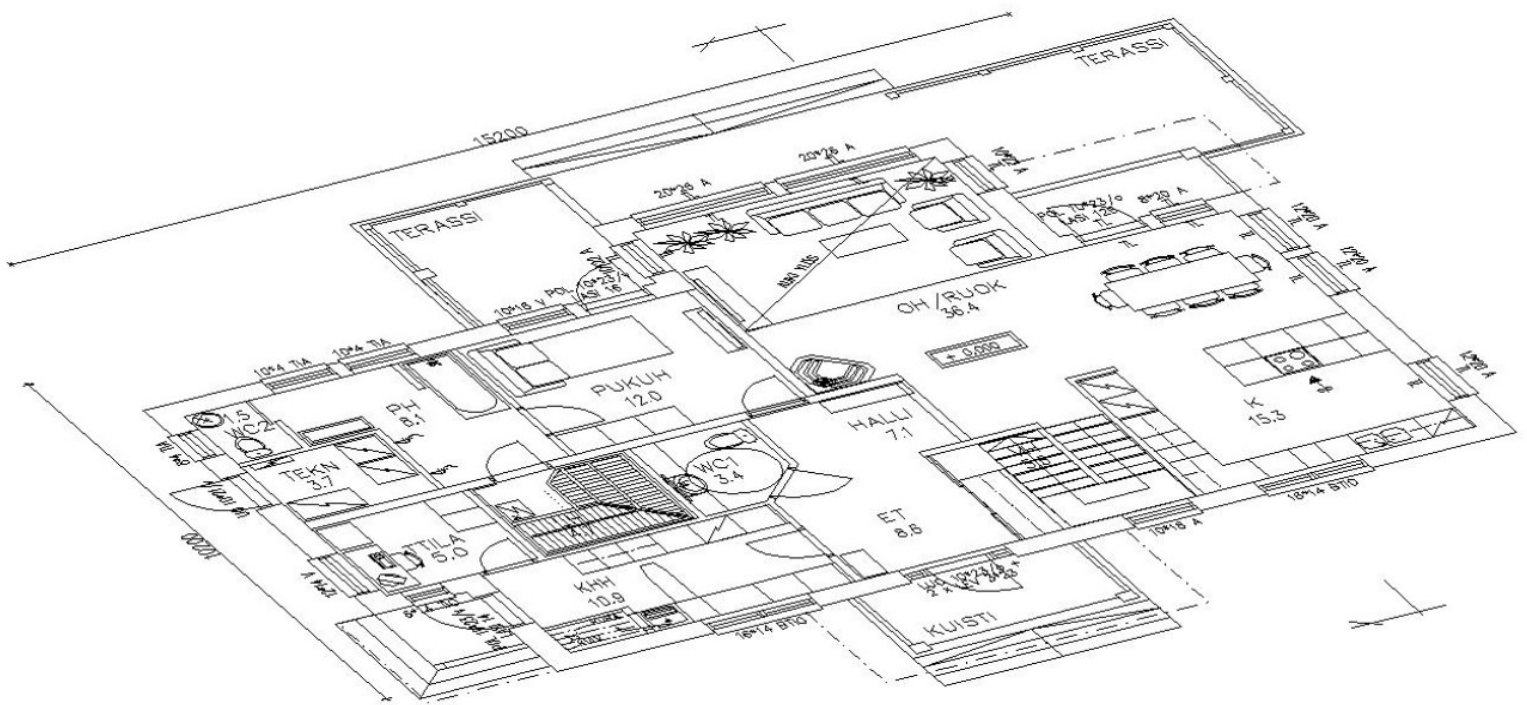




Muottiharkot



**Suunnitteluohje
2021
SRMk B9
17.9.2021**

SISÄLTÖ

1.	Yleistä, Lakka muottiharkot	s. 3
2.	Tekniset tiedot	s. 3
2.1	Modulimitoitus	s. 4
3.	Mitoitustaulukot	s. 4
3.1	Mitoitusperusteet	s. 4
3.2	Kantavien seinien mitoitus pystykuormille ilman vaakakuormitusta	s. 5
3.3	Pilarit	s. 7
3.4	MH- ja EMH-PRO aukkopalkkien mitoitus tasaiselle kuormalle	s. 7
3.5	EMH-PRO harkkoseinän mitoitus maanpaineelle	s. 16
3.6	Palonkesto	s. 17
3.7	Ääneneristävyys	s. 17
4.	Raudoitus	s. 18
5.	Lisätietoja	s. 18

LIITTEET	- Tartuntaterästen sijoittelu
	- Ladontapiirustukset
	- Mittapiirustukset

Vastuunrajoitus

Kohteen suunnittelija on vastuussa suunnitteluohjeen käytöstä ja soveltuvuudesta suunnittelu-kohteessa. Ajantasaiset tuotetiedot ja suunnitteluohjeet löytyvät osoitteesta www.lakka.fi.

1. Yleistä, Lakka muottiharkot

Lakan Betonin muottiharkot valmistetaan maakostealla betonimassalla (tiheys > 2200 kg/m³). Harkkoja voidaan käyttää mm. perustuksissa, tukimuureissa, väliseinissä ja ulkoseinissä.

Muottiharkot ovat ladottavia betoniharkkoja, joissa on harkkokuorien välissä valuontelot. Ladonnan ja raudoituksen jälkeen valuontelot täytetään työmaalla betonimassalla. Harkkojen nimelliskorkeus on 200 mm ja pituus 600 mm (Huom. EMH-350PRO:n kulmaharkon pituus 550 mm). Muottiharkkojen (MH) leveydet ovat 150, 200, 250 ja 300 mm. Eristemuottiharkkojen (EMH-350PRO, EMH-400PRO) keskellä on EPS Grafit -eriste. Eristemuottiharkkojen leveydet ovat 350 ja 400 mm. Pilarirakenteissa käytetään 250x250x200 pilarimuottiharkkoja (PMH-250).

Tämä suunnitteluohje soveltuu käytettäväksi Lakan Betoni Oy:n valmistamien ja ladottavien muottiharkkojen mitoitusohjeena. Lakka muottiharkot ovat CE-merkittyjä ja valmistetaan standardin SFS-EN 15435 mukaisesti. Tästä ohjeesta löytyy suunnittelijan käyttöön kapasiteettitaulukot tyypillisimpiin tapauksiin. Lisäohjeita ja esimerkkilaskelmia harkkorakenteiden mitoitukselta löytyy mm. seuraavista lähteistä:

- SRakMK B9, Osa 2: Valetut betoniharkkorakenteet
- Harkkokäsikirja 2016: Ladottavien muottiharkkorakenteiden suunnitteluohjeet ja mitoitus (Liite 2)

2. Tekniset tiedot

LAKKA MUOTTIHARKKOJEN TEKNISET OMINAISUUDET			
	MH	PMH	EMH-PRO
Lujuusluokat			
Harkkobetoni, MN/m ²	30	30	30
Kuivatiheys			
Harkkobetoni, kg/m ³	>2200	>2200	>2200
Kimmokerroin, MN	24000	24000	24000
Ulkoseinät			
Lämmönjohtavuus harkkobetoni, W/(mK)	1,65	1,65	1,65
Lämmönjohtavuus eriste, W/(mK)	-	-	0,030
Kuivumiskutistuma betoni, mm/m	0,4	0,4	0,4
Lämpölaajeneminen betoni, 1/K	10x10 ⁻⁶	10x10 ⁻⁶	10x10 ⁻⁶
Osavarmuusluku, betoni	2,0	2,0	2,0
Osavarmuusluku, raudoitus	1,2	1,2	1,2

Taulukko 1. Lakka muottiharkkojen tekniset tiedot.

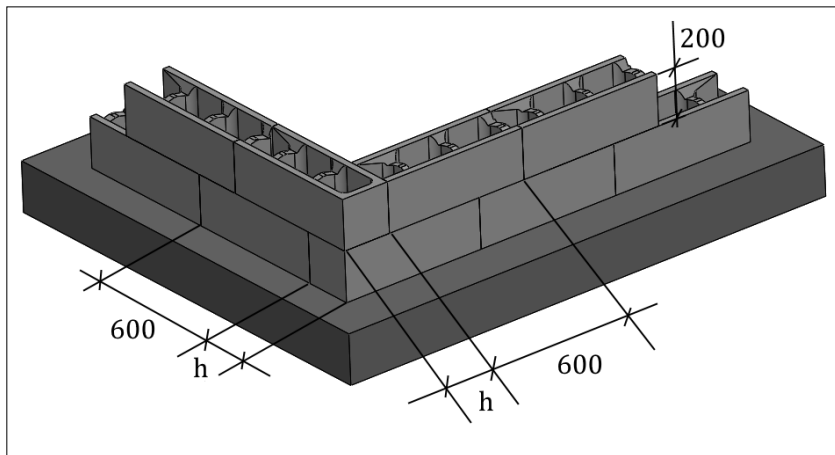
LAKKA MUOTTIHARKKOSEINIEN BETONILAADUT (Valubetoni)		
Harkko	Sisätilat	Ulkotilat
MH-150, EMH-350, EMH-400, Palkit	väh. C25/30, XC1, notkeus S4-S5 + notkistin, max. kiviaines 8 mm	väh. C30/37, XF1 XC3, XC4, notkeus S4-S5 + notkistin, max. kiviaines 8 mm
MH-200, 250, 300, PMH-250	väh. C25/30, XC1, notkeus S4-S5 + notkistin, max. kiviaines 16 mm	väh. C30/37, XF1 XC3, XC4, notkeus S4-S5 + notkistin, max. kiviaines 16 mm

Taulukko 2. Lakka muottiharkkoseinien betonointiin suositeltavat betonilaadut.

2.1 Modulimitoitus

Muottiharkkojen etenemä korkeussuunnassa on 200 mm. Harkkojen ladonta aloitetaan nurkasta ja limitys on yleensä harkon leveyden mukainen (pl. eristemuottiharkot). Tällöin vaakasuuntainen etenemä voi poiketa 200 mm, riippuen harkon leveydestä. Eristemuottiharkkojen limitys suositellaan tehtäväksi 200 mm (kts. liitteet ohjeen lopussa). Harkkomittojen mukainen rakenteiden suunnittelu vähentää harkkojen leikkaamisen tarvetta työmaalla.

Kuva 1. Muottiharkkojen ladonta aloitetaan nurkasta ja limitys on yleensä harkon leveyden (h) mukainen.



3. Mitoitustaulukot

3.1 Mitoitusperusteet

Lakan muottiharkot toimivat valumuotteina, joissa paikalla valettava betoni ja rauditus muodostavat kantavan rakenteen. Rakenteiden mitoitus tehdään seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- SRakMk B1 (Rakenteiden varmuus ja kuormitukset)
- SRakMk B2 (Kantavat rakenteet)
- SRakMk B4 (Betonirakenteet)
- SRakMk B9 (Valetut betoniharkkorakenteet)

Suunnitteluohjeen mitoitustaulukot on laadittu käyttäen yllä esitettyjä ohjeita ja taulukoissa ilmoitetut kestävyysarvot ovat murtorajatilan mukaisia laskenta-arvoja. Harkkokuorien ja valubetonin lujuusluokka laskelmissa on 30 MN/m². Taulukoissa ilmoitettuja kestävyksiä tulee verrata murtorajatilan osavarmuuskertoimilla kerrottuihin kuormituksiin, jotka lasketaan SRakMK:n B1 mukaisesti.

Laskennassa käytetyt lähtötiedot:

Lakka muottiharkkoseinien laskennan lähtötiedot.			
Betonin lujuusluokka C25/30 (K30-2).			
Harkko	h (mm)	h _c (mm)	Ac (mm ²)
MH-150	150	88	88000
MH-200	200	138	138000
MH-250	250	188	188000
MH-300	300	234	234000
PMH-250 pilari	250	188	35344
EMH-350PRO, EMH-400PRO	110,5	75	75000

Taulukko 3. Lakka muottiharkkoseinien laskennan lähtötiedot (b=1000mm pl. pilariharkko).

Termit B9 kaavan V 3.5 mukaiset.

3.2 Kantavien seinien mitoitus pystykuormille ilman vaakakuormitusta

Kapasiteettitaulukoiden muottiharkkoseinien puristuskestävyys N_u on laskettu SRakMK:n B9 osa 2 kaavan V 3.5 mukaisesti raudoittamattomana rakenteena. Taulukoiden arvot ovat pelkästään puristetulle rakenteelle eikä laskennassa ole otettu huomioon rakenteen omaa painoa joka tulee epäkeskisyyden lisäksi huomioida todellisen mitoitusilanteen mukaisesti. SRakMK B9 ei anna mitoitusmenetelmää samanaikaisesti puristetun ja taivutetun rakenteen mitoitukselle, joka tulee tehdä käyttämällä tarkempia epäkeskisyyden ja mitoituksen laskentamenetelmiä (Laskentaesimerkki löytyy mm. Harkkokäsikirjan liitteestä 2 –Ladottavien muottiharkkorakenteiden suunnitteluohjeet ja mitoitus).

Kantavien seinien (MH, EMH-PRO) mitoituslaudoissa 4-6 on oletuksena että rakenne toimii päistään nivelöitynä sauvana ja seinän ylä- ja alapään siirtymät on estetty. Seinän nurjahduspituus (L_c) määritetään SRakMK:n B9, osa 2 kaavan V 3.6 mukaisesti. Laskentaepäkeskisyyden (e_d) muodostuu normaalivoiman alkuperäisestä epäkeskisyydestä (e_0) ja perusepäkeskisyydestä ($0,05h$) SRakMK:n B9, osa 2 kaavan V 3.8 mukaisesti. Poikkileikkauksen tehollisena paksuutena (h_c) käytetään harkon valuosan leveyttä. Kuormitukset N_d eivät saa ylittää seinän puristuskestävyyttä N_u .

Eristemuottiharkkojen (EMH-PRO) normaalivoiman kestävyyksissä on nurjahduspituuden ja seinän paksuuden suhteessa huomioitu eristeen välityksellä kiinni toisissaan olevien harkkokuorien paksuus SRakMK:n B9, osa 2 kaavan V 3.7 mukaisesti, kun nurjahduspituus on enintään 3000 mm. Kaavan mukainen rakenteen paksuus (h) on tällöin 139,2 mm. Kun seinän nurjahduspituus on > 3000 mm on rakenteen hoikkuus huomioitu käyttämällä L_c/h suhteen laskennassa rakenteen paksuutena pelkästään yhden harkkokuoren eristetartunnan (lohenpyrstö) sisältämää kokonaispaksuutta.

Lakka muottiharkkoseinien (MH) puristuskestävyydet N_u (kN/m) tasaiselle kuormalle

e_d (mm)	7,5	15	22,5	10	20	30
Seinän L_c (mm)	MH-150	MH-150	MH-150	MH-200	MH-200	MH-200
2000	557	443	328	965	801	638
2200	540	429	318	947	786	626
2400	523	415	308	928	771	613
2600	505	401	297	908	754	600
2800	487	387	287	888	737	587
3000	469	372	276	866	720	573
3200	451	358	266	845	702	558
3400	434	344	255	823	684	544
3600	416	331	245	802	666	530
3800				780	648	515
4000				758	630	501
4200				737	612	487
4400				715	594	473
4600				694	576	459
4800				673	559	445
5000				653	542	432

Taulukko 4. Raudoittamattomien muottiharkkoseinien (MH-150 ja MH-200) puristuskestävyys ilman vaakakuormitusta, laskentaepäkeskisyydellä $e_d=0.05h$, $0.10h$ ja $0.15h$. (SRakMK:n B9 osa 2 mukainen laskenta.)

Lakka muottiharkkoseinien (MH) puristuskestävyydet Nu (kN/m) tasaiselle kuormalle

e_d (mm)	12,5	25	37,5	15	30	45
Seinän L_c (mm)	MH-250	MH-250	MH-250	MH-300	MH-300	MH-300
2000	1378	1167	955	1757	1499	1240
2200	1361	1152	943	1742	1486	1229
2400	1343	1137	931	1725	1471	1218
2600	1323	1120	917	1707	1456	1205
2800	1303	1103	903	1688	1440	1192
3000	1282	1085	889	1669	1423	1178
3200	1260	1067	873	1648	1406	1163
3400	1238	1048	858	1627	1387	1148
3600	1215	1028	842	1604	1368	1132
3800	1191	1008	826	1582	1349	1116
4000	1168	988	809	1558	1329	1100
4200	1144	968	793	1535	1309	1083
4400	1120	948	776	1511	1288	1066
4600	1096	927	759	1486	1267	1049
4800	1071	907	743	1461	1246	1031
5000	1047	887	726	1436	1225	1014
5200	1024	866	709	1411	1204	996
5400	1000	846	693	1386	1182	978
5600	976	827	677	1361	1161	961
5800	953	807	661	1336	1139	943
6000	930	788	645	1311	1118	925

Taulukko 5. Raudoittamattomien muottiharkkoseinien (MH-250 ja MH-300) puristuskestävyys ilman vaakakuormitusta, laskentaepäkeskisyydellä $e_d=0.05h$, $0.10h$ ja $0.15h$. (SRakMK:n B9 osa 2 mukainen laskenta.)

Lakka eristemuottiharkkoseinien (EMH-PRO) yhden harkkopuoliskon puristuskestävyydet Nu (kN/m) tasaiselle kuormalle

e_d (mm)	5,5	11	16,5
Seinän L_c (mm)	EMH-PRO	EMH-PRO	EMH-PRO
2000	477	394	312
2200	460	381	301
2400	443	367	290
2600	426	353	279
2800	409	339	268
3000	393	325	257
3200	342	283	224
3400	325	269	213
3600	308	255	202

Taulukko 6. Raudoittamattoman eristemuottiharkkoseinän (EMH-350PRO ja EMH-400PRO) puristuskestävyys ilman vaakakuormitusta, laskentaepäkeskisyydellä $e_d=0.05h$, $0.10h$ ja $0.15h$. Harkkojen EMH-350PRO ja EMH-400PRO yhden harkkopuoliskon leveys $h=110,5$ mm. (SRakMK:n B9 osa 2 mukainen laskenta.)

3.3 Pilarit

Käytettäessä muottiharkkoja pilareina tulee pilarin sivumitta olla vähintään taulukon 7 mukainen. Pilarimuottiharkko (PMH-250) on kehitetty erityisesti pilareiden tekemistä varten.

Pilareiden pääraudoituksena tulee olla pilarin sitkeyden varmistamiseksi vähintään yksi 10 mm halkaisijaltaan oleva pystyteräs. Lisätietoja pilareiden rakenteellisista vaatimuksista ja mitoituksista löytyy mm. SRakMk:n osasta B9 (Valetut betoniharkkorakenteet) ja harkkokäsikirjan muottiharkkojen mitoitusohjeista.

Pilarit	
	Sivumitta b (mm)
MH-150	≥ 350
MH-200	≥ 250
MH-250	≥ 200
MH-300	≥ 200
PMH-250	250
EMH-350PRO	≥ 400
EMH-400PRO	≥ 400

Taulukko 7. Muottiharkoista tehtävien pilareiden sivumitan vähimmäispituus.

3.4 MH- ja EMH-PRO aukkopalkkien mitoitus tasaiselle kuormalle

Ladottavissa Lakka muottiharkkorakenteissa voidaan aukkoylitykset tehdä käyttäen muottiharkkoja, teräspalkkeja tai työmaalla muottiin valettavia betonipalkkeja.

Palkit voidaan tehdä leikkausraudoittamattomana tai leikkausraudoitettuna. Palkeissa käytetään raudoituksena harjateräksiä (A500HW). Palkit voidaan tehdä myös leikkausraudoitettuna liittopalkkeina, jolloin alapinnan teräksinä käytetään sinkittyjä t-teräsprofiileja (S235JR, 80x40x7 mm). Raudoitteiden asennuksessa tulee noudattaa betoninormien ohjeita. Riittävien suojabetonietäisyyksien ja raudoituksen tartuntaominaisuuksien varmistamiseksi joudutaan muottiharkkojen poikkikannaksiin yleensä leikkaamaan työmaalla raudoitteiden asentamisen mahdollistavia uria.

Liittopalkkiratkaisuissa palkkiharkot asennetaan sinkittyjen t-teräsprofiilien päälle. Ladonnan ja raudoituksen jälkeen palkkiharkot valetaan betonimassalla, jonka lujuus on vähintään C25/30 (K30). Betonimassa tulee valita aina käyttökohteen vaatimusten mukaisesti. Kantava aukkopalkki muodostuu alapinnan teräsprofiilin, raudoituksen ja betonin muodostamasta harkkopalkista.

Laskelmissa aukkopalkkien taivutuskestävyys ja betonin leikkauskestävyys on laskettu SRakMk:n B9 (valetut betoniharkkorakenteet) ja raudoituksen leikkauskestävyys SRakMk:n B4 (Betonirakenteet) mukaisesti. Palkkien taivutuskestävyyden (M_u) ja leikkauskestävyyden (V_u) arvot ovat laskettu tehollisella korkeudella $d = h - 35$ mm harjateräsraudoitetuissa palkeissa ja $d = h - 20$ mm liittopalkkeissa. Tämän ohjeen palkkikuvissa ja palkkitaulukoissa palkin korkeutta kuvataan termillä h . Palkkien laskentakuorman kapasiteeteissa on palkin tehollinen korkeus rajoitettu aukon leveyden mukaan niin, että laskennassa käytetty tehollinen korkeus on enintään $L/3$ suuruinen. Leikkausrasituksen maksimiarvona on käytetty leikkausvoiman arvoa, joka sijaitsee palkin tehollista korkeutta vastaavalla etäisyydellä tuesta ($d \leq L/3$). **Palkin kuormituskestävyys tulee laskea aina tapauskohtaisesti todellisen tehollisen korkeuden mukaisesti, joka määräytyy käytettävän raudoituksen ja olosuhteiden vaatiman suojabetonipaksuuden mukaan!**

Taulukoissa on esitetty yhden, kahden ja kolmen palkkiharkkokerroksen tasaisen kuorman kuormituskapasiteetin laskenta-arvot leikkausraudoittamattomalle ja leikkausraudoitetulle palkille sekä liittopalkille (MH-150, MH-200, EMH-PRO). Eristemuottiharkkoissa (EMH-350PRO, EMH-400PRO) kuormituskapasiteetit ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Eristemuottiharkkojen laskenta-kuorman kapasiteeteissa on huomioitu palkin tuella käytettävän päätyharkon kannaksen paikallinen puristuskestävyys ja pääterästen/T-teräksen ankkurointi, jotka joissakin tapauksissa tulevat mitoittavaksi. Taulukoiden laskentakuorman kapasiteeteissa (q_u) on huomioitu palkin omapaino.

Taulukoiden arvoissa ei ole huomioitu palkin tukireaktioita, tuen puristuskestävyyttä ja alapuolisen seinän kestävyyskykyä, jotka tulee tarkistaa aina tapauskohtaisesti RakMk:n B9 ja betoninormien mukaisesti.

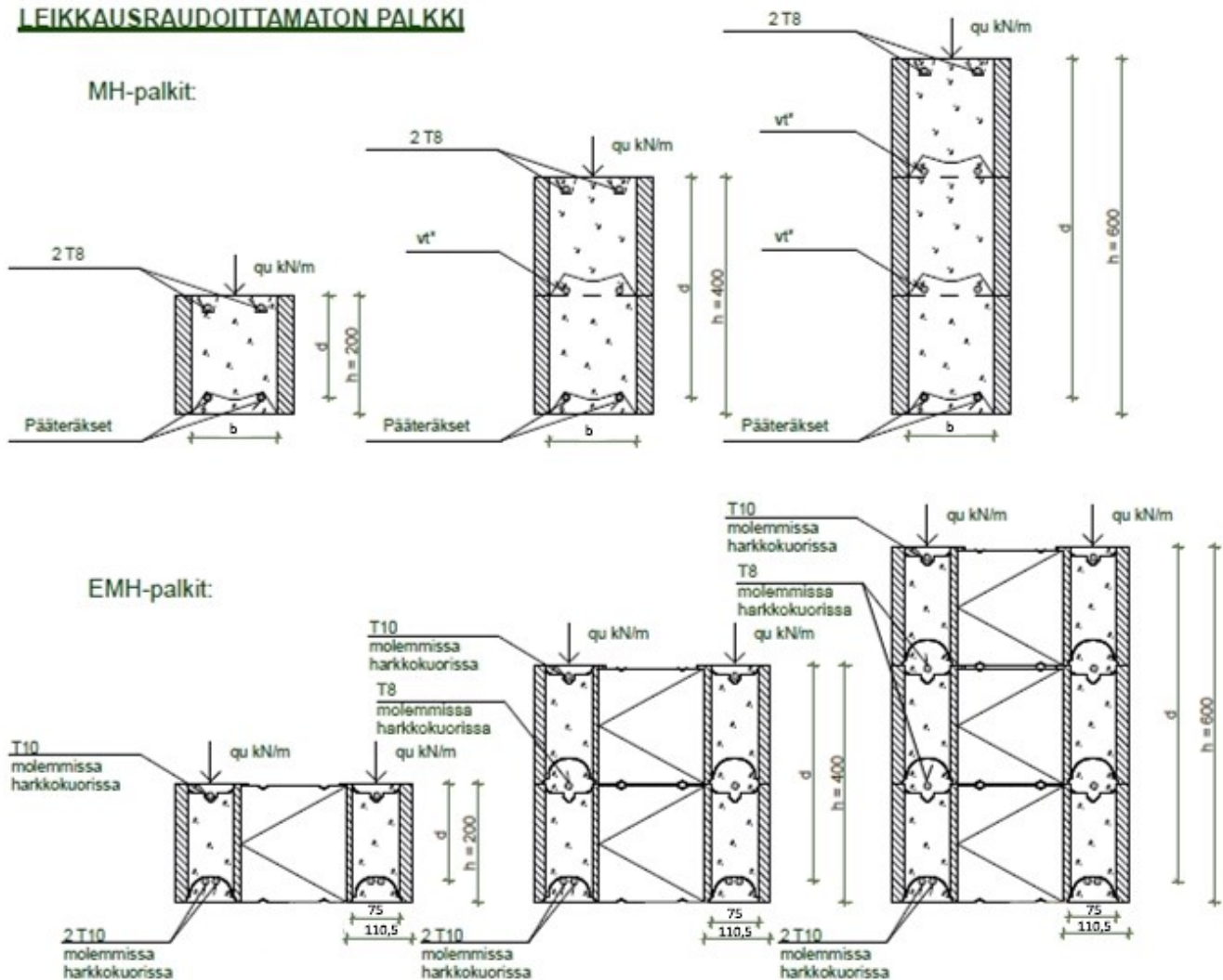
$$N_u = A_{co} f_{cd} \sqrt[3]{A_{ci}/A_{co}} \leq 3 A_{co} f_{cd}$$

missä A_{co} on kuormitetun pinnan ala
 A_{ci} on kuormituksen jakaantumispuoleen ala, kun jännitysten jakautuminen oletetaan tapahtuvan enintään yhden harkkokerroksen korkeudella.

Kaava V 3.14 RakMk B9

(Harkkokäsikirjan liite 2, sivu 10).

LEIKKAUSRAUDOITTAMATON PALKKI



Kuva 2. Leikkausraudoittamaton palkki MH- ja EMH-PRO (EMH-350PRO, EMH-400PRO) harkkoilla. Välisaumojen raudoitus (vt^*) asennetaan tarvittaessa ja määritetään tapauskohtaisesti.

Leikkausraudoittamaton aukkopalkki (h=200 mm) kuormituskapasiteetti

Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	6,4	9,1	9,1	9,1	5,5
Vu kN	4,2	6,6	8,4	10,0	3,5
Pääteräkset	2 T10	2 T10	2 T10	2 T10	2 T10
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	27	42	54	65	23,0
800	15	24	31	37	13,0
1000	10	17	21	26	9,0
1200	8	12	16	19	7,0
1400	6	10	13	15	5,5
1600	5	8	11	13	4,5
1800	4	7	9	11	3,5
2000	4	6	8	9	3,0
2200	3	5	7	8	2,5
2400	2	4	6	7	2,5
2600	2	4	5	6	2,0
2800	2	3	4	5	2,0
3000	2	3	4	5	1,5

Taulukko 8. Leikkausraudoittamattoman palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään yhdestä harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 165 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Teräkset tuodaan tuelle väh. 600 mm.

Leikkausraudoittamaton aukkopalkki (h=400 mm) kuormituskapasiteetti

Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	20,3	20,3	29,2	29,2	20,3
Vu kN	8,6	12,6	17,3	21,0	7,6
Pääteräkset	2 T10	2 T10	2 T12	2 T12	2 T10
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	41	64	87	106	35,0
800	41	60	82	100	35,0
1000	39	58	79	97	35,0
1200	30	45	62	75	27,5
1400	21	31	43	53	19,0
1600	16	24	33	40	14,5
1800	13	19	26	32	11,5
2000	10	16	22	27	9,5
2200	9	13	18	22	8,0
2400	7	11	16	19	7,0
2600	6	10	14	17	6,0
2800	6	9	12	15	5,5
3000	5	8	11	13	4,5
3200	4	7	10	12	
3400	4	6	9	11	

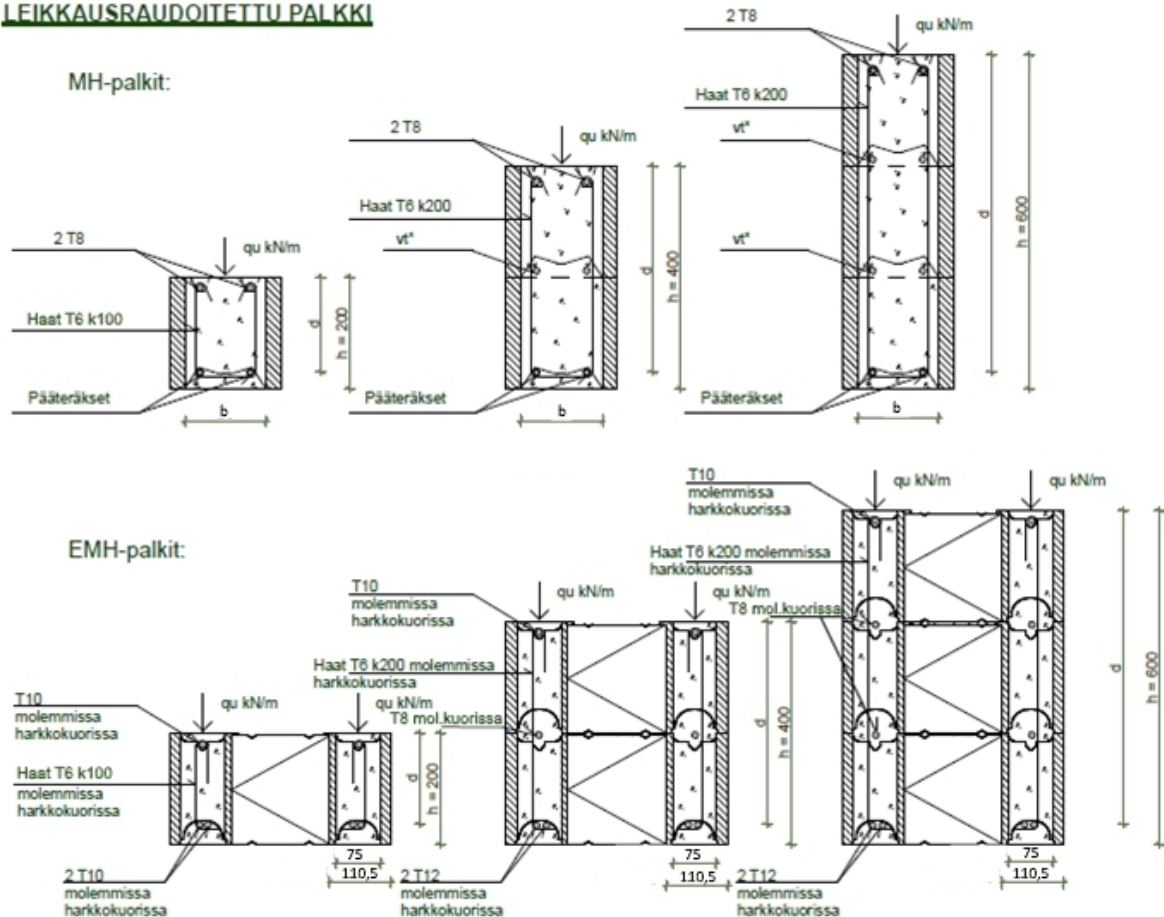
Taulukko 9. Leikkausraudoittamattoman palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään kahdesta harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 365 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Teräkset tuodaan tuelle väh. 600 mm.

Leikkausraudoittamaton aukkopalkki (h=600 mm) kuormituskapasiteetti

Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	31,4	45,2	45,2	80,4	31,4
Vu kN	12,5	19,3	25,5	33,0	10,9
Pääteräket	2 T10	2 T12	2 T12	2 T16	2 T10
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	41	65	87	112	35,0
800	41	64	82	111	35,0
1000	39	61	79	105	35,0
1200	37	59	77	101	33,5
1400	36	57	75	99	32,5
1600	35	55	74	97	31,5
1800	30	47	62	81	26,5
2000	23	36	48	62	20,0
2200	18	29	38	50	16,0
2400	15	24	32	42	13,5
2600	12	20	27	35	11,5
2800	11	17	23	31	10,0
3000	9	15	20	27	8,5
3200	8	13	18	24	
3400	7	12	16	21	

Taulukko 10. Leikkausraudoittamattoman palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään kolmesta harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 565 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa aina tapauskohtaisesti. Teräket tuodaan tuelle väh. 600 mm.

LEIKKAUSRAUDOITETTU PALKKI



Kuva 3. Leikkausraudoitettu palkki MH- ja EMH-PRO (EMH-350PRO, EMH-400PRO) harkkoilla. Välisaumojen raudoitus (vt*) asennetaan tarvittaessa ja määritetään tapauskohtaisesti.

Leikkausraudoitettu aukkopalkki (h=200 mm) kuormituskapasiteetti					
Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	6,4	9,1	13,2	13,2	5,5
Vu kN	21,6	24,0	26,4	28,6	12,3
Rauditus	Pääteräkset 2T10, Haat 2-leikk. T6 k100	Pääteräkset 2T10, Haat 2-leikk. T6 k100	Pääteräkset 2T12, Haat 2-leikk. T6 k100	Pääteräkset 2T12, Haat 2-leikk. T6 k100	Pääteräkset 2T10, Haat 1-leikk. T6 k100
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	129	159	174	189	81,0
800	72	93	101	110	47,5
1000	45	65	72	77	33,5
1200	31	44	55	59	25,5
1400	22	32	44	46	19,5
1600	16	24	35	35	14,5
1800	13	19	27	27	11,5
2000	10	15	22	21	9,0
2200	8	12	18	17	7,5
2400	7	10	15	14	6,0
2600	6	8	12	12	5,0
2800	5	7	10	10	4,0
3000	4	6	9	8	3,0

Taulukko 11. Leikkausraudoitetun palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään yhdestä harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 165 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa aina tapauskohtaisesti. Teräkset tuodaan tuelle väh. 600 mm. Palkkien leikkauskestävyyden arvo on taulukossa rajoitettu hakajaolle k200. Haka-raudoitusten välinen etäisyys saa kuitenkin olla enintään $0,7d$, jonka perusteella on valittu hakajaoksi k100.

Leikkausraudoitettu aukkopalkki (h=400 mm) kuormituskapasiteetti					
Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	29,2	29,2	51,9	51,9	26,9
Vu kN	47,9	53,2	58,5	63,4	27,2
Rauditus	Pääteräkset 2T12, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T12, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T16, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T16, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T12, Haat 1-leikk. T6 k200
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	188	250	274	295	98,5
800	188	239	274	295	74,0
1000	188	191	274	295	59,0
1200	144	144	217	235	49,0
1400	105	105	154	167	42,0
1600	80	80	120	129	37,0
1800	63	63	97	105	32,5
2000	50	50	82	88	29,5
2200	41	41	71	74	26,5
2400	35	34	62	61	24,5
2600	29	28	52	51	22,5
2800	25	24	44	43	21,0
3000	21	20	38	37	19,5
3200	18	17	33	32	
3400	16	15	29	28	
3600	14	13	26	25	
3800	12	11	22	21	
4000	11	10	20	19	

Taulukko 12. Leikkausraudoitetun palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään kahdesta harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 365 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa aina tapauskohtaisesti. Teräkset tuodaan tuelle väh. 800 mm.

Leikkausraudoitettu aukkopalkki (h=600 mm) kuormituskapasiteetti					
Harkko	MH-150	MH-200	MH-250	MH-300	EMH-PRO
Mu kNm	45,2	80,4	80,4	125,6	45,2
Vu kN	74,2	82,4	90,6	98,1	42,2
Rauditus	Pääteräkset 2T12, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T16, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T16, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T20, Haat 2-leikk. T6 k200	Pääteräkset 2T12, Haat 1-leikk. T6 k200
Aukon leveys (mm)	qu kN/m				
600	188	250	274	295	98,5
800	188	250	274	295	74,0
1000	188	250	274	295	59,0
1200	158	250	274	295	49,0
1400	134	241	241	295	42,0
1600	117	210	210	295	37,0
1800	97	175	175	238	32,5
2000	79	140	140	185	29,5
2200	65	115	115	151	26,5
2400	54	97	96	128	24,5
2600	45	82	81	110	22,5
2800	39	70	69	96	21,0
3000	33	61	60	86	19,5
3200	29	53	52	77	
3400	25	46	45	70	
3600	22	41	40	64	
3800	20	36	35	57	
4000	17	32	31	51	

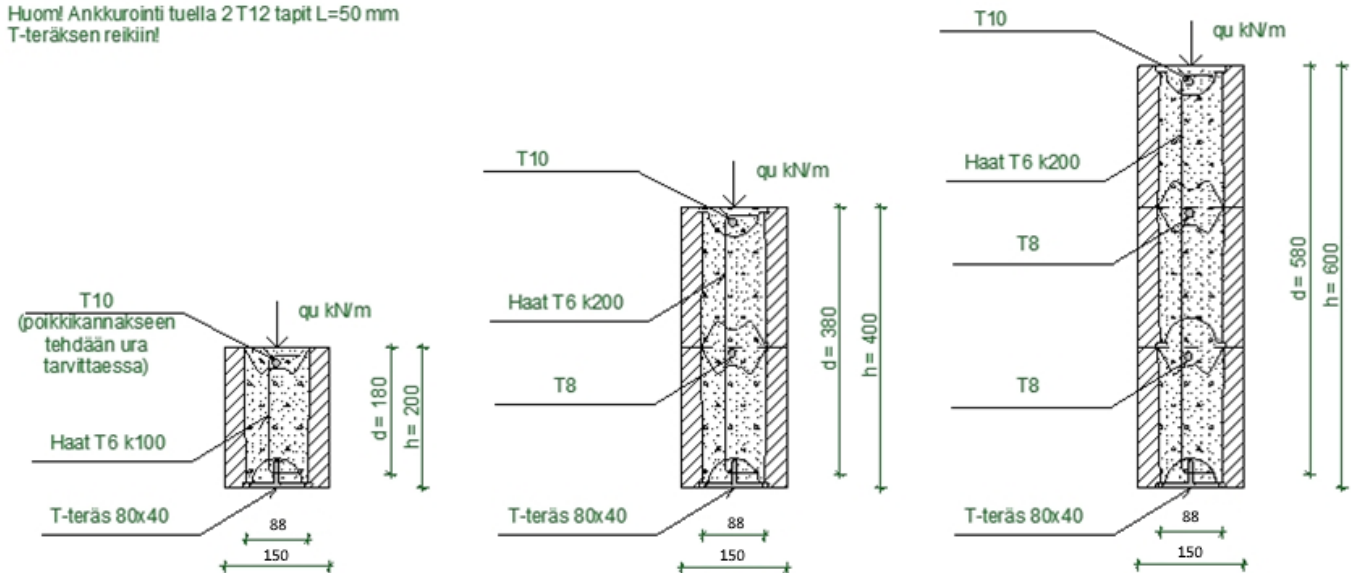
Taulukko 13. Leikkausraudoitetun palkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään kolmesta harkkokerroksesta. EMH-PRO palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = 565 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Teräkset tuodaan tuelle väh. 800 mm.

Liittopalkki muottiharkoilla

Liittopalkissa käytetään kuormitettavan palkkiosan alapinnan teräksenä sinkittyä T-teräsprofiilia. T-teräksessä on halk. 16 mm rei'itys k100 (T-teräs 80x40) tai k150 (T-teräs 60x60) hakojen asentamista varten. T-teräs asennetaan väh. 200 mm tuen päälle tuelle. Tuella ankkurointiteräksinä T-teräksissä käytetään harjaterästappeja 2 T12, L=50 mm. Alapuolisen seinän kestävyys ja palkin tukien puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti.

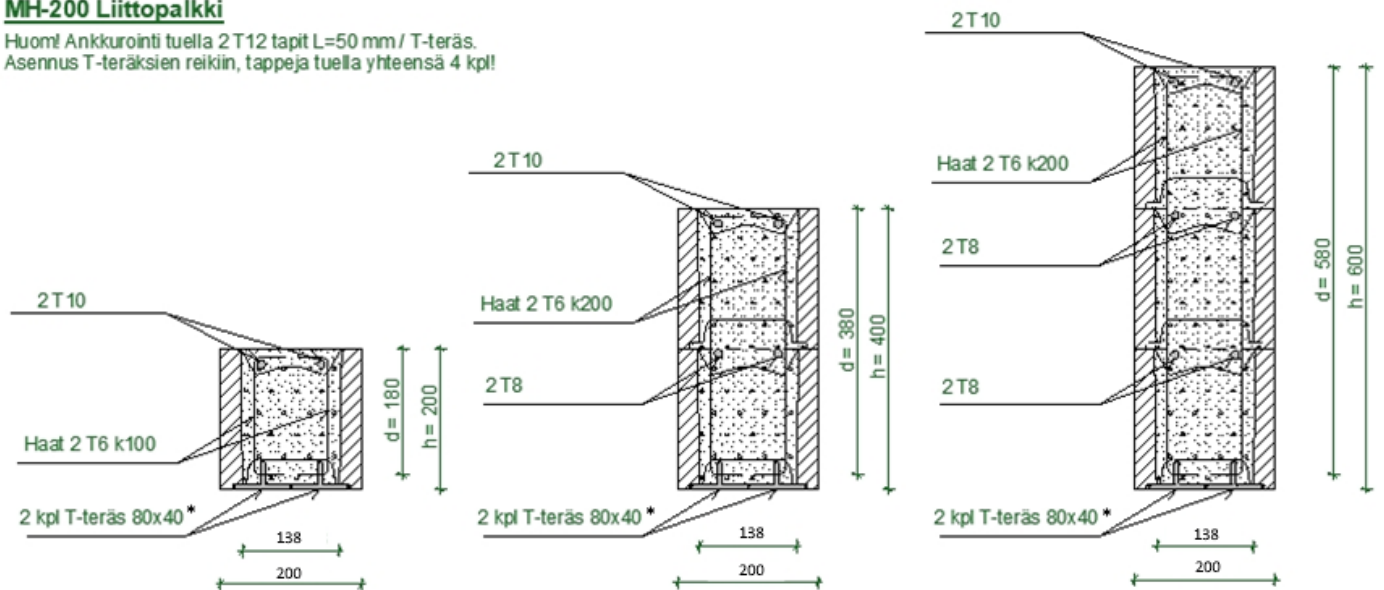
MH-150 Liittopalkki

Huom! Ankkurointi tuella 2 T12 tapit L=50 mm T-teräksen reikiin!



MH-200 Liittopalkki

Huom! Ankkurointi tuella 2 T12 tapit L=50 mm / T-teräs. Asennus T-teräksien reikiin, tappeja tuella yhteensä 4 kpl!



*Lopen tehtaalla valmistetussa MH-200 harkossa käytetään palkin alapinnassa 2 kpl T-teräsprofiilia 60x60 ja haat asennetaan k150 jaolla.

Kuva 4. Liittopalkki muottiharkoilla MH-150 ja MH-200.

Huom. Lopen tehtaalla valmistetuissa MH-200 harkoissa käytetään T-teräsprofiilia 60x60 ja haat k150.

Liittopalkin MH-150 kuormituskapasiteetit tasaiselle kuormalle			
Harkkoja	I	II	III
Raudoitukset	Kts. Kuva 4	Kts. Kuva 4	Kts. Kuva 4
Aukon leveys (mm)	qu kN/m		
600	103	131	131
800	57	131	131
1000	40	100	107
1200	30	82	89
1400	22	57	76
1600	16	44	66
1800	13	35	55
2000	10	29	42
2200	8	25	34
2400	7	22	28
2600	6	19	24
2800	5	17	21
3000	4	15	18
3200		14	16
3400		13	14
3600		12	13
3800		11	12
4000		10	11

Taulukko 14. MH-150 liittopalkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään yhdestä (I), kahdesta (II) tai kolmesta (III) harkkokerroksesta kuvan 4 mukaisesti. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = h - 20 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Harjateräkset tuodaan tuelle väh. 800 mm ja T-teräs vähintään 200 mm. T-terästen ankkurointi tuella 2 T12 tapit, L=50 mm.

Liittopalkin MH-200 kuormituskapasiteetit tasaiselle kuormalle			
Harkkoja	I	II	III
Aukon leveys (mm)	qu kN/m		
600	159	250	250
800	93	239	250
1000	65	191	200
1200	44	144	166
1400	32	105	141
1600	24	80	123
1800	19	63	103
2000	15	50	79
2200	12	41	64
2400	10	34	53
2600	8	28	46
2800	7	24	40
3000	6	20	35
3200		17	31
3400		15	28
3600		13	26
3800		11	23
4000		10	21

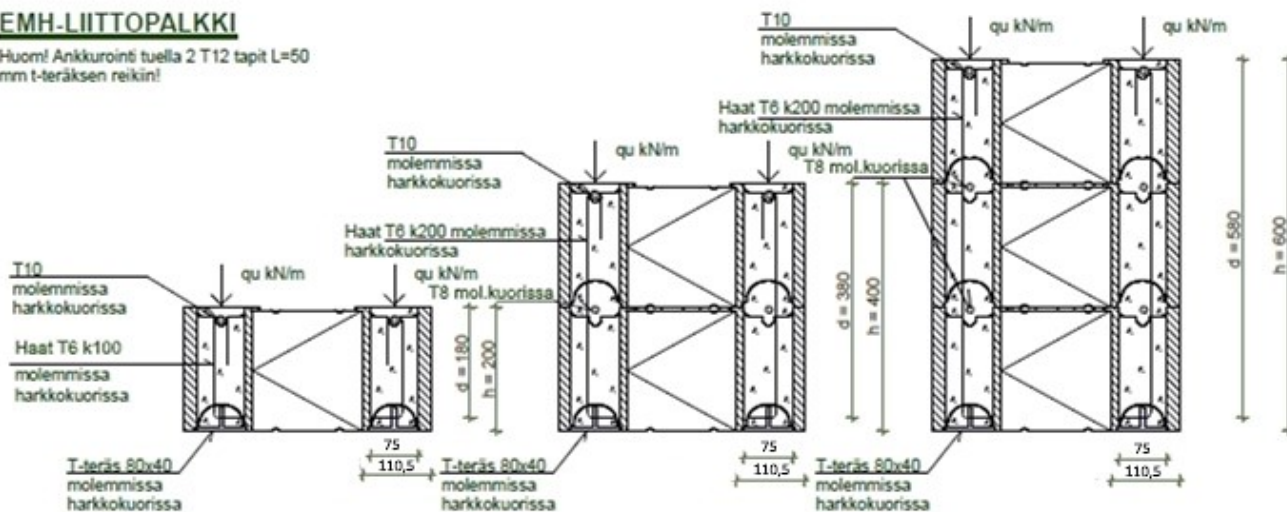
Taulukko 15. MH-200 liittopalkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään yhdestä (I), kahdesta (II) tai kolmesta (III) harkkokerroksesta kuvan 4 mukaisesti. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = h - 20 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Harjateräkset tuodaan tuelle väh. 800 mm ja T-teräs vähintään 200 mm. T-terästen ankkurointi tuella 2 T12 tapit, L=50 mm / T-teräs.

Liittopalkki EMH-PRO harkkoilla

Liittopalkissa käytetään kuormitettavan palkkiosan alapinnan teräksenä sinkittyä T-teräsprofiilia (T-80x40). T-teräksessä on halk. 16 mm rei'itys k100 hakojen asentamista varten. T-teräs asennetaan väh. 150 mm tuen päälle (Huom. yli kaksi metriä leveissä aukoissa väh. 200 mm). Tuella ankkurointiteräksinä käytetään harjaterästappeja 2 T12, L=50 mm. Alapuolisen seinän kestävyys ja palkin tukien puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti.

EMH-LIITTOPALKKI

Huom! Ankkurointi tuella 2 T12 tapit L=50 mm t-teräksen reikiin!



Kuva 5. Liittopalkki EMH-PRO (EMH-350PRO, EMH-400PRO) harkkoilla.

Liittopalkin EMH-PRO kuormituskapasiteetit tasaiselle kuormalle

Harkkoja	I	II	III
Raudoitukset	Kts. Kuva 5	Kts. Kuva 5	Kts. Kuva 5
Aukon leveys (mm)	q_u kN/m		
600	98,5	98,5	98,5
800	55,0	74,0	74,0
1000	38,0	59,0	59,0
1200	29,0	49,0	49,0
1400	23,5	42,0	42,0
1600	17,5	37,0	37,0
1800	14,0	32,5	32,5
2000	11,0	29,5	29,5
2200	9,0	26,5	26,5
2400	7,5	24,5	24,5
2600	6,0	22,5	22,5
2800	5,0	21,0	21,0
3000	4,5	19,5	19,5
3200		17,0	17,0
3400		16,0	16,0
3600		14,0	15,0
3800		13,0	15,0
4000		11,0	14,0
4200		10,0	13,0
4400		9,0	12,0
4600		8,0	12,0
4800		7,0	11,0
5000		7,0	11,0

Taulukko 16. EMH-PRO liittopalkin tasaisen laskentakuorman kapasiteetit, kun palkki tehdään yhdestä (I), kahdesta (II) tai kolmesta (III) harkkokerroksesta. Palkin arvot ovat yhdelle harkkopuoliskolle. Laskelmissa käytetty tehollinen korkeus $d = h - 20 \text{ mm} \leq L/3$. Alapuolisen seinän kestävyys ja tuen paikallinen puristuskestävyys tulee tarkistaa **aina** tapauskohtaisesti. Harjateräkset tuodaan tuelle väh. 800 mm ja T-teräs vähintään 150 mm (Huom. yli kaksi metriä leveissä aukoissa väh. 200 mm). T-terästen ankkurointi tuella 2 T12 tapit, L=50 mm.

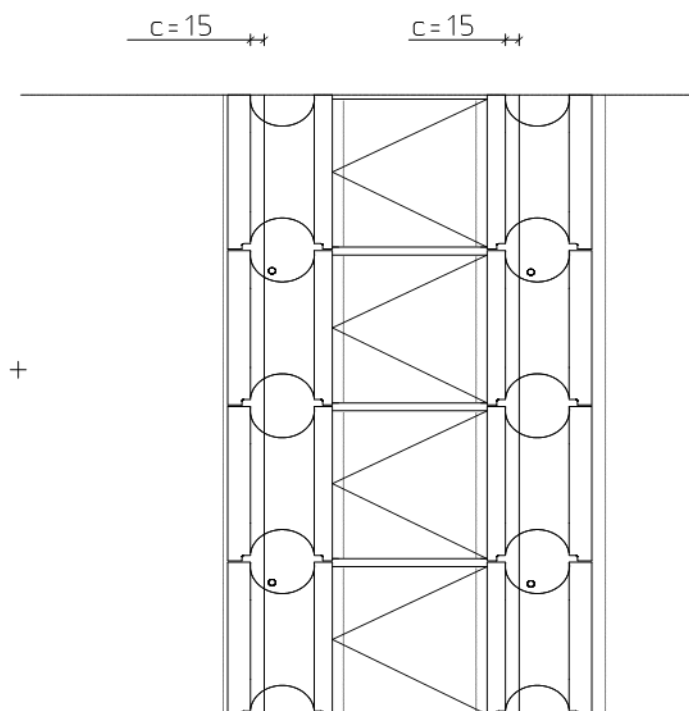
3.5 EMH-PRO harkkoseinän mitoitus maanpaineelle

Maanpaineeseinät mitoitetaan pystyraudoitettuna seinänä. Pystyraudoituksen lisäksi käytetään vaakaraudoituksena ulkoseinien minimirauhoitusta T8 k400 molemmissa harkkokuorissa. Laskentakapasiteeteissa on oletettu maanpaineen jakautuvan eristeen välityksellä tasaisesti molemmille harkkokuorille. Maanpaineen aiheuttama kuormitus seinän alareunassa lasketaan RakMk:n B9 -betoniharkkorakenteet mukaan.

$P = p_1 + p_2$, jossa

$p_1 = 6,5 H$ H = täyttökorkeus

$p_2 = 0,5 q$ q = pintakuorma



Kuva 6. Pystyraudoituksen sijoitus maanpaineeseinässä

Pystyraudoitus	T8 k400	T8 k200	T10 k200
As mm ² /m	126	252	393
Mu kNm/m	4,2	8,2	12,4
Seinän korkeus L (m)	Suurin sallittu täyttökorkeus (m)		
2,2	1,9	2,2	2,2
2,6	1,8	2,5	2,6
3,0	1,7	2,2	2,6

Taulukko 17. EMH-PRO (EMH-350PRO, EMH-400PRO) harkkoilla tehtävän maanpaineeseinän suurin sallittu täyttökorkeus erilaisilla pystyraudoituksilla.

3.6 Palonkesto

Lakka harkot ovat palamattomia A1-luokan kiviainespohjaisia rakennustarvikkeita. Ladottavista Lakka harkoista tehtävien seinien palonkestoajat on annettu alla olevassa taulukossa. Taulukon arvot perustuvat standardin SFS-EN 1996-1-2 taulukkomitoitukseen palotilanteessa ja ovat voimassa kun seinät on pinnoitettu ja korkeuden suhde seinän leveyteen on pienempi kuin 40.

Lakka harkkojen palonkestoajat, molemmin puolin pinnoitetut seinät						
Harkko	Aukkoryhmä	Kuivatiheys				
		kg/m ³	EI	REI	EI-M	REI-M
MH-150	-	>2200	180	90	60*	60*
MH-200	-	>2200	240	180	90*	90*
MH-250	-	>2200	240	240	120*	120*
MH-300	-	>2200	240	240	120*	120*
EMH-PRO (350, 400)	-	>2200	120	60	-	-

Taulukko 18. Ladottavien Lakka harkkoseinien palonkestoajat. *Paloaltistus molemmilta puolilta. Molemmin puolin pinnoitettu, raudoitettu ja betonilla valettuna seinä. Raudoituksen keskiöetäisyys valuosassa vähintään 25 mm, MH-250 ja MH-300 harkolla väh. 35 mm. Seinän vähimmäispaksuudessa huomioitu myös harkon kuoret. Hyväksikäyttöaste = 0,7.

3.7 Ääneneristävyys

Yksinkertaisen harkkoseinän ääneneristävyys on yleensä sitä parempi, mitä tiheämmällä betonimassalla harkko valmistetaan. Rakenteiden ääneneristävyyteen vaikuttavat mm. tila, rakenteiden liittymät, läpiviennit, toteutus sekä rakenteissa käytettävät siteet. Nämä ääneneristävyyteen vaikuttavat seikat tulee huomioida suunnittelussa tapauskohtaisesti.

Taulukossa 19 on pinnoitettujen Lakka harkkorakenteiden ääneneristävyysarvot. Taulukon arvot ovat ehjän harkkoseinän ääneneristävyysarvoja ilman läpi meneviä siteitä kun ladonta ja betonivalut on tehty harkkotyyppin työohjeiden mukaisesti.

Väliseinät			
Rakenne*	R _w	R _w +C	R _w +C _{tr}
MH-150 valettuna	56	54	49
MH-200 valettuna	61	60	55
MH-150 valettuna+min.villa 50 mm+MH-150 valettuna	87	80	73
Ulkoseinät			
Rakenne**	R _w	R _w +C	R _w +C _{tr}
EMH-400 valettuna (EMH-350PRO, EMH-400PRO)	52	50	46
MH-150 valettuna+EPS platina 250 mm+rappaus 10 mm	51	45	39
*seinissä tasoite molemmin puolin 5 mm			
**sisäpuolella tasoite 5 mm, ulkopuolella rappaus 10 mm			

Taulukko 19. Ladottavien Lakka harkkoseinien ääneneristävyysarvoja.

4. Raudoitus

Muottiharkkoseiniin asennetaan aina vähintään kutistuman vaatima vaakaraudoitus. Seinien pystyraudoitus ja mahdolliset työsaumaraudoitteet määritellään rakennesuunnitelmissa. Ohjeelliset seinän minimiraudoitukset on esitetty taulukossa 20. Muottiharkkorakenteiden raudoituksen määrittelee aina tapauskohtaisesti kohteen rakennesuunnittelija.

Harkko	Mimimiraudoitus (A500HW)	
	Vaakaan (kutistumaraudoitus)	Pystyyn* (vaakakuormitetut seinät)
MH-150	2 T8 k400	T8 k300
MH-200	2 T8 k400	T8 k200
MH-250	2 T8 k400	T8 k200
MH-300	2 T8 k200	T10 k200
PMH-250 pilari	-	T10
EMH-350PRO, EMH-400PRO	T8k400**	T8 k400**
*Kaikissa aukkopielissä ja pilareissa aina vähintään 1 T10 pystyyn		
** Molemmissa harkkokuorissa		

Taulukko 20. Ohjeellinen taulukko muottiharkkojen raudoituksesta.

5. Lisätietoja

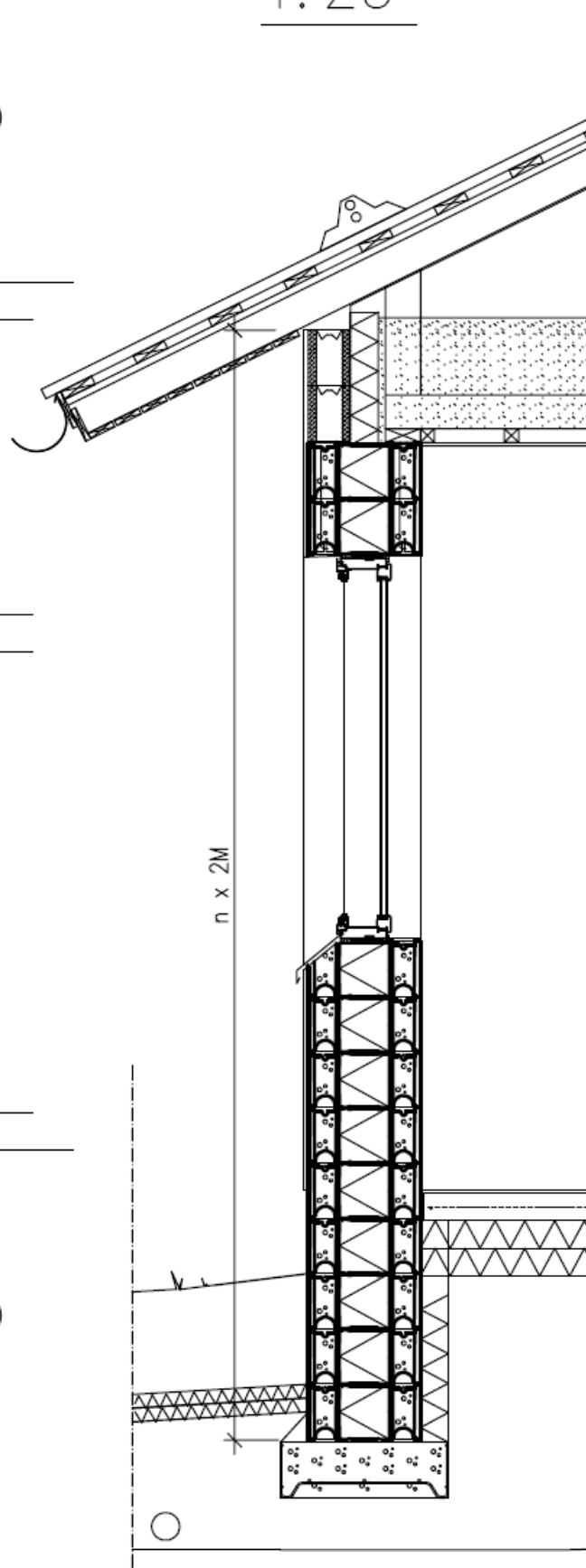
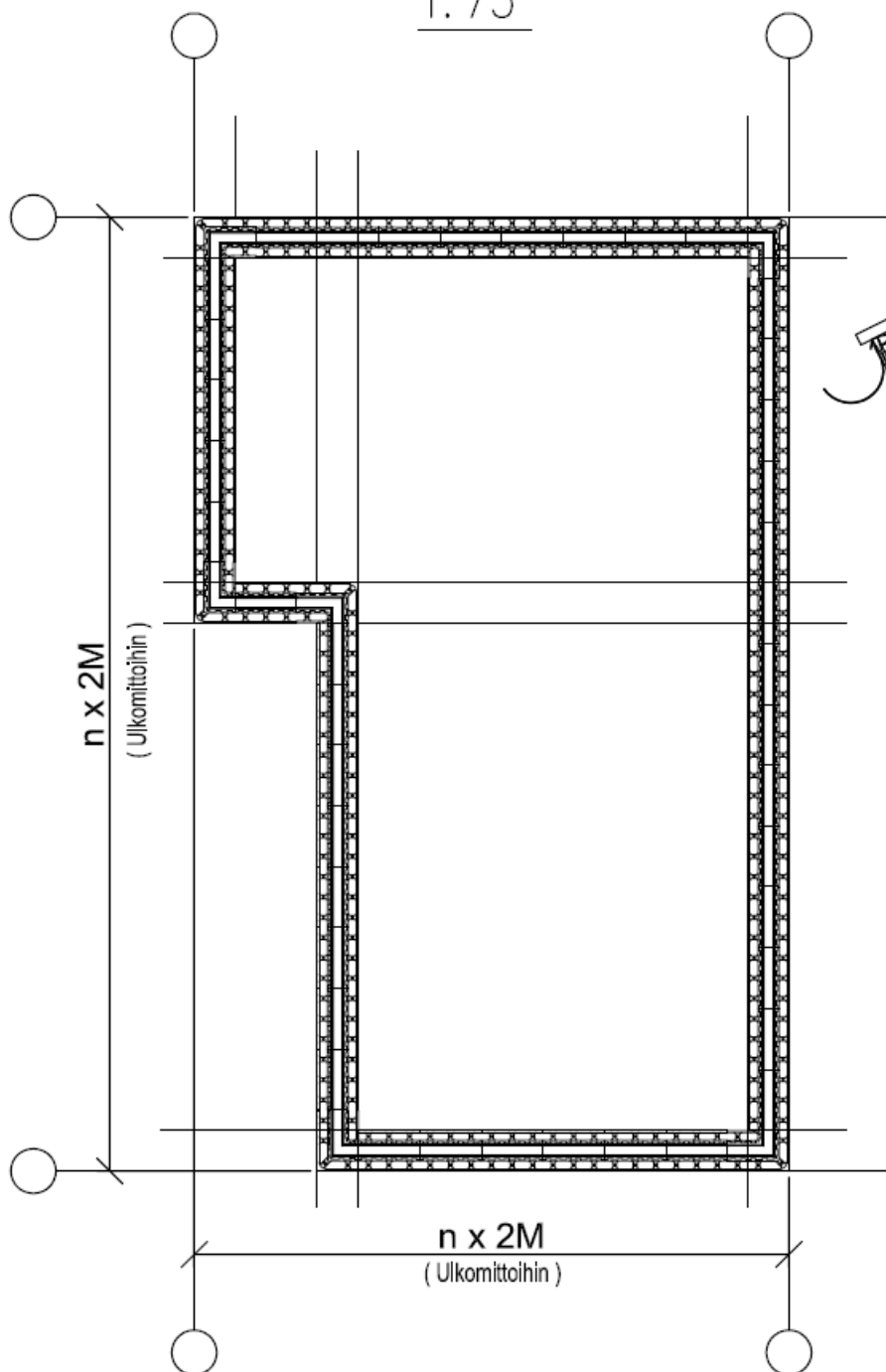
Lakka rakennekirjasto ja suunnitteluohjeet sekä lisätietoja harkkorakentamisesta löydät osoitteesta www.lakka.fi/ohjeet.

Harkkorakenteiden suunnittelusta ja rakentamisesta Lakan tuotteilla saa lisätietoja myös p. 0207 481 306.

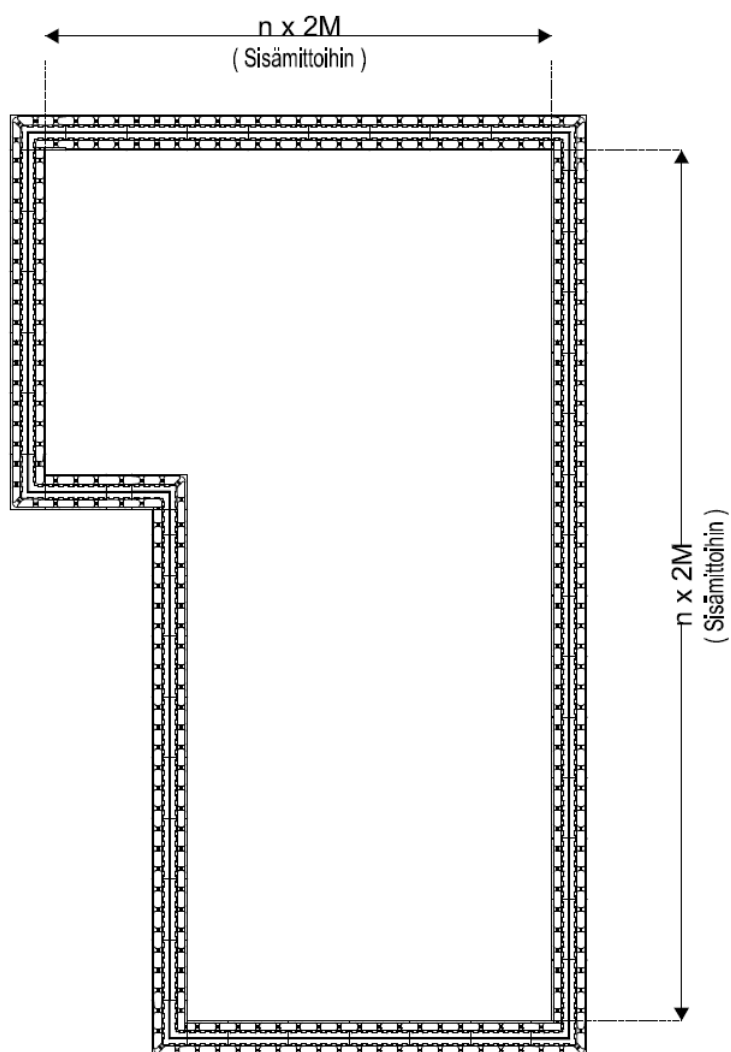


1:25

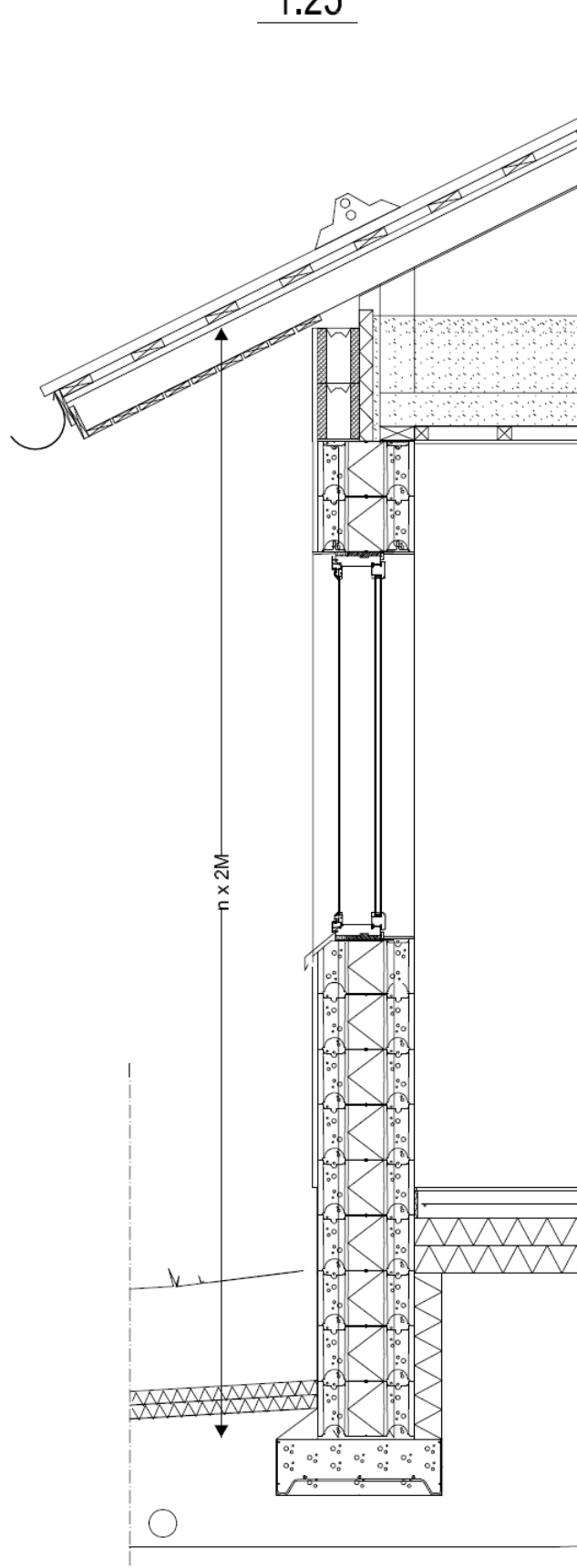
1:75



1:75



1:25



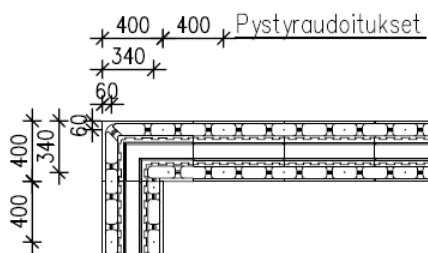


Muottiharkot, Ladonta

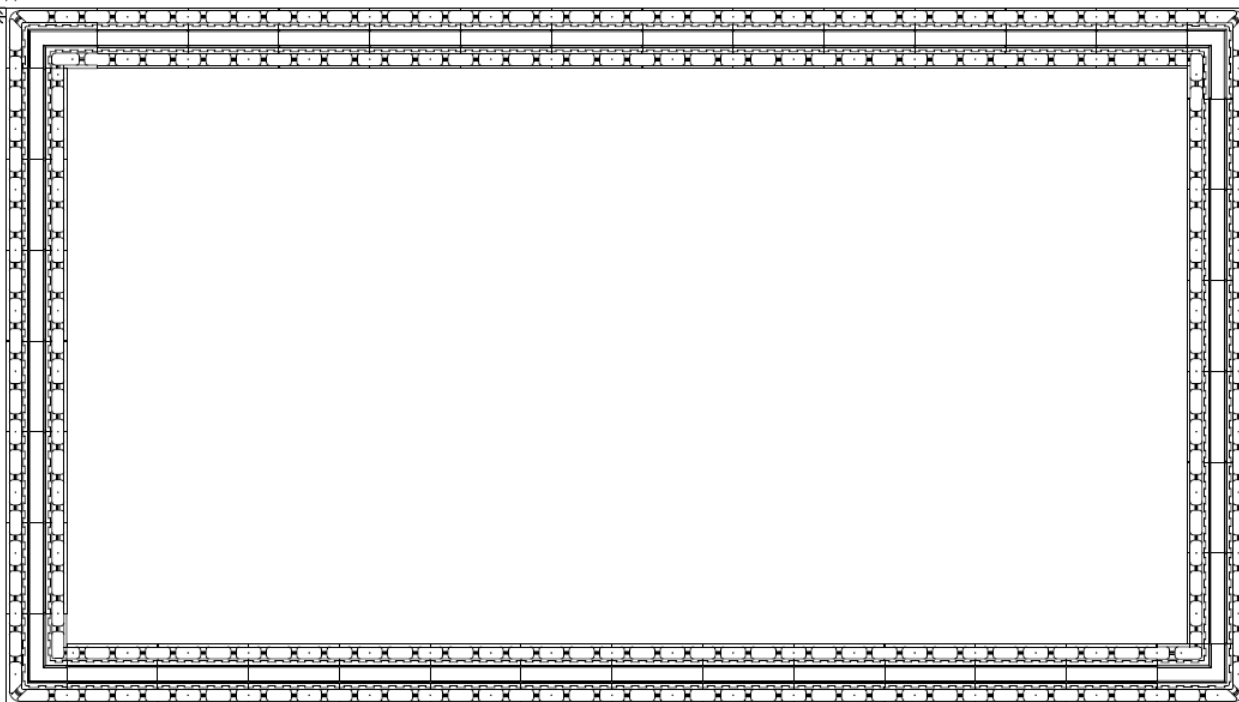
RAK, 1:50

LAKKA EMH-400PRO

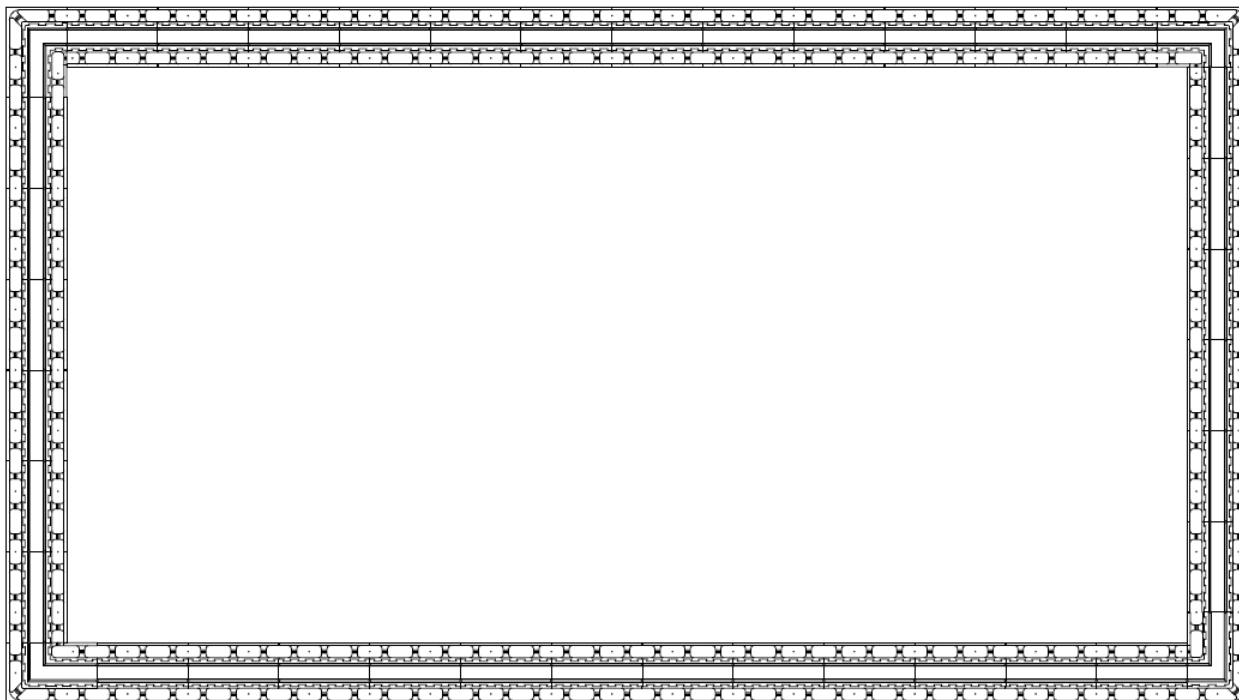
11.10.2016



EMH-400PRO ERISTEMUOTTIHARKKOJEN LADONTA 1.KERROS



EMH-400PRO ERISTEMUOTTIHARKKOJEN LADONTA 2.KERROS





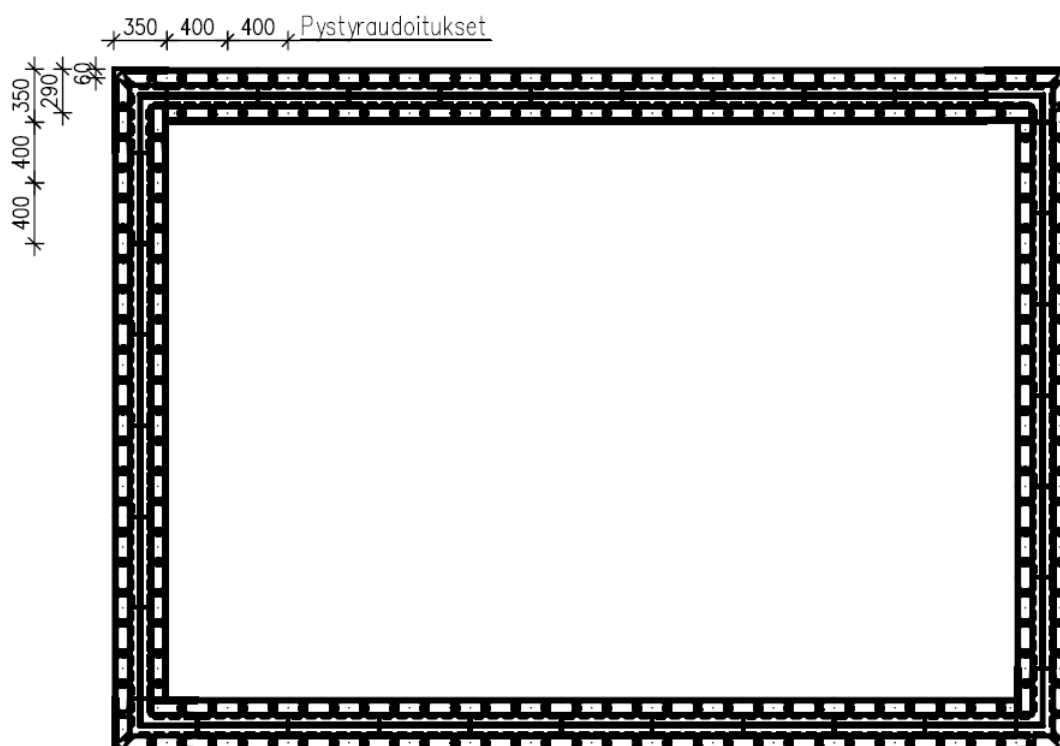
Muottiharkot, Ladonta

RAK, 1:50

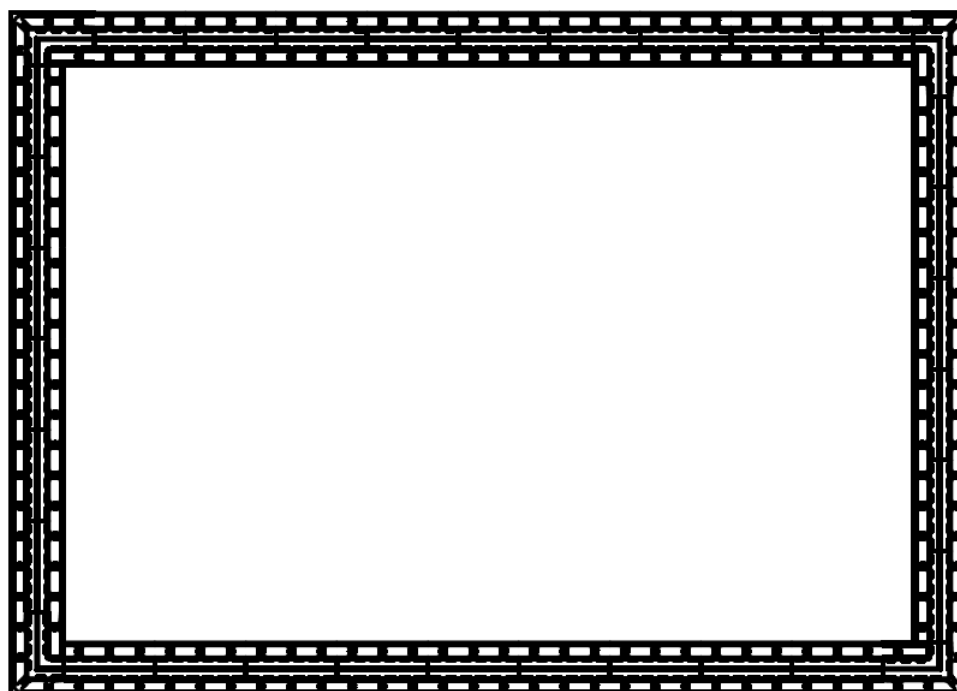
LAKKA EMH-350PRO

11.10.2016

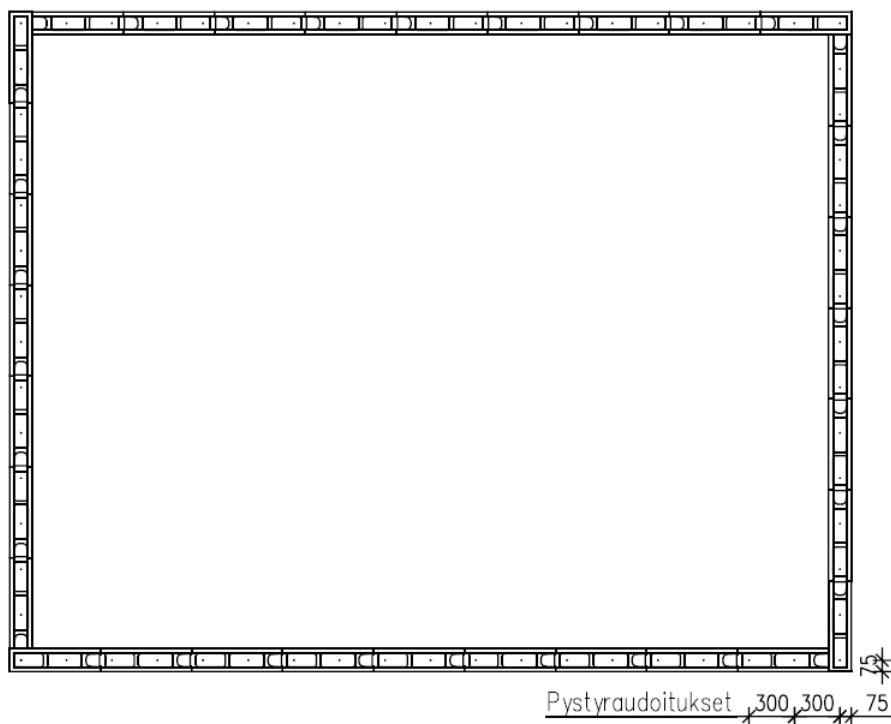
EMH-350PRO ERISTEMUOTTIHARKKOJEN LADONTA 1.KERROS



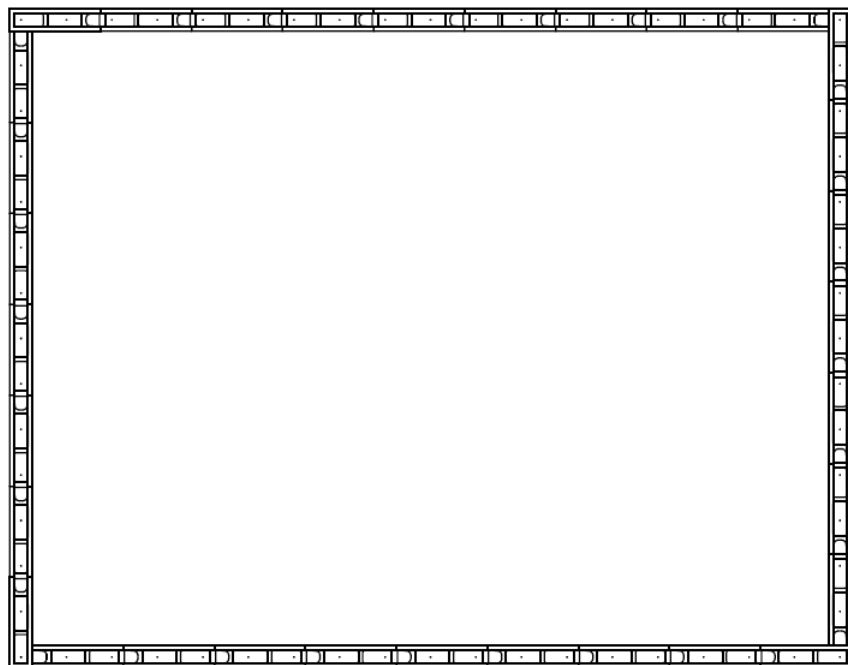
EMH-350PRO ERISTEMUOTTIHARKKOJEN LADONTA 2.KERROS



MH-150 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 1.KERROS



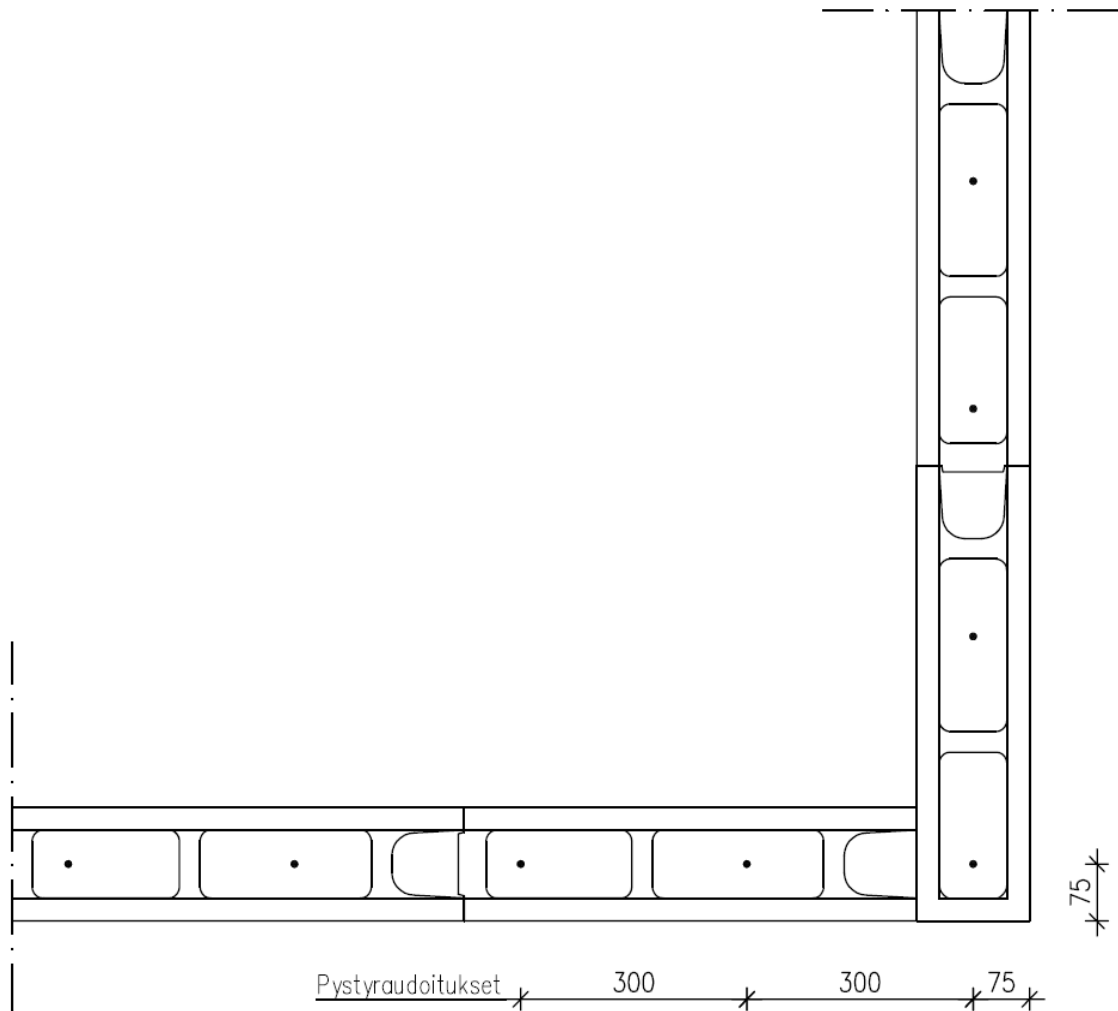
MH-150 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 2.KERROS



PYSTYTERÄKSIEN JAKO k/k 300 tai 600

RAUDOITUKSET MÄÄRITTELEE RAKENNESUUNNITTELIJA TAPAUKOKHTAISESTI

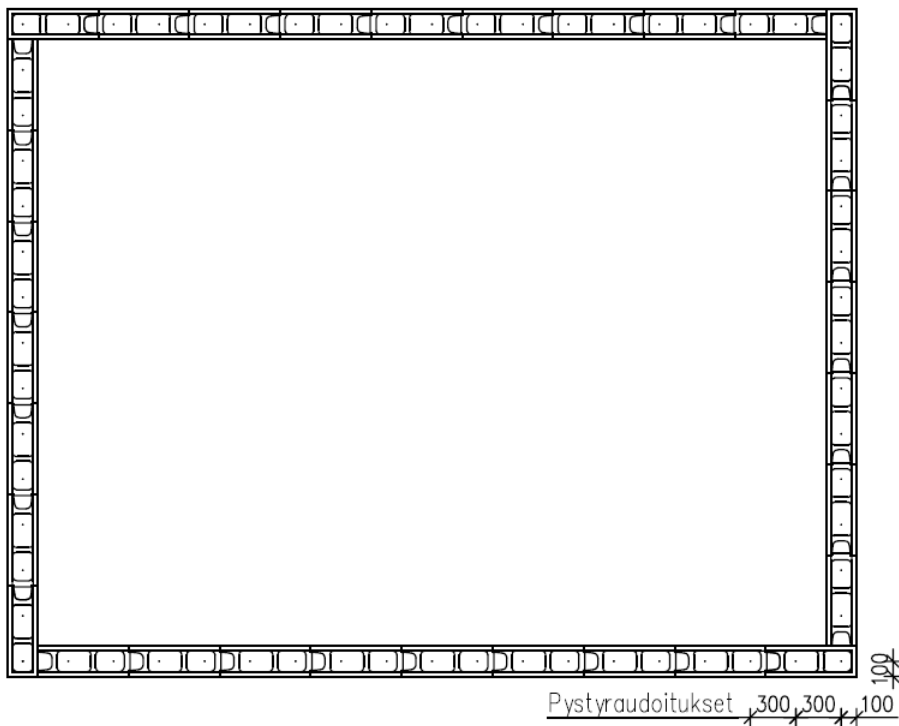
PYSTYTERÄKSIEN SIJAINTI MH-150



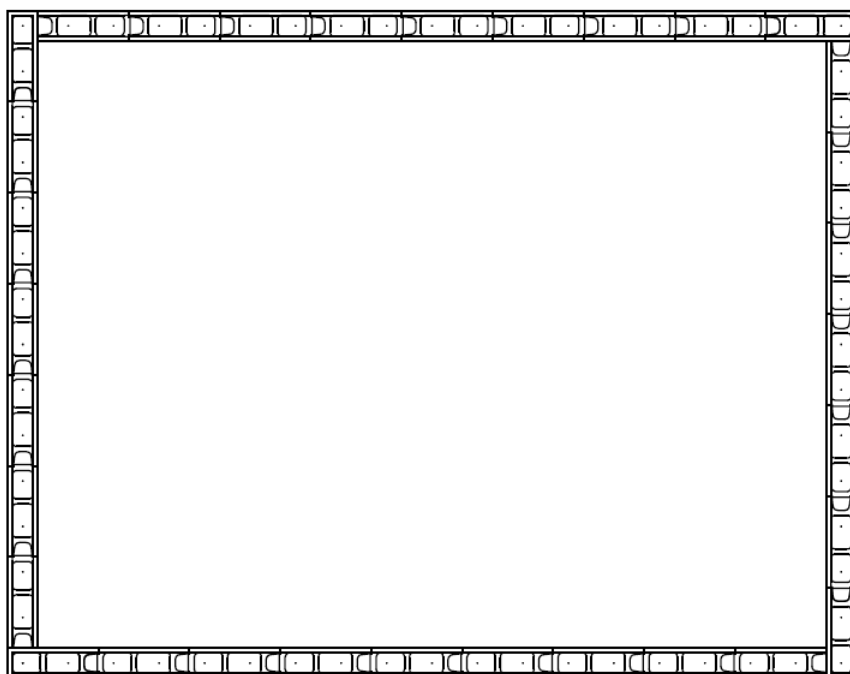
PYSTYTERÄKSIEN JAKO k/k 300 tai 600

RAUDOITUKSET MÄÄRITTELEE RAKENNESUUNNITTELIJA TAPAUKOKOHTAISESTI

MH-200 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 1.KERROS



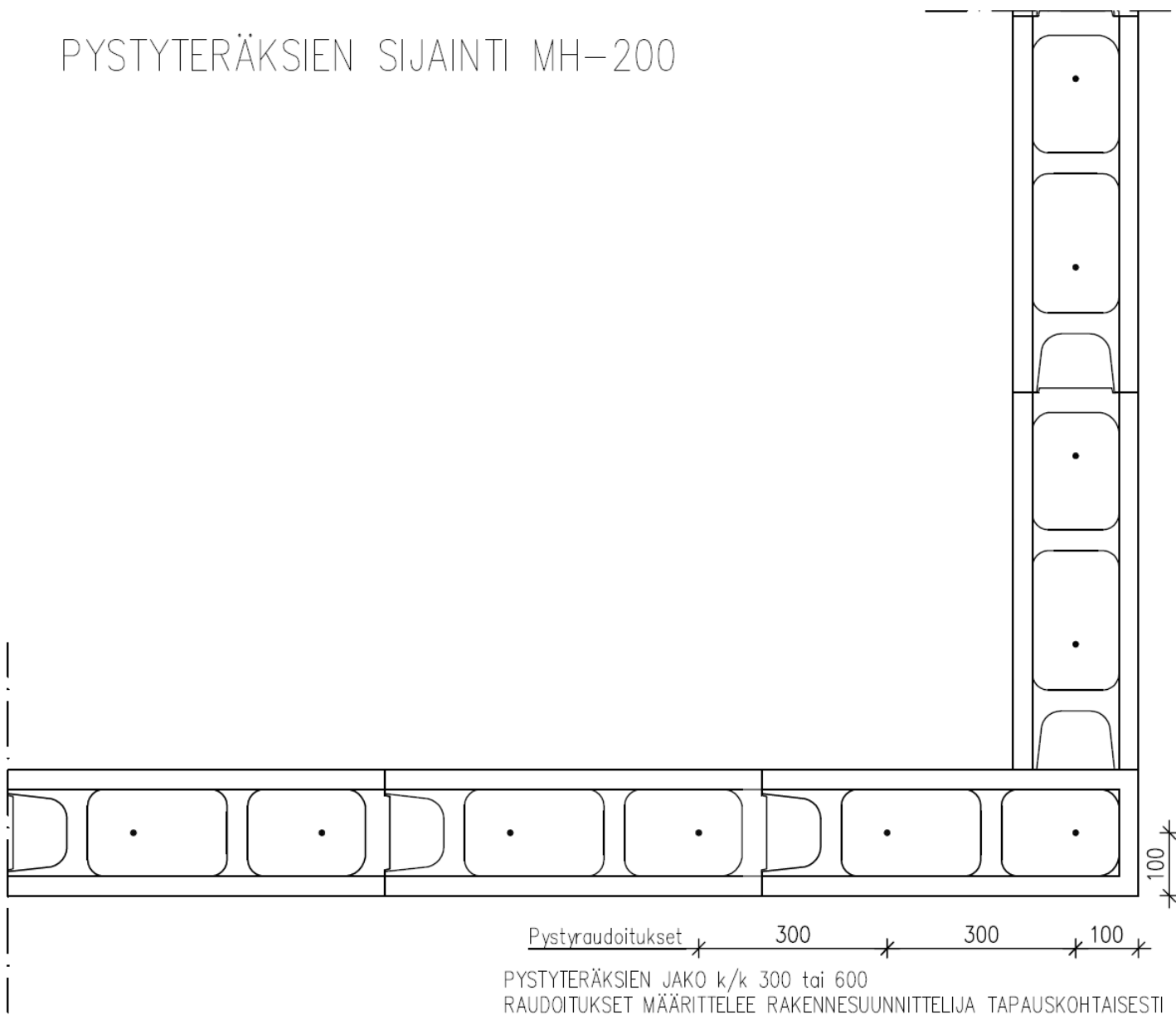
MH-200 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 2.KERROS



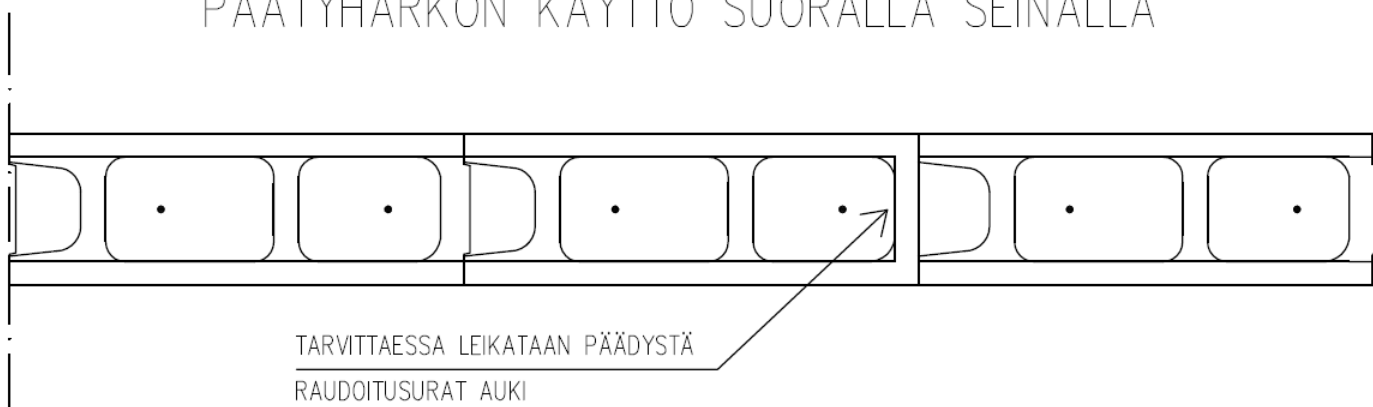
PYSTYTERÄKSIEN JAKO k/k 300 tai 600

RAUDOITUKSET MÄÄRITTELEE RAKENNESUUNNITTELIJA TAPAUSKOHTAISESTI

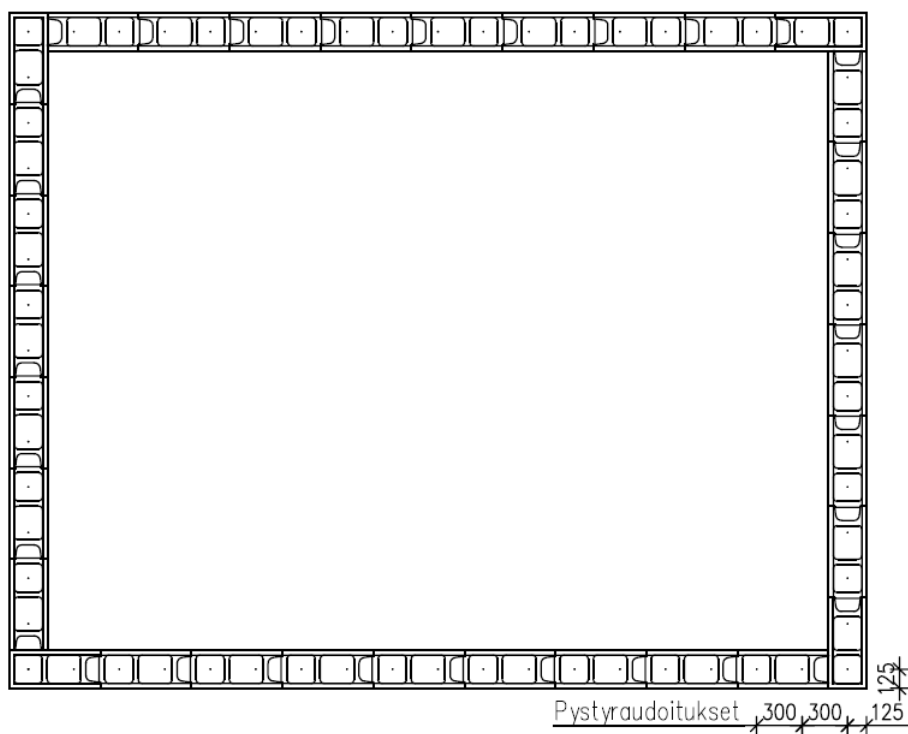
PYSTYTERÄKSIEN SIJAINTI MH-200



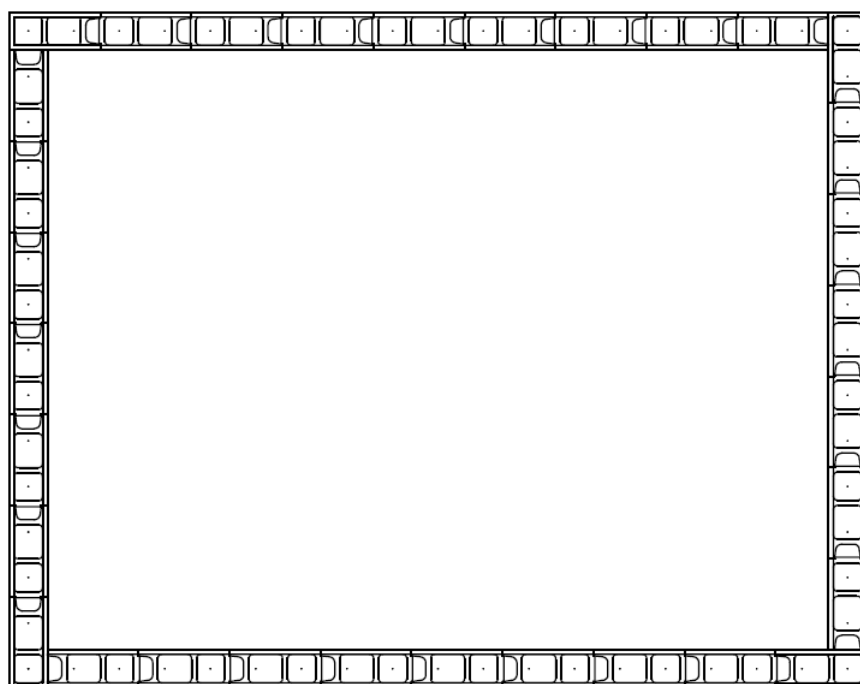
PÄÄTYHARKON KÄYTTÖ SUORALLA SEINÄLLÄ



MH-250 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 1.KERROS



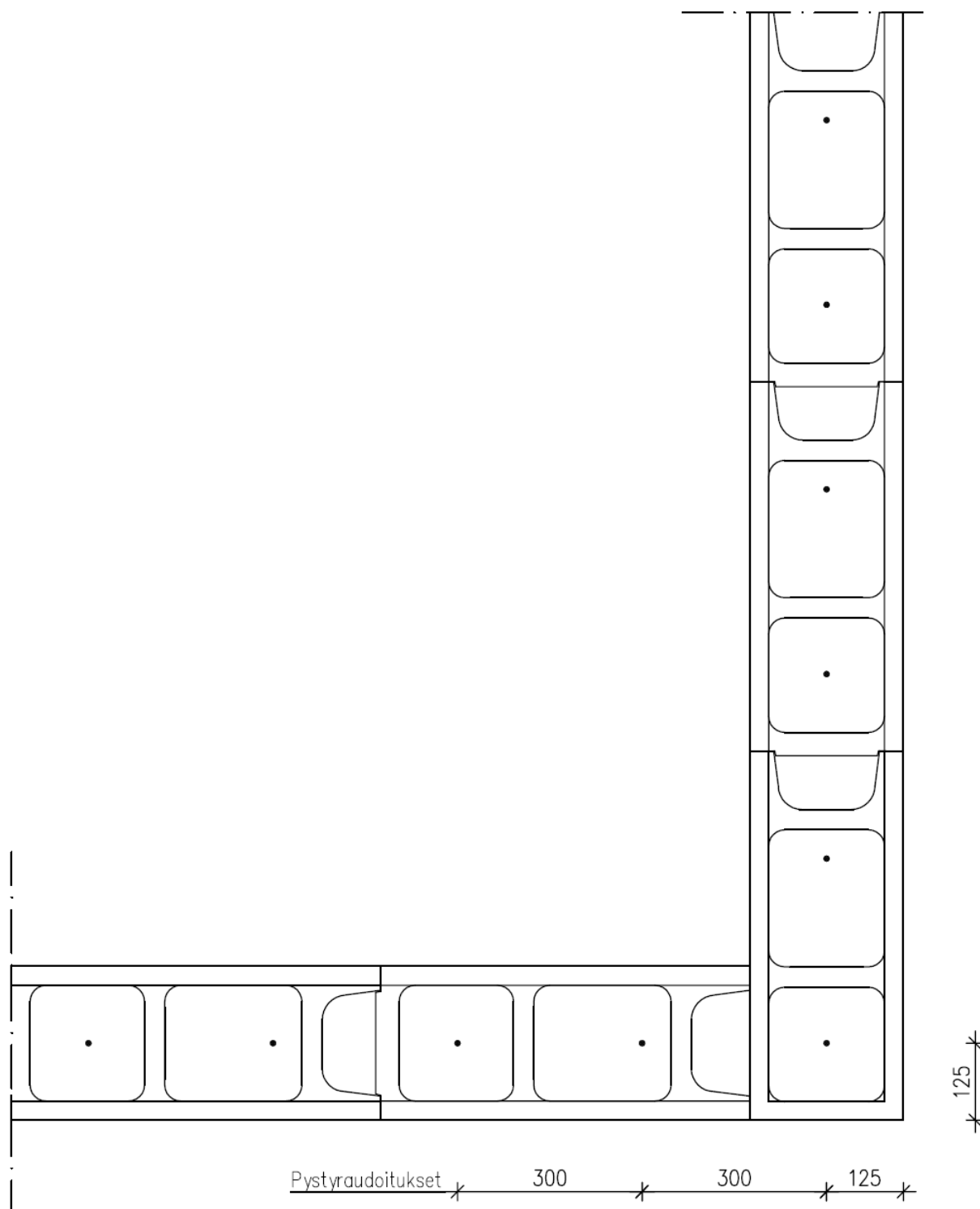
MH-250 MUOTTIHARKKOJEN LADONTA 2.KERROS



PYSTYTERÄKSIEN JAKO k/k 300 tai 600

RAUDOITUKSET MÄÄRITTELEE RAKENNESUUNNITTELIJA TAPAUKOKHTAISESTI

PYSTYTERÄKSIEN SIJAINTI MH-250



PYSTYTERÄKSIEN JAKO k/k 300 tai 600
RAUDOITUKSET MÄÄRITTELEE RAKENNESUUNNITTELIJA TAPAUSKOHTAISESTI