



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
51/2023

SILKO 1.701

Liikuntasaumojen korjaaminen (sisältö
vastaa versiota 1/2020)

siltojen
SILKO
korjaus





Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7868/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	SILKO 1.701 Liikuntasaumojen korjaaminen (1/2020)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjärühmät
liikuntasaumat, korjaus, korjaaminen	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 1.701 Liikuntasaumojen korjaaminen (sisältö vastaa versiota 1/2020)

Tässä ohjepäivityksessä on täsmennetty Väyläviraston roolia. Sisällöllisesti ohje on muuttumaton. Väylävirasto ei toimi ohjeessa mainittujen tuotteiden hyväksyjänä, vaan Väylävirasto tilaajana asettaa tuotteille vaatimuksia ja arvioi tuotteiden vaatimustenmukaisuuden.

Väylävirasto, taitorakenneyksikkö 2019

Ohjetyöryhmä:

- Antti Rytönen, pj. Väylävirasto, taitorakenneyksikkö
- Pekka Siitonen, Väylävirasto, taitorakenneyksikkö
- Ari Husso, siht. A-Insinöörit Civil Oy
- Pertti Kaista, Sweco Rakennetekniikka Oy

Asiantuntijat:

- Hannu Tikka, Lujitustekniikka Oy
- Matti Janhunen, Insinööritoimisto Matti Janhunen Oy
- Martti Kinnunen, Insinööritoimisto Tensicon Oy
- Timo Repo, Uudenmaan ELY-keskus
- Jussi Kurhinen, Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy
- Eetu Väisänen, Destia Oy

Konsultti:

- Ari Husso, A-Insinöörit Civil Oy

Piirroksat:

- Kuvat 1, 3, 5, 7, 9, 13, 15, 18, 21, 23, 25 ja 28: Ari Husso

Valokuvat:

- Kuva 2: SK-2428 Kirkonvarkauden silta, Pasi Hukkanen
- Kuva 4: L-2256 Kaukosen silta, Antti Rytönen
- Kuva 6: Väyläviraston kuva-arkisto
- Kuva 8: U-2828 Kesiäisjoen Silta, Antti Jussila
- Kuva 10: U-3072 Tähtiniemen silta, Antti Rämät
- Kuva 11: U-3072 Tähtiniemen silta, Antti Rytönen
- Kuva 12: L-2256 Kaukosen silta, Väyläviraston kuva-arkisto
- Kuva 14: U-1041 Vantaanjoen silta, Antti Jussila
- Kuva 16: U-6141 Haagan risteysilta S4, Ari Husso
- Kuva 17: U-1554 Marjalan risteysilta, Antti Rytönen
- Kuva 19: U-1318 Treksilän silta, Antti Jussila
- Kuva 20: U-3762 Västensundomin risteysilta C, Antti Rytönen
- Kuva 22: KaS-1144 Norssalmen silta, Matti Airaksinen
- Kuva 24: KaS-753 Mansikkalankosken silta, Timo Reikko
- Kuva 26: U-6098 Lauttasaaren silta, Jetta Uotila
- Kuva 27: T-1079 Makarlan ylikulku- ja risteysilta, Jorma Lampinen
- Kuva 29: H-2754 Autovarikon risteysilta, Kari Niemi
- Kuva 30: U-1670 Päivärinteen silta, Ari Husso
- Kuva 31: U-6321 Tapanilankyläntien silta, Ari Husso

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö	Minna Torkkeli
Rautatiejohtaja	Jukka Ronni
Tieliikennejohtaja	Jarmo Joutsensaari
Asiantuntija, sillat	Jari Nikki

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

LISÄTIETOJA

Taulukko jatkuu...

Jari Nikki

Väylävirasto

www.vayla.fi

PL 33, 00521 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

etunimi.sukunimi@vayla.fi

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Faksi 0295 34 3700

kirjaamo@vayla.fi

Sisällys

1	YLEISTÄ.....	7
1.1	OHJEEN KÄYTTÖALUE.....	7
1.2	SUOMESSA KÄYTETYT LIIKUNTASAUMATYYPIT.....	8
1.2.1	LIIKUNTASAUMANAUHAT.....	10
1.2.2	YKSIKUMISET LIIKUNTASAUMALAITTEET.....	11
1.2.3	MONIKUMISET LIIKUNTASAUMALAITTEET.....	12
1.2.4	POLYMEERIBITUMISET MASSALIIKUNTASAUMAT.....	14
1.2.5	BITUMITTOMAT POLYMEERIMASSALIIKUNTASAUMAT.....	17
1.2.6	MATTOLIIKUNTASAUMAT.....	18
1.2.7	SORMILIIKUNTASAUMAT.....	19
1.3	TUKIKAISTAT.....	21
1.4	VEDENJOHTOLAITTEET LIIKUNTASAUMAN KOHDALLA.....	21
1.5	LIIKUNTASAUMARAKENTEISSA ESIINTYVÄT TYYPILLISET VAURIOT JA NIIDEN KORJAAMINEN.....	21
1.5.1	LIIKUNTASAUMANAUHAT.....	22
1.5.2	YKSI- JA MONIKUMISET LIIKUNTASAUMALAITTEET.....	23
1.5.3	POLYMEERIBITUMISET MASSALIIKUNTASAUMAT.....	25
1.5.4	BITUMITTOMAT POLYMEERIMASSALIIKUNTASAUMAT.....	27
1.5.5	MATTOLIIKUNTASAUMAT.....	28
1.5.6	SORMILIIKUNTASAUMAT.....	28
1.5.7	TERÄSLEVYRAKENTEISET AVOIMET LIIKUNTASAUMALAITTEET.....	30
1.6	LIIKUNTASAUMARAKENTEEN KUNNON SELVITTÄMINEN.....	31
1.7	LIIKUNTASAUMAN/SAUMARAKENTEEN KORJAUSTYÖN VAIHEET.....	32
2	KORJAUSSUUNNITTELU.....	32
2.1	KORJATULLE LIIKUNTASAUMARAKENTEELLE ASETETUT VAATIMUKSET.....	32
2.1.1	KORJAUSMATERIAALEILLE JA -TUOTTEILLE ASETETUT VAATIMUKSET.....	33
2.2	KORJAUSSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....	33
2.3	TERÄKSISEN HULEVESIKOURUN UUSIMINEN.....	34
3	KORJAUSTYÖ.....	35
3.1	KORJAUSTYÖN LAATUVAATIMUKSET JA YKSITYISKOHDAT.....	35
3.2	VALMISTELEVAT JA ALUSTAVAT TYÖT.....	36
3.3	KORJATTAVAN LIIKUNTASAUMARAKENTEEN PURKAMINEN.....	36
3.4	LIIKUNTASAUMARAKENTEEN KORJAUS JA TYÖVAIHEET.....	37
3.4.1	LIIKUNTASAUMALAITTEEN BETONIRAKENTEET.....	37
3.4.2	LIIKUNTASAUMALAITTEET.....	37
3.4.3	MASSALIIKUNTASAUMAT.....	40
3.5	PÄÄLLYSTYSTÖISSÄ JYRSITYN MASSALIIKUNTASAUMAN YLÄPINNAN KORJAAMINEN.....	41
3.6	TUKIKAISTOJEN KORJAAMINEN.....	42
4	KORJAUSTYÖN LAADUNVARMISTUS.....	43

5	TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖNSUOJELU.....	43
5.1	TYÖTURVALLISUUS.....	44
5.2	HAITALLISET AINEET JA TUOTTEET.....	44
5.2.1	BITUMIT JA POLYMEERITUOTTEET.....	44
5.2.2	ASBESTI.....	44
5.2.3	PAH-YHDISTEET.....	45
5.2.4	PCB-YHDISTEET JA LYIJY.....	45
5.3	LIIKENTEENOHJAUS.....	46
5.4	LIIKENTEENOHJAUSLAITTEET JA TYÖMAASTA TIEDOTTAMINEN.....	46
5.5	SUOJAKAITEET JA TÖRMÄYSSUOJAT.....	46
5.6	YMPÄRISTÖNSUOJELU.....	46

1 Yleistä

Liikuntasaumarakenteiksi taitorakenteissa huomioidaan Väyläviraston ohjeen *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* sekä InfraRYL kappaleen 42510 mukaisesti:

- liikuntasaumalaitteilla varustetut saumat
- massaliikuntasaumat
- liikuntasaumanauhalla varustetut saumat
- suunnitelmakohtaiset liikuntasaumat (esimerkiksi rautatiesilloissa)

Tässä ohjeessa käsiteltäviksi saumoiksi ei lasketa saumamassalla tiivistettäviä saumoja (reunapalkin saumat, kutistumissaumat, päällysteen ja rakenteen saumat sekä päällysteen eri osien väliset saumat), jotka eivät ole varsinaisia liikuntasaumoja.

Kohdissa [1.2 Suomessa käytetyt liikuntasaumatyypit](#) – [3.4 Liikuntasaumarakenteen korjaus ja työvaiheet](#) kuvataan liikuntasaumoja sellaisina kuin ne ovat ottamatta kantaa siihen, millaisia niiden olisi pitänyt olla tai millaisia uusien saumojen nykyisin pitää olla.

1.1 Ohjeen käyttöalue

Tässä ohjeessa käsitellään sillan liikuntasaumarakenteiden tyypillisiä vaurioita ja korjausperiaatteita. Ohjeessa käsitellään liikuntasaumalaitteiden korjaussuunnitteluohjeet saumatyyppien mukaan. Liikuntasaumalaitetta uusittaessa vanha liikuntasaumalaite puretaan ja mahdolliset seurannaisvauriot korjataan tämän ohjeen mukaisesti, minkä jälkeen uudelle laitteelle tehdään vaurauskolo Väyläviraston ohjeen *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* mukaisesti. Uuden liikuntasauman suunnittelu on käsitelty edellä mainitussa ohjeessa.

Ohjeen tarkoituksena on:

- kertoa, millaisia liikuntasaumarakenteita suomalaisissa silloissa on edelleen käytössä
- esitellä liikuntasaumarakenteissa käytetyt materiaalit
- antaa ohjeet liikuntasaumarakenteiden korjaustavan valintaan
- esitellä liikuntasaumarakenteiden korjausperiaatteet ja laatuvaatimukset
- esitellä liikuntasaumarakenteiden korjaamisen työvaiheet.

Liikuntasaumarakenteiden korjaustyössä ja korjauksen suunnittelussa tulee tämän ohjeen lisäksi huomioida Väyläviraston ohje *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* sekä InfraRYL kappaleen 42510 Liikuntasaumat asettamat ohjeet ja laatuvaatimukset.

Liikuntasaumarakenteiden tuotekohtaiset tiedot ja laatuvaatimukset täyttävät tuotteet on esitetty Väyläviraston kirjeessä *Laakeri- ja liikuntasaumatuotteiden käyttö lupa*.

Jäljempänä tekstissä käsitteeseen kumi sisältyvät NR, CL ja EPDM, ellei erikseen ole muuta mainittu.

1.2 Suomessa käytetyt liikuntasaumatyypit

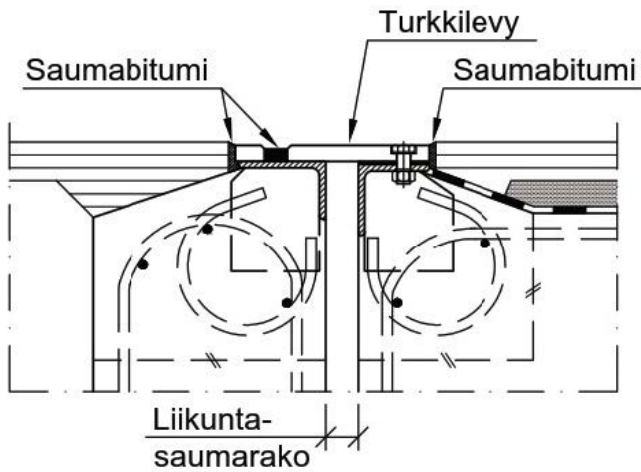
Kuvien [1 Avoimen turkkilevyliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) – [28 Ruuvikiinnitteisen yksikumisen liikuntasaumalaitteen R15 / DC-7 rakenneleikkaus](#) leikkauksissa on esitetty vanhoja liikuntasauarakenteita, jotka voivat olla edelleen käytössä ja joiden mallit saattavat olla Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävien tuotteiden listalla. Liikuntasaumoihin liittyvät ohjeet ovat kuitenkin muuttuneet, eikä leikkauksia voi sellaisenaan käyttää uusien liikuntasauarakenteiden suunnittelussa.

1970-luvulle saakka liikuntasauarakenteet tehtiin siten, että teräksiset kulmaprofiilit ankkuroitiin kiinni päällysrakenteen ja maatuen rakenteisiin ja niiden päälle kiinnitettiin peitelevy (turkkilevy). Peitelevyn kiinnitys tehtiin siten, että sillan pituussuuntaiset liikkeet pääsevät tapahtumaan (kuvat [1 Avoimen turkkilevyliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [2 Avoin turkkilevyliikuntasaumalaite, korjaustyöt käynnissä \(kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: liikuntasaumalaitteen tukikaistat puuttuvat, saumabitumi on kulunut pois tai irronnut/irrotettu\)](#)). Teräslevyrakenteiset avoimet liikuntasauarakenteet on uusittu vesitiiviinä liikuntasaumoina sillan peruskorjausten yhteydessä, ja ne ovatkin pääasiassa hävinneet Suomen silloista. Kevyen liikenteen silloilla ja kevyen liikenteen väylien kohdalla peitelevyjä käytetään uusissakin silloissa vesitiiviin liikuntasauaman päällä (kuvat [3 Peitelevyllä varustetun vesitiiviin liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [4 Peitelevyllä varustettu vesitiivis liikuntasaumalaite \(kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: peitelevyn pinnoite on vaurioitunut ja levy on ruostunut\)](#)). Silloissa saattaa kuitenkin esiintyä teräslevyrakenteisia liikuntasauvoja, vaikka ne eivät olisikaan näkyvissä. Useasti liikuntasaumalaitteet on saatettu päällystää yli, jolloin niiden havaitseminen ilman alkuperäisiä suunnitelmia saattaa olla hankalaa. Jos sillan liikuntasaumalaitteena on käytetty tyypiltään avointa liikuntasaumalaitetta, tulee liikuntasaumalaitteen alapuolella olla vedenkeruujärjestelmä, jolla vedet johdetaan hallitusti sillan rakenteiden ulkopuolelle. Kuvien [1 Avoimen turkkilevyliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [2 Avoin turkkilevyliikuntasaumalaite, korjaustyöt käynnissä \(kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: liikuntasaumalaitteen tukikaistat puuttuvat, saumabitumi on kulunut pois tai irronnut/irrotettu\)](#) mukaisia liikuntasaumalaitteita ei enää käytetä Suomen tieliikenteen silloissa.

1960-luvulta lähtien on käytetty myös vesitiiviitä liikuntasaumalaitteita, jotka perustuvat kumin hyviin kimmoisuus- ja kestävyysominaisuuksiin. Tällaisissa liikuntasaumalaitteissa esiintyy erilaisia alumiinisia tai teräksestä valmistettuja vahvikkeita tai kiinnityslaitteita.

Suomalaisissa silloissa käytetyt vesitiiviit liikuntasauarakenteet voidaan jakaa sauman liikevaran mukaan ja käytettävän materiaalin sekä rakenteen perustella seuraaviin luokkiin:

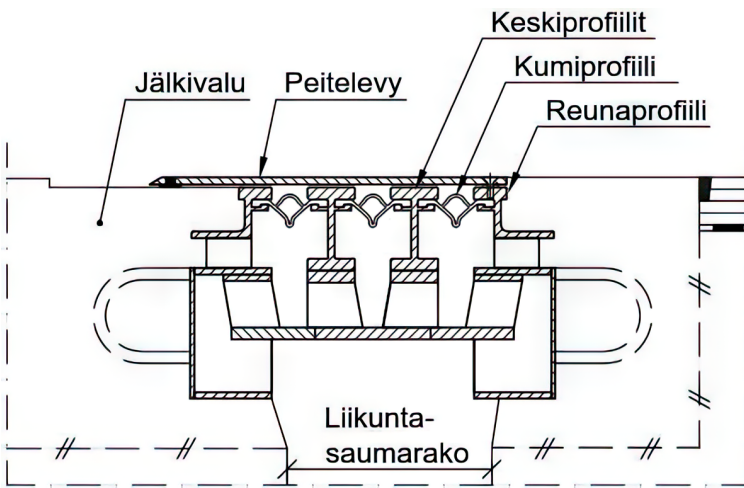
- liikuntasaumanauhat
- yksikumiset liikuntasaumalaitteet
- monikumiset liikuntasaumalaitteet
- polymeeribitumiset massaliikuntasauamat
- bitumittomat polymeerimassaliikuntasauamat
- mattoliikuntasaumalaitteet
- sormiliikuntasaumalaitteet (eivät ole vesitiiviitä, mutta alapuolinen kouru tai kumimatto johtaa vedet hallitusti pois).



Kuva 1. Avoimen turkkilevyliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



Kuva 2. Avoin turkkilevyliikuntasaumalaite, korjaustyöt käynnissä (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: liikuntasaumalaitteen tukikaistat puuttuvat, saumabitumi on kulunut pois tai irronnut/irrotettu)



Kuva 3. Peitelevyllä varustetun vesitiiviin liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



Kuva 4. Peitelevyllä varustettu vesitiivis liikuntasaumalaite (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: peitelevyn pinnoite on vaurioitunut ja levy on ruostunut)

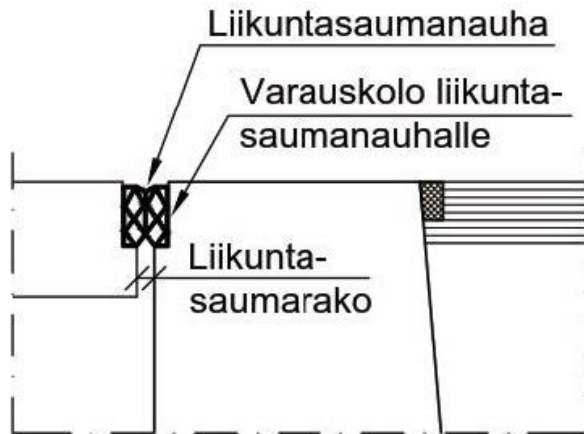
1.2.1 Liikuntasaumanauhat

Liikuntasaumanauhoihin kuuluvat nauhamaiset saumarakenteet, joiden liikevara on enintään 45 mm, yleensä liikevara on enintään 30 mm. Liikuntasaumanauhoihin kuuluvat liikuntasaumarakenteet ovat tyypillisesti erilaisista kumilaaduista tehtyjä liikuntasaumaprofiileja, puristettuun tilaan asennettuja profiileja tai betonin sisään ennen valua asennettuja saumanauhoja.

Liikuntasaumaprofiileja on käytetty reunapalkkien ja kevyen liikenteen siltojen päätysaumoissa. Epoksista valmistetuissa liikuntasaumaprofiileissa on tukikudoksella vahvennettu elastinen keskiosa ja kovat laipat, jotka on liimattu kiinni betoniin. Lisäksi liikuntasaumaprofiilin päällä voi olla elastinen massa.

Puristettuun tilaan asennettuja liikuntasaumaprofiileja on käytetty lyhyissä puukantisissa silloissa alus- ja päällysrakenteen välisessä saumassa (kuvat [5 Nauhaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [6 Nauhaliikuntasauma \(kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: kumiprofiilin urassa on roskaa ja hiekkaa\)](#)) sekä reunapalkkien saumoissa. Puristuvat liikuntasaumaprofiilit on yleensä tehty kumista tai erilaisista turpoavista materiaaleista. Reunapalkkien kohdalla puristetun liikuntasaumaprofiilin päällä voi olla elastinen massa. Liikuntasaumaprofiilien materiaalina on yleensä eteenipropeenikumi (EPDM). Eteenipropeenikumista valmistetun liikuntasaumalaitteen liikevara voi maksimissaan olla 50 mm.

Betonivaluun asennettavia liikuntasaumanauhoja on käytetty yleensä päällysrakenteen ja maatumien reunapalkkien saumoissa. Saumanauha on asennettu korkeussuunnassa sillan kannen yläpinnan tasoon sillan ulkoreunaan viettävästi. Reunapalkeissa on saumanauhan lisäksi yleensä myös reunapalkin ulkopintoja mukaileva, puristettuun tilaan asennettu liikuntasaumaprofiili ja pinnassa elastinen massa. Betonivaluun asennettavien liikuntasaumanauhojen materiaalina on yleensä polyvinyylikloridi (PVC).



Kuva 5. Nauhaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus

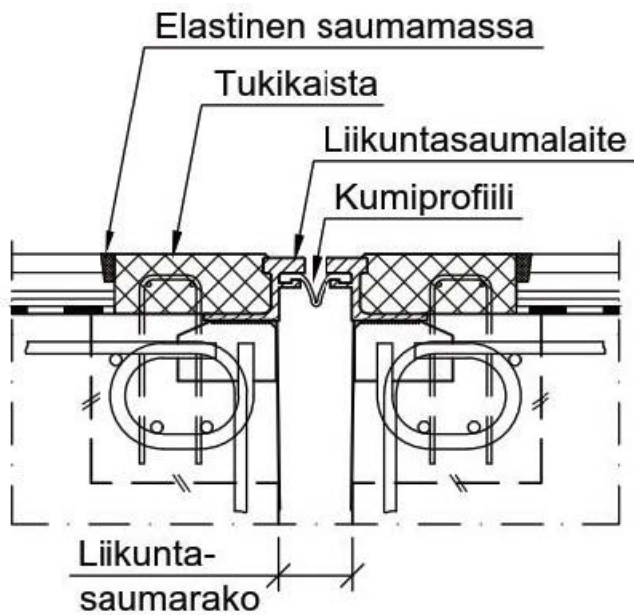


Kuva 6. Nauhaliikuntasauma (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: kumiprofiilin urassa on roskia ja hiekkaa)

1.2.2 Yksikumiset liikuntasaumalaitteet

Yksikumisessa liikuntasaumalaitteessa teräs- tai alumiinilevyjen tai profiilien väliin on asennettu kumiprofiili, joka liittyy metalliosiin vesitiiviisti. Metalliosat on kiinnitetty sillan rakenteisiin ruuvikiinnikkeillä tai ne on asennettu valuun (kuvat [7 Yksikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [8 Yksikuminen liikuntasaumalaite](#), kuvassa liikuntasaumalaitteen vaurioitunut kumiprofiili on vaihdettu ja teräsprofiilien kumiurasta on puhdistettu ruosteet pois (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: teräsosia ei ole tuotu reunapalkin ulkopuolelle, kumiprofiilia ei ole asennettu täysin uran pohjaan kiinni)). Teräksestä tai alumiinista valmistetut vahvikeosat on yleensä tehty siten, että kumiprofiili on vaihdettavissa.

Yksikumisten liikuntasaumalaitteiden molemmin puolin on yleensä tukikaista. Yksikumisten liikuntasaumalaitteiden liikevara on yleensä 50–100 mm.



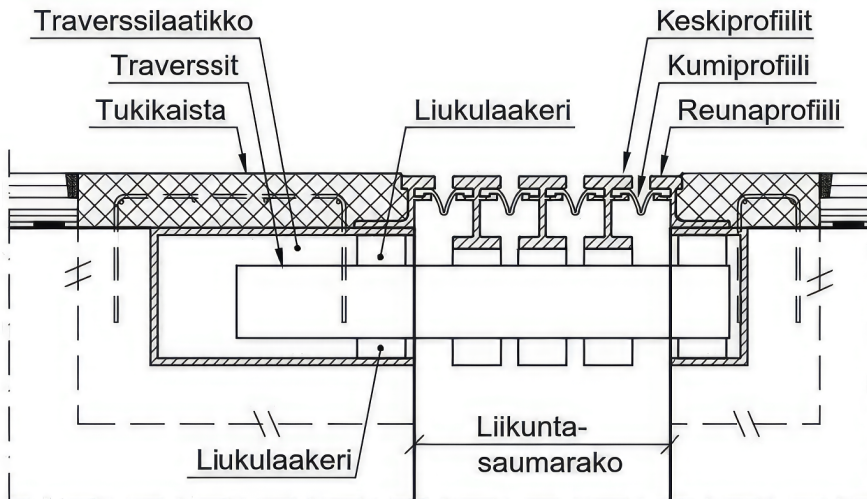
Kuva 7. Yksikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



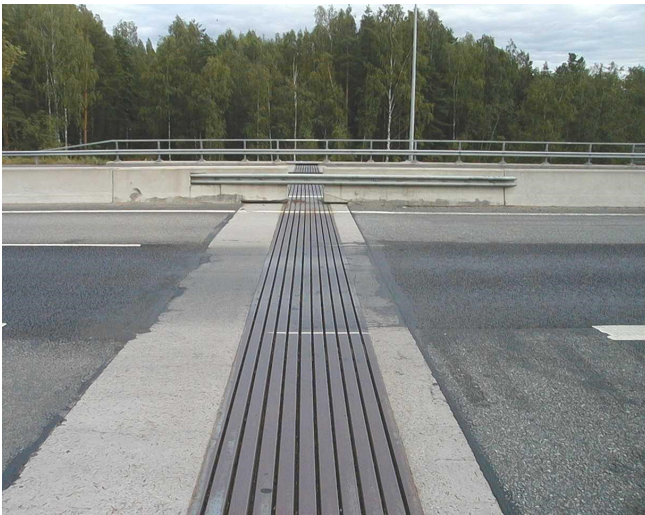
Kuva 8. Yksikuminen liikuntasaumalaite, kuvassa liikuntasaumalaitteen vaurioitunut kumiprofiili on vaihdettu ja teräsprofiilien kumiurasta on puhdistettu ruosteet pois (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: teräsosia ei ole tuotu reunapalkin ulkopuolelle, kumiprofiilia ei ole asennettu täysin uran pohjaan kiinni)

1.2.3 Monikumiset liikuntasaumalaitteet

Monikumiset liikuntasaumalaitteet ovat toimintaperiaatteeltaan samanlaisia kuin yksikumiset liikuntasaumalaitteet. Monikumisissa liikuntasaumalaitteissa teräsprofiilien väliin on asennettu useita kumiprofiileja. Kumiprofiileiden väliset teräsprofiilit tukeutuvat niiden alapuolisiin sillan pituussuuntaisiin teräsosiin eli traverssipalkkeihin, jotka liittyvät sillan rakenteisiin siten, että liikuntasauman kohdistuvat liikkeet pääsevät tapahtumaan (kuvat [9 Monikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#), [10 Monikuminen liikuntasaumalaite](#) (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: liikuntasaumalaitteen teräsosissa ja tukikaistoissa on normaalia kulumaa ja aurauskaluston aiheuttamia jälkiä) ja [11 Monikuminen liikuntasaumalaite](#) kuvattuna alapuolelta, liikuntasaumalaitteen korjaus- ja maalaustyöt ovat kesken).



Kuva 9. Monikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



Kuva 10. Monikuminen liikuntasaumalaite (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: liikuntasaumalaitteen teräsosissa ja tukikaistoissa on normaalia kulumaa ja auraskaluston aiheuttamia jälkiä)



Kuva 11. Monikuminen liikuntasaumalaite kuvattuna alapuolelta, liikuntasaumalaitteen korjaus- ja maalaustyöt ovat kesken

Monikumisten liikuntasaumalaitteiden molemmin puolin tulisi olla aina tukikaistat. Monikumisten liikuntasaumalaitteiden liikevara kasvaa sitä mukaa kun liikuntasaumalaitteeseen lisätään kumiprofiileja. Laitteen liikevara on sen yksittäisten kumien liikevarojen summa Väyläviraston kirjeen *Laakeri- ja liikuntasaumatuotteiden käyttöluopa* mukaisesti.

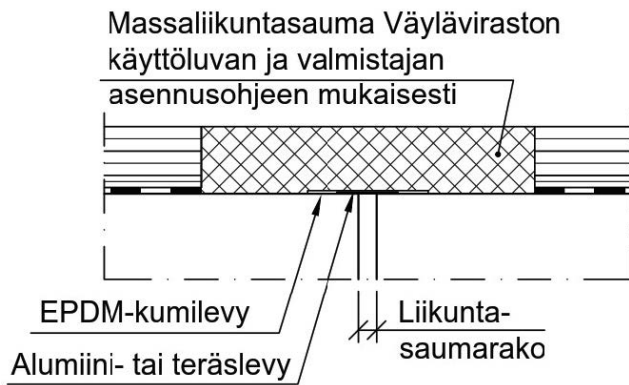
Monikumisen liikuntasaumalaitteen poikittaisten teräsprofiilien päällä voidaan käyttää teräksestä valmistettuja hiljentimiä, jotka vaimentavat sauman ylityksessä syntyvää rengasmelua (kuva 12 [Rengasmelua vaimentavat hiljentimet asennettuna monikumisen liikuntasaumalaitteen teräsprofiilien päälle](#) (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: hiljennyslevyihin on törmätty auralla siten, että levy on paikallisesti taipunut ja kiinnikkeet ovat leikkaantuneet poikki, tukikaistassa on pieniä lohkeamia törmäysvaurion kohdalla, hiljenninlevyjen pinnoite on kulunut ja levyt ovat pintaruosteessa)). Hiljentimen asentaminen liikuntasaumalaitteen yläpintaan vähentää lisäksi kivien pääsemistä kumiprofiilien uriin, jolloin kumiprofiilien vaurioitumisherkkyys pienenee. Toisaalta hiljentimet vaikeuttavat kumiprofiilin puhdistamista.



Kuva 12. Rengasmelua vaimentavat hiljentimet asennettuna monikumisen liikuntasaumalaitteen teräsprofiilien päälle (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: hiljennyslevyihin on törmätty auralla siten, että levy on paikallisesti taipunut ja kiinnikkeet ovat leikkaantuneet poikki, tukikaistassa on pieniä lohkeamia törmäysvaurion kohdalla, hiljenninlevyjen pinnoite on kulunut ja levyt ovat pintaruosteessa)

1.2.4 Polymeeribitumiset massaliikuntasaumat

Polymeeribituminen massaliikuntasauma on sillan päässä sijaitseva vesitiivis liikuntasauma päällysrakenteen ja maatuen välillä (kuva 13 [Polymeeribitumisen massaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja 14 [Polymeeribituminen massaliikuntasauma](#). Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: massaliikuntasaumassa on sauman suuntainen halkeama (sauman liikevara on liian lyhyt), saumamassan ja asfaltin välinen tartunta on pettänyt (rako massaliikuntasauman ja asfaltin välissä)). Polymeeribitumi (KB) toimii massaliikuntasauman elastisena sideaineena. Lisäksi sideaineena on saatettu käyttää polyuretaaneja (PUR).



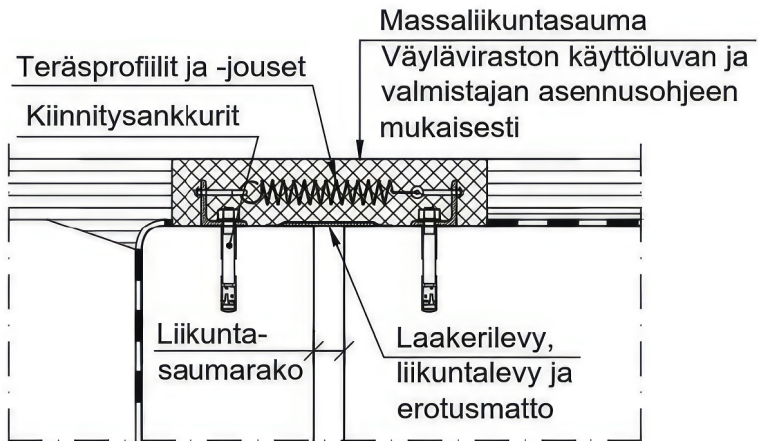
Kuva 13. Polymeeribitumisen massaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



Kuva 14. Polymeeribituminen massaliikuntasauva. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: massaliikuntasaumassa on sauman suuntainen halkeama (sauman liikevara on liian lyhyt), saumamassan ja asfaltin välinen tartunta on pettänyt (rako massaliikuntasauvan ja asfaltin välissä)

Sillan päädyssä pelkästä polymeeribitumoidusta kiviaineksesta valmistetun massaliikuntasauvan liikepituus voi olla nykyisin 35 mm. Polymeeribitumoidusta kiviaineksesta valmistettuja massaliikuntasauvoja on käytetty Suomessa 1990-luvun alkupuolelta lähtien.

Teräsoilla ja -jousilla vahvistetuilla massaliikuntasauvoilla (kuva [15 Teräsoilla vahvistetun polymeeribitumisen massaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [16 Teräsoilla vahvistettu polymeeribituminen massaliikuntasaumalaite tekoprosessin aikaan, jousia ei ole vielä kiinnitetty](#)) liikepituus voi olla sauman leveydestä ja korkeudesta riippuen enintään 75 mm nykyisin. Teräsoilla vahvistettuja massaliikuntasauvoja on käytetty Suomessa vuodesta 2008 alkaen. Kuvassa [17 Jousien asennus polymeeribitumiseen massaliikuntasauvaan](#) on esitetty tilanne, jossa jousia ollaan asentamassa kiinni L-teräksiin.



Kuva 15. Teräsoilla vahvistetun polymeeribitumisen massaliikuntasäumalaitteen rakenneleikkaus



Kuva 16. Teräsoilla vahvistettu polymeeribitumisen massaliikuntasäumalaite tekoprosessin aikaan, jousia ei ole vielä kiinnitetty

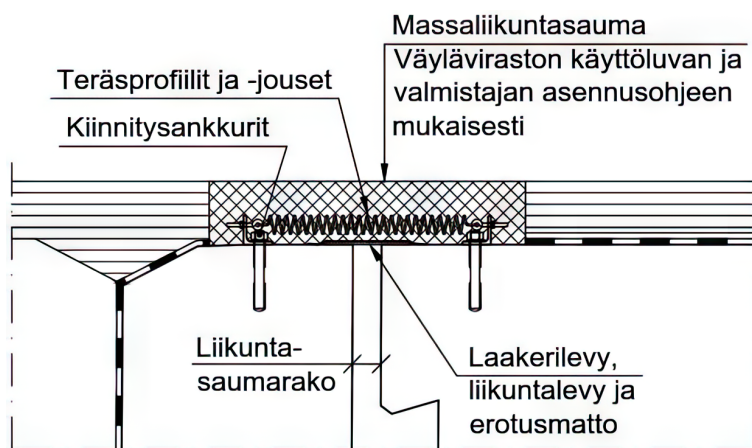


Kuva 17. Jousien asennus polymeeribitumiseen massaliikuntasäumaan

1.2.5 Bitumittomat polymeerimassaliikuntasaumat

Bitumittomat polymeerimassaliikuntasaumat ovat polymeeribitumisten massaliikuntasaumojen kaltaisia vesitiiviitä liikuntasaumojä päällysrakenteen ja maatuen välillä. Bitumiton ja bitumillinen massaliikuntasauma eroavat toisistaan sideaineen ja valmistustavan perusteella. Bitumittomat massaliikuntasaumat valmistetaan kylmänä sekoittamalla saumamassan komponentteja keskenään (polymeerinen sideaine, runkoaines ja kovetin). Sekoitettu massa jähmettyy nopeasti valmiiksi massaliikuntasaumaksi (kuva 18 Bitumittoman polymeerimassaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus ja 19 Bitumiton polymeerimassaliikuntasaumalaitte. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: massaliikuntasauma on keskeltä notkollaan (vesi saattaa jäädä seisomaan sauman päälle), saumamassan ja asfaltin välinen tartunta on pettänyt (rako massaliikuntasauman ja asfaltin välissä ainakin yläosastaan)).

Bitumittomissa massaliikuntasaumoissa on vahvisteena teräsosia ja -jousia. Bitumittomien massaliikuntasaumojen liikepituus voi olla sauman leveydestä ja korkeudesta riippuen 90 mm nykyisin. Bitumittomia massaliikuntasaumojä on käytetty Suomessa vuodesta 2014 lähtien.



Kuva 18. Bitumittoman polymeerimassaliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



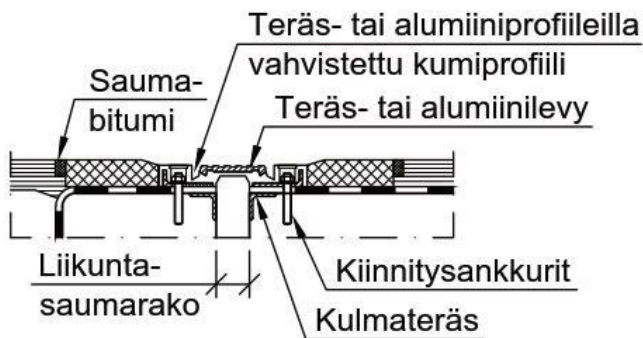
Kuva 19. Bitumiton polymeerimassaliikuntasaumalaite. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: massaliikuntasauma on keskeltä notkollaan (vesi saattaa jäädä seisomaan sauman päälle), saumamassan ja asfaltin välinen tartunta on pettänyt (rako massaliikuntasauman ja asfaltin välissä ainakin yläosastaan)



Kuva 20. Bitumittoman polymeerimassaliikuntasauman komponenttien sekoitus. Työn ulkopuoliset alueet on suojattu esimerkillisesti. Valu on edennyt jousien yläpinnan tasolle

1.2.6 Mattoliikuntasaumat

Mattoliikuntasauma on kumiprofiili, jonka sisällä on vahvisteena teräs- tai alumiiniprofiili. Kumiprofiilin pinnassa voi olla kulutuskestävyyden lisäämiseksi kiinni teräs- tai alumiinilevyprofiili. Kumiprofiili on kiinnitetty sillan rakenteisiin ruuvikiinnityksellä (kuva [21 Mattoliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [22 Mattoliikuntasaumalaite](#). Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: kumiprofiili on revennyt kiinnitysten kohdalta, kiinnikkeiden kohdalta puuttuu kumitulppia, kaistojen kohdalta puuttuu tukikaista, kevyen liikenteen väylän kohdalta tukikaistojen vierestä puuttuvat saumabitumit, suojalevyt ovat kuluneet, asfaltissa on purkaumia ja rakoja liikuntasaumalaitteen ja tukikaistojen vieressä, kumiprofiilin urissa on hiekkaa). Mattoliikunta-sauman molemmiin puoliin on yleensä tukikaista. Mattoliikuntasauman liikepituus voi olla kumiprofiilista riippuen jopa 90 mm. Mattoliikuntasaumojä on käytetty Suomessa 1970-luvulta alkaen. Tällä hetkellä laatuvaatimukset täyttävää mattoliikuntasaumalaitetuetta voi käyttää vain kevyen liikenteen silloissa, mutta saumatyyppejä ei ole asennettu enää uusiin.



Kuva 21. Mattoliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus



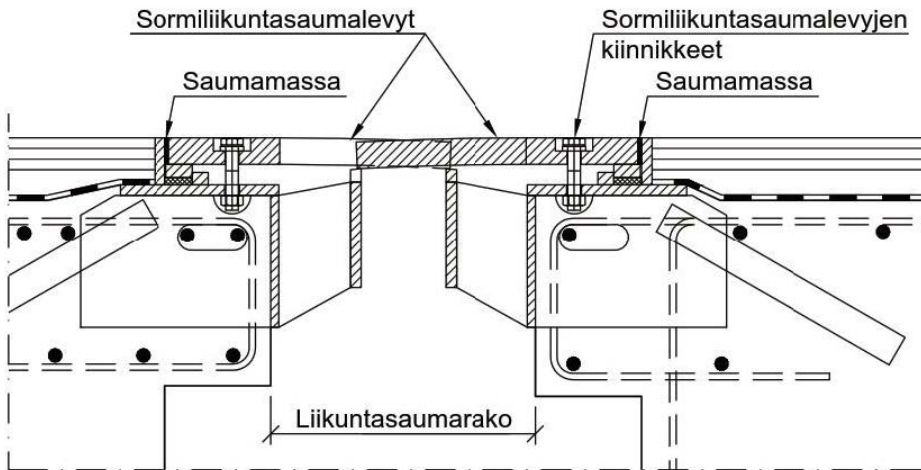
Kuva 22. Mattoliikuntasaumalaite. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: kumiprofiili on revennyt kiinnitysten kohdalta, kiinnikkeiden kohdalta puuttuu kumitulppia, kaistojen kohdalta puuttuu tukikaista, kevyen liikenteen väylän kohdalta tukikaistojen vierestä puuttuvat saumabitumit, suojalevyt ovat kuluneet, asfaltissa on purkaumia ja rakoja liikuntasaumalaitteen ja tukikaistojen vieressä, kumiprofiilin urissa on hiekkaa

1.2.7 Sormiliikuntasaumat

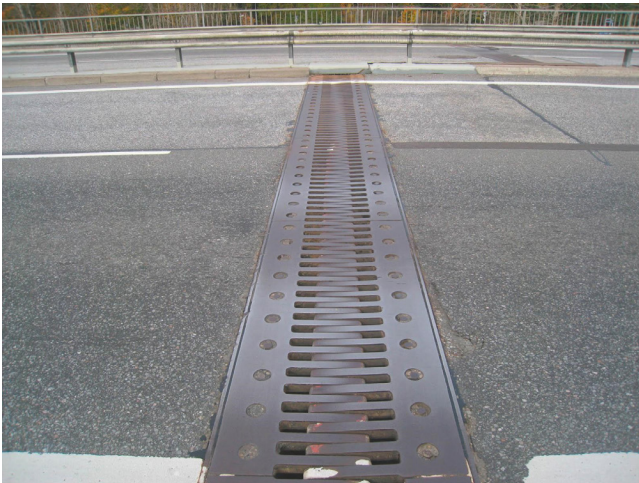
Sormiliikuntasaumalaitteessa sillan kanteen ja maatuen otsamuuriin on kiinnitetty teräsosat, jotka limittyvät keskenään sormimaisen muotoilun avulla. Sormimainen limitys mahdollistaa sillan liikuntasauaman kohdalla tapahtuvat liikkeet (kuva 23 Kuvassa 24 esitetyn sormiliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus. Liikuntasaumalaitteen molemmin puolin tulee lisäksi olla tukikaistat ja vedenjohtolaitteet, mitkä myös kuvan 24 liikuntasauamarakenteesta puuttuvat ja 24 Sormiliikuntasaumalaite, kuvan 23 mukainen liikuntasauamarakenne. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: tukikaistat puuttuvat sillan liikuntasaumalaitteen molemmin puolin, liikuntasauaman vierestä asfaltti on purkautunut, sormiliikuntasaumalevyjen kiinnikkeiden kohdalta saumamassa on irronnut tai puuttuu kokonaan). Sormiliikuntasaumalaite on avoin liikuntasauamarakenne, joten teräsosien alapuolella on yleensä vedenkeruulaitteena kumimatto tai teräskouru (kuva 25 Esimerkki jälkikäteen asennettavasta hulevesikourusta avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella ja 26 Hulevesikouru avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella ja vedenjohtolaite hulevesikourun päässä. Hulevesikouru otsamuurin ja päällysrakenteen välissä), jonka avulla vedet johdetaan hallitusti sillan ulkopuolelle.

Sormiliikuntasaumalaitteen runko on yleensä valukiinnitteinen. Rungon päällä olevat teräslevyt, joissa on sormimainen muotoilu toisella sivullaan, ovat kiinni rungossa ruuvikiinnityksellä.

Suomessa nykyisin käytössä olevien sormiliikuntasaumalaitteiden liikepituus voi olla liikuntasaumalaitteen valmistajasta ja tyypestä riippuen 490 mm. Sormiliikuntasaumalaitteita on käytetty Suomessa harvakseltaan 1960-luvulta lähtien. Vuosituhannen vaihteeseen mennessä käyttö loppui, mutta käynnistyi jälleen v. 2015.



Kuva 23. Kuvassa 24 esitetyn sormiliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus. Liikuntasaumalaitteen molemmin puolin tulee lisäksi olla tukikaistat ja vedenjohtolaitteet, mitkä myös kuvan 24 liikuntasaumarakenteesta puuttuvat



Kuva 24. Sormiliikuntasaumalaitte, kuvan 23 mukainen liikuntasaumarakenne. Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: tukikaistat puuttuvat sillan liikuntasaumalaitteen molemmin puolin, liikuntasauman vierestä asfaltti on purkautunut, sormiliikuntasaumalevyjen kiinnikkeiden kohdalta saumamassa on irronnut tai puuttuu kokonaan

1.3 Tukikaistat

Tukikaistoja on käytetty yleensä liikuntasaumalaitteiden yhteydessä. Tukikaistat sijaitsevat sauman suuntaisesti liikuntasaumalaitteen takana sen molemmin puolin. Tukikaistojen materiaalina on käytetty jotain seuraavista:

- valuasfaltti tai kumibitumivaluasfaltti
- betonimuovi eli muovikuiduilla vahvistettu kuitubetoni (PC)
- polymeerisementtibetoni (PCC)
- betoni raudoitettuna tai vahvistettuna teräskuiduilla
- massaliikuntasaumamassa.

Betonisten tukikaistojen yhteydessä tulee aina käyttää betonin ja asfaltin rajapinnassa kumibitumipohjaista saumamassaa InfraRYL kappaleen 42334 ja Väyläviraston ohjeen: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* mukaisesti. Tartuntapinnat tulee käsitellä kumibitumilla tai saumamassan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Valuasfaltista tehdyn tukikaistan yläpintaan on yleensä jyrätty karkeutus lisäämään kulutuskestävyyttä. Betonimuovisissa tukikaistoissa runkoaineena on yleensä käytetty kvartsihiekkää tai korundia.

1.4 Vedenjohtolaitteet liikuntasauaman kohdalla

Avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella tulee olla saumarakenteen läpi valuvien hulevesien keräämiseksi hulevesikouru tai kumimatto. Kumimatto on yleensä kiinni liikuntasaumalaitteessa ja matto voidaan uusida, mikäli siinä esiintyy vaurioita. Kumimaton laatuvaatimukset on esitetty Väyläviraston ohjeessa: *Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset*. Esitettyjen vaatimusten lisäksi EPDM-kumin tulee olla öljyn ja bitumin kestävä. Teräksisen hulevesikourun uusiminen on esitetty kappaleessa [2.3 Teräksisen hulevesikourun uusiminen](#).

1.5 Liikuntasauamarakenteissa esiintyvät tyypilliset vauriot ja niiden korjaaminen

Rakenteeltaan eri tyyppisissä liikuntasauamarakenteissa esiintyy saumalle tyypillisiä vaurioita. Seuraavissa kappaleissa on esitetty liikuntasauaman rakenteen perusteella saumalle tyypilliset vauriot ja niiden korjaustavat. Saumarakenteiden vaurioiden seuraaminen ja oikea-aikainen korjaaminen tai koko sauman uusiminen on tärkeää, sillä saumarakenteista vuotavat vedet aiheuttavat seurannaisvaurioita sillan muille rakenteille. Lisäksi liikuntasauamarakenteen vaurioituminen vaikuttaa väylän ajettavuuteen, useasti liikuntasauamarakenteen vaurioiden seurauksena liikuntasaumalaite kolisee yliajettaessa tai liikuntasaumalaitteen kohdalle syntyy porrastusta tai painauma, mitkä vaikuttavat ajomukavuuteen. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on aina korjattava välittömästi.

Liikuntasauamarakenteen tyypistä riippumatta päätypalkin muotit on usein virheellisesti jätetty paikoilleen liikuntasauamaraan. Paikoilleen jätetyt muotit ovat saattaneet aiheuttaa vaurioita päällysrakenteen (sillan kannen) päädyn ja otsamuurin rakenteille, eikä vaurioita usein pystytä havaitsemaan ennen

liikuntasaumarakenteen avaamista. Liikuntasaumarakenteesta paljastuvat vanhat muotit tulee aina poistaa liikuntasaumarakenteen korjauksen yhteydessä ja muoteista aiheutuneet vauriot korjata.

Asfaltin purkautuminen liikuntasaumarakenteen ympäriltä on myös vaurio, joka esiintyy liikuntasaumarakenteissa tyypistä riippumatta.

Osassa liikuntasaumarakennetyypeistä saumarakenteeseen kuuluu saumauksia (saumabitumit ja -massat), jotka heikkenevät ajan saatossa. Saumauksiin liittyviä vaurioita (kulumat, irtoamat ja saumausten puuttuminen) ei ole eritelty liikuntasaumarakennekohtaisissa kappaleissa. Saumausten vauriot ja puuttumiset saattavat vaikuttaa liikuntasaumarakenteen vesitiivyyteen ja saattavat aiheuttaa seurannaisvaurioita liikuntasaumarakenteen muille rakenteille tai liikuntasauman ympärillä oleville rakenteille (mm. asfaltin purkautuminen liikuntasaumalaitteen vieressä ja tukikaistan rapautuminen). Vaurioituneet saumaukset tulee korjata. Saumaukset tulee uusita pintarakenteiden kulutuskerroksen uusimisen yhteydessä ja saumausten saavuttaessa käyttöikänsä.

Teräsosien paikkausmaalaukset ja koko teräsosan uusintamaalaus tulee tehdä SILKO-ohjeen *SILKO 3.351 Uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät* mukaisella pintakäsittelyjärjestelmällä LIVI B.1 (rasitusluokka C3(H)). Vaihtoehtoisesti pintakäsittely voidaan tehdä muullakin em. rasitusluokan maalausjärjestelmällä. Kun liikuntasaumarakenteen ruuvikiinnikkeitä irrotetaan korjauksen ajaksi, on suositeltavaa uusita normaalit mutterit lukkomuttereilla. Erityisesti lukkomuttereiden käyttö on suositeltavaa osissa, joihin kohdistuu liikenteen aiheuttamaa tärinärasitusta.

Liikuntasaumarakenteen korjaustavan valintaan vaikuttaa olennaisesti saumarakenteen kunto ja toimivuus. Lisäksi liikuntasaumarakenteen kiinnityspintojen ja alapuolisten rakenteiden kunto vaikuttaa siihen, täytyykö saumarakenne purkaa pois muiden korjausten tieltä ja uusita kokonaan. Liikuntasaumarakenteiden korjaukset tulee aina tehdä kokonaisuutena, kaikki liikuntasaumarakenteeseen liittyvät rakenteet tulee korjata. Korjattaviin rakenteisiin kuuluu:

- liikuntasaumalaite / -saumaprofiili
- massaliikuntasauma kokonaisuudessaan
- liikuntasaumarakenteen alapuoliset rakenteet
- liikuntasaumaan liittyvät sillan kannen vedeneristeet
- tukikaistat
- liikuntasaumaa ympäröivät asfaltit, jotka uusitaan liikuntasaumarakennetta korjattaessa aina vähintään kulutuskerroksen osalta 15 m matkalla ennen ja jälkeen liikuntasauman
- liikuntasaumarakenteeseen liittyvät saumamassat.

Tässä ohjeessa ei ole käsitelty kaikkia mahdollisia liikuntasaumarakenteita. Vanhoja liikuntasaumarakenteita korjatessa tulee varautua siihen, että korjaustyötä tehtäessä rakenteet eivät välttämättä vastaa alkuperäisten suunnitelmien mukaisia rakenteita. Sillan rakennustyön aikana on saatettu poiketa suunnitelmista, eikä muutoksia ole kirjattu sillan lopullisiin suunnitelmiin. Liikuntasauma on myös voitu korjata jo aikaisemmin, eikä korjauksesta ole suunnitelmia.

1.5.1 Liikuntasaumanauhat

Nauhamaisissa liikuntasaumarakenteissa (nauhat ja profiilit) esiintyy yleensä kuluma- ja halkeamavaurioita. Vauriot syntyvät yleensä sauman materiaalin ikääntyessä, sillä ajan saatossa kumin hyvät materiaaliominaisuudet heikkenevät. Tämän seurauksena kumiosa vaurioituu huomattavasti

herkemmin ja sauman rakenne saavuttaa käyttöikänsä. Sauman vaurioitumisnopeutta kiihdyttää kumiprofiiliin tai sauman uraan kertyvä hiekka, kivet ja jää, mitkä yhdessä sillan liikkeiden kanssa rikkovat kumin.

Suunnitteluvirheiden seurauksena nauhamaisissa liikuntasaumarakenteissa saattaa esiintyä repeämiä tai irtoamia. Liikuntasaumaan on valittu liian pienen liikepituuden omaava saumanauha tai -profiili, jolloin sillan liikkeiden seurauksena saumanauha repeää tai profiili nousee ulos urastaan. Liikuntasaumaprofiili saattaa myös puristua ulos liian pienestä liikuntasauman urasta.

Erityyppisten liikuntasaumaprofiilien uusiminen on käsitelty Väyläviraston SILKO-ohjeissa ja julkaisussa: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun*.

Liikuntasaumanauhoja ei voi korjata, vaan ne uusitaan aina kokonaan.

Korjaaminen

Kumista valmistetut liikuntasaumanauhat ja -profiilit korjataan yleensä uusimalla koko saumarakenne. Liikuntasaumasta irronnut ehyt liikuntasaumaprofiili voidaan kiinnittää takaisin paikoilleen, jos saumarakenne on muuten teknisesti toimiva ja saumarakoon oikean kokoinen. Saumaprofiilin kiinnitystä uusittaessa tulee uran puhdistus, tartuntapohjan esikäsittely ja liimaus tehdä saumatyyppin SILKO-ohjeiden ja tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti.

Korjausten kiireellisyys

Liikuntasaumanauhojen ja -profiilien vesitiiviyteen vaikuttavat vauriot on syytä korjata mahdollisimman pian vaurioiden havaitsemisen jälkeen. Liikuntasaumarakenteen läpi valuvat vedet aiheuttavat seurannaisvauriota sauman alapuolisille rakenteille. Esimerkiksi liikuntasaumalaitteen sijaitessa sillan päädyssä, aiheuttavat saumalaitteen läpi valuvat vedet korroosio- ja rapautumavaurioita sillan päällysrakenteen pätyyn ja otsamuuriin. Valuvat vedet päätyvät usein sillan laakeritasolle, jonka vaurioituessa syntyy pahimmassa tapauksessa vakavia vaurioita sillan päällysrakenteen tuennalle. Liikuntasaumalaitteiden liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on korjattava välittömästi.

Soveltuvin osin vesitiiviyteen vaikuttavien vaurioiden korjausten kiireellisyydessä tulee noudattaa kappaleessa [1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet](#) asetettuja vaatimuksia.

1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet

Liikuntasaumalaitteiden yleisin vaurio on laitteen kumiosan vaurioituminen niin, että sauma ei ole enää vesitiivis. Liikuntasaumalaitteen uraan kertyvä hiekka, kivet ja jää yhdessä sillan liikkeiden ja liikenteen liikuntasaumalaitteeseen aiheuttamien iskujen seurauksena rikkoo usein laitteen kumiosan. Ajan saatossa kumin hyvät materiaaliominaisuudet heikkenevät, jonka seurauksena kumiosa vaurioituu huomattavasti uutta saumaa herkemmin. Tarkka kumin vaurioitumismekanismi ei ole tiedossa, eikä siitä ole julkaistu tutkimuksia.

Liikuntasaumalaitteen tukikaistan kuluessa liikuntasaumalaitteen teräsosiin saattaa kohdistua auraukskaluston aiheuttamia törmäysvaurioita. Tukikaistan kulumisen seurauksena myös liikuntasaumalaitteeseen kohdistuu enemmän liikenteen aiheuttamaa räsitusta, jolloin saumarakenteen teräsosissa esiintyy kuluma- ja väsytysvaurioita sekä murtumia. Liikuntasaumarakenteeseen kohdistuva

liikenteen rasitus aiheuttaa lisäksi liikuntasaumalaitteeseen tärinää, joka heikentää liikuntasaumalaitteen kiinnitystä betoniin. Aorauskalusto voi myös törmätä laitteeseen, vaikka saumarakenne olisi oikein suunniteltu ja asennettu. Aina törmäyksen syy ei käy selville.

Liikuntasaumalaitteen ikääntyessä laitteen teräsrakenteissa esiintyy korroosiovaurioita. Tukikaistojen kuluessa liikenteen rasitukset kohdistuvat suoraan liikuntasaumalaitteen teräsrakenteisiin, jolloin teräsrakenteita suojaava pinnoitus (yleensä maali) kuluu aikaisempaa nopeammin. Toisaalta nastarenkaat joka tapauksessa kuluttavat maalin nopeasti pois ajourien kohdalta teräsprofiilien yläpinnasta. Pinnoitteen kuluessa teräsrakenteiden vaurioitumisnopeus kiihtyy ja korroosiovaurioiden esiintyminen on huomattavasti todennäköisempää. Kumiprofiili on yksi- ja monikumisissa liikuntasaumalaitteissa kiinni teräsprofiilin kumiurassa. Uran ruostuessa kumin liitospinnan kohdalta saattaa liikuntasauarakenteen vesitiiviys heiketä.

Kumiprofiilia vaihdettaessa on erityisen tärkeää puhdistaa kiinnitysrako huolellisesti, jotta kumiprofiili saadaan asennettua tiiviisti paikoilleen, ettei sauma jää edelleen vuotamaan. Puhdistaminen eli kumiprofiilin uran hiominen kasvattaa kumiuraa, mikä vähentää kumiprofiilin ja kumiuran välistä tiiviyttä. Hiomisen jälkeen urasta puuttuu myös pintakäsittely.

Monikumisten liikuntasaumalaitteiden kumiosien vaurioituessa sauman läpi valuvat vedet aiheuttavat korroosiovaurioita sauman alapuolisille teräsrakenteille kuten traversseille ja kiinnikkeille. Lisäksi monikumisen liikuntasaumalaitteen liukupinnat ja kumijouset vaurioituvat herkästi läpi valuvien vesien seurauksena.

Korjaaminen

Liikuntasaumalaitteen teräsosien ollessa hyväkuntoiset voidaan kumiosat yleensä uusia, mikäli niitä on saatavilla. Samalla tulee korjata teräsosien pinnoitteiden vauriot ja muut paikalliset vauriot sekä tukikaistojen vauriot. Lisäksi monikumisten liikuntasaumalaitteiden alapuolisten teräsosien, kiinnikkeiden, liukupintojen ja kumijousten kunto tulee tarkastaa ja vaurioituneet osat uusia. Suurin osa monikumisten liikuntasaumalaitteiden osista on vaihdettavissa ilman koko liikuntasaumalaitteen purkamista.

Liikuntasaumalaitteen teräsosien lievät törmäysvauriot voidaan korjata oikomalla tai uusimalla teräsosa osittain tai kokonaan. Pinnoitteiden paikallisia korroosiovaurioita voidaan korjata paikalla puhdistamalla ja tekemällä pinnoituksen paikkaus (paikkausmaalaus tai ruiskusinkitys). Jos liikuntasaumalaitteen osat eivät ole raudoituksella kiinni sillan valussa vaan ovat ruuvi kiinnitteiset, voidaan laajat pintakorroosiovauriot korjata irrottamalla koko liikuntasaumalaite. Teräsosat puhdistetaan hiekkapuhaltamalla ja maalataan tai kuumasinkitään uudestaan. Samalla tulee uusia liikuntasaumalaitteen kumiosat ja korjata tukikaistojen vauriot tai uusia tukikaistat kokonaan.

Monikumisten liikuntasaumalaitteiden teräsosien vaihtoehtoisena puhdistustapana voidaan käyttää kuivajääpuhallusta, joka ei vaurioita liikuntasaumalaitteen kumiosia tai traverssien liukupintoja. Kuivajääpuhdistuksessa hiilidioksidirakeita puhalletaan puhdistettavalle pinnalle suurella nopeudella korkeapaineilman avulla. Osuessaan puhdistettavan kappaleen pinnalle kuivajää kaasuntuu suoraan kiinteästä jäästä kaasuksi. Kaasuntuessaan rakeen tilavuus kasvaa noin 800-kertaiseksi, mikä aiheuttaa pinnalle pienen "räjähdys", jonka seurauksena korroosiotuotteet ja epäpuhtaudet irtoavat.

Liikuntasaumalaitteen kuluneet tai muutoin vaurioituneet tukikaistat tulee korjata tai uusia kokonaan. Korjauksen pitkittyessä liikuntasaumalaitteen muiden osien vaurioitumisnopeus kasvaa ja saattaa pahimmassa tapauksessa johtaa koko liikuntasaumalaitteen uusimiseen.

Liikuntasaumalaitteiden teräsosien merkittävät vauriot, kuten laajat korroosiovauriot tai vääntymiset, johtavat yleensä koko laitteen uusimiseen. Liikuntasaumalaite uusitaan kokonaan myös tapauksissa, joissa sauman vesivuodon seurauksena sauman alapuoliset rakenteet ovat vaurioituneet niin, että saumalaite joudutaan purkamaan korjausten takia. Peruskorjauksen yhteydessä liikuntasaumalaite yleensä uusitaan. Liikuntasaumalaitetta ei uusita, jos saumalaite on uusittu sillan valmistumisen jälkeen tai edellisen korjauksen yhteydessä, ja liikuntasaumalaite on edelleen toimintakelpoinen.

Korjausten kiireellisyys

Liikuntasaumalaitteiden vesitiiviyteen vaikuttavat vauriot on syytä korjata mahdollisimman pian vaurioiden havaitsemisen jälkeen. Liikuntasaumalaitteen läpi valuvat vedet aiheuttavat seurannaisvauriota sauman alapuolisille rakenteille. Esimerkiksi liikuntasaumalaitteen sijaitessa sillan päädyssä, aiheuttaa saumalaitteen läpi valuvat vedet korroosio- ja rapautumavaurioita sillan päällysrakenteen pätyyn ja otsamuuriin. Valuvat vedet päätyvät usein sillan laakeritasolle, jonka vaurioituessa syntyy pahimmassa tapauksessa vakavia vaurioita sillan päällysrakenteen tuennalle. Liikuntasaumalaitteiden liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on korjattava välittömästi.

Liikuntasaumalaitteiden vesitiiviyteen vaikuttavien vaurioiden korjaamisen kiireellisyyteen on annettu ohjeita Väyläviraston ohjeessa: *Sillantarkastuskäsikirja*. Vaurioiden korjaamisen kiireellisyyteen vaikuttaa sillan staattinen rakenne ja käytetäänkö sillan tieosan talvikunnossapidossa suolaa. Kiireellisyydet on määritetty seuraavasti:

Teräsbetonirakenteinen ei-jännitetty tai teräsrakenteinen silta:

- voidaan lykätä tehtäväksi yli viiden vuoden päähän, kun tieosan talvikunnossapidossa ei käytetä suolaa. Tilannetta tarkkaillaan yleistarkastuksissa.
- Kun saumassa on paikallista vuotoa ja ylittävää tietä suolataan, tulee vuotava sauma korjata neljän vuoden kuluessa.
- Kun saumassa on lähes koko sauman matkalla vuotoa ja ylittävää tietä ei suolata, tulee vuotava sauma korjata neljän vuoden kuluessa.

Teräsbetonirakenteinen jännitetty silta:

- Mikäli saumassa esiintyy vuotoa, tulee vauriot korjata neljän vuoden kuluessa. Jos ylittävää tietä suolataan, on suositeltavaa korjata sauman vauriot tai uusia sauma mahdollisimman pikaisesti.

Liikuntasaumalaitteiden teräsosien pienet taipumat ja korroosiovauriot korjataan yleensä liikuntasaumalaitteen kumin vaihdon tai sillan peruskorjauksen yhteydessä. Laajat ja pitkälle edenneet vauriot johtavat liikuntasaumalaitteen uusimiseen, joka tehdään joko sillan peruskorjauksen yhteydessä tai pelkkä liikuntasaumalaite uusitaan.

1.5.3 Polymeeribitumiset massaliikuntasaumat

Polymeeribitumisissa massaliikuntasaumoissa saattaa esiintyä monia erityyppisiä vaurioita. Yleisimmät vauriot ovat:

- Asfaltti kuluu liikenteen vaikutuksesta ajourien kohdalta massaliikuntasaumaa nopeammin. Asfaltin kulumisen seurauksena massaliikuntasaumaan kohdistuu liikenteen ja mahdollisesti

aurauksen aiheuttamaa rasitusta. Asfaltin ja liikuntasaumamassan eriaikaisesta kulumisesta aiheutuu massaliikuntasamaan kulumista ja muita listassa jäljempänä kuvattuja vaurioita. Liikuntasaumamassan kulumisnopeus riippuu liikenteen määrästä ja liikuntasaumamassan kulutuskestävyydestä.

- Saumamassa irtoaa päällysteen reunasta huonon tartunnan tai liian ylhäällä olevan poikittaissalaojan vuoksi. Vaurion syy on yleensä työvirhe.
- Saumamassassa on deformaatiota. Vaurion syy on yleensä massa- tai koostumus- tai työvirhe tai molemmat.
- Sauma ei ole vesitiivis (irti päällysteen reunasta tai saumassa on halkeama), mikä on yleensä seurannaisvaurio muista massaliikuntasamaan vaurioista.
- Sauma halkeaa pituussuunnassa sauman keskeltä, jolloin syynä voi olla liian suuri sauman liike tai massan virheellinen koostumus tai sauman virheellinen rakenne.
- Sauman pintaa on jyrskitty päällystejyrskinnän yhteydessä ja liian ohueksi jäänyt massaliikuntasäuma on päällystetty yli ja sauma jätetty korjaamatta.
- Massaliikuntasäumaan on törmätty aurauksella, jolloin sauman pinta on murtunut ja saumamassa saattaa olla irronnut päällysteen reunasta. Vaurioiden seurauksena sauman vesitiivisyys saattaa vaurioitua. Pinta-alaltaan suuri pintavaurio voi myös aiheuttaa vaaratilanteita liikenteessä. Aurauksellisten aiheuttamien raapaisujen sauman pinnassa katsotaan olevan sauman normaalia kulumista.

Korjaaminen

Polymeeribitumisten massaliikuntasäumojen korjaamisessa tulee huomioida, että sauman tekemiselle on massaliikuntasäumamassan valmistajan asettamat tarkat olosuhdevaatimukset. Tarvittaessa massaliikuntasäuman hätäpaikkaus voidaan tehdä valuasfaltilla. Paikkaus alkuperäisellä saumamassalla tulee tehdä kahden vuoden kuluessa. Massaliikuntasäumojä korjataan yleensä sillan päällystystyön tai sillan peruskorjauksen yhteydessä. Sillan kulutuserrosta uusittaessa päällysteen ylin kerros laatikkojyrskitään yleensä pois, jolloin myös massaliikuntasäuman pinta jyrskitään. Massaliikuntasäuman jyrskinnässä tulee huomioida, että massaliikuntasäumamassan sisällä voi olla teräsovia, jotka saattavat olla lähellä sauman yläpintaa. Massaliikuntasäuman pintakerros tehdään kulutuserroksen uusimisen jälkeen uudestaan, mikäli sauma on muutoin teknisesti toimiva. On myös mahdollista jättää asfaltin kulutuserro paikoilleen, jos sen alla oleva massaliikuntasäuma täyttää tuotekohtaisen minimipaksuuden ja varsinkin jos massaliikuntasäuma uusitaan kokonaan muutaman vuoden kuluttua. Sillan liikkeessa asfaltti todennäköisesti halkeaa ja halkeamiin kertyy vettä, mutta haljenneen asfalttikerroksen alla on ehjä massaliikuntasäuma. Halkeamissa jäätyvät veden saattavat aiheuttaa asfalttiin purkauksia massaliikuntasäuma läheisyydessä. Sillan peruskorjauksen yhteydessä massaliikuntasäuma yleensä uusitaan kokonaan.

Saumamassan ja asfaltin välisen tartunnan peittäminen seurauksena syntynyt halkeama voidaan korjata täyttämällä ura massaliikuntasäuman sideaineella. Paikkaus voidaan tehdä, mikäli massaliikuntasäuma on edelleen vesitiivis. Mikäli halkeaman leveys on alle 10 mm, tulee halkeama avata ennen paikkaamista timanttisahaamalla siten, että uran leveys on 20 mm.

Massaliikuntasäuman deformaatiovaurion, sauman vesivuodon tai pituussuuntaisen halkeilun syy on selvitettävä saumarakenteeseen kohdistetulla erikoistarkastuksella, jonka perusteella päätetään korjaustapa ja ajankohta. Massaliikuntasäumojen suuret halkeamat, deformaatiovauriot ja vesitiiviyteen

vaikuttavat vauriot johtavat yleensä koko massaliikuntasauman uusimiseen. Vaurioiden ollessa paikallisia, esimerkiksi vain toisella siltapuoliskolla, voidaan massaliikuntasauma uusita osittain.

Halkeilutapauksessa on selvitettävä halkeaman syvyys esim. riittävän ohuella piikillä. Matalat pintahalkeamat voidaan yleensä korjata massaliikuntasauman sideaineella. Polymeeribitumista massaliikuntasaumaa tehdessä saumamassa (sideaine) lämmitetään noin 180 °C.

Aurauskaluston aiheuttamat massaliikuntasauman pinnan vauriot voidaan korjata paikkaamalla. Vaurioitunut kohta puhdistetaan paineilmalla, saumamassan pinta lämmitetään ja pinta korjataan massaliikuntasauman runko- ja sideaineella. Vastaavasti liian korkea massaliikuntasauma voidaan madaltaa oikean korkuiseksi jyrsimällä sauman pinta haluttuun korkoon ja tehdä pinta uudestaan.

Ohjeellinen sauman uusimislämpötila on 0 °C, jolloin silta on lämpöliikkeiden suhteen "keskiasennossaan".

Korjausten kiireellisyys

Yksi- ja monikumisten liikuntasaumalaitteiden tapaan massaliikuntasaumojen vesitiiviyyteen vaikuttavat vauriot on syytä korjata mahdollisimman pian vaurioiden havaitsemisen jälkeen. Massaliikuntasauman läpi valuvat vedet aiheuttavat seurannaisvauriota sauman alapuolisille rakenteille. Massaliikuntasauman vesitiiviyyteen vaikuttavien vaurioiden korjausten ohjeellinen kiireellisyys vastaa kappaleessa [1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet](#) esitettyjä vaatimuksia.

Päällysteestä irronnut massaliikuntasauma ja sauman pinnan jyrshintävaurio (asfaltin kulutuskerrosta uusittaessa sauma saatetaan jyrsiä yli) on korjattava ensi tilassa. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on korjattava välittömästi. Esimerkiksi massaliikuntasauman pinnassa olevat aurausvauriot ovat vaikeasti havaittavia ja saattavat aiheuttaa yllättäviä vaaratilanteita liikenteelle tai auraukselle.

1.5.4 Bitumittomat polymeerimassaliikuntasaumat

Bitumittomia polymeerimassaliikuntasaumojä on käytetty Suomessa vasta 2014 alkaen, eikä saumatyyppin suomalaisessa käyttöympäristössä pitkäaikaisessa käytössä esiintyviä vaurioita tiedetä vielä tarkasti.

Korjaaminen

Bitumiton massaliikuntasauma voidaan tehdä myös kesälämpötiloissa, koska tuote venyy enemmän kuin puristuu kokoon. Tämä helpottaa korjausajankohdan valitsemista.

Bitumittomien polymeerimassaliikuntasaumojen korjaustekniikat vastaavat polymeeribitumillisten massaliikuntasaumojen korjaustekniikoita. Erona on sauman jyrshintä, jossa ei voida käyttää normaaleja jyrshintämenetelmiä, vaan jyrshintä tulee tehdä hienojyrshintänä. Lisäksi liikuntasaumamassan sisällä olevat teräsosat saattavat olla lähempänä sauman yläpintaa kuin polymeeribitumisissa massaliikuntasaumoissa, mikä tulee erityisesti huomioida ennen jyrshintä aloittamista.

Korjausten kiireellisyys

Korjausten kiireellisyydessä noudatetaan samoja ohjeita kuin kappaleessa [1.2.4 Polymeeribitumiset massaliikuntasaumat](#) on esitetty.

1.5.5 Mattoliikuntasaumat

Mattoliikuntasauman yleisin vaurio on kumimaton suoja Pellin tai mattoliikuntasaumalaitteen kiinnikkeiden kumitulppien irtoaminen. Mattoliikuntasauman ikääntyessä suoja Pellissä esiintyy myös liikenteen aiheuttamaa kulumaa (levyn pinnan kuviointi kuluu pois). Suoja Pellissä saattaa myös esiintyä liikennekuorman aiheuttamia murtumia.

Mattoliikuntasaumalaitteen kumiosa saattaa vaurioitua siten, että sauma ei ole enää vesitiivis. Kumimaton uraan kertyvä hiekka, kivet ja jää yhdessä sillan liikkeiden ja liikenteen liikuntasaumalaitteeseen aiheuttamien iskujen seurauksena rikkoo laitteen kumiosan. Ajan saatossa kumin hyvät materiaaliominaisuudet heikkenevät, jonka seurauksena kumiosa vaurioituu huomattavasti herkemmin. Mattoliikuntasaumalaitteen kumimatto ei kuitenkaan vaurioidu yhtä herkästi kuin yksi- tai monikumisten liikuntasaumalaitteiden kumiprofiili. Kumimatto on rakennepaksumuudeltaan huomattavasti kumiprofiilia paksumpi.

Korjaaminen

Mattoliikuntasaumalaitteen irronneet tai kuluneet suoja Pellit voidaan vaihtaa. Profiloitu suoja Pellit asennetaan paikoilleen kumiosan kiinnitysrakoihin (kumiosa on muotoiltu suoja Pellin profiilin mukaisesti). Kiinnityksen varmistamiseksi suoja Pellit voidaan liimata kiinni kumiosaan. Käytettävän liiman tulee soveltua mattoliikuntasauman kumityypin ja metallin liimaukseen sekä liiman tulee soveltua ulkokäyttöön (pakkasta ja kosteutta kestävä tuote).

Mattoliikuntasaumalaitteen irronneet kumitulpat voidaan uusia, mikäli niitä on saatavilla. Kumimaton vesitiiviyteen vaikuttavat vauriot johtavat aina koko liikuntasaumarakenteen uusimiseen. Uutena liikuntasaumarakenteena käytetään sillan päädyn rakenteisiin ja liikevaraansa sopivaa Väyläviraston käyttöluvan saanutta liikuntasaumalaitetta tai massaliikuntasaumaa.

Korjausten kiireellisyys

Mikäli mattoliikuntasaumalaite on edelleen vesitiivis, tulee irronneet suoja Pellit uusia tai kiinnittää takaisin mahdollisimman pikaisesti. Puuttuvien suoja Pelltien seurauksena liikenteen rasitus kohdistuu suoraan kumimattoon, minkä seurauksena liikuntasaumarakenteen jäljellä oleva käyttöikä saattaa lyhentyä merkittävästi. Mikäli mattoliikuntasaumalaite ei ole vesitiivis tai on muutoin vaurioitunut niin, että koko liikuntasaumarakenne on uusittava ei suoja Pelltejä tarvitse uusia, elleivät puuttuvat suoja Pellit aiheuta merkittävää haittaa liikenteelle.

Mattoliikuntasaumarakenteen vesitiiviyteen vaikuttavien vaurioiden korjausten ohjeellinen kiireellisyys vastaa kappaleessa [1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet](#) esitettyjä vaatimuksia.

Mattoliikuntasaumalaitteen liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on korjattava välittömästi.

1.5.6 Sormiliikuntasaumat

Sormiliikuntasaumalaitteissa saattaa esiintyä normaaleja teräsrakenteiden vaurioita kuten korroosiota, kulumaa ja vääntymisiä. Liikuntasaumarakenteen tukikaistan kuluessa liikuntasaumalaitteen teräsosiin saattaa kohdistua avaruskaluston aiheuttamia törmäysvaurioita. Tukikaistan kulumisen seurauksena

liikuntasaumalaitteeseen kohdistuu enemmän liikenteen aiheuttamaa rasitusta, jolloin saumarakenteen teräsosissa saattaa esiintyä kuluma- ja väsytysvaurioita sekä murtumia. Liikuntasaumalaitteeseen kohdistuva liikenteen rasitus aiheuttaa lisäksi liikuntasaumarakenteeseen tärinää, joka saattaa heikentää liikuntasaumalaitteen kiinnitystä betoniin sekä aiheuttaa liikuntasaumalaitteen ruuvikiinnikkeiden irtoamisia.

Sormiliikuntasaumalaitteen ikääntyessä laitteen teräsrakenteissa esiintyy yleensä laajoja pintakorroosiovaurioita. Sormiliikuntasaumalaitteiden teräsosat ovat profiililtaan huomattavan paksuja, joten on hyvin harvinaista, että teräsosat ovat ruostuneet puhki. Tukikaistojen kuluessa liikenteen rasitukset kohdistuvat suoraan liikuntasaumarakenteen teräsosiin, jolloin teräsrakenteita suojaavat pinnoitteet (ei välttämättä ole käytetty) kuluvat nopeammin. Pinnoitteiden kuluessa ja ikääntyessä teräsrakenteiden vaurioitumisnopeus kiihtyy ja korroosiovaurioiden esiintyminen on huomattavasti todennäköisempää.

Liikenteen aiheuttaman tärinän tai työvirheiden seurauksena sormiliikuntasaumarakenteen ruuvikiinnikkeissä saattaa esiintyä kiinnikkeiden löystymistä ja irtoamisia. Sormiliikuntasaumalaitteen tienpinnassa näkyvien kiinnikkeiden vaurauskoloissa on suositeltavaa käyttää saumamassaa siten, että vesi ei pääse seisomaan koloissa. Usein varauskoloissa käytettävä saumamassa puuttuu tai saumamassa on irronnut.

Sormiliikuntasaumalaite on tyypiltään avoin liikuntasaumalaite. Liikuntasauman alapuolella tulee olla vedenkeruujärjestämänä liikuntasaumalaitteen rakenteisiin kiinnitetty kumimatto tai sillan päätyrakenteisiin kiinnitetty teräksinen hulevesikouru. Vedenkeruujärjestelmässä saattaa esiintyä vaurioita, joiden seurauksena vedet valuvat liikuntasaumanrakenteen alapuolisille rakenteille aiheuttaen seurannaisvaurioita (rapautumat, korroosiovauriot ja kohonneet kloridipitoisuudet). Vedenkeruujärjestelmän puuttuminen on liikuntasaumarakenteen vaurio.

Korjaaminen

Sormiliikuntasaumalaitteen teräsosien lievät pintakorroosiovauriot eivät vaadi laajoja korjaustoimenpiteitä. Pinnoitteiden paikalliset korroosiovauriot voidaan korjata paikalla puhdistamalla ja tekemällä pinnoitteen paikkaus (maalaus tai ruiskusinkitys). Laajat pintakorroosiovauriot tulee korjata uusimalla koko pinnoitus.

Ruuvikiinnitteiset osat tulee irrottaa ja pinnoitukset uusitaan konepajaolosuhteissa (hiekkapuhallus ja maalaus tai kuumasinkitys). Valukiinnitteiset osat voidaan hiekkapuhallata siltapaikalla ja pinnoitukset uusitaan (maalaus tai ruiskusinkitys). Korjausten yhteydessä tulee liikuntasaumalaitteen tukikaistojen vauriot korjata tai uusia tukikaistat kokonaan. Sormiliikuntasaumalaitteen teräsosien lievät törmäysvauriot voidaan korjata oikomalla tai uusimalla teräsosa osittain tai kokonaan.

Liikuntasaumalaitteen kuluneet tai muutoin vaurioituneet tukikaistat tulee korjata tai uusia kokonaan vaurioita esiintyessä. Korjauksen pitkittyessä liikuntasaumalaitteen muiden osien vaurioitumisnopeus kasvaa ja saattaa pahimmassa tapauksessa johtaa koko liikuntasaumalaitteen uusimiseen.

Sormiliikuntasaumalaitteet teräsosien merkittävät vauriot kuten laajat ja pitkälle edenneet korroosiovauriot tai vääntymiset johtavat yleensä koko liikuntasaumalaitteen tai liikuntasaumalaitteen osan uusimiseen (esimerkiksi valukiinnitteisen rungon päällä olevat teräslevyt ovat usein ruuvikiinnitteiset ja siten vaihdettavissa).

Sormiliikuntasaumalaitteiden korjaustöiden yhteydessä tulee aina varmistua siitä, että liikuntasaumarakenteen alapuolella olevat vedenkeruujärjestelmät toimivat ja vedet ohjautuvat oikein sillan rakenteiden ulkopuolelle. Vedenkeruujärjestelmien vauriot tulee aina korjata, laajat vauriot johtavat yleensä vedenkeruulaitteiden uusimiseen kokonaan tai osittain. EPDM-kumimaton vauriot johtavat yleensä koko kumimaton uusimiseen. Mikäli vedenkeruujärjestelmä puuttuu kokonaan, tulee liikuntasaumalaitteen alle rakentaa vedenkeruujärjestelmä esimerkiksi kappaleen [2.3 Teräksisen hulevesikourun uusiminen](#) mukaisesti.

Korjausten kiireellisyys

Sormiliikuntasaumalaitteiden teräsosien pienet taipumat ja laajat pintakorroosiovauriot korjataan yleensä koko sillan peruskorjauksen yhteydessä. Pinnoitteiden paikalliset vauriot on suositeltavaa korjata mahdollisimman pikaisesti vaurioiden havaitsemisen jälkeen ennen kuin vauriot laajenevat. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat teräslevyjen murtumat ja kiinnikkeiden irtoamat on korjattava välittömästi.

Mikäli liikuntasaumalaitteen alapuolelta puuttuu vedenkeruulaitteet, tulee teräksinen hulevesikouru tai EPDM-kumimatto asentaa mahdollisimman nopeasti. Vedenkeruulaitteiden vaurioiden ohjeellinen kiireellisyys vastaa kappaleessa [1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet](#) esitettyjä vaatimuksia.

1.5.7 Teräslevyrakenteiset avoimet liikuntasaumalaitteet

Yleisin vaurio avoimissa liikuntasaumalaitteissa on peitelevyn irtoaminen. Osittain irronnut peitelevy aiheuttaa häiritsevän kolahduksen yliajettaessa. Laajemmilta alueilta irronnut tai kokonaan irti oleva peitelevy vaarantaa liikenneturvallisuuden ja on siten korjattava välittömästi. Ruuvikiinnitteisten liikuntasaumalaitteiden ruuvit löystyvät ajan mittaan liikenteen aiheuttaman tärinän vaikutuksesta.

Teräslevyrakenteisissa liikuntasaumalaitteissa esiintyy yleensä pintakorroosiota. Teräslevyt ovat profiililtaan huomattavan paksuja, joten on hyvin harvinaista, että teräsosat ovat ruostuneet puhki. Avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella tulee aina olla teräksinen hulevesikouru tai EPDM-kumimatto, joilla saumarakenteen läpi valuvat vedet johdetaan maatuon rakenteiden ulkopuolelle. Hulevesikourun tai kumimaton puuttuminen on liikuntasaumarakenteen vaurio.

Korjaaminen

Teräslevyrakenteisten liikuntasaumojen irronneiden peitelevyjen kiinnitykset voidaan uusida, mutta saumarakenteen laaja korjaaminen ei avoimen rakenteen johdosta ole kustannustehokasta. Avoin liikuntasaumalaitte (lukuun ottamatta sormiliikuntasaumalaitteet ja muut siltakohtaiset erikoisliikuntasaumalaitteet) korvataan aina peruskorjauksen yhteydessä vesitiiviillä liikuntasaumalaitteella. Korjausten yhteydessä tulee selvittää ja tarvittaessa korjata liikuntasaumarakenteen alapuolisille rakenteille aiheutuneet vauriot. Uutena liikuntasaumarakenteena käytetään sillan päädyn rakenteista ja liikevarasta riippuen Väyläviraston käyttöluvan saanutta liikuntasaumalaitetta tai massaliikuntasaumaa.

Mikäli avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolelta puuttuvat vedenjohtolaitteet, tulee sillan otsamuuriin asentaa teräksinen hulevesikouru kappaleen [2.3 Teräksisen hulevesikourun uusiminen](#) mukaisesti.

Korjausten kiireellisyys

Avonaisten liikuntasaumalaitteiden uusimisen ohjeellinen kiireellisyys vastaa kappaleessa [1.5.2 Yksi- ja monikumiset liikuntasaumalaitteet](#) esitettyjä vaatimuksia. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat vauriot on korjattava välittömästi.

Avonaisten liikuntasaumalaitteiden läpi valuvat vedet aiheuttavat saumalaitteen alapuolisille betoni- tai teräsrakenteille vaurioita, ellei liikuntasaumalaitteen alapuolella ole vedenkeruu ja -ohjauslaitteita. Vedenkeruu ja -ohjauslaitteiden kunnossapidolla pystytään ehkäisemään liikuntasaumarakenteiden alapuolisiin rakenteisiin kohdistuvia vaurioita. Mikäli liikuntasaumalaitteen alapuolelta puuttuvat vedenkeruulaitteet, tulee teräksinen hulevesikouru asentaa mahdollisimman nopeasti.

Mikäli vedenkeruu ja -ohjauslaitteet puuttuvat tai ovat kunnossapidon osalta puutteellisesti huollettuja, esiintyy liikuntasaumalaitteiden alapuolisissa rakenteissa yleensä rapautumia, korroosio-vauriota ja kohonneita kloridipitoisuuksia. Liikuntasaumalaitteen läpi valuvan veden vaikutus korostuu entisestään, mikäli silta kuuluu tieverkon osaan, jonka talvikunnossapidossa käytetään suolaa. Avoimen liikuntasaumalaitteen läpi valuvat vedet aiheuttavat usein sillan muille rakenteille laajempia vaurioita, kuin itse liikuntasaumalaitteessa saattaa esiintyä.

1.6 Liikuntasaumarakenteen kunnon selvittäminen

Ennen korjaussuunnitteluun ryhtymistä tulee liikuntasaumarakenteen tarkka kunto selvittää liikuntasaumarakenteeseen kohdistetulla erikoistarkastuksella tai tarkastus tehdään koko sillan erikoistarkastuksen yhteydessä. Tarkastuksen tulosten perustella päätetään, onko saumarakenne korjauskelpoinen vai tuleeko koko liikuntasaumarakenne uusiksi. Liikuntasaumarakenteen tarkastuksessa tulee selvittää ainakin seuraavat asiat:

- Liikuntasaumarakenteen alapuolisten betonirakenteiden kloridipitoisuus.
- Liikuntasaumarakenteen alapuolisten betonirakenteiden vetolujuus.
- Liikuntasaumarakenteen/-laitteen kiinnitysalustan kunto.
- Liikuntasaumalaitteen kaikkien teräsrakenteiden ja laitteiden kunto mm. traverssit, traverssikiskot, liukulaakerit, kumijouset, jne.
- Liikenneteknillisen poikkileikkauksen muutostarve.
- Sillan ja penkereen rajakohdan kaltevuudet pituus- ja poikkisuunnassa.
- Liikuntasauaman vedenjohtolaitteiden toiminta.
- Liikuntasaumarakenteen tarkka poikkileikkaus mahdollisine taitteineen.

Sillan päädyssä sijaitsevista saumoista laaditaan tarkastuksen yhteydessä vähintään tasopiirustus, jossa on esitetty liikuntasaumarakenteen sijainti, sillan päällysrakenteen pääty ja maatuen rakenteiden taiteviivat.

Betonirakenteiden kloridipitoisuudet ja vetolujuudet mitataan Väyläviraston ohjeen: *Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat* mukaisesti.

1.7 Liikuntasauman/saumarakenteen korjaustyön vaiheet

Tässä kappaleessa käsitellään sillan liikuntasaumarakenteiden korjaustyön vaiheet.

Liikuntasaumarakenteiden uusiminen on käsitelty Väyläviraston ohjeessa: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun*. Kaikki nykyisin tehtävät uudet liikuntasaumat ovat lisensoituja ja/tai patentoituja tuotteita. Osalle tuotteista on laadittu (tilaajien ja liikuntasaumarakenteiden toimittajien ja valmistajien toimesta) omia julkaisemattomia korjaus- ja uusintaohjeita, joita ei käsitellä tässä ohjeessa.

Liikuntasaumarakenteiden vaurioitumista ja vaurioiden kehittymistä tarkkaillaan silloille tehtävissä silmämääräisissä tarkastuksissa. Silloille tehdään joka vuosi vuositarkastus, jossa tarkastetaan sillan ylläpitoon ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavat asiat. Viiden vuoden välein sillalle tehdään yleistarkastus, jossa arvioidaan rakenteiden vaurioitumista ja vaurioiden korjaamisen kiireellisyyttä.

Yleistarkastuksessa selvinneiden vaurioiden perusteella tehdään yleensä päätös liikuntasaumarakenteen korjaamiseksi tai koko silta peruskorjataan. Liikuntasaumarakenteen korjaustyön vaiheet ovat seuraavat:

1. Liikuntasaumarakenteen kunnon selvittäminen kohdan [1.6 Liikuntasaumarakenteen kunnon selvittäminen](#) mukaisesti, tarkastus tehdään joko pelkästään saumarakenteelle tai koko sillalle.
2. Tarkastuksen perustella päätetään liikuntasaumarakenteen korjaustapa tai koko saumarakenteen uusiminen.
3. Tehdään siltakohtainen korjaussuunnitelma tai suunnitelma liikuntasaumarakenteen uusimisesta, uusimisen ohjeet ja määräykset on käsitelty erikseen Väyläviraston ohjeessa: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun*.
4. Liikuntasaumarakenne korjataan tai uusitaan.

2 Korjaussuunnittelu

Tässä kappaleessa käsitellään korjatulle liikuntasaumarakenteelle asetetut vaatimukset, korjausmateriaalien ja tuotteiden vaatimukset sekä korjaussuunnitelman sisältö. Liikuntasaumaprofiilien, saumanauhojen ja saumamassojen korjaaminen on lähtökohtaisesti aina sauman uusimista, joten tämä ohje keskittyy liikuntasaumalaitteiden ja massaliikuntasaumojen korjaamiseen

2.1 Korjatulle liikuntasaumarakenteelle asetetut vaatimukset

Korjatun liikuntasaumarakenteen tulee täyttää samat vaatimukset kuin uuden liikuntasaumarakenteen. Uusien/uusittavien liikuntasaumarakenteiden vaatimukset on esitetty InfraRYL- kappaleessa 42510.

InfraRYL-vaatimusten lisäksi liikuntasaumarakenteiden korjauksessa tulee varmistua siitä, että liikuntasauman ympäristön tasaisuus täyttää samat vaatimukset kuin uutta liikuntasaumaa tehdessä. Liikuntasaumarakenteen tasaisuuden varmistamiseksi liikuntasaumarakenteet korjataan aina kokonaisuutena kaikkien siihen liittyvien rakenteiden osalta. Liikuntasaumalaitteen/massaliikuntasauman korjausten lisäksi tukikaistat tulee aina korjata liikuntasaumarakenteen korjausten yhteydessä. Lisäksi asfaltit uusitaan aina 15 m matkalla ennen ja jälkeen liikuntasauman vähintään kulutuskerroksen osalta.

2.1.1 Korjausmateriaaleille ja -tuotteille asetetut vaatimukset

Liikuntasaumarakenteiden korjaamisessa tulee käyttää Väyläviraston käyttöluvan saaneita tuotteita. Sillan korjaustöissä käyttöluvan saaneet liikuntasaumarakenteet on esitetty Väyläviraston hyväksyntäkirjeessä: *Laakeri- ja liikuntasaumatuotteiden käyttö lupa*.

Hankekohtaisesti voidaan hyväksyä muitakin tuotteita. Hyväksyntäkirjeen mukaisella koekäyttölupamenettelyllä voidaan testata uusia liikuntasaumatuotteita ja -rakenteita, jolloin rakenteen toimivuutta tarkkaillaan tehostetusti ennen kuin päätetään tuotteen soveltuvuudesta Väyläviraston käyttöön. Tuotekohtaisen koekäyttöluvan antaa Väyläviraston silta-asiantuntija.

2.2 Korjaussuunnitelman sisältö

Liikuntasaumarakenteen korjaamisesta laaditaan aina korjaussuunnitelma. Korjaussuunnitelmassa tulee huomioida siltapaikalla tehtyt tarkemittaukset ja alkuperäisistä suunnitelmista selviävät yksityiskohdat. Korjaussuunnittelussa tulee myös huomioida Väyläviraston ohjeessa: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun*, kappaleissa [3 Korjaustyö](#) ja [5.3 Liikenteenohjaus](#) annetut ohjeet ja määräykset. Korjaussuunnitelmassa tulee esittää ainakin seuraavat asiat:

- korjattavan liikuntasauman tai liikuntasaumalaitteet tyyppi
- liikuntasauman liikevara ja asennusennakko
- korjattavan sauman pituus- ja poikkileikkaus sekä tasopiirustus
- suomenkielinen työselitys
- korjauksessa käytettävät materiaalit sekä osien ja kiinnikkeiden tyypit ja laatuvaatimukset
- yksityiskohtaiset piirustukset mahdollisten korokkeiden tai taitteiden kohdalta
- liikuntasaumalaitteen ulottuma sillan reunan ulkopuolelle
- liikuntasaumarakenteeseen liittyvät kuivatuslaitteet
- vedenjohdon järjestäminen joko tien pituussuunnassa liikuntasauman yli tai laitteeseen tehtävän aukon kautta alapuolisiin kuivatuslaitteisiin tai sillan reunan yli
- liikuntasaumarakenteen kiinnitys ja kiinnikkeiden materiaalit sekä kiinnitystapa
- tukikaistojen rakenteet, nykyinen ja uusittava rauditus, kuidutus ja valumassa
- massaliikuntasauman leveys, alkuperäinen paksuus ja mahdollisen jyrsinän jälkeen tulevan massakerroksen paksuus
- liikuntasauman liittyminen sillan vedeneristeeseen ja eristysalustan käsittely.

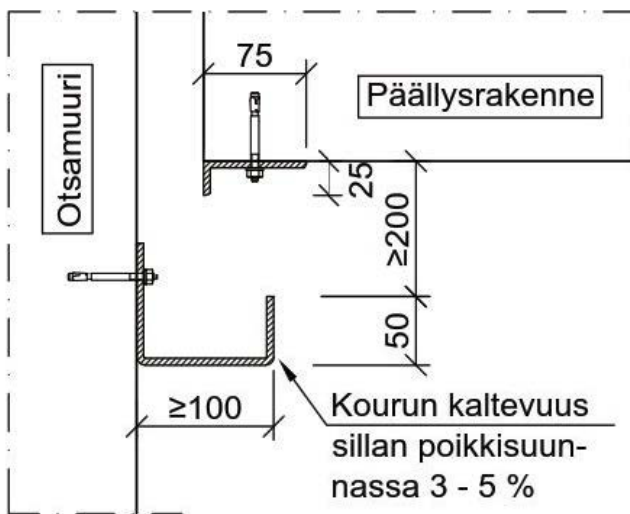
Piirustuksissa tulee esittää purettavat rakenteet pisteviivoilla ja uudet rakenteet ehjillä viivoilla. Piirustukset tulee laatia Väyläviraston antamien ohjeiden mukaisesti.

Vanha liikuntasauma kokonaan uusittaessa sillan liikemäärä lasketaan Väyläviraston ohjeen: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* mukaisesti, ja uuden laatuvaatimukset täyttävän liikuntasaumatuotteen liikevaran on oltava vähintään liikemäärän suuruinen. Vanhan liikuntasaumatuotteen osia korjattaessa tarvittavaksi liikevaraksi oletetaan vanhan tuotteen liikevara, ellei riittämätön liikevara aiheuttanut korjaustarvetta.

Liikuntasaumarakenteen korjaustyöselityksessä esitetään korjaustyön sisältö, käytettävät materiaalit ja työmenetelmät sekä korjaustyön laatuvaatimukset. Työselitys on riittävä suunnitelma-asiakirja tapauksissa, joissa liikuntasaumalaitteelle tehdään pieniä korjauksia, joissa rakenteita ei tarvitse purkaa tai massaliikuntasauman yläpinnan rakenteille tehdään korjauksia.

2.3 Teräksisen hulevesikourun uusiminen

Hulevesikouru asennetaan sillan otsamuuriin kiinni (kuva [25 Esimerkki jälkikäteen asennettavasta hulevesikourusta avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella](#)) siten, että saumarakenteen läpi valuvat vedet saadaan kerättyä talteen. Sillan päädyn rakenteista riippuen hulevesikouru asennetaan joko päällysrakenteen alapuolelle (kuva [25 Esimerkki jälkikäteen asennettavasta hulevesikourusta avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella](#)) tai päällysrakenteen ja otsamuurin väliin (kuva [26 Hulevesikouru avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella ja vedenjohtolaite hulevesikourun päässä. Hulevesikouru otsamuurin ja päällysrakenteen välissä](#)). Hulevedet johdetaan hallitusti sillan ulkopuolelle siten, että hulevesikouru tai matto ulotetaan vähintään 100 mm maatuen rakenteiden ulkopuolelle. Hulevesikourun tai kumimaton pään alapuolelle tehdään tarvittaessa kivipesä tai betoninen hulevesikouru. Hulevesikourun sijaitessa päällysrakenteen alapuolella tulee päällysrakenteen alareunaan kiinnittää tippulista (kuva [25 Esimerkki jälkikäteen asennettavasta hulevesikourusta avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella](#)).



Kuva 25. Esimerkki jälkikäteen asennettavasta hulevesikourusta avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella



Kuva 26. Hulevesikouru avoimen liikuntasaumalaitteen alapuolella ja vedenjohtolaite hulevesikourun päässä. Hulevesikouru otsamuurin ja päällysrakenteen välissä

Hulevesikouru ja tippulista tehdään haponkestävästä teräslevystä, jonka paksuus on vähintään 3 mm. Hulevesikouru ja mahdolliset muut vedenjohtolaitteet asennetaan 3-5 % kaltevuuteen. Hulevesikouru ja tippulista kiinnitetään haponkestävillä kiila-ankkureilla noin metrin välein. Teräsosien ja betonirakenteiden liitospinnat tiivistetään valumattomalla paikkausmassalla ennen teräsosien kiinnittämistä, liitoksen reunoilta pursuavat massat poistetaan.

Hulevesikourun leveys (kuvassa 25 mitta ≥ 100) valitaan siten, että kourun ulkoreuna ulottuu sillan liikepituuden ääriasennossa vähintään 50 mm tippulistan ohi. Hulevesikourun ulkoreunan yläpinnan ja päällysrakenteen alapinnan välissä tulee olla vähintään 200 mm suuruinen rako niin, että hulevesikouru on helposti puhdistettavissa.

3 Korjaustyö

Erityyppisten liikuntasauarakenteiden korjaustöissä tulee huomioida saumatyypille ominaiset yksityiskohdat. Kaikista liikuntasauarakenteiden korjaustöistä tulee tehdä työ- ja laatusuunnitelma (InfraRYL 42001.4.3 ja 42001.4.4), joka hyväksytetään liikuntasauarakenteen tai koko sillan korjaushankkeen tilaajalla tai tilaajan valtuuttamalla edustajalla. Kaikista korjaustöistä laaditaan pöytäkirja (InfraRYL 42510.5), joka luovutetaan hankkeen tilaajalle työn päätteeksi.

3.1 Korjaustyön laatuvaatimukset ja yksityiskohdat

Laatuvaatimukset ovat InfraRYL 42510 mukaiset. Näiden lisäksi on huomioitava seuraavat asiat:

- Ruuvikiinnitteinen liikuntasaumalaite on kiinnitettävä kemiallisilla ankkureilla. Mutterit kiristetään momenttiavaimella suunnitelmassa annettuun kireyteen.
- Kireys on jälkitarkistettava laitekohtaisten ohjeiden mukaan, yleensä 2–3 viikon kuluttua laitteen korjaamisesta.

- Olosuhteiden on oltava valitun liikuntasauman vaatimusten mukaiset.
- Vanhan tukikaistan leveyttä ei tarvitse korjauksen yhteydessä muuttaa, jos pintarakenteita ei uusita.
- Massaliikuntasauman korjauksessa on käytettävä yhteensopivaa tuotetta vanhan jäljelle jäävän massaliikuntasauman sideaineen kanssa. Yleensä massaliikuntasauman korjauksen tekee massaliikuntasauman lisenssinhaltijan valtuuttama urakoitsija.

3.2 Valmistelevat ja alustavat työt

Urakoitsija laatii ennen liikuntasaumarakenteen korjaustyön aloittamista yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman. Suunnitelmassa tulee esittää työn yleiset tiedot ja työsuunnitelma InfraRYL ohjeiden mukaisesti, lisäksi suunnitelmassa tulee esittää seuraavat asiat:

Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- liikuntasaumalaitteen asennus- ja kiinnitysmittojen tarkastus
- ruuvikiinnitteisen liikuntasaumalaitteen muttereiden kireyden tarkastus
- olosuhdemittaukset
- massaliikuntasauman osa-aineiden lämpötilojen seuranta
- liikuntasaumarakenteen vedenpitävyyden ja vesien ohjauksen tarkastaminen InfraRYL- kappaleen 42510.5 mukaisesti
- laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.

Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

- työmaapöytäkirjat, jossa esitetään mittausten ja tarkastusten tulokset
- lämpötilamittausten tulokset
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus takuuajan päätteeksi.

Ennen liikuntasaumarakenteen korjaustyötä on tehtävä korjaustyön vaatimat liikennejärjestelyt. Liikennejärjestelyistä laaditaan kirjallinen liikenteenohjaussuunnitelma, joka on hyväksyttävä tilaajalla. Liikenteenohjaussuunnitelmassa tulee huomioida Väyläviraston asettamat ohjeet ja määräykset seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat*
- *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt*
- *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset.*

Liikennerajoituksista on ilmoitettava Väyläviraston liikennekeskukseen. Maantiellä ja tiealueella tehtävien töiden vaaditut ilmoitukset on esitetty tarkemmin Väyläviraston ohjeessa: *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja työturvallisuusvaatimukset*, kappaleessa *Tiedotus*.

3.3 Korjattavan liikuntasaumarakenteen purkaminen

Betonirakenteiden purkamisessa tulee noudattaa SILKO-ohjeessa *SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät* asetettuja ohjeita ja määräyksiä. Tukikaistoja piikattaessa tulee liikuntasauaman muut rakenteet suojata siten, että ne eivät pääse vaurioitumaan purkutöiden yhteydessä.

Korjattavan liikuntasauamarakenteen irrottamista varten poistetaan betonirakenteita tarvittavassa laajuudessa. Purkaminen on ulotettava hyvälaatuiseen betoniin saakka. Kaikki liikuntasauamarakenteen ympäriltä rapautunut tai muutoin vaurioitunut betoni on poistettava ennen liikuntasauamarakenteen korjaamista. Korjaustöissä ei saa tarpeettomasti vaurioittaa olemassa olevaa raudoitusta, jota käytetään mahdollisuuksien mukaan korjattavan liikuntasauamarakenteen raudoituksena. Jos silta on jännitetty, on erityisesti varottava jänneterästen ankkureiden vahingoittumista.

Piikkausten jälkeen liikuntasauaman betonirakenteiden pinnat tulee puhdistaa suurpainepesulla. Korjattavassa pinnassa ei saa olla epäpuhtauksia tai piikkauksesta irronnutta betonia.

Korjattavan massaliikuntasauaman purettava osuus poistetaan laatikkojyrsimällä. Jyrsinnän jälkeen tulee tarkastaa, että saumassa ei ole koko massaliikuntasauaman uusimiseen johtavia vaurioita. Bitumittoman massaliikuntasauaman jyrsimisessä pitää käyttää hienojyrsintä.

3.4 Liikuntasauamarakenteen korjaus ja työvaiheet

3.4.1 Liikuntasauamalaitteen betonirakenteet

Korjattavaan liikuntasauamarakenteeseen liittyvät betonirakenteen paikataan ohjeen *SILKO 2.231 Betonin paikkaus* mukaan. Korjauksessa vaurioituneet raudoitteet uusitaan SILKO-ohjeen *SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen* mukaisesti. Korjauksessa käytettävien korjaustuotteiden tulee olla Väyläviraston käyttöönsä hyväksymiä SILKO-ohjeiden *SILKO 3.211 Korjausbetonit* ja *SILKO 3.231 Paikkausaineet* mukaisesti.

3.4.2 Liikuntasauamalaitteet

Korjattavaa liikuntasauamalaitetta asennettaessa, ennen liikuntasauamalaitteen lopullista kiinnittämistä, on tarkastettava, että liikuntasauama täyttää sille asetetut vaatimukset. Tarkastettavia asioita ovat:

- liikuntasauamalaitteen mitat: Liikuntasauamalaitteen ja sen korjattujen/uusittujen osien tulee olla liikuntasauamaan/-saumalaitteeseen sopivia
- korjatun liikuntasauamalaitteen asennusennakko on valittu oikein
- liikuntasauamalaitteen asennusalusta täyttää laitekohtaiset laatuvaatimukset
- liikuntasauaman kohdalla kaltevuudet sillan pituus- ja poikkisuuntaan ovat suunnitelmien mukaiset ja siltapaikalle sopivat.

Sillan reunojen yli ulottuvat osat on tarvittaessa työstettävä niin, että vedet ohjautuvat tehokkaasti sillan ulkopuolelle. Liikuntasauamalaite asennetaan paikoilleen laitekohtaisten ohjeiden mukaisesti. Väyläviraston ohjeessa: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* on esitetty yleisiä ohjeita ja vaatimuksia liikuntasauamalaitteen asentamiseen. Liikuntasauamalaitteen asennustyö etenee kiinnitystavasta riippuen yleensä seuraavasti:

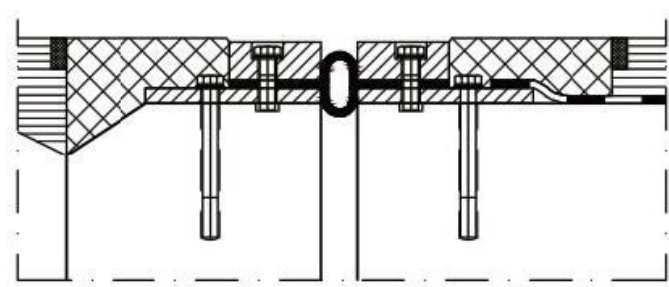
Ruuvikiinnitteinen liikuntasaumalaite:

1. Kiinnitysruuviin paikat merkitään saumalaitteen paikoilleen sovituksen yhteydessä. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota siihen, että ruuvien reunaetäisyys on vaatimusten mukainen.
2. Kiinnitysruuviin reiät porataan ruuvikohtaisten ohjeiden mukaan. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota siihen, että reikä tulee kohtisuoraan laitteen pituuskaltevuuteen ja pystysuoraan saumaan nähden. Reiät puhdistetaan kemiallisten ankkureiden/ankkurimassan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lopuksi reikien pölyttömyys varmistetaan voimakkaalla imurilla puhdistamalla.
3. Liikuntasaumalaitteen asennusalusta käsitellään ja tiivistetään laitekohtaisten ohjeiden mukaan. Saumalaitteen pintojen käsittelystä saattaa myös olla tuotekohtaiset ohjeet.
4. Saumalaite asennetaan sillan reunasta aloittaen. Jos laite koostuu elementeistä, ne liitetään toisiinsa ohjeiden mukaisesti.
5. Saumalaite kiinnitetään kemiallisilla ankkureilla. Mutterit kiristetään momenttiavaimella suunnitelmassa annettuun kireyteen. Mahdolliset asennusennakon ja asennustyön vaatimat säätö- ja ripustuslaitteet poistetaan.
6. Kiinnitysruuviin kolot täytetään tarvittaessa plastisella saumausmassalla tai laitekohtaisilla kumitulvilla.
7. Suoritetaan mahdolliset teräsosien pintakäsittelyt ohjeiden mukaan.
8. Mutterien kireys tarkistetaan laitekohtaisten ohjeiden mukaan, yleensä 2–3 viikon kuluttua asennuksesta.

Kuvassa [27 Ruuvikiinnitteinen yksikuminen liikuntasaumalaite R15 / DC-7](#) on esitetty ruuvikiinnitteinen yksikuminen liikuntasaumalaite R15/DC-7, lisäksi kuvassa [22 Mattoliikuntasaumalaite](#). Kuvassa näkyvät vauriot ja puutteet: kumiprofiili on revennyt kiinnitysten kohdalta, kiinnikkeiden kohdalta puuttuu kumitulppia, kaistojen kohdalta puuttuu tukikaista, kevyen liikenteen väylän kohdalta tukikaistojen vierestä puuttuvat saumabitumit, suojalevyt ovat kuluneet, asfaltissa on purkaumia ja rakoja liikuntasaumalaitteen ja tukikaistojen vieressä, kumiprofiilin urissa on hiekkaa on esitetty ruuvikiinnitteinen mattoliikuntasaumalaite. Kuvassa [28 Ruuvikiinnitteisen yksikumisen liikuntasaumalaitteen R15 / DC-7 rakenneleikkaus](#) on esitetty kuvaa [27 Ruuvikiinnitteinen yksikuminen liikuntasaumalaite R15 / DC-7](#) vastaavan ruuvikiinnitteisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus. Vastaavasti ruuvikiinnitteisen mattoliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus on esitetty kuvassa [21 Mattoliikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#). Edellä mainittuja ruuvikiinnitteisiä liikuntasaumalaitteita ei enää käytetä uudiskohteissa, mutta liikuntasaumalaitetyyppejä voidaan korjata, jos korjaaminen katsotaan kannattavaksi.



Kuva 27. Ruuvikiinnitteinen yksikuminen liikuntasaumalaite R15 / DC-7

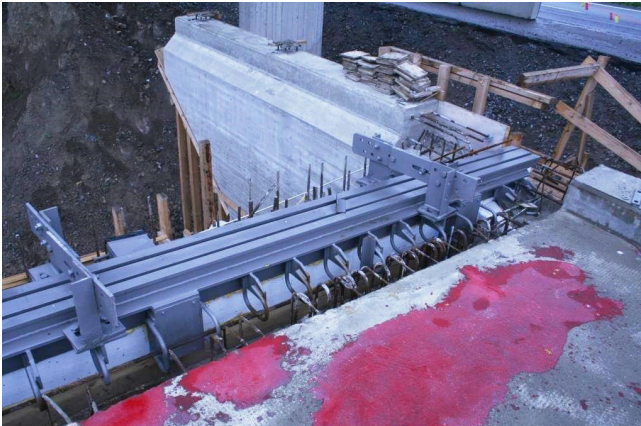


Kuva 28. Ruuvikiinnitteisen yksikumisen liikuntasaumalaitteen R15 / DC-7 rakenneleikkaus

Valukiinnitteinen liikuntasaumalaite:

1. Liikuntasauaman muotti tehdään niin, että sauma täyttää sille asetetut vaatimukset. Saumaa voidaan tarvittaessa myös kaventaa valun yhteydessä tai avartaa leikkaamalla. Saumaan ei saa jäädä rapautunutta betonia. Muotti tehdään niin tiiviiksi, ettei betonia pääse valumaan liikuntasaumarakoon. Muotti poistetaan valun jälkeen esim. korkeapainepesulla tai mekaanisesti betonia vaurioittamatta.
2. Tarvittavat asennusteräket juotetaan tai hitsataan paikoilleen. Vaurioitunut rauditus uusitaan ja raudoitusta lisätään tarvittaessa. Työt tehdään ohjeita *SILKO 2.261 Tartuntatankojen ankkurointi* ja *SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen* soveltaen.
3. Liikuntasaumalaite kiinnitetään tai tuetaan niin, ettei laite pääse siirtymään tai kiertymään paikaltaan valun aikana vaan pysyy suunnitellussa asemassaan sillan pituus- ja poikkisuunnassa. Liikuntasaumalaitetta asennettaessa laitteessa on kiinni säädettävät osat (kuva [29 Valukiinnitteisen monikumisen liikuntasaumalaitteen asennus](#)), jotka pitävät asennusennakon kohdallaan.
4. Juotosvalu tehdään päällysrakenteen yläpinnan tasoon ja kannen pääty muotoillaan Väyläviraston ohjeen: *Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun* mukaisesti.
5. Tehdään vedeneristys Väyläviraston ohjeen: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun* mukaisesti.
6. Valetaan betoniset tukikaistat, jotka voidaan tehdä myös valu- tai kumibitumivaluasfaltista tai massaliikuntasaumamassasta InfraRYL 42510.3.3 ohjeiden mukaisesti.
7. Puuttuvat kumi- ja teräsosat asennetaan paikoilleen. Teräsosat pintakäsittellään ohjeiden mukaan.

Kuvassa [29 Valukiinnitteisen monikumisen liikuntasaumalaitteen asennus](#) on esitetty monikumisen valukiinnitteinen liikuntasaumalaite asennusvaiheessa. Vastaavan tyyppisen liikuntasaumalaitteen esimerkkirakenneleikkaus on esitetty kuvassa [7 Yksikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#).



Kuva 29. Valukiinnitteisen monikumisen liikuntasaumalaitteen asennus

Yksikumisen liikuntasaumalaitteen (kuvat [7 Yksikumisen liikuntasaumalaitteen rakenneleikkaus](#) ja [8 Yksikumisen liikuntasaumalaite](#), kuvassa liikuntasaumalaitteen vaurioitunut kumiprofiili on vaihdettu ja teräsprofiilien kumiurasta on puhdistettu ruosteet pois (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: teräsosia ei ole tuotu reunapalkin ulkopuolelle, kumiprofiilia ei ole asennettu täysin uran pohjaan kiinni)) kiinnityksen ollessa kunnossa, vaurioitunut yläosa voidaan korjata leikkaamalla teräsprofiilien yläosa pois ja kiinnittämällä hitsaamalla uudet korjausprofiilit, joihin asennetaan uusi kumiprofiili.

Joitakin uusia liikuntasaumalaitteita on saatavissa hiljentimin varustettuna. Näitä ns. hiljaisia liikuntasaumalaitteita on asennettu kaupunkiympäristössä ja asutuksen läheisyydessä (kuva [12 Rengasmelua vaimentavat hiljentimet asennettuna monikumisen liikuntasaumalaitteen teräsprofiilien päälle](#) (kuvassa näkyvät vauriot tai puutteet: hiljennyslevyihin on törmätty auralla siten, että levy on paikallisesti taipunut ja kiinnikkeet ovat leikkaantuneet poikki, tukikaistassa on pieniä lohkeamia törmäysvaurion kohdalla, hiljenninlevyjen pinnoite on kulunut ja levyt ovat pintaruosteessa)).

3.4.3 Massaliikuntasaumat

Korjattavassa massaliikuntasaumassa käytetyt rakenteet ja materiaalit tulee olla tarkasti tiedossa ennen korjausta. Massaliikuntasaumojen rakenteet ja materiaalit poikkeavat toisistaan, joten tuotekohtaisia ohjeita on noudatettava ehdottoman tarkasti.

Korjattavan massaliikuntasauaman tartuntapinnat puhdistetaan ja kuivataan huolellisesti. Tartuntapintoihin levitetään tuotekohtainen tartunta-aine.

Korjaustyö tehdään alkuperäisen massaliikuntasauaman toimittajan ohjeiden mukaisesti. Kuvassa [30 Massaliikuntasauaman aurausvaurion \(höyläys\) korjaaminen](#) on esitetty massaliikuntasauaman aurausvaurion korjaaminen. Aura on höylännyt massaliikuntasauaman pinnasta palan irti. Vaurio korjataan massaliikuntasauaman side- ja runkoaineella.

Kevyen liikenteen väylillä polymeeribitumisissa massaliikuntasaumassa voidaan käyttää pinnoitetta parantamaan saumamassan kitkaominaisuuksia (kuva [31 Massaliikuntasauaman pinnoitus kevyen liikenteen väylän kohdalla](#)). Pinnoite voidaan tarvittaessa näkyvyyden parantamiseksi tehdä värillisenä.

Pinnoitteen väristä päättää korjauksen tilaaja. Pinnoitustyö tehdään InfraRYL-kappaleen 42510.4 mukaisesti.



Kuva 30. Massaliikuntasauman aurausvaurion (höyläys) korjaaminen



Kuva 31. Massaliikuntasauman pinnoitus kevyen liikenteen väylän kohdalla

3.5 Päällystystöissä jyrситyn massaliikuntasauman yläpinnan korjaaminen

Sauman reunat merkitään reunapalkkeihin siten, että reunat voidaan leikata oikeista kohdista auki päällästystyön jälkeen.

Vanhan päällstysteen jyrситintä ja päällstysteen uusiminen tehdään niitä koskevan työselityksen mukaan. Jyrсиннän jälkeen on todettava, ettei paikalleen jäävässä osassa ole massaliikuntasauman uusimiseen johtavia vaurioita.

Massaliikuntasauman päälle asennetaan ennen päällstystystä irrotuskaista tarkalleen vanhan sauman reunojen rajaamalle alueelle. Irrotuskaistana käytetään kovaa puukuitulevyä, vaneria tai silikonipaperia, jonka päälle levitetään ohut hiekkakerros. Käytännössä viimeksi mainittu on osoittautunut hyväksi, koska tällöin asfaltin tasaus onnistuu parhaiten ja paperi on helppo poistaa, vaikka se tarttuisi alustaansa.

Irrotuskaista on kiinnitettävä siten, että se pysyy paikallaan päällystyön ajan ja on mahdollisimman helposti irrotettavissa saumaa avattaessa.

Päällystystyön jälkeen sauman reunat leikataan auki timanttisahalla. Sahauksen syvyys ja sijainti määritetään siten, että paikalleen jäävää massaliikuntasaumaa ei vaurioiteta.

Liete pestään pois. Päällyste piikataan pois irrotuskaistan päältä. Piikkaus tulee tehdä säilytettäviä rakenteita vahingoittamatta. Irrotuskaista poistetaan. Tartuntapintaan ei saa jäädä mitään irtainta ainesta tai epäpuhtauksia.

Jos alta paljastuu aikaisemmin jyrskitty pinta, se on yleensä riittävän hyvä tartuntapinnaksi, jonka pitää olla rosainen ja karkea. Jos irrotuskaista on paperia tai kangasta, se voidaan yleensä poistaa polttamalla.

Jos sauma ulottuu sillan reunaan, reuna on tuettava ruostumattomalla teräslevyllä Väyläviraston ohjeen: *Täydentäviä ohjeita sillan suunnitteluun*, kappaleen *Liikuntasaumat* mukaisesti.

On myös mahdollista jättää asfaltin kulutuskerros paikoilleen polymeeribitumisen massaliikuntasauman päälle kohdan [1.5.3 Polymeeribitumiset massaliikuntasaumat](#) mukaisesti.

3.6 Tukikaistojen korjaaminen

Tukikaistat korjataan aina liikuntasaumalaitteen korjaamisen ja uusimisen yhteydessä. Myös pelkkä liikuntasaumalaitteen tukikaista voidaan korjata. Liikuntasaumalaite tulee suojata valuroiskeilta. Tukikaistojen korjausmateriaalina tulee käyttää samaa materiaalia, josta tukikaista on aiemmin tehty. Mikäli tukikaista uusitaan kokonaan, voidaan tukikaistan materiaali valita vapaasti kohteeseen sopivaksi.

Valettavan tukikaistan tartuntapinnan tulee olla karhea, pinnassa ei saa olla epäpuhtauksia tai irtonaista materiaalia. Piikatut betonipinnat ja muotit kastellaan hyvin vuorokausi ennen tukikaistan korjausvalua ja suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Betonoinnin alkaessa betonipintojen tulee olla kosteita, mutta ne eivät saa olla märkiä (kiiltäviä). Korjausvalu tehdään SILKO-ohjetta *SILKO 2.231 Betonin paikkaus* soveltaen ja tuotekohtaisten vaatimusten mukaisesti.

Ruuvikiinnitteiset laitteet voidaan asentaa myös valuun jätettyyn varaukseen, jolloin on kiinnitettävä erityistä huomiota asennusalueen tasaisuuteen.

Valuasfalttitukikaistan korjaus tehdään InfraRYL:n kohtaa 42331 soveltaen. Tukikaistan yläpinta karkeutetaan jyräämällä pintaan kulutusta kestävästä raekooltaan 16/22 mm:n sirotetta 10 kg/m².

Betoniset tukikaistat korjataan InfraRYL:n kohdan 42020 mukaisesti. Betonisia tukikaistoja ovat betonimuovista (PC), polymeerisementtibetonista (PCC) ja raudoitetusta tai teräskuidulla vahvistetut betonista valmistetut tukikaistat. Korjausmateriaalien tulee täyttää InfraRYL:n kohtien 42020 ja 42510 asettamat vaatimukset.

Betonimassa tulee sekoittaa hyvin niin, että valumassassa olevat side- ja lisäaineet sekä kuidut sekoittuvat tasaisesti massan joukkoon. Valu aloitetaan liikuntasauaman alemmasta päästä. Massa tiivistetään sullomalla ja mahdollisuuksien mukaan täryttämällä. Pintaan voidaan levittää sirote. Jälkihoito tehdään tuotekohtaisten ohjeiden mukaan. Mahdollisesti syntyvät halkeamat suljetaan imeyttämällä SILKO-ohjeen *SILKO 2.239 Halkeaman imeytys* mukaisesti. Laatuvaatimukset täyttävät imeytysaineet on esitetty SILKO-ohjeessa *SILKO 3.235 Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet*.

Betonisten tukikaistojen paikalliset valuviat ja kulumat voidaan korjata alkuperäisellä tai alkuperäistä vastaavalla materiaalilla. Korjattavat alueet rajataan suoraviivaisesti timanttisahaamalla. Purettavat kohdat piikataan tai jyrsitään kohdan [3.3 Korjattavan liikuntasaumarakenteen purkaminen](#) mukaisesti.

Massaliikuntasaumamassasta tehdyn tukikaistan korjaus tehdään materiaalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Korjausmateriaalina käytetään massaliikuntasaumamassan sideainetta ja kiviainesta.

Tukikaistan pintavauriot voidaan korjata myös muulla kuin alkuperäisellä tukikaista materiaalilla esim. urapaikkausten ja maantien muiden pintavauriokorjausten yhteydessä. Materiaalit vaihtelevat mm. sääolosuhteiden vuoksi. Valuasfalttipaikkaukset (VA) tai pehmeät asfalttibetonipaikkaukset (PAB) ovat maantien päällystekorjausten tapaan tilapäispaikkauksia ennen varsinaista tukikaistakorjausta.

4 Korjaustyön laadunvarmistus

Korjatun liikuntasaumarakenteen kelpoisuus osoitetaan InfraRYL kappaleen 42510.5 mukaisesti. Lisäksi liikuntasaumarakenteen korjaustyön päätteeksi laadunvarmistustoimenpiteinä tehdään seuraavat asiat:

- tarkastetaan liikuntasaumalaitteen asennusennakon oikeellisuus ja ruuvien kireys
- tarkastetaan tukikaistojen mitat ja todetaan tukikaistojen materiaalien laatuvaatimusten täyttyminen
- tarkastetaan saumausten laatu ja todetaan, että saumamassa on laatuvaatimukset täyttävää tyyppiä.

Työn valmistuttua kaikista työnaikaisista ja korjaustyön päätteeksi tehdyistä laadunvarmistustoimenpiteistä tehdään laaturaportti InfraRYL kappaleen 42510.5 mukaisesti. Raporttiin sisällytetään:

- yhdistetty työ- ja laatusuunnitelma
- työmaapöytäkirjat
- ainetodistukset
- mahdolliset poikkeamaraportit
- suoritettut laadunvarmistustoimenpiteet
- vaatimustenmukaisuuden yhteenvetoraportti

Laaturaportti luovutetaan tilaajalle tai tilaajan valtuuttamalle edustajalle viimeistään työn vastaanottotarkastuksessa.

5 Työturvallisuus ja ympäristönsuojelu

5.1 Työturvallisuus

Korjaustyössä tulee noudattaa työturvallisuutta koskevia määräyksiä ja ohjeita seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- *SILKO 1.111 Työturvallisuus*
- *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja työturvallisuusvaatimukset*

Kaikilla tietyömaalla työskentelevillä tulee olla voimassa olevat, rakennustyön vaatimat pätevyydet ja turvallisuuskoulutukset. Varoitustaatteiden ja henkilösuojainten tulee täyttää edellä mainittujen ohjeiden ja määräysten mukaiset vaatimukset.

5.2 Haitalliset aineet ja tuotteet

5.2.1 Bitumit ja polymeerituotteet

Bitumi-, epoksi- ja polymeerituotteet saattavat aiheuttaa terveydellistä vaaraa. Aineista on oltava työmaalla käyttöturvallisuustiedote sekä suomenkielinen käyttöohje ja työseloste.

Kumibitumiliuokset luokitellaan kemikaalilain mukaan syttyviksi, palaviksi nesteiksi. Bitumiliuokset sisältävät ainesosia, jotka ovat syövyttäviä ja aiheuttavat helposti ihottumaa.

Epoksituotteet saattavat sisältää ihoa ja hengitystä ärsyttäviä ja herkistäviä ainesosia (epoksin levitys ja sekoittaminen sekä kovettuneen epoksin hionta).

Polyuretaanit sisältävät ainesosia, jotka ovat herkistäviä ja voivat aiheuttaa astmaa ja nuhaa. Ainesosia voi esiintyä työpaikan ilmassa haihtuneena ja ruiskutustyössä myös sumuna. Lisäksi polyuretaanien palamistuotteissa esiintyy ainesosia, jotka aiheuttavat astmaa ja allergista ihottumaa.

Bitumia, epoksia ja polymeerejä sisältäviä tuotteita työstettäessä, sekä bitumituotteita kuljetettaessa ja varastoitaessa tulee noudattaa SILKO-yleisohjeen *SILKO 1.111 Työturvallisuus* asettamia vaatimuksia ja ohjeita. Yleisohjeen liitteessä *Polymeereistä aiheutuvia terveyshaittoja* on esitetty polymeereistä aiheutuvia terveyshaittoja sekä niiltä suojautuminen.

Jos saumaustyössä käytettävät tarvikkeet sisältävät terveydelle vaarallista ainetta, niiden pakkauksissa on oltava määräysten mukaiset merkinnät ja työpaikalla näistä aineista on oltava TVATM-järjestelmän mukaiset työturvallisuustiedotteet. Jos aineen käyttö vaatii erityisiä turvallisuustoimia, niistä on tiedotettava työntekijöille ennen työn aloittamista. Ohjeiden noudattamista on valvottava. Työsuojelun perustietoja on käsitelty polymeerien yleisessä SILKO-ohjeessa *SILKO 1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina*.

5.2.2 Asbesti

Suomessa on käytetty asbestia rakennustuotteissa vuosien 1910-1990 välisenä aikana. Asbestia sisältävien tuotteiden myynti ja valmistus on ollut kiellettyä vuoden 1994 alusta lähtien. Ennen tätä valmistetuissa rakennusmateriaaleissa saattaa esiintyä asbestia. Sillan rakenteissa asbestia saattaa

esiintyä pinnoitteissa, vedeneristeissä ja putkien eristeissä. Asbestia käsiteltäessä vapautuu ilmaan hienojakoista pölyä, joka sisältää asbestikuituja ja hiukkasia. Asbestipölylle altistuminen voi aiheuttaa keuhkosityöpää, pahanlaatuisia kasvaimia ja muita hengenvaarallisia sairauksia. Asbestia käsiteltäessä on huolehdittava riittävästä henkilökohtaisesta suojautumisesta sekä huolehdittava että ympäröivään ilmaan ei pääse leviämään asbestipölyä.

Purettavien rakennusmateriaalien asbestikartoitus kuuluu rakennuttajan tehtäviin. Asbestikartoitus tulee tehdä RT-kortin 18-11247 mukaisesti. Asbestia sisältävät rakennusmateriaalit tulee purkaa Ratu TT-kortin Infra TT5.1-730805 mukaisesti ja hävittää ongelmajätteenä.

5.2.3 PAH-yhdisteet

Kivihiilipiki on kivihiilitervan tislauksjäännös, joka sisältää satoja orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä. Näistä yhdisteistä ongelmallisimpia ovat syöpää aiheuttavat polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet. Kivihiilipikeä esiintyy silloilla vanhoissa vedeneristeissä. Vedeneristeitä purettaessa työilmaan vapautuu hiukkasmaisia ja höyrymäisiä yhdisteitä, jotka imeytyvät ihon läpi ja kulkeutuvat hengitysteitse elimistöön.

PAH-yhdisteet asettavat erityisvaatimuksia purkutoimenpiteiden henkilökohtaiselle suojautumiselle ja ympäristön suojaamiselle.

Purettavien rakennusmateriaalinen PAH-pitoisuuden määrittäminen kuuluu rakennuttajan tehtäviin. PAH-pitoisuus tulee määrittää RT-kortin Infra 061-710163 mukaisesti raja-arvot ylittävänä määrityksenä. Raja-arvot ylittäviä määriä PAH-yhdisteitä sisältävät rakennusmateriaalit tulee purkaa RATU-kortin 82-0381 mukaisesti ja hävittää ongelmajätteenä.

5.2.4 PCB-yhdisteet ja lyijy

PCB-yhdisteet ovat öljymäisiä, hyvin kestäviä, eristäviä ja huonosti syttyviä. PCB-yhdisteet saattavat sisältää dioksiineja, jotka saattavat olla hyvin myrkyllisiä. PCB-yhdisteiden on todettu lisäävän syöpäriskiä. Ominaisuuksiensa takia PCB-yhdisteitä sisältäviä tuotteita on saatettu käyttää siltojen elastisissa saumauksissa tai sillassa sijaitsevien putkien eristeinä.

Lyijy on ympäristössä luonnostaan esiintyvä myrkyllinen raskasmetalli, mitä on saatettu käyttää siltojen saumamassojen kovetteena. Lyijy saattaa aiheuttaa kehittymishäiriötä ja vauriota munuaisiin sekä sydän- ja verenkiertoelimistölle.

PCB-yhdisteitä ja lyijyä sisältäviä saumamassoja saattaa esiintyä silloissa, jotka on rakennettu ennen 1990-lukua.

Purettavien rakennusmateriaalien PCB- ja lyijy-pitoisuuksien määrittäminen kuuluu rakennuttajan tehtäviin. Raja-arvot ylittäviä määriä PCB-yhdisteitä tai lyijyä sisältävät rakennustuotteet tulee purkaa ja hävittää ongelmajätteenä RATU-kortin 82-0382 mukaisesti.

5.3 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjauksessa tulee noudattaa tieliikennelakia. Liikenteenohjauksen lainsäädännöstä, varusteista ja käytännöistä on kerrottu Väyläviraston ohjeessa: *Liikenne tietyömaalla - Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset*, kappaleessa *Liikenteenohjaaja*.

Liikenteenohjaaja tulee aina kouluttaa ja perehdyttää tehtäväänsä. Liikenteenohjaajan koulutus tehdään Väyläviraston ohjeen: *Liikenne tietyömaalla - Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset*, kappaleen *Liikenteenohjaaja* mukaisesti. Perehdytys tehdään työmaakohtaisesti ja siinä perehdytään kyseisen työmaan vaaroihin ja käytäntöihin.

Liikenteenohjaajalla tulee aina olla olosuhteisiin sopivat varoitusvaatteet ja varusteet.

5.4 Liikenteenohjauslaitteet ja työmaasta tiedottaminen

Työmailla käytetään joko normaalikokoisia tai suurikokoisia liikennemerkkejä. Ainoa sallittu pienikokoinen liikennemerkki työmailla on liikenteenohjaajan pysäytysmerkki **311 (Ajoneuvolla ajo kielletty)**.

Pitkäkestoisten korjaustöiden yhteydessä on suositeltavaa käyttää liikenteenohjaukseen liikennevaloja.

Liikenteenohjauslaitteiden ja tiedotuskylttien ohjeet ja vaatimukset on esitetty tarkemmin Väyläviraston ohjeissa:

- *Liikenne tietyömaalla - Tienrakennustyömaat*
- *Liikenne tietyömaalla - Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset*.

5.5 Suojakaiteet ja törmäyssuojat

Työnaikainen kaide suunnitellaan ja kaidetyyppi valitaan Väyläviraston ohjeen: *Sulku- ja varoituslaitteet* mukaan. Työnaikaisen kaiteen tai betonielementtijonon taakse varataan joustotilaa. Joustotilan leveys määräytyy käytettävän kaidetyypin, kaiteen sijainnin ja nopeusrajoituksen mukaan. Työnaikaisen kaiteen päiden suojaus tai sivuun kääntö tehdään ohjeen *Sulku- ja varoituslaitteet* mukaan.

Liikuntasauमारakenteen korjaus tehdään yleensä kaista kerrallaan. Korjattavan kaistan kohdalla tulee olla törmäyssuojana vähintään rengasnippu Väyläviraston ohjeen: *Sulku- ja varoituslaitteet* mukaisesti. Lyhytkestoisissa korjaustöissä voidaan käyttää raskaaseen ajoneuvoon kiinnitettyä törmäysvaimenninta (TMA).

5.6 Ympäristönsuojelu

Liikuntasauomalaitteita saatetaan joutua korjaamaan liikenteen aiheuttaman häiritsevän kovan äänen takia. Liikuntasauomalaitteen yli ajettaessa liikuntasauomalaitteesta ei saa tulla häiritsevän kovaa meteliä.

Korjaustöissä on huolehdittava, ettei bitumia pääse valumaan alapuolisten rakenteiden pinnoille, veteen tai maahan. Ympäristöön valuneet bitumit on vahingon sattuessa puhdistettava välittömästi pois.

Kaikki korjaustyöstä aiheutuvat jätteet on käsiteltävä asianmukaisesti. Jätteiden hävittämisessä tulee huomioida, että esimerkiksi osa muovituotteiden komponenteista on ongelmajätettä. Sillan rakennusmateriaaleissa saattaa esiintyä asbestia ja PAH-yhdisteitä, mitkä tulee hävittää ongelmajätteenä. Missään tapauksessa jätteitä tai muita rakennustarvikkeita ei saa heittää vesistöön tai jättää siltapaikan luontoon. Ongelmajätteet tulee hävittää alueen ELY-keskuksen tai kaupungin ympäristöviranomaisen ohjeiden mukaisesti.



Väylävirasto
Trafikledsverket

