

Brandteknisk dimensionering af porebetonblokke

Branddimensionering af H+H porebetonblokke skal projekteres efter Eurocode EC6: Murværkskonstruktioner, DS/EN 1996-1.2.

Brandtekniske begreber

Der anvendes brandtekniske begreber fra det fælles europæiske normsæt. Disse er:

- **Bæreevne (R)**
- **Integritet (E)**

- **Isoleringsevne (I)**

- **Adskillende bygningsdele**
- **Ikkeadskillende bygningsdele**

- **Overfladerne**

Bæreevne (R):

Refererer alene til bærende bygningsdele, hvor bæreevnen skal være intakt i den angivne periode.

Integritet (E):

Er et krav til adskillende bygningsdele, der bl.a. angiver at:

- der i bygningsdelen efter brandpåvirkningen ikke må forekomme revner og åbninger over visse dimensioner.
- der ikke må kunne forekomme antændelse af et veldefineret bomuldsstykke på den modsatte side af brandpåvirkningen.
- der ikke må forekomme vedvarende flammer i mere end 10 sekunder på den modsatte side af brandpåvirkningen.

Isoleringsevne (I):

Isoleringsevnen er krav relateret til integriteten. Ved svigt af integriteten vil der også opstå svigt af isoleringsevnen. Ud over det kan der opstå svigt i isoleringsevnen, såfremt der på den kolde side opstår temperaturstigninger på 140°C i gennemsnit eller 180°C i enkelte punkter.

Adskillende bygningsdele: (påvirket af brand på 1 side)

Brandmodstandsevnen er defineret som

- bærende vægge REI
- ikkebærende som EI

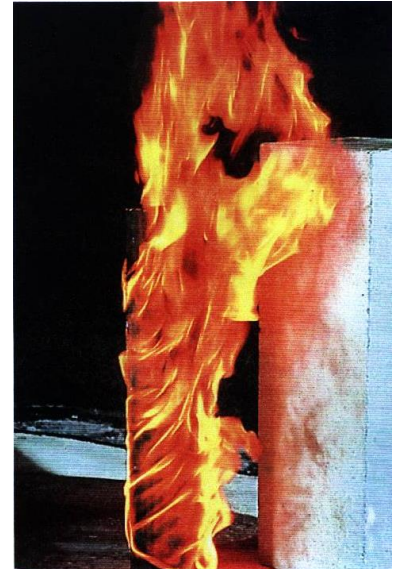
Ikkeadskillende bygningsdele: (påvirket af brand på 2 sider)

Brandmodstandsevnen er defineret alene som R (bærende), da der ikke stilles krav til interne ikkebærende vægge i samme brandcelle.

Overfladerne:

Beklædningerne på bygningsmaterialer er opdelt i klasser afhængig af brandbarheden. Klasserne er benævnt: A1, A2, B, C, D, E, F afhængig af brandbarheden. Klasserne A1 og A2 refererer til ubrandbare materialer.

En række byggevarer kan uden prøvning regnes at tilhøre klasse A1 og A2, såfremt indholdet af organisk materiale er mindre end 1,0%. Hertil regnes mursten, mørtel, letbeton/porebeton, beton, keramik, stål, mineraluld, o. lign.



Porebeton har tre gode egenskaber:

- brandsikkert i klasse A1
- varmeisolerende
- bærende konstruktionsmateriale

Slankhedsforhold

For en blokvæg med overvejende lodret belastning gælder følgende slankhedsforhold iht. DS/EN1996-1-1, 5.5.1.4:

$$h_{ef} / t_{ef} \leq 27$$

Hvor:

h_{ef} = den effektive højde

t_{ef} = den effektive tykkelse

Desuden bør slankhedsforholdet opfylde kravene i DS/EN1996-1-1, annek F, uanset belastningens type.

Angående slankhedsforhold, se også [afsnit 3.4 Slankhedsforhold og tykkelser](#) på www.mur-tag.dk.

Se evt. yderlig vejledning til beregning af h_{ef} og t_{ef} i "Kogebogen". Kogebogen er en vejledning i projektering efter EC6.

Anvend modulet "Lodret belastet muret væg" i beregningsprogrammen www.EC6design.com til beregning af væggenes bæreevne, hvor også resultaterne på den effektive højde h_{ef} og udnyttelsesgraden UG kan aflæses direkte.

Bemærk, understøtningsforholdene er med til at optimere såvel styrke som brandparameter, hvorved vægtykkelsen kan holdes så slank som muligt.

Korte vægge

Værdier for kombinationer af nødvendig længde og tykkelse for korte, bærende, ikkeadskillende vægge mindre end 1,0 m (kriterium R) er angivet i tabel N.B 4.4 for de forskellige typer byggesten.

Tilsvarende er værdier for nødvendig tykkelse af vægge større end eller lig med 1,0 m angivet i tabel N.B 4.3.

Det afgørende er således, om væggenes længde eller ækvivalente længde er mindre end eller større end/lig med 1,0 m, idet forskellige tabeller skal anvendes.

Forholdene for sammenbyggede og ikke-sammenbyggede vægge er ikke tydeligt angivet i EC6-1-2. Efterfølgende er en uddybning angivet.

- Korte vægge sammenbygget med øvrige vægge. Sum af længder

Forskellige situationer er angivet efterfølgende:

Væggene kan være afsluttet ved en dør, højt vindue, dilatationsfuge eller anden form for fri kant.

For indledningsvis at afgøre hvilken tabel, det er relevant at anvende, skal længden af den betragtede vægformation bestemmes. Dette gøres simpelt ved at addere de sammenbyggede enkelte vægges dellængder, således at en samlet længde kan bestemmes.

$$\text{Dvs. } L_{\text{samlet}} = L_1 + L_2 + L_3 + L_n$$

Er L_{samlet} større end eller lig med 1,0 skal tabel N.B 4.3 anvendes.

Er L_{samlet} mindre end 1,0 skal tabel N.B 4.4 anvendes.

Korte, enkeltstående vægge

Såfremt væggen er kort og ikke sammenbygget med tværvægge, kan det være vanskeligt at opnå fornøden bæreevne med de typisk forekommende vægtykkelser.

I denne situation er der 2 muligheder:

- Dimensionerne ændres således, at væggen bliver cirka 1,0 m.
- Den konstruktive udformning ændres således, at væggen bliver ikkebærende (evt. kun i brandtilfældet).

Bærende og ikkebærende vægge

En ikkebærende væg defineres som en konstruktionsdel, der kan fjernes uden at bygningens eller dele af bygningens stabilitet forringes. Dette kan fx være en skalmur på en bagmur, der alene kan optage alle aktuelle laster. En skillevæg uden lodret last, som indgår i det stabiliserende system med hensyn til optagelse af vandrette laster ved skivevirkning, defineres som en bærende væg.

Det ses, at grænsen mellem bærende og ikkebærende vægge er "flydende", og i en række grænsetilfælde bør der anlægges en ingeniørmæssig vurdering.

Brand

Branddimensionering



Porebeton

Dato: 17-03-2023
Side 3

Mørtler

Den anvendte opmuringsmørtel er en funktionsmørtel, min. M1 eller stærkere. Blokfix opfylder dette krav.

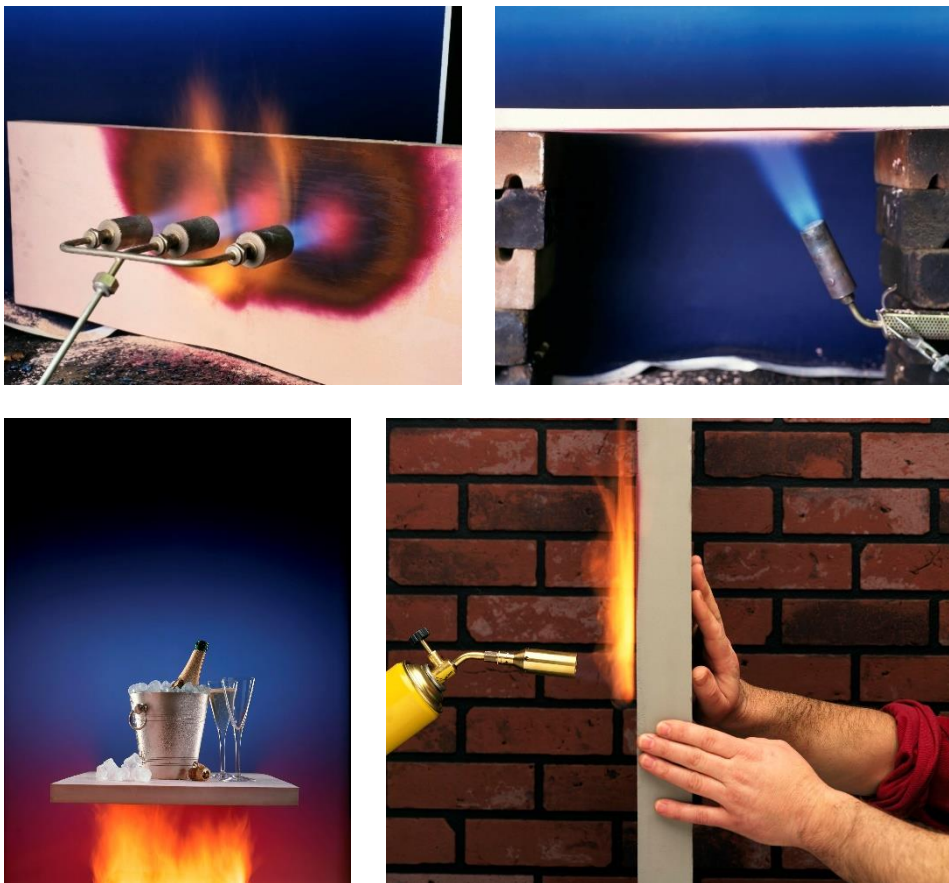
Murværk med ikkefyldte studsfuger

- Planslebne byggesten
Såfremt studsfugerne er 2-5 mm kan værdierne i tabellen anvendes, såfremt der er et pudslag på den ene side på min. 1,0 mm. Er de ikkefyldte studsfuger mindre end 2 mm, kan tabellerne umiddelbart anvendes.
- Byggesten med fer og not samlinger
Er de ikkefyldte studsfuger mindre end 5 mm, kan tabellerne umiddelbart anvendes.

Supplerende oplysninger

Isoleringsmaterialet Kooltherm K3 i brandklasse C-s1, d0 giver ikke stort tilskud til brand, da det i princippet er selvslukkende. Billederne herunder taler for sig selv.

Bemærk: Koolthermen er altid beskyttet af porebeton klasse A1, eller min. klasse 1 beklædning i vinduesfåse, eller af mineraluld ved tagkonstruktionen. Koolthermen K3 bliver derfor ikke direkte brandpåvirket.



Billede 1. Direkte brandpåvirkning på isoleringsmaterialet Kooltherm K3 uden overfladebehandling.

Tabelværdier for H+H porebetonblokkes brandmodstandsevne

I tabellerne er den nævnte tykkelse selve murværkets tykkelse, eksklusive eventuelle overfladebehandlinger.

Den første ud af to par i en række definerer modstandsevnen for murværk uden egnet overfladebehandling.

Værdier i parenteser i anden række af to par i en række gælder for mure med en påført overfladebehandling i overensstemmelse med 4.2(1), med en mindstetykkelse på 10 mm på begge overflader af en massiv mur eller på den brandpåvirkede overflade på en hulmur.

I tabellerne, hvor der er angivet to tykkelser med en skråstreg imellem dem, fx 90/100, betyder dette et interval, dvs. den anbefalede tykkelse er fra 90 til 100. Ved bestemmelse af værdierne til indsættelse i det nationale anneks bør et land tage hensyn til de tilgængelige prøvningsresultater, laster, der på førtes prøve murene, murværkets egenskaber og de partialkoefficienter, der anvendes i det pågældende land.

N.B.4 Murværk af porebeton

Byggesten af porebeton i overensstemmelse med EN 771-4.

Tablel N.B.4.1 – Mindste tykkelse for adskillende, ikke-bærende murværk af autoklaveret porebeton (kriterium EI) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Mindste murværkstykkelse (mm) t_f for brandmodstandsklassifikation EI for tid (minutter) $t_{i,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten							
1.1	mørtel: normal-, limfuge-							
1.1.1	350 ≤ ρ ≤ 500	50/70	60/65	60/75	60/100	70/100	90/150	100/190
1.1.2		(50)	(60/65)	(60/75)	(60/70)	(70/90)	(90/115)	(100/190)
1.1.3	500 ≤ ρ ≤ 1000	50/70	60	60	60/100	60/100	90/150	100/190
1.1.4		(50)	(50/60)	(50/60)	(50/60)	(60/90)	(90/100)	(100/190)

Tabel N.B.4.2 – Mindste tykkelse for adskillende, bærende massivt murværk af autoklaveret porebeton (kriterium REI) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Mindste murværkstykkelse (mm) t_f for brandmodstandsklassifikation REI for tid (minutter) $t_{f,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten							
1.1	mørtel: normal-, limfuge- $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0^*$	90/115	90/115	90/140	90/200	90/225	140/300	150/300
1.1.2	(udnyttelsesgrad)	(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/200)	(90/225)	(140/240)	(150/300)
1.1.3	$\alpha \leq 0,6^*$	90/115	90/115	90/115	100/150	90/175	140/200	150/200
1.1.4	(udnyttelsesgrad)	(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/115)	(90/150)	(140/200)	(150/200)
1.2	mørtel: normal-, limfuge- $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0^*$	90/100	90/100	90/150	90/170	90/200	125/240	150/300
1.2.2	(udnyttelsesgrad)	(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/150)	(90/170)	(100/200)	(100/240)
1.2.3	$\alpha \leq 0,6^*$	90/100	90/100	90/100	90/150	90/170	125/140	150/240
1.2.4	(udnyttelsesgrad)	(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/100)	(90/125)	(125/140)	(150/200)

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.

Tabel N.B.4.3 – Mindste tykkelse for ikke-adskillende, bærende massivt murværk af autoklaveret porebeton $\geq 1,0$ m i længde (kriterium R) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Mindste murværkstykkelse eller -længde (mm) t_f for brandmodstandsklassifikation R for tid (minutter) $t_{f,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten							
1.1	mørtel: normal-, limfuge- $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0^*$	170	170	170/200	240	240/300	300	300
1.1.2	(udnyttelsesgrad)	(150)	(150)	(150)	(170)	(240)	(240)	(300)
1.1.3	$\alpha \leq 0,6^*$	125	150	150/170	170	170	240	300
1.1.4	(udnyttelsesgrad)	(100)	(125)	(125/150)	(150)	(150)	(170)	(200)
1.2	mørtel: normal-, limfuge- $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0^*$	125	125	150/170	170	240	240	240
1.2.2	(udnyttelsesgrad)	(100)	(100)	(125/150)	(150)	(170)	(170)	(240)
1.2.3	$\alpha \leq 0,6^*$	100	100	125/150	150	150	170	240
1.2.4	(udnyttelsesgrad)	(100)	(100)	(100/125)	(125)	(125)	(150)	(170)

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.

Tabel N.B.4.4 – Mindste længde for ikke-adskillende, bærende massivt murværk af autoklaveret porebeton <1,0 m (kriterium R) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Murværkstykkelse [mm]	Mindste murværkslængde (mm) l_F for brandmodstandsklassifikation R for tid (minutter) $t_{R,d}$						
			30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten								
1.1	mørtel: normal-, limfuge- $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$								
1.1.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.2		100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.3		125	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.4			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.5		150	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.6			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.7		170	490	490	490	1 000	1 000	1 000	1 000
1.1.8			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.9		200	365	490	490	1 000	1 000	1 000	1 000
1.1.10			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.11		240	300	365	365	615	730	730	730/990
1.1.12			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.13		300	240	300	300	490	490	615	615/730
1.1.14			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.15	365	200	240	240	365	490	615	615/730	
1.1.16		nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	
1.1.17	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.18		100	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.19		125	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.20			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.21		150	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.22			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.23		170	365	365	365	490	490	490/615	1 000
1.1.24			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.25		200	240	365	365	365	490	490/615	1 000
1.1.26			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.27		240	240	240	240	300	365	365/615	730
1.1.28			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.29		300	240	240	240	240	300	300/490	615
1.1.30			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg
1.1.31		365	170	170	170	240	240	240/365	615/490
1.1.32			nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg	nvg

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Murværks-tykkelse [mm]	Mindste murværkslængde (mm) l_F for brandmodstandsklassifikation R for tid (minutter) $t_{fi,d}$						
			30	45	60	90	120	180	240
1.2	mørtel: normal-, limfuge- $4 \leq f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1\ 000$								
1.2.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	100	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.2									
1.2.3		125	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.4									
1.2.5		150	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.6									
1.2.7		170	365/490 nvg	365/490 nvg	365/490 nvg	730 nvg	1 000 nvg	1 000 nvg	1 000 nvg
1.2.8									
1.2.9		200	240/365 nvg	365 nvg	365/490 nvg	615 nvg	730 nvg	730 nvg	730/990 nvg
1.2.10									
1.2.11		240	240/300 nvg	300 nvg	240/365 nvg	490/615 nvg	615/730 nvg	615/730 nvg	615/730 nvg
1.2.12									
1.2.13		300	200/240 nvg	240 nvg	240/300 nvg	365/490 nvg	365/490 nvg	490/615 nvg	490/615 nvg
1.2.14									
1.2.15		365	170/200 nvg	200 nvg	175/240 nvg	300/365 nvg	365/490 nvg	490/615 nvg	365/615 nvg
1.2.16									
1.2.17	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	100	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.18									
1.2.19		125	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.20									
1.2.21		150	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.22									
1.2.23		170	300/365 nvg	300 nvg	300/365 nvg	365/490 nvg	365/490 nvg	490/615 nvg	615 nvg
1.2.24									
1.2.25		200	200/240 nvg	300 nvg	300/365 nvg	300/365 nvg	365/490 nvg	490/615 nvg	615 nvg
1.2.26									
1.2.27		240	200/240 nvg	200 nvg	200/240 nvg	240/300 nvg	300/365 nvg	490/615 nvg	615 nvg
1.2.28									
1.2.29		300	200/240 nvg	200 nvg	200/240 nvg	200/240 nvg	240/300 nvg	365/490 nvg	490 nvg
1.2.30									
1.2.31		365	150/240 nvg	150 nvg	150/240 nvg	200/240 nvg	200/240 nvg	300/365 nvg	365 nvg
1.2.32									

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.

Tabel N.B.4.5 – Mindste tykkelse for adskillende, bærende og ikkebærende massive og dobbelte brandvægge af autoklaveret porebeton (kriterium REI-M og EI-M) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Mindste murværkstykkelse (mm) t_f for brandmodstandsklassifikation REI-M og EI-M for tid (minutter) $t_{i,d}$					
		30	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten						
1.1	mørtel: normal-, limfuge- $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$						
1.1.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	300 nvg	300 ngv	300 ngv	365 ngv	365 nvg	nvg nvg
1.1.2							
1.1.3	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.1.4							
1.2	mørtel: normal-, limfuge- $4 < f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1\ 000$						
1.2.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	300/240 nvg	300/240 nvg	300/240 nvg	365/300 nvg	365/300 nvg	nvg nvg
1.2.2							
1.2.3	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg	nvg nvg
1.2.4							

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.

Tabel N.B.4.6 – Mindste tykkelse for hver enkelt delmur i adskillende, bærende hulumre af autoklaveret porebeton med én belastet delmur (kriterium REI) til brandmodstandsklassifikationer

Række nummer	Materialeegenskaber: byggestens styrke f_b [N/mm ²] bruttotørdensitet ρ [kg/m ³]	Mindste murværkstykkelse (mm) t_f for brandmodstandsklassifikation REI for tid (minutter) $t_{i,d}$						
		30	45	60	90	120	180	240
1	Gruppe 1- og 1S-byggesten							
1.1	mørtel: normal-, limfuge- $2 \leq f_b \leq 4$ $350 \leq \rho \leq 500$							
1.1.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	90 (90)	90 (90)	90 (90)	100 (100)	100 (100)	150/170 nvg	150/225 nvg
1.1.2								
1.1.3	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	90 (90)	90 (90)	90 (90)	90 (90)	90/125 (90/125)	150 (150)	150/200 (150/200)
1.1.4								
1.2	mørtel: normal-, limfuge- $4 \leq f_b \leq 8$ $500 \leq \rho \leq 1\ 000$							
1.2.1	$\alpha \leq 1,0^*$ (udnyttelsesgrad)	90 (90)	90 (90)	90 (90)	100 (100)	100 (100)	125/240 (100/200)	150/240 (100/200)
1.2.2								
1.2.3	$\alpha \leq 0,6^*$ (udnyttelsesgrad)	90 (90)	90 (90)	90 (90)	100 (100)	100 (100)	125 (125)	150 (150)
1.2.4								

* Udnyttelsesgrad i statiske beregninger, murværksprojekteringsprogrammet oplyser denne værdi i EC6design.com.