

A kőzetek előkészítésének technológiai megoldásrendszere az útépítési alapanyagok követelményei szempontjából

Frey Gyula okl. bányamérnök
Sandvik Rock Processing, Budapest

Bevezetés

Napjainkban kiélezett verseny jellemzi az aszfaltalapanyag-gyártó és -értékesítő piacot. Ez a verseny erősen kihat az alkalmazott technológiákra. Új technológiák tervezésekor vagy meglévő technológiák korszerűsítésekor gyakran elhangzanak az alábbi kritériumok:

- legyen kompakt, jól átlátható és könnyen kezelhető;
- legyenek minimálisak az üzemeltetési költségek;
- minden termék gyártására legyen alkalmas;
- végül, de nem utolsósorban legyen olcsó.

Természetesen a gépgyártó és a technológia tervezője, valamint a kivitelező igyekszik mindezen feltételeknek megfelelni.

A tervezés első szakaszában szükséges azon adatokat rögzíteni, amelyek információt adnak magáról a bányában található nyersanyagról, a feldolgozás után értékesíteni kívánt frakciókról és azok mennyiségeiről, a bányában alkalmazandó munkarendről. Ezen információkból meghatározható, hogy miből mennyit kell előállítani egy-egy idő alatt.

I. A bányanyersanyag főbb paraméterei

A bányanyersanyag minőségi paraméterei

Agyag- és nedvességtartalom

A kőbányánál a nedvességtartalom, ha nem párosul agyaggal, rendszerint nem okoz problémát. Felületi nedvességről van szó, amely általában 0,5–1,5% között változik. A kapacitásra az 1,5% feletti nedvesség és az 5% feletti agyagtartalom együttes megléte van befolyással.

Például egy pófás előtörőnél 4% nedvességtartalomnál, 5% feletti agyagtartalom mellett, CSS = 100 mm-nél már 10% kapacitáscsökkenéssel kell számolni a névleges kapacitáshoz képest. Közép- és finomtörő berendezéseknél hasonló elven számolható a kapacitásra kifejtett hatás.

Térfogatsúly

Minden esetben a laza térfogatsúllyal számolunk, ha nincs mért adatunk, előzetesen 1,6 t/m³ értékkel kalkulálunk. Természetesen az átlagtól lényegesen eltérő értékek is lehetnek még egy bányafalon belül is. A térfogatsúly-vál-

tozásnak jelentős hatása van a berendezések (osztályozók, törők, mosók stb.) kapacitására. A térfogatsúly növekedésével lineárisan nő az adott berendezés terhelhetősége.

Szemcseeloszlás

A szemcseeloszlásnak jelentős hatása van a berendezésekre (osztályozók, törők, adagolók stb.). Nagymértékben befolyásolja a technológiába kerülő törési fokozatok számát. A kiinduló maximális szemmagyság behatárolja az előtörő nagyságát, és generál egy optimális kapacitást is. Az előtörőből keletkező töret szemmagysága befolyásolja az utótörő(k) kiválasztását is. Elmondható, hogy a kiinduló anyag szemmagysága végig hat a teljes technológiai sor berendezésein. Nem kevésbé fontos szempont, hogy a kiinduló anyag szemszerkezete jelentősen befolyásolja a végtermékek frakciónkénti megoszlását. A technológiát olyan berendezésekkel és olyan módon kell összeállítani, hogy indokolatlanul ne képződjön a piac szempontjából érdektelen, illetve csak csökkentett áron értékesíthető termék.

Ütési munkaindex ($W_i = \text{Impack Work Index}$)

Az anyag törhetőségére leginkább jellemző tulajdonság, melyet a tervezésben és a gyakorlatban általánosan használunk, kifejezése Fred C. Bond nevéhez fűződik.

A vizsgálat lényege: a mintadarabot a legkisebb méreténél (c) fogják be, és két meghatározott tömegű (m) lengő kalapácsot h magasságból ejtenek le. Addig növelik a h magasságot, amíg a kőzet összetörik.

A kőzet ütési szilárdsága :

$$a = 2mh/c \text{ (kpm/cm)}.$$

Az ütési munkaindex empirikus számítása pedig:

$$W_i = 47,6 \times a/d,$$

ahol d a kőzet tömör térfogatsúlya (g/cm³).

Egy kőzet W_i értékének megállapításához 30 db jellemző 70 x 70 és 55 x 55 mm közötti méretű kőzetminta szükséges. Általában a W_i alapján öt nagyobb csoportba soroljuk a kőzeteket:

Összefoglaló táblázat

Megnevezés	Típus	Ütési munkaindex, Wi	Tömör térfogatsúly (t/m^3)	Laza térfogatsúly (t/m^3)	Abrázíós index, Ai	Nyomószilárdság (MPa)
Amfibolit	metamorf	16 ± 3	2,8-3,0	1,7	0,2-0,45	
Andezit	magmatikus	16 ± 2	2,6-2,8	1,6	0,5	170-300
Bazalt	magmatikus	20 ± 4	2,9-3,0	1,8	0,2 ± 0,1	300-400
Diabáz	magmatikus	19 ± 4	2,8-2,9	1,7	0,3 ± 0,1	250-350
Diorit	magmatikus	19 ± 4	2,7-2,8	1,6	0,4	170-300
Dolomit	üledékes	12 ± 3	2,7	1,6	0,01-0,05	50-200
Gabbro	magmatikus	20 ± 3	2,9-3,0	1,8	0,4	170-300
Gneisz	metamorf	16 ± 4	2,7	1,6	0,5 ± 0,1	200-300
Gránit	magmatikus	16 ± 6	2,7	1,6	0,55 ± 0,1	200-300
Homokkő	üledékes	18 ± 3	2,7	1,6	0,3	150-300
Mész-kő	üledékes	12 ± 3	2,7	1,6	0,001-0,03	80-180
Márvány	metamorf	12 ± 3	2,7	1,6	0,001-0,03	80-180
Porfir	magmatikus	18	2,7	1,6	0,1-0,9	180-300
Kvarcit	metamorf	16 ± 3	2,7	1,6	0,75 ± 0,1	150-300
Szienit	magmatikus	19 ± 4	2,7-2,8	1,6	0,4	170-300
Magnetit		9 ± 3	4-5,2	2,4-3,1	0,2 ± 0,1	
Hematit		11 ± 3	4-5,2	2,4-3,1	0,5 ± 0,3	

- nagyon puha $Wi < 10$,
- puha $Wi = 10-14$,
- közepes $Wi = 14-18$,
- kemény $Wi = 18-22$,
- nagyon kemény $Wi > 22$.

A Wi -érték, mint a kőzetre jellemző érték, tervezési alapadatként szolgál, rendszerint jelentősen befolyásolja a törőgépek kiválasztását.

Általános tapasztalat, hogy a Wi csökkenésével a töret finomodik, növekedésével durvul, és a maximális szemnagyság is jelentősen változik anélkül, hogy a törőgépek paramétereit megváltoztatnánk.

II. A termékekkel szemben támasztott követelmények

Útépítési zúzott kőanyagok minőségi követelményrendszere

Meghatározások

Útépítési zúzottkő: mélységi, kiömlési vagy vegyi üledékes kőzetből útépítési célra töréssel és osztályozással előállított, meghatározott kőzetfizikai, szemszerkezeti, tisztasági jellemzőjű termék. Jele: UKZ, UNZ, UZ.

Kőzetfizikai csoportok: az útépítési zúzott kőanyag alaptulajdonságait jellemző fogalom, amely elsősorban a kőanyag anyagtani tulajdonságainak kifejezője. Jele: AA, BB, CC, DD.

(Los Angeles-aprózódás, Deval-aprózódás, mikro-

Deval-aprózódás, szulfátos kristályosítási aprózódás)

Termékszta: az útépítési zúzott kőanyag szemszerkezetét és tisztaságát meghatározó előírások csoportja, a termék bányászati feldolgozási technológiai tulajdonságainak kifejezője. Jele: az útépítési zúzott kőanyag termékstájának betűjéből és a névleges szemnagysághatárok számjeléből áll.

UKZ 2/5 5/8 8/12 12/16 16/20 5/12 12/20 20/35

UNZ 0/2 0/5 5/12 12/20 20/35 35/55

UZ 0/5 0/20 5/20

UZH 0/5

UZK 5/12 12/20

Szemszerkezet: az útépítési zúzott kőanyag szemeloszlásának és szemalakjának összefoglaló megnevezése:

- Névleges felső méreten felüli rész legfeljebb;
- Közbenső ellenőrző szita fennmardt rész legalább;
- Névleges alsó méret alatti rész legfeljebb;
- 1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb;
- 0,1 mm-nél kisebb rész legfeljebb;
- 0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb;
- 0,02 mm-nél kisebb rész legfeljebb;
- Lemezes szemek mennyisége legfeljebb (tömegszázalék);
- Legnagyobb szemnagyságot ellenőrző szita lyukmérete (mm);
- Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm).

Tisztasági követelmények: az útépítési zúzott kőanyagok szerves vagy egyéb szennyeződést nem tartalmazhatnak. Ha a termék 2 tömegszázalékot meghaladó mennyiségben agyagrögöket, kézzel szétmorzsolható szemcséket, vagy 5 tömegszázalékot meghaladó mennyiségben agyagiszappal bevont szemeket tartalmaz, akkor azok szemeloszlási hatását vizsgálni kell.

Útépítési zúzott kőanyagok általános közetfizikai követelményei

A vizsgálati halmaz szemmagysághatárai mm-mm	Közetfizikai vizsgálati jellemzők megnevezése, vizsgálati módszere (MSZ száma), eljárása és vizsgálati szemmagysága		Általános közetfizikai csoport			
			AA	BB	CC	DD
			besorolási határértékek tömegszázalékban			
			-ig	felett -ig	felett -ig	felett -ig
3-80	Los-Angeles-aprózódás MSZ 18287-1		20	20-25	25-35	35-45
12-55	Deval-aprózódás, vizeseljárás MSZ 18287/2	20-55mm 12-20mm	8,5 5,7	8,5-11,2 5,7-7,7	11,2-15,9 7,7-11,0	15,9-30,3 11,0-23,7
3-12	Mikro-Deval-aprózódás, vizeseljárás MSZ 18287/6		15	15-20	20-25	25-30
2-80	Szulfátos kristályosítási aprózódás MgSO ₄ -oldatban MSZ 18289/3		7,5	7,5-10	10-15	15-20

Útépítési zúzottkövek szemszerkezeti követelményei az UKZ termékosztályban

Szemszerkezeti jellemzők és ellenőrző előírások megnevezése		Követelmények az UKZ							
		2/5	5/8	8/12	12/16	16/20	5/12	12/20	20/35
		mm névleges szemmagysághatárú termékekre							
Szemeloszlási jellemzők (tömegszázalékban)	Névleges felső méreten felüli rész legfeljebb	12	12	12	12	12	10	10	10
	Közbenső ellenőrző szitán fennmaradó rész legalább	-	-	-	-	-	50 ± 15	50 ± 15	-
	Névleges alsó méret alatti rész legfeljebb	12	12	12	12	12	10	10	10
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	5	3	3	2	2	3	2	1
	0,1 mm-nél kisebb rész legfeljebb	2	1	1	1	1	1	1	1
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	0,02 mm-nél kisebb rész legfeljebb	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lemezes szemek mennyisége legfeljebb (tömegszázalék)	-	20	20	20	20	20	20	35	
Legnagyobb szemmagyságot ellenőrző szita lyukmérete (mm)	8	12	16	20	25	16	25	55	
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	-	-	-	-	-	8	16	-	

Útépítési zúzottkövek szemszerkezeti követelményei az UNZ termékosztályban

Szemszerkezeti jellemzők és ellenőrző előírások megnevezése		Követelmények az UNZ					
		0/2	0/5	5/12	12/20	20/35	35/55
		mm névleges szemmagysághatárú termékekre					
Szemeloszlási jellemzők (tömegszázalékban)	Névleges felső méreten felüli rész legfeljebb	15	10	10	10	10	10
	Közbenső ellenőrző szitán fennmaradó rész legalább	-	50 ± 15	50 ± 15	50 ± 15	-	-
	Névleges alsó méret alatti rész legfeljebb	-	-	15	15	15	15
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	55	40	5	4	3	3
	0,1 mm-nél kisebb rész legfeljebb	15	10	3	3	2	2
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	10	6	2	2	1,5	1,5
	0,02 mm-nél kisebb rész legfeljebb	5	3	1	1	1	1
Lemezes szemek mennyisége legfeljebb (tömegszázalék)	-	-	50	50	50	50	
Legnagyobb szemmagyságot ellenőrző szita lyukmérete (mm)	5	8	20	25	55	80	
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)	-	2	8	16	-	-	

Útépítési zúzottkövek szemszerkezeti követelményei az UZ termékosztályban

Szemszerkezeti jellemzők és ellenőrző előírások megnevezése		Követelmények az UZ		
		0/5	0/20	5/20
		mm névleges szemmagysághatárú termékekre		
Szemeloszlási jellemzők (tömegszázalékban)	Névleges felső méreten felüli rész legfeljebb	20	15	15
	Közbenső ellenőrző szítán fennmaradó rész legalább	50 ± 15	50 ± 15	50 ± 15
	Névleges alsó méret alatti rész legfeljebb	–	–	–
	1,0 mm-nél kisebb rész legfeljebb	50	20	10
	0,1 mm-nél kisebb rész legfeljebb	15	8	6
	0,063 mm-nél kisebb rész legfeljebb	12	5	4
	0,02 mm-nél kisebb rész legfeljebb	–	–	–
Lemezes szemek mennyisége legfeljebb (tömegszázalék)		–	70	70
Legnagyobb szemmagyságot ellenőrző szita lyukmérete (mm)		8	35	35
Közbenső ellenőrző szita lyukmérete (mm)		2	12	12

III. Technológiai megoldások

Az első és második részben megismerkedhettünk mindazon feltételekkel és paraméterekkel, amelyek egy komplett technológia tervezését meghatározzák. Ebben a részben a technológiai megoldásokat mutatjuk be.

Kőbányászatban megvalósítható technológiák

Előtörés és meddőleválasztás

Az előtörő-állomások tipikus összeállítása: *bunker-adagoló-előleválasztó-törőgép*.

Alacsony meddő- és nedvességtartalom esetén (amikor szélsőséges időben sem erősen tapadás a bányanyag) használhatunk integrált adagoló- és előleválasztó berendezéseket. Ezek az úgynevezett „grizzlys” adagolók. Vibrációs berendezések, a feladás oldalán zárt adagolótálcával, a leadási oldalon pálcás (grizzly) leválasztófelülettel.

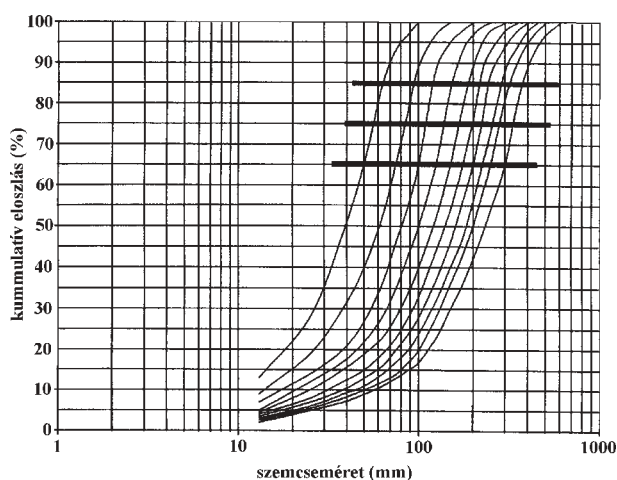
A pálcás leválasztófelület alatt finomleválasztási lehetőséget biztosít opcionálisan. Ez a berendezés a folyamatos és változtatható kapacitáson túl tehermentesíti a törőt a feladásban található meddőtől és a törő töretével azonos szemcseméretű bányanyagtól.

Magas agyag- és nedvességtartalmú bányanyagok (amelyek tapadásra veszélyesek) bonyolultabb előleválasztási megoldásokat igényelnek. Ezeknél az anyagoknál az adagolóberendezés csak a bunkerből való kiadagolás folyamatosságát és szabályozhatóságát biztosítja. Célszerű nem vibrációs elven működő adagolót választani, hogy kizárhassuk a vibráció tömörítő hatását a bunkerban. Legelterjedtebb típus a tolokocsis adagoló, de ideális berendezés a lemeztagos adagoló is. Az adagoló után önálló berendezésként található a durva meddőleválasztó berendezés. Ez lehet pálcás vibrációs berendezés akár több síkkal (lényegesen nagyobb felülettel, mint az integrált gépeken található pálcás szekció), vagy lehet hengeres osztályozó. A meddőleválasztáson túl ez a berendezés is tehermentesíti az előtörőt a törő töretével azonos szemcseméretű bányanyagtól. Ha az előleválasztón a meddővel jelentős mennyiségű hasznos anyag is távozik, célszerű azt a meddőből visszanyerni az erre a célra alkalmas osztályozóval.

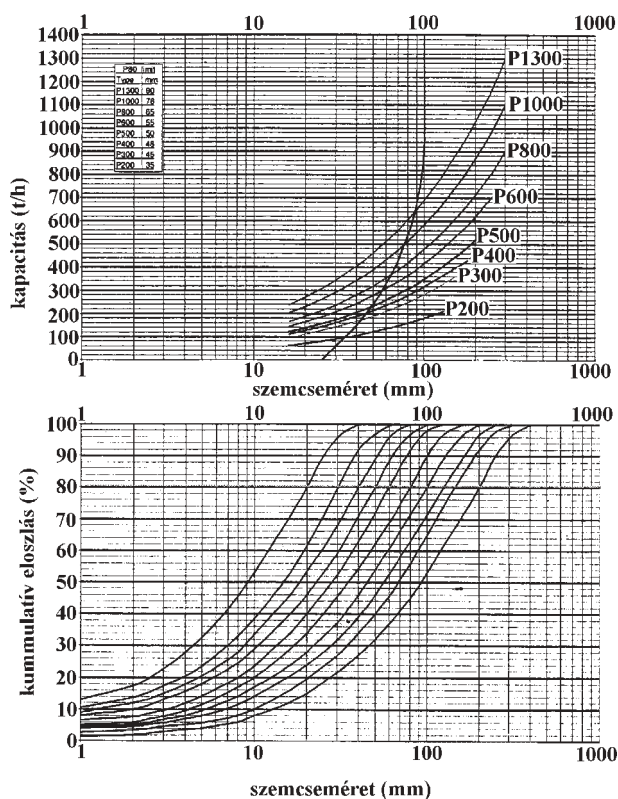
Puha és közepes anyagok (*Wi*) esetében (dolomit, mészkő) ideális előtörő berendezés a röpitőtörő vagy a pofástörő. Keményebb anyagoknál (bazalt, andezit) a röpitőtörő már kevésbé ideális, ezeknél az anyagoknál optimális előtörő a pofástörő.

Az 1. és 2. ábrán látható a pofástörő és a röpitőtörő töretszerkezete. Általánosságban elmondható, hogy egy átlagos 0-800 (1000) mm feladásból az előtörés után 0-250 (300) mm töret várható.

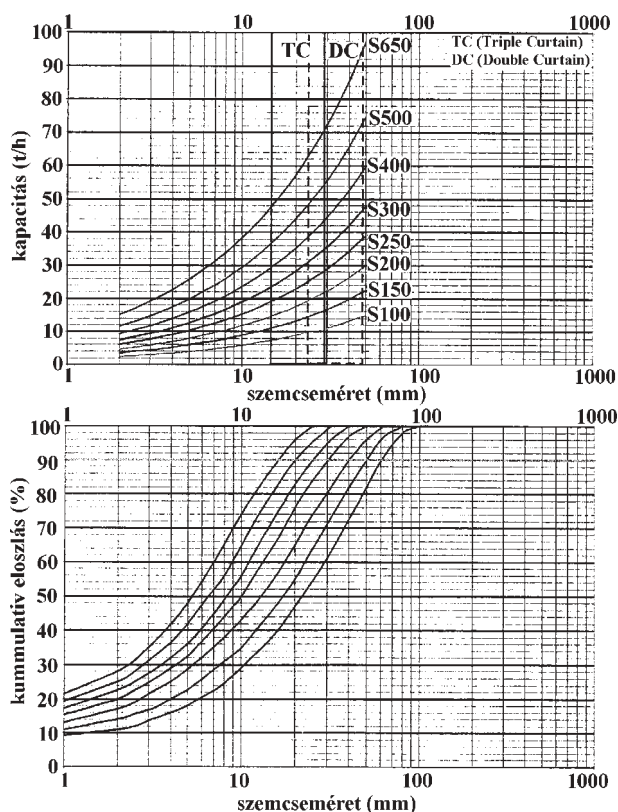
Az előtört kőzetet deponáljuk. Mivel az előtörő és az utántörő egységek működési feltételei (kapacitás, időjárástól való függés stb.) rendszerint eltérnek egymástól, ezért a depónia méretét ezek figyelembevételével kell méretezni. Ha a depónia alá alagutas adagolórendszert



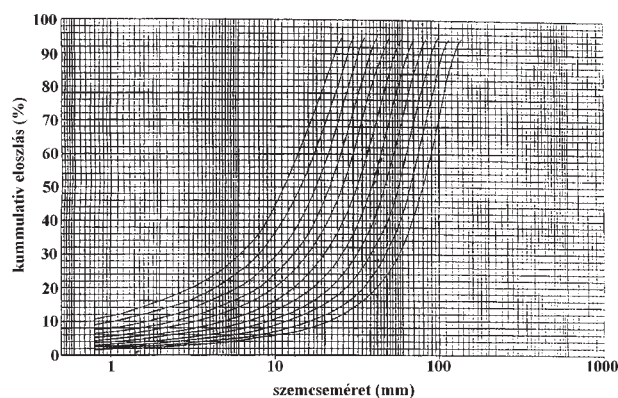
1. ábra. Egyingás pofástörő általános töretgörbéi



2. ábra. Elsődleges röpitőtörő általános kapacitás- és töretgörbéje



3. ábra. Másod- és harmadlagos röpitőtörő általános kapacitás- és töretgörbéje



4. ábra. „S” típusú kúpostörő általános töretgörbéje

telepítünk, akkor lehetőségünk van az előtört közetet az előtörtötől függetlenül és szabályozható kapacitással feladni a középtörő rendszerre.

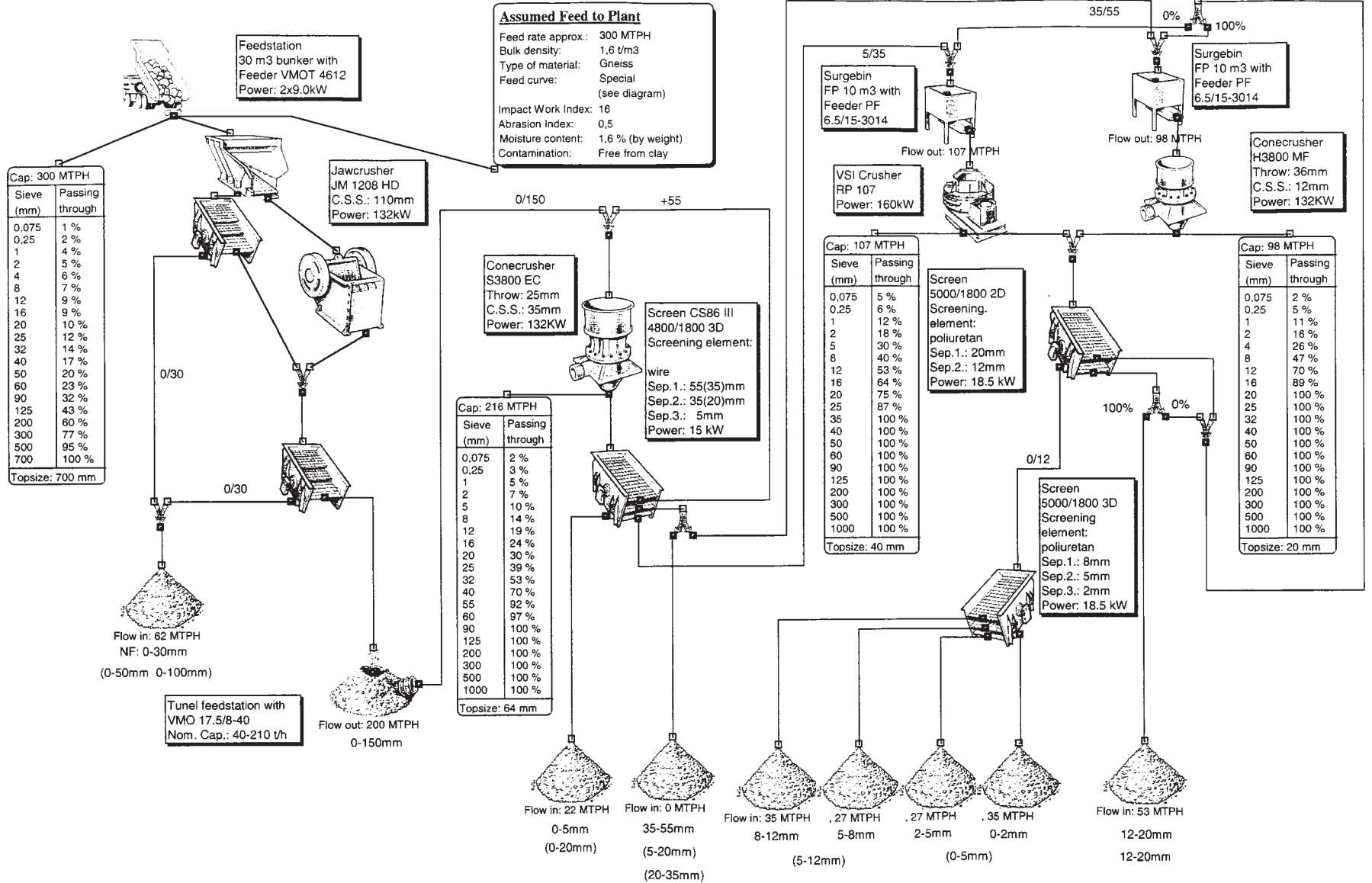
Középtörés és osztályozás

A középtörést törőberendezés és osztályozó(k) zárt kör-folyamatban történő üzemeltetésével valósítjuk meg. Jellemző középtörő berendezések a röpitőtörők és a kúpostörők. A középtörő berendezések az előtört 0-250 (300) mm-es szemszerkezetet jellemzően 80 mm alá törrik. A 3. és 4. ábrán látható a másodlagos röpitőtörő és a kúpostörő töretszerkezete.

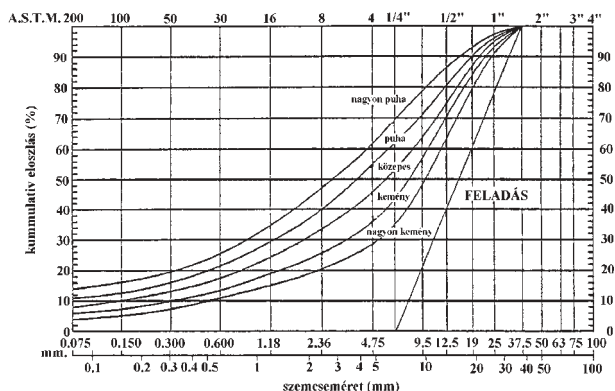
A középtörő rendszerbe telepített osztályozóberendezés(ek) feladata a középtört közet frakciókra történő szétválasztása. A szétválasztott frakciók a továbbiakban deponálásra kerülhetnek mint végtermékek, visszakerülhetnek a középtörőbe, illetve kerülhetnek a finomtörő rendszerbe. Jellemzően az UNZ és az UNZ termékminőségnek megfelelő frakciók állíthatók elő ezen törési fokozatban. Továbbá itt célszerű gyártani a különböző alapokhoz szükséges frakciókat is (pl. 0-50 mm, 20-63 mm stb.). A középtörő töretében megjelenhet olyan meddő, ami a középtörés után kerül feltárássra, vagy az előtörési fokozatból kerül direkt a középtörés folyamatába. Ezt a meddőt el kell választani a termékektől.

Finomtörés és végosztályozás

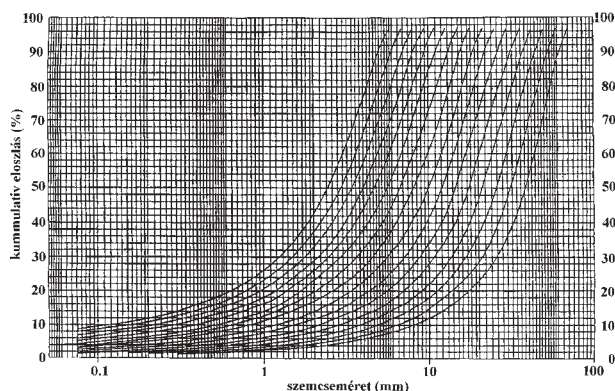
A finomtörés rendszerét is törőberendezés(ek) és végosztályozó berendezés(ek) zárt körfolyamata jellemzi. Ezen törési fokozatban jellemzően az UNZ és az UKZ termékminőségnek megfelelő frakciók állíthatók elő. A körfolyamat felépítése igen sokszínű lehet. Legegyszerűbb esetben a körfolyamatban egy törőberendezés található, illetve egy vagy két darab végosztályozó. A törőberendezés jellemzően kúpostörő vagy függőleges tengelyű röpitőtörő. Bonyolultabb esetben alkalmazhatunk több törőberendezést is az adott frakciók ideális töretének előállításához. Ezen törőberendezések elhelyezkedése egymáshoz képest a törési fokozatban lehet párhuzamos, illetve soros. A végosztályozáshoz szükséges síkok számát



Általános törési és osztályozási folyamatábra



5. ábra. Függőleges tengelyű röpitőtörőknél a különböző keménységű "töret" eloszlásgörbéje



6. ábra. "H" típusú kúpostörő általános töretgörbéje

a gyártani kívánt termékek, illetve a visszajátások háta-
tárolják meg. A síkok számának ismeretében ideálisan két- és háromsíkú osztályozókat célszerű beépíteni a rendszerbe (5-6. ábra).

Összefoglalás

Jelen írásban igyekeztem bemutatni azokat a fő szempontokat, amelyek befolyásolják a minőségi aszfaltalanyaggyártás technológiájának elemeit. Az első fejezet ismertet-

te a közetek főbb paramétereit, a második fejezetben megismerkedhettünk a termékekkel szemben támasztott követelményekkel, a harmadik fejezetben pedig az alkalmazható technológiák általános bemutatása található törési fokozatok bontásában. Külön publikációt érdemel az egyes törési fokozatokban alkalmazható berendezések megválasztása (típus, méret, beállítási paraméterek stb.) és azok hatása a termékekre. Végezetül nézzünk meg egy teljes technológiát (28. oldalon a folyamatábrán), amely alkalmazza mindazon elveket, amelyek megfogalmazódtak.

* * *

RENDEZVÉNYEK

„GREEN VENTURES” nemzetközi rendezvény Potsdam, 2003. június 18-20.

A rendezvény célja a környezetvédelmi és energetikai technológiák kifejlesztésében és alkalmazásában érdekelt üzleti partnerek, kutatóintézetek közötti kapcsolatfelvétel elősegítése. A fórum a környezetvédelmi szektor területein működő vállalkozásokat célozza:

- víz-, levegő-, talajvédelem,
- energia, építőipar,
- hulladék újrafeldolgozása és hasznosítása, megújuló anyagok.

A rendezvény magyarországi társszervezője a *Laser Consult Kft.* (6723 Szeged, József A. sugárút 130.E-mail:

laserconsult@mail.tizsanet.hu. Telefon: 62/562-782, fax: 62/562-783.

Részletes tájékoztató, további információ *Lipka Eszter* (telefon: 62/562-785).

*

VII. Nemzetközi Építészeti Diákkonferencia Sepsiszentgyörgy, 2003. április 24-26.

A rendezvény fővédnöke: *dr. Fejérdy Tamás*, az UNESCO Világörökség Bizottságának elnöke; támogatója „Az építés fejlődéséért” Alapítvány.

A szakmai programnak a „Kós Károly” Iskolaközpont ad helyet. Az elhangzott előadások kiadványban megjelennek.

További információt nyújt: *Seenger Pál*, fax: 268-0587, e-mail: epfejl@interware.hu

**Az „Építőanyag” c. folyóirat 2003. évi megjelenését támogatja:
IPAR MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY**