



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT  
PUIDUTÖÖTLEMISE ÕPPETOOL

# **ROOSTEVABA TERASE LIIMIMINE PUITMATERJALIST PLAADILE AS SARKOPIS**

**Bakalaureusetöö**

**Tõnis Erissaar**

Juhendaja: Triinu Poltimäe,  
Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond, teadur

KAOB 02/09

Tallinn 2016

Deklareerin, et käesolev bakalaureusetöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli bakalaureusekraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....

Tõnis Erissaar

# SISUKORD

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE .....                            | 4  |
| SISSEJUHATUS .....                                        | 5  |
| 1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....                               | 6  |
| 1.1. Materjalide liimimine .....                          | 6  |
| 1.1.1. Jõud materjali ja liimi vahel .....                | 7  |
| 1.1.2. Liimi koostis .....                                | 9  |
| 1.2. Pinna ettevalmistus .....                            | 10 |
| 1.2.1. Pinnaenergia .....                                 | 11 |
| 1.2.2. Kõvenemise protsess .....                          | 11 |
| 1.3. Liimid .....                                         | 11 |
| 1.3.1 Ühekomponentsed lahustivabad polüuretaanliimid..... | 12 |
| 2. KATSELINE OSA .....                                    | 13 |
| 2.1. Materjalid.....                                      | 13 |
| 2.1.2. Kasutatud liimid .....                             | 13 |
| 2.2. Liimimise Tehnoloogia.....                           | 16 |
| 2.3. Katsekehade valmistamine .....                       | 16 |
| 2.4. Katseseade .....                                     | 20 |
| 2.5. Katsetamine .....                                    | 21 |
| 2.6. Katseplaan .....                                     | 23 |
| 3. TULEMUSED JA ANALÜÜS .....                             | 25 |
| 3.1. Soovitus ettevõttele.....                            | 28 |
| KOKKUVÕTE.....                                            | 29 |
| SUMMARY .....                                             | 30 |
| KASUTATUD KIRJANDUS .....                                 | 31 |
| LISAD .....                                               | 32 |
| Lisa 1. Liim Sikaflex 221 infoleht.....                   | 32 |
| Lisa 2. Liim Würth Power Tack Paigaldusliim infoleht..... | 34 |
| Lisa 3. Terostat MS939 ingliskeelne infoleht.....         | 35 |
| Lisa 4. SikaBond®-500 soomekeelne infoleht.....           | 37 |
| Lisa 5. Würth Liim+ Tihendmass infoleht.....              | 39 |

# BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE

## Lõpetaja andmed:

Ees- ja perekonnanimi: Tõnis Erissaar

Üliõpilaskood: 072339

## Bakalaureusetöö teema:

Roostevaba terase liimimine puitmaterjalist plaadile AS Sarkopis.

Gluing stainless steel sheets to wooden tile in AS Sarkop.

## Juhendaja:

Ees- ja perekonnanimi: Triinu Poltimäe

Töökoht: Tallinna Tehnikaülikool, Keemia- ja materjalitehnoloogia  
teaduskond, Polümeermaterjalide instituut, Puidutöötlemise  
õppetool

Ametikoht: Teadur

## Töö eesmärk ja ülesanded:

Leida lahendus AS Sarkopi toodetel objektidel liimliite lahtitulemise probleemile. Katsetada erinevaid liime selle ülesande lahendamiseks ning võrrelda liimliidete tugevusi siiani kasutusel olnud liimi omaga.



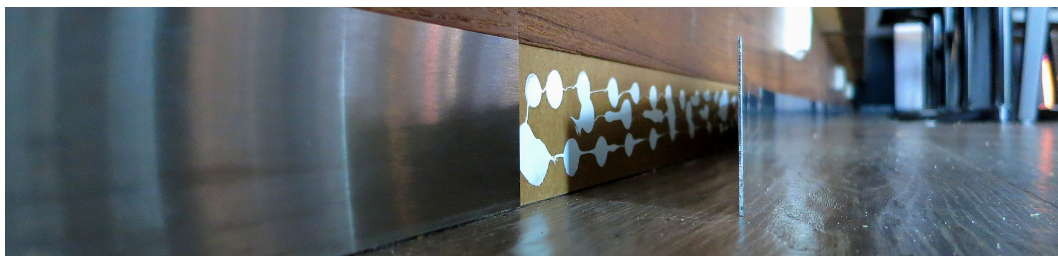
## SISSEJUHATUS

Õige koostisega liimi leidmine on väga keeruline, peab arvestama nii liimitavate materjalide kui ka kasutustingimustega. Tänu sellele on välja töötatud palju erinevat tüüpi liime. Puidutööstuses kasutatakse liime erinevate ülesannete jaoks nagu vineeri, kiud- ja puitlaastplaadi valmistamiseks, erinevate detailide kokkuliimimiseks, peeglite kinnitamiseks seintele jne. Kahe ühesuguse materjali liimimiseks sobivat liimi leida on lihtsam kui eritüüpi materjalide korral. Erinevate materjalide korral on probleemiks liimi hea sobivus ühe materjaliga ning sobimatus teisega.

Antud bakalaureusetöö keskendub roostevaba terase ja puidust plaadi liimimisele AS Sarkopis. Roostevaba terast kasutatakse mööbli väljanägemise parandamiseks ning kaitsmiseks füüsiliste vigastuste eest. Füüsilised vigastused mööblile tekivad soklites tavaliselt koristamisel harjade, tolmuimetjate ja muude seadmete hõõrumisega ja löökidega. Soklites kasutatakse veel teisigi materjale nagu messing ja vask. Viimaste metallide kasutamist esineb AS Sarkopis umbes 5% sellistest töödest ning on samuti problemaatilised. Roostevaba terase korral on liimliitest lahtitulemise tõenäosus väiksem kui vase ja messingplaadi puhul.

Käesoleva lõputöö eesmärk on paranadada AS Sarkopis kasutusel oleva puidu ja roostevaba terase liimimismetoodikat. AS Sarkop kasutab liimühendustes põhiliselt liimi Sikaflex 221. Lisaks on kasutusel kruntvärv Primer 210. Töömahult on roostevaba terase liimimisega seonduv toodang umbes 10% kogu tellimuste mahust. Probleem on selles, et objektile tuleb metall liimühendusest lahti nagu on näha joonisel 1. See on sagedane reklamatsioonide põhjus ning ettevõttele on oluline see probleem lahendada.

Bakalaureusetöö eesmärk on uurida erinevate liimidega valmistatud liimliidete tugevust. Hüpoteesiks on, et erinevate tootjate liimid annavad erinevaid tulemusi ja tuleks leida parem lahendus. Töö tulemusel antakse AS Sarkopile soovitus, milline liim ja liimimistehnoloogia oleks ettevõttele sobilikum.



**Joonis 1. AS Sarkopi tehtud mööbel, mille roostevabast metallist sokkel on lahti tulnud. Pildilt on näha kuidas liim on pealt kantud ning, et liim on lahti tulnud metalli küljest**

# 1.KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Materjalide liimimine

Liimid (adhesiivid) on ained, mis hoiavad materjale koos liimi ja materjalide vahel tekkivate jõudude toimetel [1]. Liim ühendab pinnad ja takistab nende eraldumist.

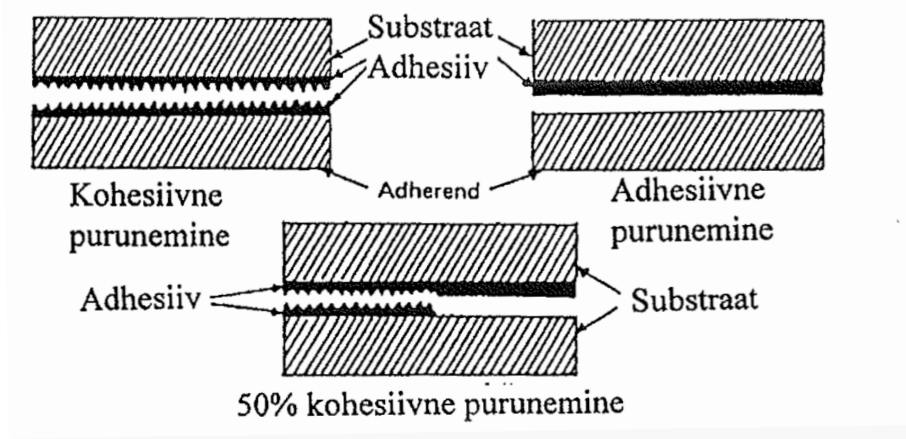
Adhesioon tuleb ladinakeelsest sõnast *adhaesio*, *adharre* ja tähendab “külgejäamine”. Termin adhesioon on väga tihti kasutatav ning kuulub standardterminite hulka liimimise tehnoloogias. Adhesioonile vastupidist nähtust nimetatakse abhesiooniks. Aine millel on minimaalne adhesioon, nimetatakse abhesiiviks. Liimi kasutamisel saadakse kogum, mida nimetatakse liimliiteks. Liimliites tekivad liimikile kontraktiooni tõttu kõvenemisel sisepinged.[1]

Adhesioon on nähtus, mis lubab liimil kanda koormust liimitavalt materjalilt üle liimliitele[1]. Liim koosneb põhiliselt liimainest ehk liimvaigust. Liimvaik on põhiliselt kõrgmolekulaarne sünteetiline orgaaniline ühend, harvemini looduslik või anorgaaniline aine, mis lahustatuna, disperseerituna või sulatatuna annab liimile liimimisvõime[2]. Adhesioon, ühendus liimi ja materjali vahel, saab toimuda kas füüsikalisel viisil, kus liimi osakesed diffundeeruvad detaili sisse, või toimub keemiline reaktsioon kahe kihi vahel. See on molekulaarjõudude põhjustatud seos aine eri faaside või kehade kokkupuutepindade vahel. Liimimine on protsess materjalide ühendamiseks. See koosneb mitmest faasist. Liim viiakse vedelasse olekusse, et ta oleks liimina kasutatav. Seejärel toimub liimitava materjali pinna ettevalmistamine ja liimi pealekandmine. Peale seda moodustub liimikile liimitavate materjalide vahel. Ajaliselt on kõige kiirem protsess liimi pealekandmine. Tähtis osa protsessist on materjali õige ettevalmistus, mis võib olenevalt materjalist olla töömahukas. Adhesiooni mõõduks on pindade lahtirebimiseks kuluv töö kokkupuutepinna pindalaühiku kohta. Nähtuse nimetus on adhesiivne purunemine (joonis 2). Liimliiteid kasutatakse mitmel põhjusel. Peamised kasutamiseelised teiste liitmeetodite ees on esteetilisus, universaalsus, väike kaal, väikesed pingekonsentratsioonid. Liimliidete puudustest on tähtsamad materjali pindade tülikas ettevalmistus, madal kasutustemperatuur, madal tootmiskiirus, keeruline kvaliteedi kontroll, tülikad säilitus ja kasutamismeetodid.

Kohesioon on molekulaarjõudude põhjustatud seos ühe ja sama aine molekulide vahel. Kohesiivne purunemine toimub liimikiles või liimitavas materjalis. Selline

purunemine näitab, et liimliite tugevus sõltub adhesiivi mehaanilistest omadustest ning mitte adhesioonist.

Adhesioon on äärmiselt keerukaline nähtus ja tänapäeval pole täielikku selgust adhesiooni, adhesiivi ja substraadi füüsikaliste omaduste ja praktilise adhesiooni vahel. Adsorptsiooniteooria on adhesiooni selgitav üldteooria, millega haakuvad hästi doonoraktseptorlike mõjude tekkimise ja keemilise sideme teooria. Nõrkade pinnakihtide teooria on nähtus, mis võib enam häirida suurima adhesiooni tekkimist. [1], [2]

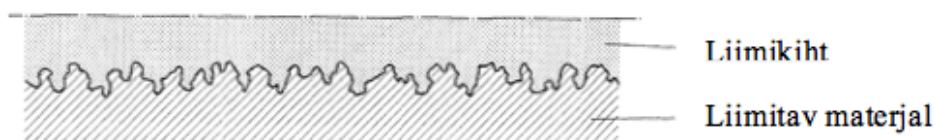


**Joonis 2. Liimliite adhesiivne ja kohesiivne purunemine.[1]**

### 1.1.1. Jõud materjali ja liimi vahel

Adhesiooni tekkimisel on väga tähtsad molekulaarjõud. Need jagunevad füüsikalisteks ning keemilisteks jõududeks. Adhesiooni juures peab arvestama mõlematega, aga eriti füüsikaliste jõududega.

Jõud, mis tekitab sideme liimi ja materjali vahel, on tingitud ebatasasustest materjali pinnal. Materjalid on ühendatud liimi tungimise tõttu ebatasasustesse. Seda nimetatakse mehaaniliseks lukustumiseks (ingl k *mechanical interlocking*), mida on näha joonisel 3.[2]



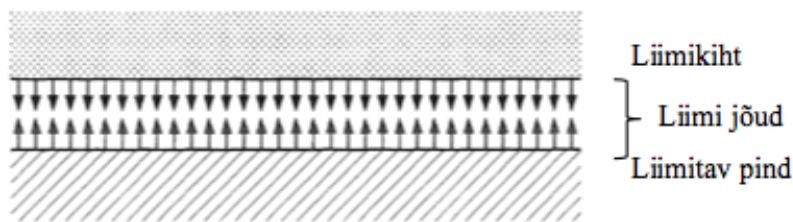
**Joonis 3. Mehaaniline lukustumine tekib materjali makrostruktuuri tõttu.[2]**

Selline ühendus esineb väga ebatasaste või poorsete materjalide pindadega, näiteks paber, kartong, puit, keraamika või plastist vahud. See kontseptsioon ei kehti aga siledade pindade

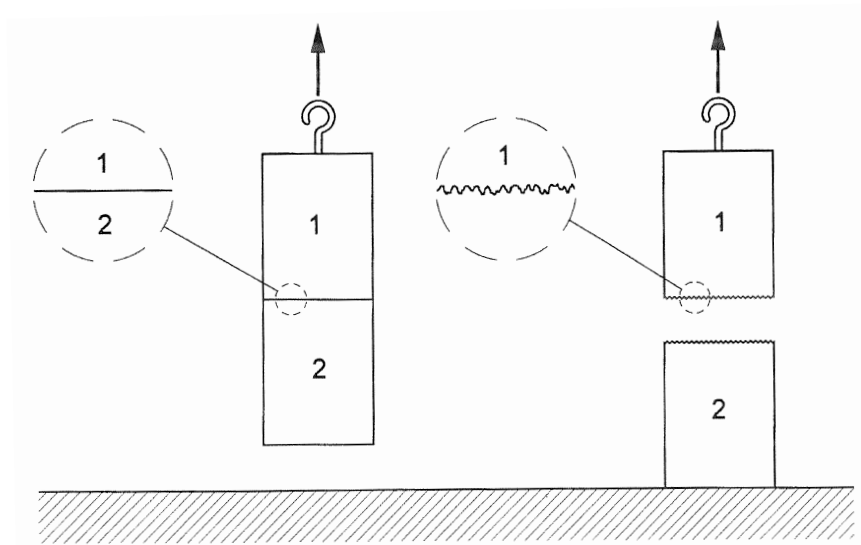
korral. Samas, kui vaadata silmnähtavalt siledaid pindu mikroskoobi all, siis on näha, et ka sellised pinnad on karedad. Kuid sellisel mikroskoopilisel karedusel on väike roll mehaanilisel lukustumisel.[2]

Adhesiooni selgitamiseks saab tuua palju näiteid igapäeva elust, kus ained kleepuvad teistele ainetele, nagu näiteks tolmu osakesed kogunevad akna paledele. Akna klaasid või poleeritud metallilehed kleepuvad üksteise külge ja on väga raskesti lahutatavad. Selle nähtuse põhjuseks on materjalide siseehitus. Kõik materjalid koosnevad aatomitest ja molekulidest ning nende kohesioonist elektrivälja tõttu. Materjali sees on jõud ühtlaselt jaotunud aatomite ja/või molekulide vahel. Materjali pinnal ei ole aatomitel ja elektronidel enam võrdseid “naabreid”, kellega nad saavad elektronjõude jagada ning seetõttu nad mõjutavad nende ümbritsevat keskkonda. Nad saavad ühineda teiste materjalidega nagu tolmu osakesed või veetilgad. Selliseid adhesioonist tingitud jõude nimetatakse Van der Waalsi jõududeks.[2]

Sellised jõud on tekitatud polümeeri molekulide poolt, mis moodustavad tugevad sidemed liimitava materjali pinnaga, nagu on näha joonisel 4.



**Joonis 4. Adhesioonist tingitud jõud liimitava pinna ja liimi vahel.[2]**

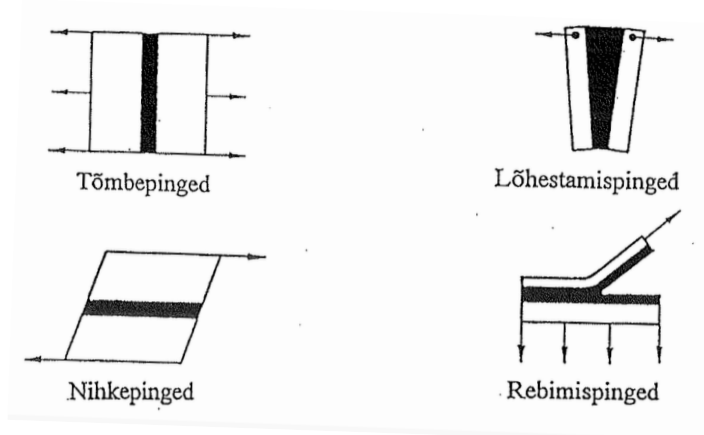


**Joonis 5. Liimitavate pindade omavahelise jõudude esinemine vastavalt siledale või ebatasasele pinnale.[1]**

Van der Waalsi jõud on põhjuseks, miks side materjali pinna ja liimkihi vahel on püsiv. Kuna need tekivad individuaalsete molekulide ja aatomite vahel siis kutsutakse neid ka molekulidevahelisteks jõududeks. Adhesioonijõud mõjuvad väga väikesel kaugusel, suurusjärgus  $10^{-5}$  mm, niisiis väga siledatel pindadel on omavaheline adhesioon. Seega joonisel 5 vasakul olev katsekeha suudab koos püsida (mis on sileda ühenduskohaga) ning paremal asetsev katsekeha ei suuda koos püsida kokkupuutepinna ebatasasuste tõttu. Väide siledade pindade kleepuvuse kohta peab paika ainult siis, kui mitte ükski teine materjal, nagu eelpool nimetatud tolmu osakesed või niiskuse kiht, pole liitunud aine pinnale enne liimimist. Kui liimitava materjali pinnal on mingi teine aine või materjali, siis adhesioonijõud puudub või on väike. Seetõttu ongi liimide kasutusjuhendile märgitud, et liimitavad pinnad peavad olema kuivad ja õli- ning tolmuvabad.

Liimliite hea tugevuse eeldus on hea adhesioon. Liimliite lõppeesmärk on hea tugevus, mis sõltub liimi ja substraadi mehaanilistest omadustest, sisepingetest, termodünaamilisest adhesioonitööst ja liimise geometriast. Seega adhesioon on tähtis, kuid mitte küllaldane tingimus.[1]

Liimliidetes tekivad mitmed erinevad pinged. Tõmbe- ja nihkepinged jaotuvad suhteliselt ühtlaselt üle pinna. Rebimis- ja lõhestamispinged on aga ebaühtlaselt jaotatud. Liimliited töötavad paremini nihkele (joonis 6). Jäigad liimid töötavad hästi nihkepingetele, elastsed liimid aga rebimisele ja lõhestamisele. Reaalses olukorras on tegemist pingete kombinatsiooniga. [1]



**Joonis 6. Liimliidete pinged [1]**

### **1.1.2. Liimi koostis**

Liim on keerulise koostisega ainete segu. Nagu eelpool mainitud, siis liimi põhikomponendiks on liimaine ehk liimvaik, mis on kõrgmolekulaarne sünteetiline

orgaaniline ühend, mis lahustatuna, dispergeerituna või sulatatuna annab liimile liimimisvõime. Peale liimaine kasutatakse palju teisi koostisosi, mis aitavad vajalike omadusi parandada.[1]

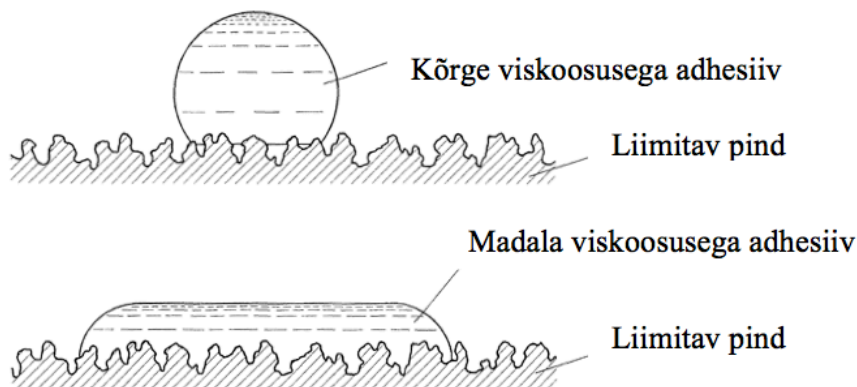
Kõvendid reaktiveerivad liimi kõvenemisprotsessi, reageerides liimainega. Katalüsaatorid reaktiveerivad liimaine kõvenemist. Nad moodustavad aktiivseid vaheühendeid, kuid nad ei ole lõpptulemusena kõvenenud liimi keemilises struktuuris. Kasutatakse astmekasvu polümerisatsioonil kõvenevate liimainete kõvenemisprotsessi kiirendamiseks. Initsiaatorid on ained, mis reaktiveerivad liimaine kõvenemist ahelakasvu polümerisatsioonil. Täiteained aitavad vajaliku voolavuse tagamisega, vähendavad mahukahanemist, sisepingeid ja roomet. Plastifikaatorid tõstavad kõvenenud liimi plastsust vähendades sisepingeid, alaneb klaasistumistemperatuur ja kasvab külmakindlus. Naket tõstvad lisandid parandavad liimi naket substraadiga. Nake on omadus, mis tekib kui liim ja substraat vähese rõhu all kokku puutuvad. Kasutatakse orgaanilisi lahusteid ja ka vett. Komponente on veel palju, mida siin ülal ei ole nimetatud. Kõikides liimides ei ole kasutatud kõiki komponente. Liimi komponendid reguleerivad korraga mitut omadust ja osa komponente muudab mingit kindlat omadust.[1]

## **1.2. Pinna ettevalmistus**

Kvaliteetselt valmistatud liimliitel puruneb kohesiivselt liim või substraat. Nõrk pindmine kiht tekib mitmel põhjusel, näiteks pooridesse imbunud õli või niiskuse tõttu. Enne liimi pealekandmist peab olema kindel, et pind on nõuetekohaselt ettevalmistatud. Vajadusel tuleb nõrgad pindmised kihid eemaldada või modifitseerida nii, et materjal oleks ühtlaselt tugev. Liimil tekib mehaaniline kiilumiseffekt substraadi pooridesse ja sedasi suureneb materjalivahelise mõju pindala. Sobiva struktuuriga kare pind võib praktilise adhesiooni kasvatada mitmekordseks. Liimi piisav voolavus peab olema tagatud. Täielik ja ühtlane liimitava pinna märgamine on eelduseks tugevale liimühendusele. Mehaanilise adhesiooni tekkimise seisukohalt on väga oluline pinna pooride täitumine liimiga. Joonis 7 selgitab madala ning kõrge viskoossusega adhesiivi erinevust.[2]

Vedeliku tilgad võtavad erineva kuju sõltuvalt liimi viskoossusest ja materjali pinna märgumisest. Selle nähtuse karakteristikuks on kontaktnurk  $\alpha$ , mis moodustub pinna ja liimitilga vahele. Mida väiksem nurk, seda parem märgamine. Märgamine on hea, kui  $\alpha$  on alla  $30^\circ$ . Kui adhesiiv (või üldiselt vedelik) jaguneb spontaanselt ilma väliste mõjutusteta nagu rullimine, krohvimine, noaga määrimine ühtlaselt pinnale, siis tema märgavusomadused on väga head. Sellisel juhul on tegemist laiali valgumisega (joonis 7).

Näiteks kui  $\alpha \sim 180^\circ$  (sfääriline kujund), siis vedelik ei märga pinda. See nähtus on sarnane elavhõbedakuulikese liikumisele mööda pinda. [2]



Joonis 7. Märgamise erinevus sõltuvalt kõrge või madalast viskoosusest.[2]

### 1.2.1. Pinnaenergia

Molekulaarjõud pindade vahel on otseselt seotud pinnaenergiaga. Pinnaenergia füüsikaliseks olemuseks on, et molekulide olukord aine sees ja pinnal erineb. Pinnajõud tekivad molekulide vahel molekulidevaheliste jõudude tasakaalustamatuse tõttu pinnakihis. Selle kompenseerimiseks püüavad molekulid üksteisest eemalduda suurendades pinnaenergiat. Näiteks on üheks vormiks on väiksem vedelike tihedus pinnakihis. Pinnaenergia on põhisuurus adhesiooni mõistmiseks. Pinnaenergia järgi saab välja arvutada ka materjali elastusmooduli tõmbele, mis on otseses seoses materjali füüsikalismehaaniliste omadustega.

### 1.2.2. Kõvenemise protsess

Lahustipõhised liimid või emulsioonid kantakse liimitavatele pindadele. Lahusti või vesi peab pääsema välja vedelast liimkihist enne kui liimitavad pinnad ühendatakse. Lahusti või vesi peab aurustuma. Seejuures ei toimu mitte keemiline reaktsioon, vaid füüsikaline protsess.

### 1.3. Liimid

Liime võib grupeerida erinevatel alustel. Kõige üldisemalt eristatakse konstruktsiooniliime, termoplastseid ja elastomeerseid liime. Konstruktsiooniliimi määratlemine on problemaatiline, sest kriteeriume, mille järgi võiks määratleda on palju. Parim kriteerium on liimliite tugevus [2]. Termoplastsete liimide kasutamise põhimõte on,

et liimaineks on valmis termoplastne polümeer lahuse, lateksi või 100% tahkisena. Elastomeeride kasutamisevõimalused on küllaltki avarad liimide tehnoloogias.

Liime võib klassifitseerida veel keemilise koostise järgi: fenoolliimid, aminoliimid, epoksüliimid, polüuretaanliimid, polüesterliimid, polüamiidliimid, liimid polüvinüülatsetaadist ja selle komponentidest, polüolefiinsed liimid ja sulamliimid, akrüülliidid, elastomeersed liimid, polüsulfiidliimid ja hermeetikud. Looduslikud liimid on proteiiniliimid, polüsahhariidliimid, looduslik kummi ja looduslik vaik. Õige liimi valik sõltub neljast tegurist: hinnast, liimitavatest materjalidest, liimimistingimustest ja liimliite kasutamisest. Põhinõudeks on, et liimi ja substraadi keemilised ja füüsikalised omadused oleksid lähedased. [1]

### **1.3.1 Ühekomponentsed lahustivabad polüuretaanliimid**

Polüuretaanliimide liimaineks on oligomeerid, mis sisaldavad uretaanrühma:  $\text{-NH-CO-O-}$ . Polüuretaanliime saadakse põhiliselt diisotsüanaatide reageerimisel polüoolidega. Polüuretaanliimide unikaalne sitkus on tingitud nende omapärasest morfoloogilisest ehitusest, kus vahelduvad elastsed ja jäigad segmendid. Kõvad segmendid sisaldavad lühikese ahelaga dialkoholi või diamiini ja pehmed pika ahelaga polüoolset komponenti. Suur tähtsus on ahelate vahel tekkivatel H-sidemetel. Polüuretaanliimide kõvenemine toimub polüliitumise tõttu.

Põhilisteks koostisosadeks ühekomponentsetes polüuretaanliimides on ristsidemetega, kõrge molekulaarmassiga polüuretaanid. Need monomeerid on vedeliku või pastasarnases olekus. Samuti on neil vabad isotsüanaadi grupid (nn polüisotsüanaat-polüuretaan). Vee molekulid on tähtsad komponendid lõplikul ristsidumisel. Nad eksisteerivad regeerijatena. Kuna ühekomponentsed polüuretaanliimid kõvenevad veega reageerimise tõttu, siis nimetatakse neid niiskuse toimel kõvenevateks ühekomponentseteks polüuretaanliimideks. Nende põhiomaduseks on nende suurepärase liimliite tugevus. Lisaks liimidele kasutatakse neid ka palju hermeetikutena. Eelistest saab välja tuua kiire kõvenemise, laia omaduste skaala, tühise mahukahanemise, sisepingete vähesus kõvenemisel ja liimliite sitkuse.[1]



## 2. KATSELINE OSA

### 2.1. Materjalid

Käesolevas töös katsetati puitplaadist mööblimaterjali liimühendust metallist lehtmaterjaliga. Puitmaterjaliks on 16 mm paksune MDF plaat (ingl k *medium density fiberboard*). Metallist lehtmaterjaliks oli roostevaba teras. MDF valmistatakse puidukiududest kuivmeetodil lisades sünteetilist sideainet. Kiud liimitakse kokku kõrge surve all ning tulemuseks on tihe ja suhteliselt ühtlase koostisega kiudplaat. MDF plaadi tihedus on  $500-800 \text{ kgm}^{-3}$  ning see on valmistatud üksikutest puidu kiududest ja kiudude kogumitest, millele on lisatud sideainet, et saavutada tugevus. MDF plaadi kasutamine tööstuses on lihtne, sest teda saab kergesti lõigata ja freesida tema väikeste osakeste tõttu.[3]

#### 2.1.2. Kasutatud liimid

AS Sarkopis kasutab metallilehe liimimiseks puitplaadile liimi SikaFlex 221<sup>®</sup>, mis on ühekomponentne polüuretaanliim ning mida kantakse peale tuubist liimipüstoli abil. Antud töös kasutati seda liimi võrdluseks teiste liimidega. Rohkem infot liimi SikaFlex 221<sup>®</sup> kohta vt. lisa 1.

Teise liimina oli töös kasutusel hermeetikliim Terostat MS939, mis põhineb Henkeli välja töötatud ainulaadsel Flextec tehnoloogial. Tegemist on elastse tööstuses kasutamiseks mõeldud liimiga, millel on väga pikajalised tugevusomadused. Pealekandmisel tuleb jätta materjalide vahele 2 kuni 3 mm paksune kiht. Tema esialgne nake on nõrk ning seetõttu on teda vaja mõned tunnid pressi all hoida. Materjalide liimimisel on hea kasutada kahepoolset teipi, mis hoiab materjale senikaua omavahel koos, kuni liim on saavutanud oma normaaltugevuse. Liimi Terostat MS939 eelis seisneb selles, et liimitavad materjalid pole jäigalt ühendatud ning saavad omavahel liikuda kas temperatuuripaisumise või vibratsiooni tõttu. See annab talle pikajalise vastupidavuse. Liimi pakend on teistest kasutatud liimidest erinev: kõik ülejäänud olid tuubis, mida saab peale kanda võrdlemisi lihtsa liimipüstoli abil. Terostat MS939 on padruni kujul ja selleks on tööstuses vaja kasutada spetsiifilist püstolit. Liim leiab kasutust väga suurt tugevust ja kindlust vajavates kohtades. Terostat MS393 kuivab õhuhapniku toimel.

Kolmanda liimina kasutati Würth Power Tack paigaldusliimi, millel on hae algnake. Würthi Eesti esindaja kinnitusel on see liim nende valikust parim AS Sarkopile

metallilehtede liimimiseks puitplaadile. Würth Power Tack on tuubis ning teda kantakse peale liimpüstoli abil. Tema eelis on väga hea algnake, mis vähendab vajadust materjalide kinnitamiseks omavahelise nihkumise vältimiseks ning tõstab liimimise kiirust.

Neljandaks liimiks on Sikabond 500, mis on ühekomponentne ja põhineb sünteetisel kummil ja vaigul . Tal on hea nake ka veidi märgade ja külmade pindadega. Liimi kuivamine toimub niiskuse toimetel. Tema kasutusala valik on lai ning ta sobib puidu, vineeri, kipsplaadi, plasti, raua, tsingitud ning roostevaba pleki ja muude materjalide liimimiseks. Liim sobib kasutamiseks nii välis- kui ka sisetingimustes, kasutatakse ehituses, autode parandustöödeks ning paatide valmistamisel. . Liimi plussiks on tema kiire kuivamisaeg, pressimiseks piisab 5 kui 10 minutist.

Viienda liimina kasutati töös liimi Würth Liim + tihendmass. See sobib puidu, plasti, metalli ja muu ehitusmaterjali liimimiseks. See on elastne, kokkutõmbumatu ning kuivab kiiresti. Seda liimi on võimalik saada kas padrunis või tuubis.

Antud liimid said valitud katsetamiseks seetõttu, et nende kohta sai kõige rohkem infot edasimüüjatelt ning AS Sarkopis oli huvi neid katsetada. Liimide tehniliste andmete võrdlus on välja toodud tabelis x.

Tabel 1

## Liimide tehniliste andmete võrdlus

| Liim                                              | Sikaflex 221® (vt lisa 1)          | Terostat MS939 (vt lisa 3)         | Würth Power Tack (vt lisa 35)      | Sikabond 500 (vt lisa 4)           | Würth Liim + Tihendusmass (vt lisa 5) |
|---------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Värv                                              | Valge, must, hall, pruun           | Must, valge. Ülevärvitav           | Valge. Ülevärvitav                 | Valge. Ülevärvitav                 | Valge. Ülevärvitav                    |
| Tihedus (DIN 53479) (enne kõvenemist)             | u 1,25kg/l (sõltuvalt värvist)     | 1,35 kg/l                          | 1,57 kg/l                          | 1,06 kg/l                          | 1,2 kg/l                              |
| Stabiilsus                                        | Hea, ei valgu                      | Hea, ei valgu                      | Hea, ei valgu                      | Hea, ei valgu                      | Hea, ei valgu                         |
| Kõvenemine                                        | Õhuniiskuse toimetel               | Õhuniiskuse toimetel               | Õhuniiskuse toimetel               | Õhuniiskuse toimetel               | Õhuniiskuse toimetel                  |
| Puutekuiv                                         | 45-60 minutit pärast pealekandmist | 45-60 minutit pärast pealekandmist | 10-15 minutit pärast pealekandmist | 10-15 minutit pärast pealekandmist | 10-15 minutit pärast pealekandmist    |
| Kõvenemiskiirus                                   | 3 mm ööpäevas                      | 3 mm ööpäevas                      | 2-3 mm ööpäevas                    | 2-3 mm ööpäevas                    | 2-3 mm ööpäevas                       |
| Mahumuutus (DIN 53451)                            | 5%                                 |                                    | 0%                                 | 0%                                 | 6%                                    |
| Kõvadus Shore A (DIN 53505)                       | 40                                 |                                    | 60                                 | 60                                 | 40                                    |
| Katkevenivus                                      | 600%                               |                                    | 350%                               | 350%                               | 600%                                  |
| Rebimistugevus (DIN 53515)                        | 6 N/mm <sup>2</sup>                |                                    | 2,2 N/mm <sup>2</sup>              | 2,2 N/mm <sup>2</sup>              | 1,8 N/mm <sup>2</sup>                 |
| Kasutustemperatuur: pidev lühiajaline (u 8 tundi) | -40 °C- + 90 °C<br>120 °C          |                                    | -40 °C- + 100 °C<br>130 °C         | -40 °C- + 100 °C<br>130 °C         | +5 °C- + 35 °C<br>-40 °C- + 130 °C    |
| Lubatud deformatsioon                             | +/- 25%                            |                                    |                                    | 5%                                 | 5%                                    |
| Pakend                                            | 290 ml padrun                      | 280 ml vorst                       | 280 ml padrun                      | 280 ml padrun                      | 310 ml padrun                         |
| Säilivus (ladustatud alla 25°C)                   | 12 kuud                            | 12 kuud                            | 12 kuud                            | 12 kuud                            | 12 kuud                               |

## 2.2. Liimimise Tehnoloogia

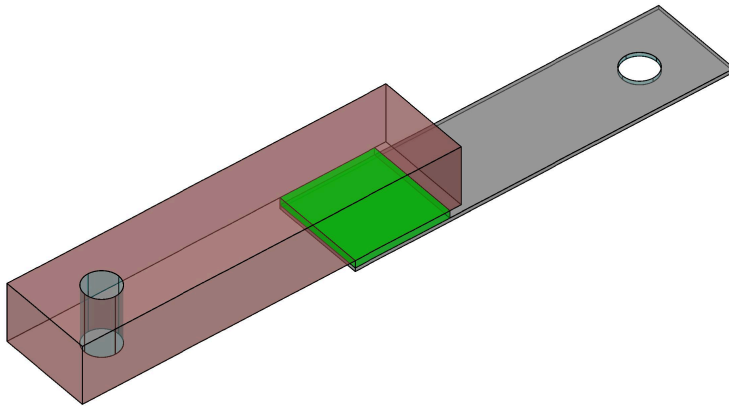
Tehases on liimi pealekandmise tehnoloogia siiani olnud liimi pealekandmine “triipude” või “täppidena” nagu on näha jooniselt 8. See meetod on võrdlemisi kiire viis liimi pealekandmiseks, see tähendab, et ei kaeta kogu liimitavat pinda, vaid töötaja kannab liimi pinnale vastavalt enda kogemusele. Liim kantakse peale liimipüstoli abil. Palju tugevama liimliite saaks, kui katta terve pind liimiga, kuid see tõstab liimikulu ja vähendab ettevõtte kasumlikkust. Seega oleks vaja leida tugev liim, mille kulu oleks madal, aitaks materjale kindlalt koos hoida ning mida oleks lihtne kasutada. Probleem liimi valikul on tema algnakke tugevus. Kui see ei ole piisavalt tugev siis peab materjalid omavahel täiendavalt ära fikseerima, mis tähendab suuremat ajakulu tööde tegemisel.



Joonis 8. Liim on kantud pindadele enamasti täppidena.

## 2.3. Katsekehade valmistamine

Katsekehad õigati AS Sarkopis ning olid 25 mm laiad ning 100 mm pikad ning iga katsekeha äärest 15 mm kaugusele oli puuritud 10 mm läbimõõduga auk. Augud puuriti nii metallist kui puidust katsekehadesse. MDF katsekehade paksus oli 16 mm ja roostevabast metallist katsekeha paksused oli 1 mm. Joonisel 9 on näha liimitud katsekeha.



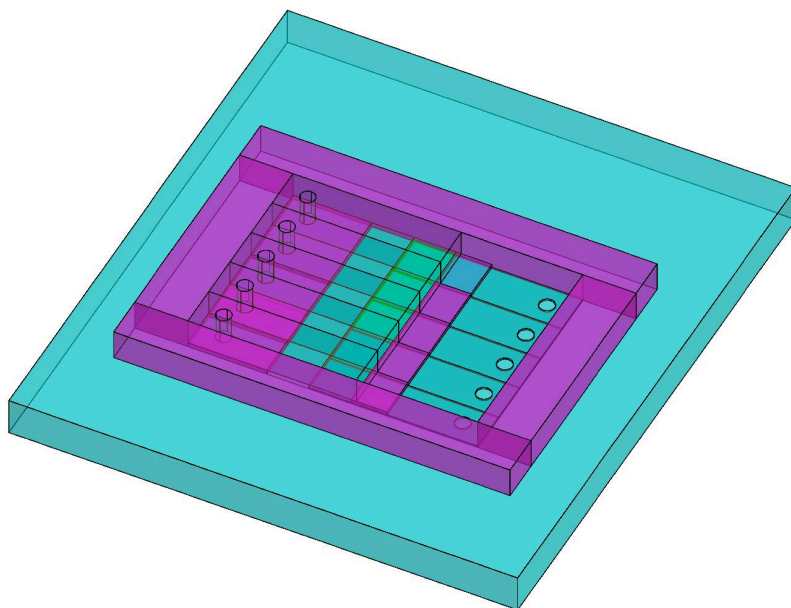
**Joonis 9. Katsekeha MDFist (pruun) ja metallist (hall), roheline on liimikiht.**

Katsekehade liimimiseks ja kõvanemiseks kasutati rakist, mis fikseerib nad paika. Selleks on kasutatud 12,5 mm laiust ja ning 170 mm pikkust ristkülikut, mis on 18 mm või 19 mm kõrge. Pikkus on 170 mm, sest liimikiht ei alga MDFi servast alates, vaid sinna on jäetud 5 mm riba. Seda 5 mm riba oli vaja, et asetada metalli ning MDF toetuseks tugi, milleks oli kahepoolne teip. Tuge oli vaja, sest kõikide katsekehade vahele jäeti kas 1 või 2 mm paksune liimikiht. Enamus katseid viidakse läbi 1 mm paksuse liimikihi, kuid samuti tehti katseid ka 2 mm paksuse kihiga, täpsemalt on näha tabelis 2, milliste liimidega mis paksusi on kasutatud. 2 mm paksust kihti kasutati liimide puhul, mille kastusjuhendis oli kirjas, et liimikiht peab olema 2-3 mm paksune.

Ühes rakises oli kokku 5 katsekeha. Kokku kogu töö jaoks oli kasutusel 9 rakist ja kokku oli töös 45 katsekeha. Keeruline oli liimimisel ühtlase liimikihi saamine. Katsekehad asetsesid rakise sees ning väga keeruline oli neile kanda ühtlast liimikogust nii, et kuhugi tühimikke ei jääks. Kasutati meetodit, kus liimi pandi liiaga ning pressimise käigus suruti üleliigne kõrvalt välja (vt joonis 12). See tekitas pärast kuivamist probleeme katsekehade kättesaamisel aluse küljest. Viimase vältimiseks on hea kasutada väga siledat pinda või katta pind mittenakkuva ainega. Töös oli kasutusel sileda pinnaga alus. Osade liimidega oli ühtlase kihi saamine lihtsam kui teistega. Mida suurema viskoossusega oli liim, seda keerulisem oli hea tulemuse saamine. Tehases andis aga suurema viskoossusega liim parema algnakke ning ka tugevama esialgse fikseerimise. Seega lihtsuse mõistes on suurema viskoossusega liimid tehases paremad.

Metallile kleebitiakse 25 mm kaugusele äärest 1 mm paksune kahepoolne teip. Selle eesmärk oli toetada puitu (vt joonis 10). Katsekehadele, mida katsetati 2 mm paksuse liimikihi, pandi lisaks kahepoolsele teibile veel 1 mm vaheplaat. Peale kuivamist jäeti

teip metallist katsekeha külge. Kahepoolne teip on 12,5 mm pikk, kattes kõik viis paralleel katsekeha. Pärast kuivamist lõigati see läbi tervaga noaga (vt joonis 11).



**Joonis 10. Kujutis ühest rakisest metalli pinnale astetatud 1 mm paksune kahepoolse teibiga.**



**Joonis 11. Rakised ja metallist katsekehad.**



**Joonis 12. Liimi pealekandmine liiaga, üleliigne pressitakse välja.**

Katsekehad liimiti toatingimustes ja kogu liimimine toimus võimalikult kiiresti. Käesolevas töös läks kõikide katsekehade liimimiseks aega kokku 1 tund. Seejärel asetatati katsekehad pressi alla. Kogu mehhanism disainiti niimoodi, et pressi rakendamisel jääb liimipaksus ühtlaseks kogu liimatava ala ulatuses ning on täpselt paigas vastavalt nõutavale liimikihi paksusele. Selleks asetati rakisele peale tasapinnaline jäik plaat, mille peale asetati raskused. Raskuste mass oli 20 kuni 30 kg kolme rakise kohta (vt joonis 13). Ühel alusel oli kolm rakist. Alus rakistega jäeti toatingimustele kuivama. Pressialt võeti rakis ära nelja päeva pärast ning katsetati seitsme päeva pärast peale liimimist. Keskmine temperatuur oli 20 °C ja õhuniiskus vastas toatingimustele.

Peale kuivamist võeti katsekehad rakisest välja ning eraldati üksteisest terava noaga. Kahepoolne teip jäi katsetamise ajaks metalli külge ja ei mõjutanud tulemuste korrektsust, sest on liimitud ainult ühepoolsest ning see ei hoidnud omavahel kinni puidu pinda metalli pinnaga. Joonisel 12 on näha, et kahepoolse teibi pealmiselt osalt pole eemaldatud punast kaitsekilet. See tähendab, et ta ei kleepunud puidu pinnale ning sisuliselt oli teibi ülesanne ainult toetada MDF materjali ning mitte kinnitada pindu üksteise külge.





**Joonis 13. Rakised küljelt peale asetatud jäiga tasapinnalise plaadi ning raskustega.**

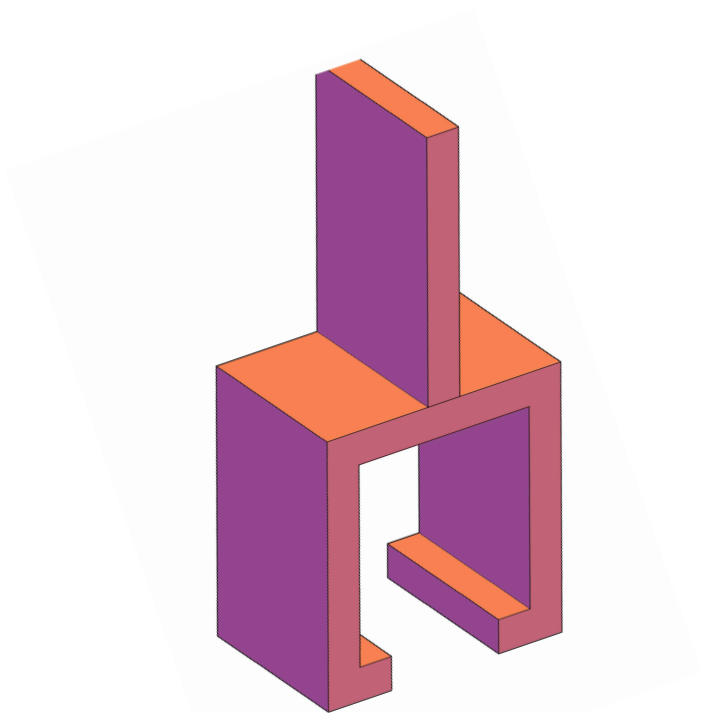
## **2.4. Katseseade**

Katsetused viidi läbi tõmbekatseseadmega R-05 (vt joonis 14). Katseseade koosneb kinnitist, mis jätab katsekehad kõrvalistest pingetest vabaks. Kinnitus koosneb vabalt liikuvast peast, kuhu saab asetada metallist pulga läbi katsekehade (vt joonis 15 ja joonis 16). Selline mehhanism võimaldab teostada tõmbekatset, kus jõud on ainult paralleelselt materjalide pinnaga. Kiirus tõmbekatsete teostamisel oli 20 mm/min.



**Joonis 14. Tõmbekatseseade R-05**

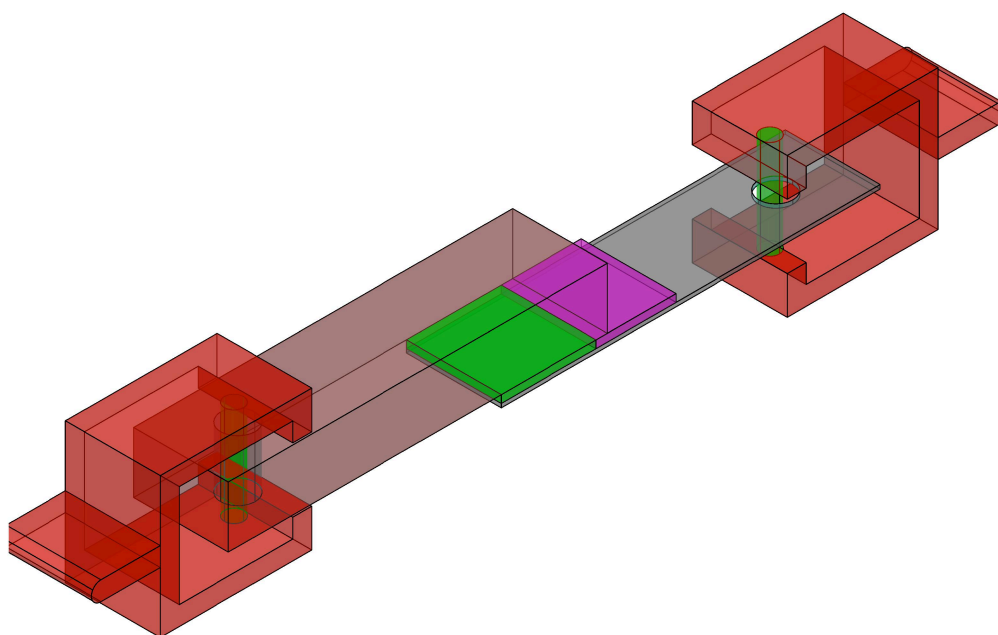




**Joonis 15. Tõmbekatseseadme R-05 kinnitusmehhanism.**

## **2.5. Katsetamine**

Katsetused viidiläbi Tallinna Tehnikaülikooli Polümeermaterjalide instituudi puidutöötlemise õppetoolis. Katsetuste aluseks võeti standard EVS-EN 1465:2009, kuid ei täidetud kõiki standardis ettenähtud nõudeid. Töö eesmärk oli erinevate liimide võrdlemine sarnastes tingimustes, mitte liimide tugevuse leidmine. Katsekehade pikkus oli standardi järgi 100 mm ja laius 25 mm. Katsekehade ülekate (liimliite pikkus) oli 25 mm. Standardi järgi oleks pidanud ülekate olema 12,5 mm. Ülekate pikkus valiti poole laiem, et saada usaldusväärsemaid tulemusi. Mida väiksem oleks olnud liimikihi laius seda suurem oleks vigade tõenäosus, sest defektid annavad suurema erinevuse lõpptulemustes. Laiem ülekate annab suurema usaldatavuse tegelikele tulemustele. Kuna katsekehad olid valmistatud käsitsi, siis oli ka suurem võimalus defektide esinemiseks. Usaldusväärsemate tulemuse saamiseks katsetati viite ühe liimiga samasugustes tingimustes valmistatud katsekeha. Liimliite eeltöötlus oli tehtud vastavalt katsetamise plaanile ning võttes arvesse, mida liimide tootjad ette näevad. Liimliidete tugevused määrati tõmbekatsel.



**Joonis 16. Katsekeha tõmbekatseseadmes. Katsekehade vahel olevatest kihtidest roheline on liim ja lilla on kahepoolne teip. Punane on rakis, millesse asetatakse katsekeha.**

Liimide käitumine oli küllalt erinev. Katsetamisel tekkis kolme erinevat tüüpi purunemist.

Esimese tüübi purunemiseks oli metalli libisemine liimi küljest lahti, nii et metalli peale ei jäänud mitte mingit liimi. Sellisel juhul katkes side liimi ja metalli vahel (vt joonis 17).



**Joonis 17. Liim on lahti tulnud metalli küljest.**

Teise purunemise tüübina toimub purunemine liimi sees. Purunemisel jäi osa liimist metalli pinnale ja osa jäi puidu pinnale. Sellisel juhul oli kõige nõrgemaks kohaks katsekehas liimkiht (vt joonis 18).



**Joonis 18. Purunemine on toimunud liimi sees.**

Kolmanda purunemise tüübina purunes puidust materjal ehk liimühendus oli tugevam kui materjal. Selline liimliite purunemine oli hetkeline ja toimus pauguga ning oli võrreldavatest tulemustest kõige tugevam (vt joonis 19).



**Joonis 19. Purunemine toimus puidus.**

## **2.6. Katseplaani**

Katsekehade märgistamine oli tuletatud liimide nimedest. Igas katseseerias oli 5 katsekeha. Liimikihi paksus oli 1 mm, paksus oli aga erinev, kui liimitootja oli ette näinud 2-3 mm paksuse liimikihi. Katseplaani on välja toodud tabelis 2.

Tabel 2

**Katseplaan.**

| Katsekeha nimetus/number | Liim                                                                            | Liimikihi paksus |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| p.t_1                    | Würth Power Tack                                                                | 1mm              |
| p.t_2                    |                                                                                 |                  |
| p.t_3                    |                                                                                 |                  |
| p.t_4                    |                                                                                 |                  |
| p.t_5                    |                                                                                 |                  |
| ltm_1_1                  | Würth Liim Tihendusmass<br>eeltöötlus lahustiga                                 | 1mm              |
| ltm_1_2                  |                                                                                 |                  |
| ltm_1_3                  |                                                                                 |                  |
| ltm_1_4                  |                                                                                 |                  |
| ltm_1_5                  |                                                                                 |                  |
| LTM_2_1                  | Würth Liim Tihendusmass<br>eeltöötlus lahustiga                                 | 2mm              |
| LTM_2_2                  |                                                                                 |                  |
| LTM_2_3                  |                                                                                 |                  |
| LTM_2_4                  |                                                                                 |                  |
| LTM_2_5                  |                                                                                 |                  |
| SB_1                     | Sikabond 500 eeltöötlus<br>lahustiga                                            | 1mm              |
| SB_2                     |                                                                                 |                  |
| SB_3                     |                                                                                 |                  |
| SB_4                     |                                                                                 |                  |
| SB_5                     |                                                                                 |                  |
| S.F.lah_1                | Sikaflex 221 eeltöötlus lahustiga                                               | 1mm              |
| S.F.lah_2                |                                                                                 |                  |
| S.F.lah_3                |                                                                                 |                  |
| S.F.lah_4                |                                                                                 |                  |
| S.F.lah_5                |                                                                                 |                  |
| S.F.laik_lah_1           | Sikaflex 221 eeltöötlus<br>lahustiga. Materjal kõrgläikiv<br>eeltöötlemata pind | 1mm              |
| S.F.laik_lah_2           |                                                                                 |                  |
| S.F.laik_lah_3           |                                                                                 |                  |
| S.F.laik_lah_4           |                                                                                 |                  |
| S.F.laik_lah_5           |                                                                                 |                  |
| S.F.primmer_1            | Sikaflex 221 eeltöötlus<br>primeriga                                            | 1mm              |
| S.F.primmer_2            |                                                                                 |                  |
| S.F.primmer_3            |                                                                                 |                  |
| S.F.primmer_4            |                                                                                 |                  |
| S.F.primmer_5            |                                                                                 |                  |
| T_1_1                    | Terostat eeltöötlus lahustiga                                                   | 1mm              |
| T_1_2                    |                                                                                 |                  |
| T_1_3                    |                                                                                 |                  |
| T_1_4                    |                                                                                 |                  |
| T_1_5                    |                                                                                 |                  |
| T_2_1                    | Terostat eeltöötlus lahustiga                                                   | 2mm              |
| T_2_2                    |                                                                                 |                  |
| T_3_3                    |                                                                                 |                  |
| T_4_4                    |                                                                                 |                  |
| T_5_5                    |                                                                                 |                  |

### 3. TULEMUSED JA ANALÜÜS

Tõmbekatsete keskmised tulemused on välja toodud Tabelis 3 ning joonisel 20. Tabelis 4 on ära toodud üksikute katsete tulemused. Kommentaarides on kirjas, millised erisused olid katsekehade juures. “Pole kohakuti” tähendab seda, et puit ja metall polnud täpselt paigas. MDF katsekehad olid väga täpselt lõigatud, aga osad metallist katsekehad oli kitsamad. Sellest tekkis rakises liimimisel metallist kehade ja rakise äärde 1-2 mm vahe (vt joonis 12), mis põhjustas metalli ja MDF plaadi nihkumist. Sellest tulenes ka väiksem liimliite pindala ning teoreetiliselt võib see põhjustada ka nõrgemat liimliite tugev. Tulemusi vaadates ei olnud erinevus väga suur võrreldes korralike katsekehadeaga.

Kuna katsekehad olid tehtud käsitsi siis liimliites esines tühimikke. Seda iseloomustab kommentaar “osa katmata”. Selliseid tühimikke esines kõrge viskoosusega liimide juures. Kommentaar “liimis õhumullid” tähendab, et liimis esinesid väikesed õhumullid pealekandmise vigadest. Need vähendavad liimliite tugevust.

Kõige paremaid tulemusi andis hermeetikliim Terostat MS939.. Sellega liimitud viiest katsekehast kolmel purunes MDF plaat ning ülejäänudel purunes liimikiht. Sisuliselt osutus Terostat MS939 juures määravaks MDFi tugevus. Kuna MDF on ühtlane materjal, siis arvatavasti ei purunenud kõik katsekehad plaadi pinnalt halvema liimimiskvaliteedi tõttu.

SikaFlexi 221 puhul oli kõigil sarnasuseks liimikihi lahtitulemine metalli küljest. Seega katsetulemused kinnitavad AS Sarkopis esilekerkinud probleemi. Lahtitulemine, mida on ujutatud joonisel 17 oli väga sarnane sellele, mida on näha tehases tehtud tööil joonisel 8. Joonisel 17 on näha SikaFlex 221ga katsekeha. Enamus purunemisi SikaFlex 221ga olid väga sarnased. Seega see liim ei andnud head tugevust metalli liimimisel. On võimalik, et metallipinna parem ettevalmistus tõstaks tugevust, kuid selle tegemine on ettevõtte jaoks lisatöö. Ettevalmistuse jaoks oleks erinevaid meetodeid: põhiliselt töötlemine abrasiividega või elektrokeemiliselt.

Würth Power Tack andis Terostat MS939 järel paremuselt teise tulemuse. Purunemine toimus liimipinna sees, seega liim oli nõrgim lüli liimliites. Würth Power Tack annab hea algnakke ning seega sobib ta väga hästi kasutamiseks tööstuses. Selle tugevus oli ligi kolm korda tugevam kui SikaFlex 221 tugevus. Würth Power Tack keskmine tõmbetugevus oli 944 kN, kuid kui vaadata tulemusi üldiselt, siis õnnestunud

katsekehade tõmbetugevus oli üle 1000 kN ja mitte kohakuti katsekehade tulemused jäid 900 kN juurde. Seega võiks öelda, et tegelik tugevus on suurem kui 944 kN.

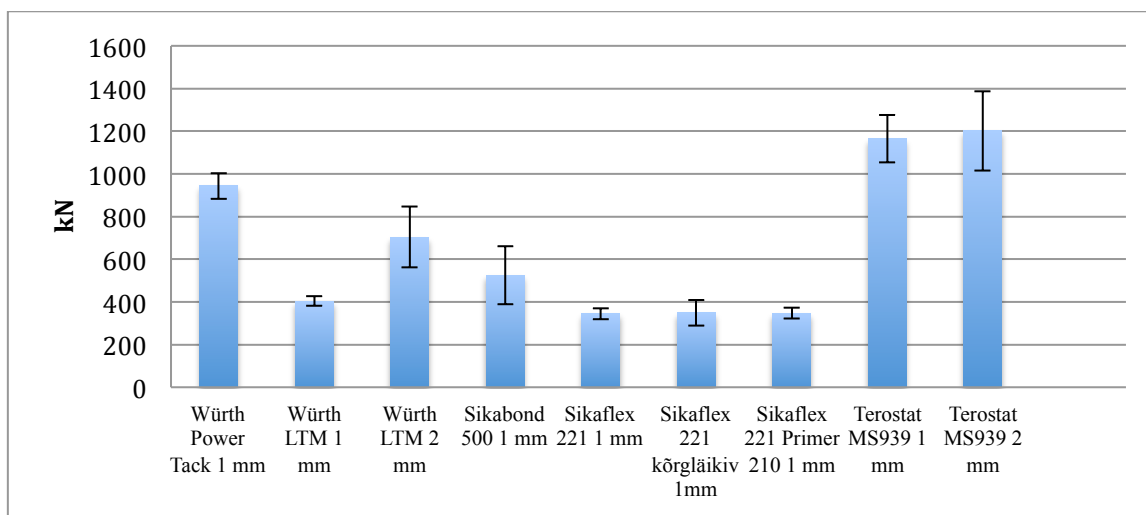
Würth Liim + Tihendusmass andis suure tulemuste erinevuse olenevalt kas tegemist oli 1 mm või 2 mm paksuse liimikihiga. Tootja ise näeb ette 2-3 mm paksust liimikihti. 1 mm paksune liimikiht andis sarnase keskmise tugevuse (404 kN) kui SikaFlex 221ga. Purunemine toimus enamasti liimi sees. Kuna ettevõttes on harva seda liimi kasutatud, siis oleks soovitus jätta materjalide vahele 2-3 mm paksune liimikiht.

Sikabond 500 andis keskmiseks tõmbetugevuseks 525 kN ning purunemine toimus enamasti metallipinnalt lahtitulekuga. Liimi oli keeruline peale kanda madala viskoossuse tõttu. Tänu sellele oli katsekehades palju tühimikke.

**Tabel 3**

**Tõmbetugevuste keskmised tulemused.**

| Liim                           | Keskmine tõmbetugevus, kN |
|--------------------------------|---------------------------|
| Würth Power Tack 1 mm          | 944                       |
| Würth Liim + Tihendusmass 1 mm | 404                       |
| Würth Liim + Tihendusmass 2 mm | 704                       |
| Sikabond 500 1 mm              | 525                       |
| Sikaflex 221 1 mm              | 344                       |
| Sikaflex 221 kõrgläikiv 1mm    | 349                       |
| Sikaflex 221 Primer 210 1 mm   | 347                       |
| Terostat MS939 1 mm            | 1165                      |
| Terostat MS939 2 mm            | 1202                      |



**Joonis 20. Tõmbetugevuste keskmised tulemused**

Tabel 8

## Katsete tulemused

| Tähis          | Tõmbetugevus,<br>kN |              | Kommentaar             | Liim                                                                                   | Liimi<br>paksus |
|----------------|---------------------|--------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                |                     | Keskm<br>ine |                        |                                                                                        |                 |
| p.t_1          | 905                 | 944          | Pole kohakuti 1mm      | Würth Power Tack                                                                       | 1mm             |
| p.t_2          | 1020                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| p.t_3          | 895                 |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| p.t_4          | 1000                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| p.t_5          | 900                 |              | Osa katmata            |                                                                                        |                 |
| ltm_1_1        | 420                 | 404          | Korras                 | Würth Liim<br>Tihendusmass<br>eeltöötlus lahustiga                                     | 1mm             |
| ltm_1_2        | 405                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| ltm_1_3        | 430                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| ltm_1_4        | 395                 |              | Liim pole üleni kaetud |                                                                                        |                 |
| ltm_1_5        | 370                 |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| LTM_2_1        | 570                 | 704          | Pole kohakuti 2mm      | Würth Liim<br>Tihendusmass<br>eeltöötlus lahustiga                                     | 2mm             |
| LTM_2_2        | 770                 |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| LTM_2_3        | 850                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| LTM_2_4        | 535                 |              | Liimis õhumullid       |                                                                                        |                 |
| LTM_2_5        | 795                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| SB_1           | 545                 | 525          | Ühest servas katmata   | Sikabond 500<br>eeltöötlus lahustiga                                                   | 1mm             |
| SB_2           | 335                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| SB_3           | 480                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| SB_4           | 710                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| SB_5           | 555                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.lah_1      | 339                 | 344          | Korras                 | Sikaflex 221<br>eeltöötlus lahustiga                                                   | 1mm             |
| S.F.lah_2      | 345                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.lah_3      | 305                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.lah_4      | 360                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.lah_5      | 370                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.laik_lah_1 | 435                 | 349          | Korras                 | Sikaflex 221<br>eeltöötlus<br>lahustiga; materjal<br>kõrgläikiv,<br>eeltöötlemata pind | 1mm             |
| S.F.laik_lah_2 | 355                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.laik_lah_3 | 360                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.laik_lah_4 | 325                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.laik_lah_5 | 270                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.primer_1   | 380                 | 347          | Pole kohakuti 2mm      | Sikaflex 221<br>eeltöötlus primeriga                                                   | 1mm             |
| S.F.primer_2   | 365                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.primer_3   | 325                 |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| S.F.primer_4   | 325                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| S.F.primer_5   | 340                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_1_1          | 1255                | 1165         | Pole kohakuti 1mm      | Terostat MS939<br>eeltöötlus lahustiga                                                 | 1mm             |
| T_1_2          | 1225                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_1_3          | 1245                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_1_4          | 1000                |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| T_1_5          | 1100                |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |
| T_2_1          | 1455                | 1202         | Korras                 | Terostat MS939<br>eeltöötlus lahustiga                                                 | 2mm             |
| T_2_2          | 975                 |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_3_3          | 1070                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_4_4          | 1255                |              | Korras                 |                                                                                        |                 |
| T_5_5          | 1255                |              | Pole kohakuti 1mm      |                                                                                        |                 |

### 3.1. Soovitus ettevõttele

Tulemustest on selgelt näha, et SikaFlex 221ga jätkamine tootmises poleks eriti mõttekas. Selle liimiga pole võimalik keerulisi tootmismeetodeid kasutamata vastupidavaid liimliiteid saavutada. Järgnevate tööde eesmärk võiks olla testida SikaFlex 221 tugevuse erinevust sõltuvalt karestatud või karestamata metalli pinnast.

Tulemustest lähtudes oleks mõttekas võtta kasutusele kas Würthi Power Tack või Terostat MS939. Würthi toode on odavam, kuid töös ei viidud läbi majandusliku tasuvuse arvutusi. Lähtudes kasutamise lihtsusest, siis Würth Power Tack on mõistlikum valik, sest see on müügil padruni kujul ning ei vaja uute seadmete kasutuselevõttu liimi pealekandmiseks. Terostat MS939 on müügil “vorstina” ning selle pealekandmiseks peaks ettevõtte soetama spetsiaalse seadme. Teise ning veelgi tähtsamana on Würth Power Tack parema algnakkuvusega ning nõuab vähem tööd liimimise ettevalmistamisel. Terostat MS939 puhul peab arvestama, et algnake on nõrk ning peale liimi pealekandmist peab materjalid omavahel kindlalt fikseerima. Ent mõlema liimi puhul peab jääma materjalide vahele 1 kuni 3 millimeetri paksune liimikiht. Ettevõtte peaks viima läbi uurimuse, millise liimi kasutamine oleks majanduslikult mõttekam ning tegema otsuse kumba nendest kahest kasutada. Lähtudes käesolevas töös saadud tulemustest, on ettevõttel vaja seni kasutuselolevat liimi vahetada.



## KOKKUVÕTE

Käesolev töö valmis koostöös AS Sarkopiga, et leida lahendus mööblile liimitud roostevabast terasest soklipseki lahtitulemise probleemile. Ettevõttel on olnud palju juhtumeid, kus on vaja olnud minna objektile garantiitöid tegema, kus mööblile liimitud roostevabast terasest soklipsekk on ühest või mitmest kohast lahti tulnud.

Liimid on keerulised ainete segud ning õige koostisega liimi valimine on keeruline. Ühesuguste materjalide liimimine on kergem, kui erinevate materjalide liimimine. Mööblitööstuses kasutakse liime nii materjalide valmistamiseks, erinevate detailide liitmiseks kui ka erinevate materjalide kinnitamiseks mööblile.

Töö eesmärk oli võrrelda ettevõttes kasutuselolevat liimi SikaFlex 221<sup>®</sup> sarnaste toodetega, mida ettevõtte võiks kaaluda kasutusele võtta. Katsekehad lõigati AS Sarkopis kasutades samasid materjale, mis on neil kasutusel igapäevaselt ning liimiti Tallinna Tehnikaülikooli Puidutöötlemise õppetoolis, kus toimus ka katsetamine. Kokku katsetati töös viite liimi. Kokku teostati üheksa seeriat katseid kus igas seerias oli viis paralleelkatset. Samuti tehti katseid SikaFlex 221<sup>®</sup> ga erinevates eeltöötlemise tingimustes. Kui erinev eeltöötlus oleks andnud suure erinevuse tugevuses, siis saaks parandada liimliite kvaliteeti ka liimi vahetamata.

Töö eeldus pidas paika ja kõige parema tulemuse andis professionaalne hermeetikliim Terostat MS939. Hetkel kasutuselolev SikaFlex 221<sup>®</sup> andis nõrgeimad tulemused roostevaba metalli ning puitmaterjali liimimiseks. Erinev eeltöötlus ei andnud suuri erinevusi. SikaFlex 221<sup>®</sup> lahtitulemine oli väga sarnane objektidel tehtud piltidega - liim tuli metalli küljest lahti. Würth Power Tack on nõrgema tugevusega kui Terostat MS939, kuid siiski ligi kolm korda tugevam kui SikaFlex 221<sup>®</sup>. Kuna käesolev töö ei keskendunud liimide maksumusele, siis kasumlikkuse võrdlus tuleks läbi viia ettevõttel.

## SUMMARY

Bachelor thesis „title“ was carried out in Tallinn University of Technology in Chair of Woodworking. This work has been made in cooperation with AS Sarkop to find solution to their production problem of disconnecting metal sheet from wooden material. Company has had many instances where they have had to send out team to fix furniture, because metal glued on the furniture had come loose from MDF board.

Adhesives are complicated mixtures of substances. They are made of many components. Choosing adhesive with right components is complicated. Gluing similar materials together is much easier than gluing together different types of materials. In furniture industry adhesives are used for both- gluing similar and different materials.

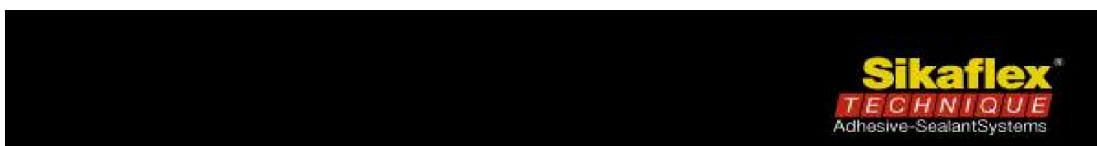
The goal for this thesis was to compare adhesive SikaFlex 221 what company currently is using to similar products they could consider using.

All together five different adhesives were tested. There were nine series of tests and each series had five parallel tests. SikaFlex 221 was tested in three different presettings. Test samples were cut in AS Sarkop using same materials as they are using in everyday production and samples were glued in TUT Chair of Woodworking, where also the tests were conducted.

Thesis presumption was correct and the best result was achieved by professional adhesive Terostat MS939. Currently used SikaFlex 221 gave the weakest results irrespective of presettings. Breaking was very similar as seen on the projects company has made - glue came off from metal sheet leaving almost no marks on metal.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Peep Christjanson. Adhesioon ja adhesiivid. Teine trükk. Harjumaa: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus, 2004. 144 lk.
2. Gerd Habenicht. Applied Adhesive Bonding: A Practical Guide for Flawless Results. Wiley 2008. 186 lk
3. Rubin Shmulsky, P. David Jones, Forest Products and Wood Science. Kuues trükk. Inglismaa: Wiley 2011. 483 lk.
4. William P. Spence. The Home Carpenter & Woodworker's Repair Manual. New York: Sterlin, 2005. 114 lk
5. Würth tootekataloog. [WWW] <http://www.wuerth.ee/index.php?page=158&> (26.03.2015)
6. SikaFlex 221 infoleht. [WWW] <http://polymerteknik.com/doc/Sikaflex-221-TDS.pdf> (26.03.2015)
7. Sikabond 500 infoleht. [WWW] [http://fin.sika.com/fi/solutions\\_products/Documents.html](http://fin.sika.com/fi/solutions_products/Documents.html) (26.03.2015)
8. Terostat MS 939 infoleht. [WWW] <http://www.farnell.com/datasheets/1322560.pdf> (26.03.2015)



Infoleht 02.02 TA

# Sikaflex®-221

## 1- komponentne liim- ja tihendusmass

### Tehnilised andmed:

|                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Toode                            | 1- komponentne polüuretaan           |
| Värv                             | Valge, must, hall, pruun             |
| Tihedus (DIN 53479) (mitte kuiv) | u 1,25 kg/ l ( sõltuvalt värvist)    |
| Stabiilsus                       | Hea, ei valgu                        |
| Kõvenemisviis                    | Õhuniiskuse toimel                   |
| Puutekuiv*                       | 45 - 60 minutit pärast pealekandmist |
| Kõvenemiskiirus*                 | 3 mm ööpäevas. (vaata diagrammi)     |
| Mahumuutus (DIN 52451)           | 5%                                   |
| Kõvadus Shore A (DIN 53505)      | 40                                   |
| Katkevenivus(DIN 53504)          | 600%                                 |
| Rebimistugevus (DIN 53515)       | 6 N/ mm                              |
| Pidev kasutustemperatuur         | -40°C - +90°C                        |
| Lühiajaline ( u 8 tundi )        | 120°C                                |
| Eritakistus (DIN 53482)          | 10 <sup>10</sup> Ω cm                |
| Lubatud deformatsioon            | 10% vuugi laiusest                   |
| Pakend                           | 310 ml padrun, 600 ml kilepakend     |
| Säilivus (ladustatud alla +25°C) | 12 kk.                               |

\* =kuivamistingimused: +23°C ja 50% suhteline õhuniiskus

### Tootekirjeldus:

Sikaflex®-221 on kvaliteetne, elastne ühekomponentne polüuretaanpõhjaline suurepärase nakkeomadustega liim- tihendusmass. Sikaflex®-221 kõveneb õhuniiskuse toimel, moodustades pikaajalise elastomeeri. Toode valmistatakse vastavuses Sika kõrgete ISO 9001/14001 kvaliteedinõuetele.

### Kasutusvaldkonnad:

Sikaflex®-221 sobib liiklusvahendite kerede valmistamisel, vagunelamute ja kaubaveokonteinerite valmistamisel, paadi ja laevatööstuses, torupaigaldustel, kütte-, ventilatsioon- ja külmutusseadmete tööstuses, valgustite ja aparaaditööstuses, mahuti- ja plastmassitööstuse erinevatel aladel. Sikaflex®-221 tihendab puitu, metalle, plaste, klaaskiudu, PVC- tüüpi plaste, alumiiniumi, roostevaba

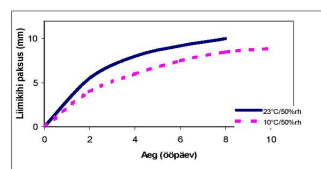
terast, keraamikat ning värvitud pindasid.

### Toote eelised:

- Ühekomponentne
- Kuivades elastne
- Lõhnatu
- Hea ilmastiku- ja vananemiskindlus
- Ei põhjusta korrosiooni
- Võib üle värvida erinevate värvitüüpidega
- Võib lihvida
- Liimib ja tihendab kindlalt erinevaid materjale
- Võib kasutada toiduainetetööstuses

### Kõvenemisviis:

Sikaflex®-221 kuivab õhuniiskuse toimel. Madalatel temperatuuridel ja talvel õhu niiskusesisaldus alaneb ning kuivamine aeglustub. Talvekuudel võib kuivamisaega kiirendada õhuniiskuse suurendamisega õhuniisutajatega.



**Keemiline vastupidavus:**

Sikaflex®-221 talub kestvalt: vett, merevett, lubjavett, vedelaid pesemisaineid, nõrku happeid ja leeliseid. Lühiajaliselt: vedelkütuseid, mineraalõli, taime- ja loomarasvuni ning -õlisid. Ei talu: orgaanilisi lahusteid, tugevaid leeliselisi- ja mineraalhappeid, värvi vedeldajaid, bituumenit, asfali, alkoholi. Eespool mainitud andmed põhinevad polüuretaanliimide kasutusala üldjuhendil. Taotluse korral anname objektkohast nõu.

**Toote kasutamine:**

*Pindade eelkäsitlus:* Töödeldavad pinnad peavad olema puhtad, kuivad, rasva- ning tolmuvabad. Pinnad puhastatakse Sika® - Cleaner 205 rasvaeemaldus- ja aktiviseerimisainega. Liimitavad materjalipinnad tuleb Sika Primeri tabeli järgi eelnevalt kruntida.

Torgake läbi 310 ml padrundi mas-tiksi väljatulemise ava kaitse ja paigutage padrundi liimipüstolisse. 600 ml sukk paigutage liimipüstoli sisse ja avage suka ots, lõigates suka ots sulgemisrõnga juurest lahti. Lõigake otsik vastavalt vajadusele. Kasutage liimisegu peale kandmiseks vaid survekolviga varustatud liimipüstoleid (käsi-, suruõhu-, akutoitega liimipüstol). Avatud toode säilib õhukindlalt kasutamiskõlblikuna maksimaalselt 1 nädal. Soovitame toote ära kasutada sama päeva jooksul.

**NB:** Toodet ei soovitata kasutada temperatuuril alla +5°C ega üle +35°C. Liimisegu /materjalipindade kõige sobivam temperatuur on vahemikus +15°C ja +25°C. 23 ja 195 liitrite suurpakendite kasutamise võimalustest saate informatsiooni meie esindaja käest.

**Kasutusohutus:** Enne toote kasutuselevõttu tutvuge kehtiva kasutusohutuse infolehega. Keskkond: Kõvenenud toode ei põhjusta keskkonnakahjustusi. Jäätmete käitlemine: Põletamine kontrolli all jäätmekäitluskeskuses. Kõvenenud toodet käideldakse nagu tavapäraseid jäätmeid.

**Vuugi viimistlus:** Nähtavate tihendusvuukide viimistlus sooritatakse enne tihendusmassi kuivamist tolmu- ja niiskuse vabaks. Hea tulemuse saamiseks soovitame viimistlus teha Sika® Tooling Agent N. Ära kunagi kasuta värske pindade silumiseks lahusteid.

**Ülevärvimine:** Sikaflex®-221 on kuivanuna ülevärvitav tavaliselt tööstuses kasutatavate värvidega v.a. alküüd- ja PVC- põhised värvid. Erijuhtudel soovitame teha katsevärvimised, et veenduda materjalide kokkusobivusest. Paksud ja kõvad värvikihid võivad deformatsioonide tulemusena elastse materjali peal praguneda.

**Plekkide eemaldamine:**

Kõvenemata Sikaflex®-221 puhitakse tööriistadelt ja vahenditelt Sika® Remover-208 abil. Kõvenenud toodet on võimalik eemaldada ainult mehhaaniliselt. Kätele sattunud plekid tuleb eemaldada enne nende kõvenemist nt. Sika Handclean – puhastuslapiga või sobiva tööstusliku pesuvahendiga.

**Lisainformatsioon:**

Vajaduse korral saadame Teile järgmised väljaanded:  
– Kasutusohutuse infoleht  
– Sika Primeri tabel

**Märkus:**

Kõik suulised või kirjalikud nõuanded, juhised ja soovitusel, mis on meie poolt antud toote kasutajale või müüjale selle toote kasutamise kohta, on antud heas usus ja põhinevad parimatel kogemustel ja hetke teadmistel ning heakskiidetud praktilisel.

Need nõuanded on antud ilma garantiideta ja need ei sisalda mingisuguseid ostu- müügi lepingust tulenevaid kohustusi või vastutust. Soovitame alati katsetada ja teha proovitöö. Kasutaja ja ostja kohustus on veenduda toote sobivuses konkreetse kasutuskoha jaoks ja veenduda, et kolmandate osapoolte õigusi ei riivata. Kõik tellimused kiidetakse heaks ja neid käsitletakse üldiste müügi- ja transpordi tingimuste kohaselt. Tehnilise lisainformatsiooni saamiseks ja erilistel juhtudel pöörduge meie esinduse poole.



Oy Sika Finland Ab Eesti filiaal, Akadeemia tee 21-A112, 12618 Tallinn, Eesti  
Tel: +372 639 70 90, Fax: +372 639 70 80, GSM +372 50 67 440  
Internet: www.sika.fi., E-mail: tony.ahas@sika.ee

## Lisa 2. Liim Würth Power Tack Paigaldusliim infoleht



### POWER TACK PAIGALDUSLIIM

Paigaldusliim sise- ja välitöödeks.

**Kood**  
**0893 225 105**

**Sisaldab**  
**290ml**



Kõik liistud



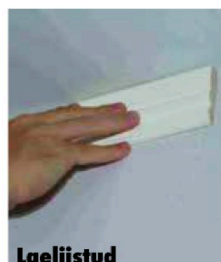
Peeglid



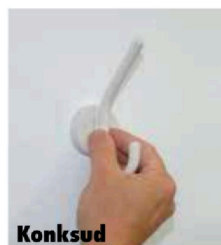
Nurgaliistud



Piirdeplekid



Laeliistud



Konksud

**Hea algtugevus**  
**Väga tugev liim**  
**Suurepäraseid tihendusomadused**  
**UV-kindel**  
**Mereveekindel**  
**Hallituskindel**  
**Nakkub peaaegu kõikide materjalidega**  
**Sise- ja välitingimustes**  
**Ülevärvitav**  
**Ei sisalda happeid, lahusteid, isotsüanaate, silikooni.**  
**Kasutajale ohutu**  
**Värvus: valge**

|                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| Baasaine              | MS                              |
| Kõvadus (ShoreA)      | 60                              |
| Tihedus               | 1,57                            |
| Kõvenemine            | Niiskuse toimel                 |
| Kõvenemiskiirus       | 2-3 mm/ööp                      |
| Nahkumine             | 10-15 min                       |
| Paigaldustemperatuur  | +5...+40 °C                     |
| Temperatuuritaluvus   | -40...+100 °C                   |
| Lühiajaliselt         | ...+130 °C                      |
| Max 1 h               | ...+150 °C                      |
| Murdevenivus          | 350 %                           |
| Elastsus              | +/-25 %                         |
| Kahanemine            | 0 % (tahke aine sisaldus 100 %) |
| Kemikaalide taluvus   | Hea                             |
| Tõmbe-/lõiketugevus   | 2,2 N/mm <sup>2</sup>           |
| Vananemiskindlus      | Suurepärase                     |
| Ülevärvitavus         | Hea+                            |
| Vesialuselid värvid   | Koheselt                        |
| Lahustibaasil värvid  | Peale kuivamist                 |
| Lõhn pärast kuivamist | Lõhnatu                         |

#### Eripärad:

Liimi kõvadus, ShoreA 60 on samas suurusjärgus tuuleklaasiliimide kõvadusega, st püsib tugevasti kinni. Liimi võib kasutada samadel eesmärkidel kui Liimtihendit või MS-Polümeermassi.

Otsik on sarnane tuuleklaasiliimide otsikuga, mis tagab korrapärase massi pinnale kandmise, tugeva ja vastupidava paigalduse ning tiheda struktuuri.

Ei sobi akvaariumitele.

Ei sobi rasvastele plastidele PP, PE ega teflonile.

Ei sobi tuuleklaasi liimimiseks, kuigi toimiks, kuid sellel puudub heakskiit.

Juhised on pikaajalistel ja hoolikatel katsetustel põhinevad soovitusel. AS Würth ei võta vastutust lõpptulemuste kohta kasutuskohtade suure hulga ja meist sõltumatute ladustamis- ja töötingimuste tõttu. Vajadusel kontrolli toote sobivust kasutuskohaga enne kasutamist.

**7.109**



## Lisa 3. Terostat MS939 ingliskeelne infoleht.

Technical Data Sheet



### Terostat MS 939

18 August 2009

#### PRODUCT DESCRIPTION

Terostat MS 939 provides the following product characteristics:

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <b>Technology</b>   | Silane modified polymer       |
| <b>Product Type</b> | Adhesive/Sealant              |
| <b>Components</b>   | One-component                 |
| <b>Cure</b>         | Humidity                      |
| <b>Application</b>  | Assembly                      |
| <b>Appearance</b>   | White, Off-white, Grey, Black |
| <b>Consistency</b>  | Pasty, Thixotropic            |
| <b>Odor</b>         | Characteristic                |

Terostat MS 939 is a gun-grade, one-component sealant based on silane modified polymers, which cures by reaction with moisture to an elastic product. The skin formation and curing times are dependent on humidity and temperature, and the curing time also depends on joint depth. By increasing the temperature and moisture these times can be reduced; low temperature as well as low moisture retard the process. Terostat MS 939 is particularly sag-resistant leading to a high position tack after matching of the parts to be bonded. Terostat MS 939 is free of solvents, isocyanates, silicones and PVC. It demonstrates good adhesion to many substrates and is compatible with suitable paint systems. The sealant also demonstrates good UV resistance and can therefore be used for interior and exterior applications. Terostat MS 939 demonstrates the strength necessary for elastic bonding. This property of the product also remains at the temperatures in repair ovens (max. 100°C). Terostat MS 939 shows no shrinkage, and therefore dimpling and tension stress are not observed under these conditions. Terostat MS 939 allows accelerated curing as two-component material. See separate data sheets Terostat MS Power & Speed Technology or Terostat MS 2c-Technology.

#### Application Areas:

Terostat MS 939 is used for the following applications: elastic bonding of metals and plastics, e.g. side panelling and bonding of the roof skin in the vehicle and caravan manufacture, elastic, interior and/or exterior seam and joint sealing in the following areas: vehicle body, caravan, railway carriage, container and general metal construction; the electrical, plastics, air-conditioning and ventilation industries

#### TECHNICAL DATA

|                                           |                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Density, g/cm <sup>3</sup> , white, grey: | approx. 1.5                    |
| Density, g/cm <sup>3</sup> , off-white:   | approx. 1.45                   |
| Density, g/cm <sup>3</sup> , black:       | approx. 1.45                   |
| Sag resistance:                           | no sagging (DIN profile 15 mm) |
| Skin formation time, min*:                | approx. 10                     |
| Cure rate, mm/24 hrs:                     | approx. 3                      |
| Shore-A-hardness (ISO 868, Durometer A):  | approx. 55                     |

|                                                            |                                       |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tensile strength (acc. to ISO 37), MPa:                    | approx. 3.0                           |
| Elongation at break (acc. to ISO 37, speed 200 mm/min), %: | approx. 250                           |
| Stress at 100 % elongation (acc. to ISO 37), MPa:          | approx. 1.6                           |
| Volume change (acc. to DIN 52451), %:                      | <2                                    |
| Paint compatibility:                                       | in principle compatible               |
| UV resistance:                                             | no signif. changes                    |
| UV source:                                                 | Osram Vitalux 300W, dry UV            |
| Distance to the specimen, cm:                              | 25                                    |
| Test period, weeks:                                        | 6                                     |
| QUV resistance:                                            | no signif. changes                    |
| QUV source:                                                | QUV weatherometer acc. to DIN 53384-A |
| Test period, weeks:                                        | 6                                     |
| Reference IEC 61215/61646 clause 10.13:                    | given                                 |
| Damp heat test durability **:                              | 1,000                                 |
| Test period, hours:                                        | 5 to 40                               |
| Application temperature, °C:                               | -40 to +100                           |
| In service temperature range, °C:                          | 120                                   |
| Short exposure (up to 1 h), °C:                            | 23°C, 50% relative air humidity       |
| * ISO 291 standard climate:                                | 85°C, 85% relative air humidity       |
| **Damp heat conditions:                                    |                                       |

#### Certificates and Approvals

- approved to UL (Underwriters Laboratories) "Polymeric Adhesive Systems, Electrical Equipment - Component"; File: QOQW2.MH27655

#### DIRECTIONS OF USE

##### Preliminary statement:

Prior to application it is necessary to read the **Material Safety Data Sheet** for information about precautionary measures and safety recommendations. Also, for chemical products exempt from compulsory labeling, the relevant precautions should always be observed.

Henkel AG & Co. KGaA  
40191 Düsseldorf, Germany  
Phone: +49-211-797-0  
www.henkel.com



**Pre-Treatment:**

The substrates must be clean, dry, oil- and grease free. Depending on the surface it can be necessary to roughen the surface or to use a primer/adhesion promoter to provide best adhesion. When manufacturing plastics, external release agents are often used; these agents must be accurately removed prior to starting bonding or sealing. Due to the different compositions of paints, especially powder paints and the large number of different substrates, application trials before use are necessary. For cleaning, Cleaner + Diluent A, FL or Terostat 450 from the Henkel portfolio are suitable. Especially for plastics and coatings - powder coatings - Terostat 450 has to be tested. When bonding and sealing PMMA, e.g. Plexiglas®, and polycarbonate, e.g. Makrolon® or Lexan®, under tension, stress corrosion cracking may occur. Application trials before use are necessary. There is no adhesion to polyethylene, polypropylene and PTFE. Substrates not mentioned above should be subject to trials.

**Application:**

Application from 310 ml cartridges is made with the Teroson Hand or Air Pressure Pistols, and from plastic wallets (310 and 570 ml) with the corresponding FK-Hand or FK-Air Pressure Pistols. In the case of compressed air application a pressure of 2 to 5 bar is required. Low material temperatures of the sealant will lead to an increase of viscosity, resulting in a lower extrusion rate. This can be avoided by bringing the sealant up to room temperature prior to application. If substrates are too cold, temperature may fall below dew point causing condensation. This can be avoided by bringing the substrates up to room temperature in time. Terostat MS 939 can also be applied from hobbicks or drums with high pressure pumps with follower plates. See separate application directions of Terostat MS products in hobbicks and drums.

**Cleaning:**

For cleaning application equipment contaminated with uncured Terostat MS 939 we recommend the use of cleaners + diluents A or FL.

**STORAGE**

|                                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|
| Frost-Sensitive                                        | No       |
| Recommended Storage Temperature, °C                    | 10 to 25 |
| Shelf-life (in unopened original packaging), 12 months |          |

**ADDITIONAL INFORMATION****Disclaimer:**

The Information provided herein, especially recommendations for the usage and the application of our products, is based upon our knowledge and experience. Due to different materials used as well as to varying working conditions beyond our control we strictly recommend to carry out intensive trials to test the suitability of our products with regard to the required processes and applications. We do not accept any liability with regard to the above information or with regard to any verbal recommendation, except for cases where we are liable of gross negligence or false intention.

This datasheet replaces all former versions.

Reference 0.0

Henkel AG & Co. KGaA  
40191 Düsseldorf, Germany  
Phone: +49-211-797-0  
www.henkel.com





## Lisa 4. SikaBond®-500 soomekeelne infoleht.

Construction

### Tuotetietoosite

Versio 11/2014 KT, KS (orig. 6/2009)

Tunniste:

SikaBond®-500

## SikaBond®-500

### Asennusliima

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tuotekuvaus</b>             | SikaBond®-500 on 1-komponenttinen asennusliima, joka pohjautuu synteettiseen kumiin ja hartseihin. Tuotteella on hyvät tartuntaominaisuudet myös kosteisiin ja hieman kylmiin pintoihin. Liimasauma on elastinen ja sillä on hyvät tartuntaominaisuudet, kuivuttuaan se kestävä vettä. SikaBond®-500 kestävä kylmää ja lämpöä ja sillä on myös hyvät ikääntymisominaisuudet. Liima on ilmakuivuva.                                                                                                                                   |
| <b>Käyttö</b>                  | <p>SikaBond®-500 käytetään liimaukseen monille materiaaleille kuten: puu, vaneri, lastulevy, kipsilevy, muovilaminaatti, kaakeli, rauta, galvanoitu ja ruostumaton pelti, alumiini, jotkin muovit, lasikuitu, betoni, kevytbetoni, tiili jne. Ei sovelu solumuovin liimaukseen.</p> <p>Käytetään monien yksityiskohtien toteuttamiseen rakennus-, pelti- ja ilmastointitöissä, mm. rakennus-, asuntovaunu-, auto-, venetuotannossa kuten myös huvila-, auto-, vene – ja askarteluliimauksissa Voidaan käyttää sisällä ja ulkona.</p> |
| <b>Tuotetiedot</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Muoto</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Väri</b>                    | beige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Pakkaus</b>                 | 300 ml patruuna, 12 patruunaa laatikossa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Varastointi</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Varastointi / Säilyvyys</b> | 12 kk valmistuspäivästä avaamattomissa alkuperäisissä pakkauksissa. Kuivassa varastossa -10°C...+25°C lämpötilassa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Tekniset tiedot</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Koostumus</b>               | 1-komponenttinen synteettinen kumi (ilmakuivuva)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Tiheys</b>                  | ~ 1,06 kg/l                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Kovettuminen</b>            | Liima on ilmakuivuva. Kuivumisaika vaihtelee 1 – 24 tunnin välillä riippuen lämpötilasta ja liimakerroksen paksuudesta. Myös liimattavien materiaalien huokoisuus vaikuttaa kuivumisaikaan. Liima on täysin kovettunut n. 14 vuorokauden kuluttua                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Koostumus</b>               | Notkea tahna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Lämpötilan kesto</b>        | -40°C...+100°C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Menetelmä tiedot</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Työstö</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Menekki</b>                 | nauhaa pursotettaessa: ~ 20 m patruunalla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Alustan kunto</b>           | Puhdas, luja, pölytön, rasvaton ja öljytön. Maali, sementtiliima ja muut tartuntaa heikentävät aineosat on poistettava.<br>Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset on huomioitava.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Työstö</b>                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Alustan lämpötila</b>                 | Työstön ja kovettumisen ajan, alustan lämpötilan tulee olla vähintään $+5^{\circ}\text{C}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Ympäristön lämpötila</b>              | Minimi $-5^{\circ}\text{C}$ / maksimi $+25^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Työstöohjeet</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Työstömenetelmät/<br/>työvälineet</b> | <p>Leikkaa patruunan pää auki haluamastasi kohdasta saadaksesi sopivan levyisen liimasauman. Liima levitetään käsi- tai ilmanpaineikäyttöisellä saumauspistoolilla sopivan mittaisina palkoina tai liimapisteinä. Tarvittaessa liima voidaan levittää lastalla.</p> <p>Paina tartuntapintoja toisiaan vasten n. 5 minuutin ajan ja tarkista, että liima levittyy kunnolla. Liimattavaa kappaleen asemaa voidaan hienosäätää n. 10 minuutin ajan. Normaalisti liima pitää kappaleet paikoillaan heti liimaamisen jälkeen, mutta joissakin tapauksissa on suotavaa käyttää lisäkiinnitystä tai vastaavaa. Tällöin voidaan käyttää teippiä, kiiloja tai proppuja muodostamaan n. 2-3 mm:n paksuus liimalle sekä pitämään kappale paikoillaan. Elastista liimaliitosta ei saa painaa "nolliin".</p> <p>Kun SikaBond®-500 käytetään näkyvien kourulistojen saumaukseen, on massa tasoitettava heti pursotuksen jälkeen, koska liima tulee pintakuivaksi hyvin nopeasti. Tasoitus tapahtuu kätevimmin kostutetulla saumauspuikolla.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Työvälineiden puhdistus</b>           | Puhdista kaikki välineet ja roiskeet välittömästi esim. Sika® Colma Cleaner -puhdistusaineella tai asetonilla. Kovettunut materiaali voidaan poistaa ainoastaan mekaanisesti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Rajoitukset</b>                       | Liiman kuivumisen varmistamiseksi tulee huolehtia tarpeellisesta ilmanvaihdesta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Huom.</b>                             | Kaikki tekniset mitta-arvot tässä tuotetietoesitteessä perustuvat laboratoriotesteihin. Käytännössä saadut mittausarvot voivat vaihdella johtuen olosuhteista, jotka eivät ole Sikan kontrolloitavissa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Paikalliset määräykset</b>            | Tämän tuotteen ominaisuudet voivat vaihdella johtuen erimaissa noudatettavista paikallisista määräyksistä. Tutustukaa kunkin maan paikalliseen tuotetietoesitteeseen ja siinä annettuihin ohjeisiin.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Terveys ja turvallisuus</b>           | Saadakseen tietoa ja neuvoja kemiallisten tuotteiden turvallisesta käsittelystä, varastoinnista ja hävittämisestä käyttäjän tulee tarkistaa viimeisin käyttöturvallisuustiedote, jossa on tietoa fyysisistä, ekologisista, toksikologisista ja muista turvallisuuteen liittyvistä asioista.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Käyttäjän vastuu</b>                  | <p>Nämä neuvot ja ohjeet on annettu käyttäjän opastukseksi sitoumuksesta eivätkä ne vapauta käyttäjää vastuusta varmistua tuotteen sopivuudesta yksittäisessä tilanteessa. Kaikki tieto, ja erityisesti kaikki suositukset liittyen Sika-tuotteiden työstämiseen sekä loppukäyttöön, on annettu hyvässä uskossa perustuen Sikan tämänhetkiseen tietämykseen ja kokemukseen tuotteistamme, kun niiden huolellinen varastointi, käsittely ja käyttö tapahtuu normaaliolosuhteissa Sikan suositusten mukaisesti.</p> <p>Käytännössä erot materiaaleissa, käsiteltävissä alustoissa ja todellisissa työskentelyolosuhteissa ovat sellaiset, että mitään varsinaista takuuta koskien tuotteen myyntiä tai sopivuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen tai mitään muutakaan oikeudellista vastuuta ei ole johdettavissa näistä ohjeista, mistään kirjallisista suosituksista tai annetuista neuvoista. Käyttäjän tulee testien avulla varmistua tuotteen sopivuudesta aiotuun käyttökohteeseen ja -tarkoitukseen. Sika varaa itselleen oikeuden muuttaa tuotteen ominaisuuksia.</p> <p>Kolmansien osapuolten oikeudet on huomioitava. Kaikissa tilauksissa ja toimituksissa noudatetaan voimassa olevia yleisiä myynti- ja toimitusehtojamme. Käyttäjän on aina tukeuduttava ko. tuotteen viimeisimpään voimassa olevaan paikalliseen tuotetietoesitteeseen, jonka toimitamme pyydettyä.</p> |



Oy Sika Finland Ab  
Koskelontie 23 C  
PL 49  
02921 Espoo

Puhelin +358 9 511 431  
Telefax +358 9 511 433 00  
www.sika.fi



SikaBond®-500

2/2

## Lisa 5. Würth Liim+ Tihendmass infoleht.



### LIIM+TIHENDMASS



**Liimib ja tihendab puud, plasti, metalle, plaate ja ehitusmaterjale. Eriti hea ehitusvuukide, pragude, liimliidete, keevisõmbluste, pölv- ja neetliidete tihendamiseks.**

| Värvus    | Padrun 310 ml | Vorst 600 ml |
|-----------|---------------|--------------|
| Valge     | 0890 100 1    | 0890 100 181 |
| Hall      | 0890 100 2    | 0890 100 182 |
| Must      | 0890 100 3    | 0890 100 183 |
| Tumepruun | 0890 100 4    |              |
| Helepruun | 0890 100 5    |              |

**Elastne ja kokkutõmbumatu**  
**Nakkub tugevalt, kuivab kiirelt ja on püsivalt elastne.**  
**Sobib peaaegu kõige liimimiseks ja tihendamiseks.**

Püsivalt elastne  
 Kokkutõmbumatu, kuivab kiirelt  
 Lihvitav ja värvitav  
 Lihtne paigaldada, püsib ka vertikaalsetel pindadel  
 Keemiliselt vastupidav, temperatuuritaluvus -40 °C...+80 °C  
 Hea vibratsiooni ja mürasummutusvõime  
 Sobib ka erinevate materjalide liimimiseks (näit.klaas+metall)  
 Tasandab vahed, mis tekivad paisumisel temperatuuri tõttu.  
 Talub merevett



Otsiku ava lihtsamalt lõigatav mööda abijooni.  
 Kolm erinevat vuugi laiust.  
 V-avaga saab korraka täita sügavamad pragud.

|                     |                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baasaine            | Polüuretaan                                                                                                                         |
| Ladustamisaeg       | 12 kuud (+10 °C .... +25 °C)                                                                                                        |
| Kasutuskohad        | Ehitus-, puidu- ja metallitööstus, autokered, paadid ja laevad                                                                      |
| Tihedus             | 1,2 kg / l                                                                                                                          |
| Ruumala muutus      | umb. 6 %                                                                                                                            |
| Puutekiiv           | (+23 °C, suht.õhuniiskus 50 %) umb. 50 min.                                                                                         |
| Kuivamisaeg         | (+23 °C, suht.õhuniiskus 50 %) umb. 4 mm /24 h                                                                                      |
| Kõvadus Shore A     | (DIN 53505) umb. 40                                                                                                                 |
| Murdevenivus        | (DIN 53504) >600 %                                                                                                                  |
| Tõmbetugevus        | (DIN 53504) n. 1,8 N/mm <sup>2</sup>                                                                                                |
| Lõiketugevus        | (DIN 53283) > 1 N/mm <sup>2</sup>                                                                                                   |
| Taastumisvõime      | (DIN 52458 / EN 27389) umb. 90 %                                                                                                    |
| Venivus             | +5 % vuugi laiusest                                                                                                                 |
| Omalakistus         | 10 <sup>10</sup> ohm*cm                                                                                                             |
| Töötemperatuur      | +5 °C - +35 °C                                                                                                                      |
| Temperatuuritaluvus | Lühiajaliselt (max. 8h) -40 °C - +90 °C +120 °C                                                                                     |
| Ülevärvitavus       | Võib värvida peale kuivamist. Eelnev sobivuse proovimine vajalik. Tähelepanu! Ei sobi alkuüld- või kunstivaikvärvidega värvimiseks. |
| Vastupidavus        | Mere- ja lubjavesi, nõrgad happed ja leelised, lahjad pesuvahendid.                                                                 |
| Talub lühiajaliselt | Kütused, mineraalõli, taimsed- ja loomsed rasvad ja õlid.                                                                           |

© AS Würth 01/13

Juhised on pikaajalistel ja hoolikatel katsetel põhinevad soovitusel. AS Würth ei võta vastutust lõpptulemuste kohta kasutuskohtade suure hulga ja meist sõltumatute ladustamis- ja töötingimuste tõttu. Vajadusel kontrolli toote sobivust kasutuskohaga enne kasutamist.

111