

Milja-Maria Kittilä

BITUMI- JA PELTIKATTEIDEN ASENNUSNOPEUDET ASUINKERROSTALOISSA

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Kandidaatintyö
Tammikuu 2020

TIIVISTELMÄ

Milja-Maria Kittilä: Bitumi- ja peltikatteiden asennusnopeudet asuinkerrostaloissa (The installation speed of bitumen and plate roofs on apartment buildings)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma

Tammikuu 2020

Nykyään rakennusmaailmassa kilpailu on kovaa, ja ratkaisevassa asemassa esimerkiksi urakatarjousten hyväksynnässä on hinnan lisäksi työhön kuluva aika. Näin on myös vesikatteiden asennusten kohdalla, ja kateasennuksia ja -korjauksia tekevät yritykset joutuvatkin jatkuvasti miettimään oman työnsä nopeuttamista pysyäkseen kilpailussa mukana. Asuinkerrostalojen vesikatteiden asennusnopeuksia on syytä vertailla, koska asennusnopeus vaikuttaa myös muuhun rakennusprosessiin, kuten sen kokonaisnopeuteen.

Tässä kandidaatintyössä tutkitaan bitumi- ja peltikatteiden asennusnopeuksia asuinkerrostalotyömaalla. Tutkimuksen päätavoite on selvittää, mikä tutkittavista vesikatteista on nopein asentaa asuinkerrostaloon. Osana tutkimusta selvitetään tutkittavien vesikatteiden asennusvaiheet asuinkerrostalorakentamisessa. Työ kattaa asennustyövaiheet vesikatteen runkotöiden jälkeisestä vaiheesta valmiiseen vesikatteeseen. Työssä tutkittavat vesikatteet ovat tiivissaumakate, konesaumattu peltikate ja poimulevykate.

Työ suoritetaan kirjallisuustutkimuksena. Aineistona tutkimuksessa käytetään kirjallisia lähteitä, kuten Ratu-kortteja ja vesikatteita valmistavien yritysten julkaisuja. Kirjallisten lähteiden lisäksi työssä käytettävää aineistoa saadaan asiantuntijahaastatteluista. Jotta tuloksista saadaan konkreettisemmat, työssä käytetään kuvitteellista esimerkkikohdetta ja kuvitteellisen asuinkerrostalon vesikaton asennustyön työmenekit lasketaan eri vesikatetyypeille.

Työmenekien laskemiseen käytetään aikataulukirjan 2016 mukaisia yksiköitä. Työmenekit lasketaan työryhmille, joihin kuuluu 1–4 rakennusammattimiestä (RAM). Työssä lasketaan töiden kestot työntekijätunteina (tth) ja työvuoroina (tv), kun kohteeseen asennetaan tiivissaumakate, poimulevykate ja konesaumakate, ja pohditaan, miten asennusta voitaisiin sen eri vaiheissa nopeuttaa. Työmenekien avulla selviää eri katteiden asennustöiden kestot. Näin saadaan vastaus työn päätutkimuskysymykseen, mikä tutkittavista vesikatteista on nopein asentaa asuinkerrostaloon. Työn kestojen perusteella työssä vertaillaan katteita eri työvaiheisiin kuluvien aikojen perusteella. Tutkimuksen perusteella asuinkerrostalon vesikatteeksi on Ratu-korttien mukaisten työmenekien perusteella nopein asentaa tiivissaumakate.

Päätutkimuskysymyksen lisäksi työssä selvitetään esitettyjen asennustyövaiheiden perusteella, miten bitumi- ja peltikatteiden asennukset eroavat toisistaan. Tutkimuksen loppupuolella esitetään myös, miten vesikatteiden asennusnopeuksia voitaisiin lisätä. Mahdollisiin nopeutuskeinoihin käytetty aineisto on saatu asiantuntijahaastatteluista. Näiden nopeutusten perusteella työssä esitetään arvioidut pienennetyt työmenekit vesikatteiden eri asennusvaiheissa, ja näiden työmenekien perusteella saadaan arvioidut nopeutuksista johtuvat pienennetyt työnkestot.

Työn lopussa esitetään vielä saadut tulokset, eli mikä vesikate on nopein asentaa asuinkerrostaloon Ratu-korttien mukaisten työmenekien perusteella, ja miten se eroaa tilanteesta, jossa työn kestot on laskettu pienennetyillä työmenekeillä. Tutkimuksen perusteella asennustyötä nopeuttavien toimenpiteiden jälkeen nopeimmin asuinkerrostaloon asennettava vesikate on tiivissaumakatteen sijaan poimulevykate. Tutkimuksen liitteenä esitetään sekä Ratu-korttien mukaisilla että pienennetyillä työmenekeillä saadut työn kestot erikokoisilla työryhmillä.

Avainsanat: Vesikate, tiivissaumakate, bitumikermikate, poimulevykate, konesaumakate, ohutlevykate, peltikate, asennusnopeus, asennusvaiheet, asuinkerrostalo

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Kiitos kandidaatintyötäni ohjanneelle Hannu Koskelle hyvästä ohjauksesta ja palautteesta koko kirjoitusprosessin ajan. Lisäksi kiitos asiantuntijahaastatteluista Kemin kaupungin rakennusmestari Kari Utriaiselle sekä Kemin Kate Oy:n työpäällikkö Tomi Kinuselle. Sekä asiantunteva kandidaatintyön ohjaaja että paljon uusia näkökulmia tuoneet haastattelut mahdollistivat työn onnistumisen.

Tampereella, 5.1.2020.

Milja-Maria Kittilä

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Työn tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	1
1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus	2
2. ASUINKERROSTALOJEN VESIKATTEET	3
2.1 Vesikaton tehtävä	3
2.2 Yleisimmät vesikatetyypit asuinkerrostaloissa	3
2.2.1 Peltikatteet	4
2.2.2 Bitumikatteet	5
3. TIIVISSAUMAKATE	7
3.1 Asennusvaiheet	7
3.2 Työmenekit ja asennusnopeuteen vaikuttavat tekijät	9
3.3 Asennusnopeuden lisääminen	10
4. KONESAUMATTU PELTIKATE JA POIMULEVYKATE	13
4.1 Asennusvaiheet	13
4.1.1 Konesaumattu peltikate	13
4.1.2 Poimulevykate	15
4.2 Työmenekit ja asennusnopeuteen vaikuttavat tekijät	17
4.3 Asennusnopeuden lisääminen	18
5. TULOKSET	21
5.1 Vertailtavien vesikatteiden asennusten työn kestot	21
5.2 Vesikatteiden asennusnopeuden lisääminen	21
6. YHTEENVETO	23
LÄHTEET	25
LIITE A: TYÖMENEKKIEN LASKENTA	

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Asuinkerrostaloissa yleisimmin käytettyjä vesikatteita ovat tiivissaumakatteet ja peltikatteen. Nämä katetyypit eroavat toisistaan muun muassa asennustyövaiheissaan. Sekä bitumi- että peltikatteiden asentamisprosesseissa on erilaisia työvaiheita ja -tekniikoita, joihin huomiota kiinnittämällä voidaan saada aikaan asennustyön merkittäviäkin nopeuksia. Nopeuttamalla vesikatteen asennusta asuinkerrostalotyömaalla järkevin keinoin voidaan vaikuttaa vesikatetyön lisäksi myös muun rakennusprosessin sujuvuuteen sekä urakan taloudellisiin kustannuksiin.

Vesikatteiden asennusnopeuksia bitumi- ja peltikatteilla tutkimalla voidaan selvittää, mitkä asiat vaikuttavat asennusnopeuteen eri katetyypeillä, ja miten ja kuinka paljon nopeutta voidaan lisätä erilaisilla toimenpiteillä. Vesikatteiden asennustöiden nopeuksia pohdittaessa on syytä kuitenkin harkita, kuinka paljon asennustyötä voidaan nopeuttaa, ja onko nopeutusten tekeminen ylipäättään mahdollista ilman, että työn laatu kärsii.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ja vertailla bitumi- ja peltikatteiden asennusnopeuksia. Tutkimuksessa keskitytään bitumikatteissa tiivissaumakatteeseen ja peltikatteissa konesauma- ja poimulevykatteisiin.

Työn päätutkimuskysymys on, mikä tutkittavista vesikatteista on nopein asentaa asuinkerrostaloon. Lisäksi alakysymyksinä työssä selvitetään, miten asennusprosessi etenee bitumikatteella verrattuna peltikatteeseen, mitkä eri tekijät vaikuttavat asennusnopeuteen ja miten asennusnopeutta voitaisiin lisätä.

Työssä keskitytään bitumi- ja peltikatteiden asennuksiin suomalaisilla asuinkerrostalotyömailla. Työssä vertaillaan vesikatteiden asennusvaiheita ja -nopeuksia vesikatteen rungon asennuksesta eteenpäin valmiiseen vesikatteeseen asti.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn toteutus

Tutkimus toteutetaan kirjallisuustutkimuksena, jossa asennusnopeuksia eri katetyypeille lasketaan RATU-kortistosta saatavien työmenekkien avulla. Asennusnopeuksista saadaan konkreettisempi käsitys, kun otetaan kuvitteelliseksi esimerkkikohteeksi 8-kerroksinen asuinkerrostalo, jonka kattopinta-ala on 1000 m² ja katon kaltevuus 1:7. Läpivientejä katolle asennetaan kahdeksan kappaletta, joista kaksi tehdään savupiippuja varten.

Työmenekkien laskemiseen käytetään aikataulukirjan 2016 mukaisia yksiköitä (Aikataulukirja 2016, 2015). Työmenekit lasketaan työryhmille, joihin kuuluu 1–4 rakennusammattimiestä (RAM). Työssä lasketaan työnkestot työntekijätunteina (tth) ja työvuoroina (tv), kun kohteeseen asennetaan tiivissaumakate, poimulevykate ja konesaumakate, ja pohditaan, miten asennusta voitaisiin sen eri vaiheissa nopeuttaa.

Kirjallisista lähteistä kerättävää tietoa täydennetään asiantuntijahaastatteluilla, sillä ei ole olemassa suoraa kirjallisuuslähdettä, josta selviäisi miten asuinkerrostalojen vesikatteiden asennusvaiheita voitaisiin nopeuttaa. Työssä lähteenä käytetään Kemin kaupungin rakennusmestarin Kari Utraisen ja Kemin Kate Oy:n työpäällikkö Tomi Kinnusen näkemyksiä tutkittavien katteiden asennuksien nopeutuksesta. Kirjallisuuslähteitä tutkimukseen saadaan RATU-korttien lisäksi muun muassa vesikatetuotteita valmistavien ja vesikatteita rakentavien yritysten julkaisuista.

2. ASUINKERROSTALOJEN VESIKATTEET

2.1 Vesikaton tehtävä

Kattoliiton mukaan vesikatto määritellään seuraavasti: ”Vesikatto on kokonaisuus, joka erottaa rakennuksen ylimmän kerroksen ja ulkoilman toisistaan” (Kattoliitto 2007, s. 6). Hyvin tehty vesikatto on tärkeä osa toimivaa rakennuskokonaisuutta, sillä vesikaton tehtävänä on suojata rakennusta sääilmiöitä, kuten lunta ja vesisateita, vastaan eli vesikaton tulee olla vesitiivis. Vaikka vesikaton tärkein tehtävä on suojata rakennusta, on hyvä huomata myös, että vesikatto on tärkeä osa rakennuksen arkkitehtuurillista kokonaisuutta ja se määrää paljolti rakennuksen ulkoista olemusta (Hengitysliitto 2019).

Vesikatto koostuu useasta elementistä, joiden tulee toimia yhdessä katteen toimivuuden takaamiseksi. Näihin elementteihin katsotaan kuuluvaksi kantavat rakenteet, ilman- ja höyrynsulut, lämmöneriste, mahdollinen tuuletustila, vedeneriste, vedeneristeen alusrakenne, vedenpoisto, läpiviennit sekä muut kattoon liittyvät rakenteet (Kattoliitto 2007, s. 6). Tässä tutkimuksessa keskitytään vedeneristeiden eli vesikatteiden asennusnopeuksiin. Bitumikattojen osalta tutkimuksessa selvitetään asennusnopeuksia kermien eli bitumikaton vesitiiviin pintakerroksen (Rakentaja.fi 2019) ja läpivientien, kuten hormien ja kattoluukkujen, asennuksissa. Peltikatteissa tutkitaan peltien ja läpivientien asennusnopeuksia.

2.2 Yleisimmät vesikatetyypit asuinkerrostaloissa

Yleisimmin asuinkerrostalojen vesikatetyypeinä käytetään pelti-, bitumi- ja tiilikatteita. Vesikatetyypin valintaan asuinkerrostaloissa vaikuttavat muun muassa katon kaltevuus, käytettävät alusrakenteet, rakennusalueen kaavoitus ja aluetta koskevat rakennusmääräykset. (Kattoremonttipro) Kaavoitus voi sisältää määräyksiä esimerkiksi katon kaltevuudesta, kattotyypistä tai katon materiaalista. Rakennusalueen kaavoituksessa kaltevuusvaatimus esitetään yleisimmin joko aste- tai suhdelukuna. Yleisimmin kaavassa on määrätty asuinkerrostalon kattotyypiksi harja-, lape- tai tasakatto. (Helsingin kaupunki 2009, s. 32) Vesikatetyypin valittaessa on syytä ottaa huomioon myös katteeseen rakentamisen ja käytön aikana kohdistuvat rasitukset. Tämän lisäksi kattorakenteiden tiiveys, ääneneristävyys ja asennusnopeus vaikuttavat kattotyypin valintaan. (Kattoliitto 2007, s. 11, 37)

2.2.1 Peltikatteet

Peltikatteiden yleisyydelle asuinkerrostaloissa on monta syytä, muun muassa sen helpoitus ja pitkäikäisyys (Kattoremonttipro). Peltikatteen käyttöikä vaihtelee 30 vuodesta jopa 60 vuoteen (RT 85-10738 2000, s. 12). Peltikate on myös kevyt materiaali, ja peltikatteen voi muokata yksilöllisesti kuhunkin rakennukseen ulkonäöllisesti sopivaksi koska sen pinnoite- ja värivalikoimat ovat runsaat (Kattoliitto 2007, s. 50).

Peltikatteet voidaan jaotella profiilipeltikatteisiin ja rivipeltikatteisiin. Profiilipeltikatteisiin kuuluvat poimu-, pystysauma- ja muotolevykatteet ja rivipeltikatteisiin konesaumapeltikatteet ja sileästä ohutlevystä valmistettavat katteet. Tässä työssä tutkitaan peltikatteiden asennusnopeuksia asuinkerrostaloon kuvan 1 mukaisilla konesaumakatteilla sekä poimulevykateilla. Peltikatteiden materiaalina käytetään yleensä pinnoitettua ja kuumasinkittyä teräsohutlevyä. Valittaessa kohteen vesikatteeksi peltikate tulee suunnittelussa ottaa huomioon myös teräksen lämpöliikkeet lämpötilan vaihdellessa (Kattoliitto 2007, s. 50). Teräsohutlevyjä, joita peltikatteissa käytetään, valmistetaan muun muassa kuparista, alumiinista, sinkistä ja ruostumattomasta teräksestä (RT 85-11158 2014, s. 5).



Kuva 1. Konesaumattu peltikate kerrostalorakennuksessa (Rakennuspelti H.Turpeinen Oy 2013).

Peltikatteiden käyttöä rajoittaa katon kaltevuus, sillä peltikatetta ei voida asentaa liian loiville katoille. Esimerkiksi tiilikuvioisen peltikatteiden vähimmäisasennuskaltevuus on 1:5 ja lukkosaumakatteiden 1:8. Muista peltikatteista poiketen konesaumakate on peltikate, joka voidaan asentaa myös loivemmille katoille. Konesaumakatteiden vähimmäisasennuskaltevuus on 1:10. (RT 85-11253 2017, s. 2)

2.2.2 Bitumikatteet

Bitumikatteen vahvuuksia ovat sen tiiveys ja työstettävyys, minkä vuoksi se sopii myös monimuotoisiin kattoihin. Bitumikatetta voidaan käyttää lisäksi jyrkillä katoilla, ja se on kevyt ja äänetön materiaali. (Kattoliitto 2007, s. 41) Nykypäivän huopakatteet ovat bitumikatteita, joissa bitumina toimii muun muassa elastisuudeltaan erinomainen kumibitumi. (Kerabit 2019a) Bitumikate voidaan toteuttaa bitumikattolaattakatteena (palahuopakate), kolmiorimakatteena tai tiivissaumakatteena (Kattoliitto 2007, s. 43–46).

Tässä työssä perehdytään bitumikattojen osalta kuvan 2 mukaisiin tiivissaumakatteisiin. Tiivissaumakate on bitumikermikaistoista koostuva kate (RT 85-10799 2003, s. 2). Tiivissaumakatteen vähimmäisasennuskaltevuus on yleensä 1:6 ilman aluskermiä ja aluskerman kanssa 1:10 (RT 85-10894 2007, s. 2). Itseliimautuvaa tiivissaumakatetta voidaan käyttää jopa katoilla, joiden kaltevuus on 1:20. Tiivissaumakatteessa aluskermiä käytetään yleensä vain katon sisätaitteissa. (Kattoliitto 2007, s. 37, 46)



Kuva 2. Tiivissaumakate kerrostalorakennuksessa (Kerabit 2019b).

Bitumikatteiden yhteydessä puhutaan usein kermeistä. Kermi on vesikatteen pintamateriaali bitumikermikatteissa, ja sen tehtävänä on estää veden pääsy syvemmälle katteeseen. (Rakentaja.fi 2019) Bitumikermikatteisiin asennetaan yleensä sekä pohja- että pintakermi. Aluskermi asennetaan vesikatteen alimmaiseksi kerrokseksi. Pintakermi puolestaan asennetaan päällimmäiseksi kermiksi vesikattoon suojaamaan alempia kerroksia. (RT 85-10799 2003, s. 2)

Bitumikatetyyppeä valittaessa tulee ottaa huomioon katon kaltevuus, sillä kaikki bitumikatetyypit eivät sovellu kaikille kattokaltevuuksille, vaan bitumikatetyypeille on olemassa minimiasennuskaltevuudet. Käyttämällä bitumikatteessa aluskermiä voidaan bitumikate asentaa hieman loivemmille katoille (RT 85-11253 2017, s. 2).

3. TIIVISSAUMAKATE

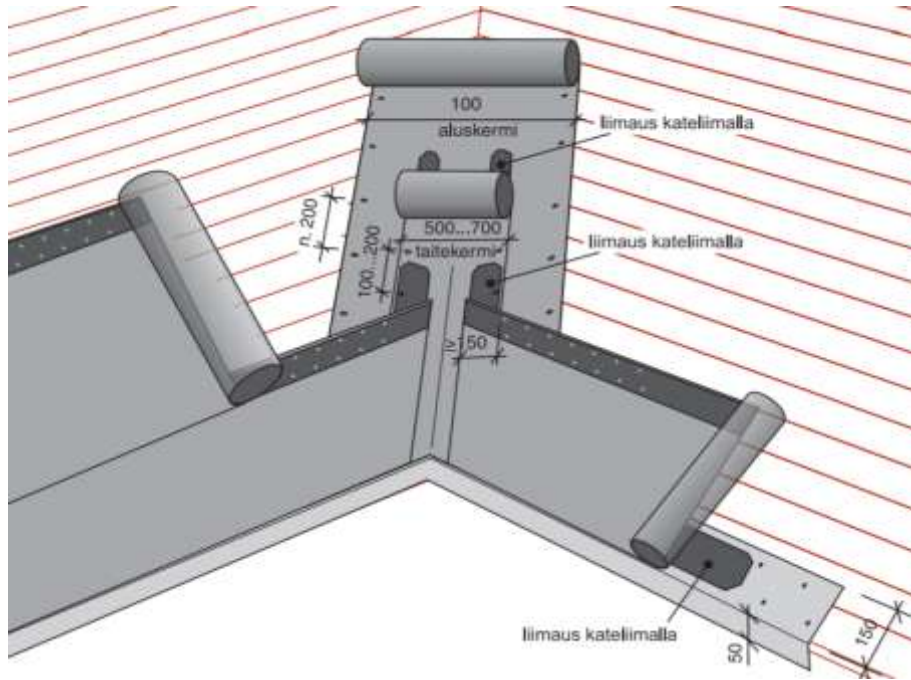
3.1 Asennusvaiheet

Tiivissaumakatteen pääasennusvaiheet ovat:

- (Puurunkotyö)
- Aloittavat työt
- Kermikatetyö
- Yksityiskohtien asennukset: harja, sisätaitteet (jiirit), räystäät ja läpiviennit
- Lopettavat työt

Puurunkotyövaiheeseen kuuluu vesikaton alusrakenteen valmistus, aluskatteen laudoitus, telinetyöt ja näitä töitä avustavat työt. (R1206-S 2003, s. 2, 22) Tiivissaumakatteen aluslaudoitukseksi soveltuu esimerkiksi raakaponttilaudoitus (Kerabit 2018, s. 1). Tässä tutkimuksessa keskitytään tiivissaumakatteen asennusprosessiin puurunkotyön jälkeen.

Kermikatetyöhön kuuluu alus- ja pintakermien asennus laudoituksen päälle sekä kermin asennusta avustavat työt. Aluskermiä tiivissaumakatteessa käytetään vain vesikatteen sisätaitteissa kuvan 3 mukaisesti. Myös asennus aloitetaan tiivissaumakatteessa sisätaitteista, jolloin aluskermi asennetaan sisätaitteisiin naulaamalla kermin reunoista aluslaudoitukseen. (RT 85-10894 2007, s. 8) Lisäksi tiivissaumakatteetta tehtäessä laudoituksen päälle suositellaan asennettavaksi alaräystäiden kohdalle tippapellit (Ratu 0431 2009, s. 9).

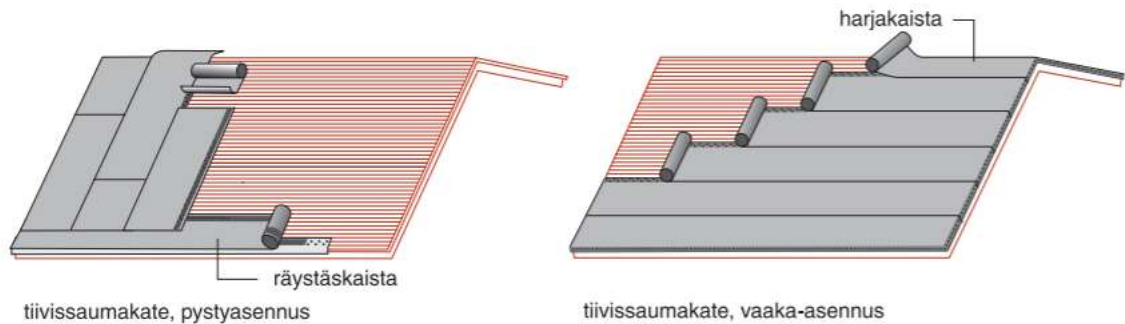


Kuva 3. Tiivissaumakatteen asennus aloitetaan vesikatteen sisätaitteesta (RT 85-10894 2007, s. 11).

Sisätaitteisiin asennettavien aluskermien asennuksen jälkeen voidaan siirtyä pintakermin asennukseen. Esimerkiksi kaltevan tiivissaumakatteen pintakerminä suositetaan rullakermejä, kuten kuituvahvistettua kumibitumikermiä tai puhalletusta bitumista valmistettuja rullakermejä (R1206-S 2003, s. 15). Bitumikermin asennuksessa on tärkeää huomata, että kermien tulisi antaa oieta ulkolämpötilasta riippuen noin 1–4 tuntia. Kun kermit aukaistaan rullalta ja asetetaan oikeenomaan ajoissa, vältetään niiden asennuksen jälkeinen poimuttuminen. (Kerabit 2018, s. 1)

Tiivissaumakatteessa käytettävät bitumikermit voidaan jakaa itseliimautuviin, liimattaviin ja hitsattaviin bitumikermeihin. Itseliimautuvat bitumikermikaistat painetaan kiinni toisiinsa kaistojen reunoilla olevista liimapinnoista. Tämän lisäksi itseliimautuvat kermit tulee kuitenkin naulata tai ruuvata kiinni saumojen kohdalta. (Kattoliitto 2007, s. 46). Kermikatteilla kiinnikkeet valitaan vesikatteen alusrakenteen mukaan (RT 85-10851 2005, s. 7). Liimattavissa bitumikermeissä voidaan liimaukset tehdä niin sanottuna kylmäbitumiliimauksena, jolloin bitumikermien reunat liimataan toisiinsa kumibitumiliimalla ilman tulityötä. Kylmäbitumiliimaus varmistaa saumojen vesitiiviuden. Kuumabitumiliimaus on tulityötä, joten jos kermit liimataan kuumabitumiliimauksena, työntekijöillä on oltava voimassa olevat tulityökortit. Tiivissaumakate voidaan kiinnittää myös hitsaamalla, joka on kuumabitumiliimauksen tavoin tulityönä tehtävä asennus. (Kattoliitto 2007, s. 46) Sekä kuumabitumiliimaus että hitsaus ovat niin kutsuttua kuumaliimatekniikkaa. Kuumaliimatekniikoita pyritään välttämään tiivissaumakatteiden asennuksissa, sillä tulityöt tuovat

mukanaan aina myös tulipaloriskin. Tiivissaumakatteessa pintakermit asennetaan kuvan 4 mukaisesti pysty- tai vaakasuunnassa siten, että pintakermien asennus aloitetaan pääty- tai alaräystäältä. Kermit limitetään tämän jälkeen toisiinsa noin 100 mm matkalta ja kiinnitetään saumoista. (RT 85-10894 2007, s. 8)



Kuva 4. Tiivissaumakatteen asennusvaihtoehtoja (RT 85-10894 2007, s. 8).

Katon harja peitetään bitukermikaistalla, joka on leveydeltään puolet käytettävästä rulla-kermistä. Räystäillä tippapeltien päälle tulee myöskin asentaa bitumikermitkaista. Jos kohteessa ei käytetä tippapeltejä, räystäät viimeistellään pyöristämällä katekermit kateen räystääreunan mukaisesti. (RT 85-10894 2007, s. 8)

Erytishuomiota tiivissaumakatteen asennuksessa vaatii harjan, sisätaitteiden ja räystäiden lisäksi vesikatteen kohdat, joihin asennetaan läpivientejä. Läpiviennit tulee tiivistää, ja yleensä se tapahtuu kiinnittämällä kumiset läpivientitiivisteet alustaan mekaanisesti. Tämän lisäksi läpivientien kohdalla bitumikermit leikataan läpivientikohtiin sopiviksi, ja liimataan koko läpiviennin laippa tiiviisti. Viimeisenä vaiheena läpivientien tiivistyksessä on katon harjalla sijaitsevan piipun tiivistys. (RT 85-10894 2007, s. 11–12) Läpivientien tiivistämiseen bitumikatteilla käytetään yleensä bitumia tai bitumikittiä (RT 85-10851 2005, s. 11).

3.2 Työmenekit ja asennusnopeuteen vaikuttavat tekijät

Asennukseen kuluvan ajan määrittämiseksi tiivissaumakatteelle esimerkkikohteessa voidaan laskea alusrakenteen asennuksen jälkeinen asennusnopeus Ratu-ohjeiden antamien työmenekkien perusteella. Ratu 0431 -ohjeen mukaan työmenekit lasketaan työvaiheittain, jolloin vesikatteen asennus jaetaan aloittaviin töihin, vesikaton vedeneristykseen eli katetyöhön, yksityiskohtien asennukseen ja lopettaviin töihin. Aloittavat työt Ratu-ohjeessa tarkoittavat esimerkiksi materiaalien siirtoa työkohteeseen. Katetyöhön

kuuluu alus- ja pintakermin asennus. Yksityiskohdilla tarkoitetaan läpivientien tiivistyksiä, ylösnostoja, sisätaitteiden eli jiirien, ja harjan tekoa. Yksityiskohdissa otetaan huomioon näiden osien asennus sekä alus- että pintakermiin. Lopettavat työt tarkoittavat muun muassa työskentelyalueen siivousta. (Ratu 0431 2015, s. 1)

Bitumikatteen asentamisen työmenekit riippuvat aloittavien ja lopettavien töiden osalta kattopinta-alasta. Esimerkkikohteessa käytetään työmenekkejä, jotka on laskettu pinta-alaltaan yli 300 m²:n katolle. Lisäksi Ratu-ohjeessa bitumikatteen menekkien laske-
miseksi 1000 m²:n katolle on määritelty suoritemäärän vaikutuksen huomioiva suorite-
määräkerroin 1,0, jolla kerrotaan kaikki laskettavat työmenekit. Suoritemäärän vaikutus
vaihtelee siten, että alle 500 m²:n katoilla suoritemääräkerroin on 1,1, josta kerroin laskee
tasaisesti sitä mukaa, kun työstettävä alue kasvaa. Yli 2000 m²:n katoilla kerroin on enää
0,9. (Ratu 0431 2015, s. 4)

Bitumikatteen asentamisen työmenekit on Ratu-ohjeessa määritelty sen mukaan, kiinni-
tetäänkö kermit vain saumoistaan ja pisteliimauksella vai kauttaaltaan. Esimerkkikoh-
teessa kermit kiinnitetään pisteliimauksella ja vain saumoista. Bitumikatteen työmenekit
esimerkkikohteelle on laskettu liitteessä A ja tulokset esitetty taulukossa 1.

Bitumikermikatteen työmenekkeihin ja sitä myötä asennuksen nopeuteen vaikuttavia
muuttujia ovat myös työn ja työmaan toiminnallisten asioiden kuten kulkuväylien, mate-
riaalien siirtojen ja nostojen sekä kuljetusetäisyyksien huolelliset suunnitelmat. Tämän
lisäksi myös työryhmän kokemus ja koko vaikuttavat asennusnopeuteen. (Ratu 0431
2015, s. 4–5) Osana suunnitelmia otetaan huomioon myös vesikatteen asennusta edel-
tävien työvaiheiden, kuten runkotöiden vaikutus katteen asennukseen. Vesikatetyön
aloittavia töitä nopeuttaa kohteen siisteys vesikatteen asennuksen alkaessa. Jos alus-
laudoitukselle on päässyt roskaa tai työskentelyalue on muuten jätetty siivoamatta, ka-
tetyöntekijöillä kuluu aikaa työmaan siistimiseen ennen varsinaisen asennuksen aloi-
tusta. (Utriainen 2019)

3.3 Asennusnopeuden lisääminen

Tässä luvussa esitetään, miten bitumikatteen asennusnopeutta voitaisiin lisätä asuinker-
rostalotyömailla. Asennusnopeuksien lisäämiseen ei ole olemassa valmiita ratkaisuja,

mutta tutkimuskysymystä pohtimalla voidaan hakea erilaisia vaihtoehtoja työmenekkien vähentämiseen.

Aloittavia töitä voitaisiin nopeuttaa tiivissaumakatteella Kemin Kate Oy:n työpäällikkö Tomi Kinnusen asiantuntijahaastattelun mukaan erityisesti nostojen ja siirtojen suunnittelulla. Nopeimpana nostolaitteena asuinkerrostalotyömaalla toimii torninosturi. Tiivissaumakatteen asennuksessa bitumikermi kannattaa nostaa suoraan harjalle, josta ne on helppo rullata auki suoraan siihen kohtaan, johon ne asennetaan. Näin vältetään turhilta käsinsiirroilta. (Kinnunen 2019) Työn suunnittelua painottaa myös Kemin kaupungin rakennusmestari Kari Utriainen, jonka mukaan aloittavissa töissä bitumikermien varastointi työmaalla voi lisätä työmenekkiä, jos bitumikermejä joudutaan siirtelemään paikasta toiseen työmaa-alueella tai jopa työmaa-alueen ulkopuolelta välivarastosta työmaa-alueelle. Kun kermit ja tavarat tuodaan työmaa-alueelle vasta, kun itse kermikatetyö on alkamassa, vältetään turhilta käsinsiirroilta ja välivarastoinneilta. Kun tavarantoimituksesta sovitaan tarkka aikataulu, kermit saadaan vietyä suoraan paikalleen, ja toisaalta katetyöntekijät välttävät turhalta tavarantoimitukselta, kun aikataulu on tarkkaan suunniteltu. (Utriainen 2019)

Liitteen A laskelmien mukaan bitumikatteen asennuksessa suurin työmenekki koostuu alus- ja pintakermin asennuksesta. Esimerkkikohteen työmenekit bitumikermikatteelle laskettiin työryhmälle, joka koostui kahdesta rakennusammattimiehestä. Katetyöhön kuluva aika bitumikatteella voitaisiin saada pienemmäksi lisäämällä työntekijöiden määrää esimerkiksi kahdesta rakennusammattimiehestä neljään.

Ratu F41-0367 -kortin mukaan ammattitaito ja työkokemus sekä rakennusammattimiehillä että työnjohdolla pienentävät työmenekkiä. Työmenekkiä vähentää myös työryhmän kokemus monenlaisista kohteista. Näiden asioiden lisäksi työnjohdon läsnäolo työmaalla mahdollisimman usein nopeuttaa työntekoa. (Ratu F41-0367 2010, s. 4)

Työryhmän kokemus vaikuttaa myös siihen, mitä tekniikkaa bitumien kiinnitykseen kannattaa käyttää. Esimerkiksi kuumatekniikoista hitsaus on tekniikka, joka vaatii ammattitaitoa, ja kokemattomalla työryhmällä parempi vaihtoehto voisi olla kuumabitumiliimaus eli bitumikeittimen käyttö. Kuumabitumiliimauksessa bitumi lämmitetään keittimessä ja kaadetaan katolla kannusta kiinnitettävään kohtaan. (Kinnunen 2019) Voisi siis todeta, että asennusnopeuden optimoimiseksi käytetään mahdollisimman kokenutta työryhmää ja tekniikkana helpompaa kuumabitumiliimausta. Läpivientien asennuksen nopeuttamiseksi kannattaa käyttää yksityiskohtaisen pisteliimauksen sijaan myös bitumikannulla

työskentelyä, jolloin läpiviennit kiinnitetään kaatamalla bitumia kannusta kauttaaltaan liimattaviin kohtiin (Kinnunen 2019).

Lopettavien töiden nopeuttamisen kannalta merkittävää on tarvittavan bitumikermimäärän tarkka laskenta työn suunnitteluvaiheessa. Vaikka ylimääräistä bitumikermiä voidaan varastoida ja käyttää myöhemmin toisella työmaalla, työmenekki vähenee, kun ylimääräisiä kermejä ei tarvitse siirrellä lopettavien töiden aikana enää takaisin katolta varastoon. (Utriainen 2019) (Kinnunen 2019)

Seuraavaksi voidaan arvioida, kuinka paljon nämä toimenpiteet eri työvaiheissa voisivat vähentää tiivissaumakatteen työmenekkejä. Pienennetyillä työmenekeillä voidaan laskea, kuinka paljon tiivissaumakatteen asennukseen kuluva aikaa voitaisiin saada pienennettyä yllä kuvatuilla keinoilla.

Arvioidut pienennetyt työmenekit tiivissaumakatteen asennustyölle ovat esitettynä taulukossa 1.

Taulukko 1. Tiivissaumakatteen työmenekit ja arvioidut pienennetyt työmenekit.

Työn osa	Ratu-ohjeesta saatu työmenekki	Työmenekkiä oletettavasti pienentävät toimenpiteet	Arvioitu pienennetty työmenekki
Aloittavat työt	0,015 tth/m ²	Bitumikermien nosto suoraan harjalle, ei kermien välivarastointia työmaa-alueella tai sen läheisyydessä.	0,011 tth/m ²
Katetyö	Aluskermi 0,028 tth/m ² Pintakermi 0,046 tth/m ²	Erittäin kokenut työryhmä, kermit kiinnitetään kuumabitumiliimauksella.	Aluskermi 0,026 tth/m ² Pintakermi 0,044 tth/m ²
Yksityiskohdat	Läpiviennit 0,50 tth/kpl Ylösnotot, jiirit, harja 0,05 tth/jm	Bitumikannun käyttö läpivientien kiinnityksessä.	Läpiviennit 0,48 tth/kpl Ylösnotot, jiirit, harja 0,05 tth/jm
Lopettavat työt	0,008 tth/m ²	Oikea määrä kermiä, ei poisvientejä.	0,004 tth/m ²

Pienennetyillä työmenekillä ja erikokoisilla työryhmillä saadut työn kestot on esitetty liitteessä A sekä luvussa 5. Ratu-kortista saaduilla työmenekkien perusarvoilla lasketuna työvuoroja kuluisi kahden hengen työryhmällä tiivissaumakatteen asennukseen 5,4 ja kahdella kahden hengen työryhmällä 2,7. Asennuksen eri vaiheiden nopeuttamisen jälkeen kahden hengen työryhmällä tiivissaumakatteen asennukseen kuluisi 4,8 työvuoroa ja kahdella kahden rakennusammattimiehen työryhmällä 2,4 työvuoroa.

4. KONESAUMATTU PELTIKATE JA POIMULEVYKATE

4.1 Asennusvaiheet

Seuraavaksi kuvataan asuinkerrostaloissa yleisesti käytettyjen peltikatteiden, sekä konesauma- että poimulevykatteiden pääasennusvaiheet. Pääasennusvaiheiden avulla voidaan myöhemmin laskea työmenekit näille ohutlevykatteille. Konesaumattun peltikatteen ja poimulevykatteen pääasennusvaiheet ovat:

- Aloittavat työt
- Katetyö
- Yksityiskohtien asennukset; harjat, sisätaitteet (jiirit), piippujen ja hormien ylösnostot
- Lopettavat työt

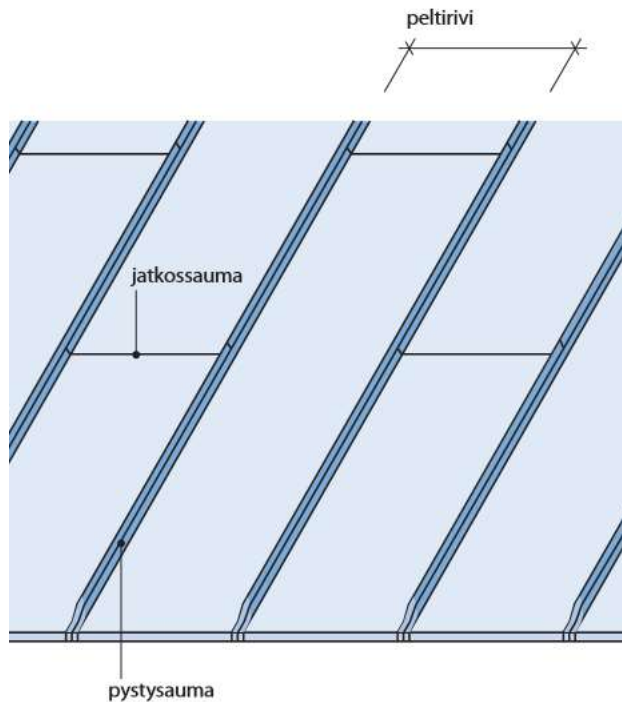
4.1.1 Konesaumattu peltikate

Konesaumattu peltikate saumataan koneellisesti kaksinkertaisin saumoin, jotka lisäksi käsitellään tiivistysaineella. (RT 85-11158 2014, s. 2) Konesaumakate on täysin vesitiivis, sillä saumojen ansiosta katepelteihin ei tarvitse tehdä reikiä (Penninkangas 2018). Konesaumakatteen yksityiskohdat, esimerkiksi läpiviennit, tehdään kuitenkin käsin. Konesaumattun peltikatteen minimiasennuskaltevuus on 1:10 (RT 85-11158 2014, s. 2).

Konesaumakatteen alusrakenteena toimii yleensä aluslaudoitus. Konesaumakatteessa käytetään yleensä myös aluskatetta, mutta sen käyttö ei ole saumakatteissa pakollista. Jos aluskatetta käytetään, saumatuissa katteissa suositellaan käytettäväksi diffuusioavointa aluskatetta. Diffuusioavoimella aluskatteella tarkoitetaan aluskatetta, joka läpäisee hyvin vesihöyryä, mutta huonosti ilmaa ja vettä. (RT 85-11158 2014, s. 2, 4–5) Aluskatteen asennuksen yhteydessä asennetaan myös läpiviennit (Ratu F41-0352 2009, s. 7).

Konesaumakatteen pääasennusvaiheet voidaan jakaa aluskatteen asennuksen jälkeen katetyöhön ja yksityiskohtiin, kuten katepeltien asennukseen harjalle, sisäjiirien tekoon ja piippujen ja hormien ylösnostoihin (Ratu F41-0352 2009, s. 3). Konesaumatussa pel-

tikatteessa peltien materiaali voi olla esimerkiksi teräs, alumiini tai kupari. Katteen asennukseen tulee käyttää kiinnikkeitä, joiden materiaali on sama kuin katteen. (RT 85-11158 2014, s. 4–5, 8) Pellit kiinnitetään toisiinsa pääsääntöisesti saumaamalla. Saumaamiseen voidaan käyttää saumarissaa, saumarautaa tai sähkökäyttöistä saumakonetta. (Ratu 0412 2015, s. 12) Käytettäessä katepeltien materiaalina ruostumatonta terästä, pystysaumot voidaan kuitenkin tehdä myös hitsaamalla (RT 85-11158 2014, s. 8).



Kuva 5. Konesaumakatteen yksityiskohtia (RT 85-11158 2014 s. 2).

Kuvan 5 mukaisesti pystysaumakatteessa on erilaisia saumoja. Jatkossaumat ovat katepeltien pituussuuntaisia kohtia, joissa pelti vaihtuu, ja pystysaumot peltirivien, pystysuuntaisten katepeltien välisiä saumoja. Pellit kiinnitetään toisiinsa saumaamalla ne toisiinsa kaksinkertaisesti ja tiivistämällä saumat vielä tiivistysaineella. Tiivistysaineena konesaumakatoissa käytetään pursotettavaa massaa tai saumamaalia. (RT 85-11158 2014, s. 6–8) Saumaamisen ja saumojen tiivistyksen jälkeen pellit päätetään eli peltien reunat käännetään ylöspäin. Peltien päättämällä varmistetaan veden valuminen katteella haluttuun suuntaan. (RT 85-11158 2014, s. 11)

4.1.2 Poimulevykate

”Poimulevyllä tarkoitetaan yhteen suuntaan poimutettua poikkileikkaukseltaan säännömukaista metallista katelevyä” (RT 85-10767 2002, s. 1). Poimulevykatteen minimiasennuskaltevuus on 1:7 ja se voidaan asentaa tarvittaessa myös kantavaksi rakenteeksi (RT 85-10767 2002, s. 1) (Kattoremontti pro).

Poimulevykatteen pääasennusvaiheet alusrakenteen asennuksen jälkeen ovat katteen asentaminen, läpivientien asentaminen, suojafelttien asentaminen ja tiivistysten tekeminen. Alusrakenteena poimulevykatteella toimii umpi- tai harvalaudoitettu puualusta tai metallialusta. (Ratu 1205-S 2003, s. 24)

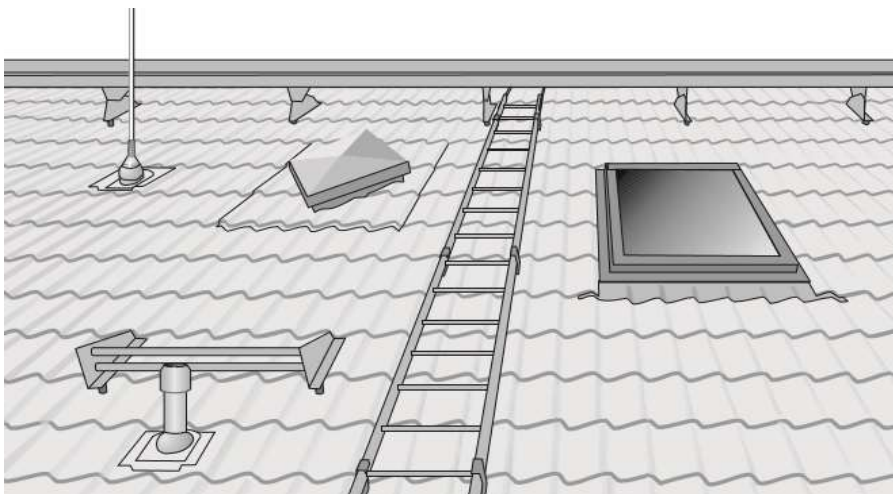
Aluskate on osa katon alusrakennetta (Ratu 1205-S 2003, s. 30). Aluskate on vesikatteen alle ja samalla lämmöneristeen alapuolelle asennettava kerros, jonka tehtävänä on suojata kattorakennetta kosteudelta (Ormax). Poimulevykatteessa tulee aina käyttää aluskatetta (Kattoliitto 2007, s. 51). Poimulevykatteen aluskatteen materiaalina voidaan käyttää vesikatteille tarkoitettua kuituvahvistettua muovia, vaneria, lautaa tai bitumihuopaa (Ratu 1205-S 2003, s. 24). Aluskatteen päälle osana alusrakennetta asennetaan peltikatteilla myös puiset ruoderimat, jotka muodostavat kuvan 6 mukaisen ruoderistikon. Varsinainen vesikate, eli tässä tapauksessa poimulevyt, voidaan asentaa ruoderistikon päälle. (Poimukate.fi s. 14)



Kuva 6. Poimulevykatteen alusrakennetta: aluskate ja ruoderistikko (Poimukate.fi s. 14).

Alusrakenteen jälkeen tehdään katteen asennustyö eli asennetaan poimulevyt. Poimulevyt kiinnitetään ruoteisiin ampumalla tai ruuveilla, ja lisäksi toisiinsa limittäin. Poimukatelevyjä voidaan leikata peltisaksilla, pistosahalla, nakertajalla tai käsisirkkelillä. (Ratu 1205-S 2003, s. 10–11, 24, 26)

Läpiviennit voidaan asentaa, kun katteen asennustyö on valmis. Muun muassa kuvan 7 kaltaisten läpivientiosien asennukseen kuuluu reikien teko läpivientejä varten ja itse läpivientien asennus (Ratu 1205-S 2003, s. 24). Läpivientien asennukset on hyvä tehdä tehdasvalmisteisilla läpivientitiivisteillä, jolloin läpiviennit saadaan kiinnitettyä aluskatteen oikeaoppisesti. Jos läpivienti asennetaan paikkaan, jossa se on alttiina lumen ja jään valumiselle, läpivienti tulee suojata lumiesteellä. (RT 85-10767 2002, s. 16)



Kuva 7. Erilaisia läpivientiosia, kuten hormiston ja kattoluukun läpivientiosat katteella (RT 85-10767 2002, s. 16).

Suojapeltien asennukset tehdään läpivientien asennuksen jälkeen. Katteen suojapelleillä tarkoitetaan katepeltejä, jotka nimensä mukaisesti suojaavat rakennetta erilaisilta rasitusilta, kuten sateelta ja tuulelta. (RT 80-11202 2016, s. 1) Vesikatteen asennuksen yhteydessä asennettavia suojapeltejä ovat esimerkiksi läpivientejä suojaavat pellitykset, sisätaitteiden pellitykset ja räystäspellitykset (RT 80-11202 2016, s. 3–12).

Poimulevykatteen asennuksessa tehdään vielä lopuksi tiivistykset. Tiivistyksillä varmistetaan katon rakenteiden, kuten harjan ja peltien limitysten vedenpitävyys. Käytettävät tiivistystarvikkeet valitaan muun muassa katon kaltevuuden ja käytettävien läpivientien

mukaan. Erilaisia tiivisteitä ovat esimerkiksi muototiivisteet ja tiivistysnauha. (RT 85-10767 2002, s. 7)

4.2 Työmenekit ja asennusnopeuteen vaikuttavat tekijät

Ratu-ohjeen 0412 (Ratu 0412 2015, s. 4) mukaan voidaan laskea työmenekit erikseen sekä konesaumakatteelle että poimulevykatteelle. Esimerkkikohteessa konesaumakate asennetaan sähkökäyttöisellä saumauskoneella ja poimulevykate ruuveilla, mikä osaltaan vaikuttaa myös työmenekkeihin pienentävästi.

Sekä konesaumakatteen että poimulevykatteen työmenekkien laskemiseksi täytyy Ratu-ohjeen 0412 mukaan eritellä kertoimet, jotka riippuvat katon kaltevuudesta, pinta-alasta ja työryhmän kokemuksesta. Katon kaltevuus otetaan huomioon työmenekkejä laskettaessa kertoimen avulla. Esimerkiksi katoille, joiden kaltevuus on yli 1:2, käytetään suoritemääräkerrointa 1,5. Kerroin pienenee sitä mukaa, kun katto loivenee ja kun kaltevuus on enää 1:6, kerroin on vain 0,95. Tämän ohjeen mukaan esimerkkikohteen 1:7 kaltevuudesta saadaan kerroin 0,95. Myös kattopinta-ala 1000 m² antaa työmenekkien laskentaan kertoimen 0,95. Työryhmän kokemus vaikuttaa työmenekkiin riippuen siitä, ovatko työntekijät 'kokemattomia, keskitasoa vai harjaantuneita'. Lasketaan työmenekki keskitasoiselle työryhmälle, jolloin kerroin on 1,0. (Ratu 0412 2015, s. 4)

Esimerkkikohteen läpivientien ympärysmittojen summa on noin 10 metriä ja suojapeltejä tarvitaan räystäälle ja katteen reunoille yhteensä 140 metriä. Valitaan Ratu-ohjeista työmenekin laskentaan vaihtoehto, jossa katepellit nostetaan katolle noin 50 m² osissa. Tämä lyhentää hieman aloittavien töiden kestoa. Rakennus on yli 6-kerroksinen, joka myös vaikuttaa nostoihin kuluvaan aikaan suurentamalla suoritemääräkerrointa verrattuna matalampiin rakennuksiin (Ratu 0412 2015, s. 4). Esimerkkikohteessa on isoja läpivientejä kaksi kappaletta ja pieniä kuusi kappaletta. Työmenekit konesaumakatteella ja poimulevykatteella eroavat katetyössä. Konesaumakatteelle katetyön työmenekki on 0,1 tth/m² ja poimulevykatteelle 0,045 tth/m². (Ratu 0412 2015, s. 4) Työhön kuluvien aikojen laskennat on esitetty liitteessä A. Liitteen A laskelmien mukaan konesaumakatteen asennukseen kuuluu esimerkkikohteessa Ratu 0412 -kortin mukaan kahden hengen rakennusammattimiehen työryhmällä 9,07 työvuoroa ja poimulevykatteen asennukseen 5,97 työvuoroa. Poimulevykatteen asennus on siis laskelmien mukaan nopeampaa kuin konesaumakatteen asennus.

4.3 Asennusnopeuden lisääminen

Huolelliset suunnitelmat työmaan logistiikkaan, työvaiheisiin ja tarvikkeiden varastointiin vähentävät työmenekkejä (Ratu 0412 2015, s. 5). Työmaa olisi siis hyvä suunnitella siirtojen nopeuttamiseksi niin, että tarvikkeet ovat järjestyksessä ja poissa siirtojen tieltä. Lisäksi tarvikkeet tulisi varastoida siten, että siirtomatkat olisivat mahdollisimman lyhyet. Käsinsiirtojen työmenekki on noin 0,06 tth/siirto, ja esimerkiksi vain 500 m² katolla käsinsiirtoja tarvitaan noin 170, jolloin käsinsiirrot kasvattavat työtuntien määrää 10 tth. Liitteen A laskelmissa arvioitiin 1000 m² peltikaton asennukseen tarvittavien siirtojen määräksi huonolla suunnittelulla 300 käsinsiirtoa. Käsinsiirtojen määrän vähentämisen lisäksi on hyvä kiinnittää huomiota nostoihin, jotka tehdään nosturilla. Nosturiksi kannattaa valita tehokas ja esimerkkikohteen tapauksissa parhaiten korkeille rakennuksille sopiva nosturi. Kuten rakennusammattimiesten, myös nosturikoneen kuljettajan ammattitaito vaikuttaa työhön kuluvaan aikaan. (Ratu 0412 2015, s. 5, 26)

Peltikatteen asennustyön alkaessa pellit kannattaa nostaa työskentelyalueelle torninosturilla. Kuten bitumikermikatteen, myös konesaumakatteen asennusnopeutta voidaan lisätä aloittavien töiden osalta vähentämällä käsinsiirtoja mahdollisimman paljon ja tuomalla pellit suoraan työkohteeseen ilman välivarastointia. Peltien katolla säilyttämisessä on kuitenkin huomioitava työturvallisuus. Katepelleillä on huomattavasti enemmän tuulipintaa kuin bitumikermirullilla, joten peltien säilytystä työkohteessa täytyy tarkastella ensisijaisesti työntekijöiden ja muiden ihmisten turvallisuuden kannalta. (Kinnunen 2019)

Konesaumakate on nopeinta saumata sähkökäyttöisellä koneella (Kinnunen 2019). Peltien asennusnopeutta voidaan lisätä tilaamalla katepellit määrämittäisinä, jolloin niitä ei tarvitse työmaalla enää katkoa ja itse asennustyö ei tästä syystä keskeydy (Kinnunen 2019) (Utriainen 2019). Läpivientien osalta rakennusmestari Utriainen painottaa asiantuntijahaastattelussa asennusnopeuden lisäämisessä piippujen pellityksiä tehtaalla, jolloin työmaalla tehtäväksi jää vain piippujen paikalleen asennukset. Kun pellit tilataan määrämittäisinä, ja niiden määrä on laskettu tarkasti, saadaan myös peltikatteilla lopettaviin töihin kuluva työmenekkiä pienennettyä, kun ylimääräistä katemateriaalia ei tarvitse enää siirtää pois valmiista työkohteesta. (Utriainen 2019) Yleensä hyvin suunnitellun peltikatteen asennuksesta katepeltilevyjä jää yli vain kahdesta kolmeen kappaletta. Lisäksi ylijäänyttä peltiä ei voida hyödyntää toisella katetyömaalla toisin kuin ylijääneitä bitumikermirullia. (Kinnunen 2019)

Seuraavaksi voidaan arvioida pienennetyt työmenekit konesauma- ja poimulevykatteille, kun esimerkkikohteessa toteutetaan yllä kuvatut nopeutukset eri työvaiheisiin. Ohutlevykatteilla Ratu-kortin 0412 mukaan suositeltava työryhmä on yhdestä kahteen rakennusammattimiestä, mutta työn nopeuttamiseksi lasketaan myös työn kestot tilanteessa, jossa nostetaan kahdesta rakennusammattimiehestä koostuvien työryhmien määrä kahteen. Asennustyön nopeuttamiseksi lisätään myös työryhmän työkokemusta. Peltikatteiden kohdalla työmenekien laskemiseksi on määrätty 'kokemuskerroin', joka riippuu työryhmän kokemuksesta. Keskitasoiselle työryhmälle kerroin oli liitteen A Ratu-korttien mukaisten työmenekien laskennassa 1,0, ja harjaantuneelle 0,7. Konesaumakatteen ja poimulevykatteen asennusvaiheiden työmenekit ovat miltei samat, mutta eroa työmenekkeihin tulee katetyövaiheesta. Konesaumakatteen katetyön työmenekki on yli kaksi kertaa suurempi kuin poimulevykatteen. Arvioidut pienennetyt työmenekit molemmille peltikatteille ovat esitettyinä taulukossa 2.

Taulukko 2. Peltikatteiden arvioidut pienennetyt työmenekit.

Työn osa	Ratu-ohjeesta saatu työmenekki	Työmenekkiä oletettavasti pienentävät toimenpiteet	Arvioitu pienennetty työmenekki
Aloittavat työt	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² Tavaran välivarastointi 0,005 tth/m ² Siirrot nosturilla 0,01 tth/m ² Käsinsiirrot 0,06 tth/siirto	Ei välivarastointia, katepellit suoraan katolle. Vähennetään suunnitellulla turhat käsinsiirrot, ideaalitapauksessa vain noin 50 käsinsiirtoa.	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² Tavaran välivarastointi 0 tth/m ² Siirrot nosturilla 0,01 tth/m ² Käsinsiirrot 0,06 tth/siirto
Kate-työ	Konesaumakate 0,1 tth/m ² Poimulevykate 0,045 tth/m ²	Katepellit tilattu määrämittäisinä, ei tarvitse katkoa.	Konesaumakate 0,095 tth/m ² Poimulevykate 0,040 tth/m ²
Yksityiskohdat	Isot läpiviennit: Aukon teko 0,6 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,018 tth/jm	Piippujen pellitykset tehtaalla, työmaalle jää vain asennus paikalleen.	Isot läpiviennit: Aukon teko 0 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,015 tth/jm
Lopettavat työt	0,01 tth/m ²	Peltejä tilattu oikea määrä.	0,008 tth/m ²

Liitteen A ja luvussa 5 esitetyn taulukon 3 mukaan esimerkkitilanteessa konesaumakatteeseen kuuluu Ratu-korttien mukaisilla työmenekkeillä kahdesta rakennusammattimiehestä koostuvalla työryhmällä 9,1 työvuoroa ja kahdella vastaavalla työryhmällä 4,1 työvuoroa. Pienennetyillä työmenekkeillä vastaavilla työryhmillä töiden kestot ovat 5,2 työvuoroa ja 2,6 työvuoroa. Poimulevykatteen asennuksen kestot ovat vastaavilla työryhmillä Ratu-korttien mukaisten työmenekkien perusteella 6,0 työvuoroa ja 3,0 työvuoroa. Pienennetyillä työmenekkeillä poimulevykatteen asennukseen kuulisi yhdellä kahden hengen työryhmällä 3,1 työvuoroa ja kahdella kahden rakennusammattimiehen työryhmällä 1,5 työvuoroa.

5. TULOKSET

5.1 Vertailtavien vesikatteiden asennusten työn kestot

Taulukossa 3 esitetään Ratu-korttien työmenekkien perusteella lasketut työn kestot tutkittaville katetyypeille, sekä työn kestot arvioiduilla pienennetyillä työmenekeillä. Taulukossa on esitettyä myös erikokoisten työryhmien vaikutukset työn kestoon. Taulukossa esitetyt töiden kestot ovat eriteltyinä liitteessä A.

Taulukko 3. Eri vesikatteiden asennusten työnkestot Ratu-korttien perusteella ja pienennettyjen työmenekkien (Ratu-tehostettu) perusteella.

Esimerkkikohteeseen asennettava vesikate	Työn kesto (tv) eri työmenekeillä ja työryhmillä					
	Ratu 1 RAM	Ratu 2 RAM	Ratu 2x2 RAM	Ratu- tehostettu 1 RAM	Ratu- tehostettu 2 RAM	Ratu- tehostettu 2x2 RAM
Tiivissaumakate	10,9	5,4	2,7	9,6	4,8	2,4
Konesaumakate	18,1	9,1	4,1	10,4	5,2	2,6
Poimulevykate	11,9	6,0	3,0	6,1	3,1	1,5

Taulukossa 3 esitettyjen tulosten mukaan asuinkerrostalon vesikatteeksi olisi nopein asentaa erikokoisilla työryhmillä tiivissaumakate. Tapauksessa, jossa kaikki tässä työssä esitetyt työmenekkejä pienentävät toimenpiteet olisi mahdollista toteuttaa, vesikatteista nopein asennettava olisi kuitenkin poimulevykate. Peltikatteen konesaumakate ja poimulevykate ovat katteita, joissa on Ratu-korttien ja asiantuntijahaastattelujen perusteella enemmän mahdollisuuksia asennustyön merkittäviin nopeutuksiin esimerkiksi huolellisen suunnittelun avulla kuin tiivissaumakatteella.

5.2 Vesikatteiden asennusnopeuden lisääminen

Vertailtaessa bitumi- ja peltikatteiden asennusnopeuden lisäämistä huomataan, että erilaisten asennusta nopeuttavien tekijöiden merkitys vaihtelee vesikatetyypin mukaan. Konesaumakatteen työvaiheissa on eniten nopeuttamisen varaa, sillä sen asennusta nopeuttavien toimenpiteiden jälkeen asennuksen kesto yhden rakennusammattimiehen työryhmällä saatiin vähennettyä miltei puoleen alkuperäisestä

Merkittävimpinä nopeutustoimenpiteinä vesikatteille voidaan pitää tiivissaumakatteella aloitavissa töissä bitumikermien nostoa suoraan harjalle sekä välivarastoinnin välttämistä, jolloin saadaan vähennettyä siirtojen määrää. Samoin lopettavissa töissä siirtojen määrän vähentäminen laskemalla tarvittava kermimäärä tarkasti suunnitteluvaiheessa

pienentää kokonaistyönkestoa huomattavasti. Työssä tutkittavien ohutlevykatteiden, konesauma- ja peltikatteiden, merkittävimmät asennustyön nopeutukset saadaan myös aikaan aloittavissa töissä. Ohutlevykatteille on eritelty Ratu-kortissa 0412 aloittaviin töihin tavarantoimituksen vastaanotto, välivarastointi, katelevyjen siirto nosturilla sekä käsinsiirrot. Oikeilla suunnitteluratkaisuilla tavarantoimitus voidaan ideaalitulanteessa jättää kokonaan pois aloittavista töistä, ja käsinsiirtojenkin vähentää merkittävästi, jolloin ohutlevykatteiden asennuksen kokonaiskesto pienentyy huomattavasti (Kinnunen 2019) (Utriainen 2019). Sen sijaan muut pienennetyt työmenekit esimerkiksi katepeltien tarkan mitoituksen ja piippujen tehtaalla pellitysten ansiosta eivät välttämättä saa aikaan yhtä merkittäviä nopeutuksia asennustyössä.

Tiivissaumakatteiden asennustekniikan valintaa ei välttämättä voida pitää varmana asennusnopeuden lisäystekijänä, sillä kuten myös Kemin Kate Oy:n työpäällikkö Tomi Kinnunen totesi asiantuntijahaastattelussa, paras työtekniikka riippuu työryhmästä ja sen kokemustasosta. Tiivissaumakatteiden asennukseen ei siis ole olemassa yhtä nopeinta työtekniikkaa. (Kinnunen 2019) Tämän lisäksi esimerkiksi läpivientien asennuksen nopeudesta bitumikannun käytöllä ei voida luultavasti pitää merkittävänä asennustyön nopeuttajana, sillä vaikutus kokonaistyönkestoon on pieni.

6. YHTEENVETO

Asuinkerrostalon vesikatteeksi on nopein asentaa tiivissaumakate. Ratu-korttien mukaisen työmenekkien perusteella tiivissaumakatteen asennukseen kahdesta rakennusammattimiehestä koostuvalla työryhmällä kuluu aikaa 5,4 työvuoroa, kun konesaumakatteella työn kesto on samalla työryhmällä 9,1 työvuoroa ja poimulevykateella 6,0 työvuoroa.

Sekä bitumi- että peltikatteilla käytettävä asennustekniikka vaikuttaa asennusnopeuteen, ja työtekniikka tulee valita jokaiselle kohteelle riippuen sen asettamista vaatimuksista, kuten katon kaltevuudesta ja pinta-alasta. Myös työryhmän kokemus vaikuttaa asennusnopeuteen. Työryhmän kokemus kannattaa ottaa huomioon myös käytettävää työtekniikkaa valittaessa. Tiivissaumakatteen asennusnopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat erityisesti huolelliset suunnitelmat työmaan toimivuuden, kuten siirtomatkojen ja työskentelyalueen siisteys. Ohutlevykatteilla, konesauma- ja poimulevykatteilla asennusnopeuteen vaikuttaa käytettävän tekniikan ja työryhmän kokemuksen lisäksi peltien tarkka määrälaskenta tilausvaiheessa. Kun ylimääräistä peltiä ei tarvitse aloittavissa töissä siirtää katolle ja lopettavissa töissä pois takaisin varastoon, työn kesto pienenee. Myös peltikatteen asennusnopeuteen vaikuttaa siirtomatkojen ja varastoinnin suunnitelmallisuus.

Asennustyön nopeuttamiseksi tiivissaumakatteella kannattaa suosia bitumikannulla työskentelyä. Tällä tekniikalla saadaan nopeammin liimattua laajempia alueita, ja myös esimerkiksi läpivientien tiivistämiseen bitumikannu on nopeampi työskentelytapa verrattuna yksityiskohtaisempaan pisteliimaukseen. Bitumikannun käyttö soveltuu myös kokemattomammille työryhmille. Helpompi työtekniikka siis nopeuttaa asennustyötä. Peltikatteilla asennustyötä voidaan nopeuttaa muun muassa peltien tilausvaiheessa tilaamalla pellit määrämittäisinä. Tämän lisäksi myös piippujen pellitykset olisi syytä teettää tehtaalla mahdollisuuksien mukaan. Kaikenlainen peltien mekaaninen käsittely työmaalla, kuten leikkaaminen, hidastavat itse katetyötä.

Työssä tutkittujen ohutlevykatteiden asennusnopeuksia voidaan lisätä asiantuntijahaastattelujen perusteella enemmän kuin bitumikatteen, ja pienennetyillä työmenekeillä laskeutena asuinkerrostalon vesikatteeksi olisikin nopeinta asentaa poimulevykate.

Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä ottaa huomioon tutkimusmenetelmän epävarmuudet. Kirjallisia lähteitä työmenekkien pienentämisestä vesikatteiden asennuksessa ei ole, ja työssä pienennetyt työmenekit perustuvat tekijän arvioihin. Näillä työmenekeillä lasketut työnkestot voivat poiketa hyvinkin paljon todellisista työn kestoista, jotka voidaan saavuttaa työtä nopeuttavien toimenpiteiden avulla. Myös työssä esitetyt keinot vesikatteiden asennusnopeuden lisäämiseksi ovat teoreettisia, ja näitä nopeutuksia ei ole aina mahdollista tehdä työmaalla. Liitteessä esitetyissä työnkestoissa on jouduttu tekemään oletuksia asennukseen liittyen, esimerkiksi vesikatteiden asennusprosessissa tarvittavien käsinsiirtojen määrästä. Myös esimerkkikohte on kuvitteellinen, ja kohteen tiedot perustuvat arvioihin muun muassa harjan ja sisätaitteiden pituuksista sekä läpivientien määrästä 1000 m²:n asuinkerrostalon katolla.

Vaikka työhön on sisällytetty monenlaisia asennusnopeutta lisääviä tekijöitä, niitä tulee tarkastella kriittisesti. Asennusnopeuksia ei voida myöskään loputtomiin nopeuttaa, vaan jokainen yritys toimii parhaalla katsomallaan tekniikalla, ja esimerkiksi nostot ja siirrot tehdään jokaisessa yrityksessä yrityksen parhaaksi toteamalla tavalla. Jos asennustyötä aletaan nopeuttaa järjestelmällisesti, työvaiheissa ajaututaan usein huolimattomuuteen, jolloin työn laatu kärsii.

Luotettavuutta voitaisiin parantaa ja tutkimusta syventää tekemällä seurantatutkimusta työn kestoista asuinkerrostalotyömaalla, kun kaikki työssä esitetyt nopeutusehdotukset toteutetaan työmaalla. Tekemällä kenttätutkimusta työmaalla olisi mahdollista saada myös todenmukaisemmat pienennetyt työmenekit, eli kuinka paljon työssä esitetyt asennustyön nopeutukset oikeasti pienentäisivät työmenekkejä. Työtekniikoiden nopeuttamisen selvittämiseksi kannattaisi haastatella myös rakennusammattimiehiä, joilla on kokemusta itselleen nopeimmasta tekniikasta. Rakennusammattimiehillä voisi olla myös omia näkökulmia vesikatteen asennuksen ongelmakohtista nopeuden kannalta. Jotta tutkimus olisi kattavampi, työmenekit tulisi eritellä tarkemmin, ja ottaa huomioon esimerkiksi puurunkotyö ja muut itse vesikatetyöhön liittyvät työt, jotka on tässä työssä rajattu pois tutkimuksesta. Vertailtaessa työssä kuvattuja vesikatteiden asennusprosesseja huomataan myös, että sekä bitumi- että peltikatteilla eniten aikaa vievä asennustyövaihe on katetyö. Jatkotutkimuksena voitaisiinkin tutkia vesikatteiden asennusnopeuden lisäämistä keskittyen vain katetyön nopeuttamiseen sekä työskentelytekniikoiden että työmaasuunnittelun näkökulmasta.

LÄHTEET

Helsingin kaupunki (2009). Asuinkerrostalojen rakentamisen ohjauksen kustannustarkasteluja. Helsingin kaupungin talous- ja suunnittelukeskuksen julkaisusarja 6/2009. Helsinki. 53 s. Saatavissa (viitattu 1.10.2019): [Downloads/Asuinkerrostalojen_rakentamisen_ohjauksen_kustannustarkasteluja_verkko%20\(3\).pdf](#)

Hengitysliitto (2019). Vaihe 6. Vesikattotyöt. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 30.9.2019): <https://www.hengitysliitto.fi/en/node/197>

Kattoliitto (2007). Toimivat katot. Saatavissa (viitattu 30.9.2019): http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf

Kattoliitto (2019). Toimivat katot. Saatavissa (viitattu 16.10.2019): http://www.kattoliitto.fi/files/843/Toimivat_katot_2019_nettti.pdf

Kattoremontti PRO 2019. Kerrostalon kattoremontti ja kattoremontin hinta. Suomen Plussa Yhtiöt OY. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 30.9.2019): <https://kattoremontti.pro/kerrostalon-kattoremontti/>

Kerabit (2018). Tiivissaumakatteen asennusohje, Kerabit 10+. Saatavissa (viitattu 16.11.2019): <https://docplayer.fi/56806855-Tiivisaumakatteen-asennusohje-kerabit-10.html>

Kerabit (2019a). Bitumikatto vai huopakatto? Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 6.10.2019): <https://www.kerabit.fi/tuotteet/katot/bitumikatto-vai-huopakatto>

Kerabit (2019b). Kerabit-parasta kattoa. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 12.12.2019): <https://www.kerabit.fi/>

Kinnunen, Tomi (2019). Kemin Kate Oy, työpäällikkö. Haastattelu Kemissä 18.11.2019.

Ormax. Kattotuotteet. Aluskatteet. BMI Group. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 26.10.2019): <https://www.ormax.fi/kattotuotteet/aluskatteet.html>

Penninkangas, A. (2018). Konesaumakatto vai lukkosaumakatto. Vesivek Oy. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 31.10.2019): <https://www.vesivek.fi/artikkelit/konesaumakatto-vai-lukkosaumakatto/>

Poimukate.fi (2019). Teräskatteiden ja tarvikkeiden asennusohje. Saatavissa (viitattu 29.10.2019): <http://poimukate.fi/wp-content/uploads/2015/11/Ter%C3%A4skatteiden-ja-tarvikkeiden-asennusohjeet.pdf>

Rakennuspelti H.Turpeinen (2013). Kerrostalon vesikatteen saneeraus Jyväskylässä. Saatavissa (viitattu 12.12.2019): <http://www.rakennuspeltiturpeinen.fi/kerrostalon-vesikatteen-saneeraus-jyvaskylassa/>

Rakentaja.fi. Sanasto: Kermi. Verkkosivu. Saatavissa (viitattu 25.10.2019): https://www.rakentaja.fi/sanasto/kermi_247.htm

Ratu 0412 (2015). Ohutlevytyö, kate. Rakennustietosäätiö. 27 s.

Ratu 0431 (2015). Vesikatton vedeneristys. Rakennustietosäätiö. 27 s.

Ratu 1205-S (2003). Vesikatot. Tiili-, muoto- ja poimulevy- sekä ohutlevykatteet. Tehtäväsuunnittelu- aliurakka, työkauppa. Rakennustietosäätiö. 53 s.

Ratu 1206-S (2003). Vesikatot, kermikatteet. Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa. Rakennustietosäätiö. 44 s.

Ratu F41-0352 (2009). Peltikaton purku ja uusiminen tai kunnostaminen. Rakennustietosäätiö. 17 s.

Ratu F41-0367 (2010). Kermikatteisen harjakaton uusiminen ja kunnostaminen. Rakennustietosäätiö. 18 s.

Ratu KI-6028 (2015). Aikataulukirja 2016. Rakennustietosäätiö. 392 s.

RT 80-11202 (2016). Rakennuksen suojapellitykset. Rakennustietosäätiö. 23 s.

RT 85-10738 (2000). Vesikaton korjaus. Korjausrakentaminen. Rakennustietosäätiö. 16 s.

RT 85-10767 (2002). Metalliset muoto- ja poimulevykatteet. Rakennustietosäätiö. 20 s.

RT 85-10799 (2003). Bitumikermikatteet, perustietoja. Rakennustietosäätiö. 12 s.

RT 85-10851 (2005). Loivat bitumikermikatot. Rakennustietosäätiö. 16 s.

RT 85-10894 (2007). Jyrkät bitumikermikatot. Rakennustietosäätiö. 14 s.

RT 85-11158 (2014). Konesaumattu peltikatto. Rakennustietosäätiö. 27 s.

RT 85-11253 (2017). Vesikaton kaltevuudet, katteen valinta. Rakennustietosäätiö. 3 s.

Utriainen, Kari (2019). Kemin tilapalvelu, rakennusmestari. Haastattelu Kemissä 18.11.2019.

LIITE A: TYÖMENEKKIEN LASKENTA

RATU-korttien työmenekkien avulla lasketut työn kestot tutkitavilla vesikatteilla

Esimerkkikohteen katon pinta-ala 1000 m², kaltevuus 1:7, asennettavia läpivientejä 8 kappaletta, joista kaksi isoa läpivientiä ja loput pieniä. Harjan pituus 50 metriä ja sisäjiirejä 4 kappaletta, joista jokaisen pituus 10 metriä. Ylösnostoja tehtävä kahdelle savupiipulle, ja molempien savupiippujen ympärystmitta 2,4 metriä, yhteensä ylösnostoja $2 * 2,4 \text{ m} = 4,8 \text{ m}$. Sisäjiirien pinta-ala 20 m². Peltikatteissa suojapellit asennetaan räystäälle, yhteensä 140 juoksumetriä asennettavaa. Katelevyjen käsinsiirtoja joudutaan tekemään aloittavissa töissä arviolta noin 300 kappaletta. Pienien läpivientien yhteenlasketut ympärystmitat yhteensä 10 m.

Seuraavaksi esitetään Ratu-korttien mukaisten työmenekkien avulla lasketut katteiden asennustöiden kestot erikokoisilla työryhmillä, sekä arvioitujen pienennettyjen työmenekkien avulla lasketut työnkestot erikokoisilla työryhmillä. Konesaumakatteiden saumaukset suoritetaan saumauskoneella ja poimulevykatteet kiinnitetään ruoteisiin ruuveilla.

Ratu-korteista saatujen työmenekkien avulla lasketut työn kestot tutkittavilla vesikatteilla

Ratu-korttien mukaiset työnosien työmenekit ja työn kesto tiivisaumakatteelle:

Työnosa	Ratu-korttien mukaiset työmenekit tiivisaumakatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle
Aloittavat työt	0,015 tth/m ²	0,015 tth/ m ² * 1000 m ² = 15 tth
Katetyö	Aluskermin asennus 0,028 tth/m ² Pintakermin asennus 0,046 tth/m ²	Aluskermin asennus 0,028 tth/m ² * 20 m ² = 0,56 tth Pintakermin asennus 0,046 tth/m ² * 1000 m ² = 46 tth Yhteensä 46,56 tth
Yksityiskohdat	Läpivientien tiivistys 0,50 tth/kpl Ylösnostot 0,05 tth/juoksumetri Jiirit 0,05 tth/juoksumetri Harja 0,05 tth/juoksumetri	Läpivientien tiivistys 0,50 tth/kpl* 8 kpl * 2 (alus- ja pintakermi) = 8 tth Ylösnostot 0,05 tth/jm * 4,8 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 0,48 tth Jiirit 0,05 tth/jm * 40 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 4 tth Harja 0,05 tth/jm * 50 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 5 tth Yhteensä 17,48 tth
Lopettavat työt	0,008 tth/m ²	0,008 tth/m ² * 1000 m ² = 8 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	15 tth + 46,56 tth + 17,48 tth + 8 tth = 87,04 tth
Työn kesto työryhmällä 1 kpl RAM:		(87,04 tth) / (8 tth/tv) = 10,88 tv Pinta-alasta johtuva suoritemääräkerroin 1,0. Työn kesto 10,9 tv
Työn kesto työryhmällä 2 kpl RAM		10,88 tv / 2 tt= 5,44 tv/tt Työn kesto 5,4 tv
Työn kesto suurennetulla työryhmällä 2x2 RAM		10,88 tv / 4 tt = 2,72 tv/tt Työn kesto 2,7 tv

(Ratu 0431 2015, s. 4)

Ratu-korttien mukaiset työnosien työmenekit ja työn kesto konesaumakatteelle:

Työnosa	Ratu-korttien mukaiset työmenekit konesaumakatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle
Aloittavat työt	Tavarin vastaanotto 0,005 tth/m ² Tavarin välivarastointi 0,005 tth/m ² Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto	Tavarin vastaanotto 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Tavarin välivarastointi 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth Katelevyjen siirrot käsin 0,06 tth/siirto * 300 siirtoa = 18 tth Yhteensä: 38 tth
Katetyö	0,1 tth/m ²	0,1 tth/m ² * 1000 m ² = 100 tth
Yksityiskohdat	Isot läpiviennit: Aukon teko 0,6 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,018 tth/jm	Isot läpiviennit (0,6 tth/kpl * 2 kpl + 1,4 tth/kpl * 2 kpl) = 4 tth Pienet läpiviennit (0,25 tth/kpl * 6 kpl + 0,75 tth/kpl * 6) = 6 tth Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (0,018 tth/jm * (10 m + 4,8 m + 140 m)) = 2,79 tth Yhteensä 12,79 tth
Lopettavat työt	0,01 tth/m ²	0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	38 tth + 100 tth + 12,79 tth + 10 tth = 160,79 tth
Työn kesto työryhmällä 1 kpl RAM		(160,79 tth) / (8 tth/tv) = 20,10 tv Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 20,10 tv * 0,95*0,95*1,0 = 18,14 tv Työn kesto 18,1 tv
Työn kesto työryhmällä 2 kpl RAM		20,10 tv / 2 tt = 10,05 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 10,05 tv * 0,95*0,95*1,0 = 9,07 tv/tt Esimerkkityöryhmällä työn kesto 9,1 tv
Työn kesto työryhmällä 2x2 RAM		18,14 tv / 4 tt = 4,54 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 4,54 tv * 0,95*0,95*1,0 = 4,10 tv/tt Työn kesto 4,1 tv

(Ratu 0412 2015, s. 4)

Ratu-korttien mukaiset työnosien työmenekit ja työn kesto poimulevykatteelle:

Työnosa	Ratu-korttien mukaiset työmenekit poimulevykatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle
Aloittavat työt	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² Tavaran välivarastointi 0,005 tth/m ² Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Tavaran välivarastointi 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth Katelevyjen siirrot käsin 0,06 tth/siirto * 300 siirtoa = 18 tth Yhteensä: 38 tth
Katetyö	0,045 tth/m ²	0,045 tth/ m ² * 1000 m ² = 45 tth
Yksityiskohdat	Isot läpiviennit: Aukon teko 0,6 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,018 tth/jm	Isot läpiviennit (0,6 tth/kpl * 2 kpl + 1,4 tth/kpl * 2 kpl) = 4 tth Pienet läpiviennit (0,25 tth/kpl * 6 kpl + 0,75 tth/kpl * 6) = 6 tth Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (0,018 tth/jm * (10 m + 4,8 m + 140 m) = 2,79 tth Yhteensä 12,79 tth
Lopettavat työt	0,01 tth/m ²	0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	38 tth + 45 tth + 12,79 tth + 10 tth = 105,79 tth
Työn kesto työryhmällä 1 kpl RAM		(105,79 tth) / (8 tth/tv) / = 13,22 tv Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 13,22 tv * 0,95*0,95*1,0 = 11,93 tv Työn kesto 11,9 tv
Työn kesto työryhmällä 2 kpl RAM		(105,79 tth) / (8 tth/tv) / = 13,22 tv 13,22 tv / 2 tt = 6,61 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 6,61 tv/tt * 0,95*0,95*1,0 = 5,97 tv/tt Työn kesto 6,0 tv
Työn kesto työryhmällä 2x2 RAM		13,22 tv / 4 tt = 3,31 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 3,31 tv/tt * 0,95*0,95*1,0 = 2,99 tv/tt Työn kesto 3,0 tv

(Ratu 0431 2015, s. 4)

Pienennettyjen työmenekkien avulla lasketut työn kestot tutkitavilla vesikatteilla

Pienennetyt työnosien työmenekit ja työn kesto tiivissaumakatteelle:

Työnosa	Arvioidut pienennetyt työmenekit tiivissaumakatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle, pienennetyt työmenekit
Aloittavat työt	0,011 tth/m ²	0,011 tth/ m ² * 1000 m ² = 11 tth
Katetyö	Aluskermin asennus 0,026 tth/m ² Pintakermin asennus 0,044 tth/m ²	Aluskermin asennus 0,026 tth/m ² * 20 m ² = 0,52 tth Pintakermin asennus 0,044 tth/m ² * 1000 m ² = 44 tth Yhteensä 44,52 tth
Yksityiskohdat	Läpivientien tiivistys 0,48 tth/kpl Ylösnostot 0,05 tth/juoksumetri Jiirit 0,05 tth/juoksumetri Harja 0,05 tth/juoksumetri	Läpivientien tiivistys 0,48 tth/kpl* 8 kpl * 2 (alus- ja pintakermi) = 7,68 tth Ylösnostot 0,05 tth/jm * 4,8 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 0,48 tth Jiirit 0,05 tth/jm * 40 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 4 tth Harja 0,05 tth/jm * 40 m * 2 (alus- ja pintakermi) = 4 tth Yhteensä 16,16 tth
Lopettavat työt	0,005 tth/m ²	0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	11 tth + 44,52 tth + 16,16 tth + 5 tth = 76,68 tth
Työn kesto työryhmällä 1 RAM		(76,68 tth) / (8 tth/tv) = 9,59 tv Pinta-alasta johtuva suoritemääräkerroin 1,0. Työn kesto 9,6 tv
Työn kesto työryhmällä 2 RAM		9,59 tv / 2 tt = 4,80 tv/tt Työn kesto 4,8 tv
Työn kesto työryhmällä 2x2 RAM		9,59 tv / 4 tt = 2,40 tv/tt Työn kesto 2,4 tv

Pienennetyt työnosien työmenekit ja työn kesto konesaumakatteelle:

Työnosa	Arvioidut pienennetyt työmenekit konesaumakatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle
Aloittavat työt	Tavarin vastaanotto 0,005 tth/m ² Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto	Tavarin vastaanotto 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto * 50 siirtoa = 3 tth Yhteensä: 18 tth
Katetyö	0,095 tth/m ²	0,095 tth/m ² * 1000 m ² = 95 tth
Yksityiskohdat	Isot läpiviennit: Reiän teko 0 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,015 tth/jm	Isot läpiviennit 1,4 tth/kpl * 2 kpl = 2,8 tth Pienet läpiviennit (0,25 tth/kpl * 6 kpl + 0,75 tth/kpl * 6) = 6 tth Suojapeltien ja läpivientien tiivistys 0,015 tth/jm * (10 m + 4,8 m + 140 m) = 2,32 tth Yhteensä 11,12 tth
Lopettavat työt	0,008 tth/m ²	0,008 tth/m ² * 1000 m ² = 8 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	15 tth + 95 tth + 11,12 tth + 8 tth = 132,12 tth
Työn kesto työryhmällä 1 RAM		(132,12 tth) / (8 tth/tv) / = 16,52 tv Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 16,52 tv * 0,95*0,95*0,7 = 10,43 tv Työn kesto 10,4 tv
Työn kesto työryhmällä 2 RAM		16,52 tv / 2 tt = 8,26 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 8,26 tv * 0,95*0,95*0,7 = 5,22 tv/tt Työn kesto 5,2 tv
Työn kesto työryhmällä 2x2 RAM		16,52 tv / 4 tt = 4,13 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 4,13 tv * 0,95*0,95*0,7 = 2,61 tv/tt Työn kesto 2,6 tv

Pienennetyt työnosien työmenekit ja työn kesto poimulevykatteelle:

Työnosa	Arvioidut pienennetyt työmenekit poimulevykatteen asennuksessa	Työn kesto esimerkkikohteelle
Aloittavat työt	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto	Tavaran vastaanotto 0,005 tth/m ² * 1000 m ² = 5 tth Katelevyjen siirto nosturilla 0,01 tth/m ² * 1000 m ² = 10 tth Katelevyjen käsinsiirrot 0,06 tth/siirto * 50 siirtoa = 3 tth Yhteensä: 18 tth
Katetyö	0,040 tth/m ²	0,040 tth/m ² * 1000 m ² = 40 tth
Yksityiskohdat	Isot läpiviennit: Reiän teko 0 tth/kpl, asennus 1,4 tth/kpl Pienet läpiviennit: Reiän teko 0,25 tth/kpl, asennus 0,75 tth/kpl Suojapeltien ja läpivientien tiivistys (käytetään tiivistysmassaa) 0,015 tth/jm	Isot läpiviennit 1,4 tth/kpl * 2 kpl = 2,8 tth Pienet läpiviennit (0,25 tth/kpl * 6 kpl + 0,75 tth/kpl * 6) = 6 tth Suojapeltien ja läpivientien tiivistys 0,015 tth/jm * (10 m + 4,8 m + 140 m) = 2,32 tth Yhteensä 11,12 tth
Lopettavat työt	0,008 tth/m ²	0,008 tth/m ² * 1000 m ² = 8 tth
Yhteensä	Aloittavat työt + katetyö + yksityiskohdat + lopettavat työt	15 tth + 40 tth + 11,12 tth + 8 tth = 77,12 tth
Työn kesto työryhmällä 1 RAM		(77,12 tth) / (8 tth/tv) / = 9,64 tv Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 9,64 tv * 0,95*0,95*0,7 = 6,09 tv/tt Työn kesto 6,1 tv
Työn kesto työryhmällä 2 RAM		9,64 tv / 2 tt = 4,82 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 4,82 tv/tt * 0,95*0,95*0,7 = 3,05 tv/tt Työn kesto 3,1 tv
Työn kesto työryhmällä 2x2 RAM		9,64 tv / 4 tt = 2,41 tv/tt Kertoimet katon pinta-alasta, kaltevuudesta ja työryhmän kokemuksesta: 2,41 tv/tt * 0,95*0,95*0,7 = 1,52 tv/tt Työn kesto 1,5 tv