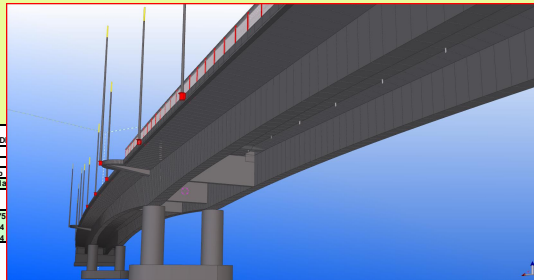


## Siltojen vertailulaskelmat Eurokoodin mukaan Vertailulaskelmacase - päällysrakenne Hännilänsalmen silta

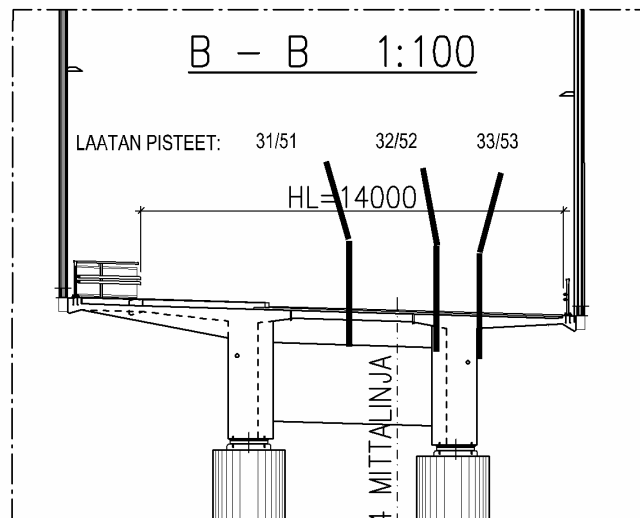
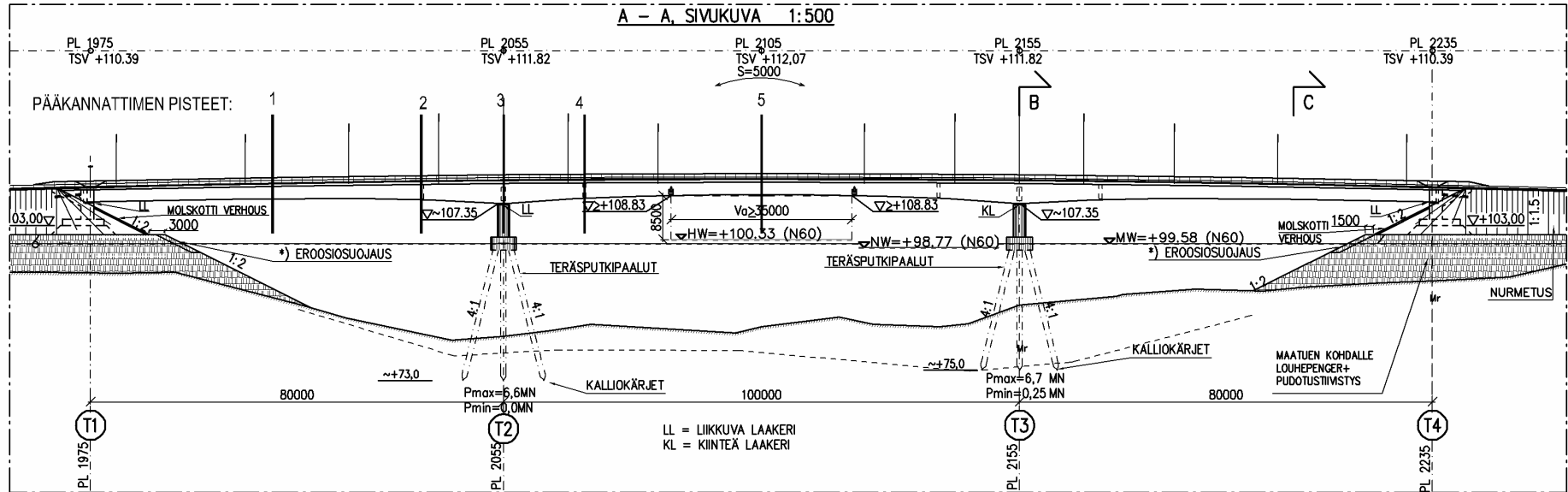
RIL Siltaeurokoodien koulutus 2...3.12.2009, TKK

KÄYTTÖRAJATILAYHOISET YT EUROKOODIN MUKAAN:  
(6.14), TAVALLINEN YHISTELMÄ (6.15) JA PITKÄKAISYHD

	(6.14)													
	1a	2a	3a	4a	5a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	1b
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	Pwk	1	BP	L	TLSP	gr1b	gr1c	gr1d	gr1e
Dead load	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prestress	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gr1a	1	-	-	-	-	-	0,75	-	0,75	-	0,75	-	-	0,75
gr1b	-	1	-	-	-	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	-	0,4
gr2	-	-	1	-	-	-	0,4	-	0,4	-	0,4	-	-	0,4
gr3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gr4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gr5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pwk 1)	0,6	-	-	-	-	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Pwk 1)	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Tk	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
BP	0,6	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4
IL	0,7	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	0,7	0,7	0,7	0,2
S 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dW 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TLEP	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,75	0,4	0,75	0,4	0,75	0,75	-	0,75
EP 3)	-0	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)	-4)
SL1	0,8	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2
SL2	0,8	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2
Qc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



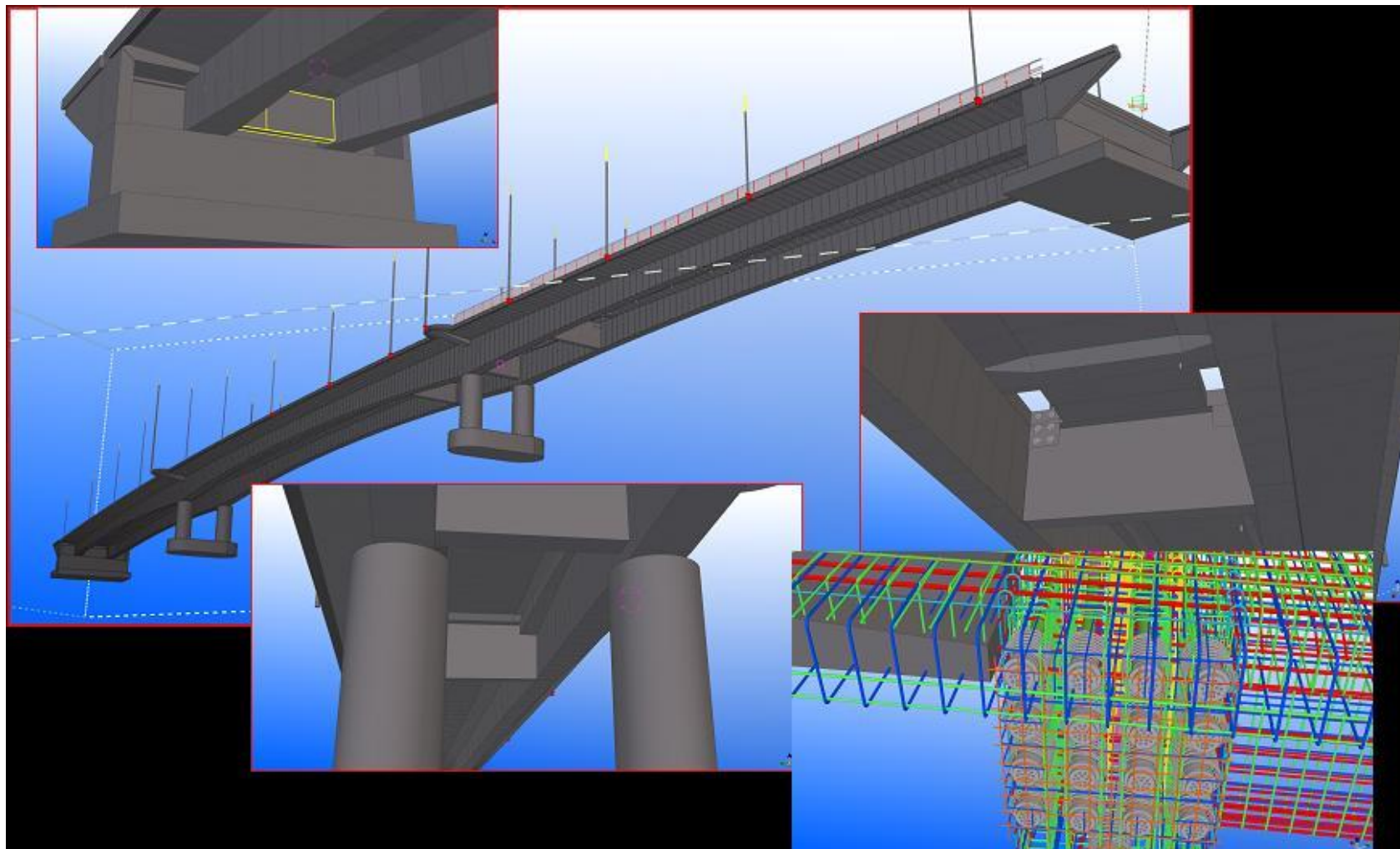
# Sivukuva ja poikkileikkaus



Yleispiirustus  
3D

EUROCODE  
VERTAILULASKELMAT

# Kohde



---

# Kohde, yhteenveto

- Jännitetty jatkuva palkkisilta,  $J_m=80+100+80$  m,  $H_l=14,0$  m
- Pystykaarevuus  $S=5000$ , vaakakaarevuus  $R=2400$
- Paikka Vt4 Viitasaari, alikulkukorkeus 8,5 m
- Pääpalkit:  $H=2,8$  m,  $B=1,0$  m aukoissa,  $H=4,3$  m,  $B=1,5$  m tuilla
- Kannen betoni K45-1 (C35/45)
- Vertailulaskelmien tarkastelupisteet
  - Pääkannattimen aukot 1 ja 2, tuki T2
  - Kansilaatta poikkisuunnassa, laatan uloke, tuki ja aukko

# Käytetyt ohjeet ja ohjelmat

- Ohjeet ja tukimateriaali
  - H.Liljan kuormaExcel + RIL siltapäivät 7.3.08 ja 26.3.09
  - By60 Suunnitteluohje EC 2 osat 1-1 ja 1-2
  - (Lausuntokierroksen) kansalliset liitteet
  - Eurokoodit
  - Tulevat sovellusohjeet: keskisuuret sillat?
  
- Ohjelmat
  - Tassu 3D-kehä RS10, jännepalkki RS03, jännepalkin poikkileikkaus RS06, siltalaatta RS02
  - FEM-ohjelma Sofistik
  - Excelit
  - Käsinlaskennat

KÄYTTÖRAJATILAYHDISTELTÄ EUROKOODIN MUKAAN:  
(6.14), TAVALLINEN YHDISTELMÄ (6.15) JA PITKÄAKSISYHDISTELMÄ (6.16) OMINASYHDISTELMÄ

	(6.14)										(6.15)					(6.16)					
	1a	2a	3a	4a	5a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	1b	2b	5b	7b	8b	10b	12b	14b
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	Fwk	T	BF	IL	TLSP	gr1a	gr1b	gr4	Fwk	T	BF	IL	TLSP	gr1a		
Dead load							1								1				1		
Pressure							0,75		0,75						0,75				0,75		
gr1a	1					0,4		0,4		0,4					0,4				0,3		
gr1b		1				0,4		0,4		0,4					0,4				0,3		
gr2			1																		
gr3				1																	
gr4					1																
gr5						1															
Fwk 1	0,6					0,6	0,6	0,6	0,6	0,6					0,2						
T							1														
Fwk 1)								1													
Tk	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
BF	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
IL	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
S-1																					
W-1)																					
dW-1)																					
TLSP	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,75	0,4	0,75	0,25								0,25		
EP-3	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)	4)		
SL1																					
SL2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
De																					

# Kuormat, tulokset

- Kuormien sijoittelu
- Tuki, pääkannatin (laadut MN,MNm)

<b>VÄLITUKI T2</b>						
<b>MURTOTILA</b>						
	Md	Ndvast	Vd	Tdvast	Td	Vdvast
B4/LK1	-226,9032	-62,6104	-10,0824	0,8634	-3,8778	-7,5612
EC/LM1	-225,3828	-56,6742	-9,8451	1,6982	4,22775	-7,1079
ERO %	-0,7 %		-2,4 %		9,0 %	
	Md	Ndvast	Vd	Tdvast	Td	Vdvast
B4/EK	-184,6548	-62,6104	-8,1646	1,8544	2,123	-6,4542
EC/LM3	-185,3134	-56,6742	-8,77035	2,36645	2,88045	-6,53625
	0,4 %		7,4 %		35,7 %	
<b>KÄYTTÖTILA</b>						
	MK_lyh/tav	Nk_vas	Mk_pitkä	Nk_vast	Mg	Nk_vast
B4/LK1	-169,31	-52,012	-140,6024	-51,522	-129,166	-51,522
EC/LM1	-156,4352	-51,522	-144,1761	-51,522	-184,4748	-51,522
	-7,6 %		2,5 %			

LM3 e=500 HL:stä

Td_MRT	LISÄ%
3,29085	12 %

# Kuormat, tulokset

- Aukko, pääkannatin

<b>AUKKO 2 (KESKIAUKKO)</b>						
<b>MURTOTILA</b>						
	Md	Ndvast	Vd	Tdvast	Td	Vdvast
B4/LK1	133,4974	-45,6012	2,2662	1,1814	-1,3854	-0,7326
EC/LM1	119,99146	-41,0927	-1,04085	-1,16055	1,38285	1,69425
ERO %	-10,1 %		-54,1 %		-0,2 %	
	Md	Ndvast	Vd	Tdvast	Td	Vdvast
B4/EK	113,3134	-45,6012	1,4312	0,9966	1,0005	1,2764
EC/LM3	107,1481	-41,0927	-0,76815	-0,711	0,9495	1,45935
	-5,4 %		-46,3 %		-5,1 %	
<b>KÄYTTÖTILA</b>						
	MK_lyh/tav	Nk_vas	Mk_pitkä	Nk_vast	Mg	Nk_vast
B4/LK1	96,885	-37,84	73,0021	-37,357	65,8	-37,357
EC/LM1	85,43035	-37,357	74,46325	-37,357	99,17414	-37,357
	-11,8 %		2,0 %			

LM3 e=500 HL:stä	
Td_MRT	LISÄ%
1,3167	28 %

# Kuormat, tulokset

- Kansilaatta, poikkisuunta, tukialueet

TUKIALUEET (T2/T3 +/- JMx0,1)									
KANSILAATAN ULOKE				KANSILAATAN TUKI			KANSILAATAN KENTTÄ		
MURTOTILA				MURTOTILA			MURTOTILA		
	Md	Vd		Md	Vd		Md	Vd	
B4/LK1	-260,58	-173,04		-288,84	168,96		87,06	58,08	
EC/LM1	-354,24	-243		-392,715	199,53		96,255	73,17	
ERO %	35,9 %	40,4 %		36,0 %	18,1 %		10,6 %	26,0 %	
	Md	Vd		Md	Vd		Md	Vd	
B4/EK	-280,28	-217,9		-255,48	224,12		80,2	43,02	
EC/LM3	-190,485	-142,155		-202,095	170,775		92,61	38,205	
	-32,0 %	-34,8 %		-20,9 %	-23,8 %		15,5 %	-11,2 %	
LM3 e-500	-263,52	-177,39							
	38,3 %	24,8 %							
KÄYTTÖTILA				KÄYTTÖTILA			KÄYTTÖTILA		
	Mk_lyh/tav	Mk_pit	Mk_omin	Mk_lyh/tav	Mk_pit	Mk_omin	Mk_lyh/tav	Mk_pit	Mk_omin
B4/LK1	-166,7	-96,07		-178	-90,22		46,3	9,55	
EC/LM1	-192,53	-83,56	-262,4	-192,79	-85,63	-290,9	40,025	4	71,3
	15,5 %	-13,0 %		8,3 %	-5,1 %		-13,6 %	-58,1 %	



---

# Yhteenveto, kuormat (LM1, LM3)

- Pääkannattimen voimasuureissa MRT/KRT ei suuria eroja:
  - Tuella momenttien ero  $< 1\%$ , kentissä määräävät momentit LM1 pienenee noin  $-10\%$
  - Vääntömomentti kasvaa LM1 kuormalla  $+5\ldots 10\%$  ja LM3 kuormalla noin  $+40\%$ , mutta LM3 ei ole määräävä kuormitus.
- Kansilaatan poikittaiset määräävät voimasuureet kasvavat merkittävästi.
  - Ulokkeella ja tuella (palkkien välissä) määräävät LM1 momentit kasvavat noin  $+35\%$ , leikkausvoima ulokkeella  $+40\%$  ja tuella  $+20\%$ .
  - LM3 voimasuureet pienenevät  $-25\ldots 35\%$  ulokkeella ja tuella, kentässä kasvavat  $+15\ldots 20\%$  (LM3 ei ollut määräävä).

# Murtorajatila, taivutus, tulokset

- Tuki, pääkannatin

## PÄÄKANNATIN, VÄLITUET T2/(T3)

### VÄLITUKI T2, VASEN

	Md	Mu	HA%	Asp	Asy	Asa	AP+YP YHT		HA100%	
							Asyp	Asap	Asyp_min	Asap_min
B4/LK1	-226,5198	-259,91	87 %	51750	14100	52000	65850	52000	47640	10200
EC/LM1	-225,1719	-257,34	87 %	51750	14100	52000	65850	52000	47500	13400
								ERO	0 %	31 %

	Md	Mu	HA%
B4/EK	-184,2228	-259,91	71 %
EC/LM3	-184,3035	-257,34	72 %

### PURISTUSRAUDAN TARVE

		Asap	HA (Md/Mu)%
B4	Md/Mu+Td/Tu<1	52000	87 %
EC	Md/Mu+Td/Tu<1	13400	100 %
	ERO	-74 %	

# Murtorajatila, taivutus, tulokset

- Aukko, pääkannatin

## PÄÄKANNATIN, KENTÄT K1/(K3), K2

### AUKKO 2 (KESKIAUKKO)

	Md	Mu	HA%	Asp	Asy	Asa	Asyp	Asap	HA100%	Asyp_min	Asap_min
B4/LK1	133,50	137,19	97 %	40500	7900	12864	7900	53364		0	49800
EC/LM1	119,99	136,18	88 %	40500	7900	12864	7900	53364		0	39490
								ERO			-21 %

	Md	Mu	HA%
B4/EK	113,31	137,19	83 %
EC/LM3	107,15	136,18	79 %

### BETRO06

HA100%	Asa_min=Wce*fctk/fy/zs
Asyp_min	Asa_min
0	49800
0	39490
-21 %	0

# Murtorajatila, taivutus ja työntö, tulokset

- Kansilaatan poikkisuunnassa

## TUKIALUEET (T2/T3 +- JMx0,1)

	KANSILAATAN ULOKE MURTOTILA					KANSILAATAN TUKI MURTOTILA				
	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min
B4/LK1	-260,6	1618	509	2128	531	-288,8	1655	391	2047	526
EC/LM1	-354,2	2245	436	2681	618	-392,7	2296	349	2645	334
ERO %	35,9 %	38,7 %	-14,4 %	26,0 %	16,2 %	36,0 %	38,7 %	-10,7 %	29,2 %	-36,6 %

	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min
	B4/EK	-280,3	1741	641	2382	531	-255,5	1464	519	1983
EC/LM3	-190,5					-202,1				
MÄÄRÄÄVÄ ERO				12,6 %		-20,9 %				

## TUKIALUEET (T2/T3 +- JMx0,1)

	KANSILAATAN KENTTÄ MURTOTILA					Vd	Vc	HA%
	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min			
B4/LK1	87,1	1014	0	1014	263	58,1	197,3	29 %
EC/LM1	96,3	1149	0	1149	334	73,2	117,1	62 %
ERO %	10,6 %	13,4 %		13,4 %	26,9 %	26,0 %		-40,6 %

	Md	Asl	Asf/2	Asl+Asf	As_min	Vd	Vc	HA%
	B4/EK	80,2	934	0	934	263	43,0	197,3
EC/LM3	92,6					38,2	117,1	33 %
	15,5 %					-11,2 %		

# Yhteenveto, murtorajatila, taivutus

- Tuilla pääpalkkien raudoituksen kokonaismäärä (jänne+pehmeä) säilyy samana lukuun ottamatta alapinnan puristusraudan määrää, joka pienenee -74%, koska väännön ja taivutuksen yhdistettyjä rasituksia ei tarvitse tarkastella.
- Kentissä pääpalkkien terästen kokonaismäärä pienenee noin -20%.
- Kansilaatan poikittainen raudoitus kasvaa ulokkeella ja tuella noin +35%, tosin kansilaatan työnnön raudoitus pienenee ~ -15% \*) eli kokonaisvaikutus noin +25% nykykäytäntöön.
  - \*) syynä  $1/\cot\theta$  arvo kaavassa, joka vetopuolen minimiarvolla  $\theta=26,5$  on  $0,8$ x nykyarvo
$$vEd = \Delta Fd / (hf \Delta x) \quad (6.20)$$
$$(Asf fyd / sf) \geq vEd \cdot hf / \cot \theta f \quad (6.21)$$

# Murtorajatila, leikkaus ja vääntö

- Pääkannatin, tuki T2,  $\theta_{\min}=21,8$

## Yhteisvaikutus (min edullisin)

$$tef_{\min}=2*(c_{\min}+c_{tt}+haka_d+psr_d/2)$$

$$Ak_{\min}=(B-tef_{\min})*(H-tef_{\min})$$

$$Uk_{\min}=2*(B-tef_{\min})+2*(H-tef_{\min})$$

$$\sigma_{cp}=P_{oo}/Ac$$

	$<0,25*fcd=$	5,509259	$<0,5*fcd=$	11,01852	$<1,0*fcd=$	22,037	
*)	alfa_cw	1,301461		1,25		1,74635	1,25
	e < 0,5d						-10,8521
	v=0,6*(1-fc/250)						0,516
	z=k*d			k	0,85		3,57
	theeta	max	45 min		21,8		21,8

$$Vrd_{\max}=\text{alfa\_cw}*B*z*v*fcd/(1/\tan(\text{theeta})+\tan(\text{theeta}))$$

$$Trd_{\max 1}=2*v*\text{alfa\_cw}*fcd*Ak_{\min}*tef_{\min}*\sin(\text{theeta})*\cos(\text{theeta})$$

Hännilänsalmi

H	B	
	4,3	1,5
Tdmax	Vdmax	
	4,33	11,4
Vd_vast	Td_vast	
	8,15	1,053

0,128 m

5,723984 m<sup>2</sup>

11,088 m

6,643314 Mpa

26,24533 kN

7,18176 kN

- \*) Kertoimen  $\alpha_{cw}$  arvo on seuraava:
- 1 jännittämättömissä rakenteissa  
(1 +  $\sigma_{cp}/fcd$ ) kun  $0 < \sigma_{cp} \leq 0,25 fcd$  (6.11.aN)
  - 1,25 kun  $0,25 fcd < \sigma_{cp} \leq 0,5 fcd$  (6.11.bN)
  - 2,5 (1 -  $\sigma_{cp}/fcd$ ) kun  $0,5 fcd < \sigma_{cp} < 1,0 fcd$  (6.11.cN)

# Murtorajatila, leikkaus ja vääntö

- Pääkannatin, tuki T2,  $\theta_{\min}=21,8$

## **Vdmax, Tdvast**

Vd/Vrdmax			0,43
Td/Trdmax1			0,15
	Vd/Vrdmax+Td/Trdmax1	YHD1	0,58

Hakojta tarvitaan yhteensä (2-leikkeiset haat)

$$A_{sv} = Vd / (z \cdot f_{yd} \cdot \cot(\theta))$$

$$A_{st1} = Td / (2 \cdot A_{k\_min} \cdot f_{yd} \cdot (1/\tan(\theta))) \cdot x2$$

LEIKKAUS

2810 mm<sup>2</sup>/m

VÄÄNTÖ

162 mm<sup>2</sup>/m

YHT

**2972** mm<sup>2</sup>/m

B4	ERO
2287	23 %
130	24 %
<b>2417</b>	<b>23 %</b>

Lisä pääraudoitukseen

$$d_{Ftd} = 0,5 \cdot Vd / \tan(\theta) / f_{yd}$$

$$A_{sl}/U_k = Td / (2 \cdot A_{k\_min} \cdot f_{yd} \cdot \tan(\theta))$$

LEIKKAUS

31352 mm<sup>2</sup>/m

VÄÄNTÖ

**506** mm<sup>2</sup>/m

1 < cot() < 2,5

B4	ERO
16412	91 %
<b>195</b>	<b>1 59 %</b>

$$JOS T_s = 2 \cdot A_{k\_min} \cdot f_{yd} \cdot \sqrt{A_s / s \cdot A_{sl} / U_k}$$

cot(the 2,500178

1,489167 MN

OK

# Murtorajatila, leikkaus ja vääntö

- Pääkannatin, tuki T2,  $\theta_{\min}=21,8$

## ***Tdmax, Vdvast***

Vd/Vrdmax			0,31
Td/Trdmax1			0,60
	Vd/Vrdmax+Td/Trdmax1	YHD1	0,91

Hakoja tarvitaan yhteensä (2-leikkeiset haat)

$$Asv = Vd / (z * f_{yd} * \cot(\theta))$$

$$As1 = Td / (2 * A_{k\_min} * f_{yd} * (1 / \tan(\theta))) * 2$$

	LEIKKAUS	2009 mm <sup>2</sup> /m	B4	ERO
	VÄÄNTÖ	666 mm <sup>2</sup> /m	0	-
	YHT	<b>2674</b> mm <sup>2</sup> /m	<b>1378</b>	<b>48 %</b>

Lisä pääraudoitukseen

$$dFtd = 0,5 * Vd / \tan(\theta) / f_{yd}$$

$$Asl / Uk = Td / (2 * A_{k\_min} * f_{yd} * \tan(\theta))$$

	LEIKKAUS	22414 mm <sup>2</sup> /m	B4	ERO
	VÄÄNTÖ	<b>2080</b> mm <sup>2</sup> /m	16412	37 %

$$1 < \cot(\theta) < 2,5$$

$$JOS Ts = 2 * A_{k\_min} * f_{yd} * \sqrt{As / s * Asl / uk} \quad \cot(\theta) = 2,500178 \quad 6,123545 \text{ MN} \quad OK$$



# Murtorajatila, leikkaus ja vääntö

- Pääkannatin, tuki T2,  $\theta$ -arvon vaikutus

	<b><i>Vdmax, Tdvast</i></b> <b><math>\theta = 21,8</math></b>			<b><i>Vdmax, Tdvast</i></b> <b><math>\theta = 35,5</math></b>			<b><i>Vdmax, Tdvast</i></b> <b><math>\theta = 45</math></b>		
	Haat	Pit.r.	Yhdist.	Haat	Pit.r.	Yhdist.	Haat	Pit.r.	Yhdist.
Leikkaus	2810		0,43	5011		0,32	7025		0,30
Vääntö	162	506	0,15	289	284	0,11	405	202	0,10
YHT.	2972		0,58	5300		0,04	7430		0,40
	<b><i>Tdmax, Vdvast</i></b>			<b><i>Tdmax, Vdvast</i></b>			<b><i>Tdmax, Vdvast</i></b>		
	Haat	Pit.r.	Yhdist.	Haat	Pit.r.	Yhdist.	Haat	Pit.r.	Yhdist.
Leikkaus	2009		0,31	3582		0,23	5022		0,21
Vääntö	1078	2080	0,22	1923	1167	0,16	2695	832	0,16
YHT.	2674		0,91	4770		0,67	6687		0,63

# Murtorajatila, leikkaus

- Kansilaatta poikkisuunnassa (tuet) Hu=420, Ht=450, Hk=260

	Uloke			Tuki (palkkien välissä)			Kenttä		
	Vd	Vc	HA%	Vd	Vc	HA%	Vd	Vc	HA%
B4/LK1	-173,0	312,0	55 %	169,0	325,7	52 %	58,1	197,3	29 %
EC/LM1	-243,0	237,1	103 %	199,5	221,9	90 %	73,2	139,1	53 %
ERO %	40,4 %	-24,0 %		18,1 %	-31,9 %		26,0 %	-29,5 %	
	Vd	Vc	HA%	Vd	Vc	HA%	Vd	Vc	HA%
B4/EK	-217,9	312,0	70 %	224,1	325,7	69 %	43,0	197,3	22 %
EC/LM3	-142,2	237,1	60 %	170,8	221,9	77 %	38,2	139,1	27 %
	-34,8 %			-23,8 %			-11,2 %		

---

# Yhteenveto, murtorajatila, leikkaus ja vääntö

- Pääkannattimen leikkauksen ja väännön hakarautoitus kasvaa tuella +23% ja väännön vaatima pituussuuntainen rautoitus +100%, koska jännevoiman puristavaa komponenttia ei voi enää hyödyntää?
- Kansilaatan uloke ei kestä ilman leikkausraudoitusta tai vaatii kannen paksuntamista +30 mm tai leikkaushakoja.
- Muutosten vaikutus betonirakenteiden kilpailukykyyn?

# Käyttörajatila, jännitykset

## Tuet

### PÄÄKANNATIN, VÄLITUET T2/(T3)

VÄLITUKI T2, VASEN

	W_ar	W_yr	Ac	B4 fck	EC fck	
	6,031	9,14	8,279	31,5	35	
					Mk_g	Nk_g_vast
	MK_lyh/t	Nk_vas	Mk_pitkä	Nk_vast	Mk_omin	Nk_vast
B4/LK1	-99,8	-54,6	-71,5	-54,4	-60,2	-54,4
EC/LM1	-87,1	-54,4	-75,2	-54,4	-115,0	-54,4

VÄLITUKI T2, VASEN

Mk_lyh	0,7xfck	B4	Mk_g	0,5xfck	B4
Mk_omin	0,6xfck	EC	Mk_pitkä	0,45xfck	EC
Sigma	S_Sall	HA%	Sigma	S_Sall	HA%
-22,0	-22,1	100 %	-15,7	-15,8	100 %
-24,4	-21,0	116 %	-18,1	-15,8	115 %

### PÄÄKANNATIN, KENTÄT K1/(K3), K2

AUKKO 2 (KESKIAUKKO)

	W_ar	W_yr	Ac	B4 fck	EC fck	
	1,902	4,124	4,784	31,5	35	
					Mk_g	Nk_g_vast
	MK_lyh/t	Nk_vas	Mk_pitkä	Nk_vast	Mk_omin	Nk_vast
B4/LK1	39,02	-37,84	15,14	-37,36	7,94	-37,36
EC/LM1	27,57	-37,36	16,60	-37,36	41,31	-37,36

AUKKO 2 (KESKIAUKKO)

Mk_lyh	0,7xfck	B4	Mk_g	0,5xfck	B4
Mk_omin	0,6xfck	EC	Mk_pitkä	0,45xfck	EC
Sigma	S_Sall	HA%	Sigma	S_Sall	HA%
-16,50305	-22,05	75 %	-9,24643	-15,75	59 %
-17,93446	-21	85 %	-11,2421	-15,75	71 %

---

# Yhteenveto, käyttörajatila, jännitykset

- Pääkannattimen sallitut jännitykset tuilla ylittyvät Eurokoodin mukaisessa mitoituksessa  $0,6 \cdot f_{ck}$  (ominaiskuormat) +16% ja  $0,45 \cdot f_{ck}$  (pitkäaikaiset kuormat) +15%.
  - Erot johtuvat pääasiassa suuremmista käyttörajatilan kuormista

# Käyttörajatila, halkeilu

## HALKEAMAT PÄÄKANNATTAMILLE

### TUKI T2

As=As, Mk=Mk, B4 raudat

VERTAILU B4/EC	B4	EC
As	14100	14100
st	35,90	35,90
Ace	1361600	1850000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,071800	0,107700
wk	0,0210	0,0948

Asmin KRT

VERTAILU B4/EC	B4	EC
Asmin/wk_sall	1570	2450 (5900)
st	39,30	11,00
Ace	1361600	1850000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,078600	0,033000
Mk	-169,00	-154,00
wk	0,1050	0,1400

### KENTTÄ K1

As=As, Mk=Mk, B4 raudat

VERTAILU B4/EC	B4	EC
As	12864	12864
st	83,30	83,30
Ace	319000	250000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,167974	0,249900
wk	0,0380	0,0680

Asmin KRT

VERTAILU B4/EC	B4	EC
Asmin/wk_sall	2350	800
st	98,70	25,00
Ace	319000	250000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,197400	0,075000
Mk	93,00	83,00
wk	0,1050	0,1400

### KENTTÄ K2

As=As, Mk=Mk, B4 raudat

VERTAILU B4/EC	B4	EC
As	12864	12864
st	106,00	106,00
Ace	319000	250000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,387220	0,318000
wk	0,0871	0,0866

Asmin KRT

VERTAILU B4/EC	B4	EC
Asmin/wk_sall	9000	1200
st	113,00	35,90
Ace	319000	250000
esm/esm-ecm (o/oo)	0,411712	0,107700
Mk	96,70	85,40
wk	0,1050	0,1400

---

# Yhteenveto, käyttörajatila, halkeilu

- Kun  $A_s=A_s$ ,  $M_k=M_k$ , halkeamakoko kasvaa noin 2-kertaiseksi Eurokoodin mukaan laskettaessa
- Kun verrataan tarvittaviin minimiteräsmääriin tarvitaan Eurokoodin mukaan kentissä 3..7 osa raudoituksesta B4:seen verrattuna (B4: 2350...9000 mm<sup>2</sup>,  $E_c$ : 800...1200 mm<sup>2</sup>).  
=> nykyinen varmuustaso alenee
- Kansilaatan osalta halkeilutarkastelu ei tule enää määrääväksi, koska halkeilu tarkastetaan vain pitkäaikaiselle yhdistelmälle (pitkäaikaiset kuormat eivät yleensä tule määrääväksi kansilaatoissa)

---

# Yhteenveto, väsytyt

- Alustavien laskelmien mukaan väsytyt ei tule määrääväksi pääkannattimen osalta, kun ominaiskuormille käytetään terästen raja-arvona 300 MPa ja perusyhdistelmä+psii\*LM1 yhdistelmälle terästen raja-arvona jännitysvaihteluvälille 70 MPa ja betonille saatua 16 MPa.
- Kansilaatan väsytytstä ei ole tarkasteltu.

=> miksi tarvitaan väsytytsmiititusta betonisille tiesilloille?

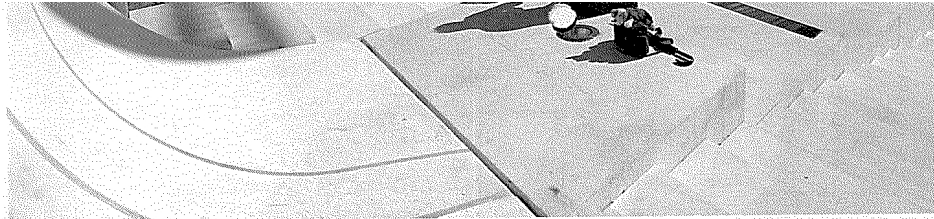


---

# Muuta

- Kansilaatan toimivaan leveys leveyteen vain pieni muutos tuella, jossa toimiva leveys kasvaa +7% (6,9 >7,4). Eurokoodin mukaan koko kansilaatta on toimiva.
- Jänneankkureiden vaatima halkaisuraudoitus kasvaa alustavien laskelmien mukaan

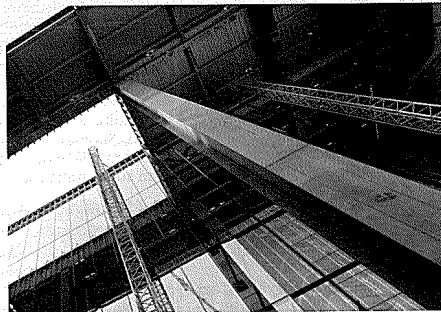
# Muutos nykyiseen



RAKENNUSLEHTI 1.10.2009

## Erilaiset normit hämmentävät rakennesuunnittelijoita

Teräsrakenteiden mitoituksessa eurokoodit ovat jo arkipäivää, mutta betonirakenteiden mitoitukseen ne ovat vasta tulossa. Alalla kaivattaisiinkin nyt yksinkertaistettuja suunnitteluohjeita. ▶ SIVU 4



Vantaan rakennusvalvonta pysäytti betonielementtien asennukset, kun niiden suunnittelu oli tehty kaksilla eri normeilla.

ARKKITEI  
"Suon tehtu kopioi  
▶ SIVU 11



Arkkiteissä sisään

TCM Pro uudistaa rakentamisen



1.10.2009 Rakennuslehti

mitoittaa joko eurokoodilla tai rakentamismääräyskokoelman mukaan edellä kuvattua periaatetta käyttäen", Puhto sanoo.

Pekkalaa huolettua eurokoodeissa se, etteivät asianomaiset instanssit ole tähän mennessä juurikaan laatineet niiden pohjalta käytännönläheisiä yksinkertaistettuja suunnitteluohjeita, joita ehdottomasti tarvitaan. Suoraan eurokoodeista katsomalla ei ole tarkoitukseen suunnitella kaikkea.

### Eurokoodikäytäntöihin määrätietoisuutta

"Siirtymisen alkuvaihe ja oppiminen pitäisi saada hoidetuksi määrätietoisesti rivakasti niin, ettei kovin kauan haikailla entisten menetelmien perään. Joitakin tarpeettoman mutkikkaita osia löytyy eurokoodeista, ja ne on ilmeisesti ajateltu hoidettaviksi tietokoneohjelmilla. Tarvitaan arkikäyttöön soveltuvia ohjelmia, mutta niitä ei vaan tunnuta saavan ai-

kaiseksi. Skol:n toimesta teetän parhaillaan onneksi Matchad-ohjelmanpätkkiä tärkeimpiin osatehtäviin", Pekkala korostaa.

Edellinen isompi suunnittelun muutos oli 1970-luvulla, kun siirryttiin sallituista mitoituksista rajatilatarkasteluihin. Silloinkin jäätin odottamaan käytännöllisiä arkipäivän tarpeisiin soveltuvia tietokoneohjelmia, mutta niitä ei ole Pekalan mukaan kunnolla vieläkään tullut.

Puhto pitää siirtymää eurokoodeihin filosofisesti melkoisena. Ennen kaikkea tulkun eurokoodien sivumäärä aiheuttaa suunnittelijoille huomattavaa opiskelutarvetta. Sisällöllisesti ja periaatteellisesti muutokset eivät sinänsä ole ylivoimaisia, mutta perehtymiseen ja opiskeluun kuluva aika on varmasti suurempi kuin aikoinaan sallituista jännityksistä rajatilamitoitukseen siirtäessä. □

Vilho Pekkala Vahnenen  
Jorua Puhto Magnus Halmb