

## **Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten vertailu ala- pohja-, seinä- ja yläpohjarakenteiden lämmöneristykselle asetettujen vaatimusten osalta**

Tiia Miettinen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2016  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala

Tekijä(t) Miettinen, Tiia	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 85	Julkaisun kieli Suomi
	Osittain salainen	Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten vertailu alapohja-, seinä- ja yläpohja-rakenteiden lämmöneristykselle asetettujen vaatimusten osalta</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Haapamaa		
Toimeksiantaja(t) Finnfoam Oy, Asso Erävuoma		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi muovieristeisiin erikoistunut materiaalivalmistaja Finnfoam Oy. Yritys on investoinut voimakkaasti viime aikoina Ruotsin ja Norjan markkinoihin.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräyksiin ja ohjeisiin sekä selvittää niiden perusteella asetetut yleiset vaatimukset alapohja- seinä- ja yläpohjarakenteiden lämmöneristykselle. Lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin rakenneosien lämpö- ja kosteusteknistä suunnittelua. Opinnäytetyössä pyrittiin saamaan kokonaiskuva Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten yhteneväisyyksistä ja eroavaisuuksista lämmöneristykseen osalta.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin kirjallisuustutkimuksena keväällä 2016. Rakentamismääräysten vertailussa lähdeaineistona on käytetty voimassa olevia, maakohtaisia rakentamismääräyksiä. Tarvittavilta osin aineistoa täydennettiin asiantuntijaorganisaatioiden ja viranomaisten julkaisemilla muilla ohjeilla. Työssä keskityttiin lämmöneristykselle asetettuihin vaatimuksiin huomioiden rakenteellisten ratkaisujen merkitys rakennetyyppien toteuttamisessa. Tuloksena saatiin yleisluonteinen vertailu asetetuista vaatimuksista.</p> <p>Opinnäytetyön pohjalta toteutettiin Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten mukaiset rakennetyypit käyttämällä Finnfoam Oy:n kehittämiä tuotteita. Rakennetyypit tehtiin Ruotsissa ja Norjassa käytettyjen yleisimpien rakenneratkaisuiden alapohja-, seinä- ja yläpohjarakenteiden osalta.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Rakentamismääräykset, lämmöneristys, Ruotsi, Norja		
Muut tiedot Liitteet 9–38: Rakennetyypit, 30 sivua (salainen)		

Author(s) Miettinen, Tiia	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016
	Number of pages 85	Language of publication: Finnish
	Partly confidential	Permission for web publication: x
Title of publication <b>A comparison of building regulations in Finland, Sweden and Norway regarding requirements for thermal insulation in base floor, wall and roof structures</b>		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Haapamaa, Hannu		
Assigned by Finnfoam Oy, Asso Erävuoma		
Description  <p>The thesis was assigned by Finnfoam Oy, a manufacturer of products for thermal insulation of buildings. In the last few years the company has significantly invested in markets of Sweden and Norway.</p> <p>The objective was to determine general requirements for the thermal insulation in base floor, wall and roof structures, through familiarization with Finnish, Swedish and Norwegian building regulations and directions. In addition to the aforementioned, basics of thermal and moisture engineering of structural elements were examined. The aim was to achieve a good overall picture of commonalities and differences in requirements for thermal insulation stated in building regulations in Finland, Sweden, and Norway.</p> <p>The thesis was carried out as a literary research in spring 2016. The comparison of building regulations was based on each country's national building regulations, effective in spring 2016. Where necessary, the material was complemented with relevant directions published by national authorities or expert organizations. The focus was on requirements for thermal insulation taking into consideration relevant structural conceptions in the implementation of construction types. The outcome is an illustrative comparison of the requirements.</p> <p>The results were used to implement the construction types according to the requirements in Sweden and Norway, using products developed by Finnfoam Oy. The construction types were implemented only for the most common structural conceptions used in base floor, wall and roof structures in Sweden and Norway.</p>		
Keywords ( <a href="#">subjects</a> ) Building regulations, thermal insulation, Sweden, Norway		
Miscellaneous Appendices 9–38: Construction types, 30 pages (confidential)		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Opinnäytetyön lähtökohdat.....</b>	<b>4</b>
1.1	Tehtävän kuvaus ja tavoitteet .....	4
1.2	Opinnäytetyön toteutus .....	4
1.3	Finnfoam Oy .....	5
<b>2</b>	<b>Rakentamismääräykset .....</b>	<b>6</b>
2.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma .....	6
2.2	Ruotsin rakentamismääräyskokoelma (BBR 2015) .....	7
2.3	Norjan rakentamismääräyskokoelma (TEK10) .....	7
<b>3</b>	<b>Rakennesien lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu.....</b>	<b>8</b>
3.1	Rakennusfysikaalinen suunnittelu.....	8
3.2	Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus .....	9
3.2.1	Lämmön siirtyminen rakenteissa .....	9
3.2.2	Kylmäsillat .....	10
3.2.3	Lämmönjohtavuus.....	11
3.2.4	Lämmönläpäisykertoimen määrittäminen.....	11
3.3	Rakenteiden kosteustekninen toimivuus .....	15
3.3.1	Rakenteiden kosteusrasitukset .....	15
3.3.2	Kosteuden siirtyminen rakenteissa .....	16
3.3.3	Rakenteelliset ratkaisut.....	18
<b>4</b>	<b>Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten vertailu .....</b>	<b>21</b>
4.1	Lämmöneristävyysvaatimusten vertailu .....	21
4.2	Kosteusteknisten vaatimusten vertailu .....	23
4.2.1	Yleiset vaatimukset .....	23
4.2.2	Rakennuspohjan kuivatus .....	24

	2
4.2.3 Rakennuksen alapohja .....	25
4.2.4 Seinärakenteet ulkoilmaa vasten .....	26
4.2.5 Yläpohja ja vesikatto .....	28
4.3 Paloteknisten vaatimusten vertailu.....	29
4.3.1 Rakennuksen paloluokat .....	29
4.3.2 Kantavien ja osastoivien rakenteiden luokkavaatimukset.....	33
4.3.3 Materiaalien paloluokitukset .....	34
<b>5 Rakentamismääräysten mukaiset rakennetyypit .....</b>	<b>39</b>
5.1 Alapohjarakenne.....	39
5.2 Ulkoseinärakenne .....	40
5.3 Yläpohjarakenne .....	42
<b>6 Pohdinta.....</b>	<b>43</b>
6.1 Vertailun tulokset ja analysointi.....	43
6.2 Loppupäätelmät .....	45
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>47</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>49</b>
Liite 1. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset .....	49
Liite 2. Rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset.....	49
Liite 3. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset.....	50
Liite 4. Ulkoseinien ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukset .....	51
Liite 5. Ruotsin rakentamismääräysten mukaiset sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset .....	52
Liite 6. Ruotsin rakentamismääräysten mukaiset ulkoseinien ulkopintojen luokkavaatimukset .....	53
Liite 7. Norjan rakentamismääräysten mukaiset sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset .....	54

Liite 8. Norjan rakentamismääräysten mukaiset ulkopuolisten pintojen luokkavaatimukset .....	54
Liitteet 9–38. Ei julkisuuteen .....	55

## **Kuviot**

Kuvio 1. Yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet rakennuksessa.....	15
Kuvio 2. Vesihöyryn diffuusio .....	17
Kuvio 3. Ulkoseinärakenne .....	18
Kuvio 4. Maanvastainen alapohjarakenne .....	20
Kuvio 5. Ruotsin ilmastovyöhykkeet (www.paroc.se).....	22

## **Taulukot**

Taulukko 1 Tyypillisiä pintavastuksia (SFS 6926, Taulukko 1) .....	13
Taulukko 2. Lämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimet .....	23
Taulukko 3. Rakennuksen paloluokat .....	29
Taulukko 4. Rakennuksen luokkien määräytyminen Ruotsissa .....	30
Taulukko 5. Paloluokkien määräytyminen Norjassa .....	31
Taulukko 6. Rakennusten käyttötavat Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.....	32
Taulukko 7. Osastoiville rakenteille käytettyjä luokkavaatimuksia .....	33
Taulukko 8. Pintakerroksille ja materiaaleille käytettyjä luokkavaatimuksia .....	35
Taulukko 9. Ulkoverhouksille käytettyjä luokkavaatimuksia .....	37
Taulukko 10. Suojaverhouksille käytettyjä luokkavaatimuksia.....	38
Taulukko 11. Lattiapäällysteille käytettyjä luokkavaatimuksia.....	38

# 1 Opinnäytetyön lähtökohdat

## 1.1 Tehtävän kuvaus ja tavoitteet

Opinnäytetyössä perehdytään Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräyksiin ja ohjeisiin sekä selvitetään niiden perusteella asetetut yleiset vaatimukset alapohja-, seinä- ja yläpohjarakenteiden lämmöneristykselle. Lisäksi opinnäytetyössä tarkastellaan rakenneosien lämpö- ja kosteusteknistä suunnittelua. Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla rakentamismääräyksiä huomioiden rakenteiden kosteus- ja palotekniset vaatimukset sekä lämmöneristävyteen vaikuttavat tekijät.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on rakennusalan muovieristeisiin erikoistunut materiaalivalmistaja Finnfoam Oy. Opinnäytetyön aihe on yritykselle ajankohtainen ja kiinnostava, sillä yritys on viime aikoina investoinut voimakkaasti Ruotsin ja Norjan markkinoihin.

Maakohtaisia rakentamismääräyksiä vertailemalla pyritään saamaan kokonaiskuva Suomen, Ruotsin ja Norjan määräysten yhteneväisyyksistä ja eroavaisuuksista, jotta yritys voisi mahdollisimman tehokkaasti hyödyntää investointinsa suunnitelluilla, uusilla markkina-alueilla. Opinnäytetyön pohjalta toteutetaan Ruotsissa ja Norjassa käytettävien yleisimpien rakenneratkaisuiden rakentamismääräysten mukaiset alapohja-, seinä- ja yläpohjarakenteiden rakennetyypit.

## 1.2 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö tehdään kirjallisuustutkimuksena keväällä 2016. Rakentamismääräysten vertailussa lähdeaineistona käytetään voimassa olevia, maakohtaisia rakentamismääräyksiä. Tarvittavilta osin aineistoa täydennetään asiantuntijaorganisaatioi-

den ja viranomaisten julkaisemilla muilla ohjeilla. Lähdeaineisto on saatavilla sekä internetissä että kirjallisuutena. Ruotsin ja Norjan osalta lähdeaineisto käännetään työssä tarvittavilta osin itse.

Opinnäytetyössä teoria rakentuu maakohtaisten rakentamismääräysten pohjalta ilman teorian testaamista. Tämä edellyttää aineistossa pysymistä sekä ennakkokäsitusten poissulkemista. Lähdeaineistoa analysoimalla saadaan poimittua tärkeimmät raja-arvot sekä rakenteelliset vaatimukset rakenteiden perusratkaisuiden toteuttamisen kannalta.

Teoriaosuudessa selvitetään lämmöneristykselle asetetut vaatimukset sekä niiden vaikutukset rakenteelliseen suunnitteluun. Rakennusfysikaalisen suunnittelun osalta opinnäytetyössä tarkastellaan tarvittavassa laajuudessa rakenneosien lämpö- ja kosteusteknistä suunnittelua. Rakenneosien lämpö- ja kosteuskäyttäytymiseen sekä U-arvon laskemiseen liittyvät laskennalliset tarkastelut eivät sisälly tämän opinnäytetyön kokonaisuuteen.

### 1.3 Finnfoam Oy

Finnfoam Oy on suomalainen vuonna 1982 perustettu Finnfoam-konserniin kuuluva perheyritys. Yritys on muovieristeisiin erikoistunut materiaalivalmistaja, jonka päätuote on suulakepuristetusta polystyreenistä (XPS) valmistettu Finnfoam-lämmöneristelevy. Lisäksi Finnfoam Oy valmistaa FF-PIR- ja FF-EPS- lämmöneristeitä sekä Tulppa-märkätilalevyjä. Salossa sijaitsevan tehtaan valmistuskapasiteetti on 1 200 000 kuutiometriä lämmöneristeitä vuodessa. Vuonna 2013 koko konsernin henkilöstön määrä oli 109 henkilöä ja konsernin liikevaihto oli 50,5 miljoonaa euroa. (Finnfoam-konserni n.d.)

Yritys on viime aikoina investoinut merkittävästi Ruotsin ja Norjan markkinoihin. Kokonaisarvoltaan investoinnit tulevat olemaan suuruusluokaltaan 30–40 miljoonaa



euroa. Investointeihin kuuluu muun muassa uuden tehtaan rakentaminen Kristinehamniin, Ruotsiin. Tehtaan tuotanto käynnistyy arviolta vuoden 2017 alussa. Lämmöneristetuohtantokapasiteetit tulevat olemaan 800 000 kuutiometriä Finnfoam-, 600 000 kuutiometriä FF-EPS- sekä 800 000 kuutiometriä FF-PIR-lämmöneristeitä. (Finnfoam rakentaa tehtaan Ruotsiin n.d.)

## 2 Rakentamismääräykset

### 2.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on säännöksiä rakentamiselle asetettavista yleisistä edellytyksistä ja olennaisista teknisistä vaatimuksista sekä määräyksiä koskien rakentamisen lupamenettelyä ja viranomaisvalvontaa. Ympäristöministeriön ylläpitämä Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältää vastaavasti rakentamista koskevia tarkempia sääntöjä sekä ohjeita. Rakentamismääräyskokoelmaan kootut asetukset ja säännökset ovat velvoittavia, kun taas ministeriön antamat ohjeet ovat yhtenäisen soveltamisen tukena.

Suomen rakentamismääräyskokoelman sisältämät asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä. Myös uudistettu Suomen rakentamismääräyskokoelma tulee sisältämään asetuksia sekä ministeriön antamia ohjeita. Uudistuksen tavoitteena on selkeyttää rakentamista koskevaa sääntelyä sekä sen soveltamisen yhtenäisyyttä ja ennakoitavuutta. (Suomen rakentamismääräyskokoelma 2016.)

## 2.2 Ruotsin rakentamismääräyskokoelma (BBR 2015)

Ruotsin kaavoitus- ja rakennuslaki (plan- och bygglagen PBL) sisältää säännöksiä koskien kaavoitusta sekä yleisesti rakentamista. Lain tavoitteena on edistää muun muassa hyvää ja kestävää elinympäristöä niin nykyisille kuin tulevillekin sukupolville. Ruotsin kaavoitus- ja rakennusasetus (plan- och byggförordningen PBF) täydentää kaavoitus- ja rakennuslakia.

Uusin versio Ruotsin rakentamismääräyksistä on Boverkets byggregler BBR 22, joka astui voimaan 1. maaliskuuta 2015. Ruotsin rakentamismääräyskokoelma (Regelsamling för byggande BBR 2015) sisältää määräyksiä, yleisohjeita sekä otteita kaavoitus- ja rakennuslaista (plan- och bygglagen PBL) ja kaavoitus- ja rakennusasetuksista (plan- och byggförordningen PBF).

Samoin kuin Suomessa, myös Ruotsissa rakentamismääräyskokoelman määräykset ja asetukset ovat velvoittavia. Viranomaisten laatimien yleisohjeiden tarkoitus on selvittää, kuinka lakia, asetusta tai määräystä tulee noudattaa. (BBR 2015.)

## 2.3 Norjan rakentamismääräyskokoelma (TEK10)

Norjan kaavoitus- ja rakennuslain (Lov om planlegging og byggesaksbehandling, plan- og bygningsloven) tavoitteena on edistää kestävästä kehitystä yksilön, yhteiskunnan ja tulevien sukupolvien parhaaksi. Laki koostuu säännöksistä koskien kaavoitusta ja yleisesti rakentamista. Forskrift om byggesak (SAK10) täydentää kaavoitus- ja rakennuslain säännöksiä muun muassa laadunvarmistuksen ja kontrolloinnin, valvonnan ja määräysten noudattamatta jättämisestä aiheutuvien seuraamuksien osalta.

Norjan rakentamismääräyskokoelma (Forskrift om tekniske krav til byggverk TEK10) astui voimaan 1. heinäkuuta 2010. Rakentamismääräyskokoelma sisältää Suomen ja

Ruotsin tapaan velvoittavia määräyksiä ja asetuksia sekä täsmentäviä yleis- ja soveltamisohjeita. (TEK10.)

### **3 Rakenneosien lämpö- ja kosteustekninen suunnittelu**

#### 3.1 Rakennusfysikaalinen suunnittelu

Rakennusfysikaalisella suunnittelulla yleensä tarkoitetaan lämpö- ja kosteusteknisten asioiden vaikutusten huomioon ottavaa rakenteiden suunnittelua. Rakennusfysikaalisessa suunnittelussa tarkastelun kohteena on sekä rakenteiden toiminta että niiden vaikutus rakennuksen olosuhteisiin ja ominaisuuksiin. Kiristyvien energiatehokkuuteen ja sisäilman laatuun liittyvien tavoitteiden sekä ennustetun ilmastomuutoksen vuoksi suunnittelussa tarkastellaan yhä enemmän rakennuksen toimintaa kokonaisuutena. Rakennusfysikaalinen suunnittelu toteutetaan suurimmaksi osaksi rakenteellisella suunnittelulla sekä kohdekohtaisilla laskennallisilla tarkasteluilla.

(RIL 255-1-2014, 17.)

Rakenteiden lämpötekniiseen suunnitteluun kuuluu oleellisena osana rakenteiden lämmöneristyksen suunnittelu. Lämmöneristyksen suunnittelu koostuu lämmöneristeen ja asennustavan valinnasta, lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittamisesta, ilmatiivyyden ja tuulensuojauksen suunnittelusta, kylmäsiltoihin ja pintalämpötiloihin liittyvistä tarkasteluista sekä routasuojauksen suunnittelusta. Keskeinen osa lämpöhäviöiden määräystenmukaisuutta osoittaessa on rakennusosien lämmönläpäisykertoimien eli U-arvojen laskenta. (RIL 255-1-2014, 25–26.)

Lämmöneristyksen suunnittelussa huomioidaan lämmöneristeiden soveltuvuus käytötarkoitukseen, ja että ne täyttävät niille asetetut vaatimukset. Lämmöneristeen tulee myös säilyttää ominaisuutensa koko rakenteen käyttöajan ajan. Huomioon otettavia asioita lämmöneristeen valinnassa ovat muun muassa lämpö-, kosteus- ja palo-

tekniset sekä akustiset ominaisuudet. Myös lämmöneristeiden ilmanläpäisevyyteen, asennukseen ja ympäristöystävällisyyteen on kiinnitettävä valinnassa huomiota. Tärkein lämmöneristeen lämpöteknisistä ominaisuuksista on eristeen lämmöneristävyyttä kuvaava lämmönjohtavuus. (Rakentajain kalenteri 2016, 404.)

Rakenteiden kosteusteknisellä suunnittelulla varmistetaan rakennuksen vaipparakenteiden kosteustekninen toimivuus. Kosteusteknisessä suunnittelussa tulee ottaa huomioon rakenteita rasittavat kosteuslähteet ja kosteuden siirtymismuodot sekä kosteuden siirtymiseen ja sitoutumiseen vaikuttavat olosuhdetekijät. Suunnittelulla pyritään luomaan käyttötarkoitukseen sopiva rakenneratkaisu. Rakenteen tulee estää kosteuden pääsy rakenteeseen tai sisätiloihin sekä kestää vaikutukset kosteus- ja lämpötilaeroista. Myös liitos- ja erikoiskohtien tulee olla toimivia. Rakennusta suunniteltaessa tulee suunnittelussa kiinnittää huomiota myös siihen, että rakenteisiin sitoutunut kosteus pääsee kuivumaan. (RIL 255-1-2014, 36–37.)

## 3.2 Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus

### 3.2.1 Lämmön siirtyminen rakenteissa

Lämpö voi siirtyä rakenteessa ja tilassa johtumalla, konvektion avulla tai säteilemällä. Rakennuksen lämmöneristävyttä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kaikki lämmönsiirtymisen osa-alueet.

Johtumisessa tapahtuu lämmön virtaamista, kun molekyylien liike-energia siirtyy molekyylistä toiseen. Väliaineessa lämpö pyrkii tasoittumaan, mikä tarkoittaa, että lämpö virtaa lämpimästä kylmempään suuntaan. Lämmön johtuminen on lämpöenergian siirtymismuoto kiinteissä aineissa ja nesteissä.

Konvektiossa kaasuseoksen tai nesteen sisältämä lämpöenergia siirtyy kokonaispaineron vaikutuksesta kaasun tai nesteen virtauksen mukana. Pakotetussa konvekti-

ossa kaasu tai neste virtaa ulkopuolisen voiman, kuten esimerkiksi tuulen tai koneellisen ilmanvaihdon vaikutuksesta. Luonnollisessa konvektiossa virtauksen saa aikaiseksi tiheysero, joka aiheutuu lämpötilaeroista.

Säteilyssä lämpöenergia siirtyy sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Lämpötilaltaan yli absoluuttisen nollapisteen yläpuolella olevat kappaleet lähettävät eli emittoivat säteilyä. Pintaan osuessaan säteily osittain heijastuu ja osittain absorboituu. Osa säteilystä voi myös kulkea läpäisevän pinnan läpi, kuten esimerkiksi lasissa. Lämmönsiirto säteilemällä ei tarvitse väliainetta. Tyhjiössä säteilylämmönsiirto on tehokkainta. (Rakentajain kalenteri 2016, 423; RIL 155, 1984, 42–45.)

### 3.2.2 Kylmäsillat

Kylmäsillat ovat rakennuksen vaipassa esiintyviä yksittäisiä kohtia, joissa lämpöhäviö on viereisiä alueita suurempi. Näistä kohdista lämpöä vuotaa ulos huomattavasti enemmän kuin ympäröivästä rakenteesta. Kylmäsillan kohdalla rakenteen sisäpinnan lämpötila on muita kohtia alhaisempi. Kylmäsiltojen seurauksina voi tapahtua erilaisia rakenteiden vaurioitumisia, kuten esimerkiksi sisäilman kosteuden tiivistymistä rakenteen pintaan, mikä puolestaan voi aiheuttaa jopa homeen kasvua ja lahoamista.

Mahdollisia syitä kylmäsiltojen esiintymiselle on useita. Geometrisia kylmäsiltoja esiintyy esimerkiksi rakennusten nurkissa. Näitä kylmäsiltoja syntyy lämpöä luovuttavan pinnan ollessa huomattavasti suurempi kuin pinta, joka vastaanottaa lämpöä. Tyypillisiä rakenteellisia kylmäsiltoja ovat rakennusosien väliset liitokset, kuten ulkoseinän ylä- ja alapohjaliittymät. Materiaaleihin liittyviä kylmäsiltoja ovat puolestaan yhteen liitetyt komponentit, joiden lämmönjohtavuusominaisuudet ovat toisistaan poikkeavia. Komponenttien liitoksista aiheutuu usein huoneen pintalämpötiloja alen-

tavia suuria lämpöhäviöitä. Hyvin lämpöä johtavat rakennusmateriaalit muodostavatkin helpoimmin kylmäsiltoja.

Kylmäsilat aiheuttavat usein asumismukavuuden heikkenemistä, terveysriskien ja lämmönkulutuksen kasvamista sekä mahdollisesti myös rakenteiden vaurioitumista. Rakennuksen vaipparakenne tulee suunnitella siten, että kylmäsiltojen kohdalla kosteusrasituksia ei esiinny. (Rakennusfysiikan käsikirja, 2015; Nevander & Elmarsson 1994, 325–326.)

### 3.2.3 Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus ilmoittaa lämpövirran tiheyden jatkuvuustilassa pituusyksikön paksuisen tasa-aineisen ainekerroksen läpi lämpötilaerojen ollessa ainekerroksen pintojen välillä yksikön suuruinen. Lämmönjohtavuus onkin materiaaliominaisuus ja sen yksikkönä käytetään  $W/(m \cdot K)$ . Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoa  $\lambda_U$  käytetään toteuttaessa rakennusosien lämpöteknistä suunnittelua sekä lämmönläpäisykertoimien laskennassa. (RakMK C4, 2003) Lämmönjohtavuuden suunnitteluarvon merkintä  $\lambda_U$  korvaa aikaisemmin käytetyn merkinnän  $\lambda_d$ , jossa d-kirjain viittaa sanaan ”design”. (Rakentajain kalenteri 2016, 433.)

### 3.2.4 Lämmönläpäisykerroimen määrittäminen

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo ( $W/m^2K$ ) tarkoittaa lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan lämpötilaeron ollessa yksi aste rakenteen eri puolilla olevien ympäristöjen välillä. Lämmönläpäisykerroin sisältää itse rakenteen lämmönvastuksen sekä lämmönvastuksen rakenteen pinnan ja ympäristön väliltä. U-arvo saadaan lämpövastuksen sekä sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summan käänteisarvosta. (RakMK C4, 2003; SFS 6946, 2008, 5–14.)

Lämmönvastus ilmoittaa rakenteen eripuolilla olevien isotermisten pintojen lämpötilaeron sekä ainekerroksen läpi kulkevan lämpövirran tiheyden suhteen. Vastaavasti sisäpuolinen pintavastus  $R_{si}$  ja ulkopuolinen pintavastus  $R_{se}$  ilmoittavat rakennusosan pinnan ja sisä- tai ulkopuolisen ympäristön välisen rajakerroksen lämmönvastuksen. Sekä lämmön- että pintavastuksen yksikkö on  $(m^2 \cdot K)/W$ . (RakMK C4, 2003.)

Suomessa lämmönläpäisykerroin voidaan määrittää rakentamismääräyskokoelman osassa C4 esitetyn menetelmän mukaan. Mikäli ohjeissa esitettyä menetelmää ei voida soveltaa U-arvon laskemiseen, voidaan muukin menetelmä hyväksyä. (RakMK C4, 2003.) Rakentamismääräyskokoelman osasta C4 on myös tehty luonnos, jossa on esitetty tarkemmin hyväksyttävä tapa laskea rakennusosan lämmönläpäisykerroin. (RakMK C4, 2012.)

Ruotsissa lämmönläpäisykerroin voidaan määrittää rakennusosille standardin EN ISO 6946 mukaan. Vastaavasti maanvastaisille rakenteille lämmönläpäisykerroin voidaan määrittää standardin EN ISO 13370 mukaan. (Energihushållning enligt Boverkets byggregler 2012, 48–54.)

Norjan rakentamismääräyskokoelmassa on yleinen vaatimus siitä, että lämmönläpäisykertoimet tulee laskea keskimääräisesti eri rakennusosille. Määräyksissä ei kuitenkaan oteta kantaa lämmönläpäisykertoimien laskentamenetelmiin. Tietoa laskentamenetelmistä ei myöskään löytynyt luotettavasta lähteestä.

Seuraavaksi esitetään Ruotsissa sovellettujen standardien EN ISO 6946 sekä EN ISO 13370 laskentamenetelmien pääperiaatteet.

Homogeenisten kerrosten lämmönvastus  $R$  saadaan yhtälöstä:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

missä

$d$  rakenneosan materiaalikerroksen paksuus

$\lambda$  materiaalin lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo

Rakenneosan kokonaislämmönvastus määritetään kaavasta:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$$

Taulukko 1 Tyypillisiä pintavastuksia (SFS 6926, Taulukko 1)

Tyypillisiä pintavastuksia			
Pintavastus ( $m^2 \cdot K/W$ )	Lämpövirran suunta		
	Ylöspäin	Vaakasuoraan	Alaspäin
$R_{si}$	0,10	0,13	0,17
$R_{se}$	0,04	0,04	0,04

HUOM. 1 Taulukon 1 arvot ovat suunnitteluarvoja. Vaakasuoralle lämpövirralle annettujen arvojen käyttämistä suositellaan, jos tarkoituksena on ilmoittaa rakenneosan lämmönläpäisykeroin, ja myös muissa tapauksissa, joissa tarvitaan lämpövirran suunnasta riippumattomia arvoja.

HUOM. 2 Pintavastukset ovat voimassa pinnoille; jotka ovat kosketuksissa ilman kanssa: Mikään pintavastuksista ei ole voimassa pinnoille, jotka ovat kosketuksissa jonkin muun materiaalin kanssa.

Lämmönläpäisykerroin  $U$  saadaan kaavasta:

$$U = \frac{1}{R_T}$$



Tarvittaessa lämmönläpäisykertoimeen tehdään EN ISO 6946 standardin liitteen D mukaiset korjaukset. Mikäli kokonaiskorjaus on vähemmän kuin 3 % lämmönläpäisykertoimesta U, ei korjauksia tarvitse huomioida. (SFS 6946, 2008, 5–14.)

Standardissa EN ISO 13370 on esitetty laskentamenetelmät maanvaraisen lattian, ryömintätilallisen alapohjan ja kellarikerroksen lattian sekä seinien lämmönläpäisykertoimien ratkaisemiseksi.

Lämmönläpäisykertoimen laskenta maanvaraiselle lattialle riippuu lattian lämmöneristyksestä. Standardissa on kaksi kaavaa, joista toinen on eristämättömille ja jonkin verran eristetyille lattioille ja toinen kaava on vastaavasti hyvin eristetyille lattioille. Lämmönläpäisykerroin riippuu myös lattian ominaismitasta sekä ekvivalentista paksuudesta. Maassa tapahtuvan lämmönsiirron kolmiulotteisuus huomioidaan käyttämällä tekijää ”lattian ominaismitta”, joka määritetään jakamalla lattia-ala lattian ympärysmitan puolikkaalla. (SFS 13370, 2008, 12–14.)

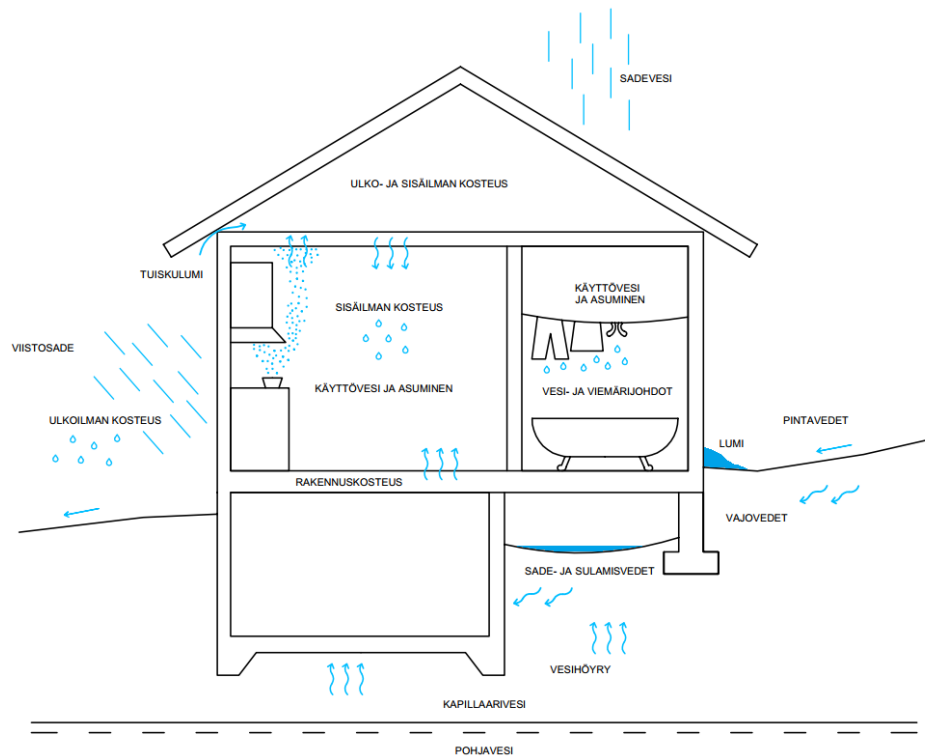
Standardin EN ISO 13370 kohdan 9.2 mukaisesti lämmönläpäisykerroin lasketaan tavanomaiselle ryömintätilalliselle alapohjan rakenteelle, jossa ilmanvaihto lattian alapuolella tapahtuu painovoimaisesti. Mikäli ilmanvaihto on koneellinen tai ilmanvaihtokerroin on määriteltä, lasketaan lämmönläpäisykerroin standardin liitteen E mukaan.

Kellarikerroksen lattian ja seinien lämmönläpäisykerroin määritetään standardin EN ISO 13370 mukaan rakennuksille, joissa osa asuinkäytössä olevista tiloista on maanpinnan alapuolella. Laskentaperiaatteen lähtökohdat ovat samat kuin maanvaraisessa lattiassa, mutta laskennassa tulee ottaa huomioon myös kellarikerroksen lattian etäisyys maanpinnasta sekä se, jos kellarikerroksen seinien ja lattian eristystaso on erilainen. Lämmönläpäisykertoimen määrittämiseksi tulee laskea lattian ominaismitta sekä ottaa huomioon lattian mahdollinen eristys, kun lasketaan ekvivalentti kokonaispaksuus. (SFS 13370, 2008, 16–19.)

### 3.3 Rakenteiden kosteustekninen toimivuus

#### 3.3.1 Rakenteiden kosteusrasitukset

Rakennuksessa rakenteisiin kohdistuu sekä sisä- että ulkopuolisia kosteusrasituksia. Merkittävimpiä sisäpuolisia kosteuslähteitä rakennuksessa ovat sisäilman kosteus, rakennuskosteus, eri toiminnoissa käytetty vesi sekä mahdolliset vesivahingot. Merkittävimpiä ulkopuolisia kosteuslähteitä puolestaan ovat sade, ulkoilman kosteus, pintavedet, maaperän kosteuden kapillaarinen siirtyminen sekä korkea pohjaveden pinnan taso.



Kuvio 1. Yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet rakennuksessa

Sade voi tulla niin vetenä, lumena kuin jäänäkin. Seinärakenteen kosteusrasituksen kannalta merkittävin on viistosade, joka syntyy tuulen vaikuttaessa sateen kanssa samaan aikaan. Rakenteiden sisään sadevesi voi tunkeutua materiaalien saumojen ja rakennusosien liitosten kautta. Lumi vastaavasti voi tunkeutua tuulen mukana räys-

täsrakenteiden kautta jopa yläpohjarakenteisiin. Sekä lumen että jään sulamisvedet aiheuttavat usein lisärasituksia rakennuksen vaippaan.

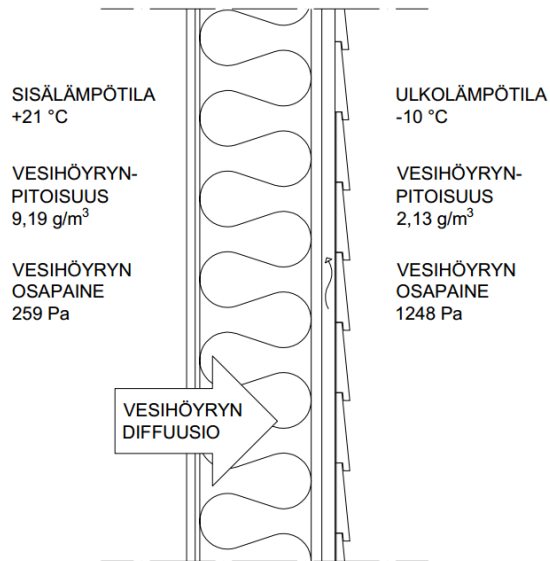
Ulkoilmassa olevan vesihöyryn määrä vaihtelee vuoden aikana paljon. Sisäilman kosteuteen vaikuttaa ulkoilman kosteuden lisäksi ulkoilman lämpötila, sisällä vallitseva lämpötila, ilmanvaihto sekä muut kosteuslähteet sisätiloissa. Sisäilmaan kosteutta tulee päivittäisistä toiminnoista kuten esimerkiksi siivoamisesta, peseytymisestä ja ruoanlaitosta.

Maaperästä aiheutuvia kosteusrasituksia ovat pintavesien valuminen ja maaperän kosteuden kapillaarinen siirtyminen rakenteisiin sekä mahdollinen korkea pohjaveden pinnan taso. Rakennuskosteutta puolestaan tulee rakennusaineista ja rakenteista, joihin kosteus on voinut sitoutua materiaalien valmistusprosessissa, kuljetuksen, varastoinnin ja rakentamisen aikana. Varsinkin betonirakenteisiin, muurattuihin rakenteisiin ja rappauksiin muodostuu ylimääräistä kosteutta rakennustyön aikana.

Muita kosteudenlähteitä rakennuksessa ovat vesihöyryn tiivistyminen kylmiin pintoihin ja edelleen valuminen rakenteisiin sekä mahdolliset vesivahingot. (RIL 155, 1984, 100–105.)

### 3.3.2 Kosteuden siirtyminen rakenteissa

Kosteus siirtyy rakenteissa ja niiden läpi pääasiassa vesihöyrynä sekä vetenä. Vesihöyryn siirtymismuotoja ovat diffuusio ja konvektio. Vesi taas siirtyy kapillaarivirtauksina sekä ulkoisen paineen vaikutuksen aiheuttamina valumisina.



Kuvio 2. Vesihöyryn diffuusio

Vesihöyryn diffuusiota ilmenee, kun rakenteessa ja sen eri puolilla ilmatiloissa vallitsee vesihöyrynpitoisuus- tai vesihöyrynpaine-eroja. Vesihöyryn diffuusio rakenteisiin ja rakenteissa tapahtuu alenevan höyrynpaineen suuntaan. Kun rakenteessa esiintyy lämpötilaeroja, tarkoittaa tämä käytännössä diffuusion aiheuttamaa kosteuden siirtymistä lämpimältä puolelta kylmän osan suuntaan.

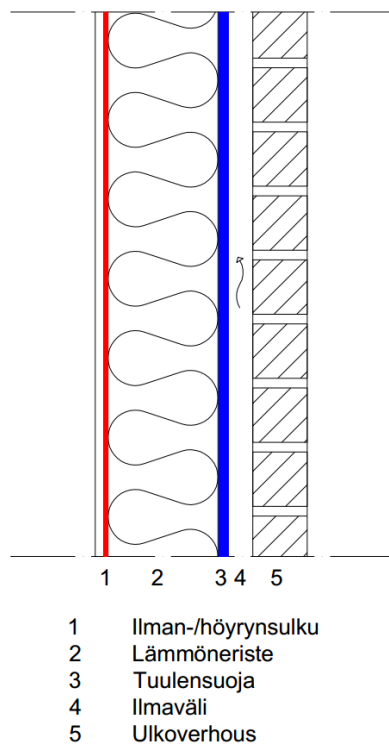
Vesihöyryn konvektiossa vesihöyry siirtyy rakenteisiin ja sen läpi ilmavirtauksen mukana liikkeessä kokonaispaine-eron vaikutuksesta. Pakotetulla konvektiolla vesihöyry siirtyy ulkopuolisen voiman, kuten esimerkiksi ilmanvaihtolaitteiden tai tuulen vaikutuksesta. Lämpötilaerojen aiheuttamien tiheyserojen vaikutuksesta vesihöyry siirtyy ns. luonnollisella konvektiolla.

Huokosalipaine on paine-ero, joka vallitsee ilmanpaineen ja huokoiseen aineeseen sitoutuneen veden paineen välillä. Vapaaseen veden höyrynpaineeseen verrattuna huokoiseen aineeseen sitoutuneen veden höyrynpaine on pienempi. Tämä alipaine saa aikaan veden kapillaarisen liikkeen. Kapillaarivirtaus on siis nestemäisen veden siirtymistä aineen huokosissa, kun huokosalipaine-erot pyrkivät tasoittumaan.

Nestemäinen vesi siirtyy ulkoisen paineen eli painovoiman vaikutuksesta alaspäin, mikäli valumista ei pysäytä samansuuruinen vastapaine. Rakennuksia ja rakenteita suunniteltaessa otetaan huomioon vesien valuminen sade-, sulamis- ja pintavesien muodossa sekä vesien kulkeutuminen rakenteiden pintoja kastelevina pesu- ja roiskevesinä. (Rakentajain kalenteri 2016. 423; RIL 107-2012, 23-27.)

### 3.3.3 Rakenteelliset ratkaisut

Rakennuksen ulkovaippaan kohdistuva vesisade voi voimakkaissa tuuli- ja myrskyolosuhteissa tunkeutua rakenteiden sisään rakennusosien sekä materiaalien liitosten ja saumojen tai puutteellisesti suunniteltujen tuuletusrakojen kautta. Tuulen vaikutuksesta sadepisarat voivat nousta rakenteissa myös ylöspäin. Rakennuksen ulkovaipan ulommaisten rakennekerrosten keskeisenä tehtävänä onkin suojata rakennetta ja sisätiloja ulkoilman kosteusrasituksilta. (RIL 255-1-2014, 39–40.)



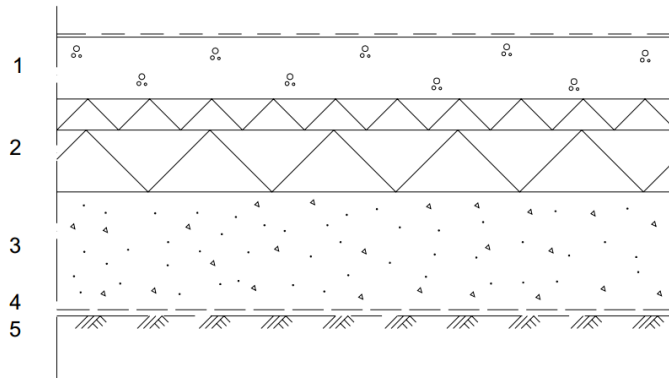
Kuvio 3. Ulkoseinärakenne

Ulkovaipan toimintakyvyn säilyttämiseksi tulee myös sen rakenteet suojata ulkopuoliselta kosteudelta sekä varmistaa rakenteiden riittävä kuivumiskyky. Tavallisesti ulkovaipan kuivumisen varmistamiseksi ulkovaippaan tehdään tuuletusväli. Tuuletusvälistä tulee olla yhteys ulkoilmaan. (Mts. 40.)

Rakennuksen vaipparakenteessa tuulensuoja sijoitetaan ulkoverhouksen taakse, lämmöneristekerroksen ulkopintaan. Tuulensuoja on tarpeen, sillä useinkaan ulkoverhous ei ole riittävän ilmatiivis. Tuulensuoja estää tuulen aiheuttamat haitalliset ilmavirtaukset lämmöneristekerroksessa. Vaipparakenteeseen päässeen ylimääräisen kosteuden on päästävä poistumaan rakenteesta haittaa aiheuttamatta, joten tuulensuojan on oltava hyvin vesihöyryä läpäisevä. (RIL 107-2012, 35) Tuulensuojana voi toimia myös vaipparakenteen ulkoverhous, vesikate tai aluskate. (Mts. 28.)

Vaipparakenteiden läpi sisältä ulospäin tapahtuvalta haitalliselta vesihöyryn diffuusiolta rakenteet suojataan höyrynsulun avulla. Vastaavasti vaipan läpi tapahtuvat haitalliset ilmavirtaukset pyritään estämään ilmansululla. Ilmansulku suojaa siis rakenteita haitalliselta vesihöyryn konvektiolta. Ilman- ja höyrynsulkuna toimii usein sama materiaali, joka voi olla esimerkiksi höyrynsulkumuovi. Ilman- ja höyrynsulku sijoitetaan rakenteessa lämpimälle puolelle lähelle sisäpintaa. (RIL 255-1-2014, 41.)

Vesikatteen keskeisenä tehtävänä on suojata rakennusta vesisateelta. Vesien pojohtamisen vuoksi vesikatteen kaltevuus tulee olla riittävä. Räystäät tulee toteuttaa siten, että rakenne estää tuulen vaikutuksesta ylöspäin kulkeutuvan sadeveden ja lumen pääsyn vesikatteen alapuolisiin rakenteisiin. Räystäiden avulla voidaan seinän ja katon välisen liitoksen ja tuuletusreittien suojaamisen lisäksi vähentää ulkoseinän yläosaan kohdistuvaa viistosaderasitusta. (RIL 107-2012, 125.)



- |   |                    |
|---|--------------------|
| 1 | Teräsbetoni-laatta |
| 2 | Lämmöneriste       |
| 3 | Salaojituskerros   |
| 4 | Suodatinkangas     |
| 5 | Perusmaa           |

**Kuvio 4. Maanvastainen alapohjarakenne**

Sade- ja sulamisvedet johdetaan pois rakennuksen vierestä riittävällä maanpinnan kallistuksella sekä sadevesijärjestelmällä. Maaperästä aiheutuvien kosteusrasitusten estämiseksi rakennuspohja salaojitetaan. Rakennuspohjan salaojituksella varmistetaan veden kapillaarivirtauksen katkaiseminen, pohjaveden riittävä etäisyys maanvastaisista rakenteista sekä maaperään imeytyneiden pintavesien johtaminen pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta. Salaojituskerros tulee tehdä hyvin vettä läpäisevästä materiaalista, jonka paksuus tulee olla kosteusteknisen toimivuuden kannalta riittävä. (RIL 107-2012, 49-51.)

## 4 Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten vertailu

### 4.1 Lämmöneristävyysvaatimusten vertailu

Vaatimukset lämmönläpäisykertoimille eli U-arvoille ovat melko lähellä toisiaan Suomessa ja Norjassa. Suomessa vaatimus yläpohjarakenteiden U-arvolle on hieman tiukempi kuin Norjassa, mutta seinärakenteiden vaatimukset vastaavat toisiaan melko tarkasti. Suomessa rakentamismääräyskokoelman osassa D3 kohdassa 2.5.4 on erikseen eritelty alapohjan lämmönläpäisykertoimet sekä ryömintätillaiselle, maanvastaiselle että ulkoilmaan rajoittuvalle alapohjarakenteelle. Norjassa on annettu erillinen minimivaatimusarvo maanvastaiselle ja ulkoilmaan rajoittuvalle alapohjarakenteelle sekä yleinen arvo alapohjarakenteelle. Norjassa minimivaatimus ulkoseinän lämmönläpäisykertoimelle on  $0,22 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  ja yläpohjalle sekä maanvastaiselle ja ulkoilmaan rajoittuvalle alapohjalle  $0,18 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . (RakMK D3, 2012, 2.5; TEK10 § 14-3.)

Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa rakennuksille on asetettu keskimääräinen lämmönläpäisykerroin  $U_m$ , joka kuvaa rakennuksen vaipan läpi ulos kulkeutuvan lämmön sallittua määrää. Lämmönläpäisykerroin ottaa huomioon katon, seinät, lattian, maan, ikkunat ja ovet sekä kylmäsiilat. Jokaiselle yksittäiselle rakennusosalle lasketaan U-arvo, minkä jälkeen voidaan laskea yhteinen keskiarvo kaikille osille. Keskimääräinen lämmönläpäisykerroin  $U_m$  määritetään BBR:n osassa 9 esitetyn kaavan mukaan.





Kuvio 5. Ruotsin ilmastovyöhykkeet ([www.paroc.se](http://www.paroc.se))

Ruotsi on jaettu neljään ilmastovyöhykkeeseen: Klimatzon I, Klimatzon II, Klimatzon III ja Klimatzon IV. Ruotsin rakentamismääräyskokoelman kohdassa 9.2 on energiankäyttöä kuvaavia taulukoita, jotka on määritetty rakennuksille ilmastovyöhykkeen ja rakennuksen lämmitystavan mukaan. Taulukoissa on asetettu vaatimukset myös asuintalojen ja toimitilojen keskimääräisille lämmönläpäisykertoimille. Vaatimukset keskimääräisille lämmönläpäisykertoimille eivät kuitenkaan riipu ilmastovyöhykkeestä tai rakennuksen lämmitystavasta. Pientalojen ja useammista asunnoista koostuvien asuintalojen keskimääräisen lämmönläpäisykertoimen vaatimus on  $0,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Pinta-alaltaan pienempien kuin  $50 \text{ m}^2$  olevien pientalojen ja toimitilojen lämmönläpäisykerroin saa olla enintään  $0,33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Toimitilojen, joiden pinta-ala ylittää  $50 \text{ m}^2$ , keskimääräisen lämmönläpäisykertoimen vaatimukseksi on asetettu  $0,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ .

Ruotsin rakentamismääräyksissä on annettu vaihtoehtoiset vaatimukset rakennuksen eri rakennusosien lämmönläpäisykertoimille (ks. taulukko 2). Vaatimukset koskevat vain rakennuksia, joiden lattiapinta-ala  $A_{\text{temp}}$  ei ylitä  $100 \text{ m}^2$ , ikkuna- ja ovipinta-ala on

enintään  $0,20 \cdot A_{temp}$  ja rakennuksessa ei esiinny kylmäsiltoja.  $A_{temp}$  on pinta-ala kerrostasoiille mukaan lukien ullakko- ja kellarikerrokset, joissa lämpötila on enemmän kuin  $10\text{ °C}$  rakennuksen vaipan sisäpuolella. U-arvot määräytyvät rakennusosille lämmitystavan mukaan. Suuremmat U-arvot sallitaan rakennuksille, joissa lämmitys tapahtuu muulla tavalla kuin sähköllä. Vastaavasti pienemmät arvot vaaditaan sähkölämmitteisille rakennuksille, joiden pinta-ala on  $51\text{--}100\text{ m}^2$ . Mikäli sähkölämmitteisen rakennuksen pinta-ala ei ylitä  $50\text{ m}^2$ , sovelletaan muulle kuin sähkölämmitteiselle rakennukselle annettuja vaatimuksia. (BBR 9:4.)

Taulukko 2. Lämpimän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimet

	Suomi	Ruotsi		Norja
<b>Seinä</b>	0,17 W/m <sup>2</sup> ·K	0,18 W/m <sup>2</sup> ·K	0,10 W/m <sup>2</sup> ·K	0,18 W/m <sup>2</sup> ·K
<b>Yläpohja</b>	0,09 W/m <sup>2</sup> ·K	0,13 W/m <sup>2</sup> ·K	0,08 W/m <sup>2</sup> ·K	0,13 W/m <sup>2</sup> ·K
<b>Alapohja</b>		0,15 W/m <sup>2</sup> ·K	0,10 W/m <sup>2</sup> ·K	0,10 W/m <sup>2</sup> ·K
- maanvastainen	0,16 W/m <sup>2</sup> ·K			
- ryömintätilainen	0,17 W/m <sup>2</sup> ·K			
- ulkoilmaan rajoittuva	0,09 W/m <sup>2</sup> ·K			

## 4.2 Kosteusteknisten vaatimusten vertailu

### 4.2.1 Yleiset vaatimukset

Niin Suomen, Ruotsin kuin Norjankin rakentamismääräyksissä on yleisesti määritelty, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava niin, että rakennuksen osiin tai pinnoille kertynyt kosteus ei aiheuta hygienia- tai terveysriskejä. Rakennusosat ja -materiaalit tulee suojata kosteudelta ja lialta rakentamisen aikana. Kuljetuksen, va-

rastoinnin ja asennuksen aikana tulee välttää rakennusosien ja -materiaalien joutumista kosteudelle alttiiksi. (RakMK C2, 1998, 1.2.1; BBR 6:51; TEK10 § 13-14.)

#### 4.2.2 Rakennuspohjan kuivatus

Maanpinnan kuivatuksesta on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 määräys, että sulamis- ja sadevedet tulee johtaa pois rakennuksen vierestä. Ruotsin rakentamismääräyskokoelman mukaan kosteudesta aiheutuvien vahinkojen välttämiseksi rakennuksen ympärillä oleva maa tulee kallistaa tai se tulee varustaa hulevesiä kokoavalla järjestelmällä, mikäli rakennusta ei ole suunniteltu kestämään vedenpainetta. Myös Norjan rakentamismääräyskokoelmassa on määrätty, että rakennusta ympäröivä maaperä tulee kallistaa, mikäli muulla toimenpiteellä pintavesiä ei johdeta pois rakennuksen vierestä. Ohjeissa on annettu minimikaltevuudeksi 1:50 kolmen metrin etäisyydelle rakennuksen sokkelista. Vastaavasti Suomessa ja Ruotsissa tämä vaatimus minimikaltevuudelle on 1:20. (RakMK C2, 1998, 2.1; BBR 6:532; TEK10 § 13-16.)

Suomessa rakentamismääräyskokoelman osassa C2 määrätään, että rakennuspohja on salaojitettava veden kapillaarivirtauksen katkaisemiseksi ja pohjavedenpinnan pitämiseksi riittävällä etäisyydellä lattiasta tai ryömintätilan maanpinnasta sekä maahan imeytyvien pintavesien johtamiseksi pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta. Pintavesiä tai katolta valuvia vesiä ei saa johtaa rakennuksen salaojajärjestelmään. Mikäli korkein pohjaveden korkeus ei ole haitallinen tai on tehty erillinen selvitys siitä, että perusmaan vedenläpäisykyky on riittävä, ei rakennuspohjaa tarvitse salaojittaa. Salaojituskerros salaojitusputkien ympärillä voidaan tehdä hyvin vettä läpäisevästä tasarakeisesta seulotusta luonnonkiviaineksesta, sepelistä, pestystä singelistä tai muusta vastaavasta vedenläpäisyominaisuudet omaavasta materiaalista. Ohjeissa annetaan alapohjan alla olevan salaojituskerroksen vähimmäispaksuudeksi 0,2 m. (RakMK C2, 1998, 2.2.)

Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa yleisesti ohjeistetaan, että salaojitettu kerros rakennuksen vieressä ja alla sekä salaojitusputkien ympärillä tulee olla niin läpäisevä, että maaperässä oleva vesi voidaan kerätä ja johtaa salaojitusputkiin tai vastaaviin (BBR 6:532). Ruotsissa alapohjan alla olevan salaojituskerroksen tulee olla vähintään 0,15 m paksu ja se koostuu tavallisesti pestystä singelistä, sepelistä tai muusta kapillaarikatkaisevasta kiviaineksesta (Nevander & Elmarsson 1994, 231).

Myös Norjassa ohjeistetaan salaojittamaan rakennuspohja, mikäli maata vasten olevaa ulkoseinää tai maan alla oleva lattiaa ei ole suunniteltu kestämään vedenpainetta. Rakentamismääräyskokoelmassa on vaatimus, että maan alla olevan rakennusosan ympäriltä ja maassa olevan lattiarakenteen alta vedet tulee johtaa pois ja estää kosteuden tunkeutuminen rakenteisiin. Salaojituksen tulee olla riittävän syvällä perustusten ympärillä. Salaojitus voidaan jättää pois, mikäli rakennuksen alla ja ympärillä perusmaan vedenläpäisykyky on riittävän hyvä tai mikäli pohjaveden korkeus ei ole haitallinen. (TEK10 § 13-15.) Salaojituskerros maanvastaisen alapohjan alla tulee olla sepeliä tai singeliä ja sen vähimmäispaksuuden tulee olla vähintään 100–200 mm (Gulv på grunn n.d).

#### 4.2.3 Rakennuksen alapohja

Suomessa rakentamismääräyskokoelmassa on määräys, että maanvastaisen lattian yläpinnan tulee olla vähintään 0,3 m rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. Poikkeuksena on kellarin lattia. Erityisestä syystä tästä määräyksestä voidaan poiketa vähäisessä määrin. Tällaisessa tapauksessa tulee huolehtia perustusten kuivatuksesta sekä perusmuurin suojaamisesta ulkopuoliselta kosteudelta. (RakMK C2, 1998, 3.1.) Vastaavasti alapohjan alapuolinen ryömintätila suunnitellaan ja rakennetaan siten, että ryömintätilaan ei pääse kerääntymään vettä. Ryömintätilan tulee myös tuulettua riittävästi. Ilmatilan kosteudesta ei saa aiheutua haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle. Vähimmäiskorkeus ryömintätilalle on 0,8 m. (RakMK C2, 1998, 3.2.) Ryömintätilan korkeudeksi suositellaan vähintään 1,2 m, jotta

ryömintätilassa voidaan suorittaa tarvittavat huoltotoimenpiteet. Korkeus voi kuitenkin olla matalampi alapohjarakennetta kannattavien palkkien kohdalla.

(RIL 107-2012, 56.)

Ruotsissa Boverkets byggregler ohjeistaa yleisesti, että perustukset tulisi suunnitella kapillaarikatkaisevana ratkaisuna. Ulkoilmatuulettussa ryömintätilaisessa alapohjassa suurin sallittu kosteustaso ei saa ylittyä. (BBR 6:532.) Ryömintätilan tulee olla vähintään 0,5 m korkea, jotta ryömintätila voidaan tarvittaessa tarkistaa (Nevander & Elmarsson 1994, 193).

Norjan rakentamismääräyksissä ohjeistetaan maanvastainen rakenne suojaamaan salaojituserroksella, jotta estetään veden kapillaarinen nousu rakenteeseen. Ryömintätilaisesta alapohjasta on ohjeistettu, että ryömintätilaisen alapohjan maa tulisi peittää estääkseen haihtuminen maasta. Ohjeissa mainitaan myös ryömintätilan vähimmäiskorkeudeksi 0,5 m, jotta ryömintätila on tarvittaessa tarkistettavissa. (TEK10 § 13-15.)

#### 4.2.4 Seinärakenteet ulkoilmaa vasten

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 on vaatimus, että ulkoseinän ja sen eri kerrosten sekä ulkoseinään liittyvien rakenteiden ja ulkoseinän liitosten vesihöyrynvastuksen ja ilmatiiviuden tulee olla sellainen, että seinän kosteuspitoisuus ei muodostu haitalliseksi sisäilman vesihöyryn diffuusion tai konvektion vuoksi. Rakennuskosteuden ja seinään ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti tunkeutuvan veden on myös päästävä poistumaan rakenteesta vahinkoa ja terveysriskiä aiheuttamatta. (RakMK C2, 1998, 4.1.) Seinärakenne tulee suunnitella niin, että ulkoverhouksen taakse tunkeutunut vesi ja kosteus pääsevät poistumaan. Ulkoverhouksen tausta on tuuletettava, jollei kosteus pääse muuten kuivumaan. Tiilimuuratun ulkoverhouksen taakse päässyt kosteus tuuletetaan vähintään 30 mm paksuisen yhtenäisen tuuletusvälin kautta ulkoilmaan. Valuva vesi ohjataan hallitusti tiilistä muuratun julkisivun

ulkopuolelle. Tarvittaessa rakenteeseen asennetaan tarkoituksenmukaisiin kohtiin höyryn- ja ilmansulkuna sekä tuulensuojana toimivat ainekerrokset. (RakMK C2, 1998, 4.2.)

Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa on määrätty, että ulkoverhous tulee asentaa siten, että ulkoa tuleva kosteus ei aiheuta suurimman sallitun kosteustason ylitymistä ulkoverhouksen sisäpuolella olevissa materiaaleissa ja tuotteissa. Tämä koskee myös ikkunoita, ovia, kiinnikkeitä, ilmanvaihtolaitteita, liitoksia sekä lävitse meneviä ja liitettäviä osia seinässä tai muissa rakennusosissa. Vastaavasti yleisohjeissa mainitaan, että sisään tunkeutunut kosteus johdetaan ulos ulkoverhouksen takana olevan kapillaarikatkaisevan ja vedenpoistavan osan avulla. (BBR 6:532.)

Ruotsissa rakentamismääräyskokoelma ei ota kantaa siihen, tehdäänkö seinärakenne ilman tuuletusväliä vai tuuletusvälin kanssa eikä näin myöskään anna vaatimuksia seinärakenteen tuuletusvälin paksuudelle. Tavallisesti kuitenkin puusta tehdyt ja tiilimuuratut julkisivut on toteutettu niin, että julkisivun taakse jää tuulettuva ilmaväli. Tuuletusvälin tulee olla sellainen, että tunkeutunut kosteus pääsee tuulettumaan rakenteesta pois. Myös Ruotsissa seinärakenteissa käytetään tarvittaessa höyryn- ja ilmansulkuna sekä tuulensuojana toimivia rakennekerroksia. (Mark och byggnadsdelar, 2014.)

Norjassa on rakentamismääräyksissä annettu vaatimus, että ulkoverhous sekä seinän läpi menevä ikkuna, ovi ja asennus tulee suunnitella siten, että sisään tunkeutuva sade voidaan johtaa pois, ja että kosteus voi kuivua aiheuttamatta vahinkoja. Ulkoverhouksen takana tulee olla tuulensuoja, joka estää myös veden tunkeutumisen syvemmälle rakenteeseen. Ulkoverhouksen taakse jätetään tuulettuva tuuletusväli. Samoin kuin Ruotsissa, myöskään Norjassa rakentamismääräykset eivät ota kantaa ulkoverhouksen taakse jäävän tuuletusvälin paksuuteen. (TEK10 § 13-17.) Sisäilmasta vapautuvan kosteuden osalta on ohjeistettu, että lämmöneristetyssä seinässä ja kattossa lämpimän ja kylmän tilan välillä tulee olla ilma- ja höyrytiivis kerros. Yleensä se tarkoittaa höyrynsulkua eristeen lämpimällä puolella. (TEK10 § 13-18.)

#### 4.2.5 Yläpohja ja vesikatto

Suomen rakentamismääräyskokoelma osassa C2 vesikaton tehtäväksi on määritetty estää sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. Katto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että vesi pääsee poistumaan katolta vahingoittamatta rakennusta. Katteen kaltevuuden ja tiiviiden tulee olla riittäviä, jotta vedet voidaan johtaa pois. Katteen tulee myös kestää eri ilmastorasitukset, kuten esimerkiksi jäätä aiheutuvat rasitukset. Nämä ohjeistukset pätevät myös Ruotsissa ja Norjassa. (RakMK C2, 1998, 6.1; BBR 6:532; TEK10 § 13-17.)

Yläpohjarakenteille on määräyskokoelman osassa C2 myös vaatimus, että yläpohjan eri kerrokset ja katon tuuletus tulee suunnitella ja rakentaa siten, että vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtausten vuoksi kattoon ei kerry haitallisessa määrin kosteutta. Rakenteisiin mahdollisesti pääsevän kosteuden tulee myös päästä kuivumaan. (RakMK C2, 1998, 6.2) Norjan rakentamismääräyskokoelmassa ohjeistetaan suojaamaan tuuletetun kattorakenteen alapuolinen rakenne vesitiiviillä aluskatteella, mikäli on mahdollisuus, että katteen alapuolelle voi kondensoitua vettä tai kate ei ole tarpeeksi tiivis estääkseen veden tunkeutumisen rakenteisiin. (TEK10 § 13-17.)

### 4.3 Paloteknisten vaatimusten vertailu

#### 4.3.1 Rakennuksen paloluokat

Taulukko 3. Rakennuksen paloluokat

	Suomi	Ruotsi	Norja
<b>Rakennuksen paloluokat</b>	P1	Br0	BKL 4
	P2	Br1	BKL 3
	P3	Br2	BKL 2
		Br3	BKL 1

Paloluokitus tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 kohdan 3 mukaan, ellei ole erityistä syytä poiketa kyseisestä luokkajaottelusta. Rakennukset ovat jaettu kolmeen paloluokkaan. Paloluokkaan P1 kuuluvan rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu. Kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palon ilman, että ne sortuvat. Paloluokkaan P2 ja P3 kuuluvilla rakennuksilla on rajoituksia koskien rakennuksen kokoa ja henkilömäärää. Paloluokan P2 rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla matalampaa tasoa kuin P1 luokan rakennuksen. Rakennusten kantavilla rakenteilla paloluokassa P3 ei ole palonkestävyyden suhteen erityisvaatimuksia. Liitteissä 1 ja 2 on esitetty rakennuksen kokoa ja suurinta sallittua henkilömäärää koskevat rajoitukset, joiden mukaan paloluokat määräytyvät Suomessa. (RakMK E1, 2011, 3.)

Ruotsissa rakennukset jaetaan palonsuojaustarpeen perusteella neljään ryhmään: Br0, Br1, Br2 ja Br3. Luokkaan Br0 kuuluvat rakennukset, joiden suojaustarve on todella suuri. Luokan Br1 rakennusten suojaustarve on suuri, luokan Br2 kohtalainen ja luokan Br3 vähäinen. Rakennuksen suojaustarve arvioidaan palon todennäköisen etenemisen, seurausten sekä rakennuksen monimutkaisuuden perusteella. Käyttötapaluokan perusteella rakennukset ovat jaettu käyttötapaluokkiin (Verksamhetsklass, Vk). Pääluokkia on kuusi ja lisäksi on muutamia alaluokkia (ks. taulukko 6). (BBR 5:22.)



Taulukko 4. Rakennuksen luokkien määräytyminen Ruotsissa

Rakennuksen luokka	Rakennuksen ominaisuus
Br0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- yli 16 kerroksiset rakennukset</li> <li>- suuret hoitolaitokset</li> <li>- hoitolaitokset (suljettuja osastoja)</li> <li>- kokoontumistilat</li> <li>- yli 1000 henkilön tilat, jotka eivät ole pohjakerroksessa</li> <li>- yli 600 henkilön anniskelutilat pohjakerroksessa</li> <li>- yli 300 henkilön anniskelutilat, jotka eivät ole pohjakerroksessa</li> </ul>
Br1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kolme tai useampi kerroksiset rakennukset</li> <li>- seuraavat kaksi kerroksiset rakennukset</li> <li>- majoitustilat</li> <li>- hoitolaitokset Vk 5A, 5B tai 5C</li> <li>- yli 150 henkilön kokoontumistilat toisessa kerroksessa</li> <li>- yli 150 henkilön anniskelutilat toisessa kerroksessa</li> </ul>
Br2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kaksikerroksiset rakennukset, joissa</li> <li>- useampi kuin kaksi asuinhuoneistoa, jossa asuin- tai toimistotilat ovat ullakkokerroksessa</li> <li>- yli 150 henkilön kokoontumistilat pohjakerroksessa</li> <li>- yli 150 henkilön anniskelutilat pohjakerroksessa</li> <li>- korkeintaan kolme kerroksiset pientalot</li> <li>- yksikerroksiset rakennukset, joissa</li> <li>- yli 150 henkilön kokoontumistilat</li> <li>- yli 150 henkilön kokoontumistilat (anniskelua)</li> <li>- palveluasunnot ja -tilat Vk 5B ja 5C</li> </ul>
Br3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- muut rakennukset</li> </ul>

Kuten Ruotsissa, myös Norjan rakentamismääräyksissä paloluokat ovat jaettu neljään paloluokkaan: BKL 4, BKL 3, BKL 2 ja BKL 1. Paloluokkaan BKL 4 kuuluu muun muassa rakennukset, jotka ovat yli 16 kerroksisia tai niiden palokuorma ylittää 400 MJ/m<sup>2</sup>, sijaitsevat pääasiallisesti maan alla sekä rakennukset, joissa varastoidaan palo- tai ympäristövaarallisia aineita. Paloluokat BKL 3, BKL 2 ja BKL 1 määräytyvät rakennukselle riskiluokan ja kerrosten lukumäärän mukaan (ks. taulukko 5). Muutamia poikkeuksia eri rakennuksille paloluokan määräytymisestä on Norjan rakentamismääräyskokoelmassa (TEK 10) kohdassa § 11-3. Brannklasser.

Taulukko 5. Paloluokkien määräytyminen Norjassa

Riskiluokka	Kerrokset			
	1	2	3–4	5 tai enemmän
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

Norjan määräyksissä esiintyvät riskiluokat määräytyvät sen mukaan, mitä toimintaa rakennuksessa on ja miten ihmiset pääsevät itsenäisesti turvaan palotilanteesta. Taulukossa 6 on Suomen ja Ruotsin rakennusten käyttötapojen rinnalla esimerkkejä eri riskiluokkien rakennuksista. (TEK10 § 11-3.)

Taulukko 6. Rakennusten käyttötavat Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa

Suomi	Ruotsi	Norja
Asunnot	Verksamhetsklass 1 Tuotanto- ja toimistotilat	Risikoklasse 1 Autosuojat, vajat, lentokonehallit, puutavaravarastot, venevajat
Majoitustilat	Verksamhetsklass 2A Kokoontumistilat < 150 hlö	Risikoklasse 2 Teollisuus, laboratoriot, maan alla olevat parkkihallit, varastot, konttorit
Hoitolaitokset	Verksamhetsklass 2B Kokoontumistilat > 150 hlö	Risikoklasse 3 Koulut, päiväkodit
Kokoontumis- ja liiketilat	Verksamhetsklass 2C Kokoontumistilat > 150 hlö (alkoholitarjoilua)	Risikoklasse 4 Asunnot, asuntolat, vapaa-ajan asunnot, lastenkodit
Työpaikkatilat	Verksamhetsklass 3 Asunnot	Risikoklasse 5 Museot, kirkot, urheiluhallit, messutilat, myyntitilat, liikenneterminaalit
Tuotanto- ja varastotilat	Verksamhetsklass 4 Majoitustilat	Risikoklasse 6 Vankilat, hoitolaitokset, vastaanottokeskukset, sairaalat, turistimökkit
Autosuojat	Verksamhetsklass 5A Hoitolaitokset (päivätoiminta)	
	Verksamhetsklass 5B Hoitolaitokset (alentunut toimintakyky)	
	Verksamhetsklass 5C Hoitolaitokset (terveyden- ja sairaanhoito)	
	Verksamhetsklass 5D Hoitolaitokset (suljettuja osastoja)	
	Verksamhetsklass 6 Tuotantotilat (palovaaralliset)	

#### 4.3.2 Kantavien ja osastoivien rakenteiden luokkavaatimukset

Kantaviin ja osastoihin rakennusosiin kohdistuvat luokkavaatimusmerkinnät kuvataan sekä Suomessa, Ruotsissa että Norjassa seuraavilla merkinnöillä:

<b>R</b>	kantavuus
<b>E</b>	tiiviyys
<b>EI</b>	tiiviyys ja eristävyys

Palonkestävyysaika ilmoitetaan merkintöjen R, REI, RE, EI, E jälkeen minuutteina seuraavilla luvuilla: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Ruotsissa palonkestävyysaikana on käytössä myös 360 minuuttia. Norjan rakentamismääräyksissä on lisäksi palonkestävyysaika 20 minuuttia. (RakMK E1, 2011; BBR 5:23; TEK10 Kapittel 11.)

Taulukossa 7 on esitetty osastoiville rakennusosille käytetyt luokkavaatimukset (EI) maittain. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 taulukossa 7.2.1 on jaoteltu luokkavaatimukset osastoiville rakennusosille. Taulukon lisäksi on määrätty ullakon osastoivien rakennusosien luokkavaatimukseksi EI 30. Osiin jakavat rakennusosat, kuten esimerkiksi majoitushuoneiden seinät, ovat taas luokkavaatimukseltaan EI 15. Ruotsissa luokan Br1 rakennuksen osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset ovat riippuvaisia palokuormista sekä automaattisen sprinklausjärjestelmän olemassaolosta. Paloluokan Br2 ja Br3 rakennusten osastoivat rakenteet tulee suunnitella vähintään EI 30-rakenteina. Norjassa osastoiville rakennusosille käytetään luokkavaatimuksia EI 30 ja EI 60 riippuen paloluokasta. (RakMK E1, 2011, 7.6; BBR 5:53; TEK10 § 11-8.)

**Taulukko 7. Osastoiville rakenteille käytettyjä luokkavaatimuksia**

Osastoivat rakenteet						
Suomi	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	
Ruotsi		EI 30	EI 60		EI 120	EI 240
Norja		EI 30	EI 60			

### 4.3.3 Materiaalien paloluokitukset

Rakennustarvikkeiden luokat kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

- A1** Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon
- A2** Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.
- B** Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.
- C** Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.
- D** Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.
- E** Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.
- F** Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.

Ruotsissa rakennustarvikkeiden paloluokituksen pienin luokka on E (BBR 5:23).

Rakennustuotteiden paloluokitusta määriteltäessä otetaan huomioon myös savuntuotto sekä palavien pisaroiden tai osien muodostuminen. Kaikissa muissa paitsi luokissa A1 ja F esiintyy myös lisämääre. Savuntuottoa kuvaavat lisämääreet ovat s1, s2 ja s3. Vastaavasti pisaroiden tai osien muodostumista kuvaavat lisämääreet ovat d0, d1 ja d2. (RakMK E1, 2011.)

- s1** Savuntuotto on erittäin vähäistä.
- s2** Savuntuotto on vähäistä.
- s3** Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia
  
- d0** Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.
- d1** Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.
- d2** Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

Taulukko 8. Pintakerroksille ja materiaaleille käytettyjä luokkavaatimuksia

Pintakerrokset ja materiaalit						
Suomi	A1	A2-s1,d0	B-s1,d0	C-s2,d1	D-s2,d2	
Ruotsi		A2-s1,d0	B-s1,d0	C-s2,d0	D-s2,d0	E
Norja		A2-s1,d0	B-s1,d0		D-s2,d0	

Suomessa rakentamismääräyskokoelman osassa E1 kohdassa 8 käsitellään vaatimuksia koskien palon kehittymisen rajoittamista. Yleisenä vaatimuksena on, että rakennuksessa käytettävät rakennustarvikkeet eivät myötävaikuta palon kehittymiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Paloluokan P1 enintään 2-kerroksisten rakennusten yläpohjarakenteiden lämmöneristys tulee olla vähintään luokkaa A2-s1,d0 vain, mikäli kantavat rakenteet eivät täytä luokkaa A2-s1,d0. Yli kaksikerroksisissa rakennuksissa ei yläpohjan lämmöneristeille aseteta luokkavaatimuksia. Ulkoseinärakenteissa paloluokassa P1 tulee pääosin käyttää vähintään luokan B-s1,d0 lämmöneristeitä. Vastavasti paloluokan P2 3–8-kerroksisen rakennuksen ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden lämmöneristeiden tulee olla vähintään luokkaa A2-s1,d0. P2-luokan enintään kaksikerroksisissa rakennuksissa sekä paloluokan P3 rakennuksissa ulkoseinän lämmöneristeille ei aseteta rakentamismääräyskokoelmassa erillisiä vaatimuksia. Mikäli kuitenkin paloluokan P2 rakennuksen seinä- ja yläpohjarakenteiden lämmöneristys ei vastaa luokkaa B-s1,d0, tulee rakennuksen sisäpuoliset seinä- ja kattopinnat varustaa vähintään K<sub>2</sub> 10-luokan suojaverhouksella. (RakMK E1, 2011, 8.1–8.3.)

Rakennuksessa palon kehittymisen ja leviämisen rajoittamisen osalta on Ruotsissa määrätty, että materiaaleilla niin katossa, seinissä, lattiassa kuin kiinteässä sisustuksessa tulee olla paloa rajoittavat ominaisuudet. Materiaalit eivät saa olla helposti syttyviä, edistää nopeaa palon leviämistä tai tuottaa suuria määriä lämpöä ja palokaasuja. Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa materiaalien ja pintakerrosten luokat ovat yleisiä ohjeita. Rakennuksissa luokassa Br1 ja Br2 tulee yläpohjarakenteiden lämmöneristys olla vähintään luokkaa A2-s1,d0. Mikäli lämmöneristys ei vastaa annettua luokkaa, kattopinnat suojaverhoillaan.

Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa on määrätty, että luokassa Br1 ulkoseinä-rakenteet tulee suunnitella niin, että palon leviäminen seinän sisässä ja julkisivun pintaa pitkin rajoittuu. Ulkoseinä rakenne, joka koostuu ainoastaan vähintään luokan A2-s1,d0 materiaaleista, täyttää vaatimuksen palon leviämisen rajoittamisesta seinän sisässä. Ruotsissa voidaan ulkoseinä rakenteen määräysten mukaisuus rakenteellisen paloturvallisuuden osalta todeta myös SP Fire 105 -palotestillä. Luokan Br2 ja Br3 rakennusten ulkoseinät tulee vastaavasti suunnitella niin, että palon leviäminen julkisivun pintaa pitkin rajoittuu. Palon leviämiseen seinä rakenteen sisällä luokassa Br2 ja Br3 ei oteta määräyksissä kantaa. (BBR 5:5; 5:55.)

Kuten Suomessa ja Ruotsissa, myös Norjassa rakennuksissa käytettävien materiaalien ominaisuuksien tulee olla sellaisia, että ne eivät myötävaikuta palonkehittymiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Paloluokkien BKL 3, BKL 2 ja BKL 1 rakennusten yläpohjarakenteiden lämmöneristeiden tulee olla luokkaa A2-s1,d0. Mikäli lämmöneriste ei täytä vaadittua luokkaa, voidaan lämmöneristeelle käyttää muuta luokkavaatimusta yläpohjarakenteissa, joiden palotilanteen aikainen kantokyky on todennettu ja rakenteet täyttävät luokan A2-s1,d0. Myös ulkoseinissä tulee käyttää luokan A2-s1,d0 lämmöneristeitä. Muun luokkavaatimuksen omaavia lämmöneristeitä voidaan käyttää ulkoseinässä ulkopuolisena lisälämmöneristeinä, mikäli käytetty lämmöneristerakenne yhdessä julkisivumateriaalin kanssa on testattu SP Fire 105 -palotestillä. Poikkeuksena on kuitenkin paloluokan BKL 3 ja riskiluokan 6 rakennukset. Palavia lämmöneristeitä, kuten esimerkiksi selluloosaan ja tekstiilikuituihin perustuvia eristeitä, voidaan käyttää paloluokan BKL 1 rakennuksissa sekä enintään kolmikerroksisissa asuinrakennuksissa. Tällöin eristyksen tulee täyttää luokkavaatimus E tai se tulee olla testattu NT Fire 035 mukaan. (TEK10 § 11-9.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1 kohdan 9.2.2 mukaan palomuuuri tulee tehdä A1-luokan rakennustarvikkeista P1-luokan rakennuksissa sekä 5-8-kerroksisissa rakennuksissa, jotka ovat paloluokkaa P2. Suomessa palomuuureille käytettävää luokkavaatimusta A1 ei käytetä Ruotsissa eikä Norjassa. (RakMK E1, 2011, 9.2.)

Sisäpuolisten pintojen luokkien A2 ja B tasoihin liittyvät lisämääreet savuntuoton ja palavien pisaroiden tai osien muodostumisen osalta ovat kaikissa maissa samat. Luokkaa C käytetään ainoastaan Suomessa ja Ruotsissa, mutta lisämääreiden osalta vaatimukset poikkeavat toisistaan. Luokkavaatimuksessa D savuntuottoa kuvaava lisämääre on Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa sama. Palavien pisaroiden tai osien muodostumisen lisämääreissä on vastaavasti suuriakin eroja, sillä Suomessa ei tarvitse täyttää d0 eikä d1 vaatimuksia, kun taas Ruotsissa ja Norjassa vaatimustasoksi on määriteltävä d0. Luokkavaatimukset sisäpuolisille pinnoille määräytyvät jokaisessa maassa sekä paloluokan että rakennuksen käyttötavan mukaan. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimuksia on tarkasteltu tarkemmin maittain liitteissä 3, 5 ja 7. (RakMK E1, 2011, 8.2; BBR 5:52; TEK10 § 11-9.)

**Taulukko 9. Ulkoverhouksille käytettyjä luokkavaatimuksia**

Ulkoverhoukset			
Suomi		B-s1,d0	D-s2,d2
Ruotsi	A2-s1,d0		D-s2,d0
Norja		B-s3,d0	D-s3,d0

Ulkoseinien ulkopintojen luokkavaatimusten osalta löytyy maiden väliltä huomattavia eroja. Norjassa kaikissa luokissa savuntuotolle on määrätty lisämääre s3, mikä tarkoittaa, että savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia. Vastaavasti Suomessa ja Ruotsissa ulkoverhouksille käytetään sekä s1 että s2 vaatimuksia. Ruotsin rakentamismääräysten mukaan luokan Br 1 rakennuksen julkisivun pintakerros tulee olla luokkaa A2-s1,d0. Luokasta voidaan poiketa tietyin edellytyksin (ks. liite 6), ja näin käyttää ulkopintojen luokkavaatimuksena D-s2,d0. Ulkopuolisten ulkopintojen luokkavaatimukset ovat esitetty maittain tarkemmin liitteissä 4, 6 ja 8. (RakMK E1, 2011, 8.3; BBR 5:55; TEK10 §11-9)



Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on asetettu luokkavaatimukset myös tuuletusrakojen sisä- ja ulkopinnoille. Pintojen luokkavaatimukset vaihtelevat B-s1,d0 – D-s2,d2 välillä (ks. liite 4). Myös Norjassa tuuletusraoille on asetettu luokkavaatimukset, jotka ovat kaikissa paloluokissa luokkaa B-s1,d0. Norjassa paloluokan BKL 1 rakennuksille ja enintään kolmikerroksisille asuinrakennuksille voidaan käyttää luokittelematonta pintaa tuuletusraoissa. Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia tuuletusraolle. (RakMK E1, 2011, 8.3; TEK10 §11-9.)

**Taulukko 10. Suojaverhouksille käytettyjä luokkavaatimuksia**

Suojaverhoukset	
Suomi	K <sub>2</sub> 10 A2-s1,d0
Ruotsi	K <sub>2</sub> 10 B-s1,d0
Norja	K <sub>2</sub> 10 A2-s1,d0
	K <sub>2</sub> 10 B-s1,d0
	K <sub>2</sub> 10 D-s2,d0

Suojaverhouksen tarkoitus on suojata rakennetta vaurioitumiselta palon alkuvaiheessa. Suojaverhouksvaatimuksen lisäksi suojaverhouksmateriaaleille on asetettu eri vaatimuksia vaihdellen A2-s1,d0 – D-s2,d0 välillä. Suomessa suojaverhouksen materiaalille on tiukimmat vaatimukset, sillä materiaaleille vaaditaan aina vähintään luokka A2-s1,d0. (RakMK E1, 2011, 8.2–8.3; BBR 5:52; TEK10 § 11-9.)

**Taulukko 11. Lattiapäällysteille käytettyjä luokkavaatimuksia**

Lattiapäällysteet				
Suomi		A2 <sub>FL</sub> -s1		D <sub>FL</sub> -s1
Ruotsi	A1 <sub>FL</sub>		C <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1
Norja				D <sub>FL</sub> -s1

Yleisin vaadittava luokitus lattiapäällysteille Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa on  $D_{FL-s1}$ , jota käytetään pääasiassa vaativimmissa kohteissa sekä rakennuksen uloskäytävillä. Asuinrakennusten lattiapäällysteille ei ole asetettu vaatimuksia Suomessa, Ruotsissa eikä Norjassa. Suomessa luokitusta  $A2_{FL-s1}$  käytetään esimerkiksi kattilahuoneen sekä tiettyjen tuotanto- ja varastotilojen lattioissa. Ruotsissa on käytössä lattiapäällysteille rakennuksen uloskäytävillä vaatimusluokka  $C_{FL-s1}$  ja kattilahuoneilla  $A1_{FL}$ . (RakMK E1, 2011, 8.2; BBR 5:52; TEK10 § 11-9.)

Katteen tulee olla sellainen, että palo ei leviä vaaraa aiheuttavalla tavalla. Sekä Suomessa, Ruotsissa että Norjassa on rakentamismääräyksissä annettu katteelle luokkavaatimus  $B_{ROOF}(t2)$ . (RakMK E1, 2011, 8.4; BBR 5:52; TEK10 § 11-9.)

## 5 Rakentamismääräysten mukaiset rakennetyypit

### 5.1 Alapohjarakenne

Suomesta ja Norjasta poiketen Ruotsissa rakennuksille käytetään keskimääräistä lämmönläpäisykerrointa. Yksittäisille rakenteille ei siis ole asetettu erillisiä vaatimuksia U-arvon osalta. Ruotsin rakentamismääräyskokoelmassa on kuitenkin vaihtoehtoiset lämmönläpäisykertoimet eri rakenteille, joita voidaan soveltaa suurempiinkin rakennuksiin.

Ruotsissa maanvastaisen alapohjan U-arvona voidaan käyttää  $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Norjassa kyseiselle rakenteelle on annettu minimivaatimukseksi  $0,18 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Ruotsissa rakennetyypeissä käytettävän lämmöneristepaksuuden tulee olla hieman paksumpi kuin Suomen rakennetyypeissä, jotta saavutetaan vaatimusten mukainen U-arvo. Norjassa voidaan käyttää maanvastaisessa alapohjarakenteessa samaa lämmöneristepaksuutta kuin Suomessa. (TEK10 § 14-3; BBR 9:4.)

Kapillaarivirtausten katkaisemiseksi maanvastaisen alapohjan varsinaisen lämmöneristyksen alle tulee Ruotsissa tehdä vähintään 150 mm paksuinen salaojituskerros. Norjassa salaojituskerroksen vähimmäispaksuus on 100–200 mm. Salaojituskerros tehdään tavallisesti hyvin vettä läpäisevästä kiviaineksesta, kuten esimerkiksi sepelistä. (Nevander & Elmarsson 1994, 231; Gulv på grunn n.d.)

Ryömintätalallisen alapohjan U-arvolle ei ole Ruotsissa eikä Norjassa annettu erillistä vaatimusta. Ruotsin osalta voidaan käyttää U-arvoa  $0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  ja Norjan osalta taas  $0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Suomen rakennetyypeissä käytettyihin eristepaksuuksiin verrattuna Ruotsin rakennetyypeissä on tarpeen käyttää paksumpaa lämmöneristettä. Norjassa vastaavasti riittää lämmöneristepaksuudeksi sama kuin Suomessa.

(TEK10 § 14-3, BBR 9:4.) Sekä Ruotsissa että Norjassa on annettu ryömintätilan vähimmäiskorkeudeksi 500 mm mahdollista tarkistusta varten. (Nevander & Elmarsson 1994, 193; TEK10 § 13-15.)

Mikäli Ruotsissa pinta-alaltaan 51–100 m<sup>2</sup> oleva rakennus tehdään sähkölämmitteisenä, on maanvastaisen sekä ryömintätalallisen alapohjan lämmönläpäisykerroinvaatimus  $0,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Tällöin rakenteissa tulee käyttää paksumpia eristepaksuuksia. (BBR 9:4.)

## 5.2 Ulkoseinärakenne

Seinärakenteen lämmönläpäisykerroimen minimivaatimukseksi on Norjassa asetettu  $0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , joka on hyvin lähellä Suomen vaatimusta. Ruotsissa seinärakenteille ei ole asetettu erillistä vaatimusta, mutta asetettua vaihtoehtoista lämmönläpäisykerrointa  $0,18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  voidaan soveltaa myös suuremmille rakennuksille. Lämmönläpäisykerroimen poiketessa tässä tilanteessa vain vähäisissä määrin Suomen vaatimuksista, voidaan seinärakenteissa käyttää samoja lämmöneristepaksuuksia kuin Suomessa. Ruotsissa pinta-alaltaan 51–100 m<sup>2</sup> sähkölämmitteisen rakennuksen seinärakenteen lämmönläpäisykerroinvaatimus on huomattavasti tiukempi, sillä seinä-

rakenteen U-arvo saa olla enintään  $0,10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Tämä tarkoittaa, että lämmöneristekerroksen tulee olla normaalia paksumpi. (TEK10 § 14-3; BBR 9:4.)

Rakennetyypit, joissa ulkoverhouksena on joko puu-, levy- tai tiiliverhoukset, tulee toteuttaa tuulettuvalla ilmavälillä. Ulkoverhouksen taakse jätetään sopiva ilmaväli, jonka kautta ulkoverhouksen läpi tunkeutunut kosteus pääsee kuivumaan. Seinärakenteeseen asennetaan tarpeen vaatiessa myös höyryn- ja ilmansulkuna sekä tuulensuojana toimivat ainekerrokset. (Mark och byggnadsdelar, 2014; TEK10 § 13-17; TEK10 § 13-18.)

Ruotsissa Br1 luokkaan kuuluvien asuinrakennusten seinärakenteiden sisäpuoliset pinnat tulee tehdä luokan C-s2,d0 materiaaleista. Ulkoseinien ulkopintojen luokkavaatimukseksi on asetettu A2-s1,d0. Seinän rakenteellinen paloturvallisuus voidaan todeta SP Fire 105 -palotestillä. Luokan Br2 ja Br3 asuinrakennusten seinärakenteiden lämmöneristykseksi ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia. Seinärakenteiden sisäpuolisten pintojen tulee täyttää luokkavaatimus D-s2,d0 ja ulkopuolisten pintojen luokkavaatimus D-s2,d2. (BBR 5:52; 5:55.)

Norjassa asuinrakennukset kuuluvat riskiluokkaan 4. Paloluokka määräytyy riskiluokan lisäksi kerroksien lukumäärän mukaan. Sisä- ja ulkopuolisten pintojen luokkavaatimukset riippuvatkin riski- ja paloluokasta. Paloluokan BKL 3 asuinrakennusten seinärakenteiden sisäpuolisten pintojen luokkavaatimus on D-s2,d0 tai B-s1,d0 riippuen palo-osaston koosta (ks. liite 7). Vastaavasti ulkoseinien ulkopintojen materiaalien tulee täyttää luokkavaatimus B-s3,d0. Tuuletusraon pinnat tulee olla vähintään luokkaa B-s1,d0.

Norjassa ulkoseinissä tulee käyttää vähintään luokan A2-s1,d0 lämmöneristeitä. Luokan E lämmöneristeitä voidaan käyttää paloluokan BKL 1 rakennuksissa sekä enintään kolmekerroksisissa asuinrakennuksissa. Sisäpuoliset pintavaatimukset ovat tällöin B-s1,d0 tai D-s2,d0 riippuen palo-osaston koosta sekä ulkopuoliset pintavaatimukset ovat paloluokassa BKL 1 D-s3,d0 ja paloluokassa BKL 2 B-s3,d0. Paloluokan

BKL 1 rakennuksille ja enintään kolmikerroksisille asuintaloille voidaan käyttää luokittelematonta pintaa tuuletusraoissa. (TEK10 § 11-3; TEK10 § 11-9.)

### 5.3 Yläpohjarakenne

Myös yläpohjarakenteissa voidaan Ruotsin osalta käyttää asetettuja vaihtoehtoisia lämmönläpäisykertoimia. Tästä seuraa, että Ruotsissa yläpohjarakenteen lämmönläpäisykerroin saa olla enintään  $0,13 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Myös Norjassa on asetettu yläpohjarakenteen lämmönläpäisykertoimelle sama vaatimus kuin Ruotsissa. Suomessa yläpohjarakenteen lämmönläpäisykertoimen vaatimus on huomattavasti tiukempi. Yläpohjarakenteessa voidaankin käyttää lämmöneristeenä Suomen rakenteisiin verrattuna pienempiä paksuuksia. Ruotsissa pinta-alaltaan  $51\text{--}100 \text{ m}^2$  olevan sähkölämmitteisen rakennuksen yläpohjan lämmönläpäisykertoimen vaatimus on  $0,08 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , mikä tarkoittaa, että lämmöneristeen tulee olla huomattavasti paksumpi kuin muun lämmitystavan omaavan rakennuksen rakennusosalla. (TEK10 § 14-3; BBR 9:4.)

Ruotsissa Br1 luokkaan kuuluvien asuinrakennusten yläpohjarakenteiden sisäpuoliset pinnat tulee tehdä luokan B-s1,d0 materiaaleista. Vastaavasti luokkaan Br2 kuuluvien asuinrakennusten sisäpuolisten pintojen tulee täyttää luokkavaatimus C-s2,d0. Mikäli rakenteen sisällä oleva materiaali ei ole vähintään luokkaa A2-s1,d0, tulee sisäpuoliset pinnat suojaverhoilla vaatimusluokan K<sub>2</sub>10/B-s1,d0 mukaiseksi. Luokan Br3 asuinrakennusten yläpohjarakenteiden lämmöneristeille ei ole asetettu erillisiä vaatimuksia. Sisäpuoliset pinnat tulee tehdä luokan D-s2,d0 materiaaleista. (BBR 5:52; 5:55.)

Norjassa asuinrakennusten yläpohjarakenteiden lämmöneristeet tulee olla luokkaa A2-s1,d0. Vaihtoehtoisesti käyttäessä muun luokkavaatimuksen omaavia lämmöneristeitä tulee yläpohjarakenteen kantokyky todentaa ja rakenteet tulee olla luokkaa A2-s1,d0. Paloluokan BKL 3 asuinrakennusten yläpohjarakenteiden sisäpuolisten pintojen vaatimukset ovat samat kuin seinärakenteissa. Pinnat tulee siis tehdä luokan D-s2,d0 tai luokan B-s1,d0 materiaaleista riippuen palo-osaston koosta (ks.

liite 7). Myös paloluokan BKL 2 ja BKL 1 asuinrakennusten sisäpuolisten pintojen vaatimukset ovat samat kuin seinärakenteissa. (TEK10 § 11-9.)

Sekä Ruotsissa että Norjassa katteen tulee olla luokkaa  $B_{\text{ROOF}}(t_2)$ . (BBR 5:52; TEK10 § 11-9.)

## 6 Pohdinta

### 6.1 Vertailun tulokset ja analysointi

Yleisesti rakentamismääräykset niin Suomessa, Ruotsissa kuin Norjassakin noudattavat samaa rakennetta säädöshierarkian osalta. Jokaisella maalla on maankäyttö- ja rakennuslaki, jota täydennetään ja tarkennetaan asetuksin. Rakentamismääräyskoelmat ovat jaettu johdonmukaisesti osioihin, joissa käsitellään määräyksiä aihealueittain niin energiatehokkuuteen, kosteustekniseen toimivuuteen kuin paloturvallisuuteenkin liittyen.

#### **Lämmöneristävyys**

Ruotsissa rakennuksille on asetettu keskimääräiset lämmönläpäisykertoimien vaatimukset. Keskimääräinen lämmönläpäisykerroin lasketaan keskiarvona, joka ottaa huomioon eri rakennusosat. Tämän lisäksi rakentamismääräyskokoelmassa on vaihtoehtoiset vaatimukset lämmönläpäisykertoimille, kun rakennuksen lattiapinta-ala  $A_{\text{temp}}$  ei ylitä  $100 \text{ m}^2$ .

Suomessa ja Norjassa annetut vaatimukset rakenteiden lämmönläpäisykertoimille eroavat toisistaan vain vähäisissä määrin. Myös Ruotsin vaihtoehtoiset vaatimukset lämmönläpäisykertoimille eroavat melko vähän Suomen ja Norjan vaatimuksista. Poikkeuksena voidaan kuitenkin mainita Ruotsissa sähkölämmitteisen rakennuksen rakenteiden lämmönläpäisykertoimille asetetut vaatimukset, jotka ovat huomatta-

vasti tiukemmat. Suomessa ja Norjassa ei ole erikseen määrätty erillisiä arvoja lämmitetyn rakennuksen rakennusosien lämmönläpäisykertoimille rakennuksen lämmitystavan mukaan.

### **Kosteustekninen toimivuus**

Pohjoismaissa vallitsee samankaltaiset ilmasto-olosuhteet, minkä vuoksi myös kosteusrasitukset ovat hyvin samanlaisia. Sekä Suomessa, Ruotsissa että Norjassa rakennus tulee suunnitella ja rakentaa kosteusteknisesti toimivaksi niin, ettei rakennukseen tai rakenteisiin kertynyt kosteus aiheuta hygienia- ja terveysriskejä. Kosteusteknistä toimivuutta edistetään rakenteissa erilaisilla rakenteellisilla ratkaisulla, kuten tuuletusväleillä, salaojituserroksilla sekä kosteuden ja ilmvirtausten kulkeutumista estävillä ainekerroksilla.

### **Rakenteellinen paloturvallisuus**

Suunnittelussa rakenteellinen paloturvallisuus huomioidaan määrittelemällä rakennuksen käyttötavan ja koon perusteella paloluokka sekä suunnittelemalla rakennus ja sen rakennusosat kestämään palotilanteessa sortumatta ja vaaraa aiheuttamatta. Materiaaleille on myös omat vaatimuksensa palon suhteen. Erilaiset pintavaatimukset niin sisä- kuin ulkopinnoillekin on määritetty jokaisen maan rakentamismääräyksissä.

Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa on eroavaisuuksia paloluokkien määräytymisissä. Ruotsissa rakennusten käyttötavat jaetaan huomattavasti tarkemmin kuin Suomessa. Paloluokat määräytyvät Suomessa rakennuksen koon ja henkilömäärän mukaan. Vastaavasti Ruotsissa paloluokat määräytyvät pääasiassa rakennuksen koon ja käyttötavan mukaan. Norjassa rakennukset jaetaan riskiluokkiin. Paloluokka määräytyy Norjassa riskiluokan ja kerrosten lukumäärän mukaan. Esimerkiksi kaikki rakennukset varastoista sairaalarakennuksiin kuuluvat yksikerroksisina samaan paloluokkaan.

Käytettävät materiaalit eivät saa missään näissä maissa myötävaikuttaa palon kehittymiseen vaaraa aiheuttavalla tavalla. Lämmöneristeiden luokkavaatimuksissa on

maiden välillä eroja riippuen paloluokista. Pääasiassa pienemmissä asuinrakennuksissa ei lämmöneristeille ole asetettu vaatimuksia.

Lämmöneristykselle asetettujen vaatimusten lisäksi rakenteiden perusratkaisuja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös ulko- ja sisäpinnoille asetetut luokkavaatimukset. Ulko- ja sisäpintojen materiaalien luokituksissa on pieniä eroavaisuuksia maiden välillä. Suomessa ja Norjassa myös tuuletusraon pinnoille on asetettu luokkavaatimukset.

## 6.2 Loppupäätelmät

Opinnäytetyössä pyrittiin saamaan kokonaiskuva Suomen, Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten yhteneväisyyksistä ja eroavaisuuksista. Työssä keskityttiin lämmöneristykselle asetettuihin vaatimuksiin huomioiden rakenteellisten ratkaisujen merkitys rakennetyyppien toteuttamisessa. Tuloksena saatiin yleisluonteinen vertailu asetetuista vaatimuksista.

Toteuttaessa vertailua useamman maan kesken, joudutaan lähtökohtaisesti tarkastelemaan asetettuja vaatimuksia isompina kokonaisuuksina. Työssä ei ollut tarkoituksenmukaistakaan paneutua jokaiseen yksityiskohtaan ja poikkeukseen vaan on pyritty luomaan kokonaiskuva rakennetyyppien toteuttamiseen vaikuttavista tekijöistä. Omat haasteensa opinnäytetyössä asetti vieraskielisen lähdeaineiston tulkinta sekä sen kääntäminen suomeksi.

Toimeksiantajalle opinnäytetyön aihe on hyvin ajankohtainen uusille markkina-alueille suuntautumisen vuoksi. Opinnäytetyön pohjalta toteutettiin Ruotsin ja Norjan rakentamismääräysten mukaiset rakennetyypit käyttämällä Finnfoam Oy:n kehittelemiä tuotteita. Rakennetyypit tehtiin Ruotsissa ja Norjassa käytettyjen yleisimpien rakenneratkaisuiden alapohja-, seinä- ja yläpohjarakenteiden osalta.



Kyseessä olevien Pohjoismaiden rakentamismääräyksissä asetetuissa vaatimuksissa on havaittavissa yhteneväisyyksiä ja yhdenmukaisuutta. Yleisesti voi todeta, että Suomen ja Norjan määräykset noudattavat hieman tiukempaa linjaa verrattuna Ruotsin määräyksiin. Rakentamiskulttuuri ja ilmasto-olosuhteet ovat kuitenkin kaikissa maissa hyvin samankaltaisia. Opinnäytetyössä tutkittujen maiden osalta voisi siten tarkastella myös mahdollisuutta rakentamismääräysten yhtenäistämiseksi.

## LÄHTEET

Boverket skärper energikrav. N.d. Paroc-sivusto. Viitattu 1.4.2016.

[http://paroc.se/om-paroc/nyheter-och-media/nyhetsarkiv/2015/boverket-skarper-energi-krav?sc\\_lang=sv-SE](http://paroc.se/om-paroc/nyheter-och-media/nyhetsarkiv/2015/boverket-skarper-energi-krav?sc_lang=sv-SE)

C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kosteus. Määräykset ja ohjeet. 1998. Viitattu 27.2.2016. <http://www.ym.fi/fi->

[fi-maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristys. Ohjeet. 2003. Viitattu 27.2.2016. <http://www.ym.fi/fi->

[fi-maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Lämmöneristys. Ohjeet. 2012. Luonnos. Viitattu 4.5.2016. <http://www.ym.fi/fi->

[FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Valmisteilla\\_olevat\\_rakentamismaarayskokoelman\\_osat](http://www.ym.fi/fi-fi/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Valmisteilla_olevat_rakentamismaarayskokoelman_osat)

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet. 2012. Viitattu 27.2.2016. <http://www.ym.fi/fi->

[fi-maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. 2011. Helsinki: Edita Prima.

Energihushållning enligt Boverkets byggregler. 2012. 2. p. Boverket. Viitattu

28.3.2016. <http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2012/energihushallning-enligt-boverkets-byggregler/>

Finnfoam-konserni. N.d. Finnfoam-sivusto. Viitattu 20.3.2016.

<http://www.finnfoam.fi/>

Finnfoam rakentaa tehtaan Ruotsiin. N.d. Finnfoam-sivusto. Viitattu 20.3.2016.

<http://www.finnfoam.fi/>

Forskrift om tekniske krav til byggverk. 2010. Viitattu 29.3.2016.

<http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>

Gulv på grunn. N.d. Rockwool-sivusto. Viitattu 1.4.2016.

<http://www.rockwool.no/produkter/u/2011.construction/2113/isolering-i-grunn/gulv-paa-grunn-med-ringmur--isolering-av-gulv-paa-grunn>

- Mark och byggnadsdelar. Boverket. 2014. Viitattu 25.3.2016.  
<http://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/om-fukt-i-byggnader/nyproduktion--fuktsakerhetsprojektering/mark-och-byggnadsdelar/>
- Nevander, L. & Elmarsson, B. 1994. Fukthandbok. 2. uud. p. Tukholma: AB Svensk Byggtjänst.
- Rakennusfysiikan käsikirja. Rakennusten kylmäsiilat. 2015. Viitattu 4.3.2016.  
<http://www.schoeck.fi/upload/files/download/Kylmaesiltaopas%5B6079%5D.pdf>
- Rakentajain kalenteri 2016. 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Regelsamling för byggande BBR 2015. 2015. Boverket. Viitattu 29.3.2016.  
<http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2015/regelsamling-for-byggande-bbr-2015.pdf>
- RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 2013. 3. p. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys. 1984. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1. 2014. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- SFS-EN ISO 13370. 2008. Rakennusten lämpötekniset ominaisuudet. Lämmönjohtuminen maan kautta. Laskentamenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 14.3.2016. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, SFS Online.
- SFS-EN ISO 6946. 2008. Rakenne- ja rakennusosat. Lämmönvastus ja lämmönläpäisykerroin. Laskentamenetelmä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 14.3.2016. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, SFS Online.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2016. Ympäristöministeriö-sivusto. Viitattu 29.3.2016. [http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)

## LIITTEET

### Liite 1. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset

(RakMK E1 taulukko 3.2.1)

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
<b>KERROSLUKU</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
<b>KORKEUS</b>			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
<b>KERROSALA</b>			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m <sup>2</sup>
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m <sup>2</sup>
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m <sup>2</sup>	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
<b>Selostus</b>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteen korkeuksien keskiarvo.</i>		

### Liite 2. Rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset

(RakMK E1 taulukko 3.2.2)

TAULUKKO 3.2.2 Käyttötapa	Kerroksia	RAKENNUKSEN SUURIN SALLITTU HENKILÖMÄÄRÄ		
		Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
Hoitolaitokset	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	<i>ei sallittu</i>
Kokoontumis- ja liiketilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
Työpaikkatilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
Tuotanto- ja varastotilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	<i>ei sallittu</i>
<b>Ohje</b>	Milloin yli kaksikerroksisia rakennuksia saa taulukon 3.2.1 mukaan rakentaa, niissä ei ole henkilömäärärajoituksia.			
	Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainittu käyttötavan mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.			
	Mikäli rakennuksessa on eri käyttötaparyhmiin kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.			

## Liite 3. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset

(RakMK E1 taulukko 8.2.2)

TAULUKKO 8.2.2		SISÄPUOLISTEN PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET		
Käyttötapa	Kohde	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot	seinät ja katot	D-s2, d2 <sup>1)</sup>	B-s1, d0 <sup>2)</sup>	D-s2, d2 <sup>1)</sup>
	lattiat	-	-	-
Majoitustilat	seinät ja katot	D-s2, d2	B-s1, d0	D-s2, d2
	lattiat	-	-	-
Hoitolaitokset	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	D-s2, d2
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	-
Kokoontumis- ja liiketilat				
- palokuorma alle 600 MJ/m <sup>2</sup> ja				
-	pinta-ala on ≤ 300 m <sup>2</sup>	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2
		lattiat	-	-
-	pinta-ala on yli 300 m <sup>2</sup>	seinät ja katot	C-s2, d1	D-s2, d2
		lattiat	-	-
- palokuorma ≥ 600 MJ/m <sup>2</sup>				
		seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0
		lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	-
Työpaikatilat	seinät ja katot	D-s2, d2 <sup>1)</sup>	B-s1, d0 <sup>2)</sup>	D-s2, d2 <sup>1)</sup>
	lattiat	-	-	-
Tuotanto- ja varastotilat				
- palovaarallisuusluokka 1				
	seinät	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
	katot	D-s2, d2	B-s1, d0	D-s2, d2
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	-
- palovaarallisuusluokka 2				
	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1
Autokorjaamot ja -huoltamot, autosuojat (autosuojissa on lievennysmahdollisuus RakMK osan E4 mukaisesti)				
	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1
Ullakot ja kellarit				
- käyttöullakot				
- käyttämättömät ullakot sekä matalat ullakkotilat ja ontelot				
- kellaritilat yleensä				
	yläpohjan yläpinta	B-s1, d0	B-s1, d0	-
	seinät ja katot	C-s2, d1	B-s1, d0	D-s2, d2
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1
- teknisen huollon tilat				
	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1
	kattilahuoneen lattiat	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1	A2 <sub>FL</sub> -s1
Uloskäytävät				
	seinät ja katot	A2-s1, d0 <sup>3)</sup>	A2-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1
Sisäiset käytävät majoitus- ja työpaikatiloissa				
	seinät ja katot	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0
	lattiat	D <sub>FL</sub> -s1	D <sub>FL</sub> -s1	-
Saunat				
	seinät ja katot	D-s2, d2	D-s2, d2	D-s2, d2
	lattiat	-	-	-
<b>Taulukon merkinnät:</b>	-	= ei vaatimusta		
<b>Taulukon huomautukset:</b>	<sup>1)</sup>	Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota luokkiin kuulumattomilla tarvikkeilla.		
	<sup>2)</sup>	Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota D-s2, d2-luokan tarvikkeilla. Koskee myös suojaverhottuja seiniä. Seinä- ja kattopinnat voidaan verhota vähintään D-s2, d2-luokan tarvikkeilla, kun tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.		
		<b>Ohje</b> Automaattinen sammutuslaitteisto toteutetaan vähintään SFS-EN 12845 -standardin OH-luokan vaatimustason mukaan.		
	<sup>3)</sup>	Vähäisiä osia seinä- ja kattopinoista voidaan verhota B-s1, d0-luokan tarvikkeilla.		

Liite 4. Ulkoseinien ulkopintojen ja tuuletusraon pintojen luokkavaatimukset  
(RakMK E1 taulukko 8.3.4)

TAULUKKO 8.3.4	ULKOSEINIEN ULKOPINTOJEN JA TUULETUSRAON PINTOJEN LUOKKAVAATIMUKSET					
	Rakennuksen paloluokka ja käyttötapa					
	P1	P2		P3		
	P1-luokan rakennukset yleensä	Enint. 8-kerroksiset asuin- ja työpaikkarakennukset	Hoito- laitokset	3–8-kerroksiset asuin- ja työpaikkarakennukset	Muut P2-luokan rakennukset	
Ulkoseinän ulkopinta	B-s1, d0 <sup>1)</sup>	B-s2, d0 <sup>2)</sup>	B-s2, d0	B-s2, d0 <sup>2)</sup>	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon ulkopinta	B-s1, d0 <sup>1)</sup>	B-s2, d0 <sup>2)</sup>	B-s2, d0	B-s2, d0 <sup>2)</sup>	D-s2, d2	D-s2, d2
Tuuletusraon sisäpinta	B-s1, d0	B-s1, d0	B-s1, d0	A2-s1, d0	D-s2, d2	-
<b>Taulukon merkintä:</b>	-	= ei vaatimusta				
<b>Taulukon huomautukset:</b>	<sup>1)</sup> Enintään 8-kerroksisissa P1-luokan rakennuksissa ulkoseinän ulkopinnan osa saa olla luokkaa D-s2, d2, mikäli tällaisia osia ympäröivät rakenteet suojaavat seinäpintaa palon leviämiseltä. Julkisivulevyjen kiinnitykseen saa enintään 8-kerroksisissa rakennuksissa käyttää vähäisessä määrin D-s2, d2-luokan rakennustarvikkeita.					
	Enintään kaksikerroksisissa P1-luokan tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä enintään kaksikerroksisissa P1-luokan kokoontumis- ja liikerakennuksissa saa ulkoseinän ja tuuletusraon ulkopinnoissa käyttää D-s2, d2-luokan rakennustarviketta, kun:					
	- rakennuksen korkeus on enintään 20 metriä,					
	- ulkoseinä ikkunoineen ja muine aukkoineen täyttää EI 30 vaatimuksen,					
	- ulkoisen syttymisen aiheuttaman palon leviäminen seinässä on estetty riittävän tehokkaasti ja					
	- palon leviäminen julkisivulta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30-rakenteella.					
	<sup>2)</sup> Enintään 4-kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa ja tarkoitukseen so- pivalla automaattisella sammutuslaitteistolla varustetussa enintään 8- kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa saa ulkoseinän ja tuuletusraon ulkopinnoissa käyttää D-s2, d2-luokan rakennustarviketta rakennuksen alinta kerrosta sekä uloskäytävien ja varateinä toimivien ikkunoiden tai muiden aukko- jen ylä- ja alapuolella olevia pintoja lukuun ottamatta, kun:					
	- palon leviäminen tuuletusraossa on rajoitettu vähintään kerroksittain riittävän tehokkaasti,					
	- palon leviäminen vaakasuunnassa porrashuoneen ulkoseinän tuuletusrakoon on estetty,					
	- palon leviäminen julkisivusta ullakkoon ja yläpohjaan on estetty EI 30- rakenteella,					
	- julkisivurakenteen laajojen osien putoaminen palon sattuessa on riittävästi es- tetty ja					
	- rakennuksia tai rakennelmia ei sijoiteta alle 8 metrin etäisyydelle julkisivusta, jollei rakenteellisin tai muin keinoin estetä palon leviämistä julkisivuun.					

Liite 5. Ruotsin rakentamismääräysten mukaiset sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset

Käyttötapa	Kohde	Luokkavaatimus
Yleisesti	seinät ja katot	D-s2,d0  Pienemmät luokkavaatimukset omaavat materiaalit tulee suojata vastaamaan luokkaa D-s2,d0
Verksamhetsklass 3 Verksamhetsklass 4 Verksamhetsklass 5	seinät ja katot	Vastattava vähintään suojaverhouksella K <sub>2</sub> 10/B-s1,d0 saavutettavaa luokkaa
Vaatimukset pois lukien kohdat 5:522 (poistumistiet) ja 5:523 (erityiset tilat):		
Br 1	seinät katot	C-s2,d0 B-s1,d0 – kiinnitettynä A2-s1,d0 materiaaliin tai verhoiltava K <sub>2</sub> 10/B-s1,d0
Br 2	seinät katot	D-s2,d0 C-s2,d0 – kiinnitettynä A2-s1,d0 materiaaliin tai verhoiltava K <sub>2</sub> 10/B-s1,d0
Br 3	seinät katot	D-s2,d0 D-s2,d0

Liite 6. Ruotsin rakentamismääräysten mukaiset ulkoseinien ulkopintojen luokkavaatimukset

Käyttötapa	Luokkavaatimus
Br 1	A2-s1,d0
Vaihtoehtoisesti luokan Br 1 rakennukset seuraavin edellytyksin: <ul style="list-style-type: none"> <li>- enintään kaksi kerrosta</li> <li>- riippumatta rakennuksen korkeudesta, käsittää verhous vain pohjakerroksen</li> <li>- enintään kahdeksan kerrosta, sprinklatu ja pohjakerroksen pintamateriaali on vähintään luokkaa A2-s1,d0</li> <li>- enintään kahdeksan kerrosta, julkisivussa vähäinen määrä luokan D-s2,d2 materiaalia</li> </ul>	D-s2,d2
Br 2	D-s2,d2
Br 3	D-s2,d2



Liite 7. Norjan rakentamismääräysten mukaiset sisäpuolisten pintojen luokkavaati-  
mukset

	Riskiluokat 1-5			Riskiluokka 6		
	Paloluokka			Paloluokka		
Pinnat ja suojaverhoukset	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 1	BKL 2	BKL 3
seinät ja katto palo-osasto ≤ 200 m <sup>2</sup>	D-s2,d0 K <sub>2</sub> 10/D- s2,d0	D-s2,d0 K <sub>2</sub> 10/D- s2,d0	D-s2,d0 K <sub>2</sub> 10/D- s2,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0
seinät ja katto palo-osasto > 200 m <sup>2</sup>	D-s2,d0 K <sub>2</sub> 10/D- s2,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0

Liite 8. Norjan rakentamismääräysten mukaiset ulkopuolisten pintojen luokkavaati-  
mukset

	Riskiluokat 1-5			Riskiluokka 6		
	Paloluokka			Paloluokka		
Pinnat ja suojaverhoukset	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 1	BKL 2	BKL 3
Ulkoseinät	D-s3,d0	B-s3,d0	B-s3,d0	D-s3,d0	B-s3,d0	B-s3,d0
Tuuletusrako	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/B- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/A2- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/A2- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/A2- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/A2- s1,d0	B-s1,d0 K <sub>2</sub> 10/A2- s1,d0

Liitteet 9–38. Ei julkisuuteen