



BÆREEVNE UNDER UDFØRELSE

1. Indledning

Teknologisk Institut, Murværk har i forbindelse med EUDP-projektet ”Efterisolering af murede huse fra perioden 1960-1980” udført dette delprojekt vedrørende analyse af de statiske forhold under udførelsen.

Denne rapport vedrører udelukkende byggerier, hvor facaderne er opbygget som en hulmur, bestående af for- og bagmur fastholdt med trådbindere.

Facaden renoveres ved, at formuren fjernes således, at den normale hulmurs-tykkelse reduceres (i byggefasen) til ½ sten (bagmuren). Efter ”fjernelse af formuren”, afklipning af bindere, etc, monteres isolering og en ny formur. Formuren har typisk en tykkelse mindre end normalformat. Denne kan fx være 78 mm. Den ny formur kan placeres længere fremme end den eksisterende formur vha. konsoller på soklen således, at synsfladen på formuren flyttes fx 60 mm

Der er således tale om, at bæreevnen skal være tilstrækkelig i flere situationer:

- *Før renoveringen:* Da huset har stået i +30 år forudsættes, at bæreevnen er tilstrækkelig. Der behøves derfor ikke at udføres særlige tiltag herfor.
- *Under renoveringen:* Her er bæreevnen reduceret, da formuren er fjernet. Denne rapport anviser hvilke tiltag, der skal gøres i denne periode.
- *Efter renoveringen:* Her etableres afstivninger fx i form af EPS søjle således, at den samlede bæreevne ikke forringes. Princip er angivet i ”Projekteringsanvisning”

2. Princip for etablering af bæreevnen under renoveringen

Grundprincippet i etableringen af bæreevnen under renoveringen er, at denne er tidsbegrænset således, at vindlasten kan regnes reduceret i en grad, der gør, at bæreevnen er tilstrækkelig under renoveringen, når den var det før renoveringen.

3. Forudsætninger/forundersøgelser

- *Uændrede styrkeparametre af bagmuren efter ”fjernelse af formuren”.*
”Fjernelse af formuren” skal foretages omhyggeligt således, at bagvæggen ikke beskadiges. Efter ”fjernelse af formuren”, som fx kan foregå med vinkelsliber, hammer og mejsel, skal det sikres, at det resterende murværk besidder de forudsatte materialeegenskaber (dvs. styrkeparametre, tæthed, etc). Dvs. såfremt:
 - stenene i de tilbageblevne vægfelt er løse, skal disse ommures.
 - mørtelfugerne har for lav udfyldningsgrad (< 85 %), skal disse reetableres
 - der er gennemgående huller i bagmuren, skal disse fyldes
- *Tilstrækkelig sammenhæng mellem bagvæg og skillevægge.*
Dvs. forbandt herimellem til sikring af stabilitet og lodret understøtning. Dette forhold bør tillige undersøges inden renoveringen igangsættes. Bindere mellem bagvæg og skillevæg kan indbores efter ”fjernelse af formuren”
- *Formur og bagvæg er forbundet med trådbindere.*
Såfremt der er anvendt faste bindere, skal der foretages en specifik beregning/analyse.
- *Bagvæg har (mindst) samme styrke som formur*
I de tilfælde, hvor bagmuren fx er 75 mm porebetonelementer, kan nærværende metodik ikke anvendes og der skal her foretages en specifik beregning/analyse.
Tillige undersøges visuelt og med egnet værktøj, at der er anvendt samme mørtel i for- og bagmur eller svagest mørtel i formuren.
- *Bagvæggen er bærende for den samlede lodrette last*
I de tilfælde, hvor formuren er bærende gennem fx en limtræsdrager, kan formuren naturligvis ikke fjernes. Bagvæggen må heller ikke have en initialudbøjning større end angivet i normen (10 mm på en etagehøjde). I sådanne tilfælde må der foretages en specifik beregning/analyse.
- *Forankring etableres til sokkel.*
Såfremt det observeres, efter ”fjernelse af formuren”, at tagforankringen ikke er ført til sokkelniveau, men består af et bånd, der er sømmet i væg et stykke nede på væggen, ændres denne løsning således, at forankringen føres til fundament.
- *Arbejdet må ikke udføres såfremt der ligger sne på taget.*
Denne forholdsregel introduceres konservativt for at reduceres lasterne
- *Byggeriet skal som udgangspunkt være af en beskaffenhed, så det overholder de normer, der var gældende på opførelsetidspunktet*
Der kan være huse, der er så ”faldefærdige” at de vil falde sammen, så-

fremt der ændres den mindste smule på konstruktionen. Disse huse ligger typisk meget beskyttet og har ikke været udsat for vindlast i nævneværdig grad og vil ikke have tilstrækkelig bæreevne ved normmæssig vindpåvirkning. Denne type huse skal undergå en specifik beregning/analyse.

Det kan være lidt vanskeligt at vurdere om byggeriet overholder de regler, der var gældende på opførelsestidspunktet, og i praksis må det i høj grad bero på en vurdering af byggeriets tilstand.

Er byggeriet fra 1969 eller før, kan reglerne der var gældende på dette tidspunkt supplerende anvendes. I Bygningsreglementet for Købstæderne og landet 1966 § 5.4.3 stk. 12 angives, at "Udfyldningsvægge af murværk kan i almindelighed udføres i følgende størrelser":

Vægtype	Kalkmørtel	Bastardmørtel**	Cementmørtel
½-stens væg	4 kvm	8 kvm	12 kvm
Hulmur med trådbindere	10 kvm	20 kvm	30 kvm

*Udfyldningsvægge af murværk er vægfelter, som ikke er påvirket af væsentlig lodret last.

**Bastardmørtel svarer til KC 50/50/700, og cementmørtel svarer til C100/400.

4. Laster

Følgende 2 lastkombinationer betragtes:

4.1 Lastkombination: "Normalsituationen"

Dvs. situationen før renovering, hvor konstruktionen er dimensioneret til regningsmæssig vindlast og lodret last med sne, etc. Denne situation er i norm-sammenhæng benævnt (ULS: Ultimate limit State).

Her bestemmes indledningsvis den lavest mulige vindlast (for at gøre forskellen til "Renoveringssituationen" mindst mulig) – dette forhold er uddybet i efterfølgende afsnit

Beregningen er vedlagt som bilag 1. Alle parametre er søgt valgt således, at det karakteristiske hastighedstryk bliver mindst muligt.

Dvs. Terræncategori sættes til: Bymæssig bebyggelse
Lavest mulige hus betragtes, etc.

Med denne beregning fås den mindste regningsmæssige vindlast, som et hus kan være udsat for i normal levetid (100 år).

Det ses i bilag 1, side 4 af 8, at det karakteristiske hastighedstryk er 0,41 kN/m².

Denne værdi inkluderer:

- Turbulensfaktor ($I_v(z)$): 0,4343

- Peak-faktor: 4,04
- lastkategori (by), $c_r(z)$: 0,54

Værdien inkluderer ikke:

- Sikkerhedsfaktor (γ_m), normalt: 1,5
- Formfaktor (C_{pe}). F_x for hjørner 1,2

4.2 Lastkombination: ”Renoveringssituationen”

Renoveringssituationen. Dvs. perioden efter ”fjernelse af formuren”, men før montage af hård isolering og facadesten. Denne periode forudsættes normalt til maksimalt 5 døgn.

Den karakteristiske vindlast kan iht. EN 1996-1-6, NA:2007, side 3 for korterevarende tidsperioder bestemmes iht. vejruddisigten. Det karakteristiske hastighedstryk kan dog ikke sættes lavere end $0,2 \text{ kN/m}^2$.

Note:

I det nationale anneks til EN 1996-1-6 er det ikke helt tydeligt angivet, om minimumsværdien på $0,2 \text{ kN/m}^2$ er den karakteristiske vindlast eller det karakteristiske hastighedstryk således, at formfaktorer efterfølgende skal multipliceres på påvirkningen. Dette forhold har ikke kunnet afklares gennem de danske deltagere i SC250/SC1 (Den europæiske arbejdsgruppe for lastnormen). Det antages (da dette virker mest rimeligt og er konservativt), at grænsen på $0,2 \text{ kN/m}^2$ refererer til det karakteristiske hastighedstryk.

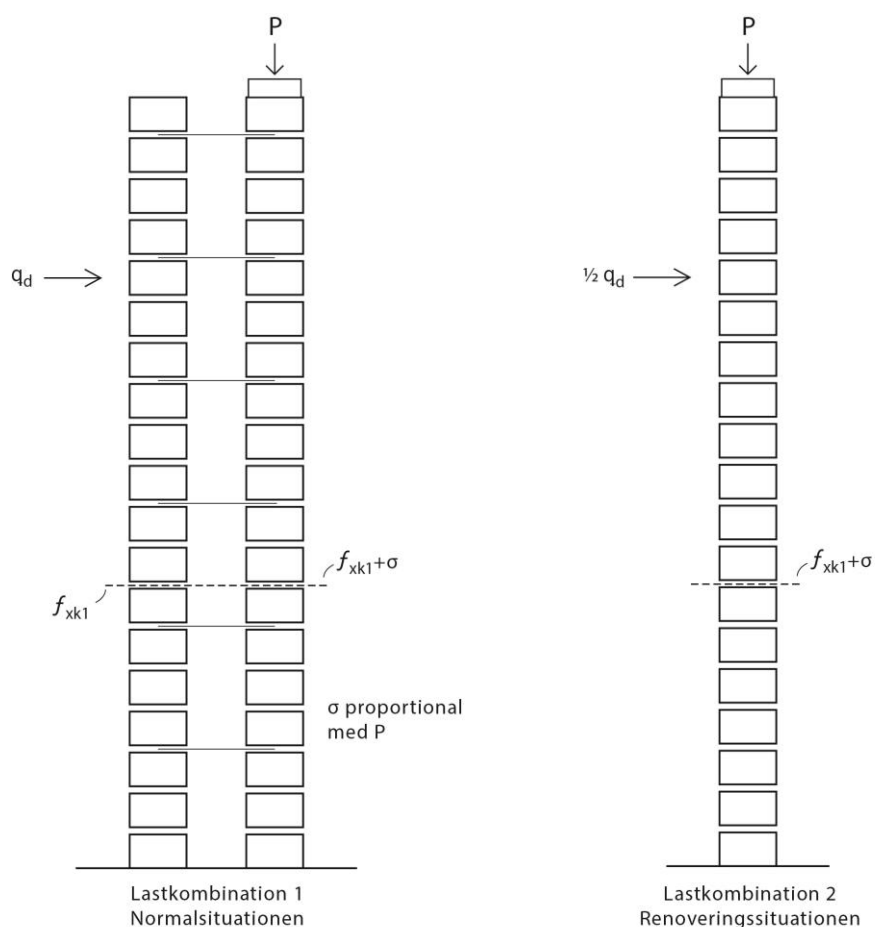
I det efterfølgende regnes således med, at der i denne lastkombination er et maksimalt hastighedstryk på $0,2 \text{ kN/m}^2$.

5. Statiske forhold

Tilnærmet fås således, at vindlasten i husets brugsfase (100 år) kan regnes at være mindst det dobbelte af vindlasten under renoveringen (5 dage). Altså $0,41 \text{ kN/m}^2$ ift. $0,2 \text{ kN/m}^2$.

Partialkoefficienter og formfaktorer for facadens midterområde og hjørner har ingen betydning i denne sammenhæng, da værdierne i begge tilfælde skal multipliceres med hastighedstrykket.

De statiske forhold for optagelse af vindlasten i de to lastkombinationer er illustreret på efterfølgende figur:



Figur 1. Optagelse af laster

På figuren er f_{xk1} og σ angivet, hvor

f_{xk1} er bøjningsstyrken

σ er normalspændingen som er proportional med P

f_{xk1} er ikke kendt, men må for bagmuren formodes at være konstant før og efter "fjernelse af formuren" jf. forudsætningerne.

Formuren bidrager til optagelse af vindlasten, mens bagmuren optager den lodrette last og en andel af vindlasten. Da $\sigma > 0$ vil bagmuren kunne optage $\geq 50\%$ af vindlasten, mens formuren vil optage $\leq 50\%$ af vindlasten.

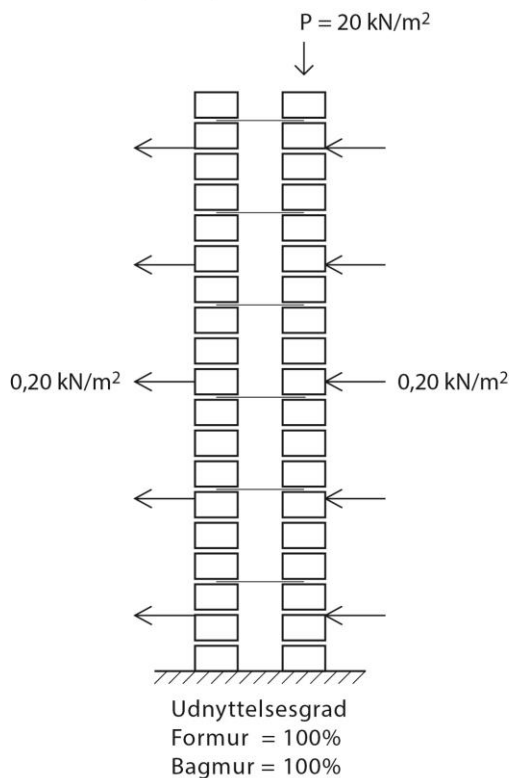
Såfremt formuren er fjernet og vindlasten er halvdelen af den normale vindlast ($\frac{1}{2}q_d$) ses, at bæreevnen i renoveringssituationen også er tilstrækkelig, da bagmuren jo netop kan optage $\geq 50\%$.

Forholdet kan også illustreres som vist på efterfølgende figur 2. Her er bagmuren i normalsituationen udnyttet 100% ifm lodret last (søjlevirkning) og vindpåvirkning. Formuren er tillige udnyttet 100% ifm vindpåvirkning.

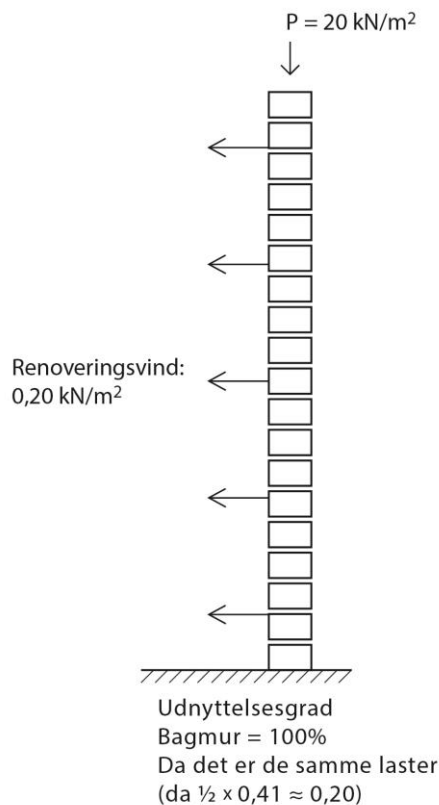
Ved renoveringen (fjernelse af formuren) er bagmuren stadig udnyttet 100 %, da vindlasten halveres (fra 0,41 kN/m² til 0,20 kN/m²)

ULS - 100 års situation

Total-vind: 0,41 kN/m²



Renoveringssituation (formur væk)



Figur 2. Optagelse af laster

Hvis det samme hus var beliggende i en højere terrænkategori (fx II landbrugsland) ville det karakteristiske hastighedstryk være 0,67 kN/m². Det ses, at i renoveringssituationen vil dette medføre, at bagvæggen alene skulle optage $0,20 \text{ kN/m}^2 / 0,67 \text{ kN/m}^2 = 30 \%$ af den sædvanlige vindlast, hvilket er enklere end at optage end 50 % af den sædvanlige vindlast. Derfor er det her mest kritisk at betragte et hus beliggende i bymæssig bebyggelse med den lave vindlast (og med en udnyttelsesgrad på 100 %)

I dette notat er det således eftervist, at minimumsværdien på 0,2 kN/m² i alle tilfælde udgør halvdelen (eller mindre) af den sædvanlige vindlast, hvorved konkluderes, at formuren kan fjernes, når der tages behørigt hensyn til de i afsnit 3 angivne forudsætninger.

6. Prognose for maksimal vindhastighed

Generelt:

Tilladte prognoser for vindhastigheden ifm. renoveringen bestemmes her detaljeret som svarende til kategori I (søer, fladt terræn). Beregninger for de øvrige lastkategorier foretages på tilsvarende måde, men er ikke angivet her. Vindhastigheden svarende til et karakteristisk hastighedstryk på $0,20 \text{ kN/m}^2$ bestemmes iht. (4.10) i EN 1991-1-4 til:

$$\begin{aligned}q_p(z) &= 0,20 \text{ kN/m}^2 \\ &= [1 + 7 I_v(z)] \times \frac{1}{2} \rho v_m^2 \\ &= 4,04 \times \frac{1}{2} \rho v_m^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_m &= 8,9 \text{ m/s} \\ v_b &= v_m / c_r(z): \\ v_b &= v_m / 1,04\end{aligned}$$

Værdien 1,04 for $c_r(z)$ svarer til kategori I

$$\begin{aligned}v_b &= 8,6 \text{ m/s} \\ v_{b0} &= v_b \\ v_{b0} &= 8,6 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Det vil sige, at 5-døgnsvejrudsigten må ikke indeholde prognoser for vindhastigheder på $v_{b0} \geq 8,6 \text{ m/s}$, som 10 minutters middelvindhastighed.

Grænsen sættes ved ”Frisk vind” svarende til: 8,0 m/s.

Skulle renoveringen ikke være tilendebragt efter 5 døgn, skal der dagligt følges med i vejrudsigten og såfremt prognosen overstiger ”Frisk vind” skal der på de ikke-færdige vægge (1/2-stens bagvægge) påmonteres afstivninger (blådreng eller lignende) iht. Byg-Erfa blad (21) 01 12 28.

Ifm. projektet skal der derfor altid foreligge et ”afstivningsprojekt”, således at de fornødne materialer, placeringer, etc. er parate.

Detaljeret:

Værdierne for alle lastkategorier er bestemt nedenstående:

Tabel 1. Vindhastigheder svarende til hastighedstryk på $0,2 \text{ kN/m}^2$

Lastkategori	Maksimal vindlast (m/s)	Beaufort – skala konservativ angivelse
0: Hav	7,8	Jævn vind
I: Søer/fladt terræn	8,6	Frisk vind
II: Landbrugsland	10,4	Frisk vind
III: Forstad/industri	14,7	Hård vind
IV: Cityområde	16,5	Stiv kuling

Århus, den 8. januar 2013
Teknologisk Institut, Murværk



Poul Christiansen

Tlf. 72 20 38 20
E-mail: pdc@teknologisk.dk



Abelone Køster

Tlf. 72 20 38 16
E-mail: aek@teknologisk.dk

Rapport fra EC6design.com

Side 1 af 8

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C
Projekt navn: EUDP
Komponent: Normal situationen

Sagsansvarlig: pdc
Dato: 06-09-2012
Tid: 14:52
Sagsnummer: 2002051
Modul: Last

Specifikke forudsætninger

Bygningens dimensioner:

Tagvinkel	= 20,0°	Taghældning	= 0,364
Huskroplængde	= 8,00 m	Huskroplængde	= 20,00 m
Tagudhæng over facade	= 0,50 m	Tagudhæng over gavl	= 0,50 m
Etageantal	= 1	Etagehøjde	= 2,80 m
Sokkelhøjde fra terræn til nederste etages gulv			= 0,15 m

Konstruktionsbeskrivelse i øvrigt:

Tagtype	= fritspændende sadeltag
Vægtype	= facadevæg

Det aktuelle vægfelt:

Bagvæg/indervæg: Densitet	= 1800 kg/m ³	Tykkelse	= 108 mm
Formur/skalmur: Densitet	= 1800 kg/m ³	Tykkelse	= 108 mm
Afstand fra nærmeste gavl (ydside) til vægfeltets Startpunkt	= 4,00 m	Slutpunkt	= 7,00 m

Vindlastforudsætninger:

Terrænkategori	= IV, byområde, middel bygningshøjde > 15 m
Afstand fra Vesterhavet/Ringkøbing Fjord	= 25 km eller mere
Orografifaktor	= 1,00

Egenlast og nyttelast:

Last kategori	= A
---------------	-----

Bidrag	Karakteristisk lastværdi	Lastbredde	Excentricitet	Lastfaktor ψ_0
Tagflade, egenlast	0,55 kN/skrå m ²		18 mm	
Loft, egenlast	0,25 kN/m ²	2,00 m	18 mm	
Loft, nyttelast	1,00 kN/m ²	2,00 m	18 mm	0,50
Etagedæk, egenlast	2,00 kN/m ²	2,00 m	18 mm	
Etagedæk, nyttelast	1,50 kN/m ²	2,00 m	18 mm	0,50

Konsekvensklasse = Normal

Kontrolklasse = Normal

Rapport fra EC6design.com

Side 2 af 8

Teknologisk Institut
Kongsvang Allé
8000 Århus C
Projekt navn: EUDP
Komponent: Normal situationen

Sagsansvarlig: pdc
Dato: 06-09-2012
Tid: 14:52
Sagsnummer: 2002051
Modul: Last

Generelle forudsætninger

Generelt:

Programmet beregner lastvirkningerne på den aktuelle væg i hver enkelt etage hidrørende fra egenlast, nyttelast, snelast og vindlast. Programmet medtager kun den aktuelle lastkombination givet via partialkoefficienterne fra faneblad "Opsætning". Programmet medtager ikke vandret masselast og ulykkeslast. Det er brugerens ansvar at vurdere, om disse sidstnævnte lasttyper eller andre end den angivne er relevante for det aktuelle hus, og i givet fald selv at beregne lasterne.

Retninger i det vandrette plan:

Husets længderetning defineres som retningen af tagets kiplinie. Taghældningen er således altid på tværs, og husets længde kan godt være mindre end dets bredde. "Vind på tværs" skal forstås som vind på tværs af tagets kiplinie, mens "vind på langs" er på langs af tagets kiplinie. De ydervægge, der er parallelle med tagets kiplinie, benævnes facader eller facadevægge, mens de ydervægge, der er vinkelret herpå, benævnes gavle eller gavlvægge.

Vindlast på tag og vægge:

Programmet bestemmer vindlasten i henhold til EN 1991 - 4. Hvis den aktuelle væg er en facadevæg eller en tagbærende indervæg, bestemmer programmet den lodrette last herpå fra vindlast på taget. Der tages hensyn til, at lastintensiteterne er forskellige i tagets forskellige områder, at lasten i visse tilfælde forøges, hvis virkningen på det givne vægfelt stammer fra vindlast på et areal mindre end 10 m², og at lasten på en facadevæg eller en tagbærende indervæg, som støder op til en gavlvæg, inkluderer last fra tagudhænget over gavlen.

Programmet bestemmer endvidere tværlast på yder- og indervægge i henhold til EN 1991 - 4. Det antages, at huset er uden dominerende åbninger i ydervæggene. Vedrørende detaljerede forudsætninger henvises i øvrigt til *Baggrundsdokumentationen*.

Lastkombinationer:

Den regningsmæssige last bestemmes ved multiplikation af hver karakteristisk lastkomponent med en partialkoefficient (γ), en faktor for sædvanlig last (ψ_0) eller nul (når den pågældende lastkomponent ikke indgår i lastkombinationen). Disse faktorer er principielt af forskellig natur, men deres praktiske effekt er den samme, og de benævnes derfor i det følgende under ét "lastfaktor" (forkortet lfak). Som oftest skal lfak tillige multipliceres med K_{FI} (parameter afhængig af konsekvensklassen). Dette undlades dog beskrevet her i forklaringen

Nyttelast, snelast og vindlast samles under betegnelsen variabel last. Partialkoefficienter og lastfaktorer inddateres af brugeren under faneblad "Opsætning".

Ved bestemmelse af lastvirkningen i et givet tværsnit medtages én variabel last gange γ_Q og de øvrige variable laster gange ψ_0 . Nyttelasten på de enkelte etager regnes som individuelle lastbidrag. Bidraget "Nyttelast gange γ_Q " fortolkes således, at nyttelasten på dækket umiddelbart over den aktuelle etage ganges med γ_Q , mens nyttelasten på de øvrige etager ganges med $\gamma_Q \psi_0$.

Da det ikke er givet på forhånd, hvilken lastkombination der er dimensionsgivende for en given væg, gennemregner programmet et antal forskellige lastkombinationer. Det er da brugerens ansvar at vælge den eller de lastkombinationer, der vurderes at være dimensionsgivende for væggen i hver enkelt etage.

Den resulterende ekscentricitet er beregnet for hver etage for sig, altså som $e_0 = (e_1 * N_1 +$

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 3 af 8

$$e_3 * N_3 / (N_1 + N_3).$$

e_1 , N_1 , e_3 og N_3 er bestemt på følgende måde:

I "Specifikke forudsætninger" er anført sammenhørende værdier af lastværdi, lastbredde og ekscentricitet. For de lastandele, der er aktuelle for det betragtede etagedæk, er $e_1 =$ excentriciteten, mens $N_1 =$ lastværdi gange lastbredde.

For e_3 indsættes afvigelse. Fx: 20 mm for lempet kontrol, 15 mm for normal kontrol og 10 mm for skærpet kontrol.

N_3 er summen af alle N_1 -bidrag OVER det aktuelle etagedæk.

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 4 af 8

Teknologisk Institut
 Kongsvang Allé
 8000 Århus C
 Projekt navn: EUDP
 Komponent: Normal situationen

Sagsansvarlig: pdc
 Dato: 06-09-2012
 Tid: 14:52
 Sagsnummer: 2002051
 Modul: Last

Delresultater

Vindlast, generelt:

Højden fra terræn til tagets øverste frembringer	$h_{kip} = 4,55 \text{ m}$
Karakt. hastighedstryk for udvendig vindlast (ved kip)	$q_{maxy} = 0,41 \text{ kN/m}^2$
Karakt. hastighedstryk for indvendig vindlast i øverste etage	$q_{maxi} = 0,41 \text{ kN/m}^2$

Væggens egenlast (karakteristisk værdi):

Egenlast af væg pr normaletage, uden fradrag for vindues-/døråbninger:

Formur $g = 5,34 \text{ kN/m}$ Bagvæg/indervæg $g = 5,34 \text{ kN/m}$

Andre karakteristiske bidrag til lodret last på aktuell væg:

Egenlast tag $g = 2,63 \text{ kN/m}$	Snelast på tag $s = 3,24 \text{ kN/m}$
Vindlast på tag, tryktilfældet, vind på tværs	$w_{Tt} = 0,70 \text{ kN/m}$
Vindlast på tag, tryktilfældet, vind på langs	$w_{Lt} = 0,70 \text{ kN/m}$
Vindlast på tag, sugtilfældet, vind på tværs	$w_{Ts} = -1,26 \text{ kN/m}$
Vindlast på tag, sugtilfældet, vind på langs	$w_{Ls} = -0,97 \text{ kN/m}$
Alle lastbidrag fra tag virker med excentriciteten	$e_1 = 18 \text{ mm}$

Egenlast loft $g = 0,50 \text{ kN/m}$ Nyttelast på loft $q = 2,00 \text{ kN/m}$
 Alle lastbidrag fra loft virker med excentriciteten $e_1 = 18 \text{ mm}$

Egenlast dæk $g = 4,00 \text{ kN/m}$ Nyttelast på dæk $q = 3,00 \text{ kN/m}$
 Alle lastbidrag fra dæk virker med excentriciteten $e_1 = 18 \text{ mm}$

Standardexcentricitet af last fra overliggende etager (som funktion af aktuell kontrolklasse) $e_3 = 15 \text{ mm}$

Partialkoefficienter for:	til ugunst	til gunst
Egenlast	1,00	0,90
Nyttelast	1,50	0,00
Naturlast	1,50	0,00

Lastkombinationsfaktor ψ_0 for naturlast

Sne i kombination med vind	0,00
Sne i kombination med øvrige laster	0,30
Vind i kombination med øvrige laster	0,30

Regningsmæssige laster, ordnet efter lastkombination.

Forklaring til lastkombinationsbeskrivelserne og til kolonnerne findes under "Resultater".

Lastkombination nr. 1: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q w_{Tt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 5 af 8

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	-0,47	5,69	16	91	-0,18

Lastkombination nr. 2: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Tt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	-0,14	7,91	16	129	-0,06

Lastkombination nr. 3: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Tt} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	-0,14	9,81	16	153	-0,06

Lastkombination nr. 4: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q w_{Lt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,50	5,68	16	91	0,12

Lastkombination nr. 5: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Lt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,15	7,91	16	129	0,04

Lastkombination nr. 6: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Lt} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,15	9,81	16	153	0,04

Lastkombination nr. 7: $Y_{G,inf} G_{kj} + K_{FI} Y_Q Y_0 w_{Ts}$

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 6 af 8

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	-0,47	0,93	16	15	-0,18

Lastkombination nr. 8: $Y_{G,inf} G_{kj} + K_{FI} Y_Q Y_0 w_{Ls}$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,50	1,36	16	22	0,12

Lastkombination nr. 9: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,00	7,59	16	124	0,00

Lastkombination nr. 10: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Etage	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_o kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_I kN/m ²
1	0,00	0,00	9,49	16	148	0,00

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 7 af 8

Teknologisk Institut
 Kongsvang Allé
 8000 Århus C
 Projekt navn: EUDP
 Komponent: Normal situationen

Sagsansvarlig: pdc
 Dato: 06-09-2012
 Tid: 14:52
 Sagsnummer: 2002051
 Modul: Last

Resultat

Regningsmæssige laster på den aktuelle væg, ordnet efter etage nr.

Tolkning af lastkombinationerne:

G_{kj} = egenlast s = sne q = nyttelast

w_{Tt} = vind på tværs, tryk på tagflade w_{Ts} = vind på tværs, sug på tagflade

w_{Lt} = vind på langs, tryk på tagflade w_{Ls} = vind på langs, sug på tagflade

Lastkombination nr. 1: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q w_{Tt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Lastkombination nr. 2: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Tt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Lastkombination nr. 3: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Tt} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Lastkombination nr. 4: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q w_{Lt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Lastkombination nr. 5: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Lt} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Lastkombination nr. 6: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 w_{Lt} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

Lastkombination nr. 7: $Y_{G,inf} G_{kj} + K_{FI} Y_Q Y_0 w_{Ts}$

Lastkombination nr. 8: $Y_{G,inf} G_{kj} + K_{FI} Y_Q Y_0 w_{Ls}$

Lastkombination nr. 9: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q \psi_0 s + K_{FI} Y_Q q$

Lastkombination nr. 10: $K_{FI} Y_{G,sup} G_{kj} + K_{FI} Y_Q s + K_{FI} Y_Q \psi_0 q$

$K_{FI} Y_Q q$ betyder: $K_{FI} Y_Q q$ fra dæk (eller loft) over aktuel etage og $K_{FI} Y_Q \psi_0 q$ fra alle øvrige dæk.

Lastkombinationerne 7 og 8 svarer til lastkombinationer, hvor egenvægten virker til gunst.

Lastkombinationerne 9 og 10 er hovedsagelig relevante for Ritterberegning af elementvægge.

Forklaring til de øvrige kolonner:

N_{top} = Lodret last på toppen af væggen i den aktuelle etage, regnet positiv nedad. Hvis den er negativ, skal taget forankres længere nede i bygningen, og forankringskraften skal trækkes fra den lodrette last på væggen i de etager, ankeret dækker.

e_{top} = Topexcentricitet, dvs. excentricitet af N_{top} , regnet positiv indad.

m_{top} = Moment ved toppen af væggen i den aktuelle etage = $N_{top} \times e_{top}$.

w_u = Tværlast på ydersiden af formur/skalmur, regnet positiv udad (dvs. som udvendigt undertryk).

w_i = Tværlast på indersiden af bagvæg/indervæg, regnet positiv udad (dvs. som indvendigt overtryk).

Etage 1 :

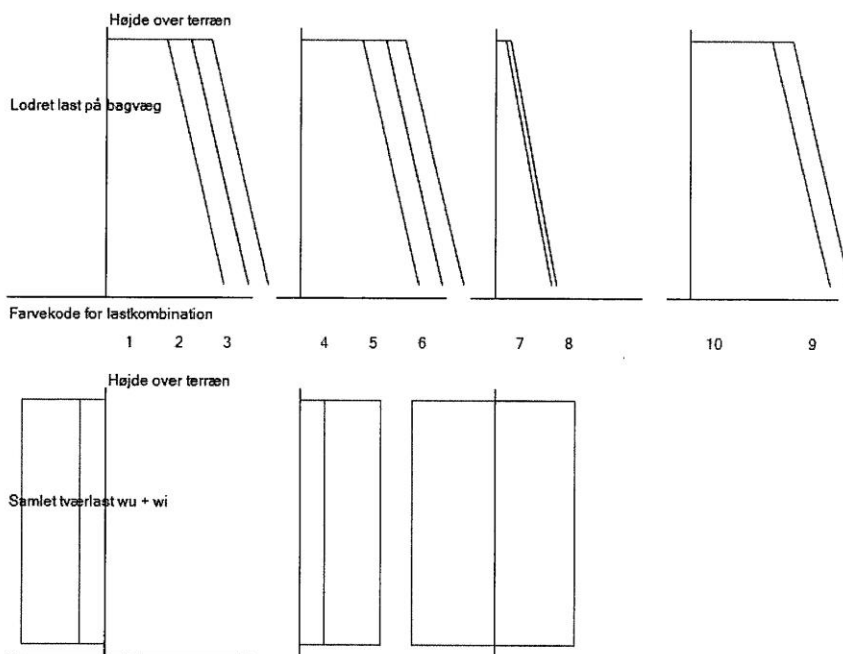
Last-kombi-nation	Formur/skalmur		Bagvæg eller indvendig væg			
	N_{top} kN/m	w_u kN/m ²	N_{top} kN/m	e_{top} mm	m_{top} Nm/m	w_i kN/m ²
1	0,00	-0,47	5,69	16	91	-0,18

<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012

Rapport fra EC6design.com

Side 8 af 8

2	0,00	-0,14	7,91	16	129	-0,06
3	0,00	-0,14	9,81	16	153	-0,06
4	0,00	0,50	5,68	16	91	0,12
5	0,00	0,15	7,91	16	129	0,04
6	0,00	0,15	9,81	16	153	0,04
7	0,00	-0,47	0,93	16	15	-0,18
8	0,00	0,50	1,36	16	22	0,12
9	0,00	0,00	7,59	16	124	0,00
10	0,00	0,00	9,49	16	148	0,00



<http://ec6design.com/da/module/last?komponentId=58119&r...> 06-09-2012