

Oodi Helsinki National Library

2020-11-12 Dansk Ståldag
Hans Exner, Rambøll Danmark

Bright ideas. Sustainable change.

RAMBOLL

AGENDA

01 Kort om Rambøll

02 Kort om Oodi

03 Udfordringen

04 Byggeprocessen

05 Spørgsmål?

01 KORT OM RAMBØLL

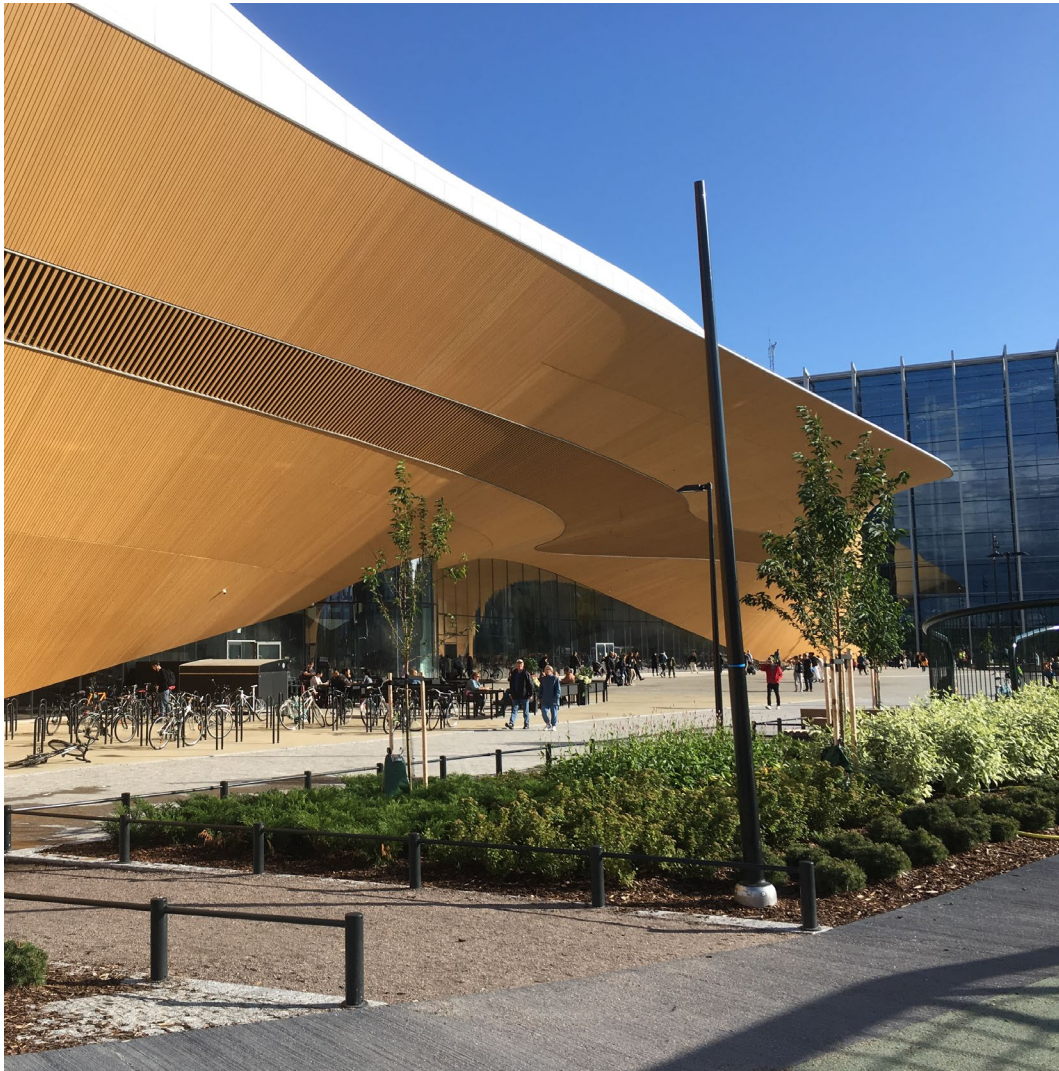
GLOBAL VIDEN – LOKAL ERFARING



Finland
Danmark
UK

02 KORT OM OODI

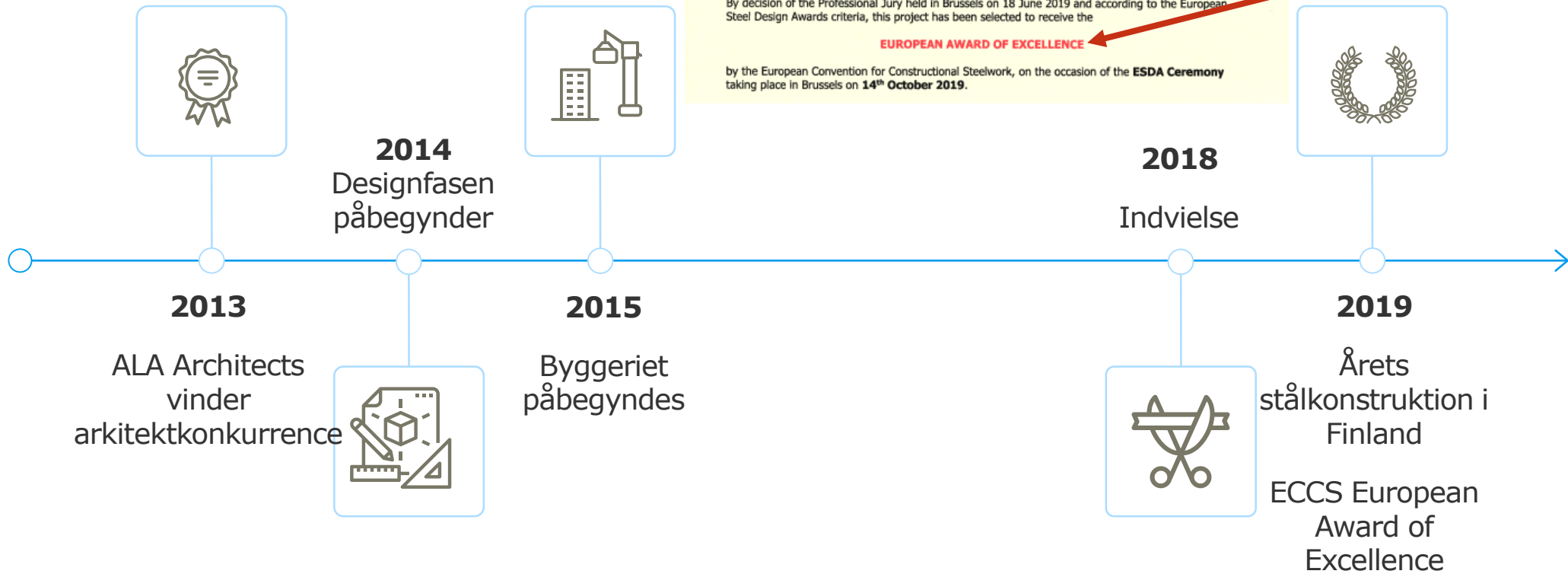
PROJEKTHOLD



2014-2018

- Helsinki By (Kunde)
- ALA Architects (Arkitekt)
- Ramboll Finland (Ingeniør, projektejer)
- Rambøll Danmark (Specialist, konstruktioner)
- Rambøll England (Specialist, vinduer)
- Rambøll løste alle ingeniør dicipliner på projektet

TIDSLINJE

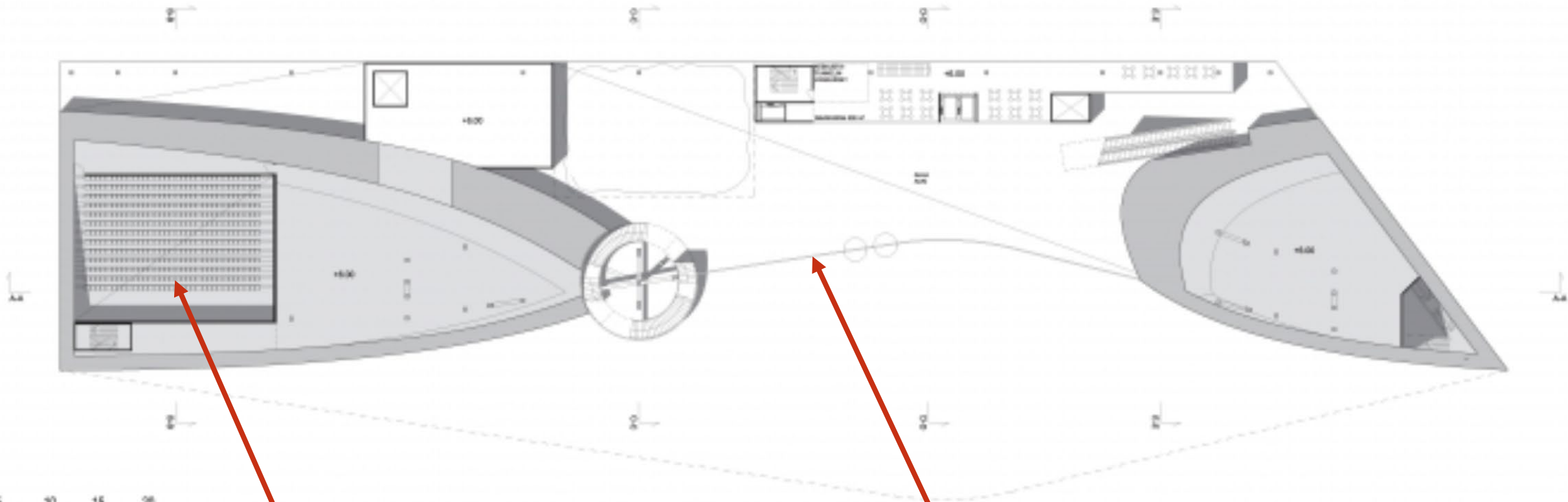


ECCS: Excellent!



**2013 Architectural Competition
Winning Entry**

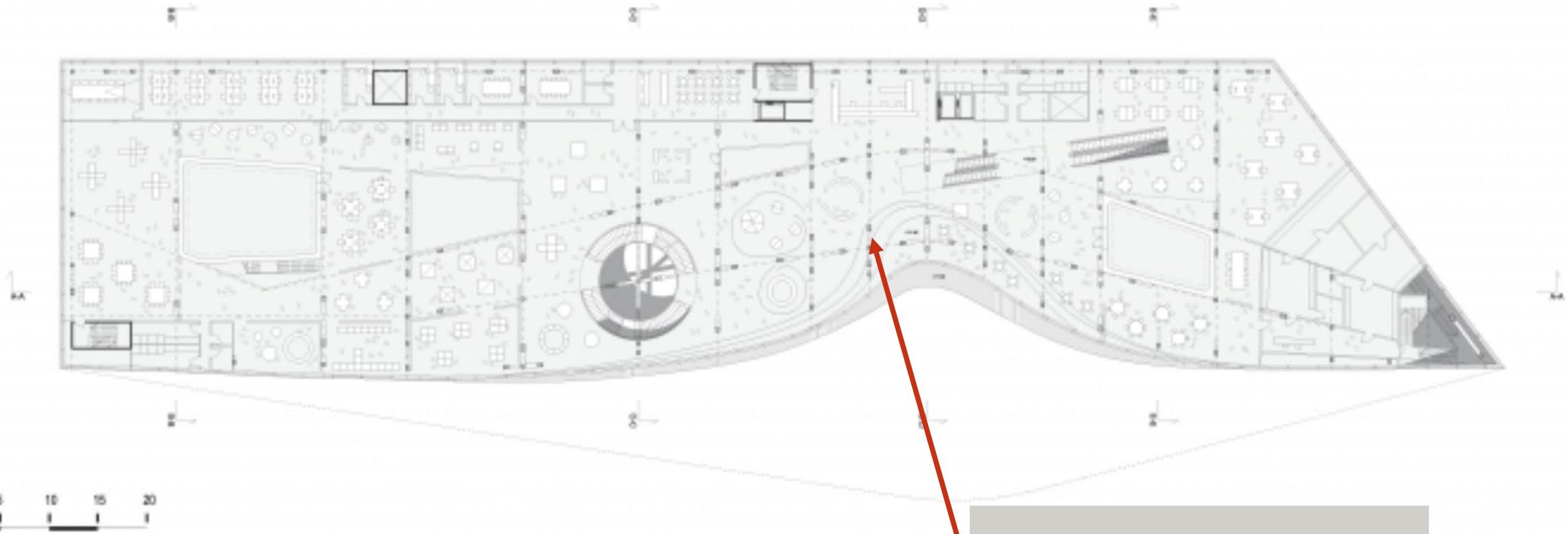
BYEN: NIVEAU 0



Auditorium

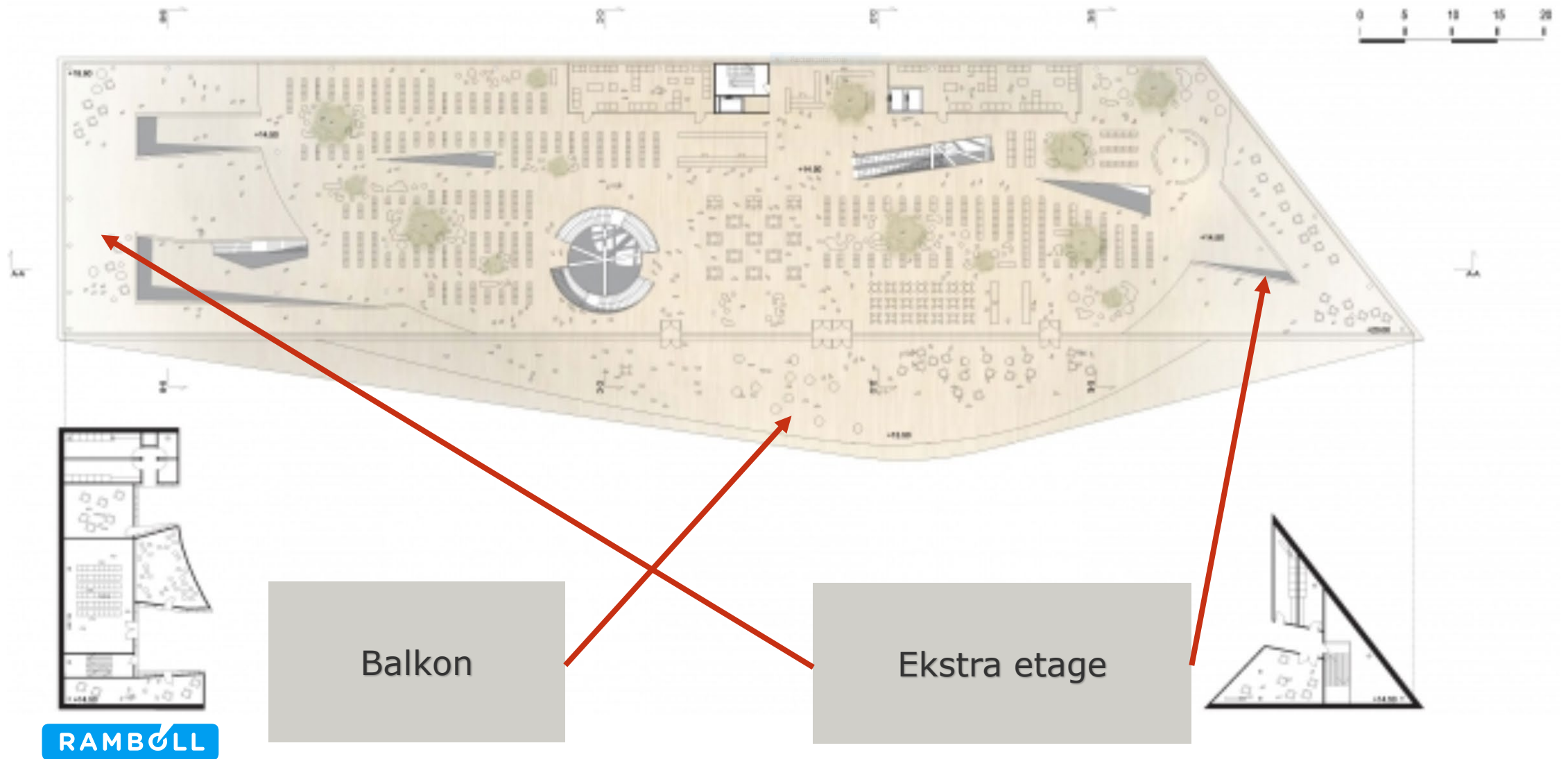
Glasvæg

HULEN: NIVEAU 1

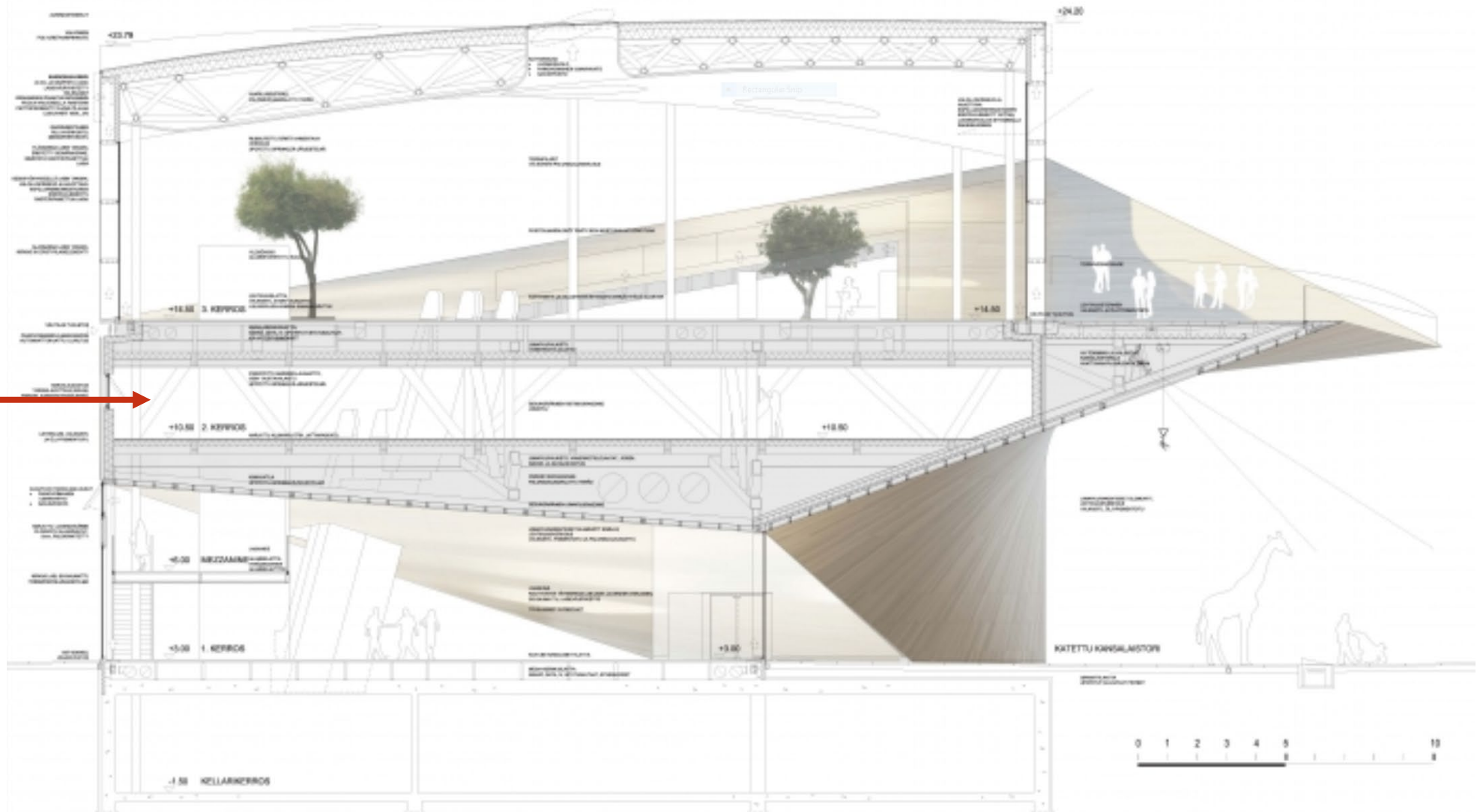


Siddetrin

HIMLEN: NIVEAU 2

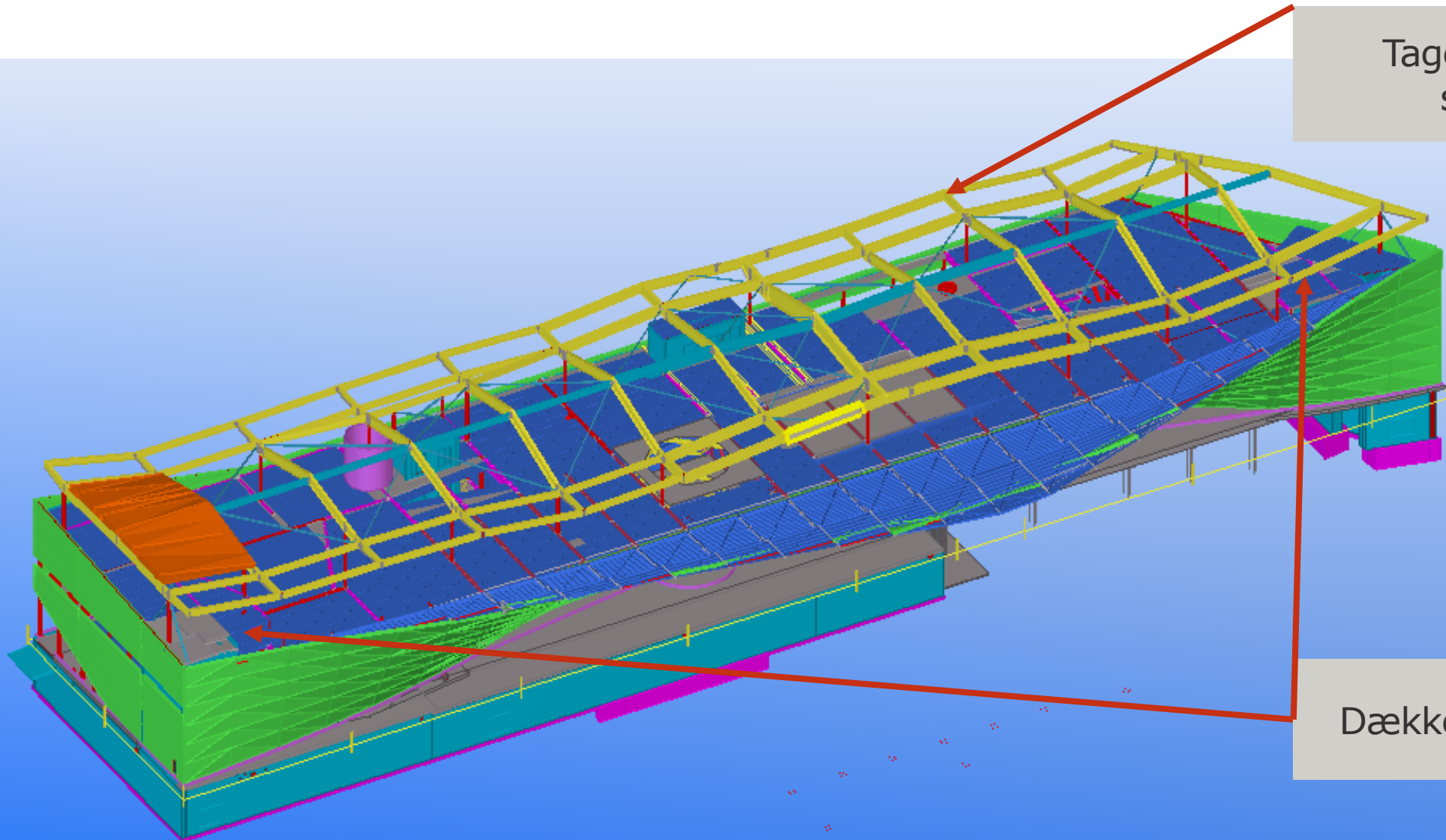


GITRE I HULEN



03 UDFORDRINGEN

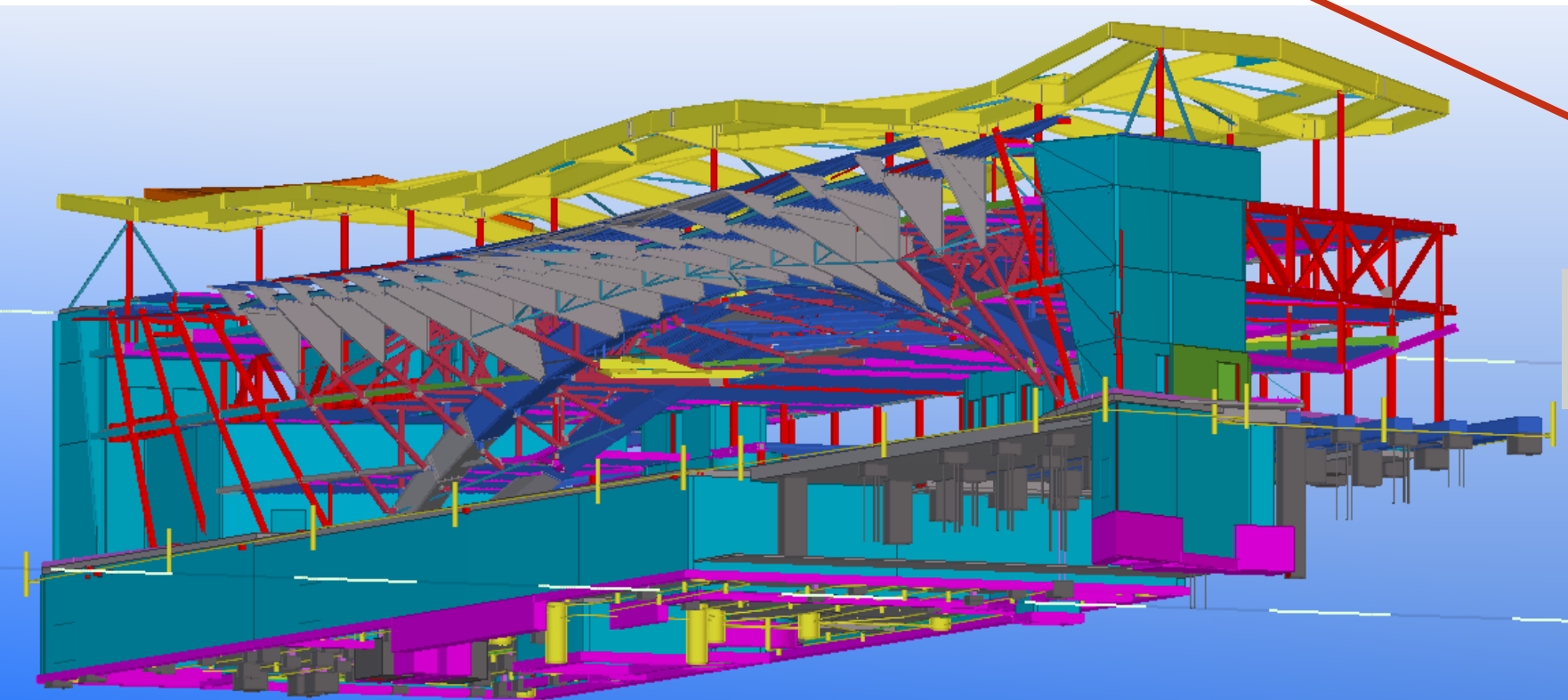
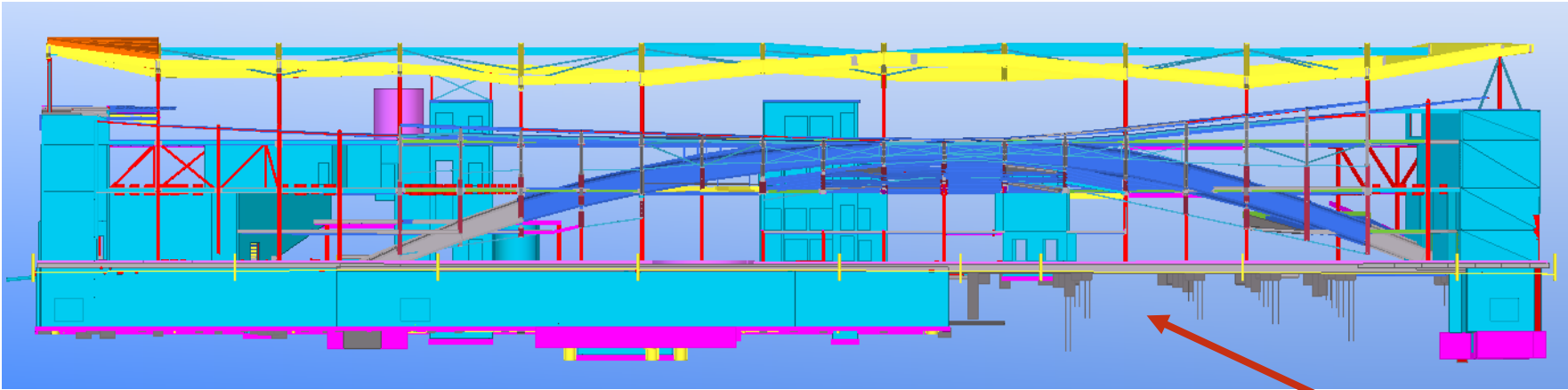
TEKLA MODEL



Taget hvælver sig som
skyer på himlen

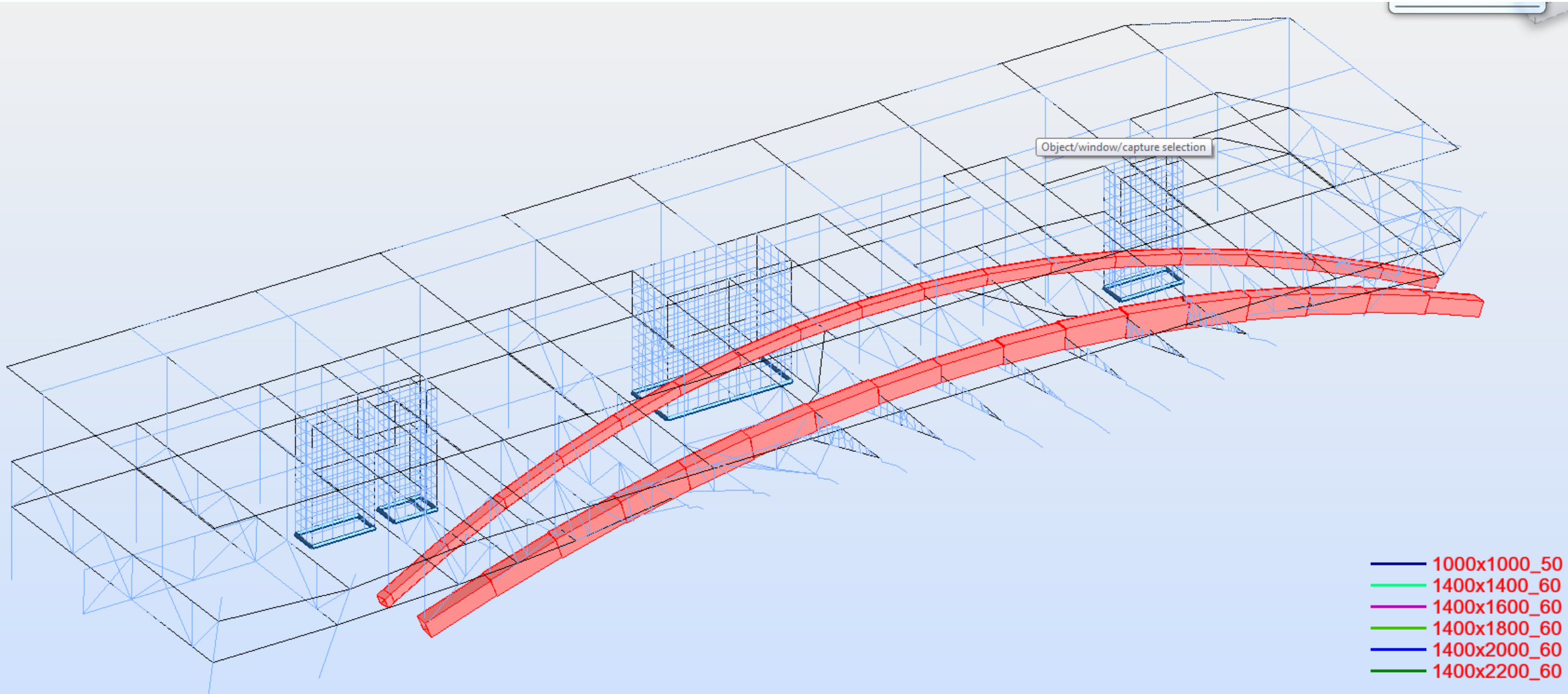
Dækket er bakket landskab

TEKLA MODEL

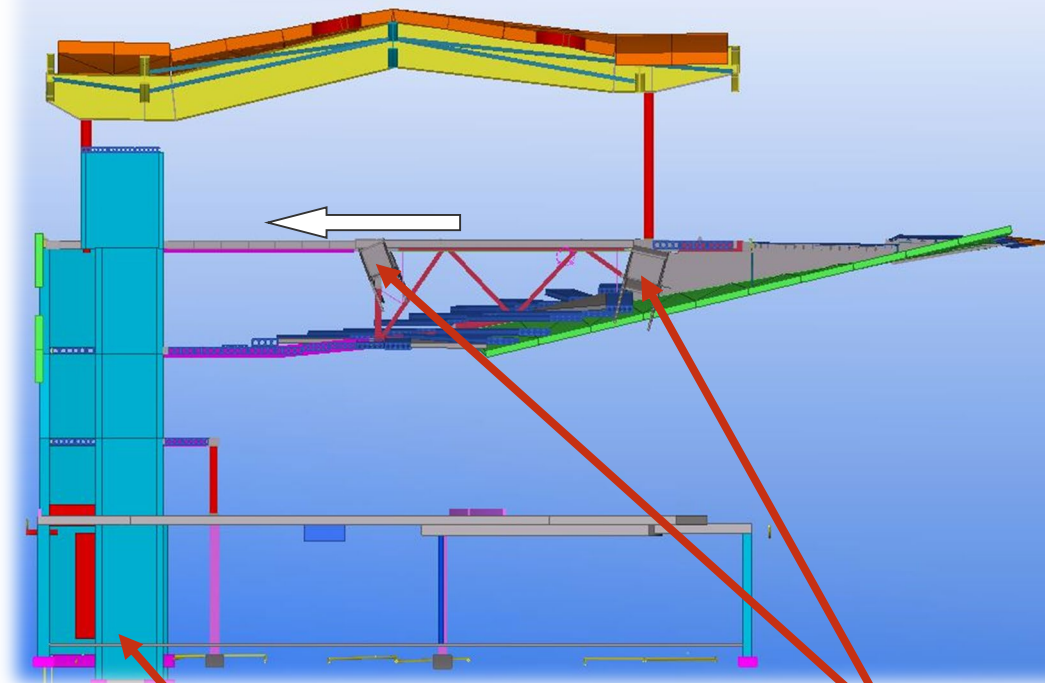


Fremtidig vej under bygningen

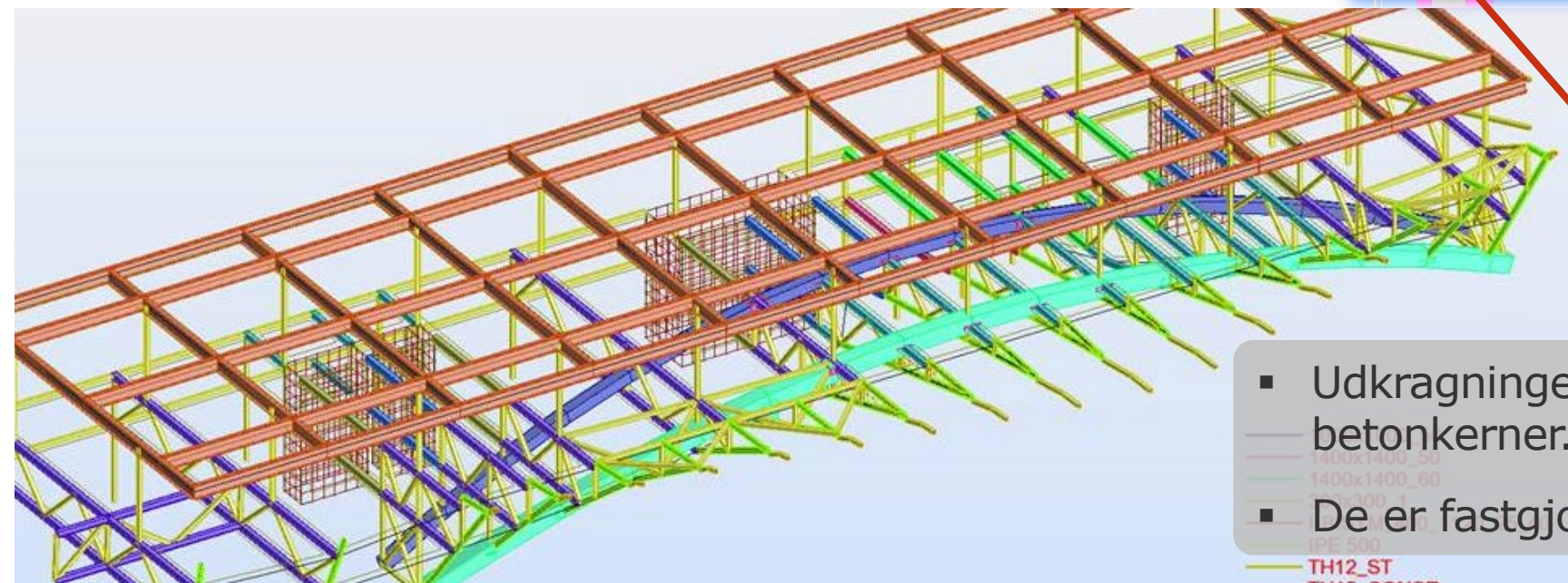
LØSNINGEN: BUER



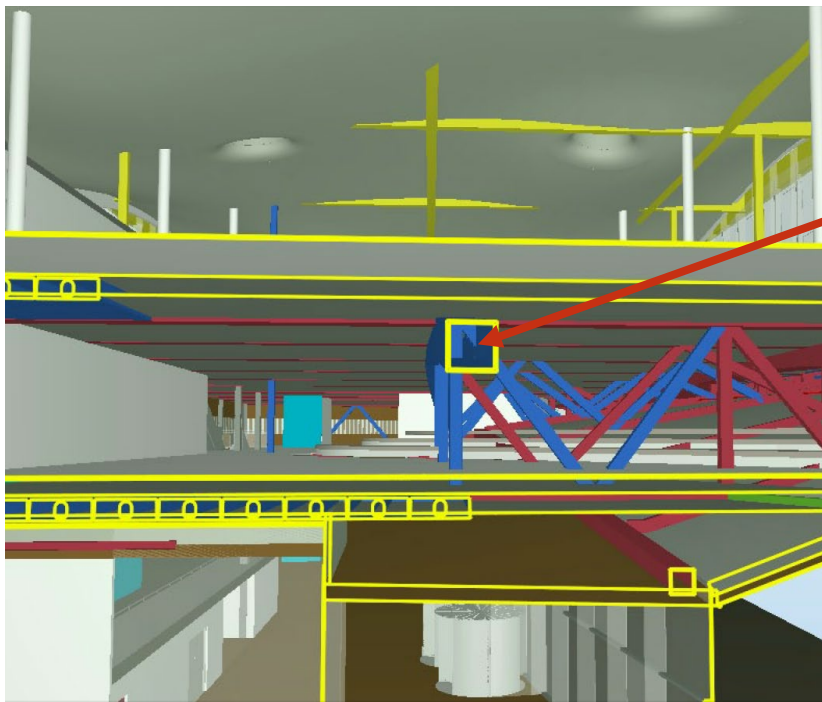
- Buerne er rygraden
De tager et stort tryk.
- Gitrene er ribben.
De holder rygraden stabil.
- De er forbundet af muskler:
betondækkene.
- De bærer balkonen.



Buer



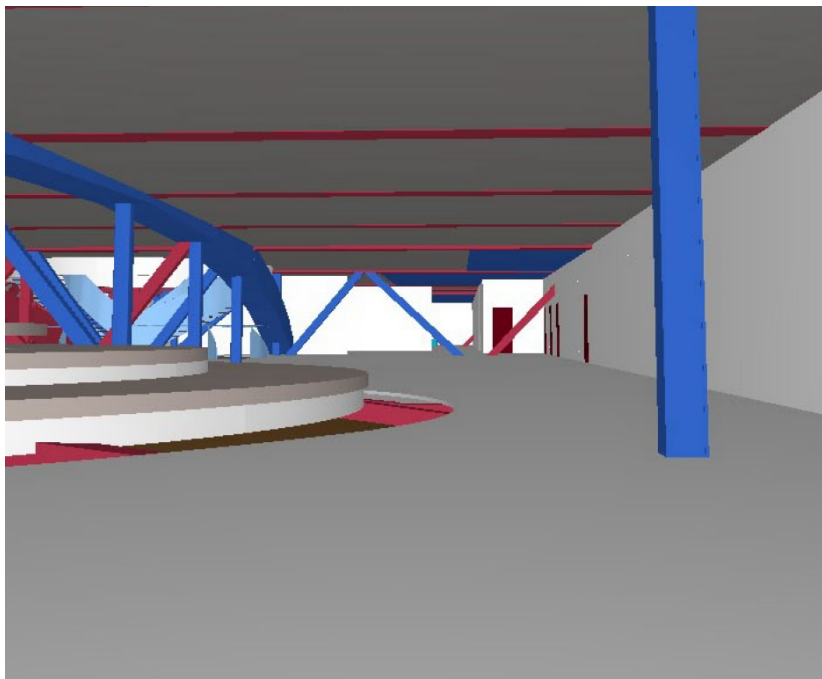
- Udkragningen holdes af de bageste
betonkerner.
- De er fastgjort til grundfjeldet.



Bue

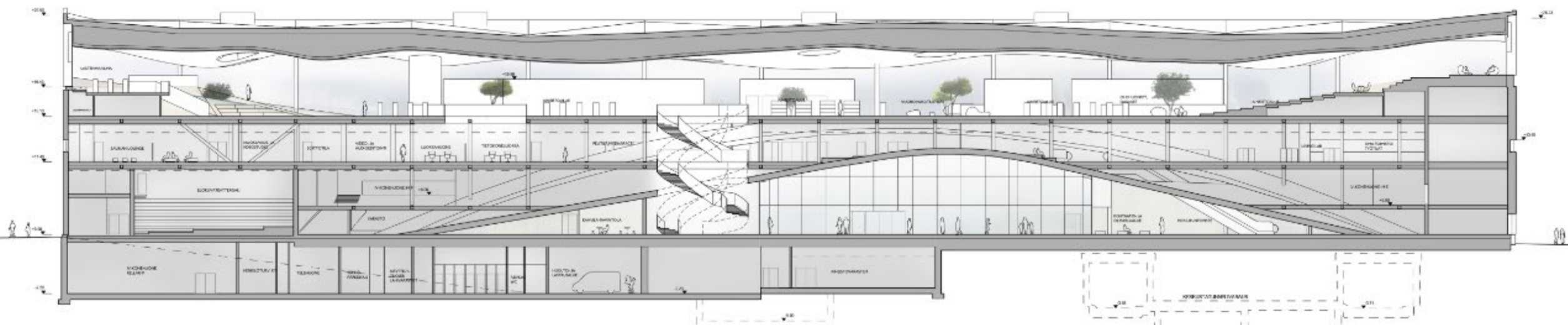
I Hulen optimeres:

- Gang- og opholdszoner
- Langsgående buer med tilhørende gitre
- Tværgående gitre der spænder mellem buerne og bagfacaden og skaber udkræning til balkonen
- Stålelementerne beskyttes mod brand i 60 minutter
- af træbeklædning!



Siddetrin



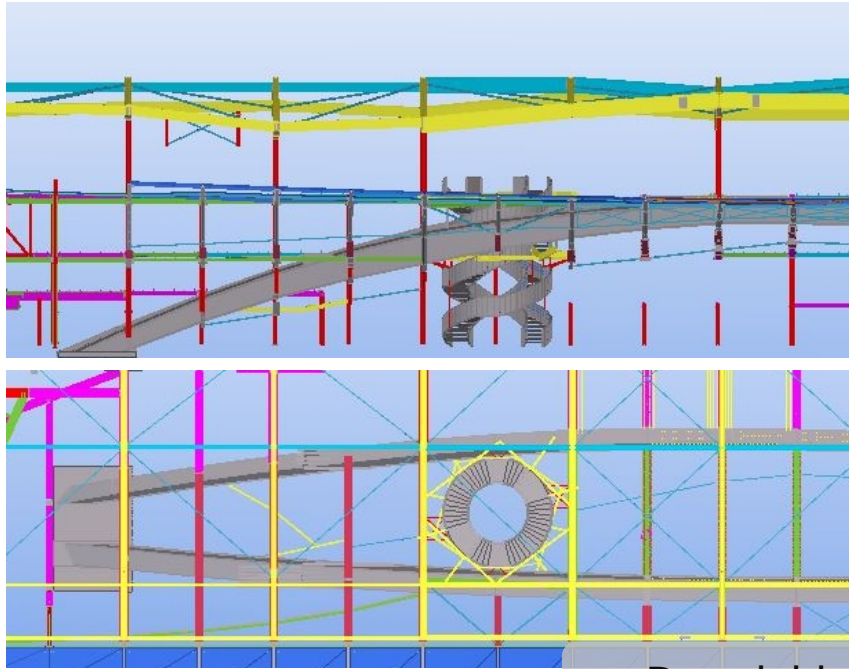


- Eurocode Suite + Finnish National Annexes
- Reliability Class 3
- Consequence Class 3b
- Fire design R60
- Stålkonstruktion. EXC3 / EXC4

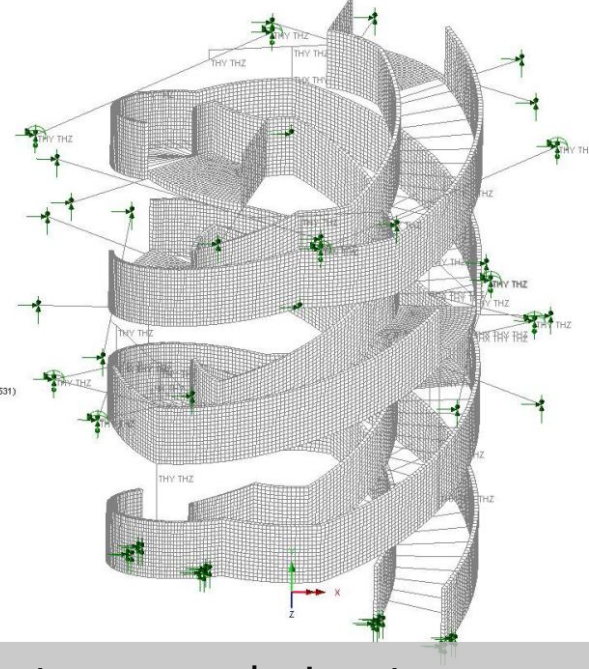
- Gulvelementer i beton. Komposit beton-stål
- Betonkerner
- Glasvægge
- Træbeklædte vægge og gulve
- Trætag

Fremtidig vej under bygningen, med ramper





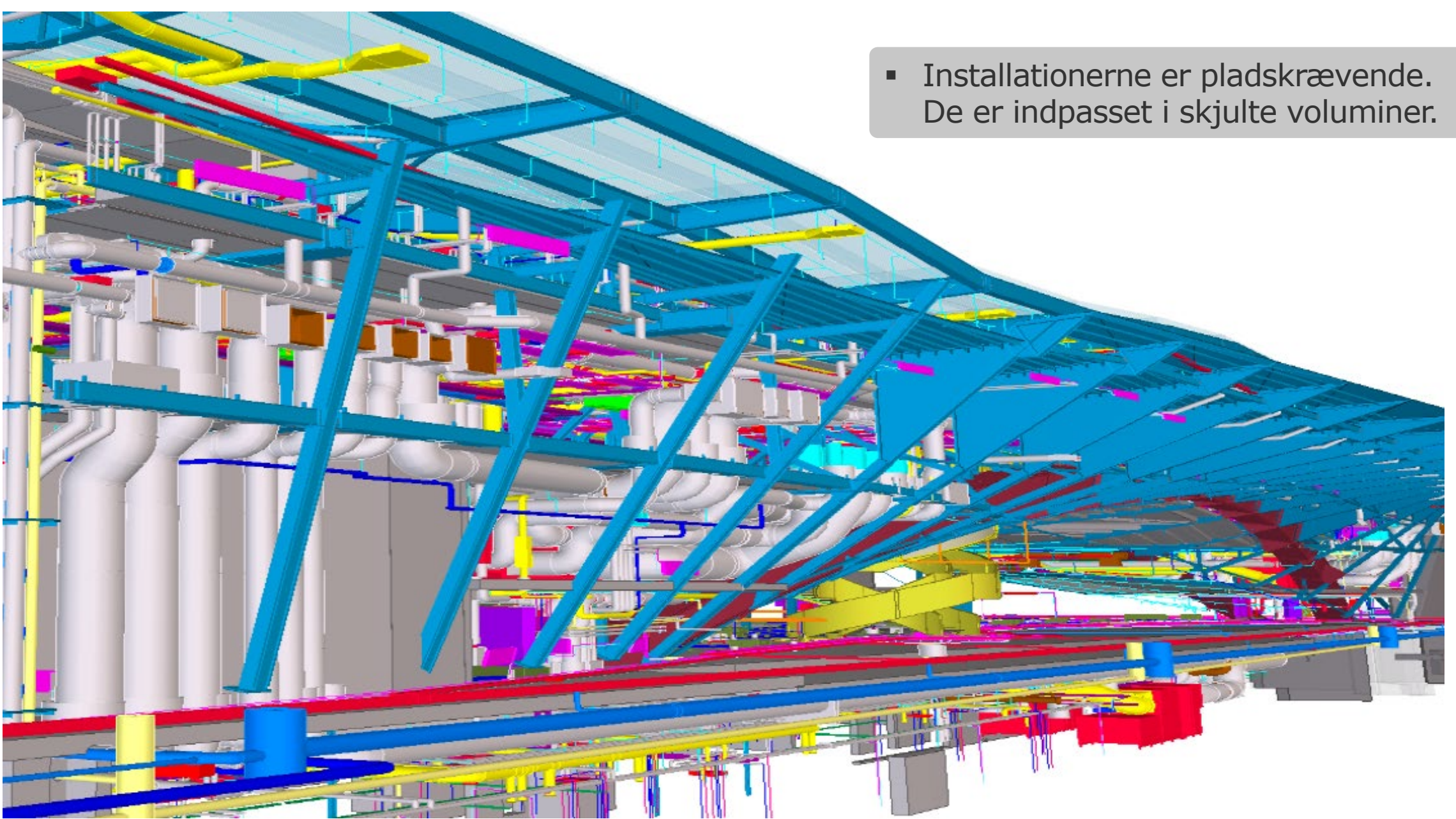
Scale: 1: 75.7456
Zoom: 93.4579
Eye: (-4.41513E-3, 0.464979, 0.88531)
Loadcase: 1.DYN



- Den dobbelte spiralformede trappe er designet stiv nok aht. svingninger (brugerkomfort) og eftergivende nok i forhold til hovedkonstruktionens bevægelser.



- Installationerne er pladskrævende. De er indpasset i skjulte voluminer.



Tag

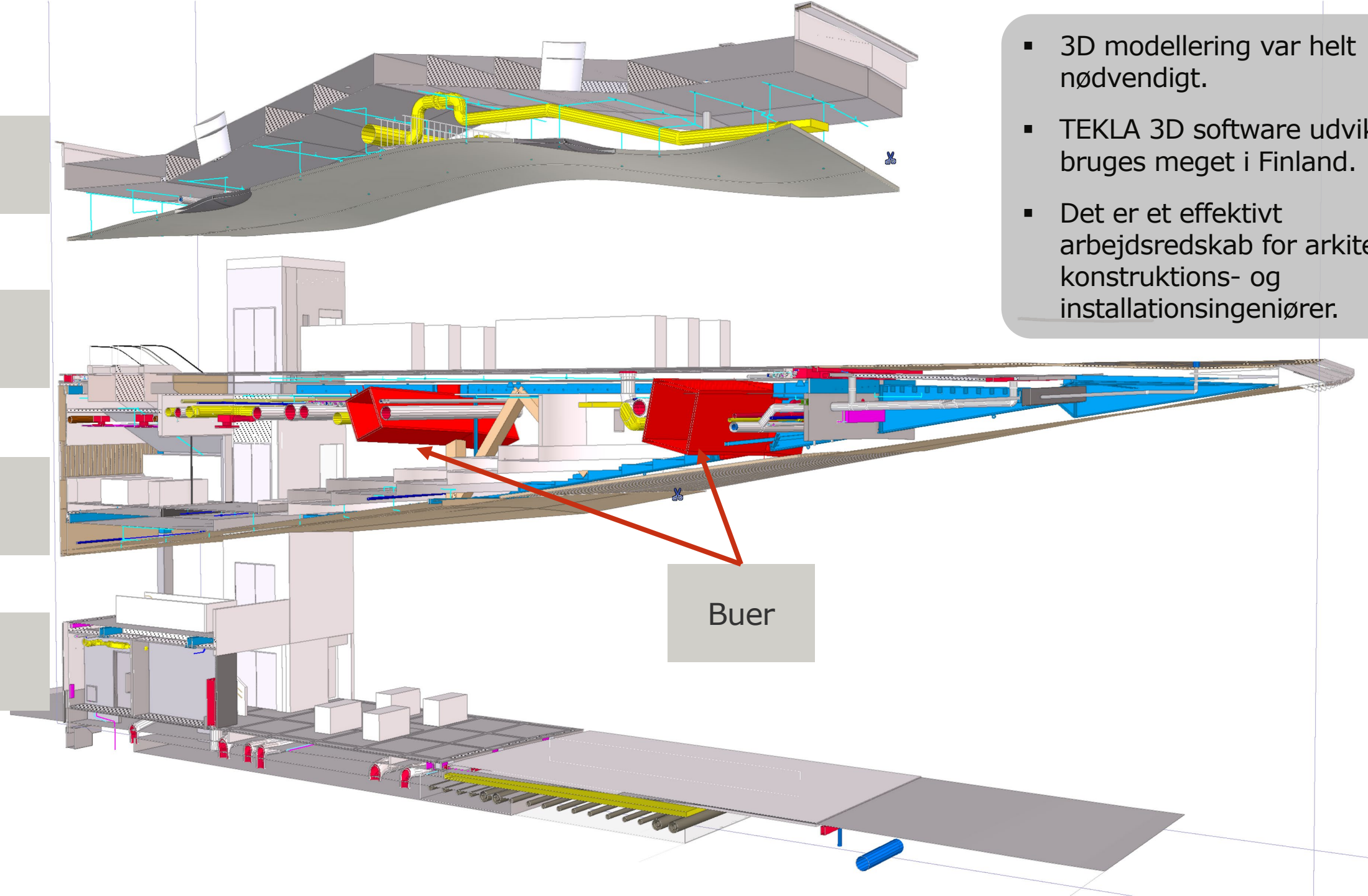
2

1

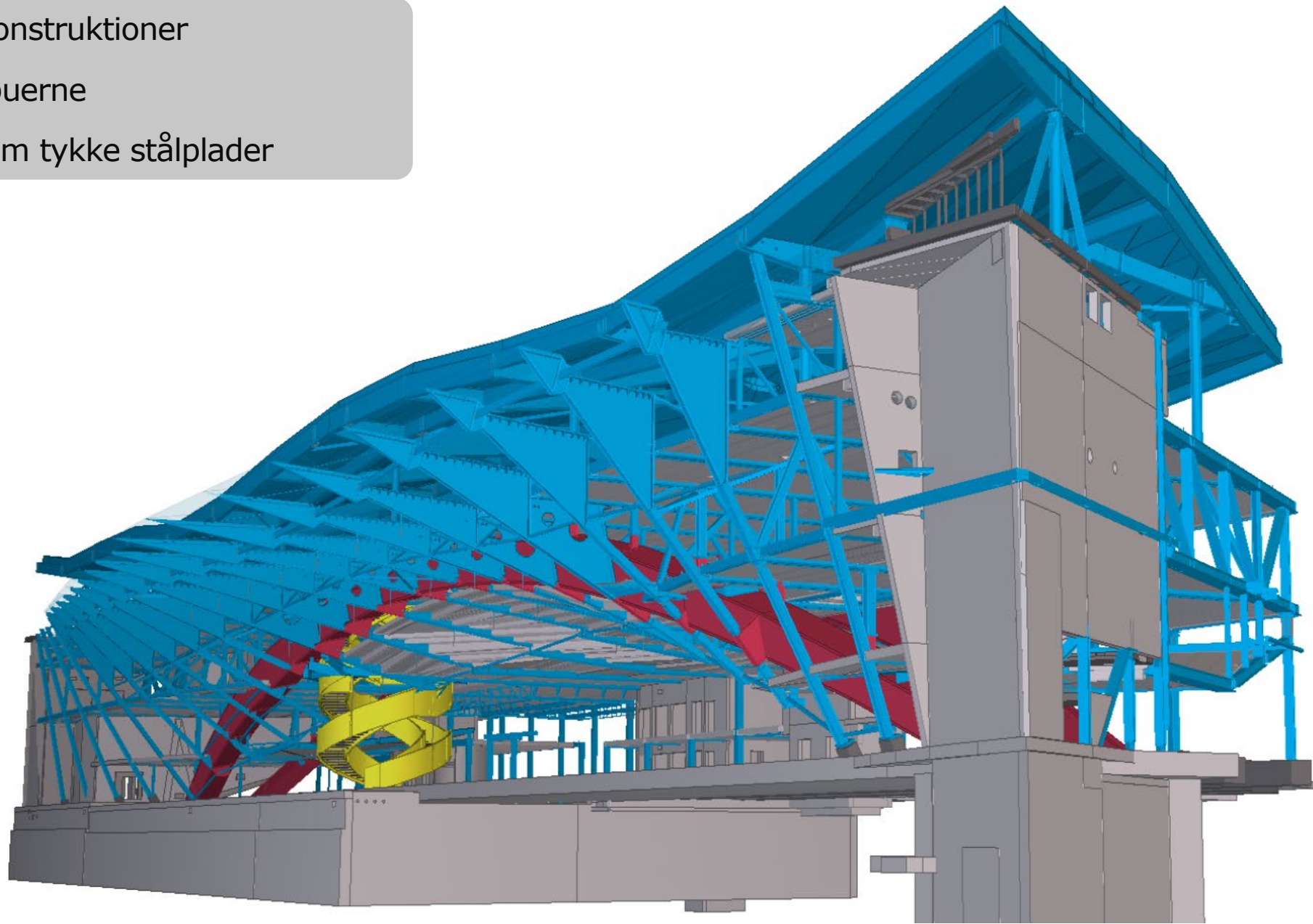
0

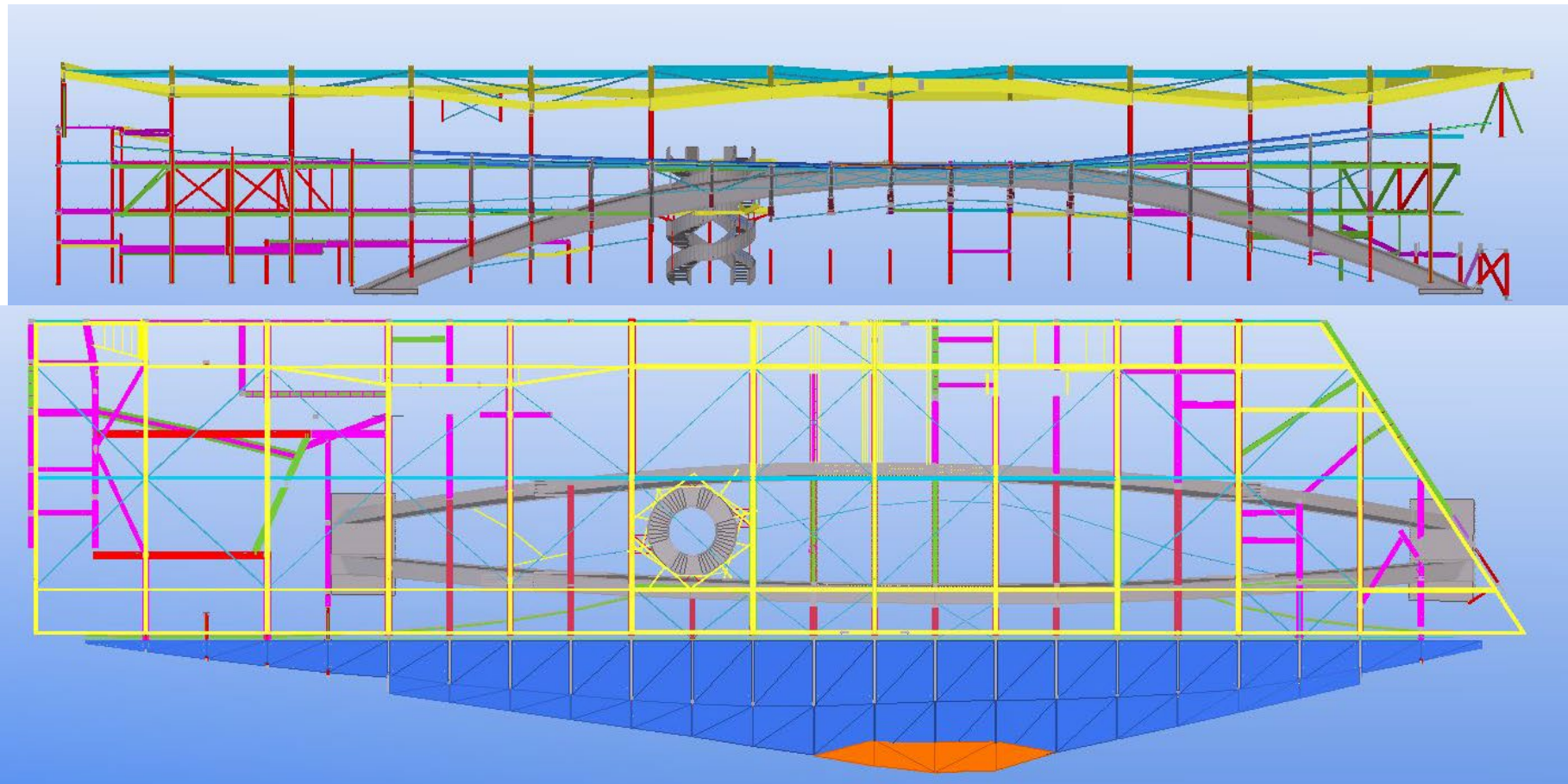
- 3D modellering var helt nødvendigt.
- TEKLA 3D software udvikles og bruges meget i Finland.
- Det er et effektivt arbejdsredskab for arkitekter, konstruktions- og installationsingeniører.

Buer



- 2400 t stålkonstruktioner
- 970 t stål i buerne
- Op til 120 mm tykke stålplader





- Tvillinge-buer med et spænd på ca. 100 m understøtter de to primære niveauer og taget. Dette skaber et stort åbent rum på niveau 0
- Buerne er 11,5m høje kassedragere.
- Den forreste bue er 1,7 m bred og 1,6 m – 2,4 m høj
- Den bageste bue er 1,2 m bred og 1,4 m - 1,8m høj
- 17 trækstænger forbinder buernes fundamenter. De er designet til et træk på 115 MN

FÅ MEST MULIGT UD TVILLINGE-BUE-BROEN

- Den forreste bue er placeret så langt fremme som muligt, og højden er tilpasset rummet med maksimal højde, hvor der er behov for det.
- Den bageste bue afbalancerer spændvidden mellem den forreste bue og den bageste del af bygningen og fungerer til dels som en modvægt til udkragningen

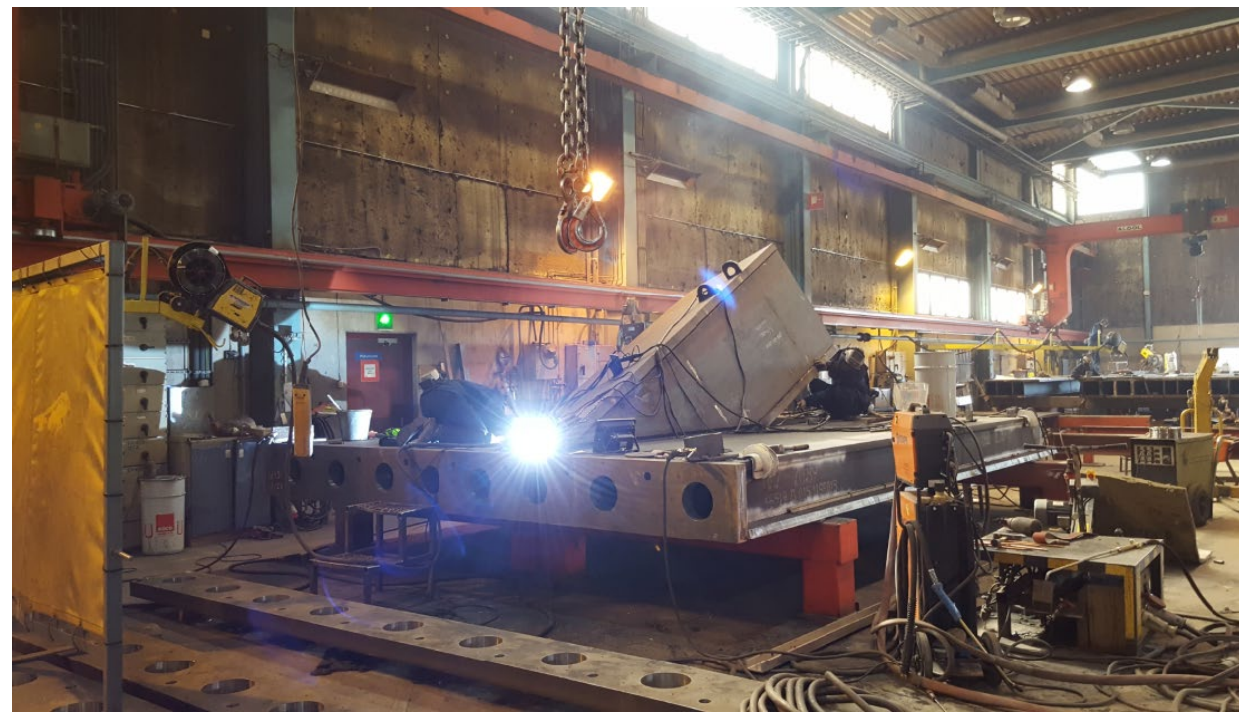
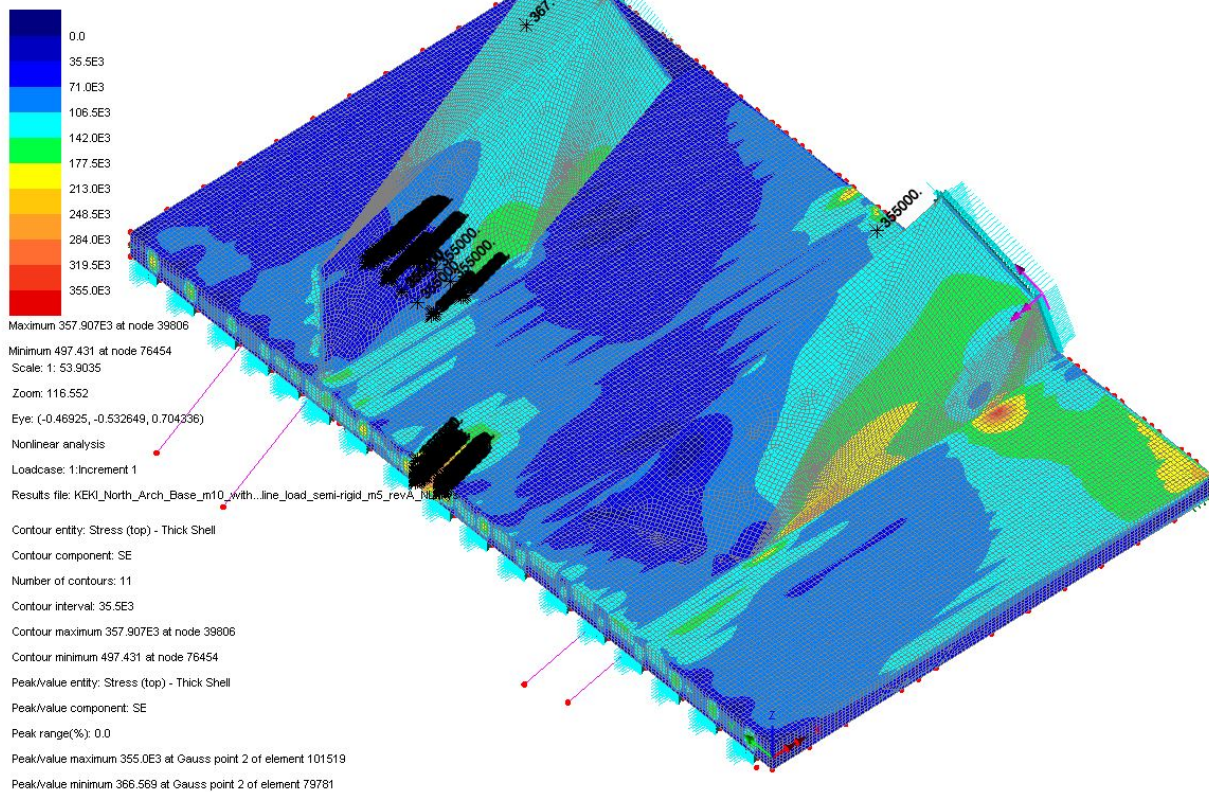
REDUCEREDE OMKOSTNINGER

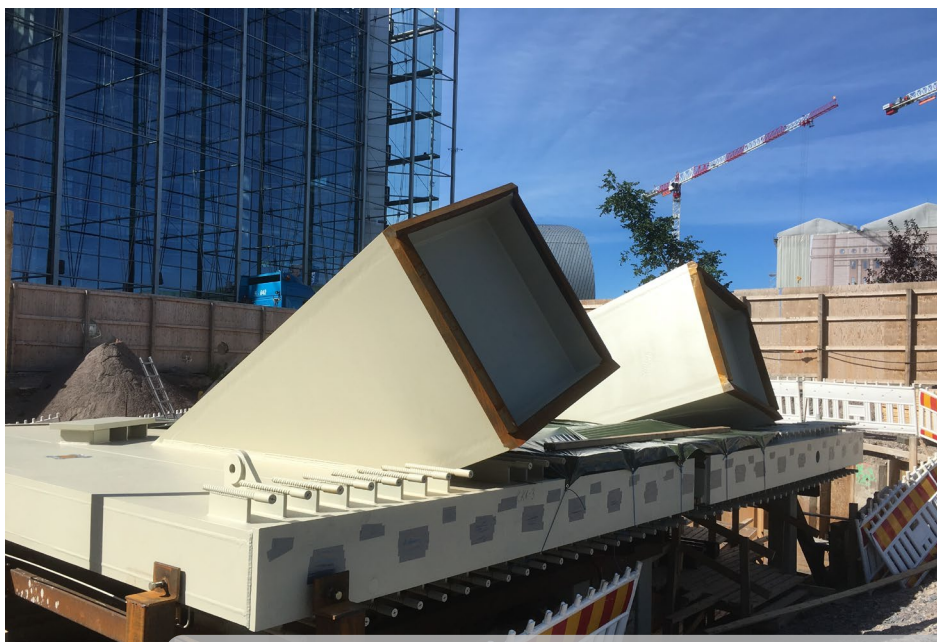
- Flest mulige velkendte konstruktionselementer, inkl. kompositbjælker
- I-bjælker til tag
- Reducer kompleksitet af buernes design: ensartede i tykkelse og bredde. (pl. 60 og pl. 100)
- Ingen langsgående afstivere i buerne

04 BYGGEPROCESSEN

▪ Fælles base for de to buer

Loadcase: 1:Increment 1
Results file: KEK1_North_Arch_Base_m10_with...line_load_semi-rigid_m5_revA_NL.mys
Entity: Stress (top) - Thick Shell
Component: SE



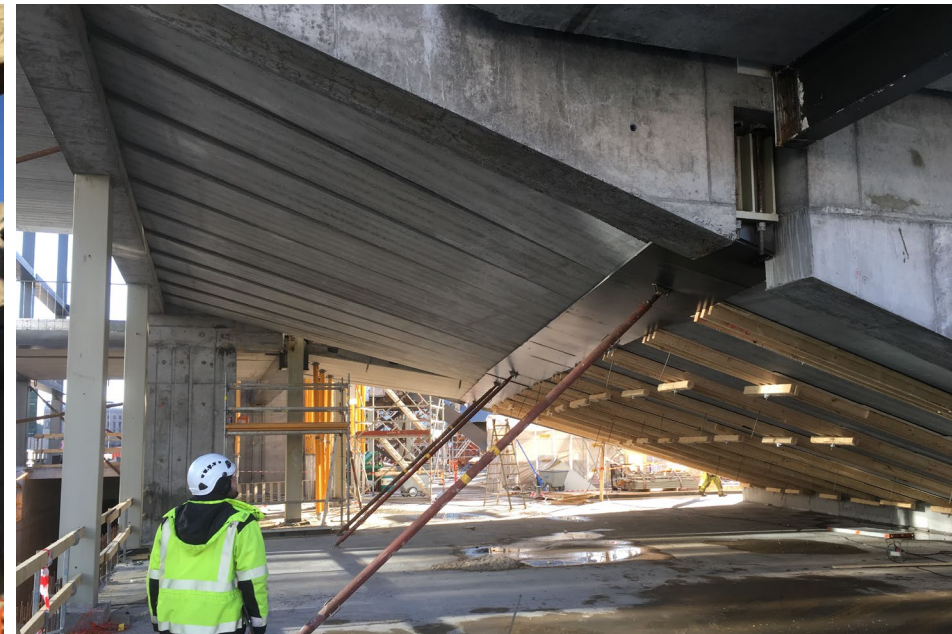


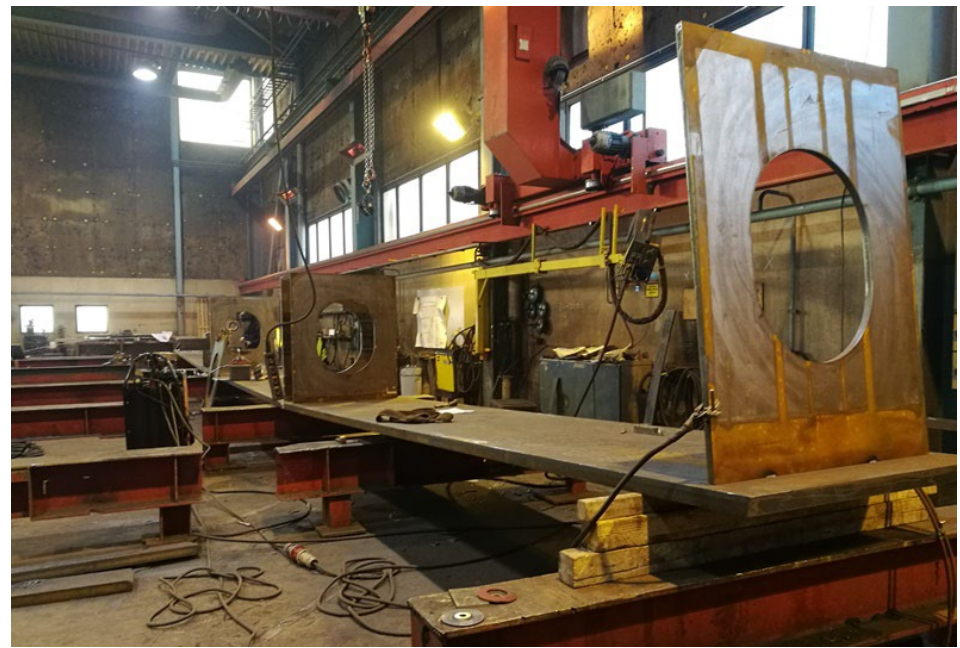
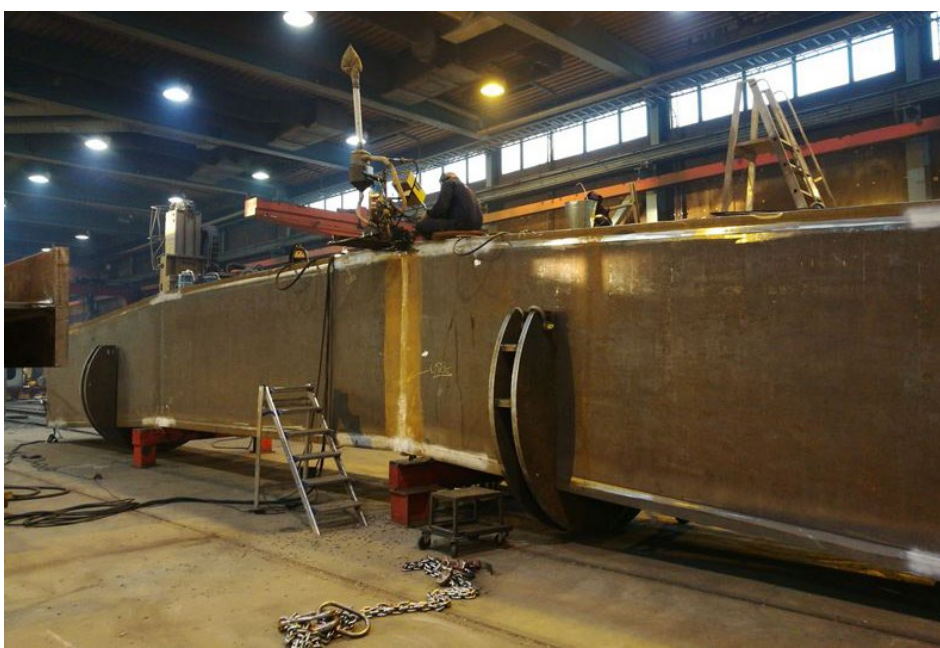
- Trækstængerne er opspændt i tre tempi:
Den første før buerne blev rejst
Den sidste efter en væsentlig del af belastningen er påført





- Auditoriet er et søjlefrit rum.
To kraftige gitre spændere mellem væggene og bærer etagen ovenover



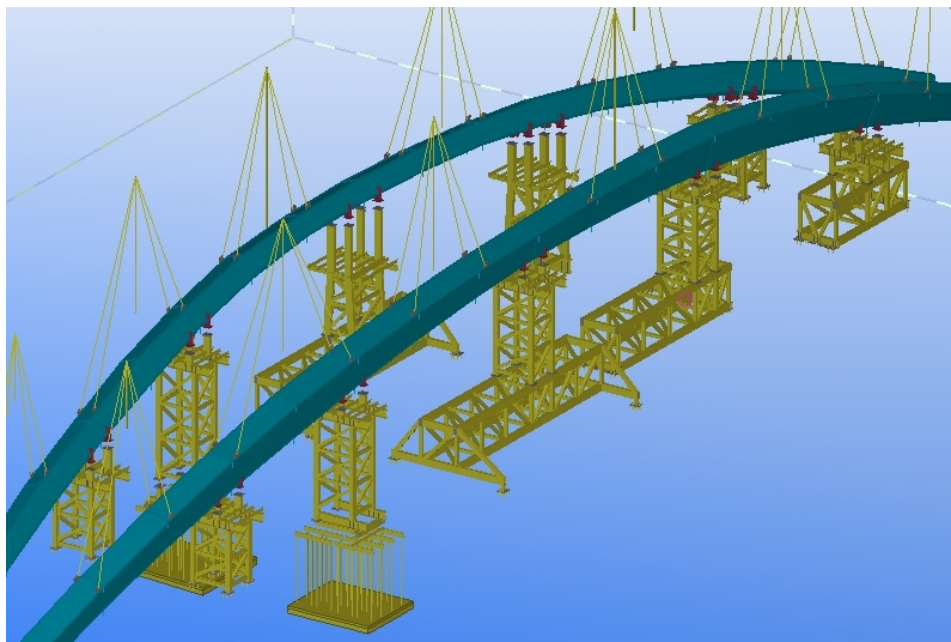


- Buerne er designet uden langsgående afstivning, men med tværgående afstivende plader

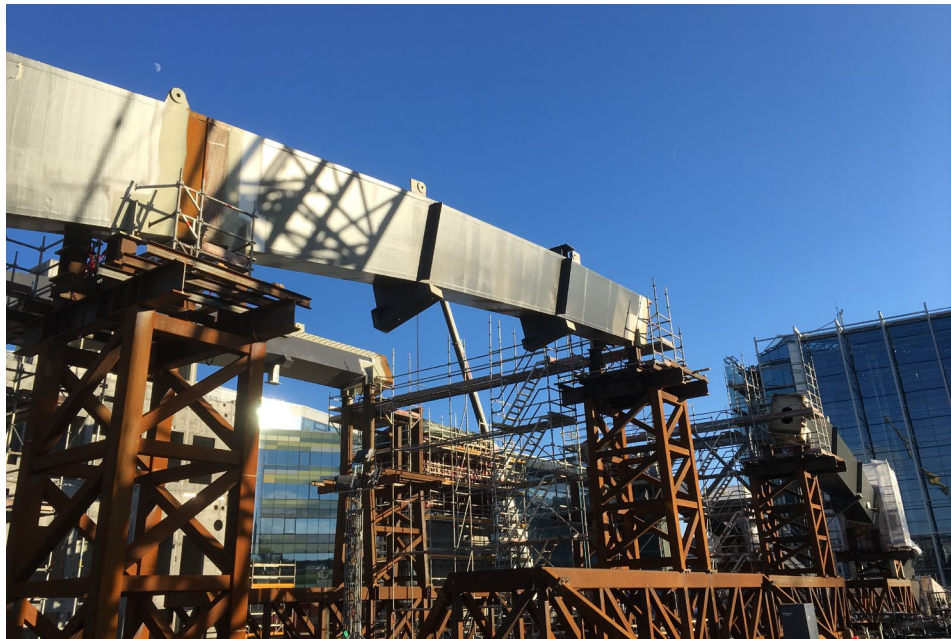


- Starten på montage af buerne





- Buer monteres på midlertidige understøtninger



- De midlertidige understøtninger er nedtaget. Buerne er klar til montage af betondæk-elementer.



- Betondæk-elementer er lagt på gitrene

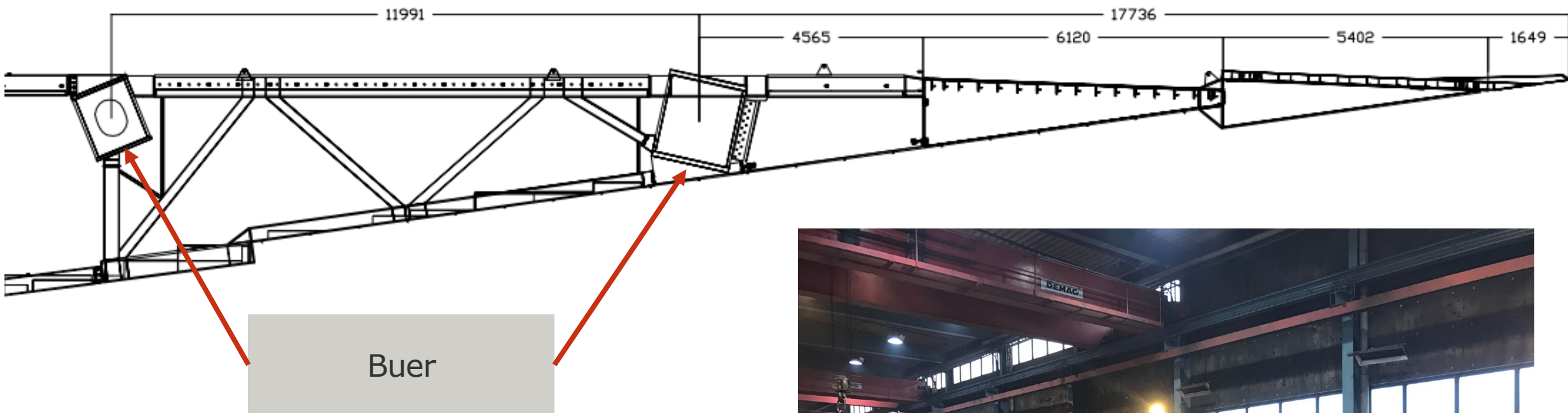
2017-06-05 EEST 19:23:23



- Tagkonstruktion monteres

2017-07-03 EEST 14:25:39





- Udkragningen til balkonen er 17 m lang og 2 m høj
- Den er følsom for svingninger. Designet tager hensyn til dette.



- Konstruktionen før facaden beklædes



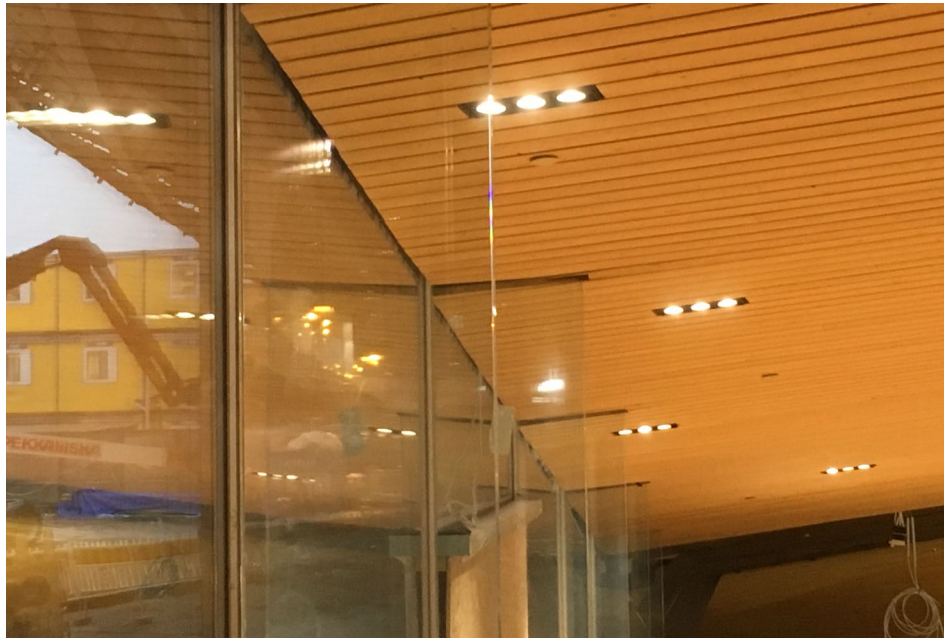
- Facadebeklædning i træ





Glasfinne

- Glasfinner og -vægge er op til 8 m høje
Glasvæggen står på en bue og optager bevægelserne fra dennes deformationer.



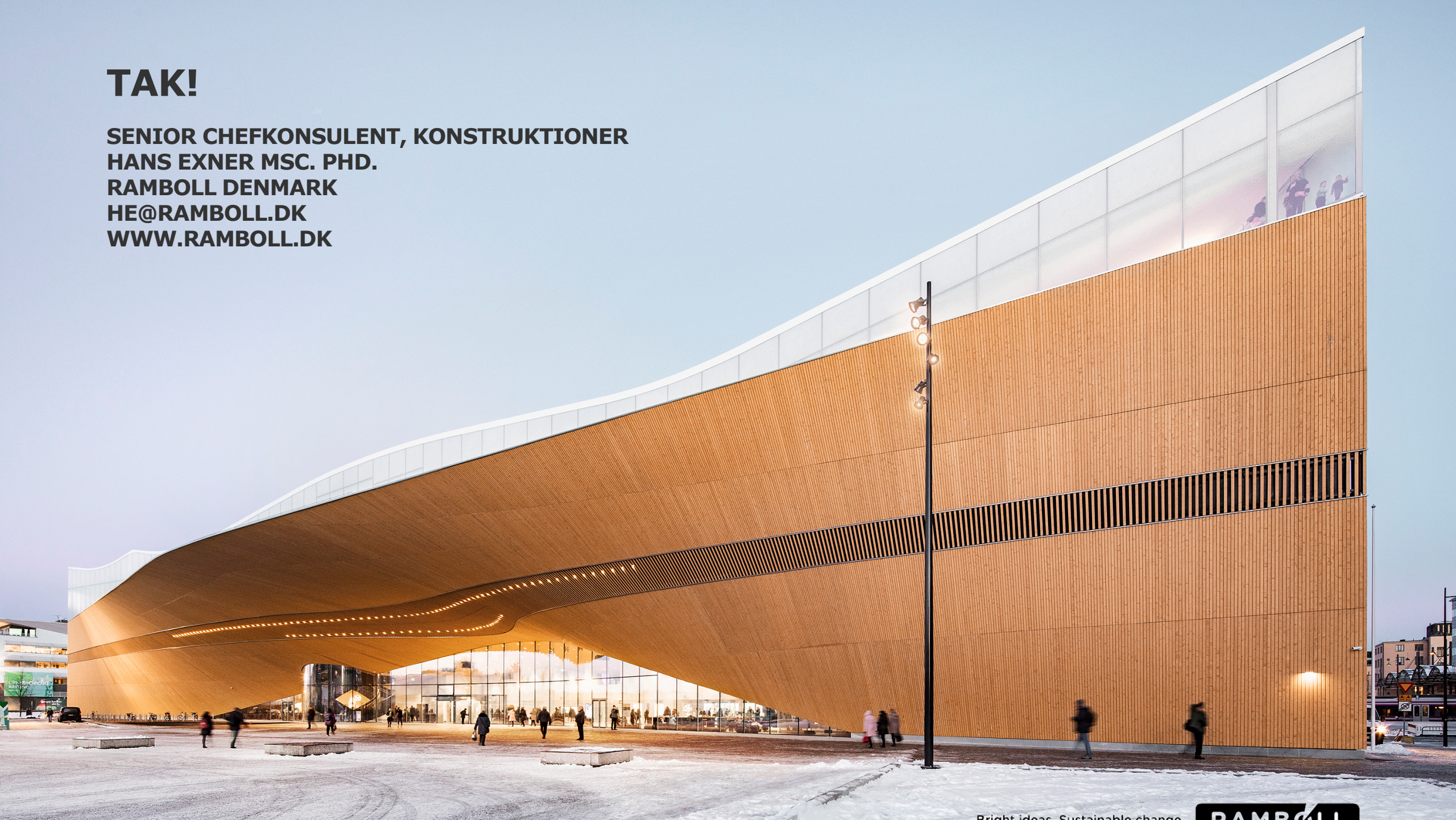


- Bygningen blev færdiggjort til tiden og inden for budgettet. Den overordnede, ambitiøse, arkitektoniske vision er opfyldt.



TAK!

**SENIOR CHEFKONSULENT, KONSTRUKTIONER
HANS EXNER MSC. PHD.
RAMBOLL DENMARK
HE@RAMBOLL.DK
WWW.RAMBOLL.DK**



05 SPØRGSMÅL?