

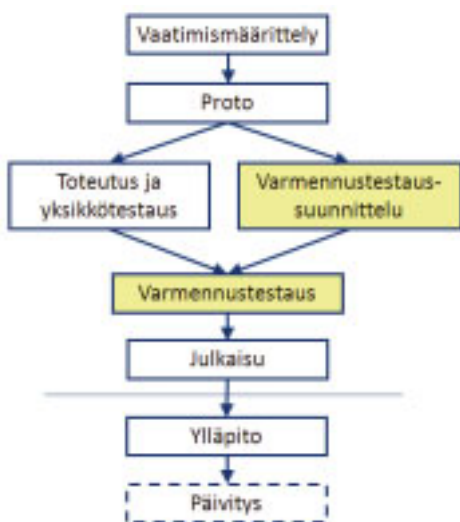
EUROKODEILLA MITOITAVIA LASKENTAPOHJIA SUUNNITTELIJOIDEN JA OPPILAITOSTEN KÄYTTÖÖN

– MERKITTÄVÄN SKOL -YHTEISHANKKEEN TULOKSET VALMISTUIVAT

Matti Kiiskinen, kehityspäällikkö, SKOL ry

Pekka Koponen, diplomi-insinööri, Finnmap Consulting Oy

Työprosessi



1

HANKKEEN TAUSTALLA VANHENEVAT JA EPÄYHTENÄISET TYÖKALUT

Eurokoodien käyttöönotto on suuri haaste koko rakennusalalle sekä erityisesti suomalaisille rakennesuunnittelutoimistoille. Muutos aiheuttaa alalle koulutuksellisia, aikataullisia, teknisiä ja taloudellisia paineita. Käyttöönottoa käytännön suunnittelutehtävissä voidaan edesauttaa hankkimalla kattavat ja virheetömät laskentasovellukset tärkeimmistä rakennesuunnittelun vaatimista mitoitustehtävistä.

Rakennesuunnittelutoimistoissa on käytössä kotimaisia ja ulkomaisia kaupallisia laskentasovelluksia, mutta monet käytetyt sovellukset ovat myös niiden itsensä omaan käyttöön tekemiä. Vuoden 2008 alussa kaupallisia rakennosia mitoitavia ja eurokoodeja tulevia laskentasovellutuksia oli saatavilla hyvin rajoitetusti ja ulkomaiset sovellukset eivät sisältäneet juurikaan eurokoodien Suomen kansallisten liitteiden tukea. Toimistojen omat laskentasovellukset taas ovat pääosin RakMk:n mukaisia ja osittain ENV -normeihin pohjautuvia. Joissakin toimistoissa myös EN -normeihin pohjautuvien ohjelmistojen kehitystyö oli jo aloitettu omaehtoisesti.

Kun tämä tilanne todettiin suunnittelutoimistoissa, niin SKOL:in rakennetoimikunta käynnisti yhteishankkeen EN-normeihin perustuvien laskentapohjien laatimiseksi keväällä 2008. Hankkeeseen osallistuivat yhteistyössä SKOL:in jäsenoimistot, materiaaliyhteistyö ja oppilaitokset. Samassa yhteydessä selvitettiin myös Eurokoodien käyttöönottoon liittyviä koulutustarpeita ja osallistuttiin koulutuksen suunnitteluun yhdessä koulutusorganisaatioiden, kuten mm. RATEKO:n ja RIL:in kanssa.

YHTEISHANKKEELLA TEHOA EUROKOODIPOHJAISTEN LASKENTAPOHJIEN LAATIMISEKSI

Hanke aloitettiin kesällä 2008 laatimalla kattava luettelo tarvittavista laskentapohjista ja kartoittamalla niistä jo olemassa tai tekeillä olevat, sekä muualla myynnissä olevien kaupallisten tuotteiden kelpoisuus. Käytännön työn koordinaatiota varten perustettiin hankkeelle ohjausryhmä ja asiantuntijoista koostuvat betoni-, teräs-, puu- ja muiden rakenteiden työryhmät.

Koska yhteishankkeeseen osallistui sekä erikoisia suunnitteluyrityksiä, materiaaliyhteistyöä että oppilaitoksia, oli tarpeen sopia hankkeen pe-lisäännöistä ja laadittavien laskentapohjien käyt-

töoikeuksista. Pääperiaatteena oli, että laskentapohjien laatiminen tapahtui vastavuoroisuus- ja tasapuolisuusperiaatteilla laativan tahon resurssit ja tulevat hyödyntämismahdollisuudet huomioiden. Toteutettujen laskentapohjien käyttöoikeudet jaettiin kaikille oman laadinta- ja testausvelvollisuutensa suorittaneille osallistujille eikä rahallisia kompensatiota käytettäisi. Osallistujat sitoutuivat puolestaan tekemään yhdessä sovitut tehtävät sovitussa, kohtuulliseksi katsotussa aikataulussa.

Mukana olevat 17 suunnitteluyritystä voivat hyödyntää laskentapohjia omassa liiketoiminnassaan, mutta eivät luovutakaan niitä kolmansille osapuolille. Materiaaliyhteistyön jäsenet voivat hyödyntää pohjia koulutus- ja tuotekehitystoiminnassaan, mutta eivät kaupallisesti. Pääasiassa laskentapohjien toimivuuden varmennustestaukseen merkittävällä panoksella osallistuneet 7 oppilaitosta voivat hyödyntää pohjia omassa opetustoiminnassaan, mutta eivät hyödyntää niitä kaupallisesti. Projektin yhteydessä ohjelmointiin SKOL-rahoitteinen jatkohanke laskentapohjien keskitettyä ylläpidosta ja kehityksestä vuodelle 2011. Osallistujilla on myös oikeus kehittää laskentapohjia itsenäisesti haluamallaan tavalla.

Hankkeen yhteydessä laaditut laskentapohjat ovat tässä vaiheessa ainoastaan hankkeeseen osallistuneiden SKOL -jäsenyritysten ja oppilaitosten käytössä. Mahdollista kaupallistamista, myyntiä tai markkinointia muille SKOL -jäsenyrityksille tai hankkeen ulkopuolisille harkitaan ohjausryhmässä mahdollisesti myöhemmin. Alustavia tunnusteluja sovellusten myymisestä ohjelmistotoimittajille mahdollista jatkokehitystä ajatellen on käyty, mutta mitään konkreettista tältä osin ei ole toistaiseksi sovittu.

MITEN EDETTIIN, MITÄ PANOSTETTIIN JA MITÄ SAATIIN AIKAAN?

Hanke aloitettiin kartoittamalla kyselyllä toimistojen käytössä olevien, Eurokoodiin perustuvien laskentapohjien laajuus ja taso. Lisäksi laadittiin kattava luettelo tarvittavista EN -laskentapohjista materiaaliyhteistyönä.

Projektin alkuvaiheessa katsottiin, että tarvittavia laskentapohjia olisi yhteensä noin 150 kpl. Hankkeen resurssit huomioiden päädyttiin kuitenkin saattamaan valmiiksi 57 tärkeintä mitoitustehtävistä, joista 50 on julkaistu lokakuuhun 2010 mennessä.

1

Projektin alkuvaiheessa katsottiin, että tarvittavia laskentapohjia olisi yhteensä noin 150 kpl. Hankkeen resurssit huomioiden päädyttiin kuitenkin saattamaan valmiiksi 57 tärkeintä mitoitustehtävistä, joista 50 on julkaistu lokakuuhun 2010 mennessä.



Arto Suikka

2
Esijännitetyille suorakaidepalkkeille on laskentapohja B1 ja teräsbetonipalkkeille B6.
Kuva Rajaville Oy:n elementtitehtaan varastosta.

Teräsbetonipilari-laskentapohja

3

SKOL_Teräsbetonipilari_suuraka									
M5									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
					Rakennelaskelma, lähtötiedot				
					Tekijä:				Sivu: 1 (2)
					Päiväys:				
Rakennuskohde:				Työ no:	Sisältö:			Sijainti:	
B3 Kahteen suuntaan taivutettu teräsbetonipilari					Versio 1.0				
Toteutettu SKOL Eurocode-laskentapohjahankkeessa 2008-2010									
Olosuhdetekijät:					Poikkileikkauksen mitat:				
Rasitusluokka = XC2		Märkä, harvoin kuiva			Korkeus, H = 580		mm		
Suun. käyttöikä = 50 vuotta		Kuiva ilma			Leveys, B = 380		mm		
RH = 40 %									
t ₀ = 28		d							
t = 3650		d							
Materiaalit:					Pilarin pituus ja nurjahduskertoimet:				
Rakenneluokka = 2					Pilarin pituus, L = 6000		mm		
Betoni = C25/30					μ _{yy} = 1,000		Nurjahduskertoin, Y-Y		
Betoniteräs = A500HW					μ _{zz} = 1,000		Nurjahduskertoin, Z-Z		
					Betonipeitteen nimellisarvo ja max. raekoko:				
					Betonipecte, c = 35		mm		
					ΔC _{peet} = 10		mm		
					Max rakoko, d _g = 32		mm		
					Raudoitus:				
					φ _{min} = 20		mm		
					teräsriv, h sivulla = 4		=n _y		
					teräsriv, b sivulla = 5		=n _z		
					φ _{raet} = 10		mm		
					s = 200		mm		

3
Hankkeen yhteydessä laaditut laskentapohjat ovat tässä vaiheessa ainoastaan hankkeeseen osallistuneiden SKOL-jäsenyritysten ja oppilaitosten käytössä.

Teräsbetonipilarin konsoli ja teräsbetonipalkin lovipää -laskentapohja

SKOL					
Rakennuskohde:			Työ no:	Sisältö:	
B13 Teräsbetonipilarin konsoli ja -palkin lovipää					
SKOL Toteutettu SKOL Eurocode-laskentapohjahankkeessa 2008-2010					
Materiaalit:			Rakenneosan mitat:		
Konsoli:			Konsoli		
Betoni =	C12/15 (K15)	...	$h_{0,k}$	=	500 mm
Teräs =	S500	Pääteräkset	b_k	=	400 mm
Teräs =	S500	Haat	l_k	=	300 mm
Rak. lk. =	2-Luokka	...	Palkki		
Palkki:			$h_{0,p}$	=	450 mm
Betoni =	C30/37 (K37)	...	h_p	=	750 mm
Teräs =	S500	Pääteräkset	b_p	=	400 mm
Teräs =	S500	Haat	l_p	=	300 mm
Rak. lk. =	2-Luokka	...	L_p	=	8000 mm
Laskennassa käytettävä ristikkomalli:			Tukipinta		
			a_k	=	160 mm
			a_p	=	160 mm
			b'	=	150 mm
			Γ	=	100 mm

Hankkeen tavoitteena oli alunperin tuottaa käytännön rakennesuunnitteluun hyvin soveltuvat, riittävän tasokkaat ja toiminnaltaan virheettömät laskentapohjat hankkeeseen osallistuvien osapuolten käyttöön vuoden 2009 loppuun mennessä. Tavoite saavutettiin lokakuussa 2010.

Hankkeen käynnistyspalaverissa 2008 hankkeelle valittiin ohjausryhmä, jonka muodostivat Harri Tinkanen (pj), Tero Aaltonen, Tapio Aho, Vesa Järvinen (myöhemmin Timo Leppänen), Sami Lampinen, Heikki Solarmo, Ismo Tawast, Markku Varis ja Matti Kiiskinen (siht).

Käynnistyspalaverissa muodostettiin toimialaryhmäjako, päätettiin ryhmiin osallistujat ja valittiin ryhmille vetäjät. Ryhmien vetäjinä toimivat Kevin De Bleser (betoni), Timo Leppänen (teräs), Juha Elomaa (puu) ja Juha Valjus (muut rakenteet). Merkittävän roolin hankkeessa hoiti testauskoordinaattoriksi nimetty Pekka Koponen, jonka vastuulla oli varmennustestausresurssien allokointi ja testauksen laadunvarmistus, aikataulusta huolehtiminen ja valmiiden pohjien viimeistely julkaisukuntoon.

Vaikka hankkeen laskentapohjien laatimisen tai varmennustestausresurssitarve mitoitettiin alunperin isommilla yrityksillä 1500 tunnin ja pienemmillä yrityksillä 500 tunnin suuruiseksi, voidaan jälkilaskentatiedosta arvioida, että hankkeeseen käytettiin varovaisestikin arvioiden vähintään 25 000 henkilötyötuntia, joka vastaa lähes 20 henkilötyövuoden panostusta.

LISÄTIETOJA HANKKEESTA:

matti.kiiskinen@skolry.fi

pekka.koponen@finmapcons.fi



LOKAKUUHUN 2010 MENNESSÄ VALMISTUNEET LASKENTAPOHJAT:

Betonirakenteiden laskentapohjat:

B1	Esijännitetty suorakaidepalkki
B2	Esijännitetty HI-palkki
B3	Teräsbetonipilari suorakaide
B4	Teräsbetonielementtien sauma
B5	Työsauman leikkauskestävyys
B6	Teräsbetonipalkki suorakaide
B7	Jälkijännitetty palkki injektoitu
B8	Teräsbetonipilari suorakaide 1-suun.taivutus
B11	Teräsbetonipalkki T- ja I-palkki
B12	Teräsbetonipalkki vääntö
B13	Teräsbetoni konsoli ja lovipää
B15	Teräsbetonilaatan lävistyskestävyys
B17	Harjaterästaulukko
B18	Maanvarainen laatta
B19	Maanvarainen antura

Teräsrakenteiden laskentapohjat:

T1	Teräs I-pilarin mitoitus
T2	Teräsrakenneseosin kiepahdus-nurjahdus-voimat
T3	Teräspilarin pohjalevy
T4	Teräspilarin ja palkin palomitoitus
T5	Teräspilari-palkki-päätylevyltiitos
T6	Teräspalkki-palkki kulmateräsltiitos
T7	Teräspilari-palkki ripalevyltiitos
T8	Teräspalkin reikä
T9	Ohutuomainen teräspalkki
T10	Teräspalkki I-palkki
T11	Teräspilarin universaalijatkos
T12	Teräsristikön solmupistetarkastelu
T13	Teräsprofiilitietokanta
T15	Terässidepalkkiliitos
T16	Teräspilari laippalevyjatkos

Puurakenteiden laskentapohjat:

P1	Puupilari
P2	Puikkoliittimen kapasiteetti
P3	Puupalkin tukipaine
P4	Puu Liimattutanko-liitos
P6	Puupalkin reikä
P7	Puupalkin lovipää
P8	Puu Tappivaarnaliitos

Muiden rakenteiden laskentapohjat:

M1	Kumilevyläakeri
M2	Teräsputikkonsoliliitos
M3	Lattateräskonsoliliitos
M4	Muurattu palkki
M5	Muurattu seinämäinen palkki
M6	Muurattu seinä
M7	Muurattu tuulenpaineseinä
M8	Muurattu jäykistäväseinä
M9	Muurattu maanpaineseinä
M10	Tuulikuorma
M11	Liittopilari
M12	Maanpainekuorma
M13	Tuulen aiheuttama värähtely

5

Teräsbetonipilareille on laskentapohjat B3 ja B8 sekä betonikonsoleille B13.

Kuva Helsingin Myllypuron ostoskeskuksen työmaalta.

TEMPLATES ACCORDING TO EUROCODES FOR DESIGNERS AND TEACHERS

The adoption of Eurocodes is a great challenge to the entire construction sector, including Finnish structural design agencies. It creates pressures related to training and schedules as well as financial and technical pressures. Agencies have primarily used templates/applications developed by themselves for their own use. Some agencies have already on their own accord started the development of software based on EN norms.

In order to facilitate the adoption of the Eurocodes in practical design applications, a decision was made to prepare comprehensive and flawless templates/software applications for the most important design tasks. A working group set up by the Structural Committee of the Finnish Association of Consulting Firms (SKOL) launched in the spring of 2008 in cooperation with SKOL's member agencies, material organisations and educational institutes a project for the production of templates based on EN norms.

The 11 design agencies involved in the project can take advantage of the templates in their own business, but may not hand them over to third parties. Members of material organisations can use the templates in their product development activities but not for commercial purposes. The 7 educational institutes that have primarily played a significant role in verifying the applicability of the templates can utilise them for educational purposes but may not hand them over for commercial gain. A continuation project focusing on centralised maintenance and development of the templates has been planned for the year 2011, but the members of the group also have the right to develop the templates independently according to their own needs.