

# Rautateiden kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa ja ulkomailla

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2024

Osku Puustinen

## Tiivistelmä

Tekijä	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Osku Puustinen	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä	
	30	
Työn nimi		
<b>Rautateiden kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa ja ulkomailla</b>		
Tutkinto ja koulutusala		
Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio		
Ramboll Finland Oy, Väylävirasto		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin rautateiden matkustajalaitureiden kehittämismahdollisuuksia. Työssä selvitettiin tietoa eri maissa toteutetuista kevytrakenteisista laituriratkaisuista ja tutkittiin niiden käyttömahdollisuuksia Suomen rautateiden henkilöliikenteessä.</p> <p>Työn tarkoituksena oli koota yhteen tietoa erilaisista matkustajalaiturirakenteista ja tutkia niiden yhteensopivuus suomalaisen rautatiejärjestelmän kanssa sekä pohtia eri vaihtoehtojen hyötyjä ja haittoja.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena huomataan, että matkustajalaiturin rakenteelle on useita toimivia toteutustapoja. Kevyen laiturirakenteen etuina on nopea asentaminen, ympäristöystävällisyys, yksinkertainen pohjarakentaminen.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Ramboll Finland Oy:lle ja Väylävirastolle.</p>		
Asiasanat		
rautatiet, rautatieasemat, moduulirakentaminen		

## Abstract

Author	Type of Publication	Published
Osku Puustinen	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages	
	30	
Title of Publication		
<b>Lightweight railway platforms in Finland and abroad</b>		
Degree, Field of Study		
Engineer (UAS), Civil and Construction Engineering		
Organisation of the client		
Ramboll Finland Oy, Väylävirasto		
Abstract		
<p>The purpose of this thesis was to study how passenger platforms on railways can be developed. In the thesis, information was sought on lightweight structured railway platforms used in different countries and on the possibilities of using them in Finnish railway network.</p> <p>The thesis was done by researching information about different platform structures and by studying their compatibility with instructions and regulations regarding Finnish railways. The advantages and disadvantages of the structures were compared.</p> <p>The result of this thesis was that there are multiple foreign lightweight structures that could be used in passenger platforms in Finland. Advantages of lightweight platforms are quick installation, environmental friendliness, and simple foundation construction.</p> <p>The thesis was commissioned by Ramboll Finland Oy and Väylävirasto.</p>		
Keywords		
railways, railway stations, modular construction		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Matkustajalaiturit Suomessa .....	2
3	Säännökset ja ohjeet .....	3
3.1	Yhteentoimivuuden tekniset eritelmat (YTE).....	3
3.1.1	Infrastruktuurin YTE.....	3
3.1.2	Vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteettömän pääsyn YTE .....	5
3.2	Suomen lainsäädäntö.....	7
3.3	Väyläviraston ratatekniset suunnitteluohjeet.....	8
4	Kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa .....	11
4.1	Nikkilän puurakentamisen pilottihanke.....	11
4.1.1	Liikenneinfrastruktuurin puurakentamishjelma .....	11
4.1.2	Puurakenteinen koematkustajalaituri .....	12
4.1.3	Käyttökokemukset .....	14
4.2	Muut kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa .....	15
4.3	Suunnitteilla olevia seisakkeita .....	16
4.4	Soveltuvuus ja vertailu.....	18
5	Kevytrakenteisia matkustajalaitureita Euroopassa .....	20
5.1	Teräsrakenteiset matkustajalaiturit .....	20
5.1.1	Systra Modular Platform System .....	20
5.1.2	Dura composites.....	22
5.1.3	Soveltuvuus ja vertailu.....	24
5.2	Kevyet esivalmistetut betoniset matkustajalaiturit .....	24
5.2.1	Hering modula system platforms .....	25
5.2.2	Soveltuvuus ja vertailu.....	26
6	Yhteenveto ja pohdinta .....	28
	Lähteet .....	30

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on rautateiden matkustajalaitureiden kevytrakenteiset toteuttamisvaihtoehdot. Suomen ratahankkeissa on jo pitkään pohdittu mahdollisuutta toteuttaa kevyempirakenteisia matkustajalaitureita. Nykyisten suunnitteluohjeiden mukainen laiturirakenne ei välttämättä ole taloudellisesti kannattavin vaihtoehto kaikissa suunnittelukohteissa. Tieto muualla Euroopassa rakennetuista kevytrakenteisistä laitureista ei ole kulkeutunut Suomeen. Rakennusalan hankkeissa kiinnitetään jatkuvasti enemmän huomiota kestävään kehitykseen ja ympäristöystävällisyyteen. Siksi alalla on paljon kiinnostusta halvemmille, ympäristöystävällisemmille tai muuten kannattavimmille toteuttamistavoille.

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen tietoa eri maissa toteutetuista kevytrakenteisistä matkustajalaitureista, sekä pohtia kyseisten toteutustapojen käyttömahdollisuuksia Suomessa. Työssä selvitetään, millaisia kevytrakenteisiä matkustajalaitureita on toteutettu eri puolilla maailmaa, miten nämä laiturit vertautuvat tyypilliseen tavanomaiseen matkustajalaituriin ja miten niitä voisi hyödyntää Suomen rautateillä. Työssä tutkitaan myös Suomessa museoliikenteen käytössä olevaa laiturikohdetta. Mikäli selvityksessä löytyy Suomen henkilöjunaliikenteeseen sopiva ratkaisu kevytrakenteisestä matkustajalaiturista, voitaisiin sitä mahdollisesti hyödyntää useissa tulevilla hankkeilla. Tutkimustyön kokoama tietoa voi hyödyntää ratahankkeissa sekä suunnittelevat että rakennuttavat tahot.

Työtä varten kerätään arkistotietoa eri puolilla maailmaa suunnitelluista ja toteutetuista matkustajalaitureista. Tieto tutkimuskohteiden käyttäjäkokemuksista kerätään kysymällä alan asiantuntijoilta sekä käytöstä ja kunnossapidosta vastaavilta tahoilta. Tietoa kysytään myös laiturirakenteita valmistavilta yrityksiltä eri puolilta Eurooppaa. Työ toteutetaan toimeksiantona Ramboll Finland Oy:lle sekä Väylävirastolle.

## 2 Matkustajalaiturit Suomessa

Valtion rataverkolla matkustajien kulku liikennepaikalta tai seisakkeelta junaan ja pois junaan tapahtuu matkustajalaiturin kautta. Matkustajalaituri on taso, joka tarjoaa rautatietä käyttäville matkustajille helpon, turvallisen ja esteettömän kulun junaan. Isoilla rautatieasemilla rataliikennettä käyttävien matkustajien määrät ovat suuria, joten matkustajille on tarjottava pitkät ja tilavat laiturit, joilta nousu junaan on helppoa ja turvallista. Matkustajalaiturit varustetaan niiden käyttäjien mukavuutta palvelevilla varusteilla, kuten informaatiotauluilla, istuimilla sekä säältä suojaavilla laiturikatoksilla. Suuret matkustajamäärät aiheuttavat laiturin rakenteisiin ison kuormituksen. Viikkailla liikennepaikoilla on myös usein tärkeää, että sen matkustajalaitureilla voidaan ajaa kunnossapidossa käytettävillä raskailla työkoneilla. Vähäliikenteisillä liikennepaikoilla matkustajamäärät ovat yleensä pienempiä ja täten myös matkustajista laiturin tuleva kuormitus on pienempi. Yleensä myös laiturivarusteita tarvitaan vähemmän. Vanhoja matkustajalaitureita uusitaan jatkuvasti. Rautateiden henkilöliikenteen esteettömyyteen ja turvallisuuteen liittyvät määräykset ovat muuttuneet viime vuosien aikana, eikä monet matkustajalaiturit enää täytä nykyisiä määräyksiä. Vanhat matkustajalaiturit ovat usein liian lyhyitä niille suunnitellulle liikenteelle, joten on ne joko uusittava kokonaan tai niitä on pidennettävä. (Väylävirasto 2017.)

Suomen rautateillä on jo pitkään tehty kaikki uudet matkustajalaiturit samankaltaisella yleisrakenteella. Radan puoleinen reunarakenne toteutetaan betonisella laiturielementillä, jonka taakse, laiturin sisään suunnitellaan laiturin rakennekerrokset Infra RYL:iä noudattaen. Rakentamiskohteen maapohjan kantavuudesta ja routivuudesta tehdään geotekninen selvitys, jonka pohjalta geotekninen suunnittelija määrittää laiturin rakenteille kerrospaksuudet ja ominaisuudet. Tyypillisesti matkustajalaiturin rakenteisiin tulee sorasta tai kalliomurskeesta rakennettu jakava kerros ja kalliomurskeesta rakennettu kantavakerros. Betonisen laiturielementin alapuolelle voi joutua tekemään syviäkin pohjatöitä. Radalla tehtävät syvälle menevät pohjatyöt voivat olla suuri kustannuserä. Ne myös yleensä aiheuttavat pitkiä katkoja rataliikenteeseen. Laiturin hidas rakentamisprosessi aiheuttaa käytännön ongelmia radalla etenkin silloin kun uuden laiturin pohjatyöt menevät nykyisen radan rakenteiden alle. Liikennekatkojen aikana on usein tarpeellista tarjota matkustajille vaihtoehtoinen reitti esimerkiksi linja-autokuljetuksella. Matkustajalaitureiden pintamateriaalina käytetään tyypillisesti betonikiveä tai -laattaa, luonnonkiveä tai asfalttia. Asfaltti on käytetyistä pintamateriaaleista edullisin ja nopeimmin rakennettava. Uusien matkustajalaitureiden vaara-alueen pintamateriaalina käytetään kiveystä, jonka avulla saadaan tehtyä myös tuntoon perustuva merkintä. Tyypillisen matkustajalaiturin rakentaminen vaatii paljon eri rakennusmateriaaleja, joten myös materiaalien kuljetuksia tulee useita. (Väylävirasto 2017.)

### 3 Säännökset ja ohjeet

#### 3.1 Yhteentoimivuuden tekniset eritelmit (YTE)

Rautatiejärjestelmää määrävien ja ohjeistavien asiakirjojen hierarkiassa on ylimpänä kansainväliset ja kansalliset lait ja asetukset. Niihin kuuluu Euroopan komission asetuksiin perustuvat yhteentoimivuuden tekniset eritelmit eli YTE. Rautateiden matkustajalaitureita käsitellään kahdessa eritelmässä, jotka molemmat pohjautuvat direktiiviin 2016/797. Direktiivissä vahvistetaan edellytykset Euroopan unionin rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden toteuttamiseksi. Siinä määritellään teknisen yhdenmukaistamisen ihanteellinen taso sekä tarjotaan mahdollisuus parantaa ja kehittää rautatieliikennepalveluja sekä unionissa että unionin ja sen ulkopuolisten maiden välillä. Direktiivillä pyritään edistämään yhtenäisen eurooppalaisen rautatiealueen toteuttamista ja sisämarkkinoiden asteittaista toteuttamista. Direktiivin vahvistamat edellytykset koskevat unionin rautatiejärjestelmän osien suunnittelua, rakentamista, uudistamista, parantamista, käyttöönottoa, käyttöä ja kunnossapitoa. (Euroopan unioni 2016.)

Yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä jaetaan rautatiejärjestelmä sen osajärjestelmiin joko rakenteellisten tai toiminnallisten perusteiden mukaan. Infrastruktuurin osajärjestelmä pitää sisällään raiteet, vaihteet, tasoristeykset, tekniset rakenteet, turva- ja suojalaitteet sekä asemien rautatieliikennettä palvelevat osat. Direktiivin 2016/797 mukaan rautatieliikennettä palveleviin osiin kuuluu laiturit, sisäänkäynnit, kulkuyhteydet, palvelupisteet, käymälät ja tietojärjestelmät sekä niiden esteettömyys vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden osalta. Matkustajalaitureita käsiteltäessä sovelletaan siis infrastruktuuriosajärjestelmää koskevaa yhteentoimivuuden eritelmää. Myös vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteettömyydestä on tehty oma tekninen eritelmä, jossa käsitellään matkustajalaitureita koskevia asioita. (Euroopan unioni 2016.)

##### 3.1.1 Infrastruktuurin YTE

Rautateiden matkustajalaitureita käsitellään kahdessa eritelmässä, joista toinen on rautatiejärjestelmän infrastruktuuriosajärjestelmää koskeva yhteentoimivuuden tekninen eritelmä 1299/2014. Eritelmää sovelletaan kaikkeen uuteen, parannettavaan tai uusittavaan infrastruktuuriin Euroopan unionin rautatiejärjestelmässä (EU Komissio 2014a). Infrastruktuurin YTE:n soveltamisalaan ei kuitenkaan kuulu direktiivissä mainitut erityistapaukset. Euroopan rautatieviraston laatimassa INF YTE:n soveltamisoppaassa mainitaan, että soveltamisalaan ei kuulu seuraavat tapaukset:

- *metrot, raitiotiet ja muut kevyen raideliikenteen järjestelmät.*

- *verkot, jotka ovat muusta rautatiejärjestelmästä toiminnallisesti erillisiä ja jotka on tarkoitettu ainoastaan paikalliseen, kaupunkien tai esikaupunkien henkilöliikenteeseen, ja yksinomaan näissä verkoissa liikennöivät rautatieyhtykset.*
- *yksityisomistuksessa olevat rataverkot ja yksinomaan tällaisilla rataverkoilla käytettävät kalustoyksiköt, joita omistaja käyttää yksinomaan omassa tavara-liikenteessään.*
- *rataverkot ja kalustoyksiköt, jotka on tarkoitettu ainoastaan paikalliseen historialliseen tai matkailukäyttöön. (Euroopan rautatievirasto 2015a.)*

Infra YTE:ssä on asetettu sekä yleisiä vaatimuksia, että raideleveysjärjestelmän mukaisia vaatimuksia. Raideleveysjärjestelmillä mahdollistetaan yhdenmukaistaminen rautatiejärjestelmissä, joissa on sama nimellinen raideleveys. YTE:n asettamia vaatimuksia soveltaessa on täytettävä yleiset vaatimukset pois lukien erikseen mainitut raideleveysjärjestelmäkohdaiset poikkeustapaukset. Koska Suomessa käytetään 1524 mm raideleveyttä, on eritelmiin lisätty Suomea koskevia poikkeustapauksia. Suomessa käytetään omanlaista aukean tilan ulottumaa ja täten myös matkustajalaiturin etäisyys poikkeaa yleisistä vaatimuksista. (EU komissio 2014a.)

Matkustajalaituria suunniteltaessa on huomioitava YTE-rataluokat. Radan YTE-luokitus annetaan radan liikennetyypin eli liikennekoodien perusteella. Luokitus koostuu liikennekoodista, joita kuvataan suorituskykyparametreilla ulottuma, akselipaino, radan nopeus, junan pituus ja laiturin hyötypituus. Jos radalla on sekaliikennettä, rataluokitus koostuu usean koodin yhdistelmästä (Euroopan rautatievirasto 2015a). Taulukossa 1 esitetään matkustajaliikenteen suorituskykytason parametrit.

<i>Liikennekoodi</i>	<i>Uloottuma</i>	<i>Akselipaino (t)</i>	<i>Radan nopeus (km/h)</i>	<i>Laiturin hyötypituus (m)</i>
<i>P1</i>	<i>GC</i>	<i>17(*)</i>	<i>250–350</i>	<i>400</i>
<i>P2</i>	<i>GB</i>	<i>20(*)</i>	<i>200–250</i>	<i>200–400</i>
<i>P3</i>	<i>DE3</i>	<i>22,5(**)</i>	<i>120–200</i>	<i>200–400</i>
<i>P4</i>	<i>GB</i>	<i>22,5(**)</i>	<i>120–200</i>	<i>200–400</i>
<i>P5</i>	<i>GA</i>	<i>20(**)</i>	<i>80–120</i>	<i>50–200</i>
<i>P6</i>	<i>G1</i>	<i>12(**)</i>	<i>ei</i>	<i>ei</i>
<i>P1520</i>	<i>S</i>	<i>22,5(**)</i>	<i>80–160</i>	<i>35–400</i>
<i>P1600</i>	<i>IRL1</i>	<i>22,5(**)</i>	<i>80–160</i>	<i>75–240</i>

Taulukko 1. Matkustajaliikenteen suorituskykyparametrit (Euroopan rautatievirasto 2015a.)

Infrastruktuurin yhteentoimivuuden teknisessä eritelmässä käsitellään matkustajalaitureiden pituutta sekä laitureiden sijaintia suhteessa rataan. Laiturin hyötypituus määräytyy sen YTE-luokituksen mukaan. Laiturin nimelliskorkeus on määrätty olemaan 550 mm tai 760 mm kulkupinnan yläpuolella, jos kaarresäde on 300 m tai sitä suurempi. Kaarresäteen ollessa tätä pienempi, voidaan laiturin etäisyys raiteesta mukauttaa, jotta junan ja matkustajalaiturin välinen kulkuetäisyys pystytään minimoimaan. Suomessa käytettävä laiturin etäisyys raiteesta määräytyy erityiskohteiden aukean tilan ulottuman perusteella, ja se on määritelty standardissa EN 15273-3:2013 luvussa 13. (EU Komissio 2014a.)

### 3.1.2 Vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteettömän pääsyn YTE

Toinen rautateiden matkustajalaitureita käsittelevistä eritelmistä on vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteetöntä pääsyä koskeva yhteentoimivuuden tekninen eritelmä 1300/2014. Sen tarkoituksena on parantaa vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden pääsyä käyttämään rautatieliikennettä. Eritelmästä käytetään myös usein nimitystä esteettömyys YTE tai PRM YTE. PRM on lyhenne termistä ”person with reduced mobility”. ”Vammaisen henkilön” ja ”liikkumisesteisen henkilön” määritelmä kuvataan YTE:ssä (1300/2014) seuraavasti:

*”Vammainen henkilö” ja ”liikkumisesteinen henkilö” tarkoittavat henkilöä, jolla on pysyvä tai väliaikainen fyysinen, psyykkinen, älyllinen tai aistia koskeva vamma, joka saattaa yhdessä muiden esteiden kanssa estää häntä käyttämästä liikennevälineitä täysin ja tehokkaasti samalla tavoin kuin muut matkustajat, tai jonka liikkumiskyky liikennevälineitä käyttäessä on rajoittunut iän vuoksi.* (EU Komissio 2014b.)

Tämä tekninen eritelmä ei siis kata lasten tai ylimittaisten esineiden kuten polkupyörien tai kookkaiden matkatavaroiden kanssa kulkevia matkustajia. Esteettömällä reitillä tarkoitetaan reittiä, jolla yhdistetään vähintään kaksi julkista aluetta, jotka on tarkoitettu matkustajien kuljettamiseen YTE:ssä eritellyn soveltamisalan mukaisesti (EU Komissio 2014b).

YTE:ssä (1300/2014) todetaan, että tätä YTE:ää sovelletaan julkisiin alueisiin kaikilla matkustajaliikenteelle tarkoitetuilla rautatieasemilla, joita hallinnoi rautatieyritys, rataverkon haltija, tai aseman haltija. Tämä tarkoittaa neuvonnan järjestämistä, lipun ostamista ja tarvittaessa leimaamista sekä mahdollisuutta odottaa junaa. Kyseinen YTE koskee siis vain asemia eikä esimerkiksi hätäuloskäyntejä, turvallisia alueita tunneleissa tai tasoristeyksiä, jotka eivät ole osa aseman esteetöntä reittiä (Euroopan rautatievirasto 2015b).

Esteettömän pääsyn teknisessä eritelmässä esitetään useita matkustajalaituriin koskevia vaatimuksia. Nämä vaatimukset käsittelevät laiturin kokoa, pintamateriaalien ominaisuuksia, näköön ja tuntoaistiin perustuvaa tiedotusta, sekä laiturilla ja sen ympärillä tapahtuvaa

kulkemista. Laiturin esteetön vähimmäisleveys koostuu vaara-alueen leveydestä sekä kahdesta 80 cm levyisestä vastakkaisesta kulkuväylästä. Vaara-alueella tarkoitetaan matkustajalaiturin reunalla olevaa aluetta, jolla matkustajat eivät saa oleskella junan ohittaessa tai saapuessa laiturille. Vaara-alueen rajat on määritetty kansallisissa säädöksissä. Laiturin leveys voi kaventua 90 senttimetriin laiturin päädyissä. Vaara-alueen raja on merkittävä näkyvällä ja kohokuvioidulla merkinnällä. Vaara-alueen merkinnän on oltava erottuva, luistamaton, vähintään 10 cm leveä varoitusviiva. Myös laiturin radanpuoleisen reunan on erotuttava junan ja laiturin väliin jäävästä tummasta raosta. (EU komissio 2014b.)

Jos laiturille johtavalla kulkuyhteydellä tapahtuu tasonvaihto, on liikkumisesteisille henkilöille oltava tarjolla vaihtoehtoinen portaaton reitti. Kun portaaton reitti toteutetaan luiskana, on sen kaltevuuden oltava maltillinen. Sekä portaikot että luiskat on varustettava molemminpuolisilla ja kahdella korkeudella sijaitsevilla käsijohteilla. Portaikkojen leveyden on oltava vähintään 160 cm leveitä käsijohteiden välistä mitattuna. Portaattoman reitin voi myös toteuttaa hissillä, joka täyttää YTE:ssä esitetyt vaatimukset. Rautatieaseman esteettömien reittien lattia- ja maanpintojen on oltava luistamattomia ja mahdollisimman heijastamattomia. Kulkureitillä olevien kynnysten on erotuttava värikontrastillaan lattiasta, eivätkä ne saa olla 2,5 cm korkeampia. Jokaisella junien odottamiseen tarkoitettulla alueella on oltava vähintään yksi alue, joka on varustettu istuimilla ja pyörätuolille tarkoitettulla tilalla. (EU komissio 2014b.)

Esteettömät reitit on merkittävä selkeästi esteettömyys YTE:ssä määritetyillä näkyvillä opastuksilla. Yhteentoimivuuden eritelmän mukaan pakolliseen matkustajille jaettavaan informaatioon kuuluu seuraavat asiat:

- *ohjeet hätätilanteen varalta ja hätätilan aikaiset toimintaohjeet.*
- *varoitus-, kiello- ja määräysmerkit.*
- *lähtevää junaliikennettä koskeva tiedotus.*
- *aseman palvelujen tunnisteet, jos saatavilla, ja kulkureitit näiden palvelujen luo.* (EU komissio 2014b.)

Euroopan rautatieviraston soveltamisohjeen mukaan lähtevää junaliikennettä koskevan tiedotuksen on sisällettävä vähintään tieto aikataulun mukaisesta lähtöajasta, mutta todellista lähtöaikaa ei ole pakko ilmoittaa. Asemille ja laitureille ei ole välttämätöntä asentaa dynaamista visuaalista tiedotusjärjestelmää (Euroopan rautatievirasto 2015b).

Visuaalisten opasteiden lisäksi esteettömistä reiteistä on tiedotettava näkörajoitteisille ihmisille kävelypinnalla, jossa on vähintään kohokuvioituja tunto- ja värikontrastiltaan erottuvia

merkintöjä. Kun julkisessa tilassa on useampi tietynlainen palvelu, riittää että edes yhteen niistä on merkittävä kohokuvioinen tai kontrastiltaan erottuva kävelypinnan merkintä opasteena. Kohokuvioidun kävelypinnan opasteen voi jättää pois, jos kulkureittiin on tehty yksiselitteiset reunat tai pinnat, joita seuraamalla tunto- ja näköaistin perusteella pääsee kulkemaan haluttuun kohteeseen. (EU komissio 2014b.)

### 3.2 Suomen lainsäädäntö

Kansainväliset lait ja asetukset on sisällytetty Suomen rautatiejärjestelmää koskevaan lainsäädäntöön ja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom in asettamiin määräyksiin. Rautatiejärjestelmää koskevassa lainsäädännössä keskeisimpänä on ratalaki sekä raideliikennelaki. Ratalaki (110/2007) on rautateiden suunnittelua ja rakentamista säätelevä laki, jonka tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää rautateiden henkilö- ja tavaraliikenteen vaatimia toimivia, turvallisia ja kestävästä kehitystä edistäviä rautatieyhteyksiä osana liikennejärjestelmää (ratalaki 110/2007). Ratalaissa ei ole erikseen säännelty vain yksinomaan matkustajalaitureita koskevaa lainsäädäntöä. Raideliikennelaissa (1302/2018) kuvataan valtion rataverkolle pääsyn edellytykset. Tämä sisältää esimerkiksi kiinteän rakenteellisen osajärjestelmän käyttöönoton, johon myös matkustajalaiturit infrastruktuuriosajärjestelmänä kuuluu. Kiinteän infrastruktuuriosajärjestelmän käyttöön ottamiseen on saatava Liikenne- ja viestintäviraston myöntämä käyttöönottolupa. Liikenne- ja viestintävirastolle on annettava uuden osajärjestelmän valmistamista, rakentamista, parantamista tai uudistamista koskeva suunnitelma, jonka pohjalta virasto päättää, tarvitaanko uusi käyttöönottolupa. Raideliikennelain mukaan Liikenne- ja viestintäviraston on vaadittava uutta käyttöönottolupaa seuraavissa tapauksissa:

- *suunnitteilla olevilla töillä voi olla kielteisiä vaikutuksia kyseisen osajärjestelmän turvallisuuden yleiseen tasoon.*
- *käyttöönottolupaa edellytetään yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä.*
- *käyttöönottolupaa edellytetään kansallisessa täytäntöönpanosuunnitelmassa.*
- *niihin arvoihin, joiden perusteella lupa oli jo myönnetty, tehdään muutoksia.*  
(Raideliikennelaki (1302/2018 55§.)

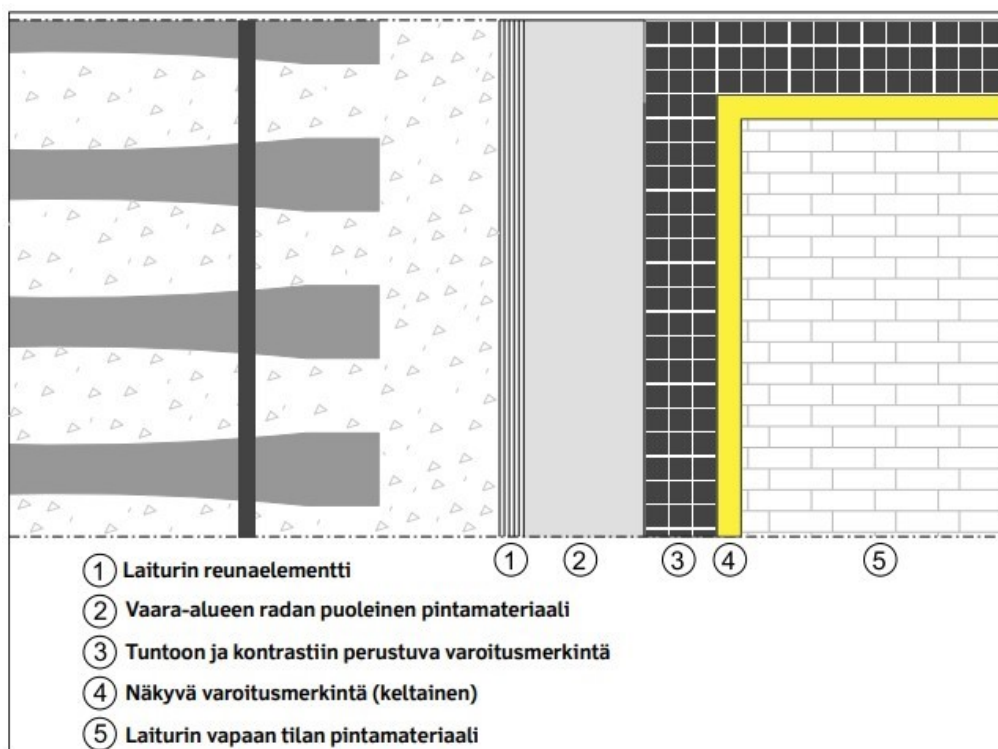
Liikenne- ja viestintävirastolta voi hakea lupaa poiketa sen antamista määräyksistä erityisen painavin perustein, kunhan rautatiejärjestelmän turvallisuus ja tekninen toimivuus ei sen seurauksena vaarannu. Liikenne- ja viestintävirasto ei kuitenkaan pysty antamaan poikkeuslupaa YTE:ssä annetuista määräyksistä. (Väylävirasto 2018.)

### 3.3 Väyläviraston ratatekniset suunnitteluohjeet

Liikennevirasto, nykyisin Väylävirasto on julkaissut ratateknisen suunnitteluohjeen RATO osan 16 väylät ja laiturit, jota sovelletaan henkilö- ja tavaraliikenteen kulkuyhteyksien ja laiturien suunnittelussa, asemarakennuksia koskevissa toimenpiteissä, rakentamisessa ja kunnossapidossa sekä matkustajille asemilla esitettävän informaation laatuvaatimuksissa. Suunnitteluohjetta ja siinä esitettyjä vaatimuksia on noudatettava valtion rataverkolla tapahtuvassa suunnittelussa, rakentamisessa, parantamisessa ja kunnossapidossa. RATO 16:ssa on huomioitu sen soveltamisalaa koskevien yhteentoimivuuden teknisten eritelmien vaatimukset. RATO 16 mukaisesti suunnitellut ja toteutetut matkustajalaiturit täyttävät Euroopan komission sekä infrastruktuuriosajärjestelmää että saavutettavuutta koskevien teknisten eritelmien vaatimukset. Väylävirasto voi antaa luvan ratateknisten suunnitteluohjeiden vaatimuksista poikkeamiseen siltä osin, että Euroopan laajuisen yhteentoimivuuden oleellisimmista vaatimuksista, kansallisista määräyksistä ja laista ei poiketa. (Väylävirasto 2017.)

RATO 16:ssa annetaan matkustajalaiturien suunnittelua koskeva ohjeistus. Tämä pitää sisällään matkustajalaiturin sijoittamisen, mitoittamisen, rakenteen sekä eri laiturivarusteiden ja kalusteiden suunnittelun. Matkustajalaiturin sijoittamisen osalta suunnitteluohjeessa määrätään laiturin korkeus ja etäisyys sen viereiseen raiteeseen verrattuna. Suoralla raiteella korkean matkustajalaiturin yläreuna on sijoitettava 1800 mm etäisyydelle raiteen keskiviivasta ja 550 mm korkeudelle kiskon selästä mitattuna. Tällä taataan helppo ja turvallinen siirtymä Suomessa henkilöliikenteessä käytettävien junien ja matkustajalaiturin välille. Lisäksi ohjeessa määrätään matkustajalaiturit sijoitettavaksi niin että jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja liityntäliikenteen käyttäjien kulkuyhteydet laitureille on lyhyet ja sujuvat. Suunnitteluohjeessa esitetään laiturin reunarakenteen kahtena päävaihtoehtona käytettävät tyyppiinrakenteen mukaiset laiturielementit ja niiden käyttötilanteet. Matkustajalaiturin pintamateriaaleille ja niiden merkinnöille on asetettu tarkat vaatimukset. Pintamateriaalina voidaan käyttää luistamatonta ja heijastamatonta betonikiveä tai -laattaa, luonnonkiveä tai asfalttia. Pintamateriaalista on erotettava vaara-alue tummuuskontrastilla laiturin turvallisesta alueesta. Vaara-alueen pintamateriaalin on myös erotuttava laiturin radanpuoleisen reunan ja junan väliin muodostuvasta tummasta raosta. Siksi vaara-alueen reunan pintamateriaaliksi suositellaankin vaaleaa betonilaattaa, betonikiveä, luonnonkiveä tai valkoiseksi maalattua asfalttia. Vaara-alueen laiturinpuoleiseen reunaan tulee tehdä näkyvä ja tuntoon perustuva kohokuvioinen varoitusmerkintä, joka on myös näkörajoitteisten huomattavissa. Tuntoon perustuvan merkinnän on erotuttava laiturin radanpuoleisen pintamateriaalin väristä sen tummuuskontrastilla. Siksi siihen suositellaankin käytettävän tummanharmaalla tai mustalla pinnoitettua lohkokottua tai ristipäähakattua nupu tai noppakiveystä tai lohkopintaista

graniittilaattaa. Laiturinpuoleisen vaara-alueen reunan tulee päättyä keltaiseen varoitusviivaan. Myös laiturin päätyihin pitää tehdä suunnitteluohjeessa vaaditut vaara-alueen merkinnät. Matkustajalaiturin vaara-alueen vähimmäisleveys on määritetty määrätymään raitteen suurimman sallitun nopeuden mukaisesti. Vaara-alueen pintamateriaalien ja varoitusmerkintöjen sijoittelut esitetään Väyläviraston suunnitteluohjeen (RATO 16) kuvassa (kuva 1). (Väylävirasto 2017.)



Kuva 1. Matkustajalaiturin vaara-alueen pintamateriaalit ja varoitusmerkinnät. (Väylävirasto)

RATO 16 suunnitteluohjeessa käsitellään matkustajalaiturin mitoitukseen liittyen laiturin kokoa, mittoja ja laiturin rakenteiden kantavuutta. Matkustajalaiturin laituripituus määritetään sen mukaan, mitkä ovat kyseisen rataosan liikenteelliset käyttötarpeet. Suunnitteluohjeessa on määritetty henkilökaukoliikenteessä käytettävillä radoilla standardoiduksi laituripituudeksi 350 metriä. Jos laiturille suunnitellaan pysähtyvän erityisen pitkiä junia, kuten yöjunia tai kansainvälisiä junia, voi laituripituudeksi valita 450 metriä. Jos laiturilla ei oleteta pysähtyvän pitkiä kaukojunia, voi laituripituudeksi määrittää 250 metriä. Lähiliikenteessä laituripituudeksi valitaan tavallisesti joko 270 tai 220 metrin laituripituus. Paikallisiikenteen radoilla laituripituudeksi valitaan 80, 120 tai 250 metriä. Suunnitteluohjeessa esitetään vaatimukset matkustajalaiturin leveydelle. Reunalaiturin vähimmäisleveydeksi on määritetty 2500 mm, minkä tulee pitää sisällään vaara-alue ja vähintään 1600 mm leveä vapaa tila. Reunalaiturille kuitenkin suositellaan 3000 mm vähimmäisleveyttä ja 2500 mm vapaata

tilaa. Välilaiturille vaaditaan 3300 mm vähimmäisleveyttä. Matkustajalaiturin leveyteen kuitenkin vaikuttaa monet tapauskohtaiset tekijät kuten radan nopeuden mukaan määrittyvä vaara-alueen leveys, kulkuväylien sijainti ja tyyppi, matkustajien samanaikainen määrä laiturilla, huoltoliikenne ja matkustajalaiturille tulevat kiinteät rakenteet. Suunnitteluohjeessa annetaan ohjeet laiturileveyden määrittämiseksi tilanteissa missä laiturilla on eri mittaisia kiinteitä rakenteita kuten seiniä, istuinpaikkoja, hissejä tai portaita. Ohjeessa todetaan kuivatuksen osalta niin, että matkustajalaitureille vaaditaan poispäin käyttöraiteesta oleva 2,5 % sivukaltevuus. Suunnitteluohjeessa todetaan laiturirakenteen kantavuudesta niin, että *matkustajalaiturin kantavuus on mitoitettava tapauskohtaisesti ottaen huomioon laituria mahdollisesti käyttävät kunnossapidon ja muun liikenteen kuten pelastustoiminnan ajoneuvot*. Mitoitusperusteissa on määritetty pelastusajoneuvon kokonaismassaksi 32000 kg ja akselimassaksi 9000 kg. Huoltoliikenteessä käytettävien ajoneuvojen kokonaismassaksi on määritetty 3500 kg. Laiturin suunnittelussa on myös tarkistettava, että onko rakenne mitoitettava pelastuslaitoksen käyttämien nosturien kuormille korkeiden rakennusten läheisyydessä. (Väylävirasto 2017.)

15.3.2021 Väylävirasto julkaisi muutoksia RATO 16:sta. Ohjeeseen tehtiin muutoksia kohtiin, joissa käsitellään matkustajalaiturin perustuksien mitoitusta, sivukaltevuutta, kuivatusta ja valaistusta. Päivitetyin ohjeistuksen mukaan perustamisen suunnittelussa laiturin suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta. Tuona aikana laiturin laskelmallinen painuma ei saa ylittää 100 mm arvoa. Laiturin kaltevuuden pitää täyttää esteettömyyden vaatimukset ja kuivatuksen on toimittava laiturin käyttöaikana. (Väylävirasto 2021.)

Suunnitteluohjeiden lisäksi Väylävirasto on julkaissut selvitystöitä, joissa käsitellään matkustajalaitureita. Vuonna 2019 Väylävirasto julkaisi työn ”Uudet junaliikenteen seisakkeet – Tekniset vaatimukset, kustannukset ja luokittelu”, missä esitetään uuden seisakkeen palvelutaso- ja ratatekniset vaatimukset sekä arvioidaan tyyppiseisakkeen investointikustannukset. Lisäksi Väylävirasto julkaisi vuonna 2022 selvitystyön ”Matkustajalaiturien pituudet ja pidentämistarpeet”, missä selkeytettiin valtakunnallista näkemystä matkustajalaiturien pituuksista ja niihin kohdistuvista tavoitteista. (Väylävirasto 2019; Väylävirasto 2022.)

## 4 Kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa

### 4.1 Nikkilän puurakentamisen pilottihanke

Kevyet nykyaikaiset matkustajalaiturirakenteet ovat vieras käsite pysyvänä ratkaisuna Suomen rautateillä. Tavallista kevyempiä laiturirakenteita on käytetty väliaikaisina ratkaisuina esimerkiksi rakennustyön aikana. Laiturirakenteiden kustannuksissa on pyritty paikoittain säästämään yksinkertaistamalla perinteisesti käytettyä laiturirakennetta.

Suomen ainut täysin kevytrakenteinen pysyvä matkustajalaituri on vuonna 2018 Sipoon Nikkilään valmistunut puurakenteinen museoliikenteen käytössä oleva matkustajalaituri. Nikkilän puurakenteinen pilottilaituri tehtiin osana Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisemaan Liikenneinfrastruktuurin puurakentamisohjelmaa.

#### 4.1.1 Liikenneinfrastruktuurin puurakentamisohjelma

Liikenne- ja viestintäministeriö julkaisi 22.10.2018 Liikenneinfrastruktuurin puurakentamisohjelman, jonka tavoitteina on puun käytön turvaaminen ja edistäminen väyläinfrahankkeissa, tiedon lisääminen puun käytön ympäristövaikutuksista, elinkaarikustannuksista ja teknisistä ominaisuuksista, sekä kehittää puuinfrastruktuurin osaamista. Ohjelmalla pyritään lisäämään ja monipuolistamaan kotimaista puurakentamista liikenneinfrastruktuurissa. Puun käyttöä lisäämällä tuetaan metsien kestävää ja järkevää käyttöä, sekä vähennetään rakennusalan ympäristölle aiheuttamia haittavaikutuksia. Puurakentamisen tiedon ja osaamisen kehittyminen lisää hiilijalanjäljen käyttöä hankintakriteerinä ja edistää päästövähennystavoitteita. Puurakentamisohjelmalla halutaan myös mahdollistaa ja tukea uusien kilpailukykyisten ja ympäristöystävällisten innovaatioiden syntymistä. Kilpailukykyiset kotimaiset puunkäyttöä lisäävät ratkaisut kasvattavat kansainvälistä liiketoimintaa. (Liikenne- ja Viestintäministeriö 2018.)

Liikenneinfrastruktuurin puurakentamisohjelmassa on kaikkein keskeisimpänä aiheena puusillat. Ohjelma kattaa ratainfrastruktuurin osalta puiset matkustajalaiturit, laiturikatokset, melusteet, kaiteet ja portaat sekä tasoristeyksien kannet. Puusilloista rakennevaihtoehtona tekee houkuttelevan sen rakentamisesta aiheutuvat alemmat hiilidioksidipäästöt, uusiutuvan materiaalin avulla toteutuva hiilivarasto sekä sen korkeasta esivalmistusasteesta johtuva nopea toteutus. Puu koetaan yleensä kevyenliikenteen silloissa miellyttävänä materiaalina. Näitä ominaisuuksia voisi hyödyntää myös ratainfrastruktuurin rakenteissa. Esimerkiksi puurakenteinen matkustajalaituri voidaan kokea miellyttävänä, kunhan laiturin suunnittelussa huomioidaan kävelypintojen esteettömyyteen ja yleiseen käyttömukavuuteen liittyvät seikat. Puurakenteisia matkustajalaitureita on käytetty ennenkin Suomessa,

mutta ne eivät ole täyttäneet tämänhetkisiä vaatimuksia. Esimerkiksi Nurmeksen liikennepaikalla on vanha puinen välilaituri. Haasteita puurakentamisessa aiheuttaa myös puun kylästämisen ongelmat. Puu on jo todettu betonia ja metallia edullisemmaksi ja käytännöllisemmäksi materiaalivaihtoehdoksi ratapölkkyissä ja valaisinpylväissä, kunhan kylästysmenetelmiin liittyvät haasteet pystytään ratkaisemaan. EU on asettanut rajoitteita esimerkiksi kreosootin käyttöön puun kylästyksessä. (Liikenne- ja Viestintäministeriö 2018.)

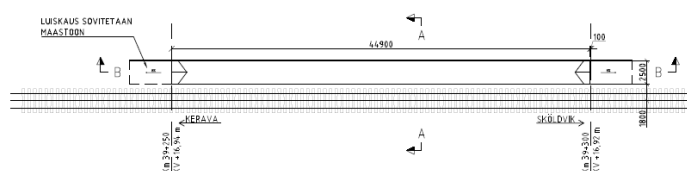
#### 4.1.2 Puurakenteinen koematkustajalaituri

Puurakentamishjelman mukainen matkustajalaituri valmistui Sipoon Nikkilään joulukuussa 2018. Koematkustajalaituria käytetään puurakenteisen laiturin yleisrakenteen kehittämiseen. Yhtenä puurakentamishjelman tavoitteena mainitaankin puunkäytön tiedon ja osaamisen kehittäminen. Koelaiturin hankkeessa pyrittiin löytämään sopivia puumateriaaleja, suojausmenetelmiä sekä yleisrakenteen nykyaikainen toteutustapa. Laiturirakenteen suunnittelussa on ollut tavoitteena laiturin viihtyisyys, edullisuus, rakentamisen pieni hiilijalanjälki, rakenteen pitkä elinkaari ja nopea toteuttaminen. Väyläviraston tekninen johtaja mainitsi Rautatieteikka-lehdessä vuonna 2019, että mikäli kokemukset koelaiturista ovat myönteisiä, voidaan puurakenteisia matkustajalaitureita toteuttaa tarvittaessa muuallekin Suomeen. Tulevat laiturit pitää tehdä yhteentoimivuuden direktiivien mukaisesti. Nikkilän koematkustajalaituria käyttää vain Helsingin ja Porvoon välillä kulkevaa museoliikennettä käyttävät matkustajat. Porvoon Museorautatie ry järjestää kesäisin kyseisellä rataosalla museojunamatkoja vanhoilla 50- ja 60-luvun kiskoautoilla. Kohde ei siis kuulu yhteentoimivuuden teknisten eritelmien soveltamisalaan. Radalla ei kulje matkustajaliikennettä talvisin. (Nummelin 2019.)

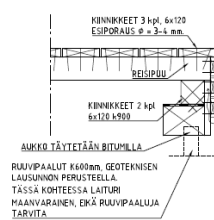
Nikkilän uusi rautatiesilta otettiin käyttöön liikenteelle lokakuussa 2018. Uutta siltaa varten täytyi radan linjausta muuttaa sillan molemmin puolin. Samalla päätettiin purkaa Nikkilän seisakkeen vanha betonireunainen matkustajalaituri, joka oli tullut elinkaarensa päähän myös ikänsä puolesta (Nummelin 2019). Väylävirasto suunnittelutti vanhan laiturin tilalle 45 metriä pitkä puurakenteisen matkustajalaiturin. Koelaiturin yleisrakenne esitetään sen yleispiirustuksessa (kuva 2) ja detaljeissa. Laiturin molemmissa päissä on 8 % kallistuksessa olevat luiskat, joilta matkustajat nousevat 400 mm kiskonpinnan yläpuolella olevalle laiturille. Tavallisesti Suomessa laitureiden korkeus on 550 mm kiskojen yläpuolella. Puinen laiturirakenne on helposti toteutettavissa useilla eri korkeuksilla. Sen rakentamisen Suomessa käytettyyn nimelliskorkoon ei pitäisi tuottaa ongelmaa. Kevyen laiturirakenteen alle ei ollut tarvetta tehdä syviä pohjatöitä. Laituria suunniteltaessa on varauduttu siihen mahdollisuuteen, että rakentamiskohteen geoteknisten ominaisuuksien vaatiessa puinen matkustajalaituri voidaan perustaa myös ruuvipaaluille. Koelaiturikohteessa ei tarvittu ruuvipaaluja, vaan

laituri voitiin perustaa maanvaraisesti puisten ratapelkkojen päälle. Laiturin alle on rakennettu yhteensä 800 mm kalliomurskekerros ja routaeristeeksi 100 mm paksuinen XPS-levy. Laiturin runko koostuu pitkittäisistä ja poikittaisista puupalkeista. Laiturikannelle on mitoitettu tungoskuormaksi  $4 \text{ kN/m}^2$  ja lumikuormaksi maassa  $2,75 \text{ kN/m}^2$ . Kaikki laiturissa käytetty puutavara on lujuusluokaltaan C24 ja painekyllästetty luokassa A. Lankuista tehty laiturin kansi on leveydeltään 2,5 metriä. Tämä pitää sisällään 1 metrin vaara-alueen. Laiturin takareunalle tehtiin puinen kaide, jossa on käsijohde kahdella eri korkeudella. Kaidemateriaalina käytettiin Thermo-D luokassa lämpökäsiteltyä mäntyä. Kaidetta suunniteltaessa ei keskitytty YTE:n vaatimuksiin vaan tarkoituksena oli löytää kaiteeseen ja sen käsijohteen sopivia materiaaleja ja suojausmenetelmiä (Nummelin 2019).

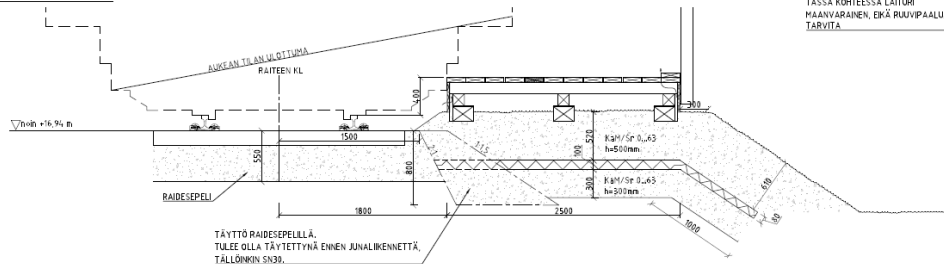
TASOPIIRROS 1:200



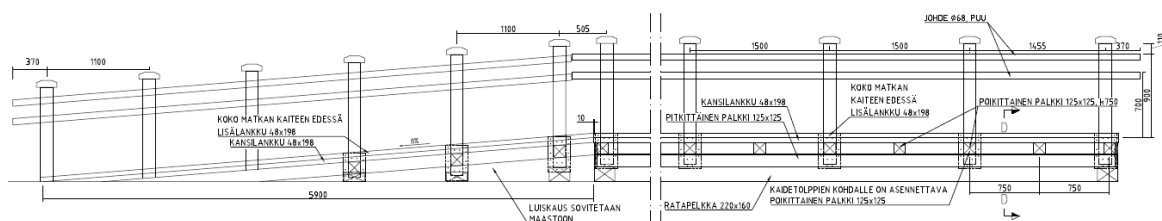
LEIKKAUS D-D 1:10



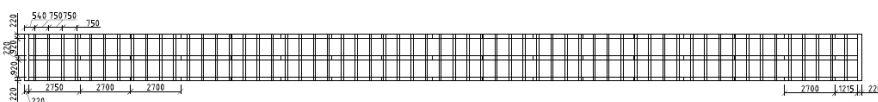
LEIKKAUS A-A 1:20



LEIKKAUS B-B 1:20



PERUSTUKSET 1:100



Kuva 2. Nikkilän matkustajalaituri yleispiirustus (Väylävirasto)

Puisen matkustajalaiturin suunnitelmiin tehtiin yleispiirustuksen ja detaljien lisäksi piirustus, jossa esitetään neljä eri versiota laiturikannen toteutukselle. Näissä versioissa esitetään eri tapoja tehdä vaara-alueen merkintä puiseen laiturikanteen. Ensimmäisessä versiossa vaara-alueen merkintä on tehty maalaamalla laiturin reunaan sekä 1 metrin päähän laiturin reunasta olevaan kansilankkuun kontrastiraita. Tämä on myös yleispiirustuksessa käytetty

toteuttamistapa. Toisessa versiossa kannen radan puoleiseen kulmaan asennetaan huomiovärinen kulmateräs. Kulmateräksen käyttö vaatii ohuemman laudan käyttöä laiturin reunalla. Kolmannessa versiossa vaara-alue peitetään turkkilevyllä, jonka reunoihin tehdään keltaiset huomioraidat. Turkkilevy on ohut metallilevy, jonka pinnassa on kitkaa lisäävä kohokuviointi. Kohokuvioisella metallilevyllä pystytään lisäämään vaara-alueen merkintään tuntokontrasti. Neljännessä versiossa vaara-alue merkitään kääntämällä sen kansilankutus eri suuntaan muun lankutuksen vastaiseksi. Tämä ratkaisu vaatisi myös hieman erilaisen runkorakenteen. Yleispiirustukseen valittu ensimmäinen versio on selkeästi helpoin ja halvin toteuttaa. Valmiista laiturista otetussa kuvassa 2 näkyy, että vaara-alueen raja on merkitty turkkilevystä tehdyllä huomioraidalla.



Kuva 2. Nikkilän puurakenteinen matkustajalaituri (K. Jalonen)

Valmiissa laiturissa ei ole värikontrastilla erottuvia merkintöjä. Toteutus ei siis täysin vastaa mitään suunnitelluista vaihtoehtoista.

#### 4.1.3 Käyttökokemukset

Nikkilän uusi puinen pilottilaituri maksoi vuonna 2018 lisätyönä tilattuna noin 128 000 € ja se rakennettiin valmiiksi parissa viikossa. Museojunamatkoja järjestävän Porvoon

Museorautatie ry:n mukaan käyttökokemukset matkustajalaiturista ovat positiivisia. Matkustajien antamaa käyttökokemusta ei ole kesäkauden ulkopuolelta. Laiturin kannen liukkaudesta sen ollessa märkä tai jäätynyt ei ole tarkkaa tietoa.

Nikkilän puinen matkustajalaituri ei kuulu minkään kunnossapitosopimuksen piiriin. Siellä ei siis tehdä varsinaisia kunnossapidon toimenpiteitä. Lisäksi kyseisellä Olli-Porvoo rataosuudella kulkee pääasiassa vain museoliikennettä, joka ei kulje talvella. Kohteesta ei siis ole kokemuksia talvikunnossapidosta. Laiturille on saatettu tehdä tarpeen vaatiessa joitain satunnaisia kunnossapidon toimenpiteitä. Niistä ei kuitenkaan ole mitään virallista tietoa, jonka perusteella voisi arvioida puisen laiturerakenteen käytännöllisyyttä kunnossapidon näkökulmasta. Kevyen laiturerakenteen käyttöä harkittaessa on hyvä tietää, että millainen sen käytännöllisyys on myös Suomen talviolosuhteissa. Yhtenä keskeisimpänä asiana on lumityöt sekä laiturin päällä, että sen ympärillä. Nikkilän koelaiturissa molemmat radan suuntaiset sivut on peitetty laudoista tehdyillä puuverhouksilla. Puuverhoukset estävät lumen ja roskien pakkautumisen laiturin sisälle runkoon.

## 4.2 Muut kevytrakenteiset matkustajalaiturit Suomessa

Lähijuna- ja taajamajunaliikenteessä käytettävät seisakkeet pyritään usein toteuttamaan mahdollisimman vähäisin muutoksin ja mahdollisimman edullisesti. Vuonna 2007 otettiin käyttöön Orivesi keskusta -niminen seisake. Sinne rakennettiin 140 000 eurolla uusi 80 metriä pitkä laituri, kulkutiet, valaistus, infotaulu sekä liityntäpysäköintialue. Vuonna 2010 Nastolaan rakennettiin uudet Villähteen ja Uudenkylän seisakkeet. Molemmat seisakkeet maksoivat noin 750 000 €. Kyseiset seisakkeet sijaitsevat kaksiraiteisella radalla, joten niille rakennettiin kumpaankin kaksi 120 metriä pitkää laituria. Kotkan Kymminlinnan seisake rakennettiin vuonna 2014 400 000 eurolla. Edellä mainituista seisakkeista on pystytty tekemään kohtuullisen edullisia yksinkertaisilla rakenteilla ja varusteilla. Laitureiden pintarakenteena on käytetty mahdollisimman paljon asfalttia betoni- tai kivilaattojen sijaan. Suurien laiturikatosten sijaan laitureilla on käytetty yksinkertaisempia pysäkkikatoksia.

Espoon kaupunkirata -hankkeessa uusittiin vanhoja matkustajalaitureita. Kilon ja Keran seisakkeiden uusille laiturerakenteille annettiin kustannusarviossa hintaa noin 1300 € junan käyttämää laiturimetriä kohden. Tämä pitää sisällään vain laiturerakenteiden rakennekerrokset ja pintamateriaalit, eli ei valaistusta, laiturivarusteita eikä pohjanvahvistuksia. Rakennekerrokseen on laskettu mukaan kevenysrakenteena käytetty kevytsora. Kilon seisakkeelle suunniteltiin kaksi 230 metriä pitkää ja 5–6 metriä leveää laituria. Keran seisakkeelle suunniteltiin 230 metriä pitkä ja 10–11 metriä leveä välilaituri. Molemmilla seisakkeilla laitureiden pintamateriaaleina käytettiin betonikivipäällystettä, graniittilaatoitusta ja luonnonkivilaatoitusta.

### 4.3 Suunnitteilla olevia seisakkeita

Kokemäki-Rauma rataosalle ollaan parhaillaan suunnittelemassa useampaa uutta seisaketta. Tällä hetkellä Raumalle kulkevalla radalla kulkee ainoastaan tavaraliikennettä. Rataosalle voisi kuitenkin olla mahdollista lisätä henkilöliikenne ilman mittavia radan muutoksia. Raumalle kulkevalla sujuvalla ja säännöllisellä henkilöliikenteellä pystyttäisiin parantamaan työmatkojen kulkuyhteyksiä, lisäämään Rauman houkuttelevuutta elinkeinoelämälle ja tuomaan lisää matkailua Raumalle. Nykyinen rataosuus on hyväkuntoinen ja sähköistetty. Sen nykyinen 100 km/h nopeustaso on jo itsessään riittävä henkilöliikenteelle. Nopeustason nostaminen on mahdollista radan muutoksin, jos sen koetaan olevan tarpeellista. Väylävirasto ja Rauman kaupunki tekivät vuonna 2020 vaihtoehtovertailuja Rauman uuden seisakkeen sijainnille. Vaihtoehtovertailussa edistettäväksi uudeksi seisakkeeksi valikoitui 120 metriä pitkällä ja 5,5 metriä leveällä linjalaiturilla varustettu seisake. 120 metristä laituria voidaan käyttää lähijunaliikenteessä. Suunnittelussa todettiin hankkeen alustavaksi kustannusarvioksi noin 800 000 euroa. Suunniteltuun seisakkeeseen kuului matkustajalaiturin lisäksi kevyen liikenteen kulkuyhteys laiturille, huolto- ja pelastustie, pysäköintialue sekä uusi ajoyhteys pysäköintialueelle. (Väylävirasto 2020.)

Kun Rauma-Kokemäki rataosan henkilöliikenteen edellytyksiä selvitettiin, heräsi mielenkiinto myös selvittää mahdollisuudet pysähtyä myös väliasemilla Eurajoella, Eurassa ja Kokemäellä. Kokemäen kaupunki sekä Euran ja Eurajoen kunnat tilasivat Proxionilta selvitystyön seisakkeiden toteuttamismahdollisuuksista. Työssä selvitettiin seisakkeille vaadittavat henkilöliikenteen toteuttamisen mahdollistavat infrastruktuurin toimenpiteet. Seisakkeista tehtiin karkeat kustannusarviot. Myös hankkeen hyötykustannussuhdetta arvioitiin. Eurassa sijaitseva väliasema suunniteltiin nykyiselle Kiukaisten liikennepaikalle. Suunnittelussa päädyttiin 120 metriä pitkään laituriiin. Uudelle seisakkeelle varusteineen ja liityntäpysäköinnille arvioitiin kokonaiskustannukseksi noin 520 000 euroa. Arvio ei pidä sisällään mahdollisia pohjanvahvistuksia eikä aluelunastuksia. Itse laiturin rakenteelle arvioitiin hinnaksi noin 183 000 euroa. Laiturivarusteille arvioitiin hinnaksi noin 27 000 euroa. Kiukaisen seisakkeen kustannukset on eritelty hankeosiin Proxionin selvityksessä seuraavasti:

- *korkea liikennöintilaituri (120 m) 183 000 €*
- *ajoyhteydet 54 000 €*
- *pysäköintialue (20 ap) 67 000 €*
- *laiturivarusteet 27 000 €*

- *laiturialueen valaistus 70 000 €*
- *sähköratamuutokset 55 000 €*
- *tilaajatehtävät (15 %) 68 400 €*
- *yhteensä 524 400 € (Proxion 2021.)*

Eurajoen uusi seisake suunniteltiin vastaavanlaisesti. Seisakkeelle suunniteltiin 120 metrin matkustajalaituri liityntäpysäköinnillä. Seisakkeen alustavaksi kokonaiskustannusarvioiksi tuli noin 540 000 euroa. Hankeosille arvioitiin täysin samat kustannukset kuin Kiukaisen seisakkeelle lukuun ottamatta sähköradan muutoksia. Eurajoen seisakkeen sähköratamuutoksille arvioitiin hinnaksi 70 000 euroa. Samalla tilaajatehtävien hinta arvio nousi 70 650 euroon. (Proxion 2021.)

Henkilöjuna liikenteen selvityksessä tutkittiin sekä Kokemäen nykyisen aseman että kokonaan uuden seisakkeen käyttömahdollisuuksia Raumalle kulkevassa henkilöliikenteessä. Kokemäen nykyinen Peipohjalla sijaitseva liikennepaikka toimii Rauman radan haarautumiskohtana. Nykyisellä liikennepaikalla pysähtyy Pori-Tampere radan junat. Rauma-Kokemäki välisen henkilöliikenteen aloittaminen ei vaadi nykyiselle Kokemäen liikennepaikalle investointeja, koska se tarjoaa jo henkilöliikenteen vaatimat tarpeet. Selvityksessä haluttiin kuitenkin tarkastella lähempänä keskustaa sijaitsevan kokonaan uuden seisakkeen toteuttamismahdollisuudet. Mahdollisen uuden seisakkeen sijainniksi valikoitui Kokemäen Teljänportti. Seisakkeelle suunniteltiin kaukojuna liikennereitin vaatima 250 metriä pitkä laiturirakenteen osuus on noin 380 000 euroa. Teljänportin seisakkeen kustannukset on eritelty hankeosiin Proxionin selvityksessä seuraavasti:

- *korkea liikennöintilaituri (250 m) 380 000 €*
- *ajoyhteydet 54 000 €*
- *pysäköintialue (20 ap) 67 000 €*
- *laiturivarusteet 27 000 €*
- *laiturialueen valaistus 70 000 €*
- *sähköratamuutokset 45 000 €*
- *pohjavahvistukset 160 000 €*
- *tilaajatehtävät (15 %) 120 450 €*

- yhteensä 923 450 € (Proxion 2021.)

Kokemäki-Rauma henkilöjunaliikenneselvityksen kustannusarvioissa betonireunaisen laiturirakenteen hinnaksi arvioitiin noin 1520 € laiturimetriä kohden. Teljänporttiin arvioidut pohjanvahvistukset mukaan laskiessa, hinnaksi tulee noin 2160 € laiturimetrille. Kevyemmällä laiturirakenteella voisi mahdollisesti selvitä pienemmillä pohjatöillä. Uuden laiturin rakentaminen olemassa olevalle liikennepaikalle on selkeästi edullisempaa, kuin kokonaan uuden seisakkeen perustaminen.

#### 4.4 Soveltuvuus ja vertailu

Väyläviraston nykyisten suunnitteluohjeiden mukaan puisia matkustajalaitureita voidaan käyttää ainoastaan tilapäisinä ratkaisuinä esimerkiksi rakentamisen aikana (Väylävirasto. 2017). Suunnitteluohjeissa vaaditaan tyyppiirustusten mukaisten laiturielementtien ja tiettyjen pintamateriaalien käyttöä. Jos Nikkilän pilottilaituria onnistutaan kehittämään siten, että se täyttää yhteentoimivuuden teknisten eritelmien asettamat vaatimukset, olisi laiturirakenne mahdollista sallia myös pysyvänä rakennevaihtoehtona Suomen henkilöliikenteessä. Koelaiturin rakenteesta on pystytty tekemään riittävän jyrkää täyttämään puiselle matkustajalaiturille asetettu 4 kN/m<sup>2</sup> kantavuus. Väyläviraston suunnitteluohjeen mukaan puisella matkustajalaiturilla ei kuitenkaan saa ajaa työkoneella tai muulla ajoneuvolla. Vastaavaa laituria ei voi rakentaa esimerkiksi korkean rakennuksen viereen, jonne on päästävä pelastuslaitoksen nosturijoneuvolla. Jos laiturirakenteesta ei saada tehtyä tarpeeksi kantavaa työkoneelle, on laiturin lumityöt tehtävä käsin. Sen lisäksi laiturirakenteen pitää olla leveämpi. Nikkilän pilottilaiturissa vapaan tilan vähimmäisvaatimus ei täyty. Matkustajalaiturissa vapaan tilan leveyden pitää olla vähintään 1,6 metriä. Pilottilaiturin nykyinen leveys riittäisi raiteelle, jossa suurin sallittu nopeus on enintään 60 km/h, koska silloin vaara-alueen leveyden voi pienentää 0,5 metriin. Myös laituripituuden pitää vastata radan liikenteellisiä tarpeita. Laiturin päissä olevat kulkuluiskat ovat jyrkempiä kuin sallitaan. Ulkotiloissa olevat kattamattomat luiskat saavat olla enintään 5 % kaltevuudessa. Vaikka luiska olisikin katettu, on esteettömällä reitillä sijaitsevan luiskan pituuskaltevuuden oltava enintään 5 %. Lisäksi luiskien molemmille sivuille pitää asentaa kahdella korkeudella olevat käsijohteet. Nikkilän laiturissa käsijohde on vain toisella puolella. Käsijohteisiin pitää asentaa vaaditut pistekirjoitusopasteet. Matkustajalaiturille on lisättävä PRM YTE:n vaatima valaistus sekä näköön ja kuuloon perustuvat opasteet. YTE:ssä vaaditaan laiturille myös istuimilla ja pyörätuolipaikalla varustettu alue. Reunalaitureilla kyseiset varusteet voidaan useimmiten perustaa maalle laiturirakenteen taakse.

Puurakenteisen pilottilaiturin kanteen tehty vaara-alueen merkintä ei täytä vaatimuksia. Vaara-alueen merkinnästä tehdyt eri suunnitelmaversiot ovat sopivampia kuin museoliikenteen käyttöön rakennetussa ratkaisussa. Vaara-alueen raiteen puoleisen reunan pitää olla vaalea, jotta se erottuu junan ja laiturin väliin jäävästä raosta. Lisäksi vaara-alueen toiseen reunaan pitää tehdä kohokuviainen merkintä ja keltainen huomioraita. Suunnitelmaversioissa esitetään toimivia ratkaisuja näiden merkintöjen toteuttamiselle. Vaara-alueen merkintöjä ei kuitenkaan suositella tehtävän maalaamalla ulkona sijaitsevilla laitureilla, koska maalatut merkinnät kuluvat ulkokäytössä nopeasti (Väylävirasto 2017). Ulkotiloissa suositellaan käytettävän tiemerkinnoissä käytettävää massaa. Puukantisella laiturilla huomioraidat voi tehdä kumimaton kaltaisella nauhamaisella merkinnällä. Kohokuvioidut merkinnät voi tehdä peltilevyllä tai muotoilluilla puulankuilla kuten suunnitelmaversiossa on esitetty. Kohokuvioiden on oltava tarpeeksi koholla, jotta ne pystytään huomaamaan myös talvella.

45 metriä pitkä puurakenteinen pilottilaituri maksoi kokonaisuudessaan noin 128 000 € sisältäen laiturirakenteen ja sen alle rakennettavat murskekerrokset ja routaeristeen. Rakentamiskustannukset ovat kasvaneet vuoden 2018 hinnoista huomattavasti. Lisäksi on huomioitava, että lisätyönä tilatun laiturin hinta ei välttämättä ole suoraan verrattavissa projektissa kilpailutettujen hintojen kanssa. Laiturirakenteen leventäminen tai korottaminen voi muuttaa sen kustannuksia.

## 5 Kevytrakenteisia matkustajalaitureita Euroopassa

### 5.1 Teräsrakenteiset matkustajalaiturit

Teräsrakenteisia matkustajalaitureita on rakennettu jo muutamassa Euroopan maassa. Niitä on tehty erittäin paljon Iso-Britanniassa, jossa on myös useita vastaavanlaista rakennetta valmistavia yrityksiä. Näiden yritysten valmistamia laiturirakenteita on käytetty myös Euroopan unionin jäsenmaissa. Esimerkiksi Systra UK:n valmistamaa teräksistä laiturirakennetta käytetään Montaudran rautatieasemalle Toulousessa Ranskassa (Systra 2022). Vaikka Iso-Britannia ei ole kuulunut Euroopan Unioniin vuoden 2021 tammikuussa päättyneen siirtymäjaksen jälkeen, siellä on edelleen käytössä lähestulkoon kaikki EU lähtöiset rautatieturvallisuutta koskevat säädökset (ORR 2021). Teräsrakennetta voi myös käyttää väliaikaisena vaihtoehtona. Alankomaissa 't Harden rautatieasemalla käytettiin useiden vuosien ajan 285 metriä pitkää teräspuutkirunkoista ja muovikantista matkustajalaituria väliaikaisena ratkaisuna (ProRail 2018).

#### 5.1.1 Systra Modular Platform System

Systra on monikansallinen joukkoliikenteeseen keskittynyt insinööri- ja konsulttipalveluja tarjoava yritys. Yhtenä sen Iso-Britannian osaston Systra UK:n palveluna on teräsrakenteiset modulaarisesti rakennettavat matkustajalaiturit, joita yritys kuvailee vuonna 2022 julkaisemassaan esitteessä. Modulaarisessa rakentamisessa rakenne koostuu useista esivalmistetuista osista. Myös matkustajalaitureita voidaan rakentaa tehtaalla esivalmistetuista laiturimoduuleista. Systra UK suunnittelee, tuottaa ja asentaa omat laiturimoduulinsa. Systra Modular Platform System on täysin modulaarinen matkustajalaituri, joka esivalmistetaan rakentamiskohteeseen sopivaksi ja haluttujen vaatimusten mukaiseksi. Laiturirakennetta on käytetty yli 40 kohteessa Iso-Britanniassa sekä 3 kohteessa Ranskassa. Laiturin runko on teräksinen ristikkorakenne. Se on betonirakennetta kevyempi, joten sen voi rakentaa kevyemmille perustuksille. Esitteen mukaan perustuksille siirtyvä kuorma on noin 40 % vähemmän kuin vastaavassa betonirakenteisessa laiturissa. Tyypillisesti kyseisen tyyppinen laiturirakenne rakennetaan matalalle nauha-anturalle tai vähäteräksiselle laatta-anturalle. Jos pohjaolosuhteet ovat huonot, laiturin perustuksissa voi käyttää pieniä ruuvipaaluja. Matalien perustuksien etuna on se, että laiturin pohjatyöt yltyvät epätodennäköisemmin radan rakenteisiin. Samalla vältetään syvien kaivantojen vaatimilta mahdollisilta kuivatus töiltä. Systra:n teräsrakenteisia 3,5 metriä leveitä laiturimoduuleja valmistetaan kolmena eri versiona. Tavanomaisin on 1,22 metrin jännevälin Standard System -moduuli. Lisäksi valmistetaan 3,66 metrin jännevälin 3 Bay System -moduuleja sekä 7,32 metrin jännevälin 6 Bay System -moduuleja. Laiturimoduulit ovat säädettävissä haluttuun korkeuteen. Niistä saa myös

tarvittaessa rakennettua kaarevan tai kapenevan matkustajalaiturin. Kaikkien moduulityyppien runkorakenteisiin voidaan asentaa aidat sekä pylväät valaisimille ja opastimille, joten niille ei tarvitse tehdä omia erillisiä jalustoja. Laiturimoduulin pintamateriaalin voi valita tarpeiden mukaan useasta eri vaihtoehdosta. Teräsrakenteisten laiturimoduulien pintamateriaalina käytetään usein lasikuitulujitettua muovia. Systra:n laiturimoduulien pintamateriaalina käytetyt lujitemuovilevyt ovat liukumattomia, ja niissä on matkustajalaiturille vaaditut värikontrastilla ja kohokuvioilla tehdyt varoitusmerkinnät. Kaikista edullisin vaihtoehto laiturimoduulin pintamateriaaliksi on tiivis bitumi kerros. Ranskan Montaudranin rautatieasemalle rakennetun Systra Modular Platform System -laiturin teräksinen rakenne on esillä kuvassa 3. (Systra 2022.)



Kuva 3. Montaudranin rautatieasema Toulousessa Ranskassa. (TechnikLEO. 2022. CC BY-SA 4.0)

Kevyillä teräsrakenteisilla moduulilaitureilla on monia etuja. Kevyt esivalmistettu rakenne on helppo käsitellä ja nopea asentaa. Systra Modular System -moduulien mittoja voidaan säätää vielä työmaalla tarpeiden mukaisesti. Eli myöhäiset suunnitelmien muutokset eivät välttämättä aiheuta suuria toimenpiteitä. Kun ratatyön suojausalueella käytettävä aika minimoidaan, rautatieliikenteelle kohdistuvat katkot ovat lyhyitä. Tarvittavat mittaus-,

perustus- ja nostotyöt tehdään radalla. Muuten laiturirakenteen kokoaminen ja valmistelu voidaan tehdä suojaulottuman ulkopuolella. Lyhyet liikennekatkot tarkoittavat myös sitä, että yöllä tehtävän rakentamistyön määrä vähenee. Tämä lisää työturvallisuutta ja vähentää yön meluhaittaa. Esivalmistuksen etuna on myös se, että suurin osa valmistuksesta tapahtuu sisällä suojassa sääolosuhteilta. Rakentamisprosessin aikataulua ei tarvitse muuttaa sään mukaan. Nopea asentaminen vähentää myös urakoitsijan työkustannuksia. Suurin osa Systra:n laiturirakenteissa käytetyistä osista painaa alle 25 kg, mikä tekee niistä erittäin helppoja käsitellä. Työmaalla ei tarvitse käyttää suuria nostureita. Yhdellä puoliperävau-nuyhdistelmällä voidaan kuljettaa noin 50 metriä Standard System -laituria rakentamiskoh-teeseen. Tämä vähentää rakentamiseen tarvittavien kuljetusten määrää ja täten vähentää työstä syntyvää hiilijalanjälkeä. Teräsrakenteiset laiturimoduulit ovat muutenkin ympäris-töystävällisiä. Terästä voi kierrättää käytännössä loputtomiin. Koska laiturirakenteen osat ovat kiinnitetty pultein, voi sen helposti purkaa uudelleenkäyttöön. (Systra 2022.)

### 5.1.2 Dura composites

Dura composites on yritys Iso-Britanniasta, joka valmistaa komposiittirakenteita rakennus-alan käyttöön. Komposiittimateriaaleja käytetään paljon erinäisissä kävelypinnoissa, mikä onkin keskeisenä osana suurimmassa osassa yrityksen tuotteissa. Dura composites val-mistaa muun muassa lasikuitukomposiittimattoa, rampeja, erilaisia ylikulkukäytäviä ja työskentely telineitä sekä matkustajalaitureita. Yritys valmistaa sekä kokonaan uusia mat-kustajalaitureita, että vanhan laiturin korottamiseen käytettäviä laiturirakenteita. (Dura com-posites 2022.)

Dura composites:in GRP/Steel Hybrid Platform on laiturirakenne, jota käytetään kokonaan uusissa matkustajalaitureissa sekä nykyisten matkustajalaitureiden laajennuksina. Laituri-rakenteessa yhdistyy kestävä teräsrakenteisen perustuksen sekä lasikuitukomposiitista valmistetun pintarakenteen hyödyt. Laiturirakenteen runko koostuu teräsraudoista sekä nii-den päälle asennetuista poikkialkeista. Raudojen jänneväliksi voidaan parhaimmillaan saada 6 metriä. Yrityksen esitteen mukaan laiturirakenne tarvitsee 60 % vähemmän perus-tuksia kuin tyypillinen laiturirakenne. Rakenne on noin 87,5 % kevyempi, painaen noin 2500 kg 6 metrin jänneväliä. Laiturin perustuksien suunniteltu käyttöikä on 120 vuotta. Nopeasti ja helposti rakennettavat perustukset pienentävät pohjatyöiden laajuutta sekä vähentävät urakan kustannuksia. Koska laiturirakenteen alle jää paljon tyhjää tilaa, on sinne helppo rakentaa halutut kaapeli- ja kuivatusrakenteet. Laiturirakenteen pintarakenteena käytetään lasikuitukomposiitista tehtyjä Dura Platform -paneeleja. Pintarakenne on luistamaton ja sii-hen saa tarvittavat värikontrastit ja kohokuvioidut merkinnät. Komposiitista tehtyä laituri-kantta tarvitsee kunnossapitää harvemmin. Kannen varoitusmerkintöjä ei tarvitse maalata

uudelleen kuten asfaltti- tai kivetuspintaisessa matkustajalaiturissa. Komposiittipaneelit ovat kevyitä ja helposti käsiteltäviä. Niiden nostaminen ei vaadi raskaita työkoneita, vaan ne ovat kahden henkilön yhdessä nostettavissa. Pintarakenteen suunniteltu käyttöikä on 60 vuotta. 40 mm paksuinen paneeli on mitoitettu  $5 \text{ kN/m}^2$  kuormalla 1,5 metrin jännevälille. Raskeampi 100 mm paksuinen paneeli on mitoitettu samalla kuormalla 3,2 metrin jännevälille. Komposiittipaneeleilla voi myös korottaa vanhaa laiturirakennetta haluttuun uuteen korkeuteen. Vanhaa laiturirakennetta ei tarvitse purkaa, vaan sen päälle voidaan asentaa haluttu uusi lasikuitukomposiittinen kansi. Kuvassa 4 näkyy Dura composites:in valmistama matkustajalaituri Robroystonin rautatieasemalla Glasgow'ssa Skotlannissa. (Dura composites 2022.)



Kuva 4. Robroyston rautatieasema, Glasgow (Thompson, N. 2020. CC BY-SA. 2.0)

Kevyt teräsrakenteinen matkustajalaituri on nopea rakentaa vaikka se olisi moduulirakenteinen. Rakenteen suomat edut ovat samanlaisia. Kevyt teräsrakenne on helppo rakentaa nopeasti rakennetuille perustuksille. Dura Platform -laiturirakenteen asentaminen voi parhaimmillaan vähentää rakentamistyössä käytettyä työaikaa jopa 65 prosentilla. Tämä mahdollistaa lyhyet rataliikenteen katkot ja täten myös samat hyödyt, jotka mainittiin teräsrakenteisten laiturimoduulien yhteydessä. Yhtä lailla vältetään raskailta nostureilta, kuljetuksilta ja ratatyökoneilta kuten teräksisten laiturimoduulien kanssa. (Dura composites 2022.)

### 5.1.3 Soveltuvuus ja vertailu

Kevyitä teräsrakenteisia matkustajalaitureita pystytään rakentamaan niin, että niiden omaisuudet vastaavat Euroopan Unionin rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden direktiivejä. Vastaavia matkustajalaitureita on jo rakennettu muutamia Euroopan rautateille. Montaudran rautatieaseman matkustajalaiturit palvelevat Oksitanian alueellisen kaukoliikenteen henkilöliikenteen junia. Vastaavia laiturirakenteita on siis täytynyt toteuttaa EU:n direktiivin ja sen teknisten eritelmien mukaisesti.

Teräsrakenteiden etuna on se, että ne voi helposti valmistaa projektissa vaadittuihin mittoihin. Laiturirakenteesta saa rakennettua riittävän leveän täyttämään vaara-alueelle ja vaapaalle tilalle Suomessa vaaditut mitat. Laiturin pintarakenteeseen pystyy myös tekemään halutun kallistuksen ja ritilän laiturin kuivattamista varten. Teräsrakenteisten matkustajalaiturien pintarakenteelle on löydetty useita hyviä ja toimivia ratkaisuja. Sekä Systra:n että Dura composites:in laiturirakenteissa käytetään samankaltaisia värikontrasteilla ja kohokuvioilla toteutettuja laiturimerkintöjä, mitä vaaditaan myös Suomen henkilöliikennelaitureilla. Pintamateriaalit on todettu luistamattomiksi ja heijastamattomiksi. Teräsrakenteiselle matkustajalaiturille voi ongelmitta asentaa laiturilla tarvittavat varusteet ja valaisinpylväät. Kuvissa 3 ja 4 näkyy, millaisia varusteita vastaaville laiturirakenteilla on voitu asentaa. Robroystonin rautatieasemalla valaisinpylväät on asennettu suoraan laiturirakenteen päälle. Jos reunalaiturina käytettävä kevyt laiturirakenne on rakennettu samaan tasoon laiturin takana olevan maanpinnan kanssa, voi laiturivarusteet kuten pysäkkikatokset tarvittaessa asentaa maalle.

Teräsrakenteen yhtenä isoimpana etuna verrattaessa muihin vaihtoehtoihin on sen materiaalin ympäristöystävällisyys. Teräs valmistetaan tyypillisesti noin 60 % kierrätettävästä materiaalista ja noin 97 % teräsjätteestä kierrätetään (Systra 2022). Useimmat lajitteluasemat ottavat metallijätteitä vastaan ilmaiseksi. Betoni- ja puujätteiden käsittelystä useimmiten veloittetaan. Lajitteluasemat veloittavat painekyllästetyn puun käsittelystä useita satoja euroja tonnia kohden. Nikkilän pilottilaiturin kaikki puutavara suunniteltiin painekyllästettäväksi. Teräs on myös rakennusmateriaalina pitkäikäinen.

## 5.2 Kevyet esivalmistetut betoniset matkustajalaiturit

Modulaarisesti rakennettavia betonielementtilaitureita on käytetty eri puolilla Eurooppaa jo lähes 30 vuotta. Betonirakenteisia laiturimoduuleja valmistetaan paljon etenkin Saksassa. Saksalaisen Hering Bau yrityksen valmistamia moduulilaitureita käytetään yli 500 kohteessa eri puolilla Eurooppaa kuten esimerkiksi Tanskassa, Luxemburgissa, Englannissa

ja Itävallassa. Tyypillisiä käyttökohteita on etenkin pienemmät seisakkeet ja rautatieasemat Saksan alueellisessa liikenteessä. (Hering Bau 2022.)

### 5.2.1 Hering modula system platforms

Hering Bau on saksalainen infrarakentamisen yritys, joka rakentamisen lisäksi myös valmistaa erilaisia ratainfrastruktuurin rakentamisessa käytettäviä tuotteita. Yritys valmistaa useita erilaisia laiturirakenteita matkustajaliikenteen käyttöön. Hering Bau tekee esivalmistettuja betonielementtirakenteita, joita käytetään etenkin kokonaan uusien matkustajalaiturien rakentamisessa. Betonisissa laiturimoduuleissa rakenteena toimii tehtaalla esivalmistettu betoninen TT-laatta, joka asennetaan betonianturoiden päälle. Laiturin sisäosaa ei täytetä rakennekerroksin kuten tavanomaista laiturielementtiä käytettäessä. Laiturin voi tarvittaessa asentaa niin, että sen radasta kauempi reuna on taustalla olevan maan tasossa. Rakennetta voi käyttää sekä reunalaiturissa että välilaiturissa. Koska elementit valetaan tehtaalla, voi rakenteen moduulit tehdä lähes täysin projektikohtaisiin mittoihin. Modula TT-laiturielementtejä valmistetaan useilla eri laiturikorkeuksilla, mukaan lukien Suomessa käytetty 55 mm korkeus. Laiturielementin voi enimmillään tehdä 9,6 metrin pituiseksi ja 3,5 metrin levyiseksi. TT-elementtien ihanteellinen massa on noin 12 tonnia, joten niiden käsittelyssä tarvitsee käyttää nosturia. Hyvissä pohjaolosuhteissa laiturirakenne voidaan perustaa matalille esivalmistetuille anturoille. Huonoissa pohjaolosuhteissa esivalmistettujen anturoiden väliin voidaan valaa työmaalla betonilaatta, jonka avulla kuorma jakaantuu laajemmin. Myös porapaalujen käyttö on tarvittaessa mahdollista. Hering Bau:n modula -tuoteperheeseen kuuluu TT-laiturielementtien lisäksi kevyempi versio modula light. Kevyemmässä rakennevaihtoehdossa käytetään ohuempaa 160–300 mm paksuista betonilaattaa, joka ei ole alla olevien poikkipalkkien kanssa samaa valua. Elementtien massa on enimmillään noin 4 tonnia, joten niiden nostotyön voi tehdä kiskopyöräkaivinkoneella. (Hering Bau 2022.)

Modula -laiturielementtien kansilaattaan asennetaan laiturin pintamateriaalit tehtaalla. Erivärisiä ja erilaisia kohokuvioita tehdään laiturikanteen joko laatoilla tai betonisekoituksilla. Vaaleat ja keltaiset huomioraidat ja kohokuviot tehdään tyypillisesti kivilaatoista. Tumma pintamateriaali tehdään joko tummaa graniittia tai basalttia sisältävistä betoniseoksista. Kaikki pintamateriaalit ovat luistamattomia sääolosuhteista riippumatta. (Hering Bau 2022.)

Betonirakenteisien laiturimoduulien etuna on nopea rakentaminen ja täten lyhyet liikenteen katkot. Käyttämällä raskasta nosturia Densbornin rautatieasemalle rakennettiin 170 metriä uutta matkustajalaituria vain neljässä päivässä (Hering Bau 2024). Hering Bau:n vuonna 2022 julkaisemassa esitteessä esitetään yrityksen tekemä vertailu, missä vertaillaan modulaarisesti rakennettavan ja perinteiseen tyyliin rakennettavan matkustajalaiturin valmistukseen käytettäviä työtuntimääriä. Vertailussa rakennettiin 405 metriä pitkä ja noin 15 metriä

leveä välilaituri molemmilla rakennevaihtoehdoilla. Koska välilaiturin keskiosa rakennetaan samalla tavalla molemmissa laiturirakenteissa, vertailuun huomioitiin vain välilaiturin molemmilla radanpuoleisilla sivut 3 metrin leveydeltä. Modulaarisella betonirakenteella rakentamisprosessiin kului kokonaisuudessaan 70 työvuoroa, joista 40 meni elementtien esivalamiseen. Perinteisen laiturirakenteen rakentamisessa meni 53 työvuoroa enemmän, eli kokonaisuudessaan 123 työvuoroa. (Hering Bau 2022.)

### 5.2.2 Soveltuvuus ja vertailu

Hering bau:n modula -laiturirakenteen kaltaisia matkustajalaitureita käytetään useiden Euroopan unioniin kuuluvien maiden henkilöliikenneasemilla. Vuonna 2017 yritys rakensi 89 esivalmistettua laiturielementtiä käyttäen kaksi matkustajalaituria Elbrücken rautatieasemalle Hampuriin. Laitureille tuli pituutta 265 metriä ja 252 metriä. Elbrücken rautatieasemaa käyttää Hampurin paikallisliikenteen nopeat kaupunkijunat. Laiturirakenne on yhteensopiva EU:n yhteentoimivuuden teknisten eritelmien kanssa. Kuvassa 5 näkyy Elbrücken rautatieasemalle rakennetut matkustajalaiturit. (Hering Bau 2017.)



Kuva 5. Elbrücken rautatieasema. (NordNordWest. 2019. CC BY-SA 3.0-DE)

Modulaarisen matkustajalaiturin betonielementtejä valmistetaan Suomen henkilöliikenteessä vaadituissa mitoissa. Yksi 3,5 metriä leveä laiturimoduuli on tarpeeksi leveä täyttämään vaara-alueelle ja vapaalle tilalle vaaditut etäisyydet. Hering Bau:n laiturielementtejä

yhdistämällä voi myös rakentaa välilaitureita. Teräs- ja puurakenteita on tähän asti kokeiltu pääasiassa vain reunalaitureilla. Laattamaisia laiturielementtejä valmistetaan pois radalta viettävällä pinnan kaltevuudella, aivan kuten Suomessa vaaditaan. Välilaitureilla elementtien väliin rakennetaan ritilät ja muut tarvittavat kuivatusrakenteet laiturin pinnan kuivattamista varten. Hering Bau:n betonirakenteinen matkustajalaituri ei tarvitse erillistä kaapelikourua, vaan laiturielementin alle on varattu oma tila kaapeleille. Matkustajalaiturille vaaditut laiturivarusteet, kaiteet ja valaisinpylväät on asennettavissa betonielementin päälle ongelmitta. Kuvassa 5 näkyy yksi mahdollinen tapa toteuttaa laiturin pintarakenteen merkinnät modulaarisella betonielementtilaiturilla. Kuvan laitureilla käytetään Suomessakin vaadittuja kohokuvioituja ja värikontrastilla erottuvia huomioraitoja. Laiturin radanpuoleinen reuna erottuu vaalealla värillään hyvin laiturin ja junan väliin muodostuvasta raosta. Jotta vastaava rakenne täyttäisi Suomessa asetetut vaatimukset, pitäisi vaara-alueen toiseen reunaan vielä lisätä keltainen huomioraita.

## 6 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää sekä Suomesta että ulkomailta kevytrakenteisia rautateillä käytettyjä matkustajalaitureita, sekä tutkia ja pohtia eri rakenteiden käyttömahdollisuuksia Suomen henkilöliikenneasemilla. Työssä tutkittiin erilaisten laiturirakenteiden yhteensopivuutta Suomessa noudatettavien ohjeiden ja määräysten kanssa, sekä vertailtiin rakenteiden hyötyjä vanhaan tavanomaisesti käytettyyn laiturirakenteeseen. Työssä kiinnitettiin huomiota varsinkin Euroopan unionin asettamien direktiivien ja sen pohjalta tehtyjen suunnitteluohjeiden asettamiin vaatimuksiin. Laiturirakenteiden vertailussa oli keskeisessä osassa eri rakentamistapojen ja materiaalien tarjoamat hyödyt sekä rakenteiden kustannukset. Eri laiturirakenteista ja laiturikohteista haettiin tietoa ja tutkimusmateriaalia arkistoista, laiturirakenteita valmistavilta yrityksiltä sekä aiheeseen perehtyneiltä kokeneilta asiantuntijoilta.

Tutkimustyön tuloksena löytyi erilaisia kevyitä laiturirakenteita, joita käytetään useissa eri maissa eri puolilla Eurooppaa. Suomessa on pyritty karsimaan matkustajalaiturille kohdistuvia kustannuksia erilaisin ratkaisuin. Suomessa ainut kokonaan kevytrakenteinen matkustajalaituri, joka on suunniteltu pysyväksi rakenteeksi, on Nikkilän puurakenteinen pilottilaituri. Tutkimustyössä ilmeni, että koelaiturissa käytetty puinen yleisrakenne on tyypiltään toimiva. Kevyt puurakenne on nopeasti rakennettavissa eikä sen rakentaminen edellytä raskaita perustoja tai suuria pohjatöitä. Laiturirakennetta täytyy kuitenkin kehittää täyttämään yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä ja Väyläviraston suunnitteluohjeissa asetetut vaatimukset. Laiturirakenteen talviolosuhteiden käyttökokemuksista on kerättävä enemmän tutkimustietoa sekä matkustajien että kunnossapidon näkökulmista.

Tutkimuksessa löytyi erilaisia Euroopassa käytettyjä kevyitä laiturirakenteita. Kevytrakenteiset matkustajalaiturit rakennetaan pääasiallisesti modulaarisesti, eli ne koostuvat tehtailla esivalmistetuista laiturimoduuleista. Teräsrakenteisia matkustajalaitureita käytetään pääasiassa Iso-Britanniassa, mutta myös muualla Euroopassa. Betonirakenteisia laiturimoduuleja käytetään eri puolilla Keski-Eurooppaa, etenkin Saksassa. Moduulirakenteisilla laitureilla on etuna niiden erittäin nopea asentaminen. Esivalmistettuja laiturirakenteita voidaan suunnitella rakentamiskohteeseen sopiviksi ja käyttömaan lakien ja asetusten mukaisiksi. Euroopassa käytettyjä moduulirakenteisia matkustajalaitureita on tehty täyttämään EU:n direktiivien asettamat vaatimukset. Jos vastaavaa laiturirakennetta aikoo käyttää Suomessa, on se suunniteltava täyttämään myös kansalliset vaatimukset. Haasteena kyseisten laiturirakenteiden arvioinnissa ja vertailussa on se, että ulkomaalaiset yritykset ja viranomaiset eivät ole olleet halukkaita jakamaan tietoa tutkimustarkoituksiin. Rakenteita valmistavat yritykset eivät julkaise omien tuotteidensa hintoja nettisivuillaan eikä tuote-esitteissään.

Kevytrakenteisen laiturirakenteen käyttöä harkitsevan tilaajaorganisaation on haettava vertailtavat kustannusarviot suoraan tuotteita valmistavilta yrityksiltä. Toisena haasteena on se, että kevytrakenteisia matkustajalaitureita on kokeiltu todella vähän Pohjoismaissa. Rakenteista ei ole pystytty keräämään tarvittua tietoa niiden soveltuvuudesta Pohjois-Euroopan talviolosuhteissa. Osassa laiturirakenteista on huomioitu liukkauden esto, mutta ei niiden soveltuvuutta lumenpoistokalustolle. Myös kevyiden laiturirakenteiden kantavuus ajoneuvojen aiheuttamilla kuormilla pitää tutkia tarkemmin.

## Lähteet

Dura composites. 2022. Rail station platforms and accessories. Viitattu 2.8.2024. Saatavissa <https://www.duracomposites.com/sector/station-platforms/>

Euroopan rautatievirasto. 2015a. INF YTE:n soveltamisopas. Viitattu 14.4.2024.

Euroopan rautatievirasto. 2015b. PRM YTE:n soveltamisopas. Viitattu 14.4.2024.

EU komissio. 2014a. Asetus Euroopan unionin rautatiejärjestelmän infrastruktuuriasajärjestelmää koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä 1299/2014. Viitattu 11.4.2024. Saatavissa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014R1299>

EU komissio. 2014b. Asetus vammaisten ja liikkumisesteisten henkilöiden esteetöntä pääsyä Euroopan unionin rautatiejärjestelmään koskevista yhteentoimivuuden teknisistä eritelmistä 1300/2024. Viitattu 11.4.2024. Saatavissa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:02014R1300-20230928>

Euroopan unioni. 2016. Direktiivi rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta Euroopan unionissa 2016/797. Viitattu 11.4.2024. Saatavissa <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0797>

Hering Bau. 2017. Hamburg Hafencity. Viitattu 11.9.2024. Saatavissa <https://www.heringinternational.com/en/products-services/system-platforms-modular/reference-projects-system-platforms-modular/side-boarding-platforms-at-hamburg-hafencity-elbbruecken-district/>

Hering Bau. 2020. modula system platforms. Viitattu 15.7.2024. Saatavissa <https://www.heringinternational.com/en/products-services/system-platforms-modular/>

Hering Bau. 2024. modula -platforms and Idefix crane revolutionize Densborn station. Viitattu 1.9.2024. Saatavissa <https://www.heringinternational.com/en/news/detail/n/modula-bahnsteige-und-idefix-kran-revolutionieren-den-bahnhof-densborn/>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2018. Liikenneinfrastruktuurin puurakentamisohjelma. Viitattu 20.3.2024. Saatavissa <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM029:00/2018>

NordNordWest. 2019. CC BY-SA 3.0-DE. S-Bahnhof Elbrücken: überdachter Bahnsteigabschnitt. Viitattu 11.9.2024. Saatavissa [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S-Bahnhof\\_Elbr%C3%BCcken.%C3%BCberdachter\\_Abschnitt.2.2019.nnw.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S-Bahnhof_Elbr%C3%BCcken.%C3%BCberdachter_Abschnitt.2.2019.nnw.jpg)

- Nummelin. 2019. Puurakenteinen koematkustajalaituri. RAUTATIE-tekniikka 1–2019, 24–27.
- ORR. 2021. European derived railway safety legislation. Viitattu 16.7.2024. Saatavissa <https://www.orr.gov.uk/guidance-compliance/rail/health-safety/laws/european-railway-safety-legislation>
- ProRail. 2018. ProRail bouwt extra perron in 't Harde. Viitattu 12.8.2024. Saatavissa <https://www.prorail.nl/nieuws/prorail-bouwt-extra-perron-in-t-harde>
- Proxion. 2021. Eurajoki-Eura-Kokemäki-henkilöjunaliikenneselvitys Loppuraportti 11/2021. Viitattu 6.7.2024
- Ratalaki 110/2007. Viitattu 24.5.2024. Saatavissa <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110>
- Systra. 2022. Modular platforms systems. Viitattu 8.7.2024. Saatavissa <https://www.systra.com/uk/wp-content/uploads/sites/11/2023/08/systra-modular-platforms-march-2022.pdf>
- TechnikLEO. 2022. CC BY-SA 4.0. Gare de Montaudran vue quai et constructions. Viitattu 29.8.2024. Saatavissa <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=122903668>
- Thompson, N. 2020. CC BY-SA 2.0. Robroyston railway station. Viitattu 7.9.2024. Saatavissa [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robroyston\\_railway\\_station,\\_Glasgow\\_-\\_geograph.org.uk\\_-\\_6368760.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robroyston_railway_station,_Glasgow_-_geograph.org.uk_-_6368760.jpg)
- Väylävirasto. 2017. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 16 Väylät ja laiturit. Viitattu 24.5.2024
- Väylävirasto. 2018. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 1 Yleiset perusteet. Viitattu 24.5.2024
- Väylävirasto. 2019. Uudet junaliikenteen seisakkeet – Tekniset vaatimukset, kustannukset ja luokittelut. Viitattu 3.10.2024
- Väylävirasto. 2020. Rauman seisake Ratasuunnitelmaluonnoksen esittely. Viitattu 6.7.2024
- Väylävirasto. 2021. RATO 16 muutokset 15.3.2021: Matkustajalaiturin perustaminen ja asema-alueen valaistus. Viitattu 7.9.2024
- Väylävirasto. 2022. Matkustajalaiturien pituudet ja pidentämistarpeet. Viitattu 3.10.2024.