
VEDLEGG 12A

VURDERING AV BÆRESYSTEM

UNDERSØKELSESNOTAT

Undersøkelser og utredelser
for regulerings sak 202202903
Ensjøveien 3,5,7,9,11,13,15A og 15B

Oppdragsnr.	Oppdragsnavn:	
13660	NRK Ensjø Reguleringsplan	
Notat nr.:	Notatdato:	Utarbeidet av:
003	04.10.2023	Mathias Berg Rønning
Dokument nr.	Revisjon:	Godkjent av:
13660 -RIB-N-003	00	Monica Aas

Sak:

Vurdere bæresystem for planalternativ 1A, B og C

Distribueres til:

Firma	Navn (e-postadresse)	Til	Kopi
Nordic Office of Architecture	Erik Sevestre (ese@nordicarch.com)	X	
Dr.techn. Olav Olsen (OO)	Monica Aas (maa@olavolsen.no)		X

INNHOLDSFORTEGNELSE

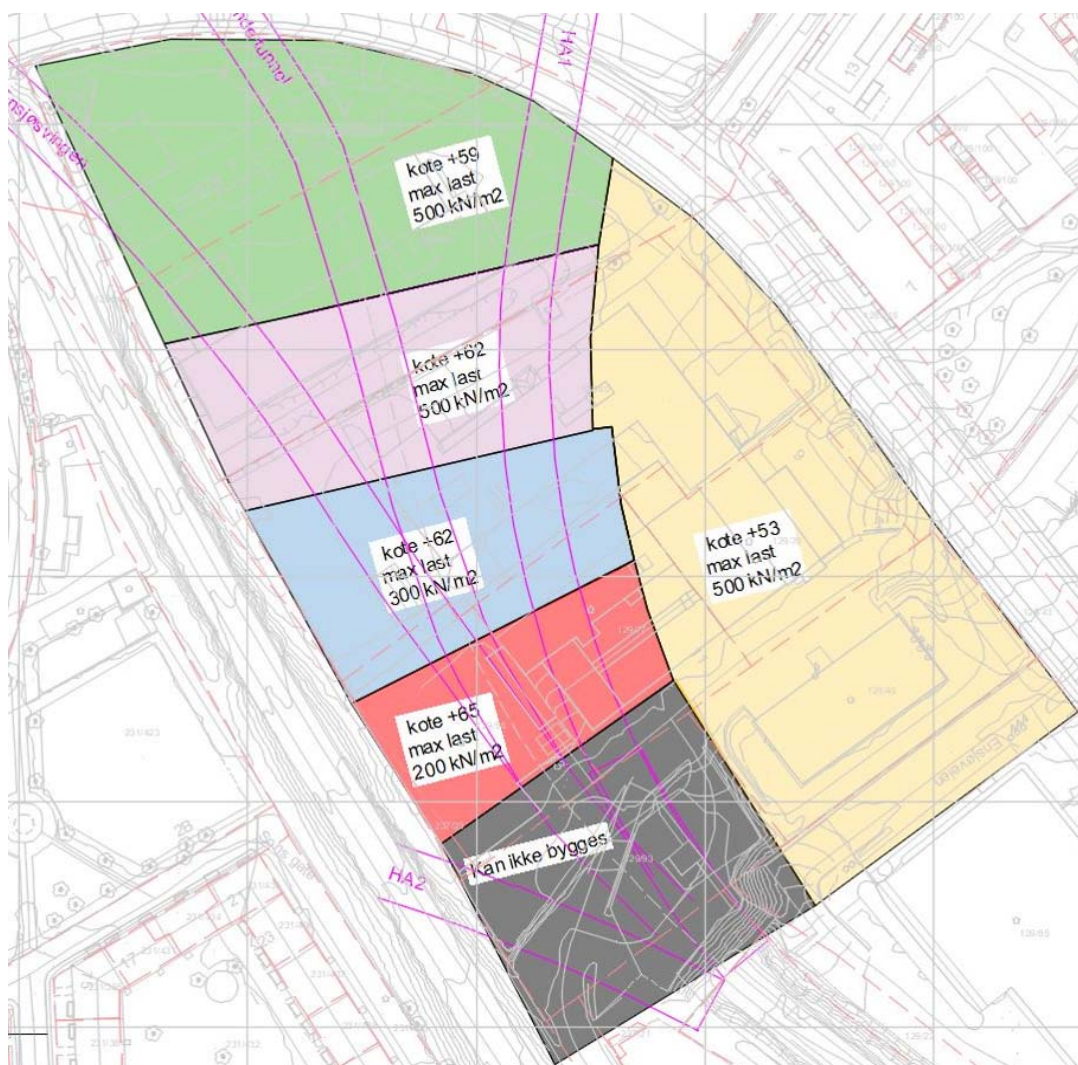
1	Innledning.....	- 2 -
2	Fjellets bæreevne.....	- 2 -
3	Skisser fra arkitekt.....	- 3 -
4	Laster	- 4 -
5	Bæresystemer	- 5 -
6	Konklusjon.....	- 10 -

1 INNLEDNING

NRK skal etablere nytt hovedkontor på Ensjø i Oslo. På grunn av eksisterende og framtidig planlagte T-banetunneler under tomten er bergets bæreevne begrenset. Arkitekt har skissert opp ulike planalternativer til utforming av hovedkontoret. Dette notatet drøfter kort mulige bæresystemer og spennlengder for de ulike alternativene.

2 FJELLETS BÆREEVNE

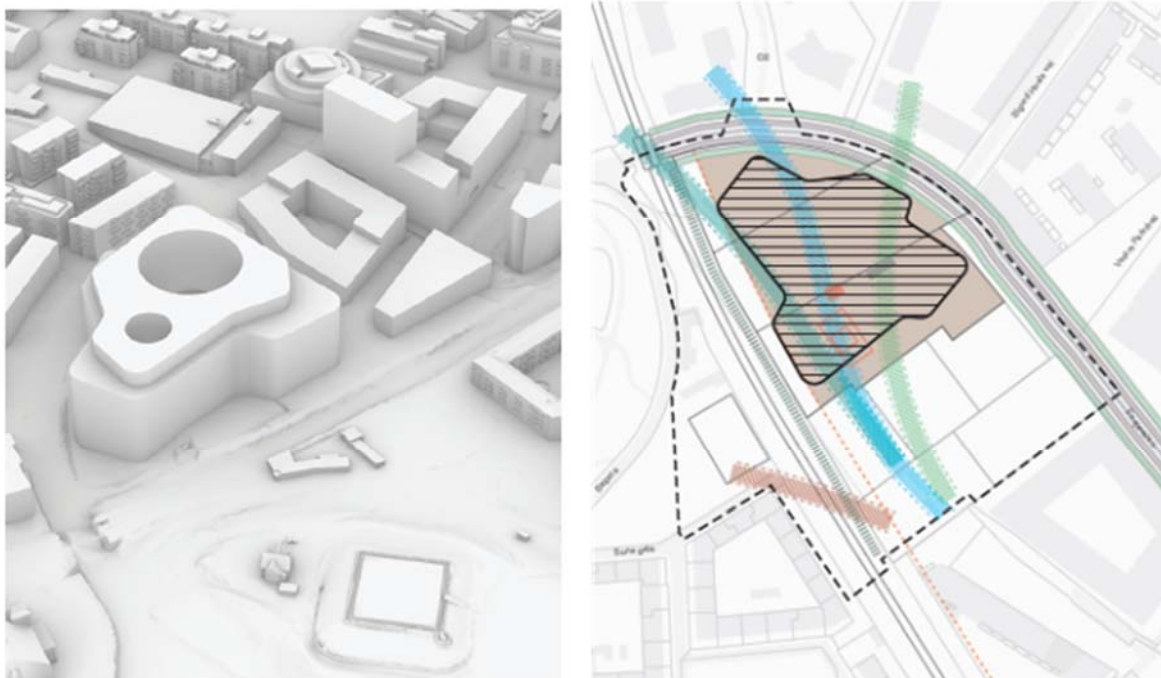
Figur 1 viser oppdatert sonekart over fjellets bæreevne, med maks tillatt grunntrykk og gravedybde i ulike områder. Geolog opplyser om at konsentrerte punktlaster heller ikke kan overskride verdiene gitt i sonekartet. Videre kan ikke fjellet ta opp strekkrefter.



> *Figur 1: Bæreevne fjell*

3 SKISSER FRA ARKITEKT

Figur 2 til Figur 4 viser oversiktsbilde og fotavtrykk for de tre planalternativene fra arkitekt.



> *Figur 2: Alternativ 1A*



> *Figur 3: Alternativ 1B*



> *Figur 4: Alternativ 1C*

Alternativ 1A og 1B består av 9 etasjer bygg med en høyde på 42 m. Alternativ 1C består av en høyblokk på 16 etasjer med en høyde på 70 m. Dette er etasjer over terreng. Det kan komme opptil to kjelleretasjer i tillegg.

4 LASTER

Tabell 1 viser hvilke laster som er blitt brukt på dekkene for å kunne si noe om hvor stor last berget blir påført. Nyttelasten vil selvsagt variere med hva de enkelte områdene i bygget skal brukes til. Det ble allikevel valgt å kun bruke en nyttelast på 3,0 kN/m² for å forhindre for mange ulike kombinasjoner. Videre viser tabellen 5 ulike typer dekker som kan brukes. Da disse har ulike dekketykkelser og består av ulike materialer, vil egenvekten variere. Påført egenlast skal ta høyde for lettveger, himlinger mm. Siste rad viser dimensjonerende last, hvor lastfaktor for de ulike lastene er inkludert.

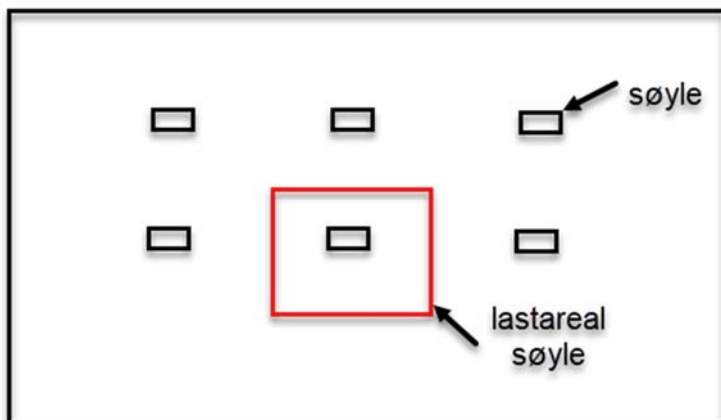
> *Tabell 1: Laster på bygget*

	plasstøpt betong slakkarmert	prefabrikerte huldekker spennarmert	prefabrikerte huldekker spennarmert	massivtre	massivtre med stålbjelker
tykkelse [mm]	300	265	200	240	240
egenvekt dekke [kN/m ²]	7.5	3.6	2.6	1.2	1.3
nyttelast dekke [kN/m ²]	3	3	3	3	3
påført egenlast [kN/m ²]	2	2	2	2	2
dimensjonerende last [kN/m ²]	17.3	12.1	10.7	8.8	9.0

5 BÆRESYSTEMER

5.1 Hvorfor søyler er ugunstig i kjelleretasjen

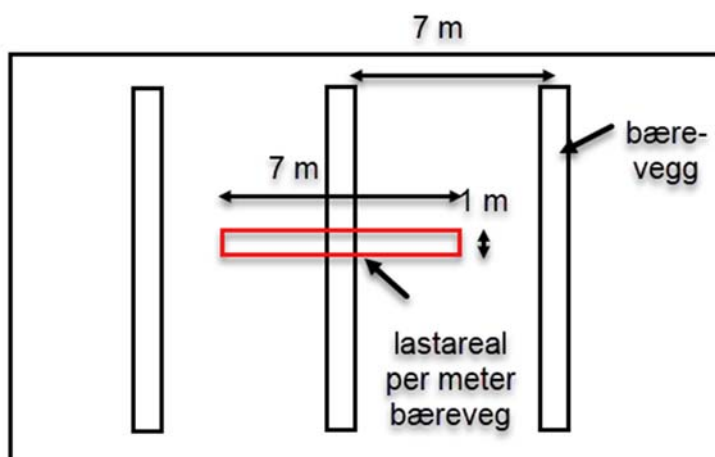
Dette delkapittelet er ment for å illustrere at lastene ikke bør føres ned til fjell ved hjelp av søyler. Merk at dette ikke automatisk legger føringer for hvordan bæresystemet er i de overliggende etasjene. Figur 5 viser en helt prinsipiell skisse der det nederste dekket bæres av søyler. Den røde firkanten viser lastarealet til en søyle. Lastarealet avhenger av avstanden til omkringliggende søyler. Dersom man antar at avstanden mellom søylene i den ene retningen er 5 m, mens avstanden er 7 m i den andre retningen, får man et lastareal på $7\text{m} \cdot 5\text{m} = 35\text{ m}^2$. Avhengig av hvilke type dekker man bruker vil den dimensjonerende lasten variere. Dersom man bruker hulldekker med en tykkelse på 200 mm, vil dimensjonerende flatelast ligge på ca $10,7\text{ kN/m}^2$ (se Tabell 1). Med et lastareal på 35 m^2 , vil lasten i hver søyle bli $35\text{m}^2 \cdot 10,7\text{kN/m}^2 = 375\text{kN}$. Det er viktig å merke seg at dette er lasten i en søyle per etasje. Dersom man antar at fundamentet under søylen har sideflater på $1,5\text{m}$ og dermed et areal på $1,5\text{m} \cdot 1,5\text{m} = 2,25\text{m}^2$, vil flatelasten på berget per etasje bli $375\text{kN} / 2,25\text{m}^2 = 166\text{ kN/m}^2$. Allerede ved 3 etasjer vil ikke berget har mer kapasitet.



> Figur 5: Søyler i kjelleretasjen

5.2 Vegger i kjelleretasjen

Forrige avsnitt illustrerte at søyler er ugunstig å bruke i nederste etasje for å føre lastene ned i fjell. Dette avsnittet tar for seg hvordan lastfordelingen blir dersom man bruker vegger med kontinuerlig stripefundament under for å fordele lastene. Figur 6 illustrerer hvordan lastarealet (rød firkant) blir dersom man bruker vegger for å føre ned lastene. Da det her er tale om en kontinuerlig vegg gir det mer mening å snakke om last per meter vegg. Dersom avstanden mellom veggene er 7 m, vil lastarealet per meter vegg være $7\text{ m}^2/\text{m}$. I forrige avsnitt ble en dimensjonerende flatelast på $10,7\text{ kN/m}^2$ brukt. Dette gir en vegglast på $7\text{m}^2/\text{m} \cdot 10,7\text{kN/m}^2 = 75\text{ kN/m}$. Sammenlignet med søylelasten ser man at en vegg med kontinuerlig stripefundament under fordeler lasten ned på berg på en mye gunstigere måte.



> Figur 6: Bærevegger i kjelleretasjen

Tabell 2 er en utvidelse av Tabell 1. Mulige spennvidder for de ulike dekketypene er inkludert, samt vegglasten.

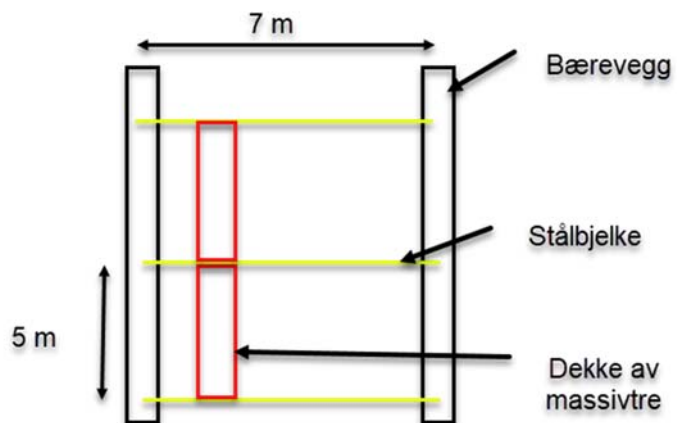
> Tabell 2: Laster fra ulike bæresystemer

	plasstøpt betong slakkarmert	prefabrikerte hulldekker	prefabrikerte hulldekker	massivtre	massivtre med stålbjelker
tykkelse [mm]	300	265	200	240	240
egenvekt dekke [kN/m ²]	7.5	3.6	2.6	1.2	1.3
nyttelast dekke [kN/m ²]	3	3	3	3	3
påført egenlast [kN/m ²]	2	2	2	2	2
dimensjonerende last [kN/m ²]	17.3	12.1	10.7	8.8	9.0
spenn [m]	5	12	7	5	7
vegglast per etasje [kN/m]	87	145	75	44	63

Verdiene i tabellen over er beregnet ved å betrakte en fritt opplagt dekkestripe. I realiteten kan nok enkelte av spennene være noe lengre pga to-veis virkninger og fordi dekkene gjerne er momentstiv over bæreveggene.

Det er inkludert to ulike hulldekker i tabellen for å få fram at det er store variasjonsmuligheter ved bruk av slike dekker. Det er også mulig å få til enda lengre spenn, men man bør være obs på at vegglasten øker med spennvidden.

Massivtre kan også brukes som dekker og har en stor fordel ved lav egenvekt. Spennvidden kan være begrensende, særlig hvis spennvidden overskrider 5-6 meter. Igjen henger spennvidden sammen med hvor mye last dekke må bære. Hvis man vil bruke massivtre, men ønsker et lengre spenn enn 5 m, kan man benytte seg av stålbjelker, se Figur 7. Her er det stålbjerkene som spenner mellom bæreveggene. I figuren er avstanden mellom hver stålbjelke 5 m og dekkene av massivtre ligger oppå disse.



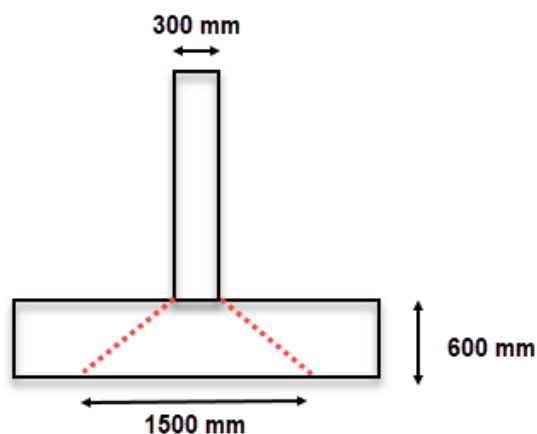
> *Figur 7: Dekker av massivtre ved bruk av stålbjelker*

Tabell 3 viser hvor store trykklasten på berget blir (i kN/m²) ved varierende antall etasjer. Spennvidder og laster for de ulike dekketyperne er vist i Tabell 2. Etasjereduksjonsfaktorer er hensyntatt (se andre kolonne og EC1 6.3.1.2(11)).

> *Tabell 3: Total vegglast for ulike dekketyper*

etg	etg.red.fak	plastøpt betong	huldekker 12m	huldekker 7m	massivtre	massivtre med stålbjelke
1	1.00	58	96	50	29	42
2	1.00	116	193	100	59	84
3	0.90	169	279	144	84	119
4	0.85	222	364	187	109	155
5	0.82	275	450	231	134	191
6	0.80	329	536	275	158	226
7	0.79	382	621	318	183	262
8	0.78	435	707	362	208	298
9	0.77	488	793	406	233	333
10	0.76	542	878	449	258	369
11	0.75	595	964	493	283	404
16	0.74	861	1392	711	407	582
17	0.74	914	1478	755	432	618
18	0.73	968	1564	799	457	654

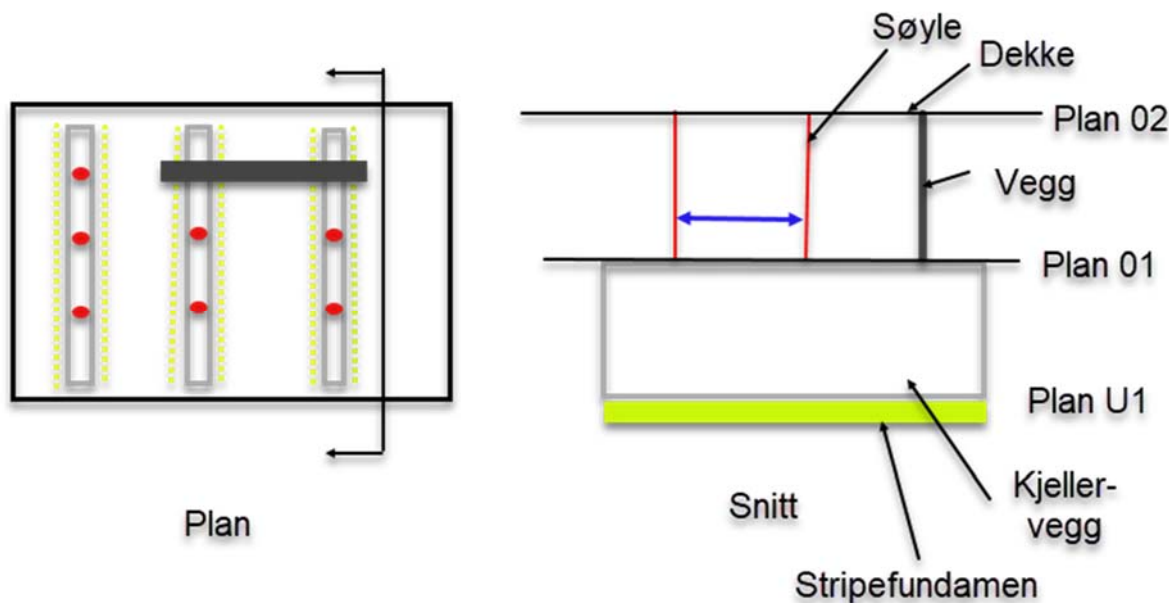
I Tabell 3 er det lagt til grunn at bredden på stripefundamentet er 1,5 m. Dette oppnår man ved at bæreveggen har en tykkelse på 300 mm og stripefundamentet har en tykkelse på 600 mm, se Figur 8.



> *Figur 8: Fundament*

5.3 Bæresystem i øvrige etasjer

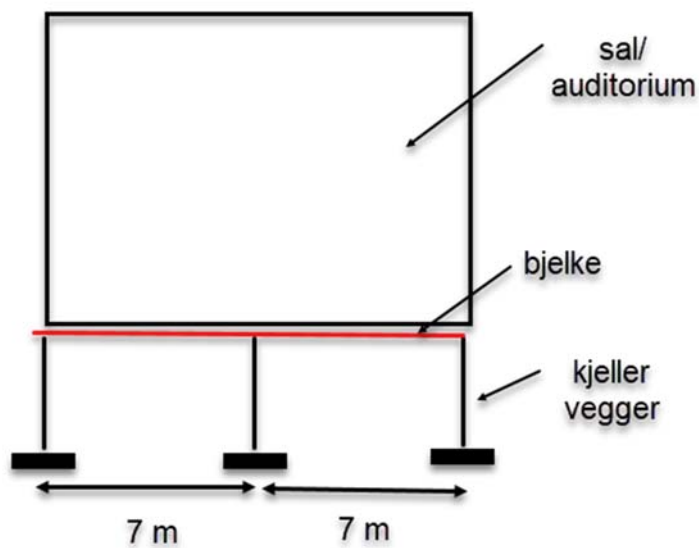
Som vist i de forrige avsnittene, ble det anbefalt å bruke kjellerveggene som bærevegger med stripefundament for å fordele lastene ned på et berg med begrenset kapasitet. Selv om utformelsen av nederste etasje er begrenset, så har man større muligheter i de øvrige etasjene. Figur 9 er ment som et eksempel på hvordan bæresystemet kan være over kjelleretasjen. Figuren til venstre viser et dekke i plan, mens figuren til høyre viser et snitt. Her ser man at bæringen kan gå fra vegger i kjelleretasjen til søyler i etasjen over. Det er også vist at man f.eks. kan plassere en vegg i motsatt retning i etasjen over. Dersom man benytter søyler, bør disse plasseres over kjellerveggene. Avstanden mellom søylene langs en kjellervegg (se blå pil), kan settes til det dobbelte av høyden på kjellerveggen. Dersom kjellerveggen på figuren er 3 m høy, kan avstanden mellom søylene være opptil 6 meter.



> Figur 9: Eksempel bæresystem over kjelleretasje

5.4 Saler

Det er mulig å etablere mer åpne rom, som f.eks. en sal eller et auditorium. Figur 10 viser en enkel prinsippskisse, i snitt, av hvordan dette kan gjøres. Dersom kjellerveggene står med en avstand på 7 m, kan man legge bjelker på tvers over disse. Dersom man gjør dette over to felt, slik som på figuren, har rommet en bredde på 14 m. Innover i plan kan det i prinsippet gå enda lenger. Dersom enkelte vegglaster blir store, kan man til en viss grad øke tykkelsen på dette stripefundamentet for å fordele lasten noe mer.



> Figur 10: Åpent rom

6 KONKLUSJON

Dette notatet har tatt for seg noen ulike bæresystemer og sett på ulike dekketyper. Utformelsen av kjelleretasjen er noe begrenset, da det kreves forholdsvis mange bærevegger for å unngå for stor trykklast på fjellet under. I etasjene over er det mulig å bruke søyler får å få en mer åpen løsning.

Ved å variere veggtykkelse i kjeller og stripefundamentenes tykkelse kan man fordele mer last. Dette åpner opp for større spenn.

Det er mulig å etablere saler/auditorier dersom det er ønskelig, men vanskelig å gi eksakte størrelser. Disse bør etableres over kjeller for å kunne fordele lastene bedre. Dekket over salen/auditoriet bør ikke være for tungt belastet.

Dersom man ønsker å gå for alternativ 1C, må bæreveggene under høyblokken stå forholdsvis tett. Et annet viktig aspekt som må vurderes er stabilitet, vind- og jordskjelvslast. Dette er ikke vurdert i dette notatet. Fjellet kan ikke oppta strekkrefter, noe som kan gjøre det problematisk med høyhus på tomten. Det er vanskelig å si noe mer konkret uten å foreta ytterligere analyser.