

A<sub>1</sub>

## KIVONAT

**Gumihulladék feldolgozásból származó textil erősítőszálak alkalmazása  
bitumenes lemezgyártáshoz**

A találmány hulladék gumiabroncs komponensek feldolgozásából származó szálanyag frakció alkalmazására vonatkozik, olyan rugalmas polimerrel (elasztomerrel) módosított bitumenes masszához, amelyet a vízszigetelőlemez gyártásban a hordozóra felhordanak.

A bitumenes massa sztírol-butadién-sztírol vagy sztírol-butadién-gumi (SBS) kopolimerrel van módosítva.

A szálanyag frakció hulladék gumiabroncs feldolgozásából visszanyert, elkülönített és őrölt gumirészecskéket tartalmazó szálhalmaz, amely cellulóz, polietiléntereftalát (PET), poliakrilát és poliamid (PA6.6) keverékéből állhat.

*Fell. ábra: 1. ábra*

## **Gumihulladék feldolgozásából származó textil erősítőszálak alkalmazása bitumenes lemezgyártáshoz**

A találmány gumiabroncs hulladék feldolgozásból származó textil erősítőszálak alkalmazására vonatkozik elasztomérrel módosított bitumenes fedél(szigetelő) lemezek gyártásánál a bitumenes massa előállításához.

Ismeretes az, hogy a bitumenes szigetelőlemezeket úgy gyártják, hogy szőtt anyag hordozóra, - amely lehet üvegszálás vagy műszálás textília - mártási technológiával meghatározott rétegvastagságú oxidált bitumenes masszát visznek fel. A termékek mechanikai tulajdonságát főként a hordozóanyag, vízzárási és *hosszú időtartamu tartóssági* tulajdonságát a felvitt massa minősége határozza meg.

A bitumenes masszát termikus és vízszigetelő tulajdonságának javítása céljából műanyagokkal adalékolják. A gumiszerű elasztomérekkel a lemez hidegtörése, a jellemző, kritikus hőfokérték csökkentése és a lemezzéteg rugalmasságának a növelése elérhető. Ezek az elasztomérek a bitumenben kolloid anyagként oldhatók, a bitumenmassza hidegtörési hőmérsékletét csökkentik, a massa rugalmas viselkedése javítható. A másik adalék-családdal, a plasztomérekkel (pl. etilén-propilén-polimerek) a termék hőállósága 140-150 °C-ig növelhető.

Az elasztomer adalékanyagok közül kiemelendők az SBS (sztírol-butadién-sztírol) kopolimerek. Az elasztomerrel módosított bitumenes lemezek túlnyomó része -20-25°C-on is rugalmas és hajlítható marad, a hőállóság rendszerint 110-120°C.

A bitumen módosításánál elasztomérekkel, így SBS-sel ismeretes módon fennáll egy kritikus érték a technológia kivitelezése szempontjából, ez az u.n. "átcsapási koncentráció". Ez a koncentráció azt a minimális, bitumenbe beoldandó modifikátor-polimer mennyiségét jelenti, amelynél a bitumen mátrix szerepét az elasztomer veszi át. Az elasztomerek ugyanis amorf, laza és sok kettőskötést tartalmazó molekulaszervezetük folytán a bitumen folyékony, olajos (u.n. "maltén") fázisában térfogatuk sokszorosára duzzadnak, s az így kialakult duzzadt polimer, mint folytonos fázis határozza meg az átcsapási koncentráció felett a teljes bitumen-elasztomer kompozit tulajdonságait, így azt mintegy "gumiszerűvé" teszi.

A bitumen önmagában is kolloid-rendszer, a kőolajfinomítás egyik terméke és annak technikai lépései után is számottevő kolloid stabilitással rendelkezik, vagyis a diszperz rész (az u.n. aszfaltén) és a cseppfolyós diszperziós közeg (a maltén) nem válik szét komponensekre. E komponensek, illetve fázisok sokféleségét kutatások bizonyították és az időnként drasztikus finomítási technológiai beavatkozás ellenére a rendszer stabil, szerkezetét az eredet, a geokémiai történet szabja meg. Napjainkban, a nyersolajból az u.n. "fehéráru" kihozatalt maximálni törekszenek és emiatt gyakoriak a bitumen kolloid-stabilitásával kapcsolatos problémák.

A polimer-modifikálásnál, így SBS adagolás esetén a bitumenbe még további komponenst vagy komponenseket visznek be, emiatt a finomításból már eleve eredő esetleges destabilizálódáson felül további stabilitási problémák is jelentkezhetnek. A bitumen minőségétől függően a fentebb említett "átcsapási koncentráció" bitumenről bitumenre jelentősen különböző lehet, az átcsapás előtti diszperz rendszer viszont



meglehetősen labilis, így pl. vízszigetelő lemez gyártására nem alkalmas. SBS-el történő modifikálás esetében az átcsapási koncentráció más polimerekhez képest alacsony (adott esetben 4-6%) is lehet, de az így kialakuló duzzadt polimer-mátrix közvetlenül az átcsapásnál még igen lágy, a gyűrűs-golyós lágyuláspont túl alacsony és a belőle készült lemez tulajdonságai így gyengék. A mechanikai szilárdság növekedése mellett a hidegtűrés is az átcsapás feletti koncentrációknál a modifikátor mennyiség növelésével rohamosan javul és optimumát akkor éri el, mikor a polimer-mátrix, vagyis a duzzadt SBS már hidegállósági és rugalmassági anyagszerkezeti képességét, "potenciálját" mintegy realizálta. E ponton jellegzetes rendezettség jön létre. A modifikátor anyagi adottságaiból elvileg elérhető hatásból konkrét esetben a termékben ténylegesen realizált szerkezetalkotási hányad függ az adott SBS gyártmány kémiai szerkezetétől, de nagymértékben a bitumentől is. A bitumen adott esetben gyenge minőségét a fedéllemezgyártók növelt SBS koncentrációval egy határig képesek és kénytelenek kompenzálni, így a polimer hatékonysága azonban alacsony lesz, mivel a molekulaszervezetéből adódó "potenciált" nem lehet ilyen „túladagolási” esetben iparilag kellő hatékonysággal realizálni. Ez emellett jelentősen növekvő anyagi ráfordítást is igényel a gyártóktól a többlet elasztomer modifikátor miatt jelentkező nagyobb nyersanyagköltség folytán.

Miközben tehát a bitumen gyenge minőségét megnövelt adalékolással lehet ugyan ellensúlyozni, gazdasági megfontolások miatt viszont éppen az ellenkező lépés, a beadagolt SBS mennyiség csökkentése volna kívánatos. A lemezgyártásnál a technika jelenlegi állása szerint átlagosan a bitumen-masszára számított *töltőanyag nélküli* 10-12 t%-ra beállított SBS mennyiség mellett általában a teljes elvárt műszaki hatás nem jelentkezik, mivel az optimális SBS szerkezet nem alakul ki, vagyis az u.n.



"anyagi potenciál", mely a modifikáló termék molekulaszervezetéből adódik, csak részben realizálódik az ipari gyakorlatban a bitumen-massza tulajdonságaiban.

A bitumen módosítására az SBS és rokonvegyületei mellett vagy helyett különböző további adalékokkal kísérleteznek. Ezek egy része kézenfekvően hulladékok felhasználásával valósul meg, hiszen itt az aránylag alacsony önköltség adott és emellett környezetvédelmi haszon is jelentkezik, mivel a hulladékok ártalmatlanítása ráfordítást igényel. Így például a használt gumiabroncs feldolgozásánál képződő frakciók közül a gumiőrleményt is javasolták adalékként, hiszen kétségtelenül képes a bitumen minőségromlásából adódó lágyuláspont csökkenést részben kompenzálni.

Általánosan fogalmazva valamennyi újrahasznosítási, abroncs-feldolgozási technológia három lépéstípusból épül fel: előaprítás, granulálás és hideg (kriogén) őrlés. Ezekhez jönnek a különböző szitálások, illetve fajtázások. Az előaprítás során az abroncs-fajta (személy g.k., teher g.k., más termékek) szerinti szortírozás után a gumitárgyat rotációs ollókkal tenyérnyi darabokra vágják. A granulálásnak nevezett művelet több lépcsőből áll. Ennek során az előaprítékot sorbakapacsolt vágómalmokban egyre kisebb darabokra vágják. Ezeket környezeti hőfokú aprításnak is nevezik. Az ezt követő szitálási és fajtázási folyamatokban ezután három frakció jön létre: gumigranulátum, acélhulladék és szálasanyag. Az utóbbi frakció ezután szeparátorba kerül, ahol a fémmaradványt távolítják el és további finomőrlést, illetve szálaprítást végeznek. A hidegőrlés során a gumigranulátumot cseppfolyós nitrogénnel hűtik le és ezt az üvegszerű kemény anyagot speciális malomban finomra őrlik. A hulladék gumiabroncs feldolgozási technológia folyamatábráját az 1. ábrán szemléltetjük. A szálasanyagfrakció szeparációja a többi

komponenstől, főként a gumitól nem teljes mértékű. Ebben a frakcióban legalább 10 t% körüli gumihányad bennmarad, de ez adott esetben 50-55 t%-ig is növekedhet.

A visszanyert erősítőszál frakció felhasználására, amely szálanyag halmaz alakjában képződik, a cement technológiában és az energetikai felhasználás (elégetés) területén vannak eredmények. Ezek közé tartozik a WO 2004/089610 közzétett leírásban javasolt módszer, amely ismerteti a hulladék gumiabroncsok mechanikai feldolgozását és az egyes komponensek szétválasztását a fentiekben vázolt módon. Ugyanakkor célul tűzi ki a szálanyagfrakció újrahasznosítását. Az újrahasznosítás fő területe a szálanyag bitumenalapú építőanyagokhoz való hozzákeverése és ezáltal a bitumen polimerrel való módosításának kiküszöbölése és a viszkozitás stabilizálása.

A szálanyagfrakciót bizonyos esetekben ebből a célból egy szerves kötőanyaggal elkeverik és folyékony koncentrátum alakjában adagolják polimer helyett az aszfalthoz, rezgéscsillapító lemezekhez, stb.

A vízszigetelőlemezekhez használt bitumenes masszánál más a helyzet mint az útépitési bitumenes masszánál, ugyanis lényeges különbség, hogy az aszfalt 4-6t% bitumenes kötőanyagot tartalmaz, a vízszigetelőlemezeknél a *töltőanyag nélküli* bitumenes massa mintegy 90 t% bitument tartalmaz, így önmagában is szerkezeti anyagot képez. A szerkezeti anyag bitumennel szemben támasztott követelmények sajátosak és ezek figyelembevétel nélkül a várható eredmények a technikai szintet nem elégítik ki.

A találmány feladata gumihulladék feldolgozásból származó elkülönített textil erősítőszálak alkalmazása bitumenes masszák készítésére vízszigetelő lemezekhez, amelynél a szálanyag frakció specifikus tulajdonságai teljes értékben hasznosíthatók.

A találmány lényege a hulladék gumibroncs feldolgozásából származó és abból elkülönített szálanyag frakció alkalmazása 1-15 tömeg%-ban a rugalmas polimerrel (elasztomérrel) módosított bitumenes masszához, amelyet a vízszigetelőlemez gyártásban a hordozóra felhordanak. Az elasztomerrel módosított bitumenes massa kiváltképpen sztírol-butadién-sztírol (SBS) vagy (SBR) (sztírol-butadién gumi) kopolimérrel van módosítva. A szálanyag frakciót előnyösen 2-10 tömeg% mennyiségben alkalmazzuk az SBS kopolimérrel módosított, töltőanyagmentes bitumenes masszára számítva. A szálanyag frakció a hulladék gumibroncs feldolgozásából visszanyert elkülönített és őrölt gumitartalmú szálhalmaz, amely jellemzően cellulóz, polietiléntereftalát (PET) és poliamid (PA 6,6), valamint különféle poliakrilátok keveréke.

Az alkalmazott szálanyag frakció szálhosszúsága 0,2-5 mm, előnyösen 0,4-0,8 mm, térfogatsúlya 150-200 g/l.

Az alkalmazott szálanyagfrakció tömegére számítva 5-70 % gumirészecskéket tartalmaz, mivel a gumirész és a szálanyag egymástól teljesen nem választható el.

A találmány kiterjed olyan elasztomérrel, főként SBS polimérrel módosított bitumenes masszára, amely tömegére számítva 1-15% gumibroncs feldolgozástól származó és abból elkülönített, megőrölt gumirészecsketartalmú szálanyag frakciót

tartalmaz. A bitumenes massa hordozóra felvitt állapotban vízszigetelőlemezyártásra alkalmas.

Kutatásaink során ugyanis meglepő módon azt találtuk, hogy a gumiabroncs-hulladék hasznosítása további, nem várt lehetőséget nyit SBS-sel és más elasztomerrel modifikált bitumen esetén annak ellenére, hogy a szokásos szálasanyag adagolás önmagában a lemezgyártásnál nem hatékony. Az elkülönített gumiabroncsból nyert szálasanyag frakció elkerülhetetlenül gumirészeket is tartalmaz, e komplex keverékkel pedig nem csak a bitumen minőség romlásából adódó termikus paraméter-romlást lehet ellensúlyozni, hanem ez a cél ezen felül még számottevően csökkentett elasztomeradalékolással is elérhető.

Azt találtuk, hogy a bitumenben duzzadt SBS strukturálódását ezek a szálak az abroncsgyártás során bekövetkezett speciális felületmódosulásuk folytán, mint "elasztomer-barát" szálasanyagok elősegítik azáltal, hogy képesek beépülni a malténban duzzadt SBS mátrixba, s azt további, fokozott strukturálódásra, térhálósodásra vagyis molekulaszervezetéből adódó lehetséges hatásának fokozottabb kifejtésére készítetik. Ezzel együtt a gumirészek is résztvesznek ebben a kialakult komplex kompozit-rendszerben. Arról van ugyanis szó, hogy a bitumenben az SBS annak duzzadása során másodlagos szerkezetet alakít ki, (mely az u.n. "plaszticitási tartományt", vagyis a hidegtörési hőmérséklet és a lágyuláspont hőfokintervallumát lényegesen kiszélesíti) és ebbe a szerkezetbe épül be azután a felületén gumival aktivált szálasanyag valamint az ezzel együttjáró gumipor is. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy azon esetekben, melyekben a közeg (bitumen) bármely hátrányos tulajdonsága, és/vagy az elasztomer-szerkezetre előnytelenül ható szennyező adalék gátolják a másodlagos térhálós szerkezet kialakulását, a



modifikálószer, az SBS nem képes az elvileg molekulaszervezetéből adódó teljes szerkezeti hatását kifejteni a találmány szerinti adalék, vagyis a szálanyag frakció és az SBS vagyis a módosított SBS-mátrix viszont stabilabb, mint önmagában az SBS. E téren a szálanyagnak és a guminak szinergikus hatása van. A reciklási eljárásban, az önmagában értéktelennek tekintett szálanyag frakció tehát azzal a váratlan tulajdonsággal rendelkezik, hogy fokozza a bitumenben oldott SBS térhálós rendeződését, erősíti másodlagos szerkezetét, s ezáltal tovább növeli a plasztikus tartomány nagyságát. Emiatt a felső hőmérséklet határ (gyűrűs-golyós lágyuláspont) feljebb, a hideghajlítási határhőmérséklet lejjebb tolódik. A gumirészecskék az SBS-rendszer kompaktságát, a szálanyag annak rendeződését növeli. Azt a tényt, hogy két oldalról is specifikus kölcsönhatásról van szó, bizonyítja az a tapasztalat, hogy a hatás más bitumen-modifikálószer alkalmazásánál elmarad, ugyanugy, ahogy az egyszerű szálanyag sem fejt ki a bitumenes SBS masszára a fentemlített hatást, de önmagában a gumigranulátum sem.

A fent említett kölcsönhatások mellett a szálanyag magába a bitumenbe is beépül, így szerkezeterősítő hatású is, de ezen ismert hatását meghaladó igazi jelentősége az SBS-re kifejtett hatásán keresztül érvényesül.

Anyagkutatásaink során tehát arra a következtetésre jutottunk, hogy a legelterjedtebb szálanyagok, így a cellulóz, az akrilszál, a polietilén-tereftalát, a poliamid, stb. nyers vagy vulkanizált gumival hevítve a fenti cél szempontjából előnyös felületmódosulást szenvednek, amely a találmány alkalmazását lehetővé teszi.

Azt tapasztaltuk, hogy e szálanyag-halmaz ezáltal teljes értékű adalékként használható SBS-bitumen rendszerekben és segítségével a fentiekben már említett komplex hatás jelentkezik, vagyis akár csökkentett SBS mennyiség, vagy gyengébb minőségű bitumen alkalmazásával is lehet teljes, sőt javított minőségű elasztomerrel modifikált bitumenes vízszigetelőlemezeket előállítani.

Fontos kiemelni, hogy a találmány alapját képező felismerés kifejezetten a szál azon felületmódosulására vonatkozik, amely a vulkanizáláskor bekövetkezik, így minden esetben jelentkezik a pozitív hatás attól függetlenül, hogy a gumi-gyártási erősítő textilbetétek szálösszetétele milyen széles határok között változik. A massa finomszerkezetének vizsgálata azt mutatta, hogy a hulladék szálfrakció eleve olyan felületi sajátossággal rendelkezik, hogy az SBS-el bitumenben intenzív kölcsönhatás jön létre és a masszában a szálak egyenként véletlen eloszlásban és izoláltan fordulnak elő, nem alkotnak kötegeket, agglomerátumokat, mivel az említett kölcsönhatás erősebb, mint a szálak asszociálódási hajlama, mely más esetben technológiai nehézségeket okoz.

A bitumenben oldott SBS és a találmány szerinti szálanyagfrakció adalék jelentős kölcsönhatását azonban a termékben elért műszaki haladás mellett közvetlen viszkozimetriás – reológiai mérésekkel is be lehet mutatni. Ebből a célból készítettünk B-200-as bitumenből 5 % SBS adagolással alapmasszát, majd ehhez tömegére számítva 2, 4 és 6 % gumireciklálásból származó szálanyag frakciót adagoltunk, mely mintegy 35 t% gumitartalommal is rendelkezett, részben szála intenzíven rátapadt formában, részben bennmaradt porként.

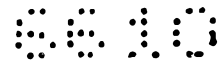
Ismeretes, hogy az olvadt, u.n. desztillált bitumen, melyet legáltalánosabban alkalmaznak a bitumenes vízszigetelőlemez-gyártásnál önmagában ideális folyadékként viselkedik, és követi Newton törvényét, vagyis

$$\eta = \frac{\gamma}{\sigma}$$

ahol  $\eta$  az u.n. viszkozitás,  $\gamma$  a nyírási feszültség (vagyis az a hatás, mely a folyadék deformációját, folyását előidézi)  $\sigma$  pedig a nyírási sebesség – vagyis maga a folyás jelensége. Ez a törvény azonban szerkezettel bíró folyadékokra (illetve deformálódó testekre) már nem érvényes, ilyen esetben bonyolultabb kinematikai leírásokat kell alkalmazni, így például az Ostwald-egyenletet

$$\sigma = K\gamma^n$$

melyben szereplő mennyiségekre érvényesek a fenti definíciók,  $K$ , az új együttható lép a viszkozitás helyébe, ezt konzisztencia faktornak nevezik,  $n$  kitevő pedig a folyási index, melynek értéke 1, ha az anyag „Newtoni”. A praktikus esetekben  $n$  1 és 0,5 között változik, így 0,1 eltérésnek már számottevő szerkezeti jelentősége van. Természetesen a modifikált bitumenek egyike sem „newtoni” folyadék, az eltérés nagysága természetesen jelentősen függ a koncentrációtól és az SBS szerkezetétől – adott bitumen esetében. Mérési eredményeinket az 1. táblázat, valamint 2. ábrán lévő görbék mutatják be.



1. táblázat

Minta	Konzisztencia [Pa.s]	Folyási index
SBS 5 % (90 °C)	25,48	0,8
SBS 5 % (95 °C)	20,194	0,8
SBS 5 % (100 °C)	14,039	0,8
SBS 5 % (105 °C)	8,4	0,8

Sz=szálásanyag  
koncentráció t%-ban

SBS 5% Sz 2% (90 °C)	110,853	0,62
SBS 5% Sz 2% (95 °C)	93,825	0,62
SBS 5% Sz 2% (100 °C)	69,307	0,62
SBS 5% Sz 2% (105 °C)	49,7	0,62

SBS 5% Sz 4% (95 °C)	235,1	0,62
SBS 5% Sz 4% (100 °C)	148,19	0,62
SBS 5% Sz 4% (105 °C)	97,642	0,67
SBS 5% Sz 4% (110 °C)	60,23	0,71

SBS 5% Sz 6% (100 °C)	316,52	0,52
SBS 5% Sz 6% (105 °C)	207,186	0,57
SBS 5% Sz 6% (110 °C)	133,17	0,63

Szálásanyag Koncentráció [%] (5 % SBS-el)	Konzisztencia (Pa.s)				
	90 °C	95 °C	100 °C	105 °C	110 °C
0	25,48	20,194	14,039	8,4	
2	110,853	93,825	69,307	49,7	
4		235,1	148,19	97,642	60,23
6			316,52	207,186	133,17

Mint látható az SBS jelenléte a jelentős K-növekmény mellett az n csökkenésében is jelentkezik. Figyelemreméltó azonban, hogy már 2 % szálásanyag hozzáadásakor igen jelentős tovább folyási index csökkenés mutatkozik, valamint tovább növekedik a konzisztencia. Két tényező is feltűnő. Az egyik, hogy a már 2 % adagolásnál kialakuló folyási állapot matematikai alakja a további adagolásnál tovább nem változik, a másik, hogy a K értéke az adalékolással (koncentrációnövekedéssel) messze nem lineárisan, hanem mintegy exponenciálisan növekedik. Mindkét tényező az SBS-szálásanyag-bitumen komplex kialakulását mutatja.

A találmány alkalmazása egyszerre hártja el a bitumen minőségromlásából adódó azon hátrányos hatásokat, amelyek a plaszticitási tartomány beszűkülésében mutatkoznak (lágyuláspont csökkenés és hidegtörési hőmérsékletemelkedés) és teszi ugyanakkor lehetővé azt a gazdasági előnnyel járó lépést, hogy a felhasználásra kerülő SBS mennyiséget is csökkentjük a vízszigetelő lemez gyártásával. Ugyanakkor természetesen fontosak a vízszigetelőlemezek egyéb technikai javított tulajdonságai is. Ezek közül kettőt érdemes kiemelni. Az egyik az, hogy a fedéllemezek alkalmazásánál - SBS-es lemezek esetében igen kritikus - u.n. "járhatóság". Ezen az értendő, hogy sugárzó hő (napsütés) és aránylag magas környezeti hőmérséklet mellett a már felrakott lemezen elkerülhetetlenül szükséges járóképesség a lemez károsodása nélkül fennmaradjon. A másik javított tulajdonság a lánghegesztés utáni felületen mutatkozik, ugyanis a lemezek felületi merevsége javul, vagyis a hegesztéssel összeillesztett fedéllemez a használat során a környezeti ártalmaknak jobban ellenáll.

Az alábbiakban példákon szemléltetjük a találmány lényegét.

Az alábbiakban a szálanyagfrakció felhasználásának különféle változatait mutatjuk be. Tekintettel arra, hogy a példákon keresztül a találmány lényegét, a szálanyag-beépülést, illetve annak különféle módosatait kívánjuk bemutatni, szándékosan nem változtattuk a szálak hosszúságát, mivel ez hatással lehet az eredményekre. A jó összehasonlíthatóság miatt ezért e tényezőt kiiktattuk és minden esetben  $0,5 \pm 0,2$  mm hosszúságú szálak halmazát alkalmaztuk.

Különböző eredetű gumiabroncsok kevert feldolgozásával előállt szálanyag-frakciót analizáltunk.

Összetétele az abroncsok véletlenszerű összeválogatása folytán a következő összetétellel volt jellemezhető:

50% Cellulóz

30% PET

20% PA (6,6)

A feldolgozási technológia folytán adott minta anyagára számítva 15t% különböző méretű és jellegű gumirészt is tartalmazott.

A fenti anyagalmazból és SBS-ből elasztomer - modifikált bitumenlemez készítettünk, s azt szálanyag, illetve gumipor adalékolás hatásával vetettük egybe.

Kísérleteink eredményeit az alábbi 2. táblázatban foglaltuk össze:

2. táblázat

Összetevők	1	2	3	4	5	6	7
B-200 Bitumen %	86	84	86	86	86	86	86
Europrene 161 BG.(SBS)%	8	-	8	8	8	8	8
Reciklált szálanyag frakció	-	-	-	-	-	-	4
Eredeti szálak keveréke % -	-	-	4	-	2	-	
Gumipor	-	11	4	-	-	-	-

**A kapott eredmények**

	1	2	3	4	5	6	7
Lágyuláspont °C	105	64	114,5	123,5	108,5	117	125
Penetráció 256°C	59	56	45	37	42	43	49
Penetráció 50°C	110	-	105	88	96	98	
Hidegrepedés °C	-15	+8	-15	-15	-18	-15	-22

Mint látható a számottevő többlethatás a felületmódosított, vagyis a használt gumitárgy reciklálásából nyert szálakkal érhető el és ezt a hatást a gumival nem kezelt hasonló műszál, sem a gumiőrlemény önmagában nem mutatja.



## Szabadalmi igénypontok

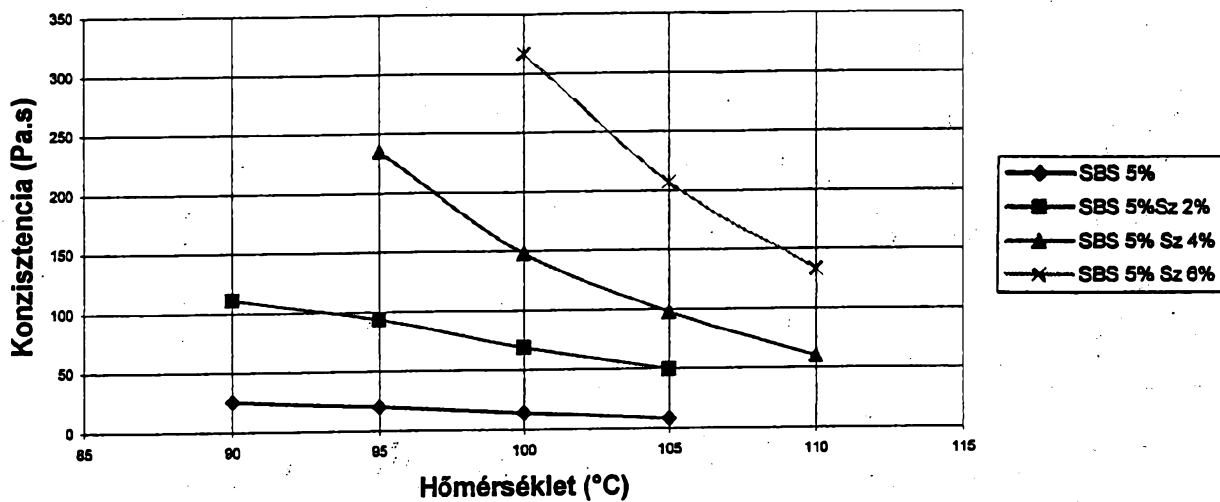
1. Hulladék gumiabroncs komponensek feldolgozásából származó szálanyag frakció alkalmazása 1-15 tömeg%-ban olyan rugalmas polimerrel (elasztomerrel) módosított bitumenes masszához, amelyet a vízszigetelőlemez gyártásban a hordozóra felhordanak.
2. Az 1. igénypont szerinti alkalmazás, amelyben az elasztomerrel módosított bitumenes massa sztírol-butadién-sztírol vagy sztírol-butadién-gumi (SBS) kopolimérrel van módosítva.
3. Az 1. igénypont szerinti alkalmazás, amelyben a szálanyag frakció mennyisége az SBS kopolimérrel módosított *töltőanyag mentes* bitumenes masszára számítva 2-6 tömeg%.
4. Az 1. igénypont szerinti alkalmazás, amelyben a szálanyag frakció hulladék gumiabroncs feldolgozásából visszanyert, elkülönített és őrölt 5-70% gumirészecskéket tartalmazó szálhalmaz, amely cellulóz, polietiléntereftalát (PET), poliakrilát és poliamid (PA6.6) keverékéből áll.
5. A 4. igénypont szerinti alkalmazás, amelyben a szálanyag frakció szálhosszúsága 0,2-5 mm, előnyösen 0,4-0,8 mm, térfogatsúlya pedig 150-200 g/l.

A meghatalmazott:

ADVOPATENT  
SZABADALMI ÉS VÉDREGY IRODA  
KARÁCSONYI BÉLA  
szabadalmi ügyvivő



### Konzisztencia, Szálasanyag effektus



### Szálasanyag koncentráció -Konzisztencia függés

