

NOTAT

Bærestruktur og avstivningssystem

1	INNLEDNING	2
2	GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER	2
2.1	BESKRIVELSE AV BYGNINGEN.....	2
2.2	PÅLITELIGHETSKLASSE OG KONTROLLKLASSE.....	2
2.3	BESTANDIGHET OG DIMENSJONERENDE BRUKSTID.....	2
2.4	BRANNMOTSTAND.....	2
2.5	BELASTNINGER.....	3
3	BÆRESTRUKTUR	4
3.1	VURDERINGSKRITERIER.....	4
3.2	ALTERNATIVE LØSNINGER OG SYSTEMER.....	4
3.3	VURDERINGER.....	5
3.4	ANBEFALT LØSNING.....	5
4	AVSTIVNINGS-SYSTEM	8
4.1	FORUTSETNINGER.....	8
4.2	ALTERNATIVE LØSNINGER.....	8
4.3	VURDERING AV ALTERNATIVENE.....	9
4.4	ANBEFALT LØSNING.....	10
5	FUNDAMENTERING	11

01	29.05.08	Komplettert til skisseprosjekt	29.05.08	PKH	29.05.08	GO	29.05.08	Wea
00	17.04.08	Foreløpig, utsendt internt	17.04.08	PKH				
Rev	Dato	Tekst	Egenkontroll		Sidemannskontroll		TFK/ Godkjent	
Oppdragsnavn: Nye Molde sjukehus			Oppdragsnr: P2878					
Oppdragsgiver: Helse Nordmøre og Romsdal HF			Fil/ark: F:\P2878\8-BESKRINO-MYK-HNR-001 - Bærestruktur og avstivningssystem.doc					
Dokumenttittel: Bærestruktur og avstivningssystem			Oppdragsgivers ref:					
			Dokument nr: NO-MYK-HNR-001 Bærestruktur og avstivningssystem					
			Saksbehandlere: Per Kr. Heidenstrøm					
			Sted/ dato: Trondheim / 29.05.2008					
			Fagansvarlig: Per Kr. Heidenstrøm					

1 INNLEDNING

Notatet er en beskrivelse av grunnleggende forutsetninger og vurdering av alternative utførelser for bære- og avstivningssystem, dvs. dekkekonstruksjoner, søyler, bjelker, avstivende veggskiver og fundamenter.

Notatet konkluderer med å anbefale en løsning med plasstøpt slakkarmert flatdekkekonstruksjon opp til og med dekke over E1. For dekke over E2 og opp til tak anbefales også en løsning med plasstøpt flatdekke, med mulig alternativ utførelse som prefabrikkert dekkekonstruksjon med hulldekker.

2 GRUNNLEGGENDE FORUTSETNINGER

2.1 Beskrivelse av bygningen

Bygningen er et sykehus med til sammen 7 etasjer og et samlet brutto areal på ca. 48 000 m². Bygningen består av en kompakt, to-delt base i U2-E1 med grunnflate ca. 175 x 80m, og overliggende atskilte fløyer med bredde ca. 16m fra E2 og opp.

Basen i U2-E1 inneholder tyngre sykehusfunksjoner og tekniske arealer, samt vestibyle, undervisningsarealer, bibliotek og kantine etc. Fløyene i E2-E5 inneholder lettere funksjoner med bl.a. psykiatri, sengetun og pasienthotell.

2.2 Pålitelighetsklasse og kontrollklasse

Pålitelighetsklasse for bygningens bærekonstruksjoner vurderes og velges iht. krav TEK og NS 3490. Konsekvens ved brudd i konstruksjon i form av skade eller uakseptable påvirkninger på mennesker, miljø eller samfunn vurderes som stor, og byggets hovedbærekonstruksjoner klassifiseres i pålitelighetsklasse 3 iht. NS3490.

Pålitelighetsklasse 3 gir krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll i kontrollklasse "Utvidet kontroll".

2.3 Bestandighet og dimensjonerende brukstid

Bygningens hovedbærekonstruksjoner prosjekteres med krav til bestandighet ut fra bygningens dimensjonerende brukstid, som iht. retningslinjer i NS3490 er 50 år for "Bygningskonstruksjoner og andre vanlige konstruksjoner".

2.4 Brannmotstand

- Bærende hovedsystem og stabiliserende bygningsdeler: Brannmotstand R90.
- Sekundære bærende bygningsdeler: Brannmotstand R60.

2.5 Belastninger

Bygningene prosjekteres og dimensjoneres generelt for laster og lastkombinasjoner iht. NS3490 og NS3491-1, -2, -3, -4, -7 og -12.

Nyttelaster:

Nyttelast for rom og avdelinger i sykehus og hoteller er generelt 2,0 kN/m² iht. NS3491-1. For å ivareta fleksibilitet for eventuell endring av bruksområder anbefales at minimumsnivå for nyttelast heves til 4,0 kN/m², og at følgende nyttelaster legges til grunn:

- Generelt (Sengeområder, kontorer, behandlingsrom etc.): 4,0 kN/m².
- Rom i pasienthotell: 4,0 kN/m².
- Kantine, auditorier: 4,0 kN/m².
- Vestibyle: 5,0 kN/m².
- Bibliotek: 6,0 kN/m².
- Spesielt tungt utstyr som MR etc. og kompaktarkiv: 12,5 kN/m².

Bærekonstruksjoner, horisontalavstiving og fundamentering for alle fløyene anbefales dimensjonert for eventuell påbygging opp til og med en eventuell 6.etasje.

Egenlaster fra takhager og takterrasser:

Takhager i U1 dimensjoneres for last fra plantefelt etablert oppå dekket, med en maksimal påført egenlast på 10 kN/m² for disse arealene. Takterrasser i E2 dimensjoneres for en maksimal påført egenlast på 4,0 kN/m² fra isolasjon, membran og stein- eller betongbelegg lagt i sand eller mørtel, samt eventuell beplantning i egne plantekasser oppå dekket.

Snølast:

Snølast og formfaktorer for snølast på tak beregnes iht. NS3491-3.

- Snølast på mark, Molde kommune, ≤ 150moh. : 3,5 kN/m²

Vindlast:

Vindlast og formfaktorer for vindlast på tak beregnes iht. NS3491-4.

- Referansevindhastighet, Molde kommune: $V_{REF} = 29 \text{ m/s}$
- Terrengruhetskategori: II
- Høyde over grunn-nivå: $z \leq \text{ca.} 35\text{m}$
- Hastighetstrykk fra vind: $q_{kast} = 1,9 \text{ kN/m}^2$

Belastninger fra seismiske påvirkninger:

Bygningen vurderes og eventuelt dimensjoneres for belastninger fra seismiske påvirkninger iht. NS3491-12. Bygningen klassifiseres i seismisk klasse IV, "viktig infrastruktur".

3 BÆRESTRUKTUR

3.1 Vurderingskriterier

Ved vurdering og valg av bæresystem er følgende kriterier vektlagt:

Generalitet, rasjonalitet, fleksibilitet og robusthet, og en overordnet målsetting om å komme fram til et bæresystem som er totaløkonomisk optimalt.

- **Totaløkonomi:**
En overordnet målsetting er å komme fram til et bæresystem som er totaløkonomisk optimalt.
- **Generalitet og rasjonalitet:**
Bæresystemet bør ha stor grad av generalitet og rasjonalitet. Dette vil kunne legge grunnlag for økonomiske løsninger og redusert byggetid.
- **Fleksibilitet og robusthet:**
Bæresystemet bør i størst mulig grad være dragerløst og med glatt underside uten underliggende bjelker. Dette gir god fleksibilitet i forhold til tekniske installasjoner, himling og evt. endringer i planløsninger.
Og det bør velges et bæresystem hvor kapasiteter og spennvidder ikke er maksimalt utnyttet, og som dermed gir rom for senere hulltakinger og endringer.

I tillegg har følgende kriterier vært med i vurderingene:

- Bygningsmessig påvirkning (bærekapasitet, deformasjon, brann, støy, vibrasjoner).
- Byggetid.
- Fundamentering.
- Visuell kvalitet.
- Energi / termisk masse.
- Investeringskostnad.
- Miljø.

3.2 Alternative løsninger og systemer

For bæresystem er to alternative hovedsystemer vurdert:

- **Bæresystem av plasstøpt betong.**
Konstruksjonene kan utføres som flatdekke/boveisplate uten underliggende dragere, eller som enveisplate med underliggende dragere.
- **Bæresystem av prefabrikerte elementer.**
Konstruksjonene kan utføres med dekker av prefabrikerte betongelementer, for eksempel hulldekke-elementer, og med søyler og hatte-bjelker av stål eller betong.

3.3 Vurderinger

Bæresystem for etasjene U2 – E1:

Etasjene U2 – E1 inneholder tyngre sykehusfunksjoner med stort omfang av tekniske installasjoner. Et bæresystem uten underliggende bjelker og med stor fleksibilitet og robusthet for tilpasninger og hulltaking vil være av avgjørende betydning.

Dekke over E1 etasje har flere områder hvor det skal være takterrasser og takhager, og vil ha mange sprang og nivåforskjeller. En plasstøpt løsning vil være mest rasjonelt og gi størst fleksibilitet, både for selve dekkekonstruksjonen og for tilhørende bygningstekniske løsninger.

Deler av bygningen kan ha ulik geometrisk utforming og retningsorientering i basen i U2 - E1 og i fløyene i E2 - E5. Det er derfor ønskelig at både søyler og avstivende skiver i enkelte områder kan ha ulik plassering og retning over og under dekke over E1. (Se avsnitt om Avstivningssystem) Som følge av dette vil dekket kunne få påført og måtte overføre store horisontalbelastninger. En prefabrikkert løsning vil svært vanskelig kunne ivareta dette, og vil uansett måtte ha omfattende forsterkninger og fordyrende kompliserte tiltak.

Antall avstivende skiver ønskes i utgangspunktet redusert til et minimum for å redusere bindinger i forhold til planløsninger. Dette vil gi stor avstand mellom avstivende skiver. Et plasstøpt dekke vil lett kunne ivareta stor avstand mellom avstivende skiver og kraftoverføring mellom dekker og veggskiver. Et prefabrikkert dekke har kapasitetsbegrensninger, og vil fort medføre behov for kompliserte løsninger og konstruktiv påstøp, og komplekse innfestinger mellom dekker og veggskiver.

Disse forhold tilsier at det for etasjene U2 – E1 bør velges et bæresystem med flatdekker av plasstøpt betong med moderate spennvidder/akseavstander.

Bæresystem for etasjene E2 – E5:

Etasjene E2 – E5 inneholder i det vesentlige lettere funksjoner med kontorer, sengefløyer og pasientrom.

Her ligger det i utgangspunktet godt til rette både for en løsning med plasstøpt flatdekke, og for å benytte et prefabrikkert bæresystem med hulldekke-elementer opplagt på hattebjelker av stål eller betong.

Som for etasjene U2 – E1 ønskes antall avstivende skiver i utgangspunktet redusert til et minimum for å redusere bindinger i forhold til planløsninger, noe som vil gi stor avstand mellom avstivende skiver og sterkt tale for en løsning med plasstøpt dekke.

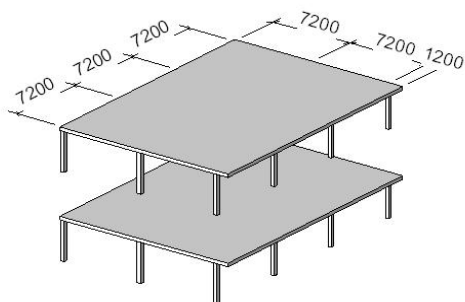
Videre ønskes det muligheter for varierte planløsninger og fasadeposisjoner mellom ulike etasjer, med inntrukne, utkragede og skrå partier. Her vil også en plasstøpt løsning være mest rasjonelt og gi størst fleksibilitet, både for selve dekket, og for tilhørende løsninger.

3.4 Anbefalt løsning

En generell aksemodul på 7,2m x 7,2m er lagt til grunn for bygningens planløsning og rominndeling. Dette gir en stor fleksibilitet ved valg av bæresystem, med flere mulige løsninger og systemer.

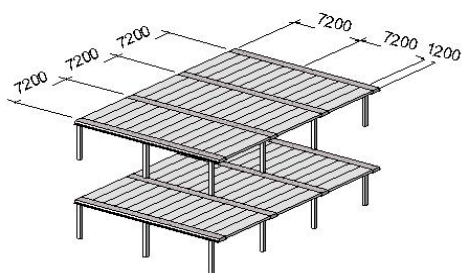
Som generelt bæresystem i alle etasjene U2 – E5 anbefales et bæresystem med plasstøpte flatdekker med tykkelse 300mm og søyleavstander 7,2m x 7,2m.

Dette vil gi et bæresystem med stor fleksibilitet og robusthet, det vil ivareta de spesifikke krav og det vil gi prismessig konkurranse med flere aktuelle leverandører.



Illustrasjon: Prinsipp generelt bæresystem

For etasjene E2 - E5 anbefales at det i forprosjektfasen også vurderes et alternativt bæresystem med dekker av prefabrikerte hulldekk-elementer av betong, opplagt på søyler og hatte-bjelker av stål eller betong. Dette vil kunne gi et bæresystem som er prismessig konkurransedyktig, det vil kunne gi kortere byggetid enn en plasstøpt løsning og gi en viss grad av fleksibilitet og robusthet.

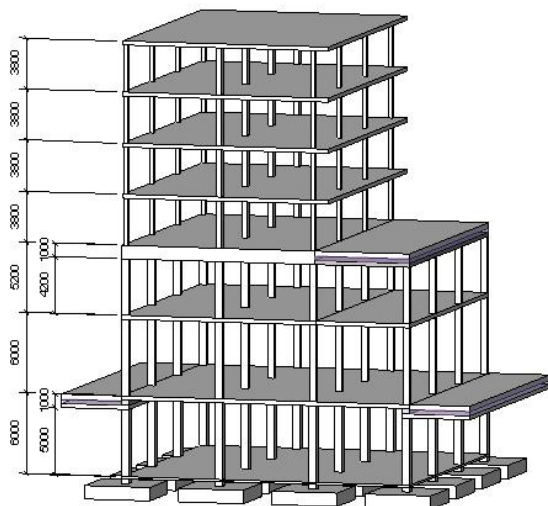


Illustrasjon: Prinsipp alternativt bæresystem med betongelementer i fløyer)

Noen av fløyene i E2 – E5 vurderes rotert i forhold til underliggende etasjer. Ut fra vurdering av alternative løsninger og for å beholde søyleplasseringer tilpasset planløsninger og modullinjer anbefales det valgt en løsning med et plasstøpt utvekslingsdekke over E1 som kan oppta belastninger fra ulike søyleplasseringer over og under dekket. Søyleplasseringer i fløyen tilpasses planløsningen i fløyen og kan da roteres i samsvar med denne, mens søyleplasseringer i basen kan beholdes i forhold til generelt aksesystem.

Områder med behov for større søyleavstander løses spesielt. Dekke over E1 i areal med vestibyle og kantine i base syd utføres med søyleavstander 14,4m x 14,4m, og takkonstruksjoner av stål og/eller prefabrikerte betongelementer.

For å ivareta krav om planfri atkomst til takhager og utearealer på tak, utføres deler av dekkekonstruksjonene som forsenket. Nødvendig samlet konstruksjonshøyde vurderes å være 1,0m.



Illustrasjon: Prinsippsnitt bæresystem

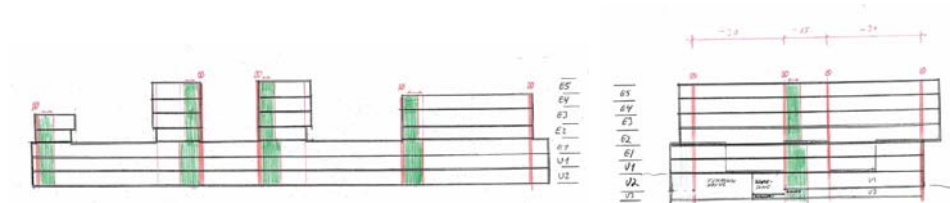
4 AVSTIVNINGSSYSTEM

4.1 Forutsetninger

Bygningen må utføres med et horisontalstabiliserende avstivningssystem for å oppta og ivareta horisontale laster fra vind på yttervegger, jordtrykk på vegger under terreng, utilsiktede skjevstillinger av søyler og bærende vegger, og fra seismiske belastninger på grunn av jordskjelv.

Det horisontalstabiliserende avstivningssystemet utføres med stive dekkeskiver/etasjeskillere som overfører horisontale belastninger til vertikale avstivende skiver og videre ned til fundamenter og til grunnen. Avstivningssystemet må kunne oppta og overføre belastninger i alle retninger.

Hver av fløyene i E2-E5 må utføres med separat avstivningssystem. Geometriske utforming og plassering av fløyene legger premisser og sterke føringer for avstivningssystemet og plassering av avstivende skiver.



Illustrasjon: Prinsipp vertikale avstivende skiver

Noen av fløyene i E2 – E5 vurderes rotert i forhold til underliggende etasjer, og det er et generelt behov for å kunne justere plassering av avstivende skiver mellom fløyene og basen for å tilpasse til planløsning. Dette vil kunne påføre dekke over E1 store vertikale og horisontale belastninger som må kunne tas opp og overføres.

Antall avstivende skiver ønskes i utgangspunktet redusert til et minimum for å redusere bindinger i forhold til planløsninger. Dette vil gi stor avstand mellom avstivende skiver.

Pga. bygningens størrelse og geometriske utforming vil det være behov for å dele bygningen med bevegelingsfuge. Dette vil påvirke avstivningssystemet, med antall og plassering av avstivende skiver.

4.2 Alternative løsninger

For avstivningssystem er følgende alternative hovedprinsipper vurdert:

- A: Gjennomgående veggskiver med optimalt antall og plassering.
- B: Gjennomgående veggskiver med minimalt antall.
- C: Veggskiver med ulik plassering og orientering over og under dekke over E1.

For alle alternativer anbefales avstivningssystem utført med veggskiver av betong.

4.3 Vurdering av alternativene

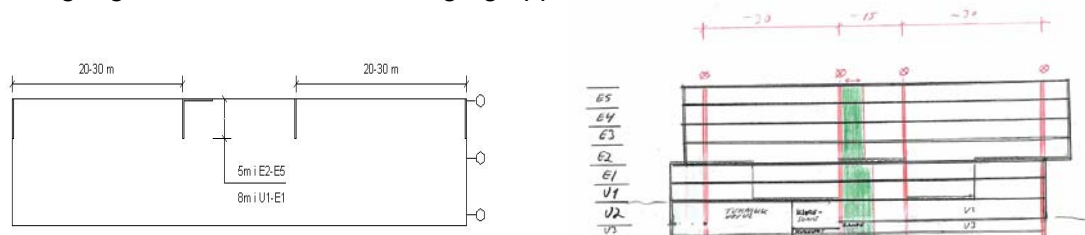
Vurderingene tar utgangspunkt i en fløy i E2-E5 med dimensjon ca. 80 x 16m.

- A: Gjennomgående veggskiver med optimalt antall og plassering.

Et optimalt avstivningssystem, ut fra belastninger på vegger og dekkeskive, vil være 4 veggskiver på tvers av fløyen fordelt med en avstand på ca. 20-30m, og én veggskive på langs av fløyen. Veggskiven på langs bør plasseres mest mulig midt på fløyen og ikke i en av endene, og alle veggskivene er gjennomgående med samme plassering i alle etasjene.

Dette gir en robust og fleksibel løsning med moderate belastninger på veggskiver og dekkeskiver. Det vil kunne tillates utsparinger og hulltaking i veggskivene, og dette åpner for at dekkeskivene i fløyene som alternativ kan utføres av betongelementer.

Nødvendige dimensjoner på avstivende veggskiver vurderes å være ca.8,0m x 0,4m i U2-E1etg, og ca. 5,0m x 0,25m i E2etg og opp.



Illustrasjon: Prinsipp optimalt avstivningssystem for fløyer

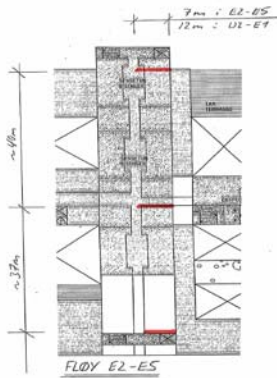
- B: Gjennomgående veggskiver med minimalt antall.

Et minimalt antall avstivende veggskiver vil være 3 veggskiver på tvers av fløyen og én veggskive på langs. Veggskiven på langs bør plasseres mest mulig midt på fløyen og ikke i en av endene, og alle veggskivene er gjennomgående med samme plassering i alle etasjene.

Avstand mellom avstivende vegger på tvers vil bli ca. 35-40m.

Dette vil gi en store belastninger på veggskiver og dekkeskiver, og liten grad av fleksibilitet og robusthet. Mulighet for å tillate utsparinger og hulltaking i veggskivene vil være begrenset, og løsningen utelukker at dekkeskivene i fløyene som alternativ vil kunne utføres av betongelementer.

Nødvendige dimensjoner på avstivende veggskiver vil bli store og vurderes å være ca.12,0m x 0,5m i U2-E1, og ca. 7,0m x 0,3m i E2 og opp.



Illustrasjon: Avstivningssystem for fløyer med minimalt antall skiver.

- C: Veggskiver med ulik av plassering og orientering over og under dekke over E1.

Noen av fløyene i E2 – E5 vurderes rotert i forhold til underliggende etasjer, i tillegg til at det er et generelt behov for å kunne justere plassering av avstivende skiver mellom fløyene og basen for å tilpasse til planløsning.

I fløyene E2 – E5 benyttes, som for alt. A, 4 veggskiver på tvers av fløyene fordelt med en avstand på ca. 20-30m, og en veggskive på langs av fløyen. Veggskiven på langs plasseres mest mulig midt på fløyen og ikke i en av endene.

I basen U2 – E1 kan plassering og retning for avstivende veggskiver endres i forhold til i fløyene. Dette vil påføre dekke over E1 etasje store vertikale og horisontale belastninger som må tas opp i dekket og overføres til avstivende skiver i basen, noen som medfører at deler av dekket må utføres som et utvekslingsdekke med tilstrekkelig dimensjon og kapasitet. Nødvendig konstruksjonshøyde for utvekslingsdekket vurderes å være ca. 1,0m. Vertikallaster fra veggskiver i fløyene må tas opp av søyler og fundamenter i basen. Løsningen kan medføre store søyledimensjoner under skivene, og store fundamentdimensjoner som også vil måtte ivareta eventuelt løft.

4.4 Anbefalt løsning

Det anbefales at det tas utgangspunkt i avstivningssystem A basert på gjennomgående veggskiver med optimalt antall og plassering. Dette vil gi en robust og fleksibel løsning med moderate dimensjoner på veggskiver hvor planløsning og teknikk relativt lett bør kunne tilpasses.

Avstivningssystem C med utvekslingsdekke over E1 og veggskiver med ulik plassering og orientering over og under dekket vil kunne gi større frihet for planløsning og teknikk i noen områder, men også medføre større kostnader for bygningskonstruksjonene..

Det anbefales derfor at avstivningssystem C legges til grunn for løsninger og kalkyle i skisseprosjektfasen, men at behov og omfang for avstivningssystem med utvekslingsdekke vurderes nærmere i forprosjektfasen i forhold til planløsninger og teknikk.

5 FUNDAMENTERING

Det er utført orienterende grunnundersøkelser i området som viser at grunnforholdene består av faste moreneaktige masser.

Forholdene vurderes dermed å ligge godt til rette for direkte fundamentering på løsmassene.

Fundamentene utføres med punktfundamenter under søyler og med banketter/stripefundamenter under bærende og avstivende vegger.