

Projekteringshåndbog
Silka Vægssystem



silka

Indhold

	Side		Side
Indhold	3	Glidning, tabeller 115 mm væg	39
Silka Vægssystem		Glidning, tabeller 150 mm væg	41
Silka Vægssystem	4	Glidning, tabeller 175 mm væg	43
Silka bæredygtighed	5	Glidning, tabeller 200 mm væg	45
Xellas naturlige kredsløb	6	Glidning, tabeller 240 mm væg	47
Sortiment		Glidning, tabeller 300 mm væg	49
Silka Blokke	7	Elinstallationer	51
Silka E-sten	9	Varmeisolering	
Silka Højdetilpasningssten	10	Grundlag	52
Silka Beton, Overliggere	11	Kuldebroer	55
Silka KS Overligger	13	Termisk indeklima	60
Silka Lim, og mørtel	14	Energikrav til byggeri	62
Silka Beslag	14	Mindste varmeisolering	62
Værktøj	15	U-værdier	64
Silka tekniske data	16	Fugtsikring	
CE certifikat	18	Grundbegreber vedr. fugt i bygninger	65
Statik		Fugtpåvirkning	67
Grundlag	19	Indvendig efterisolering	68
Søjler	21	Brand	
Punktlaster	22	Brandforhold	69
Planlægning af vægkonstruktioners understøtning ..	23	Silka bygningsdele iht. EC-6	70
Vandret lastfordeling på hule mure	24	Lyd	
Søjlelængde	25	Lydforhold	71
Rubusthed/Slankhedshold	25	Lyddæmpning, vejledende værdier	75
Glidning, vinkelbeslag	26	Detaljer	
Stabilitet generelt	27	Detaljeoversigt	76
Projektering af lodrette og vandrette laster	28	Konstruktionsdetaljer, Silka/Ytong Multipor	77
Dimensionering af vægfelt mod væltning	35	Konstruktionsdetaljer, Silka med skalmur	85
Bæreevne af vægfelt til skema	36	Udførelse	
Eftervisning af glidning	37	Generelt	93
Glidning: Beregningseksempel	38	Montagevejledning	94

Silka Vægssystem

Silka Vægssystem

Silka Vægssystem er med den høje densitet og trykstyrke velegnede til byggeri, hvor der stilles store krav til styrke, stabilitet, lyd-dæmpning og brandsikkerhed.

Silka Vægssystem er uorganisk, ubrændbart og modstandsdygtigt overfor råd og svamp. Produkterne har høj trykstyrke og densitet og er derfor særligt velegnede, hvor der kræves stor styrke og stabilitet. De lyd-dæpende egenskaber er særdeles gode.

Silka Vægssystem anvendes til bærende og ikke bærende bagmur og skillevægge, stabiliserende vægge i forbindelse med ydermure af Ytong m.v. Silka Vægssystem kombinerer styrken og stabiliteten fra betonelementer med fleksibiliteten fra blokmurværk.

- 100 % uorganisk materiale
- Indeklimamærket
- Stor styrke og stabilitet
- Ingen afdampning af skadelige stoffer
- Ingen sundhedsrisici ved bearbejdning eller brug
- 100 % genanvendelighed
- Enkel projektering
- Fleksibel projektering og udførelse
- Formfaste produkter med minimale tolerancer

Rationelt byggeri

Silka produkterne – Plader, Blokke, Overligger og Tilpasningselementer er alle baseret på samme modulmål. Væg-højder tilpasses nemt med Silka Højdetilpasningssten. Det sikrer fleksibilitet i både projektering og udførelse.

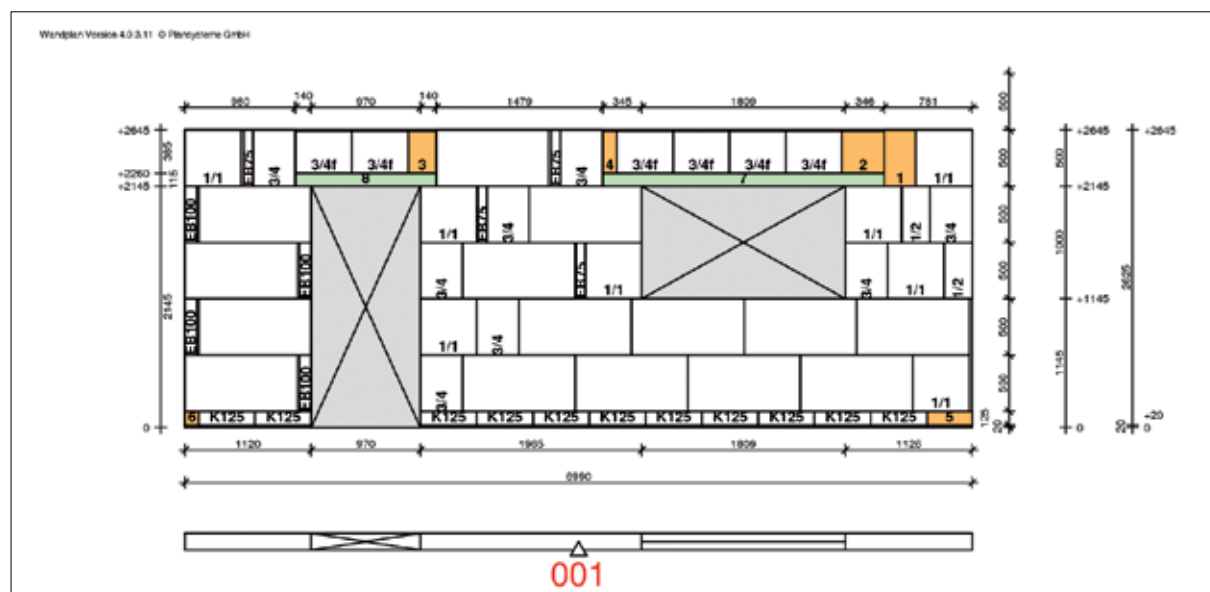
Flotte overflader

Silka Vægssystem fremstilles med meget små tolerancer. De glatte overflader med minimale niveauforskelle i samlingerne er nemme at færdiggøre med spartling, tapetsering og maling eller beklædning med keramiske fliser, glasmaosaik m.v.

Procesbeskrivelse

Ud fra det modtagne projektmateriale, udarbejder vi en plantegning af alle væggene. For hver enkelt væg laves der en opstalt, hvor alle Silka blokke, åbninger og overligger er optegnet. Dette sikrer en optimal og hurtig montage, med så lidt skærearbejde som muligt.

Når alle vægge er optegnet, sendes tegningerne til bygherren for skriftlig godkendelse, hvorefter vi sætter bestillingen igang iht. til den ønskede leveringsplan. Alle leveringer sendes i hele lastbilræk, direkte fra vores værker i Tyskland, og aflæsses med klemtang på byggepladsen.



Silka bæredygtighed

For Xella er bæredygtighed en integreret del af virksomhedens produktudvikling og produktion, ikke bare som begreb, men som et praktisk værktøj for udviklere og ledelse. Silka Vægssystem produceres i overensstemmelse med bæredygtighedstankegangen, som indebærer, at miljøet skånes i alle faser fra råstofudvinding, produktion, anvendelse, nedbrydning og genanvendelse.

Bæredygtighed

Xellas definition på bæredygtighed er, at alle materialer skal indgå i et vugge-til-vugge kredsløb, hvor materialerne efter brug kan vende tilbage til jorden eller genanvendes i nye produkter eller processer. Affald fra produktion og udførelse betragtes som råmaterialer.

Råstoffer

Råmaterialerne til fremstilling af Silka Vægssystem er sand, kalk og vand. Udvindingen sker i åbne brud, der reetableres som naturområder efter endt brydning. Udvindingen sker lokalt eller så nær fabrikken, som muligt.

Silka Vægssystem indeholder ikke cement, og produktionen bidrager derfor med væsentlig mindre CO₂ udledning end produktion af cementholdige byggevarer.

Xella har som den første virksomhed i verden udviklet en forbrændingsmetode, hvor kalkslam, der er et restprodukt fra kalkproduktionen, indgår i et kredsløb som energikilde. Denne energiproduktion dækker mere end Xellas eget forbrug, og overproduktionen af miljøvenlig energi sælges på det frie energimarked.

Fremstilling af Silka Vægssystem

Fintformalet sand og kalk blandes med vand, hvorefter produkterne formes under stort pres. Efterfølgende hærdes produkterne i autoklave – dvs. under damptryk, hvortil kræves energi. Der er dog tale om relativt lave temperaturer, omkring 200°C, og CO₂ udledningen er derfor væsentlig begrænset i forhold til produktion af tegl eller beton. Vandet, der bruges i hærdeprocessen, genbruges flere gange med op til 85-88 %. Energi, der ikke længere kan indgå i produktionsprocessen, bruges til opvarmning.

Bearbejdning og montage

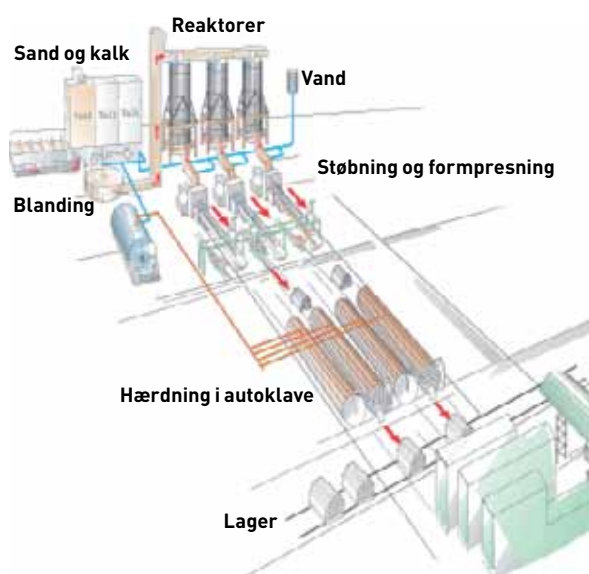
Silka Vægssystem kræver minimal tilpasning på byggepladsen. Den ubetydelige mængde tilpasningsaffald kan håndteres som almindeligt, ufarligt byggeaffald.

Til montage anvendes tyndfugemørtel i et tyndt (2 mm) lag i både ligge- og studsfuge. Mørtlen er fremstillet på basis af mineralsk cement uden tilsætning af organiske opløsningsmidler eller blødgørere, og der er derfor ingen afdampning af skadelige stoffer.

Silka Vægssystem leveres fortrinsvis fra lastbil med kran hvorfra de stables på strøer eller paller på fast underlag. Nogle Silka produkter leveres på EU paller eller Xella genbrugspaller, der kan returneres og genanvendes.

Brug

Silka Vægssystem afgiver ingen skadelige dampe eller partikler – heller ikke i tilfælde af brand. Det samme gælder Silka tyndfugemørtel. Silka Vægssystem er indeklimatestet.



Skematisk afbildning af fremstillingsprocessen for Silka Vægssystem

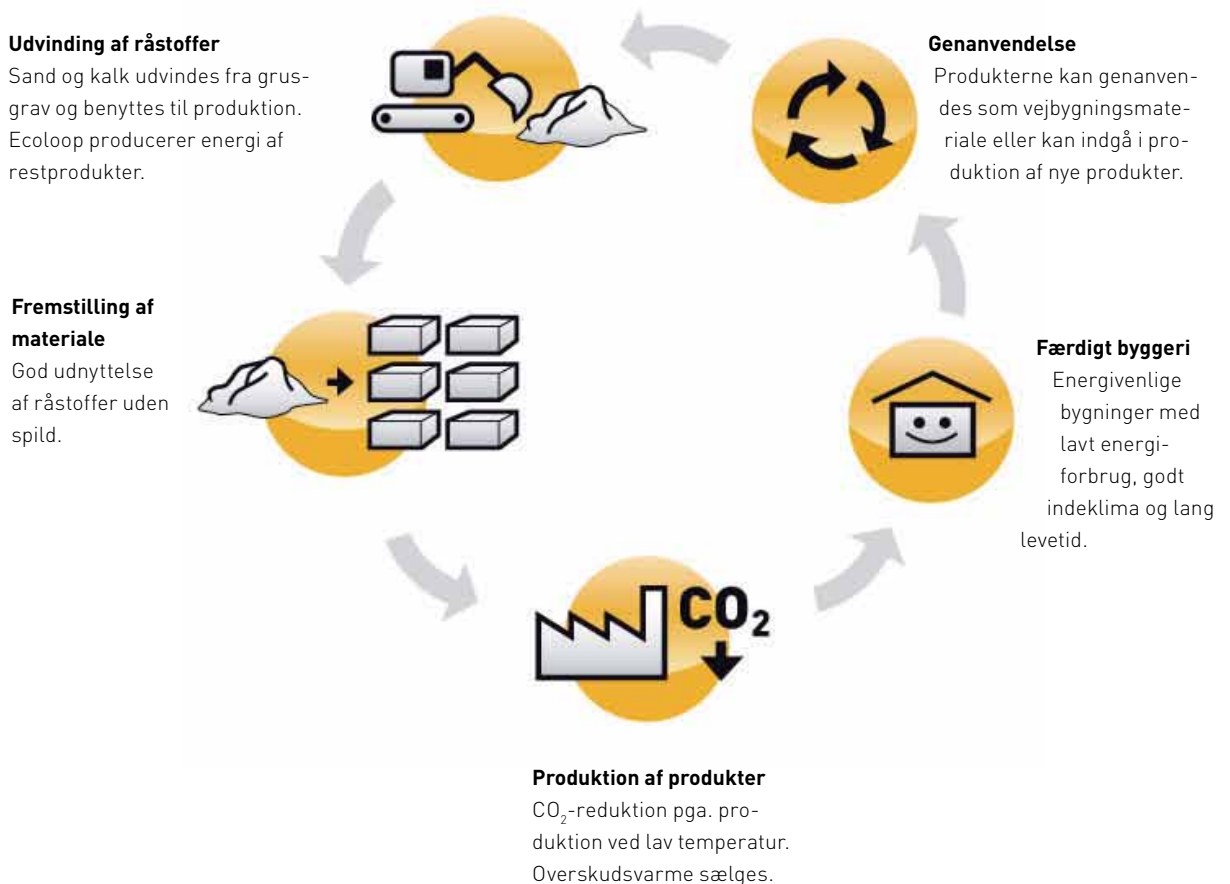
Silka Vægssystem er udviklet med henblik på lang levetid og bevarer sine byggetekniske egenskaber i mange generationer.

Carbon footprint - CO₂ aftryk

Xella betragter reduktion af CO₂ belastning som en del af bæredygtigheds begrebet. I anerkendelse af behovet for at reducere CO₂ udledning kraftigt, har Xella sammen med nogle af Tysklands største virksomheder – bl.a. Deutsche Bahn, Puma og Otto Group – stiftet 2° Foundation med det formål at finde langsigtede, konkrete løsninger på klimaforandringerne i et samarbejde mellem industri, forskning og samfund.

For Xella er klimabeskyttelse og økonomisk udvikling ikke modstridende behov. Gennem et målrettet engagement har vi lykkedes med store CO₂ reduktioner, og samtidig investeres der løbende i udvikling af helt ny teknologi, hvor restprodukter fra kalkudvinding indgår i et lukket kredsløb, der helt uden CO₂ udledning fremstiller energi.

Xellas naturlige kredsløb



Sortiment

Silka Blokke

Densitet 1900 kg/m³. Trykstyrke 20 N/mm². $\lambda = 1,12$ W/mK.
Leveres i hele paller.



TUN	B x H x L cm	Stk. pr. m ² mur	Stk. pr. palle	Vægt kg/stk.	Limforbrug kg/stk.
1281675	11,5 x 24,8 x 24,8	16,0	96	13,4	0,24
1281658	11,5 x 24,8 x 49,8	8,0	48	27,0	0,33
1529425	11,5 x 37,3 x 49,8	5,3	24	40,6	0,41
1281662	11,5 x 49,8 x 24,8	8,0	40	27,0	0,33
1529430	11,5 x 49,8 x 37,3	5,3	20	40,6	0,41
1281654	11,5 x 49,8 x 49,8	4,0	24	54,2	0,49
1281651	11,5 x 49,8 x 99,8	2,0	1	108,6	0,81
1281722	15,0 x 24,8 x 24,8	16,0	80	17,5	0,32
1529431	15,0 x 24,8 x 49,8	8,0	40	35,2	0,43
1529432	15,0 x 37,3 x 49,8	5,3	20	52,9	0,53
1281719	15,0 x 49,8 x 24,8	8,0	32	35,2	0,43
1529434	15,0 x 49,8 x 37,3	5,3	16	52,9	0,53
1281715	15,0 x 49,8 x 49,8	4,0	20	70,7	0,64
1281710	15,0 x 49,8 x 99,8	2,0	1	141,6	1,05
1281803	17,5 x 24,8 x 24,8	16,0	64	20,5	0,37
1529450	17,5 x 24,8 x 49,8	8,0	32	41,1	0,50
1529452	17,5 x 37,3 x 49,8	5,3	16	61,8	0,62
1281800	17,5 x 49,8 x 24,8	8,0	24	41,1	0,50
1529460	17,5 x 49,8 x 37,3	5,3	12	61,8	0,62
1281727	17,5 x 49,8 x 49,8	4,0	16	82,5	0,74
1281724	17,5 x 49,8 x 99,8	2,0	1	165,3	1,23

Silka Blokke

Densitet 1900 kg/m³. Trykstyrke 20 N/mm². $\lambda = 1,12$ W/mK.
Leveres i hele paller.



TUN	B x H x L cm	Stk. pr. m ² mur	Stk. pr. palle	Vægt kg/stk.	Limforbrug kg/stk.
1281827	20,0 x 24,8 x 24,8	16,0	48	23,4	0,43
1529496	20,0 x 24,8 x 49,8	8,0	24	46,9	0,58
1519762	20,0 x 37,3 x 49,8	5,3	12	70,6	0,71
1281824	20,0 x 49,8 x 24,8	8,0	24	46,9	0,58
1529505	20,0 x 49,8 x 37,3	5,3	12	70,6	0,71
1281810	20,0 x 49,8 x 49,8	4,0	12	94,2	0,85
1281806	20,0 x 49,8 x 99,8	2,0	-	188,9	1,40
1281996	24,0 x 24,8 x 24,8	16,0	48	28,0	0,51
1529512	24,0 x 24,8 x 49,8	8,0	24	56,3	0,69
1519767	24,0 x 37,3 x 49,8	5,3	12	84,7	0,86
1281839	24,0 x 49,8 x 24,8	8,0	24	56,3	0,69
1529515	24,0 x 49,8 x 37,3	5,3	12	84,7	0,86
1281835	24,0 x 49,8 x 49,8	4,0	12	113,1	1,02
1281831	24,0 x 49,8 x 99,8	2,0	-	226,6	1,68
1282006	30,0 x 24,8 x 24,8	16,0	32	35,1	0,64
1529519	30,0 x 24,8 x 49,8	8,0	16	70,4	0,86
1519768	30,0 x 37,3 x 49,8	5,3	8	105,9	1,07
1282004	30,0 x 49,8 x 24,8	8,0	16	70,4	0,86
1529521	30,0 x 49,8 x 37,3	5,3	8	105,9	1,07
1282000	30,0 x 49,8 x 49,8	4,0	8	141,4	1,28
1281998	30,0 x 49,8 x 99,8	2,0	-	283,3	2,10
1282012	36,5 x 24,8 x 24,8	16,0	32	42,7	0,78
1529525	36,5 x 24,8 x 49,8	8,0	16	85,7	1,05
1519771	36,5 x 37,3 x 49,8	5,3	8	128,8	1,30
1282011	36,5 x 49,8 x 24,8	8,0	16	85,7	1,05
1529527	36,5 x 49,8 x 37,3	5,3	8	128,8	1,30
1282009	36,5 x 49,8 x 49,8	4,0	8	172,0	1,55
1282008	36,5 x 49,8 x 99,8	2,0	-	344,7	2,56

Silka Forankringsblokke

Densitet 1700kg/m³. Trykstyrke 15 N/mm². $\lambda = 0,99$ W/mK.

Leveres i hele paller.

TUN	B x H x L cm	Stk. pr. m ² mur	Stk. pr. palle	Vægt kg/stk.	Limforbrug kg/stk.
1520404	11,5 x 49,8 x 24,8	8,0	40	24,1	0,33
1520403	11,5 x 49,8 x 37,3	5,3	20	36,3	0,41
1520401	11,5 x 49,8 x 49,8	4,0	24	48,5	0,49
1520410	15,0 x 49,8 x 24,8	8,0	32	31,5	0,43
1520409	15,0 x 49,8 x 37,3	5,3	16	47,4	0,53
1520408	15,0 x 49,8 x 49,8	4,0	20	63,2	0,64
1520427	17,5 x 49,8 x 24,8	8,0	24	36,7	0,50
1520415	17,5 x 49,8 x 37,3	5,3	12	55,3	0,62
1520414	17,5 x 49,8 x 49,8	4,0	16	73,8	0,74
1520437	20,0 x 49,8 x 24,8	8,0	24	42,0	0,58
1520436	20,0 x 49,8 x 37,3	5,3	12	63,2	0,71
1520434	20,0 x 49,8 x 49,8	4,0	12	84,3	0,85
1530546	24,0 x 49,8 x 24,8	8,0	24	50,4	0,69
1530547	24,0 x 49,8 x 37,3	5,3	12	75,8	0,86
1530549	24,0 x 49,8 x 49,8	4,0	12	101,2	1,02
1520444	30,0 x 49,8 x 24,8	8,0	16	63,0	0,86
1520443	30,0 x 49,8 x 37,3	5,3	8	94,7	1,07
1520442	30,0 x 49,8 x 49,8	4,0	8	126,5	1,28
1282011	36,5 x 49,8 x 24,8	8,0	16	76,6	1,05
1529538	36,5 x 49,8 x 37,3	5,3	8	115,3	1,30
1282009	36,5 x 49,8 x 49,8	4,0	8	153,9	1,55

Silka Højdetilpasningssten

Densitet 1900 kg/m³. Trykstyrke 20 N/mm². $\lambda = 1,12$ W/mK.

Leveres i hele paller.



TUN	B x H x L cm	Stk. pr. m ² mur	Stk. pr. palle	Vægt kg/stk.	Limforbrug kg/stk.
1281363*	11,5 x 5,0 x 49,8	38,5	116	5,4	0,60
1281365*	11,5 x 7,5 x 49,8	26,0	144	8,2	0,60
1281368*	11,5 x 10,0 x 49,8	19,6	98	10,9	0,60
1281373	11,5 x 12,3 x 49,8	16,0	96	13,4	0,60
1281378	11,5 x 15,0 x 49,8	13,2	72	16,3	0,60
1281394	11,5 x 17,5 x 49,8	11,3	60	19,0	0,60
1281395*	15,0 x 5,0 x 49,8	38,5	90	7,1	0,80
1281397*	15,0 x 7,5 x 49,8	26,0	108	10,6	0,80
1281399*	15,0 x 10,0 x 49,8	19,6	84	14,2	0,80
1281400	15,0 x 12,3 x 49,8	16,0	80	17,5	0,80
1281401	15,0 x 15,0 x 49,8	13,2	60	21,3	0,80
1281402	15,0 x 17,5 x 49,8	11,3	50	24,8	0,80
1281403*	17,5 x 5,0 x 49,8	38,5	72	8,3	1,00
1281404*	17,5 x 7,5 x 49,8	26,0	90	12,4	1,00
1281405*	17,5 x 10,0 x 49,8	19,6	70	16,6	1,00
1281407	17,5 x 12,3 x 49,8	16,0	64	20,4	1,00
1281408	17,5 x 15,0 x 49,8	13,2	48	24,8	1,00
1281409	17,5 x 17,5 x 49,8	11,3	40	29,0	1,00
1281410*	20,0 x 5,0 x 49,8	38,5	72	9,5	1,10
1281411*	20,0 x 7,5 x 49,8	26,0	72	14,2	1,10
1281413*	20,0 x 10,0 x 49,8	19,6	56	18,9	1,10
1281415	20,0 x 12,3 x 49,8	16,0	48	23,3	1,10
1281416	20,0 x 15,0 x 49,8	13,2	36	28,4	1,10
1281418	20,0 x 17,5 x 49,8	11,3	30	33,1	1,10
1281419*	24,0 x 5,0 x 49,8	38,5	54	11,4	1,30
1281420*	24,0 x 7,5 x 49,8	26,0	72	17,0	1,30
1281421*	24,0 x 10,0 x 49,8	19,6	56	22,7	1,30
1281422	24,0 x 12,3 x 49,8	16,0	48	27,9	1,30
1281423	24,0 x 15,0 x 49,8	13,2	36	34,1	1,30
1281424	24,0 x 17,5 x 49,8	11,3	30	39,7	1,30

* Disse bruges også på højkant

Silka Beton Overligger

Beton 25

Densitet 2450 kg/m³.

Leveringstid: Efter aftale.

TUN	T × H × L cm	Lysvidde max. cm	Bæreevne kN/m	Vægt kg/stk.
1519773	11,4 x 24,7 x 99,8	71	119	68,8
1529776	11,4 x 24,7 x 112,3	81	114	77,5
1519784	11,4 x 24,7 x 124,8	97	88	86,1
1519785	11,4 x 24,7 x 137,3	101	84	94,7
1519801	11,4 x 24,7 x 149,8	121	75	103,3
1518802	11,4 x 24,7 x 187,3	151	54	129,2
1519810	11,4 x 24,7 x 212,3	181	40	146,5
1519811	11,4 x 24,7 x 237,3	201	32	163,7
1519812	11,4 x 24,7 x 274,8	241	23	189,6
1520122	14,9 x 24,7 x 99,8	71	131	90,0
1520125	14,9 x 24,7 x 112,3	81	126	101,3
1520129	14,9 x 24,7 x 124,8	97	97	112,5
1520131	14,9 x 24,7 x 137,3	101	93	123,8
1520133	14,9 x 24,7 x 149,8	121	83	135,1
1520135	14,9 x 24,7 x 187,3	151	74	168,9
1520137	14,9 x 24,7 x 212,3	181	44	191,4
1520140	14,9 x 24,7 x 237,3	201	43	214,0
1520141	14,9 x 24,7 x 274,8	241	31	247,8
1520142	17,4 x 24,7 x 99,8	71	131	105,1
1520143	17,4 x 24,7 x 112,3	81	126	118,2
1520147	17,4 x 24,7 x 124,8	97	97	131,4
1519778	17,4 x 24,7 x 137,3	101	93	144,6
1520128	17,4 x 24,7 x 149,8	121	83	157,7
1520148	17,4 x 24,7 x 187,3	151	74	197,2
1520187	17,4 x 24,7 x 212,3	181	44	223,5
1520188	17,4 x 24,7 x 237,3	201	43	249,9
1520189	17,4 x 24,7 x 274,8	241	31	289,4

Silka Beton Overligger

Beton 25

Densitet 2450 kg/m³.

Leveringstid: Efter aftale.

TUN	T × H × L cm	Lysvidde max. cm	Bæreevne kN/m	Vægt kg/stk.
1520191	19,9 x 24,7 x 99,8	71	198	120,2
1520192	19,9 x 24,7 x 112,3	81	191	135,2
1520193	19,9 x 24,7 x 124,8	97	148	150,3
1520194	19,9 x 24,7 x 137,3	101	142	165,3
1520195	19,9 x 24,7 x 149,8	121	125	180,4
1520197	19,9 x 24,7 x 187,3	151	107	225,6
1520199	19,9 x 24,7 x 212,3	181	80	255,7
1520200	19,9 x 24,7 x 237,3	201	65	285,8
1520202	19,9 x 24,7 x 274,8	241	46	330,9
1520203	23,9 x 24,7 x 99,8	71	198	144,3
1520204	23,9 x 24,7 x 112,3	81	191	162,4
1520205	23,9 x 24,7 x 124,8	97	148	180,5
1520207	23,9 x 24,7 x 137,3	101	142	198,6
1520209	23,9 x 24,7 x 149,8	121	125	216,7
1520210	23,9 x 24,7 x 187,3	151	107	270,9
1520212	23,9 x 24,7 x 212,3	181	80	307,1
1520213	23,9 x 24,7 x 237,3	201	65	343,2
1520214	23,9 x 24,7 x 274,8	241	46	397,4

Silka KS Overligger

Densitet 1900 kg/m³.

Vederlag min. 12,5 cm.

TUN	T × H × L cm	Lysvidde max. cm	Bæreevne kN/m	Vægt kg/stk.
1530227	11,5 x 11,3 x 100,0	75	13,9 - 35,7	26,0
1530234	11,5 x 11,3 x 125,0	100	6,6 - 22,4	32,5
1530236	11,5 x 11,3 x 150,0	125	5,2 - 18,8	39,0
1530239	11,5 x 11,3 x 175,0	150	5,2 - 16,3	45,5
1530240	11,5 x 11,3 x 200,0	175	3,6 - 14,3	52,0
1530244	11,5 x 11,3 x 250,0	225	3,0 - 12,8	65,0
1530245	11,5 x 11,3 x 275,0	250	2,4 - 11,6	71,5
1530246	11,5 x 11,3 x 300,0	275	2,0 - 10,5	78,0
1530247	15,0 x 11,3 x 100,0	75	18,1 - 71,5	33,9
1530248	15,0 x 11,3 x 125,0	100	11,7 - 55,0	42,4
1530251	15,0 x 11,3 x 150,0	125	8,6 - 44,7	50,9
1530259	15,0 x 11,3 x 175,0	150	6,7 - 37,7	59,3
1530263	15,0 x 11,3 x 200,0	175	4,7 - 28,7	67,8
1530265	15,0 x 11,3 x 250,0	225	4,1 - 25,6	84,8
1530267	15,0 x 11,3 x 275,0	250	3,3 - 23,1	93,2
1530271	15,0 x 11,3 x 300,0	275	2,7 - 21,1	101,7
1530274	17,5 x 11,3 x 100,0	75	21,1 - 71,5	39,6
1530277	17,5 x 11,3 x 125,0	100	13,7 - 55,1	49,4
1530280	17,5 x 11,3 x 150,0	125	10,1 - 44,7	59,3
1530281	17,5 x 11,3 x 175,0	150	7,9 - 37,7	69,2
1530282	17,5 x 11,3 x 200,0	175	6,5 - 32,6	79,1
1530284	17,5 x 11,3 x 250,0	225	4,6 - 25,6	98,9
1530285	17,5 x 11,3 x 275,0	250	3,8 - 23,1	108,8
1530287	17,5 x 11,3 x 300,0	275	3,1 - 21,1	118,7

Bæreevnen afhænger af murværkshøjden over overligger (23,8 - 73,8 cm iht. DIN V 106:2005-10. Overligger fuldlimes).



Silka KS Overligger

Densitet 1900 kg/m³.
Vederlag min. 12,5 cm.

TUN	T × H × L cm	Lysvidde max. cm	Bæreevne kN/m	Vægt kg/stk.
1530291	20,0 x 11,3 x 100,0	75	24,2 - 71,5	45,2
1530295	20,0 x 11,3 x 125,0	100	15,7 - 55,0	56,5
1530298	20,0 x 11,3 x 150,0	125	11,5 - 44,7	67,8
1530300	20,0 x 11,3 x 175,0	150	9,0 - 37,7	79,1
1530302	20,0 x 11,3 x 200,0	175	7,4 - 32,5	90,4
1530303	20,0 x 11,3 x 250,0	225	5,2 - 25,6	113,0
1530304	20,0 x 11,3 x 275,0	250	4,2 - 23,1	124,3
1530308	20,0 x 11,3 x 300,0	275	3,5 - 21,1	135,6




Silka Lim og Mørtel

Tilpasset Silka produkterne

	TUN	Vare	Anvendelse	Indhold	Lagerenhed
	1281317	Silka Secure	Tyndfuge mørtel	20 kg	pose
	1530325	Silka Vinter	Tyndfuge mørtel	20 kg	pose

Silka Beslag

Tilpasset Silka produkterne

	TUN	Vare	Anvendelse	Indhold	Lagerenhed
	5224867	Vægttilslutningsbeslag	Fastgørelse af skillevæg uden dilatation	100 stk.	kasse
	1530401	Vægttilslutningsbeslag	Fastgørelse af skillevæg med dilatation	100 stk.	kasse
	1475805	Silka murbinder	Fastgørelse af bagmur	250 stk.	kasse

Værktøj

Tilpasset Silka produkterne

	TUN	Vare	Anvendelse	Lagerenhed
	1281321	Mørtelslæde: 11,5 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1281323	Mørtelslæde: 15,0 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1281324	Mørtelslæde: 17,5 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1281325	Mørtelslæde: 20,0 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1281327	Mørtelslæde: 24,0 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1281330	Mørtelslæde: 30,0 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1530413	Mørtelslæde: 36,5 cm	Udlægning af mørtel	stk.
	1475188	Silka Limske: 11,5 cm	Påføring af lim	stk.
	1530419	Silka Limske: 15,0 cm	Påføring af lim	stk.
	1475191	Silka Limske: 17,5 cm	Påføring af lim	stk.
	1475192	Silka Limske: 24,0 cm	Påføring af lim	stk.
	1475195	Silka Limske: 30,0 cm	Påføring af lim	stk.
	5379488	Silka Limske: 36,5 cm	Påføring af lim	stk.
	1475271	Spand	Oprøring af lim	stk.

Silka tekniske data

Silka er kalksandsten blokke som anvendes til bærende vægge i alle former for byggeri.

- Slanke vægge med stor styrke og stabilitet
- Lyddæpende
- Varmeakkumulerende
- Basisstrykstyrke f_k 12,2 MPa
- Middeltrykstyrke $f_b \geq 15$ MPa og 20 MPa
- Densitet 1700 og 1900 kg/m³
- Opmuring med tyndfuge mørtel

Produkt

Silka er fremstillet af kalk, sand og vand, som formpresses under stort tryk og derefter hærdes i autoklave.

Silka fås i tykkelser fra 11,5 til 36,5 cm i formater baseret på et 12,3 cm modul. Overfladen er glat.

Egenskaber

Silka er formstabile og har meget stor trykstyrke. Den høje densitet sikrer gode lydegenskaber og effektiv varmeakkumulering.

De er fremstillet af uorganiske materialer, som er modstandsdygtige overfor fugt og ikke angribes af råd.

Montage

Silka limes i forbandt med Silka Secure tyndfugemørtel iht. EC-6.

Silka blokke med højde $\leq 24,9$ cm kan limes med Ytong Lim.

Overfladebehandling

Indvendige vægge kan overfladebehandles med sandspartel, gips- eller kalk/gipspuds før malerbehandling.

Ydervægge skal udføres med klimaskærm af puds, skalmur eller let beklædning.

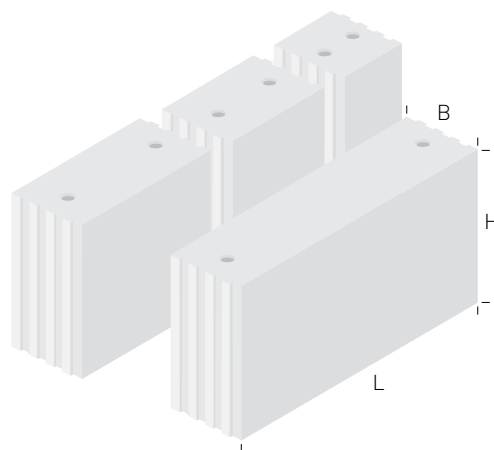
Udvendig isolering kan udføres med Ytong Multipor Isole-ringsplader.

Transport og opbevaring

Silka leveres fortrinsvis fra lastbil med kran, enten pakket i folie på paller eller uindpakket til afsætning på strøer udlagt af montøren. Uindpakkede Silka produkter skal altid afdækkes.

På byggepladsen opbevares Silka produkter tørt.

Silka tekniske data



CE mærkede data

Kalksandsten iht. Z-17.1-332


Orienterende styrker iht. EN 1059-5

Middeldensitet [kg/m³]	1700	1900
Trykstyrke [MPa]		
Normaliseret middel f_b	$\geq 15,00$	$\geq 20,00$
Basis f_k	12,2	12,2
Bøjningstrækstyrke [MPa]		
Liggefuge f_{xk1} (Silka Secure* / Silka Vinter Skandinavien**)	0,39 / 0,35	
Studsuge f_{xk2} (Silka Secure* / Silka Vinter Skandinavien**)	0,51 / 0,46	
Studsuge uden lim f_{xk2} (Silka Secure* / Silka Vinter Skandinavien**)	0,25 / 0,23	
Kohæsion f_{vk0} [MPa] (Silka Secure* / Silka Vinter Skandinavien**)	0,39 / 0,35	
E-modul E_{ok} [MPa]	7564	
Varmeledningsevne		
$\lambda_{10,dry}$ [W/mK]	0,99	1,1
Diffusionsmodstand μ	LNB	
Vandabsorption	LNB	
Brandmodstand	Ikke brændbar E190	
Brandklasse	A1	
Måltolerancer		
Klasse	TLMP	
Planhed	< 1,0 mm	
Parallelitet	< 1,0 mm	

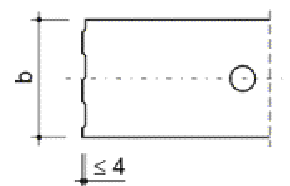
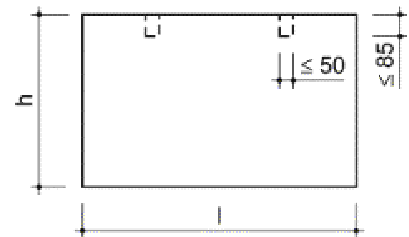
* Silka Secure testet iht. DS 1052-2

** Silka vinter Skandinavien testet iht. DS 1052-5

Disse angivelser er oplyst og udgivet af Xella Danmark A/S. Vi rådgiver og informerer i vores informationsmateriale efter nuværende viden indtil publiceringstidspunktet. Anvendelsen af kalksandsten er underlagt gældende bestemmelser, regler, godkendelser og ændringer af disse, og vore oplysninger er ikke juridisk bindende. Det er den projekterendes ansvar at tilse, at love og regler (statik) er overholdt i hvert enkelt tilfælde.

Name des Produktes <i>Product name</i>	Kalksand-Planelemente nach Z-17.1-332			
				
0770 Xella Deutschland GmbH, Dr.- Hammacher- Str. 49, 47119 Duisburg 05 Nummern der Zertifikate: siehe Lieferscheinrückseite <i>No of the certificates see backside of the shipping note</i>				
DIN EN 771-2:2005-05				
Kalksandsteine (Elemente) der Kategorie I für tragendes und nichttragendes Mauerwerk mit Dünnbettmörtel, an das Anforderungen bezüglich Brand-, Schall- und/oder Wärmeschutz gestellt werden können <i>Calcium silicate elements of the class I for load-bearing and non-load-bearing masonry with thin layer mortar, possibly with demands in reference to burning -, sound - and/or heat protection can be put.</i>				
Abmessungen <i>Dimensions</i>	Länge in mm <i>length in mm</i>	498	498	898, 998
Abmessungen <i>Dimensions</i>	Breite in mm <i>width in mm</i>	115	120, 150, 175, 200, 214, 240, 265, 300, 365	115, 120, 150, 175, 200, 214, 240, 265, 300, 365
Abmessungen <i>Dimensions</i>	Höhe in mm <i>height in mm</i>	498	498	498, 598, 623, 648
Maßtoleranzen <i>Tolerances</i>	Klasse / class Ebenheit / flatness Planparallelität / plane parallelism	TLMP ≤ 1,0 mm ≤ 1,0 mm	Alternative Kombinationen der deklarierten Druckfestigkeiten / <i>Alternatively declared compressive strength</i>	
<i>Form und Ausbildung / Shape</i>	wie oben beschrieben / as described above			
Mittlere Druckfestigkeit \perp zur Lagerfuge (am Prisma) / <i>Average compressive strength \perp to the horizontal joint (on prism)</i>	≥ 18,75 N/mm ²	≥ 25,00 N/mm ²	≥ 31,25 N/mm ²	≥ 43,75 N/mm ²
Normierte Druckfestigkeit \perp zur Lagerfuge / <i>Standardized compressive strength \perp to the horizontal joint</i>	≥ 15,00 N/mm ²	≥ 20,00 N/mm ²	≥ 25,00 N/mm ²	≥ 35,00 N/mm ²
Verbundfestigkeit / <i>Bond strength</i>	Tabellenwerte nach DIN EN 998-2, Anhang C / <i>values from table in EN 998-2 annex C</i>			
Brandverhalten / <i>Reaction to fire</i>	Euroklasse A1/ <i>euro class A1</i>			
Wasseraufnahme / <i>Water absorption</i>	LNB			
Wasserdampf- Diffusionswiderstandszahl / <i>Water vapor permeability</i>	LNB			
Brutto-Trockenrohdichte / <i>Dry bulk density</i>	≥ 1610 kg/m ³ ≤ 1800 kg/m ³	≥ 1810 kg/m ³ ≤ 2000 kg/m ³	≥ 2010 kg/m ³ ≤ 2200 kg/m ³	
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit <i>Calculation value of thermal conductivity</i>	0,99 W/(mK)	1,1 W/(mK)	1,3 W/(mK)	
Frostwiderstand / <i>Durability (freeze-thaw resistance)</i>	LNB			

Form und Ausbildung /
shape



Alternative deklarierte Kombinationen der Länge (l), Breite (b) und Höhe (h) /
Alternatively declared combinations of length (l), width (b) and height (h)

Grundlag

Projektforudsætninger

Statisk dimensionering af det konkrete projekt er til enhver tid rådgivers ansvar. Nyeste information findes på www.xella.dk. Af hensyn til projekteringen, der er afhængig af udførelsen og de individuelle ydelser og normale entrepriseskel, er nedenstående retningslinjer opstillet.

Der tages forbehold for eventuelle fejl i følgende anvisninger og beregninger.

Normgrundlag, seneste udgave af:

EN 1996, 1-1

EN 1996, 1-2

EN 1996, 2

DS/INF 167

Samt tilhørende nationale annekser og nationale vejledninger.

Konsekvensklasser, der regnes i normal konsekvensklasse CC2.

Materialeparametre

Der anvendes CE- deklarerede data for de aktuelle byggesten. Vær opmærksom på, at det er de karakteristiske basisstyrker, som skal anvendes fra de CE-mærkede værdier. Tekniske data findes på vores hjemmeside under de enkelte produkter.

I denne anvisning er det forudsat, at væggene står på stabilt og bæredygtigt underlag.

Hvor der anvendes vægge på terrændæk, med underliggende hård isolering, henviser vi til den respektive isoleringslevrandørs anvisninger.

Vægges fastholdelse/understøtning

Det gælder om at fastholde væggene så mange steder som muligt for at undgå ekstraforanstaltninger og/eller dimensionsspring f. eks langs remme, etageadskillelser, lofter, spærhoved, spærfod, kanter o.l.

Undgå i videst muligt omfang murpiller, der ikke er tværafstivede, da disse kan kræve indbygning af afstivende stålsøjler. Vægfelter bør min. være 3-sidigt understøttede for at undgå ekstraforanstaltninger i form af afstivende søjler o.l.

Undgå spændinger/tvangskræfter i byggeriet

Vægge bør disponeres således, at tvangsdeformationer ikke resulterer i revnedannelser i svage tværsnit.

Remme oplægges med indbyrdes afstand imellem remmene på 10 mm, således at de kan bevæge sig uafhængigt tykkelsesmæssigt, særligt i byggeperioden, da nedbør o.l. kan medføre u hensigtsmæssigt fugtindhold.

Husk at afstandsklodser imellem spær og gavle ikke må sidde tættere ved krydsende vægge end en meter, således at de kan bevæge sig uafhængigt tykkelsesmæssigt i byggeperioden, da nedbør kan medføre u hensigtsmæssigt fugtindhold.

Skivevirkning i hhv. vandrette loftskonstruktioner og etageadskillelser

Under projekteringen skal der tages hensyn til, at de fornødne tværvægge er til stede til at overføre de vandrette kræfter, og der udføres de nødvendige kraftoverførende samlinger mellem vægge og loftskive/etageadskillelse. Er dette ikke tilfældet, må stabiliteten sikres på anden vis med f.eks. stålrammer i murpiller, hvor der i forvejen måtte være en søjle.

Murpap under ydervægge

Der anvendes normalt murpap, minimum kvalitet som PF2000, under Silka væggene, hvor væggene opbygges på en terrændækskonstruktion med gulvvarme, som går ud under bagmurene. Dette er særligt vigtigt, da terrændækskonstruktionen udvider sig i længderetningen, når den opvarmes. Vigtigt: Man bør opvarme langsomt ved ca. 20 grader.

Murpappen bidrager således til at afkoble nogle af tvangskræfterne hidrørende fra længdeudvidelsen af terrændækket. Temperaturudvidelserne er typisk størst ved første opvarmning af vinterbyggerier og i lange bygninger. Ellers anvendes murpap løsninger, som normalt for det murede byggeri.

Murpap under skillevægge

Der anvendes normalt murfolie eller pap, da dette forhindrer kohæsion, dvs. vedhæftning til terrændækket, da terrændæk kan deformere. Herved undgås, at væggene påvirkes uhenigtsmæssigt fra tvangskræfter hidrørende fra terrændækkene i videst muligt omfang.

Fundering: Alle vægge opstilles på stabilt og bæredygtigt underlag.

Fundamenter og andre underlag skal være permanent formstabile og skal kunne bære væggene og ovenliggende laster, uden at der forekommer skadelige sætninger/differenssætninger o.l. Fundering skal sikres til frostfri dybde.

Etagedæk (dækelementer af porebeton, letklinkebeton, beton og andet)

Etagedæk har vederlag på bagmuren og normalt på en hovedskillevæg. Der må ikke forekomme andre mellemunderstøtninger. Dæk dimensioneres, så nedbøjningen minimeres hensigtsmæssigt.

Vægge på etagedæk, bærende og stabiliserende

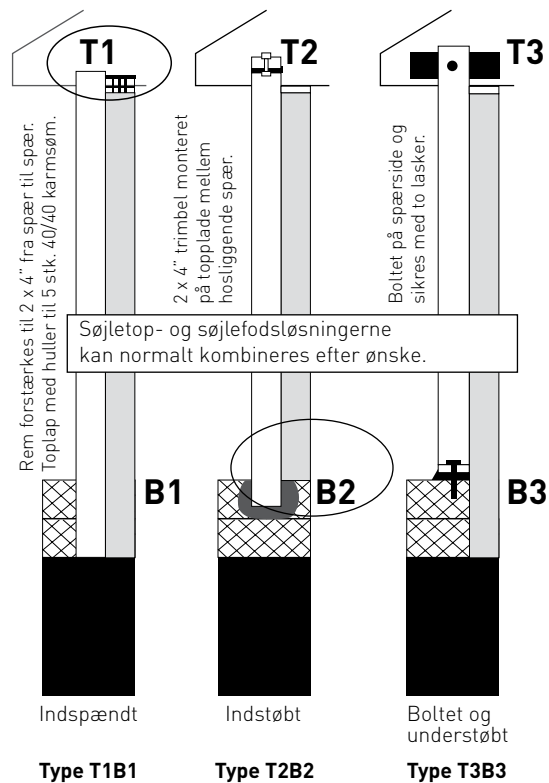
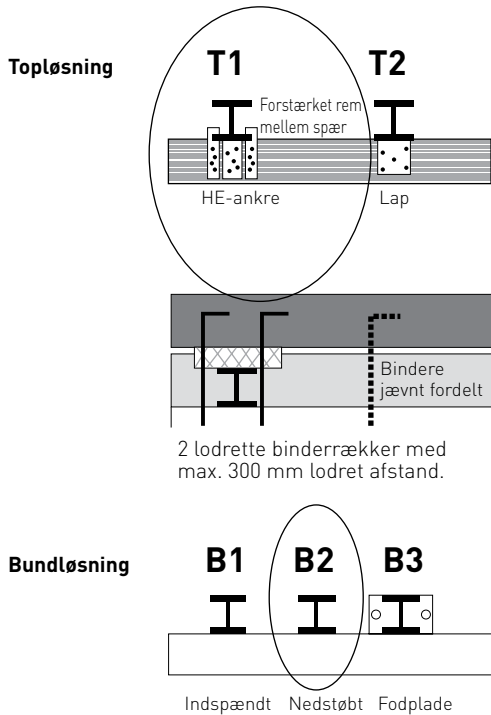
Hvor vægge står lige over hinanden i etageadskillelsen, og dækelementerne er understøttet af den nedenstående væg, kan den ovenstående væg indgå i stabiliteten (skiveberegning) samt anvendes som bærende væg. Alle vægge skal være funderet.

Vægge på etagedæk, ikkebærende

Hvor der står sekundære vægge på dækket, og der er/forventes nedbøjning/deformation, skal vægge projekteres med elastiske samlinger ved tilslutninger og krydsende vægge, således at væggene kan følge med dækkenes nedbøjning og uhenigtsmæssige tvangskræfter undgås. Dækdeformationen kan normalt danne en lunke imellem understøtningerne, hvorved vægge fra forskellig side vil "kippe/tvinges" ind mod midten. Det er også vigtigt for sekundære vægge, at der anvendes et adskillende underlag, som f.eks. murfolie eller Fibertex F4M for at undgå vedhæftning, således at der ikke opstår uhenigtsmæssige trækspændinger i væggenes nederste del. Anvend ikke asfaltpap under sekundære vægge. Det tilrådes derfor altid at anvende så korte dæk som muligt, gerne mellemunderstøttede på tværvægge, idet deformationerne herved kan reduceres betydeligt, og væggene derfor holdes mere i ro.

Søjler

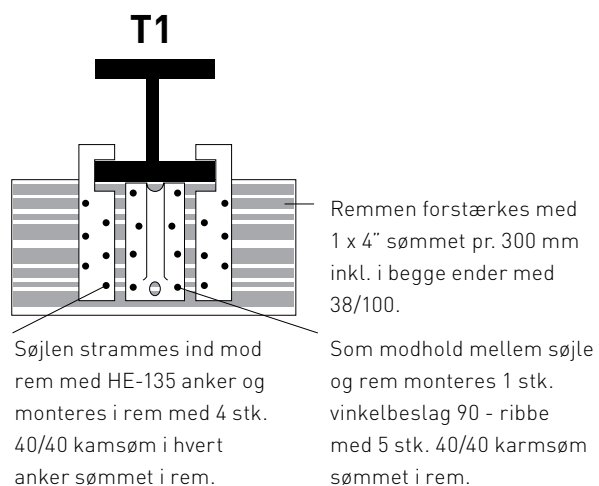
Montage af stålsøjler:



OBS:

Sikring af kontakt mellem søjle og bagmur:
Det er af stor vigtighed af søjlen har kontakt med bagmur midt på væggen, hvor udbøjningen er størst.

Kontakt mellem søjle og vægge opnås gennem tilpasset EPS.



Punktlaster

Ved punktlaster skal der anvendes vederlagsplader med centreringsplader for at undgå kantafskalninger og revnedannelse, således at lasten centrerer sig over væggen midte, hvorved bæreevnen optimeres pga. minimal excentricitet. Husk at beregne for spaltekræfter.

Husk bidrag for evt. linielaster. Hvor f.eks. dækelementer skal ligge af på både vægge og bjælker, skal overkant vægge være lig overkant af ståldragernes flange.

Normalt indgår følgende komponenter:

- Drageren med kropsafstivning over vederlagscentrering (over centreringspladen)
- Centreringsplade på tværs af drager min. $2 \times 25 \text{ mm} \times$ dragerbredde. Anvend evt. et hulbånd
- Vederlagsplade af stål ca. 20 mm tykkelse (pladen bør være min. 20 cm længere end drageren)

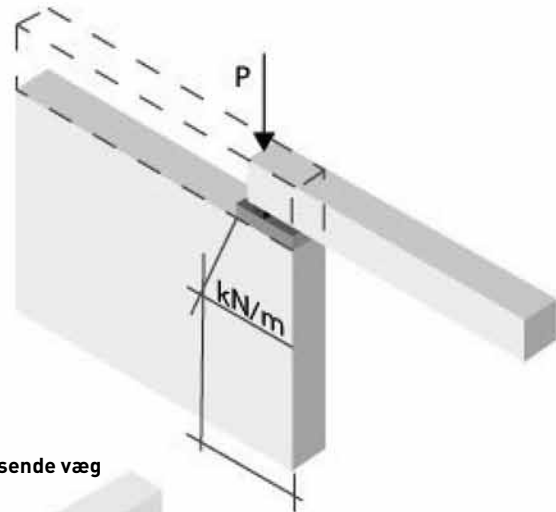
Pladerne lægges i tyndfugemørtel for derved at sikre trykfordelingen.

- Ved større laster lokal forstærkes via betonklods (væg-ender) eller betonoverligger (vægfeltet)

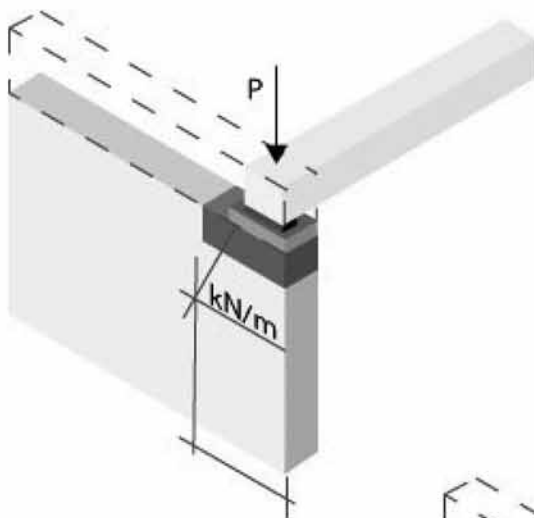
For alle tilfælde gælder, at der skal foretages en dimensionering:

- Husk: Lastfordelingen 1:2.
- Vederlagstrykket øverst på væggen kontrolleres.
- Vederlagspladen lægges i tyndfugemørtel.
- Lastfordeling midt i væghøjden findes i kN/m .
- Eftervisning af spaltekræfter.

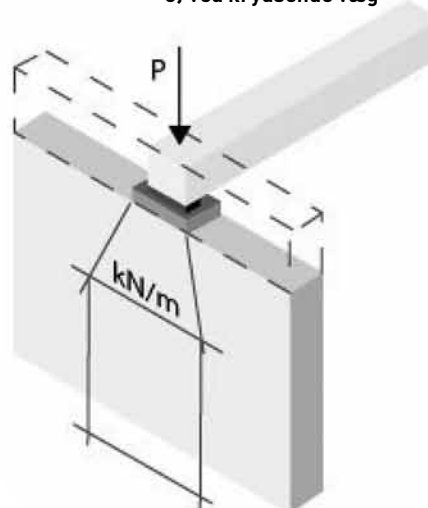
1) Ved parallel væg



2) Ved endevæg med krydsende drager



3) Ved krydsende væg



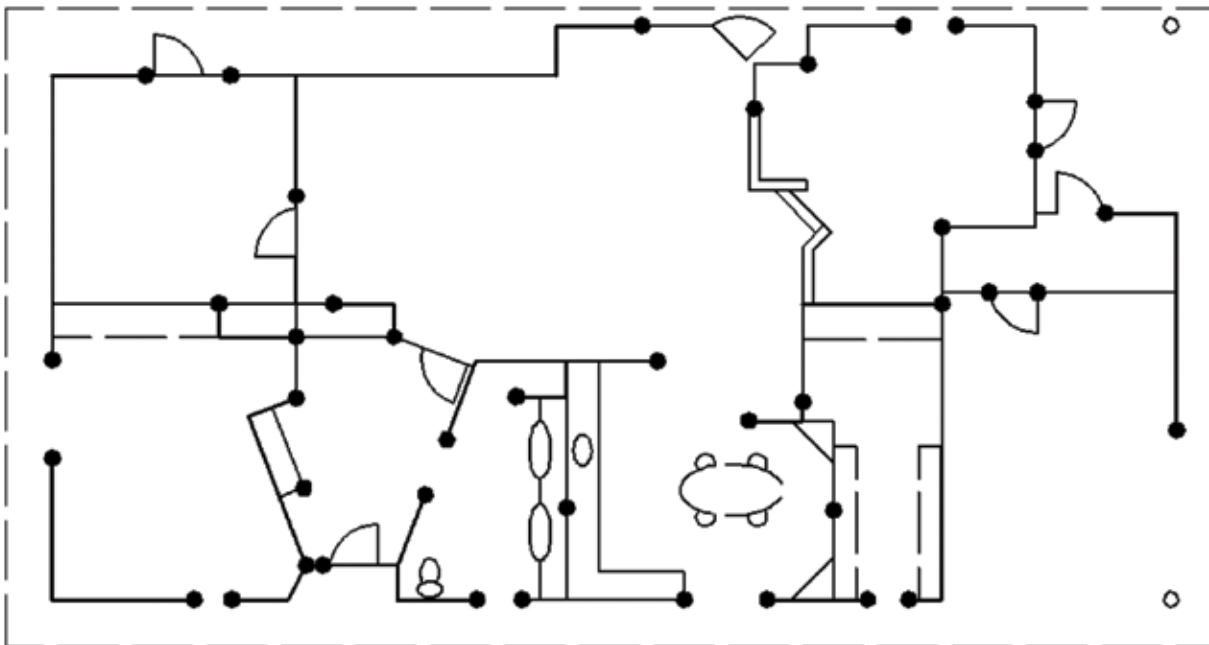
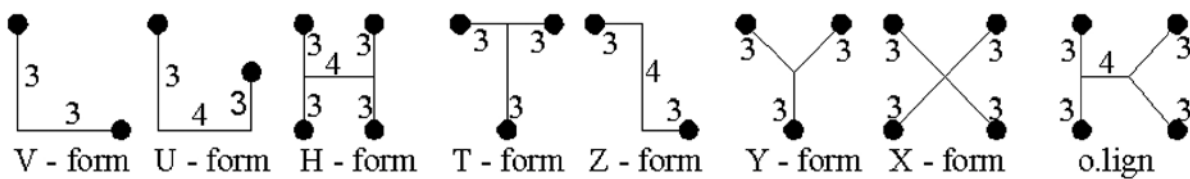
Planlægning af vægkonstruktioners understøtning

Det er vigtigt at man allerede i skitsefasen planlægger og vælger de rigtige konstruktionsudformninger for derved at opnå optimale og økonomiske løsninger. Herved undgås ekstra omkostninger til udbedring af mindre gode konstruktioner.

Når skitseprojektet er tegnet, kan man bruge nedenstående principtegning, der viser kombinationsmuligheder til sikring af, at alle grundplaner med forskellige understøtningsforhold er optimeret mht. søjleforbrug. Væggenes bæreevne optimeres ved at understøtte dem så mange steder som muligt. Udover understøttelse i top og bund (2-sidigt), understøttes på en

eller to lodrette sider (3- eller 4-sidigt). Det er vigtigt at eftervise bæreevnen for fritstående murpiller (2-sidigt). Tværafstivning kan enten udføres som en væg eller vha. stålprofil.

Nedenstående figurer illustrer forskellige udformninger af vægge, som vil virke som enten 3- eller 4-sidigt understøttede.



Hvor del-grundplaner mødes, placeres døre og vinduer. Derved undgår man murpiller, hvori man normalt skal indsætte et afstivende stålprofil. Kortere vægfelt har en bedre bæreevne.

Efter fastlæggelse af væggene påbegyndes de statiske beregninger. Først eftervises stabiliteten dernæst undersøges det eller de mest kritiske vægfelt

Vandret lastfordeling på hule mure

Vandret lastfordeling på hule mure

Vindlasten kan fordeles på for- og bagmur efter deres indbyrdes stivhed $E \cdot I$. Når vindlasten fordeles på en traditionel hulmur bestående af 108 mm tegl i for muren og hhv. 115 mm og 150 mm Silka blokke i bagmur vil lastfordelingen se således ud.

Last Fordeling Silka bagmurstykkelse	Formurens stenklasse med følgende mørteltyper: KC 50/50/700, KC 35/65/650, KC 20/80/550	Procentvis fordeling mellem formur/bagmur
115 mm	15	12/88
115 mm	20	18/82
115 mm	25	24/76
115 mm	30	28/72
115 mm	35	30/70
150 mm	15	6/94
150 mm	20	9/91
150 mm	25	12/88
150 mm	30	15/85
150 mm	35	16/84

Hvor flere konstruktionselementer som bagmure, formure, stålprofiler o.l. regnes sammenvirkende, fordeles den resulterende vandrette last efter de enkelte konstruktionselementers stivhed.

Vindlasten på de enkelte konstruktionsdele i kN/m^2 udgør:
f.eks. for formur.

$$W_{\text{Formur}} = \frac{E_{\text{Formur}} \cdot I_{\text{Formur}}}{\sum E \cdot I} \cdot W_{\text{Total}}$$

Søjlelængde

Krav til væggenes søjlelængde

Søjlelængden h_s for en væg eller søjle sættes normalt lig afstanden mellem fastholdelses punkter, hvor væggenes udbøjning kommer.

Ved bestemmelse af søjlelængden h_s for murværk kan der tages hensyn til eventuelle tværvægge under forudsætning af, at disse er muret i forbandt eller på anden vis fastgjort effektivt med tværafstivningerne.

Tværvæggene skal have tilstrækkelig stivhed.

Søjlelængden for et 4 sided understøttet murfelt f.eks. to etageadskillelser og to tværvægge kan beregnes efter.

$$\rho_2 = 1,0 \text{ iht. DS/Inf. 169}$$

$$\rho_4 = \frac{l}{1 + \left(\frac{h}{l}\right)^2} \cdot \rho_2 \quad \text{for } h \leq 1,15 \cdot l \text{ (m)}$$

eller

$$\rho_4 = \frac{0,5}{h} \cdot l \quad \text{for } h > 1,15 \cdot l \text{ (m)}$$

Hvor h er etagehøjden i meter (m) og l er afstanden mellem tværafstivningerne i meter (m).

Søjlelængden for et 3 sider murfelt f.eks. to etageadskillelser og en tværvægge kan beregnes efter.

$$\rho_3 = \frac{l}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot l}\right)^2} \cdot \rho_2 \quad \text{for } h \leq 3,5 \cdot l \text{ (m)}$$

$$\rho_3 = \frac{1,5 \cdot l}{h} \geq 0,3 \quad \text{for } h > 3,5 \cdot l \text{ (m)}$$

hvor h er etagehøjden i meter og l er afstanden fra tværafstivningerne til den frie kant i meter (m).

Robusthed/slankhedsforhold

Robusthed/slankhedsforhold

Af hensyn til væggenes robusthed er der angivet krav til minimum vægtykkelser ud fra væggenes søjlelængde (h_s)

Bærende vægge regnes som følgende

$$h_{\text{ef}}/t_{\text{ef}} < 27$$

En bærende 0,115 m tyk væg med søjlelængde på 3,0 m
Eks: $3,0/0,115 = 26 < 27$ OK

Ikke bærende vægge regnes som følgende

$$h_{\text{ef}}/t_{\text{ef}} < 40$$

En ikke bærende 0,150 m tyk væg med søjlelængde på 5,6 m
Eks: $5,6/0,150 = 37,3 < 40$ OK

Glidning

Ved bestemmelse af glidningskapaciteten kan man medregne skalmure/formure vinkelret på en stabiliserende væg, hvis der tages højde for det i projekteringsfasen, hvor det skal sikres at der er et tilstrækkeligt antal bindere til at overføre kræfterne. Dette kræver dog normalt bindere i hjørnet, og som konsekvens heraf dilatationsfuger i hjørnerne.

Friktion: (bund og i blokke)

Mørtelfuge iht. DS/Inf. 167	1,00 (andre blokdensiteter)
Murpap generelt	0,40
Monarfol på letklinkerblokke	0,62

Kohæsion ved bund ved mørtel/pap/mørtel:

Kohæsion	0,15 MPa
----------	----------

Forskydningsstyrke/kohæsion for limfuger

Kohæsion	0,39 MPa
----------	----------

Alle værdier er karakteristiske.

Fastgørelse med L-beslag

For at fastholde en væg mod glidning kan der indlimes L-beslag af stål i lodrette fuger. Der anvendes stålbeslag med en tykkelse på 2 mm, som passer stramt i limfugen.

Tabel 1: Bærende L-beslag			
Silka ($\rho = 1700 \text{ kg/m}^3$)	fk [MPa] 12,2	Bæreevne [kN]	
		Strongtie AB70, 55 mm	L-beslag, 100 mm
		5,11	9,30

Stabilitet generelt

Formålet med eftervisning af bygningens stabilitet er at sikre at de vandrette kræfter kan optages af vægfelterne og dermed føre kræfterne ned i bygningens fundament. Dimensioneringsgrundlag for bagmur og skillevæg er EN 1996-1-1. For optimal udnyttelse af konstruktionerne kan man med stor fordel bruge beregningsprogrammer, som f.eks. ecódesign.com.

De vandrette kræfter skal kunne overføres til de udvalgte stabiliserende vægge, derfor er det vigtigt, at disse også kan optages af væggen. Endvidere er det af stor betydning, at de udvalgte vægge, som skal indgå i bygningens stabilitet, også er fordelt jævnt i bygningen, så man på den måde undgår yderligere momentpåvirkning af tagskiven eller etageadskillelsen.

Stabilitet i dette afsnit omhandler udelukkende de vandrette kræfter – fra vinden – som påvirker bygningen. Endvidere kan der forekomme opadrettede kræfter fra tagkonstruktion (sug), som tagkonstruktionen skal forankres for. Dette foretages normalt gennem bånd eller gevindstænger til fundament. Desuden skal væggen dimensioneres for søjlebæreevne. Dette er der ikke taget højde for i afsnittet.

Stabiliserende vægfelter

Der er i tabellerne på side 40-51 regnet væltning og glidning for vægfelte op til 7,0 m. For ikke efterspændte vægfelte regnes konservativt med glidning for vægfelt uden forankring.

Eftervisning af forskydningsbrud, revnet tværsnit Kontrol EC 6

$$T_d = [G + P_d \cdot (L - L_e) + F] / (h \cdot t) \leq f_{vd0} + \mu_d \rho \text{ MPa.}$$

(f_{vd0} for et vægelement $f_{vd0} = 0,39/1,7 = 0,23$ MPa)

Uddybning af de forskellige faktorer som indgår i formlen, se afsnittet der omhandler væltning.

Da vi her betragter plader og blokke som murværk, regnes disse efter murværksnormen EC 6, afsnit 6.7(4), hvor det skal eftervises, at forskydningsspændingerne parallelt med liggefugen ikke overstiger forskydningsstyrken. Hvis der virker væsentlig lodret last, skal det eftervises, at der ikke opstår forskydningsbrud i væggen iht. følgende formel.

$$V_d = [G + P_d \cdot (L - L_e) + F] \leq A_b \cdot K_m \cdot f_b / \gamma_m$$

V_d = er i denne sammenhæng forskydningskraften (ikke at sammenligne med vindlasten)

K_m = 0,20 for letbeton

A_b = Byggestenens tværsnitsareal i snittet med størst mulige antal studs fuger,
= $1/2 \cdot h \cdot t$, h =væghøjden, t =væg tykkelse og $1/2$ svarer til studs fuger i hvert 2. skifte

f_b = Byggestenens trykstyrke

γ_m = 1,6 for trykstyrke

f_{vd} = Max [$K_m \cdot f_b / \gamma_m$ eller 1,5 MPa] mindste værdi anvendes

Uddybning af de forskellige faktorer som indgår i formlen, se afsnittet der omhandler væltning.

Tværstabilitet

Vindlastens regningsmæssige størrelse (W_d , kN/m) kan ved kanten af taget og øverst ved væggen beregnes således tilnærmelsesvis:

$$W_d = \text{vindens regningsmæssige last på facaden} \\ = \gamma_m \cdot q_{p(z)} \cdot c_{pe,10} \cdot A \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

γ_m = 1,5 partialkoefficienten

$q_{p(z)}$ = det maksimale karakteristiske hastighedstryk

A = arealet som er vindpåvirket

$c_{pe,10}$ = er den samlede formfaktor for vinden

Samlet vindlast på huset er $V_d = W_d \cdot V_d = 1/2 W_d / L$

Husk at fordele vind ud på de stabiliserende vægge, derefter skal væggen bæreevne eftervises for væltning og glidning.

Længdestabilitet påvirker gavlen

Vindlastens regningsmæssige størrelse (W_d , kN/m) findes ud fra det areal, som virker ved kanten af taget og den øverste halvdel af væghøjden og beregnes således:

$$W_d = \text{vindens regningsmæssige last på facaden} \\ = \gamma_m \cdot q_{max} \cdot c_{pe,10} \cdot A \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

γ_m = 1,5 partialkoefficienten

q_{max} = det maksimale karakteristiske hastighedstryk

A = arealet som er vindpåvirket

$c_{pe,10}$ = er formfaktoren for vinden

Samlet vindlast på huset er $V_d = W_d \cdot V_d = 1/2 W_d / L$

Husk at fordel vindbelastningen ud på de stabiliserende vægge, derefter skal væggen bæreevne eftervises for væltning og glidning. Der er ikke regnet med lodret belastning som vil virke til gunst for væggen.

Projektering af lodrette og vandrette laster

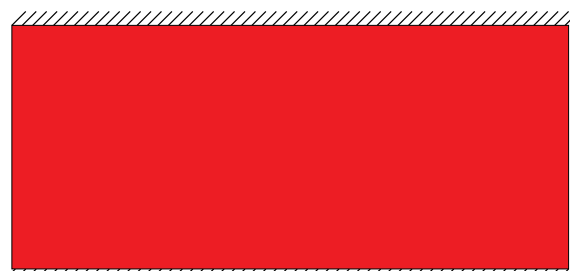
Efterfølgende grafer er et værktøj, der kan anvendes i forbindelse med projekteringen af lodret og vandret påvirkede vægfeltet opført af limede kalksandstensblokke. Værktøjet er for facader og indvendige vægge.

Graferne er udviklet ved hjælp af edb-programmet "Murværksprojektering, version 4.0.

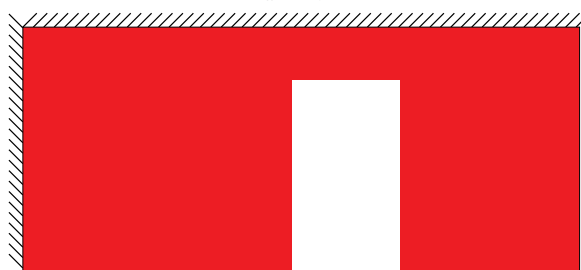
Metodikken i projekteringen er som følger.

1. Den regningsmæssige vindlast på facaden bestemmes (denne består typisk af et ydre sug samt et indvendigt overtryk). Denne vindlast benævnes q_d .
2. Den lodrette lasts maksimums- og minimumsværdi bestemmes (minimumsværdien er ofte 0, da vindsug på tag ofte ophæver egenvægten af tag).
3. Normalt regnes på et vægfelt mellem 2 åbninger. Den lodrette last proportioneres således, at den dækker et lastopland svarende til, "at lasten fordeles uden om åbningerne". Bemærk, denne proportionering foretages kun for den lodrette last. Forholdene for vindlasten er beskrevet i punkt 5.
4. Er den aktuelle væg en facade, skal minimumsværdien af den lodrette last være større end grafens aktuelle værdi. (De 4 grafer er for vægtykkelser = 115 – 200 mm). Den maksimale lodrette last skal være mindre end den ved signaturen angivne maksimale last (P_{max}).
5. Åbningerne og understøtningsforhold sammenlignes med eksemplerne angivet i figur 1-4. Såfremt det vurderes, at åbningerne i vægfeltet har en størrelse, der i kombination med antallet af eller afstanden mellem de lodrette understøtninger giver "svagere" vægfeltet end de i figuren viste, proportioneres den totale regningsmæssige vindlast skønsomt. (Metoden er uddybet efterfølgende).
6. Er den aktuelle væg en indervæg, anvendes blot værdierne for P_{max} angivet ved signaturen. Tykkelsen på indvendige vægge = 150 mm – 240 mm.

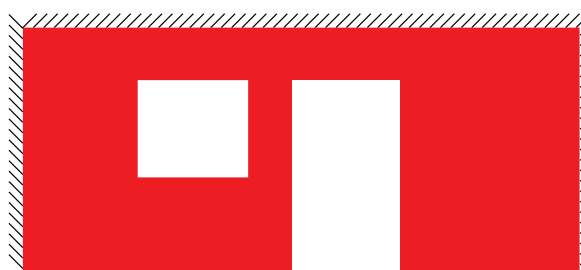
Yderligere forudsætninger og beregninger, som ligger til grund for figurerne, findes på www.xella.dk under Løsninger – Projektering.



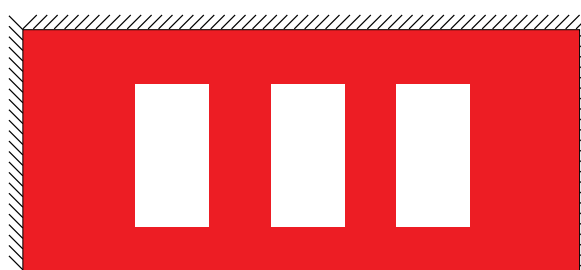
Figur 1. Et 2-sidet understøttet vægfelt. Dvs. ingen lodrette understøtninger. Her er $q_{ækv} = q_d$ uden åbninger.



Figur 2. Et 3-sidet understøttet vægfelt. Dvs. 1 lodret understøtning. Her er $q_{ækv} = q_d$ med den viste døråbning.

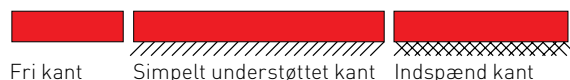


Figur 3. Et 4-sidet understøttet vægfelt. Dvs. 2 lodrette understøtninger. Her er $q_{ækv} = q_d$ med de viste vindues- og døråbninger.



Figur 4. Et 4-sidet understøttet vægfelt. Dvs. 2 lodrette understøtninger. Her er $q_{ækv} = q_d$ med de viste vinduesåbninger.

Signaturforklaring



Fri kant

Simpelt understøttet kant

Indspændt kant

Lodrette og vandrette laster, ved dækvederlag i toppen = halv vælgtykkelse.

Styrkeparametre:

Som styrkeparametre er anvendt tekniske specifikationer fra Xella.dk:

- $f_k = 12,2 \text{ MPa}$
- $f_{xk1} = 0,39 \text{ MPa}$
- $f_{xk2} = 0,51 \text{ MPa}$
- $f_{vk0} = 0,39 \text{ MPa}$
- $E_{k0} = 7564 \text{ MPa}$

Densitet: 1700 kg/m^3 .

Graferne er også gældende for densitet 1900 kg/m^3 .

Vederlag:

Udstrækningen af vederlaget i top regnes lig den halve vægtykkelse. Dækket kan være slapt eller stift. I bunden regnes væggen understøttet i fuld bredde af et stift fundament. Se figur 5.

Indvendig vindlast:

Formfaktorer for:

- udvendig vindlast (sug) er typisk 1,2
- indvendigt overtryk er normalt 0,2
- den samlede belastning på en indvendig væg er normalt 0,4

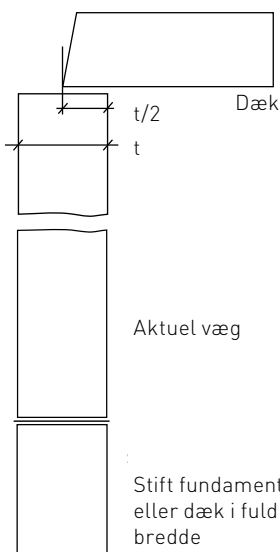
Forholdet mellem udvendig vindlast og indvendig vindlast er således forudsat til: $0,4/1,4 = 0,286$

Indvendige skillevægge:

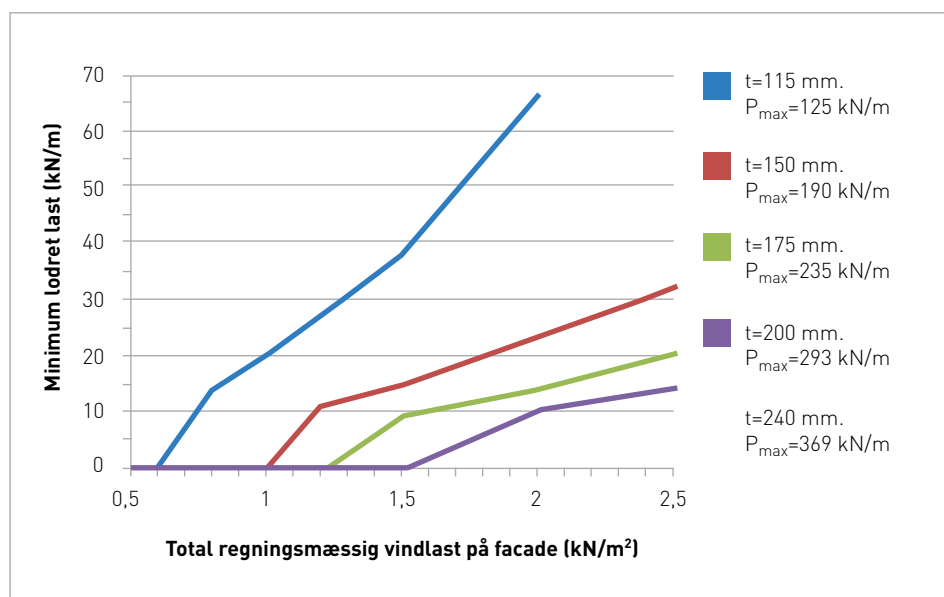
Tykkelsen på indvendige vægge er 115 – 240 mm

Udvendig bagmur:

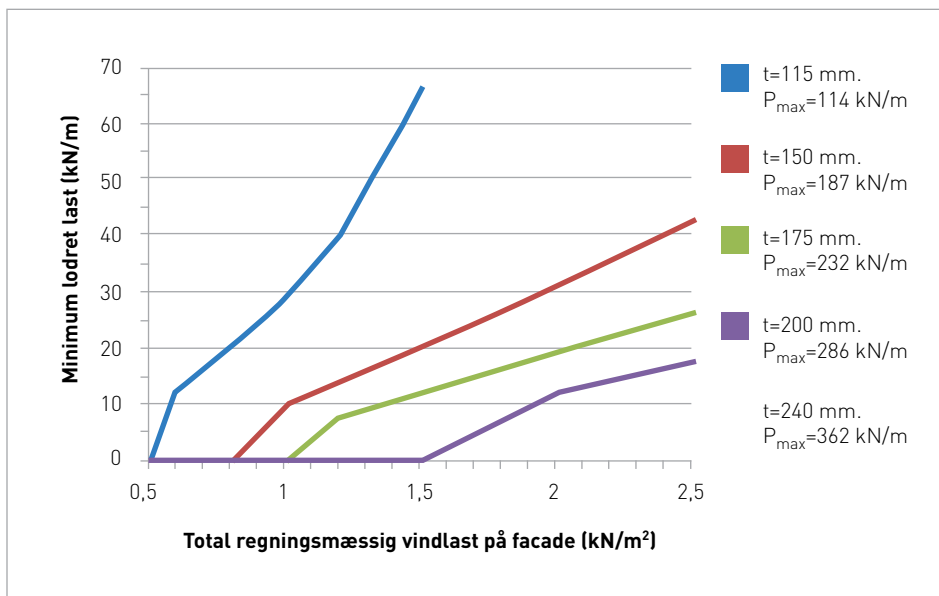
Tykkelsen på udvendige vægge er 115 – 200 mm



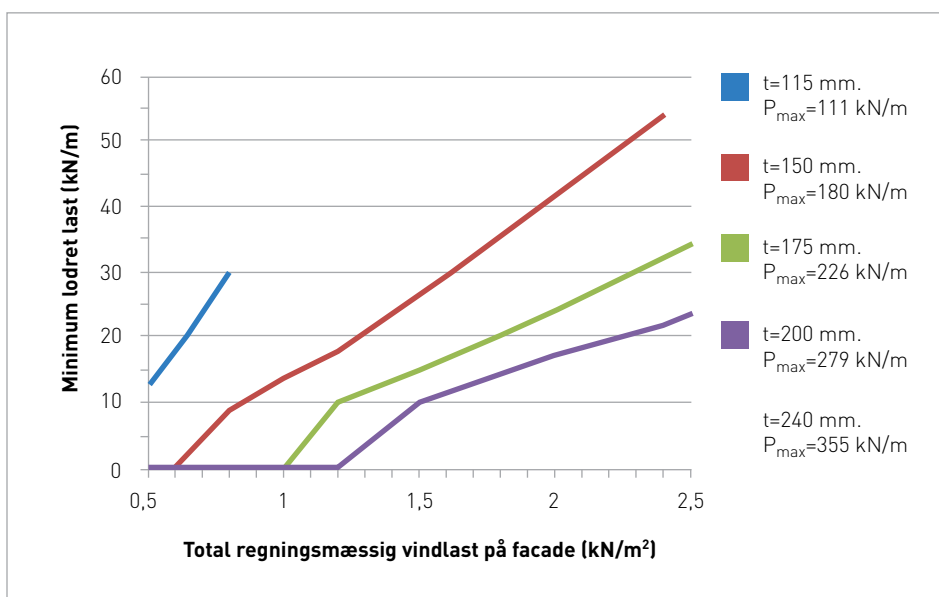
Figur 5. Vederlagsforhold i top og bund



Figur 6. Væghøjde, H = 2,6 m



Figur 7. Væghøjde, H = 2,8 m



Figur 8. Væghøjde, H = 3,0 m

**Lodrette og vandrette laster,
ved dækvederlag = hel murtykkelse**

Styrkeparametre:

Som styrkeparametre er anvendt tekniske specifikationer fra Xella.dk:

- $f_k = 12,2 \text{ MPa}$
- $f_{xk1} = 0,39 \text{ MPa}$
- $f_{xk2} = 0,51 \text{ MPa}$
- $f_{vk0} = 0,39 \text{ MPa}$
- $E_{k0} = 7564 \text{ MPa}$

Densitet: 1700 kg/m^3 .

Graferne er også gældende for densitet 1900 kg/m^3 .

Vederlag:

Den regningsmæssige udstrækning af vederlaget i top regnes lig vægtykkelsen. Dækket kan være slapt eller stift. I bunden regnes væggen understøttet i fuld bredde af et stift fundament. Se figur 9.

Indvendig vindlast:

Formfaktorer for:

- udvendig vindlast (sug) er typisk 1,2
- indvendigt overtryk er normalt 0,2
- den samlede belastning på en indvendig væg er normalt 0,4

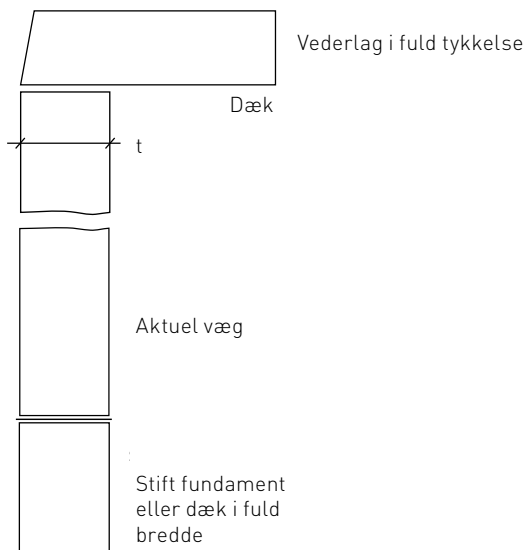
Forholdet mellem udvendig vindlast og indvendig vindlast er således forudsat til: $0,4/1,4 = 0,286$

Indvendige skillevægge:

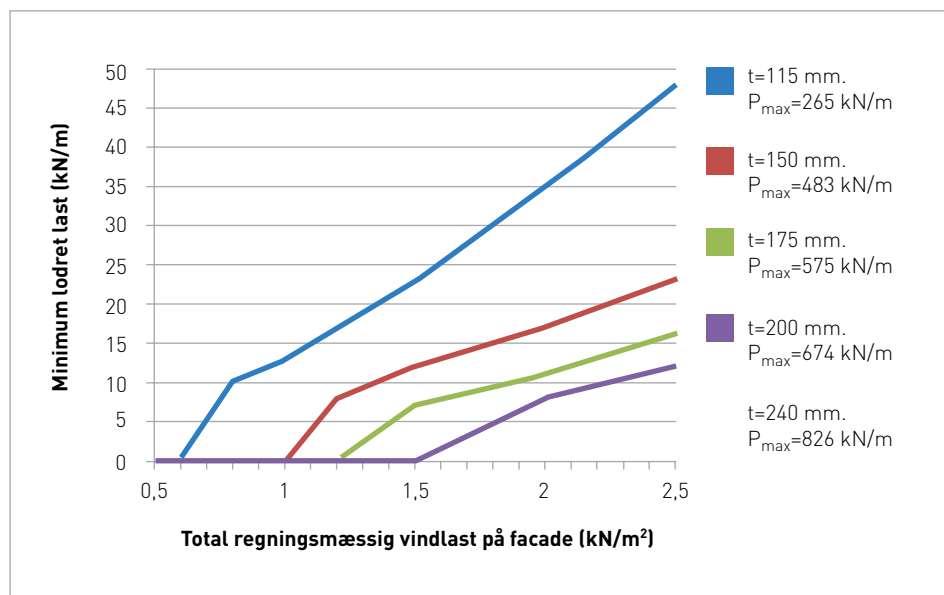
Tykkelsen på indvendige vægge er 115 – 240 mm

Udvendig bagmur:

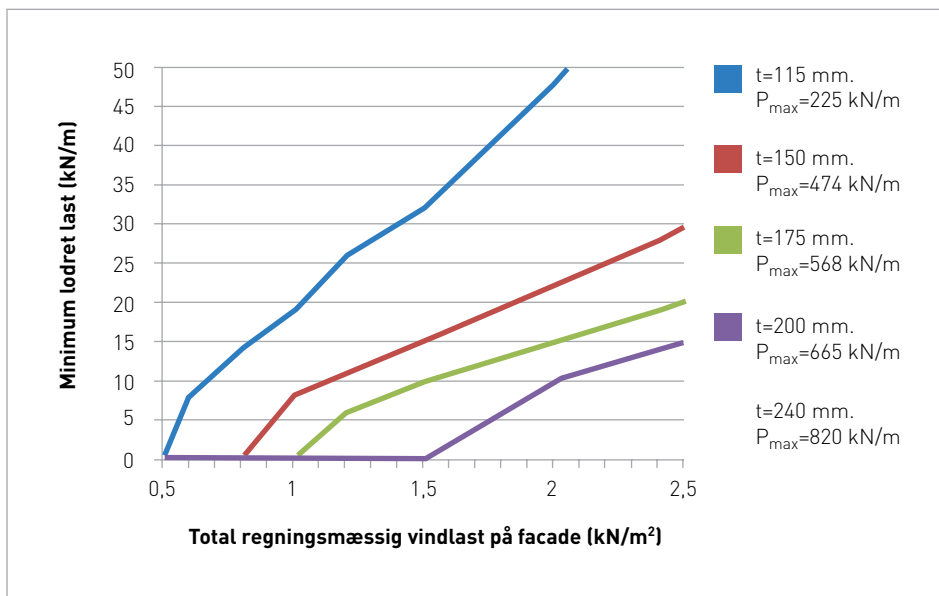
Tykkelsen på udvendige vægge er 115 – 200 mm



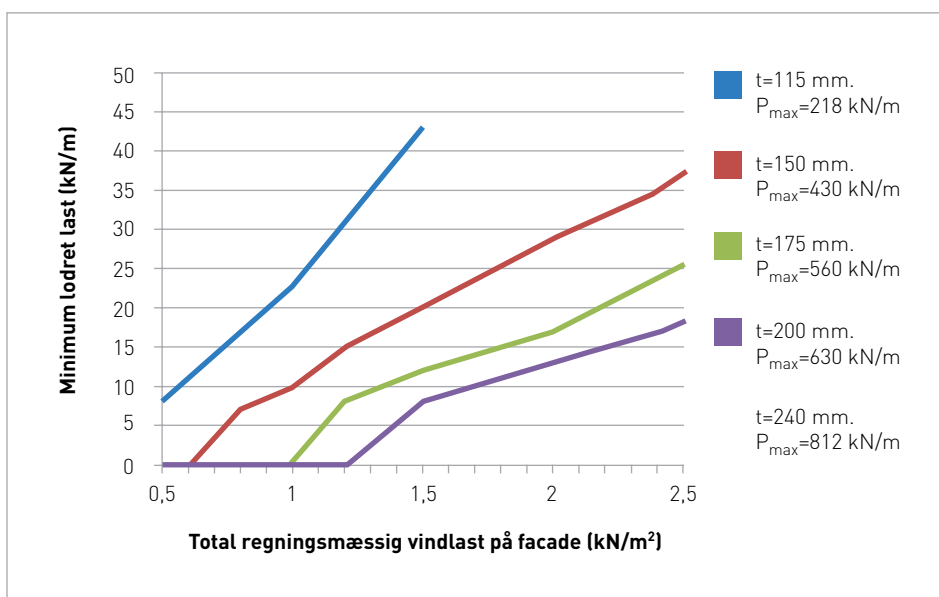
Figur 9. Vederlagsforhold i top og bund



Figur 10. Væghøjde, H = 2,6 m



Figur 11. Væghøjde, H = 2,8 m



Figur 12. Væghøjde, H = 3,0 m

Beregningseksempler

I efterfølgende eksempler er regnet med værdier for dækvederlag på den halve vægtykkelse.

Facade 1

Højde = 3,0 m

$q_d = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Lodret last på overkant vægfelt:

Minimum = 0 kN/m

Maksimum = 30 kN/m

Et vægfelt som vist i figur 3 betragtes. På tegningen måles: Center vindue – center dør/bredde af pille herimellem = 2,2

Den lodrette last forøges tilsvarende:

Lodret last midt vægfelt.

Minimum = 0 kN/m

Maksimum = 66 kN/m

Da det undersøgte vægfelt netop svarer til figur 3, forøges vindlasten ikke. Dvs.:

Total regningsmæssig vindlast på facade = $1,0 \text{ kN/m}^2$

Det ses, at for en tykkelse = 175 mm er betingelserne opfyldt.

I de følgende 3 eksempler er:

L_v lastoplandet

B_p pillebredden

Facade 2

Højde = 3,0 m

$q_d = 1,1 \text{ kN/m}^2$

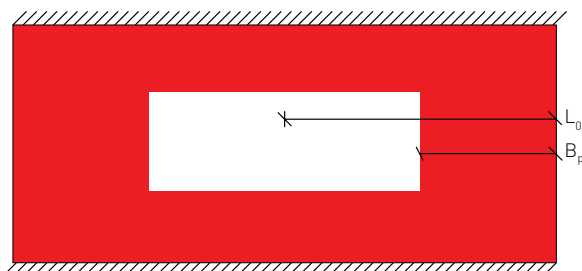
Lodret last på overkant vægfelt:

Minimum = 10 kN/m

Maksimum = 80 kN/m

Et vægfelt som angivet på efterfølgende figur betragtes. Vægfeltet svarer til understøtningsbetingelser angivet i figur 1.

Da vinduet ikke har lodrette understøtninger skal vindlasten forøges, såfremt der er åbninger i vægfeltet



Figur 13. Vægfelt uden sideunderstøtninger og med vindue svarende til halvdelen af vægbredden.

Da der er angivet et vindue med bredde svarende til halvdelen af vægfeltet, forøges den vandrette last med en faktor 2.

Den lodrette last skal også (i dette tilfælde) forøges en faktor $L_v/B_p = 2$.

Total regningsmæssig vindlast på facade = $2,2 \text{ kN/m}^2$

Lodret last midt vægfelt.

Minimum = 20 kN/m

Maksimum = 160 kN/m

Det ses, at for en tykkelse = 200 mm er betingelserne opfyldt.

Bemærk:

I disse eksempler er L_v/B_p altid forøgelsesfaktoren for den lodrette last. Faktoren for vindlasten ($q_{\text{ækv}}/q_d$) er i nogle tilfælde $< 1,0$ (hvilket der konservativt ikke er taget hensyn til her), i andre tilfælde = $1,0$ (figur 1-4) og i nogle tilfælde $> 1,0$.

I ekstreme tilfælde (fx ingen lodrette understøtninger, åbninger fra gulv til loft) vil $q_{\text{ækv}}/q_d$ maksimalt blive L_v/B_p .

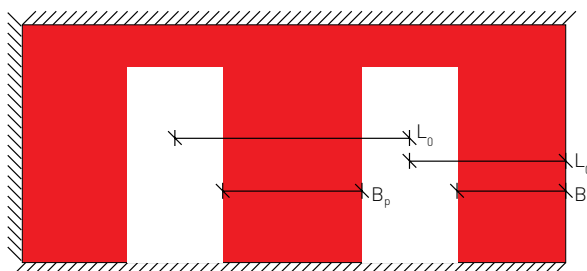
Facade 3

Højde = 2,6 m
 $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Lodret last på overkant vægfelt:
Minimum = 0 kN/m
Maksimum = 40 kN/m

Et vægfelt som angivet i nedenstående figur 14 betragtes. Understøtningsbetingelserne svarer til figur 2, men i dette tilfælde er angivet 2 døre.

Vindlasten forøges med skønsmæssigt en faktor 1,5.



Figur 14. Et 3-sidet understøttet vægfelt med 2 døråbninger.

Total regningsmæssig vindlast på facade = 1,2 kN/m²

Åbningerne medfører, at den lodrette last skal forøges en faktor $L_0/B_p = 2$.

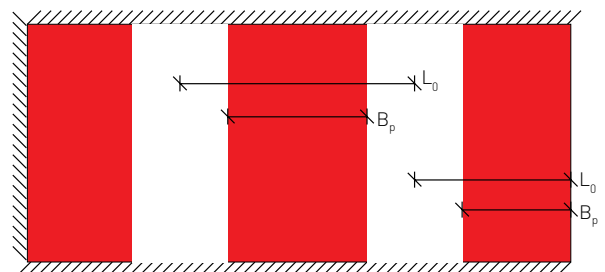
Lodret last midt vægfelt.
Minimum = 0 kN/m
Maksimum = 80 kN/m

Det ses, at for en tykkelse = 175 mm er betingelserne opfyldt.

Facade 4

Højde = 2,6 m
 $q_d = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Lodret last på overkant vægfelt:
Minimum = 0 kN/m
Maksimum = 40 kN/m



Figur 15. Vægfelt med åbninger i fuld højde.

Samme vægfelt som facade 3 [figur 14], men nu er dørene ført til tops, hvorved der ikke kan ske en omfordeling af vindlasten imellem de fritstående piller og det "stærkere" område til venstre ved den lodrette understøtning. De fritstående vægfelter skal beregnes for det "fulde" lastopland. Dvs. både vindlasten og den lodrette last skal forøges med en faktor 2,0.

Total regningsmæssig vindlast på facade = 1,6 kN/m²

Lodret last midt vægfelt.
Minimum = 0 kN/m
Maksimum = 80 kN/m

Det ses, at for en tykkelse = 200 mm er bæreevnen 1,5 kN/m²

Væggen udføres i kombination med en formur af tegl og denne regnes at optage den "manglende" vindlast på 0,1 kN/m².

Indervæg 4

Højde = 2,6 m
 $q_d < 2,5 \text{ kN/m}^2$

Lodret last:
Maksimum = 250 kN/m

Det ses, at for en tykkelse = 200 mm er betingelserne opfyldt.

Dimensionering af vægfelt mod væltning

Korte vægfelt af Silka Vægssystem kan kræve forankring med gevindstænger og vindtrækbånd i fundamentet. Vindtrækbåndet bukket omkring tagkonstruktion og fastgøres. Gevindstænger og bånd virker ikke optimalt uden en effektiv opstramning.

Når vinden påvirker tagkonstruktionen vil den påføre vægfelt et moment, hvorved den lodrette kraft i enden af væggen vil give en reaktion.

Hvis excentriciteten bliver større end væggen – den vælter – er det forankringen som sikrer stabiliteten. Excentriciteten e , bestemmes ved at tage moment omkring midten af væggen (nederst på den). Og dividere det med den samlede lodrette last: $e = M_d / N_d < 0,5 \cdot L$

Husk: at der i beregningerne ikke er lodret last fra P_d . $P_d = 0 \text{ kN}$

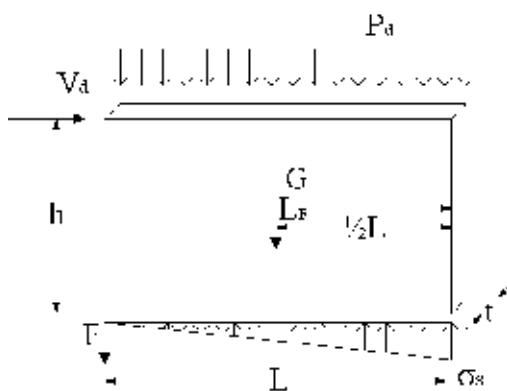
Når excentriciteten $e > L/6$ vipper væggen omkring det nederste hjørne modsat vindretningen. Forankringen træder i kraft og bidrager med at holde væggen på plads. Se nederste model.

Når $e \leq L/6$ vil trykspændingen under væggen fordele sig som en trekantspænding over hele væggens længde. Se figuren nedenunder

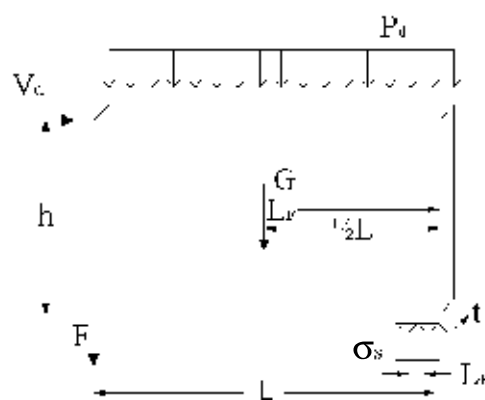
Når excentriciteten $e > L/6$ vil forankringen træde i kraft. Denne medregnes.

Forudsætning

- P_d : Regningsmæssige overstående linielast
- V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
- G : Væggens egenvægt, $\gamma_m = 0,9$
- F : Regningsmæssige forankringskraft
- L_E : Effektive trykpåvirkede længde
- L_F : Længden af forankring til kant af væg
- L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
- σ_s : Trykspændinger under væg
- h : væghøjden
- t : vægtykkelse
- L : væglængden



For $e \leq L/6$



For $L/2 > e \geq L/6$

Moment:	Den samlede lodrette last:	Excentriciteten:
$M_d = V_d \cdot h$	$N_d = 0,9 \cdot G + P_d \cdot L$	$e = M_d / N_d < 0,5 \cdot L$

$$f_k / \gamma_m, \text{ MPa, blokke } \gamma_m = 1,6$$

$$\sigma_s = N/A + M/W = N_d / (t \cdot L) + M_d / (1/6 \cdot t \cdot L^2) <$$

$$0,8 \cdot f_{ck} / \gamma_m, \text{ MPa}$$

Kontroller følgende:

$$f_k / \gamma_m, \text{ MPa, trykstyrken: } \gamma_m = 1,6$$

$$\sigma_s = (F + N_d) / A_c \leq 0,8 \cdot f_{ck} / \gamma_m, \text{ MPa}$$

Såfremt $e \geq L/6$ revner tværsnittet – væggen vipper - og trykspændingen under væggen, hvor kraften regnes som en regulær fordeling i den ene ende af væggen. Forankringen er indtruffet og den lodrette last skal medregnes.

$$\text{Beregning af effektiv længde: } L \geq L_e = 2 \cdot (1/2 \cdot L - e) = 2 \cdot x$$

$$\text{Det samlede effektive areal: } A_c = t \cdot L_e$$

Bæreevne af vægfelt til skema

Vi ønsker at eftervise størst mulig bæreevne af et vægfelt i forhold til den vandrette last ved størst mulig excentricitet. Dette gøres ved at vælge revnet tværsnit ($e \geq L/6$) og forudsætte at den effektive længde (x) varierer. Dette medfører at man bedre kan udnytte kohæsionen ved blandt andet mørtel-fuger. x defineres i tabellerne som:

$$x = 1/20 \cdot L \text{ for vægge}$$

$$\text{Den effektive længde: } L_e = 2 \cdot x$$

Endvidere regnes der med kendte laster fra forankringen og egenvægten af væggen. Stabiliteten er gennemregnet med $\gamma = 0,9$ for at gøre den regningsmæssig. Og forankringskraften virker fra væggenes kant $L_e = L$.

$$M_d = (V_d \cdot h - (0,9 \cdot G \cdot (1/2 \cdot L - x) + F \cdot (L - x))) = 0$$

Maximal vindlast findes således:

$$V_d = (0,9 \cdot G \cdot (1/2 \cdot L - x) + F \cdot (L - x)) / h \text{ (kN)}$$

Det skal eftervises at den vandrette kraft kan overføre til vægtoppen og at den kan overføres til fundamentet via glidning.

Følgende beregninger er regnet konservativt idet densiteten er sat til 1700 kg/m^3 . Værdierne kan anvendes for stenklasse 1800 og 2000.

Eftervisning af glidning

Alle de vægge som indgår i stabiliteten af bygningen kontrolleres mht. glidning. Vælges en konstruktions opbygning, hvor væggen er placeret knas på murpap (fugtspærre) kan man kun medtage bidraget fra friktionen μ_d . Friktionsbidraget udgør den på væggen samlede lodrette last til gunst - inkl. væggens egenlast - ganget med friktionskoefficienten. Hvis væggen er placeret på en mørtelfuge, kan man medregne bidrag fra kohæsion (f_{vd0}) samt bidraget fra friktionen (μ_d).

Hvis væggens samlede glidningsmodstand V_{ud} er større end V_d er bæreevnen i orden. I tilfælde af at V_{ud} er mindre end V_d skal væggen sikres med glidningsbeslag med $V_{beslag} = V_d - V_{ud}$

Stabiliserende væg uden kohæsionsbidrag:

Væggens glidningsbidrag:

$$V_{ud} = (0,9 \cdot G + P_d \cdot L) \cdot \mu_d \text{ (kN)}$$

Stabiliserende væg med kohæsionsbidrag:

Væggens glidningsbidrag:

$$V_{ud} = f_{vd0} \cdot t \cdot L_E + (0,9 \cdot G + P_d \cdot L) \cdot \mu_d \text{ (kN)}$$

Hvis $e \leq L/6$ bliver L_E hele væggens længde

Hvis $e > L/6$ bestemmes L_E som beskrevet tidligere.

Forankringskraften F er ikke medtaget i friktionsbidraget idet denne kraft først træder i kraft når $e > L/6$. Hvis væggen udføres som efterspændt murværk kan F medregnes.

I bæreevnetabellerne for glidning er forankringskraften medregnet, idet der er set på den maximale situation (max. vindlast) der regnes med revnet tværsnit. Man skal være opmærksom på gråzonen mellem uforankret og forankret vægfelt. Dette tages der højde for ved at indfører en minimums forankring. Hvis man anvender en mørtelfuge kan der ses bort fra dette, idet der er kohæsionsbidrag over hele væglængden. Endvidere kan man regne med glidningsbidrag fra tværvægge.

Hvis ikke man regner med efterspændt vægfelt anvendes værdier for vægfelt uden forankring.

Fastgørelse med L-beslag

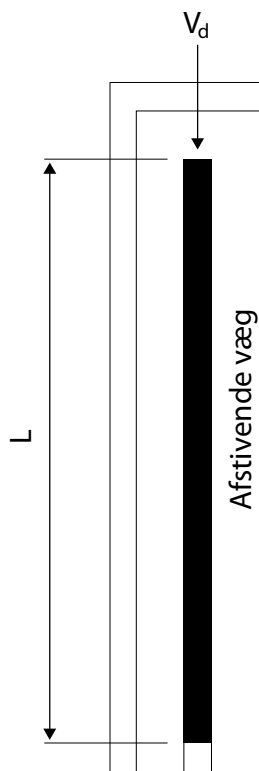
For at fastholde en væg mod glidning kan der indlimes L-beslag af stål i lodrette fuger. Der anvendes stålbeslag med en tykkelse på 2 mm, som passer stramt i limfugen.

Tabel 1: Bærende L-beslag

Silka ($\rho = 1700 \text{ kg/m}^3$)	fk [MPa] 12,2	Bæreevne [kN]	
		Strongtie AB70, 55 mm	L-beslag, 100 mm
		5,11	9,30

Glidning: Beregningseksempel

Iht. efterfølgende bæreevnetabeller er den maximale vindbelastning for det enkelte vægfelt givet mht. væltning. Hvis den aktuelle vindlast er større end vægfeltet evne til optagelsen af glidning kontrolleres for dette, (opbygning af underlag med eller uden murpap samt antal af afstivende vægge).



Eksempel for 115 mm vægfelt, Højden = 2,4 m:

- Væggens stabiliserende længde er 2,5 m.
- Væggen er placeret på murpap.
- Væggen er forankret i begge ender med vindtrækbånd eller gevind, forankringskapacitet er ≥ 10 kN (per stk.)
- $P_d = 0$ kN

Vindbelastningen i vægtoppen er: $V_d = 13,0$ kN

Bæreevne mht. væltning (af læst): $V_{vd} = 18,0$ kN $\geq 13,0$ kN OK

Kontrol af glidning:

Glidningsbæreevne af væg: $G_{væg} = 5,02$ kN

Samlet glidningsbæreevne: $\sum G = 5,02$ kN $\leq 13,0$ kN,
Ej OK

Dette medfører, at der skal monteres et glidningsbeslag, som kan optage:

$$V_{beslag} = V_d - \sum G = 13,0 - 5,02 = 7,98 \text{ kN}$$

Se side 30

1) L-beslag, 100 mm.

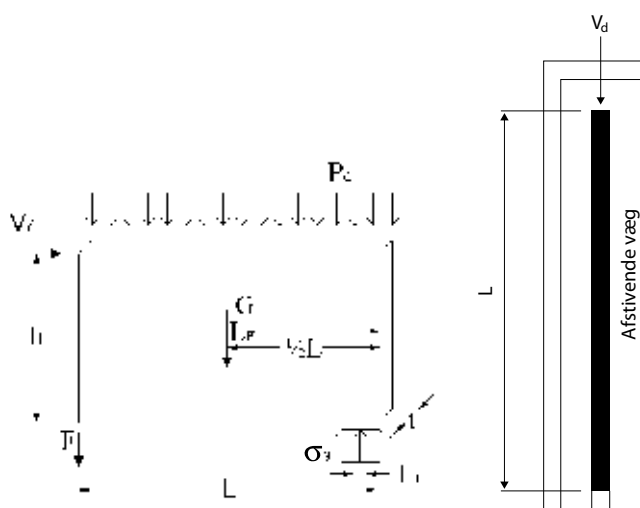
$$9,30 \text{ eller } 7,98 < 9,30 \Rightarrow 1 \text{ stk. } 100 \text{ mm beslag.}$$

2) L-beslag 70 mm.

$$7,98 / (70 / 100 \times 9,30) = 1,22 \Rightarrow 2 \text{ stk. } 70 \text{ mm beslag.}$$

Vægfelt uden forankring , 115 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_s : Trykspændinger under væg



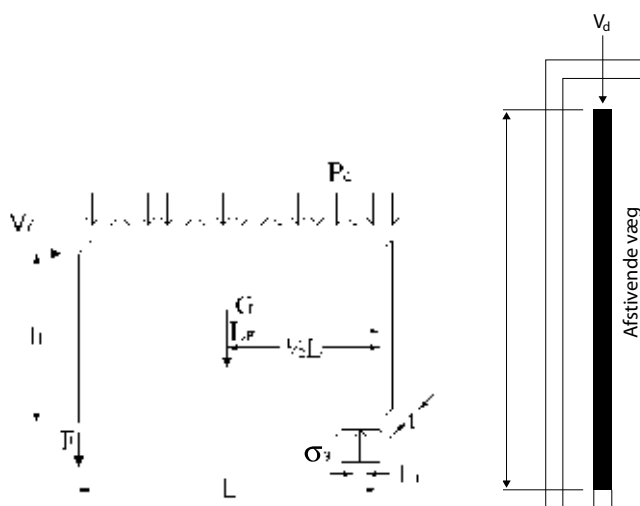
Tykkelse = 115 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V_d (kN)	1,28	2,90	5,16	8,07	11,62	15,8	20,6	26,2	32,3	26,1	46,5	54,6	63,3
Væltning: H=2,6	V_d (kN)	1,28	2,90	5,16	8,07	11,62	15,8	20,6	26,2	32,3	26,1	46,5	54,6	63,3
Væltning: H=2,8	V_d (kN)	1,28	2,90	5,16	8,07	11,62	15,8	20,6	26,2	32,3	26,1	46,5	54,6	63,3
Glidning, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V_d (kN)	6,38	9,56	12,75	15,9	19,1	22,3	25,5	28,7	31,9	35,1	38,3	41,4	44,6
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)	2,01	3,01	4,02	5,02	6,03	7,03	8,04	9,04	10,0	11,0	12,0	13,1	14,1
Glidning: Monalfol (3-lags)	V_d (kN)	3,11	4,67	6,23	7,78	9,34	10,9	12,4	14,0	15,6	17,1	18,7	20,2	21,8

Tykkelse = 115 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	5,24	8,83	13,1	18,0	23,5	29,7	36,5	44,0	52,1	60,9	70,3	80,3	91,0
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	4,9	8,4	12,5	17,2	22,6	28,6	35,3	42,6	50,6	59,2	68,4	78,3	88,9
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	4,68	7,99	11,9	16,5	21,8	27,7	34,2	41,4	49,26	57,7	66,9	76,6	87,0
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	15,3	19,2	23,0	26,8	30,6	34,5	38,3	42,1	46,0	49,8	53,6	57,5	61,3
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	5,09	6,09	7,09	8,10	9,10	10,1	11,1	12,1	13,1	14,1	15,1	16,1	17,1
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	7,88	9,44	11,0	12,5	14,1	15,6	17,2	18,8	20,3	21,9	23,4	25,0	26,6

Tykkelse = 115 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	17,1	26,6	36,8	47,6	59,1	71,2	84,0	97,4	111	126	141	157	174
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	15,9	24,8	34,4	44,6	55,5	67,0	79,1	91,9	105	119	134	149	165
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	14,8	23,3	32,3	42,0	52,3	63,3	75,0	87,2	100	114	128	143	158
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	38,4	42,2	46,1	49,9	53,7	57,6	61,4	65,2	69,1	72,9	76,7	80,5	84,4
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	14,3	15,3	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,3	25,4	26,4
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	22,2	23,7	25,3	26,9	28,4	30,0	31,5	33,1	34,6	36,2	37,7	39,3	40,9

Vægfelt uden forankring, 150 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_s : Trykspændinger under væg



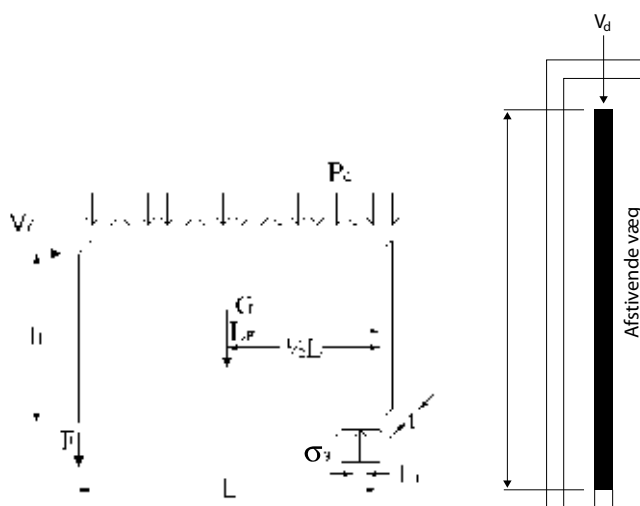
Tykkelse = 150 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring													
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Væltning: H=2,4	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Væltning: H=2,6	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Væltning: H=2,8	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Væltning: H=3,0	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Væltning: H=3,5	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Væltning: H=4,0	V_d (kN)	1,53	3,46	6,16	9,63	13,9	18,9	24,6	31,2	38,5	46,6	55,5	65,1	75,5	
Glidning, H=2,4 m															
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Glidning: Mørtelfuge [0,6]	V_d (kN)	7,76	11,6	15,5	19,4	23,3	27,1	31,0	34,9	38,8	42,6	46,5	50,4	54,3	
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)	2,40	3,60	4,79	5,99	7,19	8,39	9,59	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	
Glidning: Monalfol [3-lags]	V_d (kN)	3,71	5,57	7,43	9,29	11,1	13,0	14,9	16,7	18,6	20,4	22,3	24,1	26,0	

Tykkelse = 150 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	5,49	9,40	14,1	19,5	25,7	32,7	40,5	49,0	58,3	68,4	79,2	90,9	103
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	5,19	8,64	13,5	18,8	24,8	31,6	39,3	47,6	56,8	66,7	77,4	88,9	101
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	4,92	8,55	12,9	18,1	24,0	30,7	38,2	46,5	55,5	65,3	75,8	87,2	99,3
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	4,70	8,21	12,5	17,5	23,4	30,0	37,3	45,5	54,4	64,0	74,5	85,7	97,7
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	4,25	7,53	11,6	16,4	22,0	28,4	35,5	43,4	52,1	61,5	71,8	82,8	94,5
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	3,91	7,02	10,9	15,5	21,0	27,2	34,1	41,9	50,4	59,7	69,7	80,5	92,1
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	17,1	21,8	26,5	31,3	36,0	40,7	45,4	50,1	54,9	59,6	64,3	69,0	73,7
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	5,47	6,67	7,87	9,07	10,3	11,5	12,7	13,9	15,1	16,2	17,5	18,6	19,9
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	8,48	10,3	12,2	14,1	15,9	17,8	19,6	21,5	23,3	25,2	27,1	28,9	30,8

Tykkelse = 150 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	17,4	27,2	37,8	49,2	61,4	74,3	88,0	102	117	133	150	168	186
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	16,1	25,4	35,4	46,1	57,7	70,0	83,1	97,0	111	127	143	160	177
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	15,1	23,8	33,3	43,5	54,6	66,4	78,9	92,3	106	121	137	153	170
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	14,2	22,4	31,5	41,3	51,9	63,2	75,3	88,2	101	116	131	147	164
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	12,4	19,7	27,8	36,7	46,4	56,9	68,1	80,1	92,8	106	120	135	151
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	11,3	17,7	25,1	33,4	42,4	52,1	62,6	74,0	86,0	99,0	112	126	142
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	40,2	44,9	49,6	54,3	59,1	63,8	68,5	73,2	77,9	82,6	87,4	92,1	96,8
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	14,7	15,9	17,1	18,3	19,5	20,7	21,9	23,1	24,3	25,5	26,7	27,9	29,1
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	22,8	24,6	26,5	28,3	30,2	32,1	33,9	35,8	37,6	39,5	41,4	43,2	45,1

Vægfelt uden forankring, 175 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_3 : Trykspændinger under væg



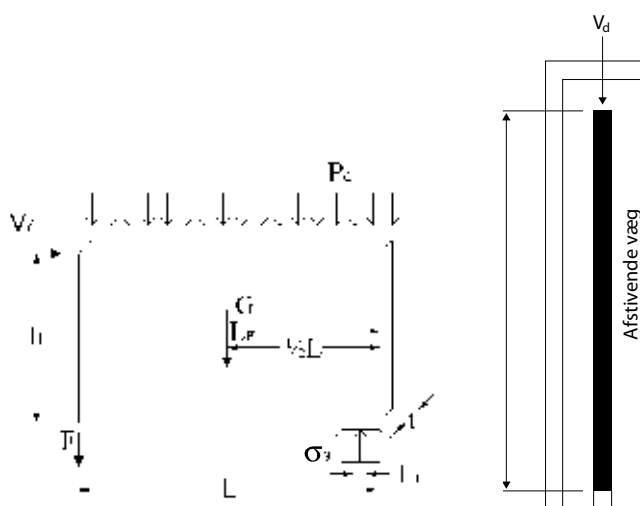
Tykkelse = 175 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring													
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Væltning: H=2,4	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Væltning: H=2,6	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Væltning: H=2,8	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Væltning: H=3,0	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Væltning: H=3,5	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Væltning: H=4,0	V_d (kN)	1,71	3,86	6,87	10,7	15,5	21,0	27,5	34,8	43,0	52,0	61,9	72,6	84,3	
Glidning, H=2,4 m															
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V_d (kN)	8,74	13,12	17,5	21,9	26,2	30,6	35,0	39,3	43,7	48,1	52,5	56,8	61,2	
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)	2,67	4,01	5,35	6,68	8,02	9,36	10,7	12,0	13,4	14,7	16,0	17,4	18,7	
Glidning: Monalfol (3-lags)	V_d (kN)	4,14	6,22	8,29	10,4	12,4	14,5	16,6	18,6	20,7	22,8	24,9	26,9	29,0	

Tykkelse = 175 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	5,67	9,80	14,8	20,6	27,3	34,9	43,3	52,6	62,8	73,8	85,6	98,4	112
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	5,36	9,34	14,2	19,9	26,4	33,8	42,1	51,2	61,2	72,1	83,8	96,4	109
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	5,10	8,95	13,6	19,2	25,6	32,9	41,0	50,1	60,0	70,7	82,2	94,7	108
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	4,88	8,61	13,2	18,6	25,0	32,1	40,1	49,1	58,8	69,4	80,9	93,2	106
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	4,42	7,93	12,3	17,5	23,6	30,5	38,4	47,0	56,5	67,0	78,2	90,3	103
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	4,08	7,42	11,6	16,7	22,6	29,4	37,0	45,5	54,9	65,1	76,1	88,0	101
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	18,4	23,7	29,1	34,4	39,8	45,1	50,5	55,8	61,2	66,5	71,9	77,2	82,6
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	5,75	7,09	8,42	9,76	11,1	12,4	13,8	15,1	16,4	17,8	19,1	20,5	21,8
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	4,14	11,0	13,1	15,1	17,2	19,3	21,3	23,4	25,5	27,6	29,6	31,71	33,4

Tykkelse = 175 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,4	V _d (kN)	17,5	27,6	38,5	50,3	63,0	76,5	90,8	106	122	139	157	175	195
Væltning: H=2,6	V _d (kN)	16,3	25,7	36,1	47,3	59,3	72,2	86,0	100	116	132	149	167	186
Væltning: H=2,8	V _d (kN)	15,3	24,2	34,0	44,7	56,18	68,5	81,8	95,9	111	126	143	161	179
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	14,4	22,9	32,2	42,4	53,5	65,4	78,1	91,8	106	121	138	155	173
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	12,2	20,1	28,6	37,9	48,0	59,0	70,9	83,7	97,3	112	127	143	160
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	11,2	18,1	25,9	34,5	44,0	54,3	65,5	77,6	90,5	104	119	134	150
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	41,5	46,8	52,2	57,5	62,9	68,2	73,6	78,9	84,3	89,6	95,0	100	105
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	15,0	16,3	17,7	19,0	20,3	21,7	23,0	24,3	25,7	27,0	28,3	29,7	31,0
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	23,2	25,3	27,4	29,4	31,5	33,6	35,6	37,7	39,8	41,9	43,9	46,0	48,1

Vægfelt uden forankring , 200 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_s : Trykspændinger under væg



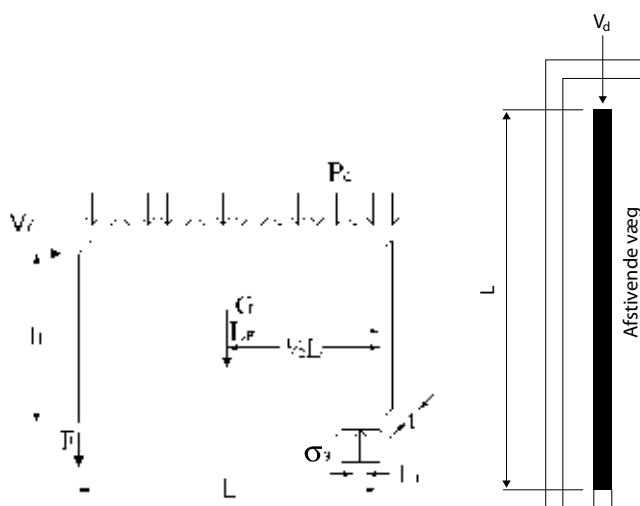
Tykkelse = 200 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Væltning: H=3,0	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Væltning: H=3,5	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Væltning: H=4,0	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Væltning: H=4,5	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Væltning: H=5,0	V_d (kN)	1,89	4,26	7,58	11,8	17,1	23,2	30,3	38,4	47,4	57,4	68,3	80,2	93,0
Glidning m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V_d (kN)	10,0	15,0	20,1	25,1	30,1	35,1	40,1	45,2	50,2	55,2	60,2	65,2	70,3
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)	3,07	4,61	6,15	7,68	9,22	10,7	12,3	13,8	15,4	16,9	18,4	20,0	21,5
Glidning: Monalfol (3-lags)	V_d (kN)	4,76	7,15	9,53	11,9	14,3	16,7	19,0	21,4	23,8	26,2	28,6	31,0	33,3

Tykkelse = 200 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	5,69	10,0	15,1	21,3	28,4	36,5	45,5	55,5	66,4	78,3	91,1	105	119
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	5,05	9,01	13,9	19,8	26,5	34,3	43,0	52,7	63,3	74,8	87,3	101	115
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	4,6	9,33	13,0	18,6	25,2	32,7	41,2	50,6	61,0	72,3	84,6	97,8	112
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	4,26	7,82	12,3	17,8	24,2	31,5	39,9	49,1	59,3	70,5	82,6	95,6	110
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	4,00	7,43	11,8	17,3	23,4	30,6	38,8	47,9	58,0	69,0	81,0	93,9	107
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	3,79	7,11	11,4	16,6	22,8	29,9	38,0	47,0	56,9	67,9	79,7	92,5	106
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,5 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	19,7	25,6	31,6	37,6	43,6	49,6	55,5	61,5	67,5	73,5	79,5	85,5	91,5
Glidning: (0,375) Murpap generelt	V _d (kN)	6,03	7,50	8,98	10,5	11,9	13,4	14,9	16,3	17,8	17,8	20,8	22,3	23,7
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	9,34	11,6	13,9	16,2	18,5	20,8	23,1	25,3	27,6	27,6	32,2	34,5	36,8

Tykkelse = 200 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	17,1	27,1	38,0	49,9	62,6	76,4	91,1	107	123	141	159	179	199
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	14,5	23,2	32,9	43,5	55,1	67,6	81,0	95,4	111	127	144	162	181
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	12,7	20,5	28,1	39,0	49,6	61,1	73,8	87,3	102	117	133	151	169
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	11,4	18,5	26,6	35,6	45,6	56,5	68,4	81,2	94,9	110	125	142	159
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	10,3	16,9	24,5	33,0	42,2	52,8	64,1	76,4	89,7	104	119	135	152
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	9,49	15,6	22,8	30,8	39,9	49,8	60,7	72,6	85,4	99,2	114	130	146
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,5 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	43,0	49,2	55,3	61,5	67,7	73,7	79,1	86,0	92,1	98,3	104	111	117
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	15,4	16,9	18,5	20,0	21,5	23,1	24,6	26,1	27,7	29,2	30,7	32,3	33,8
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	23,8	26,2	28,6	31,0	33,4	35,7	38,1	40,5	42,9	45,3	47,7	50,1	52,4

Vægfelt uden forankring , 240 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_s : Trykspændinger under væg



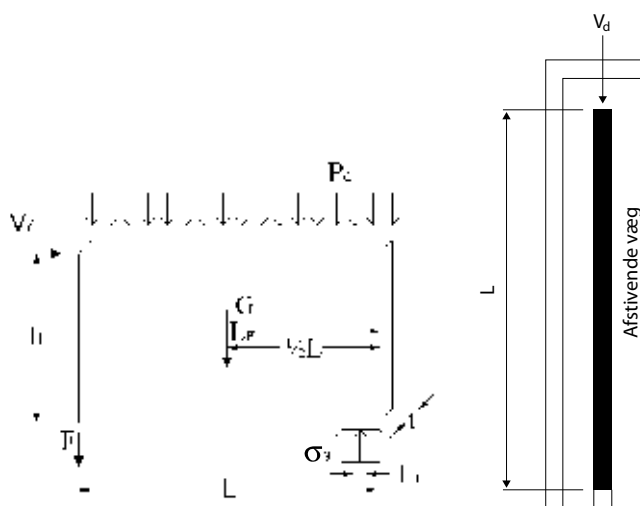
Tykkelse = 240 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Væltning: H=3,0	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Væltning: H=3,5	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Væltning: H=4,0	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Væltning: H=4,5	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Væltning: H=5,0	V_d (kN)	2,17	4,90	8,72	13,6	19,6	26,7	34,9	44,2	54,6	66,0	78,6	92,2	107
Glidning, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V_d (kN)	11,7	17,5	23,3	29,1	35,0	40,8	46,6	52,5	58,3	64,1	70,0	75,8	81,6
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)	3,24	5,30	7,07	8,84	10,6	12,4	14,1	15,9	17,7	19,4	21,2	23,0	24,7
Glidning: Monalfol (3-lags)	V_d (kN)	5,48	8,22	11,0	13,7	16,4	19,2	21,9	24,6	27,4	30,1	32,9	35,6	38,3

Tykkelse = 240 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	5,97	10,6	16,3	23,1	31,0	40,0	50,1	61,3	73,6	86,9	101	117	133
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	5,34	9,65	15,1	21,5	29,1	37,8	47,6	58,4	70,4	83,4	97,6	113	129
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	4,89	8,97	14,1	20,4	27,8	36,2	45,8	56,4	68,1	81,0	94,9	110	126
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	4,55	8,46	13,5	19,6	26,8	35,1	44,4	54,9	66,4	79,1	92,8	107	123
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	4,28	8,07	13,0	18,9	26,0	34,1	43,4	53,7	65,1	77,6	91,2	106	121
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	4,07	7,75	12,5	18,4	25,3	33,4	42,5	52,7	64,0	76,5	90,0	105	120
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	22,0	29,2	36,4	43,6	50,7	57,9	65,1	72,2	79,4	86,6	93,8	101	108
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	6,61	8,38	10,1	11,9	13,7	15,4	17,2	19,0	20,7	22,5	24,3	26,1	27,8
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	10,2	13,0	15,7	18,5	21,2	24,0	26,7	29,4	32,2	34,9	37,6	40,4	43,1

Tykkelse = 240 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	17,4	27,7	39,1	51,6	65,2	79,9	95,7	103	130	150	170	191	213
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	14,8	23,9	34,1	45,3	57,6	71,0	85,6	101	118	136	155	175	195
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	13,0	21,2	3,4	40,8	52,2	64,7	78,3	93,0	109	126	144	163	183
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	11,7	19,1	27,7	37,4	48,1	60,0	72,9	87,0	102	118	135	154	173
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	10,6	17,6	25,6	34,7	45,0	56,3	68,7	82,2	96,8	112	129	147	166
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	9,77	16,3	23,9	32,6	42,4	53,3	65,3	78,4	92,5	107	124	141	160
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	45,1	52,3	59,5	66,6	73,8	81,0	88,1	95,3	103	110	117	124	131
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	15,8	17,6	19,4	21,2	22,9	24,7	26,4	28,2	30,0	31,8	33,5	35,3	37,1
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	24,6	27,3	30,0	32,8	35,5	38,3	41,0	43,7	46,5	49,2	52,0	54,7	57,4

Vægfelt uden forankring, 300 mm Silka væg

P_d : Regningsmæssige overstående linielast
 V_d : Regningsmæssig vindlast på den enkelte væg
 G : Væggens egenvægt iht. LAK 2.2, stabilitet
 L_E : effektive trykpåvirkede længde
 L_F : Længden af forankring til kant af væg
 L, h og t : hhv. væggens længde, højde og bredde
 σ_3 : Trykspændinger under væg



Tykkelse = 300 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt uden forankring												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Væltning: H=3,0	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Væltning: H=3,5	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Væltning: H=4,0	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Væltning: H=4,5	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Væltning: H=5,0	V_d (kN)	2,60	5,86	10,4	16,3	23,5	32,0	41,8	52,9	65,3	79,0	94,0	110	128
Glidning, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V_d (kN)		21,1	28,2	35,2	42,3	49,4	56,4	63,4	70,5	77,5	84,6	91,6	98,7
Glidning: Murpap generelt	V_d (kN)		6,34	8,46	10,6	12,7	14,8	16,9	19,0	21,1	23,6	25,4	27,5	29,6
Glidning: Monalfol (3-lags)	V_d (kN)		9,83	13,1	16,4	19,6	22,9	26,2	29,5	32,8	36,1	39,3	42,6	45,9

Tykkelse = 300 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 10 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	6,40	11,5	18,0	25,8	34,9	45,3	57,0	70,0	84,3	99,9	117	135	154
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	5,77	16,1	16,8	24,3	33,0	43,0	54,4	67,1	81,1	96,4	113	131	150
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	5,32	9,94	15,9	23,1	31,6	41,5	52,6	65,1	78,8	93,9	110	128	147
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	4,98	9,43	15,2	22,2	30,6	40,3	51,3	63,5	77,1	92,0	108	126	145
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	4,71	9,03	14,6	21,6	29,8	39,4	50,2	62,3	75,8	90,6	107	124	143
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	4,50	8,71	14,2	21,1	29,2	38,6	49,4	61,4	74,8	89,4	105	122	141
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	25,2	33,9	42,6	43,6	60,1	68,8	77,5	86,2	95,0	104	112	121	130
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	7,31	6,34	11,5	10,6	15,8	17,9	20,0	22,1	24,2	26,3	28,5	30,6	32,7
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	11,3	9,83	17,9	16,4	24,4	27,7	31,0	34,3	37,5	40,8	44,1	47,4	50,6

Tykkelse = 300 mm Densitet: 1900 kg/m ³		Vægfelt forankret med 40 kN												
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Væltning: H=2,5	V _d (kN)	17,8	28,6	40,8	54,3	69,1	85,2	103	121	141	162	185	209	234
Væltning: H=3,0	V _d (kN)	15,3	24,9	35,8	48,0	61,5	76,3	92,4	110	129	149	170	193	217
Væltning: H=3,5	V _d (kN)	13,5	22,1	32,1	43,5	56,0	70,0	85,2	102	119	139	159	181	204
Væltning: H=4,0	V _d (kN)	12,1	20,1	29,4	40,1	52,0	65,2	79,8	95,6	113	131	151	172,1	194
Væltning: H=4,5	V _d (kN)	11,1	18,5	27,3	37,4	48,8	61,5	75,5	90,9	107	125	145	165	187
Væltning: H=5,0	V _d (kN)	10,2	17,3	25,6	35,3	46,3	58,6	72,2	87,0	103	121	140	160	181
Glidning for efterspændt vægfelt, H=2,4 m														
Væglængde:	m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Glidning: Mørtelfuge (0,6)	V _d (kN)	48,2	57,0	65,7	74,4	83,1	91,9	101	109	118	127	135	144	153
Glidning: Murpap generelt	V _d (kN)	16,5	18,6	20,8	22,9	25,0	27,1	29,2	31,3	33,4	35,6	37,7	39,8	41,9
Glidning: Monafol (3-lags)	V _d (kN)	25,6	28,9	32,2	35,5	38,7	42,0	45,3	48,6	51,9	55,1	58,4	61,7	65,0

El-installationer

Når der skal monteres el-installationer i Silka vægge skal rillerne og udsparring placeres iht. EC 6 (murværksnormen) og DS/INF 167.

Der anvendes fx diamantskæreskive. Rillerne lukkes efterfølgende med mørtel.

Når man planlægger udfræsningen af et eller flere el-rør skal man tage højde for brudlinierne i det enkelte vægfelt samt om det er en ikke bærende eller bærende væg.

Husk: det er den respektive bygningsingeniør, som rådgiver i den enkelte sag.

Endvidere skal man huske at der i lejlighedsskel skal være indbyrdes afstand mellem stikdåser svarende til 10 x vægtykkelsen.

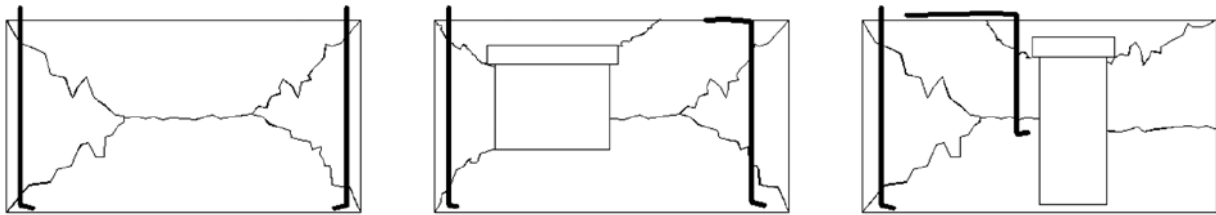
Signatur:

De takkede streger er væggenes brudlinie.

Stiplede linier er forkert fremførte el-rør iht. brudlinierne.

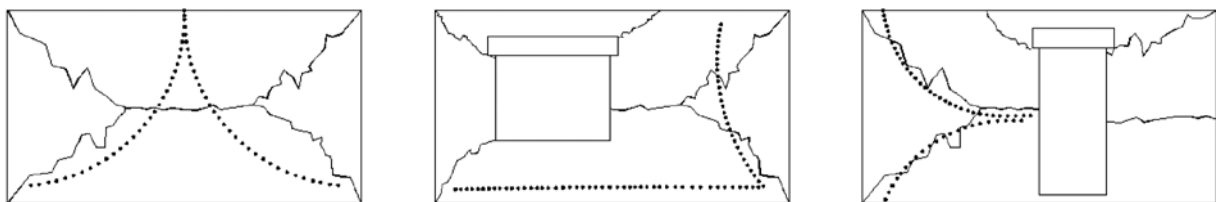
Fede linier er korrekte fremførte el-rør iht. brudlinierne.

Korrekt udførte udsparringer.



Figur 1.

Forkert udførte udsparringer.



Figur 2.

Varmeisolering

Varmeisolering af bygninger tjener flere formål: at minimere energibehovet til opvarmning, at opretholde en jævn og behagelig rumtemperatur, at forhindre kolde overflader, der giver "kuldenedfald" og mulighed for kondensering af rumfugt. En velisoleret bygning sparer energi og er mere komfortabel at opholde sig i.

Forbrænding af fossile brændstoffer for at opvarme vores bygninger er skyld i en stor del af CO₂ udledningen. Bedre varmeisolering er derfor et vigtigt led i nedbringning af CO₂ belastningen af atmosfæren.

Grundlag

En konstruktions varmeledende egenskab afhænger primært af varmeledningsevnen for de byggematerialer, der indgår i konstruktionen. Jo dårligere materialerne er til at lede varmeenergi, jo bedre isolering.

En anden vigtig faktor er konstruktionens tæthed – en egenskab, der først i de seneste bygningsreglementer er sat fokus på med krav om gennemførelse af Blower door test. Bærende ydervægge i Silka Vægssystem er nemme at udføre tætte, og Xella har dokumenteret en række konstruktioner, der sikrer tæthed og minimale kuldebroer iht. krav.

Varmeledningsevne

Varmeledningsevne, konduktivitet, λ udtrykker den energimængde, der ledes igennem 1 m² af materialet i 1 m tykkelse ved en forskel på udvendig og indvendig temperatur på 1 K. Varmeledningsevne = varmemstrømhastighed × afstand / (tværsnitsareal × temperaturforskelle). SI-enheden er W/mK

Da varmeledningsevnen ændres med ændringer i produktets fugtindhold, anvender man ved beregning af en bygnings energitab altid λ_r – den regningsmæssige varmeledningsevne – som udtrykker værdien ved den udligningsfugtighed, der forekommer ved normal brug.

DS 418 "Beregning af bygningers varmetab" angiver varmeledningsevnen for en række materialer til murværk. Der er tale om standardværdier, og det er derfor vigtigt ved energiberegning at anvende leverandørens deklarerede værdier. Hos Xella sker løbende en produktudvikling – bl.a. med henblik på mere energieffektive produkter og løsninger.

For Silka Vægssystem er varmeledningsevnen ligeledes afhængig af densiteten.

For YTONG Multipor Isoleringsplader gælder også sammenhængen mellem varmeledningsevne og densitet.

Tabel 1: Varmeledningsevne og densitet for Silka Vægssystem

Middeldensitet ρ [kg/m ³]	Varmeledningsevne λ [W/mK]	Dampdiffusionsmodstand m
1700	0,99	15 - 25
1900	1,1	15 - 25
2100	1,3	15 - 25

Varmestrøm

Varmestrømmen beskriver, hvor meget varme, der transporteres gennem en konstruktion, og afhænger af temperaturforskel og konstruktionsdelenes termiske modstand.

U-værdien i $W/m^2 K$ angiver, hvor stor en varmemængde der pr. sekund passerer gennem $1 m^2$ af bygningsdelen, når temperaturforskellen mellem den indvendige og udvendige side er en grad Celsius ($^{\circ}C$) eller Kelvin (K). Beregning af U-værdier er beskrevet i den danske standard DS 418, 7. udgave: "Beregning af bygningers varmetab".

Tabel 2: YTONG Multipor Isoleringspladers varmeledningsevne og massefylde

Materiale	Middeldensitet	Trykfasthed	Varmeledningsevne	Vejledende værdi dampdiffusionsmodstand
	ρ kg/m ³				$\lambda$ W/(mK)	$\mu$
YTONG Multipor Isoleringsplade	85 – 90	≥ 200	0,042	2
	100 – 115	≥ 300	0,045	3

U-værdien anvendes til vurdering af en bygningsdels varmeisolerende egenskab og benyttes ved beregning af bygningens energitab. U-værdien er den reciprokke værdi af den samlede termiske modstand, varmeisolansen R . Jf. DS 418 er:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Varmeisolansen R_T beregnes som summen af de enkelte lags isolans R_i og indvendig og udvendig overgangsisolans R_{si} og R_{se} . Et materialelags varmeisolans R beregnes ud fra lagets tykkelse d og et materiales varmeledsevne λ_R som følger:

$$R = \frac{d}{\lambda_R}$$

Enheden for varmeisolans er $[m^2K/W]$. For bygningsdele bestående af flere homogene materialelag beregnes varmeisolansen som summen af de enkelte lags varmeisolans

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_{R,i}} = \frac{d_1}{\lambda_{R,1}} + \frac{d_2}{\lambda_{R,2}} + \frac{d_3}{\lambda_{R,3}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{R,n}}$$

Overgangsisolans er udtryk for varmeisolansen ved overgang fra luft til konstruktion og fra konstruktion til luft. Da varmemstrømmen er kraftigst opad, er overgangsisolans for væg, gulv og loft forskellig. Overgangsisolans er angivet i DS 418:

Varmeisolansen R_T beregnes som summen af de enkelte lags isolans R_i og indvendig og udvendig overgangsisolans R_{si} og R_{se}

$$R_T = R_{si} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_{R,i}} + R_{se}$$

Tabel 3: Overgangsisolanser			
Varme overgangsmodstand	Varmestrømmens retning		
	Opad m ² K/W	Horisontal m ² K/W	Nedad m ² K/W
R _{si}	0,10	0,13	0,17
R _{se}	0,04	0,04	0,04

Ikke ventilerede hulrum

Ikke ventilerede hulrum bidrager til varmeisolering. Et hulrum betegnes som ikke ventileret, når små åbninger til det fri ikke er fordelt for ventilation og deres areal ikke overstiger:

- Maks. 500 mm² pr. m længde for lodrette luftlag
- Maks. 500 mm² pr. m² overflade for vandrette luftlag

Jf. DS 418 afs. 6.4.

Tabel 4: Isolans af ikke ventilerede hulrum			
Hulrummets tykkelse mm	Isolansen R i varmemstrømmens retning		
	Opad m ² K/W	Horisontal m ² K/W	Nedad m ² K/W
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

For svagt ventilerede hulrum kan isolansen medregnes som den halve af værdierne i tabel 5. Et hulrum defineres som svagt ventileret, når ventilation til det fri skabes med åbninger på:

- 500-1.500 mm² pr. m længde for lodrette luftlag
- 500-1.500 mm² pr. m² overflade for vandrette luftlag

Ventilerede luftlag bidrager ikke til varmeisolering og indgår i varmetabsberegningen som indvendig overgangsisolans. Materialelag placeret udenfor et ventileret luftlag medregnes ikke.

Kuldebroer

Kuldebroer

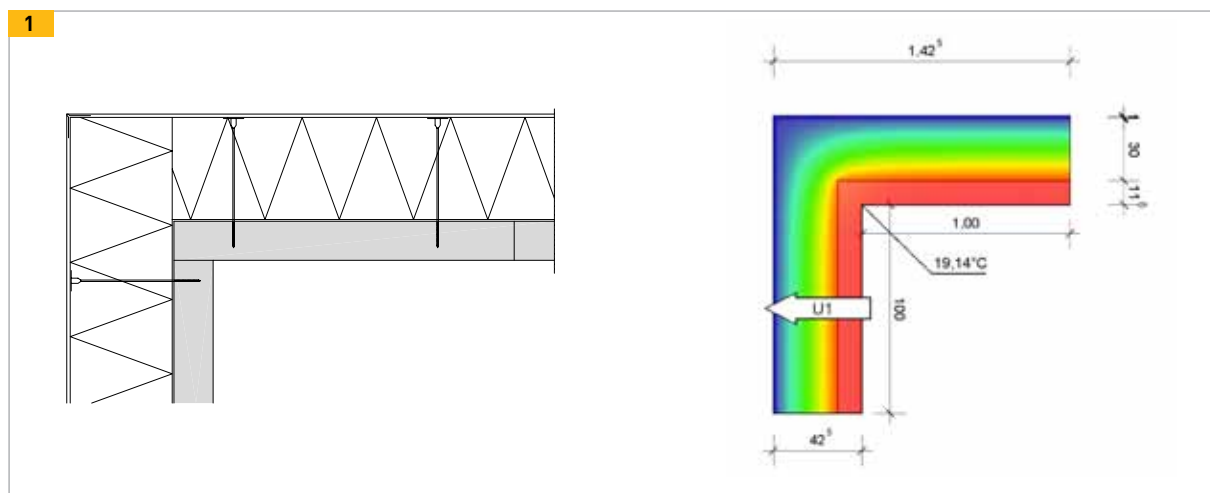
Kuldebroer er dele af klimaskærmen, der er markant dårligere isoleret end resten af klimaskærmen. Kuldebroerne har især betydning i nyere, velisoleret byggeri. Kuldebroer kan være geometrisk betingede – fx i bygningshjørner, eller materialebetingede – fx hvor der indgår stålsøjler i ydervægskonstruktionen, eller hvor etagedæk bygges ind i ydervæggen.

Regler for beregning af varmetabet gennem kuldebroer er angivet i DS 418.

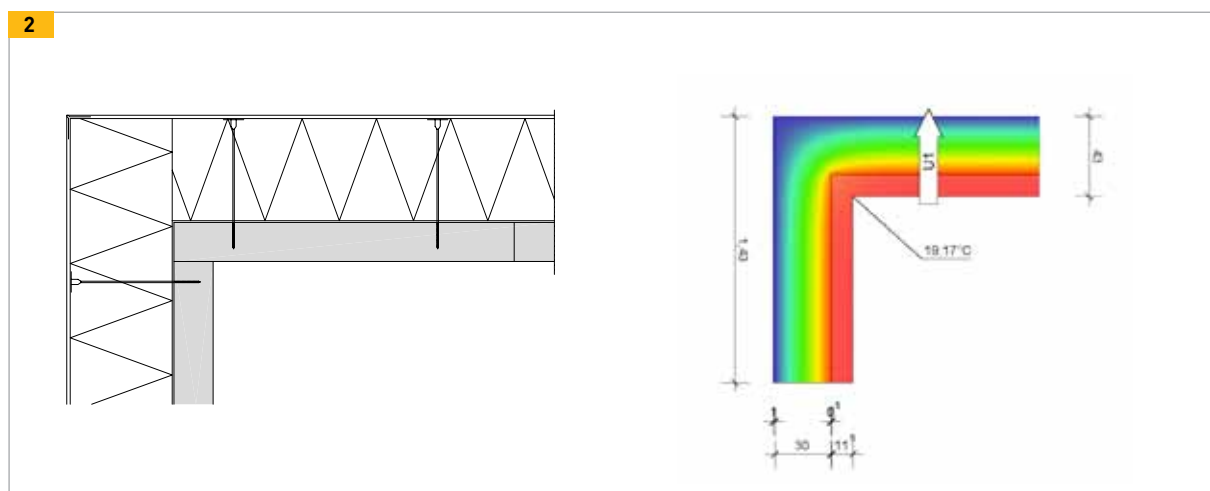
Linjetab og punkttab

Kuldebroerne opdeles i linjetab og punkttab. Linjetab er varmetabet gennem kuldebroer med lille bredde, hvor varmetabet er proportionalt med kuldebroens længde. Linjetab opstår f.eks. ved fundamenter, vinduesfalsse og gennemgående betondæk. Linjetab angives i W/mK. Punkttab opstår f.eks., hvor bjælker, metalbæringer og -ankre går gennem isoleringen. Punkttab angives i W/K. Bortset fra fundamenter og vinduesfalsse skal linje- og punkttab indregnes i U-værdien for den bygningsdel, hvor de indgår.

Xella har udviklet og dokumenteret en række løsninger, som minimerer kuldebroer og linjetab.

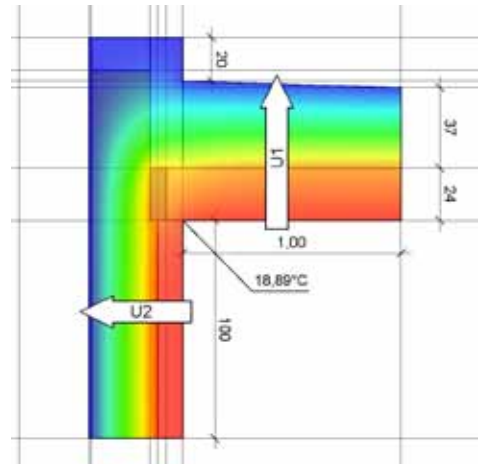
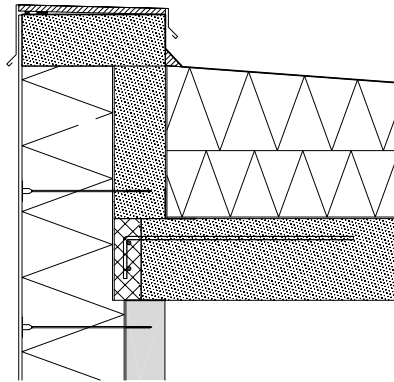


Facademur, udvendigt hjørne. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,065$ W/mK



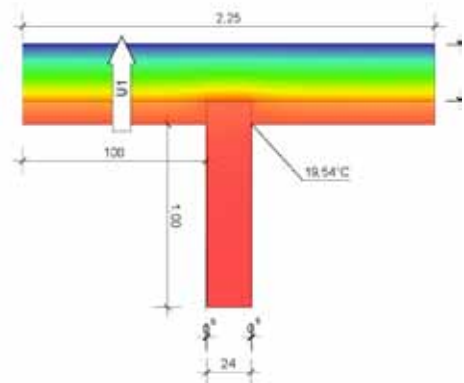
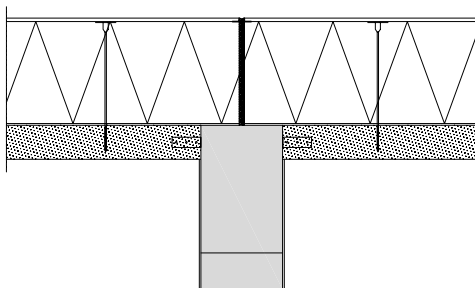
Facademur, udvendigt hjørne. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,065$ W/mK

3



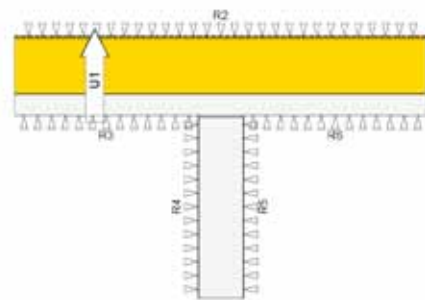
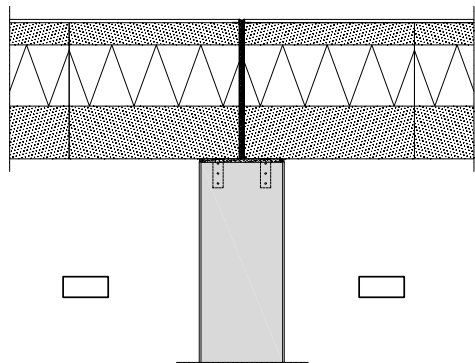
Murkrone. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,040 \text{ W/mK}$

4



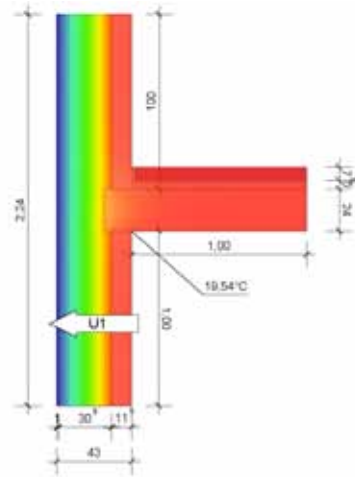
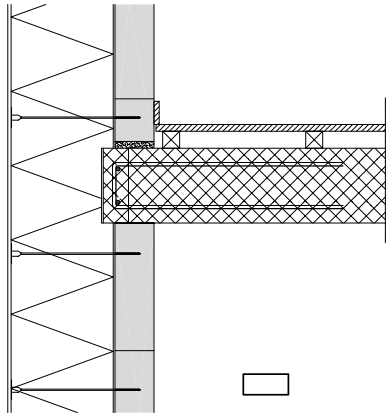
Lejlighedsskel. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,004 \text{ W/mK}$

5



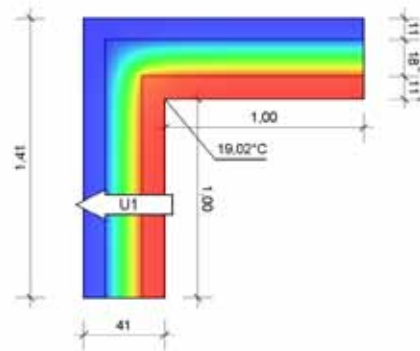
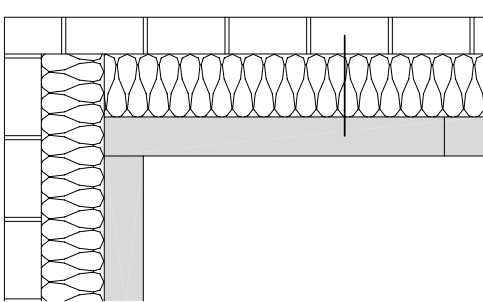
Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,000 \text{ W/mK}$

6



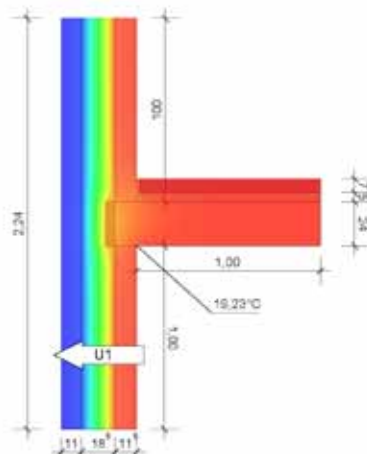
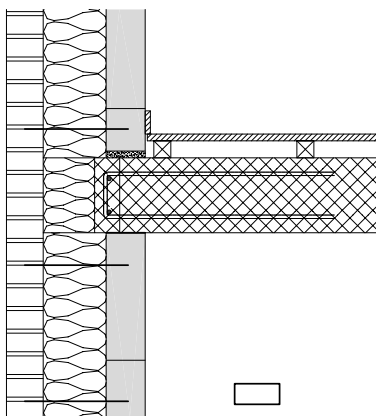
Etageadskillelse beton. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,004$ W/mK

7



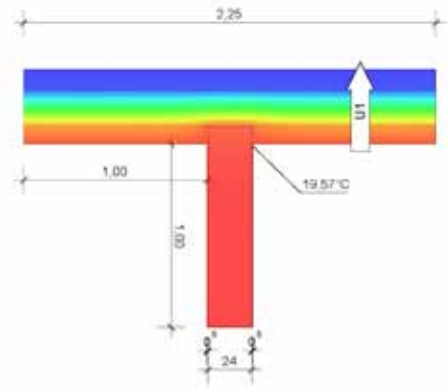
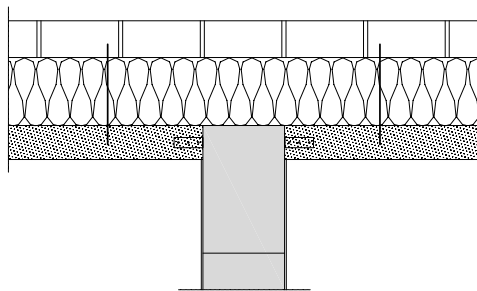
Udvendigt hjørne. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,089$ W/mK

8



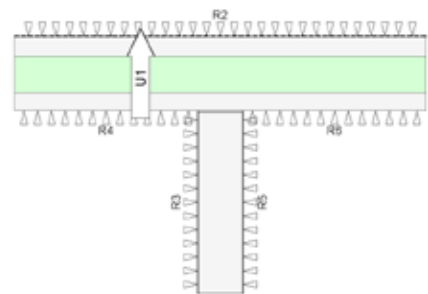
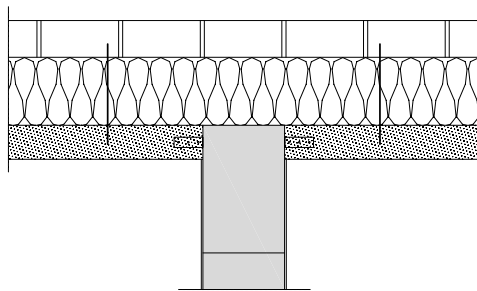
Etagedæk beton. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,009$ W/mK

9



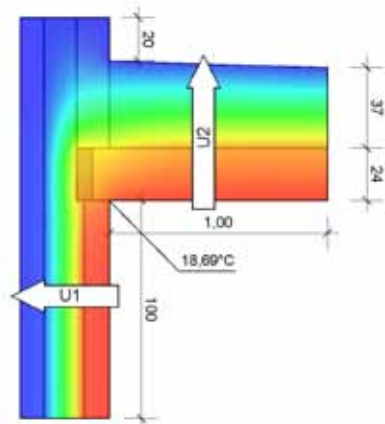
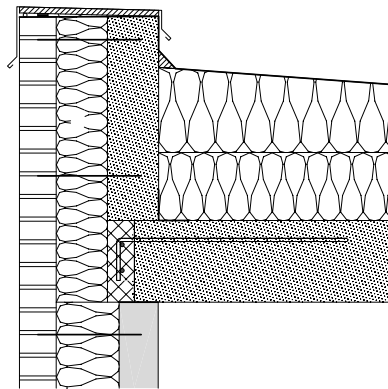
Kuldebrokefficient $\lambda = -0,005 \text{ W/mK}$

10



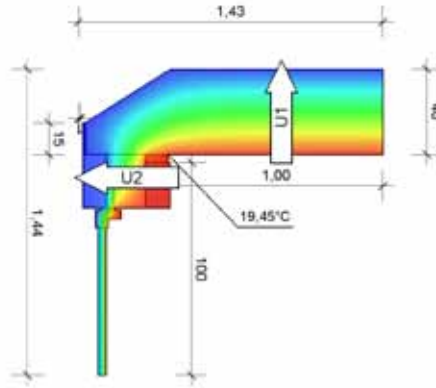
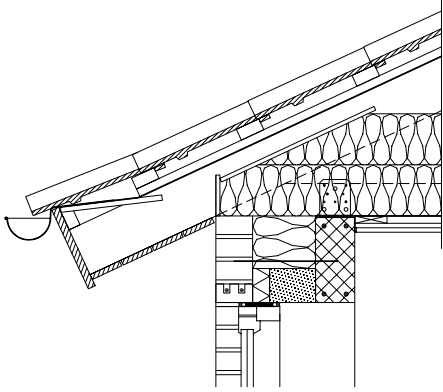
Kuldebrokefficient $\lambda = -0,000 \text{ W/mK}$

11



Murkrone. Kuldebrokefficient $\lambda = -0,052 \text{ W/mK}$

12



Tagfod. Kuldebrokoefficient $\lambda = -0,456 \text{ W/mK}$

Det termiske indeklima

Det termiske indeklima i en bolig eller et arbejdsrum opleves behageligt, hvis den varme, man producerer ved stofskiftet, kan afgives til omgivelserne uden at man sveder eller bliver kold.

En persons varmebalance og dermed graden af termisk komfort er bestemt af:

- Lufttemperatur
- Middelstrålingstemperatur (overfladetemperatur på rummets flader)
- Lufthastighed (træk)
- Relativ luftfugtighed
- Aktivitetsniveau
- Påklædning

Ved almindelig påklædning og aktivitet foretrækker de fleste at rumtemperatur og middelstrålingstemperatur ligger mellem 20 og 24°C. Forskellen mellem lufttemperatur og middelstrålingstemperatur bør ikke være over 2-4°C.

Komfortabelt rumklima og energibesparelse

Middelstrålingstemperaturen er et vægtet gennemsnit af overfladetemperaturer i rummet. Vi afgiver en væsentlig del af vores varme ved en stråling til rummets begrænsningsflader. Derfor er det vigtigt, at disse flader er passende varme. Derved kan lufttemperaturen og dermed udgiften til opvarmning af ventilationsluften reduceres. Kolde vægflader er dyre i drift, ikke kun fordi de isolerer dårligt, men også fordi de øger behovet for en højere lufttemperatur til kompensation for den lave middelstrålingstemperatur, de forårsager.

Med godt varmeisolerende konstruktioner sparer man altså ikke bare på energitabet – man kan holde en lavere rumtemperatur og alligevel opnå den samme termiske komfort.

Varmelagring

Silka har gode varmelagrings egenskaber. Bygningsdelenes evne til at lagre varme har betydning for et jævnt indeklima året rundt. Jo bedre varmelagringssevne, jo længere tid tager det at opvarme eller nedkøle dem.

Byggematerialers varmelagringssevne er afhængig af varmekapacitet og massefylde.

$$C = c \cdot \rho \cdot d$$

c Specifik varmekapacitet

ρ Massefylde

d Konstruktionselementtykkelse

En vigtig størrelse i denne forbindelse er varmegennemtrængningstallet b . Jo lavere varmegennemtrængningstal b er for fladerne, der afrænser rummet, jo hurtigere varmes rummet op. Og jo højere varmegennemtrængningstal, jo langsommere reagerer rummet på temperatursvingninger.

$$b = \sqrt{c \cdot \lambda \cdot \rho}$$

c Specifik varmekapacitet

λ Beregningsværdi for varmeledningsevne

ρ Massefylde

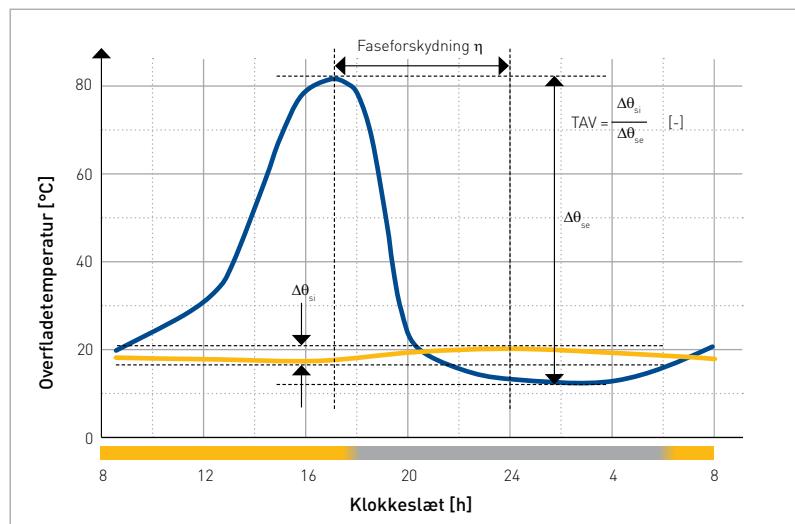
Termisk indeklima om sommeren

I sommerperioden hvor indeklimaet påvirkes af varmetilførsel udefra er konstruktionernes evne til at varmeisolere og til at oplagre varme og afgive den langsomt med til at sikre mod overophedning i dagtimerne.

Silka Vægssystem har gode egenskaber mht. varmeisolering, varmeakkumulering og afkølingstider. Silka medvirker således til at skabe og opretholde et komfortabelt termisk indeklima i sommerperioden, hvor materialer som beton, der kun langsomt optager varmen, eller træ som har dårlig varmelagringskapacitet, i forbindelse med store vinduesflader giver større risiko for overophedning og behov for nedkøling. Porebeton medvirker således til at nedbringe energibehov til afkøling og til opretholdelse af et komfortabelt termisk indeklima.

De udvendige overflader af facade og tag er udsat for store temperaturudsving. I ekstreme tilfælde kan overfladetemperaturen nå op på 70°C. Temperatursvingningerne forplanter sig gennem konstruktionen, og amplituden (svingningens størrelse) bliver svagere undervejs når varmen afgives til materialet. Den tidsmæssige forsinkelse af temperatursvingningen gennem konstruktionen kaldes faseforskydningen.

Fig. 2: Princip for temperaturforløb på den indvendige og udvendige overflade af en facademur



- Udvendig temperatur.
- Indvendig temperatur.

Energikrav til byggeri

Ved nybyggeri og større ombygninger skal bygninger opfylde krav om maksimalt energiforbrug iht. Bygningsreglementet BR10. Der skal udføres en energiramme beregning, hvori medtages varmetab gennem klimaskærmen, opvarmning af brugsvand, varmetab fra installationer samt energiforbrug til ventilation, køling og pumper. I andre bygninger end boliger medregnes endvidere elforbrug til belysning.

I beregningerne medtages solindfald gennem vinduer samt internt varmetilskud fra personer og udstyr.

Ved mindre renoveringer og tilbygning er det ofte tilstrækkeligt at udføre en varmetabsramme, hvor der kun fokuseres på klimaskærmens U-værdier. Krav til energirammer er beskrevet i BR10 kapitel 7.

Mindste varmeisolering iht. BR-10, juli 2011

For at sikre en minimum varmeisolering, skal mindste krav til bygningsdeles U-værdi iht. BR10 overholdes.

Tabel 1: Min. varmeisolering iht. Bygningsreglementet BR10, Kap. 7.6 - Nybyggeri	
Bygningsdel	U-værdi [W/m ² K]
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,30
Etageadskillelser og skillevægge mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8K lavere end temperaturen i det aktuelle rum	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,20
Etageadskillelser under gulve med gulvarme mod rum, der er opvarmede	0,50
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skrånvægge direkte mod tag	0,20
For yderdøre, ovenlyskupler, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede og disse samt glasvægge og vinduer mod rum opvarmet til en temperatur, der er mere end 5K lavere end temperaturen i det aktuelle rum	1,80
	Linjetab [W/mK]
Fundamenter omkring rum, der opvarmes til mindst 5°C	0,40
Fundamenter omkring gulve med gulvarme	0,20
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,06
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,20

Tabel 2: Min. varmeisolering iht. Bygningsreglementet BR10, Kap. 7.3 - Større ombygninger

Bygningsdel	U-værdi [W/m ² K]	
	T > 15°C	5°C < T < 15°C
Rum opvarmet til	T > 15°C	5°C < T < 15°C
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,15	0,25
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmede til en temperatur, der er mere end 5K lavere end temperaturen i det aktuelle rum	0,40	0,40
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventilerede kryberum	0,10	0,15
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,10	0,15
Vinduer herunder glasvægge, yderdøre, porte og lemme mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede eller opvarmede til en temperatur, der er mere en 5K lavere end temperaturen i det aktuelle rum (gælder ikke ventilationsåbninger på under 500 cm ²)	1,40	1,50
Ovenlysvinduer og ovenlyskupler	1,70	1,80
	Linjetab	[W/mK]
Fundamenter	0,12	0,20
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03	0,03
Samling mellem ovenlysvinduer og ovenlyskupler	0,10	0,10

Tabel 3: Min. varmeisolering iht. Bygningsreglementet BR10, Kap. 7.4 - Større ombygninger

Bygningsdel	U-værdi [W/m ² K]	
	U-værdi [W/m ² K]	
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,20	
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmede til en temperatur, der er mere end 5K lavere ned temperaturen i det aktuelle rum	0,40	
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventilerede kryberum	0,12	
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,15	
Yderdøre, porte, lemme, forsatsvinduer og ovenlyskupler	1,65	
	Linjetab [W/mK]	
Fundamenter	0,12	
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme	0,03	
Samling mellem tagkonstruktion og ovenlysvinduer eller ovenlyskupler	0,10	

Tabel 4: Min. varmeisolering iht. Bygningsreglementet BR10, Kap 7.5 - Sommerhuse

Bygningsdel	U-værdi [W/m ² K]	
	U-værdi [W/m ² K]	
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,25	
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede	0,40	
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventilerede kryberum	0,15	
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge samt flade tage	0,15	
Vinduer, yderdøre, ovenlysvinduer og ovenlyskupler mod det fri eller mod rum, der er uopvarmede	1,80	
	Linjetab [W/mK]	
Fundamenter	0,15	
Samling mellem ydervæg og vinduer eller yderdøre, glasvægge, porte og lemme	0,03	
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag	0,10	
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag	0,15	

U-værdier

U-værdier i lavenergi byggeri

For at opnå tilstrækkelig god U-værdi ved lavenergibyggeri skal ydervægge af Silka Vægssystem opbygges med Ytong Multipor Isoleringsplader på ydersiden eller som traditionel hulmur.

Skemaer på denne side viser U-værdi for vægge til lavenergibyggeri, hvor den nødvendige varmeisolering opnås ved at montere Ytong Multipor Isoleringsplader udvendig.

U-værdierne er baseret på DS 418, udg. 7, juli 2011, Beregninger af bygningers varmetab. U-værdier er angivet som resulterende transmissionskoefficient, hvilket vil sige, at både ind- og udvendig overgangsisolans samt alle tillæg er indregnet med de forudsætninger, der er anført herunder.

Forudsætninger

Følgende forudsætninger gælder for de beregnede U-værdier på denne side:

Ytong Multipor Isoleringsplader	0,042 W/mK
Indvendig overgangsisolans, vandret	0,13 m ² K/W
Udvendig overgangsisolans	0,04 m ² K/W

Varmeledningsevne for Silka Vægssystem.

Silka Vægssystem	Lambda indvendig
densitet	deklareret
kg/m ³	W/m ² K
1700	0,99
1900	1,12
2100	1,30

Tabel 1: U-værdi Silka Vægssystem

		Multipor tykkelse [cm]								
		14	16	18	20	22	24	26	28	30
Silka væg [cm]	11,5 cm	0,283	0,250	0,224	0,203	0,186	0,171	0,158	0,147	0,138
	15,0 cm	0,281	0,248	0,223	0,202	0,184	0,170	0,157	0,147	0,137
	17,5 cm	0,279	0,247	0,222	0,201	0,184	0,167	0,157	0,146	0,137
	20,0 cm	0,277	0,246	0,221	0,200	0,183	0,169	0,156	0,146	0,137
	24,0 cm	0,275	0,244	0,219	0,199	0,182	0,168	0,156	0,145	0,136

$\lambda = 1,1$ for Silka densitet 1900.

Fugtsikring

Fugt, som ophobes i bygningsdele, giver skader i form af skimmel, svamp og råd og skaber ubehageligt og usundt indeklima. Bygninger skal iht. Bygningsreglementet udføres, så vand og fugt ikke kan medføre skader eller brugsmæssige gener som forringer holdbarheden og giver sundhedsmæssige problemer.

Fugtpåvirkning af en bygning kommer fra flere kilder. Nedefra fra opstigende jordfugt. Udefra fugtpåvirkes bygningen af slagregn, fygesne og smeltevand fra sne på taget. Indefra skal bygningen beskyttes mod vandpåvirkning i vådrum og vanddamp fra køkken og den fugtighed, der fremkommer, når man bruger rummene.

I byggefasen tilføres bygningen fugt fra byggematerialer og fra vejrliget. Byggefugten skal kunne diffundere ud af bygningen. Kalksandsten og porebeton er uorganiske byggematerialer, som er modstandsdygtige overfor fugt, råd og svamp. Porebetons struktur gør, at materialet kan akkumulere fugt fra luften og afgive den igen, og dermed medvirke til et sundt og komfortabelt indeklima.

Grundbegreber vedr. fugt i bygninger

Relativ luftfugtighed

Den mængde vanddamp, der kan optages i luften, vokser eksponentielt med lufttemperaturen. Den relative luftfugtighed ϕ angives i % og udtrykker den absolutte luftfugtighed i forhold til den maksimale luftfugtighed ved den givne temperatur.

Fugtindhold i byggematerialer

Mængden af fugt i et byggemateriale, fugtindholdet u , angives i kg vand pr. m^3 materiale.

$$u = \frac{M_w}{V_m} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Alternativt angives u i m^3 vand pr. m^3 materiale, volumenprocent eller masseprocent

$$u_v = \frac{u}{\rho_w} \cdot 100 \text{ [Vol\%]}$$

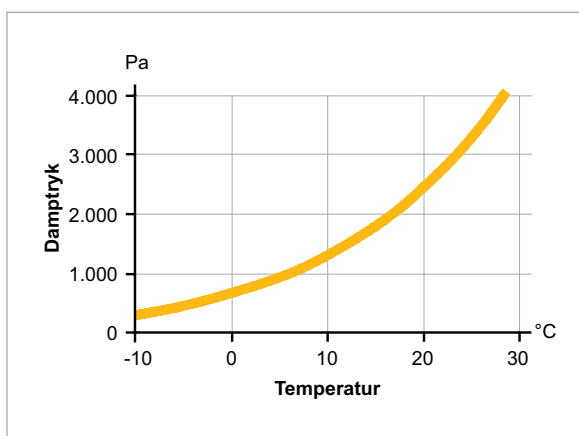
$$u_m = \frac{u}{\rho_m} \cdot 100 \text{ [M\%]}$$

Omregningsfaktoren for fugtindholdet i volumenen u_v er vandets massefylde ρ_w og for fugtindholdet i massen u_m byggematerialets massefylde ρ_m .

Fugtlagring

Nogle byggematerialer kan ved stigende relativ luftfugtighed optage fugt og afleje den på indvendige overflader. Ved faldende relativ luftfugtighed afgives den overskydende fugt igen. Modsat betonelementer, hvor der er risiko for fugtansamling på overfladen, sikrer Silka væggenes varmeakkumulerende egenskaber og lange afkølingstid at fugtansamling på indvendig overflade ikke opstår.

Fig. 1: Luftens mætningsdamptryk som funktion af temperaturen



Fugttransport

Ved fugttransport i byggematerialer skelnes mellem vanddamptransport og væske-transport eller kapillartransport. Byggematerialers modstand mod dampgennemtrængelighed beskrives ved hjælp af vanddampmodstanden, Z-værdien, der fortæller hvor stor trykforskel i Pa, der skal virke i 1 s på 1 m² for at drive 1 kg vanddamp gennem bygningsdelen. Alternativt angives en vanddampdiffusionsmodstandsfaktor μ , der fortæller hvor mange gange mindre vanddamp, der diffunderer gennem materialet end gennem luft.

Tabel 1. Varmeledningsevne og densitet for Silka Vægssystem

Middeldensitet ρ [kg/m ³]	Varmeledningsevne λ [W/mK]	Dampdiffusions- modstand m
1700	0,99	15 - 25
1900	1,1	15 - 25
2100	1,3	15 - 25

Fugtpåvirkning

Byggefugt

Den overskydende fugt, der findes i Silka produkterne ved levering fra fabrikken og den fugt, der tilføres konstruktionen fra lim og tyndfugemørtel, tørrer hurtigt ud under normale forhold.

Ved massiv nedsivning af vand fra oven har væggen sværere ved at afgive fugt. Afdækning vægge og i byggeperioden er derfor vigtigt, især hvis der forekommer regn.

Fugt nedefra

Vægge skal beskyttes mod opslugning af fugt fra grunden. Dette kan gøres med udlægning af murpap eller -folie, som mindst skal være i væggens bredde.

Fugt udefra

Ydervægge skal beskyttes mod slagregn. Massive Silka vægge samt udvendig facadeisolering af Ytong Multipor Isoleringsplader skal beskyttes med fx pudslag eller ventileret beklædning. Ved skalmurede facader skal det sikres, at indtrængede vand ledes ud igen. Vandpåvirkede flader i dør- og vinduesåbninger skal ligeledes sikres med murpap, inddækninger osv.. Tagflader udføres med vandtæt tagdækning og tilstrækkelig afvanding.

Fugt indefra

Vådrum

I vådrum skal gulv og vægge vandtættes iht. bygningsreglementets krav for at hindre, at vand opsuges i konstruktionen.

Kondens

Vanddamp i rumluften fortættes til vand på kolde overflader, hvor dugpunktstemperaturen nås. Kondens forekommer hyppigst om vinteren, når luftfugtigheden indendørs er højere end udenfor, og oftest ved vindues- og døråbninger omkring falsen og ved kuldebroer i hjørner og langs gulv og loft. Xella har udviklet og dokumenteret en række løsninger, der minimerer kuldebroer (se 6.6.2), og dermed risikoen for kondens.

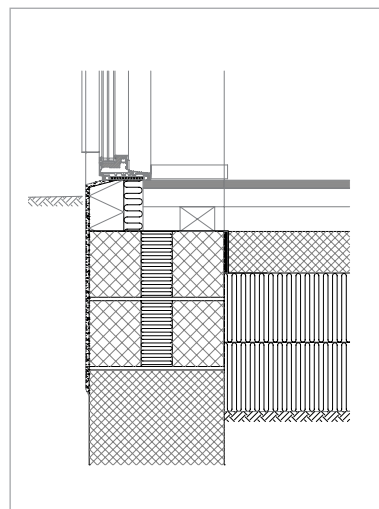


Fig 2.

Eksempel på beskyttelse af ydervæg mod opstigende fugt vha. murfolie lagt ud på soklen. Folien er bukket ned langs soklens indvendige side og fortsat ud over terrændækket for samtidig at beskytte mod opstigende ozon.

Indvendig efterisolering

Indvendig efterisolering kan forårsage fugtproblemer, hvorfor det normalt ikke anbefales. I nogle tilfælde kan det dog være eneste mulige løsning – fx af bygningsbevarings hensyn.

Ved indvendig isolering kan der skelnes mellem to forskellige løsningstyper:

- Diffusionsbremsende løsninger – typisk udført med lægteskelet og mineraluld, dampspærre og gipspladebeklædning
- Diffusionsåbne, kapillæraktive løsninger som YTONG Multipor Isoleringsplader

Diffusionsbremsende, indvendig isolering

Der monteres en indvendig isolering, typisk med mineraluld og gipsplader opsat på lægteskelet. For at forhindre dampdiffusionsstrømmen ind i mineralulden opsættes en dampspærre, så der ikke dannes kondens på den kolde side af isoleringen. Udførelsen kræver stor omhu, da selv små utætheder kan resultere i fugtskader og forringet varmeisolering.

Den største ulempe ved denne løsning er dog, at væggen ikke kan bidrage til udjævning af svingninger i rumluftens fugtighed. Det medfører øget relativ luftfugtighed og behov for mere udluftning, hvorved gevinsten ved den ekstra isolering går mere eller mindre tabt. Ydermere forhindrer løsningen mulig udtørring af væggen indadtil, hvilket kan være et problem, især ved tegl- og bindingsværksvægge.

Diffusionsåben, kapillæraktiv, indvendig isolering

Der monteres en indvendig isolering af kapillæraktive YTONG Multipor Isoleringsplader med en diffusionsåben klæbemørtel. Vanddamp fra rumluften kan diffundere frit ind i væggen, hvor overskydende fugt kan oplagres. Ved faldende rumfugt transporteres den oplagrede fugt kapillært tilbage til rummet. Rumfugtigheden holdes nogenlunde konstant, således at der opretholdes en komfortabel, relativ luftfugtighed i rummet. Ydervægskonstruktionen kan udtørre indad uden problemer, så fugtbetingede skader på konstruktionen undgås.

Fig. 3: Funktionsprincip for en diffusionsbremsende indvendig isolering

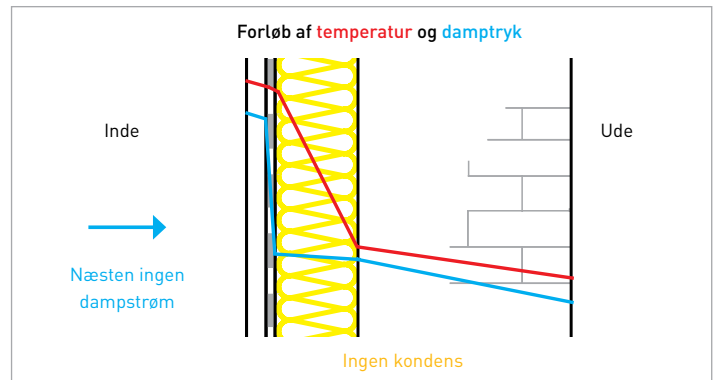
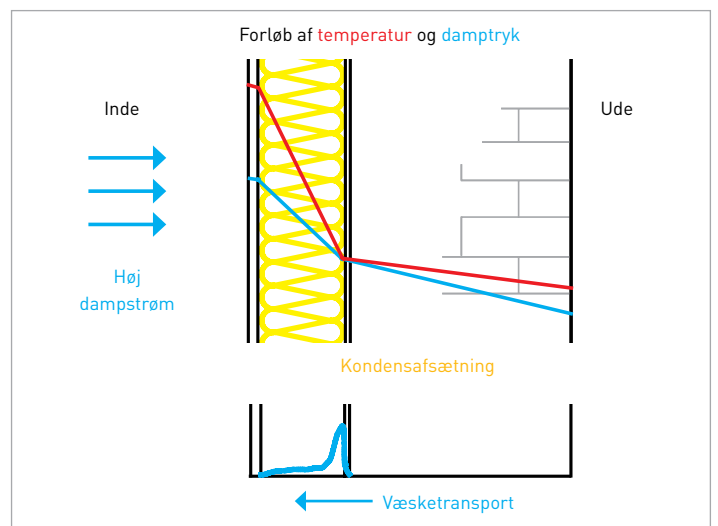


Fig. 4: Funktionsprincip for en diffusionsåben indvendig isolering



Brandforhold

Jf. bygningsreglementets bestemmelser skal bygninger opføres og indrettes, så der opnås tilfredsstillende tryghed mod brand og brandspredning til andre bygninger. I Bygningsreglementets vejledninger til brandbestemmelserne henvises for traditionelt byggeri endvidere til Erhvervs- og Byggestyrelsens Eksempelsamling om brandsikring af byggeri. Bygninger, hvor mange mennesker samles, og bygninger til brandfarlig virksomhed eller oplagring af brandfarligt gods er tillige omfattet af beredskabslovgivningen.

Klassifikation af byggematerialer

Bygningsreglementet klassificerer byggematerialer efter deres brandegenskaber. Klassifikationen består af en primærklasse og i nogle tilfælde tillige af en eller flere tillægsklasser.

Primærklasser:

A1, A2, B, C, D, E og F

Tillægsklasser:

s1, s2, s3, d0, d1 og d2

Silka Vægssystem er klassificeret som A1 materialer.

Klassifikation af bygningsdele

Bygningsdeles brandmodstandsevne beskrives ud fra følgende ydeevnekriterier:

R – bæreevne er konstruktionens ydeevne i det tidsrum ydeevnen er opretholdt ved standardiseret brandprøvning angivet i minutter, fx 30, 60, 90 eller 120..

E – integritet for en adskillende bygningsdel indebærer, at der ikke sker gennemtrængning af flammer eller varme gasser i et angivet antal minutter

I – isolation for en adskillende bygningsdel indebærer, at der ikke indtræder betydelig varmetransport til den ikke brandpåvirkede side i et angivet antal minutter.

Bærende bygningsdele

REI efterfulgt af det tidsrum, hvor alle tre kriterier er opfyldt – fx REI 60

RE efterfulgt af det tidsrum, hvor kriterierne for bæreevne og integritet er opfyldt – fx RE 30

R efterfulgt af det tidsrum, hvor bæreevnen er opfyldt – fx R 30

Ikke bærende bygningsdele

EI efterfulgt af det tidsrum, hvor kriterierne for integritet og isolation er opfyldt – fx EI 30

E efterfulgt af det tidsrum, hvor kriteriet for integritet er opfyldt

Brand

Ikke adskillende, (R)

Bærende vægge påvirket af brand fra min. 2 sider

Adskillelse vægge, (REI og EI)

Skal forhindre brandspredning fra et sted til et andet dvs. påvirket af brand fra en side

Dimensionering af brand skal projekteres og vurderes efter EN 1996-1-2

Eftersom bygningsmaterialer som indeholder mindre end 1,0 % organiske materiale kan betegnes som tilhørende klasse A1 og A2. Dette gælder for porebeton, mørtel, kalksandsten og beton o.l

Silka Vægssystem er klassificerede som A1 blok. Der ses på den 155 mm tykke massiv bærende væg iht. Tabel N.B.4.2, at mindste tykkelsen for brandmodstandsklassifikation opfylder REI 120 uden videre.

Der bør også tages højde for slankhedsforholdet:

For ikke bærende vægge skal $L_{ef}/t_{ef} \leq 40$

For bærende vægge skal $L_{ef}/t_{ef} \leq 27$

Mørtler

Man skal som min. opfylde kravene i EN 1996-1-1. dvs. en funktionsmørtel eller min. M1 eller stærkere, hvilket Silka Tyndfugemørtel opfylder.

NB: murværk med ikke fyldte lodrette fuger

Tabellerne kan anvendes hvis studfugernes tykkelse er mellem 2-5 mm og at der på den ene side mindst er et 1 mm lag af puds eller gips. Hvis den lodrette fuger er mindre end 2 mm kræves der ingen overfladebehandling.

Tabellerne i DS/EN 1996-1-2

Man skal være opmærksom på at tabellerne skelner mellem adskillende vægge og ikke adskillende vægge samt om væggenes ækvivalente længde er større eller mindre end en meter.

Silka bygningsdele iht. EC-6

Tabel 5. Minimum tykkelse for bærende helvæg af murværk

Konstruktion væg med lim	Udnyttelsesgrad α_Z	Minimumtykkelse d [mm] i brandsikringsklasse REI				
		30	60	90	120	180
Silka Vægssystem	0,2	100 (100)	100 (100)	100 (100)	115 (100)	175 (140)
	0,6	100 (100)	100 (100)	100 (100)	115 (100)	200 (140)
	1,0	100 (100)	100 (100)	100 (100)	200 (140)	240 (175)

Værdierne gælder for vægge pudset på begge sider. Tal i parentes angiver vægtykkelse med brandpuds på én side.

Tabel 6. Minimum tykkelse ved bærende vægafsnit af murværk

Konstruktion væg med lim	Udnyttelsesgrad α_Z	Minimumtykkelse d [mm] i brandsikringsklasse REI				
		30	60	90	120	180
Silka Vægssystem	0,2	100 (100)	100 (100)	115 (100)	140 (115)	175 (140)
	0,6	100 (100)	100 (100)	140 (100)	140 (100)	200 (175)
	1,0	100 (100)	100 (100)	140 (100)	200 (175)	240 (190)

Værdierne gælder for vægge pudset på begge sider. Tal i parentes angiver vægtykkelse med brandpuds på én side.

Lydforhold i bygninger

Bygningsreglementet BR2010 stiller krav til bygningers lydforhold. Kravene er angivet som funktionskrav i form af minimumsværdier henholdsvis maksimumsværdier, afhængigt af hvilken type lydforhold, der behandles.

Krav til bygningers lydforhold er nødvendige for at tilgodese et tilfredsstillende akustisk indeklima for brugeren. Gode lydforhold er en væsentlig del af et godt indeklima – sammenfattende beskrevet ved dels begrænsning af udefra kommende støjgener fra fx trafik, naboer, industri mv. og dels, at et rums akustik er tilpasset anvendelsen, fx daginstitutioner og undervisningslokaler.

Boliger og andre bygningstyper

BR2010 skelner mellem to kategorier, og kravene til lydforhold i de to kategorier er forskellige.

Den ene kategori er:

- Boliger og lignende bygninger, der benyttes til overnatning. Kategorien omfatter boliger, hoteller, kollegier, pensionater, kostskoler, plejehjem mv., der benyttes til overnatning.

Den anden kategori er:

- Andre bygninger end boliger mv., og i den kategori nævnes fx undervisningsbygninger (skoler, gymnasier, uddannelsesinstitutioner mv.) og daginstitutioner (børneinstitutioner, skolefritidsordning mv.).

Fælles for kategorierne gælder, at bygninger og installationer skal udformes, således at de som opholder sig i bygningerne ikke generes af lyd fra fx rum i tilgrænsede bolig- eller erhvervsenheder, installationer, trafik mv.

Lydisolation

For at opnå tilstrækkelig og tilfredsstillende lydforhold er det nødvendigt, at der i projekteringsfasen lægges vægt på:

- Materialevalg, herunder materialetykkelse
- Samlingsdetaljer
- Flanketransmission

(lydtransport gennem flankerende/krydsende vægge)

Grænseværdier for trinlydniveau skal have særligt fokus, fx gulve i wc- og baderum kræver særlig opmærksomhed.

I udførelsesfasen er det nødvendigt at lægge vægt på:

- Samlingsdetaljer
- "Tæthed" (fyldningsgrad af sammenstøbninger, mørtelfuger mv.)
- Undgå svækkelse af konstruktioner (fx rillefræsning, rørføring mv. i lejlighedsskel)

Definitioner

Luftlydisolation:

Udtryk for, i hvilken grad luftbåren lyd – fx samtale eller musik fra en højttaler – transmitteres fra et rum til et andet.

Transmissionen sker:

- Direkte gennem adskillende konstruktioner (væg eller etageadskillelse)
- Gennem flankerende konstruktioner
- Gennem utætheder

Trinlydniveau:

Betegner den lyd, der frembringes i et rum, når gulv eller trappe i et andet rum påvirkes med en standardiseret bankemaskine. Trinlyd – fodtrin, stillethæle mv. – transmitteres direkte gennem etageadskillelser eller gennem flankerende konstruktioner.

Efterklangstid:

Udtryk for, hvor hurtigt en lyd i et lokale dør ud. Efterklangstiden afhænger af overfladernes lydabsorberende egenskaber og af rummets størrelse.

Lydtrykniveau:

Betegner den lyd (støjgene), der frembringes fra tekniske installationer eller fra intern trafik. Lydtrykniveau er den støjgene, der indendørs måles i et rum, men som frembringes fra enten tekniske installationer (pumper, ventilatorer mv.) eller fra indendørs trafik (fx rulleborde) i et andet rum.

Lydklasser

DS 490, Lydklassifikation af boliger klassificerer boliger og lignende bygninger, der benyttes til overnatning i fire klasser, lydklasse A-D.

Funktionskravet i BR2010 kan anses for at være opfyldt, såfremt boliger og lignende bygninger, der benyttes til overnatning, udføres i overensstemmelse med lydklasse C.

SBI-anvisning 216, Anvisning om Bygningsreglement 2010 beskriver nærmere lydklasserne, og for lydklasse C er anført, at 50-65% af beboerne kan forventes at finde lydforholdene tilfredsstillende, medens 15-20% tilsvarende forventes at være generet af støj fra naboer.

Anvisningen anfører endvidere, at 70-85% af beboerne kan forventes at finde lydforholdene tilfredsstillende i boliger, der opfylder lydklasse B, og under 10% vil betegne lydforholdene som værende dårlige.

I boliger, der opfylder lydklasse A forventes mere end 90% af beboerne at være tilfredse med lydforholdene.

Endeligt anbefales det i henhold til SBI-anvisning 216, at nyt etageboligbyggeri tilstræbes opført i overensstemmelse med lydklasse B, medens lydklasse A normalt kun er muligt at opnå i sammenbyggede eller fritliggende enfamiliehuse. Lydklasse D anvendes ikke for nye bygninger, men er kun beregnet for ældre bygninger med mindre tilfredsstillende lydforhold.

Lydtrykniveau

Den fulde klassifikation til lydklasse A, B eller C omfatter til-lige grænseværdier for både støjgener fra tekniske installa-tioner og for støjgener fra indendørs trafik. Grænseværdierne for lydtryksniveauet fra disse støjklender kan findes i DS 490.

Lydforhold andre bygninger

BR2010 lister en række krav til grænseværdier op, gældende for undervisningsrum. For grænseværdier gældende for daginstitutioner henvises der til SBI-anvisning 218.

Grænseværdier for støjniveau og lydisolations for andre bygninger som fx kontorbyggeri, hospitaler, lægehuse mv. eksisterer ikke. Kommunale myndigheder kan dog påse, at bygherren har opstillet bestemmelser for det akustiske indeklima, og SBI-anvisning 216 angiver en række forslag til grænseværdier, der kan indgå i projektstadiet.

Trinlydsniveau	Grænseværdier i dB – højeste værdier for vægtet trinlyd-niveau $L'_{n,w}$ eller $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$			
Rumtype	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I beboelsesrum, køkkener eller fælles opholdsrum - trinlyd fra eller lokaler med støjende aktiviteter (erhverv eller fællesrum)	38	43	48	53
I beboelsesrum og køkkener - trinlyd fra andre boliger eller fra fællesrum	43	48	53	58
I beboelsesrum og køkkener - trinlyd fra fælles trapperum, gange, altaner eller tilsvarende, samt fra toilet- og baderum i andre boliger	48	53	58	63
I fælles opholdsrum - trinlyd fra beboelsesrum, trapperum, gange, altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum	48	53	58	63

Luftlydisolation	Grænseværdier i dB – laveste værdier for vægtet reduktionstal R'_{w} eller $R'_{w} + C_{50-3150}$			
Rumtype	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Mellem bolig og fælles opholdsrum eller lokaler med støjende aktiviteter (mellem bolig og fællesrum og/eller erhverv)	68	63	60	55
Mellem bolig og rum uden for boligen	63	58	55	50
Mellem fælles opholdsrum indbyrdes	63	58	55	50
Dør mellem bolig og fællesrum	32	32	32	27

Efterklangstid	Grænseværdier - højeste værdier i hvert oktavniveau Tiden (T) i sekunder (s)			
Rumtype	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
I trapperum og gange med adgang til mere end 2 boliger eller erhvervsenheder, ved 500 Hz, 1000 Hz og 2000 Hz	1,0	1,0	1,3	1,3
I gange i plejehjem og lignende, hvor gangarealet i nogen grad anvendes til ophold, ved 500 Hz, 1000 Hz og 2000 Hz	0,9	0,9	0,9	0,9
Fælles opholdsrum, ved 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz	0,6	0,6	0,6	Ingen krav

Tabel 1. Lydklassifikation af boligen iht. DS 490

Sammenligning med tidligere krav

Lydforholdene og dermed grænseværdierne for lydkrav er ikke skærpet i BR2010, sammenlignet med bygningsreglementets seneste, tidligere udgaver.

Med SBI-anvisning 216, Anvisning om Bygningsreglement 2010 er der dog lagt op til at bygherrer og projekterende i fællesskab anvender løsninger, der tilfredsstillende de komfortmæssige hensyn i relation til det akustiske indeklima, og ikke kun overholder BR2010's krav til lydklasse C, men eventuelt hæver niveauet til lydklasse B eller A.

Gode løsninger i lydmæssigt henseende

Tunge konstruktioner og detaljløsninger, hvori flere materialer indgår, er i reglen sikre konstruktionsprincipper til opnåelse af gode akustiske løsninger. Størst lydisolering opnås med tungeste materialer, ligesom flanketransmissionen i reglen minskes i takt med konstruktionernes tyngde.

Anvendelse af flere "materialelag" uden faste forbindelser som fx trådbindere, installationer eller lignende mellem de enkelte lag er en anden mulighed for at opnå tilfredsstillende akustiske løsninger.

I henhold til SBI-anvisning 216 er angivet følgende eksempler på principløsninger for vægge og etageadskillelser, der normalt opfylder grænseværdierne for lydisolering mellem boliger i lydklasse C:

Vægge:

Tunge massive vægge med "stor" tykkelse:

- 180-250 mm beton eller letklinkerbeton med tykkelse og rumvægt, der giver tilsvarende egenskaber. Vægge i den nedre del af intervallet stiller de største krav til den akustiske projekterende med hensyn til flanketransmission mv.
- 1½ stens murværk.

Tunge enkeltvægge med forsatsvægge:

- 150 mm beton + mellemrum + 50 mm isolering + pladebeklædning.
- 1/1 stens murværk + mellemrum + 50 mm isolering + pladebeklædning.

Tunge dobbeltvægge uden trådbindere:

- 100 mm beton + 50 mm isolering + 100 mm beton.
- ¾ stens murværk + 50 mm isolering + ¾ stens murværk.
- ½ stens murværk + 110 mm isolering + ½ stens murværk.

Lette pladebeklædte dobbeltvægge med separate opbygninger.

Etageadskillelse:

- Tunge massive dæk (fx 185 mm beton eller letklinkerbeton med tykkelse og rumvægt, der giver tilsvarende egenskaber) med gulv på strøer.
- Tunge huldæk (fx 185 mm betonhuldæk) med gulv på strøer eller let, svømmende gulv samt lydisolerende underloft.
- Tunge huldæk (fx 185 mm betonhuldæk) med let, lydisolerende gulv med særlig god trinlyddæmpning.
- Tunge massive dæk (fx 185 mm beton) med tungt, lydisolerende gulv på underlag med god trinlyddæmpning.
- Lette etagedæk med svømmende gulv på underlag med god trinlyddæmpning samt lydisolerende underloft.

Uanset valg af type af etagedæk skal der holdes fokus den samlede gulvkonstruktions egenskaber med henblik på at sikre, at grænseværdien for trinlyddæmpning overholdes.

Lette konstruktioner i lejlighedsskel, hvilket vil sige vægkonstruktioner med en samlet vægt under 100 kg/m² og etageadskillelser med en vægt under 250 kg/m², kan volde problemer med hensyn til overholdelse af grænseværdierne for lydisolation ved lave frekvenser, også selvom kravet til lydisolation i øvrigt er overholdt.

Ved anvendelse af lette konstruktioner anbefales det således at skærpe dokumentationen til også at omfatte lydmålinger i frekvensområdet nedad til 50 Hz. Dokumentation

Utallige andre konstruktioner/konstruktionstyper end de angivne principløsninger kan udføres. Fælles for alle konstruktioner, uanset om principløsningerne eller andre former for konstruktioner udføres, gælder, at det skal dokumenteres, at kravene til akustisk indemiljø er opfyldt.

Dokumentationen foretages ved lydålinger i den færdige bygning, og målingerne udføres efter retningslinierne i SBI-anvisning 217, Udførelse af bygningsakustiske målinger.

De kommunale myndigheder kan i henhold til kap. 1.5, stk. 2 i byggetilladelsen stille krav om lydålinger i den færdige bygning. Målinger udføres som stikprøvekontrol.

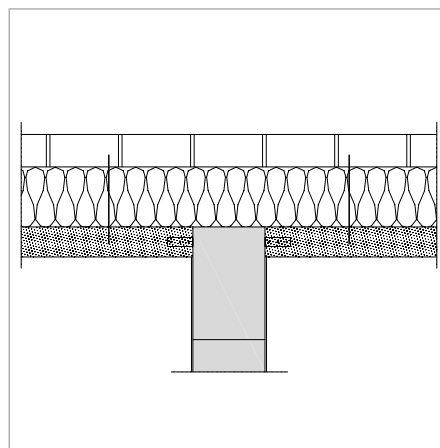
Designmæssig udformning af andre konstruktioner/konstruktionstyper end de angivne principløsninger skal vurderes i hvert enkelt tilfælde, og nyttige hjælpværktøjer hertil kan findes i SBI-anvisningerne 166, 167 og 172.

Udformning af lejlighedsskel kan eksempelvis udføres som vist på tegningerne.

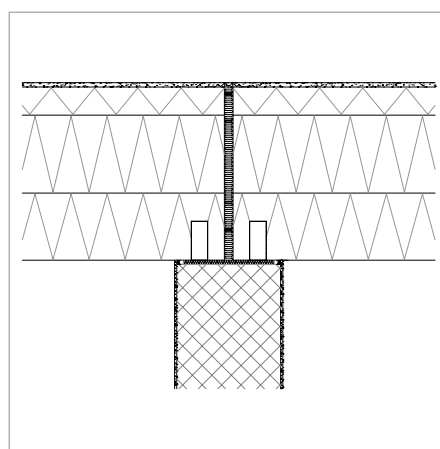
I nedenstående figur (svarende til figur 6.1 i SBI-anvisning 167) kan luftlydisolationen R'_w for lejlighedsskellet aflæses til 55 dB.

Med mørtelpuds på begge sider kan luftlydisolationen R'_w hæves med ca. 1 dB, svarende til en samlet luftlydisolationen R'_w på 56 dB for den pågældende 1/1 stens væg.

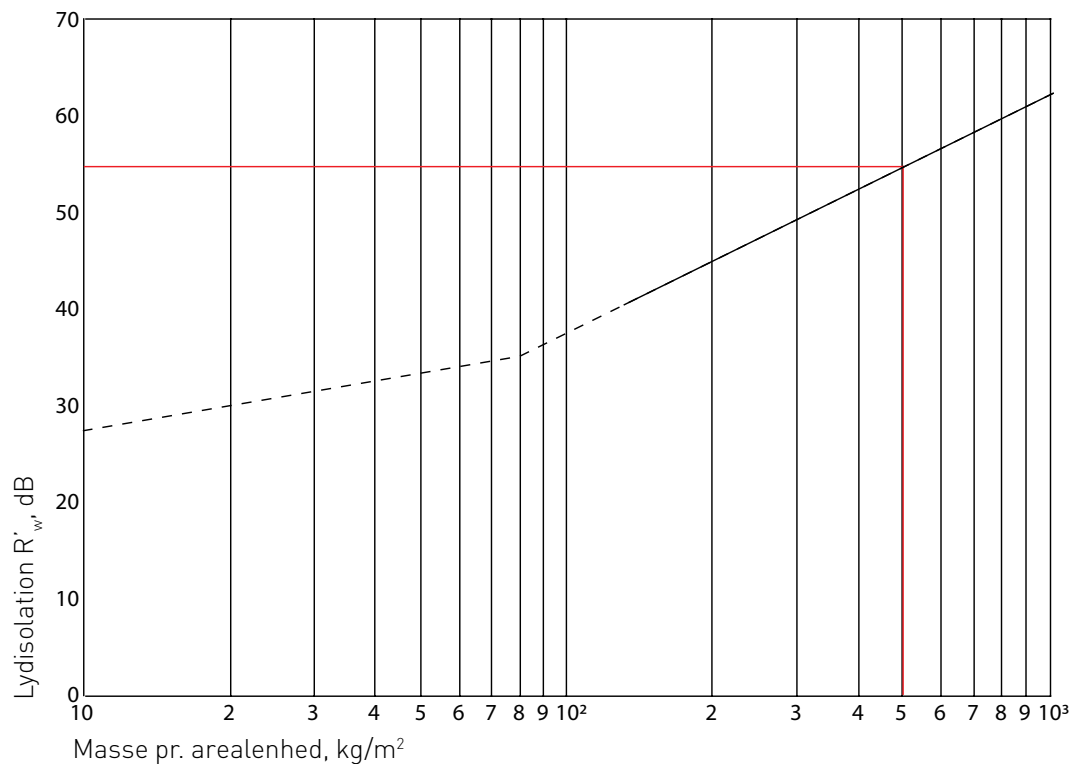
Figuren forudsætter, at flankerende bygningsdele (ydervæg af porebeton) har en masse på mindst ca. 300 kg/m². Denne forudsætning er ikke opfyldt, og dokumentation af den samlede konstruktions akustiske egenskaber vil være nødvendigt.



Figur 1. Silka (lejlighedsskel)/Bagmur (Silka og Porebeton)



Figur 2. Lejlighedsskel



Figur 3. Figuren er en hjælp, når man skal vurderer R'_w ud fra konstruktionens masse pr. m².

Nedenstående værdier er vejledende, målt på byggeplads. Iht. DIN 4109

Tabel 1. Lyddæmpning $R'_{w,R}$ (dB) og vægt (kg/m³) for Silka væg med 5 mm puds på begge sider

Densitet (kg/m ³)	Tykkelse, Silka Vægssystem (cm)						
	11,5	15	17,5	20	24	30	36,5
1,8 (1700)	44 196	47 255	49 298	51 340	53 408	55 510	57 621
2,0 (1900)	45 219	48 285	50 333	52 380	54 456	57 570	57 694
2,2 (2100)	46 242	50 315	51 368	53 420	55 504	57 630	57 767

Tabel 2. Lyddæmpning $R'_{w,R}$ (dB) og vægt (kg/m³) for Silka væg med 10 mm puds på begge sider

Densitet (kg/m ³)	Tykkelse, Silka Vægssystem (cm)						
	11,5	15	17,5	20	24	30	36,5
1,8 (1700)	45 216	48 275	50 318	51 360	53 428	56 530	57 641
2,0 (1900)	46 239	49 305	51 353	53 400	55 476	57 590	57 714
2,2 (2100)	47 262	50 335	52 388	54 440	56 524	57 650	57 787

Tabel 3. Lyddæmpning $R'_{w,R}$ (dB) og vægt (kg/m³) for Silka væg med 15 mm puds på begge sider

Densitet (kg/m ³)	Tykkelse, Silka Vægssystem (cm)						
	11,5	15	17,5	20	24	30	36,5
1,8 (1700)	47 246	49 305	51 348	52 390	54 458	56 560	57 671
2,0 (1900)	48 269	50 335	52 383	53 430	55 506	57 620	57 744
2,2 (2100)	49 292	51 365	53 418	54 470	56 554	57 680	57 817

Nedenstående tabel anvendes ved beregning af lyddæmpning i konstruktioner med Silka Vægssystem iht. EN 12354.

Tabel 4. Lyddæmpning $R'_{w,R}$ (dB), med flankerende bygningsdele, iht. DIN 4109:1989

Densitet (kg/m ³)	Enhed	Vægtykkelse uden puds (mm)								
		70	100	115	150	175	200	240	300	365
1700	$m' (kg/m^2)^{11}$	139	190	216	275	318	360	428	530	641
	$R'_{w,R}$ (dB)	40	43	45	48	50	51	53	56	57
1900	$m' (kg/m^2)^{11}$	153	210	239	305	353	400	476	590	714
	$R'_{w,R}$ (dB)	41	45	46	49	51	52	54	57	57
2100	$m' (kg/m^2)^{11}$	167	230	262	335	388	440	524	-	-
	$R'_{w,R}$ (dB)	42	47	47	50	52	54	55	-	-

Detaljer

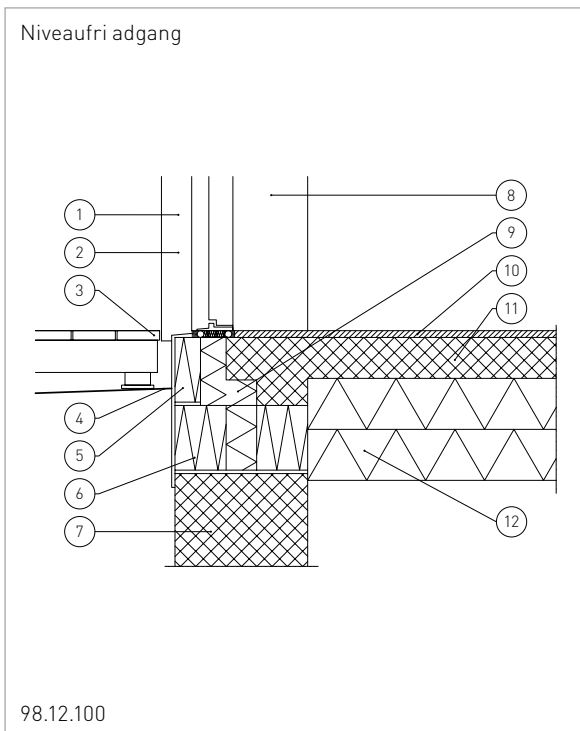
Detaljeoversigt

Silka Vægssystem med Ytong Multipor

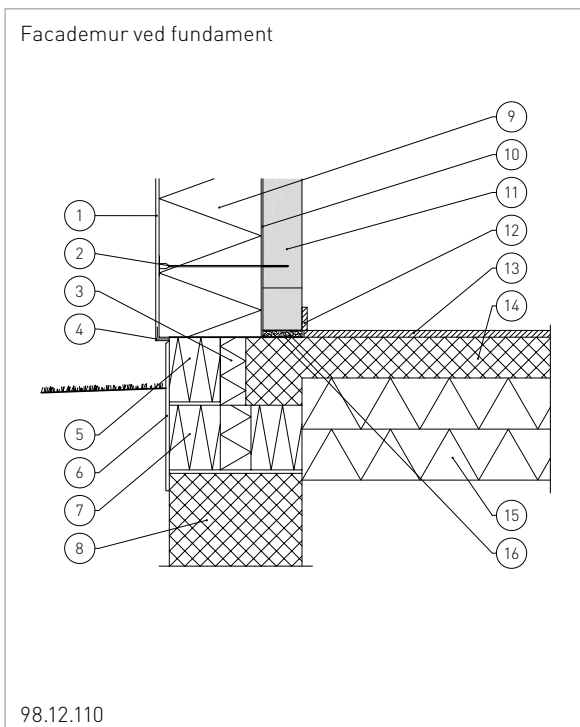
Silka Vægssystem med skalmur

	Side		Side
Niveaufri adgang	77	.....	85
Facademur ved fundament	77	.....	85
Indvendig hjørnesamling – Lejlighedsskel, Silka Vægssystem	78	.....	86
Facademur – udvendigt hjørne(med vindue)	78	.....	86
Facademur – udvendigt hjørne	79	.....	87
Indbygning af vindue – 250 mm betonoverligger	79	.....	87
Silka (lejlighedsskel) / bagmur (Silka eller Porebeton).....	80	.....	88
Silka (lejlighedsskel / Loft	80	.....	88
Silka (skillevæg) / Loft	81	.....	89
Silka (lejlighedsskel) / Gulv	81	.....	89
Etagedæk beton / Silka (skillevæg)	82	.....	90
Etagedæk beton / Silka (skillevæg og lejlighedsskel)	82	.....	90
Etagedæk beton / Silka (lejlighedsskel).....	83	.....	91
Murkrone – Ytong Porebeton	83	.....	91
Tagfod – Indbygning af vindue med beton overligger	84	.....	92

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

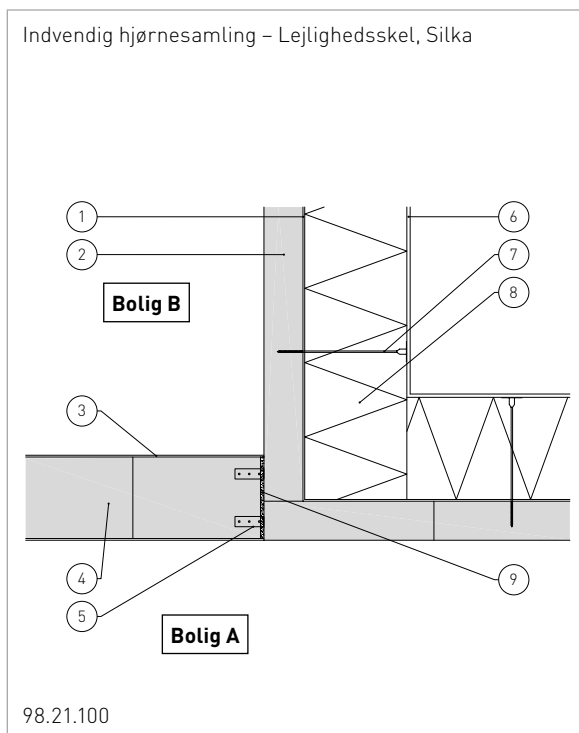


- 01 Ytong Multipor
- 02 Lavenergi dør fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 03 Rampe af 28 mm terrassebrædder på strøer og opklodsning.
- 04 Omkringliggende færdig terræn
- 05 75 mm tildannet letklinkeblok
- 06 390 mm letklinkeblokke, som Leca termblokke
- 07 390 mm randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 08 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 09 75 mm tildannet polystyren
- 10 20 mm flydende trægulv eller gulvklinter
- 11 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 12 2x150 mm polystyren med forskudte samlinger

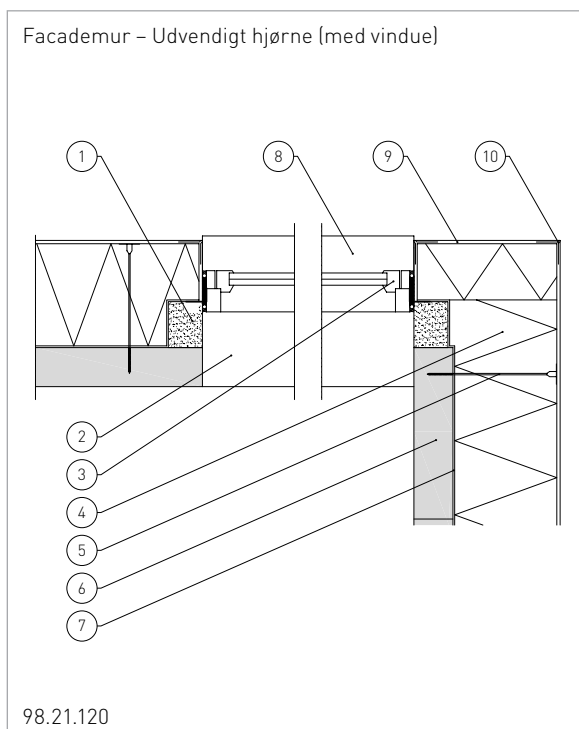


- 01 10 mm armeret puds
- 02 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 03 75 mm polystyren
- 04 Vandnæsprofil
- 05 150 mm letklinkeblokke
- 06 10 mm sokkelpuds
- 07 390 letklinkeblokke, som Leca termblokke
- 08 390 mm randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 09 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 10 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 12 15 x 68 mm fodelist
- 13 20 mm flydende træfulv eller gulvklinter
- 14 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 15 2 x 150 mm polystyren med fodsudte samlinger
- 16 Fugtspærre under bagmur lim / pap / lim

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

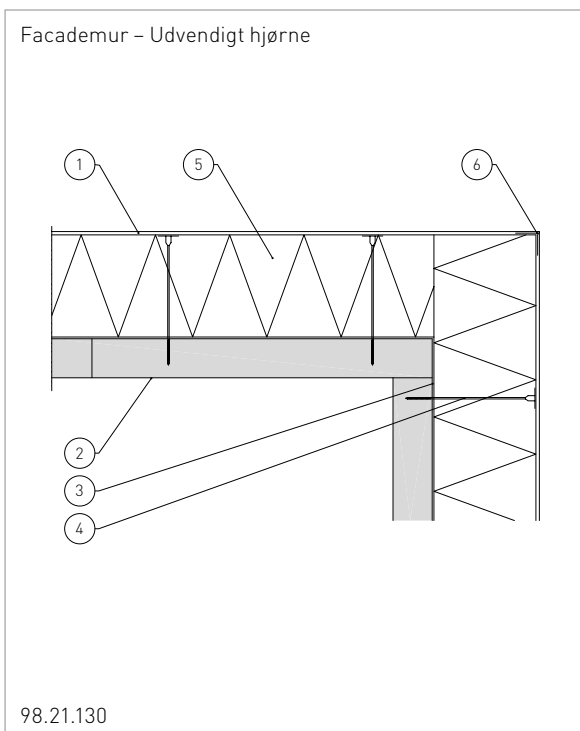


- 01 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 02 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 03 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 04 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 05 Vinkelbeslag
- 06 10 mm armeret puds
- 07 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 08 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 09 Lejlighedsskel føres ud til bagmur og afsluttes med en mørtel fuges. Bagmur føres uafbrudt igennem.

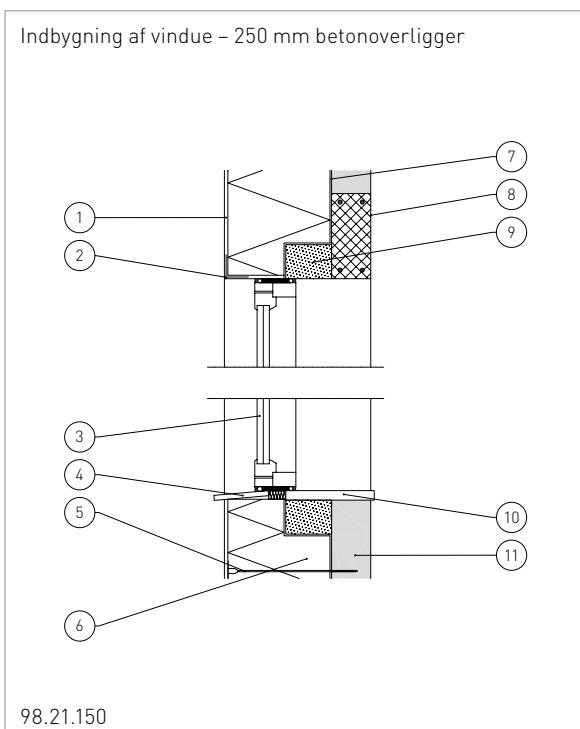


- 01 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen. Densitet 535 kg/m³
- 02 Vinduesplade af skifer, marmor eller træ
- 03 Lavenergi vindue fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 04 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 05 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 06 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 08 Skifer stålbænk lægges i mørtel. Kan også udføres i rulleskifte eller zink
- 09 Hjørneprofil med pudsenet
- 10 10 mm armeret puds

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

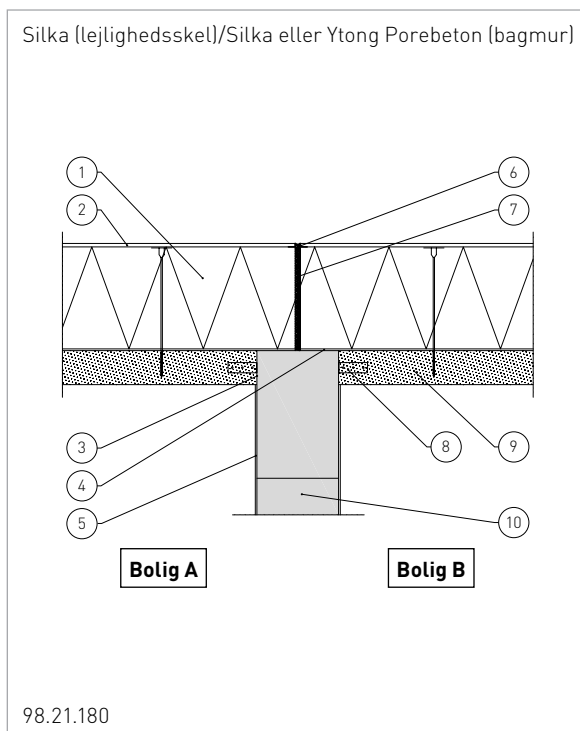


- 01 10 mm armeret puds
- 02 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 03 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 04 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 05 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 06 Hjørneprofil med pudsnet

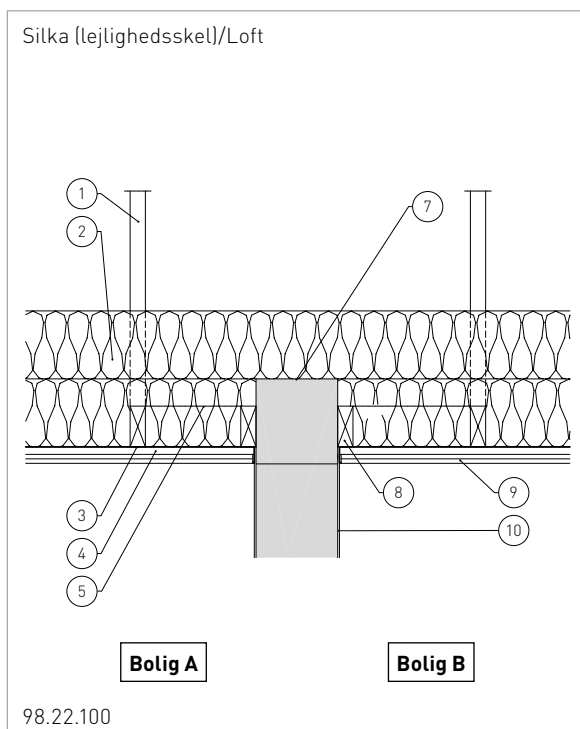


- 01 10 mm armeret puds
- 02 Hjørneprofil med pudsnet
- 03 Lavenergi vindue fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 04 Skifer og sålbænk lægges i mørtel. Kan også udføres i rulleskifte eller zink.
- 05 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 06 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 07 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 08 250 mm betonoverligger. Armering og dimension iht. ingeniørprojekt
- 09 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 10 Vinduesplade af skifer, marmor eller træ
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

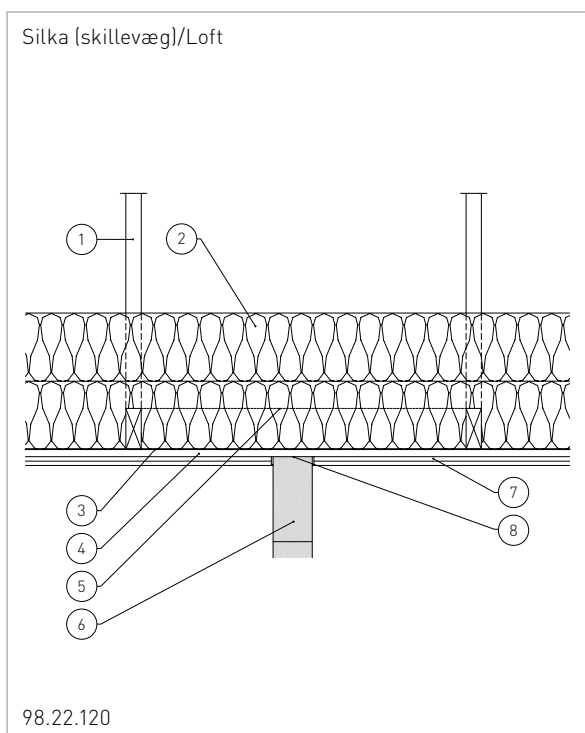


- 01 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 02 10 mm armeret puds
- 03 Geficell - 5 mm
- 04 Lejlighedsskel føres ud til bagside porebeton.
- 05 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 06 Dilatationsprofil
- 07 Dilatationsfuge udfyldt med 20 mm mineraluld
- 08 Vinkelbeslag skal centreres midt i væg
- 09 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 10 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 11 Ytong porebeton – densitet 535 kg/m³

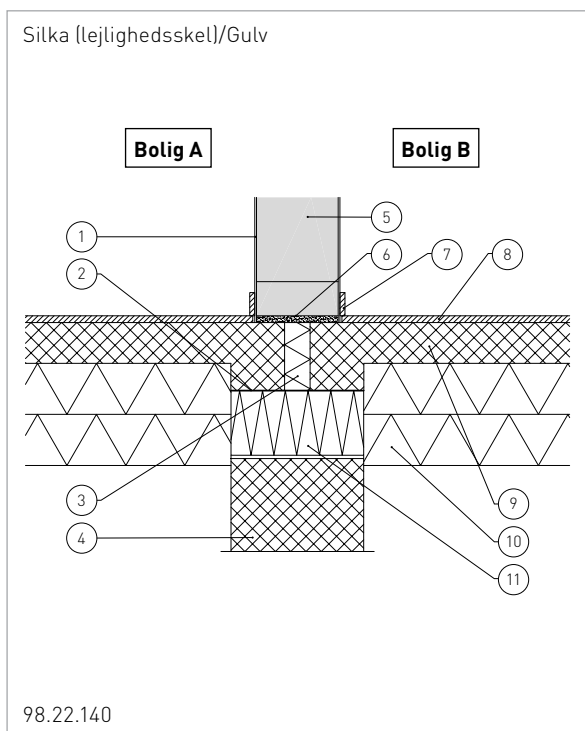


- 01 Gitterspær
- 02 2×200 mm mineraluld, ligges med forskudte samlinger
- 03 Dampspærre, skal fuges mod væg
- 04 22 mm spredt forskalling pr. 300
- 05 Udvekslingsbjælke
- 06 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 VIGTIGT Lejlighedsskel skal føres min. 200 mm op i loftisolering
- 08 45×95 mm regler
- 09 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende vægge
- 10 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

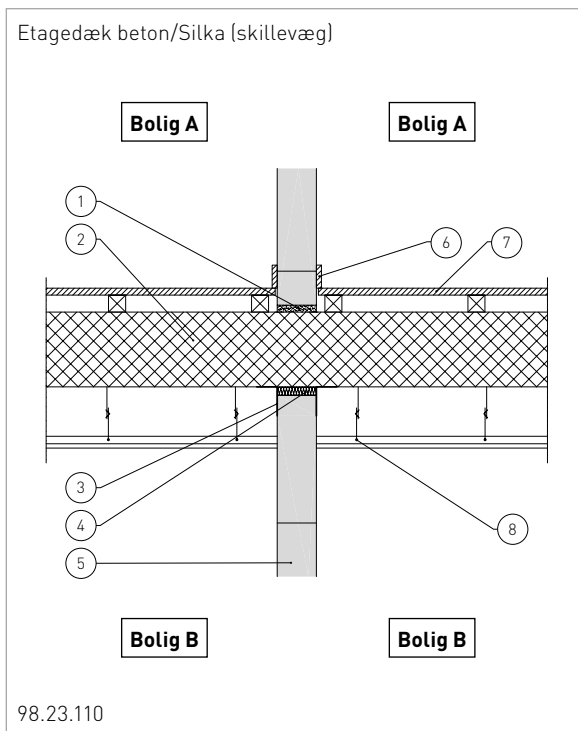


- 01 Gitterspær
- 02 2×200 mm mineraluld, ligges med forskudte samlinger
- 03 Dampspærre
- 04 22 mm spredt forskalling pr. 300
- 05 Udvekslingsbjælke
- 06 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende vægge
- 08 Top af væg fastgøres i loftsken/forskallingen

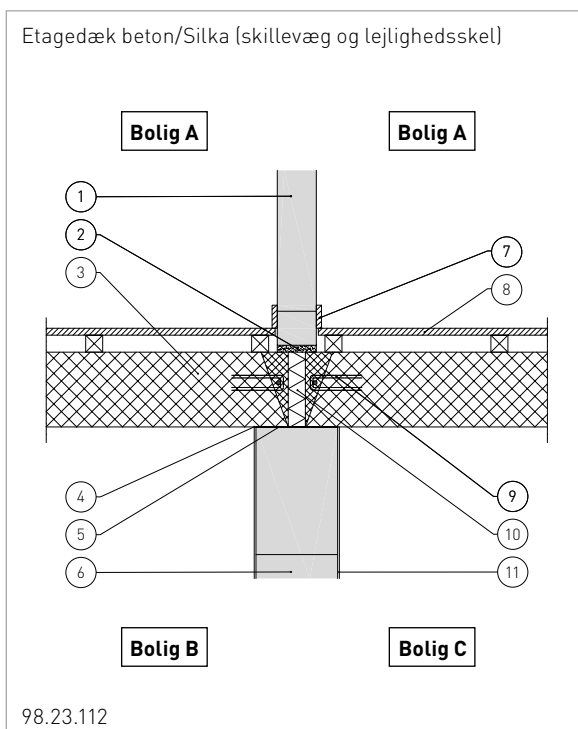


- 01 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 02 Murpap/radonsikring
- 03 75 mm polystyren
- 04 390 mm. randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 05 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 06 Mørtelpude til første Silka blok
- 07 15×68 mm fodliste
- 08 20 mm flydende trægulv eller gulvklinter
- 09 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 10 2×150 mm polystyren med forskudte samlinger
- 11 390 mm letklinkerblokke

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

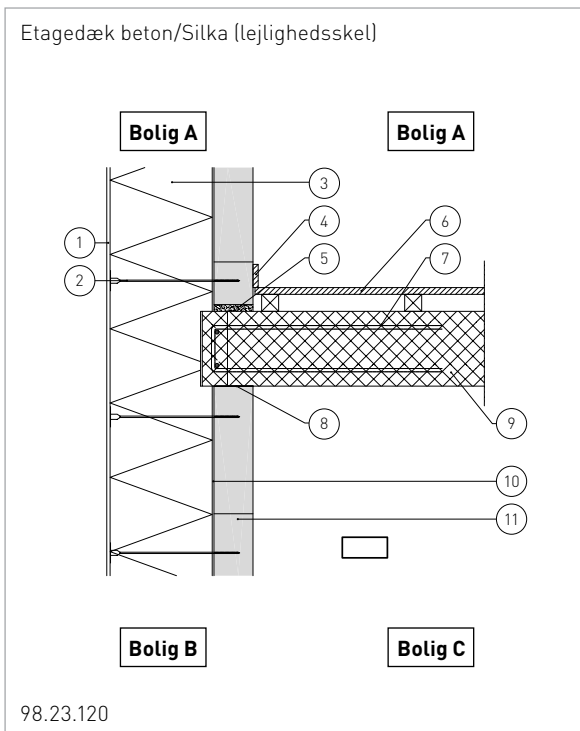


- 01 Mørtelpude til første Silka blok
- 02 Beton dækelementer
- 03 Vinkelbeslag
- 04 Trykfast isolering
- 05 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 06 15×68 mm fodliste
- 07 20 mm træfulv på 50 mm strøer
- 08 Evt. nedstropet gipsloft i skinesystem

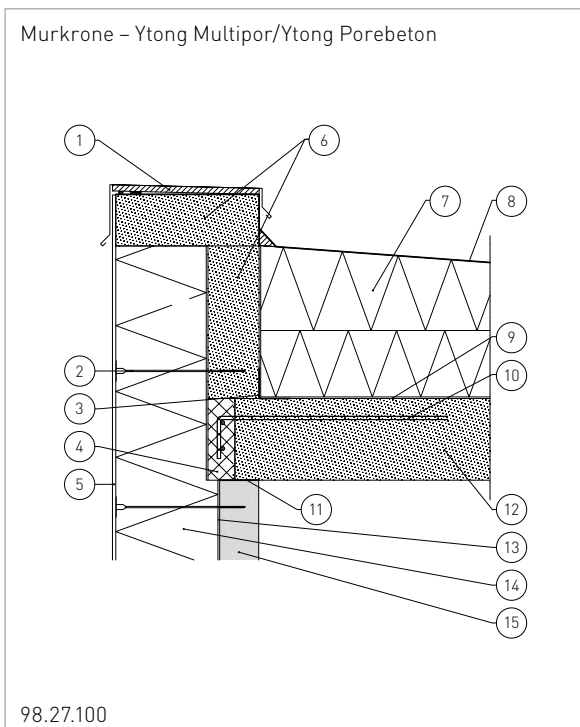


- 01 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 02 Mørtelpude til første Silka blok
- 03 Beton dækelementer
- 04 Fibertex F4M. Lydisoleringsstrimmel
- 05 Dækvederlag iht. producent forankres til vægge med lim / pap / lim
- 06 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 15×68 mm fodliste
- 08 20 mm trægulv på 50 mm strøer
- 09 Evt. armering i liggefuger må IKKE gå gennem polystyren pga. lydkrav
- 10 50 mm polystyren
- 11 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

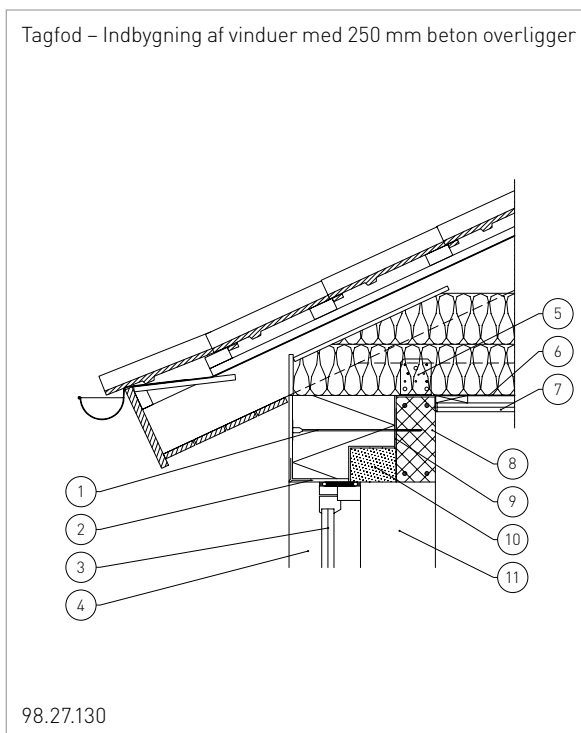


- 01 10 mm armeret puds
- 02 Ytong Multipor dubler Ø4 som type Ejot STR U
- 03 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 04 15×68 mm fodliste
- 05 Mørtelpude til første Silka blok
- 06 20 mm trægulv på 50 mm strøer
- 07 Armering i liggefuger
- 08 Dækvederlag iht. producent
- 09 Beton dækelementer
- 10 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³



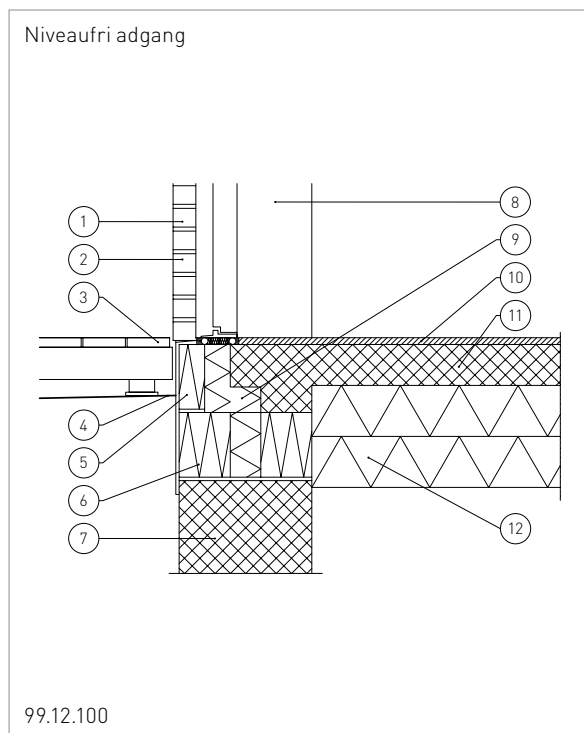
- 01 18 mm krydsfinerplade
- 02 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 03 Vinkel iht. ingeniørprojekt
- 04 Udstøbning inkl. ringarmering
- 05 10 mm armeret puds
- 06 150 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 07 Tagisolering som kileskåret Multipor
- 08 2 lag tagpap
- 09 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 10 Armering i liggefuger
- 11 Dækvederlag i ender min. 70 mm forankres til vægge med lim / pap / lim
- 12 Ytong dækelement - densitet 550 kg/m³
- 13 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 14 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 15 Silka – densitet 1900 kg/m³

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med Ytong Multipor

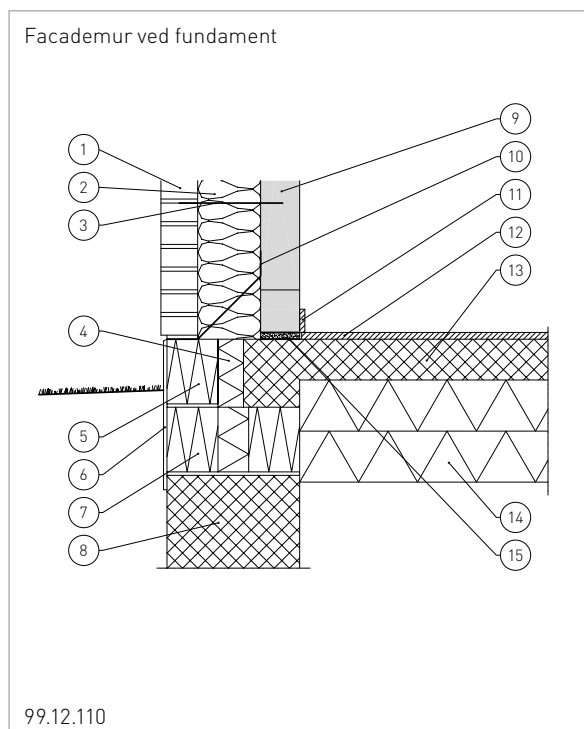


- 01 Ytong Multipor dybler Ø4 som type Ejot STR U
- 02 10 mm armeret puds
- 03 Lavenergi facadedør fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 04 Ytong Multipor – densitet 115 kg/m³
- 05 Vinkelbeslag
- 06 Dampspærre, skal fuges mod væg
- 07 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende vægge
- 08 250 mm betonoverligger. Armering og dimension iht. ingeniørprojekt
- 09 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 10 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

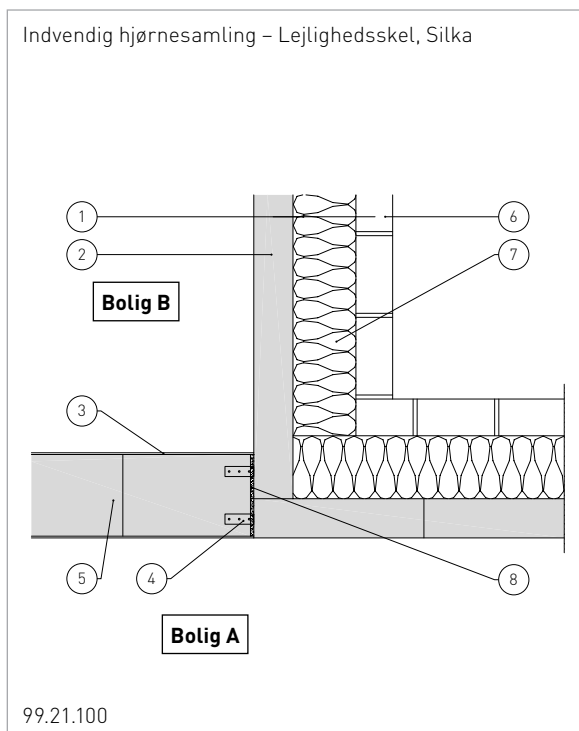


- 01 108 mm teglvæg i formur
- 02 Lavenergi dør fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 03 Rampe af 28 mm terrassebrædder på strøer og opklodsning.
- 04 Omkringliggende færdig terræn
- 05 75 mm tildannet letklinkeblok
- 06 390 mm letklinkeblokke, som Leca termblokke
- 07 390 mm randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 08 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 09 75 mm tildannet polystyren
- 10 20 mm flydende trægulv eller gulvklinker
- 11 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 12 2 × 150 mm polystyren med forskudte samlinger

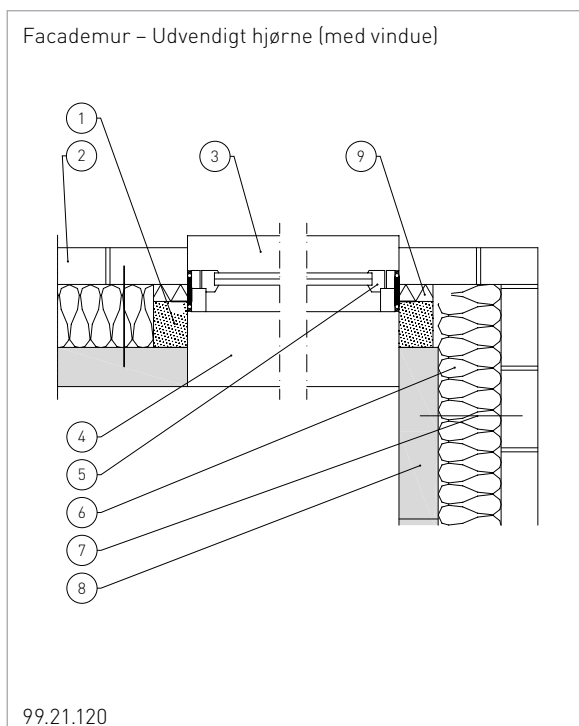


- 01 108 mm teglvæg i formur
- 02 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 03 Iskruningsbinder Ø4
- 04 75 mm polystyren
- 05 150 mm letklinkeblokke
- 06 10 mm sokkelpuds
- 07 390 mm letklinkeblokke, som Leca termblokke
- 08 390 mm randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 09 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 10 Fugtspærre fra bagmur til formur
- 11 15 × 68 mm fodliste
- 12 20 mm flydende trægulv eller gulvklinker
- 13 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 14 2 × 150 mm polystyren med forskudte samlinger
- 15 Fugtspærre under bagmur lim / pap / lim

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur



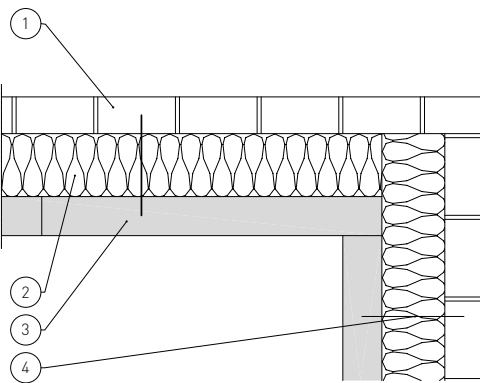
- 01 Iskruningsbinder Ø4
- 02 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 03 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 04 Vinkelbeslag
- 05 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 06 108 mm teglvæg i formur
- 07 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 08 Lejlighedsskel føres ud til bagmur og afsluttes med en mørtel fuger. Bagmur føres uafbrudt igennem.



- 01 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 02 108 mm teglvæg i formur
- 03 Skifer sålbænk lægges i mørtel. Kan også udføres i rulleskifte elelr zink
- 04 Vinduesplade af skifer, marmor eller træ
- 05 Lavenergi vindue fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 06 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 07 Iskruningsbinder Ø4
- 08 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 09 50 mm tildannet polystyren

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

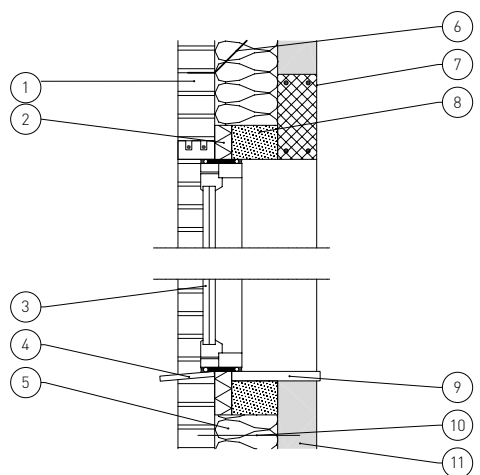
Facademur – Udvendigt hjørne



99.21.130

- 01 108 mm teglvæg i formur
- 02 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 03 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 04 Iskruningsbinder Ø4

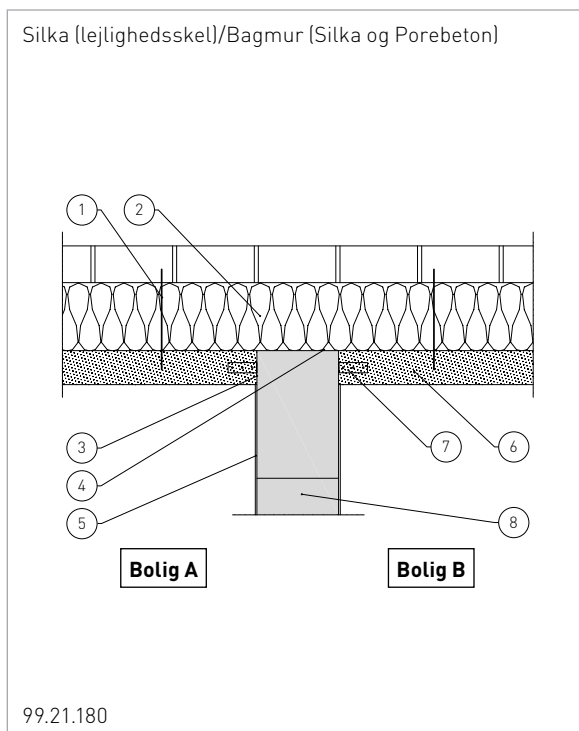
Indbygning af vindue – 250 mm betonoverligger



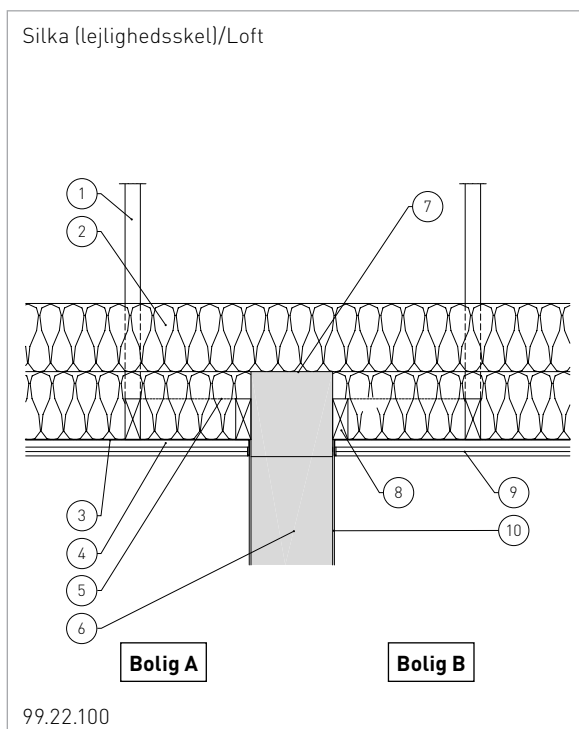
99.21.150

- 01 108 mm teglvæg i formur
- 02 50 mm tildannet polystyren
- 03 Lavenergi vindue fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 04 Skifer sålbænk lægges i mørtel. Kan også udføres i rulleskifte eller zink
- 05 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 06 Murpap, der limes/klæbes i begge ender
- 07 250 mm betonoverligger. Armering og dimension iht. ingeniørprojekt
- 08 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 09 Vinduesplade af skifer, marmor eller træ
- 10 Iskruningsbinder Ø4
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

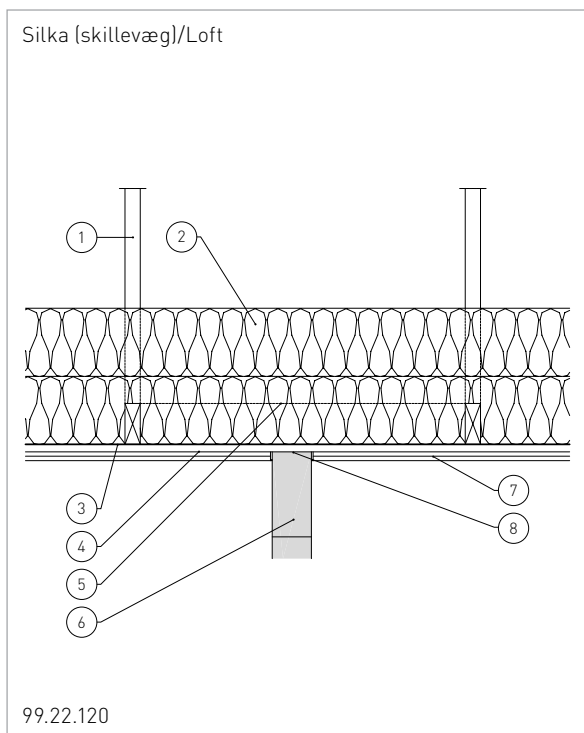


- 01 290 mm Ytong murbinder Ø3
- 02 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 03 Geficell – 5 mm. Lydisoleringsstrimmel til væg
- 04 Lejlighedsskel føres ud til bagside porebeton
- 05 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 06 Ytong porebeton – densitet 535 kg/m³
- 07 Vinkelbeslag skal centreres midt over væg
- 08 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³

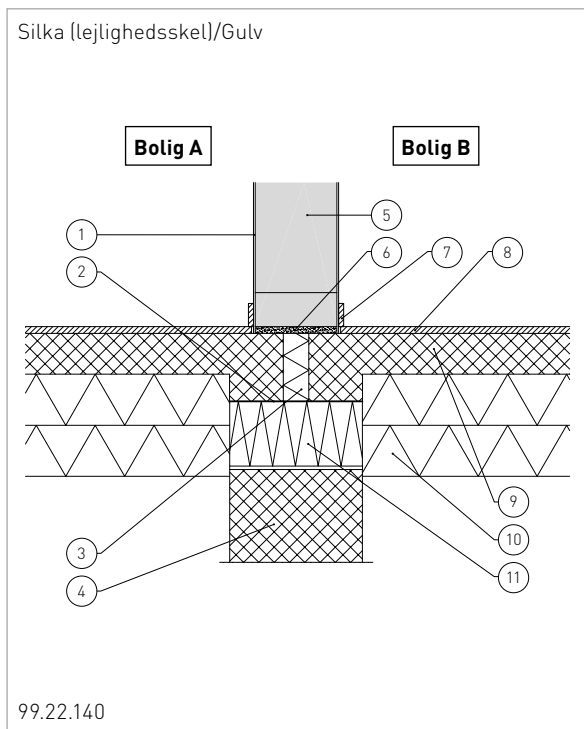


- 01 Gitterspær
- 02 2×200 mm mineraluld, liggendes med forskudte samlinger
- 03 Dampspærre, skal fuges mod væg
- 04 22 mm spredt forskalling pr. 300
- 05 Udvekslingsbjælpe
- 06 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 VIGTIGT Lejlighedsskel skal føres min. 200 mm op i loftisolering
- 08 45×95 mm regler
- 09 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende vægge
- 10 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

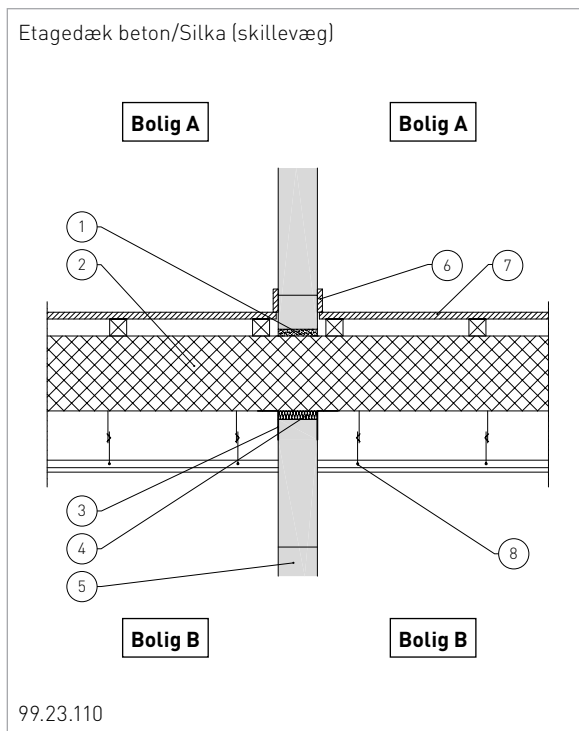


- 01 Gitterspær
- 02 2×200 mm mineraluld, ligegs med forskudte samlinger
- 03 Dampspærre
- 04 22 mm spredt forskalling pr. 300
- 05 Udvekslingsbjælke
- 06 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende vægge
- 08 Top af væg fastgøres i loftskiven/forskallingen

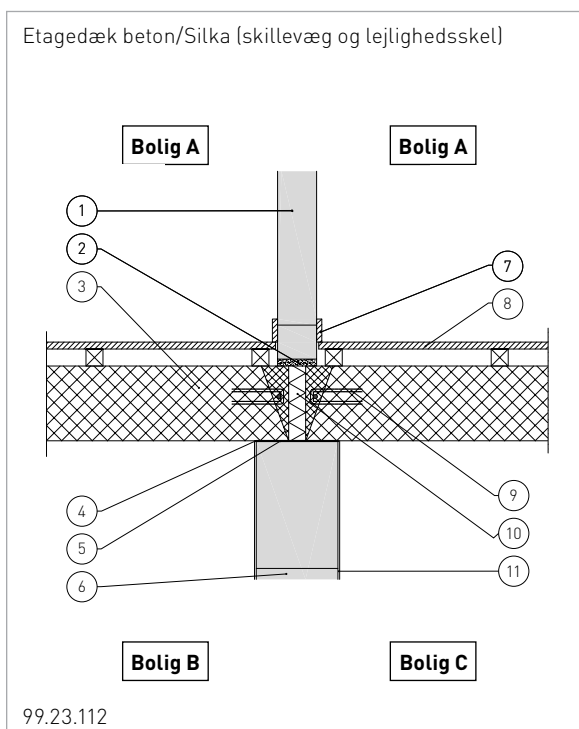


- 01 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel
- 02 Murpap/radonsikring
- 03 75 mm polystyren
- 04 390 mm randfundament, armeret iht. ingeniørprojekt
- 05 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 06 Mørtelpude til første Silka blok
- 07 15×68 mm fodliste
- 08 20 mm flydende trægulv eller gulvklinter
- 09 120 mm støbt terrændæk, armeret iht. ingeniørprojekt
- 10 2×150 mm polystyren med forskudte samlinger
- 11 390 mm letklynkeblokke

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

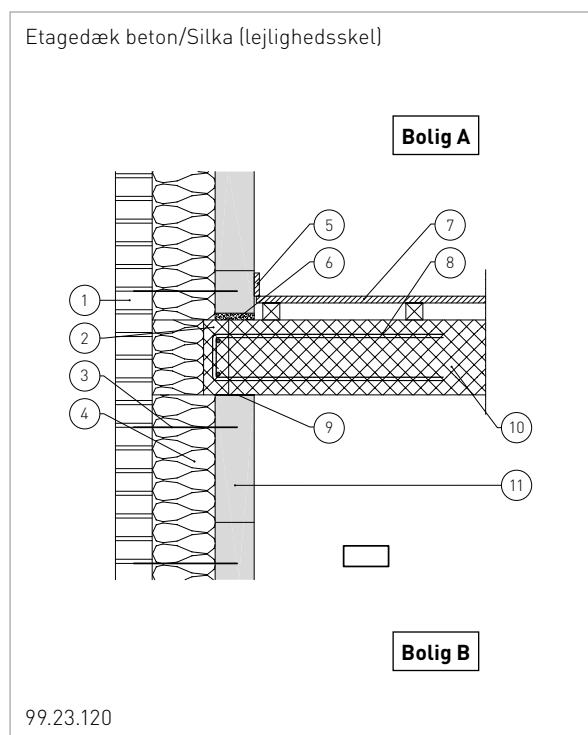


- 01 Mørtelpude til første Silka blok
- 02 Beton dækelementer
- 03 Vinkelbeslag
- 04 Trykfast isolering
- 05 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 06 15×68 mm fodliste
- 07 20 mm trægulv på 50 mm strøer
- 08 Evt. nedtroppet gipslofte i skinnesystem

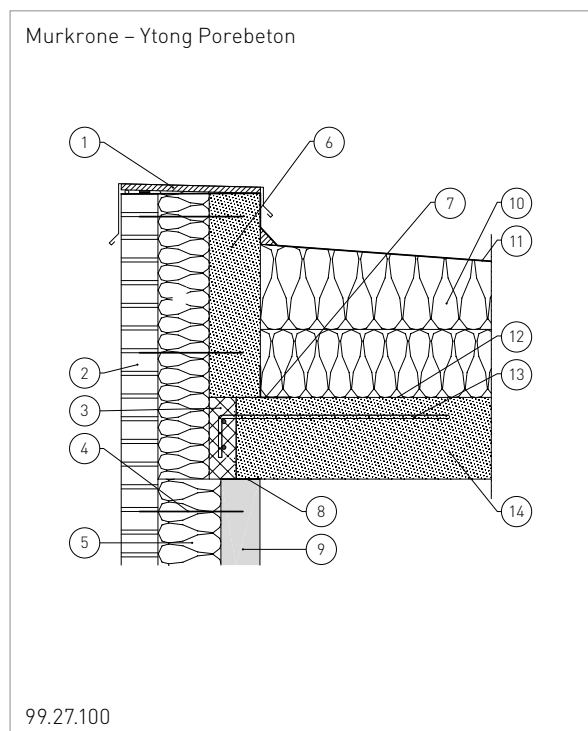


- 01 240 mm Silka – densitet 1900 kg/m³
- 02 Mørtelpude til første Silka blok
- 03 Beton dækelementer
- 04 Fibertex F4M. Lydisoleringsstrimmel
- 05 Dækvederlag iht. producent forankres til vægge med lim / pap / lim
- 06 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 07 15×68 mm fodliste
- 08 20 mm trægulve på 50 mm strøer
- 09 Evt. armering i liggefuger må IKKE gå gennem polystyren pga. lydkrav
- 10 50 mm polystyren
- 11 5 mm puds på begge sider af lejlighedsskel

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur

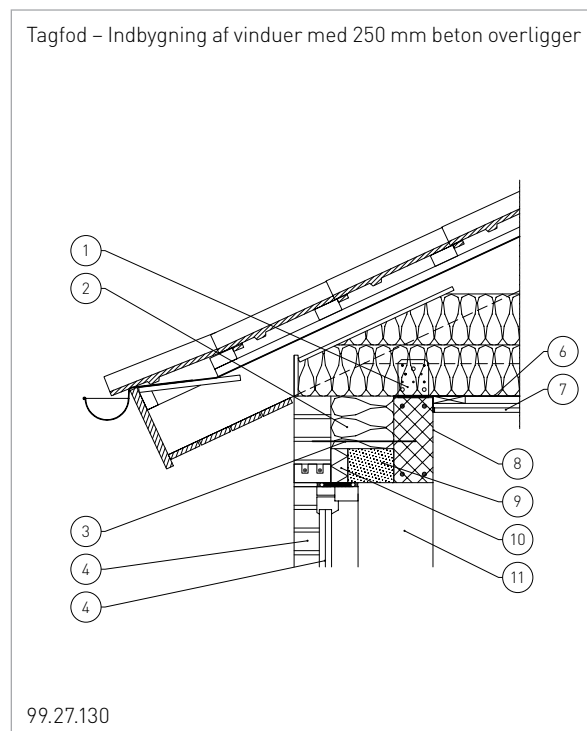


- 01 108 mm teglvæg i formur
- 02 Udstøbning inkl. ringarmering
- 03 Iskruningsbinder Ø4
- 04 Hulmur udfylde med mineraluld
- 05 15×68 mm fodliste
- 06 Mørtelpude til første Silka blok
- 07 20 mm trægulv på 50 mm strøer
- 08 Armering i liggefuger
- 09 Dækvederlag iht. producent
- 10 Beton dækelementer
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³



- 01 18 mm krydsfinerplade
- 02 108 mm teglvæg i formur
- 03 Udstøbning inkl. ringarmering
- 04 Iskruningsbinder Ø4
- 05 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 06 105 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 07 Vinkel iht. ingeniørprojekt
- 08 Dækvederlag i ender min. 70 mm forankres i vægge med lim / pap / lim
- 09 Silka – densitet 1900 kg/m³
- 10 Tagisolering som kileskåret Multipor
- 11 2 lag tagpap
- 12 5 mm Ytong Multipor letmørtel
- 13 Armering i liggefuger
- 14 Ytong dækelement – densitet 550 kg/m³

Konstruktionsdetaljer – Silka Vægssystem med skalmur



- 01 Vinkelbeslag
- 02 Hulmur udfyldes med mineraluld
- 03 Iskruningsbinder Ø4
- 04 108 mm teglvæg i formur
- 05 Lavenergi facadedør fastgøres evt. med vinkler iht. producentens anvisninger.
- 06 Damspærre, skal fuges mod væg
- 07 2×13 mm gips afsluttet med gummifuge mod tilstødende væg
- 08 250 mm betonoverligger. Armering og dimension iht. ingeniørprojekt
- 09 100 mm pålimet Ytong porebeton, tildannes på pladsen – densitet 535 kg/m³
- 10 50 mm tildannet polystyren
- 11 Silka – densitet 1900 kg/m³

Udførelse

Generelt

Transport og opbevaring

Silka leveres fortrinsvis fra lastbil med kran, enten pakket i folie på paller eller uindpakket til afsætning på strøer udlagt af montøren. Uindpakkede Silka produkter skal altid afdækkes.

På byggepladsen opbevares Silka produkter tørt.

Håndtering

Større blokke løftes og monteres med kran jf. arbejdstilsynets anvisninger. Hele blokke løftes med universal montagetang, som passer til huller i blokkene. Tilpassede blokke løftes med mekaniske montageklemme fastholdelse. Mindre blokke kan monteres uden kran.

Tilpasning

Silka blokke er uarmerede og tilpasses med bordsav eller vinkelsliber med diamantklinge. Riller til el udføres ligeledes med diamantklinge.

Mørtel/Lim

Der anvendes Silka Secure Tyndfugemørtel. 20 kg tørmørtel blandes i tvangsblender med 7,5 l vand til klumpfri konsistens. Blandetid i ca. 3 min. Ved temperatur fra +5°C til -10°C anvendes Silka Vinter lim. Til udlægning af mørtel anvendes mørtelslæde med runde tænder ≥ 10 mm.

Afdækning

Murværk må ikke stå ubeskyttet. Efter arbejdstids ophør afdækkes med presenning eller lignende.

Kvalitetssikring

Udførelsen kontrolleres jf. murværksnormen, EC-6. Ved traditionelt byggeri udført i normal konsekvensklasse og normal sikkerhedsklasse omfatter kontrollen visuel kontrol iht. stikprøveplan samt kontrol af, at øvrig udførelse opfylder kravene i montageanvisningen.

Stabilitet

Byggeriet skal dimensioneres i henhold til projektmateriale. Vær opmærksom på den projekterendes anvisninger vedrørende dimensioner, antal og placering af beslag m.m. til stabilisering mod vindbelastning og glidning. Projektering og dimensionering skal udføres af rådgivende ingeniør.

Sikkerhed

Der skal bruges sikkerhedssko. Ved brug af kran er sikkerhedshjelm påbudt. Ved tildannelse af blokke med skærende eller slibende værktøj anvendes maske med filter til finstøv. Ved oprøring af mørtel anvendes beskyttelsesbriller. Der henvises i øvrigt til arbejdstilsynet mht. løfteanvisninger m.v. Se www.at.dk.

Stillads

Der anvendes stillads iht. til gældende regler.



Montagevejledning

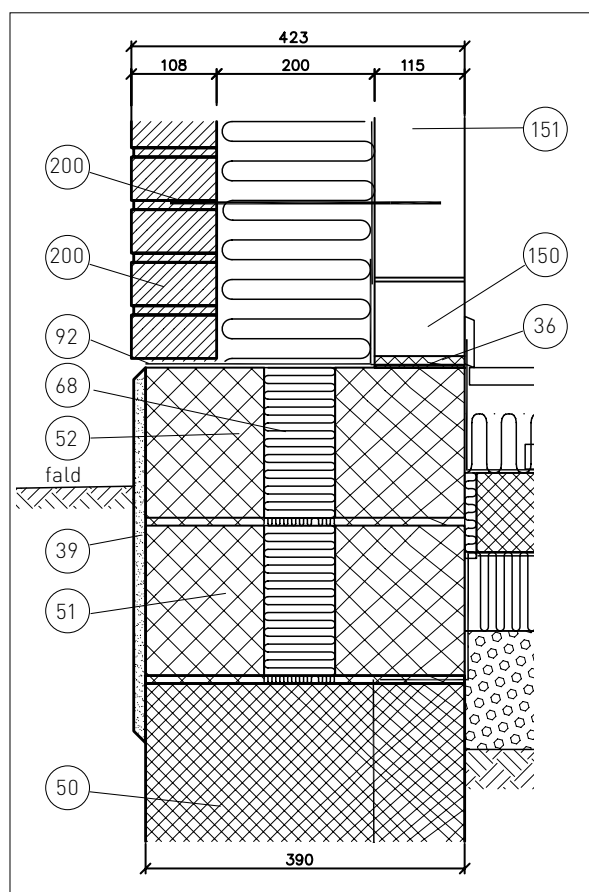
Krav til underlag

Underlaget skal være stabilt og have den nødvendige bæreevne jf. projektmaterialet.

Til montage uden understøbning skal underlaget være meget jævnt; der tillades kun mindre, lokale ujævnheder på +/- 1 mm målt over 2 m retholt.

Til montage med understøbning tillades lokale ujævnheder op til 10 mm, målt over 2 m retholt.

Figur 1.



- 36** Mørtelfuge
- 39** Sokkelpuds/udkast
- 50** Betonfundament
- 51** Letklinkerblokke
- 52** Lecatermblok
- 68** Min. 40 mm bred isoleringsplade
- 92** Fugt-/radonspærre
- 150** Silka Højdetilpasningssten
- 151** Silka
- 200** Skalmur
- 201** Murbinder

Konstruktionen skal beskyttes mod opstigende radon jf. bygningsreglementet og SBI Anvisning 233..

Til forhindring af fugtopstigning i muren udlægges murpap på fundamentet.

Nivelleringskifte

Nederste skifte kan med fordel udføres i Silka Højdetilpasningssten. Ved murbredder over 24 cm anvendes 2 parallelle rækker af højdetilpasningssten. Det er vigtigt at skiftet monteres vandret i begge retninger for at sikre, at murværket overholder kravene til lod og vatter.

Der udlægges Silka Tyndfugemørtel på fundamentet i blokkenes/Højdetilpasningsstenenes bredde, og murpap lægges ud i den våde mørtel. Der udlægges mørtel ovenpå pappet i blokkenes bredde. Sørg for tilstrækkeligt med mørtel til at Silka blokkene har fuld kontakt med underlaget. Maks. lagtykkelse 3 cm.

Muring i forbandt

Silka blokkene mures i forbandt iht. murværksnormen EC-6. For blokke under 25 cm højde skal forskydningen være $0,4 \times$ blokhøjde, eller min. 40 mm idet den største værdi anvendes. For blokke over 25 cm højde skal forskydningen være $0,2 \times$ blokhøjde eller min. 100 mm. For hvert skifte kontrolleres lod og vatter.

Hver blok påføres mørtel på ligge- og studsfuge med mørtelslæde i passende bredde. Før udlægning af mørtel fejles fladen fri for støv, mørtelrester m.v. Undersiden af blokken bør ligeledes fejles, før de indmures. Mørtel udlægges med en kamhøjde på 10 mm, blokkens tryk komprimerer fugen til ca. 2 mm.

Tabel 1. Kontaktareal iht. EC-6

Konsekvensklasse	Kontaktareal %
Lempet	75
Normal	85
Skærpet	95

Der mures normalt med mørtel i både liggefuger og studs-fuger. Studsfuger skal fyldes.

Længden af vægge og størrelsen af åbningen og piller bør fortrinsvis passe til blokkenes dimensioner for at undgå for mange afkortninger.

Montagevejledning

Længden af et skifte kan justeres ved studsugebredden – fugebredden må dog ikke overstige 3 cm. Fugerne fyldes helt (se fig. 5).

Murbindere

Ved ydervægge med skalmur indbores murbindere jf. murværksnormen, EC-6 (se fig. 1). I fuger anvendes bindere til indmuring, andre steder anvendes bindere til indboring. Afstivende skillevægge samles med bagmuren. Enten ved at hvert andet skillevægsskifte føres gennem bagmuren i forbandt eller ved fastgørelse med indborede murbindere, vinkelbeslag eller indmurede beslag og mørtel (se fig. 3).

Bjælker og overliggere

Bjælker og overliggere lægges af på muren med minimum 100 mm vederlag i hver af enderne. Overliggere udføres som Figur 2 eller 3.

Sikring mod glidning

Væggen sikres mod glidning iht. projektets stabilitetsberegninger ved fastgørelse evt. med glidningsbeslag.

Ringanker

Hvis foreskrevet monteres ringanker langs etageadskillelse/tagfod.

Montagetolerancer

Vær opmærksom på de tolerancer, der skal overholdes af hensyn til væggenes bæreevne jf. murværksnormen, EC-6.

Overfladebehandling

Vægge af Silka Vægssystem kan fx tyndspartles, beklædes med væv og tapet m.v. For overfladebehandling henvises til retningslinierne i projektet samt Malerfagligt Behandlingskatalog MBK

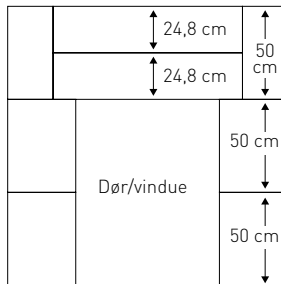


Fig. 2. Bærende overliggere.

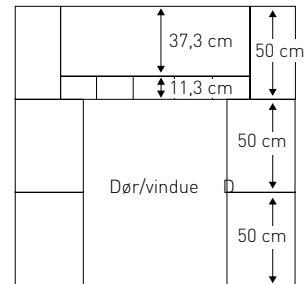


Fig. 3. Ikke bærende overliggere.

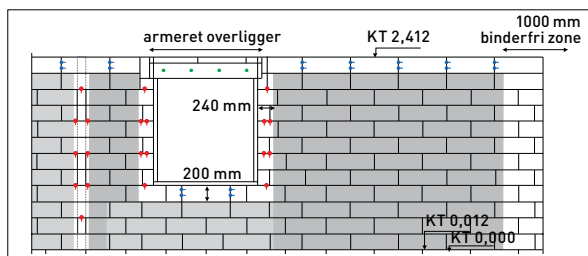


Fig. 4. Murbindere placeres jf. EC-6. I overliggere og omkring muråbninger anvendes bindere til indskruning. I de grå områder fordeles bindere jf. projektet.

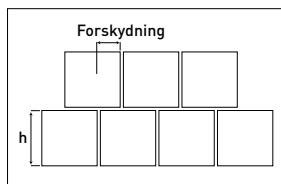


Fig. 5. Når $h \leq 250$ mm; forskydning $\geq 0,4 \times h$ eller 40 mm
Når $h > 250$ mm; forskydning $\geq 0,2 \times h$ eller 100 mm

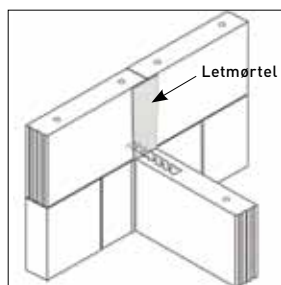


Fig. 6. Fastgørelse af afstivende væg med samlebeslag eller vinkelbeslag.

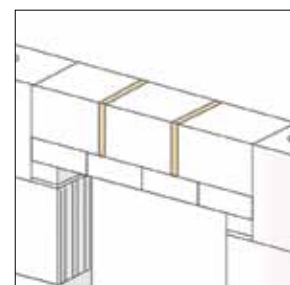


Fig. 7. Maks. bredde for studs-fuger 3 cm.

Tabel 2. Afvigelse fra lod EC-6

Konsekvensklasse	mm
Lempet	20
Normal	15
Skærpet	10

Xella Norge A/S

Nedre Storgate 23
3015 Drammen

Telefon.: +47 32 23 24 40

Telefaks: +47 32 23 24 41

www.ytongsiporex.no