

# ASFALTTITEIDEN PAIKKAUSMENETELMÄT

Jesper Karjalainen

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jesper Karjalainen	Vuosi	2019
<b>Ohjaaja</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Toimeksiantaja</b>	NCC Industry Oy		
<b>Työn nimi</b>	Asfalttiteiden paikkausmenetelmät		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	29		

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli auttaa tulevia työnjohtajia vertailemaan paikkausmenetelmiä kohteen ja työtavan välillä. Kustannustehokkuus, työturvallisuus ja paikkauksen kesto olivat avainasemassa. Tässä työssä vertailtiin PAB-paikkausta sekä puhallussirotepaikkausta.

Opinnäytetyö käsitteli tien rakenteen, tiehen syntyvät vauriotyypit ja niiden aiheuttajat sekä teiden paikkausmenetelmät. Tarkemmin työssä perehdyttiin yleisesti käytössä olevaan PAB-paikkauksiin ja puhallussirotepaikkauksiin. Aineistoa kerättiin julkaistuista materiaaleista, työnantajalta saaduista materiaaleista sekä omista käytännön kokemuksista.

Puhallussirotepaikkaukset olivat kestävyydeltään, hinnaltaan ja työturvallisuudeltaan parempia kuin PAB-paikkaukset. Kaluston puutteellisuuden vuoksi puhallussirotepaikkauksia tukemaan jouduttiin tekemään PAB-paikkauksia. Puhallussirotekaluston hankkimista tulisi tarkastella yrityksissä sen kannattavuuden vuoksi.

Technology, Communication and  
Transport  
Degree Programme in Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Jesper Karjalainen	<b>Year</b>	2019
<b>Supervisor</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Commissioned by</b>	NCC Industry Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Different Techniques of Asphalt Patching		
<b>Number of pages</b>	29		

---

The aim in this thesis was to help new foremen to select the right patching type. Cost efficiency, safety, and the lifetime of the patch were in the key role. In this thesis blow patching and soft asphalt concrete patching were compared.

This thesis discussed the structure of the road, the different types of damages of the pavements, the causes for the damages and the different kinds of patching types. In this thesis blow patching and soft asphalt concrete patching were the patching types that were compared closely. The source material was gathered from the published materials, the material given by the employer and from personal experiences.

Blow patching was found better due to its cost efficiency, lifetime and safety compared to the soft asphalt concrete patching. The lack of blow patching equipment made it impossible that blow patching would be used as the only patching method. That is why soft asphalt concrete patching is used with blow patching. Companies should consider buying blow patching equipment because of its profitability

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	6
2 ASFALTTIPAikkaAMISEN PERUSTEET.....	7
2.1 Tien rakenne.....	7
2.2 Asfalttiteiden vaurioiden aiheuttajat.....	7
2.3 Pääasiassa liikennettä aiheuttavat vauriot.....	9
2.3.1 Pitkittäis- ja poikittaisepätäsaisuudet.....	9
2.3.2 Liukkaat ja avoimet kohdat (Purkaumat ja reiät).....	10
2.4 Paikkauksen menetelmävalinnan ja ajoittamisen perusteet.....	11
2.5 Paikkausmenetelmät.....	12
2.5.1 Asfalttibetonipaikkaukset.....	12
2.5.2 Valuasfalttipaikkaus.....	14
2.5.3 KT-valuasfalttipaikkaus.....	15
2.5.4 PAB-paikkaus.....	16
2.5.5 Sirotepaikkaus.....	18
2.5.6 Sirotepuhalluspaikkaus.....	19
2.5.7 Urapaikkaus.....	21
3 PAikkaUSMENETELMIEN VERTAILU.....	24
3.1 Paikkausmenetelmien vertailusta yleisesti.....	24
3.2 Kustannukset.....	24
3.3 Kestävyys.....	25
3.4 Työturvallisuus.....	27
4 POHDINTA.....	28
LÄHTEET.....	29

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

## Määritelmiä (Tiehallinto 2009, 9)

Asfalttibetonipaikkaus (AB-paikkaus)	Asfalttibetonimassalla tehty paikkaus lukuun ottamatta urapaikkausta.
Valuasfalttipaikkaus (VA-paikkaus)	Valuasfalttimassalla tehty paikkaus.
Koneellisesti tiivistetty valuasfalttipaikkaus (KT-valuasfalttipaikkaus)	Valuasfalttipaikkaus, joka tehdään käyttäen levityslaitetta, jolla paikkausmassa levitetään ja painetaan samalla tiiviiksi ja tasaiseksi pinnaksi paikattavaan kohtaan.
Pehmeä asfalttibetonipaikkaus (PAB-paikkaus)	Pehmeällä asfalttibetonimassalla (PAB-B tai PAB-V) tehty paikkaus.
Sirotepaikkaus (SIPA)	Paikattavan päällystepinnan vahvistaminen bitumisella sideaineella pintaan liimatulla sirotekiviaineksella.
Sirotepuhalluspaikkaus (SIPU)	Korjausmenetelmä, jolla AB, PAB- ja SOP-päällysteiden reikiä ja halkeamia paikataan puhaltamalla kiviaineksen ja bitumisen sideaineen seos paikattavaan kohtaan.
Urapaikkaus	Paikkausmenetelmä, jolla paikataan tien poikittaissuuntaisia epätasaisuuksia (esim. uria ja reunapainumia).
Uraremix	AB- ja SMA-päällysteiden urapaikkausmenetelmä, jossa paikattavan uran kohdalta tienpinta kuumajyrsitään ja tarvittava lisämassa ja mahdollinen lisäsideaine sekoitetaan jyrsiytyyn päällystemassaan jyrsinän yhteydessä.
Uraremo	PAB-päällysteiden urapaikkausmenetelmä, jossa paikattavan uran kohdalta tienpinta jyrsitään ja tarvittava lisämassa ja lisäsideaine sekoitetaan jyrsiytyyn päällystemassaan jyrsinän yhteydessä.
Avarrussaumaus	Asfaltin halkeamien korjausmenetelmä, jossa halkeamat avarretaan, puhdistetaan, lämmitetään ja saumataan hyvän tartunta-venyvyyden kylmässä omaavalla saumausaineella.
Kannukaatosaus	Asfaltin halkeamien korjausmenetelmä, jossa halkeamia ei esikäsitellä ennen saumausta, vaan saumausaine kaadetaan kannulla tai ruiskutetaan suuttimen avulla käsittelemättömään halkeamaan.
Massasaumaus	Asfaltin leveiden halkeamien ja pienten purkaumien korjausmenetelmä, jossa vauriokohta paikataan kuumalla asfalttimassalla.
Jyrsintä	Jyrsintä on tiepinnan epätasaisuuksien tai liian alhaisen kitkan korjausmenetelmä, jossa vauriot korjataan tien pintaa jyrsimällä ilman uuden massan lisäystä.

## 1 JOHDANTO

Tiestön kunto on huonontunut viime vuosina merkittävästi ja se tulee huononeemaan edelleen. Teiden korjausvelka kasvaa kasvamistaan ja siihen tulisi puuttua nopeasti. Paikkausmenetelmien käyttö kasvaa vuosi vuodelta enemmän. Asfaltin uudelleen päällystämisen hinnan takia on huomattavasti halvempaa korjata vanha päällyste paikkauksilla. Nykyiset päällysteen paikkausmenetelmät ovat kehittyneet ja tulleet yleiseksi korjaustavaksi, joilla saadaan pidennettyä tien elinkaarta ennen uudelleenpäällystämistä. (Repo 2019.)

Työn toimeksiantaja on NCC Industry Oy. Olen työskennellyt 2018 vuoden alkukesästä asti NCC Industry Oy:llä. Urakkana on toiminut Koillismaan päällystettyjen teiden ylläpitourakka 2008–2022. Urakka-alueena toimii Koillismaa. Olen päässyt urakassa tutustumaan moneen erilaiseen paikkausmenetelmään, josta sain kiinnostuksen lähteä tekemään tätä opinnäytetyötä. Koillismaan urakassa käytetään paljon erilaisia paikkausmenetelmiä.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi hieman tien rakennetta. Asfalttiteihin syntyviä vaurioita ja niiden syntytapoja esitellään. Päällystettyjen teiden paikkausmenetelmät esitellään laajasti, jotta lukijalle käy ilmi niiden käyttökohteet ja käyttötarkoitus.

Työn tarkoituksena on vertailla PAB-käsipaikkausten ja puhallussirotepaikkausten eroja. Käyttökohteen, kustannusten ja tekotapojen ohella vertaillaan myös työturvallisuutta. PAB-käsipaikkaukset ovat yleisiä paikkauksia, mitä käytetään laajasti eri kunnossapitourakoissa. Puhallussirotepintausta myös nykyään käytetään paljon sen yksinkertaisen tekotavan myötä. Itselläni on molemmista paikkausmenetelmistä tietoa.

NCC Industry Oy on yksi pohjoismaiden johtava toimija kiviaineksen, asfaltin tuotannon, paalutuksen ja päällystykseen osalla. NCC Industry toimii laajasti Pohjoismaiden alueella. Konsernin liikevaihdosta NCC Industryn osuus on noin 20 prosenttia.

## 2 ASFALTTIPAikkaamisen perusteet

### 2.1 Tien rakenne

Tien rakenne koostuu kahdesta pääosasta. Alusrakenne, jonka tehtävänä on luoda kantava, tasalaatuinen ja painumaton alusta päällysrakenteelle. Päällysrakenteen tehtävänä on liikennekuormitusten vastaanottaminen sekä niiden jakaminen alusrakenteelle tasaisesti ja laajalle alueelle. Päällysrakenteen tehtävänä on myös vähentää routanousuja. (Ylitalo 2015, 7.)

Suomessa on yleisesti käytössä joustava päällysrakennetyyppi. Sen muodostaa bitumisella sideaineella sidottu päällyste sekä sitomattomat kerrokset. Sitomattomia kerroksia ovat suodatinkerros, jakava kerros, kantava kerros. Tavanomaisessa päällysrakenteessa on kaksi sidottua kerrosta, toinen on kantavan kerroksen yläosassa ja toinen on kulutuskerros. Kulutuskerroksen tehtävänä on estää vedenpääsy rakenteeseen ja lisätä kerroksen jäykkyyttä. Kulutuskerroksen tulee olla turvallinen, taloudellinen ja miellyttävä ajaa. (Ylitalo 2015, 7.)

Sitomattomia kerroksia valitessa tulee ottaa huomioon alusrakenteen materiaali. Alusrakenteen ollessa routivaa materiaalia tulee aina rakenteeseen suodatinkerros. Suodatinkerroksen tehtävänä on estää alus- ja päällysrakenteen sekoittuminen sekä pyrkiä estämään veden kapillaarinousu rakenteen ylempiin osiin. Jakavan ja kantavan kerroksen tehtävänä on luoda päällysteelle tarpeeksi jäykkä alusta, jotta liikennekuormituksesta syntyvät rasitukset eivät kasva liian suureksi. (Ylitalo 2015, 7.)

### 2.2 Asfalttiteiden vaurioiden aiheuttajat

Päällystevauriot ovat tien pinnan rikkoumia, muodonmuutoksia, liikennettä haittaavia tai tierakenteen vaarantavia pintavikoja. Päällysteen tai aiemman paikkauksen aiheuttamat kaltevuusvirheet luetaan vaurioihin. Vaurioiden syntymiseen vaikuttaa säätekijät, liikennesäätö, routiminen, heikko kantavuus, väärät materiaali- ja menetelmävalinnat, työvirheet ja materiaalien kemiallinen vanheneminen. Vaurion syy ja tyyppi tulee tietää sopivaa työmenetelmää valittaessa.

Routimisesta tai kantavuusongelmista syntyvät vauriot tulee korjata perusteellisesti, jotta vältytään vaurioiden uusiutumiselta. (Tiehallinto 2009, 12.)

Runsas veden määrä päällysteellä nopeuttaa asfalttipinnan kulumista. Teiden kunnossapidolla voidaan vähentää päällysteen kulumista ja syntyviä vaurioita. Reunapalteiden poisto, aurauslumivallien poisto ja päällysteen paikkaaminen siten, ettei synny lammikoita ja vesi pääsee valumaan pois. Veden aiheuttamia vaurioita voidaan ennaltaehkäistä tekemällä päällysteeseen oikeat kallistukset. Näin vesi kaatuu pois päällysteen päältä eikä jää lammikoitumaan. (Tiehallinto 2009, 12.)

Liikenteen määrä vaikuttaa käytettävään päällystemateriaalin valintaan sekä määrään. Vilkasliikenteisillä teillä käytetään paksuja, mahdollisimman vesitiiviitä ja jäykkiä päällysteitä. Nämä päällysteet eivät synnytä deformaatiota ja suojaavat alempia kerroksia deformatioidelta. Vesi ei pääse alempiin rakenteisiin päällysteen vesitiiveyden takia, eikä sitomattoman kantavan kerroksen moduuli alene. Mitoituksella pyritään pitämään päällysteen kunto mahdollisimman pitkään hyvänä, jottei muoto, vesitiiveys tai jäykkyys huonone. Alempien kerroksien materiaalit eivät saa olla routivia, sillä poikittaishalkeamia ei pystytä kokonaan estämään. Tie pyritään päällystämään uudelleen ylläpitovaiheessa, ennen kuin halkeamia alkaa syntyä. Tien pituussuuntainen tasaisuus saadaan usein pysymään hyvänä, kun deformatioiden, sekä routa- ja painumaerot saadaan estettyä. uudelleen päällystämällä saadaan säilymään tien pinnan ominaisuudet. (Tiehallinto 2004, 16.)

Erittäin vähäliikenteisillä teillä päällysteinä käytetään ohuita, vettäläpäiseviä ja helposti muokattavia päällysteitä. Päällystettä ei korjata, vaikka halkeamia olisi paljon, sillä sen jäykkyys on ehjänäkin pieni. Halkeilu kuitenkin huonontaa alempien kerroksien moduuleja. Tästä syystä vaurioituminen alkaa kiihtyä. Kun ajomukavuutta aiheuttavia reikiä syntyy liian nopeasti, päällyste pyritään uusimaan. Päällystettä uusiessa vanha päällyste sekoitetaan kerrokseen tai käytetään hyväksi uuden päällysteen tekemisessä. Tien pituus- ja poikkisuuntainen epätasaisuus poistetaan. (Tiehallinto 2004, 16.)

Päällysteihin syntyvien vaurioiden esiintymismuodot jaotellaan muodon, syntyvän ja haitan mukaan seuraavasti:

Päällysteiden paikkaus (Tiehallinto 2009, 12.)

*Pääasiassa liikennettä haittaavat vauriot:*

1. Pitkittäisepätasaisuudet (painumat, kohoumat),
2. Poikittaisepätasaisuudet (urat, reunapainumat),
3. Purkaumat,
4. Reiät,
5. Liukkaat kohdat,
6. Lammikoituvat kohdat.

*Pääasiassa tien rakennetta haittaavat vauriot:*

1. Avonaisuus,
2. Verkkohalkeamat,
3. Halkeamat.

*Ympäristöhaittoja aiheuttavat vauriot:*

1. Melua tai tärinää aiheuttavat kohdat, esim. sillan pään tai kaivon kohdalla,
2. Pohjavedensuojusrakenteen vesitiiviin päällystekerroksen halkeamat.

Päällysteessä voi esiintyä useampi vaurio samassa kohdassa. Vaurio ilmoitetaan aina isoimman haitan aiheuttavan vaurion mukaan. Vaurioista arvioidaan myös vaurion aiheuttaja, jotta oikea korjausmenetelmä voidaan valita. Päällyste- ja geoteknisiin erityistutkimuksiin päädytään, jos vaurio on herkästi uusiutuva. (Tiehallinto 2009, 13.)

## 2.3 Pääasiassa liikennettä aiheuttavat vauriot

### 2.3.1 Pitkittäis- ja poikittaisepätasaisuudet

Epätasaisuudet tien pitkittäissuunnassa ovat yleensä aaltomaisia painumia, lyhyitä routanousuja tai jyrkkiä porrastuksia. Jyrkät porrastukset sijaitsevat yleensä vanhan päällysteen tai muun rakenteen liittymäkohdissa. Deformaatio, tierakenteen jälkitiivistyminen, pohjamaan painuminen, työvirhe ja routiminen ovat yleisiä aiheuttajia tien pitkittäissuuntaiselle epätasaisuudelle. (Tiehallinto 2009, 13.)

Poikittaisepätasaisuudet ovat päällysteen kulumis- ja deformaatiouria tai tierakenteen muodon vaihteluja ajourien kohdalla tai päällysteen reunassa. Tien kulumiseen vaikuttaa tien liikennemäärä, ajonopeus, päällysteen koostumus ja raaka-ainevalinnat. Kulumisurien muoto riippuu mm. tien leveydestä ja kaarteisuudesta. Mutkainen ja leveä tie kuluu tasaisesti koko ajouran leveydeltä, kun taas suoralla ja kapealla tiellä usein syntyy selvä harjanne pyöränurien väliin. Jos sideaine on olosuhteisiin nähden liian pehmeää ja ajolinjat keskittyneitä, syntyy raskaiden ajoneuvojen aiheuttamia deformaatiouria kuten kuviossa 1. (Tiehallinto 2009, 13.)



Kuvio 1. Deformaatiourat (Tiehallinto 2009, 13)

### 2.3.2 Liukkaat ja avoimet kohdat (Purkaumat ja reiät)

Avoimia kohtia syntyy esim. päällystämisen aikana syntyvästä massan lajittumisesta tai bitumin ja hienoaineksen mastiksin kuluessa päällysteen pinnasta (Tiehallinto 2009, 14).

Kun kiviaines irtoaa päällysteestä, sitä kutsutaan purkautumiseksi. Se aiheuttaa vähitellen loivan ja laaja-alaisen tai jyrkkäreunaisen ja pienen kuopan. Loivista purkaumista ei synny liikenteelle suurta haittaa, mutta purkauma leviää nopeasti laajemmalle alueelle. Pitkälle kehittyneitä jyrkkiä purkaumia kutsutaan rei'iksi. Rei'kiä on usein monta lähekkäin. (Tiehallinto 2009, 14.)

Päällystemassan lajittuminen, puutteellinen liimaus, liian ohut kerrospaksuus maksimiraekokoon verrattaessa, massan huono jäätymis-sulamiskestävyys, saumojen huono tiivistäminen, puutteelliset rakentamisen olosuhteet, kuivatuksen puutteellisuus, alustavirheet päällysteessä tai liian pieni sideainepitoisuus ovat purkautumisen syitä. (Tiehallinto 2009, 14.)

Uuden päällysteen kitkan tulee sulalla kelillä täyttää Asfalttinormeissa esitetyt vaatimukset. Liikenneturvallisuutta huonontavia liukkaita kohtia ei saa löytyä päällysteen pinnasta. Päällysteen liukkaus tarkistetaan kitkamittauksella. (Väylävirasto 2019, 12.)

Päällysteen pinnassa olevat liukkaat kohdat johtuvat usein bitumin ja muiden sideaineiden pintaan noususta. Bitumin pintaan nousu on huomattavissa päällysteestä silmin. (Väylävirasto 2019, 12.)

#### 2.4 Paikkauksen menetelmävalinnan ja ajoittamisen perusteet

Asfalttipäällysteen taloudelliseen ylläpitoon kuuluu paikkaukset, koska uudelleenpäällystäminen ei ole kannattavaa ennen kuin tarpeeksi iso osa päällysteestä on huonokuntoista. Myös jokin toinen peruste, kuten päällysteen ikääntyminen tai kantavuuden kasvattaminen on riittävä asfaltin uudelleenpäällystämiseksi. Päällysteen paikkaaminen lisää asfaltin käyttöikä, kun se tehdään ennakoivasti ja laadukkaasti. Päällysteen paikkaaminen ei saa huonontaa päällysteen laatua tai ajo-ominaisuuksia. (Tiehallinto 2009, 16.)

Pysyvää paikkaa tehdessä paikan tulee täyttää paikkaustöiden laatuvaatimukset. Pysyvä paikkaus tehdään tavallisen vaurion paikkaustoiminnan yhteydessä tai ennakoivana paikkauksena. Tällä vältetään päällysteen liian huonoon kuntoon pääseminen tai väliaikaisen paikkauksen teko vaikeissa olosuhteissa. (Tiehallinto 2009, 16.)

Ennakoiva paikkaus tehdään siten, että alkavat reiät ja purkaumat päästään paikkaamaan hyvissä olosuhteissa. Tiestön kunto tulee olla tunnettu, jotta voidaan tehdä ennakoiva paikkaus kohteeseen. Pieniin reikiä ja muita alkavia vaurioita

tulee tarkkailla, kun mietitään ennakoivaa paikkausta. Pienet vauriot, joista vesi pääsee asfalttipinnan alle, laajenevat todella nopeasti märissä olosuhteissa. Tällaiset vauriot voivat laajentua suuriksi vaurioiksi, jotka ovat kalliita korjata. (Tiehallinto 2009, 16.)

Vähäliikenteisillä teillä ennakoivan paikkauksen kannattavuus korostuu, sillä esimerkiksi sirotepaikkausmenetelmällä tehtävä paikkaaminen siirtää uudelleenpäälystämisen ajankohtaa. Teillä, joissa vaurioitumisnopeus on hidasta, tämä menetelmä on erittäin kannattava. (Tiehallinto 2009, 16.)

Tilapäispaikkaus on tien paikkaamista siten, että tien päällyste paikataan turvaliseksi ja liikennöitäväksi, jotta tilapäispaikkaus voidaan myöhemmin paikata pysyvällä paikkauksella laatuvaatimusten mukaan. Päällystevaurio on mahdollista korjata tilapäispaikkauksella, jos vaurio haittaa liikennettä, on vaarallinen tai nopeasti laajeneva ja pysyvän paikkauksen tekeminen ei ole mahdollista. Ennakoiva paikkaustoiminta pyrkii ehkäisemään tilapäispaikkausten tekoa. (Tiehallinto 2009, 17.)

Ennakoiva paikkaus tulee aina vuosikustannuksiltaan halvemmaksi kuin tilapäispaikkausten tekeminen. Tilapäispaikkaus tulee tehdä mahdollisimman laadukkaasti ja sääoloihin soveltuvalla menetelmällä. Huonoissa sääolosuhteissa paikkaukset voidaan tehdä tilapäispaikkaukset valuasfaltti- ja PAB-massoilla. (Tiehallinto 2009, 17.)

## 2.5 Paikkausmenetelmät

### 2.5.1 Asfalttibetonipaikkaukset

Asfalttibetonipaikkaukset (AB-paikkaukset) tehdään asfalttibetonimassasta. Pienet kohteet tehdään käsitöinä ja isommat kohteet konelevityksenä kuten kuviossa 2. AB-paikkaukset sopivat useimpien päällystevaurioiden korjaamiseen. (Tiehallinto 2009, 25.)

Käsityömenetelmällä AB-paikkausta tehdessä alusta tulee kuivata vedestä. Paikattavasta kohdasta reunat tehdään mahdollisimman suoriksi ja vähintään 2 cm syvyyteen. Irtoaines tulee poistaa ja sitomaton aine tiivistää. Sidottuun alustaan käytetään liima-aineena bitumiemulsiota (0,2-0,3 kg/m<sup>2</sup>). Myös infrapunalämmittintä käytetään alustan kuumentamiseen. Alusta tulee kuumentaa noin 100°C. Avoliekin käyttö ei ole sallittua kuumentamiseen. Sitomattomaan ainekseen liimaa ei käytetä muuten kuin vanhan päällysteiden reunoihin. Massaa levitetään käsityönä sopiva määrä ja se tiivistetään. Saumakohtat käsitellään bitumiliuoksella tai -emulsiolla. (Tiehallinto 2009, 25.)

Konelevitysmenetelmällä tehdessä paikattavan kohdan alkuun ja loppuun tehdään pystysuora poikkisauma, jonka syvyys on vähintään 2cm. Jos paikattava kohta on kapeampi kuin vanha päällyste, tarvitsee myös pituussuuntaiset saumat tehdä pystysuoriksi. Sitomaton alusta tulee tiivistää hyvin valssijyrällä tai tärylevyllä. Sidottu alusta puhdistetaan kaikesta irtomateriaalista. Sidotulle alustalle levitetään bitumiliuosta tai -emulsiota (0,2-0,3 kg/m<sup>2</sup>). Liima-aineen ei tule valua eikä lammikoitua. Alustan ollessa sitomaton, tulee liima-ainetta levittää vain vanhan päällysteen reunoihin. Massan levitys tapahtuu koneellisesti paksuustavoitteen ja tasaisuusvaatimuksen mukaan. Saumakohtat tulee vanhasta päällysteestä lämmittää tai liimata, jotta uusi päällyste tarttuu lujasti. Uusi päällyste tulee tiivistää jyräämällä. (Tiehallinto 2009, 26.)

Asfalttibetonipaikkauksissa materiaaleina käytetään päällystemassaa AB 5-AB 11 tai entistä päällystettä vastaavaa esim. AB 11- AB 22. Maksimiraekoon tulee olla lähellä vanhan päällysteen maksimiraekokoa. Kuumentamattomalla vakio-paksuisella alustalla maksimiraekoko saa olla maksimissaan puolet kerrospaksuudesta. Käsintehdyissä paikkauksissa sideainetta käytetään 0,1...0,2 prosenttiyksikköä enemmän kuin koneella tehdyissä. Uuden päällysteen liimauksessa käytetään BL0 bitumiliuosta tai BE-L emulsiota (menekki 0,15...0,25 kg/m<sup>2</sup>). Kuumennettua alustaa ei tarvitse liimata. (Tiehallinto 2009, 26-27.)



Kuvio 2. Asfalttibetonin levitystä koneellisesti (Salmijärvi 2019)

### 2.5.2 Valuasfalttipaikkaus

Valuasfalttipaikkaus (VA-paikkaus) sopii parhaiten vilkkailla teillä ja silloilla olevien reikien, pienien purkaumien ja korkeusasemavirheiden korjaukseen. (Tiehallinto 2009, 27.)

VA-paikkaus tehdään pääosin käsitöinä tai valukelkalla. Myös talvisin voidaan tehdä VA-paikkauksia. VA-paikkaus ei vaadi liimausta tai jyräämistä. VA-paikkauksen pintaa karkeutetaan, jotta kitka paranee. Karkeutukseen käytetään kuivattua tai bitumoitua mursketta. (Tiehallinto 2009, 27.)

VA-paikkauksissa käytetään materiaaleina usein VA 6 tai VA 8 päällystemassaa. VA 11 ja VA 16 massat sopivat myös siltapäällysteiden paikkauksiin ja auki hakkaviin paikkauksiin. Karkeutukseen käytetään sirotekiviainesta, jonka maksimiraekoko on enimmillään 6 mm. Kerrospaksuus määrittää VA-paikkauksien massamenekin 25...100 kg/m<sup>2</sup> välillä. Sitomattomaan alustaan, jonka syvyys on yli 4 cm, kannattaa pohja täyttää murskeella. Näin saadaan kustannuksia pienemmäksi ilman että työn laatu kärsii. Alle 40 kg/m<sup>2</sup> massamenekillä, karkeutuk-

seen on käytettävä kalliomurskeen lajiketta 2/5 mm tai 3/6 mm. Karkeutus tehdään massan levityksen jälkeen tasaisesti. Kohde määrittää sirotekiviaineksen maksimiraekoon. Karkeampi kiviaines on pysyvämpää, mikäli se mahtuu kerrospaksuuteen. Kuviossa 3 valmis valuasfalttipaikkaus. (Tiehallinto 2009, 27.)



Kuvio 3. Valmis valuasfalttipaikkaus (Salmijärvi 2019)

### 2.5.3 KT-valuasfalttipaikkaus

KT-valuasfalttipaikkaus (koneellisesti tiivistetty) soveltuu yli 3 cm leveiden halkeamien, urien, painumien ja reikien paikkaamiseen. (Tiehallinto 2009, 28.)

KT-valuasfalttipaikkauksessa käytetään valuasfalttimassaa, joka levitetään ja puristetaan 10 kN voimalla paikattavaan kohtaan. Tähän käytetään koneellista levityslaitetta, joka on suunniteltu KT-valuasfalttipaikkauksia varten. Paikkausleveyden säätö voidaan tehdä vaurion leveyden mukaan, esimerkiksi 20-70 cm. KT-valuasfalttia ei tarvitse jyrsiä, kun kohde uudelleen päällystetään. (Tiehallinto 2009, 28.)

Materiaaleina KT-valuasfalttipaikoissa käytetään massaa VA 4, VA 6, ja VA 8. bitumi 70/100 tai seosbitumi 50 % bitumia 70/100 + 50 % KB 85 toimivat sidosai-

neena KT-valuasfaltoinnissa. Massamenekki vaihtelee 15-30 kg/m<sup>2</sup> välillä. Karkeutukseen käytetään bituminoimatonta sirotekiviainesta. Maksimiraekoko sirotekiviainekselle on suurimmillaan 6 mm. Karkeutus tulee tehdä vähintään 70% alueelle paikkauksen pinta-alasta. Karkeutus tulee tehdä välittömästi levityksen jälkeen. (Tiehallinto 2009, 28.)

#### 2.5.4 PAB-paikkaus

PAB-massasta tehtyjä paikkauksia kutsutaan PAB-paikkauksiksi. PAB-paikkauksia voidaan tehdä käsitöinä ja koneellisesti levittämällä. PAB-paikkauksen alusta tulee kuivata, kun paikkausta aletaan tekemään. Massapintauksen ja PAB-paikkauksen ero on siinä, että kerrospaksuus PAB-paikkauksissa on isompi ja pinta-ala pienempi. PAB-päällysteiden korjaus onnistuu hyvin PAB-massalla. PAB-V-massalla voidaan paikata PAB-V-tiet sekä väliaikaisesti AB-päällysteiset tiet. (Tiehallinto 2009, 29.)

PAB-päällysteen korjaus tapahtuu samalla menetelmällä kuin AB-päällysteen paikkaus. Lähtöön ja loppuun tulee tehdä pystysuorat poikkisaumat vähintään 2cm. Sitomaton alusta tulee tiivistää hyvin. Sidotulle alustalle käytetään bitumiliuosta tai -emulsiota (0,2-3 kg/m<sup>2</sup>). Alustan tasaus tapahtuu tarvittaessa jyrsimällä tai poistamalla vanha päällyste. (Tiehallinto 2009, 29.)

Pienet painaumat ja reiät onnistuu paikata PAB-V8 tai PAB-V11-massalla käsityömenetelmällä. Paikattavasta kohteesta leikataan, jyrsitään tai sahataan reunat pystysuoriksi minimissään 2 cm syvyyteen. Yli 4 cm syvät reiät on hyvä täyttää murskeella, jotta reikä on enää 4 cm syvä. Reiästä poistetaan sinne kuulumattomat irtoainekset ja materiaali tiivistetään. Vauriokohtaan levitetään PAB-V-massa ja tiivistetään. (Tiehallinto 2009, 30.)

PAB-paikkauksia voidaan vahvistaa myös sirotepaikkauksella. Tiellä, jossa on paljon yksittäisiä reikiä, on hyvä käyttää sirotepaikkauksella vahvistettua PAB-paikkausta. Reiät ensin paikataan PAB-massalla, jonka jälkeen paikkaus sido-

taan sirotepaikkauksella. Sirotepaikkaus tulee olla vähintään 20 cm PAB-paikkauksen reunojen yli. Jos tie on laaja-alaisesti reikiintynyt, niin tielle tehdään yhtenäinen paikkaus. (Tiehallinto 2009, 30.)

PAB-massaa käytetään paljon tilapäispaikkauksissa. Liikenteen hoidon vuoksi kiireelliset reiät voidaan korjata PAB-V-massalla, jos kuumamassaa ei ole saatavilla. PAB-paikat tulee korvata kuumamassapaikoilla vilkasliikenteisillä teillä myöhemmin. (Tiehallinto 2009, 30.)

Kiviaineksena PAB-paikkausmassaan käytetään murskeita, jotka täyttävät asfalttinormien laatuvaatimukset. Lajitteet, joita PAB-massassa käytetään ovat 0/6, 0/8, 0/11 ja 0/16 mm. Ohuissa (maksimissaan 60 kg/m<sup>2</sup>) ja käsin tehdyissä paikkauksissa käytetään hienommaksi tehtyä Asfalttinormien mukaista PAB-V-massaa murskeesta 0/8 tai 0/11. (Tiehallinto 2009, 30.)

PAB-paikkausmassaa yleensä tehdään varastoon. Kun paikkausmassaa varastoidaan, sen sideainepitoisuus tehdään 0,2...0,3 prosenttiyksikköä suuremmaksi kuin paikkausmassa, jota ei varastoida. Muuten paikkausmassan koostumus valitaan täysin Asfalttinormien ohjeiden mukaan. Kuviossa 4 valmis käsintehty PAB-paikkaus. (Tiehallinto 2009, 30.)



Kuvio 4. Käsintehtyjä PAB-paikkauksia (Salmijärvi 2019)

### 2.5.5 Sirotepaikkaus

Sirotepaikkausta (SIPA) käytetään päällysteelle, joka sisältää lajittomia, vähän verkkohalkeamia, liukkaita alueita tai avoimuutta. Myös PAB- ja VA-massalla tehtyjä paikkauksia voidaan vahvistaa sirotepaikkauksella. Sirotepaikkauksen sideaineen ja kiviaineksen tarkoituksena on poistaa pinnan avoimuus. Vilkasliikenteisillä teillä sirotekiviaines suojaa päällystettä ja kuluu hiljalleen pois, kun taas vähäliikenteisillä teillä SIPA toimii kulutuskerroksena. (Tiehallinto 2009, 30-31.)

Sirotepaikkaus tehdään paikkauslaitteella, jossa on säiliö sideainetta varten. Paikkauslaite sijoitetaan kuorma-auton lavalle, josta paikkauslaite suihkuttaa ensin sideaineen paikattavalle kohdalle, jonka jälkeen heti lisätään sirotekiviaines. Sirotepaikkausta voidaan tehdä 0,3 - 2,7 m työleveydellä, jota voidaan säätää portaittain 0,3 m välein. Kumipyöräjyrrää käytetään sirotepinnan jyräykseen. Kun paikkauksesta on kulunut 1-5 vrk, irtokiviaines harjataan pois. Teillä, joissa on vilkas liikenne, harjaus tulee suorittaa vuorokauden kuluessa paikkauksen tekemisestä. Vilkasliikenteisillä teillä nopeusrajoitusta tulee alentaa siihen asti, kun sirotetta irtoaa tiestä. Kuviossa 5 valmis sirotepaikkaus. (Tiehallinto 2009, 31.)



Kuvio 5. Valmis sirotepaikkaus (Salmijärvi 2019)

Sideaineena sirotepaikkauksiin käytetään bitumiliuosta BL5, johon lisätään 1 % tartuketta, tartukkeellista bitumia tai bitumiemulsiota. Sideaineen menekki on noin 0,8 – 1,5 kg/m<sup>2</sup>, kun käytetään bitumia tai bitumiliuosta. Menekki on noin yhden kolmanneksen suurempi, kun käytetään bitumiemulsiota. Sideaineen menekkiin vaikuttavat sirotteen raekoko ja muoto, alustan laatu ja avoimuus, vuodenaika sekä lämpötila ja tien liikennemäärä. Kiviaineslajitteet, joita yleensä käytetään ovat: 2/5, 3/6, 4/8, 6/11 mm. Vilkasliikenteisillä teillä usein käytetään hienompia lajitteita. Kiviainesmenekki on noin 10-17 kg/m<sup>2</sup> riippuen kiviaineksen raakoosta, puhtaudesta ja raemuodosta. (Tiehallinto 2009, 31.)

#### 2.5.6 Sirotepuhalluspaikkaus

Sirotepuhalluspaikkaus (SIPU) valmistetaan kohteessa sekoittamalla runkoaine ja sideaine. Paikkausaine ruiskutetaan vauriokohtaan. Menetelmä on tehokas, koska se tapahtuu yhdellä yksiköllä. Paikkaus voidaan levittää varsinaisen vaurion ulkopuolelle, jolloin paikasta tulee pysyvämpi. Paikkauksesta ei synny liikenteelle juuri haittaa, koska työt hoidetaan yhdellä yksiköllä. (Tiehallinto 2009, 32.)

Puhallussirotepaikkauksella voidaan korjata reikiä, halkeamia, pieniä verkkohalkeamia, poikkihalkeamia. Puhallussirotepaikkaus soveltuu AB-, PAB- ja SOP-päälysteiden paikkaukseen. Vilkaasti liikennöidyille kohteille puhallussirotepaikkaus ei sovellu. (Tiehallinto 2009, 32.)

Puhallussirotepaikkaus tehdään puhdistamalla vauriokohta irtoaineksesta. Alusta kuivataan ja tarvittaessa lämmitetään. Alusta liimataan ja massa-aine lisätään vauriokohtaan. Pintaan suihkutetaan sirote. Paikkauslaite on kuorma-auton lavalla tai perävaunussa. Kiviaines sijoitetaan paikkauslaitteen siiloon tai lavalle. Sirotepaikkauslaitteella voidaan tehdä paikkauksia koko kaistan leveydeltä. Puhallussirotelaitteella pystyy puhaltamaan ilmaa, bitumia, sekoitussuuttimen sekoittamaa massaa tai pelkkää sirotetta. Usein laitteistolla pystytään myös kuivaamaan ja lämmittämään paikkauskohta. Tämä mahdollistaa syys- ja talvipaikkausten tekemisen. Työskentelyalustan lämpötilan tulee paikattaessa olla vähintään +10 °C ja kuiva. (Tiehallinto 2009, 32.)

Paineilman avulla kiviaines puhalletaan letkua pitkin sekoitussuuttimeen, johon bitumi syötetään erillistä syöttöletkua pitkin. Sekoitussuuttimessa bitumi ja kiviaines sekoittuvat tasalaatuisiksi paikkausmassaksi. Kiviaineen tarttuvuutta voidaan lisätä lämmittämällä. (Tiehallinto 2009, 32.)

Sideaineena puhallussirotepaikkauksiin käytetään bitumiliuosta BL5. Liuokseen on lisätty 1 % tartuketta, tartukkeellista bitumia tai bitumiemulsiota. Paikkausmassaan sekoitetun bitumin määrä on 8-20 massaprosenttia. Sideaineen menekkiin vaikuttaa alustan avoimuus, sirtteen muoto ja raekoko, vuodenaika ja lämpötila, sekä tien liikennemäärä. Yleisimmät kiviaineslajitteet ovat: 2/5, 3/6, 4/8 ja 6/11mm. Vilkkaasti liikennöidyillä teillä kiviaineslajitteet ovat hienompia. Kuviossa 6 puhallussirotepaikkauksen tekoa. (Tiehallinto 2009, 33.)



Kuvio 6. Puhallussirotepaikkauksen teko (Salmijärvi 2019)

### 2.5.7 Urapaikkaus

Urapaikkauksilla korjataan reunapainumia, uria ja verkkohalkeamia. Tielle korjausmenetelmää suunniteltaessa pitää ottaa huomioon, ettei mahdolliselle uudelleen päällystämislle aiheuteta rajoituksia. Jyrsintäsyvyys ei saa ulottua vesitiiviin asfalttikerroksen läpi pohjavesialueilla. (Tiehallinto 2009, 34.)

Uraremix-menetelmä soveltuu AB-päällysteisiin syntyneiden vaurioiden korjaamiseen. Kulumisurat, kapeat ja pitkät verkkohalkeamat, tien pituussuuntaiset halkeamat, sekä deformaatiourat voidaan korjata uraremix-menetelmällä kylmäjyr-sinnän kanssa. (Tiehallinto 2009, 34.)

Uraremo-menetelmä soveltuu PAB-päällysteiden paikkaamiseen. kulumisurat, pituussuuntaiset halkeamat, reunapainumat, sekä verkkohalkeamat voidaan korjata Uraremo-menetelmällä. (Tiehallinto 2009, 34.)

Uraremix-paikkaus tehdään kumentamalla tienpintaa, jonka jälkeen paikattava kohta kuumajyrsitään 1,0 m leveydeltä. Lisättävä sideaine ja massa lisätään jyr-sinrummun eteen, jotta jyrsittävä massa sekoittuu uuteen massaan. Sekoitettu päällystemassa levitetään paikattavaan kohtaan. Tiivistys tapahtuu samalla menetelmällä kuin kuumapäällysteillä. Uraremix-paikan molemmat päät tulee loiventaa 2 – 5 m matkalta, jotta paikka ei tunnu epämiellyttävältä ajaessa. (Tiehallinto 2009, 34.)

Lisämässana käytetään AB- tai SMA-massaa. Paikkauksessa käytetään sideaineena vanhan päällysteen mukaisia materiaaleja. Paikkausmassan laatua pystytään muuttamaan tarpeen mukaan lisämässan ja -sideaineen avulla. (Tiehallinto 2009, 35.)

Taulukko 3. Uraremix-menetelmän materiaalimenekit (Tiehallinto 2009, 35)

	Lisämassamenekki kg/ m <sup>2</sup>	Lisäsideaine
Kulumisurat	15 - 30	yleensä ei tarvita
Deformaatiourat	10 - 20	- " -
Verkkohalkeamat	10 - 40	- " -
Pituussuuntaiset halkeamat	5 - 15	- " -

PAB-B-päällysteitä paikattaessa uraremo-menetelmällä tienpinta tulee kuumentaa paikattavasta kohdasta ja PAB-V-päällysteille paikkaus voidaan tehdä kuumentamalla ja kuumentamatta. Lisäsideaineen tulee olla emulgoitua, jos alustaa ei kuunneta. Tällä pyritään varmistamaan riittävä sekoittuminen. (Tiehallinto 2009, 35.)

Uraremo-paikkauksissa jyrshintävevyys on 1,2 m. Syvyys jyrinnässä vaihtelee päällystepaksuuden mukaan 2 cm – 4 cm. Elevaattori annostelee jyrinnän yhteydessä lisämassan jyrsimen eteen. Lisämassan määrä on portaattomasti säädettävissä. Jyrsinrummun etupuolelle ruiskutetaan lisäsideaine ruiskutusrampilla. Jyrsinrummun kotelossa tapahtuu vanhan päällysteen ja uusien lisämateriaalien sekoittuminen. (Tiehallinto 2009, 35.)

Tasauspalkille uusi sekoitettu massa purkautuu jyrsinrummun kotelon alaosaan. Tasauspalkin avulla massa levittyy paikattavaan kohtaan. Tasauspalkin leveydensäätö on portaaton 0 – 1,2 m jyrshintävevyttä leveämmäksi. Levennetty osuus levittyy vanhalle liimatulle alustalle. Lisäsideaineen annostuksen yhteydessä alusta liimataan. Tiivistäminen tehdään heti levityksen jälkeen. (Tiehallinto 2009, 35.)

Uraremo-paikkauksissa käytetään lisämassana samanlaatuista PAB-massaa, kuin paikattavassa päällysteessä on. Lisäsideaineen laatu on sama kuin vanhassa päällysteessä. esimerkiksi PAB-V-päällysteen paikkauksissa voidaan käyttää bitumi B-300 emulgoituna. Kantavuuden puutteesta johtuvan alustan

vaurio voidaan korjata käyttämällä kovempaa sideainetta. Tällä menetelmällä vaikutetaan korjattavan kohdan massan ominaisuuksiin. Kuviossa 7 urapaikkauksien tekoa. (Tiehallinto 2009, 36.)

Taulukko 4. Uraremo-menetelmän materiaalimenekit (Tiehallinto 2009, 36)

	Lisämassamenekki kg/ m <sup>2</sup>	Li- säsideainemenekki kg/m <sup>2</sup>
Kulumisurat	20 - 40	0,6 - 1,0
Reunapainumat	40 - 100	0,5 - 0,8
Pituussuuntaiset halkeamat	5 - 15	0,6 - 1,2



Kuvio 7. Urapaikkauksien tekoa. (Salmijärvi 2019)

### 3 PAIKKAUSMENETELMIEN VERTAILU

#### 3.1 Paikkausmenetelmien vertailusta yleisesti

Vertailussa käydään läpi käsin tehtyjä PAB-paikkauksia, sekä puhallussirotepaikkauksia. Vertailussa käydään läpi molempien menetelmien hintaa, työturvallisuutta, paikkauksen pysyvyyttä ja kannattavuutta.

Puhallussirotepaikkauksien tekeminen tapahtuu kartoittamalla paikattavat alueet. Kun alueet on kartoitettu, paikattaville alueille käydään viemässä liikennemerkit liikenneturvallisuuden takaamiseksi. Puhallussirotepaikkauksia tekevä urakoitsija nostaa merkit pystyyn ennen kuin alkaa paikkaamaan tietä. Tiellä on 50 km/h nopeusrajoitus paikkauksien tekovaiheessa sekä siihen asti, että tie käydään harjaamassa. Urakoitsija tekee kaikki paikattavat kohteet kerralla ja yleensä lähtee sitten muihin kohteisiin. Tämän takia on tärkeää kartoittaa paikattavat kohteet hyvissä ajoin ennen paikkauksien alkamista. (Salmijärvi 2019.)

PAB-paikkaukset tehdään käsitöinä. PAB-paikkauksia tehtäessä kartoitetaan jatkuvasti tien kuntoa. Aina kun löydetään lisää paikattavaa, ne paikataan heti huomattaessa. Teiden kartoitus tapahtuu 1-luokan teillä kerran viikossa ja alemmilla tieverkoilla kerran kuukaudessa. Paikattavista kohdista tulee myös ilmoituksia tielinjan kautta, jolloin ne käydään paikkaamassa mahdollisimman nopeasti. (Salmijärvi 2019.)

#### 3.2 Kustannukset

PAB-paikkausten kustannuksien laskeminen tonninhinnaksi on vaikeaa, sillä käsi-paikkoja tehdään pienissä määrin. Yhden tonnin levittämiseen menee pitkä aika, joten hinnan laskeminen on vaikeaa. Puhallussirotepaikkaukset tehdään aliurakoitsijan toimesta tonninhinnalla, joten hinta on helposti saatavilla.

Puhallussirotepaikkauksien tekeminen tulee aliurakoitsijalta. Tonnihinta on noin 400–600 euroa. Hintaan pitää lisäksi laskea lisäksi liikenteenjärjestelijän palkka sekä harjakoneen kustannukset, kun käydään puhdistamassa tie.

Taulukko 5. Puhallussirotepaikkauksen lisäkustannukset

	yksikköhinta	kokonaiskustannukset
Harjakone	90	360
Liikenteenjärjestelijän palkka	25	100
Ajetut kilometrit	0,42	12,6
	YHT	472,6

Taulukossa 5 on laskettu liikenteenjärjestelijän palkka noin neljältä tunnilta. Harjakoneelle on laskettu myös noin 4 tuntia työaika. Todellisuudessa kustannukset ovat alhaisemmat sillä 4 tuntia riittää harjakoneelle harjata yli 1 tn työmaalla. Kilometrit ovat liikenteenjärjestelijän ajokilometrejä.

PAB-paikkauksien kustannukset koostuvat työntekijän palkasta, maksettavista kilometrikorvauksista ja paikkausmassan hinnasta. Paikkausmassan hinta otettiin puuilon sivuilta. Yhden työpäivän aikana työntekijä pystyy levittämään paikkausmassaa noin 100 kg. Työntekijä tekee kahdeksan tunnin päiviä. (Puulo 2019.)

Taulukko 6. PAB-paikkauksien kustannukset

	yksikköhinta	8h työpäivä
Työntekijän tuntipalkka	25	200
Ajetut kilometrit	0,42	42
Paikkausmassa	1,2	120
	YHT	362

Taulukossa 6 lasketut kustannukset on laskettu noin 100 kg levitetulle PAB-masalle, joten tonnihinta on noin 3620e. PAB-paikkauksien teko on erittäin kallista, verrattuna puhallussirotepaikkauksiin.

### 3.3 Kestävyys

PAB- ja puhallussirotepaikkauksien kulutuskestävyydet eroavat toisistaan merkittävästi. PAB-paikkauksia voidaan tehdä kelistä ja olosuhteista riippumatta aina, kun taas puhallussirotepaikkauksiin vaikuttaa sääolot. (Salmijärvi 2019.)

PAB-paikkausten kestävyys vaihtelee paljon. Vesisateella reiät tulisi aina tyhjentää vedestä, kun reikä paikataan. Jos reikää ei puhdisteta vedestä, paikkauksesta ei tule niin pysyvä kuin puhdistettaessa vedestä. Paikkaus ei tiivisty veden takia ja irtoaa nopeasti autojen ajaessa yli. Hyvin tehty paikka kestää useitakin viikkoja hyvänä. PAB-paikkauksia käytetään todella paljon alueurakoissa. Urakoissa yleensä tehdään tarkastusajoja kuukausittain alemmilla tieverkoilla ja 1-luokan teillä viikoittain. Näin varmistetaan paikkausten pysyvyys ja tarvittaessa paikat uusitaan. Liikennevirasto myös ilmoittaa, jos tienkäyttäjä on huomannut vaurion. Nämä vauriot käydään korjaamassa mahdollisimman nopeasti. (Salmijärvi 2019.)

Puhallussirotepaikkauksien kestävyys on huippuluokkaa. Puhallussirotepaikkaus yleisesti kestää useita vuosia hyvänä ja yleensä vaatii yhden kesän ajan, että paikkaus tasoittuu tien kanssa samaan tasoon. Koillismaalla päällysteiden ylläpitourakassa olen nähnyt alemmilla tieverkoilla kahdeksan vuotta vanhoja puhallussirotepaikkoja, jotka ovat pysyneet hyvässä kunnossa. Tämän takia kustannuksien ja kestävyyksien suhde on erittäin hyvä. Puhallussirotepaikkaukset oikein tehtynä kestää raskastakin kulutusta. Kuusamossa on tehty 5-tiellä puhallussirotepaikkauksia. 5-tien liikennemäärät ovat suuria. Kuviossa 8 nähdään kaksi vuotta vanha puhallussirotepaikkaus. (Salmijärvi 2019.)



Kuvio 8. Kaksi vuotta vanha puhallussirotepaikka (Salmijärvi 2019)

### 3.4 Työturvallisuus

Työturvallisuus on tärkeässä osassa nykyään ja liikenteen seassa työskennellessä pitää olla erittäin tarkkana, sillä ajonopeudet ovat kovia ja reaktioajat autoilijoilla huonot. Ihmiset hyvin vähän välittävät työskentelevistä ihmisistä.

Puhallussirotepaikkauksia tehdessä työturvallisuus on hoidettu hyvin. Paikattavaan kohteeseen laitetaan tietyömerkit ja nopeus rajoitetaan 50 kilometriin tunnissa. Työmaan päihin lisätään myös irtokivimerkit. Nopeuden ollessa rajoitettu, työntekijän on turvallisempi työskennellessä, kun reaktioaika pitenee autoilijoilla. Puhallussirotepaikkauksien tekijän on myös turvallista työskennellä, sillä paikkaukset tehdään hytistä käsin. Puhallussiroteautoilijan ei tarvitse poistua auton hytistä ollenkaan, kun tehdään paikkauksia. Puhallussiroteautoista tulee löytyä varoitustarrat ja riittävät vilkkuvat työskentelyvalot. Liikenteenjärjestelystä syntyy lisäkuluja puhallussirotepaikkauksien tekemiselle, joten kun työturvallisuus paranee, hinta myös nousee.

PAB-paikkauksia tehdessä työturvallisuus on huonompi kuin puhallussirotepaikkauksia tehdessä. PAB-paikkauksia tehdään pysäköimällä henkilöauto tien reunaan ja paikkaamalla reikä käsin. Tiellä on tien mukainen rajoitus, joka saattaa olla jopa 100 kilometriä tunnissa. Henkilöauton katolla on vilkkuva työskentelyvalo ja paikkaajalla tulee olla riittävä huomiovaatetus. Autoilijoiden välittämättömyys huonontaa työturvallisuutta. Vauhtia ei hidasteta, vaikka nähdään ihmisiä työskentelemässä tien varressa. Työntekijät perehdytetään hyvin liikenteeseen sen vaarallisuuden takia.

#### 4 POHDINTA

Tutkimuksen tuloksia vertailtaessa tulee siihen tulokseen, että puhallussirotepaikkaus on huomattavasti parempi menetelmä kaikista näkökulmista. Kustannukset ovat reilusti pienemmät, työturvallisuus, tekotapa ja kestävyys on huomattavasti paremmat kuin PAB-paikkauksissa. Huonona puolena puhallussirotepaikkauksissa on kaluston puute. Aliurakkana tilattaessa kalusto tulee tietyksi aikaa, joten paikkauksia pitää ennakoida. Puhallussirotepaikkausten jälkeen syntyvät vauriot joudutaan korjaamaan PAB-massalla, koska puhallussirotekalusto on jo muualla.

Puhallussirotepaikkaukset eivät yksinään ole toimiva keino päällystevaurioiden paikkaamiseen alueurakoissa ja siihen tarvitaan toinen paikkausmenetelmä, jolla voidaan tehdä paikkauksia aina kun on tarve. PAB-paikkaukset sopivat vaihtoehdokseksi paikkausmenetelmäksi todella hyvin, sillä niitä voidaan tehdä mihin aikaan vuodesta ja mihin kellonaikaan tahansa. Hinta PAB-massalla on kalliimpi ja kestävyys lyhyempi, mutta ne käyvät hyvin tilapäiseen paikkaukseen.

Sirotepuhalluspaikkauksiin käytettävän kaluston hankintaa kannattaisi harkita. Kalusto sinällään on yksinkertainen, sillä se sisältää vaihtolavalle asetettavan laitteiston, jolla tehdään kaikki puhallussirotepaikkausten työvaiheet. Sijoituksena se on varmasti kannattava, sillä niille on kysyntää Suomessa, mutta tarjonta on huonompi. Autoa voisi tarjota aliurakointiin useille urakoitsijoille eri urakoihin aina kun ei itse tarvitse konetta. Tällä voitaisiin edelleen vähentää PAB-paikkausten tarpeellisuutta niiden kovan hinnan vuoksi.

## LÄHTEET

Liikennevirasto 2009. Päälysteiden paikkaus. Viitattu 09.04.2019 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden\\_paikkaus.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf).

Puulo 2019. Potmix paikkausmassa. Viitattu 09.04.2019 <https://www.puulo.fi/Asfaltinpaikkausmassa-25kg-Bolt-Off>.

Repo, H. 2019. Suomen teiden kunto heikkenee nyt rankemmin kuin koskaan aiemmin– ”hyytävää menoa”. Viitattu 26.4.2019 <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/suomen-teiden-kunto-heikkenee-nyt-rankemmin-kuin-koskaan-aiemmin-hyytavaa-menoa/561af4b8-b484-4199-a8df-730432bbde8e>.

Salmijärvi, E. 2019. NCC Industry Oy. Projektipäällikkö. Haastattelu 19.3.2019.

Tiehallinto 2002. Tierakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Viitattu 09.04.2019. [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200004\\_02.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2200004_02.pdf).

Tiehallinto 2004. Tierakenteen suunnittelu. Viitattu 09.04.2019 <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>.

Väylävirasto 2019. Uusien päälysteiden laadunosoitusmittaukset. Viitattu 09.04.2019 [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2019-01\\_uusien\\_paallysteiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-01_uusien_paallysteiden_web.pdf).

Ylitalo, T. 2015. Asfalttipaikkaustöiden tekniikat ja taloudellisuus. Viitattu 09.04.2019 [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86784/Ylitalo\\_Taneli.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86784/Ylitalo_Taneli.pdf?sequence=1&isAllowed=y).