

# MATALAPALKKIEN SUUNNITTELU

Pekka Häyrinen, diplomi-insinööri



Ontelolaatan tukeutuessa palkkiin palkki ja laatta toimivat enemmän tai vähemmän yhdessä liittorakenteena. Palkin ja laatan välisestä yhteistoiminnasta aiheutuu ontelolaatan pystykannaksiin lisärasituksia, jotka heikentävät laatan leikkauskestävyyttä. *Ontelolaattastandardin SFS-EN 1168* mukaan nämä lisärasitukset tulee ottaa huomioon laatan leikkauskestävyyttä laskettaessa. Em. standardiin liittyvän *kansallisen soveltamisstandardin SFS 7016* mukaan palkkiin tuetun ontelolaatan ja palkin yhteistoiminta otetaan huomioon *Betoninormikortin n:o 18* mukaan.

Ontelolaattojen yhteydessä käytettävä palkki voi olla joko palkki ilman liittovaikutusta tai liittopalkki, joka on suunniteltu toimimaan liittorakenteena yhdessä laataston kanssa. Vaikka palkkia ei olisikaan suunniteltu toimivaksi liittorakenteena, ontelolaatan pään ja palkin välinen sauma estää laatan ja palkin välistä liukumaa, jolloin syntyy jonkinasteista liittovaikutusta ja sen seurauksena ontelolaatalle lisärasituksia. Palkin ja ontelolaatan välisen sauman ominaisuudet vaikuttavat yhteistoiminnasta laatalle syntyviin rasituksiin. Jos palkin ja laatan välinen liitos estää huonosti osien välistä liukumaa, kuten WQ-palkin tapauksessa, on liittovaikutus vähäistä. Käytettäessä betonileukapalkkia, jonka uuma on vaarnattu, palkin ja laatan liittovaikutus ja laatalle tulevat rasitukset ovat suurempia. Vaarnaamattomalla leukapalkilla liittovaikutus ja laatalle yhteistoiminnasta tulevat rasitukset jäävät pienemmiksi kuin palkilla, jossa uuma on vaarnattu. Liittopalkkeilla, kuten Delta-palkilla, liittovaikutus on yleensä edellä mainittujen tapausten väliltä.

Palkin ja laatan välisestä liittovaikutuksesta ontelolaatan pystykannaksille tuleviin rasituksiin vaikuttaa myös se, mitä kautta voimat siirtyvät laatalta palkille. Jos palkin ja laatan välinen liitos siirtää hyvin leikkausta sauman yläosassa, kuten raudoitettu pintabetoni tai vaarhaus uuman yläosassa, niin ontelolaatan pystykannasten rasitukset pienevät. Ontelolaatan leikkauskestävyyttä voidaan parantaa myös onteloiden umpeenvalulla.

## PALKIT TUETAAN ASENNUSVAIHEESSA

Liittovaikutuksesta laatalle tulee rasituksia vain saumauksen jälkeen tulevasta kuormista. Useimmat matalapalkkityypit vaativat asennusaikaista tuentaa väntörasitusten hoitamiseksi. Jos palkki tuetaan tukien väliltä laattojen asennuksen ja saumauksen ajaksi, niin tukien poiston jälkeen liittovaikutuksesta syntyy laatalle rasituksia myös laatan omasta painosta. Tämän eliminomiseksi asennusaikainen väntötuenta sijoitetaan palkin tukien lä-

1 Alimman kerroksen palkkien tuenta on usein hankalinta.



helle. Palkkisuunnittelijan tulee antaa palkin asennusaikaisesta tuennasta riittävät ohjeet (tuentapaikat ja tukivoimat) vastaavalle rakennesuunnittelijalle, joka vastaa siitä, että ohjeet siirtyvät asennussuunnitelmaan.

### PALKKIEN TAIPUMA RAJOITETAAN

Palkki voidaan mitoittaa palkkityypistä riippuen joko liitorakenteena kimmoteorian mukaan siten, että vetopuolella teräsännitys ei saa ylittää myötörajaa  $f_{vd}$ , eikä betonin jännitys puristuspuolella puristuslujuutta  $f_{cd}$  tai plastisuusteorian mukaan ilman liittovaikutusta palkin ja ontelolaataston välillä. Plastisuusteorian mukaista palkin taivutuskestävyyttä laskettaessa käyristymä rajoitetaan arvoon 2,7 %/m. Palkin käyristymää rajoittamalla pyritään vähentämään palkin taipumasta ja taipumakerosta ontelolaatolle syntyvää vääntöä esim. tapauksessa, jossa laatan toinen pää tukeutuu seinään ja toinen pää palkkiin. Lisäksi suositellaan, että palkin taipuma rajoitetaan käyttötilassa saumavälujen jälkeen tulevista kuormista tavallisella kuormitusyhdistelmällä arvoon  $L/600 \dots L/1000$ . Palkkeille suositellaan tehtäväksi pysyvän kuorman taipumaa vastaava esikorotus. Palkkia ei kannata mitoittaa liian tiukalle ainakaan alustavassa mitoituksessa eikä optimoida ottamatta huomioon eri kuormitustilanteita ja laataston kantokykyä. Palkin alustavassa mitoituksessa pyritään välttämään maksimipunostettuja laattoja.

Palkin ontelolaattoja tukeva leuka tai laippa tulee suunnitella palkkityypin mitoitusohjeiden mukaan riittävän kantavaksi ottaen huomioon sekä palkin suuntaiset että poikittaiset rasitukset. Suunnittelijan tulee varmistua siitä, että leuan kantokyky on riittävä tasaisen kuorman lisäksi myös mahdollisille suuremmille pistekuormille, kuten pelastusajoneuvojen aiheuttamille pistekuormille. Ontelolaatan tukipinnan tulisi olla vähintään 20 mm suurempi kuin ontelolaatan pienin sallittu tukipinta myös laipan taipuessa laatan tukireaktiosta. Mikäli tämä ei toteudu, niin laatan leikkauskestävyys lasketaan käyttäen laskennallisena tukipituutena arvoa 0.

### ONTELOLAATOILLE TULEE CE-MERKINTÄ

Ontelolaattojen kansalliset tyyppihyväksynyt ovat päättyneet pääosin vuodenvaihteessa lukuun ottamatta eräitä 500 mm korkeita laattoja, joiden tyyppihyväksyntä jatkuu tämän vuoden marraskuun 2009 loppuun. Tyyppihyväksyntämenettelyn korvaa standardiin SFS-EN 1168 perustuva CE-merkintä. CE-merkittävät ontelolaatat suositellaan mitoitetavaksi Eurokoodin mukaan myös palkin ja laatan

Taulukko 1. Ontelolaatan mitoitusleveyden kerroin  $k_{cd}$  Eurokoodimitoituksessa.

Palkkityyppi	Laatan paksuus (mm)					
	150 200	265	320	370	400	500
Betonisuorakaidepalkki						
Betonileukapalkki; uuma vaarnattu	0,0261	0,0289	0,0313	0,0335	0,0348	0,0635
Teräspalkki						
Betonileukapalkki; uuma sileä	0,0146	0,0164	0,0178	0,0191	0,0199	0,0335
WQ	0,0101	0,0114	0,0125	0,0134	0,0140	0,0324
Delta	0,0208	0,0231	0,0214	0,0198	0,0188	0,0281
LB	0,0138	0,0155	0,0169	0,0181	0,0189	0,0364
LBL	0,0129	0,0145	0,0158	0,0170	0,0177	0,0344
MEK	0,0172	0,0192	0,0208	0,0223	0,0232	0,0483
Super	0,0192	0,0214	0,0232	0,0249	0,0259	0,0483
Kvatro	0,0210	0,0233	0,0253	0,0271	0,0281	0,0522
A-palkki	0,0128	0,0144	0,0157	0,0169	0,0176	0,0341

yhteistoiminnasta aiheutuvan lisärasituksen osalta.

Jotta Eurokoodin mukaan laskettaessa saataisiin samat tulokset kuin matalapalkki-ontelolaattayhdistelmälle tehdyissä laatastokokeissa, on ontelolaattojen Eurokoodin mukaista mitoitusta varten määritetty uudet tehollisen leveyden kertoimet  $k_{cd}$ . Eurokoodin mukaiset  $k_{cd}$ -kertoimet eri palkki-laattayhdistelmille on esitetty taulukossa 1.

*Flexibl -mitoitusohjelmasta* on julkaistu Eurokoodiin pohjautuva versio 8.0. Ohjelma on ladattavissa osoitteesta [www.betoni.com/elementtirakentaminen](http://www.betoni.com/elementtirakentaminen). Flexibl -ohjelman versiossa 8.0 on otettu huomioon ontelolaattastandardin muutokset ontelolaatan leikkausmitoituksessa kuten halkaisujännitysten vaikutus leikkauskestävyyteen. Ohjelman Eurokoodiversiota 8.0 käytettäessä betonin lujuus annetaan lieriölujuutena.

Betonikortti n:o 18 tullaan myös päivittämään Eurokoodin mukaiseksi mm.  $k_{cd}$ -kertoimien ja laatan leikkausmitoituksen osalta.

Ympäristöministeriön ohjeiden mukaan yhdessä toimiva rakennekokonaisuus tulee suunnitella samoilla suunnittelustandardeilla. Matalapalkkirakenteessa sekä laatasto että palkkirakenne tulee suunnitella joko *RakMK:n tai Eurokoodin* mukaan. RakMK:n mukaiseen mitoitukseen perustuvia laatan tehollisen leveyden kertoimia ei saa käyttää Eurokoodin mukaan mitoittaessa.

Vastaavan rakennesuunnittelijan on huolehdittava siitä, että laattasuunnittelija saa tiedot palkin poikkileikkauksesta. Vastaava rakennesuunnittelija vastaa rakenteen kokonaistoiminnasta ja siitä, että eri osapuolten, kuten palkkisuunnittelijan ja laatta-

suunnittelijan, laatimat rakennesuunnitelmat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden ja että palkin ja laatan yhteistoiminta on otettu asianmukaisesti huomioon sekä palkin että ontelolaatan suunnitelmissa.

### DESIGN OF LOW-BEAMS

*The hollow-core slab is supported on the beam, making the beam and the slab act together as a composite structure. The interaction of the beam and the slab produces additional stresses on the vertical necks of the hollow-core slab, which impair the shear resistance of the slab. Pursuant to hollow-core slab standard SFS-EN 1168 these additional stresses must be taken into account when calculating the shear resistance of the slab. National application standard SFS 7016 related to the aforementioned EN standard states that the interaction of the hollow-core slab supported on a beam and the beam is taken into consideration in accordance with Concrete norm card No. 18.*

*The national type approvals of hollow-core slabs expired in most parts at the turn of the year. The type approval procedure is replaced by the CE marking based on standard SFS-EN 1168. It is recommended that hollow-core slabs to be CE marked are dimensioned in compliance with the Eurocode also in terms of the additional stress caused by the interaction of the beam and the slab.*

*In order for the calculations based on the Eurocode to produce the same results as the slab system tests carried out on the combination of a low-beam and a hollow-core slab, new coefficients of effective width have been defined for the dimensioning of hollow-core slabs in compliance with the Eurocode.*

*According to the guidelines issued by the Ministry of the Environment, structural entities working as a single structure must be designed on the basis of the same design standards.*