

K.OSA/KYLÄ	KORTT./TILA	TONTTI.NR:O	VIRANOMAISEN ARKISTOINTIMERKINTÖJÄ VARTEN		
RAKENNUSTOIMENPIDE <b>KORJAUSRAKENNUS</b>			PIIRUSTUSLAJI		
RAKENNUSKOHTeen NIMI JA OSOITE <b>S. KOSOSEN POLTTOAINEKATOS</b>			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ <b>LASKELMAT</b>		MITTAKAAVA
Kerimäentie <b>KERIMÄKI</b>					
 <b>INSINÖÖRITOIMISTO TANSKANEN OY</b> KESÄLAHTI SAVONLINNA KUOPIO Olavinkatu 60, 57100 SAVONLINNA puh.050 3653716 e-mail:ville.angesleva@student.saimio.fi			SUUNN.ALA	TYÖN N:O JA PIIRUST.N:O	MUUTOS
			<b>RAK</b>		
PIIRT. VÄN	SUUNN.Ville Ängeslevä, Insinööriopiskelija				
PVM 6.1.2011	TARK.				

## Sisältö

1 Laskelmissa käytetyt yksiköt.....	4
1.1 Latinalaiset isot kirjaimet.....	4
1.2 Latinalaiset pienet kirjaimet.....	4
1.3 Kreikkalaiset isot kirjaimet.....	6
1.4 Kreikkalaiset pienet kirjaimet.....	6
2. KUORMAT.....	8
2.1 Pysyvät kuormat.....	8
2.2 Lumikuorma.....	8
2.3 Tuulikuorma.....	8
2.3.1 Nopeuspaine.....	8
2.3.2 Kuormitusleveys.....	8
2.3.3 Nettopainekerroin.....	8
2.3.4 Rakennekerroin.....	8
2.3.5 Alkuvinous (kehän).....	11
2.3.7 Lopullinen tuulikuorma (vaakakuorma).....	12
2.4 Onnettomuuskuorma.....	12
2.5 Kuormitusyhdistelmät.....	12
3. LIITOKSET.....	13
3.1 Vinot RHS-palkit 180x180x6.....	13
3.1.1 Palkin alaliitos.....	13
3.1.2 Palkin yläliitos.....	14
3.2 Poikittaispalkit HE180A.....	15
3.2.1 Hitsit.....	15
3.3 Pitkittäispalkin ja pilarin liitoksen jäykistelevyt.....	16
3.3.1 Levyn kapasiteetti.....	16
3.3.2 Hitsi.....	16
4. Anturat.....	17
4.1 Materiaalit.....	17
4.2 Sallittu pohjapaine.....	17
4.3 Kuormat anturalle.....	17
4.4 Mitoitus.....	17
4.4.1 Geotekninen mitoitus.....	17
4.4.2 Rakennetekninen mitoitus.....	18

4.4.3 Pohjalevy .....	18
4.4.4 Peruspultit .....	18

## 1 Laskelmissa käytetyt yksiköt

### 1.1 Latinalaiset isot kirjaimet

Aw	hitsin pinta-alan mitoitusarvo
B <sup>2</sup>	taustapyörteiden vaikutusparametri
Facc	auton törmäyksestä aiheutuva pistekuorma
ΣGk	pysyvien kuormien summa
Hav	alvinoudesta johtuva vaakavoima
Hdl	lisävaakavoima
Iv	tuulenpuuskien intensiteetti
Lk	vaakakuorman kuormitusleveys
L	tuulenpyörteen ulottuvuus
Lt	ulottuvuuden vertailuarvo
R <sup>2</sup>	resonanssivasteen vaikutusparametri
Rb	aerodynaamiset siirtokertoimet
Rh	
SL	dimensioton tehospektrin tiheysfunktio
T	tuulennopeuden modifioitua perusarvoa määritettäessä käytetty

### 1.2 Latinalaiset pienet kirjaimet

b	rakenteen leveys (tuulen suuntaa vastaan kohtisuoran pinnan pituus)
beff	tehollinen leveys

c0	pinnanmuotokerroin
cd	dynaaminen kerroin
cf	voimakerroin
cp,net	katon nettopainekerroin
cr	rosoisuuskerroin
cs	koon vaikutuskerroin
cscd	rakennekerroin
fL	dimensioton taajuus
fu	vetomurtolujuus
gk1	vesikaton kuorma
gk2	pitkittäispalkkien omapaino
k	kerroin
kc, ks	kertoimia
kl	pyörteisyyskerroin
kp	huippuarvokerroin
kr	maastokerroin
l	vaakasuuntaisen rakenteen pituus
me	ekvivalentti massa
m(s)	massa pituusyksikköä kohti
n1	rakenteen ominaismuotoa 1 vastaava ominaistaajuus
nc	pilarien lukumäärä
ns	kerrosten lukumäärä
qk1	lumikuorma

qk2	vaakakuormat
qp0(z)	tuulen nopeuspaine
r	pyöristys
s	mitta
t	ohuemman levyn ainepaksuus
tf	laipan paksuus
tw	uuman paksuus
vb	tuulennopeuden perusarvo
vm	tuulennopeuden modifioitu perusarvo
z	korkeus maanpinnasta
z0	rosoisuusmitta
z0,II	rosoisuusmitta, maastoluokka II
zmax	maksimikorkeus
zmin	minimikorkeus
zs	rakennekertoimen määrittämiseen käytettävä nopeuspainekorkeus
zt	vertailukorkeus

### **1.3 Kreikkalaiset isot kirjaimet**

$\Phi_1$	tuulensuuntaisen värähtelyn alin ominaismuoto
----------	---

### **1.4 Kreikkalaiset pienet kirjaimet**

$\alpha$	kerroin
$\beta_w$	korrelaatiokerroin

$\gamma M_2$	aineosavarmuusluku
$\delta$	vaimennuksen logaritminen dekrementti
$\delta_a$	aerodynaamisen vaimennuksen logaritminen dekrementti
$\delta_d$	erikoislaitteista johtuvan vaimennuksen logaritminen dekrementti
$\delta_s$	sisäisen vaimennuksen logaritminen dekrementti
$\eta$	muuttuja
$\nu$	resonanssitaajuus
$\rho$	ilman tiheys
$\sigma$	on laskentapintaa vastaan kohtisuora normaalijännitys
$\sigma_{II}$	on hitsin akselin suuntainen normaalijännitys
$\sigma_z$	hitsin normaalijännitys
$\tau$	on hitsin akselia vastaan kohtisuora leikkausjännitys (laskentapinnan tasossa);
$\tau_{II}$	on hitsin akselin suuntainen leikkausjännitys (laskentapinnan tasossa)
$\phi$	kehän alkuvinous

Rakennuskohde	Työn nro.		Sivut
S. Kososen polttoainekatos	Päiväys	Tekijä	
	20.12.2010	VÄn	
Suunnittelija	Sisältö		9
Ville Ängeslevä	Mitoitus		

## 2. KUORMAT (pitkittäispaikkeille)

### 2.1 Pysyvät kuormat

Kuormitusleveys 5,45 m

gk1 0,3 kN/m<sup>2</sup> = 1,635 kN/m vesikattorakenne

gk2 0,715 kN/m HE220B

### 2.2 Lumikuorma

qk1= maan lumikuorma x katon muotokerroin= 2 kN/m<sup>2</sup>= 10,9 kN/m

### 2.3 Tuulikuorma

#### 2.3.1 Nopeuspaine

Maastoluokka III, rakennuksen korkeus maanpinnasta 4,7 m → qp0(z)= 0,35 kN/m<sup>2</sup>

#### 2.3.2 Kuormitusleveys

Vesikaton reunalevyn korkeus+kerääntyneen lumi katolla LK≈ 1,5 m

#### 2.3.3 Nettopainekerroin

Pulpettikatto, cp,net (katokset) max= 1,8

#### 2.3.4 Rakennekerroin

Varmistetaan värähtely rakennekertoimen cscd avulla



$$cscd = 1,03361832$$

HUOM. 1 Koon vaikutuskertoimen  $c_s$  avulla otetaan huomioon tuulikuorman pienennysvaikutus, joka johtuu tuulenpaineen huippujen esiintymisen eriaikaisuudesta pinnoilla. Se saadaan kaavasta (6.2):

$$c_s = \frac{1 + 7 \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)} \quad (6.2)$$

HUOM. 2 Dynaamisen kertoimen  $c_d$  avulla otetaan huomioon värähtelystä johtuva lisävaikutus, joka johtuu turbulenssin resonanssista rakenteen kanssa. Se saadaan kaavasta (6.3):

$$c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2}} \quad (6.3)$$

### 2.3.4.1 Koon vaikutuskerroin

$$cs = 1 \quad \text{varmalla puolella}$$

### 2.3.4.2 Dynaaminen kerroin

$$cd = 1,03361832$$

$$B^2 = 1 \quad \text{varmalla puolella}$$

$$lv = 0,330194$$

HUOM. 2 Suositeltavat säännöt tuulerpuuskion intensiteetin  $I_v(z)$  määrittämiseksi esitetään kaavoissa (4.7):

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{kun } z_{\min} < z < z_{\max} \quad (4.7)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{kun } z < z_{\min}$$

zs=	5,45 m	kl=	1	
zmin=	5 m	c0=	1	$\phi < 0,05$
zmax=	200 m			
z0=	0,3 m			
z0,II=	0,05 m			
z=	6,2 m			

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot S_L(z_s, n_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b) = 0,009214$$

$$\delta = \delta_s + \delta_a + \delta_d = 0,05379$$



$$\alpha = 0,67 + 0,05 \cdot \ln(z_0)$$

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \cdot \eta_h^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_h}); \quad R_h = 1 \text{ kun } \eta_h = 0$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \cdot \eta_b^2} (1 - e^{-2 \cdot \eta_b}); \quad R_b = 1 \text{ kun } \eta_b = 0$$

$$\text{missä: } \eta_h = \frac{4,6 \cdot h}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x}) \quad \text{ja} \quad \eta_b = \frac{4,6 \cdot b}{L(z_s)} \cdot f_L(z_s, n_{1,x})$$

$$\eta_h = 18,48388 \qquad \eta_b = 32,3467883$$

$$R_h = 0,100728 \qquad R_b = 0,05791708$$

$$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(\nu \cdot T)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(\nu \cdot T)}} \quad \text{tai } k_p = 3 \text{ sen mukaan, kumpi on suurempi}$$

$$k_p = 3,651786$$

$$T = 600 \text{ s}$$

$$\nu = n_{1,x} \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}}; \quad \nu \geq 0,08 \text{ Hz}$$

$$= 0,70891006 \text{ Hz}$$

### 2.3.5 Alkuvinous (kehän)

$$\phi = k_c \cdot k_s \cdot \phi_1 = 0,00433$$

$$\phi_1 = 1/200$$

$$k_c = (0,5 + 1/n_c)^{0,5} = 0,866025 \qquad k_c \leq 1$$

$$n_c = 4 \text{ pilarien lkm.}$$

$$k_s = (0,2 + 1/n_s)^{0,5} = 1,095445 \qquad k_s \leq 1 \quad \rightarrow k_s = 1$$

$$n_s = 1 \text{ kerrosten lkm.}$$

$$\text{Työmaalla mitattu alkunvinous 80 mm} = \frac{80}{4700} = 0,017021$$

Siis alkuvinous yhteensä:

$$\phi = 0,00433 + 0,017 = 0,021351$$

$$\text{Vaakavoima: } H_{av} = N_d * \phi = 3,010548 \text{ kN} = 0,406831 \text{ kN/m}$$

### 2.3.7 Lopullinen tuulikuorma (vaakakuorma)

$$q_{k2} = c_{scd} * c_f * q_p(z_e) * L_k = 0,97676931 \text{ kN/m}$$

$$\rightarrow q_{k2} + H_{av} = 1,38 \text{ kN/m}$$

## 2.4 Onnettomuuskuorma

$$\text{Katos taajamatien vieressä (kuorma tiensuuntaisesta törmäyksestä)} \quad F_{acc} = 500 \text{ kN} \quad \text{0,5 metrin korkeudella maasta}$$

## 2.5 Kuormitusyhdistelmät Seuraamusluokkakeroin $K_{fi}=1,0$

$$KY1 = 1,15 * \sum G_k + 1,5 * q_{k1} + 0,9 * q_{k2}$$

HUOM!

Laskelmissa käytettävä  $N_d$  (per pilari) = 141 kN

$$KY2 = 1,15 * \sum G_k + 1,5 * q_{k2} + 0,9 * q_{k1}$$

laskettu KY1  
mukaan

$$ACC1 = 1,0 * \sum G_k + 1,0 * F_{acc} + 0,4 * q_{k1}$$

$$ACC2 = 1,0 * \sum G_k + 1,0 * F_{acc} + 0,2 * q_{k1} + 0,2 * q_{k2}$$

### 3. LIITOKSET

#### 3.1 Vinot RHS-palkit 180x180x6

Teräs S355

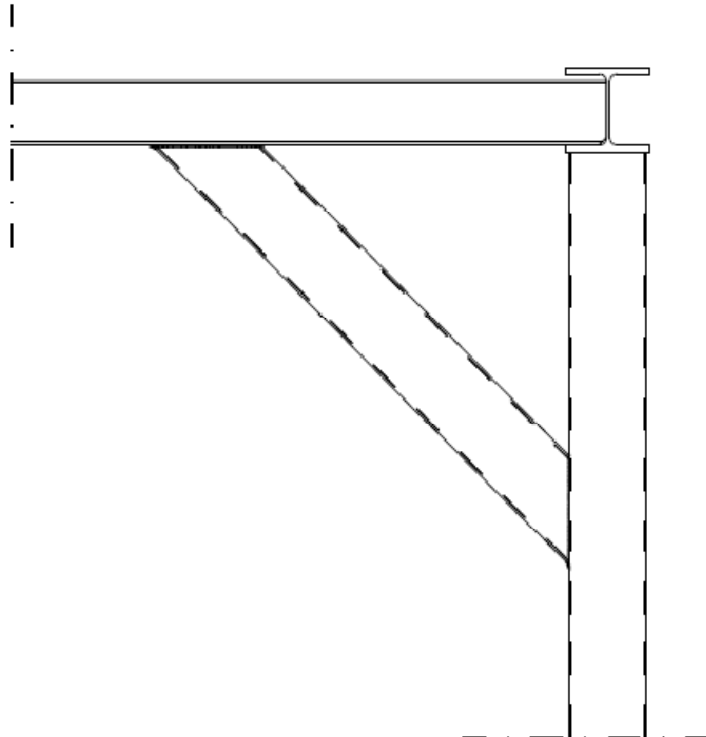
Max. Kuormat (STAAD.Pro:sta)

Veto 152 kN

Puristus 36 kN

Leikkaus 24 kN

Momentti 40 kNm



(6) Pienahitsin kestävyys on riittävä, jos molemmat seuraavat ehdot ovat voimassa:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad \text{ja} \quad \sigma_{\perp} \leq 0,9 f_u / \gamma_{M2}$$

missä:

$f_u$  on heikomman liitettävän osan vetomurtolujuuden nimellisarvo;

$\beta_w$  on taulukon 4.1 mukainen kyseeseen tuleva korrelaatiokerroin.

Pilarin teräslaatua ei ole tiedossa, joten arvioidaan S235

→

korrelaatiokerroin: 0,8

$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

$A_w = (180 - 2 \cdot 4) \cdot 4 =$

688 mm<sup>2</sup>

#### 3.1.1 Palkin alaliitos

Hitsin a = 4 mm

→ 236,9 ≤ 360,0 N/mm<sup>2</sup>

ja

220,9 ≤ 259,2 N/mm<sup>2</sup>

OK

Putkiprofiilin kapasiteetti ARHS \*  $f_y k / \gamma_{M2} = 1160 \text{ kN}$

Leikkaus 380 kN

OK.

Taivutus

85 kNm

### 3.1.2 Palkin yläliitos

Putkiprofiilin ja HE180A liittoksessa HEA:n uuma ei välitä voimia koko hitsin matkalta

(2) Jäykisteettömille I- ja H-profileille tehollinen leveys  $b_{eff}$  lasketaan kaavoista:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f$$

$$s = r$$

$$k = 1$$

→  $b_{eff} = 102,5 \text{ mm}$

$A_w = 5 \cdot 102,5 = 512,5 \text{ mm}^2$

→  $318,0 \leq 360,0 \text{ N/mm}^2$

ja

$296,6 \leq 259,2 \text{ N/mm}^2$

ei  
onnistu

Lisätään jäykistyslevyt vinopalkkien suuntaisesti →

→  $b_{eff} = 158 \text{ mm}$

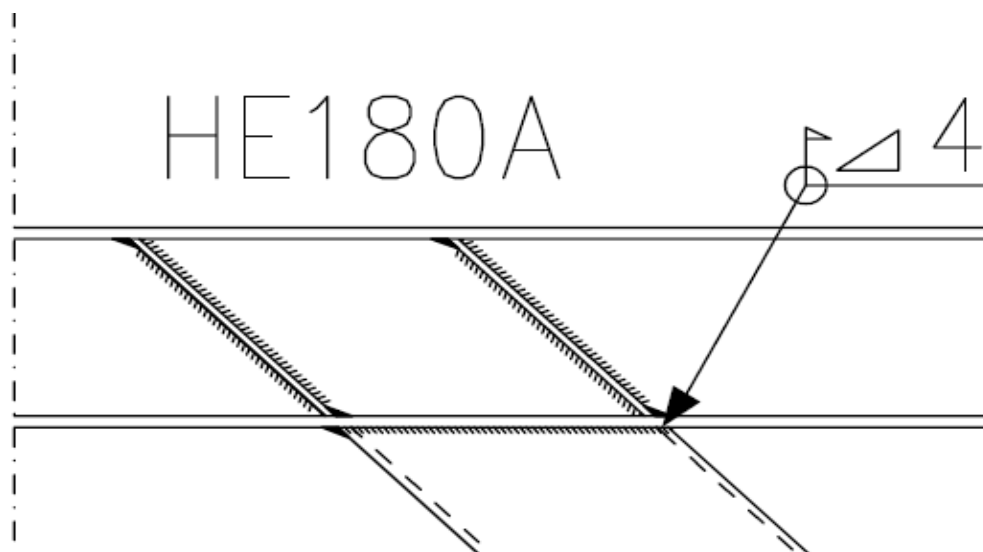
$A_w = 4 \cdot 158 = 632 \text{ mm}^2$

→  $257,9 \leq 360,0 \text{ N/mm}^2$

ja

$240,5 \leq 259,2 \text{ N/mm}^2$

OK.



Jäykistelevyjen kapasiteetti= AJL\*fyk/γM2= 193,12 kN OK.  
 Teräs S355 AJL= 8\*85= 680 mm<sup>2</sup>  
 Paksuus 8 mm

Jäykistelevyjen hitsi

$a \geq (\beta * \gamma_{M2} * t) / 2 * f_u \sqrt{2 * \sigma_z^2} = 5,091169 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$

$\sigma_z = f_u / \gamma_{M2}$        $\beta = 0,9$        $t = 8 \text{ mm}$   
 →tällöin levy pettää ennen hitsiä!

### 3.2 Poikittaispalkit HE180A

Teräs S355

Max. Kuormat (STAAD.Pro:sta)

Profiilin kapasiteetti

Veto	49 kN			
Puristus	65 kN	FRd = AHEA*fyk/γM2 =	1285,1 kN	OK.
Leikkaus				
y	76 kN		729 kN	
x	20 kN		206 kN	
Momentti				
y	15 kNm		44 kNm	
x	97 kNm		115 kNm	

#### 3.2.1 Hitsit

- (6) Pienahitsin kestävyys on riittävä, jos molemmat seuraavat ehdot ovat voimassa:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \quad \text{ja} \quad \sigma_{\perp} \leq 0,9 f_u / \gamma_{M2}$$

missä:

$f_u$  on heikomman liitettävän osan vetomurtolujuuden nimellisarvo;

$\beta_w$  on taulukon 4.1 mukainen kyseeseen tuleva korrelaatiokerroin.

### 3.2.1.1 Uuma

$$a = 4 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad A_w = (122 - 2 \cdot 4) \cdot 4 = 456 \text{ mm}^2$$

Pitkittäispalkin teräslaattaa ei ole tiedossa, joten arvioidaan S235

				→					korrelaatiokerroin: 0,8	
									fu = 360 N/mm <sup>2</sup>	
330,7916	≤	360	N/mm <sup>2</sup>	OK.						
	ja									
142,5439	≤	259,2	N/mm <sup>2</sup>							

### 3.2.1.2 Laippa

$$A_w = (144 - 2 \cdot 4) \cdot 4 = 544 \text{ mm}^2$$

277,2812	≤	360	N/mm <sup>2</sup>	OK.						
	ja									
119,4853	≤	259,2	N/mm <sup>2</sup>							

## 3.3 Pitkittäispalkin ja pilarin liitoksen jäykistelevyt

### 3.3.1 Levyn kapasiteetti

AJL * fyk / γM2 =	144,84 kN	OK.
AJL = 85 * 6 =	510 mm <sup>2</sup>	

### 3.3.2 Hitsi

$$a \geq (\beta \cdot \gamma_{M2} \cdot t) / f_u \sqrt{2 \cdot \sigma_z^2}$$

$$= 5,199492 \text{ mm} \rightarrow 6 \text{ mm}$$

σ <sub>z</sub> = f <sub>u</sub> / γ <sub>M2</sub>	β =	0,8	t =	6 mm
→tällöin levy pettää ennen hitsiä!				



## 4. Anturat

### 4.1 Materiaalit

c28/35	arvio	A500HW	
fck=	28 MN/m <sup>2</sup>	fsk=	500 MN/m <sup>2</sup>
fcd=	15,9 MN/m <sup>2</sup>	fsd=	434,8 MN/m <sup>2</sup>
fctk=	1,94 MN/m <sup>2</sup>	Es=	200000 MN/m <sup>2</sup>
fctd=	1,29 MN/m <sup>2</sup>		
Ec=	32308,3 MN/m <sup>2</sup>		

### 4.2 Sallittu pohjapaine

$\sigma_{sall}$ =	100 kN/m <sup>2</sup>	arvio
-------------------	-----------------------	-------

### 4.3 Kuormat anturalle

gk=	16,5 kN/m	mgk=	0 kNm/m
qk=	80,5 kN/m	m <sub>qk</sub> =	12 kNm/m

Antura: 17,5 kN/m

Nk=	114,5 kN/m
Nd=	159,85 kN/m

Mk=	12 kNm/m
Md=	18 kNm/m

## 4.4 Mitoitus

### 4.4.1 Geotekninen mitoitus

e <sub>R</sub> =	0,105 m	epäkeskisyydet
e <sub>d</sub> =	0,113 m	
P <sub>k</sub> =	82,4 kN/m <sup>2</sup>	→ OK.
P <sub>d</sub> =	116,3 kN/m <sup>2</sup>	

Kokeilemalla valittu      L=                      1600 mm

c=                              700 mm

#### 4.4.2 Rakennetekninen mitoitus

md=                              32,6 kNm/m

Valitaan    H=                              500 mm

#### 4.4.3 Pohjalevy

Paksuus

t<sub>z</sub>                              23,457341 mm      →                              24 mm

#### 4.4.4 Peruspultit

Laskettu Peikko designer ohjelmalla. Kts. LIITE 8.