



HÆFTE #1

PRÆSENTATION, ANVENDELSE OG EGENSKABER

For væg- og dækelementer i letbeton

HÆFTETS ANVENDELSE

De forskellige anvisninger i hæftet er primært udarbejdet som vejledende information til arkitekter og ingeniører i forbindelse med projektering af byggeri, hvor der anvendes dækelementer og helvægge af letbeton. Ansvar for den konkrete projektering ligger hos den projekterende. Betonelement-Foreningen, DI Byggeri og medlemsvirksomhederne påtager sig således ikke noget juridisk ansvar i forbindelse med denne anvisnings information.

LETBETONELEMENTGRUPPEN

Letbetonelementgruppen er en produktgruppe under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri, hvor elementproducenter og materialeleverandører samarbejder i fælles interesse. Formålet er at udbygge og udnytte den bedste faglige viden om elementer af letbeton og stille denne ekspertise til rådighed for såvel projekterende som udførende.

Samarbejdet har gennem årene resulteret i forskellige hæfter vedr. bæreevne, stabilitet, lydisolering m.v. I dag er alle disse informationer tilgængelige på www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri.

UDGIVER

Hæfte 1 er udgivet af Letbetonelementgruppen under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri.

01-2023

HELVÆGGE OG DÆK AF LETBETON

Helvægge og dæk af letbeton danner tilsammen et komplet byggesystem til råhuset. Systemet giver friheden til helt individuelt byggeri, kort byggetid og god økonomi. Samtidig opnås en solid løsning med sikkerhed for et godt indeklima. Derfor er helvægge og dæk af letbeton vigtige elementer - også i fremtidens byggeri.

Ved at kombinere letbetonstyrker og armering er det muligt at fremstille elementer med udformning, udsparringer og gennembrydninger præcist efter den enkelte opgave.

Byggesystemet anvendes til såvel traditionelt byggeri som til det mere specielle, og kan projekteres med næsten ethvert konstruktivt byggeprincip.

Mange byggeprojekter kan med stor fordel realiseres med helvægge og dæk af letbeton. Kontakt derfor en af elementproducenterne for råd og vejledning på et tidligt stadie i projektet, så du får den bedste løsning til dit byggeri. Se side 13.



HVAD ER LETBETON?



Helvægge og dæk af letbeton fremstilles af letklinker, cement og sand. Letklinker er små kugler af hårdtbrændt ler – lette og porøse og med et utal af små luftfyldte celler. Letklinkerne brændes ved 1100-1200°C, og resultatet bliver et kemisk neutralt produkt med stor styrke og god varmeisoleringssevne.

Denne letbetontype betegnes også letklinkerbeton. Den tekniske betegnelse for letbetontypen er LAC (Light weight aggregate concrete).

HØJ KVALITETSKONTROL

Elementer af letbeton produceres overalt i Danmark på fabrikker med højt automatiserede produktionsanlæg. Produktionen er underlagt en effektiv og certificeret kvalitetskontrol, der sikrer en konstant høj kvalitet og sørger for, at ydelse leveres som aftalt.

GODE EGENSKABER

Et råhus med elementer af letbeton opfylder kravene til et bæredygtigt sundt, sikkert og solidt byggeri:

- Rene naturmaterialer
- Frost-, råd- og brandsikkert
- Varme- og lydisolerende
- Diffusionsåbent og fugtregulerende
- Uorganisk, kemisk neutralt
- Varmeakkumulerende
- Let at overfladebehandle
- Let at forankre i
- Behageligt indeklima
- Fleksibelt og individuelt
- Valgfrit facadeudtryk
- Rationelt og økonomisk



ELEMENTER TIL HELE RÅHUSET

ET STÆRKT BYGGEKONCEPT

Helvægge og dæk af letbeton udgør et samlet byggesystem til hele råhuset. De forskellige elementer skræddersyes ikke kun i form, men også i egenskaber til den konkrete anvendelse, hvor forskellige krav til styrke, lyd og brand m.v. skal opfyldes.

VÆGGE

Helvægge af letbeton leveres til både bagmure, skillevægge og lejlighedsskel.

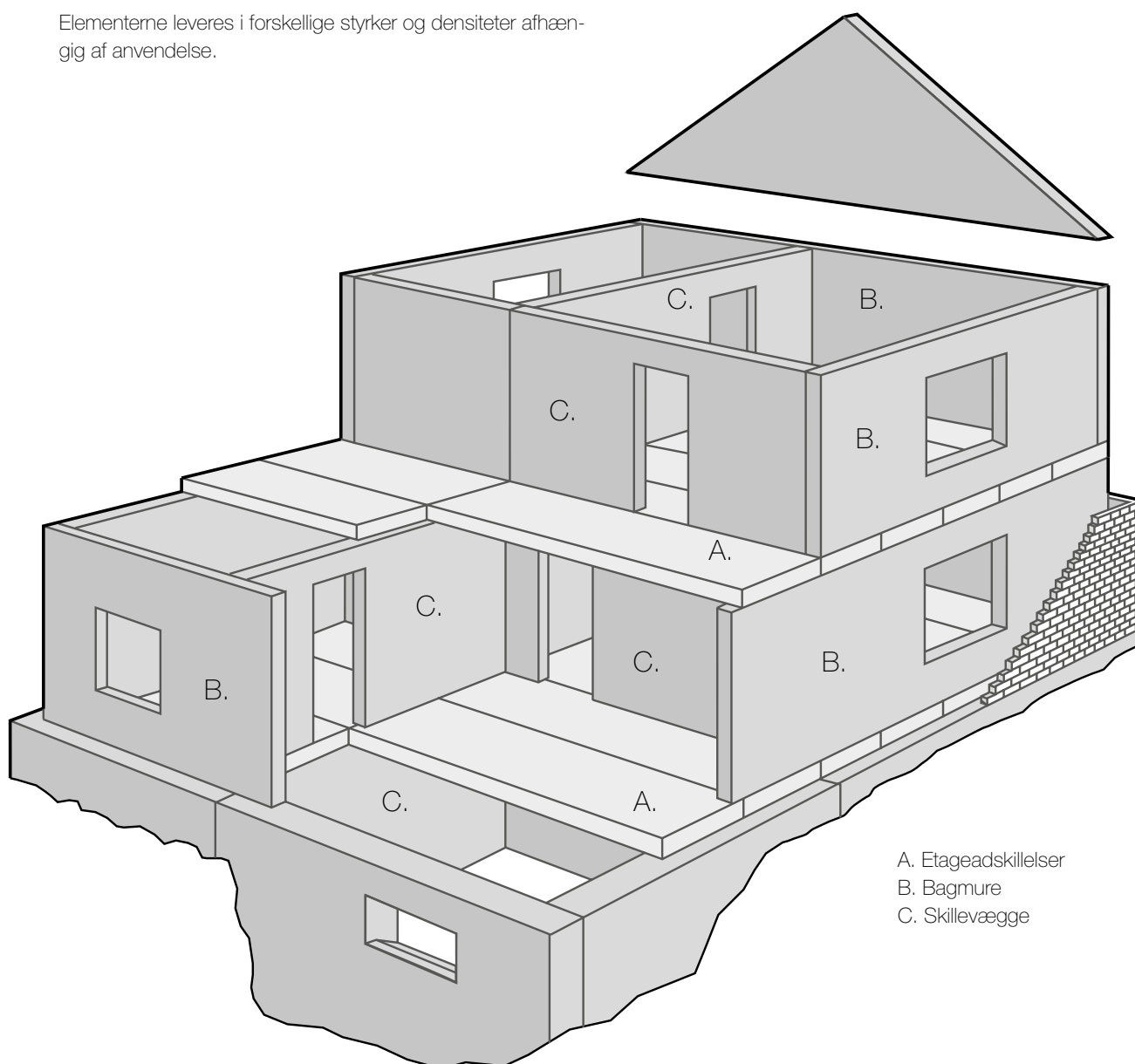
Elementerne anvendes i alle konsekvensklasser som bærende og ikke bærende vægge. Vægelementerne fremstilles i størrelser op til ca. 3 x 6 m, og elementerne kan vendes således, at højden kan være de 6 m.

Elementerne leveres i forskellige styrker og densiteter afhængig af anvendelse.

DÆK

Lyddæk er homogene dæk med høj densitet og anvendes til etage-adskillelser, hvor der stilles særlige lydkrav.

Dækelementer af letbeton fremstilles til både tagdæk og etageadskillelser, og leveres i forskellige typer afhængig af lydkrav, spændvidde og bæreevne. Elementbredden er 0,6 og 1,2 m.



ARKITEKTONISK FRIHED

Helvægge og dæk af letbeton giver arkitektonisk og konstruktionsmæssig frihed til at skabe spændende og rationelt byggeri med kort byggetid og god økonomi. De skræddersyes efter individuelle ønsker og med mulighed for både tunge og lette facader efter eget valg. Muligheden for valgfrit byggeprincip gør elementer af letbeton anvendelige til enhver type byggeri - stort som småt, højt som lavt.

SKRÆDDERSYEDE ELEMENTER

Hvert enkelt element fremstilles individuelt - skræddersyet til det konkrete projekt. Elementleverandørens specialister sørger for, at kundens projektplaner omsættes til et rationelt og optimeret råhus, hvor også styrke, brand- og lydisolering m.v. for hvert element er tilpasset den specifikke anvendelse.

VALGFRI FACADELØSNING

Råhuset sikrer den bærende stabilitet og styrke og giver fuld frihed til facadernes udformning og materialevalg: skalmur eller diverse lette beklædninger af enhver art (træ, eternit, stål m.v.) - alene eller i spændende kombinationer. Vælges skalmur, leveres elementerne med indstøbte rustfrie murbindere.





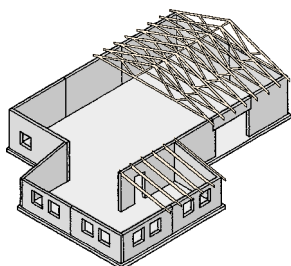
RATIONELT OG STABILT

VALGFRIT BYGGEPRINCIP

Krav til rumstørrelser, frihøjder og antallet af etager vil normalt bestemme det byggeprincip, som er bedst til opgaven:

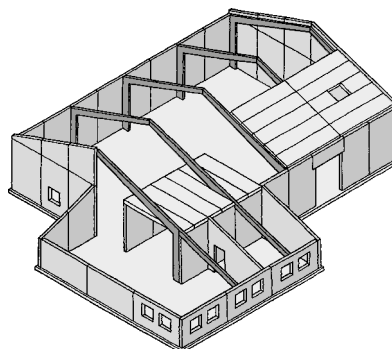
A. GITTERKONSTRUKTION

Til småhuse o.lign. med en tagkonstruktion af gitterspær. Elementerne anvendes til både de bærende og ikke-bærende vægge.



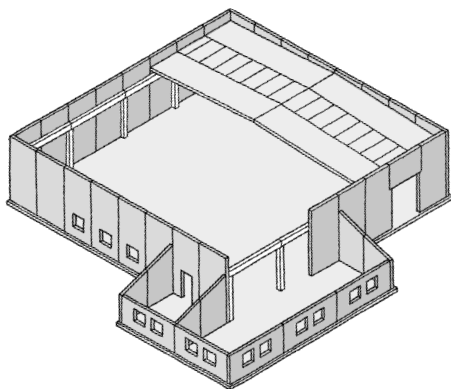
B. RAMMEKONSTRUKTION

Til bygninger med større arealer og store frihøjder er bærende rammer almindelige. Elementerne anvendes her som ikke-bærende udfyldnings- og skillevægge samt som dæk- og tagelementer.



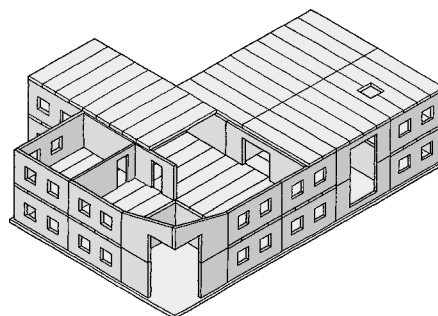
C. SØJLE-/BJÆLKEKONSTRUKTION

Til de helt store arealer og loftshøjder anvendes ofte en bærende søjle-/bjælkekonstruktion. Elementerne anvendes her som ikke-bærende udfyldnings- og skillevægge samt som dæk- og tagelementer.



D. ETAGEHUSKONSTRUKTION

Til kontor- og boligbyggeri m.v. anvendes elementerne til bærende og ikke-bærende vægge samt som dæk- og tagelementer.



INDSTØBNING OG UDSPARRING

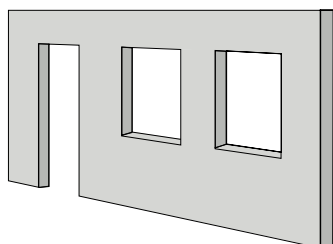
Elementer af letbeton kan leveres med indstøbte elldåser, rør, inserts, beslag, murbindere m.v., og der kan fra fabrik være lavet alle de nødvendige huller og udsparringer i elementerne.



PRODUKTDATA

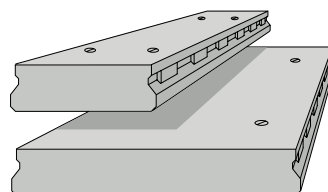
HELVÆGGE

Helvægge af letbeton leveres som etagehøje elementer i tykkelser fra 100 – 240 mm og i længder op til 7500 mm. Ved etagehøjde over 3000 mm leveres elementerne som vendeelementer.



DÆK

Lyddæk af letbeton fremstilles med ens letbeton i hele tværsnittet.



Beskrivelse helvægge	
Længde	op til 6000 mm
Højde	op til 3000 mm
Tykkelser	100, 120, 150, 180, 200, 220, 240 mm
Trykstyrker	6, 10, 15 MPa
Middeldensiteter vejledende	1350, 1800, 2000 kg/m ³
Fugtindhold ved levering	10 - 20 %
Svind	0,8 ‰
Overflader Vedrørende nøjere beskrivelse af overflader www.tolerancer.dk - udgivet af Dansk Byggeri	- Finkornet - Grov/tæt - Grov/åben

Tolerancer for den enkelte helvæg:
Vedrørende brug af tolerancer henvises til Dansk Byggeri: www.tolerancer.dk.

Beskrivelse lyddæk	
Længde	op til 7200 mm
Bredde	600, 1200 mm
Tykkelser	140, 180, 200, 220, 240, 260, 280 mm
Trykstyrker	18 MPa
Middeldensiteter	1750, 2000 kg/m ³
Overflader Vedrørende nøjere beskrivelse af overflader www.tolerancer.dk - udgivet af Dansk Byggeri	- Finkornet

Tolerancer for den enkelte lyddæk:
Vedrørende brug af tolerancer henvises til Dansk Byggeri: www.tolerancer.dk.

PROJEKTERING OG MONTAGE

KONSTRUKTIVE FORHOLD

Der kan være mange årsager til, at der opstår revner i en bygning, f.eks. temperatur- og fugtbevægelser, rystelser fra trafik, svind i materialer og sætninger. Alle disse årsager er karakteriseret ved at forårsage små bevægelser i konstruktionen. Dette kan delvis forebygges, hvis der tages hensyn hertil ved bygningens konstruktion.

Det er derfor vigtigt, at der allerede i projekteringsfasen hos arkitekt og ingeniør, vælges de rigtige konstruktive løsninger.

Eksempelvis kan der tages hensyn til:

- Dilatationsfuger i lange huse
- Dilatationsfuger i lange vægge
- Sætning i underlaget
- Utsigtet lastgang

I vejledningen "Forebyggelse af revner", som frit kan downloades på www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri, findes anbefalinger til, hvorledes risikoen for revnedannelse kan mindskes i byggeriets forskellige faser.

DIMENSIONERING

Dimensionering af elementer af letbeton gennemføres i henhold til Dansk Standard:

- DS/EN 1520 Præfabrikerede elementer af letklinkerbeton med åben struktur
- DS/EN 1520 DK NA: Nationalt annekst til DS/EN 1520
- DS/INF 168 Supplerende vejledning til EN 1520

Standarderne angiver konstruktionsregler og regler for beregning af bæreevne ved forskellige lastkombinationer. Bæreevneberegningerne gennemføres på baggrund af deklarerede materialeegenskaber, som kan oplyses af den enkelte producent.

STYRKER FOR VÆGGE

Letbeton type	Trykstyrke MPa *)	Bøjnings-trækstyrke MPa *)
LAC 6	6,0	1,08
LAC10	10,0	1,7
LAC 15	15,0	2,3

*) karakteristiske værdier

Helvægge i LAC 6 anvendes normalt til skillevægge og til vægge med begrænset last. Øvrige letbetontyper anvendes,

hvor bæreevnen skal være større, f.eks. til huse med udsat beliggenhed eller med flere etager og til elementer med store udsparinger.

VEJLEDENDE HØJDER FOR BÆRENDE VÆGGE

Vægtykkelse mm	Maksimal højde mm
100	3000
120	3600
150	4500
180	5400
200	6000
220	6600
240	7200

Ved bestemmelse af et elements bæreevne skal der tages hensyn til, at den resulterende belastning normalt er placeret forskudt eller excentrisk i forhold til elementets lodrette centerlinje.

STYRKER FOR DÆK

Letbeton type	Trykstyrke MPa *)	Bøjnings-trækstyrke MPa *)
Lyddæk	18,0	2,5

*) karakteristiske værdier

Bærende armering i elementunderside er ribbestål med styrke på 500 eller 550 MPa.

Ved dimensionering af slapt armerede dæk af letbeton er langtidsnedbøjningen i mange tilfælde dimensionsgivende.

BRAND

Letbeton er ubrændbart og udvikler ikke sundhedsskadelige røggasser ved brandpåvirkning. I det europæiske klassifikationssystem svarer dette til materiale klasse A1.

Der kan normalt opnås følgende klassifikationer:

Bygningsdel klasse REI 120 A2 - s1, d0

[BS - bygningsdel 120]:

150 mm bærende vægelement af letbeton i højde op til 3,8 m.

Bygningsdel klasse REI 60 A2 - s1, d0

[BS - bygningsdel 60]:

100 mm bærende vægelement af letbeton i højde op til 2,6 m.

Bygningsdel klasse EI 60 A2 - s1, d0

[BS - bygningsdel 60]:

100 mm ikke bærende vægelement af letbeton i højde op til 3,0 m.

75 mm ville have været tilstrækkeligt, men af produktions- og transportmæssige hensyn leveres væggene i min. 100 mm tykkelse.

Af hensyn til elementudformning eller belastninger kan det være nødvendigt at udføre en brandteknisk beregning.

For væg- og dækelementer af letbeton er der gennemført brandtekniske prøvninger. Resultatet af prøvningerne fastlægger armeringens temperatur og dermed styrkeegenskaber efter 60 minutters standardbrandpåvirkning.

Hvor dækelementerne kræves indbygget som mindst bygningsdel klasse R 60 A2 - s1, d0 [BS - Bygningsdel 60] kontaktes producenterne for næjere oplysninger om bæreevnen.

Læs mere i hæfte 9: Brandmodstandsevne. Den kan downloades på www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri.

LYD

Valg af materialer og samplingsdetaljer samt arbejdets udførelse på byggepladsen er vigtige faktorer for opfyldelse af kravene til lydisolering.

Elementer af letbeton har gode lydmæssige egenskaber, og det er sjældent et problem at vælge de rigtige tykkelser og densiteter. Erfaringsgrundlaget i branchen er stort, og der findes dokumenterede løsninger på en lang række områder. Information om lydforhold kan findes i hæfte 3 "Lydisolering" eller indhentes hos producenten.

Normalt vil lydkravene i etagebolig-byggeri, lydklasse C ($R'w > 55$ dB, $L'n,w < 53$ dB) kunne opfyldes med:

Lejlighedsskillevægge:

220 mm LAC-væg, rumvægt 2000 kg/m³ og

240 mm LAC-væg, rumvægt 1800 kg/m³

Interne skillevægge:

100 mm LAC-væg, rumvægt 1350 kg/m³

Bærende bagmure:

100 mm LAC-væg, rumvægt 1800 kg/m³

Etageadskillelse:

220 mm LAC-dæk, rumvægt 2000 kg/m³

+ 22 mm Junchers parket på strøer opklodset med Knudsen-kiler, type Kombi Max.

Læs mere i hæfte 3: Lydisolering. Den kan downloades på www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri.

MONTAGE

Elementerne leveres på byggepladsen med alle ønskede indstøbninger og udsparinger. Leveringen sker med lastvogn, som har en totalvægt på op til 50 t. Det kræver en fast og bæredygtig kørebane på byggepladsen i en bredde på mindst 5 m - fra vej og op langs den ene side af bygningen.

Forudsætningen for en sikker montage er, at fundamenter og gulve er tilstrækkeligt afhærdede, således at opklodsning og midlertidige afstivninger kan udføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt. Dette kræver normalt, at der er opnået en betonstyrke på mindst 10 MPa.

Vedr. brug af tolerancer henvises til Dansk Byggeri, "Hvor går grænsen?" på www.tolerancer.dk.

Montagen skal udføres sikkerhedsmæssigt forsvarlig – se "Branche-vejledning om montage af betonelementer og letbetonelementer.", (www.bar-ba.dk eller www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri).

PROJEKTERING OG MONTAGE

FUGT OG UDTØRRING

De fleste byggematerialer svinder under udtørring og risikerer derfor at slå revner. Dette gælder også elementer af letbeton. For at forebygge skader i den færdige behandling af overfladerne skal der foretages en styret og tilstrækkelig udtørring, før maler- og flisearbejdet påbegyndes.

Elementer af letbeton svinder op til 0,8 % fra produktion til boligtrø tilstand. Før maler- og flisearbejdet kan påbegyndes, skal udtørringssvindet normalt være halveret, hvilket vil være sket, når væggene udtørres til de nedenfor anførte maksimale fugtighedsindhold. Følges disse retningslinier, er der minimal risiko for skader i den behandlede overflade.

Densitet kg/m ³	Anbefalet max fugtindhold
1350	6,0 % af vægt
1800	4,0 % af vægt
2000	4,0 % af vægt
Vedr. udtørningsmetoder og måling af fugt henvises til Dansk Byggeri, "Hvor går grænsen? – Elementer af letklinkerbeton" på www.tolerancer.dk	

Ovenstående retningslinier vil samtidig sikre, at også fugtforholdene i det ibrugtagningssklare byggeri normalt vil være tilfredsstillende. Der henvises i øvrigt til vejledningen: "Forebyggelse af revner" (www.danskbyggeri.dk/brancher/di-byggeri).

MALERARBEJDE

Malerarbejdet påbegyndes tidligst, når væggens fugtindhold er nedbragt til de anbefalede fugtprocenter.

Overfladebehandling udføres i henhold til Malerfagligt Behandlings-Katalog, MBK. Når den ønskede overflade er valgt, fastlægges fremgangsmåden for malerbehandlingen ud fra overfladekarakteristik på elementerne og påvirkningerne i brug.

I lange vægge indlægges lodrette dilatationsfuger med en afstand på 8-10 m. Dilatationsfugen udføres som markeret fuge med elastisk fugemasse. Øvrige stød- og hjørnesamlinger i vægge armeres med 100 mm brede strimler af glasvæv. Strimlerne opsættes i en egnet armeringsklæber.

Ved behandlinger, som afsluttes med plastvægmaling, kan glasvæv undlades over indadgående hjørnesamlingerne, såfremt beklædningen stødes sammen i hjørnet og der efterfølgende fuges med en akrylfuge.

FLISEOPSÆTNING

Fliseopsætning påbegyndes tidligst, når væggens fugtindhold er nedbragt til de anbefalede fugtprocenter.

Vandtæt lag i vådzoner udføres efter entreprisebeskrivelse og tegninger. "SBI anvisning nr. 252 Vådtrum" viser eksempler på projektering, udførelse og materialevalg for vådtrum. Som fliseklæb bør anvendes elastisk klæb, som kan modstå mindre differensbevægelser. Fliseklæben anvendes efter leverandørens anvisninger.

Temperaturen i materialer og vægge skal være over 6 °C i ca. en uge før og efter fliseopsætning og fugning. Fliser og vægge skal være fri for støv. Det kan være nødvendigt at forvande meget vandsugende fliser for at opnå tilstrækkelig vedhæftning.

Elastisk fugemasse anvendes omkring rørgennemføringer, sanitære installationer, samlinger i underlaget samt i hjørner og overgange mellem væg og gulv.

Fliser opsættes således, at hele flisebagsiden er dækket med fliseklæb. Der må ikke påføres klæb på større arealer, end der kan sættes fliser på, før klæben danner hud.

FÅ RÅD OG VEJLEDNING



Mange byggeprojekter kan med fordel realiseres med elementer af letbeton. Kontakt derfor en af producenterne for råd og vejledning på et tidligt stadie i projektet, så du får den bedste løsning til dit byggeri.

SEKRETARIAT

Betonelement-Foreningen, DI Byggeri
Letbetonelementgruppen
H. C. Andersens Blvd. 18
1553 København V
Telefon: 3377 3377
betonelementforeningen@di.dk
www.danskindustri.dk/brancher/di-byggeri

ELEMENTPRODUCENTER

EXPAN
Ribevej 45
6650 Brørup
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Purhusvej 6, Linå
8600 Silkeborg
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Bækgårdsvej 74
4140 Borup
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

EXPAN
Snavevej 23
5471 Sønderød
Telefon: 7637 7000
post@expan.dk
www.expan.dk

Heidelberg Materials Precast Denmark A/S
Mads Clausensvej 58
6360 Tinglev
Telefon: 7217 1000
info@heidelbergmaterials.dk
www.precast.heidelbergmaterials.dk

Gandrup Element A/S
Teglværksvej 35
9362 Gandrup
Telefon: 9654 3800
ge@gandrupelement.dk
www.gandrupelement.dk

Leth Beton A/S
Rishøjvej 26
7755 Bedsted Thy
Telefon: 9794 5511
post@lethbeton.dk
www.lethbeton.dk

thomas praefab Østervrå A/S
Høngårdsvej 30
9750 Øster Vrå
Telefon: 9895 1300
praefa@praefa.dk
www.thomas-gruppe.dk

Niss Sørensen & Søn A/S
Drosselvej 9, Balling
7860 Spøttrup
Telefon: 9756 4222
nes@nssas.dk
www.nssas.dk

SAMARBEJDSPARTNERE

Aalborg Portland
Rørdalsvej 44, Postboks 165
9100 Aalborg
Telefon: 9816 7777
sales@aalborg-portland.dk
www.aalborg-portland.dk



Scan og besøg vores site

Letbetonelementgruppen under Betonelement-Foreningen, DI Byggeri
H.C. Andersens Blvd. 18, 1553 København V

Tlf. 3377 3377

betonelementforeningen@di.dk

www.danskindustri.dk/medlemsforeninger/foreningssites/dansk-beton/betonelement-foreningen