

Rannila kandev profiilplekk

PP-113

*Koostanud volitatud ehitusinsener professor Kalju Loorits ja
tehnikaliitsentsiaat Indrek Tärno*

Pärnu 2001

SISUKORD

1. PROFIIKPLEKI <i>PP-113</i> ÜLDANDMED	3
2. DIMENSIOONIMINE TABELITE ABIL	
2.1. Tabelite põhimõtted	4
2.2. Dimensioonimise käik.....	5
3. DIMENSIOONIMISTABELID.....	7
4. DIMENSIOONIMINE TUGEVUS- JA JÄIKUSARVUTUSTE ABIL .	18
5. DIMENSIOONIMINE ARVUTIPROGRAMMIGA “ <i>POIMU</i> ”	19
6. PROFIIKPLEKI <i>PP-113</i> KINNITAMINE	
6.1. Kinnituspõhimõtted.....	20
6.2. Koormused kinnitusvahenditele	22
6.3. Kinnitusvahendite kandevõime ja sammu määramine	23
7. PROFIIKPLEKI <i>PP-113</i> TÖÖTAMINE LIIGENDKANDJANA.....	25
8. PROFIIKPLEKI <i>PP-113</i> TELLIMINE, LADUSTAMINE JA MONTAAŽ.....	26

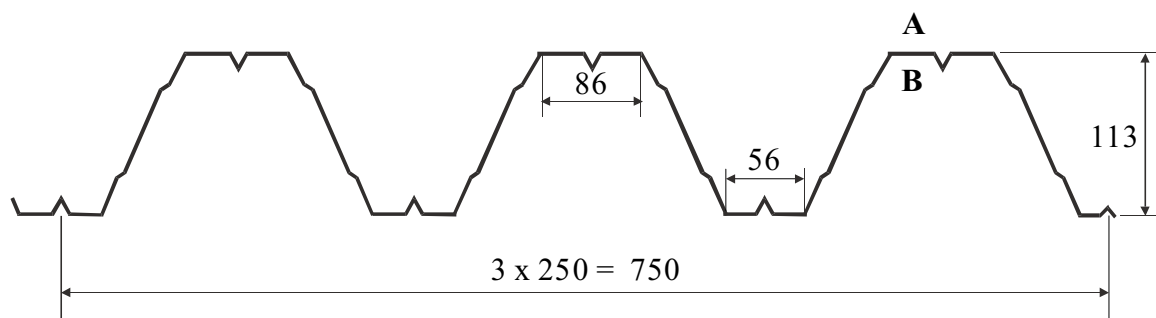
LISAD

Lisa I: kinnitusvahenditele mõjuva EPN 1.2.6 kohase tuulekoormuse lihtsustatud hindamine	28
Lisa II: dimensioonimisnäide	31
Lisa III: dimensioonimisnäide	33

1. PROFIILPLEKI *PP-113* ÜLDANDMED

Rannila kandev profiilplekk *PP-113* on loodud kasutamiseks põhiliselt soojustatud katuslagedes, samuti sobib see soojustamata katustesse, kergetesse vahelagedesse ja mujalegi. Profiilplekk *PP-113* toetatakse peasjalikult vahetult katuse- või vahelae-kanduritele (sõrestikud, talad). Kandvat profiilplekki *PP-113* toodetakse AS Rannila Profiili Pärnu tehases.

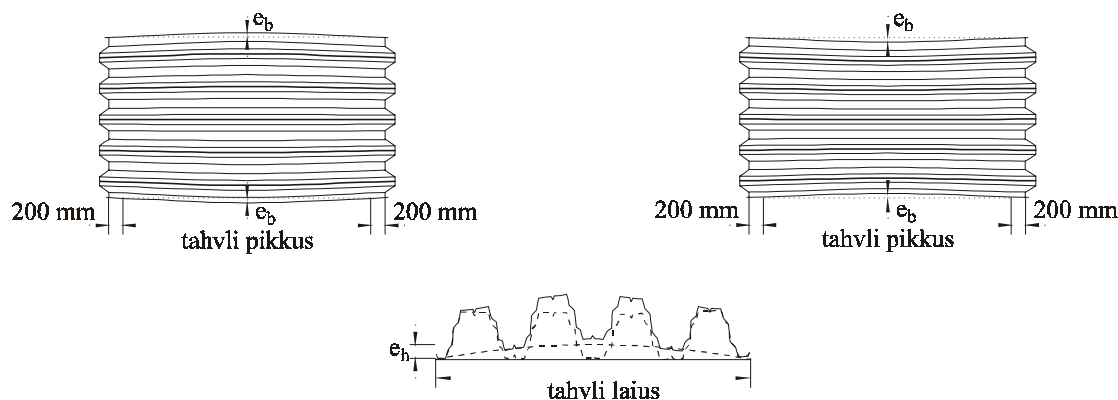
Profiilpleki *PP-113* lähtematerjaliks on kuumtsingitud või kuumtsingitud ja polümeerse pinnakattega 0,6 - 1,2 mm paksune terasplekk normatiivse voolavuspiiriga $f_y = 320\text{--}350 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 1.1 Kandva profiilpleki *PP-113* ristlõige

PP-113 tolerantsid jäävad järgmistesse piiridesse:

- profiili kõrgus $\pm 2 \text{ mm};$
- profiili laius $\pm 15 \text{ mm};$
- volt- või soonjäikurite kõrgus $- 5 \%;$
- nurkade ümardusraadius $\pm 1 \text{ mm};$
- nurga suurus $\pm 3^\circ;$
- pikiserva kõverus $e_b \leq 13 \text{ mm};$
- paksuse suunaline kõverus $e_h < b/100,$ kus b - laius.



Joonis 1.2 Kandva profiilpleki *PP-113* kõverustolerantsid

2. DIMENSIOONIMINE TABELITE ABIL

2.1 Tabelite põhimõtted

Käesolevas juhendis esitatakse kandva profiilpleki *PP-113* dimensioonimistabelid, mis on koostatud vastavalt euronormi ENV 1993-1-3 (Eurocode 3 osa 1.3) arvutusmetoodikale ja on kooskõlas vastava eesti projekteerimisnormiga EPN 3.1.3.

Tabelis 3.1 on toodud kandva profiilpleki *PP-113* ristlõikenäitajad materjalipaksuste 0,6 - 1,2 mm korral. Esitatavad tugevus- ja jäikusnäitajad on arvutuslikud, materjali osavaruteguriks on vastavalt euronormile ENV 1993-1-3 võetud $\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,1$. Tabelis esitatav pleki paksus $t = t_{nom}$ on tsingitud teraslehe nimipaksus, mis sisaldab ka tsingikihti. Teraspleki nn. puhaspaksuse t_{cor} võib leida valemiga

$$t_{cor} = t_{nom} - t_{Zn} \approx t_{nom} - 0,04 \text{ mm.}$$

Tabelid 3.2-3.7 annavad ühe-, kahe-, kolme- ja enamsildelise profiilpleki **maksimaalse lubatava silde** kande- ja kasutuspiiriseisundi **arvutuskooormuste** korral. Eraldi tabelid kande- ja kasutuspiiriseisundi nõuete täitmise hindamiseks suurendavad profiilpleki dimensioonimistäpsust. Samuti võimaldavad eri tabelid kasutada erinevaid kooormus-kombinatsioone sõltuvalt nõutavast jäikusest ja kasutatavatest projekteerimisnormidest.

Soojustatud katuse ja **soojustamata katuse** jaoks on koostatud erinevad tabelid. Soojustatud katuse puhul tuleks profiilpleki vagude laiema põhjad paigaldada ülespoole - nii annavad need isolatsioonikihtidele paremat tuge. Ka pleki kandevõime on enamasti nii suurem. Soojustamata katuse puhul võib soovi korral ka pleki kitsamad vaopooled paigaldada ülespoole - pleki jäikus on selliselt mõnevõrra suurem.

Kandepiiriseisundi seisukohalt osutub enamasti määravaks toemomendi ja –reaktsiooni koosmõju, ühesildelise profiilpleki puhul avamoment. Profiilpleki kandevõime toel sõltub oluliselt toe laiuusest, seetõttu on erinevate toelaiuste jaoks toodud eri dimensioonimistabelid. Kandevõimet saab mõnevõrra parandada, kasutades samast profiilplekist lõigatud **tugiplate**, mis paigutatakse põhipleki ja tuge vahele. Kasutades kitsa toe korral 300 mm laiust tugiplate, võib toe töötavaks laiuks lugeda 200 mm.

Kasutuspiiriseisundi kriteeriumiks on profiilpleki läbipaine. Pleki piirläbipaindeks on tabelites võetud

$$f = \frac{L}{200}.$$

Kasutuspiiriseisundis ei oma toe laius olulist tähtsust, seetõttu ei ole dimensioonimistabelites ka vastavat eristust tehtud.

Profiilpleki **akustilisi omadusi** parendatakse tihtipeale pleki seinte (so. vertikaalilähedaste osade) augustamisega. Tavaliselt kasutatakse $\varnothing 3$ mm auke 15% ulatuses perforeeritavast pindalast. Profiilpleki paindekandevõimet ja -jäikust see ei vähenda üle 10%, toereaktsiooni seisukohalt võib kandevõime alaneda siiski kuni 20%. Perforeeritud profiilpleki *PP-113* dimensioonimisel on soovitatav kasutada arvuti-programmi “*POIMU*”.

Käesolevas juhendis esitatavad profiilpleki *PP-113* dimensioonimistabelid kehtivad järgmistel eeldustel:

1. kahe- või enamsildeline profiilplekk on koormatud kõigis silletes enam-vähem ühesuguse ühtlaselt jaotatud koormusega;
2. kahe- või enamsildelise profiilpleki silded ei erine üksteisest üle 20%;
3. profiilpleki kinnitus vastab käesoleva juhendi 6. peatükis esitatavatele nõuetele.

2.2 Dimensioonimise käik

Käesoleva juhendi tabelite abil toimub profiilpleki *PP-113* dimensioonimine järgnevalt:

1. leitakse profiilpleki arvutuskoormus eraldi kande- ja kasutuspiirseisundi jaoks vastavalt kasutatavale projekteerimismäärle (ENV, EPN, SNiP, Soome B6 jne.);
2. valitakse sobiv kandepiirseisundi dimensioonimistabel ning leitakse sealt arvutuskeemi (s.t. kas tegemist on ühe-, kahe- või kolmesildelise profiilplekiga), tuge de laiuse, kandepiirseisundi summaarse arvutuskoormuse ja pleki paksuse põhjal maksimaalne lubatav silde;
3. samale arvutuskeemile vastavast kasutuspiirseisundi dimensioonimistabelist kontrollitakse, kas leitud silde suuruse puhul on rahuldatud ka läbipainde tingimused; koormuseks võetakse sel juhul kasutuspiirseisundi arvutuskoormus (ENV-s ja EPN-s q_{ser} või q_{ser}^*); juhul kui silde osutub liiga suureks, leitakse samast tabelist sobiv silde või suurendatakse pleki paksust.

Esitatavate tabelite abil dimensioonimiseks tuleb leida profiilpleki arvutuskoormus eraldi kande- ja kasutuspiirseisundi jaoks. **Eesti projekteerimismäärle EPN 1.1 ja EPN 1.2**, aga ka euronormide ENV 1991-1 ja ENV 1991-2 kohaselt toimub see järgmiselt.

Kandepiirseisundi arvutuskoormus:

1. leitakse arvutuslik alaliskoormus $g_d = 1,35g_k$, kus g_k on normatiivne alaliskoormus (soojustuse ja muu plekile toetava katusekonstruktsiooni omakaal);
2. leitakse arvutuslik lumekoormus $q_{s.d} = 1,5q_{s.k}$, kus $q_{s.k}$ on normatiivne lumekoormus EPN 1.2.5 põhjal, arvestades katuse kuju, parapette jms.;
3. kui tuulekoormus mõjub ülalt alla, leitakse tuulekoormuse kombinatsioonisuurus $\Psi_0 \cdot q_{w.k} = 0,6 \times 1,5q_{w.k} = 0,9q_{w.k}$, kus $q_{w.k}$ on normatiivne tuulekoormus (tuulekoormuse määramise kohta vt. EPN 1.2.6 või käesoleva materjali Lisa I);
4. leitakse kandepiirseisundi summaarne arvutuskoormus

$$\sum q_d = g_d + q_{s.d} (+ 0,6q_{w.d}).$$

NB! Tuulekoormus tuleb arvesse ainult siis, kui ta mõjub ülalt alla!

Kasutuspiirseisundi arvutuskoormus:

Tavaliselt lähtutakse elastsest arvutusskeemist ja taastuvast kasutuspiirseisundist. Sel juhul tuleks kasutada nn. tavalist koormuskombinatsiooni, mille puhul summaarne kasutuspiirseisundi arvutuskoormus leitakse valemiga

$$q_{ser} = g_k + \Psi_1 q_{s.k} = g_k + 0,5q_{s.k}.$$

Märkus: juhul kui profiilpleki liiga suurte deformatsioonide tõttu võib kahjustuda hoone viimistlus, puruneda mõni kergvahesein, ripplagi vms, võib lugeda, et on tege- mist nn. taastumatu kasutuspiirseisundiga. Sel juhul tuleks kasutada nn. harva koor- muskombinatsiooni:

$$q_{ser}^* = g_k + q_{s.k}.$$

Praktikas esineb selleks vajadust siiski harva.

Vene projekteerimisnormi SNiP 2.01.07-85 kohaselt leitakse kande- ja kasutus- piirseisundi arvutuskoormused üldjuhul vastavalt alltoodule:

- dimensioonimistabelites toodud kandepiirseisundi arvutuskoormusele $\sum q_d$ vastab SNiP-i arvutuskoormus

$$1,1g + 1,6s (+ 0,9 \times 1,4w_m);$$

- dimensioonimistabelites toodud kasutuspiirseisundi arvutuskoormusele q_{ser} vastab SNiP-i nn. II piirulukorra koormus

$$g + s^*,$$

- kus g – normatiivne alaliskoormus;
- s – normatiivne lumekoormus sõltuvalt lumekoormuse tsoonist (vt. SNiP 2.01.07-85 p. 5.1);
- w_m – normatiivne tuulekoormus sõltuvalt tuulekoormuse tsoonist, ehitise asukohast ja kõrgusest (vt. SNiP 2.01.07-85 p. 6.3); tuulekoormust arvestatakse ainult juhul, kui ta mõjub katusele ülalt alla;
- s^* – normatiivse lumekoormuse pikaajaline komponent, mille suurus on I ja II lumekoormuse tsoonis 0; III tsoonis 0,3 kN/m²; IV tsoonis 0,5 kN/m² jne. (vt. SNiP 2.01.07-85 p. 1.7k).

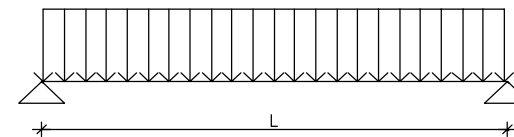
3. DIMENSIOONIMISTABELID

3.1 Profiilpleki PP-113 materjali- ja ristlõikenäitajad

<i>t</i> mm	<i>g</i> kg/m ²	<i>f_y</i> N/mm ²	<i>f_u</i> N/mm ²	<i>V_{Rd}</i> kN/m	Kitsam pool üleval				Laiem pool üleval			
					<i>M_{Rd}</i> kNm/m	<i>I_{ef}</i> cm ⁴ /m	<i>R_{w,Rd}</i> (kN/m)		<i>M_{Rd}</i> kNm/m	<i>I_{ef}</i> cm ⁴ /m	<i>R_{w,Rd}</i> (kN/m)	
							<i>l_{sup}</i> = =100	<i>l_{sup}</i> = =200			<i>l_{sup}</i> = =100	<i>l_{sup}</i> = =200
0,6	7,65	320	390	18,38	6,50	143,76	17,12	22,73	6,85	135,97	19,39	25,74
0,7	8,91	350	420	29,14	8,90	176,00	24,87	32,87	9,32	166,01	27,64	36,54
0,8	10,18	350	420	43,55	10,54	206,54	33,35	43,91	10,91	197,29	35,91	47,29
0,9	11,45	350	420	61,98	12,06	235,56	43,57	57,16	12,47	229,12	45,06	59,11
1,0	12,71	350	420	84,90	13,57	264,49	55,03	71,97	13,97	258,44	55,03	71,97
1,1	13,97	350	420	108,5	15,07	293,28	65,83	85,82	15,44	286,54	65,83	85,82
1,2	15,23	350	420	129,2	16,56	321,95	77,41	100,64	16,90	314,71	77,41	100,64

Kus *t* - pleki nimipaksus
g - pleki 1 m² kaal ilma ülekateteta
f_y - pleki materjali normatiivne voolavuspiir
f_u - pleki materjali normatiivne tõmbetugevus
V_{Rd} - arvutuslik põikjõukandevõime
M_{Rd} - arvutuslik paindekandevõime
I_{ef} - arvutuslik inertsimoment (arvestades surutud ristlõikeosade võimalikku väljamõlkumist), kui koormus mõjub ülalt alla
R_{w,Rd} - arvutuslik kandevõime toereaktsiooni või koondatud koormuse suhtes
l_{sup} - profiilpleki toe laius (mm)

3.2 Ühesildelise kandva profiilpleki *PP-113* lubatav sille (mm) soojustatud katusel



Tabel 3.2.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 100 mm

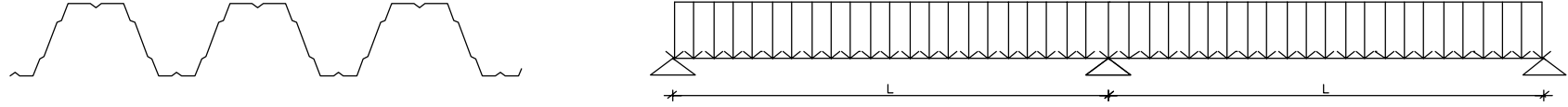
<i>t</i> mm	Arvutuskooormus $\sum q_d$ kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6480	6040	5670	5100	4590	4200	3900	3660	3450	3270	3120	2990	2840	2630	2470	2310	2060	1850
0,7	7510	7000	6590	5930	5340	4890	4530	4260	4020	3810	3640	3490	3360	3240	3130	3030	2860	2680
0,8	8070	7530	7090	6390	5750	5270	4890	4590	4330	4120	3930	3770	3630	3500	3370	3270	3090	2930
0,9	8590	8010	7540	6810	6130	5620	5230	4900	4630	4400	4200	4030	3870	3730	3610	3500	3300	3140
1,0	9030	8430	7940	7170	6470	5940	5520	5180	4890	4650	4440	4250	4090	3950	3810	3690	3490	3310
1,1	9430	8810	8310	7510	6770	6220	5790	5430	5130	4870	4660	4470	4290	4140	4010	3890	3660	3480
1,2	9810	9170	8650	7830	7070	6490	6040	5670	5360	5100	4860	4670	4490	4330	4190	4060	3830	3640

Tabel 3.2.2 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskooormusest

<i>t</i> mm	Kooormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)														
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	
0,6	7350	6130	5460	5000	4670	4410	4200	4030	3750	3530	3360	3220	3100	2990	
0,7	7740	6490	5790	5320	4970	4700	4480	4300	4000	3770	3590	3430	3300	3200	
0,8	8090	6820	6100	5610	5250	4960	4730	4530	4230	3990	3800	3640	3500	3380	
0,9	8380	7110	6370	5870	5490	5200	4960	4760	4440	4190	3980	3820	3680	3550	
1,0	8620	7350	6590	6080	5700	5400	5150	4940	4610	4350	4140	3970	3830	3700	
1,1	8800	7540	6790	6260	5880	5570	5320	5100	4760	4500	4280	4100	3950	3820	
1,2	8970	7720	6970	6430	6040	5730	5460	5250	4900	4630	4420	4230	4070	3940	

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

3.3 Kahesildelise kandva profiilpleki PP-113 lubatav sille (mm) soojustatud katusel



Tabel 3.3.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 100 mm

<i>t</i> mm	Arvutuskooormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	5700	5230	4850	4250	3710	3320	3010	2760	2550	2370	2220	2090	1990	1880	1790	1710	1570	1450
0,7	6870	6320	5870	5180	4550	4080	3710	3420	3170	2970	2790	2630	2500	2380	2270	2170	2000	1860
0,8	7640	7050	6570	5820	5140	4630	4230	3900	3630	3400	3210	3030	2880	2750	2630	2530	2330	2180
0,9	8320	7700	7190	6380	5650	5110	4680	4330	4040	3800	3590	3400	3240	3100	2960	2840	2640	2470
1,0	8920	8270	7730	6890	6120	5540	5090	4730	4420	4160	3930	3730	3560	3400	3270	3130	2920	2730
1,1	9350	8750	8220	7350	6550	5940	5470	5080	4760	4480	4240	4030	3860	3690	3540	3400	3180	2980
1,2	9740	9120	8600	7780	6940	6320	5820	5420	5070	4790	4540	4320	4130	3950	3800	3660	3420	3210

Tabel 3.3.2 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 200 mm

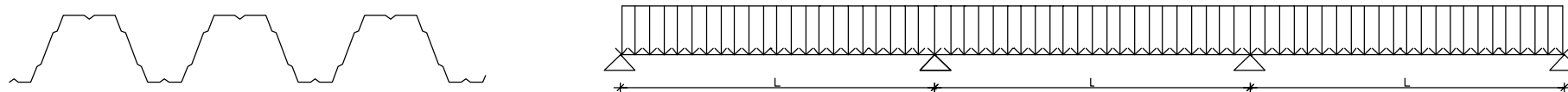
<i>t</i> mm	Arvutuskooormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6130	5650	5260	4660	4100	3700	3380	3120	2910	2720	2570	2430	2310	2200	2110	2020	1870	1740
0,7	7290	6730	6280	5580	4940	4470	4090	3790	3540	3330	3140	2990	2840	2720	2600	2500	2320	2170
0,8	8010	7460	6960	6210	5520	5000	4600	4260	3990	3760	3560	3390	3230	3090	2970	2850	2660	2490
0,9	8530	7970	7510	6760	6030	5470	5040	4690	4400	4140	3930	3740	3570	3430	3290	3170	2960	2780
1,0	8990	8410	7930	7170	6470	5900	5430	5070	4760	4490	4260	4060	3890	3730	3590	3460	3230	3040
1,1	9420	8810	8310	7520	6800	6260	5800	5420	5080	4810	4570	4360	4170	4010	3860	3720	3490	3280
1,2	9800	9180	8670	7850	7100	6530	6090	5720	5400	5100	4850	4630	4440	4270	4100	3970	3720	3500

Tabel 3.3.3 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskoormusest

<i>t</i> mm	Koormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)													
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
0,6	9920	8270	7350	6750	6300	5950	5670	5430	5060	4770	4540	4350	4180	4040
0,7	10440	8760	7810	7180	6700	6340	6040	5800	5400	5090	4850	4640	4460	4310
0,8	10890	9190	8220	7560	7070	6690	6380	6110	5700	5380	5120	4900	4720	4560
0,9	11270	9560	8570	7890	7390	6990	6670	6400	5970	5630	5360	5140	4950	4780
1,0	11580	9870	8860	8180	7660	7250	6920	6640	6200	5850	5570	5340	5140	4970
1,1	11830	10140	9120	8420	7890	7480	7150	6860	6400	6040	5760	5520	5310	5140
1,2	12060	10380	9360	8650	8120	7690	7350	7060	6590	6220	5930	5690	5470	5300

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

3.4 Kolme- või enamsildelise kandva profiipleki *PP-113* lubatav sille (mm) soojustatud katusel



Tabel 3.4.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskoormusest, toe laius 100 mm

<i>t</i> mm	Arvutuskoormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6410	5880	5450	4780	4170	3730	3380	3100	2870	2680	2500	2360	2230	2130	2020	1930	1770	1640
0,7	7710	7100	6600	5820	5110	4590	4170	3850	3570	3340	3140	2970	2820	2670	2560	2450	2250	2100
0,8	8570	7920	7380	6530	5770	5190	4740	4390	4090	3830	3610	3420	3250	3100	2960	2840	2630	2450
0,9	9320	8630	8060	7160	6350	5740	5260	4870	4540	4270	4030	3820	3640	3480	3330	3200	2970	2770
1,0	9990	9260	8670	7730	6860	6220	5720	5300	4960	4660	4410	4190	4000	3830	3670	3530	3280	3070
1,1	10460	9790	9220	8240	7340	6670	6130	5700	5340	5030	4770	4530	4320	4140	3980	3830	3560	3350
1,2	10900	10200	9620	8710	7780	7080	6520	6070	5690	5370	5090	4850	4630	4440	4270	4110	3830	3600

Tabel 3.4.2 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskoormusest, toe laius 200 mm

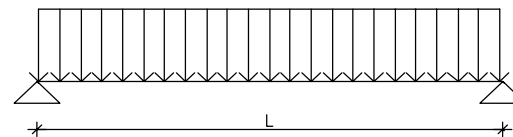
<i>t</i> mm	Arvutuskoormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6880	6340	5910	5220	4610	4150	3800	3510	3270	3060	2890	2730	2600	2480	2370	2280	2100	1960
0,7	8170	7560	7060	6270	5550	5020	4600	4260	3980	3740	3530	3360	3200	3050	2930	2820	2620	2440
0,8	8970	8360	7820	6960	6190	5610	5160	4790	4490	4220	3990	3800	3620	3470	3330	3210	2990	2800
0,9	9540	8920	8400	7580	6750	6140	5650	5260	4930	4650	4410	4200	4010	3840	3690	3560	3320	3120
1,0	10060	9410	8870	8020	7240	6610	6100	5670	5330	5030	4780	4560	4360	4180	4020	3880	3630	3410
1,1	10530	9850	9290	8420	7600	6990	6500	6070	5700	5390	5120	4880	4670	4490	4320	4170	3910	3680
1,2	10970	10270	9690	8780	7940	7300	6800	6390	6040	5720	5440	5190	4980	4780	4600	4440	4170	3930

Tabel 3.4.3 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskoormusest

<i>t</i> mm	Koormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)													
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
0,6	9160	7640	6790	6230	5820	5500	5230	5020	4680	4400	4190	4010	3860	3730
0,7	9650	8090	7220	6620	6190	5860	5580	5350	4990	4700	4480	4290	4130	3990
0,8	10060	8490	7590	6980	6530	6180	5890	5650	5270	4960	4730	4530	4360	4210
0,9	10420	8840	7930	7300	6830	6470	6170	5920	5520	5210	4960	4750	4580	4420
1,0	10710	9130	8200	7560	7090	6700	6400	6140	5730	5410	5150	4940	4760	4600
1,1	10950	9380	8430	7790	7300	6920	6610	6350	5920	5590	5330	5100	4920	4750
1,2	11160	9600	8660	8000	7500	7120	6800	6530	6090	5760	5490	5260	5060	4900

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

3.5 Ühesildelise kandva profiilpleki PP-113 lubatav sille (mm) soojustamata katusel



Tabel 3.5.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 100 mm

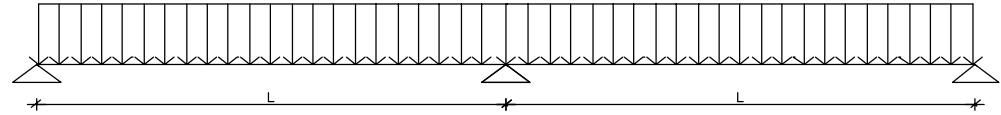
<i>t</i> mm	Arvutuskooormus $\sum q_d$ kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6310	5880	5530	4970	4470	4090	3800	3560	3360	3190	2950	2710	2500	2330	2180	2040	1820	1630
0,7	7340	6840	6430	5790	5210	4770	4430	4160	3920	3730	3560	3400	3270	3160	3060	2960	2680	2420
0,8	7940	7400	6960	6280	5650	5180	4820	4520	4260	4040	3870	3710	3560	3440	3320	3220	3040	2890
0,9	8440	7880	7410	6690	6030	5530	5140	4820	4550	4330	4130	3960	3810	3670	3550	3430	3240	3080
1,0	8900	8310	7830	7070	6370	5850	5440	5100	4820	4580	4370	4190	4030	3890	3760	3640	3430	3270
1,1	9320	8710	8210	7420	6700	6150	5720	5360	5070	4820	4600	4410	4240	4090	3960	3840	3620	3440
1,2	9710	9080	8570	7740	7000	6430	5980	5610	5300	5040	4820	4620	4440	4280	4150	4020	3790	3600

Tabel 3.5.2 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskooormusest

<i>t</i> mm	Kooormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)														
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	
0,6	7490	6250	5560	5090	4750	4490	4280	4100	3820	3600	3430	3290	3160	3050	
0,7	7890	6620	5900	5420	5070	4790	4560	4380	4080	3850	3660	3500	3370	3260	
0,8	8210	6930	6190	5700	5330	5040	4800	4610	4290	4050	3860	3690	3550	3430	
0,9	8460	7180	6430	5920	5540	5250	5000	4800	4480	4220	4030	3850	3710	3580	
1,0	8680	7400	6650	6130	5750	5440	5190	4980	4650	4380	4180	4000	3850	3720	
1,1	8870	7600	6840	6320	5920	5610	5360	5140	4790	4530	4310	4140	3990	3850	
1,2	9040	7780	7020	6490	6080	5770	5500	5290	4940	4670	4450	4260	4100	3970	

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

3.6 Kaheksildelise kandva profiilpleki *PP-113* lubatav sille (mm) soojustamata katusel



Tabel 3.6.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskoormusest, toe laius 100 mm

<i>t</i> mm	Arvutuskoormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	5730	5250	4850	4230	3670	3270	2950	2700	2490	2300	2160	2030	1910	1820	1720	1640	1500	1380
0,7	6960	6390	5930	5210	4560	4080	3700	3400	3150	2940	2750	2600	2460	2330	2220	2120	1950	1810
0,8	7750	7150	6650	5890	5180	4650	4240	3920	3640	3410	3200	3030	2870	2730	2620	2500	2320	2150
0,9	8460	7830	7300	6490	5740	5180	4750	4390	4090	3830	3620	3430	3270	3120	2990	2860	2650	2480
1,0	9090	8420	7880	7020	6240	5650	5180	4810	4490	4230	3990	3790	3620	3460	3320	3190	2970	2770
1,1	9530	8920	8370	7480	6660	6040	5560	5160	4830	4550	4310	4100	3920	3750	3600	3460	3230	3020
1,2	9910	9270	8750	7900	7050	6410	5910	5490	5150	4860	4600	4390	4190	4020	3860	3710	3460	3260

Tabel 3.6.2 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskoormusest, toe laius 200 mm

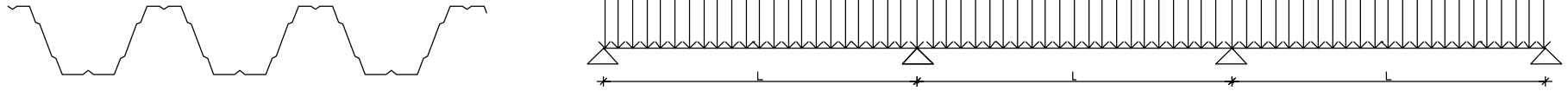
<i>t</i> mm	Arvutuskoormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6220	5720	5310	4680	4120	3690	3360	3090	2870	2690	2530	2390	2270	2160	2060	1960	1810	1680
0,7	7440	6860	6390	5670	5000	4510	4120	3810	3550	3330	3140	2970	2830	2690	2590	2480	2290	2140
0,8	8200	7590	7090	6300	5600	5060	4650	4310	4030	3790	3580	3400	3240	3100	2970	2860	2650	2490
0,9	8750	8180	7700	6880	6130	5560	5120	4760	4450	4200	3980	3790	3620	3470	3330	3210	2990	2800
1,0	9190	8590	8100	7330	6600	6010	5540	5160	4850	4570	4340	4140	3960	3790	3650	3510	3290	3090
1,1	9590	8980	8470	7670	6930	6370	5900	5500	5170	4890	4650	4430	4240	4070	3920	3780	3540	3330
1,2	9970	9340	8820	7980	7220	6650	6190	5820	5470	5180	4930	4700	4500	4330	4170	4020	3770	3560

Tabel 3.6.3 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskoormusest

<i>t</i> mm	Koormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)													
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
0,6	9980	8320	7400	6790	6340	5990	5700	5470	5100	4800	4570	4370	4210	4070
0,7	10520	8820	7870	7230	6760	6380	6090	5830	5430	5130	4870	4670	4490	4340
0,8	10950	9240	8260	7600	7100	6720	6410	6150	5730	5410	5150	4930	4740	4590
0,9	11310	9600	8600	7920	7410	7010	6690	6420	5990	5650	5380	5150	4960	4790
1,0	11610	9900	8890	8200	7680	7270	6940	6660	6210	5870	5590	5350	5150	4980
1,1	11860	10160	9150	8450	7920	7500	7160	6880	6420	6060	5770	5530	5330	5150
1,2	12090	10400	9390	8670	8140	7720	7370	7080	6610	6240	5950	5700	5490	5310

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

3.7 Kolme- või enamsildelise kandva profiilpleki *PP-113* lubatav sille (mm) soojustamata katusel



Tabel 3.7.1 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 100 mm

<i>t</i> mm	Arvutuskooormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6420	5870	5430	4750	4130	3660	3310	3030	2790	2600	2420	2280	2150	2030	1940	1840	1690	1560
0,7	7790	7160	6640	5840	5120	4570	4150	3820	3530	3300	3090	2920	2760	2620	2500	2390	2190	2030
0,8	8680	8000	7450	6590	5800	5220	4760	4390	4080	3820	3600	3400	3230	3070	2930	2820	2600	2420
0,9	9470	8760	8180	7270	6430	5810	5320	4920	4580	4300	4060	3850	3660	3500	3350	3220	2980	2780
1,0	10170	9430	8820	7860	6990	6320	5810	5390	5040	4740	4480	4260	4060	3880	3720	3580	3330	3120
1,1	10650	9960	9370	8370	7460	6770	6220	5780	5420	5100	4830	4590	4380	4200	4030	3880	3620	3390
1,2	11070	10360	9780	8840	7890	7180	6620	6150	5770	5440	5160	4910	4690	4490	4320	4160	3890	3650

Tabel 3.7.2 Lubatud sille sõltuvalt kandepiirseisundi arvutuskooormusest, toe laius 200 mm

<i>t</i> mm	Arvutuskooormus Σq_d kN/m ²																	
	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0
0,6	6950	6400	5950	5240	4610	4130	3760	3460	3220	3020	2830	2680	2540	2420	2310	2210	2040	1900
0,7	8320	7680	7150	6340	5600	5050	4620	4270	3970	3730	3520	3330	3170	3020	2890	2780	2570	2400
0,8	9160	8480	7930	7060	6260	5660	5200	4820	4510	4240	4010	3800	3630	3470	3330	3200	2980	2790
0,9	9770	9130	8600	7700	6860	6220	5730	5330	4990	4700	4460	4240	4050	3890	3730	3590	3350	3150
1,0	10270	9600	9050	8180	7390	6730	6200	5770	5420	5120	4860	4630	4430	4250	4090	3940	3690	3460
1,1	10720	10030	9460	8560	7740	7120	6600	6160	5780	5470	5200	4960	4750	4560	4380	4230	3960	3730
1,2	11150	10430	9840	8920	8070	7420	6910	6490	6130	5800	5510	5260	5040	4840	4660	4500	4220	3980

Tabel 3.7.3 Lubatud sille sõltuvalt kasutuspiirseisundi arvutuskoormusest

<i>t</i> mm	Koormus kasutuspiirseisundis q_{ser} kN/m ² (piirläbipaine $f = L/200$)													
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
0,6	9270	7730	6880	6300	5890	5570	5300	5080	4730	4460	4240	4060	3910	3780
0,7	9770	8200	7310	6720	6270	5930	5650	5420	5050	4760	4530	4340	4180	4040
0,8	10160	8580	7670	7050	6600	6240	5950	5710	5320	5020	4780	4580	4400	4250
0,9	10490	8890	7970	7350	6870	6510	6200	5960	5550	5240	4990	4780	4600	4450
1,0	10760	9170	8250	7600	7120	6750	6440	6170	5760	5430	5180	4960	4780	4620
1,1	11000	9420	8480	7830	7350	6960	6640	6370	5950	5620	5350	5130	4940	4770
1,2	11210	9650	8700	8040	7550	7150	6830	6560	6130	5790	5510	5290	5090	4920

Märkus: profiilpleki omakaal on tabelite koostamisel arvesse võetud.

4. DIMENSIOONIMINE TUGEVUS- JA JÄIKUSARVUTUSTE ABIL

Katuse kõrguse järskude muutuste kohal ja parapettide ääres võivad kuhjuda lumehanged, mis võivad põhjustada kahe- või enamsildelise profiilpleki erinevates silletes eri suurusega lumekoormust ja dimensioonimistabelite kasutamine ei pruugi anda korrektset lahendust. Sel juhul leitakse kandepiiriseisundi summaarse arvutuskoormuse Σq_d põhjal maksimaalne arvutuslik toemoment M_{Sd} ja toereaktsioon F_{Sd} ning kontrollitakse profiilpleki kandevõimet tabelis 3.1 esitatavate ristlõike arvutuslike kandevõimenäitajate abil. Euronormi ENV 1993-1-3 ja eesti projekterimismisnormi EPN 3.1.3 kohaselt toimub see järgnevalt:

$$M_{Sd} \leq M_{c.Rd} \quad \text{ja} \quad F_{Sd} \leq R_{w.Rd}$$
$$\frac{M_{Sd}}{M_{c.Rd}} + \frac{F_{Sd}}{R_{w.Rd}} \leq 1,25.$$

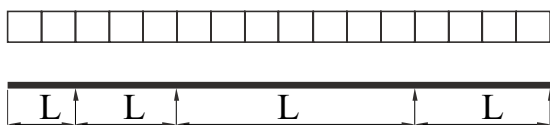
Läbipainde hindamisel võib tavaliselt piirduda dimensioonimistabeliga, kuna kahe- või enamsildelise pleki puhul saab läbipaine harva määravaks.

5. DIMENSIOONIMINE ARVUTIPROGRAMMIGA "POIMU"

Juhul, kui tabelite abil dimensioonimise täpsus ei rahulda, samuti siis, kui profiilpleki silded on erineva pikkusega ja/või erinevalt koormatud, on otstarbekas kasutada profiilpleki PP-113 dimensioonimiseks arvutiprogrammi "Poimu".

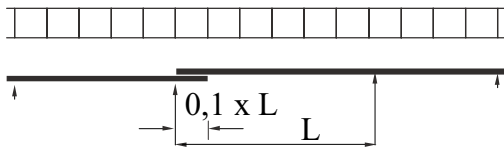
Võrreldes dimensioonimistabelitega pakub arvutiprogrammi "Poimu" kasutamine järgmisi lisavõimalusi.

1. Silded ja tugede laiused võivad olla erinevad; ühes või mõlemas otsas võib olla konsool.



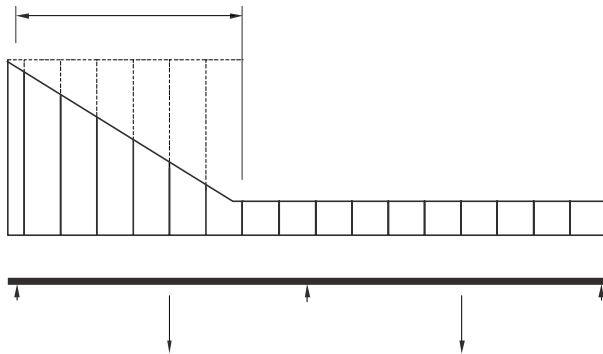
Joonis. 5.1 Erinevate silletega ja konsooliga profiilplekk

2. Pikendatud ülekattega toel (0,1L) võib näiteks saavutada kahest osast koosneva konstruktsiooni töötamise jätkuvtalana, kusjuures selle erinevad osad võivad olla eri paksusega materjalist. Kui ülekate on pikendatud mõlemale poole tuge, saame maksimaalse toemomendi piirkonnas kahekordse pleki. Väiksema paindemomendi mõjualas on plekk ühekordne.



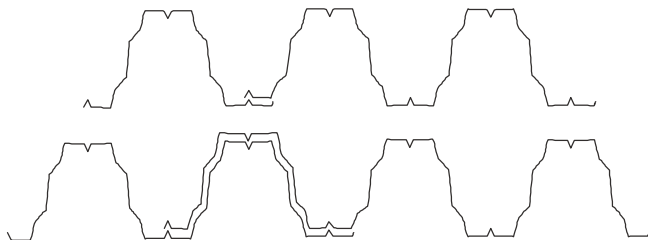
Joonis. 5.2 Ühepoolselt pikendatud ülekattega profiilplekk

3. Koormuse jaotus ei pruugi olla ühtlane. See võimaldab täpsemalt arvestada lumekottide jms. mõju.



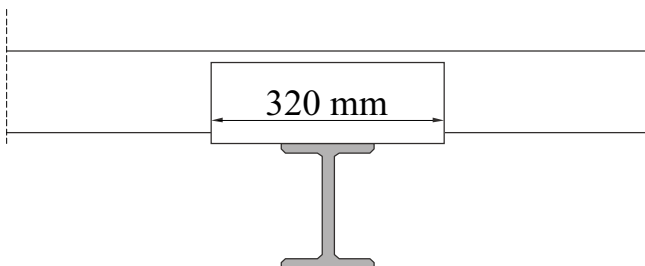
Joonis. 5.3 Lume kuhjumisest põhjustatud ebäühtlane koormus profiilplekil

4. Täiendava pikisuunalise ülekattega on võimalik suurendada profiilpleki jäikust ja kandevõimet. See annab efekti eriti siis, kui mingil väikesel alal mõjub muu pinnaga võrreldes suurem koormus.



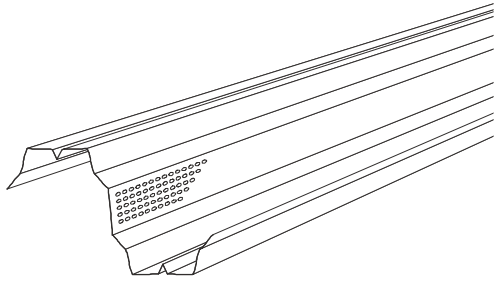
Joonis. 5.4 Suurendatud ülekate piki plekitahvlit

5. On võimalik täpsemini arvestada 300 - 320 mm pikkuse tugiplaadi mõju kandevõimele toemomendi ja -reaktsiooni koosmõju suhtes.



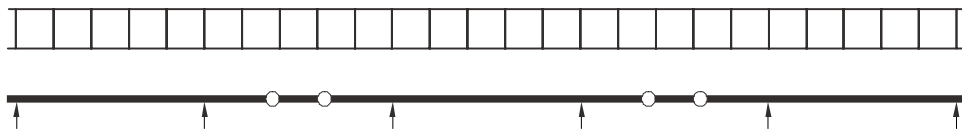
Joonis. 5.5 Tugiplaadiga profiilplekk

6. On võimalik arvutada augustatud seintega profiilplekki.



Joonis. 5.6 Augustatud seintega profiilplekk

7. On võimalik projekteerida profiilplekist liigendkandjaid (nn. *gerbertala* skeemi kohaselt töötavaid kandjaid). Need annavad efekti suurte silletega ja suure pinnaga katuste puhul. Tulemusena on võimalik kasutada lühemaid profiilpleki tahvleid, kusjuures pleki paksus võib eri silletes olla erinev. Reguleerides liigendite asukohta võib saavutada optimaalse paindemomendi jaotuse plekis.



Joonis. 5.7 Gerbertala arvutusskeem

8. Juhul, kui soovitakse profiilpleki jäigastavat mõju kasutada katuse sidemete funktsioonis, on programmiga "Poimu" võimalik määrata kinnituselementide jaotust ja samuti kontrollida eelnevalt valitud profiilpleki sobivust.
9. Optimaalse lahenduse saamiseks tuleb sageli läbi arvutada mitmeid konstruktiivseid variante, mis programmiga "Poimu" õnnestub kiiremini ja täpsemalt.

6. PROFIILPLEKI PP-113 KINNITAMINE

6.1 Kinnituspõhimõtted

Profiilpleki õige kinnitus katuse kandekonstruktsiooni külge, samuti plekitahvlite omavaheline kinnitus on nii katuse kandevõime kui ka jäikuse seisukohalt äärmiselt oluline.

Kinnitusvahendite materjal valitakse lähtudes profiilpleki materjalist ja keskkonnamõjudest. Sellega välditakse kinnitusvahendite korrodeerumist ja inetuid roostejälgi plekil. Kinnituskohad ei tohi läbi joosta. Kinnitusvahendite tugevus peab olema küllaldane vastu võtmaks tuule- ja lumekoormusi, temperatuuri mõjust tingitud pleki pikenemise ja kaasaegsete koormuste, sageli ka koormuste, mis tekivad töötamisel jäigastava diafragma või sidemetena.

Tabel 6.1 Soovitatav kinnitusvahendite materjal erinevates keskkonnatingimustes

Keskkonnatingimused	Profiilpleki materjal	Kinnitusvahendite materjal		
		Tsingitud, kroomitud	Roostevaba teras	Monel (needid)
M0	A; B; C	×	×	×
M1	B	×	×	-
	C	×	×	×
M2	B	-	×	-
	C	-	×	×
M3	C	-	×	×
M4	Proj. eraldi	-	×	×

M0 - kuivad köetavad siseruumid, agressiivsed mõjud puuduvad
M1 - kütmata siseruumid, keskkonna agressiivsus madal
M2 - puhas maaõhk; köetavad siseruumid, kus on kondensaadi tekkeoht
M3 - suhteliselt agressiivne linna-, mereõhk või tööstuskeskkond
M4 - tugevalt agressiivne tööstuskeskkond (keemia-, tselluloosi-, paberitööstus jne.)

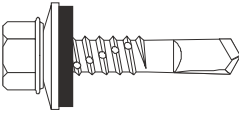
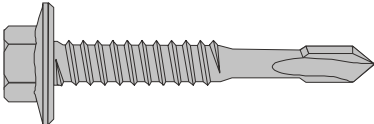
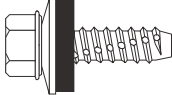
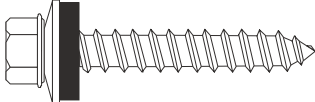
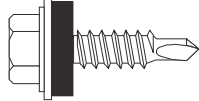
A - tsingitud või värvitud plekk
B - kuumtsingitud (350 g/m²) või värvitud plekk
C - kuumtsingitud (275 g/m²) ja polümeerse pinnakattega või kuumtsingitud (350 g/m²) ja värvitud plekk

Terasprofili külge kinnitamiseks kasutatakse tavaliselt kas isekeermestavaid polte või puurkruvisid. Puurkruvid on küll mõnevõrra kallimad, kuid kuna ei ole vaja eelnevalt auke ette puurida, kujuneb nende kasutamine mugavamaks ja sageli kokkuvõttes odavamaks. Puurkruvid on sobivad, kui terasaluse paksus $t_{sup} \leq 12$ mm. Paksema aluse korral on võimalik kasutada spetsiaalseid sissetulistatavaid naelu.

Puitkonstruktsiooni külge kinnitatakse profiilplekk enamasti eriliste, seibiga varustatud puidukruvidega.

Betooni külge ei tohi profiilplekki vahetult kinnitada.

Profiilpleki tahvlite **pikiservade** omavaheliseks ühendamiseks kasutatakse puurkruvisid, samuti terasest või alumiiniumist neete. Kui profiilplekk täidab ka sidemete funktsiooni, jäävad alumiiniumneedid tavaliselt nõrgaks.

A. KINNITUSVAHENDID TERASE KÜLGE	
Puurkruid SD Maksimaalne läbipuurimis- võime ≤ 12 mm Materjal: tsingitud süsinikteras või roostevaba teras	 
Isekeermestavad poldid TD Materjal: tsingitud süsinikteras või roostevaba teras	
B. KINNITUSVAHENDID PUIDU KÜLGE	
Puidukruvid SW Materjal: tsingitud süsinikteras või roostevaba teras	
C. PIKIVUUGI KINNITUSVAHENDID	
Puurkruid SL <u>Õhuke plekk - SL2</u> materjal: tsingitud süsinikteras või roostevaba teras <u>Paks plekk - SL3</u> materjal: tsingitud süsinikteras või roostevaba teras	

Joonis 6.1 Soovitavaid kandva profiilpleki PP-113 kinnitusvahendeid

6.2 Koormused kinnitusvahenditele

Kinnitusvahenditele mõjuvatest koormustest on olulisim tuulekoormus. Tuulekoormuse toimet tuleb käsitleda kahest aspektist:

- 1) **üldine** tuulekoormus, mis mõjutab ehitise kui terviku püsivust ja millest lähtudes arvutatakse kandekonstruktsioone;
- 2) **kohalik** tuulekoormus (reeglina üldisest tuulekoormusest suurem), millest lähtudes dimensionitakse **profiilpleki kinnitus** allpool paiknevate elementide külge.

Ühele kinnitusvahendile (isekeermestav polt, puurkruid, sissetulistatav nael vms.) mõjuva arvutusliku tõmbejõu tuule imemisest võib leida valemiga

$$F_{Sd} = q_{w,d} \cdot L \cdot s,$$

- kus $q_{w,d} = \gamma_Q w_k$ - tuule arvutuslik imemiskoormus vaadeldaval pinnal, kN/m²;
 L - profiilpleki sille;
 s - kinnitusvahendite samm profiilpleki toel (katusekandjal, roovil);
 w_k - normatiivne tuulekoormus, kN/m²;
 $\gamma_Q = 1,5$ - muutuva koormuse osavarutegur vastavalt ENV-le ja EPN-le

6.3 Kinnitusvahendite kandevõime ja sammu määramine

Järgnevalt on esitatud olulisemad kinnitusvahendite kandevõime määramise valemid vastavalt euronormile ENV 1993-1-3 ja eesti projekteerimismäärusele EPN 3.1.3. Kinnitusvahendite dimensioonimist võimaldab ka arvutiprogramm "POIMU".

Tugevustingimusest $F_{Sd} \leq F_{Rd}$ saab avaldada kinnitusvahendite maksimaalse lubatava sammu:

$$s \leq \frac{F_{Rd}}{Lq_{w.d}},$$

kus F_{Rd} on väiksem kahest suurusest:

- 1) kandevõime kinnitusvahendi pea plekist läbi vedamise suhtes $F_{p.Rd}$;
- 2) kandevõime kinnitusvahendi toest välja tõmbamise suhtes $F_{o.Rd}$.

Kandevõime kinnitusvahendi pea plekist läbi vedamise suhtes määratakse valemiga

$$F_{p.Rd} = d_w t \frac{f_u}{\gamma_{M2}},$$

kus d_w - kinnitusvahendi pea all oleva standardse seibi läbimõõt (tavaliselt $d_w = 14$ mm);

t - profiilpleki paksus;

f_u - profiilpleki materjali normatiivne tõmbetugevus järgmiselt:

- kui pleki paksus $t < 0,70$ mm, siis $f_u = 390 \text{ N/mm}^2$;

- kui pleki paksus $t \geq 0,70$ mm, siis $f_u = 420 \text{ N/mm}^2$;

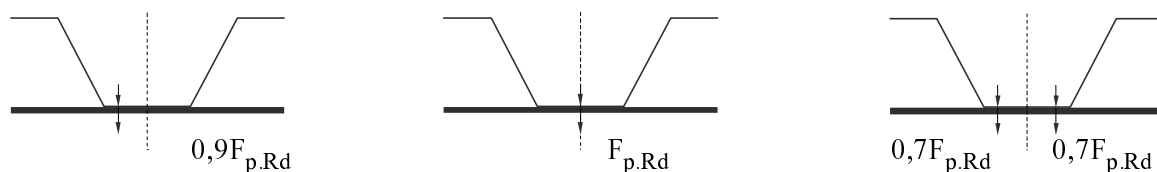
$\gamma_{M2} = 1,25$ - kandevõime osavarutegur liidete purunemisarvutustes.

Lähtudes ülaltoodust võib kinnitusvahendi pea läbivedamiskandevõime määramiseks kasutada lihtsustatud valemmeid:

kui $t < 0,70$ mm, siis $F_{p.Rd} \approx 4,37t$ kN;

kui $t \geq 0,70$ mm, siis $F_{p.Rd} \approx 4,70t$ kN.

NB! Juhul, kui kinnitusvahend ei paikne profiilpleki vao põhja keskel, vaid veerandi kohal (näiteks siis, kui vao põhja keskel on soonjäikur), vähendatakse läbivedamis-kandevõimet teguriga 0,9. Kui vao põhjas on kaks kinnitusvahendit, mis sel juhul paiknevad veerandi kohal, siis kummagi läbivedamiskandevõimet tuleb vähendada teguriga 0,7.



Joonis. 6.2 Kinnitusvahendite asendist tingitud kandevõime vähenemine

Kandevõime kinnitusvahendi toest väljatõmbamise suhtes $F_{o.Rd}$ sõltub toe materjalist, milleks võib olla kas teras või puit.

A. Enamasti toetub profiilplekk **PP-113 terasest alusele** - terastaladele või –sõrestikele. Kinnitusvahenditena kasutatakse sel juhul isekeermestavaid polte või puurkruvisid $\varnothing 4,8$, $5,5$ või $6,3$ mm (kõige sagedamini $\varnothing 5,5$ mm). Paksema aluse puhul on otstarbekas kasutada sissetulistatavaid naelu $\varnothing 3,7 - 6,0$ mm.

Isekeermestava poldi või puurkruvi arvutuslik kandevõime terastoest väljatõmbamise suhtes arvutatakse valemiga

$$F_{o.Rd} = 0,65t_{sup}d \frac{f_{u.sup}}{\gamma_{M2}} = 0,52t_{sup}df_{u.sup},$$

kus t_{sup} - terastoe materjali paksus ($\geq 0,9$ mm, soovitavalt ≤ 12 mm);

$f_{u.sup}$ - terastoe materjali normatiivne tõmbetugevus;

d - isekeermestava poldi (puurkruvi) nimiläbimõõt;

$\gamma_{M2} = 1,25$ - kandevõime osavarutegur liidete purunemisarvutustes.

Sissetulistatava naela kandevõime toest väljatõmbamise suhtes määratakse tavaliselt katseliselt (ENV 1993-1-3 ja EPN 3.1.3 arvutusjuhust ei anna). Juhul, kui toe materjali paksus $t_{sup} \leq 6$ mm, võib väljaande “*Ohutlevyrakenteiden kiinnitykset*” HELSINKI, TRY r.y. 1994 põhjal väljatõmbamiskandevõimet hinnata valemiga

$$F_{o.Rd} \approx 0,45t_{sup}df_{y.sup},$$

kus $f_{y.sup}$ - terasaluse (toe) materjali normatiivne voolavuspiir;

d - naela nimiläbimõõt.

B. Kui profiilplekk toetub **puidust tugelele** (puitroovid, liimpuittalad vms.), kasutatakse tavaliselt spetsiaalseid (seibiga) puidukruvisid $\varnothing 4,8$ või $6,5$ mm. Kruvi kandevõimet puitalusest väljatõmbamise suhtes (njuutonites) võib sel juhul väljaande “*Ohutlevyrakenteiden kiinnitykset*” HELSINKI, TRY r.y. 1994 põhjal hinnata empiirilise valemiga

$$F_{o.Rd} \approx (15 + 7,5d)(L - 1,5d),$$

- kus d - kruvi nimiläbimõõt (mm);
 L - kruvi keermestatud osa pikkus (mm).

Juhul, kui profiilplekki toetub *Rannila* kergroovidele, tuleb kinnituselemente kontrollida ka löikejõu suhtes, mis tekib roovi ja profiilpleki vahel.

Lisaks eeltoodule peab profiilpleki *PP-113* kinnituselementide paigutus rahuldama järgmisi konstruktiivseid nõudeid:

1. **Plekitahvli otstes** peab iga vao põhjas paiknema vähemalt üks kinnituselement. Juhul, kui eeldatakse, et profiilplekk täidab ka katuse sidemete funktsiooni, peaks iga vao põhjas paiknema kaks kinnitusvahendit.
2. **Vahepealsetel tagedel** peab iga vao põhjas olema vähemalt üks kinnitusvahend.
3. Isekeermestavate poltide ja puurkruvide **vahekaugus** mistahes suunas, samuti **kaugus pleki äärest** ei tohi olla väiksem kui $3d$; sissetulistatavatel naeltel $4,5d$. Jõu mõjumise suunaga risti lubatakse isekeermestava poldi (puurkruvi) kaugust pleki servast vajaduse korral vähendada $1,5d$ -ni.

Profiilpleki tahvlite **pikiservad** ühendatakse omavahel ülekattega ja kinnitatakse teineteise külge (soovitavalt vao harjal) $\varnothing 4$ mm teras- või alumiiniumneetidega. Viimasel ajal kasutatakse neetide asemel sageli spetsiaalseid isekeermestavaid tihendiga puurkruvisid $\varnothing 4,8$, $5,5$ või $6,3$ mm. Kinnitusvahendite samm ei tohi ületada 500 mm.

Juhul, kui katuse kalle on väike ja pleki vuukidelt nõutakse veetihedust, tuleb vuukidesse paigaldada spetsiaalne neopreenkummist 3×10 mm linttihend (mida saab osta komplektis koos plekiga). Profiilpleki pikiservade kinnitusvahendite samm ei tohi sel juhul ületada 300 mm.

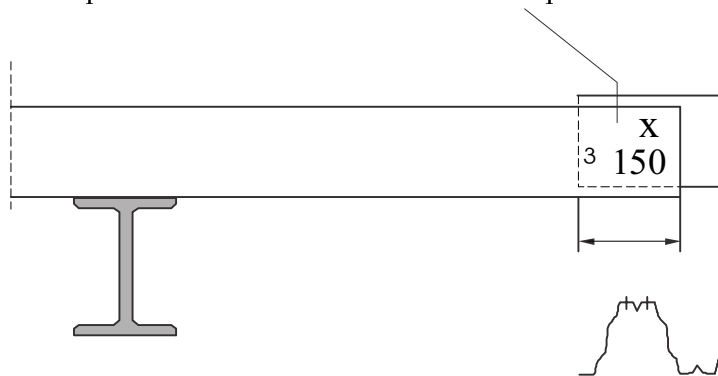
7. PROFIILPLEKI *PP-113* TÖÖTAMINE LIIGENDKANDJANA

Rannila kandev profiilplekk *PP-113* võimaldab sillata üsnagi suuri avasid. Lihttala- skeemi kasutamisel ei teki profiilpleki transportimisel probleeme, kui aga tahe- takse kasutada kahe- või kolmesildelist jätkuvtala skeemi kohaselt töötavat profiil- plekki, võib see transportimiseks ja monteerimiseks osutuda liiga pikaks.

Dimensioonides profiilpleki *PP-113* mitmesildelise liigendkandjana (*gerbertalana*), saavutakse lisaks lühematele plekitahvlitele veel teinegi oluline eelis – liigend- kandja eri osad võib projekteerida eri paksusteks, millega võib saavutada kuni 20% terase kokkuhoidu.

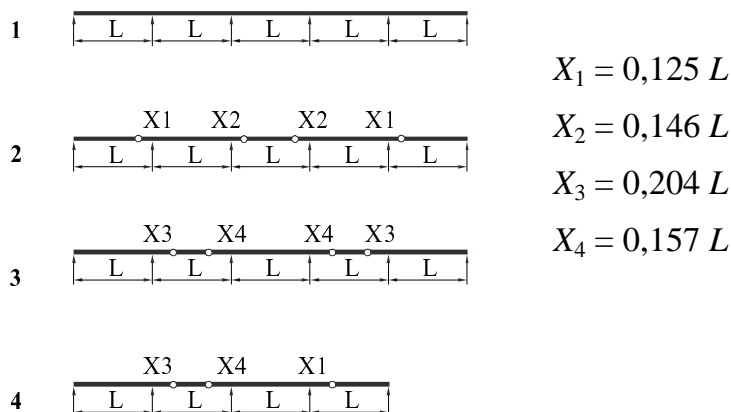
Montaaži käigus kinnitatakse profiilplekk kandjate külge, nagu 6. peatükis nõutud. Liigendite kohal kinnitatakse plekitahvlid üksteise külge vagude ülemist pinda (laine harja) pidi puurkruvide või neetidega. Ülekatte pikkus peab olema vähemalt 150 mm.

Profiilplekk kinnitatakse omavahel vao ülapinnast



Joonis 7.1 Gerberkandja liigendi skeem

Liigendid on otstarbekas kavandada jätkuvtala skeemi kohaselt töötava kandja paindemomendi epüüri nullkohtade lähedusse. Ühepikkuste silletega ja ühtlaselt jaotatud koormusega gerbertala liigendite optimaalse asukoha võib leida alljärgnevalt skeemilt.



Joonis 7.2 Gerbertala liigendite optimaalsed asukohad

8. PROFIILPLEKI PP-113 TELLIMINE, LADUSTAMINE JA MONTAAŽ

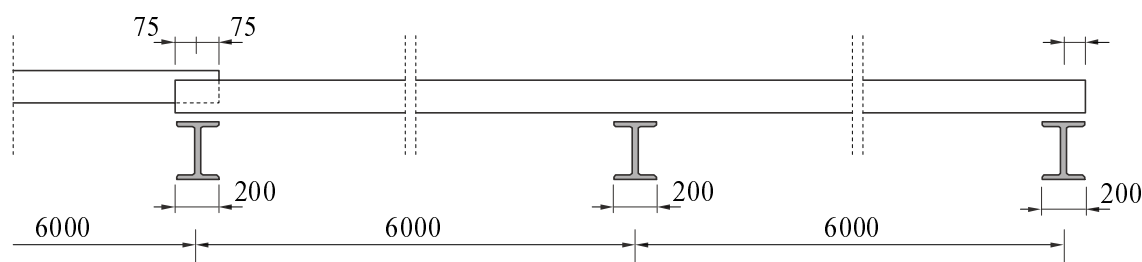
Kuna üle 15 m pikkuste plekitahvlite transportimine ja käsitsemine on ebamugav, tuleb juba projekteerimise käigus pöörata tähelepanu plekitahvlite **õige pikkuse** valikule. Parem on tellida profiilplekk PP-113 tehastest nii, et seda ei oleks tarvis ehitusplatsil lõigata.

Pleki tellimispikkus = tugede samm \times sillete arv + ülekate (vähemalt 150 mm)

Ääresillete puhul tuleb arvestada veel toe laiuse ja katuseräästa konstruktsiooniga (räästa laius peaks olema vähemalt 1,5 profiilpleki kõrgust s.o. PP-113 puhul 170...175 mm).

Kahesildelise profiilpleki pikkus

Ääresillete puhul $L = 12075 + 175 = 12250$ mm; keskmistes silletes $L = 12150$ mm.

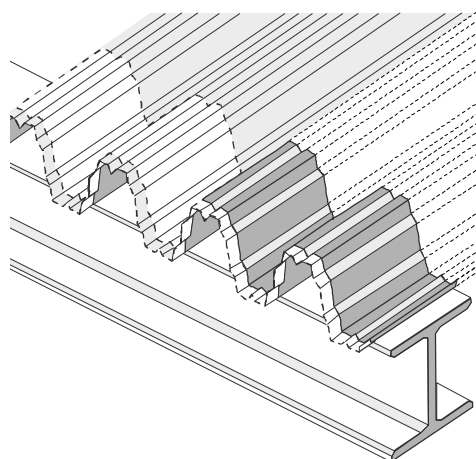


Joonis 8.1 Profiilpleki tahvlite vajaliku pikkuse määramine

Profiilplekki transporditakse tavaliselt 1,5 - 2 tonniste pakkidena. Tellimisel on kasulik teada, millise pikkusega plekid ja kui palju on õige panna ühte pakki, et need saaks ühe tõstega õigesse kohta ladustada.

Kui plekitahvlid ladustatakse ehitusplatsil pikemaks ajaks, tuleb neid kaitsta sademete eest ning tagada hea õhutatus. Tsingitud profiilpleki ladustamisel on oluline vältida nn. valge rooste teket. Selleks tuleb tsingitud profiilplekk kohe vabastada transpordi-pakendist, asetada plekitahvlite vahele hea õhutuse tagamiseks distantsliistud ning kaitsta materjal otseste sademete eest.

Kui profiilpleki kandevõime suurendamiseks on ette nähtud kasutada samast plekist **tugiplaate**, võib need kinnitada pleki külge juba maas. Sel juhul on kohane tugiplaadi asukoht märkida plekitahvlite paki küljele. Plaadid kinnitatakse tavaliselt kahe neediga. Tugiplaadid võib monteerida ka eelnevalt kandjaile ja seejärel paigaldada profiilplekk nende peale. Kolmanda võimalusena monteeritakse tugiplaadid kandjale vahetult enne profiilpleki paigaldamist.



Joonis 8.2 Tugiplaadi kaudu toetatud profiilplekk

NB! Soojustatud katuse puhul tuleks profiilpleki vagude laiema põhjad paigaldada isolatsioonikihtidele parema toe andmiseks ülespoole. Ka pleki kandevõime on enamasti nii suurem. Soojustamata katuse puhul võib soovi korral ka pleki kitsamad vaopooled paigaldada ülespoole – sel puhul on pleki jäikus mõnevõrra suurem.

LISAD

LISA I: kinnitusvahenditele mõjuva EPN 1.2.6 kohase tuulekoormuse lihtsustatud hindamine

Tuulekoormuse* suurus sõltub maastiku iseloomust, millel ehitis paikneb. Tinglikult jagatakse EPN 1.2.6 jaot. 8.2 põhjal maastik nelja tüüpi:

- I. Mere- ja järvekaldad või tasane maastik, mis on vähemalt 5 km ulatuses tuulele takistusteta avatud.
- II. Linnaväline madalate piirete, hajali asuvate taluhoonete ja puudega maastik.
- III. Linnalähi- ja tööstuspiirkonnad.
- IV. Linnaalad, mis on vähemalt 15 % ulatuses hoonestatud keskmiselt üle 15 m kõrguste hoonetega.

Iga maastikutüüpi puhul rakendatakse erinevat asukohategurit $c_e(\mathbf{z})$, mis sõltub kõrgusest maapinna kohal \mathbf{z} . Asukohateguri suuruse võib arvutada EPN 1.2.6 jaot. 8.1 toodud eeskirjade järgi või leida samas joonisel 8.1 kujutatud kõveratelt.

Normatiivse tuulekoormuse ehitise välispinnale võib määrata valemiga

$$w_k = q_{ref} c_e(z) \cdot c_{pe},$$

kus $q_{ref} \approx 0,28 \text{ kN/m}^2$, välja arvatud **vahetult** mere rannikul paiknevate ehitiste puhul;

$q_{ref} \approx 0,33 \text{ kN/m}^2$ vahetult mere rannikul paiknevatel ehitistel;

$c_e(z)$ - maastiku tüübist ja ehitise kõrgusest sõltuv asukohategur (vt. eespool);

c_{pe} - välisrõhutegur (aerodünaamikategur), mis sõltub vaadeldava pinna asukohast.

Kuni 10 m kõrguste ehitiste puhul võib normatiivse tuulekoormuse leida lihtsustatult (veaga tagavara kasuks) järgmiselt:

Maastikutüüp I: $w_k = 0,78c_{pe} \text{ kN/m}^2$, kui ehitus ei paikne vahetult mere kaldal;

$w_k = 0,92c_{pe} \text{ kN/m}^2$, kui ehitus paikneb vahetult mere kaldal;

* Eesti tuulekoormuse normieelnõu EPN 1.2.6 jaotises 7.4 toodud tuule kiiruse baasväärtused on ebareaalsed (tugevasti üle hinnatud). Kuni normieelnõu ametliku korrigeerimiseni soovitab allakirjutanu Soome Riikliku Tehnikauuringute Keskuse (VTT) uuringutele tuginedes võtta tuule kiiruse baasväärtuseks kogu Eesti territooriumil, välja arvatud vahetult mere rannikul, $v_{ref} = 21 \text{ m/s}$. **Vahetult** mere rannikul, avameresaartel ja laidudel - $v_{ref} = 23 \text{ m/s}$. Muus osas on EPN 1.2.6 eeskirjad igati kasutatavad.

Maastikutüüp II: $w_k = 0,64c_{pe}$ kN/m²;

Maastikutüüp III: $w_k = 0,49c_{pe}$ kN/m²;

Maastikutüüp IV: $w_k = 0,44c_{pe}$ kN/m².

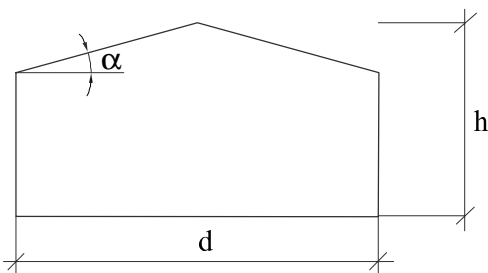
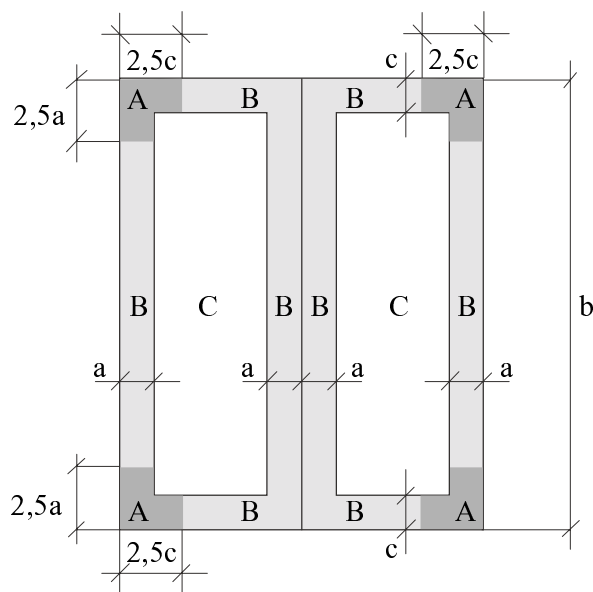
Täpsemaks arvutuseks, samuti kõrgemate kui 10 m hoonete puhul tuleks tuulekoormus määrata EPN 1.2.6 järgi.

Profiilpleki kinnitus põhikandekonstruktsioonide külge arvutatakse lähtudes **kohalikust tuulekoormusest** (mis on reeglina üldisest tuulekoormusest suurem).

Tuulekoormuse välisrõhutegurid määratakse EPN 1.2.6 peatükis 10 toodud juhiste järgi eraldi hoone katusele ja välisseintele.

Lihtsustatult, veaga tagavara kasuks võib **hoone katuse** jagada kohaliku tuulekoormuse seisukohalt kolmeks tsooniks:

- tsoon A: katuse nurgapiirkonnad, kus $c_{pe} = - 2,5$;
- tsoon B: katuse ääre- ja harjapiirkond laiusel a (välja arvatud nurgapiirkonnad), kus
 $c_{pe} = - 1,8$, kui $\alpha \leq 10^\circ$;
 $c_{pe} = - 2,2$, kui $\alpha > 10^\circ$;
- tsoon C: katuse keskosa, kus aerodünaamikategur $c_{pe} = - 1,2$.



$$a = \min\{0,1b; 0,2h\} \geq 1,0 \text{ m};$$

$$c = \min\{0,1d; 0,2h\} \geq 1,0 \text{ m}$$

Joonis. L.1 Katuse tuulekoormuse tsoonid

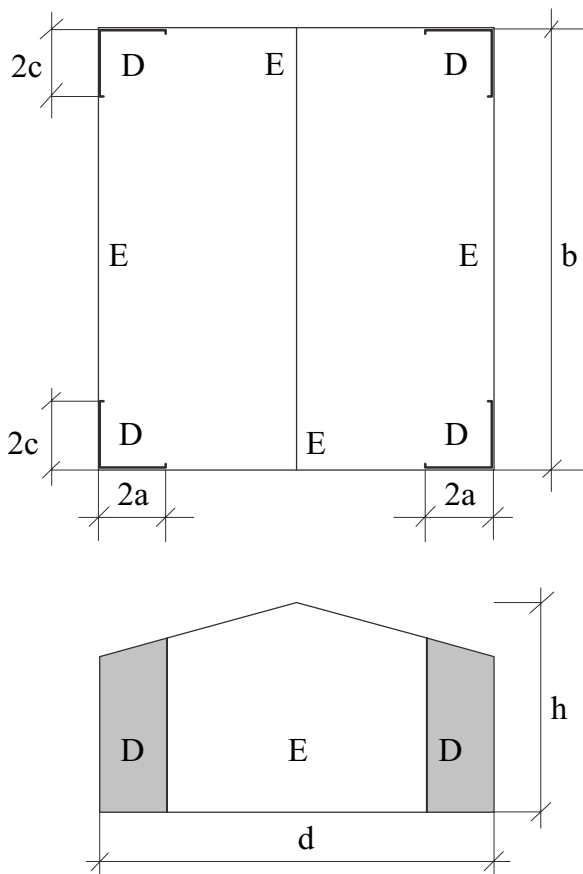
Altpoolt avatud **varikatustel** võib veega tagavara kasuks kasutada järgmisi aerodünaamikakategoreid (kogu katuse pinna ulatuses):

- ühekaldelised varikatused ($\alpha \leq 25^\circ$) $c_{pe} = -3,2$;
- kahekaldelised varikatused $c_{pe} = -2,4$.

Täpsemalt võib varikatuse aerodünaamikakateguriid määrata EPN 1.2.6 jaot. 10.3 järgi.

Hoone välisseintel võib lihtsustatult eristada kahte tsooni:

- tsoon D: nurgapiirkond laiusega $2a$ või $2c$ (a ja c - vt. joon. 4.1), kus aerodünaamikakateguri suuruseks võib võtta $c_{pe} = -1,3$;
- tsoon E: seinte ülejäänud osa, kus aerodünaamikakateguri $c_{pe} = -1,0$.



Joonis. L.2 Välisseinte kohaliku tuulekoormuse tsoonid

Ühele kinnitusvahendile (isekeermestav polt, puurkruvi, sissetulistatav nael vms.) mõjuva arvutusliku tõmbejõu tuule imemisest võib leida valemiga

$$F_{sd} = q_{w,d} L s,$$

- kus $q_{w,d} = \gamma_Q w_k$ - tuule arvutuslik imemiskoormus vaadeldaval pinnal;
 L - profiilpleki sille;

- s - kinnitusvahendite samm profiilpleki toel (katusekandjal, roovil);
- w_k - normatiivne tuulekoormus;
- $\gamma_Q = 1,5$ - muutuva koormuse osavarutegur.

LISA II: dimensioonimisnäide

Dimensioonida profiilplekk (koos kinnitusega), mis toetub 6,0 m sammuga katuse-sõrestikele. Katusesõrestiku ülemiseks vööks on $\square 110 \times 110 \times 4$ mm (pleki toelaius $l_{sup} \approx 100$ mm), terasest S355, mille normatiivne tõmbetugevus $f_u = 510$ N/mm². Katuse kalle on 1:5 (11,3°), lume kogunemist soodustavaid takistusi katusel ei ole. Ehitis paikneb Pärnu äärelinnas (maastikutüüp III).

Koormused

Profiilpleki normatiivne **alaliskoormus** (pleki, soojustuse, auru- ja hüdroisolatsiooni jms. omakaal) olgu $g_k = 0,3$ kN/m², arvutuslik alaliskoormus $q_d = 1,35g_k = 0,405$ kN/m².

Katuse normatiivne **lumekoormus** (vt. EPN 1.2.5) on

$$q_{s,k} = \mu s_k = 0,8 \times 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2,$$

arvutuslik lumekoormus $q_{s,d} = 1,5 \times 1,2 = 1,8$ kN/m².

Normatiivne **tuulekoormus** (vt. Lisa I) on $w_k = 0,49c_{pe}$ kN/m², mis puhul tuule arvutuslik imukoormus on

- katuse nurkades (tsoon A): $q_{w,d} = \gamma_Q c_e w_c = -1,5 \times 2,5 \times 0,49 = -1,84$ kN/m²;
- katuse äärtel (tsoon B, $\alpha > 10^\circ$): $q_{w,d} = -1,5 \times 2,2 \times 0,49 = -1,62$ kN/m²;
- katuse keskosas (tsoon C): $q_{w,d} = -1,5 \times 1,2 \times 0,49 = -0,88$ kN/m².

Profiilpleki dimensioonimine tabelite abil

Profiilpleki summaarne arvutuskooormus kandepiiriseisundi arvutustes:

$$\sum q_d = g_d + q_{s,d} = 0,405 + 1,8 = 2,205 \text{ kN/m}^2.$$

Mugavama transportimise ja montaaži huvides valime kahesildelise profiilpleki, sel juhul kujuneb plekitahvli pikkuseks (keskmistes silletes) pt. 8 kohaselt $L = 12150$ mm.

Kasutuspiiriseisundi arvutuskooormus:

$$q_{ser} = g_k + 0,5q_{s,k} = 0,3 + 0,5 \times 1,2 = 0,9 \text{ kN/m}^2.$$

Tabelist 3.3.1 saame interpoleerides arvutuskooormuste 2,0 ja 2,5 kN/m² vahel sobivaks profiilpleki paksuseks 0,9 mm (PP-113×0,9).

Tabelist 3.3.3 kontrollime, kas kasutuspiirseisundi nõuded on täidetud. Interpoleerides koormuste 0,8 ja 1,0 kN/m² vahel selgub, et 0,9 mm profiilpleki puhul on piirsildeks 7640 mm > L = 6000 mm.

Seega rahuldab profiilplekk *PP-113*×0,9 ka kasutuspiirseisundi nõudeid.

Kinnitusvahendite dimensioonimine

Terasest katusesõrestiku 4 mm paksuse ülemise vöö külge on profiilplekki hõlpsaim kinnitada puurkruvidega.

Valime puurkruvid SD5–5,5×19 mm.

Puurkrugi kandevõime pea plekist läbivedamisele (vt. p. 6.3):

$$F_{p,Rd} \approx 4,70t = 4,70 \times 0,9 = 4,23 \text{ kN};$$

kandevõime puurkrugi väljatõmbamisele:

$$F_{o,Rd} = 0,52t_{sup}df_{u,sup} = 0,52 \times 4 \times 5,5 \times 510 \times 10^{-3} = 5,83 \text{ kN}.$$

Seega ühe puurkrugi kandevõime, juhul kui see paikneks profiilpleki vao põhja keskel, oleks 4,23 kN. Kuna *profiilpleki PP-113* vao põhja keskel on soon, tuleb krugi paigaldada vao põhja veerandile (vt. joon. 6.2), s.t. puurkrugi kandevõime on

$$F_{Rd} = 0,9 \times 4,23 = 3,8 \text{ kN}.$$

1. Kruvide maksimaalne samm **katuse nurkades ja äärtel** (tsoonid A ja B):

$$s = \frac{F_{Rd}}{Lq_{w,d}} = \frac{3,8}{6,0 \times 1,84} = 0,345 \text{ m}.$$

Profiilpleki *PP-113* vagude samm on 250 mm. Lähtudes ülaltoodud arvutustest ja p. 6.3 konstruktiivsetest nõuetest kinnitame profiilpleki katuse äärealal nii tahvli otsas kui ka keskel (vahepealse sõrestiku külge) iga vao põhjast ühe puurkruviga SD5–5,5×19 mm.

2. Puurkruvide maksimaalne samm **katuse keskosas** (tsoon C):

$$s = \frac{F_{Rd}}{Lq_{w,d}} = \frac{3,8}{6,0 \times 0,88} = 0,72 \text{ m}.$$

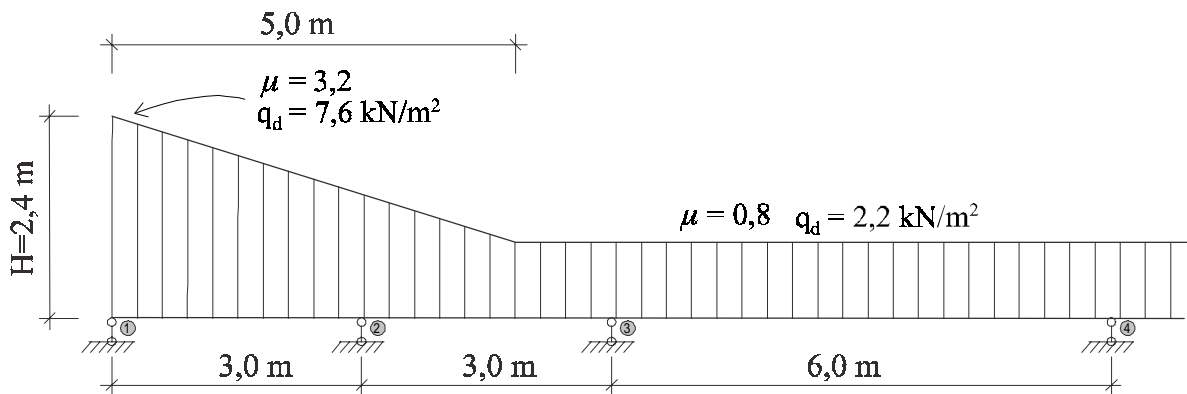
Lähtudes p. 6.3 konstruktiivsetest nõuetest tuleb ka siin profiilplekk kinnitada nii tahvli otstes kui ka vahepealsete sõrestike külge iga vao põhjast.

Kui profiilplekk on projekteeritud täitma ka **sidemete** funktsiooni, tuleb (lähtudes p. 6.3 toodud konstruktiivsetest nõuetest) kogu katuse ulatuses plekitahvlite otsad kinnitada iga vao põhjas kahe kruviga, vahepealsete sõrestike külge iga vao põhjas ühe kruviga.

Plekitahvlite **pikiservad** ühendatakse omavahel (vao harjal) puurkruvidega SL2–4,8×20 mm, samm 500 mm. Kuna tegemist on soojustatud katusega, siis veetiheduse nõuet ei ole.

LISA III: dimensioonimisnäide

Dimensioonida profiilplekk katusel lumekoti piirkonnas, kus lumekoormuse kujutegur $\mu = 3,2$. Profiilplekk paikneb kolmesildelise arvutuskeemi kohaselt nii, et kahe esimese silde pikkus $L_1 = L_2 = 3$ m, kolmanda silde pikkus $L_3 = 6$ m. Toelaius $l_{sup} \approx 100$ mm (nagu eelmises näites).



Profiilpleki normatiivne **alaliskoormus** $g_k = 0,3$ kN/m², arvutuslik alaliskoormus $g_d = 1,35g_k = 0,405$ kN/m².

Katuse normatiivne **lumekoormus** (vt. EPN 1.2.5) on lumekoti piirkonnas

$$q_{s,k} = \mu s_k = 3,2 \times 1,5 = 4,8 \text{ kN/m}^2,$$

arvutuslik lumekoormus $q_{s,d} = 4,8 \times 1,5 = 7,2$ kN/m².

Profiilpleki summaarne arvutiskoormus astme ääres on

$$\Sigma q_d = g_d + q_{s,d} = 0,405 + 7,2 \approx 7,65 \text{ kN/m}^2.$$

Lumekoti pikkus $l_s = 5$ m; lumekotist väljaspool on summaarne koormus $\sim 2,2$ kN/m².

Kuna koormuse jaotus on ebaühtlane ja ka silded on erinevate pikkustega, siis ei ole tabelarvutuse kasutamine korrektne. Dimensioonime profiilpleki käesoleva juhendi punktis 4 toodud viisil.

Arvutades profiilpleki sisejõud saame, et suurim toemoment on astmest lugedes kolmandal toel:

$$M_{Sd} = 7,11 \text{ kNm/m};$$

samas on ka suurim toereaktsioon $F_{Sd} = 12,92$ kN/m.

Kontrollime *Rannila* profiilplekki *PP-113*×*0,7*.

Tabelist 3.1 saame: $M_{c,Rd} = 9,32$ kNm/m $>$ $M_{Sd} = 7,11$ kNm/m;

$$R_{w,Rd} = 27,64 \text{ kN/m} > F_{Sd} = 12,92 \text{ kN/m};$$

$$\frac{M_{Sd}}{M_{c.Rd}} + \frac{F_{Sd}}{R_{w.Rd}} = \frac{7,11}{9,32} + \frac{12,92}{27,64} = 1,23 < 1,25.$$

Seega on profiilpleki *PP-113*×0,7 kandevõime küllaldane.

Kuna tuulekoormus jääb käesoleva näite puhul samaks, mis eelmisel näitel, siis profiilpleki kinnitusvahendite dimensioonimist käesolevas näites ei käsitleta.