

Rakenteiden lujuus ja vakaus

Puurakenteet



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



Esipuhe

Ympäristöministeriö julkaisee Suomen rakentamismääräyskokoelmassa rakenteiden lujuutta ja vakautta koskien puurakenteiden suunnittelua koskevat suositukset. Ohje sisältää yhteen koottuna kaikki puurakenteiden suunnittelua koskevat kansalliset liitteet.

Kunkin kansallisen liitteen alussa on esitetty standardin kohdat, joissa kansallinen valinta on standardin mukaan mahdollista tehdä sekä milloin valinta on tehty.

Helsingissä 20. joulukuuta 2016

Rakennukset ja rakentaminen yksikön päällikkö

Rakennusneuvos



Teppo Lehtinen

Sisältö

1. Soveltamisala	4
2. Rakenteiden suunnittelu	
2.1 Toteutusasiakirjat	4
2.2 Rakennesuunnitelmien sisältö	4
2.3 Toteutusluokat	5
2.4 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä	5
3. Toteutus	
3.1 Toteutuksen suunnittelu	6
3.2 Käytettävät rakennustuotteet	6
4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kelpoisuus	
4.1 Toteutuksen valvonta	7
4.2 Rakenteiden kelpoisuus	8
5. Viittaukset	8
6. Eurokoodien SFS-EN 1995 kansalliset liitteet	
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1995-1-1	
Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt	9
NCCI 1 standardiin SFS-EN 1995-1-1: Palkkien reikien mitoitus	16
NCCI 2 standardiin SFS-EN 1995-1-1: Kävelystä aiheutuva lattioiden värähtely	18
Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1995-1-2	
Osa 1-2: Yleistä. Puurakenteiden palomitoitus	20
NCCI 1 standardiin SFS-EN 1995-1-2: Kantavat välipohjapalkit ja seinäpilarit puurakenteissa, joiden ontelot ovat täysin eristeen täyttämiä	23
NCCI 2 standardiin SFS-EN 1995-1-2: Seinä- tai välipohjaonteloissa olevien palkkien ja tolppien hiiltyminen	32

1. Soveltamisala

Nämä ohjeet antavat lisätietoja sovellettaessa ympäristöministeriön asetusta kantavista rakenteista puurakenteiden suunnitteluun ja toteutukseen. Ohjeet koskevat soveltuvin osin myös liittorakenteissa, esimerkiksi puu-betoniliittorakenteissa tai puu-teräслиittorakenteissa käytettäviä puurakenteita. Näiden ohjeiden mukaisen ratkaisun katsotaan täyttävän kantaville rakenteille asetetut vaatimukset.

Näitä ohjeita sovelletaan, kun puurakenteet suunnitellaan standardien SFS-EN 1995 ja niitä koskevien Suomen kansallisten liitteiden mukaan sekä toteutetaan standardin SFS 5978 mukaan.

Puurakenteita koskevissa harmonisoiduissa tuotestandardeissa voi olla lisäksi puurakenteiden suunnittelua koskevia täydentäviä sääntöjä.

2. Rakenteiden suunnittelu

2.1 Toteutusasiakirjat

Puurakenteiden toteutusasiakirjojen ja toteutuseritelmän laadinnasta annetaan ohjeita standardissa SFS 5978.

Toteutusasiakirjat sisältävät yleensä vähintään seuraavat asiat:

- a) rakennepiirustukset
- b) standardin SFS 5978 mukaiset vaatimukset kuten esimerkiksi käytettävät toteutusluokat, toleranssiluokat
- c) muut noudatettavat asiakirjat tai viittaukset muihin asiakirjoihin.

2.2 Rakennesuunnitelmien sisältö

Puurakenteiden rakennesuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- a) seuraamusluokka
- b) rakenteen käyttöluokka ja rakenteen suunniteltu käyttöikä
- c) rakenneosien R/E/I/M-palonkestävyyssluokka ja palokäyttötymisluokka
- d) käytetyt ominaiskuormat ja kuormaluokka
- e) täydelliset tiedot rakenteiden mitoista ja sijainnista
- f) toteutusluokka
- g) toleranssiluokka
- h) aineiden ja tarvikkeiden tunnistetiedot

- i) liitoksissa ja saumakohtissa mahdollisesti tarvittavat kosteuslaajenemisvarat
- j) rakenteiden jäykistäminen asennusaikana ja lopputilanteessa
- k) säilyvyyden edellyttämiä pinta- ja suojakäsittelyjä sekä suojauksia koskevat tiedot.

Tehdasvalmisteisten (valmistus- tai asennuspiirustuksissa) rakenneosien osalta esitetään myös:

- l) rakennustuotteen kelpoisuuden ja suunnittelun arviointia varten tarvittavat tiedot
- m) rakenneosista käytetty CE-merkintämenetelmä (M1, M2, M3a tai M3b)
- n) puuelementin paino ja painopisteen paikka
- o) vähimmäistukipinnat
- p) nostokohdat
- q) käsittely-, tuenta- ja nosto-ohjeet tarvittaessa.

2.3 Toteutusluokat

Puurakenteiden toteuttamiselle asetetut vaatimukset jaetaan rakenteiden vaativuuden mukaan kolmeen toteutusluokkaan. Toteutusluokat esitetään standardissa SFS 5978.

Toteutusluokka valitaan standardin SFS-EN 1990 ja seuraamusluokkien (CC1, CC2 ja CC3) sekä rakenteen käyttöön ja toteutukseen liittyvien riskitekijöiden perusteella. Seuraamusluokan CC2 rakenteet kuuluvat vähintään toteutusluokkaan TL2 ja seuraamusluokan CC3 rakenteet kuuluvat toteutusluokkaan TL3. Yli 3 kerroksisten tai yli 14 m korkeiden rakennusten seuraamusluokan CC2 puurakenteet kuuluvat toteutusluokkaan TL3. Ne seuraamusluokan CC2 rakenteet, joiden käyttöön tai toteutukseen liittyy erityisiä riskitekijöitä, kuuluvat toteutusluokkaan TL3.

Puurakenteen osalle tai yksityiskohdalle voidaan määrittää muusta rakenteesta poikkeava toteutusluokka.

2.4 Säilyvyys ja suunniteltu käyttöikä

Puurakenteiden säilyvyyttä tarkasteltaessa otetaan huomioon puurakenteiden rakenteellinen suojaus, puun ja puutuotteiden biologinen kestävyys sekä metalliliittimien ja liitososien korroosionkestävyys. Rakenteelliseen suojaukseen pyritään huolimatta siitä, käytetäänkö puuta sellaisenaan tai kemiallisesti tai fysikaalisesti modifioituna. Modifioinnin mahdolliset vaikutukset metalliliittimien ja liitososien korroosioon otetaan huomioon.

Standardia SFS-EN 1995-1-1 täydentäviä puurakenteiden säilyvyyttä sekä kiinnikkeiden korroosiosuojausta koskevia ohjeita esitetään standardissa SFS 5978.

3. Toteutus

3.1 Toteutuksen suunnittelu

Puurakenteiden toteutuksen työsuunnitelmat laaditaan toteutusasiakirjojen pohjalta soveltaen standardia SFS 5978.

Puurakenteiden toteutuksen työsuunnitelmissa suunnittelutehtävään soveltuvassa laajuudessa esitetään yleensä vähintään:

- tarvittavat toteutuspiirustukset
- toteutusasiakirjojen edellyttämät standardin SFS 5978 mukaiset toteutuksen työsuunnitelmat
- standardin SFS 5978 mukaiset laatuasiakirjat.

Kuljetuksen, työmaasäilytyksen ja asennuksen aikana puutuotteiden haitallinen kastuminen, kuivuminen ja altistuminen jatkuvalla auringonvalolle estetään riittävällä suojauksella.

Mikäli sellaisia kantavien puurakenteiden liitoksia, joiden kestävyyttä hyödynnetään murtorajatilassa, valmistetaan työmaalla liimaamalla tai naulalevyjä käyttäen, sovelletaan samoja ohjeita kuin tehdasvalmistuksessa ottaen kuitenkin huomioon työmaalla valmistamisesta aiheutuvat lisävaatimukset.

3.2 Käytettävät rakennustuotteet

Puurakenteissa käytettävien rakennustuotteiden, aineiden ja tarvikkeiden ominaisuudet osoitetaan CE-merkinnällä jos ne kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai jos valmistaja on hankkinut tuotteelleen eurooppalaisen teknisen hyväksynnän/arvioinnin. Muutoin ne osoitetaan eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä annetun lain 954/2012 mukaisesti.

Seuraavien tuotteiden ominaisuudet ovat keskeisiä puurakenteiden luotettavuuden kannalta:

- sahatavara, liimapuu, LVL ja ristiin liimattu massiivipuu (CLT)
- rakenteelliset puulevyt
- kiinnikkeet
- mekaanisesti yhdistetyt tai liimatut palkit ja -pilarit ja ristikot
- puuelementit
- muotolevykiinnikkeet
- tuulijäkitykseen käytettävät rakennuslevyt
- puu-betoniliittolaatat
- palosuojaustuotteet

Havupuutukeista valmistetun lajittelemattoman pyöreän puutavaran sekä pyörö-, höylä- ja massiivipuuhirren lujuus- ja jäykkyysominaisuuksien voidaan katsoa vastaavan sahatavaran lujuusluokkaa C24 edellyttäen, että puu ominaisuuksiltaan vastaa Suomessa kasvanutta puuta. Tällainen puutavara ei sisällä liimausta eikä sormijatkoksia.

Sahatuottoisen havupuusahatavaran lujuusluokkaa ei tarvitse selvittää, kun rakennushankkeeseen ryhtyvä hankkii tukit ja sahaa tai sahauttaa ne omaan käyttöönsä tulevaa pientaloa tai maatalousrakennusta varten. Tällaisen sahatavaran lujuusluokaksi voidaan olettaa C24 edellyttäen, että puu on vastaa Suomessa kasvanutta puuta.

Sahatuottoinen sahatavara tarkoittaa, että sahaus on tehty moitteettomista tukeista eikä puutavaraa ei ole lajiteltu sahauksen jälkeen muutoin kuin dimensioiden perusteella ja vikoja sisältäviä kapaleita, kuten vajasärmää tai lahoa, poistamalla. Lujuuslajittelematonta sahatavaraa ei voida käyttää sormijatkettuna sahatavaran, liimapuun tai naulalevyrakenteen raaka-aineena.

Sellaisten tehtaassa valmistettavien tai osittain tehtaassa valmistettavien puuelementtien ja rakennosien, jotka eivät ole pakollisen CE-merkinnän piirissä, vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi suoritetaan valmistuksen laadunvalvontaa niitä koskevien standardien ja/tai hyväksymisperusteiden mukaan. Tehdasvalmistuksessa ja laadunvalvonnassa noudatetaan vähintään vastaavan rakenteen työmaatoteutusta ja -valvontaa koskevia määräyksiä ja ohjeita.

Pelkästään käyttörajatilassa hyödynnettävää liimausta voidaan suorittaa ilman ulkopuolista laadunvalvontaa, mutta tällöinkin liimaliitoksilla tulee olla sellainen lujuus ja säilyvyys, että sauma säilyy ehjänä koko suunnitellun käyttöajan ajan.

4. Toteutuksen valvonta ja rakenteiden kelpoisuus

4.1 Toteutuksen valvonta

Puurakenteiden toteutuksen valvontaan liittyvät tarkastukset tehdään toteutusasiakirjojen edellyttämässä laajuudessa soveltaen noudattaen standardia SFS 5978.

Vastaava työnjohtaja tai erikseen nimetty erityisalan työnjohtaja valvoo rakenteiden toteuttamisen aikana, että puurakenteiden valmistusta ja puuelementtien asennustyötä koskevia suunnitelmia ja ohjeita noudatetaan ja että töistä laaditaan asiaankuuluvat dokumentit.

Mikäli toteutuksen aikana havaitaan, että rakenne tai yksityiskohta ei täytä toteutusasiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia, selvitetään poikkeamien esiintymiskohdat ja syyt. Tällöin selvitetään, onko poikkeama hyväksyttävissä ilman korjaamista. Tarvittaessa laskelmin osoitetaan, että saavutetaan standardissa SFS-EN 1995 ja sen kansallisissa liitteissä edellytetty varmuustaso. Mikäli ei voida osoittaa, että poikkeama voidaan hyväksyä ilman korjaamista, tehdään korjaaminen tarvittavassa laajuudessa.

Poikkeama ja korjaava toimenpide kirjataan laadunvalvonta-aineistoon.

Laadunvalvonta-aineisto dokumentoidaan ja kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi.

4.2 Rakenteiden kelpoisuus

Näitä ohjeita sovellettaessa rakenteiden kelpoisuuden arviointi perustuu siihen, että puurakenteiden mitoitus on tehty asianmukaisesti standardien SFS-EN 1995 ja niiden kansallisten liitteiden mukaan sekä että puurakenteet on toteutettu ja tarkastettu toteutusasiakirjojen mukaisesti.

5. Viittaukset

Viittausten kohdalla sovelletaan viimeisintä painosta (muutokset mukaan lukien), jollei viittauksen versiota ole yksilöity.

SFS-EN 1990	Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
SFS-EN 19951-1	Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
SFS-EN 1995-1-2	Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-2: Yleistä. Puurakenteiden palomitoitus
SFS 5978	Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt

6. Eurokoodien SFS-EN 1995-1-1 kansalliset liitteet

Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1995-1-1 Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt

Standardin SFS-EN 1995-1-1 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1995-1-1 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1995-1-1 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstillä.

Kansallinen valinta sallitaan standardin SFS-EN 1995-1-1 seuraavissa kohdissa:

- 2.3.1.2(2)P
- 2.3.1.3(1)P
- 2.4.1(1)P
- 6.1.7(2)
- 6.4.3(8)
- 7.2(2)
- 7.3.3(2)
- 8.3.1.2(4) Huomautus 2
- 8.3.1.2(7)
- 9.2.4.1(7)
- 9.2.5.3(1)
- 10.9.2(3)
- 10.9.2(4).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

Kuormien aikaluokat

2.3.1.2(2)P

Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Esimerkkejä kuormien jaottelusta aikaluokkiin

Kuorman aikaluokka	Kuormitukset
Pysyvä	Oma paino Pysyvästi rakenteeseen kiinnitetyt koneet, laitteet ja kevyet väliseinät Maanpaine
Pitkäaikainen	Varastotilojen tavarakuormat (luokka E), vesisäiliökuorma
Keskipitkä	Lumi Lattioiden ja parvekkeiden hyötykuorman pintakuormat luokissa A - D Autotallien ja liikennöintialueiden hyötykuormat (luokat F ja G) Kosteuden vaihtelun aiheuttamat kuormitukset
Lyhytaikainen	Portaiden hyötykuormat Hyötykuorman pistekuorma (Q_k) Väliseinien ja kaiteiden vaakakuormat Kunnossapito- tai henkilökuorma katolla (luokka H) Ajoneuvokuormat luokassa E Kuljetusvälinekuormat Asennuskuormat
Hetkellinen	Tuuli Onnettomuuskuorma

Käyttöluokat

2.3.1.3(1)P

Lisätietona rakenteiden jaottelusta kohtien (2)P, (3)P ja 4(P) mukaisiin käyttöluokkiin esitetään seuraavaa:

Käyttöluokkaan 1 kuuluu puurakenne, joka on lämmitetyissä sisätiloissa tai vastaavissa kosteusoloissa. Käyttöluokkaan 1 luetaan yleensä myös lämpöeristekerroksessa olevat rakenteet sekä palkit, joiden vetopuoli on lämmöneristeen sisällä.

Käyttöluokkaan 2 kuuluu ulkoilmassa kuivana oleva puurakenne. Rakenteen tulee olla katetussa ja tuuletetussa tilassa sekä alta ja sivuilta hyvin kastumiselta suojattu. Tähän käyttöluokkaan kuuluvat yleensä esimerkiksi rossipohjan ja kylmän ullakkotilan puurakenteet.

Käyttöluokkaan 3 kuuluu ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena oleva puurakenne.

Puun tasapainokosteuden lisäksi käyttöluokan valinnassa tulee kiinnittää huomiota kosteuden vaihteluihin. Kosteuden vaihtelun vaikutus puurakenteeseen voi olla suurempi kuin korkeinkin tasaisen kosteuden vaikutus. Käyttöluokassa 1 tulee kiinnittää erityistä huomiota puutavaran halkeiluvaaraan.

Materiaaliominaisuuden mitoitusarvo

2.4.1(1)P

Materiaalien jäykkyys- ja kestävyysominaisuuksien osavarmuusluville käytetään standardin taulukossa 2.3 annettuja suositusarvoja. Kuitenkin naulalevyliitoksissa levyn lujuudelle levyn ollessa terästä käytetään osavarmuuslukuna arvoa 1,1.

Teräksisten liitoslevyjen ja -osien kestävydet todennetaan SFS-EN 1993 mukaisella mitoituksella käyttäen SFS-EN 1993:n kansallisessa liitteessä annettuja materiaaliolosuhteusarvoja.

Murtorajatilat

Luku 6

Palkeissa olevien reikien mitoitus voidaan tehdä tämän kansallisen liitteen jäljessä olevan dokumentin NCCI 1 mukaan.

Puristetun sauvan nurjahduspituus

6.3.2

Puristussauvan nurjahduspituutena käytetään tavallisissa tuentatapauksissa taulukossa 2 esitetyt arvoja.

Taulukko 2. Puristussauvan nurjahduspituuksia L_c , kun sauvan pituus on L .

<i>Tuentatapa</i>	<i>Nurjahduspituus L_c</i>
<i>Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta ja nivelellisesti toisesta päästään, sivusiirtymätön rakenne</i>	<i>0,85 L</i>
<i>Sauva on nivelöity molemmista päistään</i>	<i>1,0 L</i>
<i>Sauva on poikittaistuettu nurjahduksen suunnassa välein a</i>	<i>1,0 a</i>
<i>Sauva on jäykästi kiinnitetty toisesta päästään ja on vapaa toisesta päästään</i>	<i>2,5 L</i>

Taivutetun sauvan kiepahduspituus

6.3.3

Poikittaissuunnassa puristetulta reunalta välein a tuetun palkin tehollisena kiepahduspituutena voidaan käyttää mitta $l_{ef} = a + 2h$, kun h on palkin korkeus ja kuormitus vaikuttaa palkin puristetulla reunalla ja mitta $l_{ef} = a - 0,5h$, kun määrävä kuormitus vaikuttaa vedetyllä reunalla. Mikäli palkin puristettu reuna on kuormitettu ainoastaan kiepahdustukien kohdalla sijaitsevilla pistekuormilla, tehollisena kiepahduspituutena voidaan käyttää poikittaistukiväliä $l_{ef} = a$.

Leikkaus

6.1.7(2)

Kertoimelle k_{cr} käytetään seuraavia arvoja:

$k_{cr} = 0,67$	sahatavaralle lämmitetyissä sisätiloissa tai vastaavissa kosteusoloissa
$k_{cr} = 1,0$	liimapuulle
$k_{cr} = 1,0$	sahatavaralle pysyvästi käyttöluokkaa 2 tai 3 vastaavissa kosteusoloissa
$k_{cr} = 1,0$	standardien SFS-EN 13986 ja SFS-EN 14374 mukaisille puutuotteille

Alapinnaltaan suorat harjapalkit, kaarevat palkit ja alapinnaltaan kaarevat harjapalkit

6.4.3(8)

Kaavaa (6.55) saadaan käyttää taivutusmomentista aiheutuvan syysuuntaa vastaan kohtisuoran vetojännityksen laskennassa, jos puun pinnat käsitellään kosteuden siirtymistä estävällä pintakäsittelyllä. Muussa tapauksessa käytetään kaava (6.54).

Liitoksessa syntyvä osien välinen siirtymä

7.1

Työmaalla ilman ulkopuolista laadunvalvontaa tehtävän liimauksen hyödyntämistä käyttörajatilan taipuma- ja värähtelymitoituksessa rajoitetaan 50 %:iin täydellisestä liittovaikutuksesta.

Palkin taipuman raja-arvot

7.2(2)

Kun palkin, ristikon tai laatan taipumista tai rakennuksen vaakasiirtymästä on haittaa, kuormien ominaisyhdistelmästä aiheutuvat käyttörajatilan taipumat ja vaakasiirtymät rajoitetaan taulukon 3 mukaisiksi, ellei rakenteen tai rakennuksen tyypistä, käyttötar-koituksesta tai toiminnan luonteesta johtuen muiden arvojen voida katsoa soveltuvan

paremmin. Mikäli tuulikuorma ei ole määräävä muuttuva kuorma, sitä ei tarvitse yhdistellä muiden muuttuvien kuormien kanssa käyttörajatilatarkasteluissa.

Taulukko 3. Taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvot. Ulokkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen. L on jänneväli ja H on rakennuksen tarkasteltavan kohdan korkeus.

Rakenne	$W_{inst}^{1)}$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}^{2)}$
Pääkannattimet	$L/400$	$L/300$	$L/200$
Orret ja muut toisiokannattimet	-	$L/200^{3)}$	$L/150$
Rakennuksen vaakasiirtymä	-	$H/300$	-

¹⁾ Koskee pelkästään lattioita

²⁾ Koskee esikorotettuja sekä tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia rakenteita

³⁾ Lattialevyn taipumaa laskettaessa kuormituksenä on lyhytaikainen pistekuorma $Q_k = 2 \text{ kN}$ ja levyn omapaino

Asuinrakennusten lattiat

7.3.3(2)

Lattioiden värähtelysuunnittelussa käytetään tämän kansallisen liitteen jäljessä olevaa dokumenttia NCCI 2, joka korvaa kokonaisuudessaan standardin kohdan 7.3.3 täyttäen kaikki siinä esitetyt kriteerit.

Puuosien väliset naulaliitokset

8.3.1.2(4) Huomautus 2

Puun päähän syysuuntaisesti naulatun liitoksen leikkauskestävyyden määrittämisessä noudatetaan kohdan 8.3.1.2(4) ohjeita.

8.3.1.2(7)

Naulaliitoksille ei sovelleta kohdan 8.3.1.2(7) ohjeita.

Pitkittäin kuormittuvat naulat

8.3.2

Pituussuunnassa kuormitettujen naulaliitosten suunnittelussa otetaan huomioon puun kuivumisen aiheuttama tartuntalujuuden heikkeneminen. Ilman suhteellisessa kosteudessa RH65 tasaannutetulla puulla kokeellisesti määritettyä naulan tartuntalujutta pienennetään suunnittelussa sileävirtisilla nauloilla kertoimella 0,4 ja muilla nauloilla kertoimella 0,7, mikäli liitosta käytetään lämmitetyssä sisätilassa. Sileävirtisia nauloja ei saa käyttää kantamaan pitkäaikaisia naulan pituussuuntaisia kuormia, joita esiintyy esimerkiksi alakaton kiinnityksissä.

Ristikot

9.2.1

Naulalevyrakenteissa käytettävän puutavaran paksuus on vähintään 42 mm. Jos naulalevyrakenteen jänneväli on yli 18 m, puutavaran paksuus on vähintään 45 mm tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää tehtaalla yhteen kytkettyjä naulalevyrakenteita, joissa yhdistettyjen puristussauvojen tehollinen hoikkuus vastaa vähintään 48 mm paksua yhtenäistä sauvaa.

Kun naulalevyrakenteen jänneväli on yli 5 m, paarteiden ja muiden ulkosauvojen leveys on vähintään 90 mm ja sisäsauvojen leveys on vähintään 68 mm.

Naulalevyrakenteen poikittaistuettavien (nurjahdustuettavien) sisäsauvojen leveys on vähintään 120 mm. Naulalevyrakenteen poikittaistuettavien sisäsauvojen lukumäärä on enintään $1 + L/5$, kun L on rakenteen kokonaispituus metreinä. Tässä yhteydessä poikittaistuettaviksi sisäsauvoiksi ei lueta niitä sauvoja, joihin kiinnitetään pysyviä seinä- tai kattorakenteita.

Yleistä

9.2.4.1(7)

Jäykistysseinien yksinkertaistettu analyysi tehdään kohdan 9.2.4.2 mukaisella menetelmällä A.

Palkiston poikittaisjäykistys ja vierekkäisten ristikoiden poikittaisjäykistys

9.2.5.3(1)

Poikittaisjäykistykseen muunnoskerroimille käytetään taulukossa 4 annettuja arvoja.

Taulukko 4. Muunnoskerroimien arvot.

Muunnoskerroin	Arvo
k_s	$2 + 2 \cos\left(\frac{180^\circ}{m}\right)^{*)}$
$k_{f,1}$	50
$k_{f,2}$	80
$k_{f,3}$	50

*) m on välein a poikittaistuettujen kenttien lukumäärä ≥ 2 (ks. standardin SFS-EN 1995-1-1 kuva 9.9).

Pystytys

10.9.2(3)

Asennuksen jälkeen sallittava sauvan käyryys kenttävälillä $a_{\text{bow,perm}} = 15$ mm. Paarteen suurin sallittu sivuttainen käyryys koko paarteen pituudella $a_{\text{bow,perm}} = \min(L/300; 50$ mm), kun L on paarteen pituus.

10.9.2(4)

Suurin sallittu poikkeama pystyasennosta $a_{\text{dev,perm}} = \min(10 \text{ mm} + H / 200; 25 \text{ mm})$, kun H on ristikon korkeus [mm] tarkasteltavassa kohdassa.

Liite A

Lohkeamismurtuminen ja palamurtuminen teräksen ja puun välisissä usean liittimen puikkoliitoksissa

Liitettä A sovelletaan Suomessa vedetyille sauvanpäälliitoksille.

LVL:n yhteydessä standardin SFS-EN 1995-1-1 kaava (A.1) saa muodon

$$F_{bs,Rk} = \max \begin{cases} 1,25 A_{net,t} f_{t,0,k} \\ 0,7 A_{net,v} f_{v,0,flat,k} \end{cases} \quad (1.1)$$

missä $f_{v,0,flat,k}$ on LVL:n tasoleikkauslujuuden ominaisarvo pintaviilujen syysuuntaan.

Lohkeamismurtuminen tulee tarkistaa myös vedettyjen puuosien välisten kaksi- ja monileikkeisten sauvanpäälliitosten yhteydessä. Puuosien välisissä liitoksissa standardin SFS-EN 1995-1-1 kaava (A.3) supistuu muotoon

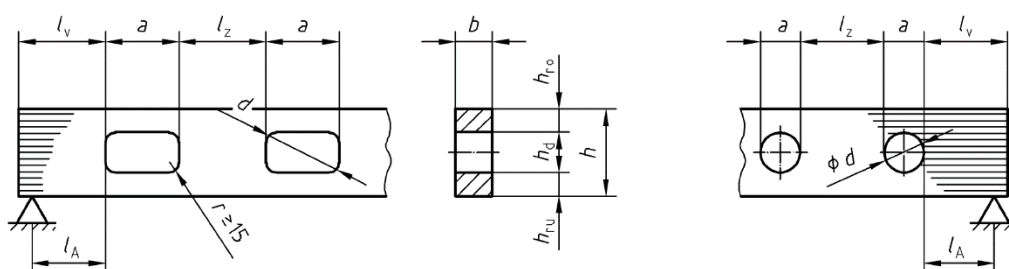
$$A_{net,v} = L_{net,v} t_1 \quad (1.2)$$

NCCI 1 standardiin SFS-EN 1995-1-1: Palkkien reikien mitoitus

Tämä ohje koskee reiällisiä liimapuu- ja LVL-palkkeja, kun reiät ovat pyöreitä tai kulmistaan vähintään $r = 15$ mm kaarevuussäteellä pyöristettyjä suorakaiteen muotoisia aukkoja.

Kun reiän halkaisija $d > 50$ mm, tulee kuvassa 1 esitettyjen mittojen täyttää seuraavat ehdot:

$l_v \geq h$	$l_z \geq 1,5h$, kuitenkin ≥ 300 mm	$l_A \geq h/2$	$h_{ro} \geq 0,35h$, $h_{ru} \geq 0,35h$	$a \leq 0,4h$	$h_d \leq 0,15h$, pyöreillä $\phi_d \leq 0,3h$
--------------	--	----------------	--	---------------	--



Kuva 1. Reiällisen palkin merkinnät.

Seuraavan ehdon tulee toteutua:

$$\sigma_{t,90,d} = \frac{F_{t,90,d}}{0,5 \cdot b \cdot k_{t,90} \cdot l_{t,90}} \leq f_{t,90,d} \quad (1.1)$$

missä

b	on palkin leveys
$k_{t,90} = \min\{1; (450/h)^{0,5}\}$	jossa h on palkin korkeus millimetreinä
$f_{t,90,d}$	on puun poikittaisen vetolujuuden mitoitusarvo suorakaiteen muotoiset reiät
$l_{t,90} = \begin{cases} 0,5 \cdot (h_d + h) \\ 0,35 \cdot d + 0,5 \cdot h \end{cases}$	pyöreät reiät.

Poikittainen vetovoima $F_{t,90,d}$ riippuu reiän kohdalla vaikuttavasta palkin leikkausvoimasta V_d ja taivutusmomentista M_d seuraavasti:

$$F_{t,90,d} = \frac{V_d \cdot h_d}{4 \cdot h} \cdot \left(3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right) + 0,008 \cdot \frac{M_d}{h_r} \quad (1.2)$$

$$h_r = \begin{cases} \min(h_{ro}; h_{ru}) & \text{suorakaiteen muotoiset reiät} \\ \min(h_{ro} + 0,15d; h_{ru} + 0,15d) & \text{pyöreät reiät} \end{cases}$$

h, h_{ro}, h_{ru} ja d on määritelty kuvassa 1

h_d on suorakaidei'illä aukon korkeus ja pyöreillä rei'illä $h_d = 0,7d$.

Lisäksi palkin leikkaus-, taivutus- ja veto/puristuskestävyys tarkistetaan reiän kohdalla poikkileikkaukselle, josta on vähennetty reiän osuus. Tässä tarkastelussa vähennetään siis vain reiän pinta-ala muiden jännityshuipputarkastelujen sisältyessä edellä esitettyyn ohjeeseen.

NCCI 2 standardiin SFS-EN 1995-1-1: Kävelystä aiheutuva lattioiden värähtely

Kävelystä johtuvat värähtelyt otetaan, rakennuksen ja tilan käyttötapa huomioon ottaen, huomioon käyttörajatilamitoituksessa.

Suunnittelussa voidaan käyttää seuraavaa lattioiden värähtelysuunnittelumenetelmää, joka korvaa kokonaisuudessaan standardin SFS-EN 1995-1-1 kohdan 7.3.3 täyttäen kaikki siinä esitetyt kriteerit.

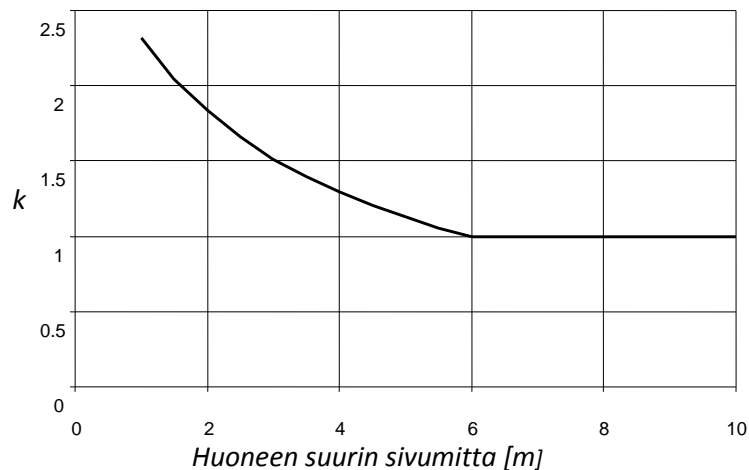
Pysyvässä asuinkäytössä olevien asuntojen ja toimistohuoneistojen osalta sovelletaan seuraavia kriteerejä:

Erityistarkastelu on tarpeen, jos asuin- tai toimistohuoneiston lattiarakenteen alin ominaistaajuus on alle 9 Hz ($f_1 < 9$ Hz).

Kun asuin- tai toimistohuoneiston lattiarakenteen alin ominaistaajuus $f_1 > 9$ Hz, tarkistetaan, että seuraava ehto toteutuu:

$$\delta \leq 0,50 \text{ mm} \quad (1.1)$$

missä δ on 1 kN staattisen pistevoiman aiheuttama suurin hetkellinen painuma lattiapalkin kohdalla. Pienillä huonetiloilla sallittua 0,5 mm:n taipumaa voidaan korottaa kuvan 1 kertoimella k .



Kuva 1. Huoneen koosta riippuva taipumarajoituksen korotuskerroin k

Yhteen suuntaan kantavan lattiarakenteen alin ominaistajuus voidaan laskea lausekkeesta

$$f_1 = \frac{\pi}{2l^2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} \quad (1.2)$$

Kahteen suuntaan kantavan lattiarakenteen alin ominaistajuus voidaan laskea lausekkeesta

$$f_1 = \frac{\pi}{2l^2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} \cdot \sqrt{1 + \left[2 \cdot \left(\frac{l}{b}\right)^2 + \left(\frac{l}{b}\right)^4 \right] \cdot \frac{(EI)_b}{(EI)_l}} \quad (1.3)$$

missä

l on lattiarakenteen jänneväli [m]

b on lattiarakenteen leveys [m]

$(EI)_l$ on lattian kantavaa suuntaa l vastaava taivutusjäykkyys leveysyksikköä kohti [Nm²/m]

$(EI)_b$ lattian poikittaissuuntaa b vastaava taivutusjäykkyys leveysyksikköä kohti [Nm²/m]

m on lattian oman painon pinta-alayksikköä kohden ja hyötykuormasta osuuden 30 kg/m² yhteen laskettu massa [kg/m²].

Lattiapalkin kohdalla sijaitsevan pistekuorman ($F = 1$ kN) aiheuttama lattian painuma voidaan laskea yhteen suuntaan kantavan lattiarakenteen tapauksessa lausekkeesta

$$\delta = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{Fl^2}{42 \cdot k_\delta \cdot (EI)_l} \\ \frac{Fl^3}{48 \cdot s \cdot (EI)_l} \end{array} \right. \quad (1.4)$$

missä

s lattiapalkkien välinen etäisyys [m]

$$k_\delta = \sqrt[4]{\frac{(EI)_b}{(EI)_l}} \quad \text{rajoituksena } k_\delta < b/l \quad (1.5)$$

Lauseketta (1.4) voidaan käyttää myös neljältä sivulta tuetulle lattialle. Tällöin lausekkeen (1.5) mukaista kerrointa k_δ ei tarvitse rajoittaa tekijällä $< b/l$.

Tätä ohjetta voidaan soveltaa sellaisenaan myös kaksi- tai useampiauukoisten jatkuvien lattiapalkkien tai laattojen yhteydessä. Tällöin lattiarakenne ei saa kuitenkaan olla jatkuva eri huoneistojen välillä.

Kansallinen liite standardiin SFS-EN 1995-1-2 Osa 1-2: Yleistä. Puurakenteiden palomitoitus

Standardin SFS-EN 1995-1-2 osalta noudatetaan standardissa SFS-EN 1995-1-2 esitettyjä suositusarvoja ja kaikkia standardin SFS-EN 1995-1-2 liitteitä ellei tässä kansallisessa liitteessä toisin esitetä.

Standardia ristiriidattomasti täydentävä lisäohje (NCCI) esitetään kursivoidulla tekstilä.

Kansallinen valinta on sallittua standardin SFS-EN 1995-1-2 seuraavissa kohdissa:

- 2.1.3(2)
- 2.3(1)P
- 2.3(2)P
- 2.4.2(3) Huomautus 2
- 4.2.1(1).

Kansallinen valinta on tehty symbolilla ● merkityissä kohdissa.

Parametrinen paloaltistus

2.1.3(2)

Palon jäähtymisvaiheen aikaiselle keskimääräiselle lämpötilan nousulle $\Delta\theta_1$ ja suurimmalle lämpötilan nousulle $\Delta\theta_2$ ei anneta arvoja.

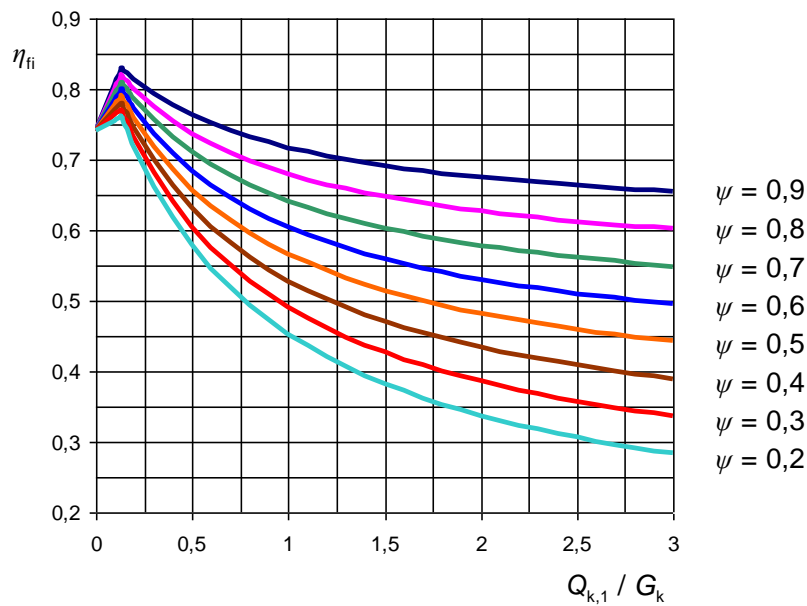
Osastoivuusvaatimus perustuu vain standardipaloon ja siinä asetettuihin lämpötilarajoihin.

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimuksen täyttyminen todennetaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

Rakenneosatarkastelu

2.4.2(3) huomautus 1

Pienennyskertoimen määrittämisessä käytetään standardin SFS-EN 1990 ja sen soveltamista koskevan ympäristöministeriön asetuksen 3/16 mukaisia osavarmuuslukuja, jolloin standardin SFS-EN 1995-1-2 kuva 2.1 muuttuu kuvassa 1 esitetyllä tavalla.



Kuva 1. Pienennystekijän, η_{fi} , vaihtelu määrävän muuttuvan kuorman ja pysyvän kuorman ominaisarvojen kuormasuhteen $Q_{k,1} / G_k$ funktiona standardin SFS-EN 1990 soveltamista koskevassa ympäristöministeriön asetuksessa 3/16 esitettyjen kuormien yhdistelysääntöjen mukaan.

2.4.2(3) Huomautus 2

Pienennystekijälle ei esitetä likimääräisiä arvoja

Yleistä

4.2.1(1)

Poikkileikkausominaisuuksien määrittämiseen käytetään kohdan 4.2.2 menetelmää.

Yleistä

E.1(3)

Erikoiskovalle kipsilevyllä tyyppi R voidaan käyttää A-typin laskenta-arvoja.

Koemenetelmä esitetään seinien osalta standardissa EN 1364-1 (kuormittamattomat) ja EN 1365-1 (kuormitetut) ja välipohjien osalta standardissa EN 1365-2.

Liite C

Kantavat välipohjapalkit ja seinäpilarit puurakenteissa, joiden ontelot ovat täysin eristeen täyttämiä

Liitettä C ei käytetä.

Liitteen C sijasta käytetään tämän kansallisen liitteen jäljessä olevaa dokumenttia NCCI 1.

Liite D

Seinä- tai välipohjaonteloissa olevien palkkien ja tolppien hiiltyminen

Liitettä D ei käytetä.

Liitteen D sijasta voidaan käyttää tämän kansallisen liitteen jäljessä olevaa dokumenttia NCCI 2.

Liite E

Seinä- ja välipohjarakenteiden osastoivuuden analyysi

Liitettä E voidaan käyttää ainoastaan seinärakenteiden analysointiin.

Liite F

Ohjeita tämän eurokoodiosan käyttäjille

Opastavan liitteen F kaaviokuvassa F.1 valitaan kantavuuden mitoitusmenetelmäksi tehollisen poikkileikkauksen menetelmä.

NCCI 1 standardiin SFS-EN 1995-1-2: Kantavat välipohjapalkit ja seinäpilarit puurakenteissa, joiden ontelot ovat täysin eristeen täyttämiä

1. Yleistä

Tässä liitteessä käsitellään puurunkoisten seinä- ja välipohjarakenteiden kantavuutta. Tulen puoleinen levytys suojaa puisia runko-osia (tolppia ja palkkeja) enintään 60 minuutin standardipaloo vastaan. Seuraavat ehdot toteutuvat:

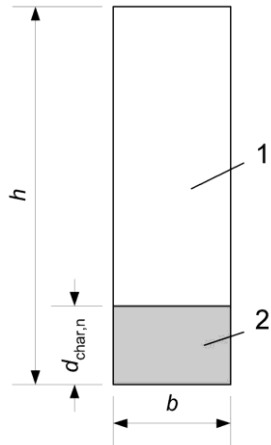
- *ontelot ovat täysin mineraalivillan (kivivillan tai lasivillan) täyttämiä*
- *poikittaissidonta estää tolppien nurjahduksen seinän tasossa ja välipohjapalkkien kiepahduksen; sidonta saadaan aikaan tulelle vastakkaisella puolella olevien levyjen tai poikittaisten tukisiteiden avulla*
- *välipohjissa levyt voidaan kiinnittää myös teräsprofilleihin, joiden korkeus on enintään 25 mm ja jotka ovat kohtisuorassa palkkien suuntaa vastaan*
- *osastoivuus osoitetaan standardin SFS-EN 1995-1-2 kohdan 5.3 mukaan.*

Menetelmää voidaan käyttää, vaikka ontelotila ei olisikaan täysin eristetty, mikäli eristeen paksuus on vähintään 100 mm ja tiheys vähintään 30 kg/m³. Eristeen tulee olla rakenteen tulen puolella kannattajan syrjän tasolla siten, että se suojaa lappeita hiiltymiseltä.

2. Jäännöspoikkileikkaus

2.1 Hiiltymisnopeudet

Nimellinen jäännöspoikkileikkaus määritetään kuvan 1 mukaisesti, mihin nimellinen hiiltymissyvyys saadaan standardin SFS-EN 1995-1-2 kaavasta (3.2) ja nimellinen hiiltymisnopeus määritetään kaavan (1.1) tai (1.2) mukaisesti.



Selite:

- 1 Nimellinen jäännöspoikkileikkaus
- 2 Nimellinen hiilikerros

Kuva 1. Ontelossa olevan eristeen suojaaman puisen kantavan seinätolpan tai välipohjapalkin nimellinen jäännöspoikkileikkaus

Tulen puolelta levyverhouksen suojaaman puupalkin tai -tolpan nimellinen hiiltymisnopeus lasketaan seuraavasti:

$$\beta_n = k_s k_2 k_n \beta_0 \quad \text{kun } t_{ch} \leq t \leq t_f \quad (1.1)$$

$$\beta_n = k_s k_3 k_n \beta_0 \quad \text{kun } t \geq t_f \quad (1.2)$$

missä:

$$k_n = 1,5$$

- β_v on nimellisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo
- k_s on taulukon 1 mukainen poikkileikkauskerroin
- k_2 on taulukon 2 tai 3 mukainen eristyskerroin
- k_3 on taulukon 2 tai 3 mukainen jälkisuojauskerroin
- k_n on kerroin, jonka avulla epäsäännöllinen jäännöspoikkileikkaus muunnetaan nimelliseksi suorakaidepoikkileikkaukseksi
- β_0 on yksidimensioisen hiiltymisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo standardin SFS-EN 1995-1-2 kohdan 3.4.2 taulukon 3.1 mukaan
- t on paloaltistuksen aikamuuttuja
- t_{ch} on puisen kantavan rakenneseosan hiiltymisen alkamishetki kohdan 2.2 mukaan
- t_f on verhouksen murtumishetki kohdan 2.3 mukaan.

Poikkileikkauskerroin saadaan taulukosta 1.

Taulukko 1. Erilevyisten puisten kantavien palkkien ja tolppien poikkileikkauskerroin

b mm	k_s
38	1,4
45	1,3
60	1,1
≥ 90	1,0

Väliarvot interpoloidaan.

Eristyskerroimen k_2 arvona käytetään taulukon 2 arvoja, kun kyseessä on välipohja, ja taulukon 3 arvoja, kun kyseessä on seinä. Arvot eivät ole saumatyypistä riippuvia.

Taulukko 2. Hiiltymisen alkamishetki t_{ch} ja levyjen murtohetki t_f sekä kertoimet k_2 ja k_3 välipohjarakenteissa

Levytyt	t_{ch}	k_2	t_f	$k_3^{1)} / k_3^{2)}$
	min		min	
A	10	-	10	3,0 / 4,0
2 x A ³⁾	30	-	30	3,0 / 4,0
A + F ^{3,4)}	40	0,85	45	3,8 / 5,0
F ⁴⁾	15	0,85	30	3,8 / 5,0
2 x F ⁴⁾	60	0,85	> 60	-
PI + F ^{4,5)}	40	0,85	45	4,0
PI + A ^{3,5)}	30	-	30	3,0

¹⁾ Jos eriste on kannatettu niin, että kannattajien pystysivuissa ei hiiltymää

²⁾ Jos eriste on kannatettu teräsprofileilla tai puusoiroilla tai kanaverkolla (pystysivut eivät täysin hiiltymättömät)

³⁾ A-levy 13 mm paksu kipsilevy

⁴⁾ F-levy 15 mm paksu palokipsilevy

⁵⁾ PI-levy 12 mm paksu vaneri tai muu puulevy. Mikäli vanerin tai puulevyn paksuus d on suurempi kuin 12 mm, lisätään taulukon t_{ch} - ja t_f -arvoja määrällä Δt , kun $\Delta t = (d - 12) / \beta_0$.

Taulukko 3. Hiiltymisen alkamishetki t_{ch} ja levyjen murtohetki t_f sekä kertoimet k_2 ja k_3 seinärakenteissa

Levytyks	t_{ch}	k_2	t_f	k_3
	<i>min</i>		<i>min</i>	
A	15	-	15	1,5
2 x A ¹⁾	40	-	40	1,0
A + F ^{1,2)}	55	0,85	>60	-
F ⁴⁾	20	0,85	50	3,8
2 x F ⁴⁾	65	0,85	> 60	-
PI + F ^{2,3)}	55	0,85	>60	-
PI + A ^{1,3)}	40	-	40	1,0
¹⁾ A-levy 13 mm paksu kipsilevy ²⁾ F-levy 15 mm paksu palokipsilevy ³⁾ PI-levy 12 mm paksu vaneri tai muu puulevy. Mikäli vanerin tai puulevyn paksuus d on suurempi kuin 12 mm, lisätään taulukon t_{ch} - ja t_f -arvoja määrällä Δt , kun $\Delta t = (d - 12) / \beta_0$.				

Jälkisuojauskertoimelle k_3 käytetään taulukon 2 arvoja, kun kyseessä on välipohja, ja taulukon 3 arvoja, kun kyseessä on seinä. Välipohjarakenteessa arvot riippuvat eristeen tukemistavasta.

Jos ontelon eristys tehdään lasivillalla, käytetään palonkestävyyden arviointiin standardin SFS-EN 1995-1-2 liitteen D (Seinä- ja välipohjakannattajien hiiltyminen, kun ontelotila on eristämätön) menetelmää.

2.2 Hiiltymisen alkaminen

Kun palosuojaus tehdään puulevyistä, käytetään puisten rakenneosien hiiltymisen alkamishetkenä t_{ch} arvoa:

$$t_{ch} = t_f \quad (1.3)$$

missä murtumishetki t_f lasketaan kohdan 2.3 mukaisesti.

Levytyksen koostuessa A-, R- tai F-tyypin kipsilevyistä tai näiden ja puulevyn yhdistelmistä (kipsilevy uloinna) käytetään hiiltymisen alkamishetkenä t_{ch} taulukon 2 arvoja, kun kyseessä on välipohja, ja taulukon 3 arvoja, kun kyseessä on seinä.

2.3 Levytyksen murtumishetki

Puulevyverhouksen murtumishetkenä käytetään arvoa:

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (1.4)$$

missä:

- t_f on murtumishetki minuutteina
 h_p on levyn paksuus millimetreinä
 β_0 on yksidimensioisen hiiltymisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo standardipalossa (mm/min).

F-tyyppin kipsilevyistä tehtävän verhouksen murtumishetki määritetään:

- verhouksen lämpöhajoamisen perusteella
- liittimien riittämättömästä tunkeumasta palamattomaan puuhun johtuvan liittimien ulosvetokestävyyden pettämisen takia.

Levytyksen koostuessa A-, R- tai F-tyyppin kipsilevyistä tai näiden ja puulevyn yhdistelmistä (kipsilevy uloinna) käytetään levytyksen murtohetkenä t_f taulukon 2 arvoja, kun kyseessä on välipohja, ja taulukon 3 arvoja, kun kyseessä on seinä.

Liittimien ulosvetokestävyyden pettämisestä johtuva levytyksen murtumishetki t_f voidaan laskea kaavasta:

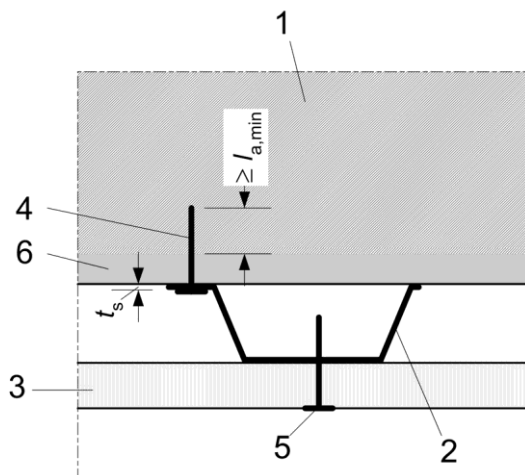
$$t_f = t_{ch} + \frac{l_f - l_{a,min} - h_p}{k_s k_2 k_n \beta_0} \quad (1.5)$$

missä:

- t_{ch} on hiiltymisen alkamishetki
 l_f on liittimen pituus
 $l_{a,min}$ on liittimen vähimmäistunkeuma palamattomaan puuhun
 h_p on levytyksen kokonaispaksuus
 k_s on kohdan 2.1 mukainen poikkileikkaustekijä
 k_2 on taulukon 2 tai 3 mukainen eristyskerroin
 k_n on kohdan 2.1 mukainen kerroin, jonka avulla epäsäännöllinen jäännös-poikkileikkaus muunnetaan nimelliseksi suorakaidepoikkileikkaukseksi
 β_0 on yksidimensioisen hiiltymisen hiiltymisnopeuden mitoitusarvo standardipalossa standardin SFS-EN 1995-1-2 kohdan 3.4.2 taulukon 3.1 mukaan.

Vähimmäistunkeumalle $l_{a,min}$ palamattomaan puuhun käytetään arvoa 10 mm.

Kun levytyksiä kiinnitetään teräsprofilleihin kuvan 2 mukaisesti, voidaan teräsprofiilien murtumishetki laskea kaavan (1.5) mukaan, missä h_p korvataan teräsprofiilin paksuudella t_s .



Selite:

- 1 Puinen rakenneosaa
- 2 Teräsprofiili
- 3 Levy
- 4 Liitin, joka kiinnittää teräsprofiilin puiseen rakenneosaan
- 5 Liitin, joka kiinnittää levyn teräsprofiiliin
- 6 Hiilikerros

Kuva 2. Levyjen kiinnitystä kattoon esittävä piirros

Kun teräsprofilleita käytetään levytyksen murtumisen jälkeen ontelossa olevan eristeen paikallaan pitämiseen, voidaan profiilien liittimien ulosvetokestävyyden peittämistä vastaava murtumishetki laskea kaavalla:

$$t_{sf} = t_f + \frac{l_f - l_{a,min} - k_s k_2 k_n \beta_0 (t_f - t_{ch}) - t_s}{k_s k_3 k_n \beta_0} \quad (1.6)$$

missä:

- t_{sf} on teräsprofiilien murtumishetki
 t_s on teräsprofiilin paksuus
 k_3 on jälkisuojauskerroin

muut merkinnät on esitetty kaavan (1.5) yhteydessä.

Palonkestävyyden ollessa ≤ 60 min ei teräsprofiilien kestävyttä ja jäykkyyttä tarvitse osoittaa.

3. Lujuus- ja jäykkyyssparametrien pieneminen

Muunnoskerroin, jonka avulla otetaan huomioon palon vaikutus puisten kantavien rakenneosien lujuuteen, lasketaan kaavalla:

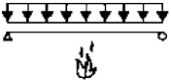
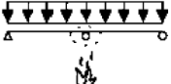
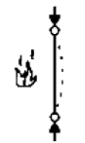
$$k_{\text{mod},fm,fi} = a_0 - a_1 \frac{d_{\text{char},n}}{h} \quad (1.7)$$

a_0, a_1 ovat taulukoiden 4 ja 5 mukaisia arvoja

$d_{\text{char},n}$ on nimellinen hiiltymissyvyys standardin SFS-EN 1995-1-2 kaavan (3.2) mukaan, mihin β_n lasketaan kaavojen (1.1) ja (1.2) mukaan

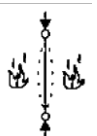
h on palkin tai tolpan poikkileikkauksen korkeus.

Taulukko 4. Palkin tai tolpan lujuusarvoa pienennettäessä tarvittavat lukujen a_0 ja a_1 arvot, kun palorasitus vaikuttaa välipohjaan tai seinään vain toiselta puolelta

Tapaus			h mm	a_0	a_1
1	Taivutuskestävyys, kun palorasitus vaikuttaa vedetylle puolelle		95	0,60	0,46
			145	0,68	0,49
			195	0,73	0,51
			220	0,76	0,51
			300	0,84	0,51
			400	0,94	0,51
			500	1,00	0,51
2	Taivutuskestävyys, kun palorasitus vaikuttaa puristetulle puolelle		95	0,46	0,37
			145	0,55	0,40
			195	0,65	0,48
			220	0,67	0,47
			300	0,73	0,47
			400	0,81	0,47
			500	0,89	0,47
3	Puristuskestävyys		95	0,46	0,37
			145	0,55	0,40
			195	0,65	0,48
			220	0,67	0,47

Taulukon 4 muiden korkeuksien a_0 ja a_1 arvot interpoloidaan.

Taulukko 5. Tolpan lujuusarvoa pienennettäessä tarvittavat lukujen a_0 ja a_1 arvot, kun palorasitus vaikuttaa seinän molemmille puolille

Tapaus			h mm	a_0	a_1
1	Puristuskestävyys		145	0,39	1,62

Kimmokerroimen muunnoskerroin lasketaan kaavasta:

$$k_{\text{mod},E,fi} = b_0 - b_1 \frac{d_{\text{char},n}}{h} \quad (1.8)$$

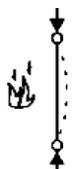
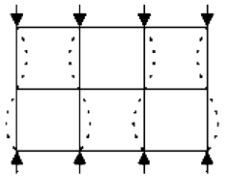
missä:

b_0, b_1 ovat taulukoiden 6 ja 7 mukaiset arvot

$d_{\text{char},n}$ on nimellinen hiiltymissyvyys standardin SFS-EN 1995-1-2 kaavan (3.2) mukaan, mihin β_n lasketaan kaavojen (1.1) ja (1.2) mukaan

h on palkin korkeus.

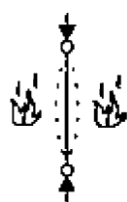
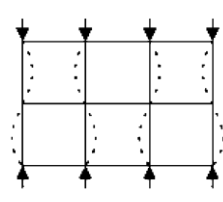
Taulukko 6. Tolppien kimmokerrointa pienennettäessä tarvittavat lukujen b_0 ja b_1 arvot, kun palorasitus vaikuttaa vain seinän toiselta puolelta

Tapaus			h mm	b_0	b_1
1	Nurjahdus kohtisuoraan seinän tasoa vastaan		95	0,50	0,79
			145	0,60	0,84
			195	0,68	0,77
2	Nurjahdus seinän tasossa		95	0,54	0,49
			145	0,66	0,55
			195	0,73	0,63

HUOM. Tapauksen 2 piirroksessa tolpat on sidottu sivusuunnassa poikkisitein.

Taulukon 6 muiden korkeuksien b_0 ja b_1 arvot interpoloidaan

Taulukko 7. Pilarien kimmokerrointa pienennettäessä tarvittavat lukujen b_0 ja b_1 arvot, kun palorasitus vaikuttaa seinän molemmilla puolilla

Tapaus			h mm	b_0	b_1
1	Nurjahdus kohtisuoraan seinän tasoa vastaan		145	0,37	1,87
2	Nurjahdus seinän tasossa		145	0,44	2,18
HUOM. Tapauksen 2 piirroksessa tolpat on sidottu sivusuunnassa poikkisitein.					

NCCI 2 standardiin SFS-EN 1995-1-2: Seinä- tai välipohjaonteloissa olevien palkkien ja tolppien hiiltyminen

Yleistä

Tämän liitteen säännöt koskevat standardipaloa.

Käytetään standardin SFS-EN 1995-1-2 kohtia 3.4.3.2(1), (2), (4) ja (5).

Hiiltymisnopeus

Kun suojaava levytys tehdään kipsilevyistä tai puu- ja kipsilevyn yhdistelmästä, käytetään eristyskertoimelle k_2 standardin SFS-EN 1995-1-2 kansallisen liitteen jäljessä olevan NCCI 1 dokumentin taulukon 2 arvoja, kun kyse on välipohjasta, ja taulukon 1 arvoja, kun kyse on seinästä.

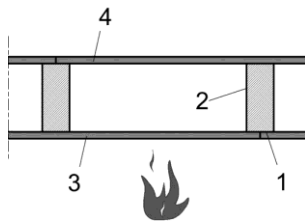
Hiiltymisen alkamishetki

Kun palosuojaverhous tehdään puulevyistä tai lautaverhouksena, käytetään puisen palkin tai tolpan hiiltymisen alkamishetkelle arvoa:

$$t_{ch} = t_f \quad (1.1)$$

mihin t_f määritetään kaavan (1.2) mukaisesti.

Kun suojaava levytys tehdään kipsilevyistä tai puu- ja kipsilevyn yhdistelmästä, käytetään puukannattajien hiiltymisen alkamishetkenä t_{ch} standardin SFS-EN 1995-1-2 kansallisen liitteen jäljessä olevan NCCI 1 dokumentin taulukon 2 arvoja, kun kyse on välipohjasta, ja taulukon 1 arvoja, kun kyse on seinästä. Syrjälle ja lappeelle käytetään samaa hiiltymisen alkamishetkeä.



Selite:

- 1 Palkin tai tolpan tulen puoleinen syrjä
- 2 Palkin tai tolpan ontelon vastainen lape
- 3 Palosuojaverhous tulen puolella seinää
- 4 Palosuojaverhous seinän tulelle vastakkaisella puolella

Kuva 1. Puisen palkin tai tolpan syrjän ja lappeen määritelmä

Levytyksen murtumishetki

Puusiin palkkeihin tai tolppiin kiinnitettävän, lauta- tai puulevyverhouksena tehtävän palosuojausten murtumishetkenä t_f käytetään arvoa:

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \tag{1.2}$$

missä:

t_f on murtumishetki minuutteina

h_p on levyn paksuus millimetreinä

β_0 on yksidimensioisen hiiltemisen hiiltemisnopeus [mm/min].

Kun suojaava levytys tehdään kipsilevyistä tai puu- ja kipsilevyn yhdistelmästä, käytetään levyjen murtohetkenä t_f standardin SFS-EN 1995-1-2 kansallisen liitteen jäljessä olevan NCCI 1 dokumentin taulukon 2 arvoja, kun kyse on välipohjasta, ja taulukon 1 arvoja, kun kyse on seinästä.

Taulukko 1. Hiiltemisen alkamishetki t_{ch} ja levyjen murtohetki t_f sekä kertoimet k_2 ja k_3 seinärakenteissa.

Levytys	t_{ch}	k_2	t_f	k_3
	min		min	
A	15	-	15	2.0
2 x A ¹⁾	40	-	40	2.0
A + F ^{1,2)}	55	0,85	77	2.0
PI + F ^{2,3)}	55	0,85	77	2.0
PI + A ^{1,3)}	40	-	40	2.0

¹⁾ A-levy 13 mm paksu kipsilevy

²⁾ F-levy 15 mm paksu palokipsilevy

³⁾ PI-levy 12 mm paksu vaneri tai muu puulevy. Mikäli vanerin tai puulevyn paksuus d on suurempi kuin 12 mm, lisätään taulukon t_{ch} - ja t_f -arvoja määrällä Δt , kun $\Delta t = (d - 12) / \beta_0$.

Kestävyys tutkitaan tehollisen poikkileikkauksen menetelmän mukaan, standardin SFS-EN 1995-1-2 kohta 4.2.2, käyttäen kertoimen k_0 määrittämiseen standardin SFS-EN 1995-1-2 kohtaa 4.2.2(3).