

### 12.4.1 Letklinkerblokke

*Af Erik Busch, Dansk Beton - Blokgruppen*

Letklinkerblokke er lette byggeblokke, der på samme måde som Lego® klodser - dog i større format - ud fra standardstørrelser opbygges til individuelle bygningsdele.

Disse bygningsdele kan fx være fundamenter eller vægge, hvor letklinkerblokkene opmures med mørtel eller lim i fugerne mellem blokkene.



*Figur 1. Letklinkerblokke i ydervægge og skillevægge*

#### 12.4.1.1 Fremstilling

Letklinkerblokke er blokke af letbeton med porøse uorganiske tilslag. Blokkene fremstiles af letklinker, cement, vand og eventuelt sand, hvor letklinkerne er det porøse tilslag. På grund af tilslagsmaterialet sælges letklinkerblokkene under varemærket Leca® blokke i store dele af Europa.

Ved blokproduktionen blandes letklinkerne med cement og vand samt eventuelt sand. Produktionen sker bedst med en forvanding af letklinkerne. Udstøbningen sker i forme i fuldautomatiske specialanlæg under samtidig komprimering og vibrering.



*Figur 2. Produktion af letklinkerblokke i fuldautomatiske anlæg*

Blandingen forbliver højpores, fordi mellemrummene mellem kornene ikke bliver udfyldt med den tynde cementpasta. Cementpastaen lægger sig på letklinkernes overflade og danner en stærk samling i letklinkernes berøringsflader.

Efter udstøbningen sættes blokkene i hærdekammer i ca. 1 døgn ved ca. 50 °C, hvorefter de er færdige til at blive sat på paller og kørt på lager - klar til brug. Under processen kontrolleres, at styrke- og kvalitetskrav er opfyldt.

Blokkene CE-mærkes i henhold til DS/EN 771-3.

#### **12.4.1.2 Historik**

I Danmark har letklinkerblokke været anvendt siden 1939. I starten blev blokkene mest anvendt til sekundære formål som isoleringsplader og småkonstruktioner bl.a. inden for landbruget. Senere er anvendelsen til ydermure i haller og industribyggeri kommet til og ligeledes anvendelsen til skillevægge og ydermure eller bagmure i boligbyggeri.



Figur 3. Arbejdsmiljøet har ikke altid været lige godt

Bløkkene viste sig at være meget velegnede også til kældervægge.

I forbindelse med, at isoleringskravene til byggeriet blev skærpet, blev brugen af letklinkerblokkene til den øverste del af fundamentet et af de vigtigste anvendelsesområder. Her viste det sig, at blokkene kunne minimere kuldebroen ganske væsentligt i forhold til de tidligere anvendte konstruktioner og samtidig opretholde den nødvendige styrke.

### 12.4.1.3 Typer og styrker

Letklinkerblokkene produceres i forskellige udformninger og styrker, der er tilpasset til de forskellige anvendelsesmuligheder.

Bløkkene produceres i modulmål, som passer ind i normale byggemål, så blokkene også kan bruges i kombination med andre byggematerialer som fx mursten.



Figur 4. 100,150 og 190 mm letklinkerblokke

Størrelser, tolerancer og vægt på blokkene oplyses af de enkelte producenter, som kan findes på [www.blokgruppen.dk](http://www.blokgruppen.dk). Styrken er afhængig af densiteten (rumvægten). Letklinkerblokkene produceres i to densiteter på 600 kg/m<sup>3</sup> og 800 kg/m<sup>3</sup>. Blokkene med den høje densitet produceres ikke i større bredder, end at de kan håndteres manuelt. Ved opmuring med en kalkcementmørtel KC 20/80/550 eller en funktionsmørtel med en trykstyrke på mindst MC 4,5 MPa – fx en FM 5<sup>®</sup> funktionsmørtel fra Weber - opnås følgende styrker i henhold til DS/INF 167:2010:

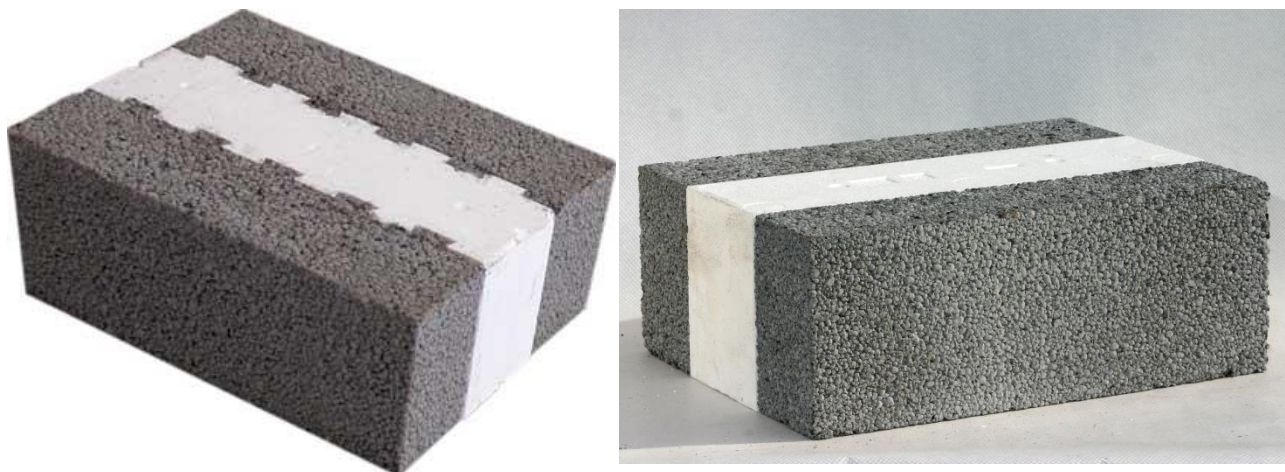
		600 kg/m <sup>3</sup>	800 kg/m <sup>3</sup>
Karakteristisk basistrykstyrke	$f_k$	2,3 MPa	3,8 MPa
Regningsmæssig basistrykstyrke	$f_d$	1,44 MPa	2,38 MPa
Karakteristisk bøjningstrækstyrke om liggefugerne	$f_{xk1}$	0,20 MPa	0,20 MPa
Regningsmæssig bøjningstrækstyrke om liggefugerne	$f_{xd1}$	0,12 MPa	0,12 MPa
Karakteristisk bøjningstrækstyrke om studsfigurerne	$f_{xk2}$	0,45 MPa	0,45 MPa
Regningsmæssig bøjningstrækstyrke om studsfigurerne	$f_{xd2}$	0,26 MPa	0,26 MPa

Tabel 1. Styrker i henhold til DS/INF 167:2010

*Til murede konstruktioner af bl.a. letklinkerblokke er der udviklet et online beregningsprogram [EC6design.com](http://EC6design.com), som via et abonnement kan anvendes til beregning af konstruktionerne efter den fælleseuropæiske murværksnorm EN 1996-1-1*

For at tilfredsstille de skærpede isoleringskrav er der udviklet letklinkerblokke med midterisolering (sandwichblokke), der kan opfylde isoleringskravene både til linjetab i fundamenter og til U-værdier i ydervægge.





Figur 5. Letklinkerblok med midterisolering (med eller uden svalehaler)

De bærende vanger i disse blokke er udført i densitet  $600 \text{ kg/m}^3$ . I forbindelse med disse blokke kan der leveres specielle hjørneblokke.

Til kældervægge stilles der særlige krav, da disse vægge foruden den lodrette last fra konstruktionen ovenover også skal kunne optage en vandret last fra jordtryk. Til dette formål er der udviklet specielle letklinkerblokke i densitet  $600 \text{ kg/m}^3$  med rilleudsparinger.



Figur 6. Letklinkerblok med riller til ilægning af armeringsjern

De vandrette riller på langs af blokken har en sådan størrelse, at der i afstandsholdere kan placeres et 8 eller 10 mm ribbet armeringsstål, der i forbindelse med opmuringen af kældervæggen med FM 5<sup>®</sup> funktionsmørtel eller tilsvarende stærk mørtel kan omstøbes med mindst 15 mm mørtel. Der kan også leveres specielle hjørneblokke af denne type.

Ved dør- og vinduesoverlukninger leveres præfabrikerede bjælker af letkonstruktionsbeton med en densitet  $< 1600 \text{ kg/m}^3$  og en trykstyrke  $f_{ck} \geq 16 \text{ MPa}$ . Bjælkerne leveres som standardkomponenter, der svarer til højden og bredden af de forskellige letklinkerblokke. Der kan ses mere om disse bjælker i [5] Murbjælker med letklinker.

#### 12.4.1.4 Varmeisolering

På grund af de tætliggende, fine luftblærer i letklinkerne og de luftfyldte hulrum mellem letklinkerkornene har letklinkerblokkene gode varmeisolerende egenskaber.



Figur 7. Gennemskåret letklynke – diameter ca. 20 mm

Varmeledningsevnen er angivet i DS 418 ud fra densiteter.

Varmeledningsevnen for blokke alene:

1. Densitet  $600 \text{ kg/m}^3$ : 0,17 W/m K indvendig. 0,18 W/m K udvendig.
2. Densitet  $800 \text{ kg/m}^3$ : 0,24 W/m K indvendig. 0,25 W/m K udvendig.

Varmeledningsevne for opmurede konstruktioner inkl. mørtelfuger ( $\lambda_{\text{design}}$ ):

1. Densitet  $600 \text{ kg/m}^3$ : 0,22 W/m K ved indvendig murværk og fundamenter til 0,4 m under terræn. 0,23 W/m K ved udvendig murværk og fundamenter til 0,4 m under terræn.
2. Densitet  $600 \text{ kg/m}^3$ , kældervægge: 0,28 W/m K.
3. Densitet  $800 \text{ kg/m}^3$ : 0,28 W/m K ved indvendig murværk og fundamenter til 0,4 m under terræn. 0,30 W/m K ved udvendig murværk og fundamenter til 0,4 m under terræn.

Varmeledningsevnen for letklinkerbeton er betydelig lavere end for ordinær beton, hvilket i stort omfang benyttes ved opbygningen af fundamenter. Ved at indbygge 2-3 skifter letklinkerblokke som den øverste del af fundamentet mellem den lastfordelende fundamentbeton og væggene ovenover, minimeres kuldebroen i dette knudepunkt betragteligt. Der er i bygningsreglementet krav til, hvor stort varmetabet – det såkaldte linjetab – gennem denne konstruktion må være.



Figur 8. Fundament med minimalt linjetab

Letklinkerblokkene med midterisolering er udviklet til yderligere at kunne forbedre linjetabet ved opbygning af den øverste isolerende del af fundamentet. Blokkene anvendes også til velisolerede ydervægskonstruktioner.

#### **12.4.1.5 Fugt- og frostbestandighed**

Grundet letklinkerblokkenes åbne struktur med grove porer er fugtsugningen meget lille. Fugt kan kun afsættes i små mængder på letklinkerkornene og cementpastaen. Ved direkte vandpåvirkning løber vandet gennem blokkene.



Figur 9. Letklinkerblokke suger ikke vand

Letklinkerblokkene er derfor frostfaste, og forsøg på Teknologisk Institut (se [www.blokgruppen.dk/publikationer](http://www.blokgruppen.dk/publikationer)) har vist, at selv efter optøning af fuldstændig dybfrosne blokke bevares blokkenes styrke.

For at beskytte ydervægge og sokler mod regn, blæst og utilsigtet ventilation bør konstruktionerne altid beskyttes med en udvendig vandafvisende overfladebehandling.



Da letklinkerblokkene udelukkende består af uorganisk materiale angribes de ikke af råd, svamp eller insekter.

Ved en indvendig diffusionsåben overflade vil vægge af letklinkerblokke være i stand til at optage og afgive fugt til indeluften og dermed forbedre indeklimaet.

#### **12.4.1.6 Brand**

Letklinkerblokke kan ikke brænde eller give næring til ilden. Ved brandpåvirkning udvikles der heller ikke sundhedsskadelige røggasser. Både letklinkerblokke og mørtel er i lighed med de fleste andre betonprodukter af EU-kommissionen klassificeret som klasse A1 materialer "Intet bidrag til brand", som ikke kræver yderligere dokumentation.

Ved vægge, der opføres af letklinkerblokke, vil temperaturen kun stige langsomt og begrænset på den side af væggen, der vender bort fra branden på grund af letklinkerblokkenes lave varmeledningsevne, og blokkene er derfor velegnet til brandvægge.



*Figur 10. Brandforsøg med letklinkerblokke. Brandpåvirkningen er påført i en ovn på bagsiden af blokkene*

Ved bærende vægge skal brandmodstandsevnen beregnes. Som et værktøj til brug for dette har Blokgruppen under Dansk Beton udviklet et beregningsprogram og en anvisning [1] Blokmurværk & brand, som kan findes på [www.blokgruppen.dk](http://www.blokgruppen.dk).



	EI 60 A2-s1,d0 (BS 60)	EI 120 A2-s1,d0 (BS 120)
Vægtykkelse	Maks. højde	Maks. højde
100 mm	3,00 m	-
120 mm	3,60 m	2,50 m
150 mm	4,50 m	3,50 m
190 mm	5,00 m	4,00 m
230 mm	6,00 m	5,00 m
290 mm	7,00 m	6,00 m

Tabel 2. For ikke bærende vægge er i tabellen angivet den nødvendige vægtykkelse for brandsikre vægge ved forskellige væghøjder. Også i vejledning fra Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut [6] Brandteknisk Vejledning 30 er der eksempler på brandsikre vægge af letklinkerblokke

#### 12.4.1.7 Lyd

På grund af letklinkerblokkenes relativ lave vægt er lyddæmpningen lav gennem enkeltvægge af letklinkerblokke. Luftlydisoleringen  $R'_w$  vil være ca. 35 dB for en vægtykkelse på 100 mm.

Da overfladen på vægge af ubehandlede letklinkerblokkene er ret åben og rustik, vil sådanne vægge kunne dæmpe efterklang og lydpåvirkninger.

#### 12.4.1.8 Anvendelse

Letklinkerblokke anvendes til fundamenter, kældervægge, ydervægge, skillevægge, udfyldningsmurværk og brandvægge.



Figur 11. Kældervæg



Figur 12. Skillevægge

Konstruktionerne opmures som beskrevet i [3] Håndtering og opmuring af blokke. For at sikre god sammenhæng i studsfugerne (de lodrette samlinger mellem blokkene) anbefales det at anvende en limmørtel til disse fuger. Limmørtel er en mørtel med lav kornstørrelse, der anvendes til smalle fuger på 2-3 mm. Limmørtel påføres med en tandspartel.

Ved håndteringen skal der tages hensyn til vægten af blokkene, og der skal eventuelt anvendes egnet løftegrej [7].

Sokler og murværk af letklinkerblokke beskyttes mod utilsigtede utætheder for regn, ventilation og lyd med en egnet overfladebehandling. Valg af overfladebehandling kan variere afhængig af udfaldskrav til robusthed, struktur og udseende. Mulighederne er mange og er nærmere beskrevet i [4] Letklinkerblokke, Overfladebehandling.

#### **12.4.1.9 Litteratur**

- [1] Dansk Beton, Blokgruppen (2003): Blokmurværk og brand
- [2] Dansk Beton, Blokgruppen (2012): Letklinkerblokke, Dimensionering af murværk, 4. udgave
- [3] Dansk Beton, Blokgruppen (2005): Håndtering og opmuring af blokke
- [4] Dansk Beton, Blokgruppen (2008): Letklinkerblokke, Overfladebehandling, 2. udgave
- [5] Dansk Beton, Blokgruppen (2009): Murbjælker med letklinker – LKB murbjælker, Dimensionering
- [6] Dansk Brandteknisk Institut (2000): Brandteknisk Vejledning 30, 2. udgave
- [7] Branchearbejdsmiljørådet for Bygge & Anlæg, BAR (2011): Håndtering af letklinkerblokke og udstøbningsblokke

#### **12.4.1.10 Links**

[www.blokgruppen.dk](http://www.blokgruppen.dk)

[www.ec6design.com](http://www.ec6design.com)