

Oppdragsgiver: Bergen Vann
 Oppdragsnavn: Riplegården høydebasseng
 Oppdragsnummer: 615086-25
 Utarbeidet av: Kjell Inge Langeland Vik
 Oppdragsleder: Kjetil Krogsrud
 Dato: 10.03.2022
 Tilgjengelighet: Åpent

Notat Bæreevne eksisterende betongkonstruksjon Riplegården

Versjonslogg:

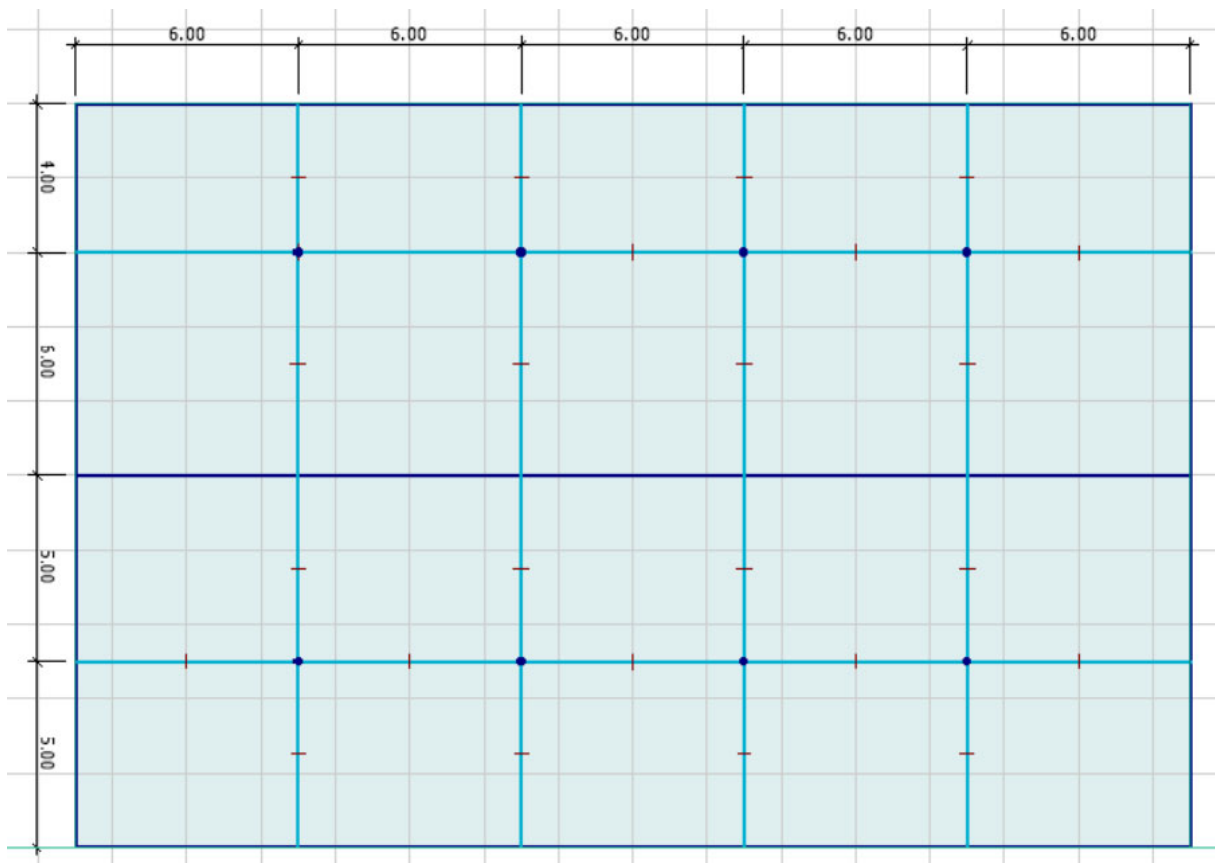
01	10.03.22	Versjon 1	KIV	EK
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

1. Dagens situasjon

1.1. Innledning

Eksisterende konstruksjoner ble bygget av tyskerne under andre verdenskrig. Inntil nylig har bassenget vært i bruk som drikkevannsbasseng, men er nå tømt for vann grunnet innlekking av vann utenfra. Deler av dekke over eksisterende basseng er nå revet og nytt basseng skal etableres i nordre del. Resterende del av dekke skal beholdes og det skal etableres uteområde over. Dette notatet kartlegger eksisterende bæreevne og foreslår eventuelle tiltak.

Dekke over eksisterende basseng består i hovedsak av betongdekke $t=200\text{mm}$ med opplegg på bjelker $b \times h = 400 \times 650$, søyler 600×600 og vegger $t = 600$. Utformingen til dette systemet er ikke helt regulært da avstand mellom søylerekker og yttervegg varierer noe, men kan konservativt forenkles til systemet vist i figur nedenfor.



1.2. Betongkvalitet

Det er blitt tatt betongprøver fra dekke og vegg og disse er trykktestet etter Vegvesenets spesifikasjon for trykkfasthet, terning og sylinder:

TEST RESULTAT : Trykkprøving									
Test No.	Prøve	Areal av trykkflate [mm ²]	Dim. H/D mm.	Brudd Last (P) [KN]	Fasthet av prøve P/A*10 ³ [Mpa]	H/D forhold	Omregningsfaktor i hht. NS 3420	Ekvivalent omregnet fasthet h/d=1,0 [Mpa]	Prøvefasthet, middelværdi A og B (MPa)
1	Betong dekke	4416	75/75	138,0	31,25	1	0,87	27,19	
2	Betong vegg	3524	67/67	66,5	18,87	1	0,87	16,42	

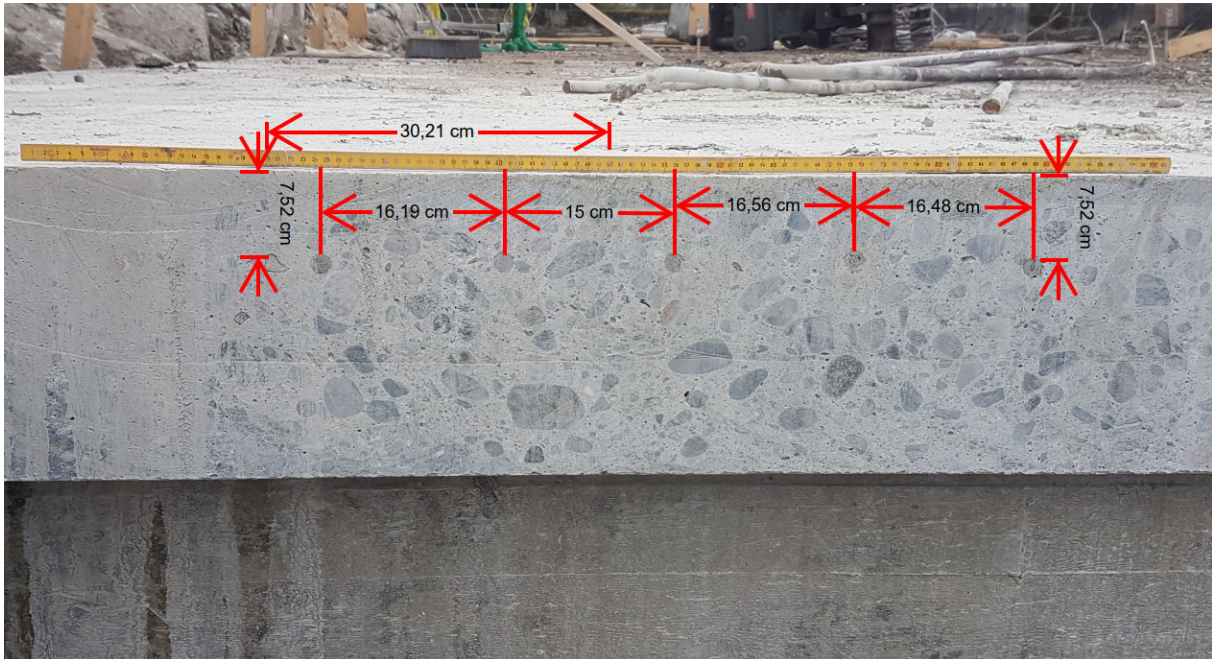
For dekke er det i beregningene benyttet fasthetsklasse B20. Materialfaktor er satt til 1,5.

1.3. Armering dekke

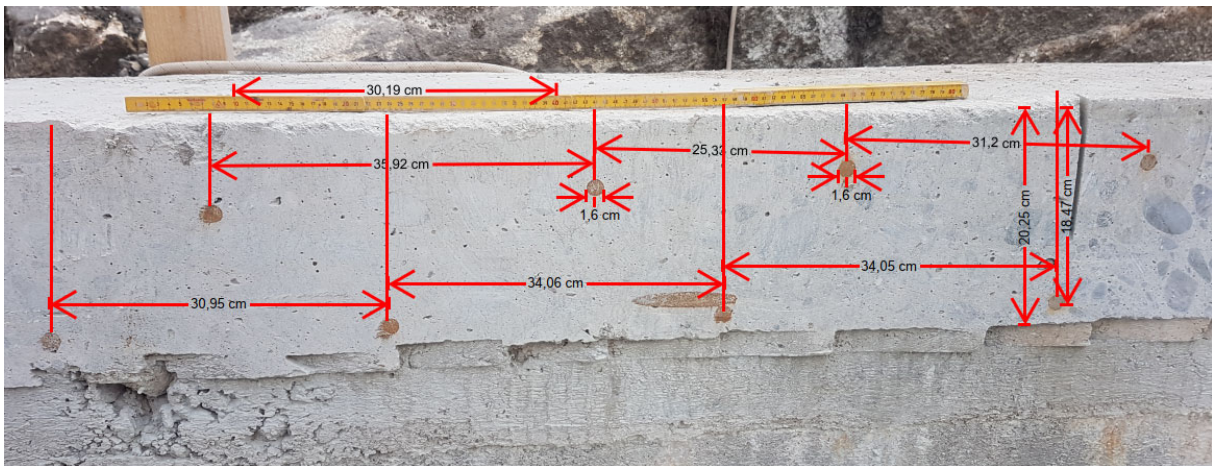
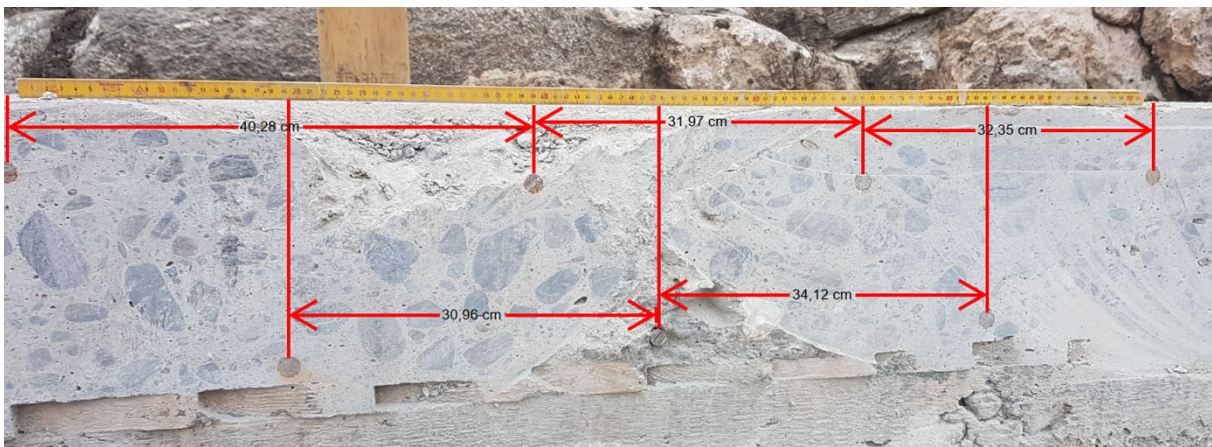
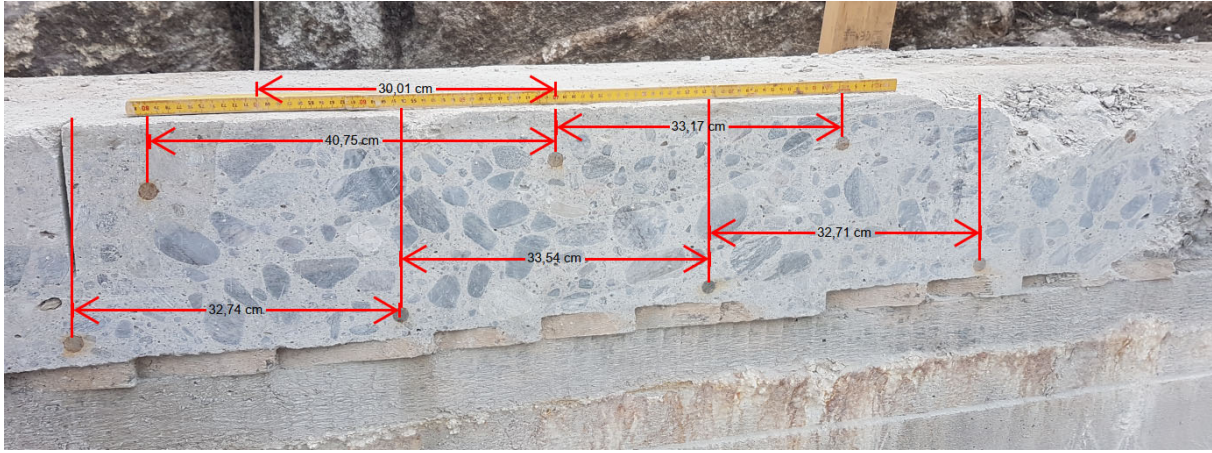
I dekke er det benyttet glatt armering ø16:



Armering dekke over bjelke:



Armering dekke mot opplegg yttervegg:





Basert på innmålingene vist ovenfor er det rimelig å anta at dekke er armert med

- $\varnothing 16c160$ i overkant over bjelker/innvendige oppleggo
- $\varnothing 16c320$ i underkant i felt
- $\varnothing 16c320$ mot opplegg yttervegg

Det er noe usikkerhet om armering i felt. Det er sannsynlig at armeringsføringen er tilpasset områder med størst moment og at også underkantarmeringen i felt derfor er $\varnothing 16c160$, men dette har seg ikke latt dokumentere. Det kan eventuelt utføres videre undersøkelser for å lokalisere armering.

Overdekning i lengderetning til bassenget settes for underkant dekke lik 30mm og overkant bjelke lik 75mm.

Overdekning i tverretning til bassenget settes for underkant dekke lik 30mm+16mm og overkant bjelke lik 75mm-16mm.

1.4. Armering bjelker





Der ser ut som armering i bjelke har noen bidrag fra dekkearmering, men denne ses bort fra og bjelkearmering settes lik 6stk $\varnothing 32$ både i overkant og underkant for bjelker.

Overdekning i underkant påvirkes ikke armering av dekkearmering og settes derfor lik 30mm. Overdekning i overkant forenkles til lik for alle bjelker og settes til den største for begge retninger. Det gir overdekning i overkant lik 75mm.

1.5. Armeringskvalitet

For armeringsstål er det benyttet karakteristisk flytegrense etter Statens vegvesen håndbok 413. Denne håndboken angir flytegrense for glattstål lik 230N/mm^2 :

Tabell 2.1.3 Armeringens karakteristiske flytegrense, f_{yk}

Armeringstype	Armeringskvalitet	Diameter (mm)	f_{yk} (N/mm ²)
Glattstål	St. 37	8-32	230
Kamstål	Ks 40 og Ks 40 S	8-20	400
		25-32	380
	Ks 50 og Ks 50 S	8-16	500
		20-32	480
	Ks 60 og Ks 60 S	8-16	600
	K 400 S og K400 TS	8-32	400
	K500 S og K500 TS	8-32	500
	K500 TE	8-32	500
	B500C	8-32	500

Det er benyttet materialfaktor for armeringsstål etter håndbok 413:

Tabell 2.1.1 Materialfaktorer for betong og armeringsstål

Materiale	Materialfaktorer γ_C og γ_S			
	Bruddgrense-tilstand	Bruksgrense-tilstand	Ulykkesgrense-tilstand	Utmatningsgrensetilstand
Armert betong, γ_C	1,50	1,0	1,20	1,50
Armering før 1920, γ_S	1,50 ⁽¹⁾	1,0	1,30	1,30
Armering 1920-1955, γ_S	1,30 ⁽²⁾	1,0	1,20	1,20
Armering 1955-2010, γ_S	1,25	1,0	1,10	1,15
Armering etter 2010, γ_S	1,15	1,0	1,00	1,15

⁽¹⁾ For brudekker uten tegn til armeringskorrosjon av betydning for bæreevne i kritiske snitt, kan $\gamma_S = 1,30$ benyttes.

⁽²⁾ For bruer uten tegn til armeringskorrosjon av betydning for bæreevne i kritiske snitt, kan $\gamma_S = 1,25$ benyttes.

Ved riving av betongkonstruksjoner fremstår armering som intakt og uten tegn til armeringskorrosjon. Det er derfor benyttet materialfaktor 1,25.

1.6. Momentkapasitet betongdekke dagens situasjon

$$A_{s,\phi 16c320} = 628\text{mm}^2/\text{m}$$

$$M_{Rd,UK,lengderetning} = 628\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (200-30-16/2) \times 230\text{N/mm}^2 / 1,25 = 17\text{kNm/m}$$

$$M_{Rd,UK,tverretning} = 628\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (200-30-16-16/2) \times 230\text{N/mm}^2 / 1,25 = 15\text{kNm/m}$$

$$M_{Rd,OK,lengderetning} = 1256\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (200-75-16/2) \times 230\text{N}/\text{mm}^2 / 1,25 = 24\text{kNm}/\text{m}$$

$$M_{Rd,OK,tverretning} = 1256\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (200-75+16-16/2) \times 230\text{N}/\text{mm}^2 / 1,25 = 28\text{kNm}/\text{m}$$

1.7. Momentkapasitet betongbjelker dagens situasjon

$$A_{s,6\emptyset32} = 6 \times 804\text{mm}^2 = 4824\text{mm}^2$$

$$M_{Rd,UK,bjelke} = 4824\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (650-30-32/2) \times 230\text{N}/\text{mm}^2 / 1,25 = 483\text{kNm}/\text{m}$$

$$M_{Rd,OK,bjelke} = 4824\text{mm}^2/\text{m} \times 0,9 \times (650-75-32/2) \times 230\text{N}/\text{mm}^2 / 1,25 = 447\text{kNm}/\text{m}$$

1.8. Laster på konstruksjonen

Laster som er benyttet:

Egenlast betong: $25\text{kN}/\text{m}^3$

Egenlast løsmasser: $19\text{kN}/\text{m}^3$

Egenlast glasopor: $1,8\text{kN}/\text{m}^3$

Nyttelast: $3\text{kN}/\text{m}^2$

Snølast: $2\text{kN}/\text{m}^2$

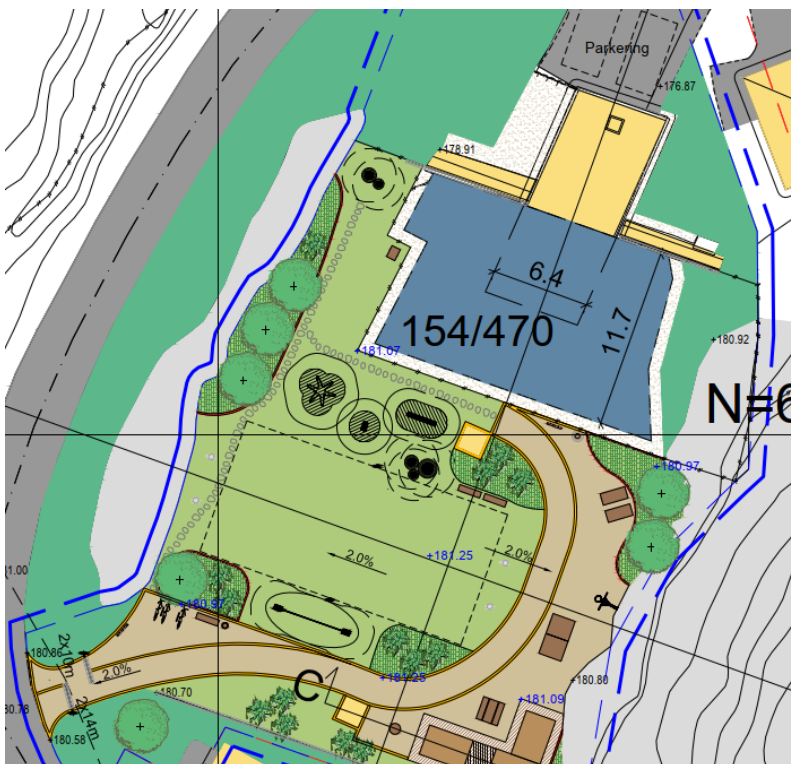
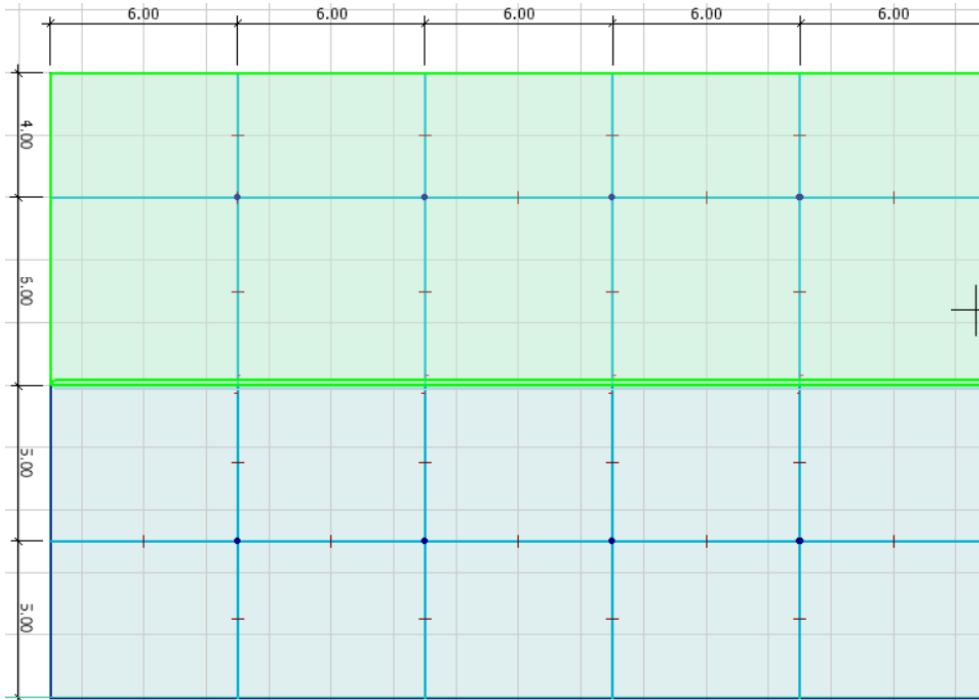
For ovenforliggende masser kan disse ligge i en tykkelse på inntil 500mm. Det legges inn to tilfeller med last:

Gressareal: 300mm glasopor og 200mm vekstjord = $4,3\text{kN}/\text{m}^2$

Grusareal: 250mm glasopor og 250mm grus = $5,2\text{kN}/\text{m}^2$

I tillegg kontrolleres det for tilfelle der det benyttes pukk i stedet for glasopor. Alle arealer vil i dette tilfellet få en belastning på $10\text{kN}/\text{m}^2$ fra ovenforliggende masser.

Lastarealene forenkles ut fra LARK-plan og deles på hvert sitt kammer. For grønt areal legges det inn gressareal mens det for øvrig areal legges inn grusareal.



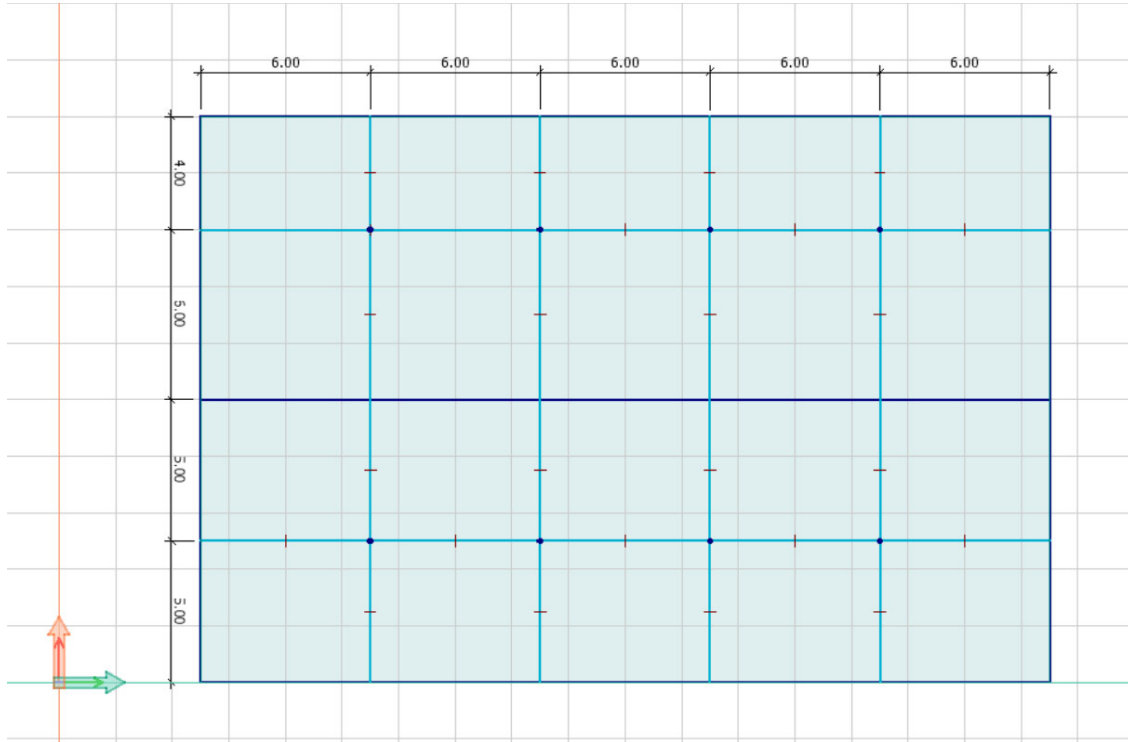
Det er benyttet følgende lastkombinasjoner:

Egenlast dominerende: $1,35 \times \text{egenlast} + 1,05 \times \text{nyttelast} + 1,05 \times \text{snølast}$

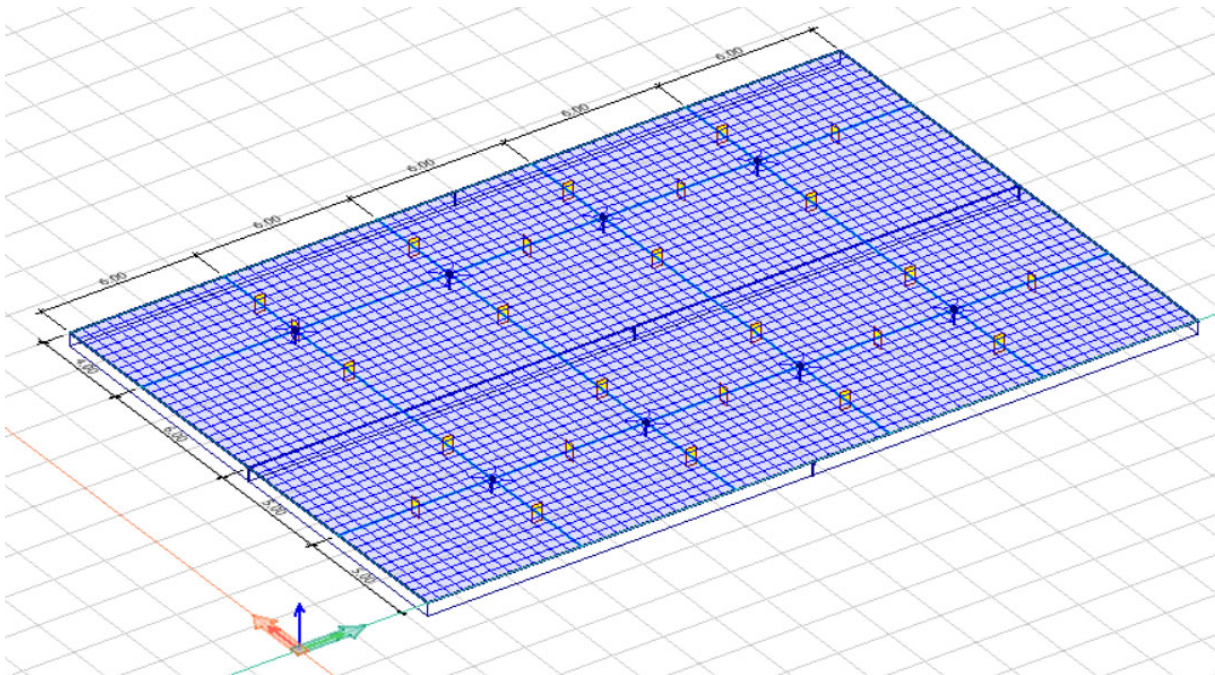
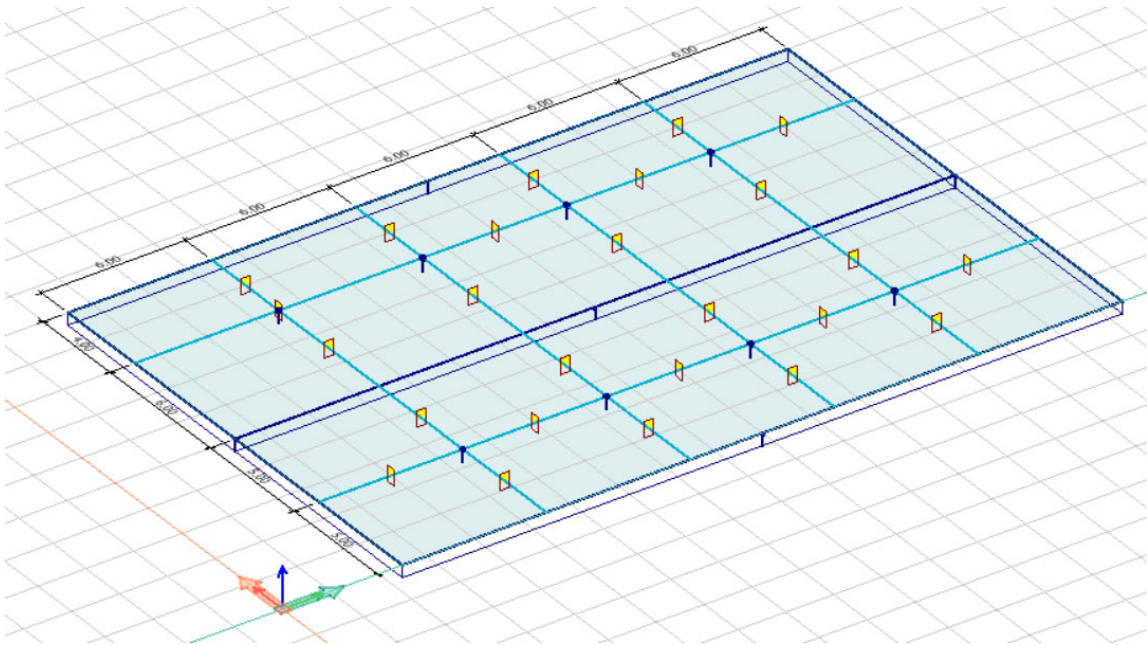
Nyttelast dominerende: $1,2 \times \text{egenlast} + 1,5 \times \text{nyttelast} + 1,05 \times \text{snølast}$

1.9. Beregningsmodell

Den forenklete FEM-Designmodellen ser slik ut:



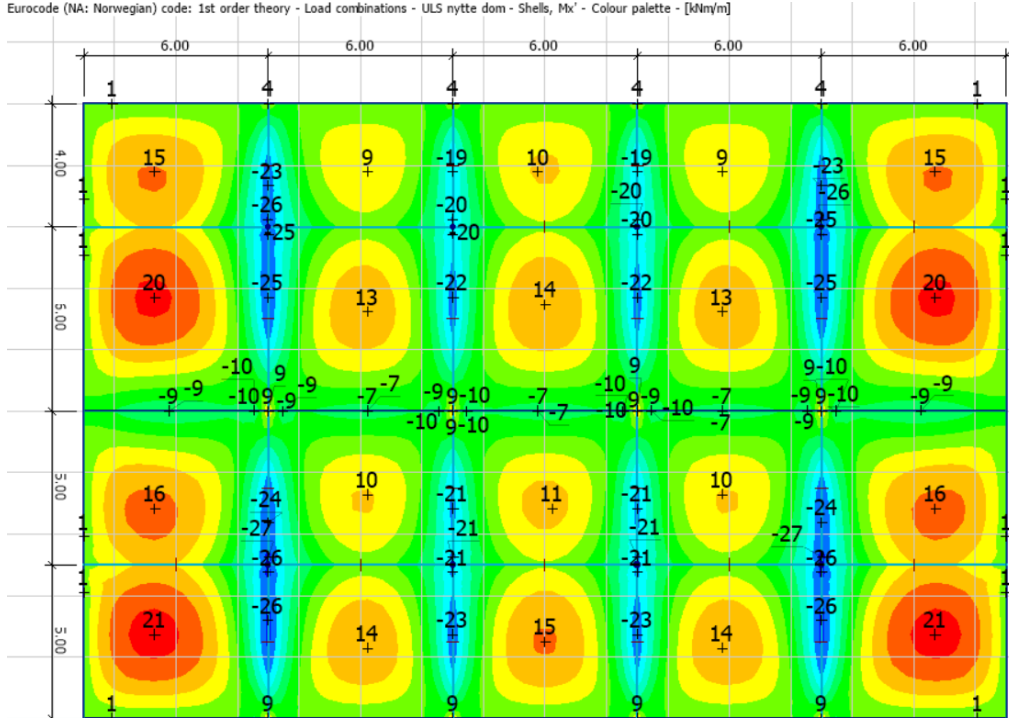
Dekkekonstruksjonen betraktes som leddet mot yttervegg, men som kontinuerlig over midtvegg. Søylene er erstattet med punktopplegg i z-retning. Alle bjelker regnes som kontinuerlige.



1.10. Resultat dekke ved bruk av glasopor

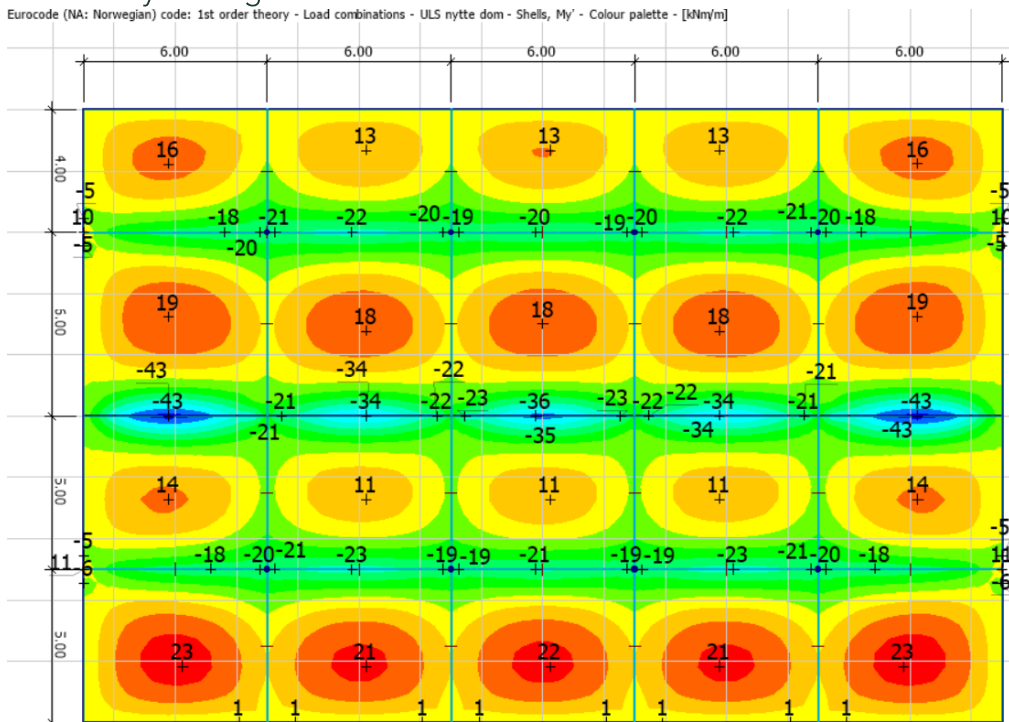
Moment i x-retning:

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Shells, Mx' - Colour palette - [kNm/m]



Moment i y-retning:

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Shells, My' - Colour palette - [kNm/m]

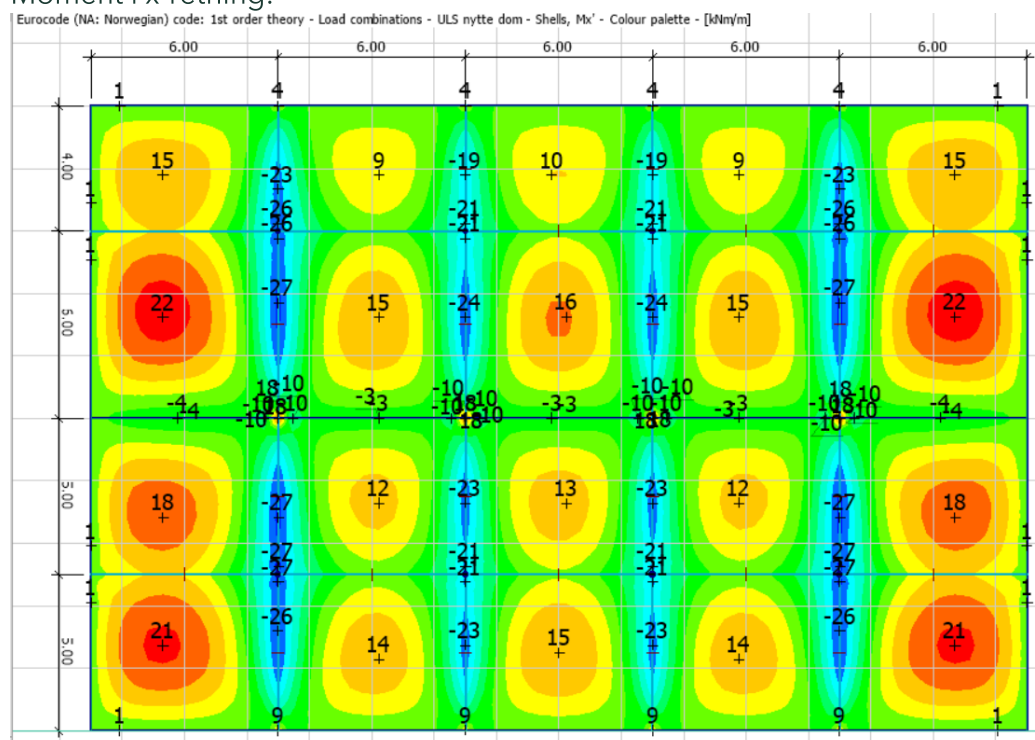


Vi ser at over midtvegg i y-retning (tverretning) får vi dimensjonerende moment (maksverdier) på 43kNm/m. Momentkapasitet her er beregnet til 28kNm/m.

Dersom vi sier at dekke kan risse opp i overkant over midtvegg kan vi legge inn et ledd her i beregningsmodellen. Det er valgt å legge inn delvis innspenning over midtvegg da dette vil representere omfordeling av kreftene på best mulig måte.

Dette gir følgende resultater:

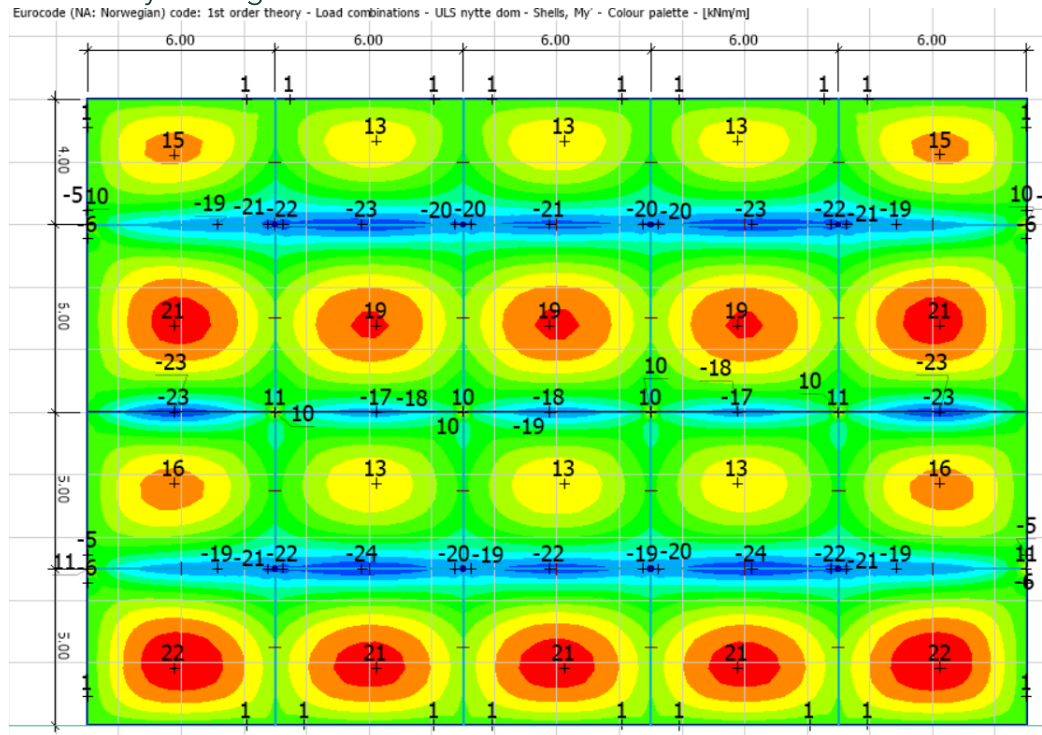
Moment i x-retning:



Største opptredende overkantmoment 27kNm/m er litt over dekkets kapasitet på 24kNm/m.

Også største opptredende underkantmoment 22kNm/m er større enn dekkets kapasitet på 17kNm/m.

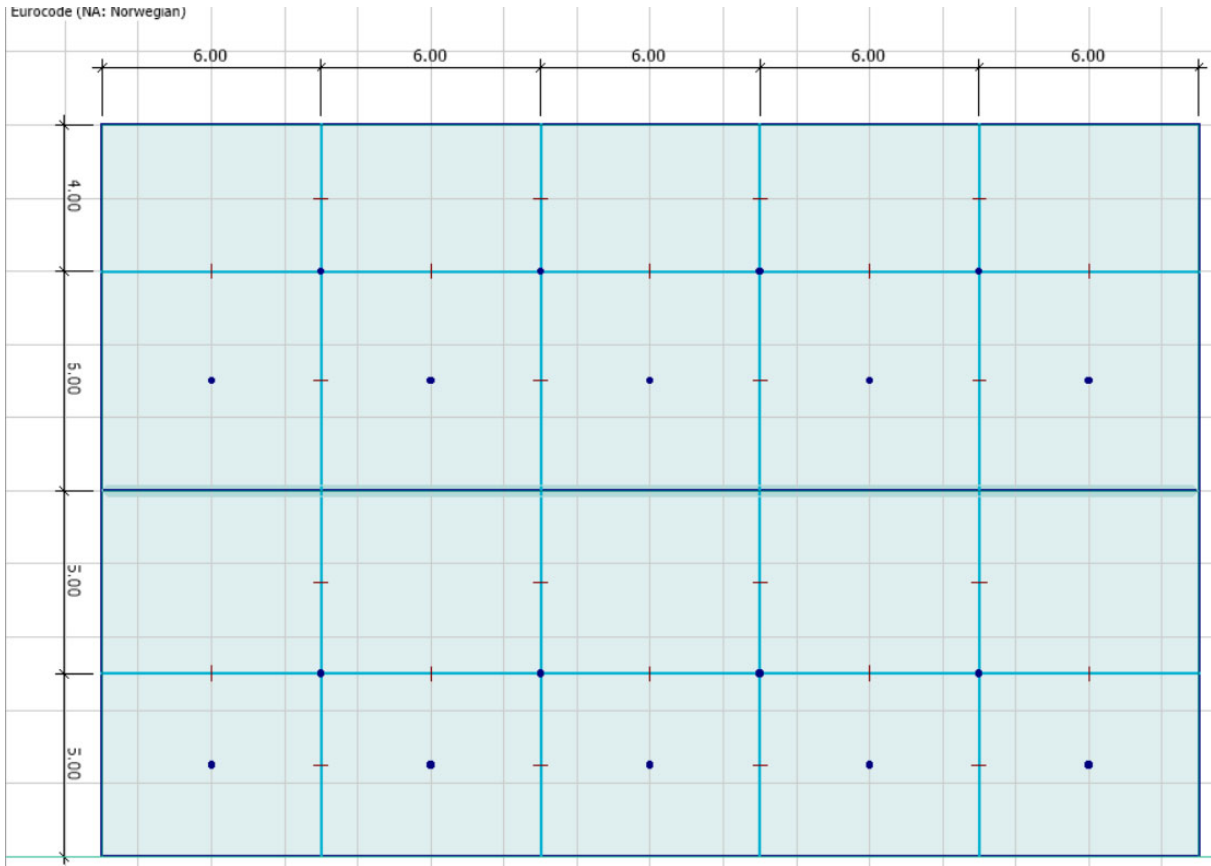
Moment i y-retning:



Største opptredende overkantmoment 24kNm/m er innenfor dekkets kapasitet på 28kNm/m.

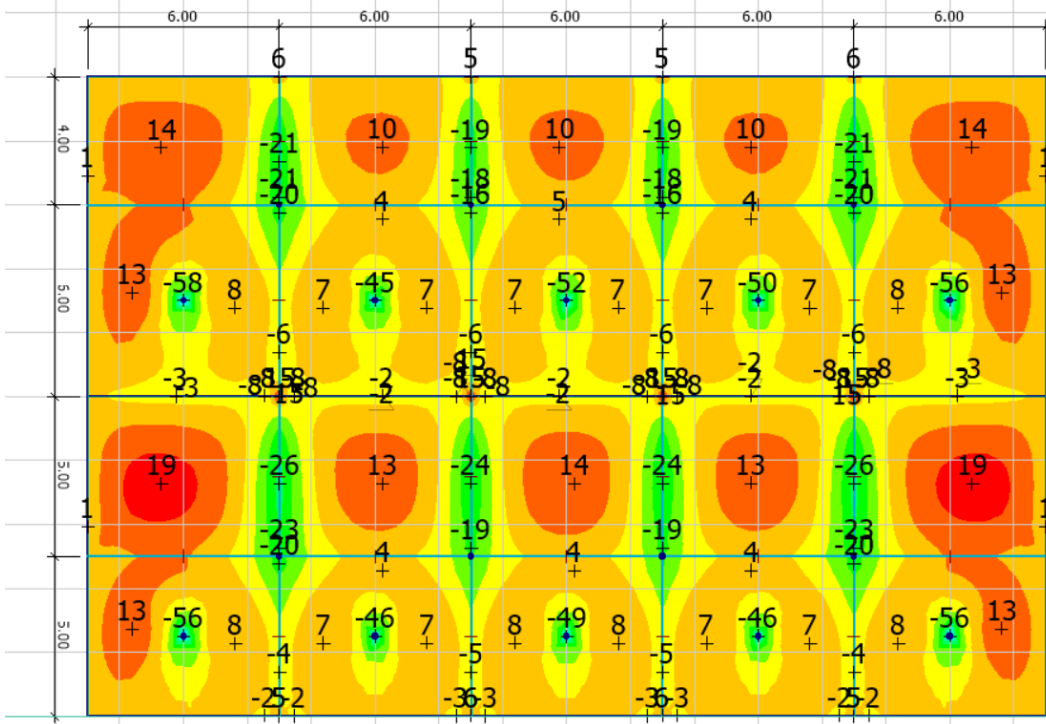
Største opptredende underkantmoment 22kNm/m er større enn dekkets kapasitet på 15kNm/m.

Prøver med å legge inn søyle i hvert felt langs yttervegg med spennvidde 5m i tverretning og i hvert felt langs midtvegg med spennvidde 6m.



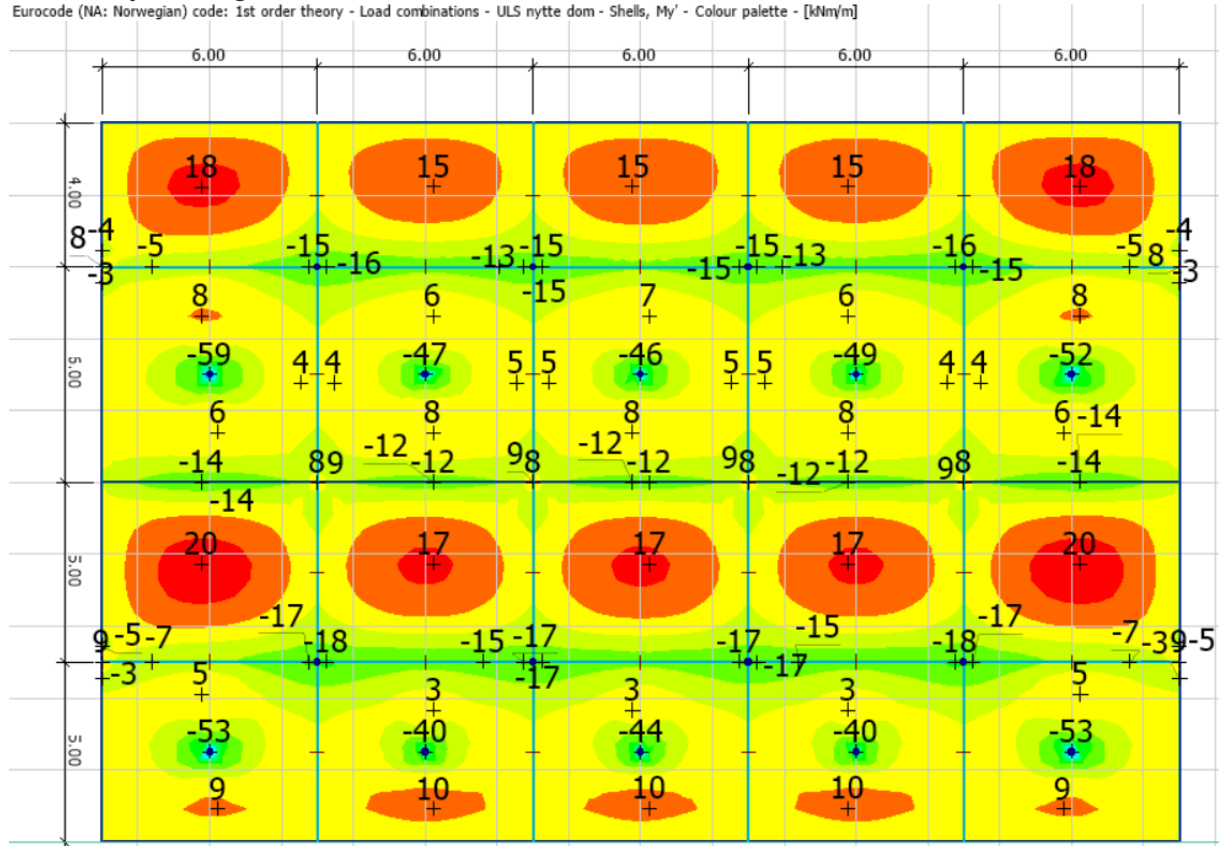
Moment x-retning:

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Shells, Mx' - Colour palette - [kNm/m]

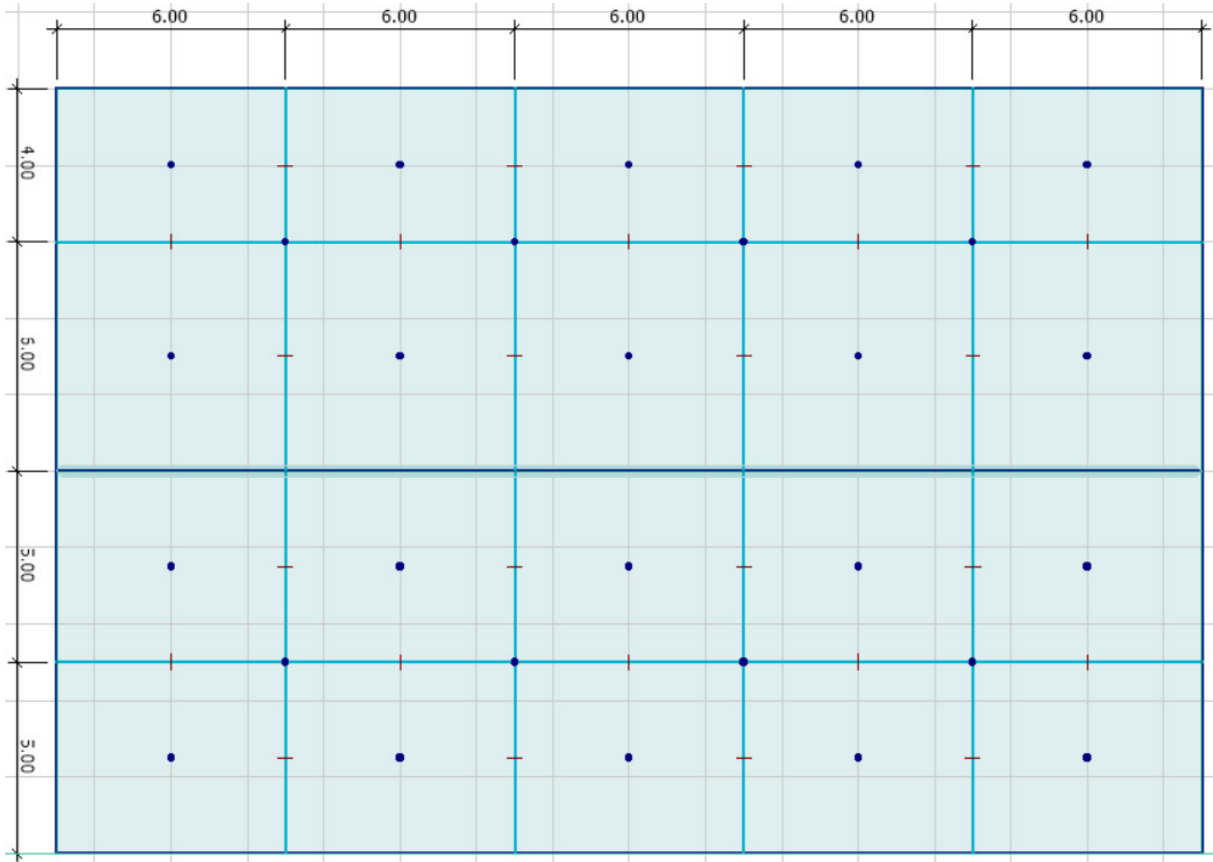


Moment y-retning:

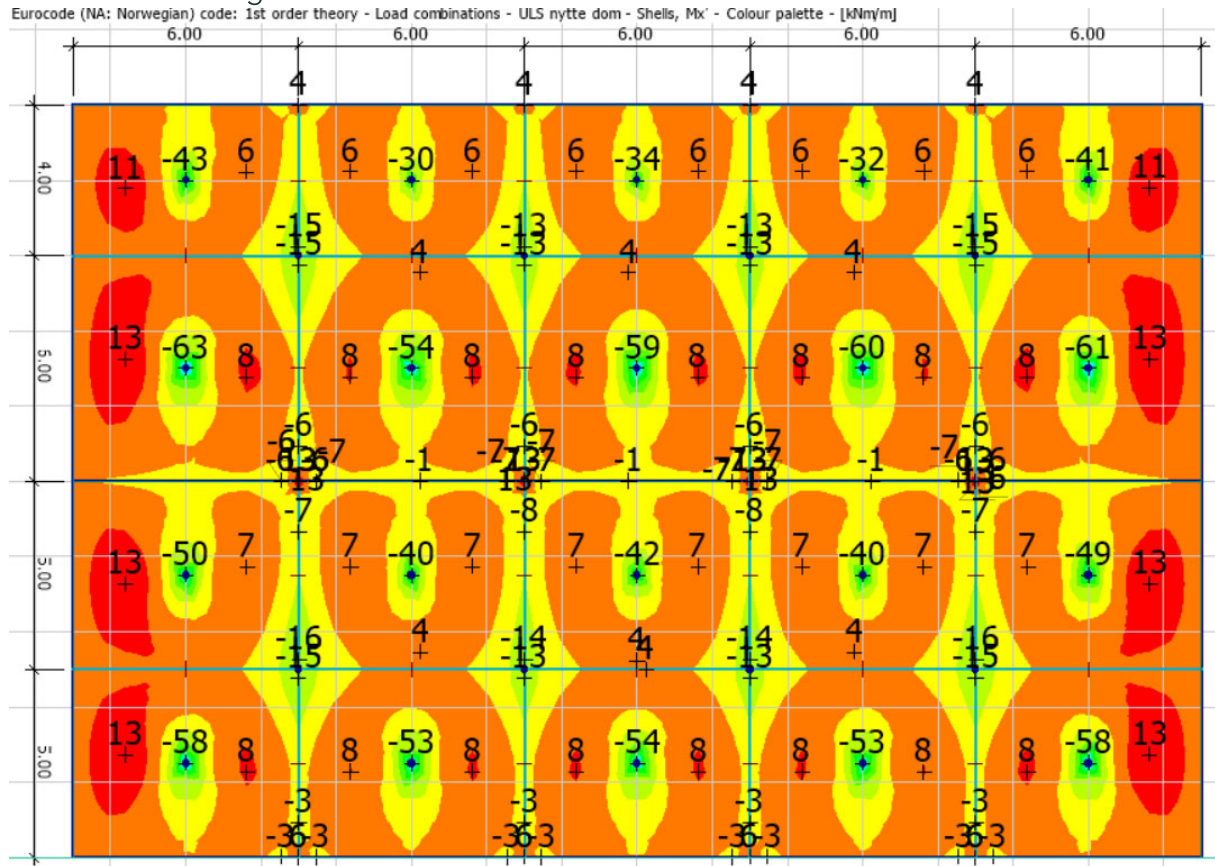
Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Shells, My' - Colour palette - [kNm/m]



Vi ser at vi nå er over dimensjonerende kapasitet i øvrige feltog og legger derfor inn søyler i hvert felt.

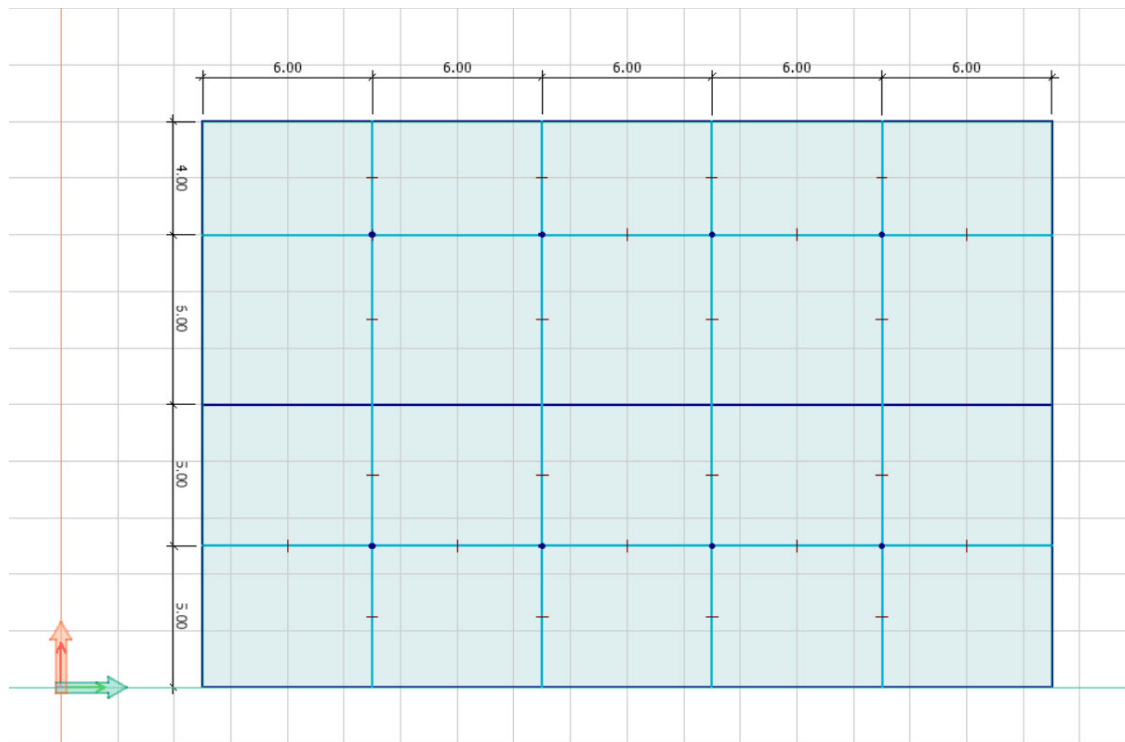


Moment i x-retning:

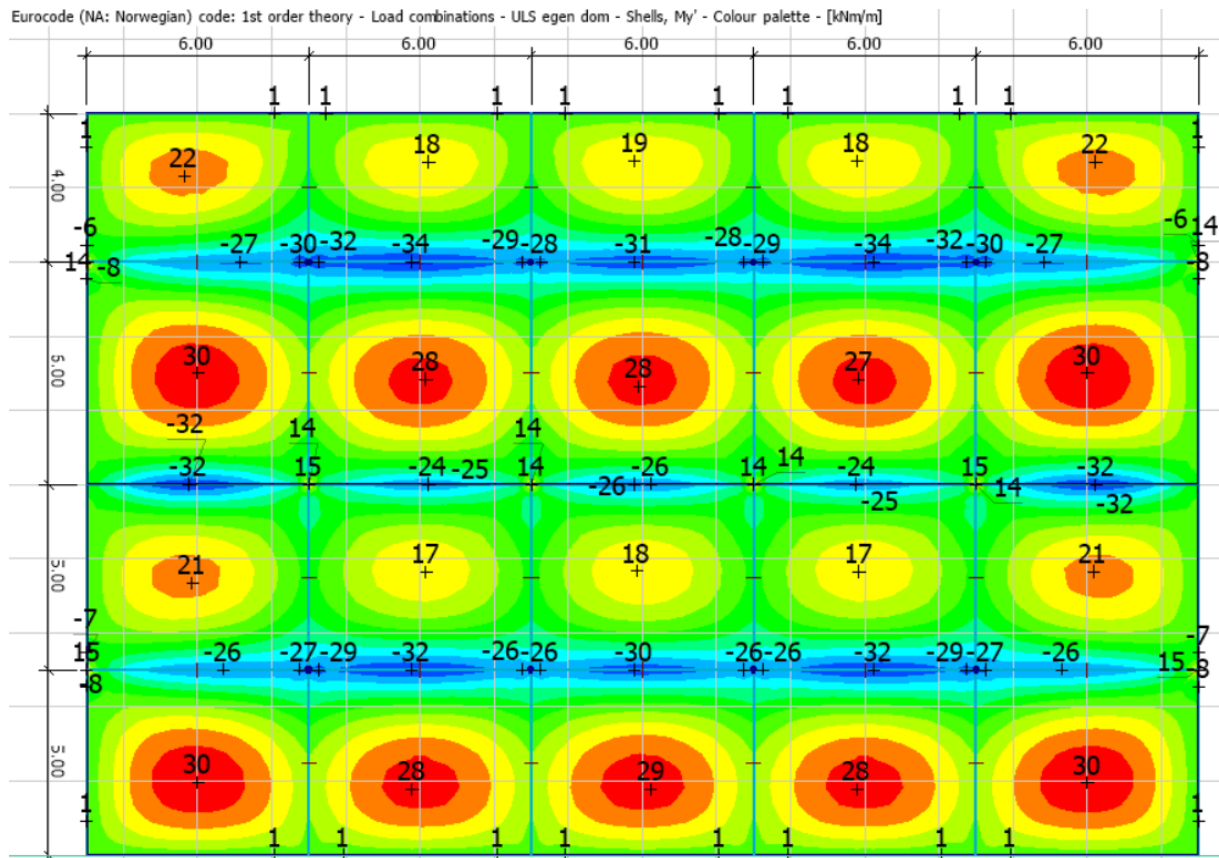


1.11. Resultat dekke ved bruk av pukk i stedet for glasopor

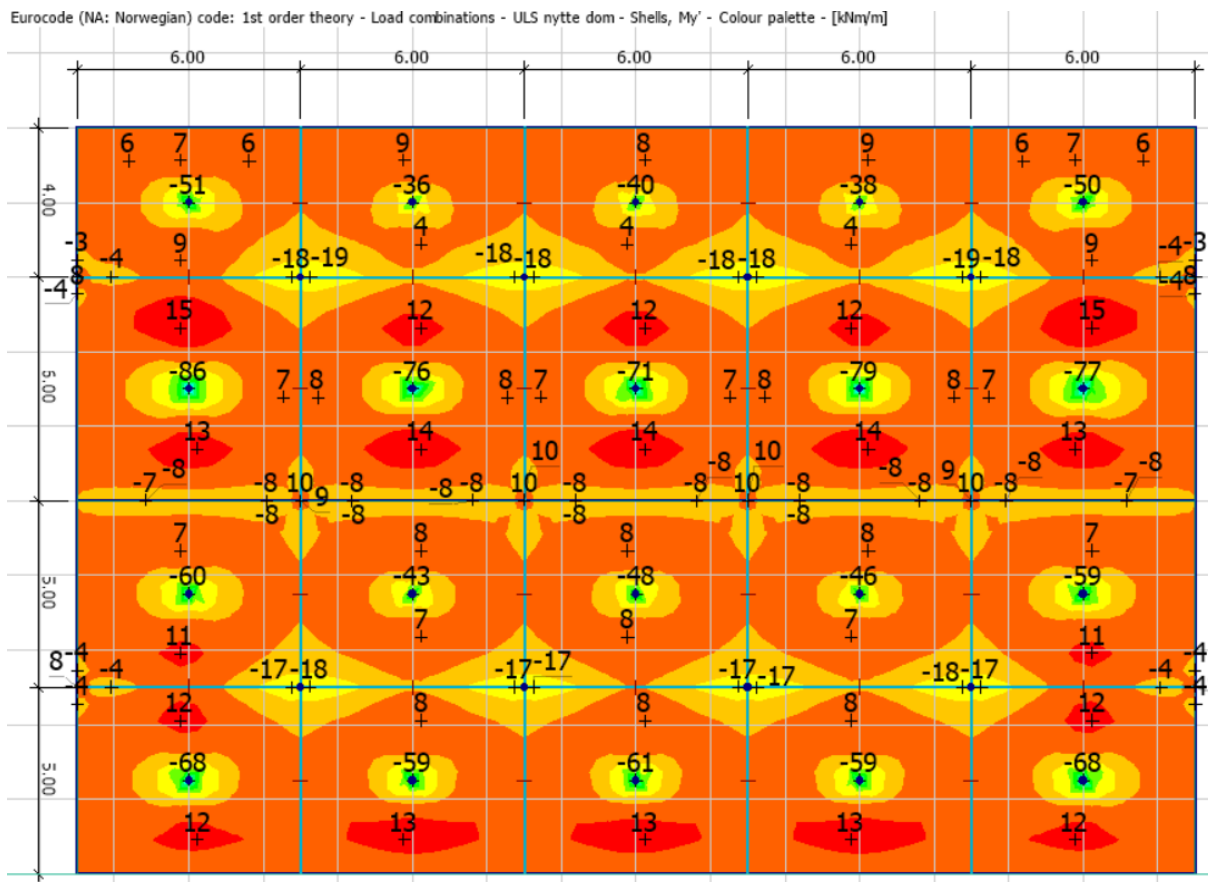
Tilfelle uten understøttelser



Moment i y-retning:



Vi ser tilsvarende i y-retning som for x-retning: Opptredende feltmoment er ca. dobbelt så stort for momentkapasiteten mens man for overkantmoment ligger over momentkapasiteten. Det vil derfor være behov for tiltak selv om man hadde gått ut fra at armeringsmengden i felt var større.



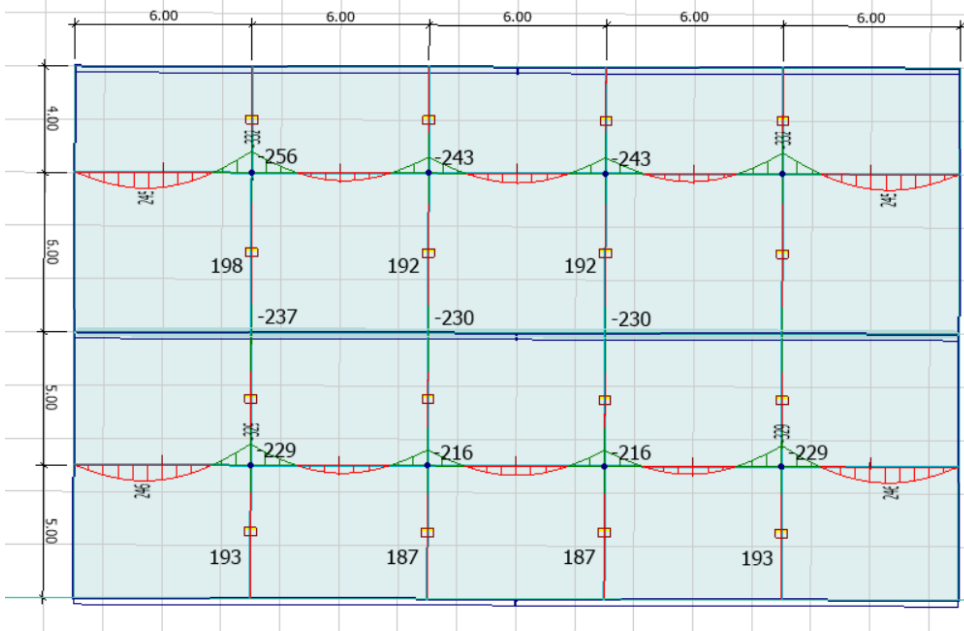
Største opptredende overkantmoment utenom de svært konsentrerte punktene over de nye søylene er 19kNm/m som er innenfor dekkets kapasitet på 28kNm/m.

Største opptredende underkantmoment 15kNm/m er lik dekkets kapasitet på 15kNm/m.

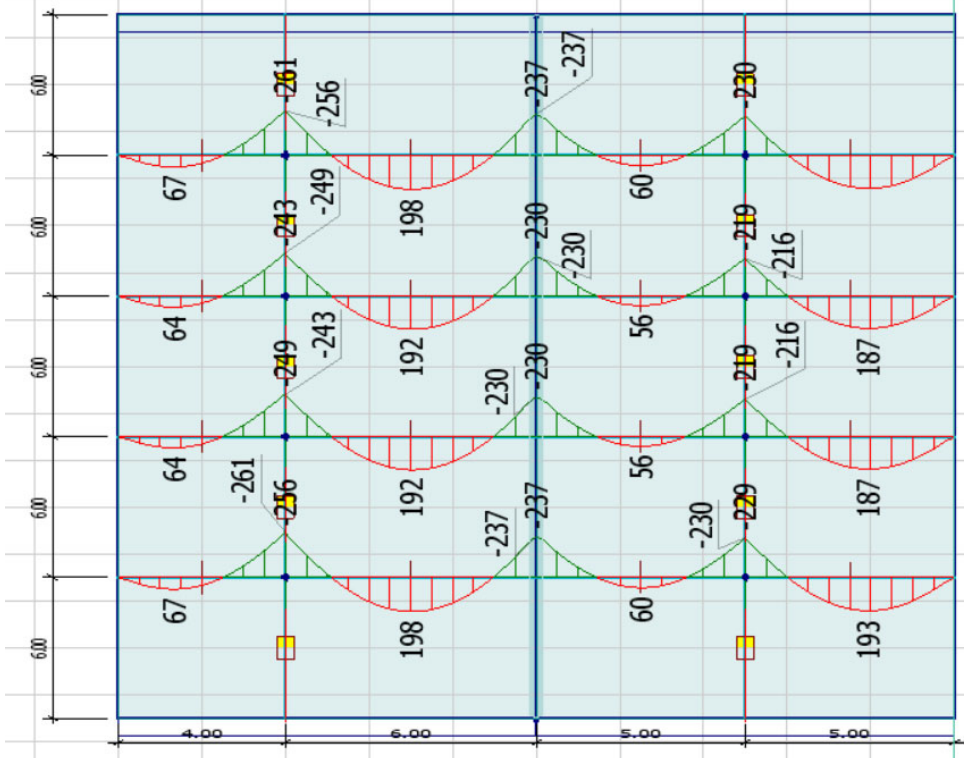
1.12. Kontroll moment bjelker

Bjelkekapasiteten er kontrollert for lasttilfelle med pukk og uten supplerende søyler.

Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Bars, My' - Graph - [kNm]



Eurocode (NA: Norwegian) code: 1st order theory - Load combinations - ULS nytte dom - Bars, My' - Graph - [kNm]



Største opptredende moment er 261kNm og er trygt innenfor beregnet momentkapasitet på 447kNm.

1.13. Oppsummering

Beregninger viser at bæreevne til eksisterende dekke ikke lar seg dokumentere som tilstrekkelig for de laster det skal dimensjoneres for. Dette er uavhengig om det benyttes glasopor eller pukk. Det må gjøres forsterkningstiltak i form av understøttelser. Disse er tenkt i form av søyler med større vouter i hvert dekkefelt. Endelig detaljprosjektering av disse må sees på videre. Omfang av forsterkninger ser ut til å bli likt både for alternativ med glasopor og alternativ med pukk.

Det er fortsatt noe usikkerhet for armering i dekke. Beregningene er basert på en konservativ antakelse med $\varnothing 16c160$ i overkant over opplegg og $\varnothing 16c320$ i underkant dekke. Det kan tenkes at det er lagt inn større armering i underkant dekke i felter. Dersom dette stemmer vil omfang av understøttelser sannsynligvis kunne reduseres til det halve for tilfelle med glasopor, mens det for pukk fortsatt vil være behov for understøttelser i hvert felt. Ytterligere undersøkelser kan foretas for å få dokumentert armering i dekke.