

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**RAZVOJ EKOLOŠKO SPREJEMLJIVIH HIDROIZOLACIJSKIH
IZDELKOV V POVEZAVI Z UVEDBO EKOLOŠKO ČISTEJŠIH
VGRADNIH POSTOPKOV V PODJETJU FRAGMAT TIM d.d.**

KATARINA NOVAK

VELENJE 2015

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**RAZVOJ EKOLOŠKO SPREJEMLJIVIH HIDROIZOLACIJSKIH
IZDELKOV V POVEZAVI Z UVEDBO EKOLOŠKO ČISTEJŠIH
VGRADNIH POSTOPKOV V PODJETJU FRAGMAT TIM d.d.**

KATARINA NOVAK

Mentorica: doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik

VELENJE 2015

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-19/2014-2

Datum in kraj: 16. 9. 2014, Velenje

Na podlagi Diplomskega reda

izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent-ka VŠVO

Katarina Novak

lahko izdela diplomsko delo:

Naslov diplomskega dela v slovenskem jeziku: Razvoj ekološko sprejemljivih hidroizolacijskih izdelkov v povezavi z uvedbo ekološko čistejših vgradnih postopkov v podjetju Fragmat Tim d.d.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku: The development of ecologically acceptable hydroisolation products in association with ecologically cleaner installation processes in Fragmat Tim d. d. company.

Mentor-ica: doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik

Somentor-ica: _____ / _____

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.



Dekan
doc. dr. Boštjan Pokornj

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a Katarina Novak, z vpisno številko 34110030,

študent/ka dodiplomskega / podiplomskega (obkrožite) študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom

Razvoj ekološko sprejemljivih hidroizolacijskih izdelkov v povezavi z uvedbo ekološko

čistejših vgradnih postopkov v podjetju Fragmat Tim d.d.

ki sem ga izdelal/a pod mentorstvom doc. dr. Cvetke Ribarič Lasnik in somentorstvom _____ / _____.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a Valerija Jakopič;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

V Velenju, dne _____

 podpis avtorja/ice

ZAHVALA

Za brezpogojno pomoč se zahvaljujem vsem zaposlenim v podjetju Fragmat Tim d.d., ki so mi z nasveti in napotki omogočili izdelavo diplomskega dela.

Posebna zahvala za sodelovanje gre tudi celotnemu kolektivu programa hidroizolacij, ki so tekom izdelave diplomskega dela neutrudno pomagali s podajanjem potrebnih informacij, navodil in sugestij.

Za konec bi se rada zahvalila tudi najbližjim sorodnikom in prijateljem za strpnost in oporo. Svojo največjo hvaležnost pa želim izraziti mami, ki mi je venomer neomajno stala ob strani v vseh najtežjih trenutkih študija, kljub vsem težavam in problemom, s katerimi se vsakodnevno soočajo starši samohranilci.

IZVLEČEK

V diplomskem delu sem se osredotočila na razvoj novega hidroizolacijskega sistema in njegovih izdelkov, ki bi spodbudili bolj trajnostno gradbeništvo. Iskala sem nove tehnološke predloge, ki bi bili ekološko in hkrati ekonomsko sprejemljivi za podjetje Fragmat Tim. V prvem delu diplomskega dela sem analizirala že obstoječi hidroizolacijski sistem in izdelke. Preverila sem, na katerih tehnoloških nivojih bi se lahko uvedle spremembe, ki bi omogočile ekološko usmerjene proizvodne tehnologije. V drugem delu raziskovanja so bile opravljene laboratorijske meritve novih ekološko osnovanih izdelkov, in sicer fizikalno-kemijske lastnosti samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku in ekološkega osnovnega bitumenskega premaza, hkrati pa sem na podlagi laboratorijskega testiranja ocenila izvedbo uporabe odpadne polietilenske folije kot sekundarne vhodne surovine pri proizvodnji hidroizolacijskih izdelkov. V tretjem delu sem preučila možnosti za čistejše vgradne postopke hidroizolacijskega sistema, ki bi prispevali k manjšim količinam emisij in enostavnejši vgradnji na gradbiščih. Za zaključek sem analizirala nova tržišča in smeri širjenja trgov novega čistejšega hidroizolacijskega sistema v kombinaciji z bolj trajnostnimi izdelki.

ABSTRACT

In this undergraduate thesis I focused on the development of the new hydroisolation system and its products that would encourage more sustainable construction industry. I have searched for new technological prepositions acceptable for Fragmat Tim company in ecological and economic aspect. In first part of undergraduate thesis I analyzed the functioning of current hydroisolation system and production methods. It has been examined on which technological degree can modifications be made and what kind of ecological production technologies are providable. In second part of this research a laboratory testing was made of new sustainable products – in fact, physically-chemical properties were measured for self adhesive waterproofing membrane and ecological bituminous primer; at the same time an evaluation was made for realization of usage waste polyethylene foils as secondary input material in hydroisolation production processes. In part three I reviewed possibilities for cleaner installation techniques of hydroisolation system that would contribute to lower quantities of emissions and at the same time to provide more simple installation at the construction site. For the closure I have analyzed economic markets and courses of expansion for this new ecological friendly hydroisolation system in combination with more sustainable products.

KLJUČNE BESEDE

Ekološki hidroizolacijski izdelki, čistejši vgradni postopki, ekološki bitumenski osnovni premaz, samolepilni hidroizolacijski trak.

KEY WORDS

Ecological hydroisolation products, cleaner installation processes, ecological bituminous primer, self adhesive waterproofing membrane.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
1.1. OPIS PROBLEMA, KI GA NAMERAVAM V DELU RAZISKATI	1
1.2. NAMEN IN CILJI DIPLOMSKEGA DELA	2
1.2.1. <i>Namen</i>	2
1.2.2. <i>Cilji</i>	2
1.3. HIPOTEZE DIPLOMSKEGA DELA	2
1.4. METODE IN MATERIALI DELA	3
1.4.1. <i>Metode dela</i>	3
1.4.2. <i>Delovni pripomočki</i>	3
2. PODJETJE FRAGMAT TIM D.D. IN HIDROIZOLACIJE	4
2.1. OPREDELITEV HIDROIZOLACIJSKIH IZDELKOV IN NJIHOVA UPORABA V GRADBENI INDUSTRIJI	6
2.2. BITUMENSKI HIDROIZOLACIJSKI TRAKOVI	6
2.3. BITUMENSKI PREMAZI.....	7
2.4. PROIZVODNJA BITUMENSKIH HIDROIZOLACIJ PO FAZAH.....	10
2.4.1. <i>Proizvodnja hidroizolacijskih trakov</i>	10
2.4.2. <i>Proizvodnja hladnih hidroizolacijskih bitumenskih premazov</i>	13
2.5. VGRADNI SISTEMI HIDROIZOLACIJ Z BITUMENSKIMI TRAKOVI	14
3. TEHNOLOŠKI PREDLOGI ZA RAZVOJ EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA HIDROIZOLACIJSKEGA SISTEMA	16
3.1. MINIMIZIRANJE PORABE SUROVIN IN ENERGENTOV PRI PROIZVODNJI BITUMENSKIH HIDROIZOLACIJSKIH IZDELKOV.....	18
3.1.1. <i>Preučitev manjše porabe surovin pri proizvodnji</i>	18
3.1.2. <i>Laboratorijske meritve vzorca bitumenskega hidroizolacijskega traku z vključeno sekundarno surovino</i>	18
3.1.3. <i>Preučitev manjše porabe energentov pri proizvodnji</i>	20
3.2. EKOLOŠKI HLADNI OSNOVNI BITUMENSKI PREMAZ.....	23
3.2.1. <i>Specifikacije izdelka</i>	24
3.2.2. <i>Obvezni standardizirani kriteriji in metode za kontrolo kakovosti</i>	27
3.3. SAMOLEPILNI BITUMENSKI HIDROIZOLACIJSKI TRAK	28
3.3.1. <i>Tehnične podrobnosti izdelka</i>	29
3.3.2. <i>Obvezujoči standardi kakovosti</i>	32
3.4. LABORATORIJSKE MERITVE LASTNOSTI PROTOTIPOV EKOLOŠKIH HIDROIZOLACIJSKIH IZDELKOV	33
3.4.1. <i>Opravljenе meritve lastnosti vzorcev ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza</i>	33
3.4.2. <i>Meritve lastnosti vzorcev ekološkega samolepilnega hidroizolacijskega traku</i>	35
3.4.3. <i>Primerjava oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku glede na različna primarna hladna bitumenska premaza</i>	36
3.4.3.1. <i>Laboratorijsko testiranje fizikalne lastnosti oprijemljivosti</i>	36
3.5. ANALIZA IN UPORABA ČISTEJŠEGA VGRADNEGA POSTOPKA SAMOLEPILNEGA BITUMENSKEGA HIDROIZOLACIJSKEGA TRAKU	43

4. PRIDOBITVE RAZVOJA EKOLOŠKO MANJ SPORNEGA HIDROIZOLACIJSKEGA SISTEMA IN NJEGOVIH IZDELKOV	45
5. MOŽNI TRGI IN KUPCI NOVIH EKOLOŠKO ČISTEJŠIH IZDELKOV V POVEZAVI S ČISTEJŠIMI VGRADNIMI POSTOPKI.....	47
6. RAZPRAVA.....	49
7. ZAKLJUČEK.....	52
8. VIRI LITERATURE	53
9. VIRI SLIKOVNEGA GRADIVA	55
10. PRILOGE.....	56

KAZALO SLIKOVNEGA GRADIVA

Graf 1: Primerjava ogljičnih odtisov med obstoječim in novim ekološkim hidroizolacijskim sistemom	17
Graf 2: Ogljični odtis posameznih vhodnih surovin v povezavi s proizvodnjo hidroizolacijskih trakov.....	17
Graf 3: Deleža porabe energentov v primerjavi z vrednostmi izdelanih količin izdelkov programa hidroizolacij po mesecih v letu 2014.....	20
Graf 4: Poraba energentov pri različnih proizvodnih tehnoloških temperaturah (za enak izdelek, pri enaki proizvedeni količini – eni toni bitumenske mase)	21
Graf 5: Ogljični odtis posameznih vhodnih surovin v povezavi s proizvodnjo hladnih bitumenskih osnovnih premazov.....	23
Graf 6: Grafični prikaz rezultatov meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega bitumenskega traku na različna osnovna hladna bitumenska premaza	42
Graf 7: Primerjava ogljičnih odtisov vgradnje obstoječega in novega ekološkega sistema hidroizolacij.....	44
Graf 8: Stroškovna primerjava med ekološkim in obstoječim hidroizolacijskim sistemom.....	46
Graf 9: Deleži prodanih količin samolepilnih hidroizolacijskih trakov v Sloveniji od leta 2010 do leta 2014.....	47
Preglednica 1: Legenda strojne sheme hidroizolacijske proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov	12
Preglednica 2: Meritve testiranja bitumenskega traku za potrditev uporabe odpadne folije kot sekundarne vhodne surovine	19
Preglednica 3: Recepturne komponente ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza.....	24
Preglednica 4: Recepturne komponente samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku	29
Preglednica 5: Meritve lastnosti ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza	33
Preglednica 6: Opravljene meritve posameznih tehničnih lastnosti samolepilnega hidroizolacijskega traku.....	35
Preglednica 7: Vrednosti meritev oprijemljivosti samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku na klasični hladni bitumenski osnovni premaz.....	40
Preglednica 8: Vrednosti meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na ekološki hladni bitumenski osnovni premaz.....	41

Slika 1: Različni hidroizolacijski trakovi glede na vrsto uporabe v današnji gradbeniški praksi ...	7
Slika 2: Embaliran hladni osnovni bitumenski premaz v plastični štirilitrski kantici	7
Slika 3: Primer embaliranega vročega bitumenskega premaza v kovinskem sodu	8
Slika 4: Primer embalirane vroče lepilne zmesi	8
Slika 5: Nanesen hladni bitumenski osnovni premaz na betonsko površino	9
Slika 6: Posušen hladni bitumenski osnovni premaz na betonski steni in pripravljena površina za vgradnjo hidroizolacijskih trakov	9
Slika 7: Na levi prikazana oblika mešalnika, na desni oblika mešala	10
Slika 8: Tehnološka postavitev proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov	11
Slika 9: Strojna shema hidroizolacijske proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov	12
Slika 10: Polnilna linija za izdelavo hladnih bitumenskih premazov	13
Slika 11: Vgradni postopek s pomočjo plinskega gorilnika	14
Slika 12: Vgradnja hidroizolacijskih sistemov z vročo bitumensko podlivno lepilno zmesjo	14
Slika 13: Primerni gradbeni teren za vgradnjo samolepilnega hidroizolacijskega traku	15
Slika 14: Zaščita hidroizolacijskega sistema s čepastimi membranami in stiropornimi ploščami	15
Slika 15: Hladilni stolp izven proizvodne hale programa hidroizolacij	22
Slika 16: Okvirni podan predlog načina embaliranja novega ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza	25
Slika 17: Primer razslojenega vzorca samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku	28
Slika 18: Struktura steklenega voala	30
Slika 19: Certifikat o skladnosti tovarniške kontrole proizvodnje za bitumenske hidroizolacijske trakove	34
Slika 20: Trgalni stroj dinamometer in z rdečo barvo označen prijemalni sponi	37
Slika 21: Nanos ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza na kovinske ploščice	37
Slika 22: Lepljenje izrezanega samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku na kovinsko ploščico	38
Slika 23: Izvedba meritve oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na hladni bitumenski osnovni premaz	39
Slika 24: Pištola na vroči zrak	43

1. UVOD

1.1. Opis problema, ki ga nameravam v delu raziskati

Ljudje so tekom stoletij napredovali na vseh področjih – medicini, znanosti, računalništvu in predvsem na področju gradbenega inženirstva. Temu primerno se povečujejo tudi potrebe in zahteve po proizvodnji boljših, množičnih in predvsem trajnostnih gradbenih materialov. Tudi Slovenija se lahko ponaša s proizvodnjem nekaterih, kot so cement, keramika, malta, asfalt in seveda tudi izolacija (Zavod za gradbeništvo Slovenije, 2013), njena panoga in gradbeni postopki pa se v primerjavi s tujino ne razlikujejo kaj dosti (Novak, 2014).

Mesto Laško ni znano le po proizvodnji laškega piva, ampak se ponaša tudi z nazivom dobrega proizvajalca izolacijskega materiala – tako termoizolacijskega kot hidroizolacijskega. Njihovo tržišče se je uspešno razširilo po vsej Evropi – od Danske, Norveške, Švedske, Nemčije, Avstrije, Italije, Madžarske, do držav na Balkanu, kot so Hrvaška, Srbija, Bosna in Hercegovina, Črna gora in Albanija (Prodajna služba Fragmat Tim d.d., 2014).

Zasluge za tako široko obseganje tržišč po celotni Evropi gredo predvsem tehnologom in inženirjem, ki so naredili prvi odločilni korak pri razvoju trajnostnih hidroizolacijskih izdelkov, pri čemer mislimo na ekološke primarne bitumenske premaze in samolepilne hidroizolacijske trakove, ki so na področju gradbeništva iskani in zelo zaželeni (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014).

Cilj tega razvoja predstavlja nov sistem čistejših tehnologij in materialov, ki se nanašajo na celoten cikel od izdelave do konca življenjske dobe izdelka (po LCA – »Life cycle assessment« - principu). Poudarek bi temeljil na zmanjšanju ogljičnega odtisa, pri čemer mislimo na nižjo porabo surovin, energije, časa, hkrati pa manjšo uporabo organskih topil pri proizvodnji izdelkov (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014).

Te ekološko sprejemljive rešitve bodo ponudile oziroma zagotovile okolju prijaznejšo uporabo hidroizolacijskih materialov in omogočile nove procese hidroizolacijskih izvedb na gorljive podlage, pri čemer mislimo na les, lesene plošče in podobno (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014).

1.2. Namen in cilji diplomskega dela

1.2.1. Namen

V ospredju želimo predstaviti potencialno trajnostno rešitev in možnost uvedbe čistejših tehnologij na področju proizvodnje in vgradnje hidroizolacijskih izdelkov. Poudariti želimo tudi, da je s trdom, skupinskim delom in širšim pogledom na nove ideje mogoče doseči ekološke novitete na področju gradbeništva.

1.2.2. Cilji

C₁: Raziskati funkcionalnost ekološkega osnovnega hladnega bitumenskega premaza v primerjavi z ostalimi premazi, ki temeljijo na osnovi organskih topil.

C₂: Analizirati ter karakterizirati možnosti uporabe ostankov polimernih in silikoniziranih folij ob vgradnji samolepilnih hidroizolacijskih trakov kot sekundarno vhodno surovino pri proizvodnji novih bitumenskih hidroizolacijskih izdelkov.

C₃: Razjasniti uporabo oziroma načine uporabe bitumenskih samolepilnih hidroizolacijskih trakov v kombinaciji z drugim trajnostnim gradbenim materialom – lesom.

C₄: Z ekonomskega aspekta želimo raziskati finančno obremenitev za potencialne kupce novih ekoloških oziroma trajnostnih hidroizolacijskih sistemov.

1.3. Hipoteze diplomskega dela

H₁: Ekološki osnovni hladni bitumenski premaz je po funkcionalnosti enak obstoječemu bitumenskemu premazu, ki temelji na okolju in zdravju škodljivemu organskemu topilu.

H₂: Ostanki polimerne in silikonizirane folije pri vgradnji samolepilnega hidroizolacijskega traku se lahko uporabijo kot sekundarna vhodna surovina pri pripravi bitumenskih mas za proizvodnjo bitumenskih hidroizolacijskih izdelkov.

H₃: Razvoj trajnostnih hidroizolacijskih izdelkov omogoča izvedbo samolepilne bitumenske hidroizolacije na gorljive trajnostne gradbene materiale kot so les, lesene plošče in podobno.

H₄: Z ekonomskega vidika je razvoj ekološkega osnovnega hladnega bitumenskega premaza in samolepilnega hidroizolacijskega traku finančno manj obremenilen za potencialne kupce v primerjavi z dosedanjim obstoječim hidroizolacijskim sistemom.

1.4. Metode in materiali dela

1.4.1. Metode dela

Najpomembnejša metoda dela pri diplomskem delu je temeljila na pridobljenem znanju in podatkih iz praktičnega usposabljanja, ki sem ga opravljala v istem podjetju, v Fragmat Timu d.d.. Narediti je bilo potrebno nekaj laboratorijskih analiz in meritev v sodelovanju z usposobljenimi kadri v podjetju Fragmat Tim d.d.

S pomočjo opravljenega izračuna ogljičnega odtisa obstoječega in novega ekološkega hidrozolacijskega sistema sem lahko izvedla primerjavo vpliva na okolje med enim in drugim sistemom. Izračun ogljičnega odtisa je bil izdelan v sodelovanju s Fakulteto za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije. Modeliranje so izvedli s programsko opremo Simapro 8.0, metoda določanja pa je bila IPCC 2001 GWP 100a V1.02 (Kutnar, 2014). Ta metoda se navezuje na tehnični standard ISO/TS 14067:2013, ki karakterizira pristope in zahteve za nadzor in poročanje o emisijah ter zmanjševanju toplogrednega plina ogljikovega dioksida (Technical Committee ISO/TC 207, 2013).

Vsekakor pa ne smem izpustiti analizo literature, pri čemer mislimo na vso zbrano dokumentacijo strateškega razvojno-raziskovalnega projekta, ki sta ga v medsebojnem sodelovanju ustvarila Razvojni center INTECH-LES d.o.o. in Fragmat Tim d.d. in pri katerem sem tekom praktičnega usposabljanja imela čast sodelovati tudi jaz.

1.4.2. Delovni pripomočki

Diplomsko delo sem izdelala s pomočjo računalniške opreme, analizo pridobljenih podatkov podjetij in izvedenih meritev, kemičnega laboratorija ter za slikovno dokumentiranje tudi s pomočjo fotoaparata.

2. PODJETJE FRAGMAT TIM d.d. IN HIDROIZOLACIJE

Začetki ustanovitve podjetja Fragmat Tim d.d. segajo v leto 1991, v leto osamosvojitve Republike Slovenije. V osnovi je dejavnost temeljila na proizvodnji izolacij za hladilnice in panelnih fasadnih izolacij. Vizija o razvoju in širitvi podjetja na različnih tržiščih je temu pripomogla k priključitvi mnogih družb, med katere je sodilo tudi Tim Laško d.d., ki se je Fragmatu d.d. pridružilo leta 2005. Različni izolacijski programi, med katere štejemo proizvodnjo stiropora in hidroizolacijskih bitumenskih izdelkov, so omogočili široko ponudbo gradbeniških materialov na lokalnem in meddržavnem nivoju ter s tem nadaljnjo rast podjetja. Z vključevanjem mnogovrstnih podjetij ter investiranjem v proizvodne tehnologije, so se podjetju Fragmat Tim d.d. odprle nove potencialne širitve izdelkov in znanja s področja gradbeništva na mnoge tuje trge, predvsem na območje jugovzhodne Evrope in še dlje (Gradbenik, 2007).

Od prvih začetkov proizvodnje hidroizolacij v času delovanja predhodnice Izolirke je minilo že 78 let. Uvedli so se varilni bitumenski trakovi, ki so vgradnjo in preostali hidroizolacijski sistem poenostavili, predvsem pa omogočili bolj varen pristop za izvedbo vgradnje (Kunič, 2011, str. 72).

Zaradi vse bolj intenzivnega usmerjanja gradbene industrije k bolj trajnostnim pristopom, se velikokrat pojavi vprašanje o okoljski sprejemljivosti bitumenskih hidroizolacijskih sistemov. Dejstvo, da je bitumen produkt frakcionirane destilacije nafte, samodejno negativno zaznamuje bitumenski hidroizolacijski sistem. Vendar če sistem v celoti razčlenimo in analiziramo, pridemo do objektivnih spoznanj, ki pojasnijo upravičeno uporabo bitumna za namen hidroizoliranja. Za začetek lahko naštejemo nekaj prednosti, ki jih ima uporaba bitumenskih hidroizolacijskih trakov; zelo dobro so obstojni v temperaturnih ekstremih (nizkih in visokih) kar pomeni, da jih lahko praktično uporabljamo kjerkoli po svetu. Njihova fleksibilnost in prilagajanje različnim nestabilnim podlagam sta še dve izmed prednosti, ki omogočajo vgradnjo bitumenskih hidroizolacijskih trakov ne glede na spremembo temperature, posedanje, tvorjenje razpok in podobno. Poleg tega imajo visoko odpornost na sončno sevanje, kar je pomembno za hidroizolacije ravnih streh – to posledično omogoča dolgo življenjsko dobo teh in se s tem definira kot kvaliteten gradbeni material (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 9).

Ampak na ključno vprašanje, zakaj danes še vedno uporabljamo hidroizolacije na bitumenski osnovi, še nisem odgovorila. Eden od razlogov tiči v dolgoletnih pozitivnih izkušnjah uporabe, saj so bitumen uporabljali že Sumerci in Babilonci 24 stoletij pred nami. Tekom tega obdobja je bilo dokazano da je bitumen najzanesljivejši gradbeni material na področju tesnenja vode in vlage, ki je funkcionalen tudi po večih desetletjih. Kar je še bolj pomembno, vgradnja je dovolj enostavna, da zanjo ni potrebne težke mehanizacije, zato posledično prihranimo tudi pri času vgradnje (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 10). Na naslednji strani si oglejmo podatke varnostnega lista za bitumen, da lažje dobimo predstavo o okoljski sprejemljivosti.

Varnostni list navaja ekološke in toksikološke podatke s strani dobavitelja, ki je zakonsko obvezan, da omogoči dostop podatkov vsem, ki rokujejo s tovrstno snovjo.

VARNOSTNI LIST – A) TOKSIKOLOŠKI PODATKI

- a) **Akutna strupenost:** Ni razvrščen kot akutno toksičen.
- b) **Jedkost za kožo/draženje kože, resne okvare oči/draženje, nevarnost pri vdihavanju:** Dolgotrajna ali ponavljajoča izpostavljenost param lahko povzroči rahlo draženje kože. Oči: pri večjih koncentracijah pare možno draženje.
- c) **Preobčutljivost pri vdihavanju ali preobčutljivost kože:** Ne povzroča preobčutljivosti.
- d) **Rakotvornost, mutagenost, reproduktivna toksičnost:** Snov ni razvrščena kot kancerogena, mutagena ali strupena za razmnoževanje.

(Petrol d.d., 2011)

VARNOSTNI LIST – B) EKOLOŠKI PODATKI

- a) **Strupenost:** Ni podatkov
- b) **Obstojnost in razgradljivost:** Ni lahko biorazgradljivo.
- c) **Zmožnost kopičenja v organizmih:** Bioakumulacija ni pričakovana
- d) **Mobilnost v tleh:** Produkt v vodi potone in po enem dnevu priplava nazaj na površje v obliki plošč.
- e) **Rezultati ocene PBT** (*angleška kratica za obstojne, bioakumulacijske in strupene snovi*) **in vPvB** (*angleška kratica za zelo obstojne in so zelo visoko bioakumulativne*): Proizvod ne vsebuje PBT ali vPvB snovi v koncentracijah nad 0,1 %.
- f) **Drugi škodljivi učinki:** Pri transportu in temperaturi skladiščenja je tekoče. Produkt se hitro strjuje pri temperaturi pod 50 °C.
- g) **Ukrepi ob nenamernih izpustih:** Zagotoviti ustrezno prezračevanje. Preprečiti dostop nezaščitenim osebam. Evakuirati osebe na varna območja, stran od smeri vetra. Če obstaja nevarnost prisotnosti H₂S (vodikov sulfid), uporabljati posebne varnostne ukrepe. S primernimi zaježitvami preprečiti izpust v vode/odtoke/kanalizacijo ali na prepustna tla. V primeru večjega izpusta v vode ali na propustna tla poklicati center za obveščanje (112).

(Petrol d.d., 2011)

Na podlagi ekoloških in toksikoloških podatkov lahko bitumen opredelim kot ne-nevarno snov, predvsem ob pravilnem ravnanju in upoštevanju navodil dobavitelja. Glede na obstoječe nove hidroizolacijske sisteme, ki temeljijo na poliolefinskih silikoniziranih folijah in epoksi smol, je uporaba hidroizolacij na osnovi bitumna okoljsko manj sporna; predvsem kar se tiče obnašanja hidroizolacijskega sistema po pretečeni življenjski dobi. Ta je pri hidroizolacijskih folijah krajša, ker so manj odporne na atmosferske vplive (Novak, 2013).

2.1. Opredelitev hidroizolacijskih izdelkov in njihova uporaba v gradbeni industriji

Bitumenski hidroizolacijski izdelki sestojijo iz kvalitetnih vrst bitumnov, ki se jim glede na karakteristike posameznega artikla dodajo specifični dodatki ter različni nosilci in površinske zaščite, pri čemer mislimo na armature, kot so steklena tkanina, poliesterski filc in podobno (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2013).

Osnovni in najpomembnejši dejavnik funkcionalnosti hidroizolacij je zaščita raznovrstnih konstrukcij objekta in njegovih notranjih prostorov. Posledica odsotnosti in pomanjkljivosti hidroizolacijskih sistemov sta vdor talne oziroma atmosferske vlage, meteorne ali druge vode (Kunič, 2011, str. 138). Težave, ki se ob tem največkrat pojavijo so:

- kapilarni dvig (to je dvig vlage po gradbeni konstrukciji do maksimalne višine 8 m),
- vlažni zidovi, plesen, gobe, lišaji,
- odpadanje ometa in beleža,
- slaba toplotna izolativnost,
- korozija kovinskih gradbenih elementov,
- in poškodbe infrastrukture zaradi pojava zmrzali.

Moramo upoštevati, da se s temi dejavniki zagotovo poslabša kakovost bivanja in ogroža zdravje, hkrati pa zaradi potrebnih sanacijskih ukrepov demontaže gradbenih elementov, odstranjevanja zaščit ravnih streh in ostalih armatur nastanejo obremenjujoči finančni stroški (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 8).

2.2. Bitumenski hidroizolacijski trakovi

V najbolj splošnem in širšem pomenu jih sestavljata nosilec in obojestransko obložena bitumenska masa. Nosilci zagotavljajo določene tehnične karakteristike, ki pa so odvisne od vrste konstrukcije – sem sodijo stekleni voal, poliesterski filc, steklena tkanina in aluminijasta folija (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2013). Na obeh straneh površine traku je potrebna še dodatna polimerna ali silikonizirana folija, da se trak, ki je zvit v zvitke, zaščiti pred možnim zlepljenjem.

Bitumenski hidroizolacijski trakovi se v gradbeni industriji uporabljajo kot pglavitni element hidroizolacijskih sistemov, med katere štejemo:

- hidroizolacijo temeljev, tal, ravnih streh,
- hidroizolacijo premostitvenih objektov,
- hidroizolacijo proti talni vlagi,
- hidroizolacijo proti z zunanje in notranje strani pritiskajoči vodi ter
- hidroizolacijo proti atmosferskim vplivom

(Kunič, Podobnikar, 2011, str. 10).

Uporaba bitumenskih hidroizolacijskih trakov ima mnoge prednosti, ki so jih omogočile nove proizvodne tehnologije ter napredek na področju kemijskega inženirstva. Največjo težo prioritete nosi obstojnost pri nizkih in visokih temperaturah. To omogoča prožnost in prilagajanje nestabilnim podlagam, pri čemer gre največkrat za posedanje, tvorjenje razpok in podobno. Ker so trakovi izdelani na podlagi bitumna, je zagotovljena tudi odpornost proti staranju, kar omogoča daljšo življenjsko dobo hidroizolacijskih sistemov. Ne smemo pozabiti omeniti tudi lažjo in ekološko nesporno vgradnjo trakov (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 10).



Slika 1: Različni hidroizolacijski trakovi glede na vrsto uporabe v današnji gradbeniški praksi
Vir: Fragmat Tim d.d., 2014

2.3. Bitumenski premazi

To so osnovne raztopine bitumna, ki v večini temeljijo na organskih topilih. Topilo (white spirit) v bitumenski raztopini vsebuje karakteristiko, ki omogoča hitrejše sušenje, na podlagi pa ostane zelo tanek sloj bitumna. Ker je viskoznost raztopine nizka, takšen premaz dobro prodre v razpoke in pore betona ter s tem daje možnost dobrega oprijema ostalih slojev hidroizolacij. Uporabljajo se kot osnovni bitumenski prednamazi za vse vrste površin, kjer se nato namerava vgraditi bitumenska hidroizolacija (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2013).

Obstajajo različne vrste bitumenskih premazov, ki jih enostavno razlikujemo glede na vrsto vgradnje hidroizolacijskih sistemov. Sem sodijo naslednji:

– Hladni osnovni bitumenski premazi

So esencialni osnovni premazi, katerih nanos na različne gradbene podlage je obvezen, če želimo zagotoviti učinkovite in kakovostne hidroizolacijske sisteme. Premaz je pri sobni temperaturi v tekočem agregatnem stanju.



Slika 2: Embaliran hladni osnovni bitumenski premaz v plastični štirilitrski kantici
Vir: Fragmat Tim d.d., 2010

– **Vroči bitumenski premazi**

Ti se pred vgradnjo na gradbišču pri povišanih temperaturah stalijo v večjih in ogrevanih kotlih ali s pomočjo gorilnikov, nato pa se podlivajo med hladen osnovni bitumenski premaz in hidroizolacijski trak – od torej naziv »vroči«. Pred tem je gotovi izdelek v fazi skladiščenja in transportiranja ohlajen in v trdnem agregatnem stanju pri sobni temperaturi. Zagotovi dober stik med eno in drugo plastjo hidroizolacijskega sistema, kar je ključnega pomena. Njegov namen uporabe temelji predvsem na hidroizolaciji temeljev različnih objektov.



Slika 3: Primer embaliranega vročega bitumenskega premaza v kovinskem sodu
Vir: K. Novak, 2015

– **Vroča lepilna zmes**

Od vročega bitumenskega premaza se razlikuje samo v tem, da ima ta lepilna zmes večjo odpornost proti horizontalnemu zdrsu medsebojnih hidroizolacijskih slojev. Se pravi, da je optimalno najbolj primerna za izvedbo hidroizolacij na različnih cestnih objektih, kjer so potisne sile zaradi prometa vozil velike.



Slika 4: Primer embalirane vroče lepilne zmesi
Vir: Fragmat Tim d.d., 2010

Bitumenske hladne primarne premaze se lahko na očiščeno površino nanaša s pomočjo ščetk, čopičev, valjčkov ali s postopkom brizganja. Vse je odvisno od velikosti površine, na podlagi katere se izbere najbolj ustrezen pripomoček.



Slika 5: Nanesen hladni bitumenski osnovni premaz na betonsko površino
Vir: Fragmat Tim d.d., 2009



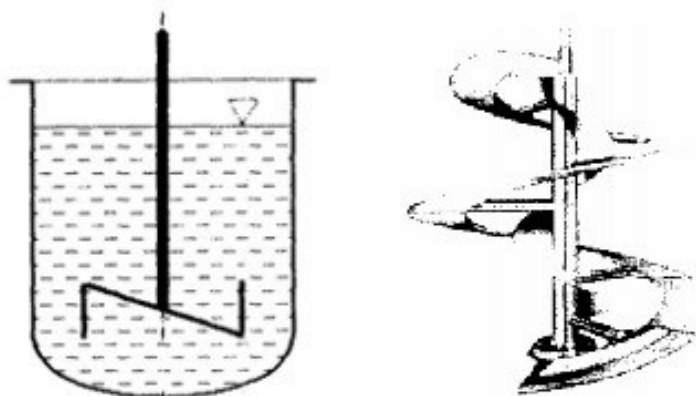
Slika 6: Posušen hladni bitumenski osnovni premaz na betonski steni in pripravljena površina za vgradnjo hidroizolacijskih trakov
Vir: Fragmat Tim d.d., 2009

2.4. Proizvodnja bitumenskih hidroizolacij po fazah

2.4.1. Proizvodnja hidroizolacijskih trakov

Prvi pogoj za izdelavo hidroizolacijskih izdelkov, ki morajo biti v skladu z veljavnimi standardi in zakonodajo, je, da se obvladovanje proizvodnje izvede po vnaprej določenih navodilih, ki se izdelajo v fazi razvoja izdelka v sodelovanju z razvojnim inženirjem, vodjo proizvodnje, inženirjem varstva pri delu, ekologu in tehnologu.

V začetku je potrebna priprava dokumentacije procesa, pri čemer gre za preverjanje razpoložljivosti delovne dokumentacije – ali so napisane recepture za posamezne izdelke, ali je razpisan delovni nalog, kakšen je plan proizvodnje, če je zadosti zalog potrebnih surovin in podobno. Najprej se pripravi bitumenska masa, h kateri se morajo glede na specifičen izdelek dodati različni dodatki. Ta bitumenska masa se meša v petih 10 m³ bitumenskih mešalnikih, s pomočjo vijakašnih mešal, ki opravijo povprečno 8 obratov na sekundo.



Slika 7: Na levi prikazana oblika mešalnika, na desni oblika mešala
Vir: Hriberšek, 2015

Mešanje poteka pri temperaturnem razponu od 150 °C do 200 °C. Nato je potrebna dezintegracija, s katero se ločijo večje sprijete kepe bitumna in dodatkov – masa mora namreč biti gladka.

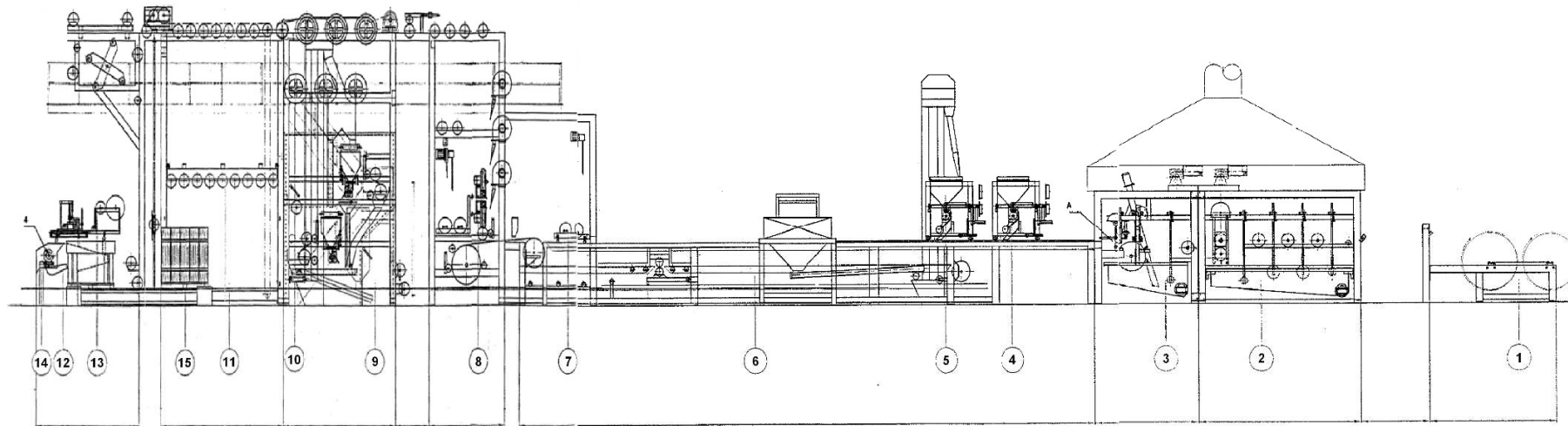
Po ustrezni homogenosti bitumenske mase se ta prečrpa naprej v horizontalno nanosno kad, pred katero je predhodno pripravljen nosilec, navit v bali. Nosilec teče skozi nanosno kad, kjer se bitumenska masa obojestransko nanese na nosilec, hkrati pa se kontrolira debelino nastajajočega hidroizolacijskega traku.

Na koncu sledi še hladilna kad, ki je napolnjena z vodo in zagotavlja, da se hidroizolacijski trak ohladi in strdi. V zadnji fazi se hidroizolacijski trak navije v role z dolžino 7,5 m ali 10 m in širino enega metra, nato pa zalepi z lepilnima trakovoma, kamor se doda še etiketa o izdelku (Novak, 2013).



Slika 8: Tehnološka postavitve proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov
Vir: Boato International, 2014

Komentar: Zaradi poslovnih skrivnosti podjetje Fragmat Tim d.d. ne želi, da se objavljajo fotografije njihovih strojnih proizvodnih delov. Zato sem vključila slike podjetja Boato International, katerega strojne dele uporablja Fragmat Tim d.d. – okvirno je postavitve proizvodne linije dokaj primerljiva.



Slika 9: Strojna shema hidroizolacijske proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov

Vir: Fragmat Tim d.d., 2014

Preglednica 1: Legenda strojne sheme hidroizolacijske proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov

1	Odvijalec nosilca	9	Posip s smukcem
2	Impregnacijska kad	10	Drugo hlajenje – z valji
3	Nanosna kad	11	Akumulator gotovega izdelka
4	Dozirna naprava za stiropor	12	Avtomatski navijalni stroj
5	Dozirna naprava za posip škrlja ali peska	13	Embalirni stroj s papirjem
6	Prvo hlajenje	14	Transporter in avtomatska tehnica
7 – 8	Sušenje	15	Avtomatski paletizirni stroj

Vir: Pušnik, 2014

2.4.2. **Proizvodnja hladnih hidroizolacijskih bitumenskih premazov**

Enako kot za proizvodnjo hidroizolacijskih trakov velja tudi za proizvodnjo hladnih bitumenskih premazov. V prvi fazi je potrebno preučiti delovno dokumentacijo, pri čemer mislimo na razpis delovnega naloga, izdajo recepture, pregled standardov kakovosti, zaloge ustreznih surovin in ostalo. V drugi fazi sledi predhodna priprava bitumna za izdelavo ustrezne bitumenske mase. Predpisano količino bitumna, ki ga določa receptura, se načrpa v bitumensko mešalo, ki je osnovni člen polnilne linije za izdelavo hladnih bitumenskih premazov. Zelo pomembno je tudi, da je mešalo med procesom izdelave bitumenskega premaza neprodušno zaprto. Med postopkom mešanja bitumenske mase se doda specifično količino topila, ki je predhodno določena z recepturo. Ta raztopina se meša najmanj 30 minut, nato pa se mora odvzeti vzorec in izmeriti viskoznost bitumenskega premaza. Premaz se toči s pomočjo polnilne naprave za polnjenje hladnega bitumenskega premaza, vendar šele po pozitivnem izmerjenem rezultatu viskoznosti. V zadnji fazi se premazi natočijo v različne sode (plastične ali kovinske), ki se razlikujejo glede na volumen (4 L, 9 L, 180 L) in glede na naročilo kupca.



Slika 10: Polnilna linija za izdelavo hladnih bitumenskih premazov
Vir: K. Novak, 2015

Iz slike 9 je razvidno, da gre za vertikalno polnilno linijo za izdelavo hladnih osnovnih bitumenskih premazov za razliko od horizontalne proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov. Dobro vidni sta mešali, v katerih se pripravlja bitumenska masa za bitumenske premaze, spodaj pa je z rumeno barvo označena polnilna naprava.

2.5. Vgradni sistemi hidroizolacij z bitumenskimi trakovi

Hidroizolacija vkopanih delov objekta ali temeljev ali tal na terenu se prične z najpomembnejšo fazo – to je priprava površine tako, da na očiščeno in suho površino nanese hladni bitumenski predmaz, ki po osušitvi poskrbi za dober kontakt hidroizolacijskih trakov s podlago. Temu sledi vgradnja hidroizolacijskih trakov, ki morajo biti zelo precizno in pravilno nameščeni; s tem se izognemo poškodbam gradbenih elementov in s tem velikim stroškom sanacije.

Eden od možnih vgradnih postopkov hidroizolacijskih trakov je pritrjevanje z varjenjem. Gre za polaganje trakov od najnižje do najvišje točke, pri čemer razvijemo cel hidroizolacijski trak, ga nato zavijemo nazaj do polovice in pričnemo variti s plinskim gorilnikom za varjenje. Trak postopoma polagamo med tem, ko ga segrevamo oziroma varimo. Zatem razvijemo še drugo polovico traku in postopek ponovimo. To ponavljamo, dokler ni prekrita cela površina.



Slika 11: Vgradni postopek s pomočjo plinskega gorilnika
Vir: Fragmat Tim d.d., 2013

Naslednjo možnost vgradnje predstavlja lepljenje z vročo bitumensko podlivno lepilno zmesjo ali premazom, pri čemer se morajo pred vgradnjo pri visokih temperaturah staliti v ogrevanih kotlih (največkrat se to izvaja neposredno na gradbišču). Ta način vgradnje temelji na podlivanju vroče zmesi ali premaza med osnoven bitumenski premaz in hidroizolacijski trak, in sicer pri hidroizolacijah premostitvenih objektov (mostovi, viadukti, nadvozi in podobno).



Slika 12: Vgradnja hidroizolacijskih sistemov z vročo bitumensko podlivno lepilno zmesjo
Vir: PAZ Roofing and waterproofin, 2010

Obstajajo tudi načini vgradnje po principu mehanskega pritrdjevanja s pritrdili, pri čemer trak razvijemo in pustimo da se trak poravnava s podlago, šele potem prične s mehanskim pritrdjevanjem. Pritrdjevanje se začne na eni strani traku ter nadaljujemo proti drugi – s tem poskrbimo, da ne nastane nobena guba (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 13-17).

Med možnostmi vgradnje brez varjenja nenazadnje spada še vgradnja samolepilnih bitumenskih trakov – trak enostavno položimo na površino in sproti odstranjujemo silikonizirano zaščitno folijo med razvijanjem traku ter pritisnemo na podlago.



Slika 13: Primerni gradbeni teren za vgradnjo samolepilnega hidroizolacijskega traku
Vir: Fragmat Tim d.d., 2014

Na sliki 12 vidimo, da je območje vgradnje težko dostopno, oziroma da je manevrski prostor zelo omejen. V takšnih situacijah se pooblaščenim izvajalcem vgradnje hidroizolacijskih sistemov poslužujejo uporabi samolepilnih hidroizolacijskih trakov, pri čemer ni potrebna uporaba plinskega gorilnika, ki bi vgradnjo le oteževal oziroma ta sploh ne bi bila mogoča.

V praksi se izvaja zaščita hidroizolacij, saj se lahko med samo vgradnjo hitro pojavijo poškodbe (zasutja drenažnih konstrukcij, trdi predmeti v zemljinu in ostalo). Z namenom zaščite se namestijo stiroporne toplotnoizolacijske plošče ali specifične čepaste membrane, ki poskrbijo da se samodejno ustvari drenažni sistem (Kunič, Podobnikar, 2011, str. 19).



Slika 14: Zaščita hidroizolacijskega sistema s čepastimi membranami in stiropornimi ploščami
Vir: Fragmat Tim d.d., 2012

3. TEHNOLOŠKI PREDLOGI ZA RAZVOJ EKOLOŠKO SPREJEMLJIVEGA HIDROIZOLACIJSKEGA SISTEMA

Z novimi tehnološkimi rešitvami mislim predvsem na usmeritev proizvodnje in vgradnih postopkov na stopnjo intenzivnega okoljevarstva, boljših funkcionalnosti in stopnjevanja izdelave ekološko manj spornih hidroizolacijskih sistemov. Le-ti bi omogočali nadaljnji trajnostni razvoj delovnih procesov v gradbeni industriji na lokalnem kot tudi na državnem nivoju.

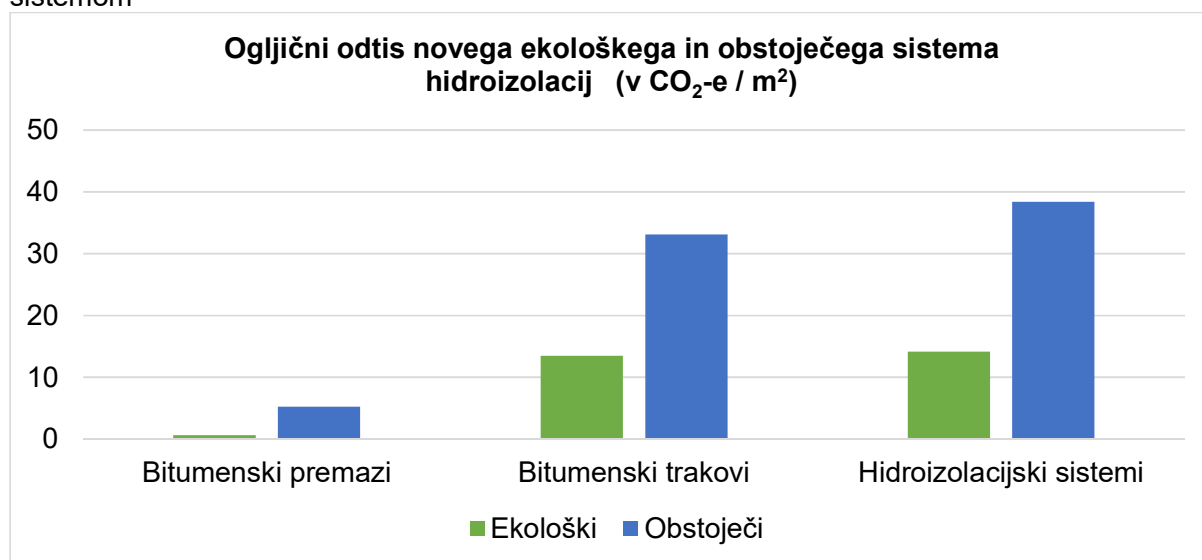
Proizvajanje sedanjih hidroizolacijskih izdelkov temelji predvsem na osnovi bitumna. Glede na različne tipe in kriterije izdelkov se uporabljajo različni dodatki, na primer organska topila in podobno – posledično nastajajo okoljske problematike, katerim se industrijska podjetja izrecno posvečajo. Tu mislimo predvsem na težave izhlapevanja organskih topil, potencialne možnosti nastanka požara, transportni cikel itd.

V letu 2014 je količina emisij hlapnih organskih snovi iz naprave za izdelavo bitumenskega osnovnega premaza znesla približno 80 kg (KOVA d.o.o., 2014), kar je sicer manj kot 5 % vnosa organskih snovi v napravo (Ur. l. RS, št. 105/2008). Kljub temu, da mejne vrednosti niso presežene, se Fragmat Tim d.d. spopada s tovrstnim okoljskim problemom v smislu iskanja novih alternativnih vhodnih komponent pri izdelavi bitumenskih premazov. Problematiko bi v grobem odpravili že v osnovni fazi razvoja ekološkega bitumenskega premaza, pri čemer bi nevarna organska topila nadomestila voda.

Glavno prioriteto razvoja trajnostnih hidroizolacijskih izdelkov že v osnovni fazi predstavlja trajnostni proizvodni proces ekološkega osnovnega bitumenskega premaza in samolepilnega hidroizolacijskega traku. Med drugim je pomembno omeniti, da se ne sme zanemariti procesa vgradnje, pri katerem obstaja možnost varnejših in predvsem okoljsko manj spornih instalacijskih postopkov hidroizolacijskih sistemov.

V sklopu z razvojno-raziskovalnim projektom razvojnega centra INTECH-LES d.o.o. je bila izvedena analiza ogljičnega odtisa obstoječega in novega ekološkega hidroizolacijskega sistema, pri čemer so se upoštevali faktorji vhodnih surovin, proizvodnje, embalaranja, vgradnje, transporta in dela. Ogljični odtis je namreč eden izmed pomembnejših dejavnikov, ki izraža prispevanje h klimatskim spremembam na lokalnem kot tudi na globalnem nivoju.

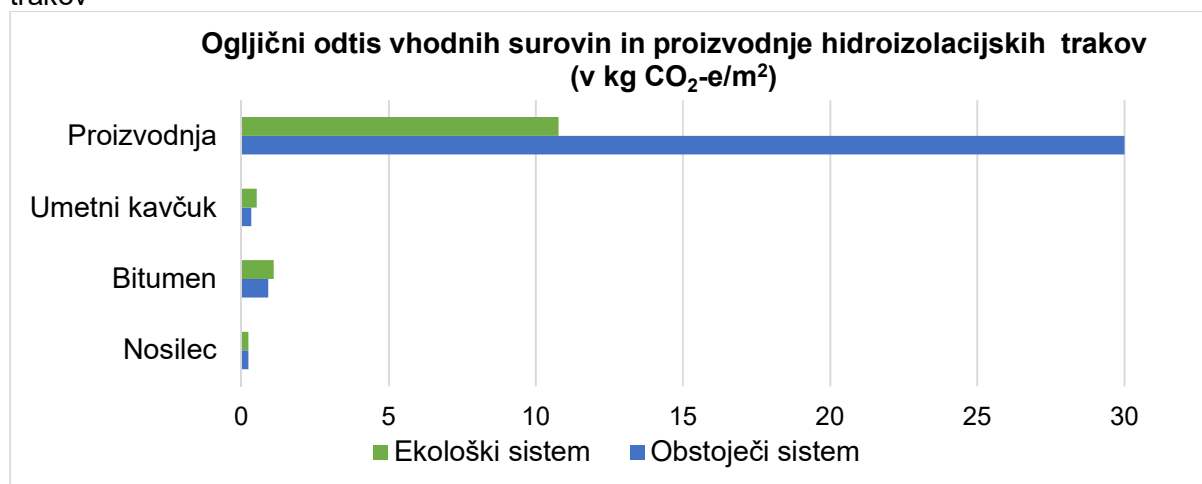
Graf 1: Primerjava ogljičnih odtisov med obstoječim in novim ekološkim hidroizolacijskim sistemom



Vir: Kutnar, 2014

Komentar: Iz grafa 1 je lepo razvidno, v kolikšnem obsegu se razlikujejo vrednosti ogljičnih odtisov bitumenskih premazov, trakov in hidroizolacijskih sistemov v celoti glede na današnjo situacijo obstoječih in novih ekoloških sistemov. Če se osredotočim na skupni seštevek vseh upoštevanih faktorjev za izračun ogljičnega odtisa, pri katerem je rezultat ogljičnega odtisa celotnega hidroizolacijskega sistema, vidimo, da se vrednosti med novim ekološkim in obstoječim sistemom razlikujejo za kar trikrat – torej ima novi ekološki sistem trikrat manjši ogljični odtis od obstoječega. Za največji prispevek k intenzivnemu znižanju ogljičnega odtisa ima zasluge ravno modificiran način vgradnje novega ekološkega sistema.

Graf 2: Ogljični odtis posameznih vhodnih surovin v povezavi s proizvodnjo hidroizolacijskih trakov



Vir: Kutnar, 2014

Komentar: Glede na prikaz rezultatov iz grafa 2 lahko razumemo, da izdelava hidroizolacijskih trakov pri novem ekološkem sistemu prispeva trikrat manj količin emisij ogljikovega dioksida in ostalih toplogrednih plinov. Moram pa razjasniti tudi, zakaj ima bitumen pri izdelavi

hidroizolacijskih trakov pri novem ekološkem sistemu večji ogljični odtis kot pri že obstoječem: poudariti je treba, da je za boljšo lepljivost samolepilnega hidroizolacijskega traku potrebna večja količina bitumna, saj s tem omogočimo enostavnejšo vgradnjo izdelka. Čeprav je količina mase bitumna pri ekološkem hidroizolacijskem sistemu za 400 g večja na enoto kvadratnega metra kot pri obstoječem, je celotni ogljični odtis ekološkega hidroizolacijskega sistema še vedno skoraj trikrat manjši od ogljičnega odtisa obstoječega hidroizolacijskega sistema. Pri obstoječem hidroizolacijskem sistemu je bitumensko maso v fazi proizvodnje namreč potrebno bolj segreti, kar pomeni, da se producirajo večje količine emisij toplogrednih plinov.

3.1. Minimiziranje porabe surovin in energentov pri proizvodnji bitumenskih hidroizolacijskih izdelkov

3.1.1. Preučitev manjše porabe surovin pri proizvodnji

Podjetju Fragmat Tim d.d. na vseh programih (od programa embalaže, termoizolacij, do hidroizolacij) nastaja odpadki od polietilenskih folij, ki ostanejo pri vseh procesnih oblikah embaliranja izdelkov. Po zbranih podatkih, ki sem jih tekom praktičnega usposabljanja v študijskem letu 2013/2014 pridobila na področju gospodarjenja z odpadki v podjetju, znaša povprečna letna količina odpadnih folij 13.800 ton (Novak K., 2014). Vsekakor številka ni majhna zato se je na pobudo gospoda Rozmana, vodilnega razvojnega inženirja, razvila ideja za potencialno reciklažo tovrstnega odpadka, ki bi pripomogla k bolj trajnostnemu proizvodnemu postopku. Vključitev odpadne folije bi bila sprejemljiva v obliki novega vira surovine, ki bi se uporabila pri proizvodni izdelavi hidroizolacijskih izdelkov.

K minimiziranju porabe surovin bi v najbolj možni izvedljivi praksi pripomogla uvedba sekundarnih vhodnih surovin, ki bi se uporabljale pri proizvodnji bitumenskih hidroizolacijskih izdelkov. Potencialno sekundarno vhodno surovino predstavlja odpadna polietilenska folija, ki ostane pri embaliranju in vgradnji samolepilnih bitumenskih hidroizolacijskih trakov na gradbišču. Na osnovi izdelave laboratorijskega prototipa recepture hidroizolacijskega traku za hidroizolacijo podzemnih delov objektov, smo v sodelovanju z razvojnimi inženirji in kadrov laboratorija kakovosti izvedli poskusno proizvodnjo izdelka in testiranje, da bi potrdili možnost uporabe odpadne folije kot sekundarne vhodne surovine. Ta surovina bi se dodala kot stabilizacijski aditiv med samo pripravo bitumenske mase – folija bi se pri visokih temperaturah omehčala in razgradila ter s tem homogeno vmešala v bitumensko maso.

3.1.2. Laboratorijske meritve vzorca bitumenskega hidroizolacijskega traku z vključeno sekundarno surovino

Pred poskusno proizvodnjo hidroizolacijskega traku z vključeno sekundarno surovino, je bilo potrebno pripraviti osnutek recepture mase, po kateri bi se izdelek naredil. V sodelovanju z razvojnimi inženirjem, je priprava poskusne recepture potekala po naslednjih korakih:

- potrebno je bilo ugotoviti, kateri tip bitumna se lahko uporabi za izdelek,
- upoštevati novo vhodno surovino v obliki polietilenskih folij ter opazovati stabilnost in reakcije zmešane poskusne mase;
- opredeliti je bilo treba, kateri stabilizacijski dodatki bi bili primerni
- in določiti razmerja posameznih komponent poskusne mase, ki bi jo izdelali.

Opomba: Glede na to da gre za izdelavo izdelkov po recepturah, ki so poslovne tajne podjetja, nimam pooblastila, da navedemo dotične nazive in razmerja surovin.

Razvojni inženir je nato na podlagi gostote, viskoznosti, temperature in ostalih fizikalno-mehanskih faktorjev odločil, ali je poskusna recepturna masa primerna za poskusno proizvodno izdelavo. Treba je poudariti, da so za takšno pripravo poskusnih receptur potrebna leta prakse in izkušenj.

Vsak proizveden izdelek, v našem primeru hidroizolacijski trak, mora opraviti širok spekter testnih meritev, da se preveri ustreznost zahtevanim kriterijem kakovosti. Te so se izvedle v laboratoriju za kontrolo kakovosti, kjer so primerni pogoji in ustrezni instrumenti.

S pomočjo usposobljenih strokovnih kadrov, kontrolorko kakovosti, smo po predpisanih standardiziranih metodah izvedli laboratorijsko testiranje, kjer smo pridobili rezultate.

Preglednica 2: Meritve testiranja bitumenskega traku za potrditev uporabe odpadne folije kot sekundarne vhodne surovine

LASTNOST	EN METODA	ENOTA	REZULTAT	Zahtevano po EN 13969:2004 in EN 13969:2004/A1:2006
Vodotesnost	1928	kPa	500	≥ 60
Vodotesnost po umetnem staranju	1296/1928	kPa	100	≥ 10
Upogljivost pri nizki temperaturi	1109	°C	-5	≤ -5
Odpornost proti trganju na žeblju	12310-1	N	167	≥ 50
Strižna trdnost spoja <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12317-1	N/50 mm	423 250	≥ 300 ≥ 200
Odpornost proti kemikalijam	13969 Aneks A	-	Odporen	Odporen
Odpornost proti statični obremenitvi	12730/B	kg	7	≥ 1
Odpornost proti udarcu	12691/A	mm	1600	≥ 500
Natezna trdnost <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12311-1	N/50 mm	386 233	≥ 300 ≥ 200
Raztezek pri pretrgu	12311-1	% /50 mm	3,7	≥ 2
Vsebnost nevarnih snovi	Aneks ZA	-	Ne vsebuje	Ne vsebuje
Odziv na ogenj	13501-1	Razred	E	E

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2014

• Legenda

Razred E: Pomeni čas požarnega preskoka, ko se plameni razširijo po proizvodu v manj kot dveh minutah in z razdalje 150 (ali manj) milimetrov (Ur. l. RS, št. 77/2003).

Komentar: Iz podanih rezultatov meritev je razvidno, da je izdelek v skladu z deklariranimi vrednostmi. To pomeni, da je hidroizolacijski trak glede na podane karakteristike stabilen in

primeren za uporabo v praksi na področju gradbeništva. Brez ovir bi lahko stekla industrijska proizvodnja, ki bi vsebovala odpadne folije kot sekundarne vhodne surovine.

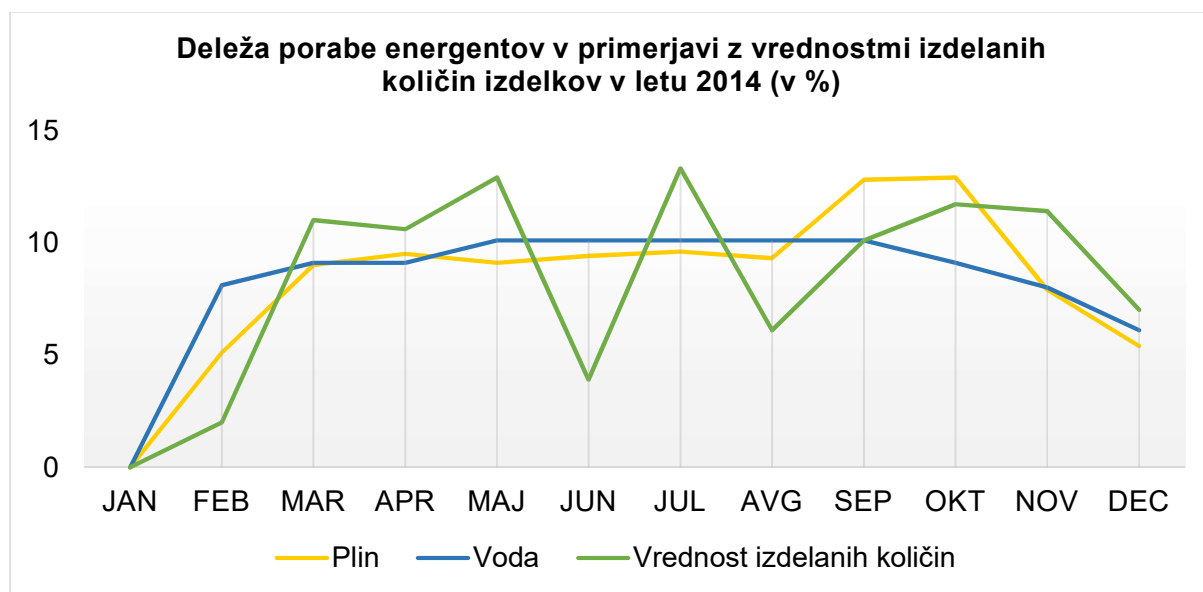
Na podlagi tega lahko sklepamo, da bi se uporaba sekundarne vhodne surovine obnesla ne le na področju izvajanja čistejših proizvodnih hidroizolacijskih sistemov, ampak tu na področju nižjih finančnih stroškov. Ne le, da bi se zmanjšali stroški odvažanja odpadne plastične embalaže (odpadne folije) ampak tudi pri dobavi dragih surovin za izdelavo hidroizolacijskih izdelkov bi se privarčevalo, kar je danes vsem podjetjem v glavnem interesu.

3.1.3. Preučitev manjše porabe energentov pri proizvodnji

Pri porabi energentov pri proizvodnji izdelkov se najvišje na lestvici znajdetata plin in voda. Njuna poraba tekom leta po mesecih niha, kar je odvisno od sezone gradbeništva; kljub temu je potrebno upoštevati, da obstajajo rešitve za zmanjšanje omenjene porabe. Za lažjo predstavbo preglejmo naslednje podatke;

Opomba: Glede na to, da gre za stroške energentov, ki so poslovne skrivnosti podjetja, nimam pooblastila, za navedbo točne vrednosti porabe za posamezne energente.

Graf 3: Deleža porabe energentov v primerjavi z vrednostmi izdelanih količin izdelkov programa hidroizolacij po mesecih v letu 2014



Vir: Novak A., 2015

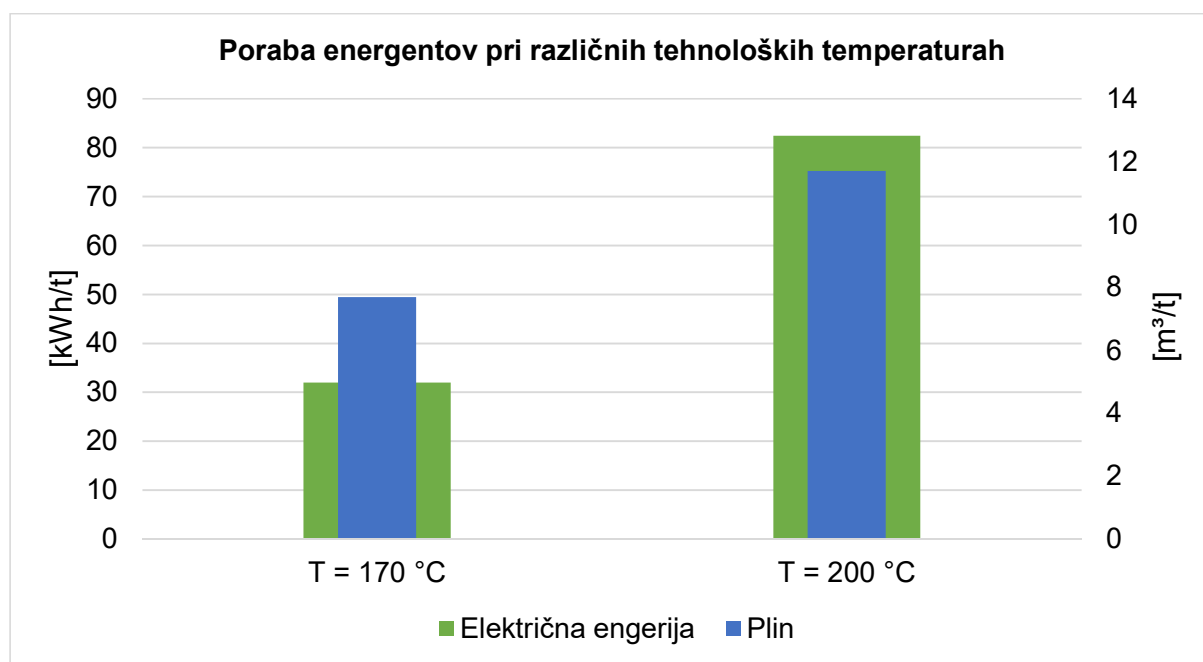
Komentar: Iz grafa 3 je torej razviden trend mesečnih stroškov energentov, ki jih v enem letu porabi proizvodnja hidroizolacij v podjetju Fragmat Tim d.d. Graf prikazuje, da so stroški porabe energentov glede na proizvedeno količino izdelkov večji del leta bolj ali manj konstantni. Ti deleži kljub vsem prizadevanjem k racionalni porabi energentov, predstavljajo visok nivo finančnih stroškov; podjetju je torej v interesu, da poleg truda za ohranjanje enakomernega trenda stroškov porabe energentov zmanjša tudi finančno breme, hkrati pa s tem ublaži antropogene vplive na okolje.

Pojavlja se vprašanje, na kakšne možne načine se lahko zmanjša poraba energentov pri proizvodnji, ki zahteva obsežno podporo energentov, ki so poglavitno nepogrešljivo kolesje obratovanja proizvodnih procesov.

1. MOŽNOST ZA MANJŠO PORABO ENERGENTOV

Ena izmed izvedljivih rešitev je priprava bitumenskih mas po recepturi, ki navaja nižje tehnološke temperature segrevanja bitumenske mase. Te recepture mora pripraviti razvojni inženir ter opraviti laboratorijske meritve, če bi vzorec iz takšne bitumenske mase dosegal standarde kakovosti. S tem bi dosegli zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov; bitumen je namreč derivat, ki nastane ob frakcionirani destilaciji nafte in ob tem segrevanju oddaja ogljikovodike. S tem pristopom bi zmanjšali porabo plina, hkrati pa zagotovili manjše količine oddanih toplogrednih plinov v okolje.

Graf 4: Poraba energentov pri različnih proizvodnih tehnoloških temperaturah (za enak izdelek, pri enaki proizvedeni količini – eni toni bitumenske mase)



S postopkom popisovanja merilnikov porabe energentov (plina in električne energije) sem lahko pridobila podatke porabe za posamezne dneve proizvodnje. To mi je omogočilo razčleniti za katero skupino izdelkov je poraba energentov večja in za katere manjša. Poleg tega so mi proizvodni dnevnik olajšali analizo pri katerih temperaturah in izdelkih se porabi specifična količina posameznega energenta.

Če se osredotočimo na graf 4, lahko opazimo bistveno razliko med obema porabama energentov pri različnih tehnoloških proizvodnih temperaturah. Treba je poudariti, da gre za enak tip izdelka, pri enakih proizvedenih količinah. S tem sem dobila objektivno oceno in hkrati potrditev, da je proizvodnja pri nižji tehnoloških temperaturah ekološko in stroškovno bolj primerna za določeno skupino hidroizolacijskih izdelkov.

2. MOŽNOST MANJŠE PORABE ENERAGENTOV

Kar zadeva porabo vode, je stvar malo bolj kompleksna. Potencialna opcija bi bila prestrukturiranje že obstoječe proizvodne linije. Trenutno se bitumenski hidroizolacijski trakovi hladijo v dveh fazah. Prva faza deluje po principu potekanja hidroizolacijskega traku skozi kadi, ki so polne hladne vode – trak je torej bolj ali manj potopljen v vodo. V končni fazi je na koncu le usedalnik, kamor se posedejo trdni delci (škrlja, peska in podobno), če zaidejo v hladilno kad z vodo. Druga faza hlajenja pa poteka po principu zaprtega sistema hlajenja, kjer je tik pred koncem proizvodnje linije nameščenih 6 valjev, po katerih potuje hidroizolacijski trak. Trak teče preko hladilnih valjev, ki so napolnjeni z vodo. Voda se hladi v hladilnem stolpu, ki se nahaja zunaj proizvodne hale. Ohlajena voda kroži do valjev, kjer pride do izmenjave toplote (hlajenje traku) preko površine valjev, segreta voda pa se vrača v hladilni stolp, kjer se zopet ohladi. Največji in razširjeni predstavniki takšnih tehnoloških sistemov hidroizolacijskih proizvodnih linij so Italijani.



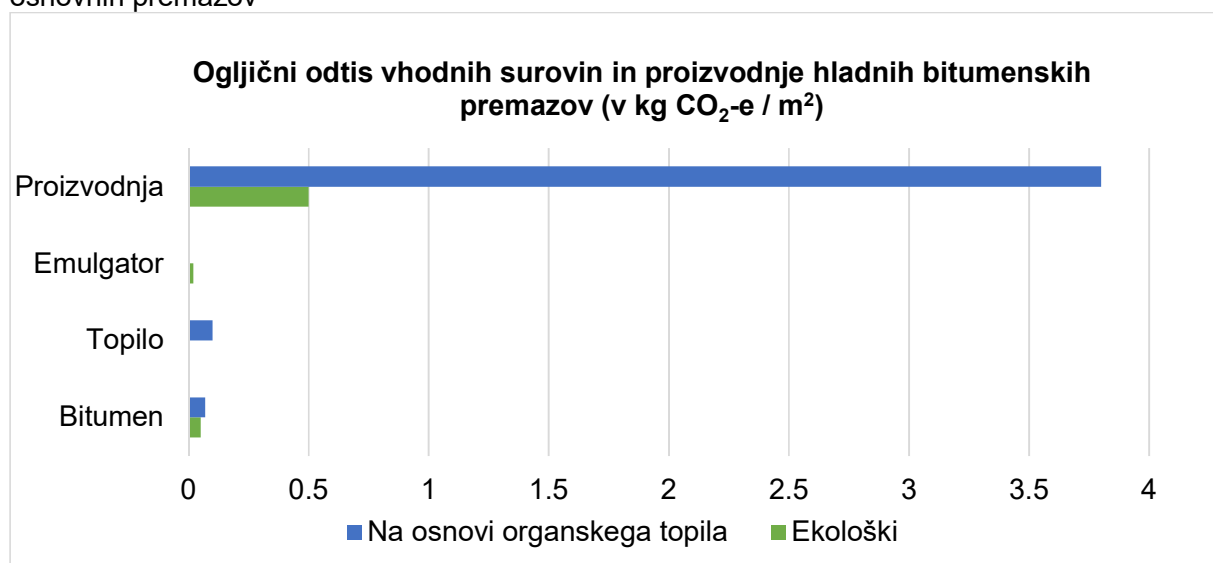
Slika 15: Hladilni stolp izven proizvodne hale programa hidroizolacij
Vir: K. Novak, 2015

Ob možnosti, da bi se že pri obstoječi vgrajeni proizvodnji liniji odločili za sistem hlajenja po sistemu hladnega zraka, bi bilo potrebno konkretno prekonstruiranje linije. Zdajšnji segment hlajenja, ki deluje po principu vodnega hlajenja, bi bilo potrebno nadomestiti z valji. Po teh bi od hladilnega stolpa v zaprtem vodovodnem sistemu krožila hladna voda, od valjev pa bi izhajal hladen zrak. Pojavita pa se dve problematiki: prva se nanaša na čas hlajenja, ki bi bil pri novem sistemu daljši. Druga problematika pa nato izhaja iz prve, saj bi bilo za krajši optimalni čas hlajenja potrebno nastaviti valje v vsaj treh vertikalnih nivojih, kar pa predstavlja dodaten strošek in zmanjšanje delovnega prostora. Je pa vsekakor res, da pri takšnem sistemu proizvodne linije ne bi prišlo do direktnega stika med bitumnom in vodo, hkrati pa bi ista količina vode krožila v zaprtem sistemu in zadostovala za daljše obdobje v vlogi hlajenja. Dober primer proizvajalca takšnih hidroizolacijskih proizvodnih linij je nemško podjetje Rimmer, v katerem vsi tehnološki sistemi hlajenja hidroizolacijskih proizvodnih linij temeljijo na zračnem hlajenju s pomočjo vode.

3.2. Ekološki hladni osnovni bitumenski premaz

Naravovarstvo dandanes izraziteje prihaja v ospredje na področju karakteristik novih produktov v panogi gradbeniške industrije. Prioriteta razvoja ekološkega bitumenskega premaza je vsekakor zmanjšati prisotnost organskih topil, ki so dandanes še vedno pereča problematika na področju onesnaževanja okolja. Istočasno bi tekom izdelave omogočili požarno varno delo in manjše količine nevarnih odpadkov, ki bi bili prepojeni z organskimi topili. Večji delež sestave ekološkega bitumenskega osnovnega premaza predstavlja voda, ki je osnovni vir življenja in v svojem izvirnem stanju sestavni del naravnega okolja.

Graf 5: Ogljični odtis posameznih vhodnih surovin v povezavi s proizvodnjo hladnih bitumenskih osnovnih premazov



Vir: Kutnar, 2014

Komentar: Iz rezultatov ogljičnega odtisa, ki so razvidni iz grafa 5, lahko razberemo, da izdelava hladnih bitumenskih premazov pri klasičnem, danes obstoječem hidroizolacijskem sistemu prispeva za več kot sedemkrat več količin emisij ogljikovega dioksida in ostalih toplogrednih plinov.

Za razliko od ostalih bitumenskih premazov, je ekološki bitumenski osnovni premaz po sestavi emulzija vode in bitumna. Njegova izdelava torej poteka po drugačnem postopku. V prvi fazi je potrebno preučiti delovno dokumentacijo, pri čemer mislimo na razpis delovnega naloga, izdaje recepture, standardov kakovosti, zaloge ustreznih surovin in ostalo. V nadaljevanju pa je predhodno pomembno preveriti, kakšna je dinamika proizvodne linije hidroizolacijskih trakov; potrebno je namreč prečrpati bitumen iz zunanjih cistern direktno v bitumensko mešalo. V teh mešalih se bitumen meša pri temperaturi med 130 °C in 160 °C ter od tam naprej teče v posodo za bitumen na proizvodni liniji za izdelavo emulzij. Mešalo v posodi stroja obratuje dobrih 10 minut, medtem pa se glede na tip izdelanega premaza dodajo aditivi – različni emulgatorji, stabilizatorji emulzije in podobno. Dokončan premaz je potrebno črpati po cevovodu skozi hladilnik, saj proces poteka pri visokih temperaturah in s hlajenjem omogočimo, da ne pride do uparjanja vode. V zadnji fazi se premazi natočijo v različne sode, ki se razlikujejo glede na volumen (4 L, 9 L, 180 L) in glede na naročilo kupca (Novak, 2013).

3.2.1. Specifikacije izdelka

Po sestavi je izdelek emulzija vode in bitumna. Spada med premazna sredstva, pri katerih je viskoznost premaza kontrolirana z vodo. Vizualno se odraža v temno rjavi tekočini, njegov vonj pa spominja ne vonj po nafti. Ekološki bitumenski osnovni premaz je sestavljen iz najmanj 40 % vode, bitumna, emulgatorja ter za vzorec kisline (ali baze) in stabilizatorja. Glede na to, da je v dobri polovici osnovan na vodi, je hkrati topen v vodi. Temu posledično pa ima specifično območje vrelišča pri 100 °C in ledišče pri 0 °C.

Ta premaz poseduje nekaj prednosti pred klasičnim hladnim osnovnim premazom, ki vsebuje organsko topilo; zaradi odsotnosti organskega topila ni vnetljiv, hkrati pa ne vsebuje deleža hlapnih snovi (HOS), kar pomeni, da ni sporen za okolje in je bolj varen za ljudi, ki bi bili v stiku s premazom. Veliko lažje poteka postopek vgradnje in pred tem tudi proizvodnja bitumenskega premaza. Skoraj polovico hladnega osnovnega premaza vsebuje vodo, ki pa je eden najpomembnejših sestavnih delov okolja in posledično ni agresiven do živih organizmov.

Opomba: Glede na to da gre za izdelavo izdelkov po recepturah, ki so poslovne tajne podjetja, nimam pooblastila, da navedemo dotične nazive specifičnih surovin.

Preglednica 3: Recepturne sestavine ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza

VHODNA SUROVINA	DELEŽ (v %)
Bitumen	≈ 40
Emulgator	≈ 4
Voda	≈ 55
Lug ali kislina	≈ 0,5
Stabilizator	≈ 0,5

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015

Komentar: Priprava poteka v dveh fazah – v prvi se pripravi vodna faza, ki jo sestavljajo voda, emulgator in regulator pH, da se spremeni kemijska struktura emulgatorja. Ta faza se mora segreti na temperaturo od 50 °C do 60 °C, da se raztopina homogenizira, medtem ko v drugi fazi poteka priprava bitumna (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014). Ta mora biti primerno segret (od 130 °C do 160 °C), vendar temperatura ne sme biti previsoka, drugače nastala emulzija zavre in razpade. Vodno in bitumensko fazo skupaj zmešamo v stroju, kjer se delci bitumna razčlenijo na osnovne delce velikosti nekaj mikrometrov.

Naj podrobneje razčlenim recepturne komponente in se za začetek osredotočimo na primarno komponento. Bitumen je v osnovi naftni derivat, ki je končni rezultat frakcionirane destilacije, vendar pa njegova točna sestava ni jasno opredeljena. Po kemijski sestavi lahko ločimo le primarne kemijske spojine, pri katerih mislimo na molekule različnih nasičenih ogljikovodikov, ki imajo lastnost dolge razvejanosti verig. Pri sobni temperaturi je v trdnem stanju in je inerten. V vročem stanju (+150 °C) je tekoč, zato je potrebno pri rokovanju z bitumnom uporabljati ustrezna zaščitna sredstva. Naj omenim, da je kakovost bitumna hkrati odvisna od lokacije črpališča nafte in kakovosti. Razlikujejo se predvsem glede na gostoto, ki se meri s penetracijo igle.

Takoj za bitumnom sledi emulgator, ki nam je glede na uporabo znan tudi z drugih področij, na primer nutricionistike, farmacije in ostalih. Je površinsko aktivna snov in je pri sobni temperaturi v tekočem agregatnem stanju. Omogoča mešanje dveh tekočin, ki se razlikujeta po površinski napetosti delcev – v našem primeru mislimo predvsem na bitumen in vodo. So vodotopni in delujejo odvisno od medija v kislem ali bazičnem mediju. Zaradi nizke koncentracije in spremenjene kemijske oblike v končnem izdelku nima posebnega ekološkega vpliva.

Navsezadnje ne smemo izpustiti stabilizatorja, ki je po kemični sestavi definiran kot sol. Pridobiva se iz vodne raztopine kuhinjske soli, ki nato reagira z apnom. V našem primeru se uporablja kot stabilizator emulzije pri skladiščenju, saj omogoča podaljšan čas stabilnosti emulzije – to pomeni, da preprečuje vdor vode v kapljice bitumna.



Slika 16: Okvirni podan predlog načina embalaranja novega ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza

Vir: Fragmat Tim d.d., 2013

S pomočjo varnostnega lista za ekološki hladni osnovni bitumenski premaz lahko zatrdim, da je uporaba tega izdelka varna za ljudi in za okolje.

VARNOSTNI LIST – A) TOKSIKOLOŠKI PODATKI

- a) **Akutna strupenost:** ni podatka.
- b) **Draženje:** zaradi povišane pH vrednosti (10), le-ta povzroča rahlo draženje kože, ki postane suha in pordela.
- c) **Jedkost:** zmes ni jedka.
- d) **Preobčutljivost:** /
- e) **Strupenost pri ponovljenih odmerkih:** /
- f) **Rakotvornost:** /
- g) **Mutagenost:** /
- h) **Strupenost za razmnoževanje:** /

(Fragmat Tim d.d., 2012)

VARNOSTNI LIST – B) EKOLOŠKI PODATKI

- a) **Strupenost:** /
- b) **Obstojnost in razgradljivost:** /
- c) **Zmožnost kopičenja v organizmih:** /
- d) **Mobilnost v tleh:** Izdelek se meša z vodo, zato je potrebno preprečiti iztok v vode in kanalizacijo.
- e) **Rezultati ocene PBT** (*angleška kratica za obstojne, bioakumulacijske in strupene snovi*) **in vPvB** (*angleška kratica za zelo obstojne in so zelo visoko bioakumulativne*) : /
- f) **Drugi škodljivi učinki:** /
- g) **Metode ravnanja z odpadno embalažo:** Embalažo, s katero je bil izdelek v stiku, je potrebno izprazniti in očistiti. Prazno embalažo je potrebno oddati pooblaščenemu zbiralcu plastične embalaže, ki ima klasifikacijsko številko odpadka 15 01 02 ali pooblaščenemu zbiralcu kovinske embalaže 15 01 04.
- h) **Metode ravnanja z odpadki čistega izdelka:** Ostanke izdelka je potrebno oddati pooblaščenemu zbiralcu odpadkov kot odpadna lepila in tesnilne mase, ki ne spadajo pod 08 04 09, s klasifikacijsko številko 08 04 10.
- i) **Ukrepi ob nenamernih izpustih:** Okoljevarstveni ukrep ob nenamernih izpustih izdelka navaja, da je potrebno preprečiti iztok v vodo, kanalizacijo ali v podtalnico. V primeru kontaminacije talne površine je potrebno kontaminirano površino posuti z zemljo ali kakšnim drugim absorpcijskim sredstvom. Odstranjen material je potrebno shraniti v kontejnerje na območje z dobrim prezračevanjem in odstraniti v skladu s točko g) in h).

(Fragmat Tim d.d., 2012)

Bistvo je, da s tem novim ekološkim izdelkom zamenjujemo izdelek, v katerem je do sedaj skoraj 50 % organskega topila. To je nevarno vnetljiv, hlapi v okolje in je izjemno nevaren vodnemu okolju.

Pomembno je, da izdelek ni razvrščen kot tvegan za transport, kar pomeni, da v sklopu z Evropskim sporazumom o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga ni potrebne nobene dokumentacije o pravilnem odpremnem imenu in specifično organiziranega prevoza za nevarne zmesi in spojine, hkrati pa ni dodatnih zahtev po posebnem pakiranju ali previdnostnih predpisih in ukrepih za uporabnika tega dotičnega izdelka.

3.2.2. Obvezni standardizirani kriteriji in metode za kontrolo kakovosti

Standardizirani kriteriji in metode se nahajajo v dokumentih, v katerih so določena pravila, tehnične specifikacije, testne metode, smernice, napotki ali kakršnekoli karakteristike za dejavnosti in njihovi rezultati (v našem primeru izdelki). Upoštevanje standardov in kriterijev je namenjeno primerni uporabi materialov in izdelkov. Glavni namen pa je, da so izdelki boljši po funkcionalnosti, hkrati pa da bolje ustrezajo pričakovanjem tistih, ki posegajo po tovrstnih izdelkih (Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala, 2015). Tudi podjetje Fragmat Tim d.d. ima obvezo za izvajanje testnih metod, ki so določene v sklopu posameznega standarda na področju hidroizolacijskih sistemov – v našem primeru se testne metode nanašajo na hidroizolacijske bitumenske trakove in hidroizolacijske bitumenske premaze. Obvezne standardizirane testne metode, ki se nanašajo na *ekološki hladni bitumenski osnovni premaz*, pa so naslednje;

- **Testna metoda SIST EN 1425:2012 – Ugotavljanje vidnih lastnosti**

Vzorec se vizualno pregleda in oceni barva, vonj, homogenost, prisotnost tujih materialov, zgoščenost in podobno.

- **Testna metoda SIST EN 1426:2007 – Določanje penetracije z iglo**

Penetracija igle pomeni globino (v milimetrih), do katere standardizirana igla navpično prodre v vzorec bitumna pri določeni obremenitvi.

- **Testna metoda SIST EN 1428:2000 – Metoda azeotropne destilacije**

Z metodo določimo vodo v bitumenskih emulzijah z destilacijo.

- **Testna metoda SIST EN 1427:2007 – Določanje zmečičišča po metodi prstana in kroglice**

Določimo točko zmečičišča bitumenskega veziva, pri temperaturnem obsegu od 28 °C do 150 °C.

- **Testna metoda SIST EN 2431:2012 – Ugotavljanje iztočnega časa z uporabo iztočnih čaš**

Z metodo določimo iztočni čas barv, lahko ter drugih povezanih izdelkov.

- **Testna metoda SIST EN 1430:2009 – Določanje polarnosti delcev bitumenskih emulzij**

Ugotavljamo odlaganje bitumenskega veziva na elektrodo. Če je emulzija kationska je bitumen na negativni elektrodi in obratno.

- **Testna metoda SIST EN 12850:2009 – Določanje pH vrednosti bitumenskih emulzij**

Merilec pH vrednosti predhodno umerimo s pufrskimi raztopinami, nato z elektrodo izmerimo pH vrednost.

- **Testna metoda SIST EN 13074:2003 – Določevanje deleža veziva v bitumenskih emulzijah z izhlapevanjem**

Ugotavljamo delež veziva v bitumenskih emulzijah po postopku izhlapevanja.

- **Testna metoda SIST EN 13075-1:2009 – Ugotavljanje hitrosti razpada kationskih bitumenskih emulzij**

Ugotavljamo količino potrebnega referenčnega polnila, da se sesiri 100 g bitumenske emulzije.

- **Testna metoda SIST EN 13614:2011 – Določanje obstojnosti bitumenskega filma pod vodo**

Ugotavljamo oprijemljivost bitumenskega veziva na kamnitem agregatu, ki je potopljen v vodo. (povzeto po Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014)

3.3. Samolepilni bitumenski hidroizolacijski trak

Uporaba samolepilnih bitumenskih hidroizolacijskih trakov je primerna za izvedbo hidroizolacij na mestih, kjer je vgradnja s plinskim gorilnikom otežena in težje dostopna. Njegov poglavitni namen so hidroizolacije podzemnih objektov, denimo v majhnih prostorih in pri vgradnji hidroizolacijskih trakov na gorljive konstrukcije (les, stiropor in podobno).

Ti samolepilni bitumenski hidroizolacijski trakovi hkrati ponujajo možnost bitumenskih trakov, pri katerih je učinek ogljičnega odtisa manjši. Poleg tega pa pri stopnji proizvodnje in nato fazi vgradnje ne potrebujejo enake količine vložene energije in tako kot pri izvedbi klasične bitumenske hidroizolacije.



Slika 17: Primer razslojenega vzorca samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku
Vir: K. Novak, 2015

Na sliki 16 je prikazan vzorec samolepilnega hidroizolacijskega traku, pri katerem sem medsebojne plasti (to je sloj silikonizirane folije in sloj bitumna) ločila za boljše predstavbo. Tako je bolje vidno, kako točno so plasti samolepilnega hidroizolacijskega traku med seboj komponirane oziroma spojene. Kot vidimo zgoraj, je mogoče zaščitno silikonizirano folijo brez težav odstraniti z roko, spodaj pa se nato razkrije plast bitumna, ki je dobro lepljiva. Glede na preprost način odstranjevanja zaščitne silikonizirane folije od bitumenskega sloja, je odstranjevanje te folije med samo vgradnjo enostavno in poteka brez zapletov.

3.3.1. Tehnične podrobnosti izdelka

Samolepilni bitumenski hidroizolacijski trak sestavljata komponenti iz armaturnega nosilca in bitumenske mase. Naloga nosilca je, kot že samo ime pove, da nosi bitumensko maso, ki predstavlja primarno zaščito pred vlago in vodo. Najpogosteje se uporablja nosilec iz steklenega voala, vendar obstajajo tudi drugi, ki bi bili primerni – mislimo na stekleno tkanino, aluminijevo folijo in druge.

Bitumenska nanosna masa je sestavljena iz izbranega bitumna in posebnih termo-elastomernih dodatkov, ki omogočajo prave funkcionalnosti hidroizolacije in obdelavne lastnosti izdelka.

Navsezadnje je pomembno tudi, da je izdelek v skladu z ustreznimi predpisanimi zahtevami, ki so navedene v harmoniziranih evropskih standardih. V tem primeru so to standardi EN 13707, EN 13969 in EN 13970.

Preglednica 4: Recepturne sestavine samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku

VHODNA SUROVINA	DELEŽ (v %)
Bitumen	≈ 71
Procesno olje	≈ 2
Smola	≈ 5
Umetni kavčuk	≈ 12
Polnilo	≈ 10

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015

Komentar: Priprava poteka v dveh fazah – v prvi poteka priprava bitumenske mase, v katero dodamo procesno olje, smolo in polnilo. V bitumen, ki se meša v bitumenskih mešalih pri temperaturnem območju od 160 °C do 180 °C, doziramo umetni kavčuk. V drugi fazi nato poteka izdelava samolepilnega hidroizolacijskega traku. Nosilec najprej poteka v nanosno kad, v katero se nanese plast zelene debeline bitumenske mase, in nato naprej skozi vodno hlajenje. Pred postopkom embaliranja traku se namesti na obe strani po celi površini še silikonizirana folija, da se prepreči zlepljenje traku, nato pa se s pomočjo navijalnega stroja trak navije v zvitke oziroma role.

Tako kot pri ekološkem hladnem primarnem bitumenskem premazu razčlenimo in analiziramo recepturne komponente tudi pri samolepilnem bitumenskem hidroizolacijskem traku – bitumnu se ne bomo preveč posvečali, glede na to da smo ga opredelili in razjasnili v poglavju 3.2.1. Procesno olje služi kot sredstvo za zmečanje bitumna pri pripravi bitumenske mase za izdelavo hidroizolacijskih trakov, hkrati pa deluje kot vezivo med umetnim kavčukom in bitumnom. Po kemijski sestavi ga lahko opredelimo kot olje, ki nastane kot stranski produkt ob destilaciji surove nafte. Vsebuje visoke vrednosti antioksidativnih komponent, poleg tega pa ima nizek nivo hlapljivosti in visok koeficient topnosti. Zelo dobro je odporen pri nizkih temperaturah, pri čemer mislimo na -15° C. Kvaliteta procesnega olja je odvisna predvsem od tipa surove nafte, proizvodnega procesa in procesa kondicioniranja.

V naslednjem koraku se osredotočimo na umetno smolo, ki nosi veliko težo pri samolepilnosti traku. Proizvaja se s polimerizacijo, pri kateri gre za sintezo dveh ali več monomerov.

Makromolekule se med procesom vežejo kemično zamreženo (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015), uporabljajo pa se predvsem kot vezivno oziroma v našem primeru kot lepilno sredstvo. Če jih segrevamo, se jih ne da preveč zmehčati, zato je njihovo preoblikovanje omejeno. Njihove mehanske lastnosti se izpopolnijo, če se ojačajo s steklenimi vlakni.

Ena od nepogrešljivih recepturnih komponent je umetni kavčuk. Ta se proizvaja s kopolimerizacijo – to je kemijska reakcija, pri kateri se monomeri s kovalentnimi vezmi povezujejo v molekule polimerov. Kar najbolj specificira umetni kavčuk je njegov širok spekter temperaturne obstojnosti – od -55 do 100 °C (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015) – to pa hidroizolacijskemu traku omogoča večjo prožnost pri nizkih temperaturah. Poleg tega se ponaša tudi z dobro odpornostjo na obrabo in z visokim koeficientom odpornosti na staranje.

Ker govorimo o hidroizolacijskem traku, je poleg ostalih naštetih recepturnih komponent pomemben še nosilec, na katerega se nanaša bitumenska masa. V našem primeru gre za stekleni voal, ki ga sestavljajo steklena vlakna. Gradniki le teh so molekule silicijevega oksida oziroma kremenina, ki so enakomerno razporejene in vezane z organskimi dodatki. Princip steklenega voala temelji na močni opori, ki omogoča gladko in odporno površino. Ena izmed poglavitnejših specifikacij steklenega voala je dobra dimenzijska stabilnost, kar pomeni, da pod statičnimi in dinamičnimi vplivi ne spreminja oblike, torej se ne krči in ne razteza (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015). Poleg tega je zelo dobro anti-korozivno odporen in vodoodporen. Ta gradbeni material se uporablja predvsem na področju elektroizolacije, termoizolacije, zvočne izolacije in hidroizolacije, kar nam pove, da je izjemno funkcionalen in vse bolj nepogrešljiv gradbeni material.



Slika 18: Struktura steklenega voala
Vir: K. Novak, 2015

S pomočjo varnostnega lista za bitumenski samolepilni hidroizolacijski trak lahko brez ovir navajam, da je uporaba tega izdelka varna za ljudi in za okolje. Tako kot tehnični listi za posamezni izdelek se mora tudi varnostni list predati vsakemu kupcu, da je seznanjen o potencialnih nevarnostih in ukrepih ob izrednih razmerah oziroma kako pravilno rokovati z izdelkom v posameznih situacijah.

VARNOSTNI LIST – A) TOKSIKOLOŠKI PODATKI

- **Podatki o toksikoloških podatkih:** Izpostavljenost prahu iz tega izdelka lahko povzroči rahlo draženje oči, kožo in respiratorni trakt. Pri normalni uporabi po dosedanjih izkušnjah in informacijah niso poznani škodljivi učinki na živo okolje.
- **Rakotvornost:** Za izdelek ni bilo ugotovljeno, da je rakotvoren.

(Fragmat Tim d.d., 2015)

VARNOSTNI LIST – B) EKOLOŠKI PODATKI

- j) **Strupenost:** /
- k) **Obstojnost in razgradljivost:** /
- l) **Zmožnost kopičenja v organizmih:** /
- m) **Mobilnost v tleh:** izdelek ne onesnažuje vodnih virov.
- n) **Rezultati ocene PBT** (*angleška kratica za obstojne, bioakumulacijske in strupene snovi*) **in vPvB** (*angleška kratica za zelo obstojne in so zelo visoko bioakumulativne*): /
- o) **Drugi škodljivi učinki:** /
- p) **Metode ravnanja z odpadno embalažo:** Ostanke embalaže od palet (polietilenska in silikonizirana folija) in lesene palete se razvrščajo kot *15 01 02 Plastična embalaža* in *15 01 03 Lesena embalaže*. Ostanke papirnih ovojin se razvrščajo pod *15 01 01 Embalaža iz papirja in kartona*.
- q) **Metode ravnanja z odpadki čistega izdelka:** Ostanek oziroma odpadek izdelka se razvršča kot nenevarni odpadek, in sicer kot gradbeni odpadek – bitumenske mešanice *17 03 02 Asphalt, ki ne vsebuje katrana* in *17 06 02 Drugi izolacijski materiali*.
- r) **Ukrepi ob nenamernih izpustih:** Okoljevarstveni ukrep ob nenamernih izpustih izdelka navaja, da je potrebno pobrati večje kose in pomesti prah. Ob pometanju je priporočljivo, da se površina polije z vodo.

(Fragmat Tim d.d., 2015)

Samolepilni bitumenski hidroizolacijski trak ni razvrščen kot tvegan za transport, kar pomeni, da v sklopu z Evropskim sporazumom o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga ni potrebne dokumentacije in specifično organiziranega prevoza za nevarne zmesi.

3.3.2. Obvezujoči standardi kakovosti

Poleg hidroizolacijskih bitumenskih premazov morajo določene standardizirane kriterije kakovosti dosegati tudi hidroizolacijski trakovi. Najpomembnejši dejavnik upoštevanja standardov je, da se izdelkom zagotovi ustrezna kakovost predvsem na področju njihove funkcionalnosti. V sklopu obveznih standardiziranih testnih metod za specifične kriterije kakovosti *samolepilnega hidroizolacijskega traku* je Laboratorij za kontrolo kakovosti zavezan k izvajanju naslednjih:

- **Testna metoda SIST EN 1848-1:2000 – Določanje dolžine, širine in ravnosti**

Rolo traku razvijemo na ravni podlagi - po 5 minutah izmerimo dolžino in širino z uporabo tračnega metra.

- **Testna metoda SIST EN 1849-1:2000 – Določanje debeline in mase na enoto površine**

Debelino traku merimo s kljunastim merilom na desetih mestih po širini traku. Merimo pri sobni temperaturi.

- **Testna metoda SIST EN 1928:2001 – Določanje vodotesnosti**

Ugotavljanje odpornosti hidroizolacijskih trakov na vodo pod hidrostatičnim tlakom.

- **Testna metoda SIST EN 1109:2013 – Določanje upogljivosti pri nizki temperaturi**

Ugotavljanje upogljivosti hidroizolacijskih trakov pri nizkih temperaturah.

- **Testna metoda SIST EN 1110:2011 – Določanje odpornosti proti tečenju pri povišani temperaturi**

Ugotavljanje odpornosti na tečenje nanosne zmesi pri povišani temperaturi.

- **Testna metoda SIST EN 12310-1: 2010 – Določanje odpornosti proti nadaljnjemu trganju**

Meritev izvedemo pri konstantnem raztezanju prijemalnih spon do pretrga.

- **Testna metoda SIST EN 12317-1:2000 – Določanje strižne trdnosti spojev**

Določamo maksimalno natezno trdnost pri raztegovanju spoja preskušanca dokler se ne pretrga ali loči.

- **Testna metoda SIST EN 12730:2001 – Določanje odpornosti proti statičnim obremenitvam**

Odpornost se izrazi kot obremenitev, ki ni povzročila puščanja hidroizolacijskega traku.

- **Testna metoda SIST EN 12691:2006 – Določanje odpornosti proti udarcu**

Odpornost na udarce se poda kot višina, pri kateri ni prišlo do puščanja hidroizolacijskega traku.

- **Testna metoda SIST EN 12311-1:2000 – Določanje nateznih lastnosti**

Meritev je izvedena pri konstantnem raztezanju klem, dokler se preskušavec ne pretrga.

(Vir: Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014)

3.4. Laboratorijske meritve lastnosti prototipov ekoloških hidroizolacijskih izdelkov

3.4.1. Opravljene meritve lastnosti vzorcev ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza

Preglednica 5: Meritve lastnosti ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza

LASTNOST	TESTNA METODA SIST EN	ENOTA	ZAHTEVANA VREDNOST	UGOTOVLJENA VREDNOST
Vizualni izgled	1425	-	temno rjava homogena tekočina	temno rjava homogena tekočina
Polarnost delcev	1430	-	negativna	negativna
pH vrednost	12850	-	> 7	-
Vsebnost bitumenskega veziva	1428	ut. %	38 - 42	41,4
Viskoznost z iztočnim viskozimetrom	2431	s	≤ 20	13
Hitrost razpada	13075-1	-	70 - 180	165
Adhezivnost	13614	%	≥ 75	-
Lastnosti veziva dobljenega z metodo izhlapevanja: Penetracija pri 25°C	13074 1426	0,1 mm	≤ 330	-
Lastnosti veziva dobljenega z metodo izhlapevanja: Zmehčišče po PK	13074 1427	°C	≥ 35	-
Gostota s piknometrom	12697-5	kg/l	0,95 – 1,05	1,007
Čas sušenja*	-	s	< 10.800	300

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2014

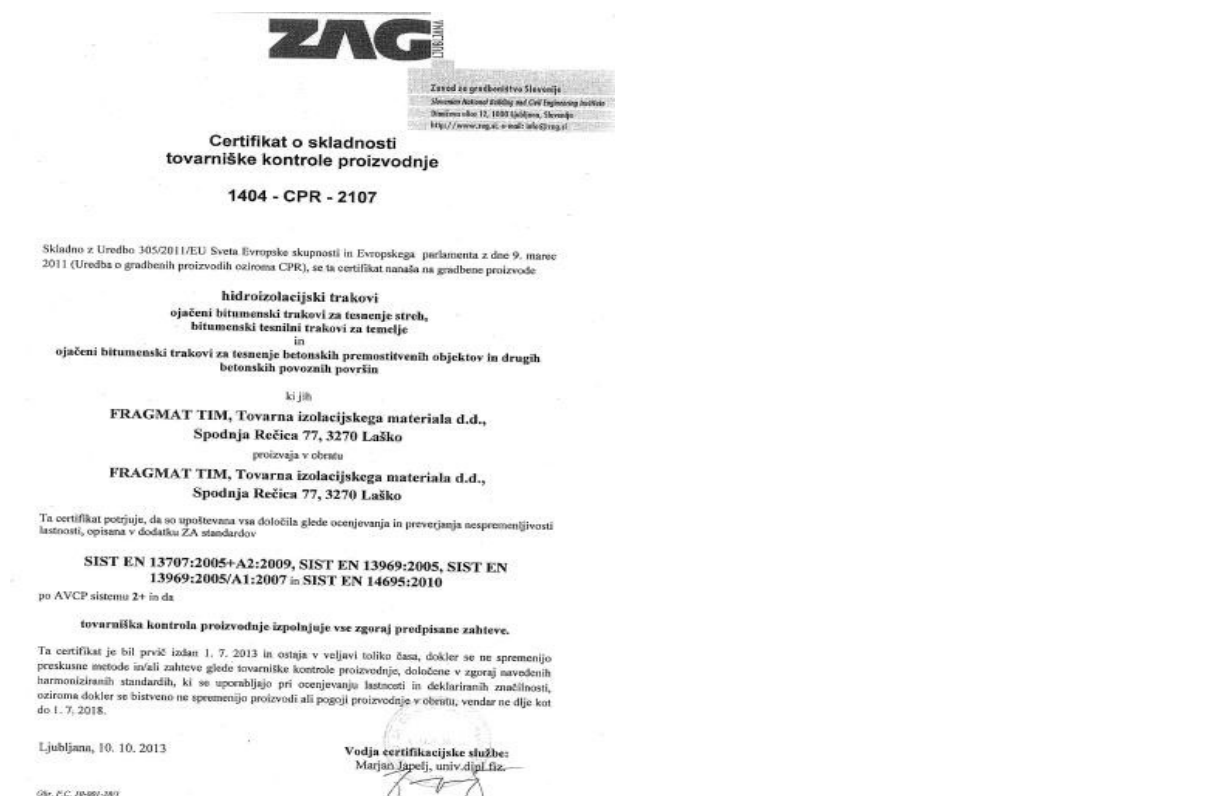
- * **Čas sušenja** je interna metoda laboratorija kontrole kakovosti in ni zahtevana v sklopu standardiziranih metod testiranja. Postopek temelji na principu posipavanja finega kremenčevega peska po hladnem osnovnem bitumenskem premazu. V prvi fazi na stekleno ploščico namažemo premaz in pričnemo v desnem zgornjem kotu ploščice posipavati pesek ter se vodoravno pomikamo proti levemu delu ploščice. To počnemo tako dolgo, dokler pesek ne prične padati s ploščice – takrat vemo, da je premaz suh in zabeležimo čas sušenja.

Komentar: Ekološki osnovni bitumenski premaz je skladen z deklariranimi zahtevanimi vrednostmi, ki jih navajajo standardizirane metode testiranja. Vsi ti podatki morajo biti kupcem dostopni, zato so navedeni v tehničnih listih za posamezen izdelek. Ti tehnični listi so dandanes javno objavljeni tudi na spletni strani podjetja, zato je dostop do podatkov bistveno lažji.

Ena izmed pglavitnih in najbolj zaželenih lastnosti ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza je *čas sušenja* premaza. Krajši kot je čas sušenja, bolj praktičen je osnovni bitumenski premaz in seveda hkrati tudi bolj zaželen na trgu. Danes je čas v gradbeništvu dragocen faktor, ki ga morajo upoštevati tudi izdelovalci takšnih in drugačnih gradbenih materialov. Iz preglednice 5 je razvidno, da čas sušenja ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza meri le dobrih 300 sekund oziroma 5 minut, medtem ko čas sušenja klasičnega hladnega osnovnega bitumenskega premaza meri približno 21.600 sekund (Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015) oziroma skoraj 6 ur. Takšna konkretna časovna razlika med enim in drugim hladnim osnovnim bitumenskim premazom pripomore k novim smernicam razvoja izdelkov, ki bodo za okolje manj obremenjujoči, hkrati pa tudi bolj zaželeni na slovenskem tržišču in različnih tujih trgih.

Vse meritve so bile izvedene v skladu z evropskimi standardi, ki so zavezujoči oziroma obvezni za gradbene proizvode in so najpomembnejši predpogoj, da se izdelek lahko uvede na slovensko tržišče ter ostala tuja tržišča po Evropi.

Ti standardi posredno omogočajo, da niso potrebna testiranja izdelkov preko zunanjih pooblaščenih izvajalcev, ampak potekajo v Laboratoriju kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d. – podatki in rezultati meritev so nam tako bili podani neposredno. Podjetje Fragmat Tim d.d. ima dodeljen Certifikat o skladnosti tovarniške kontrole proizvodnje od Zavoda za gradbeništvo Slovenije. To pomeni, da so upoštevana vsa določila glede samostojnega izvajanja testiranj in ocenjevanj nespremenljivosti kakovosti proizvodov.



Slika 19: Certifikat o skladnosti tovarniške kontrole proizvodnje za bitumenske hidroizolacijske trakove.

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2014

3.4.2. Meritve lastnosti vzorcev ekološkega samolepilnega hidroizolacijskega traku

Preglednica 6: Opravljene meritve posameznih tehničnih lastnosti samolepilnega hidroizolacijskega traku

LASTNOST	TESTNA METODA SIST EN	ENOTA	REZULTAT	Zahtevano po EN 13969:2004 in EN 13969:2004/A1:2006
Vodotesnost	1928	kPa	500	≥ 60
Vodotesnost po umetnem staranju	1296/1928	kPa	200	≥ 10
Upogljivost pri nizki temperaturi	1109	°C	-25	≤ -5
Odpornost proti trganju na žeblju <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12310-1	N	153 126	≥ 50 ≥ 50
Strižna trdnost spoja <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12317-1	N/50 mm	385 245	≥ 300 ≥ 200
Prepustnost za vodno paro	1931	μ	NPD	NPD
Odpornost proti kemikalijam	1847 Aneks A	-	Odporen	Odporen
Odpornost proti statični obremenitvi	12730/B	kg	4	≥ 1
Odpornost proti udarcu	12691/A	mm	550	≥ 500
Natezna trdnost <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12311-1	N/50 mm	318 211	≥ 300 ≥ 200
Raztezek pri pretrgu <ul style="list-style-type: none"> • vzdolžno • prečno 	12311-1	% /50 mm	4,4 3,4	≥ 2
Vsebnost nevarnih snovi	Aneks ZA	-	Ne vsebuje	Ne vsebuje
Odziv na ogenj	13501-1	Razred	E	E

Vir: Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015

• Legenda:

Razred E: Pomeni čas požarnega preskoka, ko se plameni razširijo po proizvodu v manj kot dveh minutah in z razdalje 150 (ali manj) milimetrov (Ur. l. RS, št. 77/2003).

NPD: Kratica za angleški izraz »no performance determined«. Pomeni, da za izdelek ni definirana standardizirana metoda testiranja in njene vrednosti.

Komentar: Samolepilni hidroizolacijski trak je skladen z deklariranimi zahtevanimi vrednostmi, ki jih navajajo obvezujoče standardizirane metode testiranja. To predstavlja najpomembnejši predpogoj, da se izdelek lahko uvede na slovensko tržišče in ostala tržišča po Evropi.

3.4.3. Primerjava oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku glede na različna primarna hladna bitumenska premaza

Vsekakor se porajajo dvomi o uporabi ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza v praksi zaradi recepturnih komponent, ki ga sestavljajo – že zaradi dejstva, da ga sestavlja polovica vode in ne organsko topilo, se postavljajo vprašanja, ali bo v praksi učinkovita stabilnost ekološkega hladnega osnovnega bitumenskega premaza enakovredna učinkoviti stabilnosti klasičnega hladnega osnovnega bitumenskega premaza, ki je izdelan na osnovi organskega topila. Pri tem mislimo predvsem, ali bo ekološki hladni osnovni bitumenski premaz enako dobro opravljal svojo nalogo v primerjavi s klasičnim.

Problematiko funkcionalnosti ekološkega osnovnega hladnega bitumenskega premaza je potrebno raziskati s pomočjo laboratorijskega testiranja, ki bo temeljilo na primerjavi rezultatov oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na dveh različnih osnovnih hladnih bitumenskih premazih – na klasičnem in na ekološkem primarnem hladnem bitumenskem premazu. Glede na to da gre za dokazovanje enakovredne uporabnosti ekološkega s klasičnim osnovnim hladnim bitumenskim premazom, ni potrebe, da se testiranje izvaja po standardiziranih postopkih. Poleg tega ga ni potrebno izvajati preko pooblaščenih zunanjih izvajalcev, kar pa omogoča Certifikat o skladnosti tovarniške kontrole proizvodnje od Zavoda za gradbeništvo Slovenije, ki je dodeljen laboratoriju za kontrolo kakovosti Fragmat Tim d.d.

3.4.3.1. Laboratorijsko testiranje fizikalne lastnosti oprijemljivosti

- **Merilna sredstva in pripomočki**

- 20 kovinskih vzorčnih ploščic, z dimenzijami 30 cm x 5 cm;
- 20 manjših trakov samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku z dimenzijami 20 cm x 5 cm;
- čopič za nanos osnovnih hladnih bitumenskih premazov;
- pištola na vroč zrak;
- zaščitna oprema: delovna obleka in rokavice;
- trgalni stroj dinamometer.

Trgalni stroj dinamometer je sestavljen iz dveh mobilnih komponent oziroma tako imenovanih kovinskih prijemalnih spon. Obe se lahko prilagajata vertikalno glede na medsebojno željeno razdaljo, hkrati pa se lahko horizontalno adaptirata glede na širino testnega vzorca, ki ga namestimo med prijemalni sponi. S pomočjo naprednega računalniškega upravljanja stroja in znanjem usposobljenih kadrov se pod določenimi pogoji (na primer hitrostjo, naklonom in podobno) obe prijemalni sponi odmikata druga od druge, torej gresta narazen, in s tem raztezata testni vzorec. Trgalni stroj dinamometer nato izmeri silo, pri kateri popusti spoj med hidroizolacijskim trakom in osnovnim hladnim bitumenskim premazom.



Slika 20: Trgalni stroj dinamometer in z rdečo barvo označen prijemalni sponi
Vir: K. Novak, 2015

- **Priprava testnih vzorcev**

Na 20 kovinskih ploščic z dimenzijami 30 x 5 centimetrov smo nanесли dva različna primarna hladna bitumenska premaza. Na spodnjih 10 centimetrov desetih kovinskih ploščic smo nanесли klasični osnovni hladni bitumenski premaz, na ostalih deset pa ekološki osnovni hladni bitumenski premaz. Pustili smo (približno 4 ure), da se je premaz na vseh ploščicah posušil, v tem času pa smo izrezali krajše vzorčne samolepilne hidroizolacijske trakce z dimenzijami 20 x 5 centimetrov.



Slika 21: Nanos ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega premaza na kovinske ploščice
Vir: K. Novak, 2015

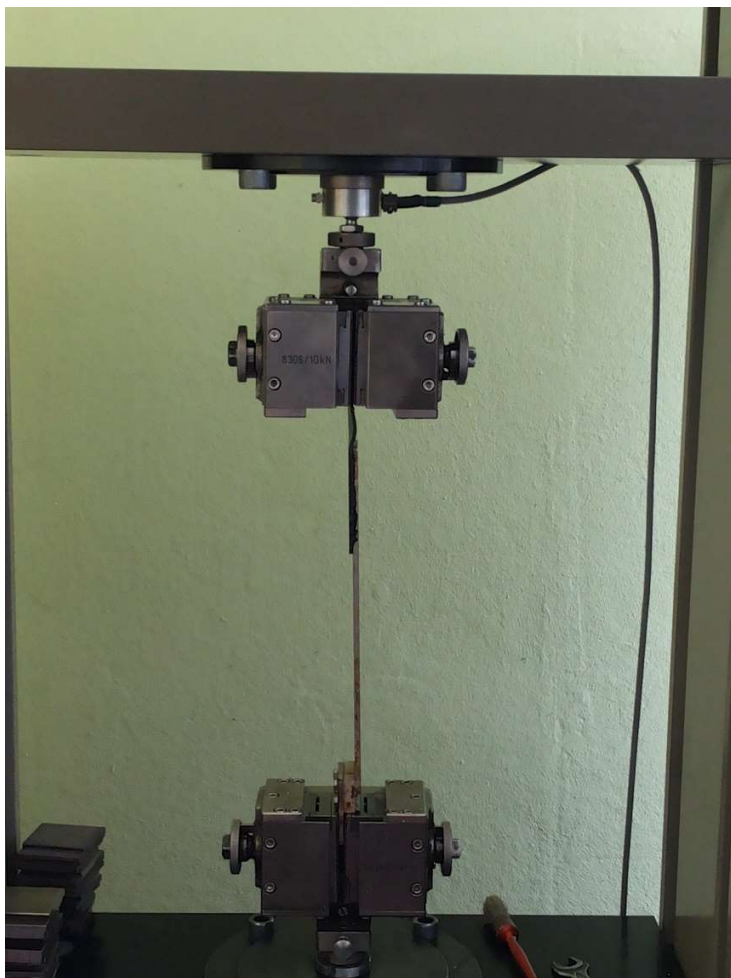
Nato smo prilepili s pomočjo pištrole na vroči zrak 10 centimetrov izrezanega samolepilnega traku prilepili na 10 centimetrov kovinske ploščice, premazane z osnovnim hladnim bitumenskim premazom. Pištolo na vroči zrak smo uporabili zaradi prenizke temperature (10 °C) okolice, v kateri smo pripravljali vzorce, in pod temi pogoji ni bila zadostno aktivna funkcija samolepilnosti hidroizolacijskega traku. Tako smo preprečili nepopolni spoj med samolepilnim hidroizolacijskim trakom in osnovnim hladnim bitumenskim premazom. Upoštevati je bilo potrebno, da vgradnje hidroizolacij potekajo predvsem v poletnem času, ko je zadosti močna sončna energija in s tem zagotovljena tudi toplota. To smo ponovili pri vsaki izmed preostalih kovinskih ploščic.



Slika 22: Lepljenje izrezanega samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku na kovinsko ploščico
Vir: Mavri, 2015

- **Opis postopka testiranja**

Oseba, ki je pooblaščenca za upravljanje s trgalnim strojem dinamometrom, mora pred začetkom izvajanja meritev pripraviti ustrezne testne pogoje na trgalnem stroju dinamometru. Ker se oprijemljivost samolepilnega hidroizolacijskega traku z osnovnim hladnim bitumenskim premazom meri s fizikalno količino silo, je potrebno trgalni stroj dinamometer računalniško nastaviti v ustrezno kategorijo za izvajanje meritev. S tem se preprečijo napake v samem postopku testiranja in potencialni spodleteli poskusi meritev (na primer, da se zaradi neustreznih nastavitvev sil nenamerno utrga samolepilni hidroizolacijski trak). Med prijemlani sponi sem namestila testni vzorec – v eno sem dala preostalih 10 cm samolepilnega hidroizolacijskega traku, ki ni bil prilepljen na kovinsko ploščico, v drugo pa preostali konec kovinske ploščice, na katero ni bil pritrjen samolepilni hidroizolacijski trak. Ta postopek sem ponovila še pri ostalih ploščicah, tako da sem izvedla deset meritev na testnih vzorcih, ki so bili premazani s klasičnim osnovnim hladnim bitumenskim premazom in deset meritev na testnih vzorcih, ki so bili premazani s klasičnim.



Slika 23: Izvedba meritve oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na hladni bitumenski osnovni premaz

Vir: K. Novak, 2015

Na sliki 22 je razviden način izvedene meritve; v spodnjo prijemalno spono smo pričvrstili kovinsko ploščico, v zgornjo pa samolepilni hidroizolacijski trak. Obe sponi sta se nato preko avtomatiziranega računalniškega vodenja razmikali druga od druge z merilno hitrostjo 100 mm na minuto, in sicer dokler ni spoj med samolepilnim hidroizolacijskim trakom popustil in se je trak odlepil od ploščice. V tej točki je trgalni stroj dinamometer zabeležil izmerjeno silo, ki je bila potrebna za odlepljenje in postopek sem ponovila še za preostale ploščice. Deset testnih vzorcev je bilo namreč premazanih z ekološkim osnovnim hladnim bitumenskim premazom, deset pa s klasičnim, ki temelji na organskem topilu. Za vsak osnovni hladni bitumenski premaz smo pripravili deset testnih vzorcev, da se iz dobljenih rezultatov izračuna povprečna vrednost sile ter s tem zagotovi objektivne in natančne vrednosti meritev.

- **Rezultati meritev**

A. Orijemljivost samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku na osnovni hladni bitumenski premaz na osnovi organskega topila

Merilni parametri:

- Vrste meritve: natezna trdnost.
- Izdelek: samolepilni hidroizolacijski trak v kombinaciji s klasičnim osnovnim hladnim bitumenskim premazom.
- Merilna hitrost: 100 mm / min

Preglednica 7: Vrednosti meritev orijemljivosti samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku na klasični hladni bitumenski osnovni premaz

Št. zaporednega testnega vzorca	Maksimalna sila (N)	Raztezek (%) pri maksimalni sili
1	1.488,6	8,4
2	1.571,9	7,2
3	1.587,8	7,3
4	1.731,3	7,9
5	1.469,7	7,0
6	1.608,5	8,4
7	1.370,7	6,5
8	1.550,0	7,7
9	1.561,7	7,5
10	1.633,4	7,8
Povprečna vrednost	1.557,3	7,6

B. Oprijemljivost samolepilnega hidroizolacijskega traku na ekološki osnovni hladni bitumenski premaz

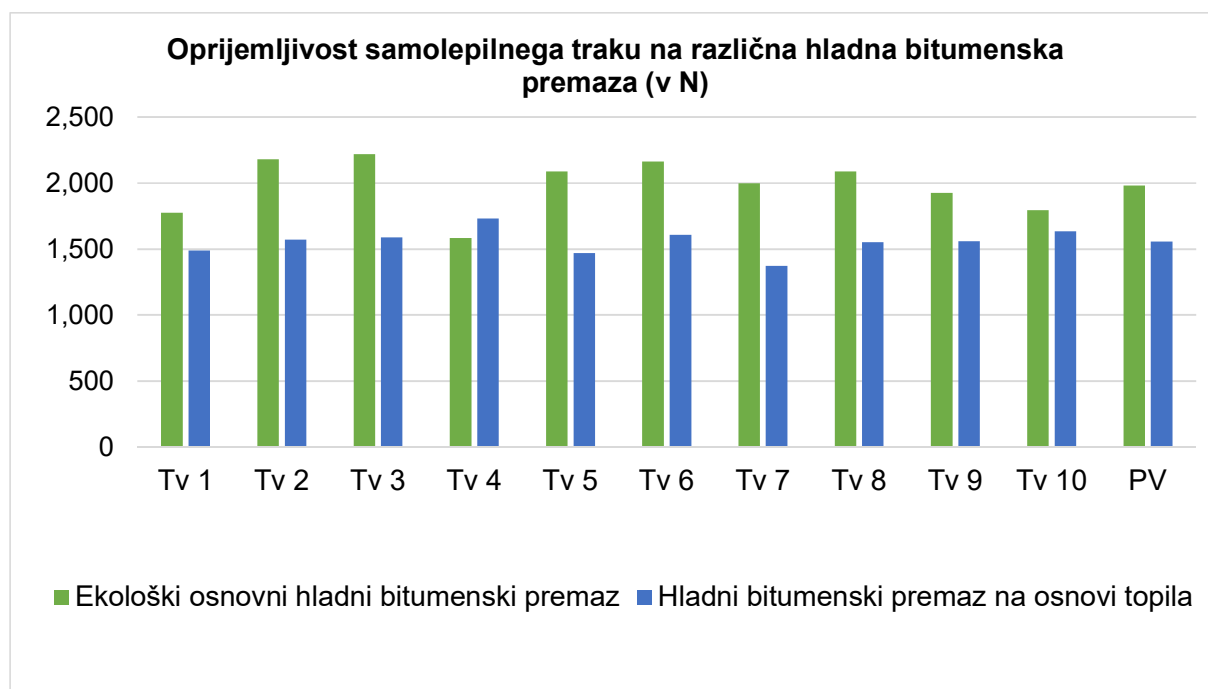
Merilni parametri:

- Vrste meritve: natezna trdnost.
- Izdelek: samolepilni hidroizolacijski trak v kombinaciji s klasičnim osnovnim hladnim bitumenskim premazom.
- Merilna hitrost: 100 mm / min

Preglednica 8: Vrednosti meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na ekološki hladni bitumenski osnovni premaz

Št. zaporednega testnega vzorca	Maksimalna sila (N)	Raztezek (%) pri maksimalni sili
1	1.488,6	10,1
2	1.571,9	11,0
3	1.587,8	10,6
4	1.731,1	8,5
5	1.469,7	10,9
6	1.608,5	11,1
7	1.430,6	10,7
8	1.335,5	10,6
9	1.370,7	10,9
10	1.550,0	10,1
Povprečna vrednost	1.981,3	10,5

Graf 6: Grafični prikaz rezultatov meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega bitumenskega traku na različna osnovna hladna bitumenska premaza



- Legenda:

Tv: Testni vzorec

PV: Povprečna vrednost

Glede na rezultate vseh opravljenih meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na različna primarna hladna bitumenska premaza lahko nedvomno potrdim uporabnost ekološkega osnovnega hladnega bitumenskega premaza v vsakdanji praksi.

Meritve so pokazale, da bi se ekološki osnovni hladni bitumenski premaz v gradbeništvu enakovredno izkazal na področju funkcionalne uporabe kot klasični. Iz rezultatov je hkrati razvidno, da je v končni fazi pri istih pogojih (podlagi, temperaturi, vlagi, uporabi hidroizolacijskega traku) ekološki osnovni hladni bitumenski premaz za 21 % bolj učinkovit od klasičnega.

Pri vgradnji hidroizolacijskih sistemov, pri kateri bo v kombinaciji s samolepilnim bitumenskim hidroizolacijskim trakom v prvem koraku vgradnje nanesen ekološki osnovni hladni bitumenski premaz, bo ta enako dobro opravljal svojo nalogo v primerjavi s klasičnim. To pomeni, da je enako kvaliteten in zanesljiv spoj med samolepilnim hidroizolacijskim trakom in ekološkim osnovnim hladnim bitumenskim premazom v primerjavi s klasičnim.

Ker ima Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d. Certifikat o skladnosti tovarniške kontrole proizvodnje od Zavoda za gradbeništvo Slovenije, teh meritev ni bilo potrebno izvajati preko zunanjih pooblaščenih izvajalcev. Rezultati meritev so bili podani neposredno, hkrati pa tovrstno laboratorijsko testiranje, pri čemer se dokazuje le praktična funkcionalnost izdelka, ne zahteva specifičnih metod testiranja, ki so predpisana v standardnih s področja gradbeništva.

3.5. Analiza in uporaba čistejšega vgradnega postopka samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku

Kot sem že omenila, pri vgradnji samolepilnih bitumenskih hidroizolacijskih trakov ne potrebujemo varjenja. Ti trakovi se pod vplivi mehanskih pritiskov in pri višjih temperaturah segrevanja (od 80 °C do 100 °C) brez problemov prilepijo na podlago in zagotavljajo kakovostne spoje s površino. Te višje temperature lahko dosežemo s pomočjo pištole na vroči zrak, ki za razliko od gorilnika na plin v okolje ne oddaja toplogrednih plinov.



Slika 24: Pištola na vroči zrak
Vir: K. Novak, 2015

Glavni prednosti samolepilnih trakov sta torej njihova enostavna uporaba in hitra vgradnja predvsem v poletni sezoni gradbeništva, ko po daljšem časovnem ogrevanju s sončno energijo tudi ni potrebna strojna oprema za vgradnjo samolepilnega traku. Seveda pa površine, kot so les, lesene plošče in stiropor, ne ustrezajo varjenju s plinskimi gorilniki, zato se v takšnih situacijah uporabljajo samolepilni bitumenski hidroizolacijski trakovi.

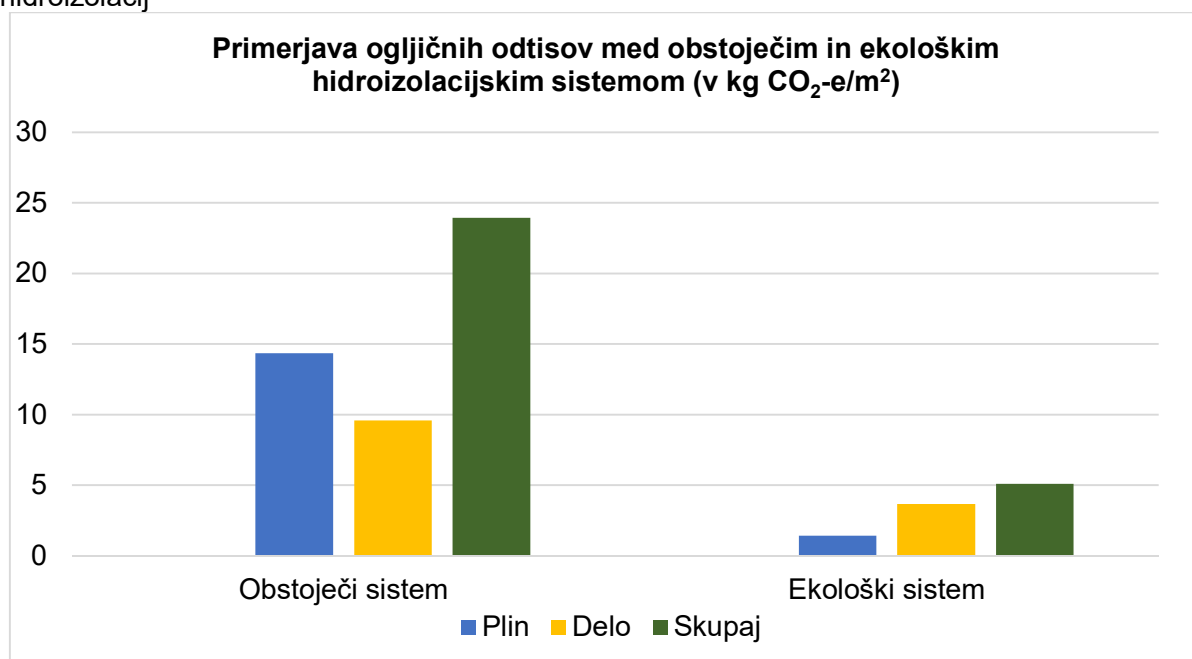
Poudariti je potrebno, da bi sočasno z uvedbo čistejših vgradnih postopkov posredno vplivali na izboljšanje življenjskega okolja posameznih regij na principu trajnostnega urejanja gozdne flore zaradi zahtev po industrijskem lesu. Izkoristek slovenske lesne biomase bi se povečal, kar bi posledično pomenilo ekonomsko rast znotraj slovenskega finančnega obtoka – s tem mislimo, da bi finančna sredstva ostajala znotraj Republike Slovenije.

Novi postopki vgradnje hidroizolacijskih sistemov v večji meri slonijo na reduciranju porabe energije v vsaki posamezni fazi postopka.

Če na hitro pogledamo naslednje številke: pri vgradnji hidroizolacijskih trakov s plinskim gorilnikom je okvirna poraba plina (butan-propan) 0,3 kg/m². To je 0,77 €/m², če uporabljamo 10 kilogramsko jeklenko, oziroma 0,65 €/m², če uporabljamo 35 kilogramsko jeklenko (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014).

Pri celoletni vgradnji okvirnih 100.000 m² hidroizolacijskih sistemov ta strošek zneso celih 77.000 € oziroma 65.000 €. Ker za vgradnjo samolepilnih hidroizolacijskih trakov ni potrebnega takšnega segrevanja, je prihranek več kot očiten, vgrajevanje pa s tem hitrejše in cenejše.

Graf 7: Primerjava ogljičnih odtisov vgradnje obstoječega in novega ekološkega sistema hidroizolacij



Vir: Kutnar, 2014

Komentar: Vrednosti ogljičnega odtisa transporta (0,001 kg CO₂-e/m²) sta pri obeh hidroizolacijskih sistemih enaki. Vendar ta vrednost znaša tako malo, da je skorajda zanemarljiva – pri obeh sistemih namreč znaša 0,001 kg CO₂-e/m². Vsekakor pa je jasno razvidno, da vgradnja hidroizolacijskih sistemov po obstoječem načinu prispeva za skoraj petkrat več količin emisij ogljikovega dioksida in ostalih toplogrednih plinov kot novi ekološki sistem.

Potrebno je vključiti tudi še finančno breme, ki obsega delo pooblaščenega izvajalca pri vgradnji samolepilnih hidroizolacijskih trakov, ki se intenzivno znižuje. Okvirni strošek za vgradnjo horizontalne hidroizolacije s plinskim gorilnikom je od 2,50 €/m² do 3,00 €/m², medtem ko strošek vgradnje samolepilnega hidroizolacijskega traku znaša od 1,50 €/m² do 2,00 €/m² (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014); dobro je torej razviden izrazit prihranek pri stroških in seveda času dela – danes je rek »čas je denar« v gradbeništvu ključnega pomena pri izvedbi gradbeniških projektov.

4. PRIDOBITVE RAZVOJA EKOLOŠKO MANJ SPORNEGA HIDROIZOLACIJSKEGA SISTEMA IN NJEGOVH IZDELKOV

V prvem najpomembnejšem koraku prvo pridobitev predstavlja nov ekološki hidroizolacijski sistem. Ta sistem bi sestavljali dve komponenti – ena bi vključevala čistejše vgradne procese hidroizolacijskih sistemov, druga pa uporabo ekološkega osnovnega bitumenskega premaza in samolepilnega hidroizolacijskega traku. Ker bi se proizvodna tehnologija usmerila v produkcijo izdelkov, ki bi bili osnovani na vodni osnovi in ekološko primernih surovinah, bi s tem omogočili manjšo uporabo organskih topil, ki bi posledično prispevala k zmanjšanju vplivov na okolje. Z reducirano in kontrolirano konsumacijo ekološkega osnovnega bitumenskega premaza, bo vsak posameznik prispeval k manjši degradaciji okolja.

Velik poudarek pri novem, bolj ekološkem hidroizolacijskem sistemu je torej na postopku vgradnje, ki temelji na kemijsko-tehnološkem sistemu samolepilnosti hidroizolacijskih trakov. Samolepilni hidroizolacijski trakovi so sestavljeni iz umetnih kavčukov, ti pa poskrbijo, da za vgradnjo ni potreba vroča bitumenska masa ali uporaba plinskih gorilnikov. Ta sestava iz zelo kakovostnih bitumnov jim omogoča izredno prožnost, dolgotrajnost, vodonepropustnost, paronepropustnost, odpornost proti pretrgom in vsekakor odlično lepljivost na praktično vse podlage. Ker samolepilna plast bitumenskega traku ne reagira z drugimi komponentami, je kompatibilna s praktično vsemi gradbenimi materiali – tu mislimo na les in stiropor. Ima tudi visoko odpornost na staranje in mehanske poškodbe.

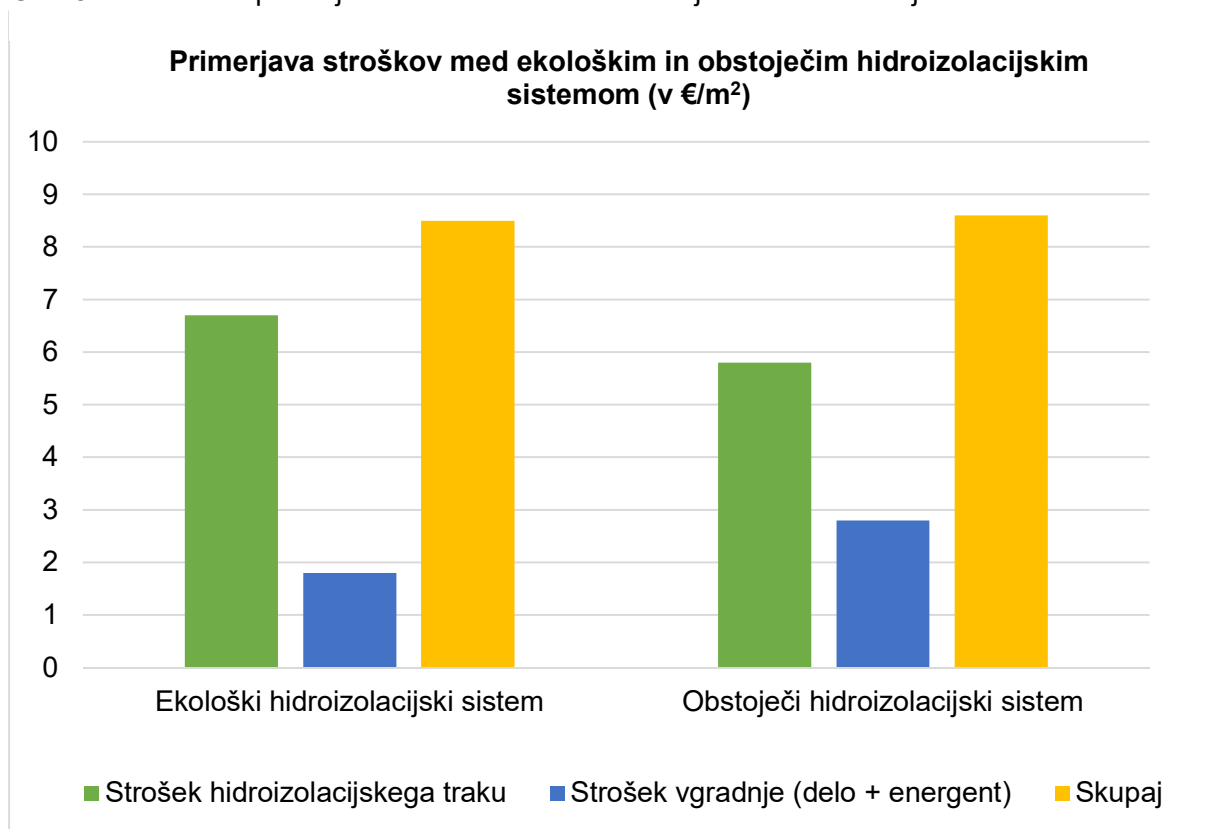
Po preučitvi proizvodnih procesov med novim ekološkim in obstoječim hidroizolacijskim sistemom so rezultati podali optimalno rešitev na področju zmanjšane porabe surovin, ki predstavlja naslednjo pridobitev. Za začetek bi se lahko uporabljale folije, ki bi ostale ob vgradnji samolepilnih trakov ter služile kot sekundarna vhodna surovina za pripravo bitumenskih mas in nadaljnjih hidroizolacijskih izdelkov. Hkrati bi bil s pomočjo uvedbe novih izpopolnjenih proizvodnih kontrol faktor človeške zmotljivosti nižji, kar pomeni, da bi se potrebe po količinah surovin izdatno znižale zaradi manjšega števila zahtev po reklamacijah izdelkov in ponovne vgradnje hidroizolacijskih sistemov.

Vsekakor ne smemo mimo porabe energentov v fazi proizvodnje samolepilnih bitumenskih trakov, v kateri bi recepture za pripravo bitumenskih mas temeljile na nižjih temperaturnih območjih. To bi pomenilo manjšo porabo plina kot najpomembnejšega energenta in hkrati manjše oddane količine emisij toplogrednih plinov.

Velike teže pri trajnostnih hidroizolacijskih sistemih ne nosita le faktor proizvodnje in faktor porabe surovin, temveč tudi vgradnja in pa energetska poraba. Postopki vgradnje samolepilnih hidroizolacijskih nimajo potreb po vročem vgradnem postopku, pri katerem gre za varjenje traku s plinskim gorilnikom – za to gredo kreditacije dobri lepljivosti traku na podlago. Tako je posledično poraba plina kot energenta bistveno manjša, hkrati pa je tudi čas vgradnje hitrejši. Ker pa dandanes energenti predstavljajo večji del stroškov v gradbeni industriji, je hkrati v interesu vseh, da so le-ti pri vgradnji čim nižji.

Na spodnjem grafikonu je prikazan celoten strošek za kupca, ki se odloči za nakup in vgradnjo hidroizolacijskih sistemov. Podana je stroškovna primerjava med ekološkim in klasičnim oziroma obstoječim hidroizolacijskim sistemom.

Graf 8: Stroškovna primerjava med ekološkim in obstoječim hidroizolacijskim sistemom



Vir: Mavri, 2015a

Komentar: Pri primerjavi obeh hidroizolacijskih sistemov sta upoštevana hidroizolacijska trakova, ki sta po namenu uporabe enakovredna. Razlika je samo v tem, da je pri ekološkem hidroizolacijskem sistemu mišljen samolepilni hidroizolacijski trak, katerega vgradnja ni potrebna s plinskim gorilnikom. Pri obstoječem hidroizolacijskem sistemu pa je mišljen klasični hidroizolacijski trak, pri katerega vgradnji je potrebno vroče segrevanje oziroma plinski gorilnik.

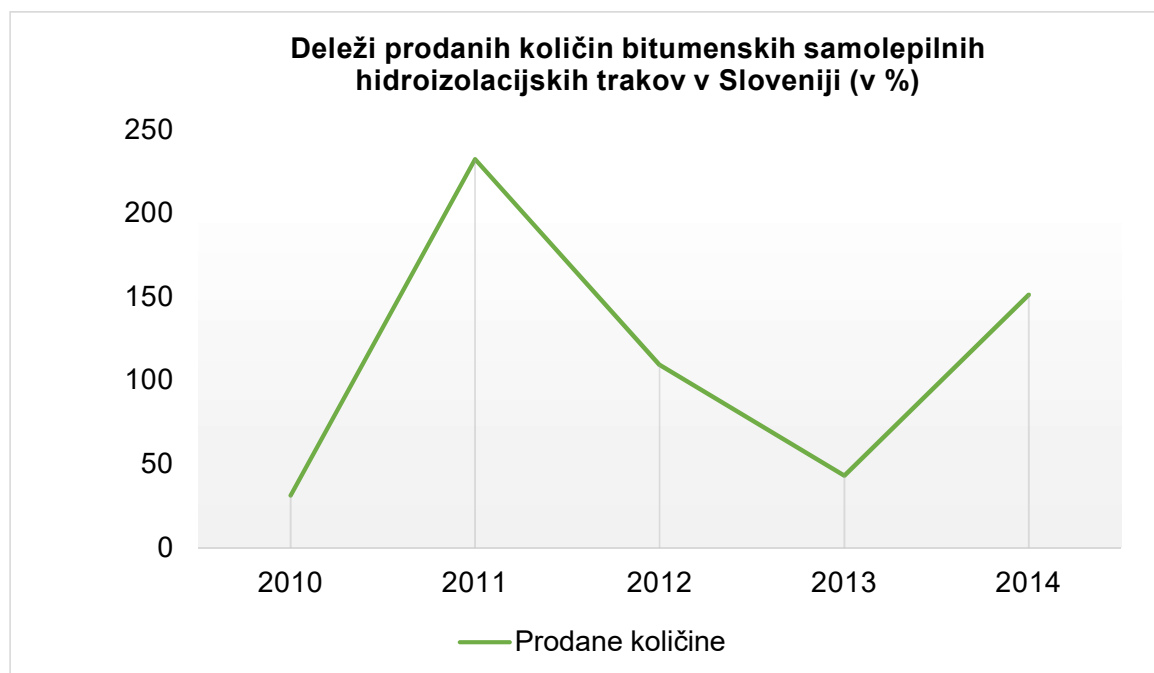
Vgradnja obstoječega hidroizolacijskega sistema na en kvadratni meter površine je glede na zgornje podatke iz grafikona za 1,0 € dražja od ekološkega hidroizolacijskega sistema. Kljub 0,9 €/m² dražji izdelavi samolepilnega bitumenskega traku v ekološkem hidroizolacijskem sistemu, se strošek zaradi načina vgradnje zmanjša za razliko pri vgradnji obstoječih hidroizolacijskih sistemov. Tu govorimo o razliki 0,1 €/m² med enim in drugim hidroizolacijskim sistemom, kar v končni fazi pri vgradnji večjih površin, na primer 1.000 m², pomeni pomembno razliko v stroških.

5. MOŽNI TRGI IN KUPCI NOVIH EKOLOŠKO ČISTEJŠIH IZDELKOV V POVEZAVI S ČISTEJŠIMI VGRADNIMI POSTOPKI

Potencialni trgi za te izdelke so seveda na področju gradbeništva in gradbeniških storitev. V najbolj obširnem spektru lahko nakazujemo na kupce v obliki (manjših ali večjih) podjetij, ki nudijo možnosti opravljanja raznovrstnih gradbenih del. Res je, da v gradbeništvu še večina delovnih procesov poteka manualno, saj se večina delodajalcev zaveda, da so s takšnim načinom zagotovljena delovna mesta. Z novim vgradnim postopkom, ki temelji na principu vgradnje brez vročega segrevanja trakov, bi omogočili varnejše in zdravju neškodljivo zunanje delovno okolje.

Kar se tiče konkurence na tem področju, je potrebno omeniti, da je podjetje Fragmat Tim d.d. edini proizvajalec bitumenskih hidroizolacijskih sistemov v Sloveniji. Na grafu 9 so prikazane prodane deleži prodanih količin samolepilnih hidroizolacijskih trakov, ki zaenkrat še *niso v rednem proizvodnem programu* – proizvedejo in prodajo se samo količine, ki so *predhodno naročene*.

Graf 9: Deleži prodanih količin samolepilnih hidroizolacijskih trakov v Sloveniji od leta 2010 do leta 2014



Vir: Mavri, 2015b

Komentar: Jasno je razvidno, da razen nizkih količin v letu 2010 trend prodaje samolepilnih hidroizolacijskih trakov počasi narašča, bodisi zaradi obvezne zakonodaje na področju okoljevarstva, bodisi zaradi popularnega trenda ekoloških gradbenih elementarnih materialov oziroma zaradi bolj enostavnega načina vgradnje, ki ne zahteva dodatnega vročega segrevanja in temu primerne vgradne opreme.

Takoj po izstopu iz države Slovenije, že naletimo na najbližjega konkurenta v Zagrebu, kjer ima sedež podjetje Katran. Bolj kot gremo proti jugu Evrope, na več potencialnih konkurenčnih podjetjih naletimo – Bitumenka v Sarajevu, podjetje Hempro v Gradačacu, v Srbiji podjetje Fim in navsezadnje v Makedoniji podjetje Bim (Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014).

Pomembno je omeniti, da vsa tuja podjetja oziroma proizvajalci hidroizolacijskih sistemov v proizvodnem programu nimajo samolepilnih hidroizolacijskih trakov ali ekološkega bitumenskega osnovnega premaza. Vsi osnovni bitumenski premazi v Sloveniji in na trgih bivših držav Jugoslavije temeljijo na organskih topilih, ki so vsekakor ekološko sporna. Drugačna zgodba se vsekakor odvija na zahodu Evrope, pri čemer mislimo na Italijo, Avstrijo, Nemčijo, Dansko in ostale, vendar je razmah prodaje njihovih osnovnih bitumenskih premazov, ki ne vsebujejo večjih količin organskih topil, zelo majhen, ker je praktično cenovno nedosegljiv širši množici uporabnikov.

Med najbolj obetavne tuje trge za nove ekološke hidroizolacijske sisteme in izdelke se lahko štejejo predvsem bivše republike skupne države Jugoslavije. Glede na to da je bila Slovenija nekoč del Jugoslavije, so se razvile dobre trgovske poti, hkrati pa se opaža tudi naraščajoči trend izdatnih gradenj. Takoj za njimi se jim pridružujejo države, kot so Italija, Avstrija, Nemčija, Češka in Madžarska – to lahko sklepamo glede na distributerje, ki sodelujejo s podjetjem Fragmat Tim, ali glede na mnoge tuje poslovne partnerje. Seveda pa v poštev pridejo mnoge druge države Evropske unije, ki so sprejele vrsto zakonodaj na področju varstva okolja in hkrati spodbujajo trajnostno usmerjene rešitve na področju industrije gradbeništva in gradbenih materialov.

Za boljšo predstavbo si oglejmo spodnji grafikon, ki prikazuje izvoz samolepilnih hidroizolacijskih trakov na druga tuja tržišča po celi Evropi. Eden izmed pomembnejših dejavnikov, ki ga je potrebno omeniti, je izvoz izdelkov, ki se proizvajajo izrecno po naročilu kupca – niso v rednem proizvodnem programu hidroizolacijskega programa v Fragmat Timu. Dejstvo pa je, da so se tekom prejšnjih let prodajali le trakovi, ki so se vgradili brez ustaljenih metod hladne vgradnje – vgradnje brez naprave na vroči zrak. Trak so namreč segreti in vgradili s pomočjo vročih bitumenskih mas.

Glede na to da se samolepilni bitumenski hidroizolacijski trakovi prodajajo po celotni Evropi samo po predhodnem naročilu kupcev, so po ocenah kadrov iz prodajnega programa, prodane količine zadostno velike. Opazno je tudi, da se je v zadnjih nekaj letih trend uporabe samolepilnih hidroizolacijskih trakov povečal predvsem na severu Evrope, kjer namenijo ogromno pozornosti k ohranjanju narave – tu mislimi predvsem na državi, kot sta Danska in Švedska, vse več povpraševanja pa prihaja s strani države Norveške.

Kot sem že omenila, se novi potencialni kupci čistejših hidroizolacijskih izdelkov in sistemov kažejo v manjših ali večjih podjetjih. Vendar se hkrati nove priložnostne kupčije indicirajo v dosedanjih že zgrajenih odnosih z obstoječimi strankami; pri tem mislim predvsem na krovce, pooblaščenec usposobljene izvajalce hidroizolacij in tudi samograditelje na splošno. Tem se bodo lahko izdelki neposredno dostavili tudi na bolj oddaljene destinacije. To omogočajo povsem nove karakteristike ekološko sprejemljivih izdelkov, v katerih ni prisotnih eksplozivnih ali požarnih komponent. Dodatna boniteta le-teh pa je olajšan transport, ki je zaradi Evropskega sporazuma o mednarodnem prevozu nevarnih snovi po cesti cenovno neugoden in zamuden.

6. RAZPRAVA

Na področju ekologije in varovanja okolja dandanes situacija še vedno ni zadovoljliva. To se kaže marsikje po svetu, saj so opazne izrazite klimatske spremembe in s tem modificirani življenjski pogoji. Problematika se glede na moja osebna opažanja pojavlja v družbi kot celoti, kajti kot prioriteta sta na samem vrhu denar in moč – skrb za okolje je vedno nekje na robu.

Kljub vsemu pa sem prepričana, da je večina ljudi na področju okoljevarstva dobronamernih, ker se ozaveščanje o ohranjanju in varovanju okolja počasi, a vztrajno, večja.

V družbi se kaže izboljšanje v delno spremenjenem načinu življenja in drugačnem razmišljanju. Rešitev sicer ne leži v novih vodilnih kadrih, ampak organizaciji preprostih ljudi, ki bi se združili in s tem skupaj naredili več kot posamezniki z avtoriteto in družbeno močjo.

Eden od vzornih primerov je podjetje Fragmat Tim d.d. – z usposobljenimi kadri so na področju gradbeništva dosegli enega izmed redkih uspehov, ki je ključnega pomena pri nadaljnjem razvoju trajnostnih smeri gradbeništva. Takšne raziskovalne projekte in zahtevne naloge so pričeli izvajati kljub potencialnim oviram in neuspehom z največjim elanom in entuziazmom. V njihovi zavesti je vizija o čistejšem gradbenem sistemu, novih trajnostnih tehnologijah in ekološko konkurenčnih gradbenih izdelkih, posledično pa življenju v čistejšem okolju.

Razvoj trajnostnih hidroizolacijskih sistemov, kamor lahko štejemo izdelke, proizvodne procese in načine njihove vgradnje, ni enostaven. Vse od osnovanja principa posameznega izdelka, opisa receptur, proizvodnje izdelkov, do njihove vgradnje je zapleteno in tehnološko zahtevno. V celotnem procesu so številni pomembni faktorji, ki lahko neposredno vplivajo na trajnostni razvoj hidroizolacijskih sistemov. S sistemskim delom so se pokazale rešitve, ki v praksi potrjujejo dobro funkcionalnost končnega izdelka.

V prvem koraku je del trajnostnega oziroma ekološkega hidroizolacijskega sistema viden v izdelavi ekološkega osnovnega hladnega bitumenskega premaza. Ta je komponentno osnovan na vodi in bitumnu. Bistvo tovrstnega osnovnega hladnega bitumenskega premaza leži v zamenjavi organskega topila z vodo; uporaba organskih topil v industriji je danes še vedno ena izmed večjih spornih točk glede onesnaževanja okolja. V teoriji in na to tudi v izdelavi se je zamisel izkazala za izvedljivo, vendar vsa stvar še zdaleč ni bila stoddostno potrjena za uporabo v praksi. Z laboratorijskim testiranjem je bilo potrebno izmeriti in ovrednotiti, ali je ekološki osnovni hladni bitumenski premaz enako funkcionalen v primerjavi s klasičnim, ki temelji na osnovi organskega topila. Presenetljivo se je izkazalo, da je hladni bitumenski premaz na osnovi vode glede funkcionalnosti na enakih zunanjih pogojih boljši; kar pomeni predvideno večjo uporabo premaza v praksi na gradbeno-industrijskem nivoju.

Naslednji korak, ki bi prispeval k razvoju ekološko sprejemljivih hidroizolacijskih izdelkov, je nadgrajena izdelava samolepilnega hidroizolacijskega traku, ki je glede na namen uporabe enak drugim hidroizolacijskim trakovom za hidroizolacije podzemnih objektov. Specifične recepturne komponente dajo takšnemu tipu hidroizolacijskega traku mnoge prednosti na področju proizvodnje in vgradnje – pri obeh ni potrebne večje vložene energije. Pri pripravi bitumenske mase ni zahtevana višja temperatura, pri vgradnji pa postopki inštalacije temeljijo na hladnem principu vgradnje, se pravi brez uporabe plinskih gorilnikov. Ta temelji na bistveno enostavnejših in energetsko varčnejših postopkih, kar hkrati pripomore k olajšanemu delu vgrajevalcev, poleg tega pa je zaradi funkcije samolepljivosti traku zagotovljen tudi manjši strošek porabljenega energenta za vgradnjo. Ena izmed preostalih bonitet samolepilnih hidroizolacijskih trakov se pokaže pri vgradnji, saj uporaba strojne opreme ni obvezna. S pomočjo sončne energije v obliki

toplote je omogočena inštalacija bitumenskih hidroizolacijskih sistemov na podlage, kot so les in lesene plošče. S takšnimi novimi tehnološkimi pristopi je dosežen nižji ogljični odtis, ki odraža količine emisij toplogrednih plinov zaradi antropogenih gradbenih aktivnosti, posledično pa pripomore k boljšemu energetskemu upravljanju in obvladovanju vplivov na okolje. V interesu podjetja je, da deluje na usmerjanju v dejavnosti, ki bi zagotovile bolj kakovostne storitve, čistejše delovne pogoje in navsezadnje tudi izdelke.

Poleg že vseh naštetih pozitivnih rešitev smo prišli tudi do drugih pozitivnih spoznanj. Bolj ekološka izdelava hidroizolacijskih trakov se kaže že v sami proizvodnji izdelkov, na področju katere so se razvile nove ideje o uporabi ostankov polimerne in silikonizirane folije od vgradnje samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku kot sekundarnega vira surovin pri pripravi bitumenskih mas. S tem bi dosegli, da se odpadna folija iz gradbišč ponovno reciklira kot sekundarni vir surovin, hkrati pa zmanjšali količinsko porabo drugih surovin, ki so potrebne za doseganje zahtevanih lastnosti izdelkov.

Pri recepturni pripravi in laboratorijskih meritvah vzorčnih bitumenskih mas, ki so vsebovale raztopljene folije, so bili rezultati zopet presenetljivi. Glede na standardizirane kakovostne kriterije, ki jih morajo dosegati specifični izdelki, je ta vzorčna masa zadostovala vsem merilom. Drugi, enako pomemben pristop k čistejšim proizvodnim procesom je seveda čim manjša poraba energentov, pri čemer mislim na zmanjšanje porabe plina in vode. V primeru plina se je delna rešitev pokazala v proizvodnji hidroizolacijskih izdelkov pri nižji temperaturi, medtem ko je pri porabi vode zadeva malo bolj zapletena. Ob posvetovanju z vodjo proizvodnje hidroizolacij in glavnim razvojnim inženirjem, so bile podane mnoge tehnološke ideje. Zaradi obširnega strojnega posega v že obstoječo proizvodno linijo se investicije prekonstruiranja tudi v nekaj letih žal ne bi povrnila. Ena izmed najbolj optimalnih rešitev, ki je bila predlagana, se nanaša na zamenjavo segmenta vodnega hlajenja hidroizolacijske proizvodne linije z valji, polnimi vode, ki bi oddajali hladen zrak. S tem bi preprečili direktni stik vode z bitumnom, hkrati pa poskrbeli za kroženje iste količine vode v zaprtem krožnem hladilnem sistemu in omogočili njeno manjšo porabo.

Večini potencialnih kupcev storitev ali izdelkov se porajajo dvomi o stroških, ki bi jih povzročila vsaka nova tehnologija, trajnostne razvojne smeri podjetja ali kvalitetni trajnostni izdelki. Posledično sta bili gonilni vprašanji diplomskega dela, do kolikšne mere se razvoj ekološko sprejemljivih izdelkov in čistejših vgradnih postopkov finančno obrestuje in če je nadaljnji razvoj v smeri ekoloških hidroizolacijskih sistemov sploh smiseln. Primerjala sem stroške med obstoječim in potencialnim novim ekološkim hidroizolacijskim sistemom – glede na en kvadratni meter se je po podatkih in izračunih izkazalo, da je predvsem zaradi načina vgradnje pri ekološkem hidroizolacijskem sistemu strošek manjši za 1,0 € od obstoječega. Upoštevala sem ceno bitumenskega hidroizolacijskega traku in vgradnjo le-tega, med katero sta všteta strošek dela in energenta.

Skupek vseh ugotovitev in dobljenih rezultatov lahko povzamemo kot nove potencialne pridobitve razvoja ekološko sprejemljivih izdelkov in vgradnih postopkov. S tem pristopom se odprejo novi potencialni trgi na področju gradbeništva in storitev le-teh v tujih državah in v Sloveniji, kjer je glede na podane podatke opazen rahel trend naraščanja uporabe samolepilnih hidroizolacijskih trakov. Kljub večini opravljenih del, ki dandanes še vedno bolj ali manj potekajo ročno, se kupci kažejo v manjših, predvsem pa večjih podjetjih. Med najbolj donosna tuja tržišča za nove ekološke hidroizolacijske sisteme in izdelke se uvrščajo bivše države republike Jugoslavije. Tem sledijo države, kot so Avstrija, Italija, Češka, Nemčija in Madžarska. Vse je odvisno od distributerjev, ki sodelujejo s podjetjem Fragmat Tim d.d., in od številnih tujih poslovnih partnerjev. Mnoge druge države Evropske unije, ki predstavljajo visoko potencialne trge, so predvsem tiste, ki so sprejele različne zakonodajne akte na področju varstva okolja in hkrati v gradbeni industriji spodbujajo k trajnostnim usmerjenim rešitvam.

Tekom analiziranja in raziskovanja v sklopu diplomskega dela sem ugotovila, da je ekološki osnovni hladni bitumenski premaz po funkcionalnosti boljši od klasičnega, kar pomeni, da lahko neposredno in objektivno potrdim prvo hipotezo tega diplomskega dela in oblikujem sklep, da bi v praksi deloval enako dobro. Z vključitvijo odpadnih polietilenskih folij, se je hkrati razvila nova razvojna smer na področju trajnostnih hidroizolacijskih proizvodnih tehnologij in tako lahko potrdim drugo hipotezo diplomskega dela, da bi se lahko ostanki folij pri vgradnji samolepilnega hidroizolacijskega traku uporabili kot sekundarni vir surovin pri pripravi bitumenskih mas. Korak dlje pri doseganju čistejšega hidroizolacijskega sistema predstavlja vgradnja samolepilnih bitumenskih trakov, pri kateri se je izkazalo, da je izvedljiva na trajnostne gradbene materiale, pri čemer mislimo na les, s tem pa je potrjena tudi tretja zaporedna hipoteza diplomskega dela. Navsezadnje z ekonomskega vidika je razvoj ekološkega hidroizolacijskega sistema s čistejšimi vgradnimi postopki in z ekološko sprejemljivimi izdelki ne le prijaznejši do okolja, ampak tudi cenovno dostopnejši uporabniku, kar pomeni da lahko potrdim tudi četrto hipotezo.

7. ZAKLJUČEK

Raziskava je pokazala, da obstajajo nove možnosti za razvoj hidroizolacijska sistema z izdelki, ki bi bil ekološko sprejemljivejši od obstoječega. Kot prvi korak k čistejšemu hidroizolacijskemu sistemu lahko navedem zmanjšanje porabe primarnih vhodnih surovin. Navezujem se na uporabo sekundarne vhodne surovine, v obliki odpadne polietilenske folije, ki ostane po vgradnji samolepilnih bitumenskih trakov. V povezavi s čistejšo proizvodno tehnologijo se navezuje tudi druga možnost in sicer minimiziranje porabe energentov, kot posledica nižjih proizvodnih temperatur pri pripravi bitumenskih mas. Laboratorijske meritve so pokazale, da je bitumenski osnovni premaz na vodni osnovi za 21 % bolj funkcionalen in se v praksi enakovredno obnese kot klasični. Prav tako obstaja možnost izdelave samolepilnega bitumenskega hidroizolacijskega traku, ki na podlagi analize meritev zahteva manj vložene energije pri proizvodnji. Hkrati pa bi v povezavi z izdelavo samolepilnega bitumenskega traku omogočili hitrejšo in enostavnejšo uporabo brez varjenja na različne podlage, med drugim tudi na gorljive. Vse podane rešitve in predlogi so se izkazali tudi za najbolj ustrezne v proizvodnem in ekonomskem smislu zaradi zmanjšane porabe surovin in energentov, s čimer bi se posledično zmanjšali finančni stroški za podjetje in za potrošnika.

8. VIRI LITERATURE

70. obletnica industrijske proizvodnje izolacij v Sloveniji. *Gradbenik*. Ljubljana, 2007, 38-39.

Fragmat Tim d.d., 2012. Varnostni list ekološkega hladnega bitumenskega osnovnega (literatura interne narave, 20.11. 2014). Laško.

Fragmat Tim d.d., 2015. Varnostni list samolepilnega hidroizolacijskega traku (literatura interne narave, 20.11. 2014). Laško.

KOVA d.o.o., 2014. Poročilo o občasnih meritvah emisije snovi v zrak v podjetju Fragmat Tim d.d. Celje, Področje varstva okolja in preskusni laboratorij, str.5.

Kunič, R. (2011). Štirideset let proizvodnje varilnih bitumenskih trakov v Sloveniji. *Gradbenik*. Ljubljana, 2011, 72-74.

Kunič, R., Podobnikar, J. (2011). Hidroizolacije: Navodila za projektiranje, vgradnjo in vzdrževanje. Ljubljana, Fragmat Tim d.d., str 8-39.

Kutnar, A., 2014. Ogljični odtis za sistem 1 (Obstoječi sistem hidroizolacije) in sistem 2 (Napredni sistem hidroizolacij). Koper, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, str. 5.

Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2013. Lastnosti in karakteristike hidroizolacij (osebni vir, 5.1. 2014). Laško.

Laboratorij kontrole kakovosti Fragmat Tim d.d., 2015. Kemijske komponente in recepture hidroizolacijskega traku ter premaza (osebni vir, 2.2. 2015). Laško.

Mavri, M., 2015a. Stroški hidroizolacijskih sistemov, vključno z izdelavo in vgradnjo (osebni vir, 10.2. 2015). Laško.

Mavri, M., 2015b. Izvožene količine hidroizolacijskih izdelkov na tuje evropske trge (osebni vir, 3.3. 2015). Laško.

Novak, A., 2013. Proizvodni procesi hidroizolacijskih sistemov (osebni vir, 27.8. 2013). Laško.

Novak, A., 2014. Delovni procesi na področju vgradnje hidroizolacijskih sistemov (osebni vir, 9.4. 2014). Laško.

Novak, A., 2015. Finančni stroški proizvodnje hidroizolacij (osebni vir, 5.1. 2015). Laško.

Novak, K., 2014. Ravnanje z odpadki v podjetju Fragmat Tim d.d. in kapitalsko povezani družbi Demit d.o.o. (projektna naloga praktičnega usposabljanja). Velenje, str 6-9.

Petrol d.d., 2011. Varnostni list - Bitumen (11.8. 2015). Ljubljana.

Pravilnik o požarni klasifikaciji gradbenih proizvodov. Uradni list RS, št. 77/2003.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje. Uradni list RS, št. 105/2008.

Prodajna služba Fragmat Tim d.d., 2014. Obseg razširjenosti hidroizolacijskih izdelkov po evropskih trgih (osebni vir, 3.3. 2014). Laško.

Pušnik, D., 2014. Strojni segmenti proizvodne linije za izdelavo hidroizolacijskih trakov (osebni vir, 15.7. 2014). Laško.

Razvojni center INTECH-LES d.o.o., 2014. Zaščita objektov pred vlago in vodo s poudarkom na okoljskem vidiku ogljičnega odtisa (literatura interne narave, 1.1. 2014). Laško.

Technical Committee ISO/TS 207, 2013. *ISO 14064-1:2006*. Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

Zavod za gradbeništvo Slovenije, 2013. Laboratorij za cemente, malte in keramiko. Medmrežje: <http://www.zag.si/si/index.php?nav0=dejavnosti&nav1=materiali&nav2=malte>.

Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala, 2015. Splošno o standardih. Medmrežje: http://www.gzs.si/slo/panoge/zbornica_gradbenistva_in_industrije_gradbenega_materiala/gradbeni_standardi/splosno_o_standardih

9. VIRI SLIKOVNEGA GRADIVA

- Slika 1: Fragmat Tim d.d. (25.2. 2014)
- Slika 2: Fragmat Tim d.d. (6.2. 2015)
- Slika 3: K. Novak (12.2. 2015)
- Slika 4: Fragmat Tim d.d. (2.3. 2015)
- Slika 5: Fragmat Tim d.d. (12.2. 2015)
- Slika 6: Fragmat Tim d.d. (5.2. 2015)
- Slika 7: Hriberšek, 2015. (9.9.2015)
Medmrežje: http://iepoi.uni-mb.si/hribersek/Stud_gradivo/Procesna%20tehnika%201/procesna%20I%20-%20mesanje%201.pdf
- Slika 8: Medmrežje: <http://www.boato.com/index.html> (18.2. 2015)
- Slika 9: Fragmat Tim d.d. (20.2. 2015)
- Slika 10: K. Novak (19.3. 2015)
- Slika 11: Fragmat Tim d.d. (5.2. 2015)
- Slika 12: Medmrežje: <http://www.pazroofing.com/sbs.html> (4.3. 2015)
- Slika 13: Fragmat Tim d.d. (19.3. 2015)
- Slika 14: Fragmat Tim d.d. (23.2. 2015)
- Slika 15: K. Novak (23.2. 2015)
- Slika 16: Fragmat Tim d.d. (31.3. 2015)
- Slika 17: K. Novak (10.2. 2015)
- Slika 18: K. Novak (10.2. 2015)
- Slika 19: Laboratorij za kontrolo kakovosti Fragmat Tim d.d. (14.2. 2015)
- Slika 20: K. Novak (30.3.2015)
- Slika 21: K. Novak (30.3. 2015)
- Slika 22: Mavri (11.3. 2015)
- Slika 23: K. Novak (16.3. 2015)
- Slika 24: K. Novak (12.3. 2015)

10. PRILOGE

Priloga A: Rezultati meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na klasični hladni bitumenski osnovni premaz

FRAGMAT TIM d.d.
Spodnja Rečica 77, 3270 LAŠKO, SI
Kontrola kakovosti - laboratorij
tel.: +386 (0) 3 734 45 36; fax.: +386 (0) 3 734 46 70

Laško, 25.08.2015

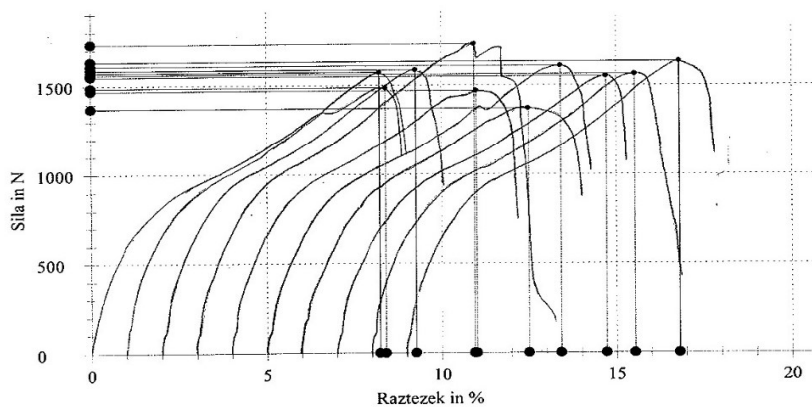
Parametri:

VRSTA MERITVE : NATEZNA TRDNOST
Izdelek : IZOSELF T3/MQBITOL - KOVINA
Proizvajalec : FRAGMAT

Rezultati:

Nr	F max. N	Raztezek pri F max. %	Datum	Ura
1	1488,6	8,4	25.08.2015	12:06:22
2	1571,9	7,2	25.08.2015	12:08:01
3	1587,8	7,3	25.08.2015	12:09:25
4	1731,3	7,9	25.08.2015	12:10:40
5	1469,7	7,0	25.08.2015	12:12:37
6	1608,5	8,4	25.08.2015	12:14:40
7	1370,7	6,5	25.08.2015	12:15:56
8	1550,0	7,7	25.08.2015	12:17:22
9	1561,7	7,5	25.08.2015	12:18:43
10	1633,4	7,8	25.08.2015	12:19:52

Diagrami:



Priloga B: Rezultati meritev oprijemljivosti samolepilnega hidroizolacijskega traku na ekološki hladni bitumenski osnovni premaz

FRAGMAT TIM d.d.
Spodnja Rečica 77, 3270 LAŠKO, SI
Kontrola kakovosti - laboratorij
tel.: +386 (0) 3 734 45 36; fax.: +386 (0) 3 734 46 70

Laško, 25.08.2015

Parametri:

VRSTA MERITVE : NATEZNA TRDNOST
Izdelek : IZOSELF T3/IBITOL EKO - KOVINA
Proizvajalec : FRAGMAT

Rezultati:

Nr	F max. N	Raztezek pri F max. %	Datum	Ura
1	1775,6	10,1	25.08.2015	11:44:34
2	2181,8	11,0	25.08.2015	11:47:11
3	2219,2	10,6	25.08.2015	11:49:08
4	1583,6	8,5	25.08.2015	11:50:39
5	2087,3	10,9	25.08.2015	11:52:24
6	2161,9	11,1	25.08.2015	11:54:04
7	1996,4	10,7	25.08.2015	11:55:35
8	2088,7	10,6	25.08.2015	11:57:07
9	1925,0	10,9	25.08.2015	11:59:04
10	1793,2	10,1	25.08.2015	12:00:47

Diagrami:

