



Velkommen til Dansk betonforening



Vi er 1.400+ medlemmer!

Bliv medlem af vores netværk,
det er gratis for medlemmer af IDA

Vi går snart i gang

Mens du venter kan du evt. tænde kameraet
på din telefon og skanne QR-koderne.



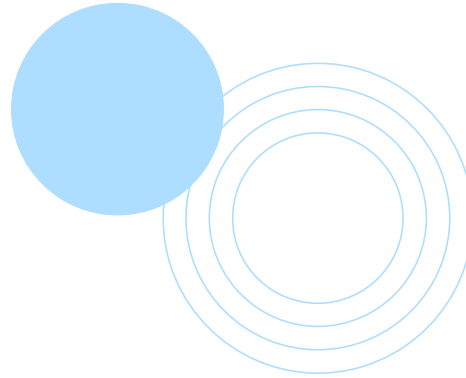
Læs mere om
Kommende
arrangementer



Læs mere om
Dansk
Betonforening



Kommende arrangementer



26. maj kl. 15:00: [Kan store betonrør medvirke til løsning af Danmarks klimaudfordringer? \(fabrikation, udførelse og vedligehold\)](#)
8. juni kl. 15:00: [Vi reducerer CO2-udledningen med 70% - hvor langt er vi nået?](#)
25. august kl. 15:00: [Flydebeton - Udfordringer med støbninger](#)
7. september kl. 15:030: [Element-Event \(teori\)](#)
15. september kl. 17:15: [Bæredygtig Design: Hvordan griber vi det an?](#)
23. september kl. 08:30 - 24. september kl. 16:00: [Dansk Betondag](#)
5. oktober kl. 17:00: [Ringsted-Femern forbindelsen](#)
7. oktober kl. 17:15: [Beton og højhuse: Fordele og udfordringer ved beton i højhuse](#)
13. oktober kl. 15:00: [Højhuse: Past – Present – Future: også i Aarhus \(arbejdstitle\)](#)
10. november 2021 kl. 9:00: [Genanvendelse af Beton](#)



Dansk Betonforenings studielegater

**Legater & gratis medlemskab
til vores juniormedlemmer**

RAMBOLL

Ansøgning om legat

Du kommer i betragtning til et studielegat ved at indsende en motiveret ansøgning samt CV (herunder liste med betonrelevante kurser, du har taget) og øvrige materialer, fx eksamensprojekt eller publicerede artikler, som dokumenterer din faglige interesse for beton.

Ansøgning sendes til:

Hanne Høy Kejser: hkh@ida.dk

Angiv "DBF studielegat" som overskrift. Angiv desuden navn samt dit medlemsnummer.

Ansøgningsfrist: 19. august 2021.



BELLA SKY

Betonelementer udnyttet til grænsen

Kaare K.B. Dahl

RAMBOLL

2021-05-19

KAARE K.B. DAHL: KARRIERE I RAMBØLL

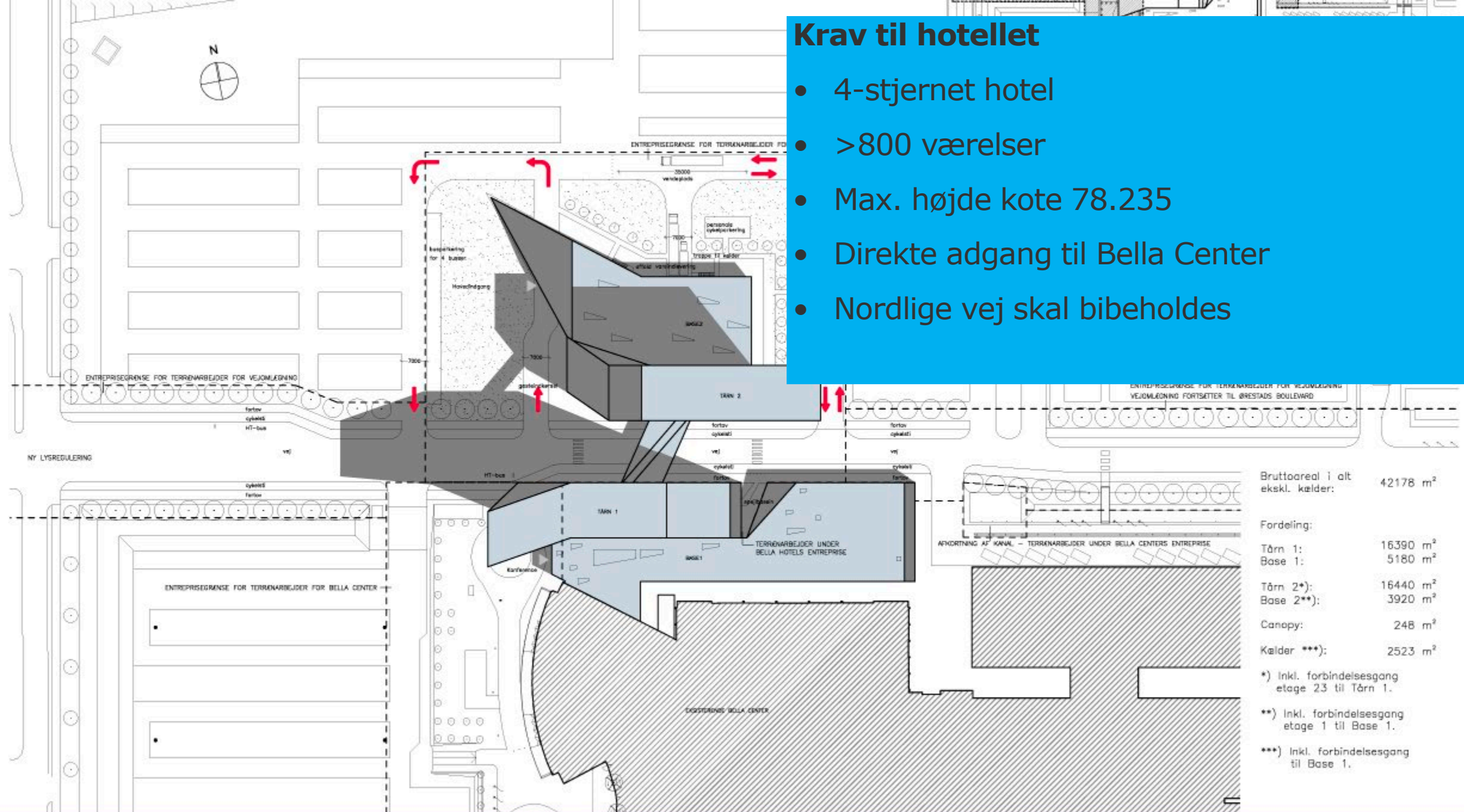
- 1981: Starter som EDB-operatør i Ramboll
- 1982: Starter som civilingeniørstuderende (bygning) på DTU
- 1982: Fortsætter som programmør hos Rambøll
- 1988: Færdig som civilingeniør (bygning) fra DTU
- 1988: Overgår til ingeniør (beton) i Rambøll
- 1989: Starter fuldtids studium som PhD. På DTU
- 1992: Tildeles PhD-graden (3-aksede spændings- og deformationsforhold i beton)
- 1992: Genansættes som ingeniør i Rambøll
- 2007 - : Udnævnes til Senior Projektchef i Rambøll
- 2015: Konstitueret afdelingsleder i Ramboll Engineering Center, New Delhi
- 2019: 35 års jubilæum in Ramboll

Agenda

- Lidt om baggrunden
- Nøgletal og generel opbygning
- Hovedstatikken for lodret last
- Stabilitet
- Nogle af de største tekniske udfordringer
 - Forskydning i dækkene
 - Længde-tværvægssamling
 - Afstivning af skrå vægelementer
 - Gangbro på etage 23

Krav til hotellet

- 4-stjernet hotel
- >800 værelser
- Max. højde kote 78.235
- Direkte adgang til Bella Center
- Nordlige vej skal bibeholdes



Bruttoareal i alt
ekskl. kelder: 42178 m²

Fordeling:

Tårn 1: 16390 m²
Base 1: 5180 m²

Tårn 2*): 16440 m²
Base 2**): 3920 m²

Canopy: 248 m²

Kelder ***): 2523 m²

*) Inkl. forbindelsesgang
etage 23 til Tårn 1.

**) Inkl. forbindelsesgang
etage 1 til Base 1.

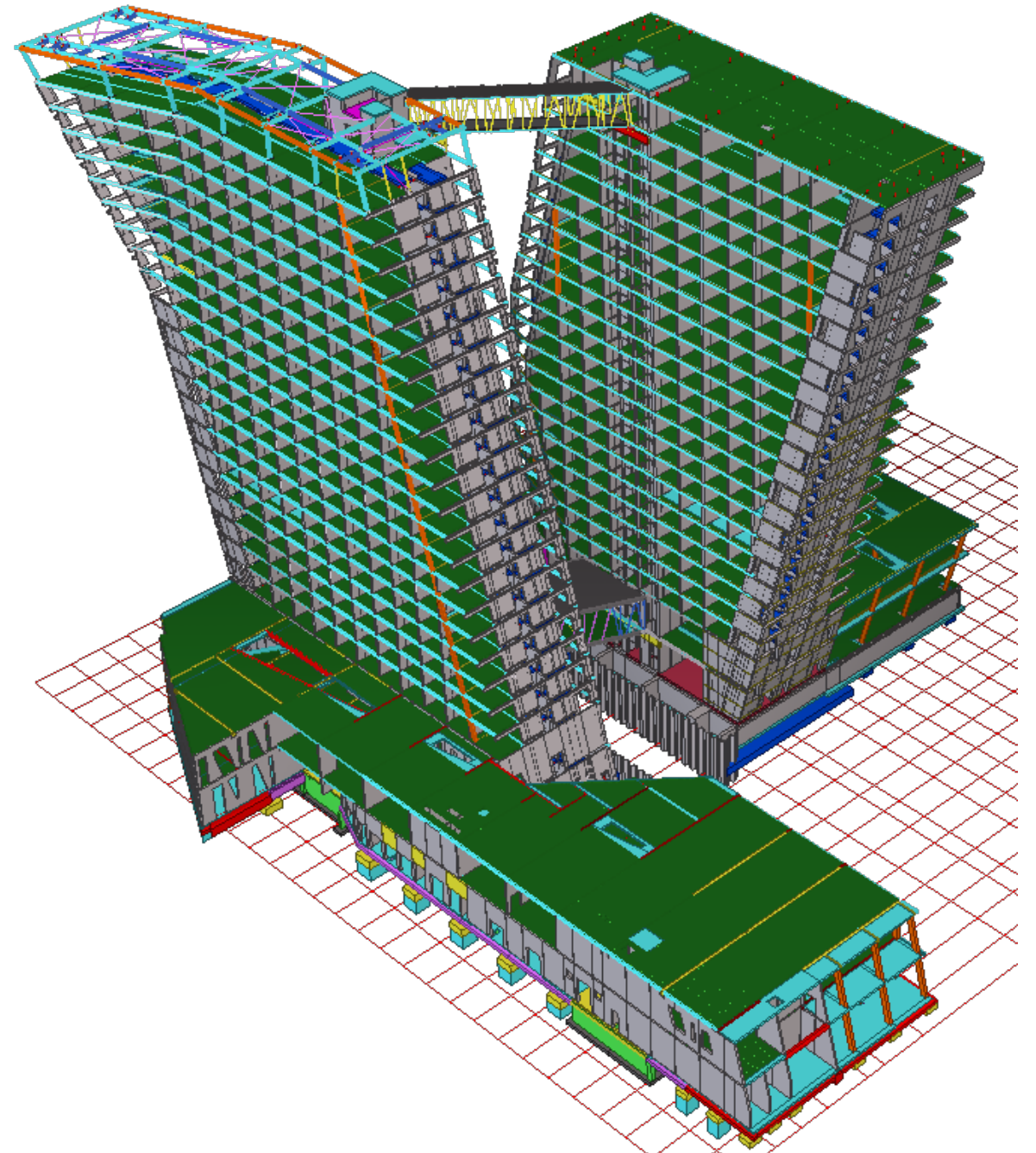
***) Inkl. forbindelsesgang
til Base 1.



RAMBOL

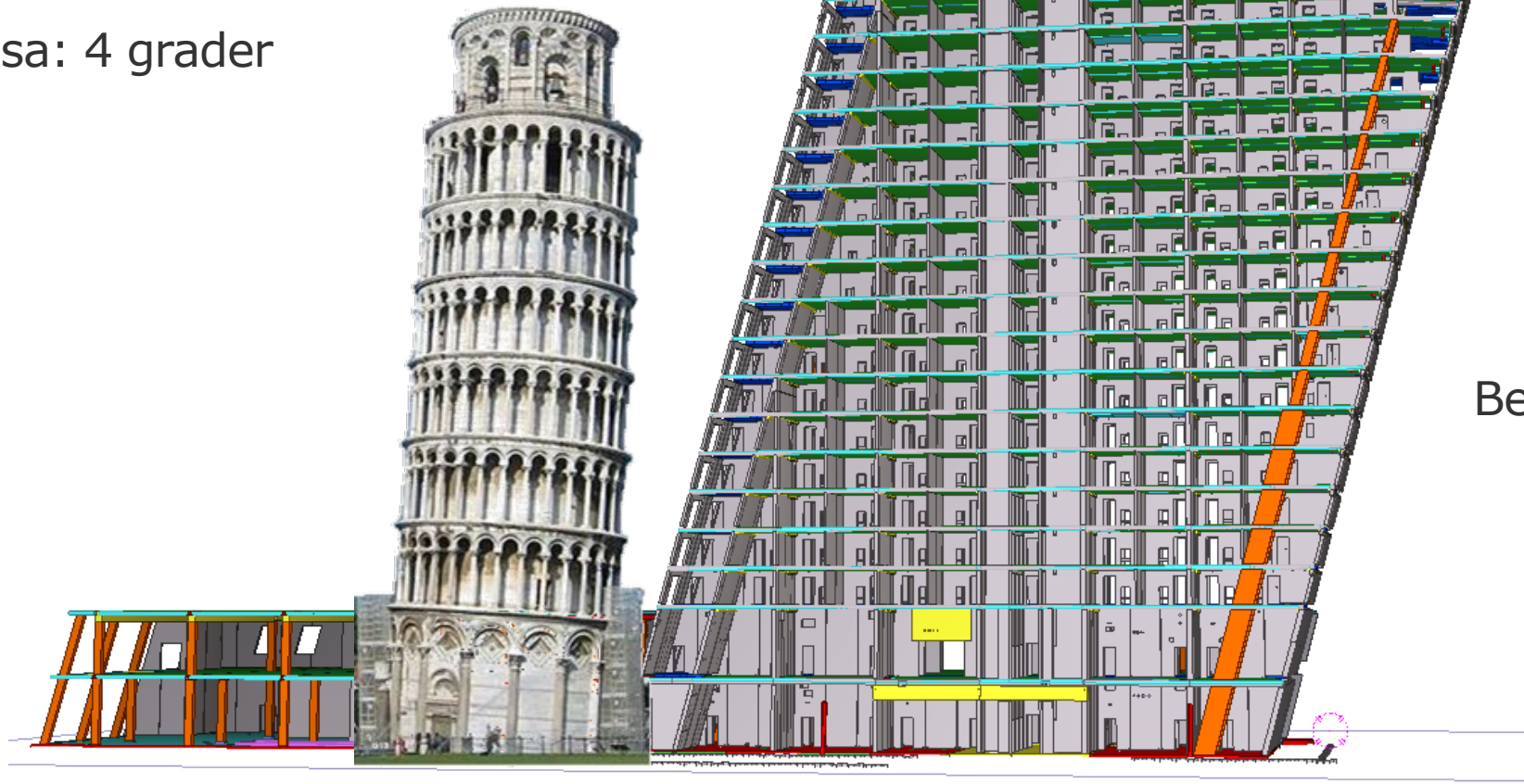
Nøgletal

- to 76.5m tårne
- 24 etager
- 2 gangbroer
- 812 4-stjernede værelser
- 44.000 m²
- 3 restauranter
- 32 møderum
- 1.6 mia kr.



En hældende bygning

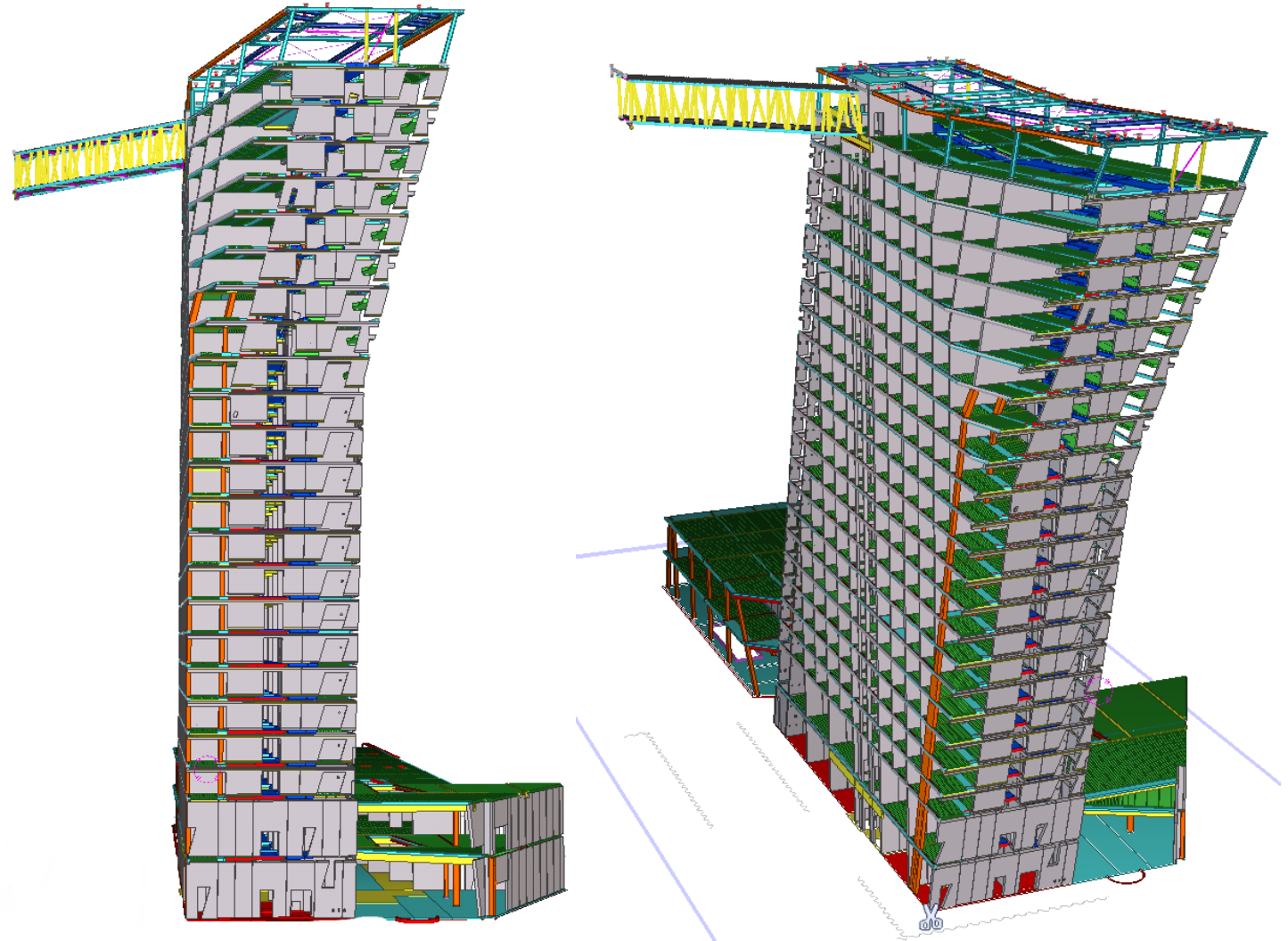
Pisa: 4 grader



Bella Hotel: 15 grader

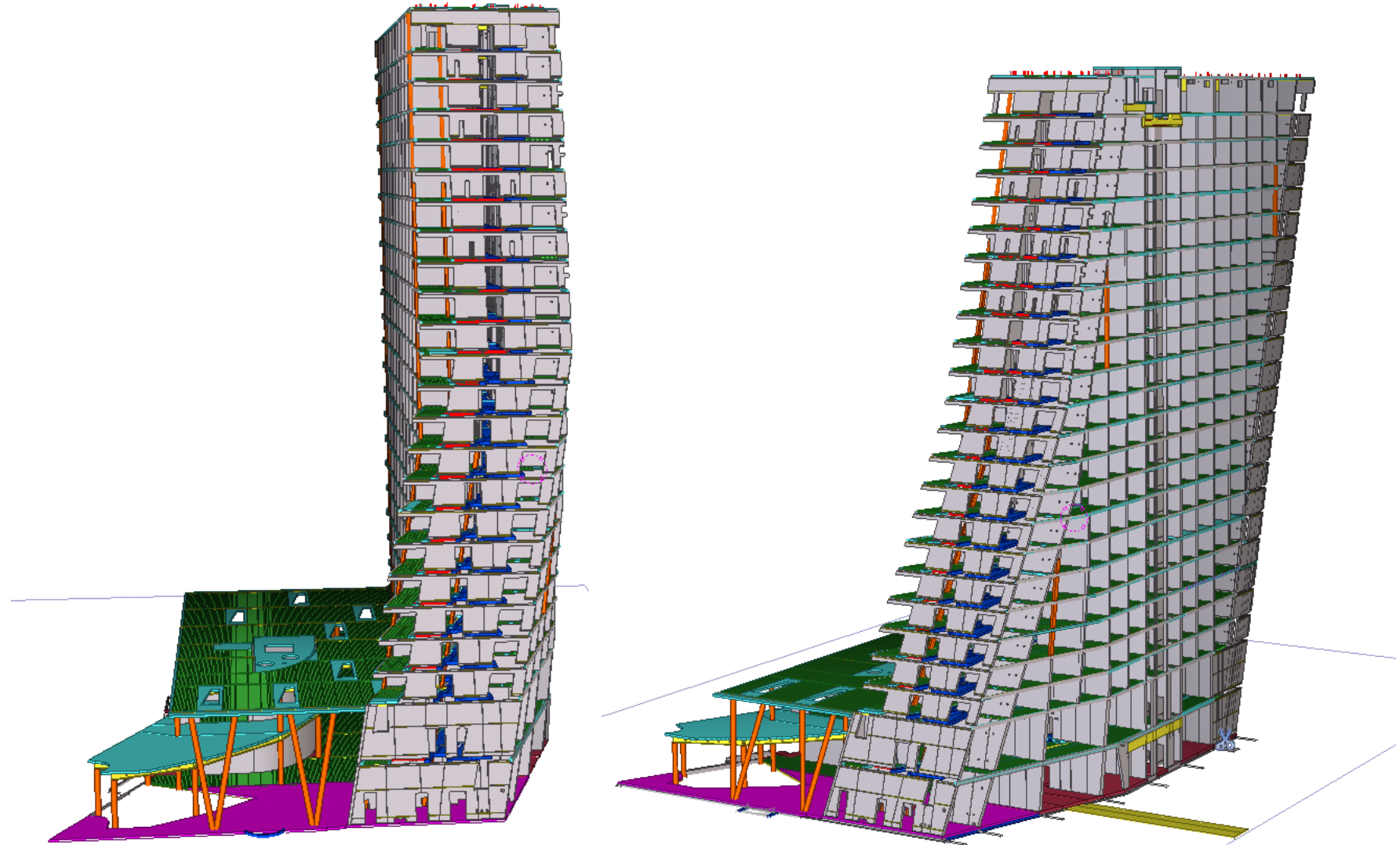
TÅRN 1

Horizontal forskydning af de øverste 10 etager

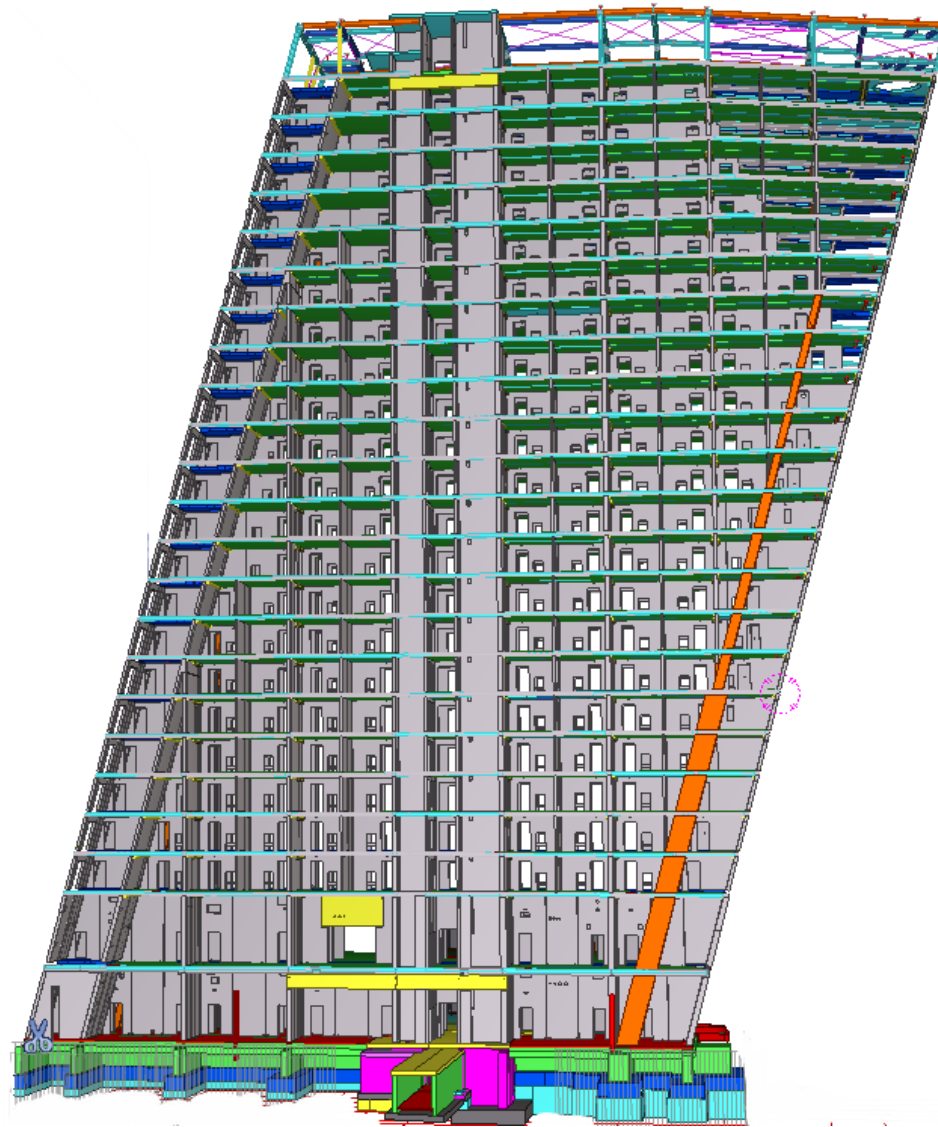


TÅRN 2

Horizontal forskydning af de nederste 14 etager



Hovedkræfter

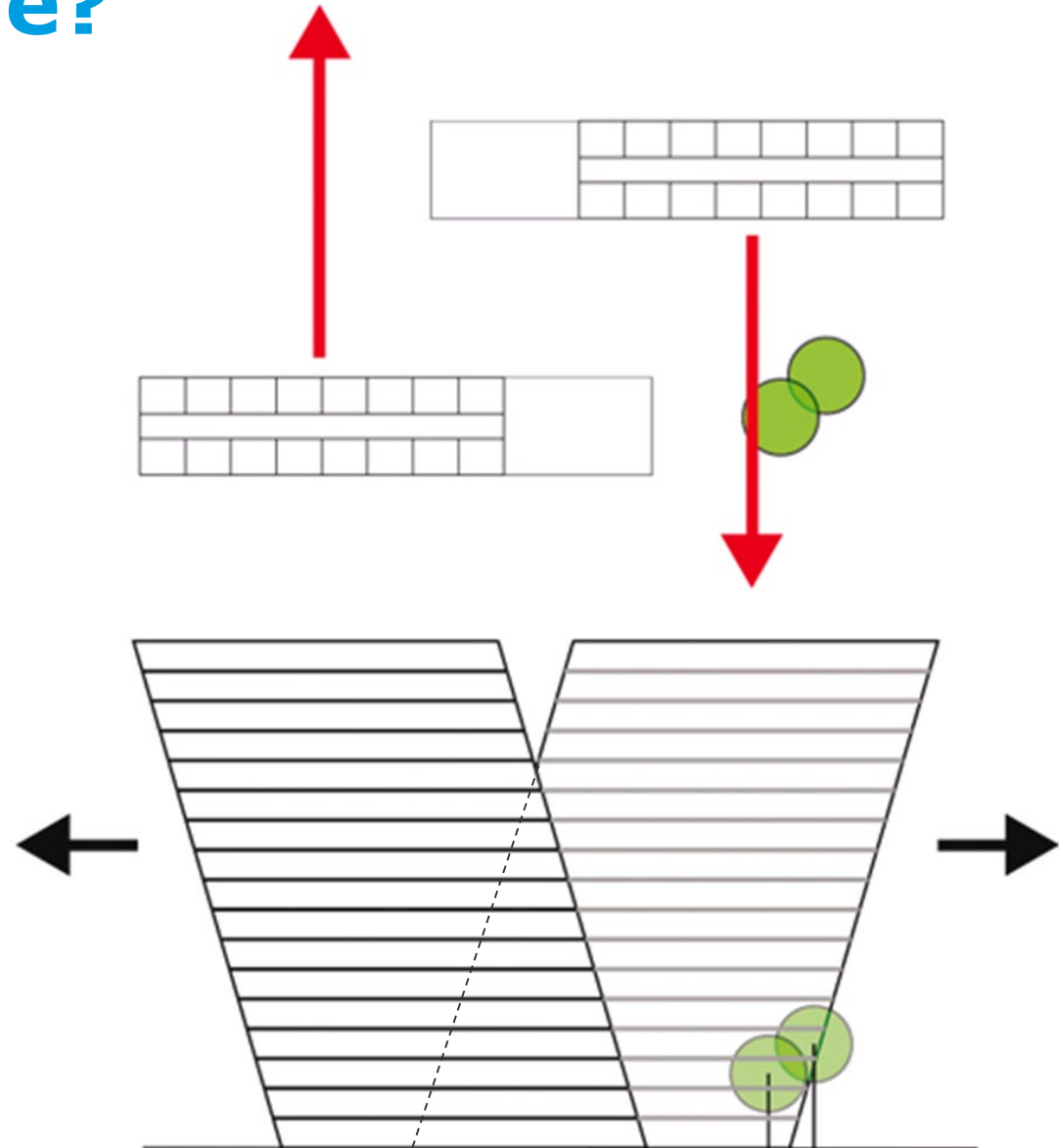
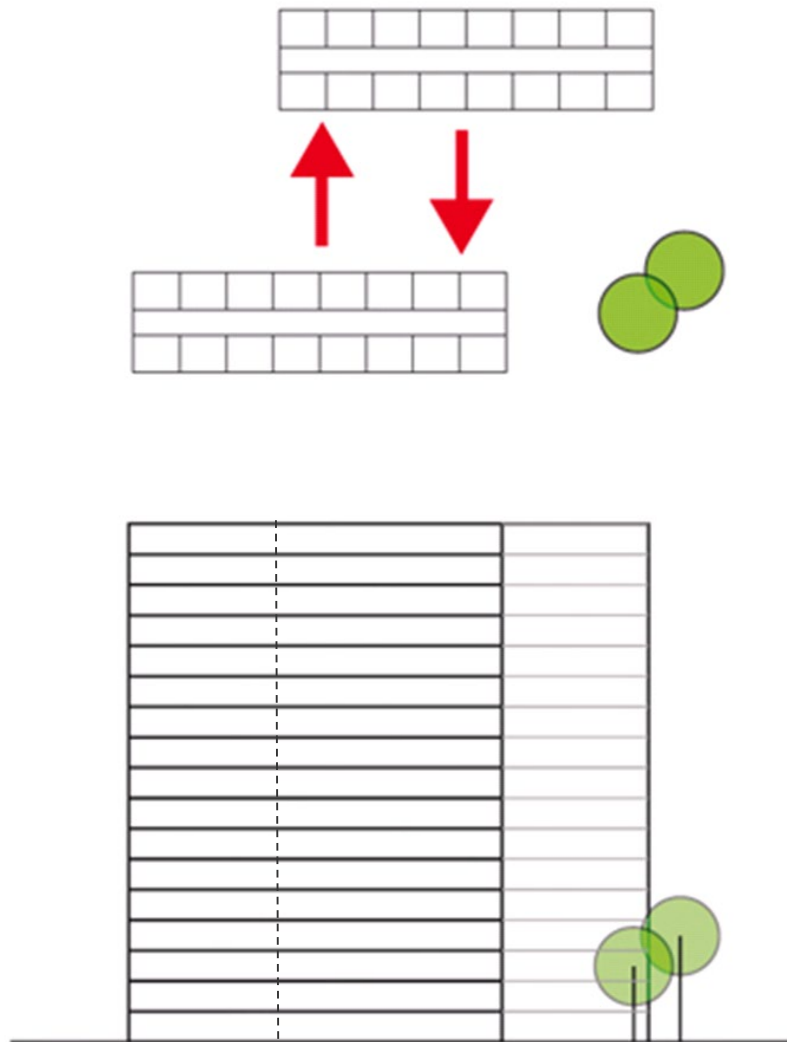


Væltende moment
1.200.000 kNm



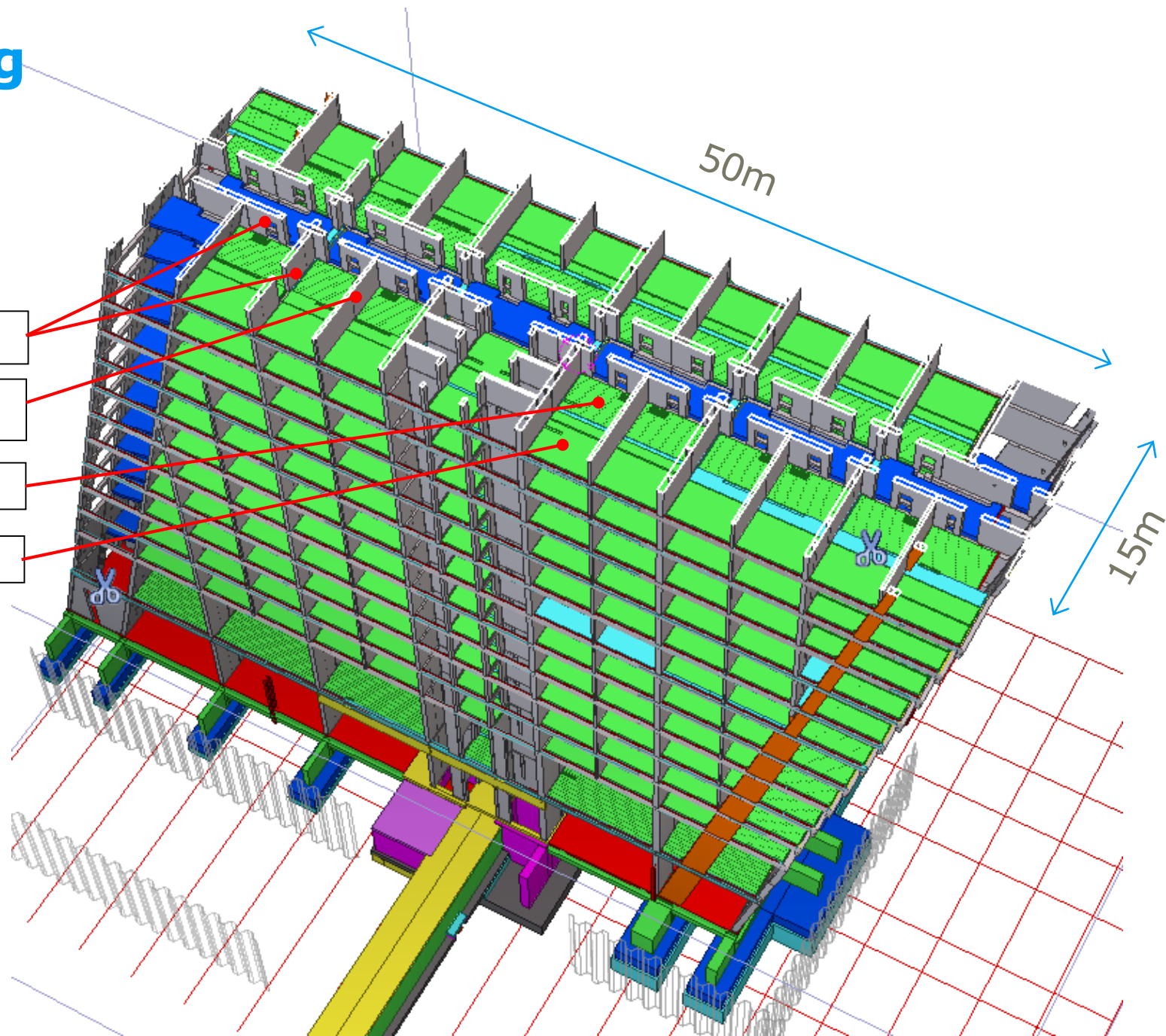
Max. fundamentslast
300.000 kN på
15*20m fundament

Hvorfor hælder tårnene?

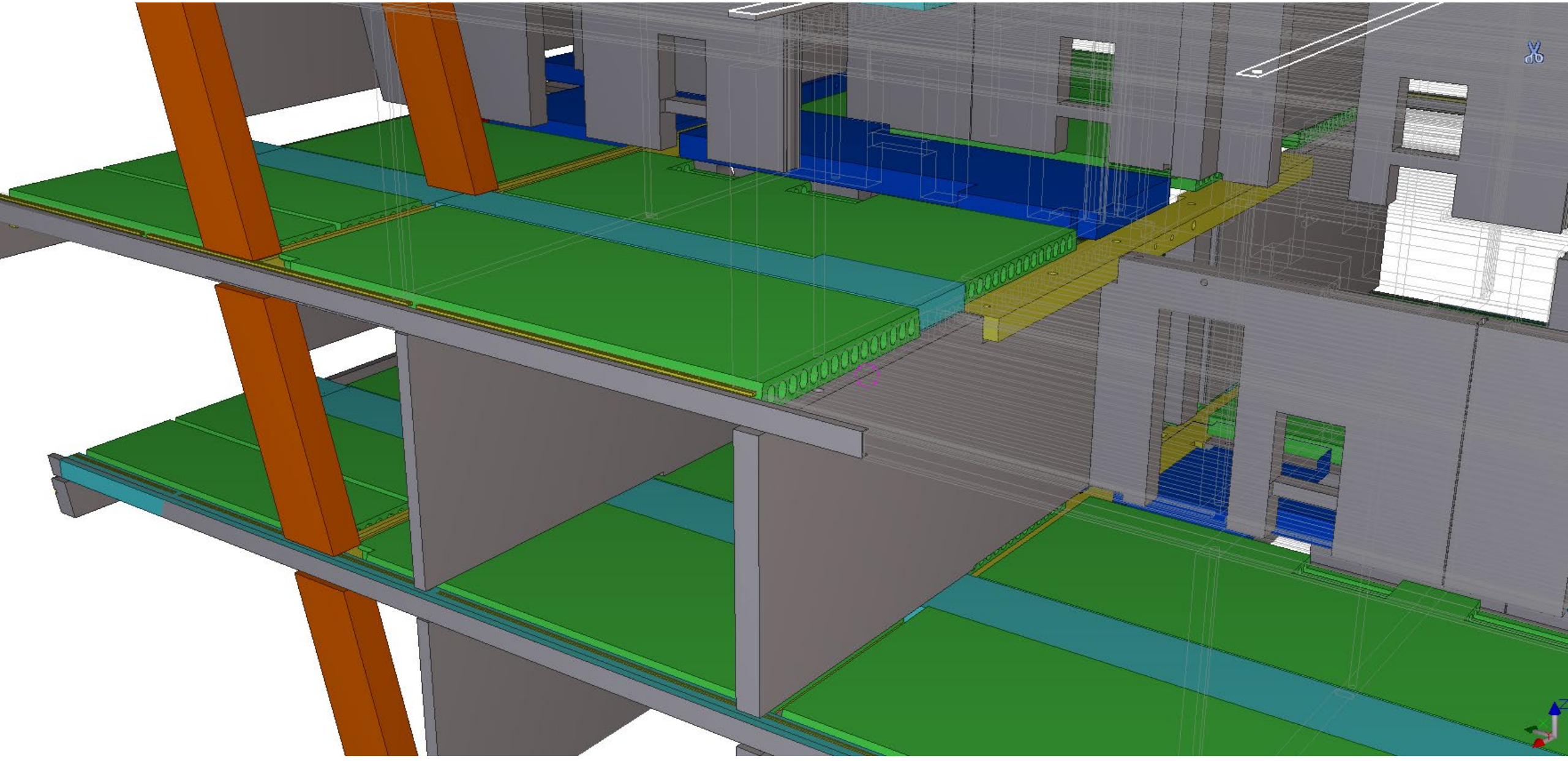


Generel opbygning

- 300-450mm elementvæg
- 150mm ikke-bærende elementvæg
- 220mm huldæk
- 270mm huldæk



Betonelementer



Hovedstatikken

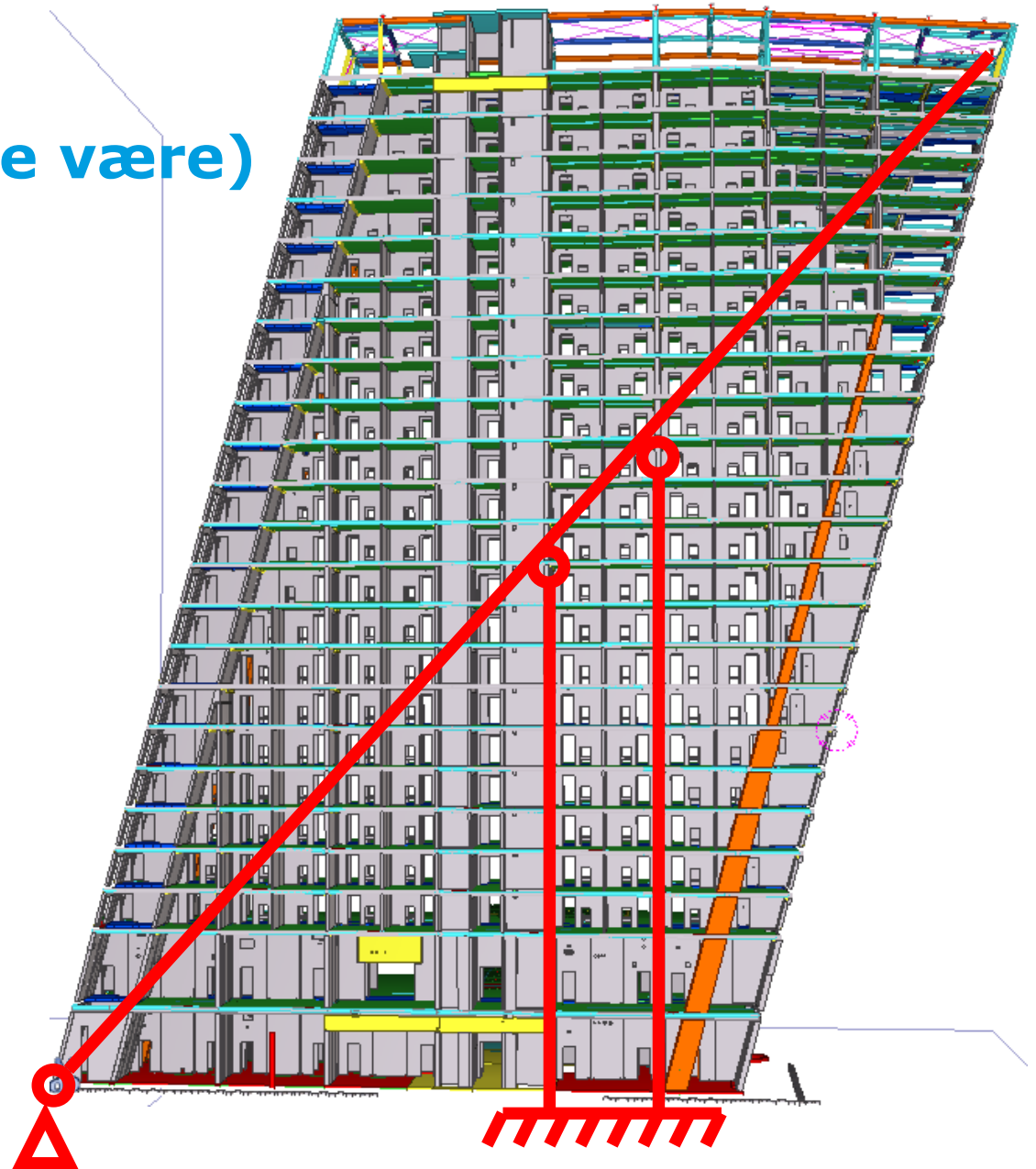
(som vi i starten troede den kunne være)

6.616 betonelementer

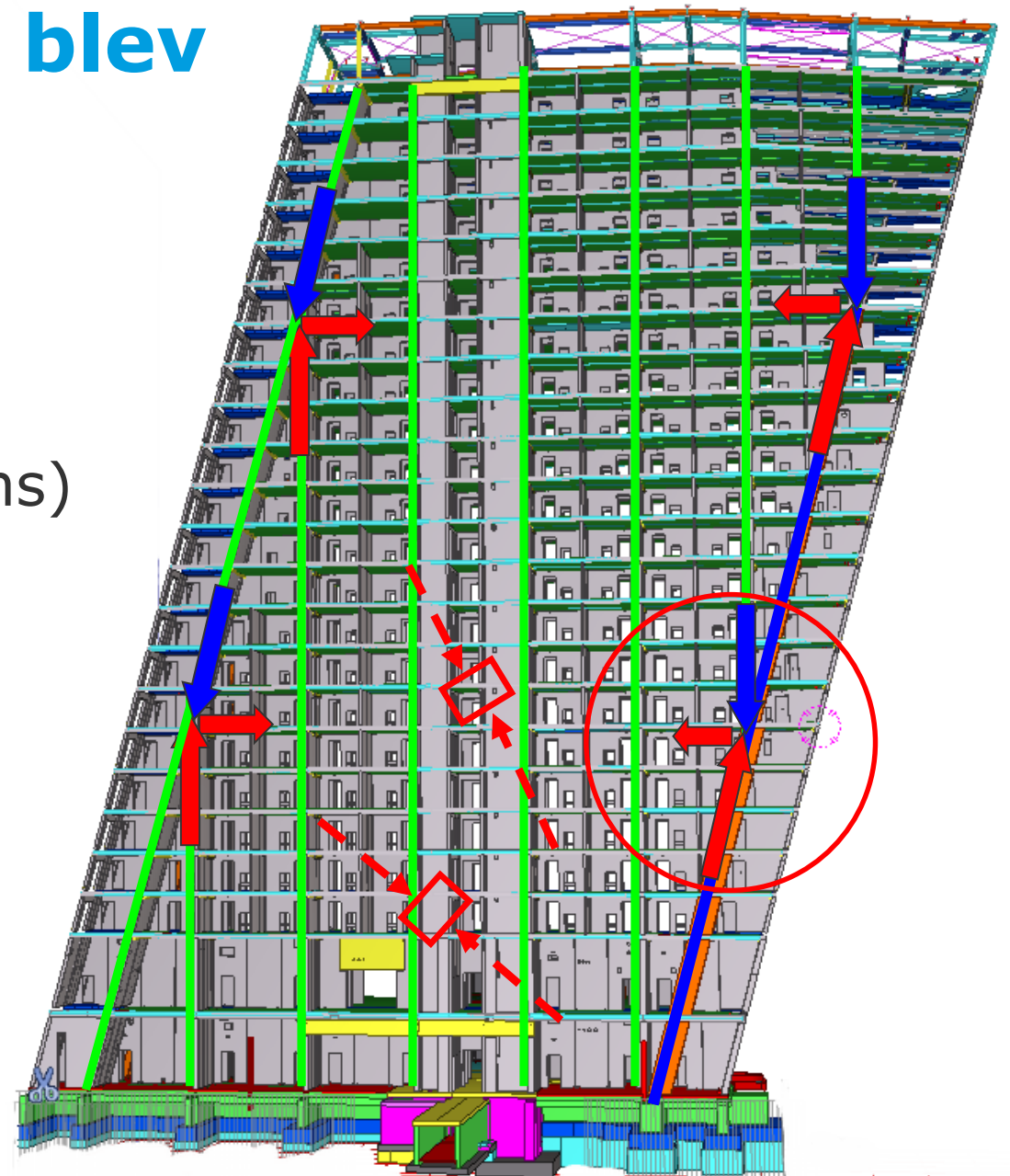
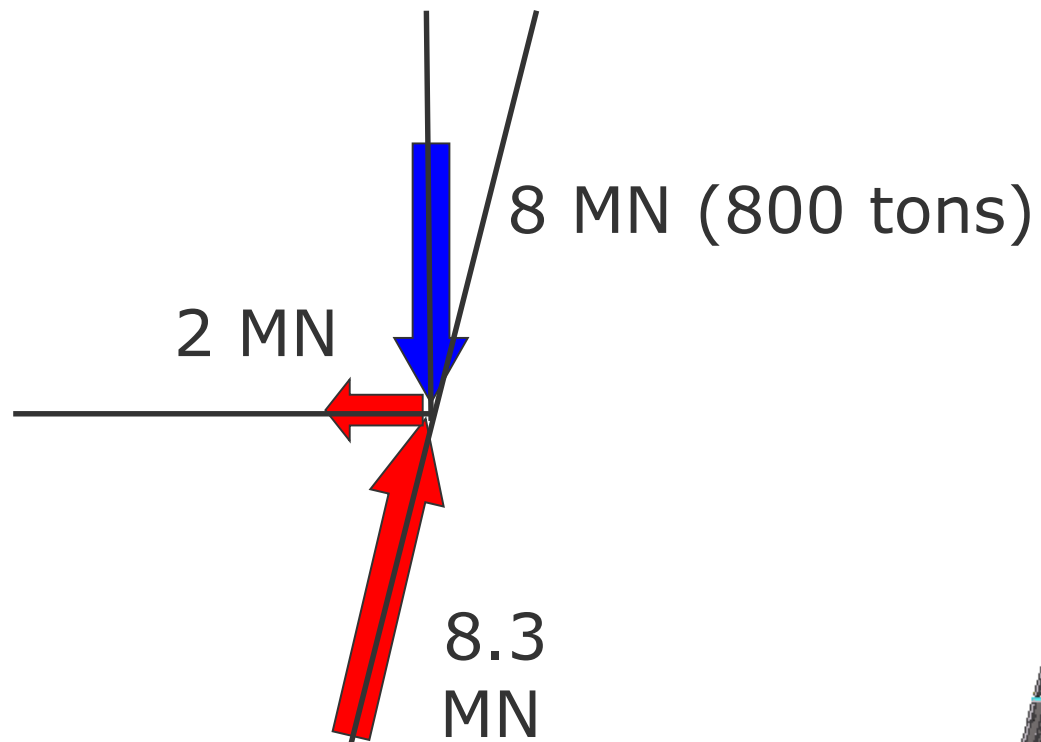
- Vægge $550 \geq t \geq 150$
- Søjler $11 \geq L \geq 1,5$
- Bjælker (RB, KB, HSQ)
- Forspændte huldæk

450 Trappe- og repos-elementer

814 Badekabiner (beton)

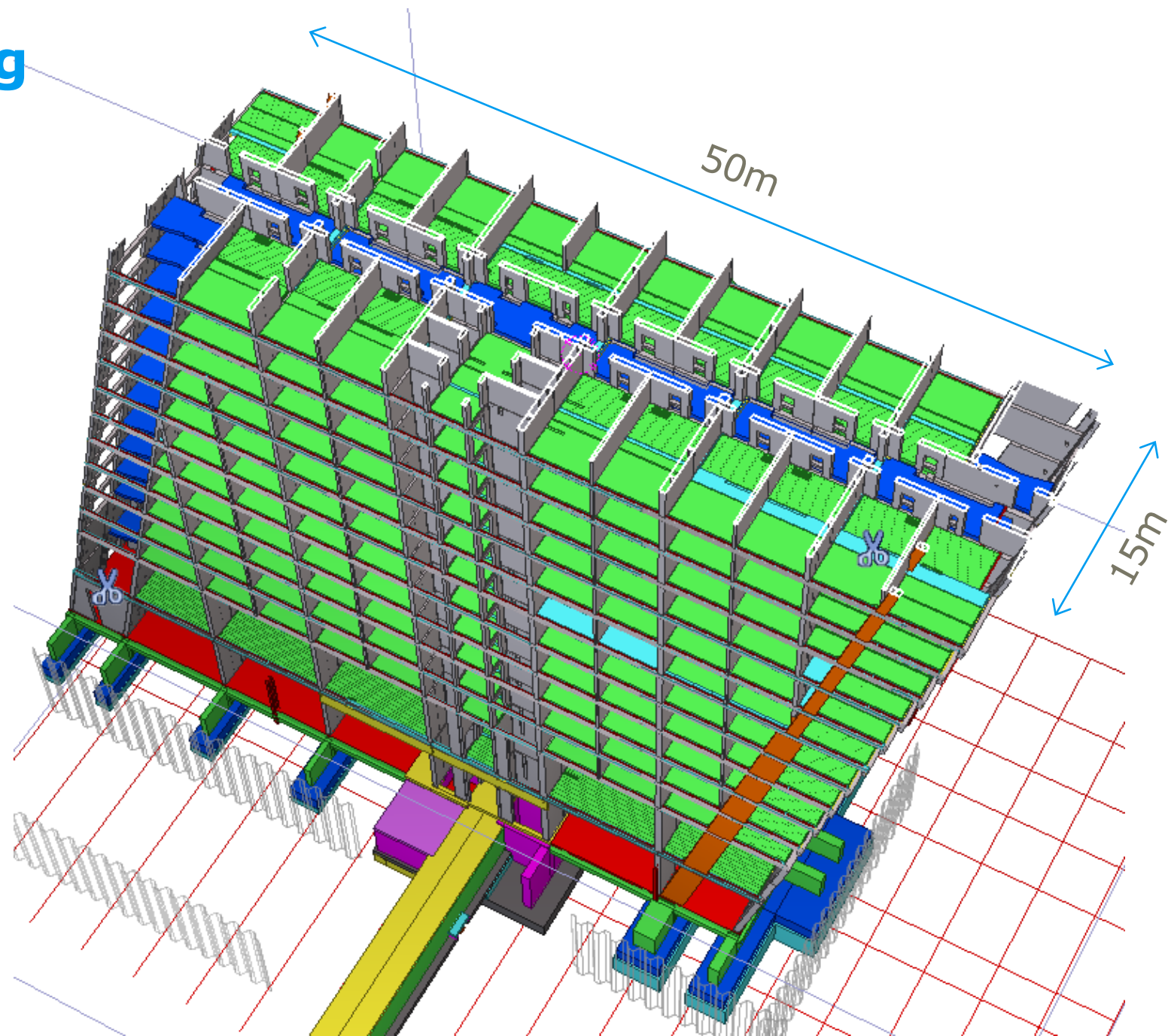


Hovedstatikken som den blev



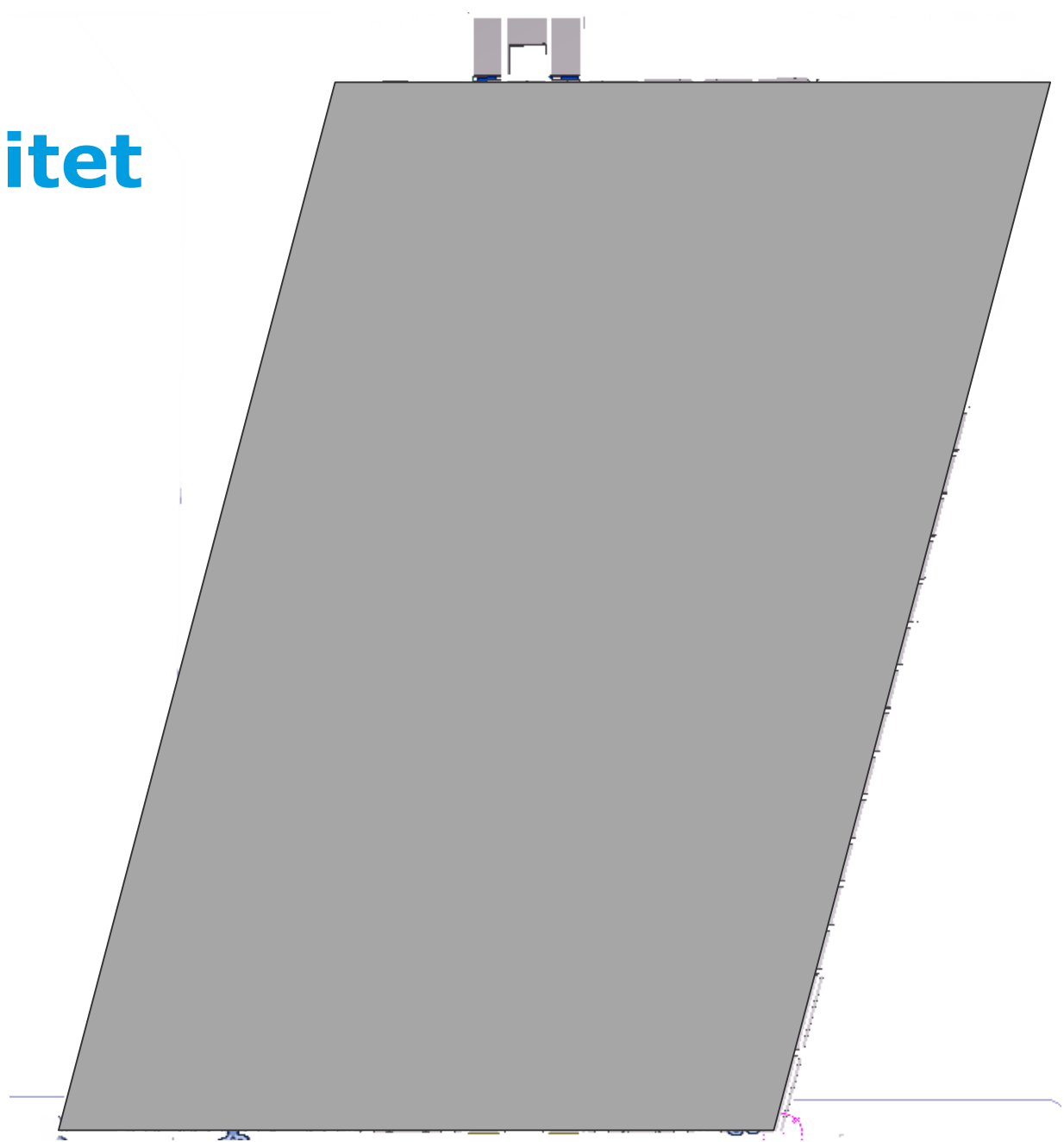
Vandret last - stabilitet

Generel opbygning



Langsgående stabilitet

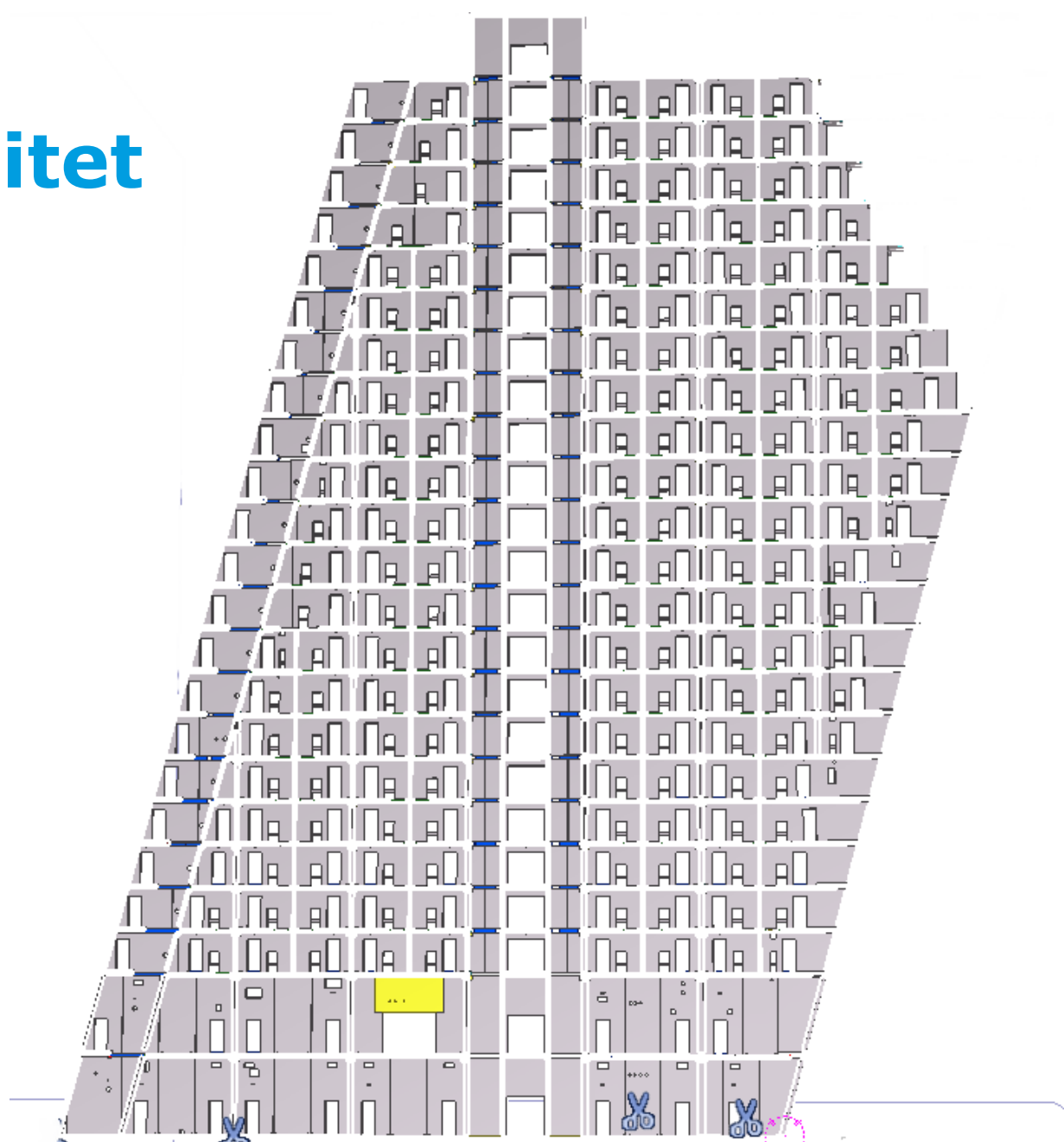
Tårn 1





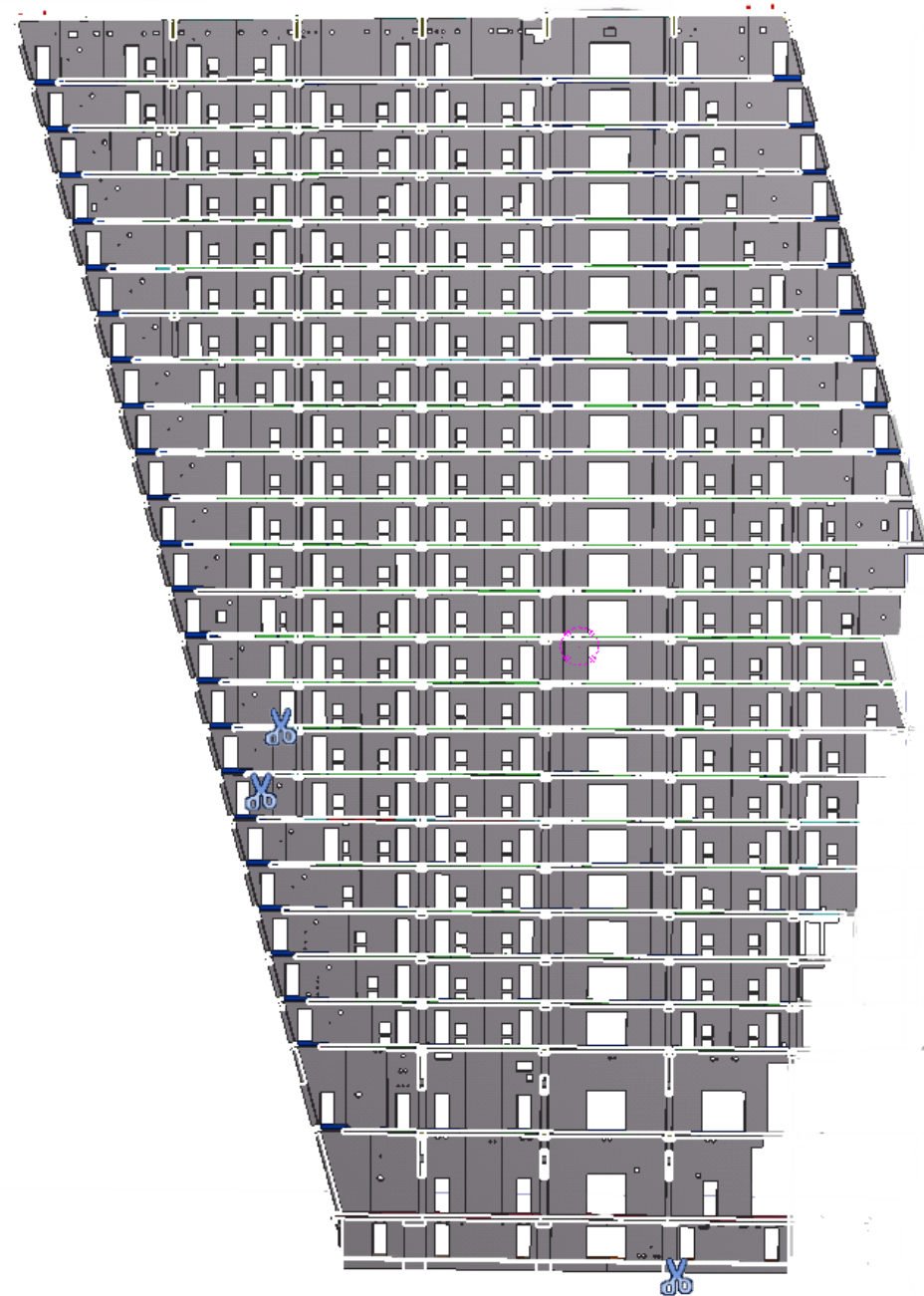
Langsgående stabilitet

Tårn 1

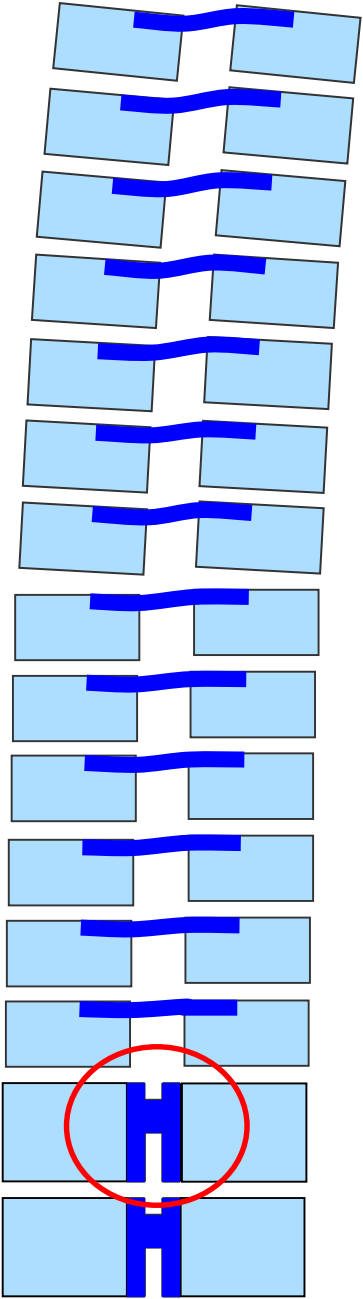
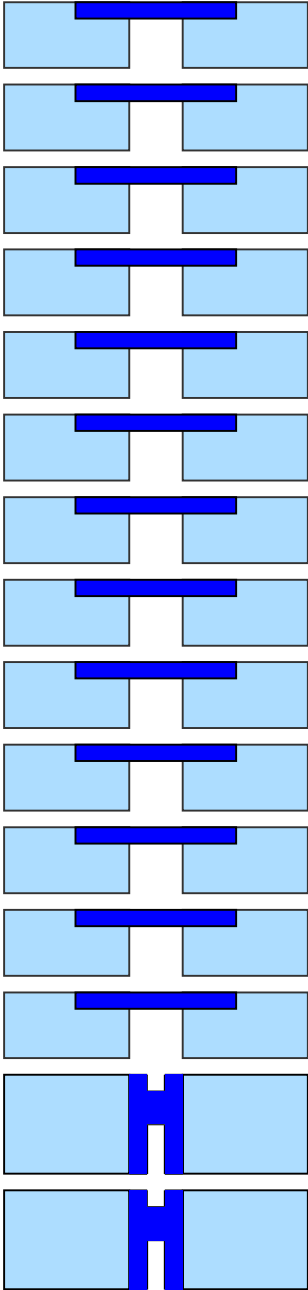


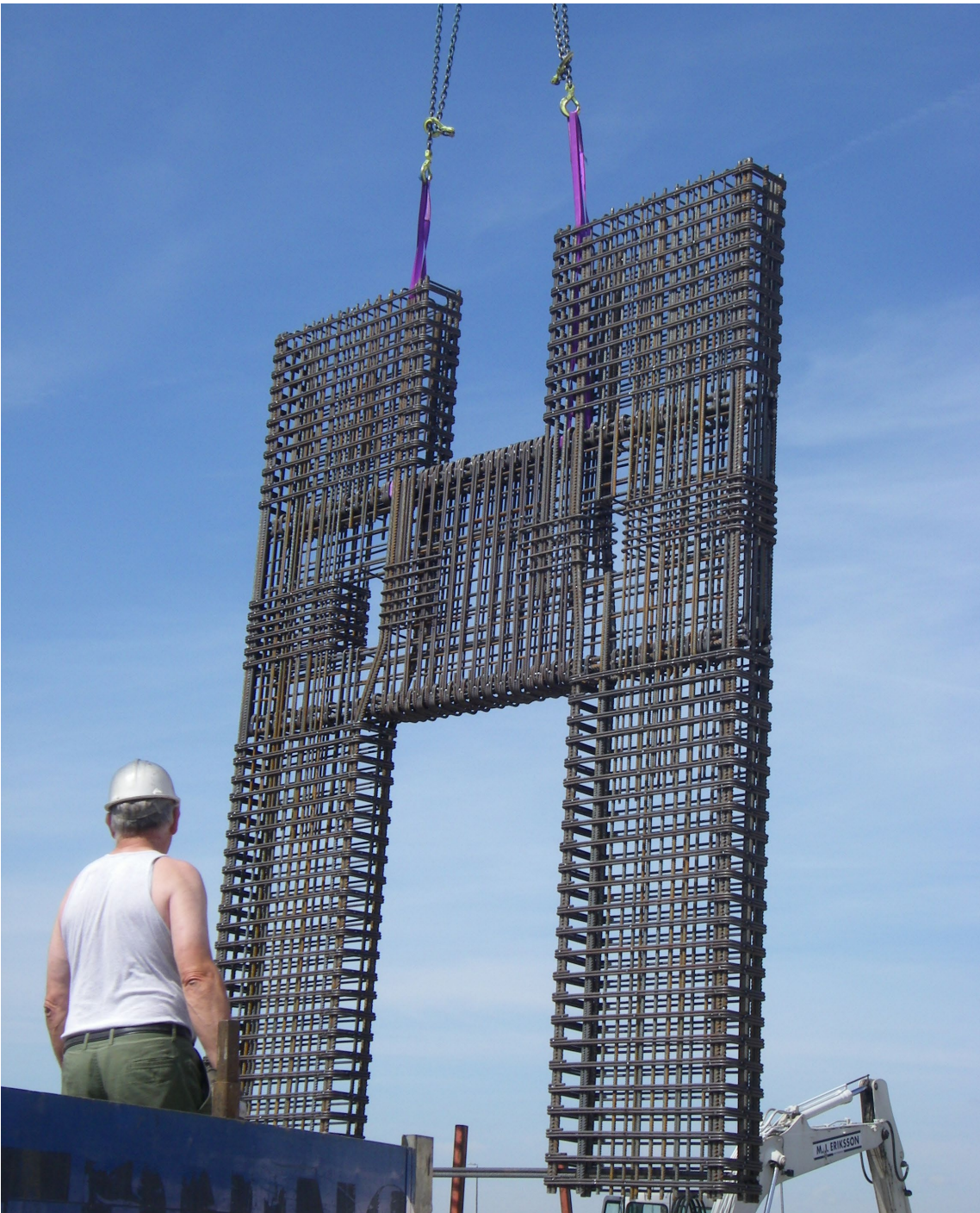
Langsgående stabilitet

Tårn 1



Tværstabilitet

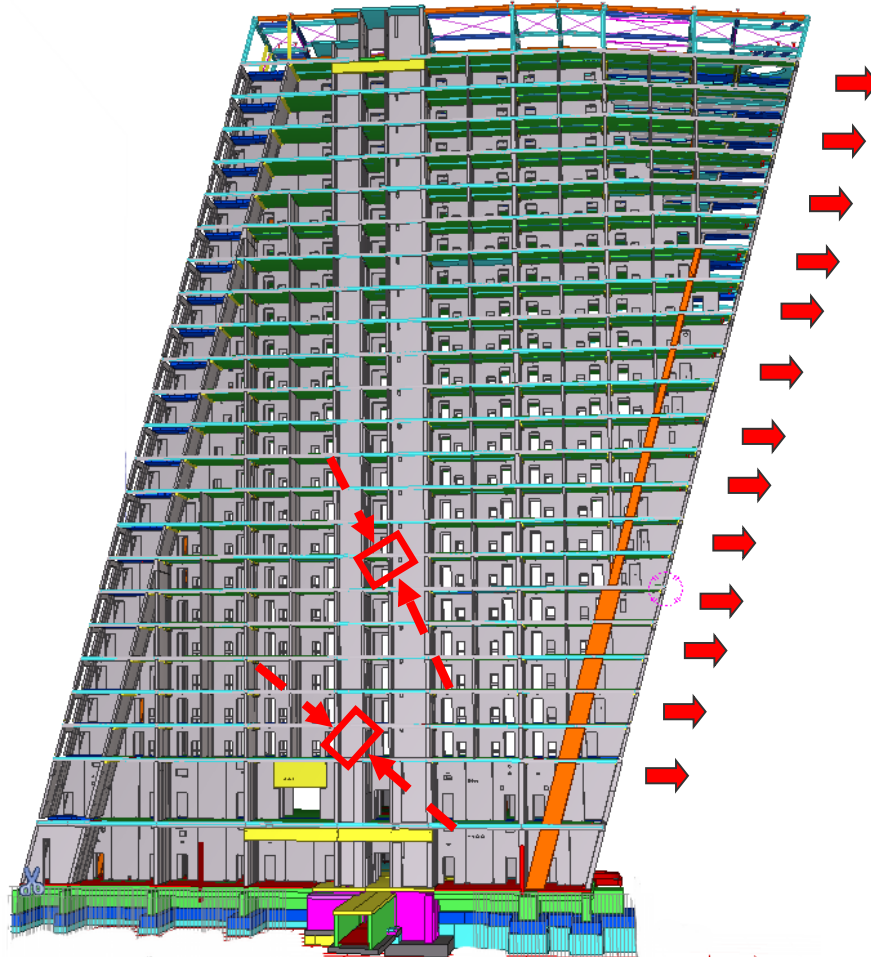




4 af de største udfordringer

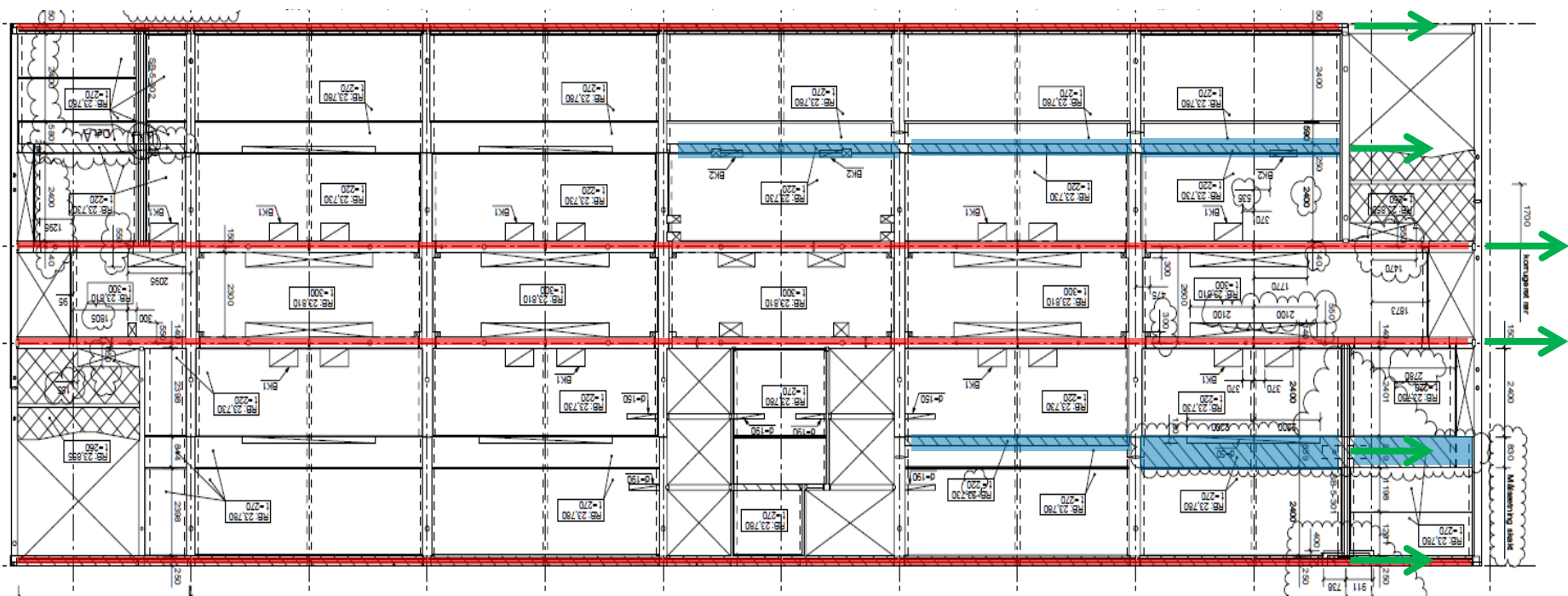
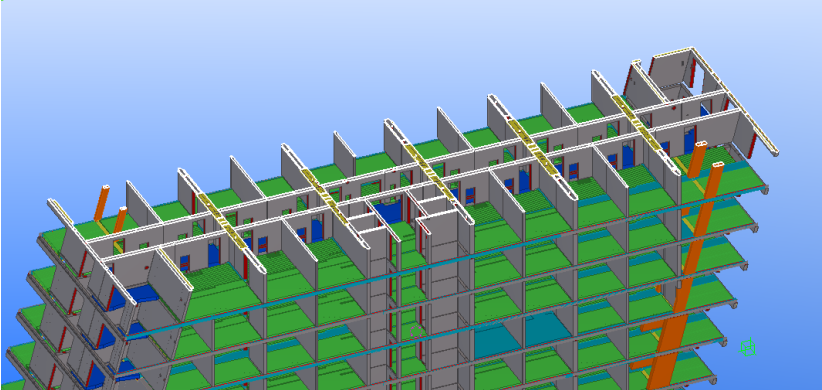
- Forskydning i dækkene
- Længde-tværvægssamling
- Afstivning af skrå vægelementer
- Gangbro på etage 23

Forskydning i huldæk

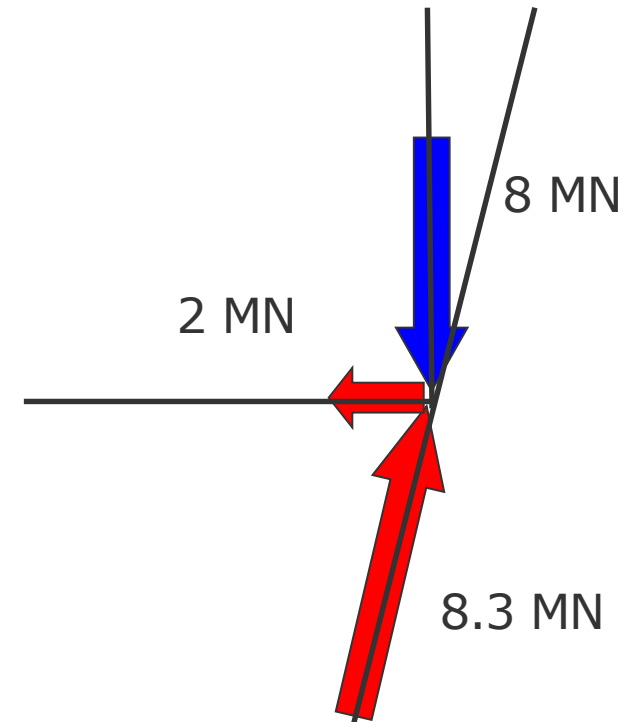


Forskydning mindre end 20 kN/m

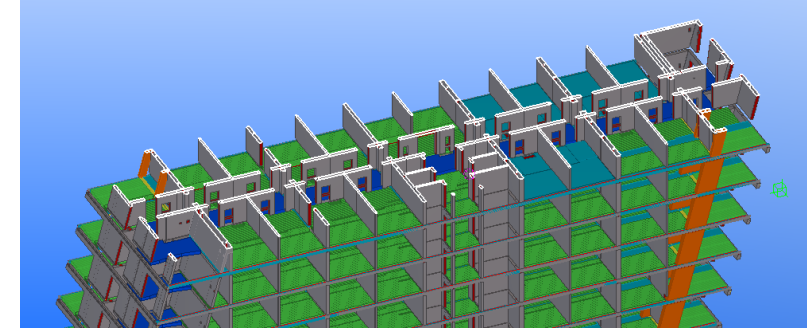
Normaletage



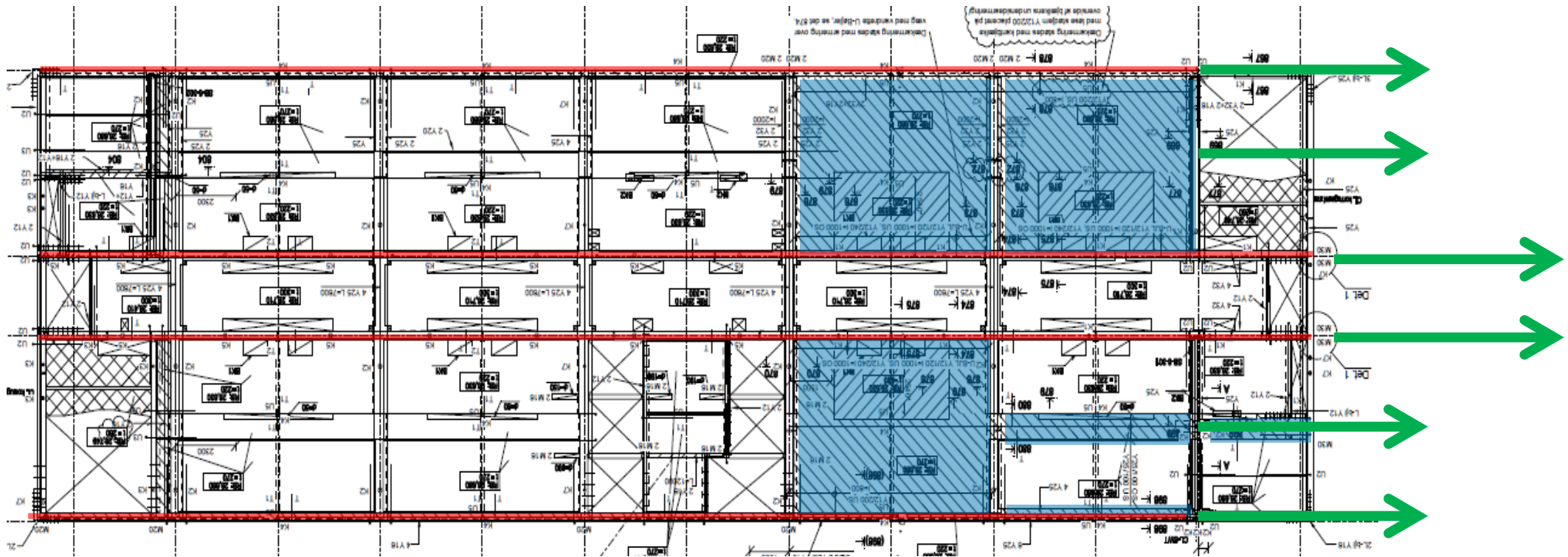
Forskydning større end 20 kN/m



Forskydning større end 20 kN/m

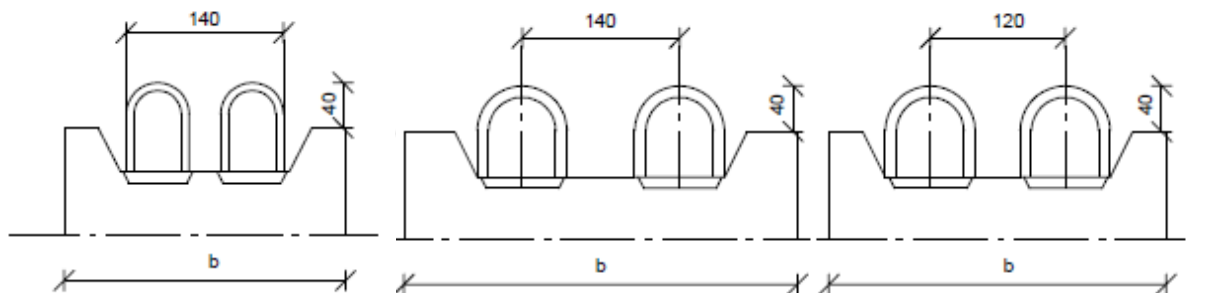
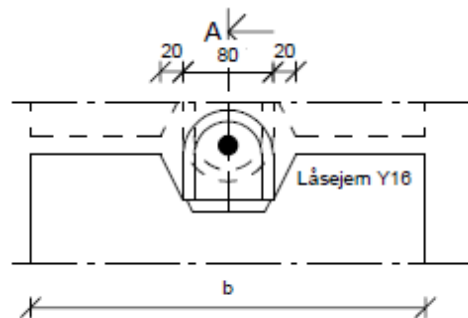


6. etage



Lodret forskydning (vægge) behov: fra 50 til 550 kN/m

50kN/m



Fugelås i 2 rækker, vægtykkelse $b =$

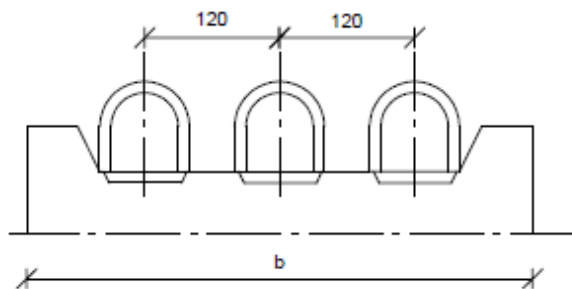
Fugelås type 5b Bjl Y8/150

gtykkelse $b = 300$ mm

I Y8/150
I Y10/150

pe 0 og 1

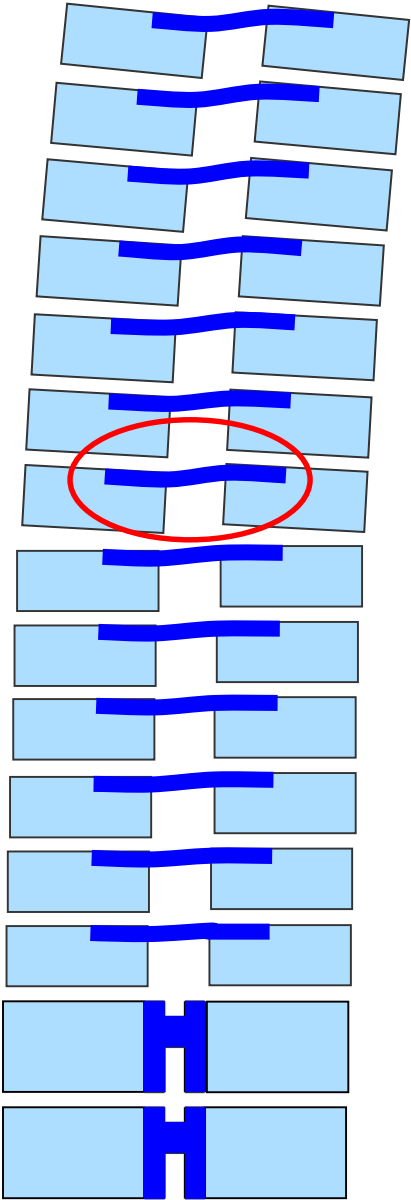
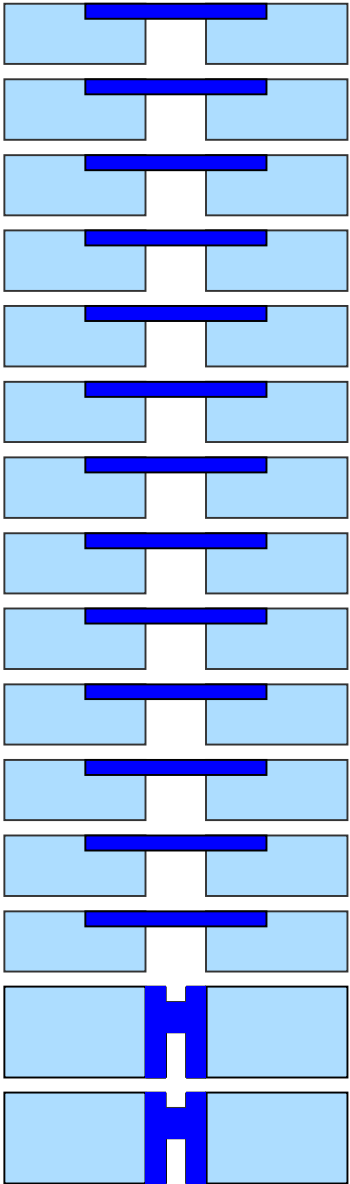
550kN/m



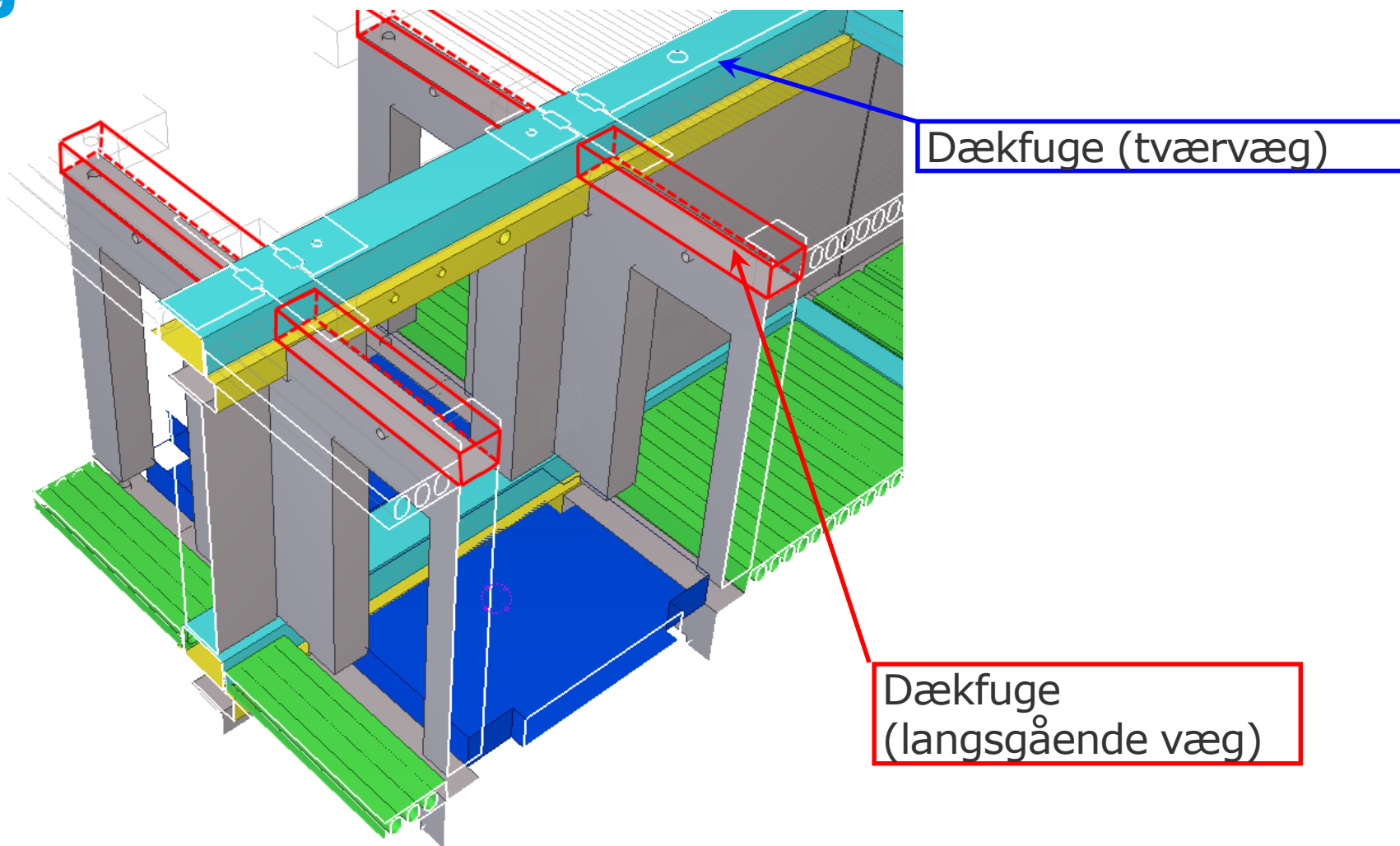
Fugelås i 3 rækker, vægtykkelse $b \geq 450$ mm

Fugelås type 7 Bjl Y12/150

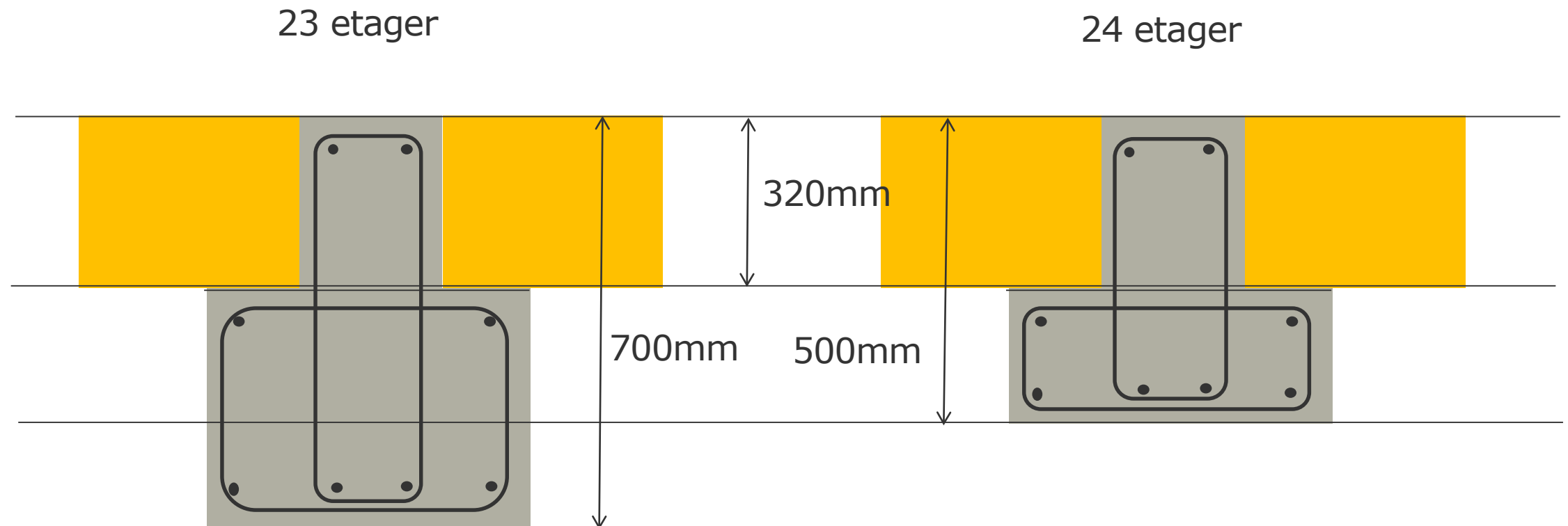




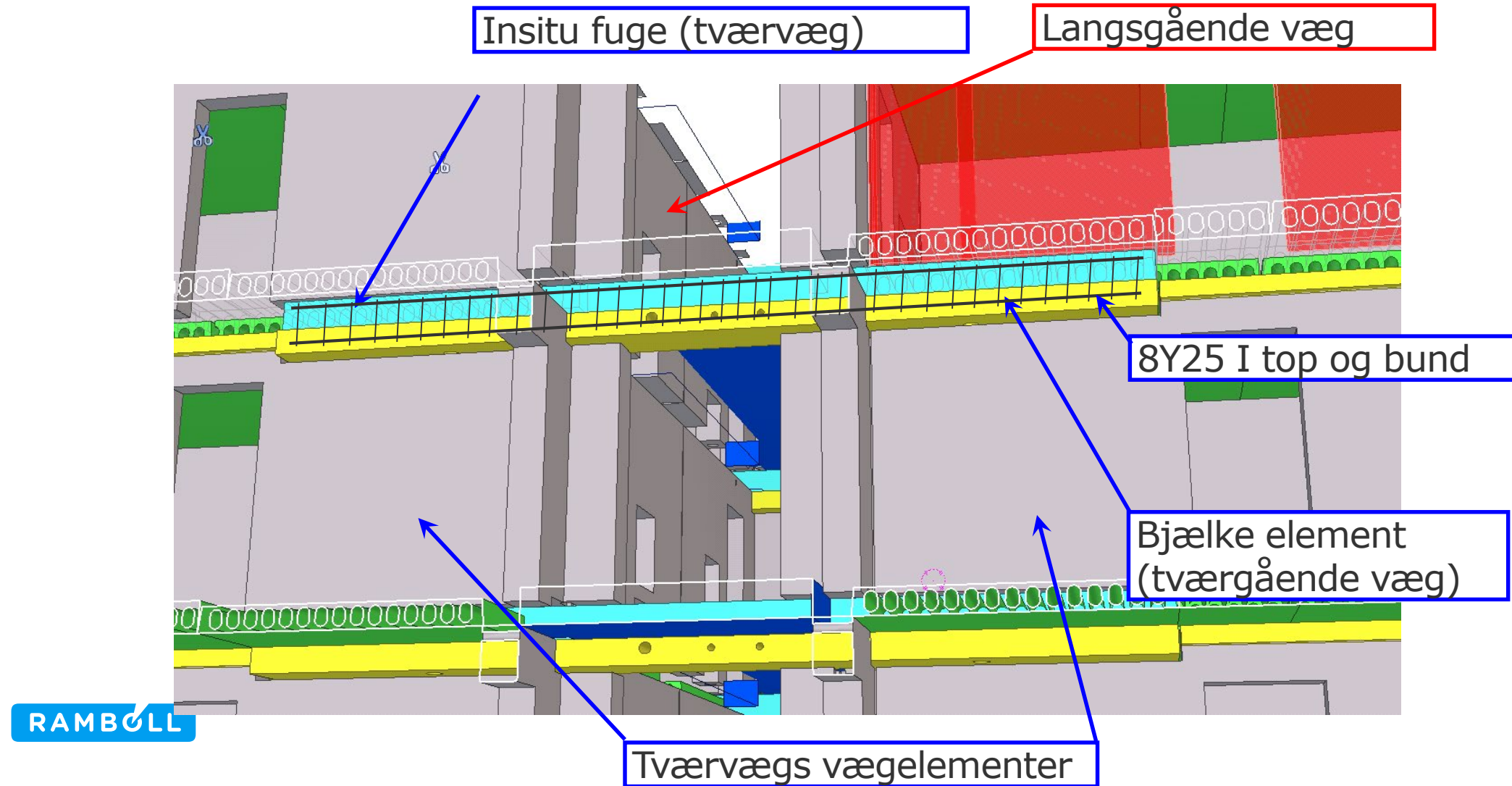
Knudepunkt mellem langsgående- og tværvæg



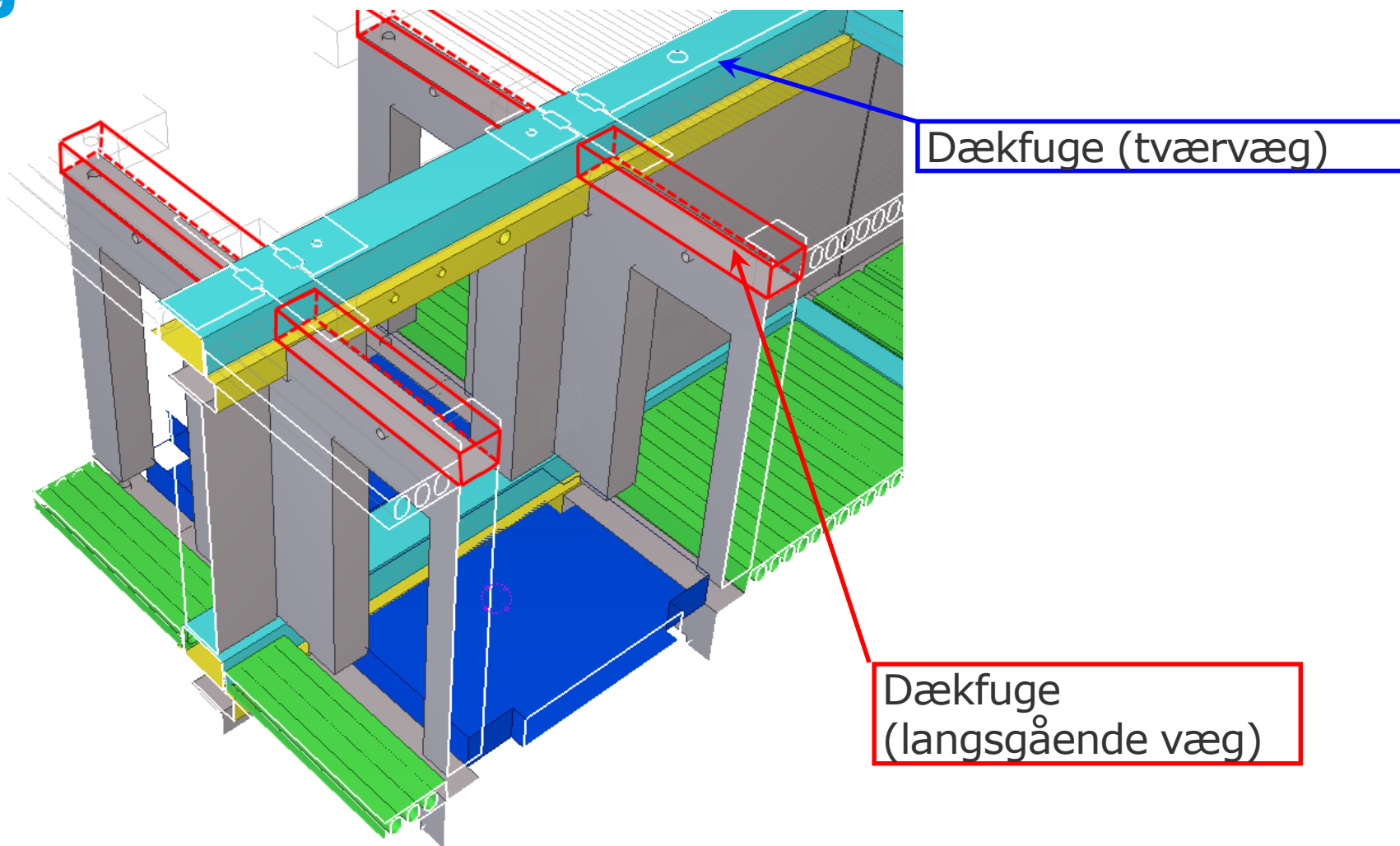
Elementbjælke over korridor



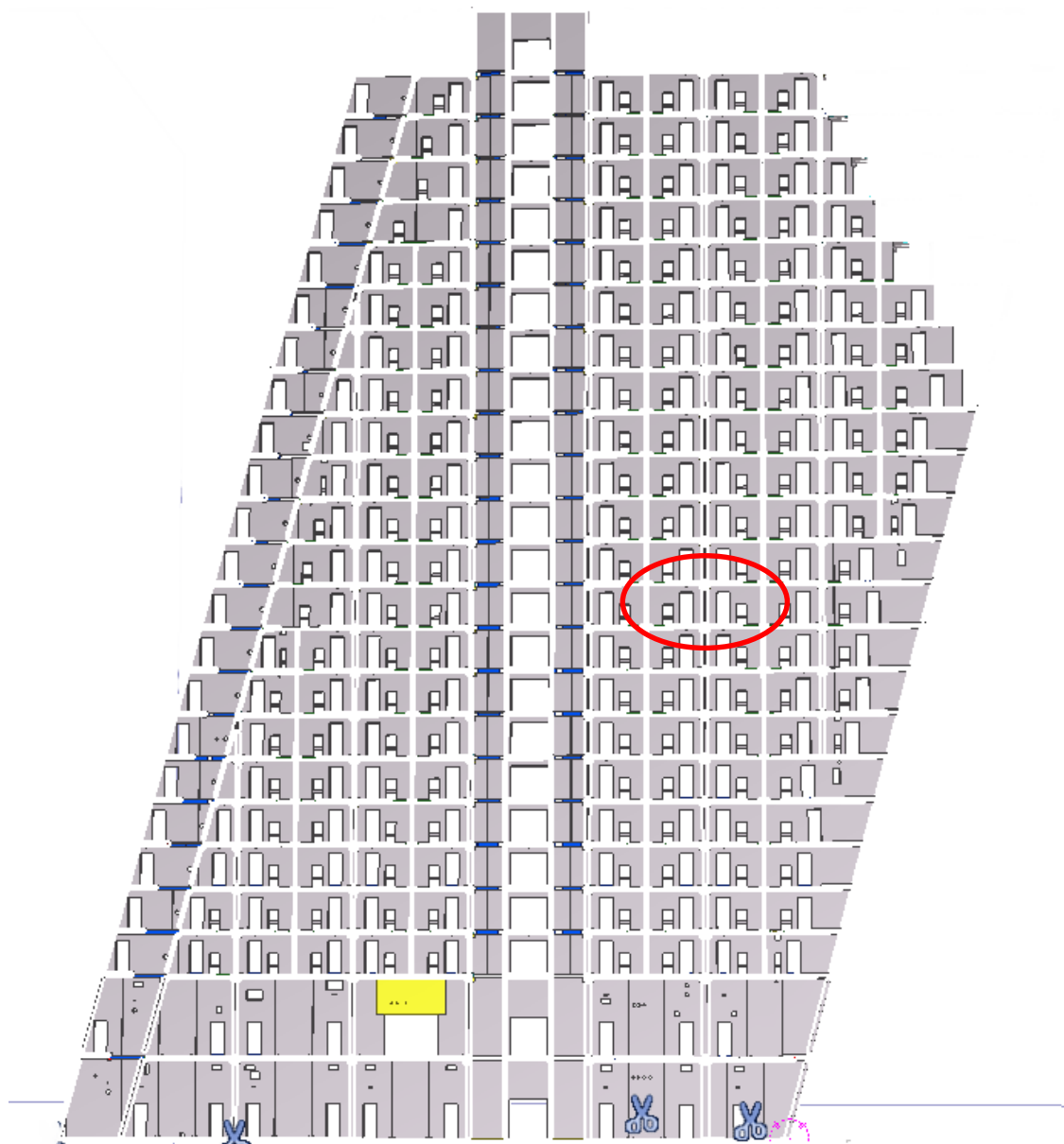
Samling af tværvæg over korridor



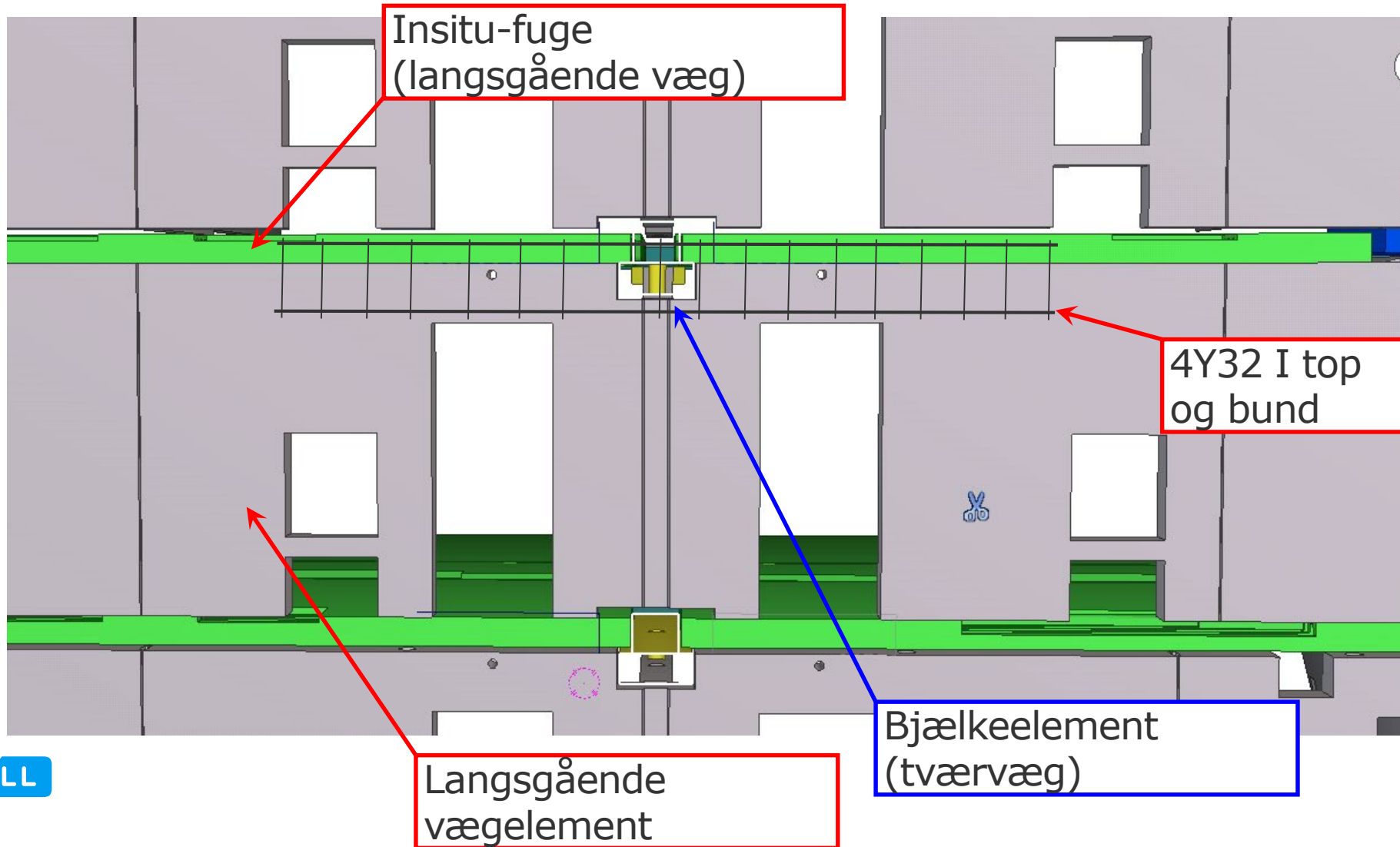
Knudepunkt mellem langsgående- og tværvæg



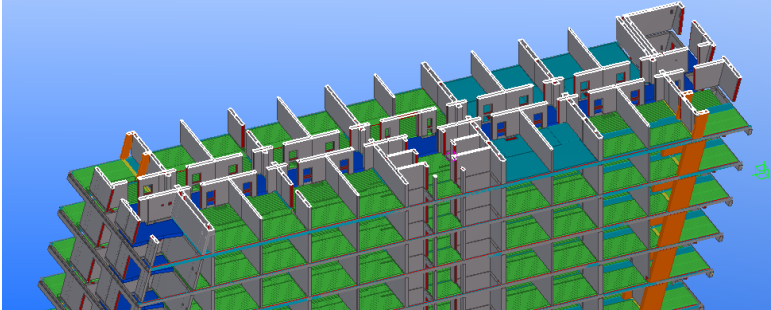
Langsgående væg



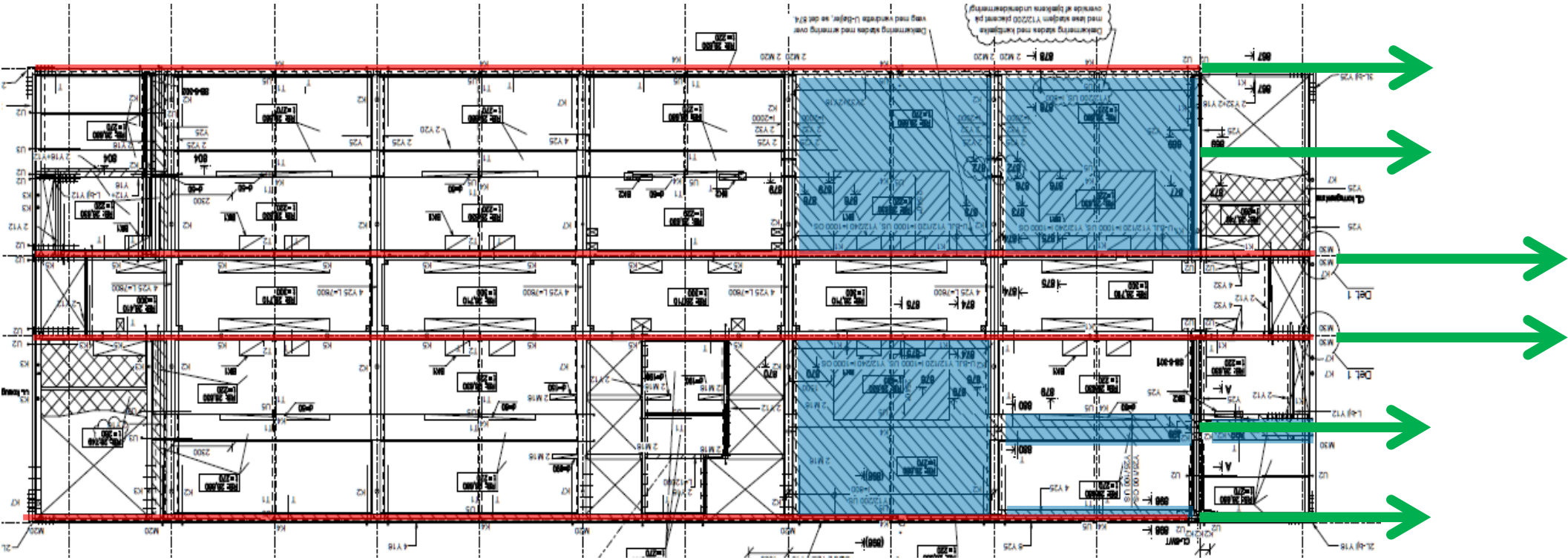
Samling I langsgående væg

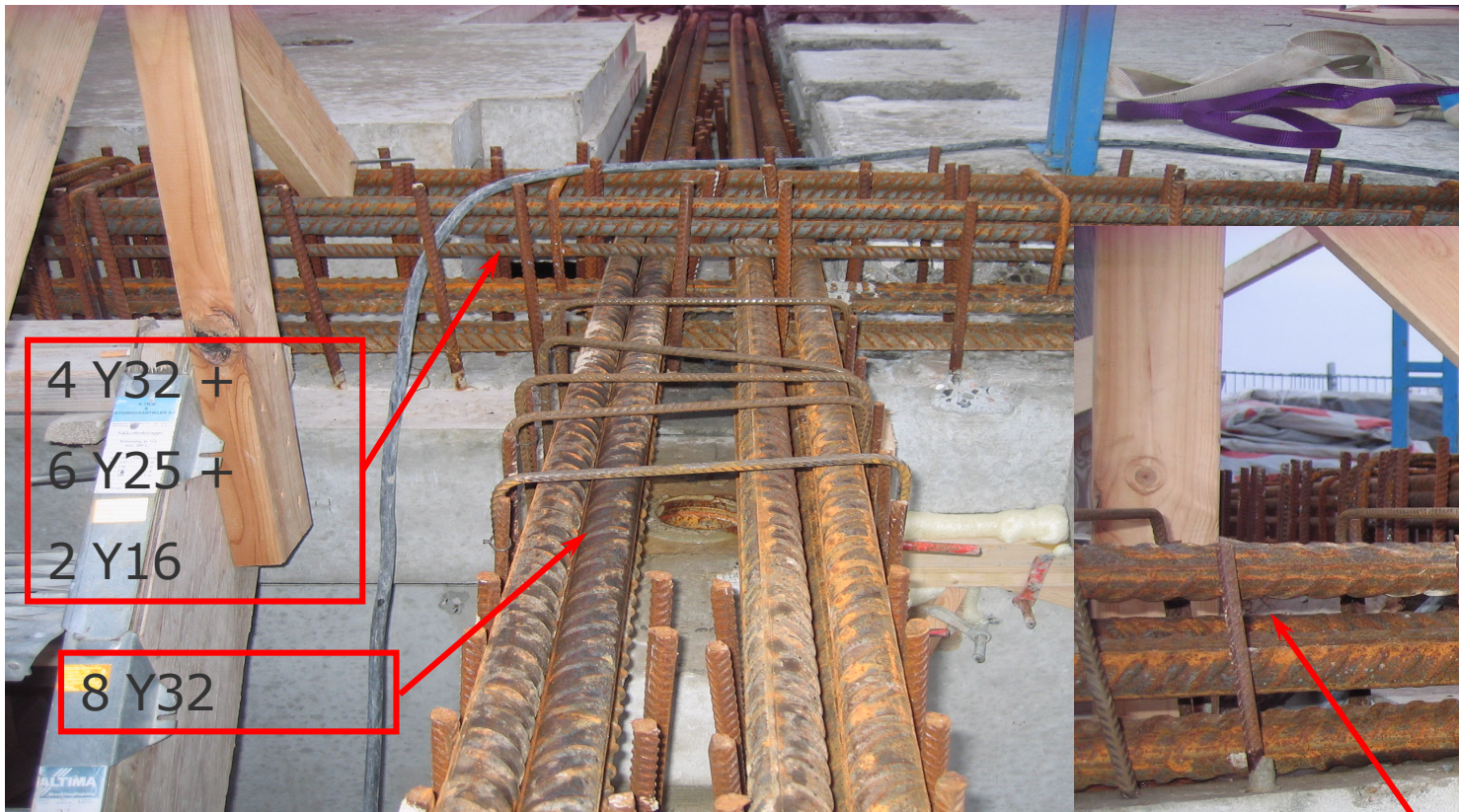


Fugearmering

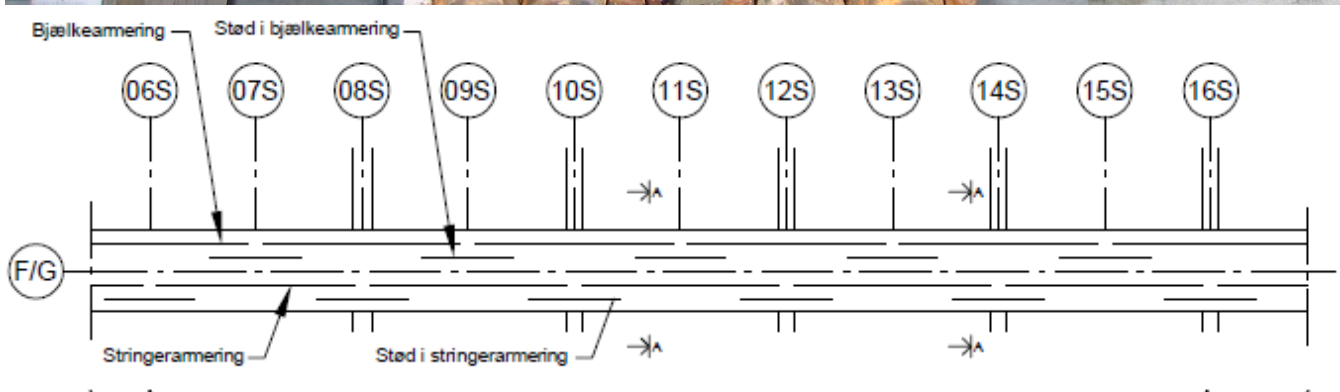
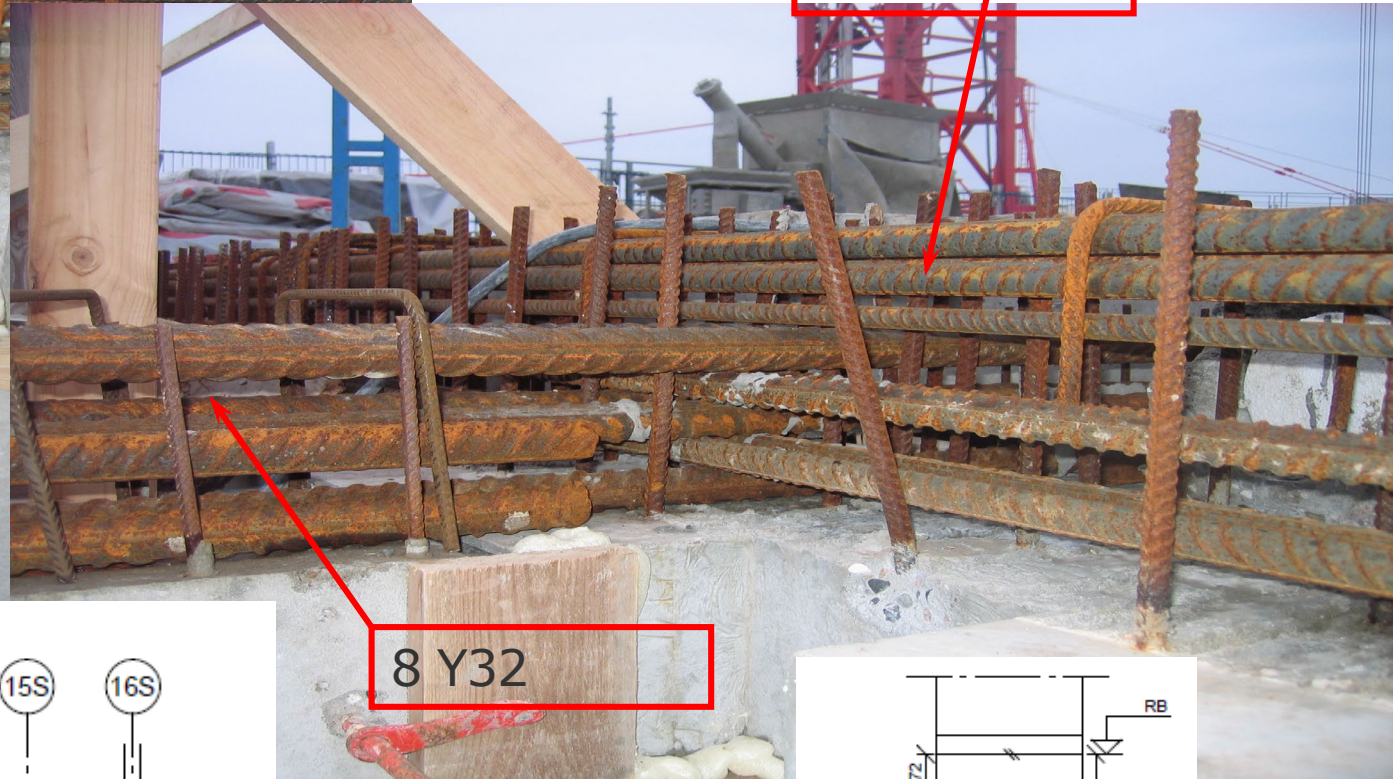


6. etage





4 Y32 +
6 Y25 +
2 Y16



BJÆLKEARMERING

Ligger fra væg fuge til væg fuge

STRINGERARMERING
Stødes som øvrige etager

BJÆLKEARMERING

Stødes centralt om ulige modul linjer

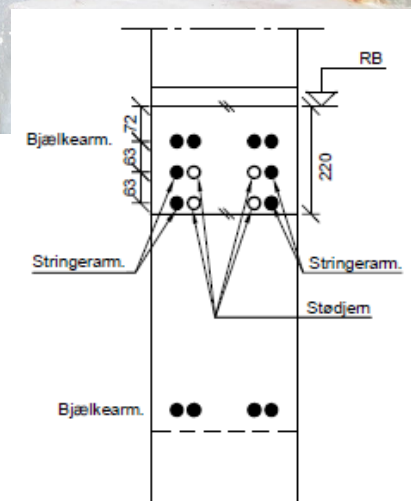
STRINGER ARMERING

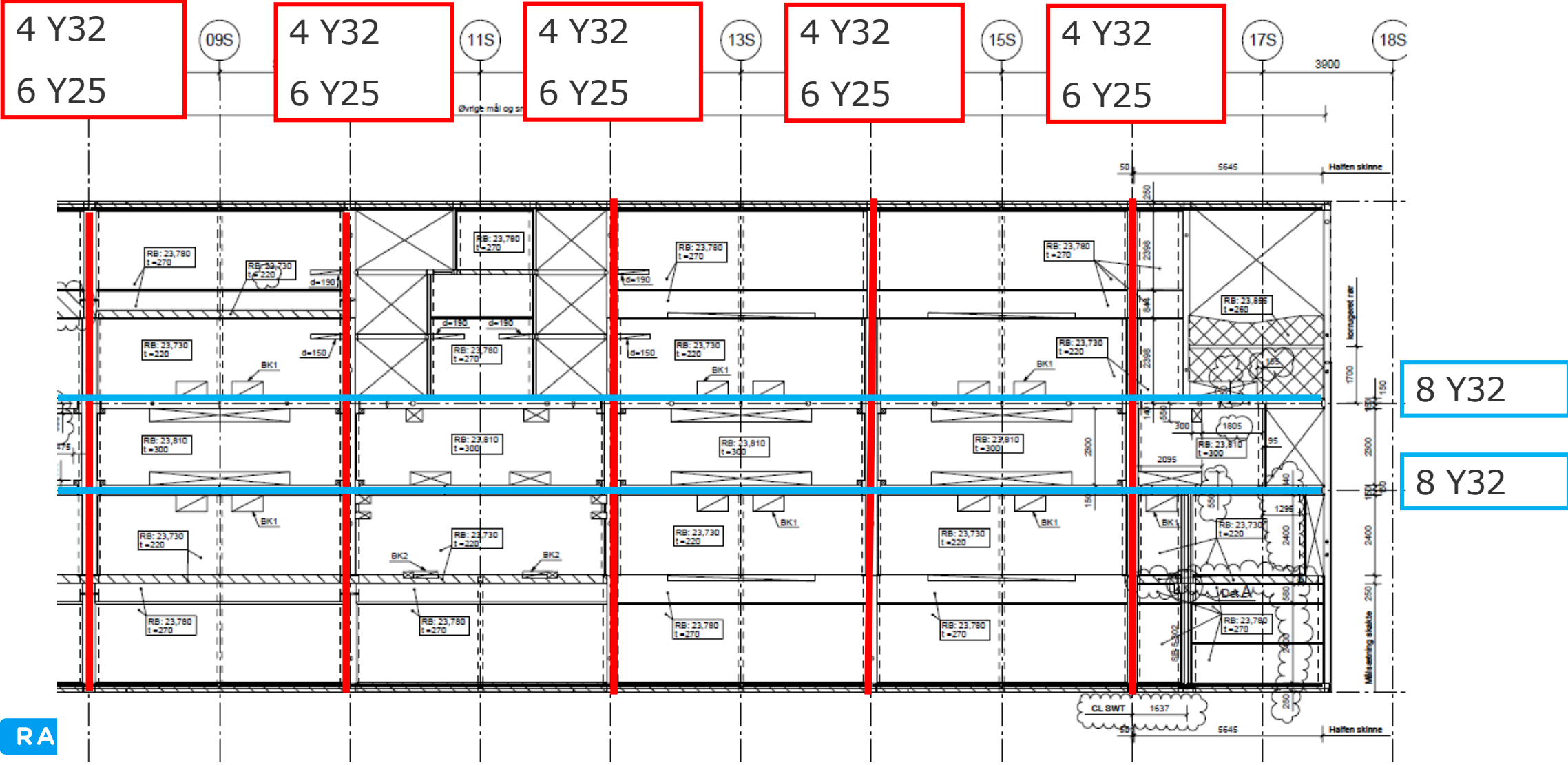
Stødes centralt om lige modul linjer

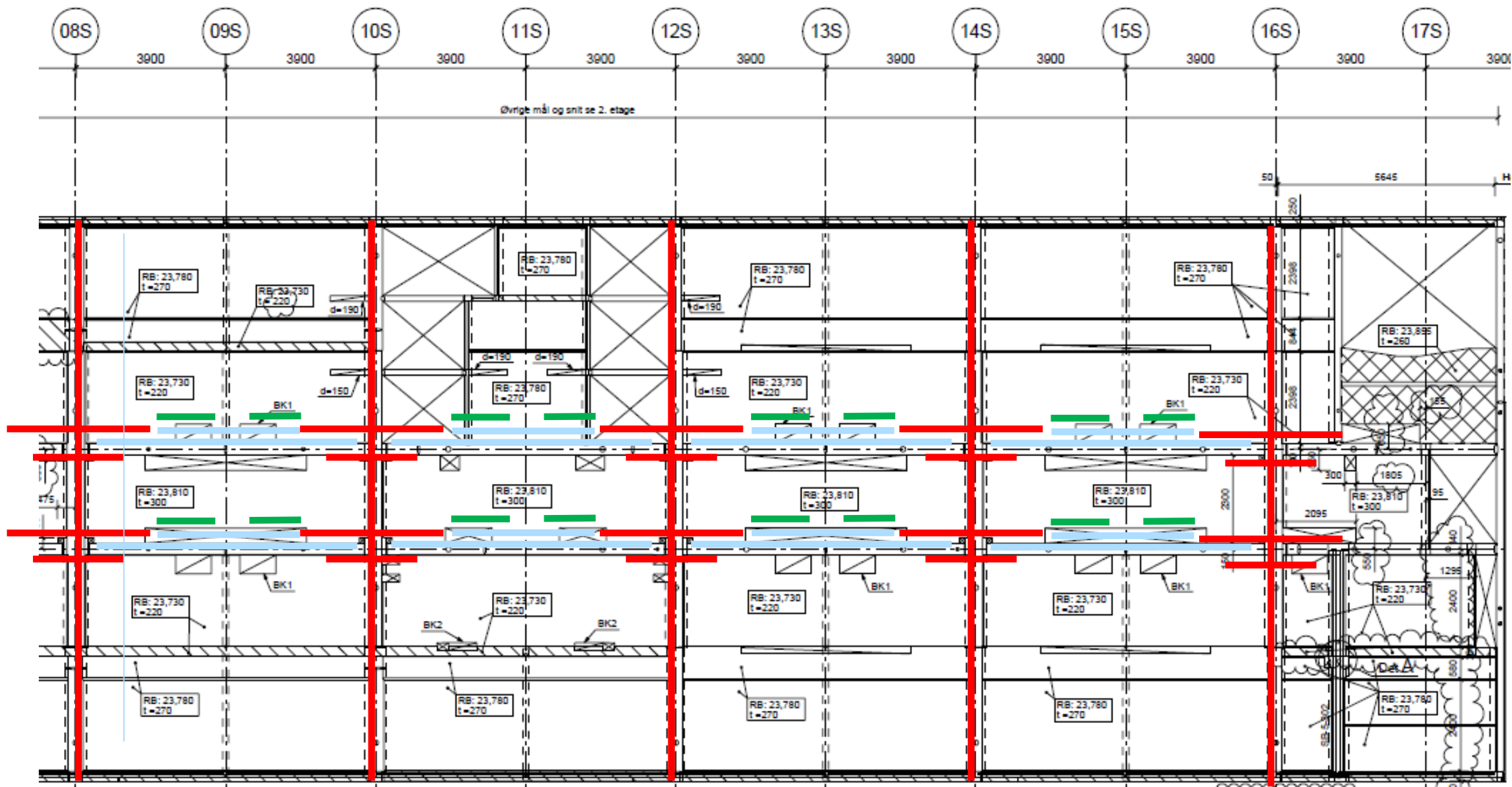
BJÆLKEARMERING

Ligger fra væg fuge til væg fuge

STRINGERARMERING
Stødes som øvrige etager







AFSTIVNING AF SKRÅ VÆGELEMENTER (DE NEDERSTE ETAGER)





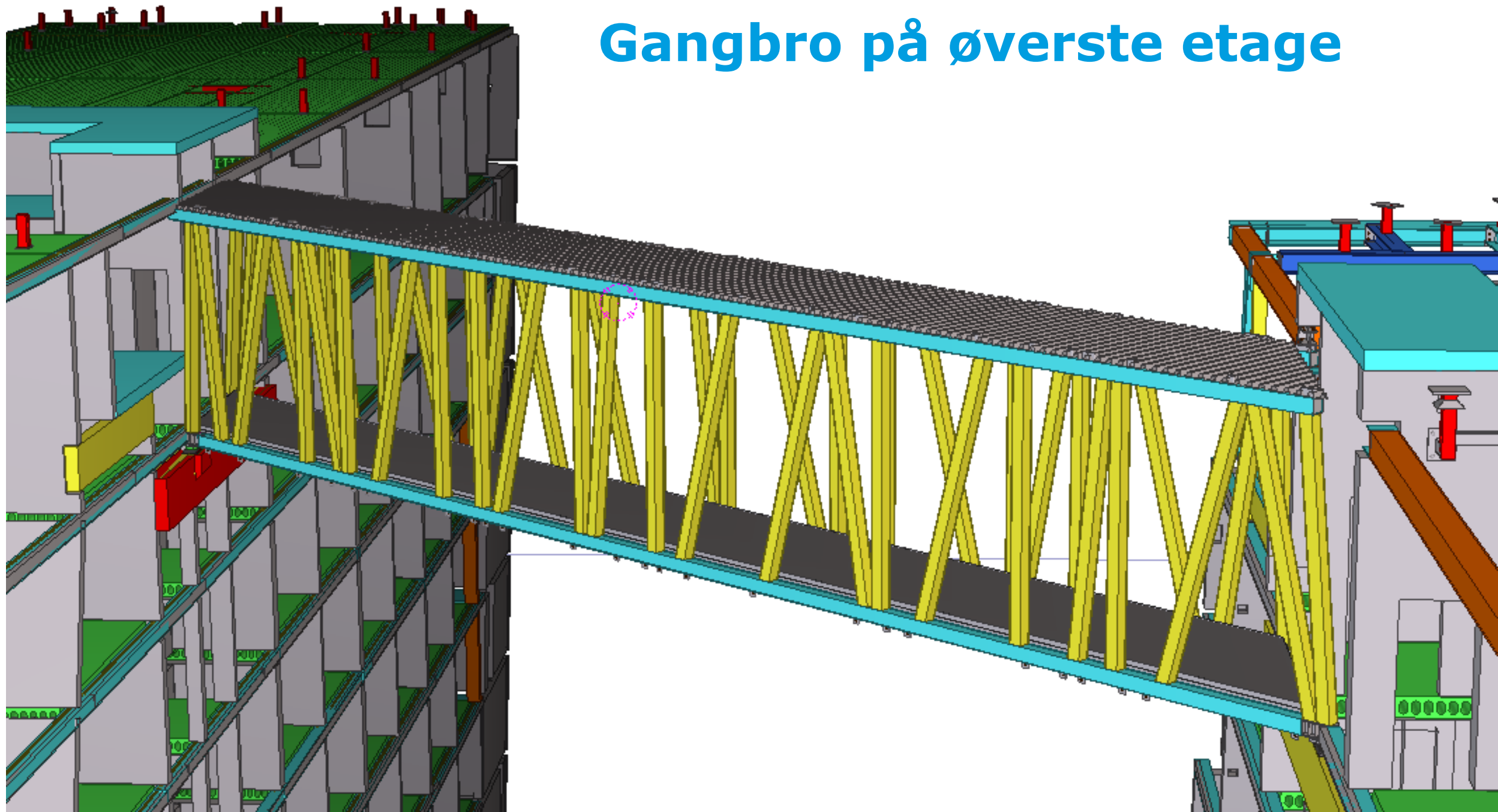
AFSTIVNING AF SKRÅ VÆGELEMENTER (DE OVERLIGGENDE ETAGER)



Gangbro på øverste etage

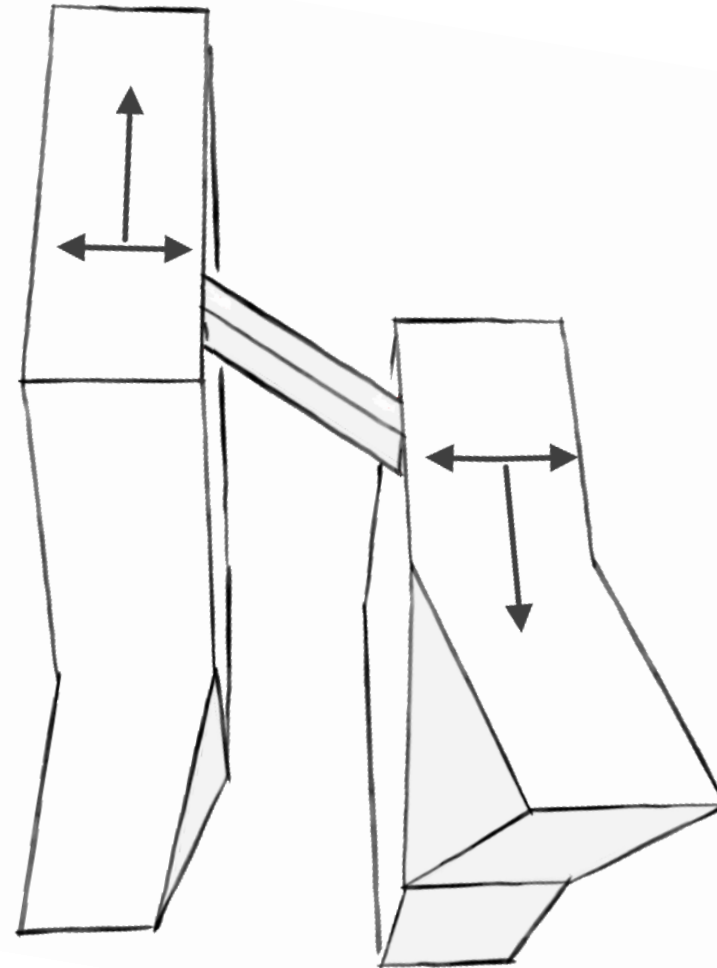


Gangbro på øverste etage



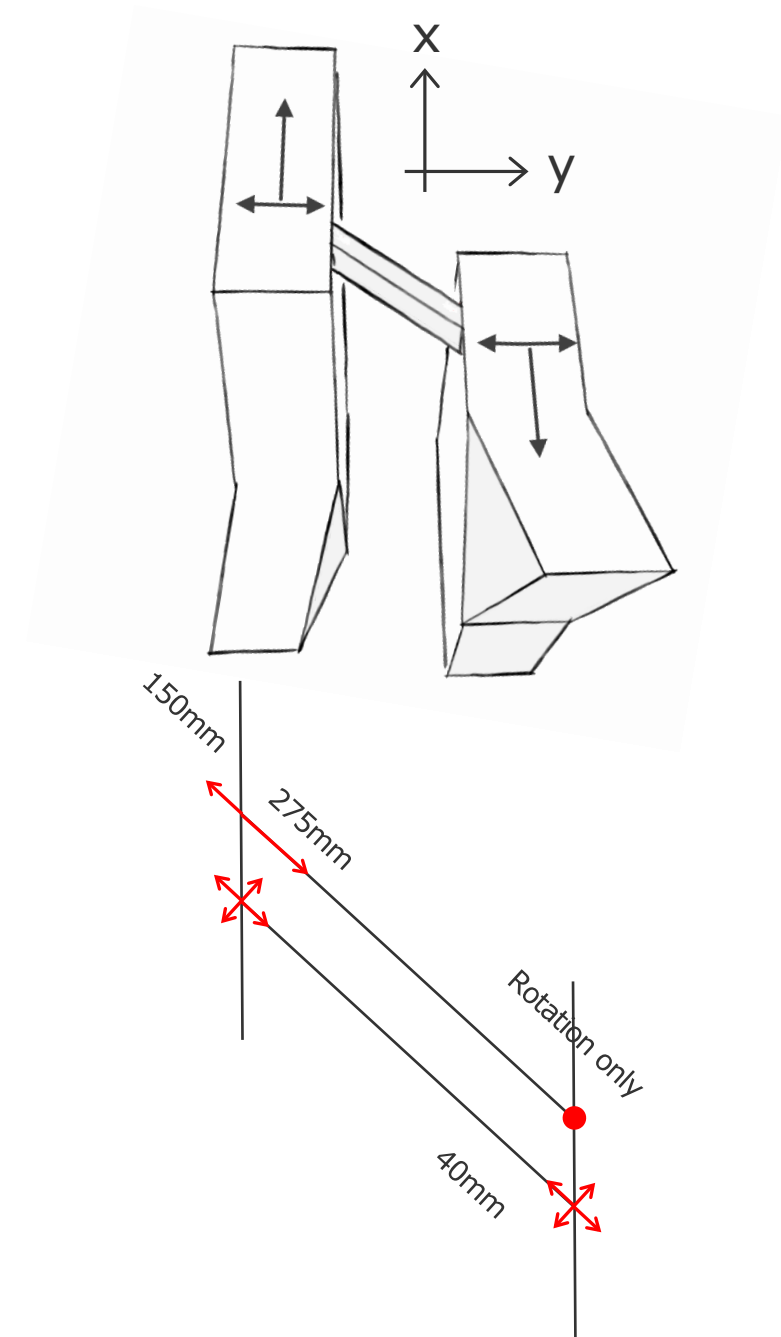
Bestemmelse af tårnenes bevægelser

- Vindlast
 - Sug på facader
 - Torsion af tårne
 - Svingninger
- Excentrisk nyttelast på langs
- Excentrisk nyttelast på tværs
- Krybning af beton
- Krybning af jorden
- "Skæv" opvarmning



Resulterende bevægelser

	Ux (mm)	Uy (mm)	Partial	Ux _{regn} (mm)	Uy _{regn} (mm)
Krybning	140	18	1,00	140	18
Vind	7	71	1,00	7	71
Excentricitet	16	60	1,00	16	60
Termisk	12	98	0,5/1,3	5	38
Total væk fra				168	186
Total ind mod				28	169





Spørsmål

