

**KÖRNYEZETTUDATOS ÚTÉPÍTÉSI REMIX
TECHNOLÓGIÁK,
KONKRÉT ÚTSZAKASZ BEMUTATÁSA HIDEG
ELJÁRÁSSAL
(Szakdolgozat)**

Komárominé Dr. Kucsák Mónika
konzulens

Hegedűs Áron
építőmérnöki szak

2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Hulladékokra vonatkozó európai és hazai jogszabályok	4
3. Hulladékhierarchia.....	6
4. Az útépítésben újrahasznosításra felhasználható anyagok	8
4.1. Bontás és feldolgozás.....	8
4.2. Osztályozás és felhasználás	9
4.3. Forgalomba hozatal	11
5. Lehetséges újrafeldolgozási módok	13
6. A remix technológiák bemutatása.....	14
6.1. Telepi újrahasznosítás.....	15
6.2. Helyszíni újrahasznosítás	17
6.2.1. Helyszíni meleg újrahasznosítás	18
6.2.2. Helyszíni hideg újrahasznosítás	20
7. A remix technológiák hazai alkalmazásának területei, lehetőségei	26
7.1. A hideg remixes teljes burkolatfelújítás tízparancsolata	27
7.2. Előfeltételek a hideg eljárású remix alkalmazásához.....	29
8. Konkrét útszakasz bemutatása.....	30
8.1. Előzmények	30
8.2. Felújítás előtti állapot.....	31
8.3. Tervezési osztályok, műszaki paraméterek	32
8.4. Tervezett kialakítás.....	33
8.5. Pályaszerkezet	36
8.6. A korszerűsítés során keletkező hulladékok és elhelyezésük	42
9. Összefoglalás	45
10. Felhasznált irodalom.....	46
11. Ábrajegyzék.....	46
12. Képjegyzék	47
13. Táblázatjegyzék.....	47

1. Bevezetés

A környezettudatosság az egyes személyek vagy a társadalom valamely szegmensének, a bioszféra állapotával és az emberi környezettel kapcsolatos tájékozottságát, érzékenységét és tudatos felelősségvállalását jelenti. A környezet iránti aggodalom, értékeinek megőrzése iránti vágy valószínűleg nem új keletű, a környezettudatosság fogalma azonban viszonylag új. Bár elviekben a legtöbb ember elkötelezi magát a környezetvédelem ügye mellett, az ismeret és a tettek alapján kevés ember tekinthető ténylegesen környezettudatosnak. [1]

Napjaink egyik legfontosabb feladata a környezetvédelem, a környezettudatosságra való felhívás. Az építőipar kapcsán a már meglévő létesítményeket alkotó építőanyagok újrahasznosítása jelent nagy kihívást, mely jelentős műszaki, gazdasági és környezetvédelmi szempontból egyaránt. Műszaki szempontból el kell érni, hogy az építmények elbontásakor keletkezett anyagok feleljenek meg az elsődleges nyersanyagok minőségi követelményeinek. Gazdasági oldalról nézve a bontással visszanyert anyagok az életciklusuk kezdetén jelentős energia befektetés árán lettek előállítva, így felelőtlenség lenne azokat az életciklusuk végén hulladéklerakóra elhelyezni, ha nagy részük visszanyerhető és egy új létesítmény kivitelezése során újra felhasználható. Környezetvédelmi szempontból arra kell törekednünk, hogy nyersanyagigényünk minél nagyobb részét újrahasznosítható anyagokból állítsuk elő. Ezáltal csökkenthetjük az elsődleges nyersanyagok kitermelését és a keletkező hulladék mennyiségét is.

Hazánkban az épületek, utak és egyéb építmények bontásából, átalakításából származó hulladékok másodnyersanyagként történő hasznosítási aránya jelenleg mintegy 20%. Ezek a hulladékok legtöbbször a települési hulladéklerakókra kerülnek, rosszabb esetben illegálisan elhelyezve közvetlenül terhelik a környezetet. Az elfogadott 2008/98/EK rendelet szerint 2020-ra el kell érniük a 70%-os újrahasznosítási rátát. Ebből is látható, hogy hatalmas feladat előtt állunk.

A műszaki szabályozásaink lehetővé teszik az építési és bontási hulladék anyagok újrahasznosítását az útépítésben, mégsem élünk megfelelően ezekkel a lehetőségekkel. Az Országos Hulladékgazdálkodási Terv mértékadó szakmai

becslésekre támaszkodva évente mintegy 10 millió tonna építési és bontási hulladék keletkezésével számol, aminek kb. 70%-a a kitermelt föld (kb. 7 millió tonna). Az útépítési hulladék kb. 1,1 millió tonna, az építési hulladék kb. 1,3 millió tonna, a kevert építési hulladék kb. 0,6 millió tonna. A kitermelt föld mintegy 15%-a kerül hasznosításra (területfeltöltés, rekultiváció stb.). Az útbontási hulladéknál ez az arány jelentősen magasabb, mintegy 75-80%-os, míg a különböző építési hulladékok esetében gyakorlatilag elenyésző a hasznosítás mértéke. Az adatokból megállapítható, hogy az útépítési ágazatnak sokkal nagyobb szerepet kell vállalnia a magasépítési bontási anyagok újrahasznosításának terén is.

Szakdolgozatomban egy konkrét példa alapján arra kívánok rámutatni, hogy megfelelő pályázati kiírással jelenleg is lehet olyan műszaki tartalmú útfelújítást tervezni, amely környezetkímélőbb megoldásokat tartalmaz, mint a hagyományos technológiák. Mivel a folyamatosan fejlődő technológiák a rendelkezésünkre állnak, ezért csak vezetői elhatározás kérdése ezek alkalmazása, melyekkel az építőipar jelentős mennyiségű hulladéktól kímélheti meg környezetünket.

2. Hulladékokra vonatkozó európai és hazai jogszabályok

A 2008/98/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv (továbbiakban: Hulladék Keret Irányelv, HKI) az alábbiakat írja elő:

A hatékonyabb környezetvédelem érdekében a tagállamoknak az alábbi, elsőbbségi sorrendet jelentő hierarchiának megfelelő hulladékkezelési intézkedéseket kell bevezetniük:

- megelőzés,
- újrahasználatra való előkészítés,
- újrafeldolgozás,
- egyéb hasznosítás, például energetikai hasznosítás,
- ártalmatlanítás.

Magyarországon az építési és bontási hulladékokkal kapcsolatos tevékenységet jelenleg a hulladékgazdálkodásról szóló 2012. évi CLXXXV. törvény és a 45/2004. (VII. 26.) BM-KvVM együttes rendelet szabályozza.

Hulladék: bármely anyag vagy tárgy, amelytől birtokosa megválik, megválni szándékozik vagy megválni köteles.

E fogalom alapján, amittől nem kíván megválni a hulladék birtokosa (tulajdonosa), az nem tekinthető hulladéknak. Ha a tulajdonos nem adja el, azaz tulajdont nem vált, valamint saját tevékenysége során ezt környezetszennyezést kizáró módon felhasználja, akkor ezek az anyagok nem válnak hulladékká, a hulladék körbe nem kerülnek be, a törvény és a kapcsolódó egyéb rendelkezések nem vonatkoznak rá.

A környezet és az emberi egészség védelme

Minden tevékenységet úgy kell megtervezni és végezni, hogy az a környezetet a lehető legkisebb mértékben érintse, vagy a környezet terhelése és igénybevétele csökkenjen, ne okozzon környezetveszélyeztetést vagy környezetszennyezést, biztosítsa a hulladékképződés megelőzését, a képződő hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentését, a hulladék hasznosítását, továbbá környezetkímélő ártalmatlanítását.

Az EU tagországaiban a hasznosítás hagyományai és törekvései eltérőek. A tagállamok egy részében (Hollandia, Németország, Ausztria, Franciaország), illetve Svájcban az építési és bontási hulladékok másodnyersanyagként történő hasznosításának aránya eléri vagy akár meg is haladja a 45-50%-ot, míg a többi tagállamban ez jelentősen kisebb mértékű. Általánosságban a hasznosítás külföldi gyakorlatában a gazdaságosságot nagymértékben befolyásolják a jelentősen megnövelt lerakási díjak (pl. Hollandiában öt-hatszorosára növelték a törmeléklerakási díjakat). A központi és helyi befolyásoláson túlmenően az ilyen célú vállalkozások létrehozását és eredményes működését országos szinten támogatják, a másodnyersanyag előállítókat megillető nyereségadó- és forgalmiadó-mentességgel, illetve a felhasználókat megillető adókedvezménnyel, továbbá helyi beruházási támogatásokkal.

Az európai szabályozásra jellemző, hogy mindenhol többlépcsős folyamatról van szó. Alapvető kiindulási követelmény a politikai akarat és döntés, amely első sorban a témára irányuló törvénykezés, rendeletek és intézkedések formájában nyilvánul meg, az egyes országok hulladékgazdálkodási szabályozásának keretein belül. Ezt követi a végrehajtási, műszaki és gazdasági szabályozási háttér kialakítása. Ezután a

politikai akaratot megvalósító vállalkozók egymással szövetkezve igyekeznek a működési feltételeket kialakítani és a piaci körülményeket figyelembe véve a célirányos működtetést biztosítani.

Általános tapasztalat, hogy jól működő piaci feltételek között a másodnyersanyagok termelési körfolyamatba való visszavezetésének kiinduló alapja a termékminősítés és ennek egységes rendje, a gazdasági tényezők, ezek között is a feldolgozási és a lerakási költségek egymáshoz viszonyított aránya (alapvető feltétel egy országosan minimális lerakási díj meghatározása), valamint a hasznosító vállalkozásokat és másodnyersanyag felhasználókat megillető különféle kedvezmények (adó, hitel, beruházási támogatás stb.).

3. Hulladékhierarchia

A hulladékképződés megelőzése és a hulladékgazdálkodás során az alábbi tevékenységek elsőbbségi sorrendként történő alkalmazására kell törekedni:

- a hulladékképződés megelőzése,
- a hulladék újrahasználatra való előkészítése,
- a hulladék újrafeldolgozása,
- a hulladék egyéb hasznosítása, így különösen energetikai hasznosítása,
- a hulladék ártalmatlanítása.

Megelőzés

Az anyag vagy termék hulladékká válását megelőzően hozott olyan intézkedés, amely csökkenti:

- a hulladék mennyiségét, többek között a termékek újrahasználatát vagy a termékek élettartamának meghosszabbítása révén,
- a képződött hulladék környezetre és emberi egészségre gyakorolt káros hatásait,
- az anyagok és termékek veszélyesanyag-tartalmát.

Újrafeldolgozás

Olyan hasznosítási művelet, amelynek során a hulladékot termékke vagy anyaggá alakítják annak eredeti használati céljára, vagy akár más célokra. Ez magában foglalja a szerves anyagok feldolgozását, de nem tartalmazza az energetikai hasznosítást és az olyan anyaggá történő feldolgozást, amelyet feltöltési műveletek során használnak.

Újrahasználat

Olyan művelet, amelynek révén a hulladéknak nem minősülő terméket vagy annak valamely részét újrahasználik arra a célra, amelyre eredetileg szolgált.

Újrahasználatra előkészítés tisztítással, javítással, valamint ellenőrzéssel végzett hasznosítási művelet, amelynek során a hulladékká vált terméket vagy valamely részét előkészítik arra, hogy bármilyen egyéb előkezelés nélkül újrahasználható legyen.

A törvény szabályainak értelmében, amennyiben az anyag a visszanyerés helyszínén kerül felhasználásra, vagy a gyártásfelhasználás ciklusában, vagyis a technológiai folyamatban marad, úgy az esetek egy részében nem tekinthető hulladéknak. Amennyiben a gyártásfelhasználási ciklusból kilép, úgy hulladéknak kell tekinteni. [2]

A hulladékképződés megelőzése érdekében törekedni kell arra, hogy a technológiából származó, de a technológiai folyamatba visszavezetett gyártási maradék anyag, valamint a már használt, de eredeti céljára ismételten felhasználható termék, illetve melléktermék a gyártásfelhasználási ciklusban maradjon. Továbbá törekedni kell arra is, hogy a visszanyert anyag tárolása szabályozott legyen, ezáltal felhalmozást ne eredményezzen.

A törvény alapelvei és a szabályok azt támogatják, hogy egy újrahasználható anyag ne kerüljön hulladékként kezelésre, lerakásra, vagy ártalmatlanításra, ezért ne kelljen hulladéknak tekinteni ezeket az anyagokat. Ily módon elkerülhető, hogy a drágán

kialakított, komoly műszaki védelemmel rendelkező lerakók ne kerüljenek pazarló módon feltöltésre.

4. Az útépítésben újrahasznosításra felhasználható anyagok

Az újrahasznosításra felhasználható építési és bontási hulladékok elsősorban a magasépítési, mélyépítési és mérnöki építmények építésénél és bontásánál, valamint a közlekedési területek felbontásánál (utak, repülőterek és vasutak) keletkeznek.

A feldolgozható építési és bontási hulladékok jellemzően az alábbiak:

- kötőanyag nélküli építőanyagok (töltések építőanyaga, feltöltések anyaga, kitermelt föld, útpálya szerkezeti rétegek, vasúti pályákhoz használt zúzottkő),
- magasépítésből származó bontott anyagok (tégla, beton, vasbeton, fa, stb.), téglagyári és előregyártó üzemi selejt anyagok,
- hidraulikus kötésű építőanyagok (útpálya burkolatok, lemezek, szegélykövek, csövek, beton és vasbeton szerkezetek),
- bitumenes kötésű építőanyagok (útburkolatok aszfalt rétegei, hidak szigetelésvédő aszfaltjai).

4.1. Bontás és feldolgozás

Az építési és bontási hulladékok újrafelhasználási lehetőségeit nagymértékben befolyásolja kinyerésük (bontásuk) módja. Ezért nagyobb építmény (épület, pályaszerkezet, stb.) bontása előtt bontási tervet kell készíteni, melynek egyik legfőbb szempontja a bontási anyagok minél tisztább kinyerése (szelektív bontás). Útépítési anyagok bontásánál törekedni kell a helyben történő újrahasznosításra, ezt már az útfelújítások tervezése során figyelembe kell venni. Amennyiben a rendelkezésre álló elbontandó anyag alkalmas az új pályaszerkezeti rétegek építéséhez, akkor azt célszerű helyben felhasználni.

Bontás során először a szennyező anyagok eltávolítása történik, majd a visszanyert anyagokat fajtánként kell szelektálni. Szennyeződések okozhat a felső talajréteg

(humusz), műanyag, fa, papír, fémek és egyéb nem veszélyes hulladékok. Ha felmerül a szennyeződés gyanúja, például az anyag eredete miatt, akkor az ilyen hulladék anyagokat, mint újra felhasználható építőanyagokat ki kell zárni a felhasználásból, kivéve, ha ezek ártalmatlanságát igazolják. Veszélyes anyagokat tartalmazó bontási hulladék nem használható fel.

A veszélyes összetevőket tartalmazó bontott építőanyagokat a veszélyes hulladékokra vonatkozó hatályos hazai jogszabályoknak megfelelően kell ártalmatlanítani és kezelni.

A bontásból visszanyert építőanyagok minősége és összetétele elég változatos, ezért sok esetben csak további kezelés (szétválogatás, törés, osztályozás) után kerülhetnek újrahasznosításra. A bontási hulladékokat, amennyiben nem a bontás helyén kerülnek újrafelhasználásra, feldolgozó telepre szállítják, ahol megtörténik a feldolgozásuk és minősítésük, így más helyszínen építési anyagként felhasználhatóvá válnak. Az újrafelhasználható építőanyagokat a felhasználás célja szerint különválasztva kell tárolni. Ilyenkor gondoskodni kell arról, hogy ne következzen be minőségromlás (elszennyeződés, összekeveredés, szétosztályozódás, stb.).

Bizonyos esetekben (például útpályaszerkezetek átépítésénél) a bontott anyagok a helyszínen kerülnek újrafelhasználásra. Előfordulhat, hogy bontás után, további beavatkozás nélkül, azonnal felhasználhatók alapanyagként. Ilyen esetekre fejlesztették ki a helyszíni recycling technológiákat. Amennyiben a kinyert anyag, bontás utáni formájában nem alkalmas újrafelhasználásra, akkor mobil, helyszínen telepíthető eszközök (mobil törő-osztályozó, telepi recycling keverő) segítségével fel kell dolgozni és ezután alapanyagként lehet felhasználni.

4.2. Osztályozás és felhasználás

Az újrafelhasználható építőanyagokat a felhasználás célja szerint kell osztályozni. Útépítési célú felhasználás esetén az anyagok osztályozása az érvényes ütügyi műszaki előírások alapján történik.

RA - Újrafeldolgozott tört aszfalt

Elsősorban hideg vagy meleg aszfalt keverékekben történő felhasználása javasolt. Burkolat alapon vagy padkában történő felhasználása csak abban az esetben javasolt, ha a minőségi paraméterei nem teszik lehetővé az aszfaltkeverékekben történő gazdaságos felhasználását.

RAB - Újrafeldolgozott tört aszfalt, beton keverék

Elsősorban burkolat alapokban és padkában történő felhasználása javasolt. Felhasználható még vezetékek nyomvonalában ágyazati anyagként és visszatöltésként, valamint ha igény van a nagy mennyiségben történő elhelyezésére, akkor töltésanyagként is.

RB - Újrafeldolgozott tört beton

Elsősorban burkolat alapokban és padkában történő felhasználása javasolt. Felhasználható még vezetékek nyomvonalában ágyazati anyagként és visszatöltésként, valamint ha igény van a nagy mennyiségben történő elhelyezésére, akkor töltés anyagként is.

RG - Újrafeldolgozott kőzet

Elsősorban burkolat alapokban és padkában történő felhasználása javasolt. Felhasználható még vezetékek nyomvonalában ágyazati anyagként és visszatöltésként, valamint ha igény van a nagy mennyiségben történő elhelyezésére, akkor töltés anyagként is.

RS - Újrafeldolgozott homok

Elsősorban vezetékek nyomvonalában ágyazati anyagként és visszatöltésként, valamint töltés anyagként történő felhasználása javasolt.

RZ - Újrafeldolgozott cserép vagy tégl

Elsősorban vezetékek nyomvonalában ágyazati anyagként és visszatöltésként, valamint töltés anyagként történő felhasználása javasolt.

Az újrahasznosított anyagokkal kapcsolatban mindenképpen törekedni kell arra, hogy az anyagok a teljesítő képességüknek megfelelő legmagasabb műszaki színvonalú rétegekben kerüljenek felhasználásra. [3]

4.3. Forgalomba hozatal

Az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról és a 89/106/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló 305/2011/EU rendelet valamennyi előírása feltétel nélkül alkalmazandó Magyarországon is 2013. július 1-étől. Az új szabályozás célja, hogy a tervező által elvárt terméktulajdonságok összhangban legyenek az építőanyaggyártók nyilatkozatával, és ezért az egyes termékcsoportok jellemző felhasználási módjai tekintetében határozzák meg a lényeges terméktulajdonságokat.

Az építési termékek megfelelőségét a tervezett felhasználás szempontjából állapítják meg, hiszen a gyártó nem tudhatja pontosan, hogy a terméket mire fogják használni. Lényeges a terméktulajdonság fogalma: az építési termék olyan teljesítménye, amely a termék tervezett felhasználása során az építményben való elhelyezkedés, az épületszerkezeti szempontból betöltött szerep és a környezeti hatások figyelembe vétele mellett az alapvető követelmények teljesülése szempontjából meghatározó és a megfelelő termék kiválasztásához nélkülözhetetlen.

Ahol a jogszabály az építési termékkel szemben követelményt állapít meg, ott az építési termék beépíthetőségének feltétele, hogy a teljesítménynyilatkozat tartalmazza a követelménynek való megfelelést igazoló termékjellemzőt [275/2013. (VII. 16.) Korm. rend. 3. § (3) bek.]. A beépítés során a kivitelező és a felelős műszaki vezető mellett a műszaki ellenőrnek is van feladata.

Újrafelhasználható anyagokra vonatkozó követelményeket határoznak meg az alábbi szabványok és ütügyi műszaki előírások:

MSZ 4798-1:2004 Beton Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon
MSZ EN 206-1:2002Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség,készítés és megfelelés

MSZ EN 12620:2006 Kőanyagalmazok (adalékanyagok) betonhoz

MSZ EN 13108-1:2006 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 1. rész: Aszfaltbeton

MSZ EN 13108-6:2006 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 6. rész: Öntöttaszfalt

MSZ EN 13108-8:2006 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 8. rész: Visszanyert aszfalt

MSZ EN 13242:2003 Kőanyagalmazok műtárgyakban és útéptésben használt kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú anyagokhoz.

MSZ EN 13285:2003 Kötőanyag nélküli keverékek. Előírások

MSZ EN 14227-1:2005 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. Előírások 1. rész: Cement kötőanyagú szemcsés keverék

MSZ EN 14227-2:2005 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. Előírások 2. rész: Salak kötőanyagú keverékek

MSZ EN 14227-3:2005 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. Előírások 3. rész: Pernye kötőanyagú keverékek

MSZ EN 14227-4:2005 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. Előírások 4. rész: Pernye a hidraulikus kötőanyagú keverékekhez

MSZ EN 14227-5:2005 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. Előírások 5. rész: Hidraulikus útéptési kötőanyaggal készített keverékek

e-Ut 06.03.13 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése

e-Ut 06.02.11 Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai

e-Ut 06.03.11 Kerékpárutak, gyalogutak és járdák pályaszerkezete

e-Ut 06.03.12 Kisforgalmú utak pályaszerkezetének méretezése

e-Ut 06.03.24 Habosított bitumennel keverőtelepen készülő út-pályaszerkezeti alaprég

e-Ut 06.03.32 Útéptési beton burkolatalapok. Követelmények

e-Ut 06.03.52 Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprégjei. Tervezési előírások

e-Ut 05.02.54 Pályalemezékből visszanyert beton újrafelhasználása

e-Ut 05.02.11 Útépítési aszfaltkeverékek. Aszfaltbeton (AC)
e-Ut 05.02.14 Útépítési aszfaltkeverékek. Öntöttaszfalt (MA)
e-Ut 05.02.15 Útépítési aszfaltkeverékek. Visszanyert aszfalt
e-Ut 06.03.23 Kohósalakaszfalt útpályaalapok és –burkolatok
e-Ut 05.02.16 Kationaktív bitumenemulzió kötőanyagú alaprétegek, útburkolatok és kátyúzókeverékek
e-Ut 05.02.51 Bontott útépítési anyagok újrahasználat és hasznosítása. Általános feltételek
e-Ut 05.02.52 Bontott útépítési anyagok újrahasználat I. Pályaszerkezet helyszíni hideg újrahasznosítása
e-Ut 05.02.53 Bontott útépítési anyagok újrahasználat II. Telepen történő hideg újrahasznosítás
e-Ut 05.02.55 Útpályaszerkezeti aszfaltrétegek helyszíni újrafelhasználása melegremix eljárással
e-Ut 05.02.31 Útbeton betonhulladék újrahasznosításával [4]

5. Lehetséges újrafeldolgozási módok

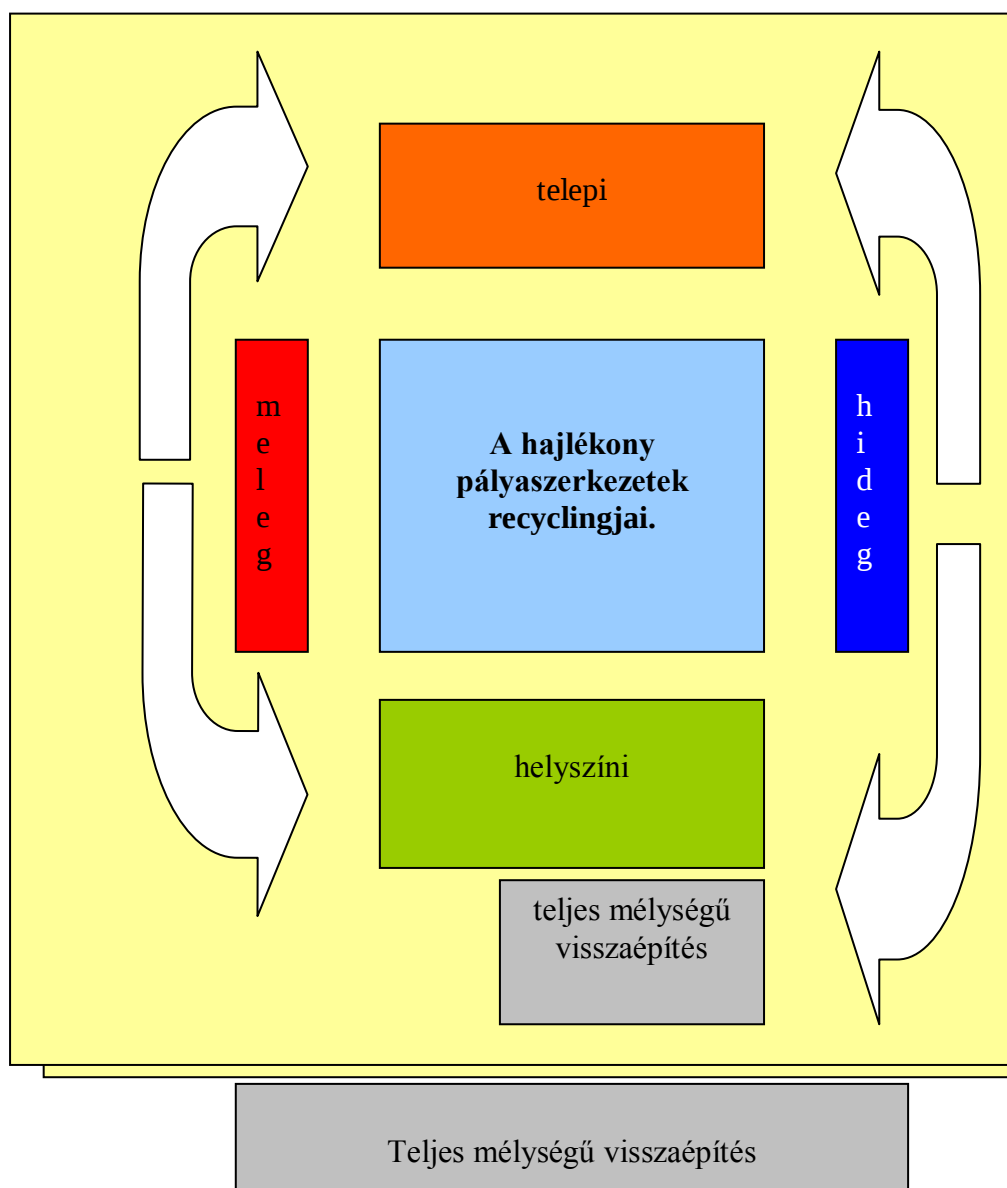
A 2008/98/EK Európai Parlamenti és Tanácsi hulladékokról szóló irányelv szerint:

- újrahasználat (reuse): bármilyen hasznosítási művelet, amelynek következtében a már hulladékká vált terméket újra felhasználják ugyanarra a célra,
- újrafeldolgozás (recycling): a hulladék hasznosítása termékként vagy anyagként az eredeti vagy egyéb célra.

Ugyanakkor a World Highways szakmai lap szakcikke szerint a recycling: a visszanyert aszfaltot különböző technológiával újramezverik (remix), majd a visszaépítése révén a régi adalékanyag és a bitumen azonos funkciót tölt be, mint az eredeti alkalmazásában.

A pályaszerkezeti rétegek anyagát lehet melegen (aszfalt esetében), vagy hidegen újra hasznosítani. Mindkét eljárás történhet a helyszínen vagy telepen.

Az előzőeket az alábbi ábra foglalja össze:



1. ábra – remix eljárások fajtái

6. A remix technológiák bemutatása

A meglévő burkolatok anyagának újrahasznosítására fejlesztették ki a recycling (remix) technológiákat.

Alapvetően kétféle eljárást különböztetünk meg:

- meleg eljárás - HIR (Hot In-place Recycling),
- hideg eljárás - CIR (Cold In-place Recycling), Magyarországon a CRX (Cold Remix) megnevezés terjedt el.

Ezeket az eljárásokat helyszínen és telepen is el lehet készíteni. A kettő közötti legjelentősebb eltérés az, hogy míg a helyszíni recycling esetében a meglévő burkolat anyaga a helyén marad, a telepi recycling esetében a meglévő burkolat anyaga a keverés után nem az eredeti helyére kerül vissza.

Hideg eljárással csak abban az esetben lehet pályaszerkezetet felújítani, ha az alábbi kritériumok teljesülnek:

- a meglévő burkolat anyaga keresztirányban homogén, ellenkező esetben a marókeverő használata meggondolandó,
- kényszerkeverő alkalmazása esetén teherbíró padka, elég szélesség a kivitelezéshez vagy a teljes pálya lezárásának biztosítása szükséges,
- megfelelő vastagságú felmarható burkolat, a hiányzó vastagság pótlásáról gondoskodni kell,
- megfelelő és hosszútávú földmű teherbírás, megfelelő állapotú víztelenítési rendszer. [5]

6.1. Telepi újrahasznosítás

A bontott anyagok telepen történő hideg újrahasznosítását az e-Út 05.02.53 ÚME szabályozza. A meglévő burkolat feltárása és a keveréktervezés megegyezik a helyszíni hideg eljárásnál alkalmazottakkal. Hideg újrahasznosítással csak burkolatalap építhető hidraulikus, bitumenes vagy vegyes (hidraulikus és bitumenes) kötőanyag felhasználásával.

A bontott anyag felhasználása új keverékekben helyszíni - mobil, vagy telepített - állandó keverőtelepen történik. Telepített keverőtelepen történő újrahasznosítás akkor gazdaságos, ha a keverőtelep a nyomvonal közelében található és rövidek a szállítási távolságok. Mobil keverőtelepen történő újrahasznosítás akkor gazdaságos,

ha nagy mennyiségű keveréket kell elkészíteni, mert az egyszeri kitelepülés költsége igen magas.

Munkaterületen, vagy annak közvetlen közelében kialakított mobil keverő berendezéssel az utak bármilyen rendszerű pályaszerkezeteiből visszanyert és adalékanyagként alkalmasan feldolgozott szemcsehalmazokból és új javító adalékanyagokból, továbbá kötőanyaggal megfelelően összekevert anyagot melegítés nélkül hasznosítják. Az építési helyszínre szállított keveréket hagyományos módon építik be alapréteggként.

Az eljárás előnye, hogy az eltávolított pályaszerkezet alatt a szükséges földmű erősítési, javítási és vízelvezetési problémái javíthatók, majd ezt követően az újrahasznosított burkolatalap visszaépíthető.



1. kép – mobil keverő berendezés adagolása

A keverékek beépítése a burkolatalapok építésénél megszokott módon, finisherrel történik.

A telepi hideg újrahasznosítás előnyei:

- a földmű javítása könnyen megoldható,
- a bontott anyagok osztályozásával és a szennyező anyagok eltávolításával jobb minőségű, homogénebb keverékek állíthatók elő,
- a burkolatalap tervezett vastagsága és geometriája könnyebben előállítható.

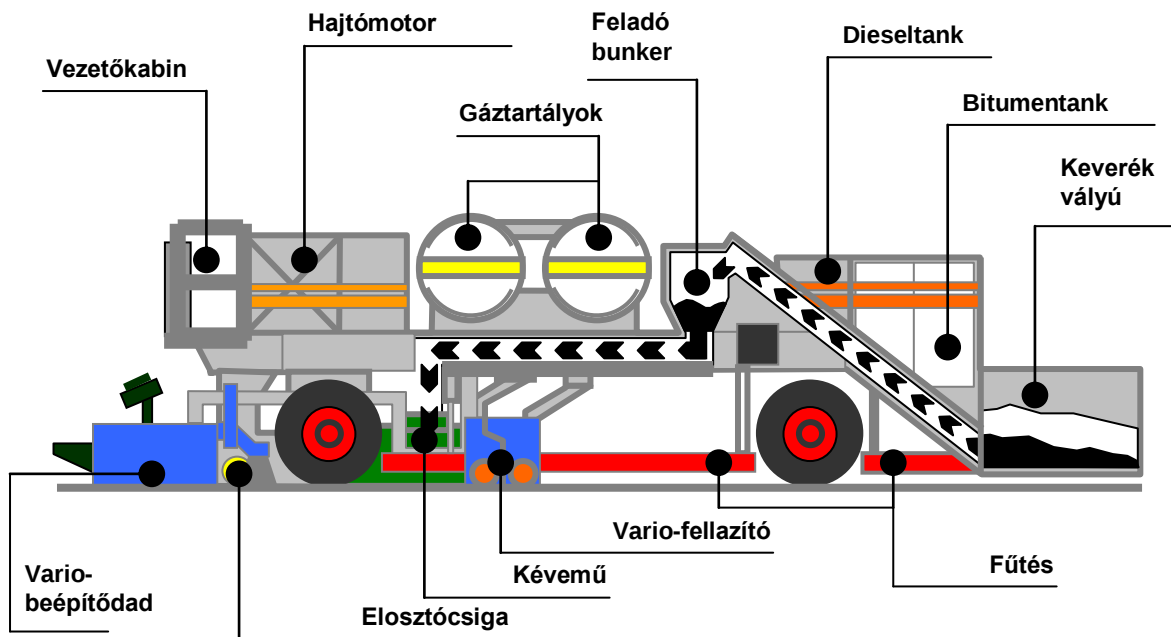
Az aszfalt pályaszerkezeti rétegekből különböző módszerekkel (pl. marással, vagy bontással, töréssel és átrostálással) visszanyert aszfalt az új aszfaltkeverék gyártásához a következő mennyiségekben alkalmazható. Maximum 10 tömeg %-ig minden aszfaltkeverékben felhasználható, 10-20 tömeg %-ban a normál igénybevételi kategóriában alkalmazható aszfaltkeverékekben, míg 20 tömeg %-ot meghaladó mennyiségben a normál kategóriában alkalmazható aszfalt alapréteg típusokban. A visszanyert aszfalt legnagyobb szemnagysága alkalmazkodjon a gyártandó aszfaltkeverék típusának legnagyobb szemnagyságához és feleljen meg az e-Ut 05.02.15 ÚME előírásainak.

Az eljárás előnyei:

- a nem újratermelődő természeti anyag megőrzése,
- energia megtakarítás,
- nincs törmelék elhelyezési és tárolási probléma,
- költség megtakarítás.

6.2. Helyszíni újrahasznosítás

A meglevő aszfalt pályaszerkezetek helyszíni újrahasznosítási technológiája, melynek során a célgéppel felmelegített aszfaltréteget felmarják, szükség szerinti kiegészítő aszfaltkeveréket, bitument, zúzott követ adnak hozzá, átkeverik, majd ismét beépítik. Az eljárás kiegészítéseként az újrahasznosított rétegre új kötő- és, vagy kopóréteg is beépítésre kerülhet.



2. ábra – helyszíni meleg eljárásnál használt gép elvi működése

6.2.1. Helyszíni meleg újrahasznosítás

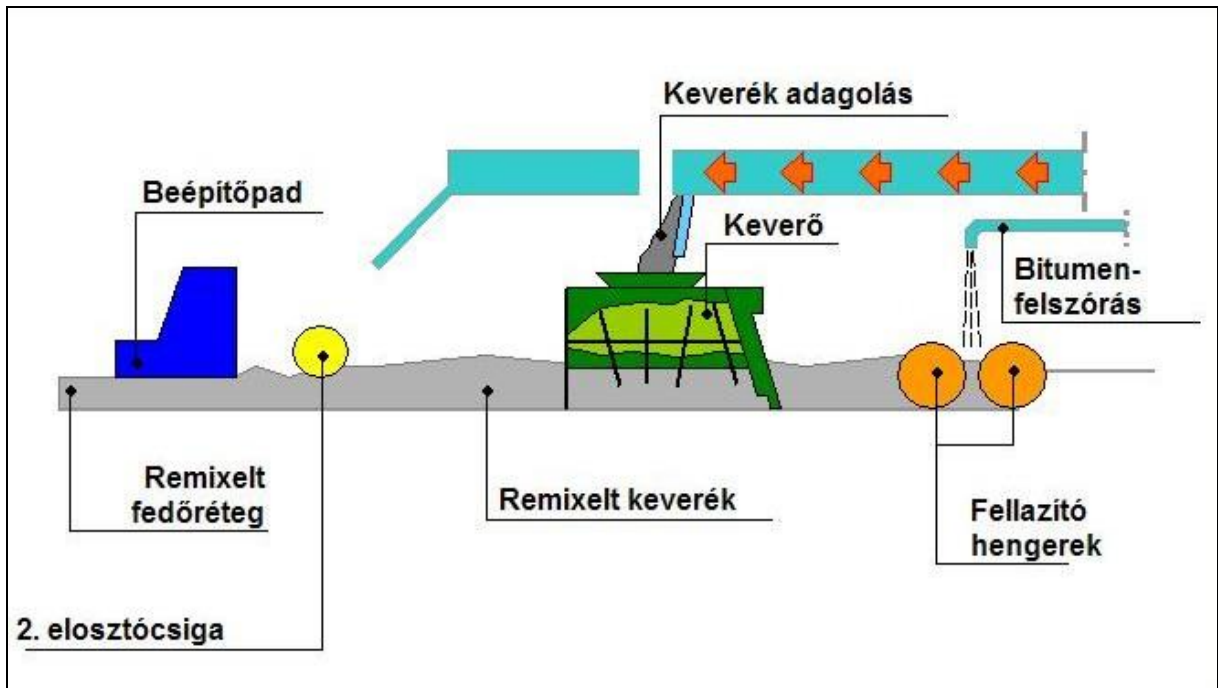
Reshape eljárás

A reshape technológia olyan frissen elkészült aszfalt pályaszerkezeti rétegek esetén alkalmazható, melyek összetétele megfelelő, azonban nem megfelelően lettek beépítve. Ilyen javítható beépítési hibának számít a kiterített aszfaltanyag szegregálódása, hullámossága, vagy rossz oldalesése. A technológia alkalmazása lehetővé teszi, hogy az elrontott szakaszok hidegmarásos eltávolítása és újraaszfaltozása helyett a meglévő aszfaltburkolatot a helyszínen újrakeverve és visszaterítve oldjuk meg a problémát.

Admix eljárás

Olyan helyszíni melegremix technológia, amely többfunkciós célgéppel, a külön egység(ek)ként a géplánchoz csatolt berendezéssel (berendezésekkel) a felmelegített aszfalt kopóréteget (vagy a kopóréteg hideg lemarását követően meghagyott réteget, vagy annak felső részét) melegen marja fel. A felmart aszfaltot szükség szerinti mennyiségű új aszfalt hozzáadásával a gép keverője megkeveri,

majd a gép beépítő egységével elteríti, előtömörítetten beépíti. A réteget a szokásos módon tömörítik hengerekkel. Az eljárással készített aszfaltréteg vastagsága az új aszfaltrétegek vastagsági határértékeivel egyezik meg.

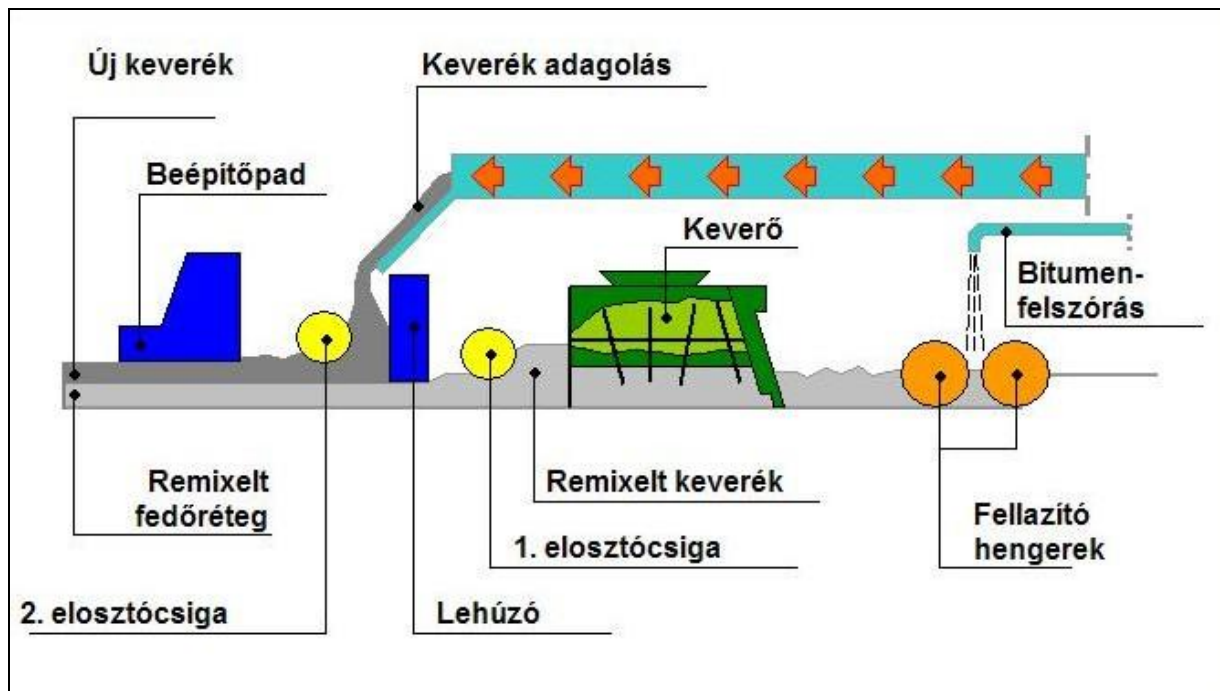


3. ábra – helyszíni meleg újrahasznosítás Admix eljárással

Remix plusz eljárás

Olyan helyszíni melegremix technológia, amely többfunkciós célgépe a felmelegített aszfalt kopóréteget (vagy a kopóréteg hideg lemarását követően meghagyott réteget, vagy annak felső részét) melegen marja fel. A felmart aszfaltot (szükség szerint új bitumen, vagy zúzottkő hozzáadásával) a gép keverőjében megkeveri, majd a gép első beépítő egységével elteríti. A remixerhez szállított új kopóréteg aszfaltját a gép a remixelt réteg fölé teríti, majd az egy menetben egymás fölé terített két réteget előtömöríti.

Az eljárás a forrót a forróhoz elven alapul, ezért a pluszként épített új kopóréteg beépítési vastagsága kisebb lehet, mint a kopórétegnek a típusra egyébként előírt minimális rétegvastagsága.



4. ábra – helyszíni meleg újrahasznosítás remix plusz eljárással

Előnyei a telepi eljáráson túlmenően: lehet teljes- vagy félszélességben alkalmazni, a felületi hibák azonnal kijavításra kerülnek, az előregedett bitumen feljavításával helyreállítható a burkolat hajlékonysága, az eredeti vagy leromlott adalékanyag keverék hibái javíthatók. [6]

6.2.2. Helyszíni hideg újrahasznosítás

A hideg eljárást elsősorban utántömörődő vagy makadám burkolatú pályaszerkezetek felújításánál alkalmazzák, de aszfaltburkolatú utak felújításnál is használható.

A technológia lényege az, hogy a meglévő burkolatot az erre kialakított célgépekkel átkeverik, homogenizálják. A keverési folyamat során kiegészítő anyag vagy kötőanyag (sok esetben mindkettő) tervezett mértékű adagolásával a meglévő burkolatból burkolatalapot, alap- vagy kötőréteget készítenek.

Az egyes keverékeket a felhasznált kötőanyag szerint szokás megkülönböztetni.

Ennek megfelelően léteznek:

- kötőanyag nélküli,
- hidraulikus kötőanyagú (általában cement),
- bitumen kötőanyagú (bitumenemulzió, habosított bitumen),
- vegyes kötőanyagú (hidraulikus és bitumen kötőanyag) keverékek.

A technológia fontosabb lépései a következők:

- keveréktervezés,
- burkolat előkészítése, kötőanyag adagolása,
- marás, keverés,
- profilozás,
- tömörítés, utókezelés.

Keveréktervezés

A keveréktervezést az e-Ut 05.02.52 Bontott útépitési anyagok újrahasználata I. Pályaszerkezet helyszíni hideg újrahasznosítása című utügyi műszaki előírás szerint kell elvégezni.

A keverék tervezéséhez a meglévő burkolatból hidegmarással mintát kell venni. A mintavételt követően a felmart anyagot laboratóriumban be kell vizsgálni. A vizsgálat az alábbiakra terjed ki:

- szemmegoszlás meghatározása,
- kötőanyag tartalom meghatározás.

Kötőanyag tartalom meghatározásra csak akkor van szükség, ha a meglévő burkolat anyaga aszfalt, és bitumenes kötőanyagú alap- vagy kötőréteg építéséhez használják fel.

A vizsgálati eredmények alapján megtervezik az új keverék szemmegoszlását és a szükséges kötőanyag mennyiséget. A tervezett keveréket laboratóriumi körülmények között lekeverik, majd megvizsgálják a keverékek tulajdonságait. Amennyiben kielégítik a vonatkozó utügyi műszaki előírások követelményeit, akkor a keveréket véglegesítik.

Burkolat előkészítése, kötőanyag adagolása

A burkolat megfelelő előkészítése a hideg eljárások egyik legfontosabb technológiai lépése. A meglévő burkolatok erősen deformálódtak, hosszirányú egyenetlenségük sem megfelelő. A marógép nem tud a meglévő út profilján változtatni, csak a marási vastagság állítható, ezért a meglévő burkolatot a tervezettnél megfelelő profilba kell alakítani.

Az előkészítés során a kátyúkat meg kell szüntetni, a kigyűrődéseket le kell marni vagy vésni. Erősen deformálódott, nem megfelelő oldalesésű burkolat esetében a meglévő burkolatot egy menetben fel kell marni és gréderrel kell kialakítani a tervezett profilt. Tilos a kiegyenlítést a burkolatra kiegészítő ásványi anyag terítési vastagságának változtatásával korrigálni.

Amennyiben nem készítik elő a burkolat profilt a fentebb leírt módon, akkor a következő minőségi problémák léphetnek fel:

- az átmart keverék szemeloszlása nem lesz egyenletes,
- a marás utáni profil nem felel meg a tervezettnél,
- a marás utáni profiligazítás miatt az átmart burkolati réteg vastagsága változó lesz.

Ha az új keveréket kiegészítő ásványi anyag hozzáadagolásával tervezték meg, akkor azt az előkészített burkolatra kell kiteríteni, a keveréktervből kiszámított terítési vastagságban. A keverékhez szükséges kötőanyag adagolása előszórással vagy közvetlenül a keverőtérbe adagolással történik. Előszórást hidraulikus kötőanyagok esetében alkalmaznak oly módon, hogy a szórógép az átmarásra kerülő felületre szórja ki a tervezett kötőanyagot.

Bitumenes kötőanyagok esetében a kötőanyagot szállító járművet a marógéphez csatlakoztatják, így a kötőanyag közvetlenül a marótérbe jut. Vegyes kötőanyag adagolás esetében a hidraulikus kötőanyagot előszórják, míg a bitumenes kötőanyag közvetlenül a marótérbe kerül.

Marás, keverés

A marás és a keverés kétféle géppel történhet:

- marókeverővel,
- kényszerkeverővel.

Marókeverő esetében a marás és a keverés egy lépésben történik. A gép maróhengere az előzetesen beállított vastagságban felmarja a meglévő burkolatot a kötőanyaggal és a kiegészítő anyaggal együtt, és a maróhengert körülvevő keverőtérben a marással együtt a keverést is elvégzi. A keveréshez szükséges vizet a géphez csatlakoztatott locsolókocsiból biztosítják. A marógépek munkaszélessége jellemzően 2,0–2,5 m között van, ennek figyelembevételével kell a marási sávokat kiosztani.

Kényszerkeverő esetében a marás és a keverés két lépésben történik. A gép maróhengerével felmart anyag egy szállítószalagon keresztül a gép kényszerkeverőjébe jut. Itt adagolják a keverékhez a szükséges vízmennyiséget is. A kész keveréket a gép a kívánt szélességben és vastagságban elteríti és előtömöríti, tehát úgy működik, mint egy normál finisher.

A marókeverő nem képes keresztirányban homogenizálni a keveréket. Ez olyan esetekben jelenthet problémát, ahol a meglévő burkolat korábban már szélesítve volt. Ezekben az esetekben általában a szélesítés nem ugyanolyan rétegrenddel és anyagokkal készült, mint a korábbi burkolat. Kényszerkeverővel ez a probléma kiküszöbölhető, mert a célgép a keverőtérben homogenizálni tudja a keveréket.

Profilozás

A marás és a keverés után kialakult felületet profilozni kell, hogy az megfeleljen a terv szerinti geometriának. A profilozást az útépitésben megszokott módon, gréderrel végzik. Kényszerkeverő esetében ez a munkafolyamat elmarad.

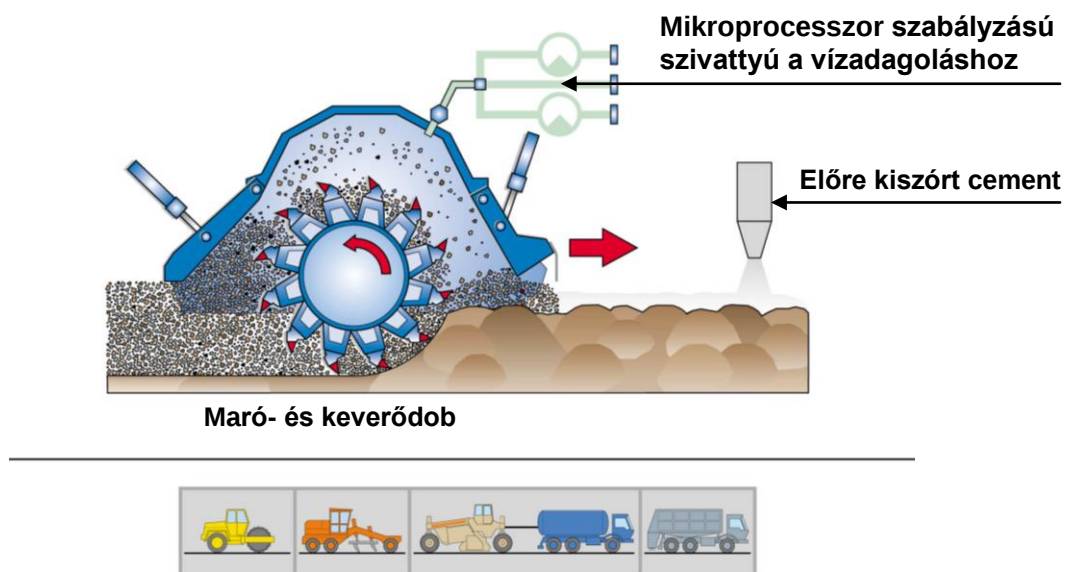
Tömörítés, utókezelés

A tömörítést a burkolatalap beépítéseknél használatos hengerekkel végzik. A hidraulikus és a vegyes kötőanyaggal készített burkolat alapokat az eltakarásig, vagyis legfeljebb 7 napig vizes permetezéssel kell utókezelní, vagy a felületet bitumenemulziós szórással le kell zárni. [7]

Helyszíni újrahasznosítás maró és kényszerkeverő berendezéssel

A pályaszerkezeti rétegek homogenizálásával helyben készülő stabilizációja, melynek során a meglévő pályaszerkezet anyagát a szükséges mennyiségű kiegészítő és javító anyaggal, valamint kötőanyaggal (cement és/vagy bitumenes kötőanyag) a helyszínen speciális célgép alkalmazásával átkeverik, elterítik és tömörítik.

Az eljárással a megfelelő alépítménnyel és vízelvezetéssel rendelkező utak esetében egy új, teherbíróbb, kedvezőbb összetételű alapréteg állítható elő, a meglévő anyagok felhasználásával.



5. ábra – helyszíni hideg újrahasznosítás vázlata [8]



1. kép – kényszerkeverő működés közben



2. kép – marókeverő működés közben [9]

A hideg és meleg eljárások bármilyen kategóriájú utakon alkalmazhatók, akár autópályákon is. A helyszíni hideg eljárások általában a deformált alsóbbrendű utakon terjedtek el, de a jövőben szintén alkalmazhatóak magasabb rendű utakon.

Bármely remix technológia alkalmazása előtt felmerülhetnek a kérdések: egyáltalán jó ez a technológia, kipróbált, elvárható a régi anyagoktól az újjal azonos viselkedés, valóban lehet költség-megtakarítást elérni?

Minden remix technológia alapelve, hogy a meglévő utak burkolati rétegei olyan adalék- és kötőanyagforrások, melyek újrahasznosíthatók az új burkolati rétegekben. Ezt már több évtizedes külföldi és hazai gyakorlat alátámasztja. Tehát a visszanyert pályaszerkezeti rétegekben lévő adalékanyag akár többször is felhasználható, míg a kötőanyag alkalmankénti minimális fiatalítást igényel.

Mivel a közutak állami vagy önkormányzati tulajdonban vannak, a visszanyert útépitési anyag is állami vagy önkormányzati tulajdon. Ha tehát a visszanyert aszfalt újrahasznosításra kerül, akkor az új burkolat árában az adalékanyag részben jelentkezni kell a költségmegtakarításnak.

Természetesen a tervezési fázisban alaposan meg kell vizsgálni a különböző technológiákat és változatokat. A vizsgálatnak ki kell terjednie a meglévő út állapotára, hibáira, a beavatkozás céljára (pl. szerkezeti megerősítés vagy csak felületi hibák javítása), a visszanyerhető aszfalt tulajdonságaira, a visszanyert anyag szükséges feljavításaira, a visszanyerés lehetséges mélységére, a kötőanyag javítási módjára stb. Ezt követően lehet az ún. hagyományos technológiát műszakilag és anyagilag összehasonlítani a szóba jöhető újrahasznosító technológiával.

7. A remix technológiák hazai alkalmazásának területei, lehetőségei

Az autópályákkal együtt majdnem 31.000 km hosszú állami tulajdonú országos közutakon az utóbbi években évente alig 200 km felújítás, burkolat megerősítés történt. Ezek is a fő-, illetve aszfaltbeton burkolatú utakon valósultak meg. A kereken 19.000 km aszfaltbeton burkolatú utakon – jóindulatúan 15 éves élettartamot feltételezve is – évi legalább 1.000-1.200 km felújítás lenne szükséges. A mintegy 12.000 km alsórendű, összekötő és bekötő utak utántömörödő pályaszerkezeteinek felújítása évtizedek óta háttérbe szorul, állapotuk fokozatosan romlik. Bár ezen utak forgalma általában alacsony, helyi jelentőségű, de az ún. társadalmi egyenlőség elve

alapján ezek állapota sem romolhat kritikátlanul. Ugyanez igaz az önkormányzati tulajdonú utakra is.

Hazánkban a 80-as évek elejétől – több szempont szerint – folyamatosan, szabályozott körülmények között ellenőrzik az országos közutak állapotát. Az állapotértékelések alapján az országos közúthálózat minden vizsgált szempont szerint folyamatosan romlik. A kereken 23.000 km mellékúthálózaton – melyből tehát kereken 12.000 km az utántömörödő pályaszerkezetű út – a főbb állapotjellemzők esetén a nem megfelelő és rossz minősítésű utak aránya az alábbi.

állapotjellemző	nem megfelelő	rossz	összesen
	%		
egyenetlenség	14,9	33,8	48,7
felületállapot	11,2	60,8	72,0
teherbírás	12,1	28,0	40,1

1. táblázat – közutak állapota

Megállapítható, hogy az országos közút mellékúthálózatának 40-70%-a valamilyen szempontból jelentős javítást, beavatkozást igényel. A mintegy 35-36.000 km önkormányzati tulajdonú kiépített helyi közúton a több mint 30.000 km mellékúthálózat túlnyomórésze szintén hasonló állapotban van.

A fenti állapotromlásnak, az elégtelen beavatkozásnak természetesen a pénzhiány az oka, mivel nem áll rendelkezésre elég fedezet a szükséges felújításokra. Korlátozott források esetén a legnagyobb szakmai és gazdasági dilemma, hogy azok hol és milyen beavatkozásokra kerüljenek felhasználásra.

7.1. A hideg remixes teljes burkolatfelújítás tízparancsolata

Dr. Törőcsik Frigyes hasonló című, 2008. március 12-én a Makadám Akadémia keretében tartott előadásában elhangzottak alapján.

1. A közút kezelője pontosan ismertesse a fejújításra tervezett útszakasz burkolatszerkezetét (különösen a szélesítés szerkezetét), minőségét és a vízelvezetés állapotát.
2. A közút kezelője előzetesen vizsgálja meg, vagy vizsgálta meg a forgalomterelés lehetőségét, különösen a nagysúlyú járművek, buszok esetében.
3. A tervezőnek ismernie kell a meglévő pályaszerkezet kővázának szemmegoszlását. Ha a tervezői diszpozíció nem terjedne ki erre, akkor a műszaki leírásban utalni kell arra, hogy a kivitelezőnek kell hideg burkolatmaróval keresztmarást végeznie 500 m-enként.
4. A tervezőnek az OKA adatok és a helyszín ismeretében az útállapotok függvényében ajánlatot kell tennie a kőváz pótlásának mennyiségére, a kőváz vastagítása csak a legkritább esetben nem szükséges. A tapasztalat alapján szinte mindig szükséges durva vagy finom anyaggal a szemszerkezet javítása.
5. A kivitelező felkészülése más szemléletet igényel, mint a hagyományos aszfaltbedolgozás (receptúrakészítés, a laboratórium a kivitelezés helyén legyen stb.).
6. A kivitelezőnek a gyors kivitelezéshez tartalék gépek, anyagok szükségesek (cement helyszíni tárolása, víz beszerzés, finisher, gréder, hengerek stb.).
7. A kivitelezőnek jól képzett, gyakorlott mérnököt kell a helyszínen tartania (a cement- és a víztartalmat naponta többször is változtatni kell, a tömörítést a keverékhez kell igazítani stb.).
8. A minősítés folyamatosan történjen.
9. A munka befejezéséhez gyorsan szükséges a kopóréteg elhelyezése és a megtámasztó padka építése kellő tömörítéssel.

10. Részletes utó-felülvizsgálat szükséges, nemcsak egy év múlva, hanem a tapasztalati adatok megismerése céljából min. 3-4 évig.

Összefoglalva a hideg remix helyszíni és telepi technológia jó minőségű kivitelezéséhez valamennyi résztvevőnek a helyszín és a technológia ismeretében kell együttműködni. Határozott megrendelői akarat megnyilvánulás és végrehajtás ellenőrzés szükséges. A folyamatos képzés és helyszíni sikeres bemutatók elengedhetetlen feltételei annak, hogy ez a technológia jó minőségben, ipari méretben terjedjen el. [10]

7.2. Előfeltételek a hideg eljárású remix alkalmazásához

Mindenekelőtt ki kell emelni, hogy a kivitelezői szakma felkészült a hideg eljárású recycling alkalmazására mind tapasztalati téren, mind gépesítéssel. A helyszíni hideg eljárásra vonatkozóan az e-ÚT 05.02.52 számú útügyi műszaki előírás, míg a telepi hideg eljárásra az e-ÚT 05.02.53 számú műszaki előírás az érvényes. Vagyis mindegyik technológiai eljárás honosított, szabályozott.

A hideg remix eljárások egyetlen hátránya jelenleg, hogy a potenciális megrendelők, a lebonyolítók némelyike és a tervezők nem ismerik eléggé a technológiát. Bonyolultnak tartják a mintavételt és vizsgálatokat.

Ebből következően nem merik a tervezési diszpozícióban megkövetelni, hogy az érintett utakra a tervezők készítsenek alternatív javaslatokat, köztük a meglévő burkolati anyagokat hasznosító változatot is. További alapvető akadály a technológia gyors elterjedésének, hogy a kivitelező sokszor ellenérdekelt, hiszen egy aszfalt technológia helyett két eljárást kell alkalmaznia (hidegen általában cement kötőanyaggal, valamint a hagyományos aszfaltot), továbbá még olcsóbb is, mint a teljes aszfaltszerkezet.

A tervezők sem ismerik eléggé ezeket a reális technológiákat. A 3R Magyar Remix Egyesület egyik nevesített célja, hogy a tervezőket megismertesse a magyar közúthálózaton reálisan alkalmazható recycling technológiákkal, hogy minden lehetséges esetben kerüljön részükről javaslatba ez a megoldás is.

A közbeszerzési kiírások esetében is lehetséges, hogy a kivitelezők alternatív ajánlatot adjanak valamely remix technológia alkalmazására, bemutatva a megrendelők előnyeit is.

Összefoglalva bármely forgalmi kategóriájú, leromlott úton – akár országos, akár önkormányzati úton – műszakilag előnyösen alkalmazható a hideg eljárású remix technológia. Az eljárás szabályozott, honosított, 10-30% körüli megtakarítás érhető el, ezért a tájékozott megrendelők, tervezők bátran alkalmazzák. [11]

8. Konkrét útszakasz bemutatása

Szakdolgozatomban a „2116 j. Bánk – Nógrádkövesd összekötőút 0+000 – 6+900 km sz. közötti szakasz felújítása” tárgyú projekt bemutatásával kívánom szemléltetni a helyszíni hideg remix technológiát, amely munkáltatóm, a Colas Út Zrt. kivitelezésében valósult meg 2013-ban. Nagy kihívásnak és egyben izgalmas feladatnak tűnt a tárgyi munka kivitelezése, mivel hazánkban cégünk az egyike a fejlesztésekre és az új technológiákra legtöbbet áldozó építőipari vállalatoknak. A Colas magyarországi cégcsoportja 10 éve foglalkozik bitumen emulzió kötőanyagú hideg recycling keverékek gyártásával. Az eddig eltelt időszakban kedvezőek a tapasztalatok a technológiával kapcsolatban. Az utóbbi 4-5 évben a hot-mix aszfalt gyártás során előtérbe kerültek a habosított bitumenes keverékek is. Ennek az eljárásnak a gépészeti megoldása adott a hideg keverékek területén is.

8.1. Előzmények

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. megbízásából a Via Futura Kft. készítette a 2116. j. Bánk – Nógrádkövesd összekötőút 0+000 – 6+900 km szelvények közötti szakaszának burkolat felújításának kiviteli terveit. A tervezés tárgyát képezte a konkrét úttervezési feladatok mellett a közvetlenül összefüggő forgalomtechnikai, víztelenítési tervek elkészítése valamint a szükséges jóváhagyások és hozzájárulások beszerzése. A tervezés során a szükséges egyeztetéseket az illetékes hatóságokkal, a Megbízóval és az érintett Önkormányzat képviselőivel lefolytatták.

8.2. Felújítás előtti állapot

A tervezési terület a 0+000 – 5+270 km szelvények között külterület, míg a tervezett létesítmény az 5+270 – 6+900 km szelvények között Romhány belterületén fekszik. A tervezési területen a 2116. j. út 2x1 sávossal kialakítású, a burkolat szélessége külterületen 6,0 m. A korona változó, min. 8,00 m széles, míg belterületen 6,00-8,00 m széles a burkolat. A vízelvezetés nyílt árokkal szakaszosan megoldott.

Az összekötőúthoz számos földút és burkolt út, illetve néhány kapubehajtó csatlakozik. Az autóbusz megállóhelyek külterületen a folyópályán helyezkednek el és csupán táblával jelöltek, míg belterületen közel teljes buszöblök találhatóak. Az útpálya aszfaltburkolatú, alapja makadám, helyenként igencsak inhomogén és rossz állapotú volt, kiváltképp a külterületi szakaszon. A helyreállítások nyomán keletkezett süllyedések több helyen helyi alapelégtelenségekre utaltak. Az útburkolat széle sok helyen lesüllyedt, töredezett. Néhány helyen az aszfaltburkolat nyomvályúsodott.



3. kép – 2116. j. összekötőút állapota a rekonstrukciót megelőzően

8.3. Tervezési osztályok, műszaki paraméterek

A terveket az érvényben lévő előírásoknak megfelelően készítették el. A tervezési műszaki jellemzőket a Közutak tervezésére vonatkozó e-UT 03.01.11 számú, az Útcsatlakozások Műszaki előírásaira vonatkozó e-UT 03.02.21 számú, az Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítésére vonatkozó e-UT 06.03.13 számú, az Út-pályaszerkezeti aszfaltrétegek, építési feltételek és minőségi követelményekre vonatkozó e-UT 06.03.21 számú, a Közutak víztelenítésének tervezésére vonatkozó e-UT 03.07.12 számú, a Szintbeli csomópontok tervezésére vonatkozó e-UT 03.03.21 számú, a Kisforgalmú utak pályaszerkezetének méretezésére vonatkozó e-UT 06.03.12 számú, az Útépítési beton burkolatalapok tervezésére vonatkozó e-UT 06.03.33 számú, az Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegeire vonatkozó e-UT 06.03.52 számú, az Utak geotechnikai tervezésére vonatkozó e-UT 06.02.11 számú és az e-UT 08.00.21 számú, Utak üzemeltetése és fenntartása útügyi műszaki előírásoknak megfelelően határozták meg. Továbbá a 20/1984. (XII.21.) KM rendeletben és a 253/1997. (XII.20.) Korm. Rendletben, valamint az Országos fő- és mellékutak felújítási- és fenntartási munkáihoz szükséges tervezés egyedi szabályai című KKK által kiadott speciális szabályozásában foglaltak is betartásra kerültek.

2116. j. összekötőút külterületen

Tervezési paraméterek	Előírt	Alkalmazott
Út osztályba sorolása	K.V.	
Környezeti körülmény	B.	
Tervezési sebesség	70 km/h	
Legkisebb körívsugár átmeneti ívvel	180 m	90 m
Legkisebb átmeneti ív paraméter	85 m	50 m
Legnagyobb emelkedés, illetve esés	7,00%	5,92%

2. táblázat – 2116. j. összekötőút tervezési paraméterei

3502. j. összekötőút belterületen

Tervezési paraméterek	Előírt	Alkalmazott
Út osztályba sorolása	B.V.	
Hálózati funkció	c	
Környezeti körülmény	B.	
Tervezési sebesség	50 km/h	
Legkisebb körívsugár átmeneti ívvel	80 m	80 m
Legkisebb átmeneti ív paraméter	48 m	30 m
Legnagyobb emelkedés, illetve esés	12,00%	4,90%

3. táblázat – 3502. j. út tervezési paraméterei

8.4. Tervezett kialakítás

Helyszínrajzi vonalvezetés

Az út helyszínrajzi kialakítása alapvetően nem változott. A rehabilitáció során a meglévő út tengelyét követték le. Ívkorrekció beiktatására sehol sem volt szükség.

Magassági vonalvezetés

A tervezett beavatkozás miatt az út magassági vonalvezetése alapjaiban nem változott, a pályaszint a burkolat megerősítés vastagságával nőtt.

Keresztmetszeti kialakítás

A meglévő burkolatszélesség külterületen 6,00 m szélességű, így ezen a szakaszon a meglévő burkolatszélesség került megtartásra.

Belterületen a meglévő burkolatszélesség igen változó, 6,00-8,00 m, így ezen a szakaszon is a meglévő burkolatszélesség került megtartásra.

A kiemelt szegély nélküli szakaszokon, a teljes hosszon a padka 20,0 cm vastagságban 0/20 bányameddőből készült.



4. kép – a burkolat felülete profilmarást követően

Vízelvezetés

A tervezési terület külterületi részén, a koronaszélesítésből adódóan szinte a teljes szakaszon a meglévő vízelvezető rendszer átépítése volt szükséges. A talpárkokat az új rézsűláb mellett kellett kialakítani.

Forgalmi méretezés, tervezett pályaszerkezet

A forgalmi vizsgálatnál a 2116. j. összekötőút forgalmi adatait vették figyelembe, melyeket az ÁKMI 2007. évi forgalomszámlálási adataiból az e-Ut 02.01.31 Közutak távlati forgalmának meghatározása előrevetítő módszerrel című előírásban lévő forgalomfejlődési szorzók segítségével határoztak meg.

A forgalom előrebecslése

A távlati forgalom meghatározásánál a 2007. évi forgalmi adatokat vették alapul és a forgalomfejlődési szorzók alkalmazásával állapították meg a pályaszerkezet méretezéséhez felhasznált 2016. évi forgalmi értékeket, és 2021-re a tervezési élettartam végére a várható forgalmakat.

2116. j. összekötőút forgalmi adatai a 0+000 – 6+900 km szelvények között

Év	Összes forgalom		Személy- gépkocsi	Autóbusz		Tehergépkocsi			
				egyek	csuklós	nehéz	pótkocsi	nyerges	speci- ális
	[j/nap]	[E/nap]	[j/nap]	[j/nap]	[j/nap]	[j/nap]	[j/nap]	[j/nap]	[j/nap]
2010	1437	1863	903	56	2	44	26	97	2
2011	1469	1903	924	56	2	45	26	99	2
2016	1633	2108	1031	59	2	50	29	110	3
2021	1803	2325	1141	62	2	56	32	122	3

4. táblázat – 2116. j. összekötőút forgalmi adatai

Keresztmetszeti kialakítás

0+000 – 5+270 km szelvények között (külterület)

Keresztszelvény adatok	
Sávok száma	2x1
Forgalmi sáv	3,00 m
Biztonsági sáv	-
Burkolat	6,00 m
Padka	1,00 m
Korona	8,00 m
Burkolat oldalesés	2,5 %

5. táblázat – keresztmetszet kialakítása külterületen

5+270 – 6+900 km szelvények között (belterület)

Keresztszelvény adatok	
Sávok száma	2x1
Forgalmi sáv	3,00 m - 4,00 m
Biztonsági sáv	-
Burkolat	6,00 m - 8,00 m
Padka	1,00 m
Korona	8,00 m - 10,00 m
Burkolat oldalesés	2,0 - 3,0 %

6. táblázat – keresztmetszet kialakítása belterületen

Földmunka és földmű

A földmű eltakarás előtti teherbírása az $E2 \geq 40 \text{ MN/m}^2$ értéket kielégítette. Amennyiben a helyszíni feltárást követően kedvezőtlen töltésanyag található, vagy az építés közbeni rossz időjárási körülmények miatt nem biztosítható az előírt érték, abban az esetben, helyszíni mérést követően, javítóréteg beépítése szükséges. Erre azonban jelen esetben nem volt szükség.

8.5. Pályaszerkezetek

A pályaszerkezet méretezésénél az e-Ut 06.03.13 Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése című Útügyi Műszaki Előírást alkalmazva a nehézjárművek forgalmát vették alapul.

A megépülés éve 2013. és figyelembe véve az országos mellékutakon a 10 éves időtávot, a pályaszerkezet méretezését a 2007. éves forgalmi adatok és a $t/2$ évre, azaz a 2016-ra meghatározott forgalomfejlődési szorzók felhasználásával végezték el.



5. kép – cement kötőanyag adagolása

A használt méretezési képlet: $TF(115) = 1,5 \cdot 1,25 \cdot 365 \cdot t \cdot r \cdot s \cdot (f_i \cdot \bar{A}NFi \cdot e_i)$, ahol:

a, Tervezési élettartam (t)

Országos mellékutak esetében $t=10$ év

b, Egy forgalmi sávra redukáló szorzó (r)

Két forgalmi sávú úton, ahol a nehéz forgalom irányonkénti megoszlása közel 50-50% $r = 0,5$

c, Sávszorzó (s)

Két irányú forgalmú úton, ha irányonként csak egy forgalmi sáv vezet $s = 1,0$

d, Átszámítási szorzó (e)

- autóbuszra $e_a=1,3$
- nehéz egyes tehergépkocsi $e_n=0,6$
- pótkocsis járműszerelvénnyel $e_p=1,6$
- nyerges vontató $e_{ny}=1,7$
- speciális $e_s=1,7$

e, Átlagos napi forgalom (ÁNF)

Az előzőekben meghatározott tényezőkből a kérdéses szakaszokra mértékadó TF(F100) forgalom számítható.

1. szakasz 0+000 – 6+900 km szelvények között - TF= 1,19*106

A meghatározott tervezési forgalmak alapján a 2116. j. ök. út érintett szakasza „D” terhelési osztályba tartozik.

	Szakasz				
	1. 0+000 – 1+000	2. 1+000 – 2+000	3. 2+000 – 3+000	4. 3+000 – 4+000	5. 4+000 – 5+000
Mértékadó behajlás	1,99	1,29	1,65	1,71	1,66
Megengedett behajlás (Seng)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Meglévő pályaszerk. típusa	Különösen hajl.	Különösen hajl.	Különösen hajl.	Különösen hajl.	Különösen hajl.
megerősítés vtg.	9,5	6,0	8,0	8,5	8,0

	Szakasz				
	6. 5+000 – 6+000	7. 6+000 – 6+900			
Mértékadó behajlás	0,90	0,92			
Megengedett behajlás (Seng)	0,76	0,76			
Meglévő pályaszerk. típusa	Különösen hajl.	Különösen hajl.			
megerősítés vtg.	3,0	3,0			

6. táblázat – pályaszerkezet megerősítésének meghatározása

A pályaszerkezet meghatározásánál a Megbízó által rendelkezésre bocsátott behajlás mérési és meglévő pályaszerkezeti adatokat vették alapul. A tervezési területet az adatok alapján 4 szakaszra lehet osztani. A megerősítés mértékének meghatározásához szükséges adatok a következők:

- Tervezési forgalom (TF)
- Mértékadó behajlás érték (Smért)
- Meglévő pályaszerkezet típusa

Hideg remix tervezett pályaszerkezete:

1-5. szakasz (0+000 – 5+270)

- 5,0 cm AC 16 kopó (F)
- 9,0 cm AC 22 kötő (F)
- 25,0 (20,0 + 5,0) cm Hideg Remix



7. kép – remixelt réteg készítése és hengerlése

Burkolat megerősítés tervezett pályaszerkezete:

6-7. szakasz (5+270 – 6+900)

- 5,0 – 6,5 cm AC 11 kopó (F)
- 0,0 – 2,0 cm simító marás

Új pályaszerkezet „D” terhelési osztály esetén (lokális pályaszerkezet csere – teljes burkolt felület kb. 10 %-a - és szélesítés esetén):

- 6,5 cm AC 11 kopó (F)
- 11,5 cm AC 22 kötő (F)
- 15 cm CKt alapréteg
- 15 cm homokos kavics védőréteg

Új pályaszerkezet buszöböl esetén (Megbízó kérésére):

- 22 cm CP 4/3 bazaltbeton
- SAMI feszültségmentesítő réteg
- 20 cm Ckt alapréteg
- 20 cm homokos kavics védőréteg

Új pályaszerkezet buszperon illetve átépítendő járda esetén:

- 3,0 cm AC 8 kopó
- 10 cm C12/15-XD3-24-F1 beton alapréteg
- 15 cm homokos kavics védőréteg

A hideg remixes szakaszoknál, amennyiben szükséges volt, a meglévő burkolat mellé minimum 70 cm szélességben 30 cm vastag FZKA 0/56 réteget kellett teríteni a remix eljárás megkezdése előtt, mely alá 15 cm homokos kavics védőréteg került. Az FZKA 0/56 alapréteg tömörítése hengerrel történt.

A padka anyaga a teljes hosszon 20 cm vastagságban 0/20 bányameddőből készült.

Az aszfaltrétegek terítése előtt meg kellett szüntetni a fogadó felület kátyúit, foltszerű helyi hibáit. A kátyúzást AC 11 kopó (kiegyenlítő réteggént építve) aszfaltból kellett elkészíteni. A lokális teherbírás hiányos helyeken pályaszerkezet cserét kellett végezni. A terv lokális pályaszerkezet cserét az 5+270 – 6+900 km szelvények közötti szakaszon, a teljes útfelület 10 %-án tartalmazott.



8. kép – remixelt réteg keverése és terítése

A tervezett utak pályaszerkezetét az e-Ut 06.03.13 számú Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése című Ütügyi Műszaki Előírás, az e-Ut 05.02.11 számú Útépítési aszfaltkeverékek című Ütügyi Műszaki Előírás, és a Tervezési Útmutató figyelembevételével tervezték.

A forgalomba helyezés éve 2013. A méretezési időtáv az útkategóriának megfelelően 10 év. Az ekkorra valószínűsített forgalomnövekedési szorzók az e-Ut 02.01.31 sz. ÚME a Közutak távlati forgalmának meghatározásához című kiadványból kerültek számításra. A pályaszerkezet 11,5 t tengelyterhelésre lett méretezve.



9. kép – remixelt réteg utókezelése és tömörítése [12]

8.6. A korszerűsítés során keletkező hulladékok és elhelyezésük

A teljes útszakasz felújításának közel 80%-a remix technológiával készült, ezáltal majd 20.000 tonna inert hulladék újrahasznosítása vált lehetővé. Nem mellékesen az építési – bontási hulladék lerakóhelyi díja szállítási költséggel együtt cca. 5.000 Ft/t költséget jelentett volna. Természetesen az eljárás alkalmazásával jelentősen megnövekedtek az adalékanyag- és gépköltségek, de még ezeket figyelembe véve is hozzávetőlegesen 30%-al költséghatékonyabb lett a remix technológiával kivitelezett munkarész, mintha a hagyományos módszerrel épült volna.

A hulladékról szól 2012. évi CLXXXV. törvényben a változásokat a 2014. évi XXXIX. törvény vezette be 2014. szeptember 30-i hatálybalépéssel, amely többek között módosította a hulladékgazdálkodással kapcsolatos fogalmakat, továbbá változásokat vezetett át a hulladékok gyűjtésével, a begyűjtési engedélyekkel, a melléktermékekkel, valamint a hulladéklerakási járulékokkal kapcsolatosan.

A kivitelezés során a burkolat bontására és a törmelék elhelyezésére külön gondot kellett fordítani. A burkolat bontása bontókalapáccsal történt, a továbbtöréshez pofás törőket, vagy kalapácsos törőket használtak. A letört anyagokat átrostálták és keverőtelepen helyezték el az esetleges újrafelhasználás végett. A tárolás az erre a célra kialakított, szegélyekkel határolt, szigetelt burkolt területen történt, amelynek a vízelvezetése külön megoldott.

A csapadékvizet el kellett vezetni a 3 m-nél nem magasabb depóniáktól, amelyeket letakartak. Az újrahasznosítás környezetvédelmi és gazdasági szempontból kedvező, egyéb esetben a bontott anyagot, veszélyes hulladékot szakszerűen elhelyező telepen kellett elhelyezni.

Az átmeneti tárolók pontos helyének kijelölését csak organizációs terv készítésével lehetett meghatározni, amely területeket a későbbi építési fázisokban sem lehet olyan helyeken kijelölni, melyek különleges védelmet igényelnek (talaj és talajvíz, élővilág, táj, régészeti védelem alatt álló területek).

Az építkezés befejezése után építési törmelék, bontott anyag az építés területén nem maradhatott. A mart, újrahasznosítható anyagot a Megbízó által kijelölt, engedéllyel rendelkező lerakóhelyen kellett elhelyezni. Az építés alatt szabadtéren alapanyagok illetve késztermékek csak diffúz légszennyezést nem okozó, és csak a talajt, illetve a talajvizet nem szennyező módon voltak tárolhatók. A dolgozók részére hordozható illemhelyek lettek telepítve.

Tűz- és robbanásveszélyes anyagokat (üzemanyag stb.) csak a tűzrendészeti szabályok 35/1996. (XII.29.) BM rendelet betartásával tároltak. A tervezési területen be kellett tartani a 12/1983. (V.12.) MT. rendelet, valamint a 4/1984. (VIII.8.) EüM. rendelet zaj- és rezgésvédelmi határértékeit.

Hulladékgazdálkodási terv: a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet 1. sz. melléklete alapján, külön jegyzék készült az útépités során keletkező bontott anyagokkal kapcsolatban az előírt EWC kódok szerinti besorolás szerint.

A bontási anyagok elhelyezése, szállítása és ártalmatlanítása során be kellett tartani a hulladékgazdálkodásról szóló törvényhez kapcsolódó rendeletek tárgyi vonatkozású előírásait is.

A tervezett létesítmény megvalósításához az alábbi bontott anyagok elhelyezése vált szükségessé:

Aszfalt

(EWC kód: 17 03 02) az elbontott vagy lemart aszfalt újra hasznosítható, ezért elbontás után olyan helyre kellett szállítani, ahol újra hasznosításhoz fölhasználható az elbontott anyag. A telephelynek érvényes működési engedéllyel kell rendelkeznie.

Beton

(EWC kód: 17 01 01) a tervezési területen lévő betont össze kellett törni és a hulladékot el kellett szállítani olyan telephelyére, amely érvényes működési engedéllyel rendelkezik.

Földanyag

(EWC kód: 17 05 04) a tervezési területen lévő földanyag nem volt szennyezett, ezért az építés során kikerülő földanyagot engedéllyel rendelkező lerakó helyre lehetett szállítani.

A munkavégzés során fokozott figyelmet fordítottak a meglévő növényzet védelmére. A bontott és még használható anyagokat a Magyar Közút Kht. Gyöngyösi Üzemmérnökségére kellett beszállítani. [13]

9. Összefoglalás

A környezeti problémákkal való törődés már hosszú múltra tekint vissza, azonban a környezettudatosság fogalma elválaszthatatlan az ipari fejlődés és az azzal járó megnövekedett szennyezés kialakulásától. A környezettudatosság fontosságát a modern környezetvédő mozgalmak és egyre gyakrabban bizonyos államok is hangsúlyozzák, a fogalom használata és térnyerése ezen mozgalmak erősödésének köszönhető. A környezetvédő mozgalmak sokat tesznek az emberiség előtt álló környezeti problémák tudatosítása érdekében, amire építve akár politikai nyomás is gyakorolható a döntéshozókra az ilyen típusú, mérlegelést igénylő döntések során. A különböző környezeti katasztrófák időlegesen növelheti a problémák iránti érdeklődést és számos információt juttathatnak el az emberekhez, ám ez nem pótolhatja a környezeti nevelést és nem feltétlenül készítet környezettudatos cselekvésre sem. [14]

Globálisan egyre nagyobb az igény a környezetbarát technológiák alkalmazására, mivel kitűzött cél, hogy a környezetet és az energiaforrásokat kímélő technológiák költséghatékonyak legyenek. A korszerű munkagépeket és kötőanyagokat, valamint a több évtizedes, főként külföldi tapasztalatokat felhasználva a hagyományos pályaszerkezet erősítési módszereknél jobb minőségű, tartósabb és teherbíróbb szerkezeteket építhetünk. A hideg remix technológia előnyeit ismerve, annak alkalmazását támogató szabályzatokra és közbeszerzési eljárásokra lenne szükség. Ezek segítségével is nagyobb teret lehetne adni a többek között Nyugat – Európában és Amerikában már több mint 30 éve hatékonyan működő, Magyarországon is mintegy 15 éve alkalmazott, azonban máig háttérbe szoruló eljárásnak.

Szakdolgozatom célja a környezettudatosabb útépitési technológiák bemutatása, mivel saját érdekünkben egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetnünk a környezetünk megóvására. Főként, hogy a korszerű technológiák adottak és nem mellékesen még költséghatékonyak is, így azok egyre nagyobb mértékű használata az útépitési ágazat egyik legfontosabb feladata.

10. Felhasznált irodalom

- [1] - Kovács András Donát: A környezettudatosság fogalma és vizsgálatának hazai gyakorlata
- [2] - 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- [3] - HAPA
- [4] - Az építési - bontási hulladékok kezelése Hulladékgazdálkodási Szakmai Füzetek 6. - Köztisztasági Egyesülés munkacsoportja, Budapest, 2003. május
- [5] - Görgényi Ágnes - dr. Tóth Miklósné: Aszfaltburkolatok remix technológiával történt felújítása során szerzett tapasztalatok, Közúti Közlekedés- és mélyépítés tudományi Szemle, 1997. 8-9.szám
- [6] - Futó Lajos: Aszfaltburkolatok helyszíni meleg újrahasznosításának technológiai és alkalmazási lehetőségei, BMGE Közlekedésmérnöki Kar, Diplomamunka 2010
- [7] - Dr. Szakos Pál – Dr. Pallós Imre – Pethő László – Almássy Kornél: Útépítés és fenntartás, BMGE jegyzet, 2008
- [8] - Martec Recycling Corporation: Sustainable Roads, www.martec.ca
- [9] - Wirtgen GmbH: Material and Process Procedure Principles for the Hot Recycling Process, www.wirtgen.com
- [10] - Kubányi Zoltán: Melegremix általános bemutatása, Makadám Akadémia 2008, <http://www.3k.gov.hu>
- [11] - Liga Blázs: Útpályaszerkezetek helyszíni hideg újrahasznosítási technológiája, Diplomamunka 2010
- [12] - Colas Út Zrt.
- [13] - Via Futura Kft.
- [14] - Wikipédia – környezettudatosság

11. Ábrajegyzék

1. ábra - remix eljárások fajtái
2. ábra - helyszíni meleg eljárásnál használt gép elvi működése
3. ábra - helyszíni meleg újrahasznosítás Admix eljárással
4. ábra - helyszíni meleg eljárás remix plusz eljárással
5. ábra - helyszíni hideg újrahasznosítás vázlata

12. Képjegyzék

1. kép - mobil keverő berendezés adagolása
2. kép - kényszerkeverő működés közben
3. kép - marókeverő működés közben
4. kép - 2116. j. összekötőút állapota a rekonstrukciót megelőzően
5. kép - a burkolat felülete profilmarást követően
6. kép - cement kötőanyag adagolása
7. kép - remixelt réteg készítése és hengerlése
8. kép - remixelt réteg keverése és terítése
9. kép - remixelt réteg utókezelése és tömörítése

13. Táblázatjegyzék

1. táblázat - közutak állapota
2. táblázat - 2116. j. összekötőút tervezési paraméterei
3. táblázat - 3502. j. összekötőút tervezési paraméterei
4. táblázat - 2116. j. összekötőút forgalmi adatai
5. táblázat - keresztmetszet kialakítása külterületen
6. táblázat - keresztmetszet kialakítása belterületen
7. táblázat - pályaszerkezet megerősítésének meghatározása