



Päällystevaurioinventointi lentoasema-alueella

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Syksy 2024

Markus Humala

Koulutus Insinööri (AMK), liikenneala
Tekijä Markus Humala
Työn nimi Päälystevaurioinventointi lentoasema-alueella
Ohjaajat Oskar Eklöf (HAMK), Jenny Kälvälä (Finavia)

Vuosi 2024

Opinnäytetyön tilaajana toimi Finavia Oyj. Tilaajan toiveena oli luoda kirjallinen kuvaus lentoasema-alueen päälystevaurioinventoinnissa käytettävistä vauriotyypeistä lisämääreineen, sekä yleisellä tasolla pysyvä ns. ohjelmistovapaa prosessikuvaus päälystevaurioiden kartoittamisesta lentoasema-alueella. Näin inventointityötä olisi helpompi jatkossa laajentaa suuremmalle joukolle ja materiaalia voitaisiin käyttää osana uusien kartoittajien perehdyttämisessä.

Aistinvarainen päälystevaurioinventointi lentoasema-alueella tehdään pitkälti samojen periaatteiden mukaan kuin tiestölläkin, yleisimmät vauriotyypit ovat myös suurelta osin yhteneviä tiestön vastaavien kanssa. Erona tiestön ongelmakohtiin voidaan mainita lentoasema-alueella varhainen puuttumiskynnys alkaviinkin vaurioihin. Työssä esitellään kiitoteiden, rullausteiden ja asematason yleisimmät päälystevauriotyypit, niiden aiheuttajat, sekä käytettävät inventointimenetelmät. Lentoasema-alueen erityispiirteet tulee huomioida asematasolla työskennellessä, kaikki kenttäalueella tapahtuva liikkuminen on luvanvaraista, sekä liikennealueella vaaditaan liikkumiseen lennonjohdon selvitys.

Kevään ja kesän 2024 aikana opinnäytetyön tekijä on osallistunut päälystevaurioinventointeihin Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Osallistuminen inventointeihin työryhmän osana on mahdollistanut käytännön tutustumisen kenttätöskentelyyn, sekä työtapoihin ja menetelmiin.

Avainsanat Inventointimenetelmät, kiitotie, päälystevaurioinventointi, päälystevauriotyypit, rullaustie.
Sivut 57 sivua ja liitteitä 1 sivu.

DP Traffic and Transport Management
Author Markus Humala
Subject Pavement Damage Inventory at the Airport Area
Supervisors Oskar Eklöf (HAMK), Jenny Kälvälä (Finavia)

Year 2024

Finavia Plc acted as the commissioner for the thesis. The commissioner's request was to create a written description of the types of pavement damages used in the pavement damage inventory of the airport area, along with their additional attributes, and a general, permanent, software-free process description for mapping pavement damages in the airport area. This would make it easier to expand the inventory work to a larger group in the future and the material could be used as part of the orientation for new surveyors.

The sensory pavement damage inventory at the airport area is conducted largely according to the same principles as on roadways, with the most common types of damage being largely like those on roadways. A notable difference from roadway issues is the early intervention threshold for even minor damages in the airport area. The thesis presents the most common types of pavement damage on runways, taxiways, and aprons, their causes and the inventory methods used. The special characteristics of the airport area must be considered when working in the movement area; all movement on the airside requires permission, and movement in the manoeuvring area requires clearance from air traffic control.

During the spring and summer of 2024, the author of the thesis participated in pavement damage inspections at Helsinki-Vantaa Airport. Participation in the inspections as part of the working group, has enabled practical familiarization with fieldwork as well as working methods and techniques.

Keywords: Inventory methods, pavement damage inventory, runway, taxiway, types of pavement damage.

Pages: 57 pages and 1 page of appendix.

Sisällys

Käsitteitä.....	
1 Johdanto.....	1
2 Yleisimmät tiestön kanssa yhtenevät vauriotyypit syntymekanismeineen.....	2
2.1 Halkeaman muodostuminen.....	2
2.2 Verkkohalkeaman muodostuminen.....	4
2.3 Deformaation muodostuminen.....	5
2.4 Painuman muodostuminen.....	6
2.5 Purkauman muodostuminen.....	6
2.6 Bitumin pintaan nousu.....	7
3 Aistinvaraisen päällystevaurioinventoinnin prosessikuvaus.....	7
3.1 Inventoinnin suunnittelu ja organisointi.....	8
3.2 Inventoinnin toteutus.....	8
3.3 Tulosten käsittely.....	10
3.4 Tuloksista tehtävät johtopäätökset.....	11
4 Päällystevaurio tyypit ja niiden lisämääreet.....	12
4.1 Bitumin pintaan nousu.....	12
4.2 Halkeamat.....	12
4.2.1 Sauma halki.....	14
4.2.2 Korkeusero.....	14
4.2.3 Laastari haljennut.....	14
4.2.4 Laastari irtoaa.....	14
4.2.5 Laastari OK.....	15
4.2.6 Laastari sivussa.....	15
4.2.7 Liukuma.....	15
4.2.8 Paloja.....	16
4.2.9 Purkautuu.....	16
4.2.10 Putkiuran kohdalla.....	17
4.2.11 Sauma alla olevaan betonilaattaan.....	18
4.2.12 Saumassa.....	18
4.2.13 Muu.....	18
4.3 Verkkohalkeamat.....	19
4.3.1 Etikkamoreenia.....	20

4.3.2	Painunut	21
4.3.3	Purkautuu	21
4.3.4	Pyöränjäljestä	22
4.3.5	Saumasta	22
4.3.6	Muu	22
4.4	Deformaatio (urat).....	23
4.4.1	Korkeusero	24
4.4.2	Ajourat	24
4.4.3	Hiertymät	24
4.4.4	Pyöränjälki	25
4.4.5	Muu	26
4.5	Painuma.....	26
4.5.1	Kemikaalijäämiä	27
4.5.2	Vesilätäkkö	27
4.5.3	Muu	27
4.6	Kupla/kohouma	28
4.6.1	Halkeama	28
4.6.2	Kaasu	28
4.6.3	Neste (tai jää)	28
4.6.4	Rengashalkeama.....	28
4.6.5	Muu	29
4.7	Reikä	29
4.7.1	Koepala	30
4.7.2	Täytetty pohjakotelon reikä	30
4.7.3	Muu	30
4.8	Purkauma (irtokivet).....	30
4.9	Kemikaalivaurio/-lähde.....	32
5	Muut vauriotyypit.....	33
5.1	Kaivonkansi	33
5.1.1	Ei sulkeudu	35
5.1.2	Rikkoutunut	36
5.1.3	Muu	37
5.2	Kelianturi.....	38
5.2.1	Irti	39

5.2.2	Korkeusero	39
5.2.3	Muu	39
5.3	Maaliviiva	40
5.3.1	Lättyaikina irtoaa	40
5.3.2	Puuttuu	42
5.3.3	Muu	42
5.4	Pohjakotelot	42
5.4.1	Halkeama	43
5.4.2	Irti	44
5.4.3	Muodonmuutos	44
5.4.4	Muovin pala ja irtoamassa	44
5.4.5	Noussut	44
5.4.6	Päällyste purkautuu	44
5.4.7	Pala irronnut (metallia)	44
5.4.8	Rako	45
5.4.9	Ruuvi puuttuu	45
5.4.10	Valaisin irti	45
5.4.11	Valaisin rikki (prisma tai kansi)	45
5.4.12	Valumuovin lehtevyys	45
5.4.13	Muu	45
6	Muut havainnot	45
6.1	Aluevalaistuksen mittapiste	45
6.2	Muu havainto	46
7	Yhteenveto	46
	Lähteet	48

Kuvat

Kuva 1. Liikennekuormituksen aiheuttamat asfalttipäällysteen rasisitukset ja väsymisvauriot (Ehrola, 1996)	4
Kuva 2. Päällysteen pysyvien muutosten syntyvät (Huhtala, 1979)	5
Kuva 3. Saumahalkeama (Finavia, n.d.)	12
Kuva 4. Irronnut bitumijuotos (Finavia, n.d.)	15
Kuva 5. Purkautuva saumahalkeama (Finavia, n.d.)	16

Kuva 6. Heijastehalkeamaa putkiuran kohdalla (Finavia, n.d.)	17
Kuva 7. Heijastehalkeamaa putkiuran kohdalla 2 (Finavia, n.d.)	18
Kuva 8. Verkkohalkeama (Finavia, n.d.).....	19
Kuva 9. Alkavaa verkkohalkeamaa kosteassa asfalttipäällysteessä (Finavia, n.d.)	20
Kuva 10. Etikkamoreenia (Finavia, n.d.).....	21
Kuva 11. Verkkohalkeama, alkavaa purkaumaa (Finavia, n.d.).....	22
Kuva 12. Urasyvyyden mittausta rullaustiellä (Oma kuva, 23.5.2024)	23
Kuva 13. Hiertymävaurio (Finavia, n.d.)	25
Kuva 14. Pyöränjälkiä seisontapaikalla (Finavia, n.d.).....	25
Kuva 15. Saostunut kemikaalijäämä (Finavia, n.d.).....	27
Kuva 16. Rengashalkeama (Finavia, n.d.).....	29
Kuva 17. Purkautuvaa asfalttisaumaa, irtokiviä (Finavia, n.d.)	30
Kuva 18. Ylin asfalttikerros täysin purkautunut, reikä, irtokiviä (Finavia, n.d.).....	31
Kuva 19. Kemikaalivaurio/-lähde (Finavia, n.d.)	32
Kuva 20. Viivamainen kemikaalisaostuma saumahalkeamassa (Finavia, n.d.)	33
Kuva 21. Sadevesikaivo, ritiläkansi (Finavia, n.d.).....	34
Kuva 22. Maasähkökaivon kansi (Finavia, n.d.)	35
Kuva 23. Maasähkökaivon kansi, ei sulkeudu (Finavia, n.d.)	36
Kuva 24. Sadevesikaivon ritiläkansi, haljennut (Finavia, n.d.)	37
Kuva 25. Ritiläkansi, osin kasvuston tukkima (Finavia, n.d.)	38
Kuva 26. Pinta-asennettu kelianturi (Finavia, n.d.)	39
Kuva 27. Vaurioitunut odotuspaikkamerkintä (Finavia, n.d.).....	40
Kuva 28. Kestomerkinämässä irtoaa lastuina (Finavia, n.d.).....	41
Kuva 29. Irtoavaa kestopäällystämäärkintää (Finavia, n.d.).....	42
Kuva 30. Pohjakotelo valaisinkansineen (Finavia, n.d.).....	43

Liitteet

Liite 1. Aineistonhallintasuunnitelma

Käsitteitä

Asemataso (Apron)

Määrätty maalentopaikan osa, joka on tarkoitettu ilma-alusten matkustajien, postin tai rahdin lastausta tai purkamista sekä ilma-alusten tankkausta, paikoitusta tai huoltoa varten.

Ilma-aluksen seisontapaikka (Aircraft stand)

Ilma-aluksen paikoittamiseen määrätty alue asematasolla.

Jäänestoalue De-/anti-icing facility)

Alue, jossa huurre, jää tai lumi poistetaan (jäänpoisto) lentokoneen pinnoilta ja/tai puhtaat pinnat käsitellään (jäänesto) huurteen tai jään muodostumista tai lumen ja sohjon kerääntymistä vastaan rajoitetuksi ajaksi.

Kenttäalue (Movement area)

Lentopaikan osa, joka on tarkoitettu ilma-alusten lentoonlähtöön, laskuun ja rullaukseen ja johon sisältyy liikennealue ja asemataso(t).

Kiitotie (Runway)

Maalentopaikalle määritetty suorakaiteen muotoinen alue, joka on kunnostettu ilma-alusten laskua ja lentoonlähtöä varten.

Lentokenttäalue (Air side)

Kenttäalue sekä maasto ja rakennukset tai niiden osat, joihin pääsy on valvottua.

Liikennealue (Manoeuvring area)

Ilma-alusten lentoonlähtöön, laskuun ja rullaukseen tarkoitettu lentopaikan osa lukuun ottamatta asematasoja.

Merkintä (Marking)

Kenttäalueen pinnassa oleva, ilmailuinformaatiota antava symboli tai symboliryhmä.

Rullaustie (Taxiway)

Maalento paikalle ilma-alusten rullausta varten määritelty kulkutie, jonka tarkoituksena on luoda yhteys lentopaikan eri osien välille. Käsitteeseen sisältyvät myös:

- a) Ilma-alusten seisontapaikan rullauskaista (Aircraft stand taxi lane). Asematason osa, joka on osoitettu rullaustieksi ja tarkoitettu ainoastaan kulkemiseen ilma-alusten seisomapaikoille.
- b) Asematason rullaustie (Apron taxiway). Rullaustiejärjestelmän osa, joka sijaitsee asematasolla ja on tarkoitettu rullaamiseen asematason poikki.
- c) Pikapoistumistie (Rapid exit taxiway). Rullaustie, joka liittyy kiitotiehen terävässä kulmassa ja on suunniteltu sallimaan laskevien ilma-alusten kääntymisen pois kiitotieltä suuremmilla nopeuksilla, kuin muuta rullaustietä käyttäen on mahdollista ja siten minimoimaan kiitotien käyttöajan.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaaja Finavia Oyj kehittää ja ylläpitää lentoliikenteen vaatimaa infrastruktuuria ja matkustajaterminaaleja. Finavian ylläpitämä lentoasemaverkosto käsittää 20 lentoasemaa eri puolilla Suomea. Pääosin matkustajaliikennettä palvelee 18 lentoasemaa ja kaksi lentoasemaa on sotilas- ja yleisilmailun käytössä. Tämä opinnäytetyö keskittyy aistinvaraiseen päällystevaurioinventointiin lentoasema-alueilla, joka on keskeisessä osassa lentoliikenteen vaatiman infrastruktuurin ylläpidossa se sen vaatiman huollon suunnittelussa.

Ajatus opinnäytetyön aiheesta syntyi opinnäytetyöhaastattelun yhteydessä Finavian toimistolla Vantaalla keväällä 2024. Keskusteluissa ilmeni, että lentoasema-alueen päällystevaurioinventoinnista on olemassa hyvin vähän kirjoitettua tietoa, ja että tilaajalla oli tarvetta koulutusmateriaalille, jota voitaisiin käyttää uusien vaurioinventoijien perehdyttämisessä.

Nykyisen vaurioinventointijärjestelmän rungon muodostaa tilaajan käyttämä Finavia DB Defect Types-päällystevauriolistaus, joka sisältää lentoasema-alueella inventoitavat päällystevauriotyypit, sekä niiden lisämääreet eli attribuutit. Koska tässä listauksessa vauriotyypit attribuutteineen ovat ainoastaan nimetty, on näiden vaurioiden kuvaaminen kirjallisesti ja osin kuvin tuettuna keskeisessä asemassa tässä työssä. Merkittävässä asemassa on myös aistinvaraisen päällystevaurioinventoinnin pääperiaatteiden kuvaaminen prosessikuvauksen muodossa.

Tällä hetkellä käytössä oleva Destian kehittämä Finavia Proto 3-vauriopaikannusohjelmisto on lähestymässä käyttöikänsä loppupäätä. Keväällä 2024 toiveissa oli, että kevään/kesän aikana saataisiin toisen ohjelmistotalon demoversio kokeilukäyttöön. Koska näin ei tämän opinnäytetyön aikana tapahtunut, tullaan vaurioinventoinnin periaatteet ja prosessikuvaus käymään läpi yleisellä tasolla ja ns. ohjelmistovapaasti.

Työssä käydään läpi myös yleisimmät tiestön kanssa yhtenevät päällystevauriotyypit syntymekanismeineen, sekä lentoasema-alueelle ominaisemmat vauriot, kuten kiito- ja rullausteihin upotetut yli rullattavat valot, niiden pohjakotelot, sääanturit sekä kaivon kannet. Läpi käydään myös päällysteen alla kulkevien putkitettujen johdotusten aiheuttamat päällystevauriot. Kiito- ja rullausteiden maalatut ja kestoperätyt merkinnät kuuluvat myös

tarkastelun piiriin, näiden sijaitessa usein esim. rullausteilla kriittisessä ja tarkastelunalaisessa paikassa, eli asfaltin keskisauman päällä.

Työ päätettiin aloittaa ottamalla opinnäytetyöntekijä jäseneksi kentällä toimivaan vauriokartoitusryhmään. Ryhmän jäsenenä hän pääsi osallistumaan osaan, kevään ja kesän 2024 aikana Helsinki-Vantaan lentoasema-alueella suoritetuista vaurioinventoinneista. Näissä vaurioinventoinneissa opinnäytetyöntekijää perehdytettiin vauriokartoituksen periaatteisiin, toimintamalleihin sekä työtapoihin nykyisellä inventointiohjelmistolla. Tässä työssä on käytetty lähteinä tiestöpuolen vaurioinventointiohjeistuksia, kuntoluokitusohjeita, rakennekuvauksia sekä Finavia Oyj:n sidosryhmään kuuluvien asiantuntijoiden haastatteluja.

2 Yleisimmät tiestön kanssa yhtenevät vauriotyypit syntymekanismineen

Tiestön vaurioista, vaurioiden syntymekanismeista sekä vaurioinventoinnista on saatavilla mittava lähdeaineisto useiden vuosikymmenten ajalta. Tätä aineistoa voidaan monilta osin hyödyntää myös lentoasemien päällysteiden kuntoa arvioitaessa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena ei ole tieteellisesti tutkia vaurioiden syntymekanismeja, vaan avata syy-yhteyksiä alkavien ja vakavampien vaurioiden välillä. Tämän työn tarkoitus on auttaa ymmärtämään, miten oikein suoritettuna vaurioinventoinnin tuloksena korjaustoimenpiteet voidaan kohdistaa oikea-aikaisesti alkaviin vaurioihin, sekä estää tai hidastaa niiden kehittyminen vakaviksi ilmailun turvallisuutta vaarantaviksi päällystevaurioiksi.

2.1 Halkeaman muodostuminen

Tien halkeamat voivat syntyä eri suuntiin ja ajokaistan eri osiin. Esimerkiksi pituussaumahalkeama muodostuu roudan nostaessa tien keskiosaa reunoja enemmän. Poikittaisen halkeaman aiheuttaja on usein päällystemateriaalin kutistuminen kylmällä säällä. Epätasainen routiminen, painuminen sekä lämpötilan vaihtelut voidaan nähdä pitkittäisten ja vinojen halkeamien taustasyinä. Routivan pohjamaan päälle tehdyt liian ohuet rakennekerrokset aiheuttavat myös pituussuuntaista halkeilua. Tiestöllä myös jyrkät luiskaukset voidaan nähdä pituushalkeilun aiheuttajina. Mitä syvemmälle routa etenee, sitä leveämpiä halkeamia syntyy. (Väylävirasto, 2024)

Talvella, kun päällysteen lämpötila laskee, syntyy vetojännityksiä, jotka aiheuttavat pakkashalkeamia. Nämä halkeamat ilmestyvät päällysteen pintaan, missä lämpötilan muutokset ja kutistumisjännitykset ovat suurimmillaan. Kun lämpötila laskee ja jännitteet kasvavat, halkeamat etenevät pinnasta syvemmälle päällysteeseen. Tämä johtaa tasaisin välein esiintyviin, tien poikkisuuntaisiin halkeamiin. Halkeamat voivat ulottua myös päällysteen alla oleviin kerroksiin. (Ehrola, 1996, ss. 326–328)

Heijastushalkeilulla viitataan siihen, että päällystekerroksen alapuolella olevat tai sinne syntyvät halkeamat siirtyvät uuden päällysteen pintaan. Tämä ilmiö on yleinen ja sitä esiintyy tavanomaisilla tierakenteilla uudelleen päällystyksen yhteydessä.

Maabetonirakenteissa lämpötilanmuutosten aiheuttamat lämpöjännitykset ovat usein syynä heijastushalkeilun alkamiseen, kun taas liikennekuormituksen aiheuttamat jännitykset edistävät halkeamien etenemistä päällysteeseen. Kaikenlaiset halkeamat voivat kulkeutua heijastumalla uuden päällysteen pintaan. (Belt ym., 2002, ss. 58–59)

Tien kulkusuunnassa esiintyvät vinot halkeamat johtuvat usein epätasaisesta routanoususta tai rumpujen ja kaapelikaivantojen vaikutuksesta (Äijö, 2004, s. 12).

Lentoasema-alueen päällystevaurioita inventoitaessa on heijastushalkeilu ilmiönä helposti havaittavissa. Verrattaessa uudemman päällystekerroksen vaurioinventointituloksia edellisvuosien vastaaviin, nähdään usein aikaisemman päällystekerroksen halkeamien kulkeutuneen uuden päällysteen pintaan.

Pituussuuntaisten halkeamien synty tapa kiito- ja rullausteilla eroaa jonkin verran tiestön vastaavista. Routanostojen vaikutukset jäävät vähäisemmiksi kiito- ja rullausteiden vahvemman pohjarakenteen ansiosta, myös tiestölle tyypillisten avo-ojien ja jyrkkien luiskien puuttuminen vähentävät reuna-alueiden painumisesta syntyvää pitkittäissuuntaista halkeilua.

Lentoasema-alueella hyvin yleinen halkeamatyyppi on ns. saumahalkeama asfaltin saumassa, myös eri päällystemateriaalien rajapintoihin syntyy usein halkeamia. Myös heijastushalkeaman syntymekanismi asfalttiin upotettujen, suojaputkittettujen sähköjohdotusten kohdalla on yhtenevä tiestön kanssa.

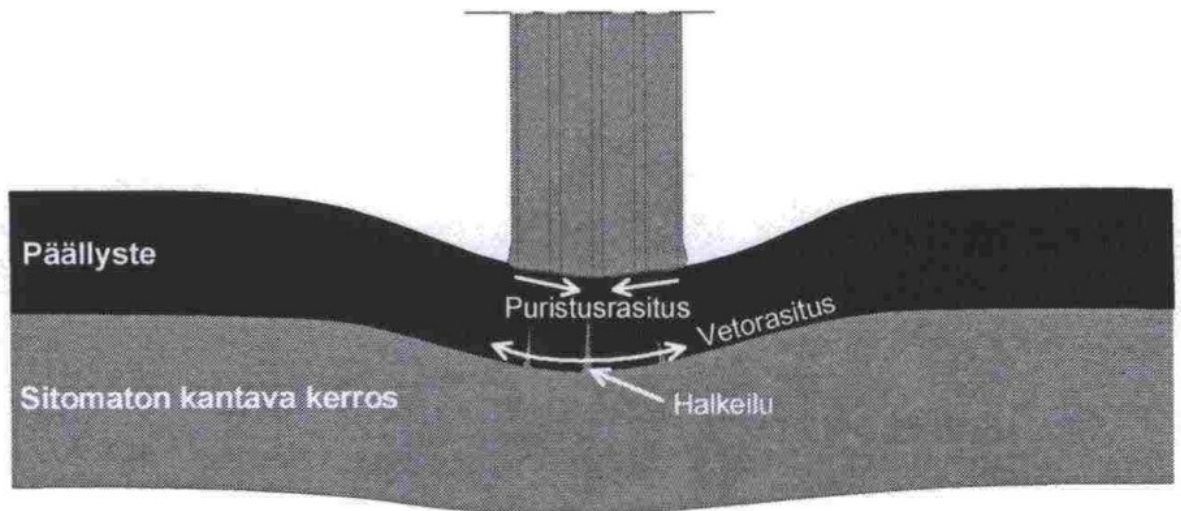
2.2 Verkkohalkeaman muodostuminen

Verkkohalkeamat muodostavat verkkomaisen halkeamakuvion päällysteeseen.

Verkkohalkeaman syynä on usein tien heikko kantavuus tai muu ongelma. Vaikka ne eivät aluksi haittaa liikennettä, ne voivat nopeasti tihentyä, mikä johtaa päällysteen purkautumiseen tai kappaleiden irtoamiseen. (Väylävirasto, 2024)

Kun ajoneuvon rengas kulkee tien yli, se aiheuttaa tierakenteen taipumisen. Tämä taipuminen luo sidottujen kerrosten yläpintaan puristusrasituksen ja alapintaan vetorasituksen, mikä johtaa vetomuodonmuutokseen. Sidotun kerroksen vaurioituminen, joka tunnetaan myös päällysteen väsymisenä, alkaa toistuvien vetomuodonmuutosten seurauksena. Aluksi tämä ilmenee hiushalkeamina, jotka ajan myötä laajenevat ja yhdistyvät, muodostaen näkyviä verkkomaisia vaurioita tien pinnalle liikennekuormitusten jatkuessa. (Ehrola, 1996, s. 255) Kuva 1.

Kuva 1. Liikennekuormituksen aiheuttamat asfalttipäällysteen rasitukset ja väsymisvauriot (Ehrola, 1996).



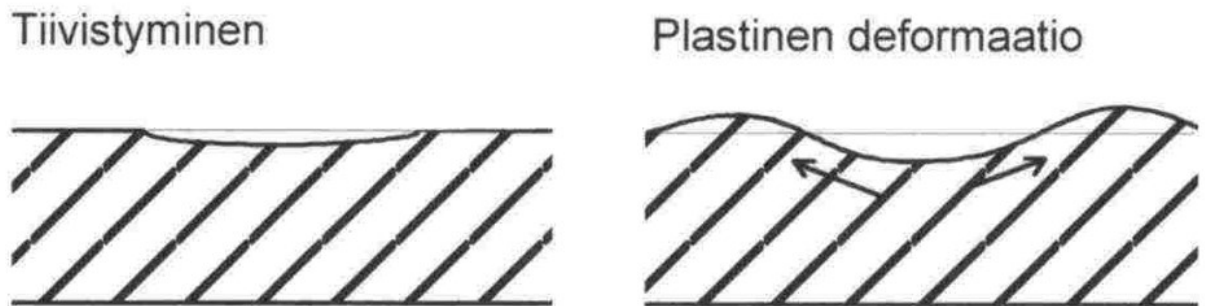
Raskaan liikenteen aiheuttamat pituushalkeamat ajourissa muuttuvat nopeasti verkkohalkeamiksi, kun päällystekerros ei enää kestä toistuvaa kuormitusta. Tämä ilmiö ajourissa viittaa rakenteen elinkaaren loppumiseen. Ilmiö syntymiseen syitä ovat useimmiten riittämätön rakennesuunnittelu, vesi- ja routaherkät materiaalit ja puutteellinen kuivatus. (Äijö, 2004, s. 12)

2.3 Deformaation muodostuminen

Päällysteen deformaatiolla tarkoitetaan päällysteen rakenteeseen syntyvää pysyvää muodonmuutosta. Tien rakennekerroksissa esiintyy aina jonkin verran deformaatioita, erityisesti sitomattomissa kerroksissa, kun taas sidotuissa kerroksissa deformaatio voi olla lähes olematonta (Laaksonen ym., 2004, s. 15).

Raskaan liikenteen aiheuttamat pysyvät muodonmuutokset päällysteessä johtuvat plastisesta deformaatiosta ja tiivistymisestä. Kuva 2.

Kuva 2. Päällysteen pysyvien muutosten syntyvät (Huhtala, 1979).



Pysyvien muodonmuutosten määrään vaikuttavat kuormitusten suuruus, jakautuminen, liikenteen nopeus sekä päällysteen lämpötila. Alhaisen nopeuden vaikutus korostuu erityisesti, linja-autopysäkeillä ja liittymissä. Tämä johtuu päällysteen viskoelastisista ominaisuuksista, joiden vuoksi osa dynaamisen kuormituksen aiheuttamasta deformaatiosta jää pysyväksi. Liikenteen rasittaessa tien rakennekerroksia, sitomattoman kerroksen materiaali painuu ajouran kohdalla alaspäin, sekä syrjäytyy sivuille ja ylöspäin, pienimmän vastuksen suuntaan. Pysyvä sitomattoman kerroksen deformaatio johtuu sitomattoman materiaalin painumisesta ajourien kohdalla ja kohoamisesta ajourien välissä. Kosteus sitomattomissa materiaaleissa vaikuttaa pysyvien deformaatioiden muodostumiseen, erityisesti roudan sulamiskauden aikana. (Belt ym., 2002, ss. 45–46)

Tyypillisimmin deformaatiosta aiheutuvaa urautumista havaitaan lentoasema-alueella paljon liikennöidyiltä rullausteiltä. Kiirotielle lentoonlähtöä varten suuntaavat ilma-alukset ovat painavimmillaan mm. polttoainekuorman takia. Ilma-alusten nopeus on alhainen, ilma-alusten ajoradat seuraavat tarkoin toisiaan ja pysähdyksiä tapahtuu usein kiito- ja rullausteiden risteämäkohdissa. Sama ilmiö on nähtävissä tiestöllä vilkkaasti liikennöidyillä

linja-autopysäkeillä sekä niiden välittömässä läheisyydessä. Urasyvyyden kehittymistä voidaan ennustaa säännöllisin väliajoin toteutettavien mittaustulosten avulla.

2.4 Painuman muodostuminen

Tien rakennekerrosten jäätyminen ja sulaminen tapahtuvat usein epätasaisesti, mikä voi jättää tien pintaan erilaisia jälkiä. Routaheittoja esiintyy usein kohdissa, joissa tierakenteen alainen maaperä vaihtuu kallioksi. Joskus heittoa esiintyy myös kallion päällä, veden jäätyessä kallion painaumassa. Tien pitkittäissuuntaiset epätasaisuudet voivat olla kohoumia tai painumia. Uuden- ja vanhan päällysteen liittymäkohdissa saattaa esiintyä porrastuksia. Nämä epätasaisuudet johtuvat yleensä tierakenteen tiivistymisestä, maapohjan painumisesta tai roudasta. Painumia aiheuttaa myös se, että pehmeän pohjamaan vaatimat vahvistustoimenpiteet on jätetty tekemättä. (Väylävirasto, 2024)

Tien pituussuuntaiset epätasaisuudet johtuvat pääasiassa epätasaisista routanousuista ja tierakenteen oman painon aiheuttamista painumista, jotka syntyvät alusrakenteen kokoonpuristumisesta. Liikennekuormitus voi pahentaa näitä epätasaisuuksia dynaamisten rasiusten kautta, erityisesti silloin, kun tien pinnassa on jo ennestään epätasaisuuksia. (Belt ym., 2002, s. 49)

2.5 Purkauman muodostuminen

Asfalttibetonipäällysteen purkauma tarkoittaa kiviaineksen ja sideaineen, eli bitumin erottumista toisistaan. Tämä voi johtua uuden päällysteen rakeisuuslajittumasta. Uudessa päällysteessä ei saisi olla sideaineen pintaan nousua tai rakeisuuslajittumaa. Karkeat lajittumakohdat ovat tyypillisimpiä purkauman muodostumiskohteita, ja täten heikentävät päällysteen kestävyyttä. (Virtala ym., 2019, s. 9)

Purkauma voi syntyä myös toisen vauriotyyppin kehittyessä purkaumaksi. Tien samassa kohdassa voi esiintyä useita erilaisia vaurioita yhtä aikaa. Esimerkiksi, jos tien painumaan syntyy verkkohalkeamia, ne voivat johtaa päällysteen purkautumiseen. (Väylävirasto, 2019, s. 11)

Lentoasema-alueella purkaumaan johtavat syyt ovat pitkälti yhteneviä tiestön vastaavien syiden kanssa. Erityispiirteinä voidaan mainita saumavaurioista kehittyvät purkaumat, koska levityskaistojen välisiä saumoja on alueiden laajuuden vuoksi paljon. Toinen

lentoasemille tyypillinen erityispiirre on jäänsulatuskemikaalien (asetaatti ja formiaatti) käyttö päällystetyillä alueilla.

Näillä liukkaudentorjunta-aineilla on alempiin sidottuihin kerroksiin päästessään ja pitkävaikutteisuuden takia haitallisia vaikutuksia päällystemassan laatuun, edistäen purkaumavaurion kehittymistä. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön kommentti (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2024)

2.6 Bitumin pintaan nousu

Bitumi on raskas hiilivetyseos, jota käytetään yleisesti teiden päällystämässä ja vedeneristyksessä. Bitumin pintaan nousu tarkoittaa ilmiötä, joka aiheuttaa päällysteeseen sileitä alueita, joissa bitumipitoisuuspitoisuus on korkea ja tyhjättila sekä makrokarkeus matala, mikä johtaa alhaiseen kitkaan. Tämä ilmiö on palautumaton, paitsi nastarenkaiden käyttöalueilla, joissa bitumi karhentuu nastarenkaiden vaikutuksesta. (Virtala & Alanaatu, 2017, s. 13)

Bitumin pintaan nousu johtuu uudella asfaltilla usein työ- ja materiaalivirheistä. Bitumin pintaan nousu voi heikentää liikenneturvallisuutta, vaikka sitä ei luokitella varsinaiseksi vaurioksi. (Belt ym., 2002, s. 59)

Lentoasema-alueella bitumin pintaan nousu tapahtuu samoista syistä kuin tiestölläkin. Tavallisimpia syitä ovat päällystemateriaalin rakeisuuslajittuma, työvirheet ja liiallinen jyräys.

Lentoasema-alueella on myös havaittu bitumin pintaan nousun johtuneen päällystemateriaalin bitumin ja kiviaineksen suhteutusvirheestä, eli bitumin osuus on ollut liian suuri. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön kommentti (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2024)

3 Aistinvaraisen päällystevaurioinventoinnin prosessikuvaus

Päällystevaurioinventoinnin prosessiin kuuluu oleellisimpina osina inventoinnin suunnittelu ja organisointi, inventoinnin toteutus, tulosten käsittely ja johtopäätökset. Tarvittavia resursseja ovat suunnitteluun ja vauriopaikannukseen käytettävät tietojärjestelmät, riittävät tilat mittausvälineistölle ja ajoneuvokalustolle, sekä eri rooleihin ja osaamisalueisiin

koulutettu henkilöstö. Finavian organisaatiossa on tyypillistä, että sama henkilö voi toimia vaurioinventoinnissa eri rooleissa esim. inventoinnin suunnittelussa ja inventoinnin toteutuksessa kentällä.

3.1 Inventoinnin suunnittelu ja organisointi

Inventoinnin suunnittelussa on tärkeää mitoittaa inventoitava alue käytettävissä olevien resurssien mukaisesti. Inventoinnin suunnittelijalla on hyvä olla käsitys siitä, minkä verran rullaustietä tai kiitotietä voidaan käyttää käytettävissä olevilla resursseilla päivässä, tai vaikkapa kesäkauden aikana inventoida. Myös inventoitavien alueiden priorisointia voidaan joutua tekemään.

Inventointityö on myös suunniteltava siten, että siitä aiheutuu lentoliikenteelle mahdollisimman vähän haittaa. Suunnittelu tulee tehdä lennonjohdon kanssa yhteistyössä, kulloinkin lentoliikennetilanne huomioon ottaen. Muuttuvat sääolosuhteet tulee myös suunnittelussa huomioida, esim. muuttuva tuulen suunta voi pakottaa lennonjohdon muuttamaan nousuihin ja laskuihin käytettävää kiito- ja rullaustiekombinaatiota. Edellä kuvattu tilanne voi muuttaa ilma-alusten liikehdinnän painopistealuetta merkittävästi. Säämuutosten varalle on hyvä olla toimiva varasuunnitelma.

Suunnittelijan tulee myös olla tietoinen muista lentoasema-alueella tehtävistä huoltotoimenpiteistä ja tarpeen tullen kommunikoida muiden huolto-organisaatioiden kanssa. Kiitotien ollessa suljettuna huoltotyön esim. kenttävalojen huolto- tai korjaustöiden vuoksi, on hyvä selvittää voiko kyseisellä alueella samanaikaisesti suorittaa päällystevaurioinventointia. Näin huoltotoimien haittavaikutukset lentoliikenteelle voidaan minimoida.

3.2 Inventoinnin toteutus

Ennen inventoinnin aloittamista on tärkeää selvittää inventointiryhmän roolitus ja inventoitavan alueen erityispiirteet. Ryhmään kuuluu tyypillisesti ajoneuvon kuljettaja, jolla tulee olla koulutus lentoasema-alueella liikkumiseen sekä kyseisen lentoaseman ajolupa. Kuljettaja vastaa ryhmän turvallisuudesta. Vaurioinventoijia on yksi tai enemmän.

Lentoasema-alue voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan, eli liikennealueeseen, johon kuuluvat kiito- ja rullaustiet sekä asematasoihin. Liikennealueella toimittaessa vaaditaan

kaksisuuntainen radiopuhelinyhteys lennonjohdon ja kuljettajan välillä. Kaikkein liikkumiseen ja esim. kiitoteiden ylittämiseen tarvitaan lennonjohdon selvitys. Kuljettaja ei poistu ajoneuvosta, vaan monitoroi radioliikennettä.

Asematasoilla liikkumiseen ei vaadita lennonjohdon selvitystä, eikä radiopuhelinyhteyttä. Kuljettaja voi pysäköidä ajoneuvon turvalliseen paikkaan ja ottaa osaa inventointityöhön. Näin voidaan toimia paikoissa, joihin ei ole liikennettä odotettavissa, kuten jäänpoistoalueilla kesäisin. Yleisesti jalkautuminen asematasolle ilman saattavaa ajoneuvoa on kielletty.

Ennen varsinaista kentällä tapahtuvaa inventointityötä, erityisesti uudet inventoijat on syytä perehdyttää tarkasteltaviin päällystevauriotyyppeihin, sekä niiden lisämääreisiin eli attribuutteihin. Saavuttaessa suunnitellulle vaurioinventointialueelle on hyvä tarkistaa, onko tarkoituksena kaikkien vauriotyyppien inventointi vai onko suunnitelmassa annettu suurempi painotus esim. maalivaurioiden kartoitukselle tai urasyvyyksien uusintamittaukselle.

Päällystevaurioita tavattaessa on ensin päätettävä, inventoidaanko kohde pistemäisenä-, viivamaisena- vai alueellisena vauriona. Pistemäisiä vaurioita ovat esim. valaisinten pohjakotelovauriot, pienet painumat ja alkavat verkkohalkeamat. Yhtenä nyrkkisääntönä voidaan pitää alle neliömetrin suuruisten löydösten inventoimista pistemäisinä vaurioina. Käytävissä olevan satelliittipaikannusjärjestelmän virhemarginaalin takia, pienten vaurioalueiden rajaaminen ei ole tarkoituksenmukaista.

Nykyisellään paikannusvälineen valmistajan lupaama tarkkuus (0,3 m-0,5 m) on harvoin saavutettavissa. Yleinen saavutettava paikannustarkkuus on noin metri. Paikannusvälineen vaihtuessa tarkkuuskin tulee muuttumaan. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön kommentti (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2024)

Pistemäinen vaurio paikannetaan tuomalla kannettava GPS-paikannuslaite vauriokohdan yläpuolelle. Tarvittaessa vaurio valokuvataan.

Viivamaisina kohteina inventoitavia vaurioita ovat esimerkiksi saumahalkeamat ja rullausteiden keskiviivaa osoittavat, kuluneet tai puuttuvat maali- tai kestomerkitämässäviivat. Viivamaisen vaurion ollessa suora, riittää vauriokohdan alku- ja loppupisteen merkitseminen tietokantaan. Inventoitaessa esimerkiksi rullaustien kaartuvalla osalla olevaa keskisaumahalkeamaa, merkitään kaarteeseen kohdalla vaurion paikkatieto

muutaman metrin välein, jotta tietokantaan saadaan muodostettua riittävän tarkka kuvaus vaurion sijainnista ja muodosta. Viivamaisten vaurioiden pituus voi lentoasema-alueella vaihdella metreistä useisiin satoihin metreihin. Viivamaiset vauriot paikannetaan kuljettamalla kannettavaa GPS-paikannuslaitetta vaurion yläpuolella ja merkitsemällä suorien osuuksien alku- ja loppupisteet, sekä tarvittava määrä pisteitä kaareutuvalla osalla.

Tyypillisiä alueellisia vaurioita ovat esim. laaja-alaiset painumat ja verkkohalkeamat. Myös useiden samantyyppisten pistemäisten- tai viivamaisten vaurioiden sijaitessa lähellä toisiaan, voidaan vauriot inventoida alueena. Alueellinen vaurio paikannetaan tietokantaan kiertämällä vauriokohta GPS-paikannuslaitteen kanssa merkiten riittävä määrä pisteitä, jotta esim. verkkohalkeama-alueen koko, muoto ja sijainti saadaan mallinnettua riittävällä tarkkuudella vauriotietokantaan.

Inventoitaessa kohteita, joissa havaitaan päällystepinnan korkeusvaihteluja esim. rullausteiden uria, mitataan harjanteiden ja uranpohjan välinen etäisyys millimetreinä oikolaudalla ja työntömitalla. Tämä mittaus toistetaan urautuneella alueella 10–20 metrin välein. Urasyvyyksien mittaustulokset inventoidaan pistemäisinä kohteina tietokantaan.

Havaitun vauriotyyppin inventointidataan lisätään tarvittaessa vauriolisämääre, eli attribuutti. Käytettävät vauriotyypit sekä niiden attribuutit löytyvät tämän työn osiosta **4**.

Päällystevauriotyypit ja niiden lisämääreet. Vaurion vakavuusaste määritetään viisiportaisella asteikolla. Alla vakavuusasteikko tekstimuodossa.

1. Ei vielä havaittua korjaustarvetta
2. Tarkkaillaan, korjaus lähivuosina
3. Korjaustarvetta tarkkaillaan (alkukesä) ja päätetään, korjataanko ennen talvea, vai jatketaanko tarkkailua
4. Korjaus ennen talvea
5. Liikennealue suljettava ja korjaustoimet käynnistettävä välittömästi

3.3 Tulosten käsittely

Tulosten käsittely aloitetaan uloskirjaamalla kerätty inventointiaineisto käytetystä inventointijärjestelmästä ja tallentamalla se verkkolevylle. Tallennettu inventointiaineisto identifioituu mm. havainnointipäivämäärän mukaan. Tarvittavilta osin inventointimateriaalista erotetaan osia, jotka käännetään käytössä olevan käsittelyohjelman vaatimaan muotoon.

Käsittelyohjelmassa havainnot piirtyvät pisteinä, viivoina ja alueina, kuten ne ovat inventoitaessa kartoitettu. Inventoinnin yhteydessä kerätty informaatio (vauriotyyppi, vaurioluokka, lisämääreet, kuvat ja muut huomiot) näkyy objektin (piste, viiva tai alue) ominaisuustiedoissa.

Taustalle käsittelijä lataa kulloinkin tarvittavan aineiston, kuten pohjakartat, muita suunnitelma-aineistoja tai päällystyskarttoja. Aineistoa voidaan tarpeen mukaan jatkojalostaa käsittelyohjelmassa, tai ottaa vauriokorjaussuunnittelun lähtötiedoksi sellaisenaan.

3.4 Tuloksista tehtävät johtopäätökset

Inventointituloksista tehtävät johtopäätökset jaetaan tyypillisesti neljään kategoriaan, välittömän korjaustarpeen ja mahdollisesti liikenteeltä sulkemisen vaativat kohteet, hätäpaikkauskohteet seuraavalle päällystyskaudelle, seurantaan jäävät kohteet sekä peruskorjaustarpeen aikataulutuksen suunnittelussa käytettävät tulokset.

Hätäpaikkauskohteiden suunnitteluun johtavia inventointituloksia ovat esim. purkaumat, pitkälle kehittyneet verkkohalkeamat sekä saumahalkeamat, erityisesti kiitoteillä.

Seurantakohteina voidaan mainita esim. asematasoalueiden painumat ja urautuneet rullautustiet, näiden kohteiden vauriokehitystä seurataan vuosittaisilla uusintamittauksilla.

Yleisesti kaikkien vaurioiden kehitystä seurataan mahdollisuuksien mukaisesti.

Uusintamittaustuloksista voidaan laatia esimerkiksi ennuste urasyvyyksien kehittymisestä.

Peruskorjaustarpeen suunnittelussa on tiedossa päällystettyjen alueiden suunniteltu elinkaari. Kaikkea kerättyä vaurioinventointidataa, sekä sen pohjalta tehtyjä vaurioennustemalleja käytetään arvioitaessa suunnitellun elinkaaren toteutumista.

Peruskorjauksessa päällyste uusitaan tyypillisesti kokonaan, mutta aina kuitenkin enemmän kuin pintakerros. Inventointidataa käytetään myös hätäpaikkauskohteiden, kuten kiitotien verkkohalkeamien laatikkojyrsinnän, sekä niiden korjauspäällystyksen ajankohtaa päätettäessä. Oikein toteutettuna päällystevaurioinventointi on avainasemassa päällysteen suunnitellun elinkaaren toteutumisessa, sekä parhaassa tapauksessa sen pidentämisessä.

4 Päällystevaurio tyypit ja niiden lisämääreet

Finavian lentoasemien päällystevaurioinventointi perustuu Finavian vauriotyyppilistaan. Tähän listaan on valittu käytännön kokemusten nojalla 14 yleisintä lentoasema-alueella ilmenevää päällystevauriotyyppiä. Vauriotyypit ovat edelleen jaettu vauriotyyppien lisämääreiksi, eli attribuuteiksi. Vauriotyyppin mukaan lisämääreitä on yhdestä kahteentoista. Jokainen inventoitava vaurio lisäksi arvioidaan vakavuusasteen mukaan yhdestä viiteen. Inventoitavat päällystevauriotyypit lisämääreineen on listattu tähän osioon FinaviaDB DefectTypes päällystevauriolistauksen mukaisesti.

4.1 Bitumin pintaan nousu

Bitumin pintaan nousulla tarkoitetaan ilmiötä, jossa asfaltin kiviaines ja sideaine eli bitumi, eivät ole jakautuneet tasaisesti, tai bitumia on yksinkertaisesti liikaa. Bitumin noustessa päällysteen pintaan asfaltin kitkaominaisuudet heikkenevät. Tällainen vauriokohta erottuu ympäristöönsä tummempana ja sileämpänä alueena.

Vauriokohta inventoidaan vauriotyypillä ”Bitumin pintaan nousu”.

4.2 Halkeamat

Lentoasema-alueen päällysteiden yleisimmin inventoitava vaurio on halkeama. Halkeaman syntysyynä on useimmiten liikenteestä aiheutuva dynaaminen raskaus, työvirhe, lämpötilan vaihtelusta aiheutuva päällysteen kutistuminen sekä rakenteeseen päässeeseen jäätyvän veden aiheuttama routanosto. Yleisin halkeamatyyppi on saumahalkeama. Kuva 3.

Kuva 3. Saumahalkeama (Finavia, n.d.).



Saumahalkeamia tavataan kaikkialta lentoasema-alueelta. Kiito- ja rullausteiden keskilinjan lisäksi, niitä löytyy kaikkien päällystyskaistojen molemmista reunoista. Maksimi kaistanleveys on ollut ennen vuotta 2024 n. 7,8 metriä. Esimerkkinä voidaan mainita rullausteidenkin leveyden olevan yli 23 metriä. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön kommentti. (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 23.11.2024)

Toinen yleinen halkeamatyyppi on poikkisuuntaisesti kiito- ja rullausteihin syntyvä pakkshalkeama, joka nimensä mukaisesti syntyy päällysteen kutistuessa pakkasella. Tämä halkeamatyyppi toistuu usein tasavälein esimerkiksi koko kiitotien pituudelta. Kutistumisesta johtuva halkeama on suurimmillaan kovalla pakkasella.

Routanoston aiheuttama halkeama on suurimmillaan keväällä juuri ennen roudan sulamisen alkamista. Muita halkeamiselle alttiita päällysteenkohtia ovat eri päällystemateriaalien rajapinnat.

Alla halkeamavaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

4.2.1 Sauma halki

Hyvin paljon inventoitava halkeamatyyppi on saumahalkeama. Tämä halkeamatyyppi kehittyy päällystystyön yhteydessä syntyviin asfalttibetonin saumakohtiin. Sauma on kiito- ja rullausteiden pituuden suuntainen ja löydettävissä kiito- ja rullausteiden keskilinjalta, sekä kaikkien päällystyskaistojen molemmista reunoista.

”Sauma halki” lisämääreellä viitataan erityisesti harjakaltevien ja symmetristen kiito- ja rullausteiden keskisaumaan.

4.2.2 Korkeusero

Inventoitaessa halkeamaa, jonka puoliskot sijaitseva eri tasossa (esim. routanosto), mitataan halkeaman korkeusero oikolaudalla ja työntömitalla. Vaurion lisämääreeksi valitaan ”korkeusero”. Korkeusero ilmoitetaan millimetreinä.

4.2.3 Laastari haljennut

Inventoitaessa bitumijuotoksella korjattua halkeamaa, jossa bitumijuotos on repeytynyt, merkitään repeytynyt kohta vaurion lisämääreellä ”laastari haljennut”. (Finavian vauriotyyppilistauksessa käytetty sanaa ”laastari” bitumijuotoksen sijaan).

4.2.4 Laastari irtoaa

Inventoitaessa bitumijuotoksella korjattua halkeamaa, jossa bitumijuotos on irronnut tai irtoamassa, merkitään vaurioitunut kohta lisämääreellä, ”laastari irtoaa”. kuva 4.

Kuva 4. Irronnut bitumijuotos (Finavia, n.d.).



4.2.5 Laastari OK

Inventoitaessa bitumijuotoksella korjattua halkeamaa, jossa bitumijuotos on ehjä ja suojaa halkeamaa, merkitään vauriokohta lisämääreellä "laastari OK".

4.2.6 Laastari sivussa

Inventoitaessa bitumijuotoksella korjattua halkeamaa, jossa bitumijuotos on ehjä, mutta työvirheestä tai jostain muusta syystä sijoittunut väärin, merkitään vauriokohta lisämääreellä "laastari sivussa".

4.2.7 Liukuma

Liukumalla tarkoitetaan asfaltin pintakerroksen liukumista alempiin asfalttikerroksiin nähden. Tyypillisesti havaittavissa raskaasti liikennöidyillä rullausteilla. Pintakerros liukuu vinoittain vallitsevaan rullaussuuntaan ja samalla kulkusuuntaan nähden sivulle ulospäin. Liukumahalkeamat muodostuvat poikittain, liukuneen alueen alkupäähän ja vinottain

liukuneen alueen sivuille. Vauriokohta merkitään lisämääreellä ”liukuma”. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024)

4.2.8 Paloja

Havaittaessa halkeamavauriosta irtautuvan päällysteen kappaleita, merkitään vauriokohta lisämääreellä ”paloja”.

4.2.9 Purkautuu

Havaittaessa halkeamavauriosta irtautuvan kiviainesta, merkitään vauriokohta lisämääreellä ”purkautuu”. Kuva 5.

Kuva 5. Purkautuva saumahalkeama (Finavia, n.d.).



4.2.10 Putkiuran kohdalla

Lentoasema-alueella päällysteen pintaan asennettujen valaisimien ja antureiden rosteriset sähköjohtojen suojaputket sijaitsevat asfalttiin jyrskyissä urissa. Urat ovat täytetty asfaltin sidekerroksen tasoon valuasfaltilla. Rakenne tyypillisesti aiheuttaa heijastehalkeilua asfaltin pintakerrokseen putkiuran reunojen kohdalle. Pinnassa havaittava vaurio todetaan yleensä kahtena samaan suuntaisena halkeamana putkiuran suuntaisesti. Vauriokohta merkitään lisämääreellä ”putkiuran kohdalla”. Kuvat 6 ja 7.

Kuva 6. Heijastehalkeamaa putkiuran kohdalla (Finavia, n.d.).



Kuva 7. Heijastehalkeamaa putkiuran kohdalla 2 (Finavia, n.d.).



4.2.11 Sauma alla olevaan betonilaattaan

Asfaltin halkeama alla olevien betonilaattojen välisen sauman kohdalla. Merkitään vauriokohta lisämääreellä ”sauma alla olevaan betonilaattaan”.

4.2.12 Saumassa

Inventoitaessa ei harjakaltevia saumahalkeamia, käytetään lisämäärettä ”saumassa”.

4.2.13 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.3 Verkkohalkeamat

Verkkohalkeamat ovat asfalttibetoniin syntyviä monikulmaisia repeämiä, jotka ovat päällysteen pinnassa havaittavissa verkkomaisena kuviona. Kuva 8.

Kuva 8. Verkkohalkeama (Finavia, n.d.).



Verkkohalkeamia on löydettävissä lentoasema-alueelta lähes kaikkialta, kuitenkin eniten alueilta, joihin kohdistuu liikenteestä aiheutuvaa dynaamista rasitusta. Suurimman rasituksen alaisia kohteita ovat kiitotiet ja paljon liikennöidyt rullaustiet. Asematasolla verkkohalkeamia löydetään tyypillisimmin painumien ja pyöränjalkien yhteydessä.

Verkkohalkeamavauriolle on tyypillistä vaurioalueen nopea laajeneminen, sekä halkeamaverkon tihentyminen, joka edetessään voi johtaa päällysteen purkautumiseen. Paras ajankohta alkavien verkkohalkeamien aistivaraiseen inventointiin on keväällä, kostean yön jälkeisenä aamuna, jolloin päällysteestä poistuva kosteus parantaa pientenkin halkeamien havaittavuutta. Kuva 9.

Kuva 9. Alkavaa verkkohalkeamaa kosteassa asfalttipäällysteessä (Finavia, n.d.).



Alla verkkohalkeamavaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

4.3.1 Etikkamoreenia

Milloin verkkohalkeaman voidaan havaita johtuvan päällysteen kemiallisesta vaurioitumisesta ja kiviaineksesta erottunut sideaine, eli bitumi on muuttunut tahraavaksi huoneenlämmössä, merkitään vauriokohta lisämääreellä ”etikkamoreenia”. Kuva 10. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024)

Kuva 10. Etikkamoreenia (Finavia, n.d.).



4.3.2 Painunut

Inventoitaessa verkkohalkeamaa ja havaittaessa sen painuneen ympäröivän päällystepinnan alapuolelle, merkitään vauriokohta lisämääreellä "painunut".

4.3.3 Purkautuu

Inventoitaessa verkkohalkeamaa, josta havaitaan irtautuvan kiviainesta, merkitään vauriokohta lisämääreellä "purkautuu". Kuva 11.

Kuva 11. Verkkohalkeama, alkavaa purkaamaa (Finavia, n.d.).



4.3.4 Pyöränjäljestä

Inventoitaessa verkkohalkeamaa, jonka havaitaan kehittyneen pyöränjäljen pohjaan tai harjanteisiin, merkitään vauriokohta lisämääreellä ”pyöränjäljestä”.

4.3.5 Saumasta

Inventoitaessa verkkohalkeamaa, jonka havaitaan kehittyneen asfaltin saumaan, merkitään vauriokohta lisämääreellä ”saumasta”.

4.3.6 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.4 Deformaatio (urat)

Lentoasema-alueella päällysteen deformaatiosta aiheutuvaa urautumista on löydettävissä eniten paljon liikennöidyiltä rullausteiltä. Rullausteilla ilma-alusten nopeus on alhainen ja ilma-alukset seuraavat tarkoin samaa reittiä. Pysähdykset ovat myös yleisiä, erityisesti rullausteiden ja kiitoteiden risteämäkohdissa sekä asematasolle saavuttaessa.

Inventoitaessa päällysteen urautumista tärkein mitattava asia on urasyvyys, eli uran harjanteiden ja pohjan välinen korkeusero millimetreinä. Urasyvyys mitataan oikolaudan ja työntömitan avulla. Kuva 12.

Kuva 12. Urasyvyyden mittausta rullaustiellä (Oma kuva, 23.5.2024).



Urasyvyudet kirjataan ylös paikkatietoineen noin 10–20 metrin välein, jotta tietojärjestelmään syntyy riittävän kattava urautumistietojen kuvaus. Vuosittaisilla uusintamittauksilla saadaan käsitys urautumisen nopeudesta, jonka avulla korjaustoimia voidaan kohdentaa ja ajoittaa.

Alla deformaatiovaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

4.4.1 Korkeusero

Millimetreinä ilmoitettava uran harjanteiden ja pohjan välinen korkeusero. Mitataan oikolaudan ja työntömitan avulla. Merkitään lisämääreellä "korkeusero".

4.4.2 Ajourat

Deformaatiovaurion lisämääreeksi merkitään "ajourat", kun sen voidaan todeta syntyneen tyypilliseen pyöränjalkien kohtaan esim. rullaustiellä ja se voidaan erottaa yksittäisen pyörän tai pyöräparin jäljestä.

4.4.3 Hiertymät

Deformaatiovaurion lisämääreeksi merkitään "hiertymä", kun on syytä olettaa vaurion syntyneen raskasta ilma-alusta jyrkästi käännettäessä erityisesti asematasolla, joko työntöajoneuvolla lähtöportilta lähdetessä tai ilma-alusta omalla moottoriteholla jyrkästi käännettäessä. Tällöin kääntyvän ilma-aluksen sisempi pyöräpari, tai telipyörästä kääntyy lähes paikallaan, hiertäen päällysteen pintaa sivusuunnassa. Hiertymävaurioita tavataan myös kiitoteillä odotuspaikkojen läheisyydessä, joissa ilma-alukset kääntyvät kiitotien suuntaiseksi ennen lento-ohjelmalla. Kuva 13.

Kuva 13. Hiertymävaurio (Finavia, n.d.).



4.4.4 Pyöränjälki

Deformaatiovaurion lisämääreeksi merkitään ”pyöränjälki”, kun on nähtävissä että, pyöränjälki on yksittäisen ilma-aluksen laskutelineen jättämä. Tämä vauriotyyppi syntyy ilma-aluksen ollessa pysäköitynä asfalttipäällysteellä. Kuva 14.

Kuva 14. Pyöränjälkiä seisontapaikalla (Finavia, n.d.).



Pyöränjälkivaurioita syntyy usein auringon kuumentamaan asfalttipäällysteeseen. Joskus tällaisissa olosuhteissa ilma-alus voi myös liikehtiessään jättää yhtenäisen pyöränjäljen asfalttipäällysteen pintaan. Lentokenttäalueella on tavattu satojenkin metrien mittaisia yksittäisen ilma-aluksen jättämiä pyöränjälkiä.

4.4.5 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.5 Painuma

Painuma on ympäristöään alempana oleva päällysteen kohta, joka johtuu eroista pohjarakenteen kokoonpuristumisessa. Painuma on laaja-alaisempi ja vakava-asteisempi vaurio, eikä sitä tule sekoittaa esimerkiksi deformaatiosta aiheutuneisiin uriin tai pyöränjälkiin. Painumat aiheuttavat veden lammikoitumista ja estävät lentoasema-alueen sadevesijärjestelmää toimimasta suunnitellulla tavalla. Painumia tavataan useimmiten

asematasoalueilla. Painumat inventoidaan koko laajuudeltaan ja syvyys millimetreissä mitataan mahdollisuuksien mukaan oikolaudalla ja työntömitalla.

4.5.1 Kemikaalijäämiä

Inventoitaessa painumakohtaa, jossa havaitaan kemikaalin aiheuttamaa saostumaa, merkitään lisämääreellä "kemikaalijäämiä". Kuva 15.

Kuva 15. Saostunut kemikaalijäämä (Finavia, n.d.).



4.5.2 Vesilätäkkö

Milloin havaitaan painumaan kertyvän lammikoituvaa vettä, inventoidaan vauriokohta lisämääreellä "vesilätäkkö".

4.5.3 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.6 Kupla/kohouma

Asfalttipinnan kohoumavaurio, jonka muodostaa asfalttikerrosten väliin päässyt tai muodostunut kaasu, neste tai jää. Käytännössä aina päällimmäisen asfalttikerroksen alla. Halkaisijat ovat tyypillisesti 0,2–0,4 metriä. Eivät yleensä pitkäikäisiä ja isommat kohoumat laskeutuvat tyypillisesti jälkiä jättämättä, pienemmillä kohoumillä taipumusta haljeta korkeimmasta kohdasta. Korkeudet n. 30 mm asti. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024)

4.6.1 Halkeama

Kupla- /kohoumavaurion yhteydessä tavattava halkeama inventoidaan lisämääreellä ”halkeama”.

4.6.2 Kaasu

Havaittaessa kupla- /kohoumavaurion aiheutuneen päällystekerrosten väliin kertyneestä kaasusta, inventoidaan lisämääreellä ”kaasu”.

4.6.3 Neste (tai jää)

Havaittaessa kupla- /kohoumavaurion aiheutuneen päällystekerrosten väliin kertyneestä nesteestä tai jäästä, inventoidaan lisämääreellä ”neste (tai jää)”.

4.6.4 Rengashalkeama

Kupla- /kohoumavaurion ympärille muodostunut rengasmainen halkeama, inventoidaan lisämääreellä ”rengashalkeama”. Kuva 16.

Kuva 16. Rengashalkeama (Finavia, n.d.).



4.6.5 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.7 Reikä

Reiällä lentoasema-alueen päällystevaurioinventoinnissa tarkoitetaan useimmiten päällysteeseen poraamalla tehtyjä reikiä esim. näytteenottoa tai pohjakoteloä varten. Kyseiset reiät ovat näytteenoton tai pohjakotelon poiston jälkeen paikattu päällysteen materiaalin mukaan joko betonilla tai valuasfaltilla. Reiän aiheuttaja voi myös olla pitkälle kehittynyt purkauma, jolloin vaurio ulottuu päällysteen läpi sitomattomaan kantavaan kerrokseen. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024)

Alla reikävaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

4.7.1 Koepala

Päällysteestä koepalaa otettaessa syntynyt porausreikä, joka on päällystetyypin mukaan paikattu joko, betonilla tai valuasfaltilla. Täyttö vajaa tai puutteellinen. Vauriokohta merkitään lisämääreellä "koepala".

4.7.2 Täytetty pohjakotelon reikä

Päällysteeseen porattu pohjakotelon asennusreikä, joka on pohjakotelon poiston yhteydessä päällystetyypin mukaan paikattu, joko betonilla tai valuasfaltilla. Täyttö vajaa tai puutteellinen. Vauriokohta merkitään lisämääreellä "täytetty pohjakotelon reikä".

4.7.3 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

4.8 Purkauma (irtokivet)

Purkauma on asfalttipäällysteen vaurioitumisen viimeinen vaihe, jossa kiviaines irtoaa sideaineesta ja päällyste on käyttöikänsä päässä. Irtokiviä havaittaessa merkitään vauriokohta "purkauma (irtokivet)". Kuvat 17 ja 18.

Kuva 17. Purkautuvaa asfalttisaumaa, irtokiviä (Finavia, n.d.).



Kuva 18. Ylin asfalttikerros täysin purkautunut, irtokiviä (Finavia, n.d.).



4.9 Kemikaalivaurio/-lähde

Periaatteessa minkä tahansa kemikaalin vettä lukuun ottamatta aiheuttama saostuma tai nestelähde asfaltin pinnalla. Yleisimmin päällysteen huokosista tihkuu pinnalle jään sulattamiseen käytettyä asetaattia tai formiaattia. Yleensä pistemäinen vaurio, joskus tiheinä pilkkuina laajemmalla alueella. On tavattu myös saumassa viivamaisena muodostelmana. Erilaiset öljy, hydraulineeste ja kerosiinivahingot johtavat kemikaalivaurioihin. Finavian sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024) Kuvat 19 ja 20.

Kuva 19. Kemikaalivaurio/-lähde (Finavia, n.d.).



Kuva 20. Viivamainen kemikaalisäostuma saumahalkeamassa (Finavia, n.d.).



5 Muut vauriotyypit

5.1 Kaivonkansi

Lentoasema-alueen sadevedenpoistojärjestelmän umpi- ja ritiläkannet tarkistetaan päällystevaurioinventoinnin yhteydessä vaurioiden varalta. Kuva 21.

Kuva 21. Sadevesikaivo, ritiläkansi (Finavia, n.d.).



Ilma-alusten seisontapaikkojen maasähkökaivojen kannet ja niiden mahdolliset vauriot kuuluvat myös inventoinnissa tarkasteltaviin asioihin. Maasähkökaivon kansi on tyypillisesti suorakaiteen muotoinen, reunastaan saranoitu teräskansi. Kansi avataan ja suljetaan useita kertoja vuorokaudessa ilma-alusten saapuessa seisontapaikalle. Tämä kansityyppi on etenkin talviaikaan vaurioille alttiina, sen jäädessä raolleen kertyvän jään vuoksi. Kuva 22.

Kuva 22. Maasähkökaivon kansi (Finavia, n.d.).



Lentoasema-alueella tavataan myös muita kaapelikaivoja, näiden kannet ovat tavallisesti pyöreitä.

Alla kaivonkansien vaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

5.1.1 Ei sulkeudu

Kansi ei sulkeudu kokonaan oikeaan tasoon, kannen tai sen kehysrakenteen pysyvän muodonmuutoksen tai muun syyn vuoksi. Merkitään lisämääreellä ”ei sulkeudu”. Kuva 23.

Kuva 23. Maasähkökaivon kansi, ei sulkeudu (Finavia, n.d.).



5.1.2 Rikkoutunut

Kansi haljennut tai siitä lohjennut palasia. Pysyvä muodonmuutos. Merkitään lisämääreellä ”rikkoutunut”. Kuva 24.

Kuva 24. Sadevesikaivon ritiläkansi, haljennut (Finavia, n.d.).



5.1.3 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio. Kuva 25.

Kuva 25. Ritiäkansi, osin kasvuston tukkima (Finavia, n.d.).



5.2 Kelianturi

Kelianturi on asfaltin pintaan asennettu anturi, joka mittaa päällysteen lämpötilaa ja kosteusolosuhteita, (vesi, jää). Kuva 26.

Kuva 26. Pinta-asennettu kelianturi (Finavia, n.d.).



Alla kelianturivaurioiden lisämääreet havainnollistettuina

5.2.1 Irti

Kelianturi tai osia siitä irronnut päällysteestä.

5.2.2 Korkeusero

Kelianturi noussut kokonaan tai osittain ympäröivää päällystepintaa ylemmäksi.

5.2.3 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

5.3 Maaliviiva

Lentoasema-alueen päällysteiden maaliviivamerkinnät jaetaan tyypillisesti eri ryhmiin, kiitotiemerkinntät, rullaustiemerkinntät ja odotuspaikkamerkinntät, myös asematasoilla on runsaasti erilaisia maali- ja ke stomassamerkinntöjä. Suurimmalle kulutukselle altistuvat merkinntät tehdään usein ke stomerkinntämassalla, merkinntät voidaan myös tehdä maalaamalla suoraan päällysteeseen. Ke stomerkinntämassalla tehtyjen merkinntöjen vauriokorjaus maalaamalla on myös yleistä. Kuva 27.

Kuva 27. Vaurioitunut odotuspaikkamerkinntä (Finavia, n.d.).



5.3.1 Lättyaikina irtoaa

Havaittaessa ke stomerkinntämassalla tehtyjen päällystemerkinntöjen irtoavan päällysteen pinnasta, inventoidaan vauriokohta lisämääreellä ”lättyaikina irtoaa”. (Finavian vauriotyyppilistauksessa käytetty sanaa ”lättyaikina” ke stomerkinntämassin sijaan). Kuvat 28 ja 29.

Kuva 28. Kestomerkintämassa irtoaa lastuina (Finavia, n.d.).



Kuva 29. Irtoavaa kestopassamerkintää (Finavia, n.d.).



5.3.2 Puuttuu

Maalimerkinnän/kestopassamerkinnän puuttuessa kokonaan, inventoidaan vauriokohta lisämääreellä ”puuttuu”.

5.3.3 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

5.4 Pohjakotelot

Pohjakotelo on alumiininen noin 300 mm halkaisijaltaan- ja noin 200 mm syvyydeltään oleva pohjastaan umpinainen sylinteri. Se on kiinnitetty joko rullaus- tai kiitotien päällysteeseen porattuun reikään valupöksillä. Sen tehtävänä on toimia sen

pulttikiinnitteiseen kanteen kiinnitetyn valaisinlaitteen kiinnityspisteenä, sekä johdotuksen suojana. Asennus on suoritettu siten, että kansi on päällysteen tasossa. Valaisimia käytetään rullaus- ja kiitoteiden keskilinjavaloina, pysäytysvaloriveinä rullausteilla sekä kiitotien päättymistä osoittavana valorivinä. Kuva 30.

Kuva 30. Pohjakotelo valaisinkansineen (Finavia, n.d.).



Pohjakotelot valaisinlaitteineen altistuvat sijaintinsa vuoksi suurelle mekaaniselle rasitukselle ja kulumalle erityisesti talvikunnossapidon aikana, myös rakenteeseen päässeeseen veden aiheuttamat jäätymisvauriot ovat yleisiä.

Alla pohjakotelovaurioiden lisämääreet havainnollistettuna.

5.4.1 Halkeama

Pohjakoteloon tai sen valuepoksikiinnitykseen rajautuva päällystehalkeama. Merkitään lisämääreellä "halkeama".

5.4.2 Irti

Pohjakotelo ja/tai sen valuepoksikiinnitys irronnut päällysteestä. Merkitään lisämääreellä "irti".

5.4.3 Muodonmuutos

Pohjakoteloon ja/tai valaisinkanteen syntynyt, esimerkiksi auraukskaluston tai päällysteen liikkumisen aiheuttama pysyvä muodonmuutos. Merkitään lisämääreellä "muodonmuutos".

5.4.4 Muovin paloja irti/irtoamassa

Pohjakotelon kiinnitykseen käytetty valuepoksi lohkeillut/paloja irtoaa. (Finavian vauriotyyppilistauksessa käytetty sanaa "muovi" valuepoksin sijaan). Merkitään lisämääreellä "muovin paloja irti/irtoamassa".

5.4.5 Noussut

Pohjakotelo ja/tai valaisinkansi noussut kokonaan tai osittain ympäröivää päällystepintaa ylemmäksi. Syynä usein rakenteeseen päässeeseen veden jäätyminen tai päällysteen painuma. Merkitään lisämääreellä "noussut".

5.4.6 Päällyste purkautuu

Pohjakoteloon tai sen valuepoksikiinnitykseen rajautuva halkeama edennyt purkaumaksi. (Päällysteestä irronnut kiviainesta tai päällysteen kappaleita irtoaa). Merkitään lisämääreellä "päällyste purkautuu".

5.4.7 Pala irronnut (metallia)

Pohjakotelosta tai sen valaisinkannesta irronnut metallin kappaleita. Merkitään lisämääreellä "pala irronnut (metallia)".

5.4.8 Rako

Rako pohjakotelon ja valuepoxsin- tai valuepoxsin ja päällystysmateriaalin välissä. Merkitään lisämääreellä "rako".

5.4.9 Ruuvi puuttuu

Yksi tai useampi valaisinkannen ruuveista irronnut. Merkitään lisämääreellä "ruuvi puuttuu".

5.4.10 Valaisin irti

Valaisimen kiinnitys havaittavasti löystynyt. Merkitään lisämääreellä "valaisin irti".

5.4.11 Valaisin rikki (prisma tai kansi)

Valaisimen prisma- ja/tai kansiosa rikkoutunut. Merkitään lisämääreellä "valaisin rikki (prisma tai kansi)".

5.4.12 Valumuovin lehtevyys

Pohjakotelon valuepoxsi hajoaa kerrosmaisesti. Merkitään lisämääreellä "valumuovin lehtevyys".

5.4.13 Muu

Jokin muu kuin yllä mainittu vaurio.

6 Muut havainnot

6.1 Aluevalaistuksen mittapiste

Aluevalaistuksen mittapiste on kohta, josta tallennetaan aluevalaistuksen luksiarvot. Mittapisteissä tarkastellaan suunniteltujen valaistustasojen toteutumista ja yleensä aluevalaistuksen kelvollisuutta. Tarkastetaan yleinen kunto tavattaessa. Finavian

sidosryhmään kuuluvan henkilön haastattelu (Finavia, henkilökohtainen tiedonanto, 8.10.2024)

6.2 Muu havainto

Jokin muu kuin aiemmin kuvattu havainto tai vaurio.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli helpottaa tulevien vauriokartoittajien perehdyttämistä päällystevaurioinventointityöhön lentoasema-alueella. Tarkoituksena oli luoda dokumentaatio, joka kerää yhteen vauriokartoituksen peruseriaatteet, sekä kenttätöissä käytettävät toimintatavat.

Vauriotyypit ja niiden syntyvät haluttiin tuoda esiin niin teorian, kuin käytännön kannalta. Halutessaan lukija saa syventävää tietoa päällystevaurioaiheista tässä työssä käytetyistä lähteistä.

Tilaajan käyttämän vauriotyypilistauksen avaaminen kirjalliseen, helposti ymmärrettävään muotoon muodostaa ehkä merkittävimmän osan tästä työstä. Siinä varmasti suurimpana myötävaikuttavana tekijänä oli opinnäytetyöntekijän sijoittaminen osaksi kentällä toimivaa vauriokartoitustiimiä. Viikon mittainen perehdyttämisjakso kentällä avasi aidon keskusteluyhteyden sidosryhmän asiantuntijoihin ja mahdollisti käytännön ja teorian yhdistämisen opinnäytetyössä.

Vauriokartoituksen peruseriaatteita ja kokonaisuutta valottava prosessikuvaus jää ohjelmistoyistä joiltain osin pintapuoliseksi. Tilaaja ei näe tarvetta ohjeistuksen luomiseen poistuvalla inventointiohjelmistolle, toisaalta uutta ohjelmistoa ei saatu käyttöön tämän opinnäytetyön aikana.

Tämä inventointijärjestelmien välinen siirtymäkausi avaa kuitenkin mahdollisuuksia. Nykyisellään inventointidatan uloskirjaaminen, tallentaminen ja kääntäminen käytössä olevan käsittelyohjelman vaatimaan muotoon vaatii oman työvaiheen. Riittävän älykkäällä ja suunnitteluohjelmaan yhteensopivalla inventointijärjestelmällä tämä työvaihe voitaisiin suurelta osin välttää. Toinen tarkastelun arvoinen asia on koko järjestelmän runkona

toimiva vauriotyyppilistaus. Jos tähän listaukseen katsotaan tarpeelliseksi tehdä päivityksiä, paras hetki niiden toteuttamiseen on nyt.

Lähteet

- Belt, J., Lämsä, P., Savolainen, M. & Ehrola, E. (2002). *Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto*. Tiehallinto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139074/4276tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ehrola, E. (1996). *Liikenneväylien rakennesuunnittelun perusteet*. Rakennustieto.
- Laaksonen, R., Kivikoski, H., Pienimäki, M., Korkiala-Tanttu, L. & Törnqvist, J. (2004). *Deformaation hallinta tien rakennekerroksissa*. Tiehallinto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139239/4432tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Virtala, P. & Alanaatu, P. (2017). *SMA-päällysteen lajittumavirheiden mittaaminen – Purkauma ja bitumin pintaan nousu*. Liikennevirasto. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lts_2017-01_paallysteen_lajittumavirheiden_web.pdf
- Virtala, P., Alanaatu, P. & Huuskonen-Snicker, E. (2019). *Päällysteen tasalaatuisuuden mittaaminen – Purkauma ja bitumin pintaan nousu AB-päällysteellä*. Väylävirasto. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/169036/vt_2019-11_978-952-317-695-9.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Väylävirasto. (2019). *Päällysteiden paikkaus*. https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2019-27_paallysteiden_paikkaus_web.pdf
- Väylävirasto. (2024). *Päällysteiden kunto ja vauriot*. <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/paallysteiden-kunto>
- Äijö, J. (2004). *Päällystettyjen teiden vauriomittauksen kehittäminen*. Tiehallinto. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139225/4427tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Liite 1: Aineistonhallintasuunnitelma

Opinnäytetyön aineistonhallintasuunnitelma

Tutkimusaineiston tallennus ja säilytys

Opinnäytetyön teoriaosuus on kerätty tiestön kanssa yhteneviltä osin yleisesti saatavilla olevista aineistoista ja tietopohjana käytetyt lähdeaineistot ovat merkitty HAMK:in lähdeviiteoppaan mukaisesti. Opinnäytetyön tekijä on osallistunut kevään ja kesän 2024 aikana Finavian päällystevaurioinventointeihin Helsinki-Vantaan lentoasemalla osana vauriokartoitus tiimiä. Näissä tarkasteluissa opinnäytetyöntekijää perehdytettiin käytännön vaurioinventointityön kautta lentoasema-alueelle tyypillisten vaurioiden tunnistamiseen ja havainnointiin sekä vauriokartoituksen peruseriaatteisiin. Teoriatietoa on myös kerätty sidosryhmään kuuluvilta asiantuntijoilta sähköisellä haastattelulomakkeella. Haastatteluja ei lisätä työhön liitteinä. Valmiissa työssä ei yksilöidä henkilöitä tai vastauksia. Haastatteluaineistoa käsittelee Markus Humala.

Opinnäytetyö tallennetaan Finavian tietokantaan sekä jaetaan koulun tietokantaan. Opinnäytetyöstä voidaan koostaa erillinen ohjeistus myöhempää käyttöä varten.

Henkilötietojen ja arkaluontoisten tietojen käsittely

Opinnäytetyössä ei käsitellä tai julkaista henkilötietoja. Haastateltavilta henkilöiltä ei kysytä arkaluontoisia tai salattavia asioita. Opinnäytetyöhön ei tule salattavaa materiaalia.

Opinnäytetyöaineiston omistajuus

Kerätyn aineiston sekä valmiin työn omistaa opinnäytetyöntekijä Markus Humala sekä Finavia Oyj.

Opinnäytetyöaineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

Valmis opinnäytetyö aineistoinen luovutetaan Finavian mahdolliseen jatkokäyttöön. Mikäli aineistoa käytetään jatkossa, tulee haastatteluilla kerätty tieto pitää anonyyminä.