

# ONTELOLAATATASTON SUUNNITTELU EUROKOODIEN MUKAAN

Tauno Hietanen, diplomi-insinööri,  
Betonikeskus ry  
Pekka Häyrinen, diplomi-insinööri,  
Insinööritoimisto Pekka Häyrinen

*Meneillään olevan eurokoodeihin siirtymisen lisäksi tapahtuu betonivalmisteiden suunnittelussa ja käytössä muitakin muutoksia. Ontelolaattoja ja niiden CE-merkintää koskee yhdenmukaistettu eurooppalainen tuotestandardi SFS-EN 1168. Useimmissa EU-maissa ontelolaatat ovat jo CE-merkinnän piirissä. CE-merkinnän siirtymäajan päättyessä ei Suomen tyyppihyväksyntöjä voi enää pitää voimassa. Ontelolaattojen tyyppihyväksynät päättyvätkin vuoden 2008 lopussa lukuun ottamatta 500 mm korkeita laattoja, jotka tulivat standardin piiriin myöhemmin muutoksella A1.*

Tässä kirjoituksessa esitellään ontelolaattojen eurokoodisuunnitteluun ja CE-merkintään siirtymistä, jota on valmisteltu valmistajien, *Inspecta-Sertifiointi Oy:n* ja *VTT:n* yhteistyönä *Betonikeskus ry:n* hankkeena.

## TYYPPIHYVÄKSYNNÄSTÄ CE-MERKINTÄÄN

Suomeen luotiin tyyppihyväksyntäjärjestelmä 1970-luvun jälkipuoliskolla helpottamaan ja yhtenäistämään vaatimustenmukaisuuden arviointia esimerkiksi tapauksissa, joissa tarvittiin testausta tai poikettiin määräyksistä tai ohjeista. Ontelolaatassa-

han ei ole normien mukaista poikittaisraudoitusta ja palonkesto ja leikkauskestävyys on varmistettu kokeellisesti.

CE-merkintä on eurooppalainen hyväksymismenetelmä. Se osoittaa, että valmistuksessa on noudatettu tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän vaatimuksia ja että tehtaan sisäinen laadunvalvonta sekä tarvittavat testaukset on tehty niiden mukaisesti.

CE-merkintä ei ole toistaiseksi pakollinen Suomessa. Ontelolaattojen valmistajat päättivät kuitenkin, että on syytä mennä CE-merkintään kun ympäristöministeriö ei voi enää pitää tyyppihyväksyntöjä voimassa. CE-merkinnässä on tyyppihyväksyntöjen laadunvalvontasopimusta vastaava kolmannen osapuolen suorittama valmistajan laadunvalvonnan varmennus.

## ONTELOLAATTASTANDARDIN SISÄLTÖ

Ontelolaattastandardia SFS-EN 1168 käytetään yhdessä sen viitestandardien kanssa. Keskeinen viitestandardi on SFS-EN 13369 *Betonivalmisteiden yleiset säännöt*. Se sisältää yleiset säännöt betonielementtien valmistuksesta, laadunvalvonnasta ja ominaisuuksien määrittämisestä.

Mitoituksen viitestandardeina ovat eurokoodit, betonin osalta taas SFS-EN 206-1. On huomattava, että näitä standardeja käytetään kohdemaan kansallisten liitteiden mukaan, eli Suomessa sijaitseviin rakennuskohteisiin toimitettavat elementit suunnitellaan Suomen kansallisilla liitteillä. Betonistandardin EN 206-1 kansallisen liitteen käyttö merkitsee, että siinä annetut Suomen säilyvyysvaatimukset ovat voimassa.

SFS-EN 1168 sisältää ontelolaatalle ominaisia mitoitussääntöjä, mittatoleransseja ja valmistuksen tarkastuskaavioita. Opastavissa liitteissä on laataston suunnittelusääntöjä kuten poikittainen kuorman jakautuminen, levyvaikutus, tahattomat kiinnitysvaikeudet, liittorakenteen leikkauskestävyys ja liitosten suunnittelu. Myös palonkestävyystaulukko on opastavassa liitteessä, joten yhteistä eurooppalaista paloluokitusta ei standardisoinnissa tässä vaiheessa vielä ole.

Tärkeä osa jokaisessa yhdenmukaistetussa tuotestandardissa on Liite ZA. Se määrittelee CE-merkintään kuuluvat tuotteen ominaisuudet ja standardin kohdat, joissa on näitä ominaisuuksia koskevat säännöt. Samoin määritellään valmistajan tehtävät ja ilmoitetun laitoksen tehtävät tuotteen vaatimustenmukaisuuden arvioinnissa. Ilmoitettu laitos eli

1  
Ontelolaattoja ja niiden CE-merkintää koskee yhdenmukaistettu eurooppalainen tuotestandardi SFS-EN 1168. Useimmissa EU-maissa ontelolaatat ovat jo CE-merkinnän piirissä.



Artikkelin valokuvat: Arto Suikila

Taulukko 1. Kantavien rakennustuotteiden CE-merkintämenettelyt

MENETTELY		MITOITUSNORMI
1	<b>”VARASTOTUOTE” ILMOITETAAN MITAT JA MATERIAALIOMINAISUUDET</b>	<b>MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI</b> – RakMK B-sarja – EUROKOODI <b>MITOITUS EI SISÄLLY CE-MERKINTÄÄN</b>
2	<b>”STANDARDITUOTE” ILMOITETAAN KANTOKYKY JA PALOLUOKKA VALMISTAJA VASTAA MITOITUKSESTA</b>	<b>EUROKOODI KOHDEMAAN KANSALLISEN LIITTEEN MUKAAN</b>  <b>MITOITUS SISÄLTYY CE-MERKINTÄÄN</b>
3a	<b>”YKSILÖLLINEN TUOTE” TILAAJAN PIIRUSTUKSILLA TIETTYYN KOHTEESEEN SUUNNITeltu</b>	<b>MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI</b> – RakMK B-sarja – EUROKOODI <b>MITOITUS EI SISÄLLY CE-MERKINTÄÄN</b>
3b	<b>”YKSILÖLLINEN TUOTE” VALMISTAJAN PIIRUSTUKSILLA TIETTYYN KOHTEESEEN SUUNNITeltu</b>	<b>MIKÄ TAHANSA KOHDEMAASSA HYVÄKSYTTY NORMI</b> – RakMK B-sarja – EUROKOODI <b>MITOITUS SISÄLTYY CE-MERKINTÄÄN</b>

laadunvalvonnan varmentaja tulee olemaan ontelolaatoille Inspecta-Sertifiointi Oy. Lopuksi esitetään vaihtoehtoiset CE-merkintämenettelyt eli erilaiset tavat ilmoittaa tuotteen ominaisuudet, joko lukuarvoina tai suunnitelmiin tai muihin dokumentteihin viittaamalla.

### CE-MERKITYN ONTELOLAATAN JA ONTELOLAATASTON SUUNNITTELU

CE-merkintä kertoo tuotteen varmenneet ominaisuudet. Suunnittelijan ja tilaajan tulee varmistua, että näiden ominaisuuksien mukainen tuote sopii rakennuskohteeseen ja täyttää sitä koskevat vaatimukset, kuten kantokyky, paloluokka ja ääneneristävyyden. Ontelolaatan tapaisilla tuotteilla tiedot ominaisuuksista tarvitaan jo suunnitteluvaiheessa. Tuotteen mukaan työmaalle menevässä CE-merkintälapussa riittääkin lähinnä tunnistamiseen tarvittavat tiedot, jotka on kuvattu standardin ”yksinkertaistetun etiketin” mallissa.

Tarkemmat CE-merkintätiedot voidaan ilmoittaa jollakin taulukon 1 mukaisista menettelyistä. Valmistaja valitsee menettelyn. Ontelolaatoille suositellaan ensisijaisesti CE-merkintämenettelyä 3b ja toissijaisesti menettelyä 1. Menettelyssä 3b Inspecta-Sertifiointi Oy tarkistaa alkutarkastuksen yhteydessä, että valmistajalla on tuotteille tyyppilaskelmat, dokumentoitu laskentamenettely sekä suunnitteluvälineiden ja henkilöstön pätevyyden osalta valmiudet hoitaa suunnittelua. Muilta osin suunnitelmien tarkastamiseen ja päärakennesuunnittelijan tehtäviin pätee nykyinen suomalainen käytäntö.

CE-merkittävät ontelolaatat suositellaan mitoitettavaksi eurokoodien mukaan. Kuitenkin, mikäli siirtymäaikana ennen 1.4.2010 rakennus muilta osin suunnitellaan Suomen Rakentamismääräyskoelman mukaan, myös ontelolaatat voidaan tällöin suunnitella Rakentamismääräyskoelman mukaan. 1.4.2010 alkaen Eurokoodi on ainoa ylläpidettävä suunnittelumenettely.

Jos siirtymäkaudella rakenteiden pääsuunnittelija on käyttänyt Suomen rakentamismääräyskoelmaa, mutta ontelolaatat halutaan mitoittaa Eurokoodin mukaan, käytetään myös ontelolaattojen mitoituksessa rakenteiden pääsuunnittelijan käyttämiä rakentamismääräyskoelman kuormia ja kuormien osavarmuuslukuja, mutta ontelolaattojen kestävyydet lasketaan eurokoodin ja tuotestandardin mukaan. Tämä on pääsääntöisesti varmallalla puolella oleva menettely.

Tilanteessa, että ontelolaatta ei ole enää tyyppi- hyväksytty eikä vielä CE-merkitty, tulee se hyväksyttävä kohdekohtaisesti rakennusvalvontaviranomaisilla. Tässä tilanteessa suositellaan, että tuotteen laadunvalvontaa jatketaan ikään kuin se olisi edelleen tyyppihyväksytty. Asia sovitaan valmistajakohtaisesti Inspecta-Sertifiointi Oy:n kanssa.

### KANSALLINEN SOVELTAMISSTANDARDI SFS 7016

Rakennustuotteille voidaan laatia kansallisia soveltamisstandardeja, joissa esitetään suositus mitä tietoja ilmoitetaan CE-merkinnässä. Näissä suosituksissa otetaan huomioon rakentamismääräysten vaatimukset. Ontelolaatoille on julkaistu soveltamisstandardi SFS 7016 *Esijännitetyiltä ontelolaatoilta eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimukset*. Siinä esitetään myös joukko suosituksia standardin SFS-EN 1168 muusta soveltamisesta.

Merkittävä osa näistä suosituksista liittyy kantokyvyn määrittämiseen. Niissä on otettu huomioon eurokoodin SFS-EN 1992-1-1 Suomen kansallisen liitteen arvot. Lisäksi on otettu kantaa standardin SFS-EN 1168 opastavien liitteiden käyttöön Suomessa. Erityisesti palonkestävyyttä koskeva opasta liite on tarkistettu Suomen nykyistä tasoa vastaavaksi.

### ONTELOLAATAN SUUNNITTELUOHJE

Kansallisen soveltamisstandardin SFS7016 lisäksi on laadittu standardia täydentävä suositus yksittäisten ontelolaattojen mitoittamiseksi. Mitoitusohje löytyy osoitteesta [www.betoni.com](http://www.betoni.com). Seuraavassa käsitellään joitakin ohjeessa esitettyjä kohtia.

Ekstruder- ja liukuvalutekniikalla valmistetuilla ontelolaatoilla on yleensä mahdollista saavuttaa jännepunoksille SFS-EN 1992-1-1 mukaiset hyvät tartuntaolosuhteet. Suunnitteluohjeen mukaan alapunoksille voidaan olettaa hyvät tartuntaominaisuudet ja yläpunoksien sijaitsevan SFS-EN 1992-1-1 mukaisella ”huonon” tartuntaominaisuu-

den vyöhykkeellä.

Laskettaessa tartuntalujuutta jännityksen siirron yhteydessä käytetään aina rakenneluokasta riippumatta betonin osavarmuuslukua 1,5. Kun jännevoiman vaikutus tarkasteltavaan rasitustilaan on edullinen, kuten halkeiluun ja leikkauskestävyyteen, käytetään jännityksen kehittymismatkalle 1,2-kertaista perusarvoa. Jännevoiman vaikutuksen ollessa puolestaan epäedullinen, kuten tarkasteltaessa halkaisujännityksiä, käytetään jännityksen kehittymismatkalle 0,8-kertaista arvoa.

Taivutuskestävyyttä laskettaessa käytetään lähtökohtana jännepunoksen 0,1-rajaa. Jännepunoksille voidaan käyttää myös SFS-EN 1992-1-1 mukaista nousevaa käyrää, jolloin punoksen maksimivenymä rajoitetaan arvoon 2 %.

Suurimmat muutokset mitoituksessa verrattuna aikaisempaan käytäntöön ovat leikkausmitoituksessa. Leikkauskestävyys tarkistetaan alueella, jossa ei esiinny taivutushalkeamia sekä halkeilleella alueella. Halkeamattomalla alueella mitoitus perustuu *Lin Yangin* teoriaan. Mitoitusehtona on edelleenkin se, että päävetojännitys ontelolaatan pystykannaksissa ei ylitä betonin vetolujuuden laskentaa arvoa. Päävetojännitystä laskettaessa otetaan laatan ulkoisesta kuormasta aiheutuvan leikkausjännityksen lisäksi myös jännevoiman kehittymisalueella syntyvät esijännityksestä aiheutuvat halkaisujännitykset ja puristusjännitykset sekä laatan kuormituksesta pystykannaksiin syntyvät taivutusjännitykset. Ontelolaatan tukeutussa palkkiin otetaan huomioon myös palkin ja laatan yhteistoiminnasta aiheutuvat kannasten poikkisuuntaiset leikkausjännitykset betoninormikortin n:o 18 mukaan. Leikkauskestävyyden kannalta mitoitettava kohta sijaitsee noin 35 asteen kulmassa tuen reunasta piirrettyllä viivalla. Suurin päävetojännitys esiintyy pyöreäonteloilla laatoilla lähellä kannasten ohuinta kohtaa ja ei-pyöreäonteloilla laatoilla onteloiden välisen kannaksen tapapaksun osan alareunassa. Taivutushalkeilleella alueella leikkauskestävyys lasketaan SFS-EN 1992-1-1 mukaan.



2

2  
Asennustyömaa. Ontelolaataston liittyminen jäykistäviin seinärakenteisiin.

500 mm korkean laatan leikkauskestävyys kerrotaan luvulla 0,9. Myös taivutuksen ja leikkauksen yhteisvaikutus on tarkistettava. Tasaisella kuormala yhteisvaikutus ei kuitenkaan tule mitoittavaksi.

Liittolaatalla leikkauskestävyyttä laskettaessa otetaan jännityskomponenteissa huomioon, että laatan ja pintabetonin paino kohdistuvat ontelolaattaelementtiin, mutta pintabetonin kovettumisen jälkeiset hyötykuormat liittolaataan.

Käyttötilassa sallitaksi taipumaksi tavallisella kuormitusyhdistelmällä suositellaan  $L/250$ . Jos laataan liittyy helposti halkeilevia rakenteita, kuten tiiliseiniä, sallittu taipuma on syytä rajoittaa arvoon  $L/500$ . Ontelolaatan voidaan katsoa pysyvän halkeamattomana, jos reunavetojännitys ei ylitä betonin keskimääräistä vetolujuutta.

Palkkiin tuetun ontelolaatan suunnittelussa voidaan edelleenkin käyttää betoninormikorttia n:o 18 siten, että materiaalien lujuusarvoina käytetään SFS EN 1992-1-1 mukaisia arvoja ja pääjännitys lasketaan ontelolaattojen suunnitteluohjeen mukaan.

Kylpyhuoneiden kohdalla käytettyjen ns. kololaattojen mitoitus tapahtuu samalla tavalla kuin tavallisenkin ontelolaatan. Kolotun umpilaatan alueella leikkauskestävyyttä laskettaessa uuman leveytenä käytetään laatan kokonaisleveyttä. Poikki-leikkauksen muutoskohdan kestävyys tulee tarkistaa. Muutoskohdassa suositellaan käytettäväksi vähintään kolon syvyyden levyistä umpivalua.

### PALONKESTÄVYYS

Ontelolaattastandardin SFS-EN 1168 opastavan liitteen G palonkestävyytaulukkoa ei pidetä kaikilta osin luotettavana. Suomen tyypinhyväksyntöjen paloluokitukset on johdettu VTT:llä tehtyjen polttokokeiden tuloksien analysoinnista 1990-luvun alussa. Tältä pohjalta laadittiin ja julkaistiin standardissa SFS 7016 eurokoodimitoitukseen soveltuva paloluokitustaulukko. Taivutuskestävyydelle on myös mahdollista tehdä tarkempi laskennallinen mitoitus. Sillä voidaan vaikuttaa jännepunosten etäisyyteen laatan alapinnasta, mutta ei laatan vähimmäispaksuuteen eikä leikkauskestävyyttä koskevaan alaviitteeseen.

Ontelolaattojen palonkestävyyden taulukkomitoitus SFS 7016 mukaan on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ontelolaattojen paloluokat eurokoodimitoituksessa

Vähimmäisarvot	Vaadittu palonkestoluokka REI				
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
Jännepunosten keskiöetäisyys ( $a$ )	25	35	45	55	70
Laatan paksuus ( $h$ )	150	200 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>	265 <sup>2)</sup>	300 <sup>2)</sup>

Lisäehdot:

- 1) Sallitaan  $h=160$  mm, jos  $\sigma_{d,fi} \leq 0,5 f_{pk}$  eli palomitoituksen teräsännitys rajoitetaan puoleen jänneteräksen ominaisvetolujuudesta
- 2)  $\mu_{fi} = V_{d,fi} / V_{Rd,c} \leq 0,5$ , missä  $\mu_{fi}$  on palomitoituksen hyväksikäyttöaste leikkaukselle, eli palomitoituksen kuormilla lasketun leikkauvoiman suhde leikkaukapasiteetin mitoitusarvoon.



3

## EURO CODE COMPLIANT DESIGN OF HOLLOW-CORE SLABS

*In addition to the ongoing transition to Euro Codes, other changes will also take place in the design and use of prefabricated concrete products. Hollow-core slabs and their CE marking are governed by harmonised European product standard SFS-EN 1168. In most EU countries hollow-core slabs are already furnished with CE marks. Upon the expiration of the transition period regarding CE marking, Finnish type approvals can no longer be kept valid. Consequently the type approvals of hollow-core slabs expire at the end of 2008, with the exception of 500 mm high slabs, which were included within the scope of the standard by later amendment A1.*

*The type approval system was established in Finland at the end of the 1970s to facilitate and harmonise the assessment of conformity e.g. in cases where tests are required or regulations and guidelines are deviated from. CE marking is a European approval procedure. The CE mark is not compulsory in Finland at present. However, the manufacturers of hollow-core slabs have decided to adopt the CE marking system when the Ministry of the Environment can no longer keep type approvals valid. CE marking entails assurance of the manufacturer's quality control by a third party, which corresponds to the quality control agreement required for type approvals.*

*Hollow-core slab standard SFS-EN 1168 is used together with its reference standards. The CE mark indicates the certified properties of the product. The designer and the client must verify that the product with the properties in question is suited to the intended application and fulfils the associated requirement levels*

*with respect to e.g. load bearing capacity, fire resistance classification and sound insulation.*

*In addition to national application standard SFS7016, a recommendation for the dimensioning of individual hollow-core slabs has been published in Finland to supplement the standard. The recommendation is found at [www.betoni.com](http://www.betoni.com).*

*It is recommended that hollow-core slabs to be CE marked be dimensioned in compliance with the Euro Codes. However, if during the transition period before 1 April 2010 the building is in all other respects designed in compliance with the Finnish Building Code, the hollow-core slabs can also be dimensioned according to the Building Code. As of 1 April 2010 the Euro Code procedure is the only design procedure to be maintained.*

3

Palkkiin tuetun ontelolaatan suunnittelussa voidaan edelleenkin käyttää betoninormikorttia n:o 18 siten, että materiaalien lujuusarvoina käytetään SFS EN 1992-1-1 mukaisia arvoja ja pääjännitys lasketaan ontelolaattojen suunnitteluohjeen mukaan.