

A TERMELT KAVICS MINŐSÉGÉNEK MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI KIHATÁSAI

DR. SZÉKELY ÁDÁM

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet

Az építőipar műszaki és gazdasági igényeit megfogalmazni a kavicsstermeléssel szemben nem egyszerű feladat, mert a termelt kavicsot felhasználó iparág, "az építőipar" igen széles területet ölel fel, hiszen ide tartozik a mélyépítés, ami tovább tagozódik út, hid, közmű, földalatti és vízépitésre. A másik nagy terület a magasépítés, a lakásépítéstől az ipari építésen át a mezőgazdasági építésig. Külön kategóriák ma már az építőiparon belül a betonelemgyárak, házgyárak, transzportbeton gyárak.

Nyilvánvaló, hogy más és más igényt támaszt - műszakilag is, gazdaságilag is - a termelt kavicsal szemben a betonelemgyártóipar, a mélyépítőipar, a tanácsi ipar. Az igények differenciálódnak a kavicsiparban ép úgy, mint más iparágakban.

Amíg az építőipar csak 140 kp/cm² nyomószilárdságú betonnal dolgozott, nyilván más követelményt támasztott a kavicsal szemben, mint ma, amikor 400, 560 kp/cm² a nyomószilárdsági igény -külföldön pedig 600, 800 sőt 1000 kp/cm² nyomószilárdságú betont állítanak már elő. Az építőipar más követelményt támasztott a kavicsal szemben, amikor még csak kútgyűrűt csömöszöltek a betonból, és más a követelmény ma, amikor vasbeton nyomócsövet állítanak elő feszített kivitelben 6-10 atü víznyomásra.

Ahogy nővekednek az építőiparral szemben támasztott követelmények, úgy az építőipar is növeli igényeit a kavicsiparral szemben.

Ez természetesen nem egyedi jelenség, szinte általános az alapanyaggyártó iparággal szembeni igénynövekedés. Érthető is ez, hiszen nagyszilárdságú /pl. 400 kp/cm², vagy előlötti/ betont nem lehet osztályozatlan homokos-kavicsból előállítani a legjobb akarat mellett sem, s vízzáró beton sem készíthető naturkavicsból. A támasztott igények tehát nem öncélúak, hanem szükségszerűek.

Néhány adat a kavicsstermelés mennyiségi igényeivel kapcsolatban.

A világ cementtermelése meghaladja az évi 1/2 milliárd tonnát. Ehhez mintegy 2 milliárd m³ adalékanyag szükséges. Ebben a zúzottkő adalék is benne van, de mindjárt meg kell jegyezni, hogy általános tendencia, hogy világszerte növekszik a kavicsfelhasználás a zúzottkővel szemben. Jelentős energiát fordítunk kőzetek bányászására, törésére, zúzására, s ezt az energiát takarítjuk meg a természet által végzett aprítással, amikor kavicsot használunk fel betonadalékanyagként zúzottkő helyett.

A világ cementtermelése mellett néhány hazai adat:

Év	Cementtermelés	Adalékanyag igény
1970.	3 millió to, ehhez	12 millió m ³
1972.	4 millió to, ehhez	16 millió m ³
1975.	5,6 millió to, ehhez	22,4 millió m ³

A fenti néhány számból jól érzékeltethető a kavicsstermeléssel szembeni mennyiségi igény, nem távoli időpontokban, hanem a közeljövőben.

A bevezető után vizsgáljuk meg röviden az adalékanyag tulajdonságainak betontechnológiai szerepét, hogy világos legyen az építőipar igényeinek miértje is.

A beton legnagyobb tömegét az adalékanyag - a kavics - képezi, ezért nyilvánvaló, hogy a beton minőségét döntő mértékben befolyásolja.

Betontechnológiai szempontból az adalékanyag tulajdonságait két csoportba oszthatjuk:

- 1/ adott, nem változtatható és
- 2/ szabályozható, változtatható tulajdonságok

Az adott tulajdonságokkal nem kell sokat foglalkozni, elég felsorolni, ezek:

- a szemcsék épsége
- a kavics önszilárdsága
- sűrűsége /fajsúlya/
- halmazsűrűsége /halmaztérfogatsúlya/
- tömörség, hézagosság
- vizfelvétel
- fagyállóság

Ezek a tulajdonságok adottak, hazai vonatkozásban kedvezőek is, betontechnológiai szempontból megfelelnek.

A szabályozható tulajdonságok

- 1/ nedvességtartalom
- 2/ szennyezettség
 - agyag-iszap
 - organikus
 - szulfát
- 3/ szemcse szerkezet
- 4/ szemcsealak

A nedvességtartalom %-os megállapításának szükségessége betonkeveréskor jelentkezik, ez betontechnológiai, mérési probléma.

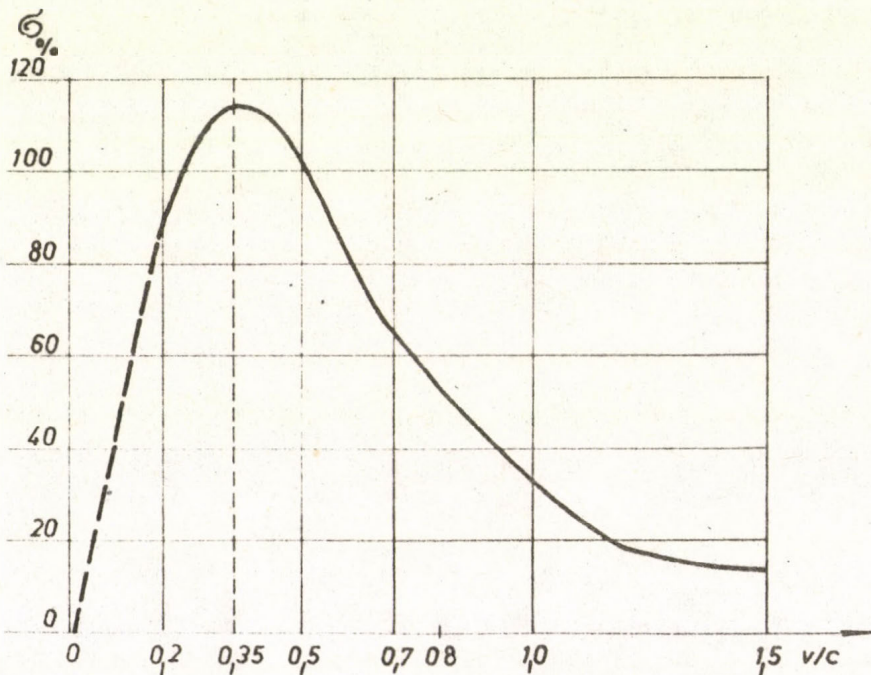
A szemcsealak kérdése: útbeton és aszfalt koptató rétegeihez való felhasználáskor döntő fontosságú, de ez egészen speciális kérdés.

Nem foglalkozunk az organikus és szulfát szennyeződéssel sem, hiszen ezzel nincs probléma a hazai kavicsstermelés során.

A szabályozható tulajdonságok közül kettő bir különös jelentőséggel: a homokos-kavics, agyag-iszap szennyezettsége és a homokos-kavics szemcseszerkezete.

Miért? A beton keveréséhez szükséges vizigényt döntően befolyásolja. Ha a kavicsban sok a finomrész - homok, iszap, agyag, - akkor a bedolgozáshoz szükséges vizet növelni kell, ha pedig a beton keverővizét növeljük, akkor megnő a vízcementtényező és a betonnal szemben támasztott főkövetelmény, a nyomószilárdság csökken.

A betontechnológiában a legrégebben felismert törvény a vízcementtényező és nyomószilárdság közötti összefüggés. A vízcementtényező növekedésével a betonszilárdság csökken. Ugyanis a betonba adagolt keverőviznek kettős szerepe van: kémiai, a cement hidrátációjához szükséges viz, és fizikai, a plasztikussá tételhez, a bedolgozáshoz szükséges viz, hogy a friss beton a formát kitöltse, a vasbetéteket körülvegye. Sajnos a kémiai kötéshez szükséges vízzel nem bedolgozható - száraz - a betonkeverék, tehát több vizet kell hozzáadnunk; a fölös viz azonban a kötés után elpárolog a betonból, s ott marad a pórus, s a beton tömörsége csökken, így - mint minden építőanyag esetén - a szilárdság is kisebb lesz /1. ábra/.



1. ábra A beton nyomószilárdságának és víz-cementtényezőjének összefüggése

A betonkeveréskor tehát az adalékanyag szemcséit be kell vonni vízzel, hogy plasztikus, bedolgozható legyen.

Ismert, hogy az adalékanyag szemcséinek mérete döntő mértékben befolyásolja az adalékanyag fajlagos felületét /I. táblázat/. Ha finomabb szemcsék uralkodnak a homokos-kavicsban, akkor nagyságrendekkel megnő az adalékanyag fajlagos felülete, s hogy bedolgoz-

I. táblázat Az adalékanyag fajlagos felülete a szemcse nagyságtól függően

szemcse nagyság mm	fajlagos felület m ² /kg
0,1 - 0,15	18,70
0,15 - 0,3	10,86
0,3 - 0,6	5,42
0,6 - 1,2	2,80
1,2 - 2,5	1,40
2,5 - 5	0,75
5 - 10	0,32
10 - 20	0,19
20 - 30	0,11

ható legyen a friss beton, a keverékhez igen sok vizet kell hozzáadni, s akkor a vízce-
menttényező törvény szerint csökken a beton nyomószilárdsága.

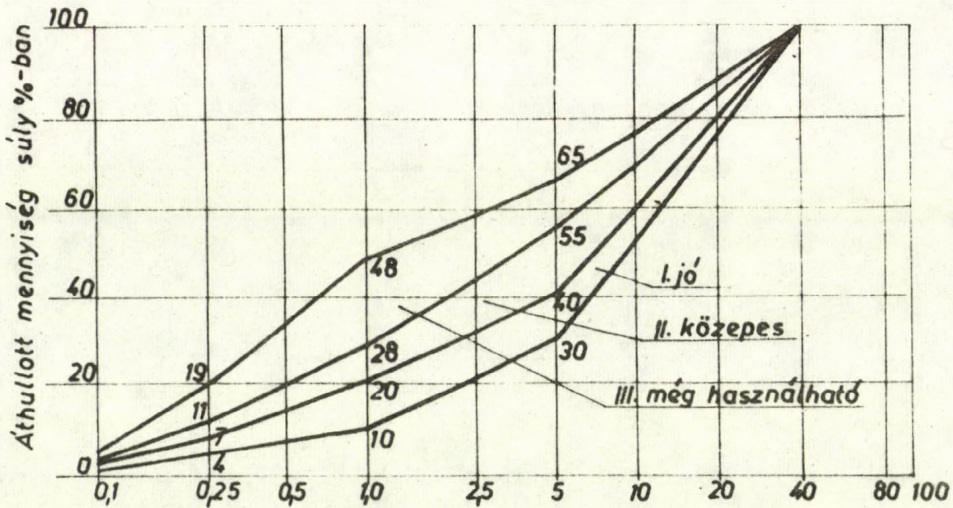
Betontechnológiai szempontból hallatlan sok kísérlettel meghatározott határgörbékkel
adják meg a "jó", a "közepes" és a "még használható vagy I. II. III. oszt. zónákat /2. áb-
ra/.

Egy példával: plasztikus konzisztenciával kell készíteni 140 kp/cm² nyomószilárdságú
vasbetont. Ha I. osztályú /30-40 % homoktartalmú/ adalékanyagot használunk fel, akkor
215 kg cement szükséges 1 m³ betonhoz, ha III. osztályú az adalék, /65 % homok tartalom-
mal/, akkor 300 kg/m³ cementet kell adni a betonkeverékhez, hogy a kívánt 140 kp/cm² szil-
árdságú betont elérjük, azért, mert az első esetben 159 liter víz, a második esetben 212
liter víz szükséges a bedolgozhatósághoz. Ez már gazdaságossági kérdés is, hiszen 85 kg
cementről van szó m³-ként -ami cement szűk időben nem elhanyagolható mennyiség, különösen
ha milliós m³ nagyságrendben kell betont készíteni.

Nem véletlen, hogy a homokos-kavics osztályozása egyre döntőbben jelentkezik a ka-
vicsiparban műszaki ok miatt azért, mert 280 kp/cm² nyomószilárdság feletti betonminőség
csak osztályozott homokos-kavicsal érhető el, ez alatt pedig gazdaságossági okból, ce-
menttakarékosság miatt döntő. A finomhomok osztályozás is /hidrociklonok, Reax osztályo-
zók/ egyre jelentősebb szerepet kap, az pedig az I. táblázat adataival magyarázható, mert
fajlagos felület ép a finomfrakciók esetén jelentősen megnő.

Nem célozom a különféle - igen sokféle típusban kialakított kavicsosztályozó rendsze-
rek /Binder-rosták, rezonancia-sziták, Mogensen-sziták, stb./ ismertetése - hiszen ez a
kő-kavicsipari technológus gépészek területe - itt csak az osztályozás szükségszerűségét
kivántam igazolni.

Még egy betontechnológia fogalom a legnagyobb szemcse nagyság, a D_{max}. Az előbbiekből
következik, hogy minél jobban növelem a szemcse nagyságot, annál kisebb az adalékanyag faj-
lagos felülete. Ki is alakult egy általános betontechnológia szabály: a maximális szemcse-
nagyság növelésével növekszik a szilárdság, vagy adott szilárdság elérése esetén kevesebb
cementtel nyerhető azonos szilárdság. Ugyanakkor van egy irányzat az építőiparban, nevezé-



	víz (l)	v/c	cement (kg)
B 140	I. 222	0,74	300
	II. 171		245
	III. 159		215

2. ábra Homokos-kavics szemcseszerkezeti határgörbéi

tesen a vasbetonszerkezetek vékonyodnak az épületsúly csökkentése, gazdaságosság érdekében. Héjszerkezeteket, karcsúbb oszlopokat építünk, a vasalás vékonyabb és sűrűbb lett. A vékonyabb szerkezet és sűrűbb vasalás kisebb D_{max} -ot követel. A régibb 60, 40, 30 D_{max} mellett ma 20, 15, sőt 10 mm-es maximális szemcsenagyságú homokos kavicsot is igényel az építőipar. A D_{max} -nak ilyenképen való alakulása kavicsstermelés szempontjából kedvezőbb, különösen az alföldi, kevés nagyobb szemet tartalmazó kavicslelőhelyek esetén.

Néhány szó az adalékanyag agyag-iszaptartalmának szerepéről betontechnológiai szempontból. Az agyag-iszap szennyeződés közül az agyag a kedvezőtlenebb, különösen akkor, ha rög alakban van jelen a kavicsban.

Amíg kézzel lapátolták a homokos-kavicsot a termelési helytől a bedolgozásig, a kézi manipuláció során valaki csak kidobta az agyag-rögöt a betonkeverékből, de ma sem a kotrógép, sem a szállítószalag, sem a keverő nem veti ki az agyagrögöt. Az agyagrög káros a betonra - ezt nem kell bizonyítani - hiszen egy szerkezet a leggyengébb pontján megy mindig tönkre.

Veszélyes formája az agyagnak, amikor a szemcsék felületét hártvaként vonja be, s gátolja a felületi kötést, a cement tapadását. Ezt sem kell bizonyítani.

Előfordul az agyag finoman eloszolva, amit a jólismert térfogat %-ban kifejezett agyag-iszaptartalommal jellemzünk. Betontechnológiai szempontból bizonyos százalék felett ez is káros, azonban az agyagrög és felületi bevonat a veszélyesebb.

Az agyag eltávolítására ma már különféle módszerek, berendezések szolgálnak, s egy korszerű kavicsfeldolgozó üzem ma már el sem képzelhető agyageltávolító, mosóberendezés nélkül.

Mit kell tehát tenni? milyen homokos kavicsot igényel az építőipar: kis agyag-iszap tartalmú /3, illetve max. 6 térf. %/ javított szemcseszerkezetű, kivánt maximális D_{max} szemcsenagyságú, I., de legalább II. osztályú határgörbébe eső adalékanyagot, különleges betonokhoz pedig élesre osztályozott frakciókat /0-1, 1-5, 5-10, 10-20 mm/; mindezt kellő mennyiségben s egyenletes minőségben.

Még néhány szót gazdasági kérdésekről: a termelt kavicsot millió m^3 nagyságrendben használja az építőipar. A nagymennyiségből adódik, hogy m^3 -kénti 1.- Ft megtakarítás milliós megtakarítást eredményez. Ez így van minden nagy tömegben használt anyag, vagy építőanyag esetén.

Az építőipar által beépített kavics költsége két tényezőtől tevődik össze:

- 1/ manipulációs költségek
/kotrás, osztályozás, mosás/
- 2/ szállítási költségek

Mióta megszűnt az egységes szállítási tarifa /fuvarkassza/, azóta a kavics árában döntő tényező a szállítás.

10-17.- Ft/ m^3 kavicskotrás mellett, a szállítási költség extrém /vasút + közút/ esetben 340.- Ft is lehet, vagyis 20-szorosa a kavics értékének, de 2-3-szorosát teszi ki közeli szállítás esetén is. Mi következik ebből? A szállítási távolságok csökkentését kell minden módon, új kavicslelőhelyek feltárásával megoldani. Még olyan áron is, hogy a kavicsstermelési költségek számottevően /2-3-szorosa/ növekednek, /pl. nagy fedőréteg eltávolítása, esetleg sok finomrész kiosztályozása/, mert ezzel ha 30-50.- Ft-tal növekszik is a kavics manipulációs költsége m^3 -ként, de ugyanakkor szállítási költségben 100-200.- Ft/ m^3 megtakarítás érhető el. De a forint értéknél még döntőbb a szállítási kapacitás megtakarítás. Ismert, hogy 1980-ig az építőipar termelése 2,5-szeresére fog növekedni, nyilvánvaló, hogy ilyen termelés növekedéshez a szállítási kapacitást is legalább kétszeresére kellene növelni, s már most látható, hogy nem lesz annyi vagon kavicsszállításra, hiszen már ma is problémák vannak a vagon ellátottsággal.

A fő teendő tehát új kavicslelőhelyek feltárása, 20-30 km-es körzetekre osztva az országot és úgy megoldani a kavicsellátást, hogy a lehető legkisebb szállítási költség merüljön fel. Lehet, hogy a kisebb kapacitású kavicsbányákban a manipulációs költségek növekedni fognak, mégis jelentős megtakarításokat érhetünk el, forintban és szállítási kapacitásban.

Mobil üzemekről, transzportábilis üzemekről olvashatunk a szakirodalomban, mindenütt létesítenek ilyen üzemeket a kavicsiparban; gazdaságossága teljesen egyértelmű az előbbiekből. A hazai kavicsipar is tervbevette ilyen mobil üzemek létesítését a közeljövőben.

Összegezve tehát: a követelmény a megengedettnél nem nagyobb agyagtartalmú, megfelelő szemcseszerkezetű homokos-kavicssal ellátni az építőipart a kivánt mennyiségben úgy, hogy a szállítási költségek minimálisak legyenek, illetve a szállítási kapacitást minél kisebb mértékben terheljük ezzel a többmillió m^3 /és közel kétszeres to-súlyú/ anyagszállítással. Ezzel a jövő feladatát is megfogalmazzuk: korszerű eszközökkel körzeti kavicsbányahálózatot kiépíteni az építőipar számára nélkülözhetetlen építőanyag - a kavics - biztosítása céljából.