumenes alapok 290
5.5.1.1. A bitumenes kavics és homok alkalmazási köre 290
5.5.1.2. Hazai előírások a meleg bitumenes útalapokra 291
5.5.1.3. Külföldi előírások meleg bitumenes alapokra 294
5.5.2. Utántömörödő aszfaltmakadám burkolatalapok 295
5.6. Kiszélesített régi útburkolatok mint alaprétegek 296
5.6.1. Régi burkolatok szélesítése alaprétegként 296
5.6.2. Régi makadám, aszfalt és kőburkolatok előkészítése burkolatalapnak 296
5.6.3. A régi betonburkolatok előkészítése burkolatalapnak 297
5.7. A burkolatalapok teherbíró-képességének, felületi minőségének és vastagságának ellenőrzése 297
5.8. A burkolatalapok közvetlen előkészítése a burkolatfektetéshez 298
Irodalom 298

6. ASZFALTBURKOLATOK ÉS KIVITELEZÉSÜK 301
6.1. Aszfaltburkolatokról általában 301
6.1.1. Aszfaltburkolatok fajtáinak áttekintése 301
6.1.2. Szegélyek, vezetősávok és szélsorok kiképzése aszfaltburkolatok mellett 302
6.2. Aszfaltbeton burkolatok építése 305
6.2.1. Az aszfaltbeton burkolatok fajtái és anyagai 305
6.2.1.1. Az egyes aszfaltbeton burkolatok jellemzése 305
6.2.1.2. Felhasznált anyagok és minőségi követelmények a hazai előírások szerint 306
6.2.1.3. A fokozottan érdes aszfaltbeton felület előállítása 310
6.2.1.4. Néhány külföldi előírás adatai 311
6.2.2. Az aszfaltbetonok és a meleg bitumenes útalapok előállítása keverőtelepeken 312
6.2.2.1. Az aszfaltbeton keverőtelepek elrendezése és nagysága 312
6.2.2.2. Korszerű aszfaltbeton-keverőgéplánc részei és működése 315
6.2.2.3. Technológiai előírás megadása aszfaltbeton-keverőgép számára 325
6.2.2.4. Aszfaltkeverő-telepek mérőberendezéseinek vizsgálata 328
6.2.2.5. Keverőtelep munkájának folyamatos vállalati gyártásellenőrzése ellenőrzőkártyás módszerrel 330
6.2.3. Aszfaltbetonok és meleg bitumenes útalapok beépítése és hengerlése 332
6.2.3.1. Aszfaltanyagok beépítésének problémái 332
6.2.3.2. Aszfaltkeverékek szállítása 332
6.2.3.3. Az aszfaltbetonok és meleg bitumenes útalapok beépítése és az aszfaltfiniserek 333
6.2.3.4. A tömörítő útihengerek fajtái és tulajdonságaik 340
6.2.3.5. Az aszfaltréteg lehűlése hengerlés alatt 346
6.2.3.6. Általános hengerlési tömörítési irányelvek 349
6.2.3.7. Hengerlési tömörítési rendszerek és a keverőgép-teljesítmény 352
6.2.3.8. A beépített aszfaltkeverék tömörségének ellenőrzése és létrehozása 357
6.2.3.9. Az aszfaltbetonburkolat felületi egyenletességének megvalósítása az építés alatt 362
6.3. Öntött aszfalt burkolatok építése 364
6.3.1. Öntött aszfalt burkolatok fajtái és anyagai 364
6.3.1.1. Az öntött aszfalt burkolatok jellemzése 364
6.3.1.2. Felhasznált anyagok és minőségi követelmények a hazai előírások szerint 365
6.3.1.3. Külföldi előírások öntött aszfaltok összetételére 368
6.3.1.4. Az öntött aszfalt alatti kötőréteg és alap, a felhólyagzás veszélye 370

6.3.1.5. Az öntött aszfaltok felületi érdesítése 371
6.3.1.6. Öntött aszfalt burkolatok deformációi autóbuszmegállókban, fékezési szakaszokon 373
6.3.2. Öntött aszfaltok anyagának előállítása és szállítása ... 376
6.3.2.1. Öntött aszfalt előállítása és szállítása masztikátorokkal 376
6.3.2.2. Öntött aszfalt előállítása aszfaltbeton keverőtelepen és utánfőzéssel 377
6.3.2.3. Öntött aszfalt gyártás keverőtárcsás rendszerű stabil öntött aszfalt keverőgéppel 378
6.3.3. Öntött aszfalt burkolatok beépítése 380
6.3.3.1. Öntött aszfalt kézi beépítése 380
6.3.3.2. Öntött aszfalt gépi beépítése 381
6.3.3.3. Öntött aszfalt burkolatok felületi egyenletességének megvalósítása az építés alatt 384
6.3.4. Színes öntött aszfalt útburkolati jelek készítése 386
6.3.4.1. A műanyag tartalmú színes aszfaltok összetétele és készítése 386
6.3.4.2. A színes öntött aszfalt burkolatjelek bedolgozása 389

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 aszfaltmakadám 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 homokpépbevonatok (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 homokpépbevonatok 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 ortotroplemezes könnyű pályaszerkezetein 443
6.7.2.1. Körülmények és követelmények 443
6.7.2.2. Bevált burkolatmegoldások 445

Irodalom 447

7. BETONBURKOLATOK ÉS KIVITELEZÉSÜK 451

7.1. *Betonburkolatok alkalmazása és fejlődése* 451
7.1.1. Betonburkolatok fő előnyei és hátrányai 451
7.1.2. A betonburkolatok alkalmazási köre 451
7.1.3. A betonútépítés régebbi fejlődésének áttekintése ... 452

7.2. *Betonburkolatok erőjátékának befolyása a szerkezetre és építésére* 458
7.2.1. A betonlemez igénybevételének fajtái 458
7.2.2. Az igénybevételek halmozódása, a hézagok jelentősége 461
7.2.3. A beton fáradása és befolyása az élettartamra 462
7.2.4. A betonburkolat viselkedésének fő tapasztalatai az AASHO-Road-Test során 463

7.3. A betonburkolatok anyaga és összetétele 466
7.3.1. A betonburkolatokhoz alkalmas cementek 467
7.3.1.1. Általános szilárdsági követelmények 467
7.3.1.2. Speciális követelmények az útcementekkel szemben 468
7.3.1.3. A zsugorodási repedésveszély és a cement kémiai összetételének összefüggései 470
7.3.2. A betonburkolatok adalékanyaga és összetétele 471
7.3.2.1. Általános szempontok 471
7.3.2.2. Hazai előírások a betonburkolat anyagaira ... 472
7.3.2.3. Az anyagok tisztasága és a homokfrakció feladata az útbetonban 474
7.3.2.4. Kihagyásos szemeloszlású útbeton-adalékanyag tervezése 478
7.3.2.5. A víz—cement-tényező és a bedolgozhatóság 480
7.3.2.6. A légpórusképző anyagok és a légpórusok az útbetonban 481
7.4. Betonburkolatok pályaszerkezete 484
7.4.1. Példák betonburkolatok pályaszerkezetére 484
7.4.2. Betonburkolatok alapja 484
7.4.2.1. Az alaprétegek fajtái 484
7.4.2.2. Az alapréteg alkalmazásának szerkezeti, kivitelezési okai 485
7.4.2.3. Az alapréteg alkalmazásának teherbíróképességi követelményei 486
7.4.3. A betonburkolat, a betonlemez 488
7.4.3.1. A betonlemez vastagsága utakon 488
7.4.3.2. Betonburkolatok hézagainak kiképzése 489
7.4.3.3. Teherátadódás létrehozása a hézagoknál teherátadó acélbetétekkel és anélkül 494
7.4.3.4. Betonburkolatok korszerű hézagrendszerei 497
7.4.3.5. Felületi lemezvasalás alkalmazása betonburkolatok esetén 499
7.4.3.6. Feszített betonburkolatok jelentősége közutakon 500
7.5. Betonburkolatok kivitelezése 501
7.5.1. Az útbeton készítésének és szállításának rendszerei 501
7.5.1.1. Központi keverőtelep és a kész beton szállítása 503
7.5.1.2. Adalékanyag-szállítás és helyszíni betonkeverés 506
7.5.1.3. A keverő—szállító gépkocsikkal való betonútépítés 507
7.5.2. Betonburkolat-építés formasínes rendszerű géplánccal 509
7.5.2.1. Előmunkálatok, formasínfektetés és finom tükör készítése 509
7.5.2.2. A betonburkolat-építő géplánc gépei és munkájuk 510
7.5.2.3. A betonlemez utókezelése 519
7.5.2.4. A hézagvágás és a zsugorodási vadrepedések 521
7.5.2.5. A betonlemez érdesítése 523
7.5.3. Betonburkolat-építés csúszózsalus finiserrel 524
7.5.3.1. A csúszózsalus betonútépítési eljárás kialakulása és elterjedése 524
7.5.3.2. Az előmunkálatok és az ágyazat készítése csúszózsalus építési módszerhez 524
7.5.3.3. A csúszózsalus finiser és munkája 525
7.5.3.4. Az utánkezelés csúszózsalus gép esetén 528
7.5.3.5. A csúszózsalus építési mód külön követelményei a beton minőségével szemben 528
7.5.4. A csúszózsalus és a formasínes betonútépítési technológia összehasonlítása és értékelése 529
7.5.5. Kisforgalmú utak betonburkolatának építése aszfaltfiniser típusú csúszózsalus módszerrel 531
7.5.6. Betonburkolat-építés anyagvizsgálata és ellenőrzése 534
7.5.6.1. Építés előtti betonvizsgálatok 535
7.5.6.2. Építés alatti betonvizsgálatok 535
7.5.6.3. Építés utáni betonvizsgálatok 537
7.5.7. Az építési ellenőrzés fő feladatai 538
7.5.8. Betonlemezek utólagos javításának elvei 539
Irodalom 539

8. KŐBURKOLATOK 543
8.1. Kőburkolatok alkalmazása és fajtái 543
8.2. Kőburkolatok anyagai 543
8.3. Kőburkolatok alapozása és szegélyezése 545
8.4. Nagyméretű idomkőburkolatok lerakása 545
8.5. Kisméretű idomkőburkolatok lerakása 547
8.6. Egyéb kőburkolatok 547
Irodalom 548

9. MATEMATIKAI STATISZTIKAI MÓDSZEREK ÉS GYÁRTÁSELLENŐRZÉS ALKALMAZÁSA AZ ÚTÉPÍTÉSBEN 549
9.1. Az útépítési minőségellenőrzés és a matematikai statisztika kapcsolata 549
9.1.1. Az útépítési minőségellenőrzés néhány fontos elvi kérdése 549
9.1.2. A matematikai statisztika útépítési alkalmazásának lehetőségei és korlátai 550
9.2. Véletlen és nem véletlen jellegű ingadozások az útépítés minőségi jellemzőiben 551
9.2.1. Minőségi jellemzők véletlen ingadozásai normál eloszlás szerint 551
9.2.2. A kétoldali korlátozású minőségi jellemzők (pl. bitumentartalom) előírásainak problémája 553
9.2.3. Az egyoldali korlátozású minőségi jellemzők (pl. betonszilárdság) előírásainak problémája 554

9.3. Következtetés a korlátozott számú mintákból a teljes útburkolat (mint alapsokaság) tulajdonságaira 556
9.3.1. Viszonylag nagyszámú minta eloszlásának jellemzői 556
9.3.2. A mintasokaság és az alapsokaság jellemzőinek összefüggése nagyszámú minta esetén 557
9.3.3. A mintasokaság és az alapsokaság jellemzőinek összefüggése kisszámú minta esetén 557
9.4. Gyártásellenőrzés az útépítésben, kontrollkártyás rendszerrel 560
9.4.1. A kontrollkártyás gyártásellenőrzés lényege 560
9.4.2. Az egyszerű kontrollkártyák tervezése és használata 561
9.4.3. Kumulatív kontrollkártyás ellenőrzés alkalmazása és előnyei 564
9.4.4. Az előírt szórások, valamint az adott keverőgép és adalékanyagok által létrehozható szórások ellentmondásai és összhangja 567
Irodalom 568
10. KIEGÉSZÍTÉSEK — FÜGGELÉK 569
10.1. Csúszásellenállás-mérés ferde síkú mérőkerékkel 569
10.2. Az útépítő bitumenek és a szabványok 570
10.3. A kőzetek polirozhatósága 571
10.4. A fajlagos felület alapján való számítás Duriez szerint 572
10.5. Aszfaltkeverékek vizsgálata préselt próbatestekkel 573
10.6. Kötőanyagmeghatározás meleg extrakcióval 575
10.7. A várható nyomószilárdság helyszíni ellenőrzése építés alatt 576
10.8. Az 1967. évi szovjet aszfaltbeton szabvány 578
10.9. Az angol Hot Rolled Asphalt tulajdonságai és technológiája .. 578
Irodalom 582

Műszaki vezető: TAMÁS LÁSZLÓ
Műszaki szerkesztő: MÁRKUS BÁLINT
A borítót és a kötést tervezte: PÁZDÁN ZSUZSA
A könyv formátuma: BN12 — Példányszám: 1400 — Ívterjedelem: 69,75 (A5)
Ábrák száma: 511 ábra és 80 kép — Papír minősége: műnyomó, 90 g
Betűcsalád és méret: Berthold, gm/gm — Azonossági szám: 10843
MŰ: 1570—k—7173
Készült a MSZ 5601—59 és a MSZ 5602—55 szerint
70.3902 Egyetemi Nyomda, Budapest
Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató