Forord

Dette notat er udgivet af Danske Tegl, som vejledning og hjælp til specielt de rådgivende ingeniører ifm. projektering af murværk (herunder skalmure). Notatet er udarbejdet i regi af Det danske normudvalg for murværksprojektering iht. Eurocode 6 (S1996).

Anvendelse af notatet foregår under eget ansvar.

Indledning.

Dette notat omhandler projektering og dokumentationen for murede konstruktioner, især skalmure, som i EN 1996 er defineret som ikke-bærende, mens det i EN 1990 er defineret som bærende.

Ved reference til normtekster anvendes både dansk og engelsk tekst afhængig af, hvad der er mest forståeligt.

Oversigt over de forskellige normers tilgang til emnet

Murværksnormen indgang til emnet:
DS/EN 1996-1- 1+ A1: 3 udg. 2013-01-18.

Ikke – bærende vægge

1.5 Terms and Definitions

1.5.10.8: Skalmur: Mur anvendt som facademur, men som ikke er sammenmuret med eller bidrager til styrken af bagvæggen eller rammekonstruktionen

1.5.10.11: Non – Loadbearing wall: “Wall not considered to resist forces such that it can be removed without prejudicing the remaining integrity of the structure.”

Dvs. en ikke-bærende muret væg er defineret i Murværksnormen som en væg, der kan fjernes uden af at integriteten af konstruktionen forsvinder.

Med “forces” menes der (naturligvis) både lodrette og vandrette kræfter.

Non-loadbearing walls er således en overordnet gruppe af bygningsdele – herunder fx skalmure og indvendige skillevægge, der ikke indgår i hovedkonstruktionen

Den statiske funktion af skalmure er at overføre vindlaster fra formur til bagmur vinkelret på denne via murbindere.

Indvendige ikke-bærende skillevægge kan fx være flytbare vægge.

Men for begge eksempler gælder, at de ikke har indflydelse på bæreevnen af hovedkonstruktionen og uden videre kan fjernes. Selvom vægge er ikke-bærende (som fx skalmure) skal disse projekteres og dimensioneres.

Bærende vægge

Bærende vægge (jf. Murværksnormen) er fx:

- Hulmure, hvor formuren bidrager sammen med bagmuren til optagelse af vandrette laster via plademekanismer og/eller, hvor formuren bidrager til at stabilisere bagmuren ved lodret belastning af denne (kubikrodsformlen)

- Indvendige skillevægge, der fungerer som stabiliserende vægge (totalstabilitet mht. vindlast) og/eller optager lodret last

Bagmure/skillevægge kan fx være af porebeton eller teglsten.

DS_EN 1990 indgang til emnet:
Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner: DS/EN 1990:2.udg 2007-07-27.
Heri er angivet i: Terms and definition. 1.5.1.6: Structure: Organized combination of connected parts designed to carry loads and provide adequate rigidity

På dansk er definitionen: ”Bygningsdele der dimensioneres til at optage last og har fornøden stivhed”. Denne definition dækker i princippet alt, da alle bygningsdele har en eller anden form for belastning/kraftpåvirkning. Dvs. de ovenstående nævnte ” indvendige skillevægge, der ikke indgår i bæring af hverken lodret eller vandret last” er her bærende, da den er påvirket af egenlast og indvendig vindlast.

Af samme grund er der heller ikke i EN 1990 nogen definition af Ikke-bærende bygningsdele (som i EN 1996).

DS/INF 1990:2024. Vejledning om indplacering af konstruktioner i konsekvensklasser:
Her introduceres begrebet hovedkonstruktioner i 4.2.1 (*hvilket nærmest kan sammenlignes med begrebet ”primære bærende konstruktioner”),* hvor der i tabel 2 er angivet regler for indplacering i konsekvensklasser ud fra spændvidder, konstruktionshøjder, antal etager, etc.

Tabel 3 angiver indplacering i konsekvensklasser for konstruktioner, som ikke indgår i hovedkonstruktionen. *(Dette er så sammenligneligt med sekundære konstruktioner)* Herunder fx rækværker, nedhængte lofter, vinduer, skalmure.

I nogle tilfælde er der en minimumsgrænse, der medfører, at konstruktionsdelene bliver betragtet som en ”Sekundær konstruktion uden for CC”. Fx murværk med højde over terræn < 3 m, vinduer < 3 m^2, nedhængte lofter < 50 m^2.

Når konstruktionsdele er uden for CC betyder dette angiveligt, at det ikke er en bærende konstruktion og dermed ikke skal beregnes. Og ikke indgår i SBI 271 – systemet. Dette er dog i modstrid med selve definitionen i EN 1990, hvor alt er bærende.

I praksis bør bindere, teglbjælker, selve muren, stålsøjler, etc. naturligvis beregnes.

Skalmure er specifikt angivet i Række H.

H	Ydervægskonstruktioner og tunge ydervægsbeklædninger[d]		I bebygget eller trafikeret område[b]: • En konsekvensklasse mindre end hovedkonstruktion. Hvor højde over terræn jf. tabel 2 ikke er afgørende for valg af konsekvensklasse for hovedkonstruktion: dog maks. CC2. • Ved statisk uafhængige konstruktionsafsnit < 10 m²: to konsekvensklasser mindre end hovedkonstruktion, dog mindst CC1. Uden for bebygget eller trafikeret område[b]: to konsekvensklasser mindre end hovedkonstruktion, dog mindst CC1.

Figur 1. Uddrag af Tabel 3 i DS/INF 1990:2024

Her er underopdelingen:

Tabel A. Dechifrering af tabel3, række H i DS/INF 1990:2024

I bebygget område eller trafikeret område (som terrænkategori IV eller områder med trafik eller ophold af personer inden for en zone af 2 gange bygningens højde)	En konsekvensklasse mindre end hovedkonstruktion Hvor højde over terræn ikke er afgørende for valg konsekvensklasse (max CC2): • Dvs. når højden er afgørende, kan konsekvensklassen ikke reduceres 1 klasse ned – men er dog stadig max CC2 • Dvs. når højden ikke er afgørende, kan konsekvensklassen reduceres 1 klasse ned – men er dog stadig max CC2
Udenfor bebygget område eller trafikeret område	To konsekvensklasser mindre end hovedkonstruktion (min CC1)
Statisk uafhængige konstruktionsafsnit < 10 m²	To konsekvensklasse mindre end hovedkonstruktion (min CC1)

DS 1140:2019. Her angives fx på side 8, Anvendelsesområde, at ”Standarden omfatter alene almen kontrol af betydning for de bærende konstruktioners statiske sikkerhed”, men pba. definitionen, der dækker alle bygningsdele, er intet her udelukket.

DS 1140 omhandler tillige kontrolomfang. Dette er ikke behandlet i dette notat, som kun er relateret til de statiske beregningers omfang og kontrol

DS/INF 1140:2022: Her bliver begrebet dog indsnævret i 1.3, side 6, hvor det angives, at bærende bygningsdele ikke er tagdækning, installationer, almindelige døre og vinduer eller den indvendige

aptering med gulve, paneler og lofter, hvilket dog så ikke harmonerer helt med definitionen, da alle disse emner har en eller anden form for belastning/kraftpåvirkning.

Side 7 er angivet en slags definition på bærende murværk ”Svaret kan variere fra bygning til bygning. Det må i princippet vurderes fra sag til sag…”

Delkonklusion til ovenstående

Det konkluderes, at der ikke er overensstemmelse mellem de forskellige definitioner af ”bærende” og ”ikke-bærende” murværk. Murværksnormen (S1996) har én definition og Sikkerhedsnormen (S1990) har en anden definition.

Overordnet er det således uheldigt, at der er en definition i sikkerhedsnormen, der gør alting bærende (som så reelt modsiges i andre DS-normer).

Forholdene kunne defineres mere statisk korrekt som:

1. Bærende konstruktioner: Hovedkonstruktioner
2. Ikke – bærende konstruktioner: Sekundære konstruktioner, som kan fjernes uden at dette har betydning for hovedkonstruktionen.
   Disse kunne så fint opdeles i 2 underpunkter:
   a. De sekundære konstruktioner, hvor konsekvens af brud kan være betydeligt
      (Skal beregnes CC1 – CC2, fx jf. tabel 3/række H i DS_INF 1990)
   b. De sekundære konstruktioner, hvor konsekvens af brud ikke er betydeligt
      (helt uden for konsekvensklasse)

Det er ikke muligt at rette i normerne på nuværende tidspunkt, og teksten kan ikke rettes via det Nationale Anneks, hvorfor det her blot konkluderes, at der er en uoverensstemmelse.

SBI 271 (implementeret I BR 2018): Her bliver kravet til dokumentationsomfang og krav til kontrol for de bærende konstruktioner defineret.

I afsnit 1.4.2 (S 54) angives, at sekundære konstruktionsdele, hvor konsekvenser af svigt ikke altid er begrænsede, skal omfattes af den statiske dokumentation.

Dette er angivet i DS/INF 1990:2024, tabel 3. Fx nedhængte lofter > 50 m^2, vinduer > 3 m^2, murværk, hvor højde over terræn er større end 3 m (se afsnit om DS/INF 1990:2024 og eksempler)

Konstruktionens dokumentation for skalmuren er samme struktur, omfang og format som for hovedkonstruktionen.

Kontrollen af de statiske beregninger er afhængig af Konstruktionsklassen. Beskrevet i afsnit 5.2.1 (side 152). Her gælder, at for KK2 og højere skal der udføres uafhængig kontrol og for KK4 skal der udføres 3. partskontrol.

Konstruktionsklasserne følger så nogenlunde konsekvensklasserne (Altså CC1 = KK1, etc.), undtagen for en CC2-konstruktion,

- der tillige vurderes som "Kompleks eller utraditionel", her øges fra KK2 til KK3.
- der sættes til KK1 for en række simple byggerier, fx en-familie huse uden vandret lejlighedsskel. Yderligere typer af simple byggerier er angivet i BR 18 §489.

Eksempler.

Efterfølgende er en række eksempler angivet som inspiration. Eksemplerne er udformet ud fra DS/INF 1990:2024. I det enkelte byggeri vil der helt naturligt ofte skulle foretages ingeniørmæssige fortolkninger og valg, når byggeriet ikke lige passer helt med de angivne klasser i DS/INF 1990:2024 - Konsekvensklasser.

Valg af konsekvensklasser for skalmuren for forskellige type af byggerier

I bebygget område (række 1 i tabel A)

Etageejendom. $H_ø$: 24.0 m. 7 etager.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3.
Her regnes skalmuren i CC2.
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024)

Etageejendom. $H_ø + H_{top}$ = 17 m. 6 etager med beboelse på 5 etager, hvor gulv i 5. etage overholder $H_ø \leq$ 12 m over terræn. Øverste 6. etage anvendes som opmagasineringsrum, tørrerum, terrasse, etc., hvor der kun lejlighedsvis er personer (jf. 5.2.4). Fx ældre ejendom i København
Hovedkonstruktion: Murværk: CC2.
Her regnes en eventuel skalmur i CC2.
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024).

Parcelhus med muret gavltrekant. $H_ø + H_{top}$ = 6 m.
Hovedkonstruktion. Træskelet: CC2.
Her regnes skalmuren i CC1 (Her vurderes højden ikke være afgørende, så der kan regnes med en konsekvensklasse mindre - så CC1).
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024).

Etageejendom. 15 etager.
$H_ø + H_{top}$ =: 50,0 m.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3+.
Her regnes murværket i CC2
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024)

Detailhandel <150 personer: $H_ø + H_{top}$ = 7 m.
Hovedkonstruktion: Beton: CC2.
Her regnes skalmuren i CC1
(Her er højden ikke afgørende, så der kan regnes med en konsekvensklasse mindre - så CC1)
(Tabel 2. Række 3 i DS/INF 1990:2024)

Detailhandel >150 personer: $H_ø + H_{top}$ = 7 m
Hovedkonstruktion: Beton: CC3.
Her regnes skalmuren i CC2
(Her er højden ikke afgørende, så der kan regnes med en konsekvensklasse mindre - så CC2)
(Tabel 2. Række 4 i DS/INF 1990:2024)

Museum > 150 personer. $H_ø + H_{top}$: 20.0 m. 2 etager.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3.
Her regnes skalmuren i CC2
(Her er højden ikke afgørende, så der kan regnes med en konsekvensklasse mindre - så CC2)
(Tabel 2. Række 4 i DS/INF 1990:2024)

Udenfor bebygget område (række 2 i tabel A)

Etageejendom. $H_ø + H_{top}$: 24.0 m.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3.
Her regnes murværket i CC1
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024)

Etageejendom. 16 etager. $H_ø + H_{top}$: 50,0 m.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3+.
Her regnes murværket i CC2
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024)

Etageejendom. $H_ø + H_{top}$ = 17 m. 6 etager med beboelse på 5 etager, hvor gulv i 5. etage overholder $H_ø \leq$ 12 m over terræn. Øverste 6. etage anvendes som opmagasineringsrum, tørrerum, terrasse, etc., hvor der kun lejlighedsvis er personer (jf. 5.2.4):
Hovedkonstruktion: Murværk: CC2.
Her regnes en eventuel skalmur i CC2.
(Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024).

Statisk uafhængige konstruktionsafsnit < 10 m² (række 3 i tabel A)

Tårn. $H_ø + H_{top}$ = 24.0 m
Hovedkonstruktion: Beton: CC3
Her regnes murværket i CC1
Tabel 2. Række 1 i DS/INF 1990:2024).

Lille lager til Kemisk Industri. $H_ø + H_{top}$ = 10 m.
Hovedkonstruktion: Beton: CC3.
Her regnes murværket i CC1
Tabel 2. Række 8 i DS/INF 1990:2024).

Projekteringstjekliste

Her er det enkleste at anvende DMUK (Dansk Murstenskonstrol) Ydelsesfordeling (2019-11-27), som inspiration til elementer, der skal projekteres ifm. skalmure – se: https://www.mur-tag.dk/normer-vejledning/dansk-murstenskontrol/vejledning-for-praefabrikerede-elementer/

Klik på linket i teksten: ” Vejledningen foreligger i 2020 som et oplæg, og den kan downloades her.”