



# IBSENBIBLIOTEKET

Skissefase 1

18/1/2023









## Innholdsfortegnelse

Innledning	4
Alternativ A	15
Alternativ B	29

**Rapporter**  
Konstruksjonsrapport  
Klimarapport (engelsk)

# Innledning

## BAKGRUNN

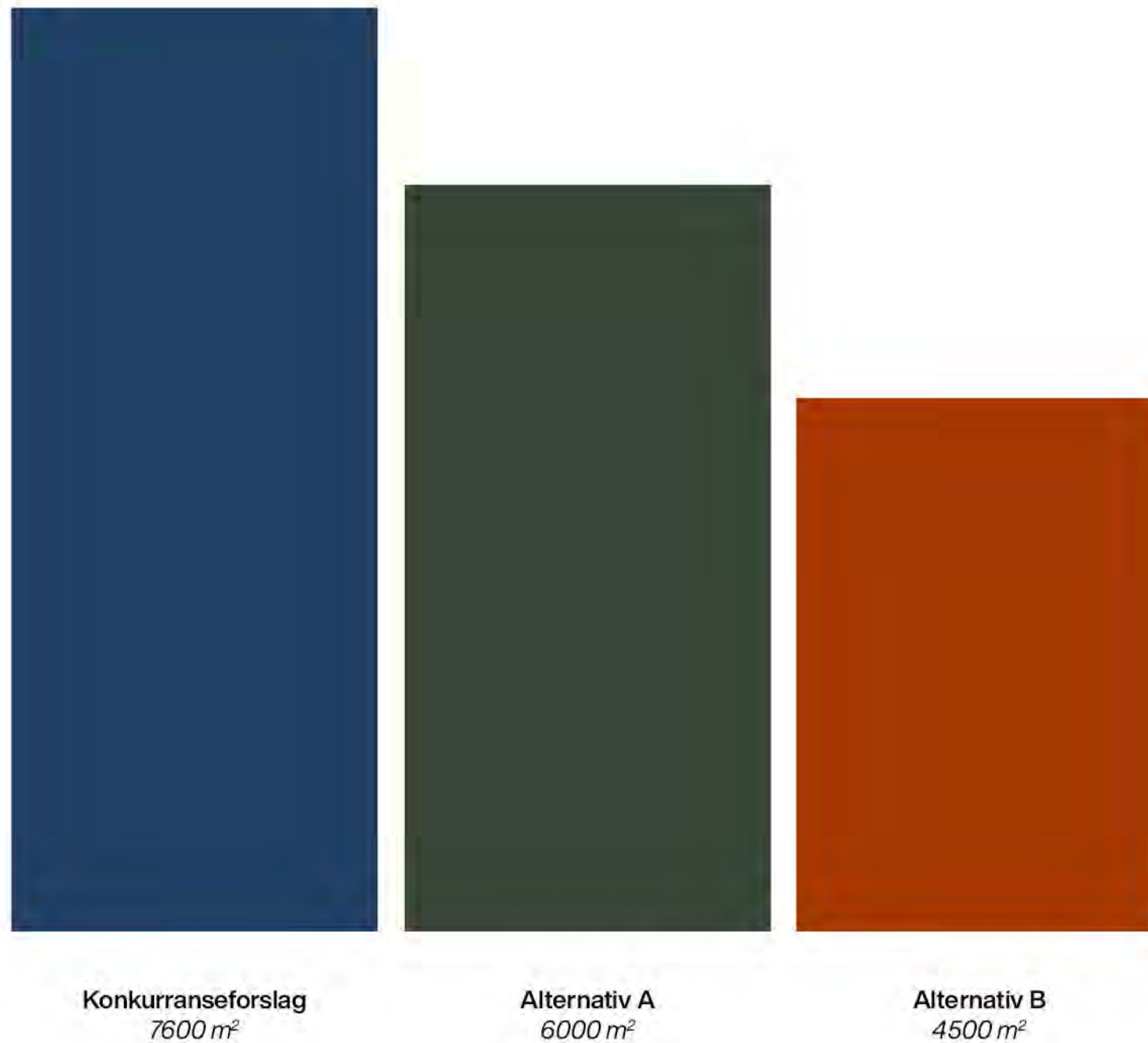
Høsten 2019 gjennomførte Skien kommune en parallell arkitektkonkurranse for det nye Ibsenbiblioteket på to lokaliseringalternativer. I januar 2020 utpekte juryen prosjektet Trekrone som vinner av konkurransen for Kulturkvartalet, og 5 mars 2020 vedtok Skien bystyre Kulturkvartalet som lokasjon for det nye Ibsenbiblioteket. I to og et halvt år har teamet fra Kengo Kuma & Associates og Mad arkitekter sett frem til å børste støvet av tegningene fra konkurransen og ta det neste steget mot å få realisert Trekrone som Skiens nye nøkterne ikonbygg.

## SKISSEFASEN

Hensikten med skissefasen høsten 2022 er å illustrere at prosjektet er skalerbart og vil kunne tilpasses ulike kostnadsrammer. Leveransen blir et dokument som skal benyttes i forbindelse med politisk behandling, underlag i anskaffelsen til fase 1 og i videre planlegging.

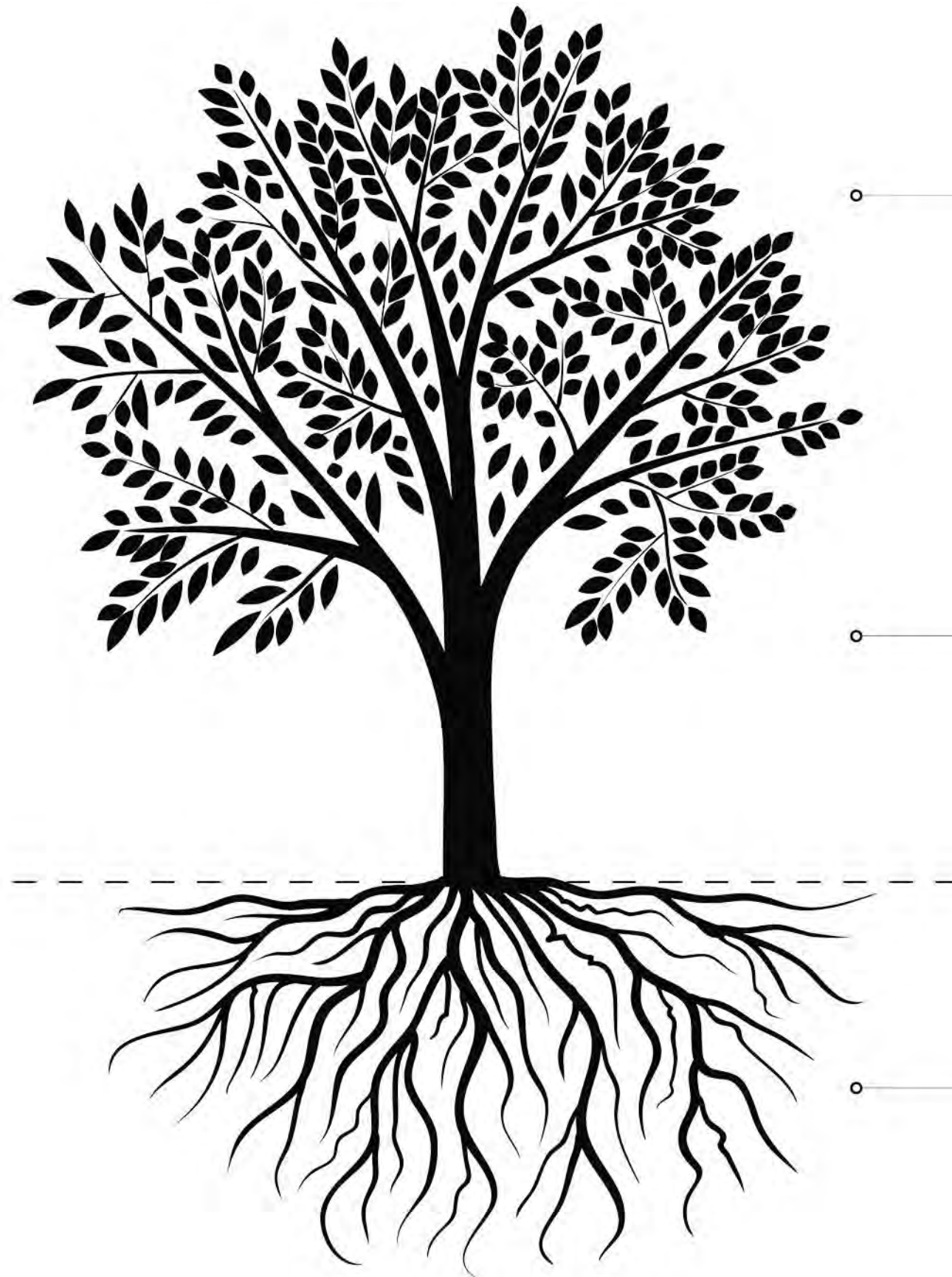
I utarbeidelsen av de to skaleringsalternativene vil KKAA og Mad, sammen med Buro Happold og Bygganalyse, legge vekt på reel reduksjon i pris, fremfor kun reduksjon av kvadratmeter, for å danne et best mulig beslutningsgrunnlag for de som skal fatte den endelige avgjørelsen for prosjektets økonomiske rammer.

Prosjektets DNA, som gjorde at Trekrone ble valgt som vinner av arkitektkonkurransen, skal leve videre i begge alternativene. Vi vil i leveransen tydeliggjøre forskjellene mellom forslagene, og illustrere hva man kan få, og eventuelt måtte gi slipp på, innenfor de ulike kostnadsrammene.





# Hva gjør Trekrone til Trekrone?



## Trekrone: taket & førsteetasjen

Trekronen er selve toppen, det ekstroverte uttrykket, og er treets stolte krone. Det er treets mest synlige karakteristikk. Du kan klatre til toppen og få et nytt perspektiv på verden.

## Trestammen: Ibsenhuset

Som treets stamme representerer Ibsenhuset stabilitet, robusthet og funksjon. Stammen kan man lene seg opp mot og stole på, og mens trekronen er sammensatt av mange mindre elementer, fremstår stammen som én enhet.

## Røttene: kjelleren

Kjelleren representerer treets røtter. Røttene tilfører næring til trekronen uten å være synlig fra utsiden, men er i seg selv en opplevelse i underverdenen. Røttene er en kontrastfylt speiling av den ekstroverte trekronen som åpner seg mot den ytre verden. Kjelleren inviterer til introverte opplevelser og selvrefleksjon.

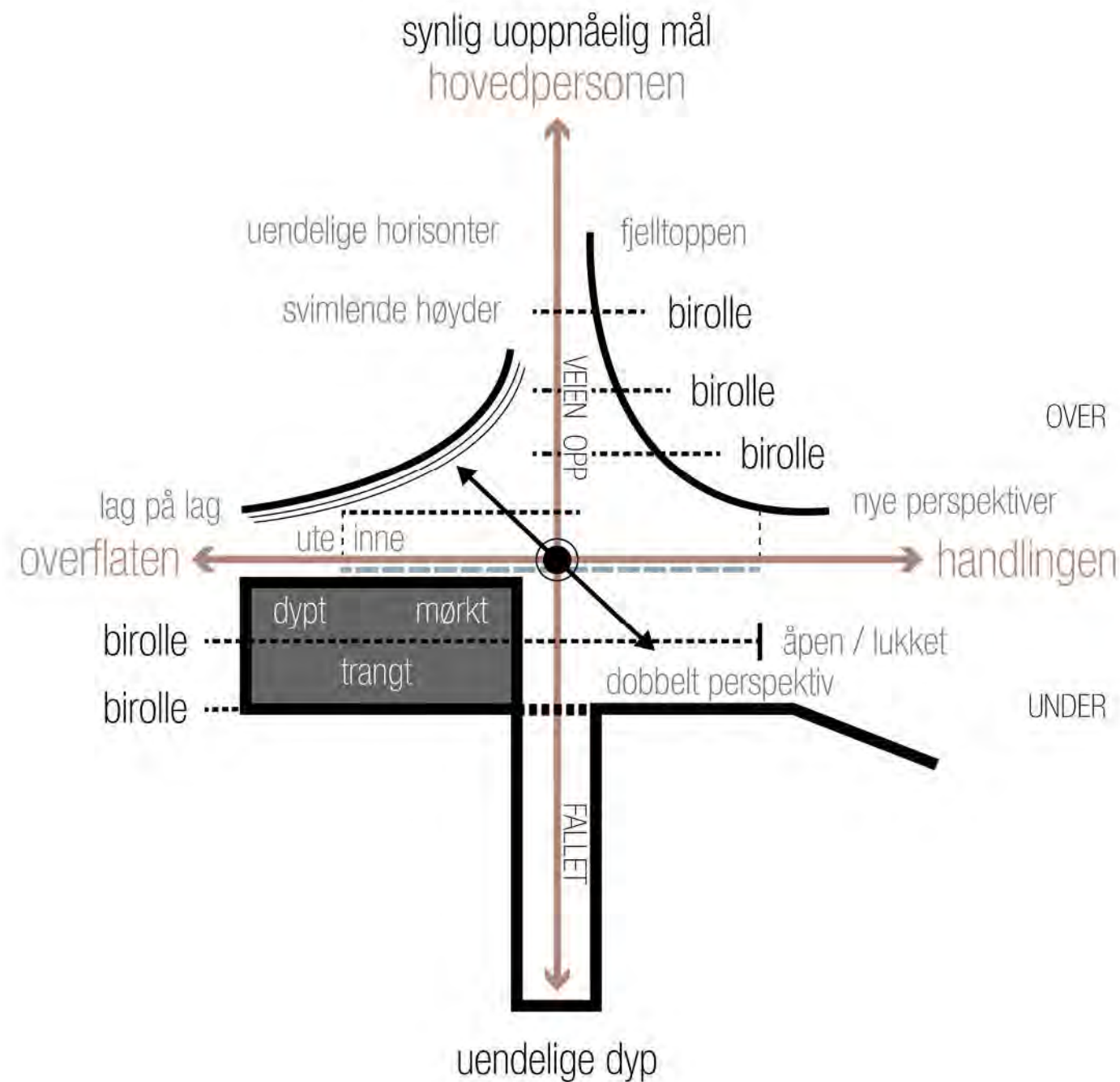


# Fra litteratur til arkitektur

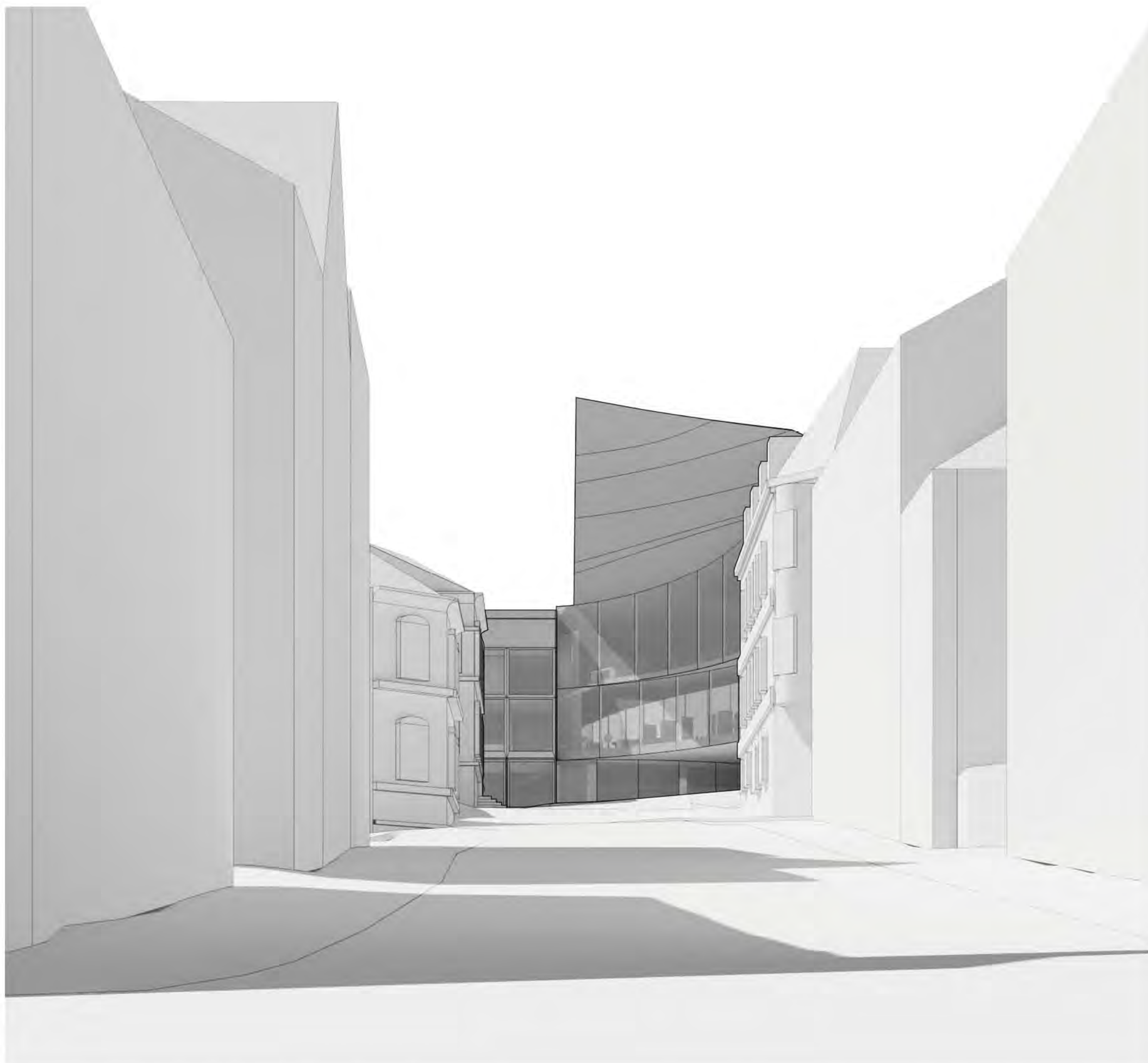
I Henrik Ibsens diktning er menneskets vertikale reise mot det uoppnåelige en sentral drivkraft. På veien opp møter karakterene utfordringer, som de enten stiger forbi, eller som resulterer i et fall. Veien opp og fallet ned er derfor ledende prinsipper i prosjektet Trekrone. Dette vertikale landskapet med tinder og dyp tar utgangspunkt i byens topografi. «Fjelltoppen» er synlig i bybildet, og reisen starter umiddelbart. Besøkende og forbigående trekkes opp, under og gjennom bygningsvolumet. Nye perspektiver oppdages kontinuerlig.

Bevegelsene over og under reflekteres også i kontrasten mellom inne og ute, som forsterker byggets delvis skjulte og tidvis åpenbare vertikale rolle. Parknivået representerer et vertikalt nullpunkt, som vannets overflate. Her har man full oversikt, og blikket ledes stadig videre fra rom til rom og ut i parken, gaten og byen. Nye lag åpenbarer seg på veien gjennom biblioteket, uavhengig av hvilken vei man følger. Over er det lyst og grenseløst, og utsikten strekker seg mot horisonten. Målet oppover er synlig og fristende selv om veien opp kan virke noe uklar. Ved å følge Sølvåren, ledes man opp mot høydene, som Peer Gynt på reinsdyrbukken, og byen åpenbarer seg fra et nytt perspektiv. Men selv herfra strekker taket seg videre. I det det går opp for en at toppen er uoppnåelig, åpenbarer uendeligheten under seg. Byggmester Solness' fall fra tårnet føles, uten å oppleves.

Under overflaten er det mørkere og trangere, og det er ingen tvil om at man er i underverdenen. Materialene er tyngre. Perspektivet endrer seg. Arealene lukkes omkring de besøkende som bergets gruveganger. Men stedvis rettes blikket oppover mot overflaten og lyset. Det er som om man befinner seg blant trærnes røtter og kikker opp mot trekrone.





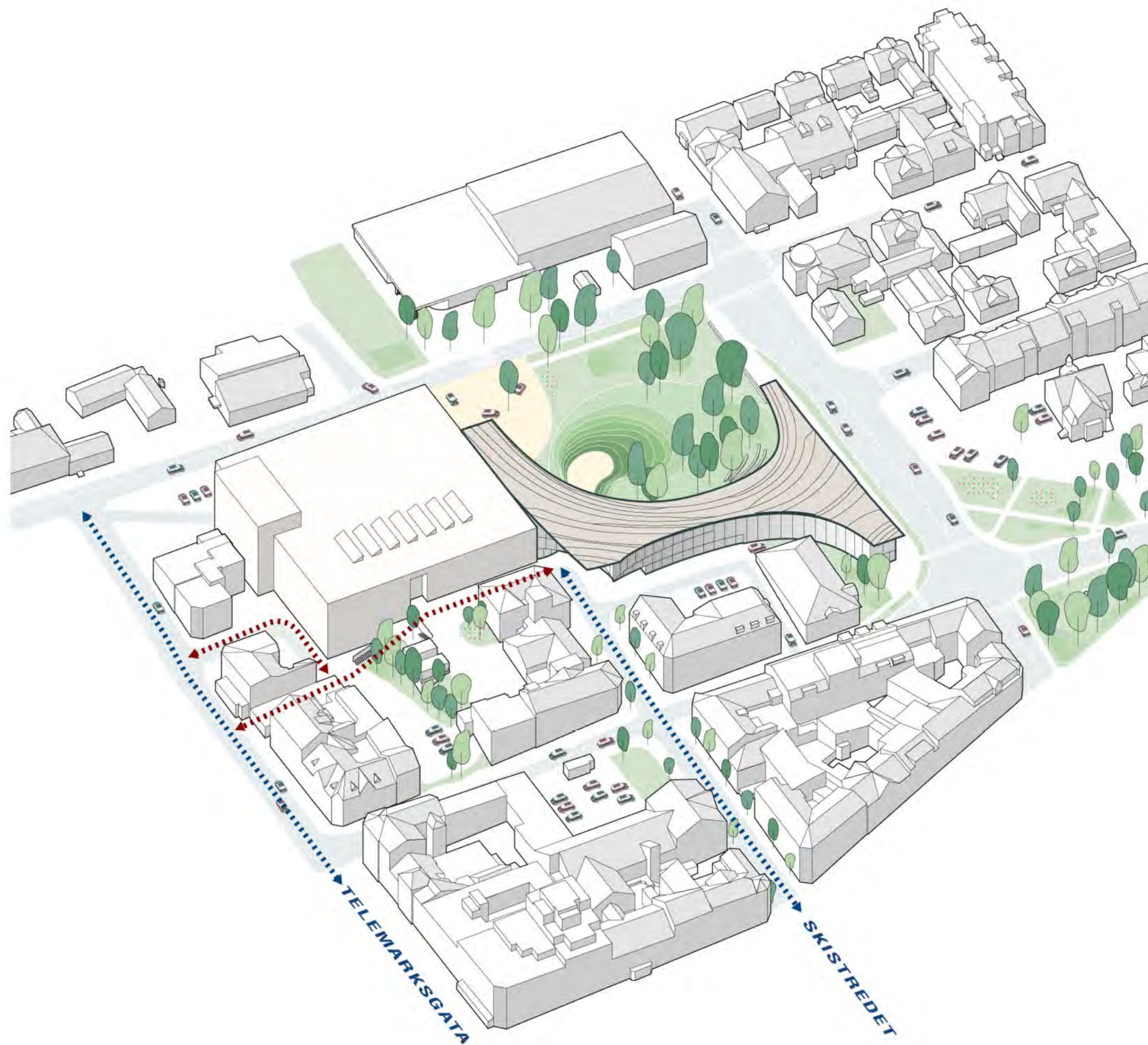


## Adkomst

Aksen gjennom Skistedet blir en svært viktig hovedadkomst til Ibsenbiblioteket. Her vil innbyggere og publikum enkelt ankomme bygget fra bysiden.

Et eventuelt fremtidig togstopp inne i fjellet ved Landmannstorget vil forsterke denne aksen mellom kollektivknutepunktet og Kulturkvartalet, hvor Trekrones fjelltopp vil være et markant blikkfang på høydedraget. Det er derfor svært viktig med en synlig hovedinngang fra Skistredet, hvor man har tilgang til alle etasjer og funksjoner umiddelbart.





# Adkomst

I tillegg til Skistredet vil også Telemarksgata bli en sentral akse i byen. Telemarksgata har en annen høydeprofil enn Skistredet, som åpner opp for alternative muligheter for adkomst og leveranser. En forsterket forbindelse mellom Telemarksgata og Skistredet, langs vestsiden av Ibsenhuset, vil kunne aktivere en sentral, med foreløpig neglisjert kobling i byen og vil kunne knytte sammen aktørene i Kulturkvartalet på andre sentrale sentrumsfunksjoner.





## Materialitet

Utstrakt bruk av tre har vært et hovedfokus i utformingen av Trekrone. Bygningen skal både være i harmoni med parkens store trær, samtidig som at bygningsmaterialene skal appellere til de menneskelige sanser. Treets håndgripelige struktur, varme og duft formidler følelser av komfort og fremmer læring og kreativitet. Innvendig er gulv og vegger av tre. Ytterveggene er i all hovedsak i glass, for maksimal transparens til omgivelsene.

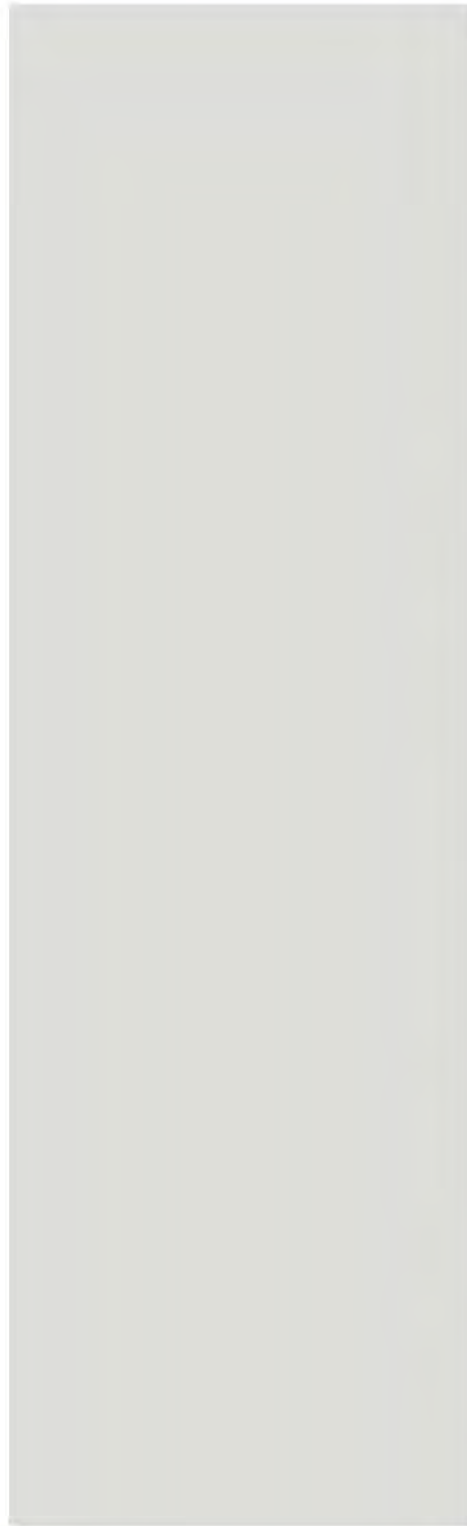
Underetasjenes vegger av betong og stampet jord, med tilslag av ombrukt knust tegl fra Brunosten, forsterker følelsen av å være under bakken, innhyllet i jordfarger.

Taket er kledd i trespon for å speile skalaen til trærnes blader. Dette fragmenterte uttrykket hincer også til bibliotekets bøker, og man kan nesten se for seg at taket er satt sammen av tusenvis av løse ark. Tresponets porøsitet over takvinduene filtrerer lyset inn i biblioteket, på samme måte som bladene filtrerer lyset gjennom trekrone. I den mørke årstiden og om kvelden siver lyset ut gjennom glassfasaden og takvinduene, som sammen med de innfelte lysene i trinnene i det utvendige amfiet, vil få parken til å gløde.



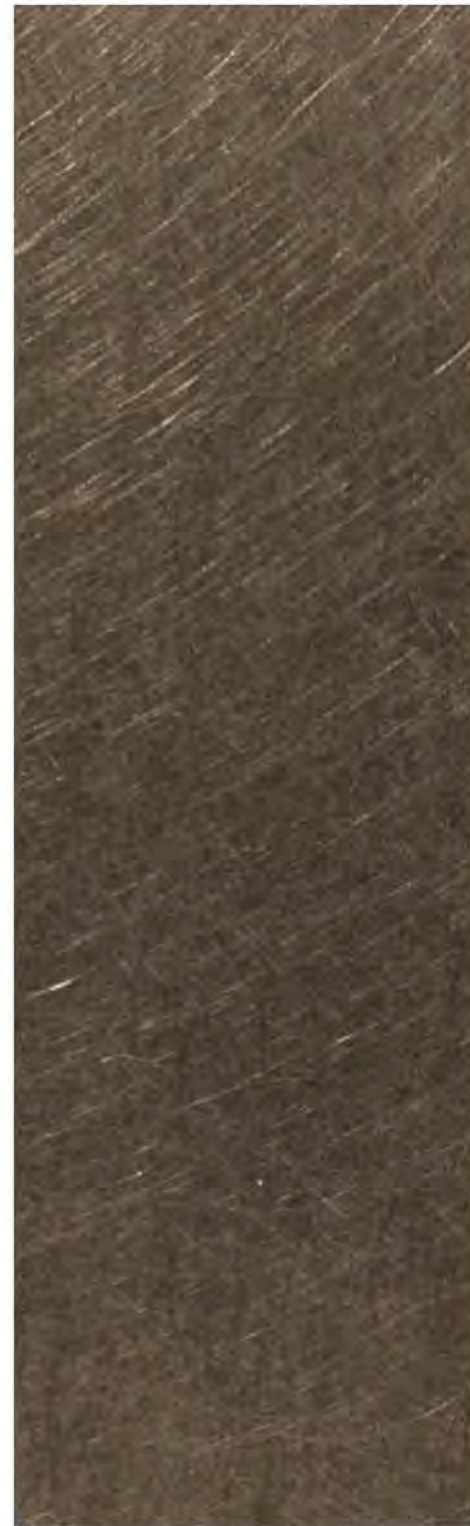
# Materialitet - eksteriør

Utvendig er det valgt robuste materialer i en fargepalett som harmonerer med parkens trær og sesongvarierende uttrykk.



**Glass**

Åpenhet mot parken og byen



**Metall**

Vindusprofiler og deler av den bærende konstruksjon



**Treshingler**

Takflaten



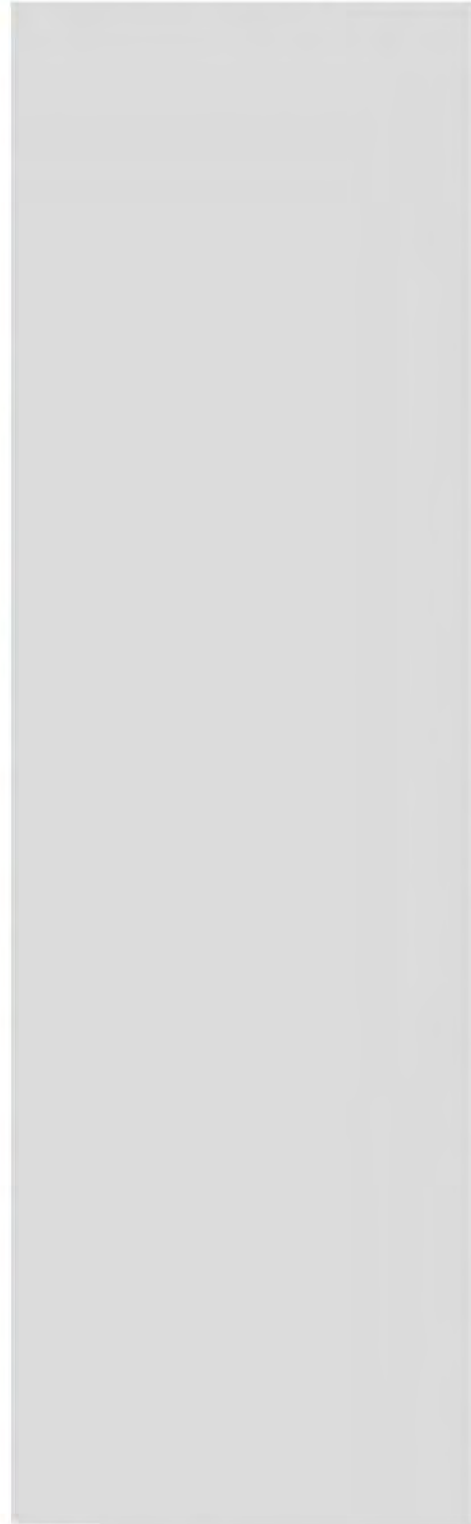


# Materialitet - interiør

I interiøret vil det benyttes solide naturnære materialer som tre og betong, samt enklere materialer i sekundærrrom. Materialbruken vil tilpasses arealets funksjon og interne prioritet, slik at krav til robusthet, renhold, vedlikehold og økonomi svares ut, samtidig som ønsket visuelt uttrykk ivaretas. Materialvalgene fremhever også kontrasten mellom det åpne og lyse uttrykket i overetasjene og de omsluttende arealene i underetasjen.



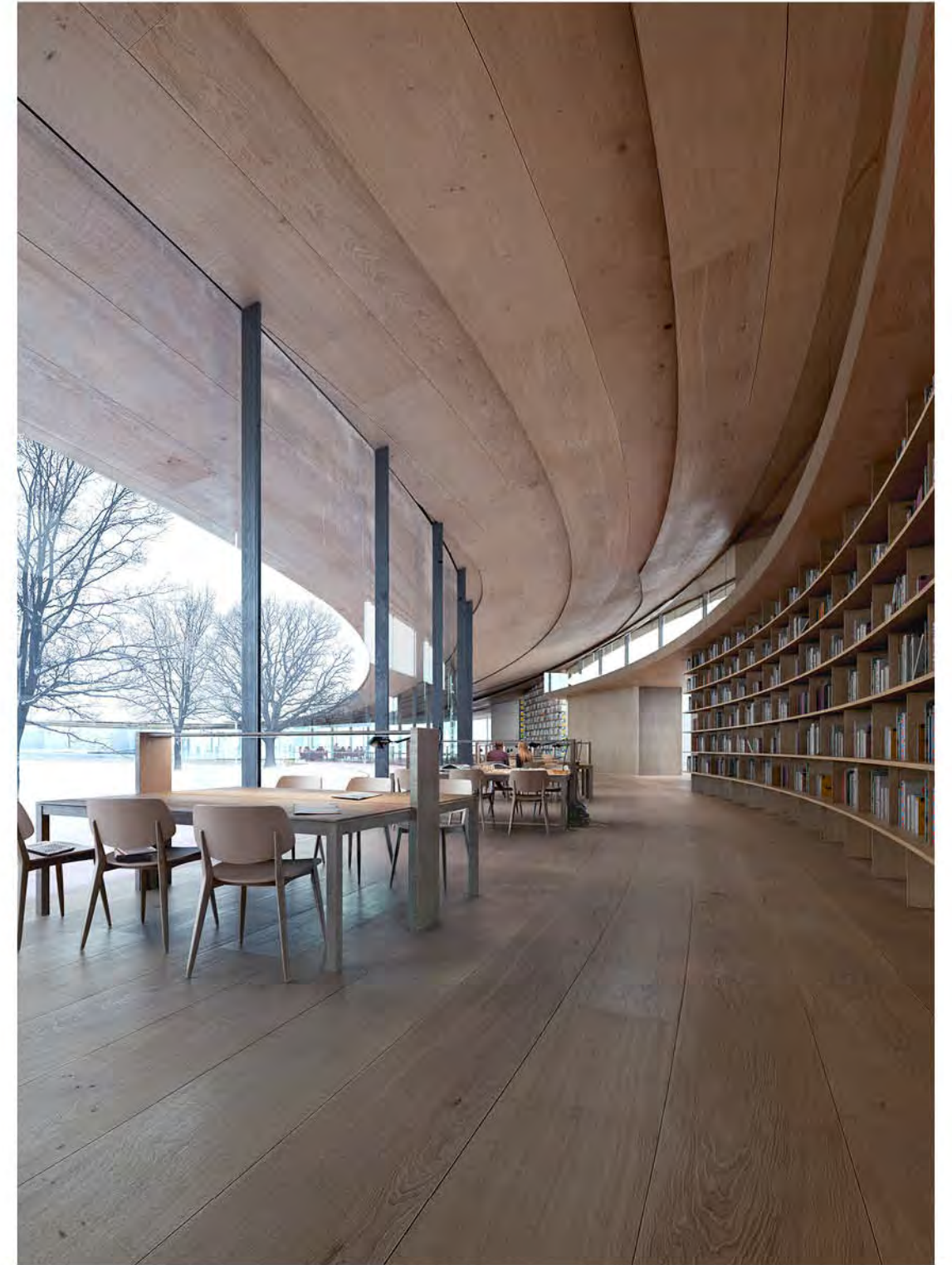
**Tre**  
Overflater og bokhyller



**Glass**  
Transparente fasader mot parken og byen



**Betong, stampet jord og knust tegl**  
Kjellervegger og dekker





# Fasade: glass / tettvegg

## Fasadeareal 2000m<sup>2</sup> | Konkurransforslaget



Glass 85%  
6700 NOK/M<sup>2</sup>  
11.390.000

Tettvegg 15%  
4000 NOK/M<sup>2</sup>  
1.200.000

12.590.000 NOK = 0 NOK spart

## Fasadeareal 2000m<sup>2</sup> | A



Glass 70%  
6700 NOK/M<sup>2</sup>  
9.380.000

Tettvegg 30%  
4000 NOK/M<sup>2</sup>  
2.400.000

11.780.000 NOK = 810.000 NOK spart

## Fasadeareal 2000m<sup>2</sup> | B



Glass 65%  
6700 NOK/M<sup>2</sup>  
8.710.000

Tettvegg 35%  
4000 NOK/M<sup>2</sup>  
2.800.000

11.510.000 NOK = 1.080.000 NOK spart

## Fasadeareal 2000m<sup>2</sup> | C



Glass 60%  
6700 NOK/M<sup>2</sup>  
8.040.000

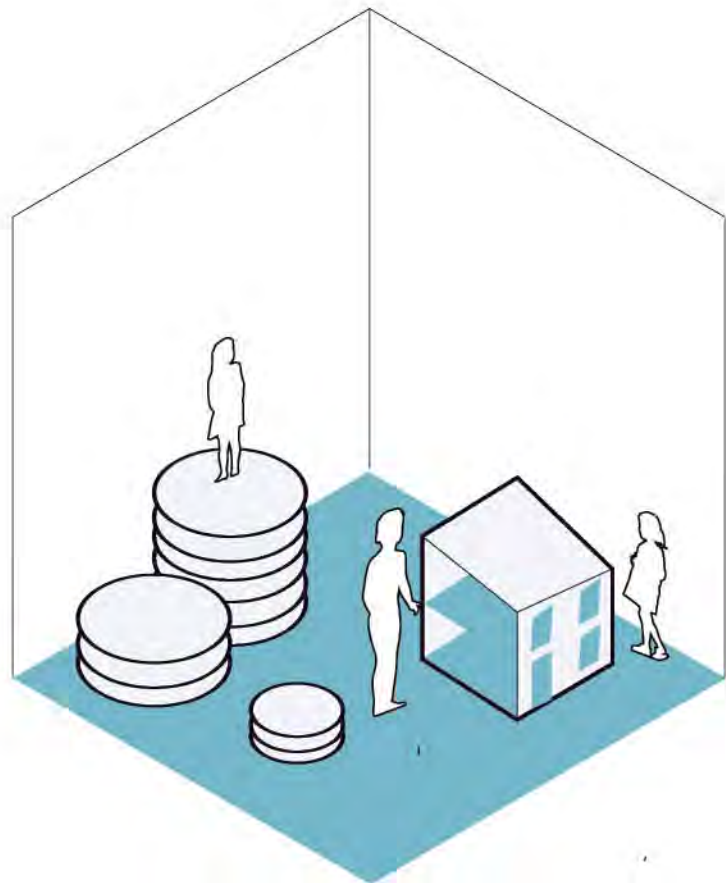
Tettvegg 40%  
4000 NOK/M<sup>2</sup>  
3.200.000

11.240.000 NOK = 1.350.000 NOK spart



# Sølvåren

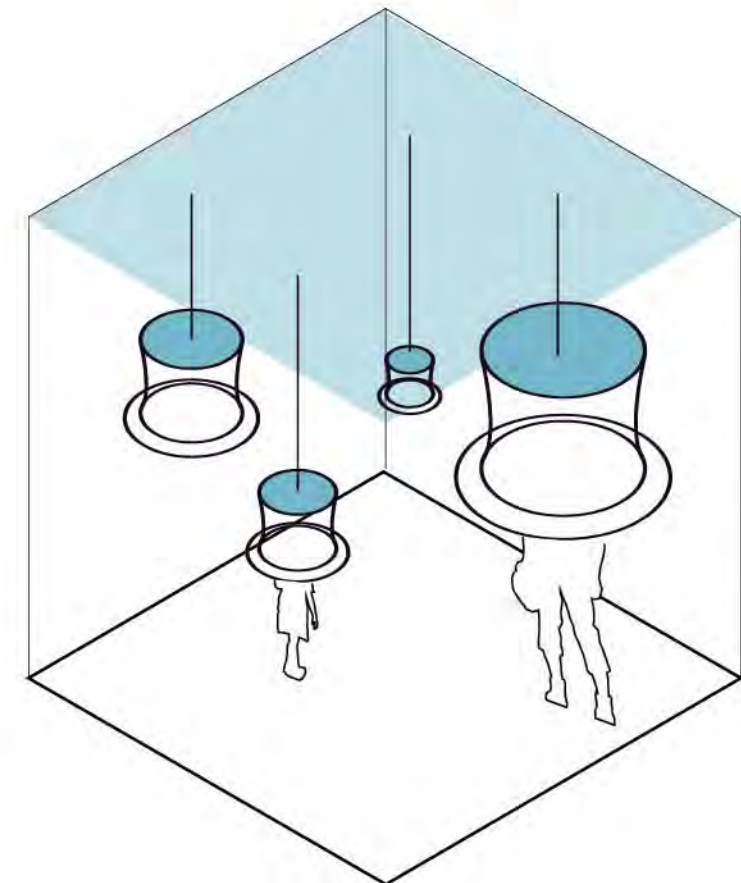
Sølvårens natur;  
noen ganger åpenbar, tilstede og synlig,  
andre ganger nedtonet, subtil og skjult



**Gulv**  
Installasjoner, lek og informasjon

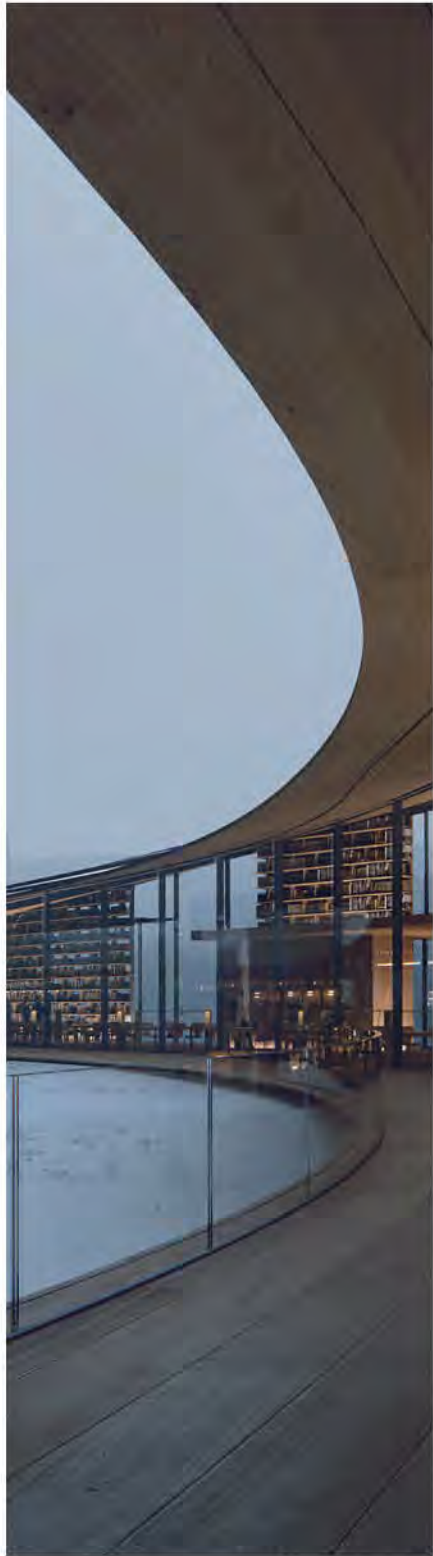


**Vegg**  
Kunst, plakater og objekter



**Himling**  
Belysning og hengende installasjoner





## Vurdering av kostnadsdrivere

I arbeidet med å vurdere prisreduserende tiltak, har det vært essensielt å identifisere de største kostnadsdriverne i prosjektet for å kunne prioritere tiltak med mest mulig reell effekt. Buro Happold har i løpet av skissefase 1 konkretisert og foreslått et utvalg av konstruksjonsprinsipper, som deretter har blitt prisestimert av Bygganalyse. Vi har dermed kunnet vurdere ulike konstruksjonsprinsipper og materialalternativer opp mot hverandre og prioritert tiltak basert på grad av kostnadsbesparelse, konseptbevaring og miljøhensyn. Det har også blitt gjennomført klimaanalyser, for å blant annet evaluere ventilasjonsløsninger og optimere andelen glass i fasaden. Både en konstruksjonsrapport og en klimarapport er vedlagt i leveransen.

I tillegg til det å redusere antall kvadratmeter i nybygget, er de store kostnadsdriverne i prosjektet kjellerarealene, taket, ombygging i Ibsenhuset og utendørsamfiet. Det har vært et mål å bevare Trekrones fremtoning mot parken og i bybildet. Vi har derfor i begge alternativene prioritert å fokusere reduksjonen på kjellerarealene, som er den kostnadsriveren som i minst mulig grad påvirker bibliotekets utvendige uttrykk. På denne måten opprettholdes bibliotekets arkitektoniske integritet, kontakten med parken og påkoblingen til Ibsenhuset i begge scenarier.

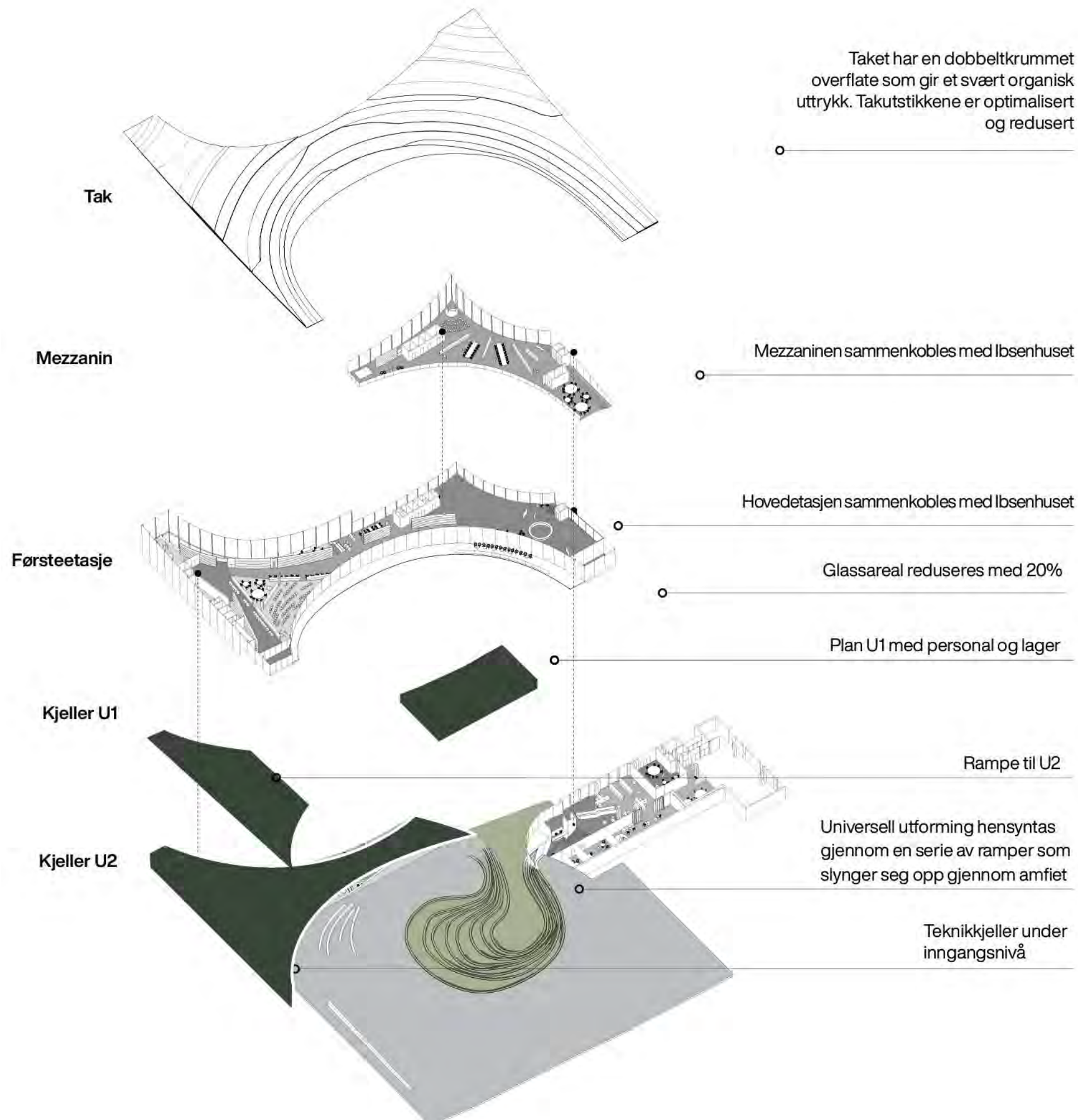


# Alternativ A 6000 m<sup>2</sup>



# Oversikt

A



**Alternativ A** er en bearbeidet og optimert versjon av konkurranseforslaget fra 2019. Prosjektet har et romprogram som utgjør ca. 6000 m<sup>2</sup>.

**Kjelleren** består av to underetasjer, U1 og U2. Men underetasjen stoppes ved Skistredet, så sammenkoblingen med Ibsenhuset kun foregår over terreng, ikke under Skistredet, som i tidligere versjoner.

**Hovedetasjen og mezzaninen** beholdes og Ibsenbiblioteket kobler seg på Ibsenhuset gjennom begge de lyse etasjene over bakken.

**Fasadene** optimeres ved å redusere glassarealet med 20% fra det opprinnelige forslaget, og vil ha en fordeling på 65% glassarealer og 35% tettvegger. Disponeringen mellom glass og tette vegger tar utgangspunkt i dagslys- og klimaanalyser og tilstreber å begrense varmetapet og optimere dagslyset i de ønskede sonene.

**Taket** bevarer sin geometri og sitt uttrykk, men de store utvendige utkragingene begrenses noe, som vist i illustrasjonene.

**Utendørsamfiet** i parken bearbeides gjennom tiltak som tilsvarer en 5% reduksjon i kostnader i forhold til den opprinnelige utformingen.

**Transformasjonen av Ibsenhuset** skjer i svært begrenset omfang. Arealene i underetasjen i Ibsenhuset benyttes og området mot kulturskolen aktiviseres.

**Sølvåren** er ivaretatt med 1850 m<sup>2</sup> som er integrert og fordelt utover de ulike sonene.



# Arealtabell

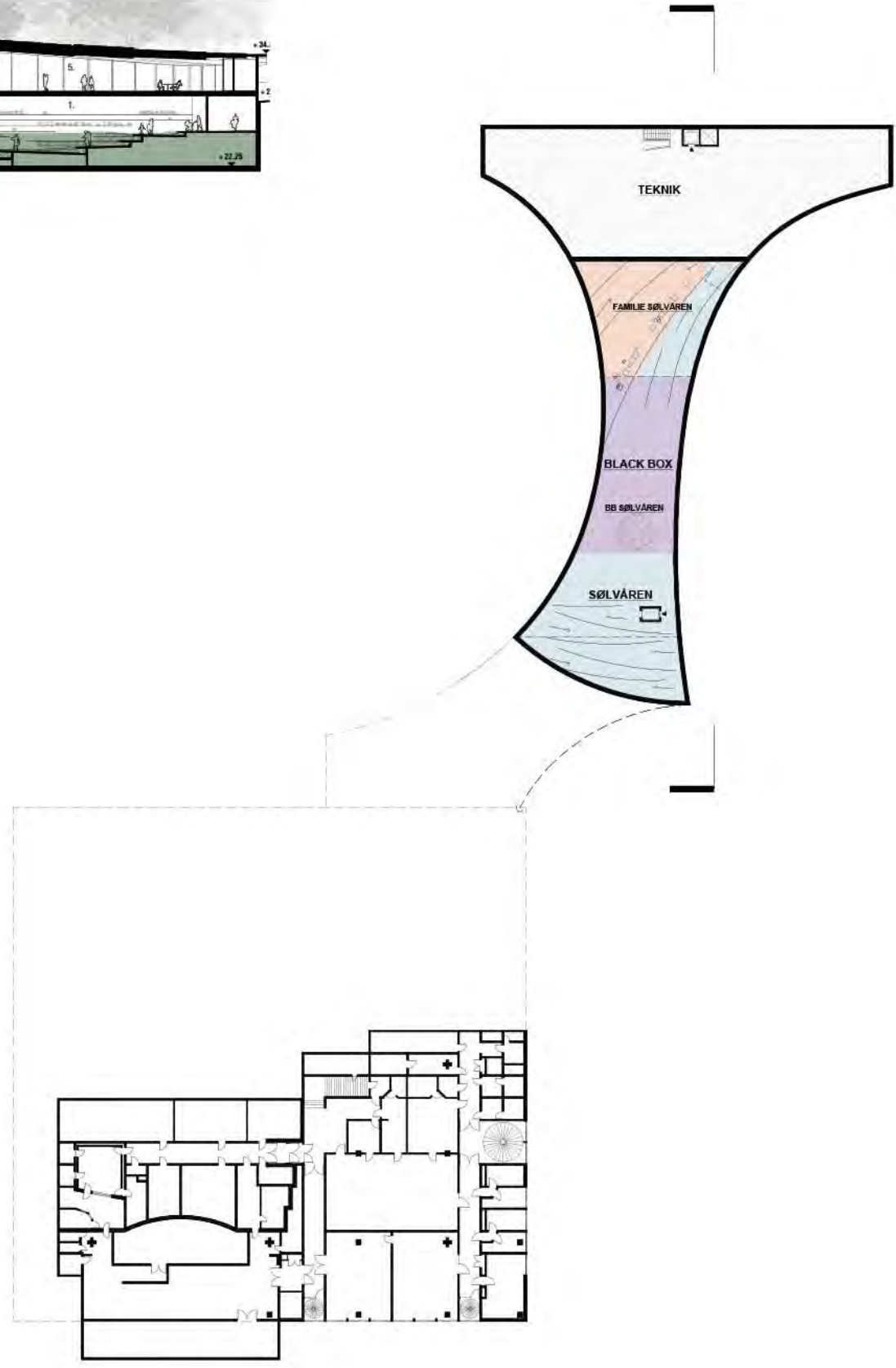
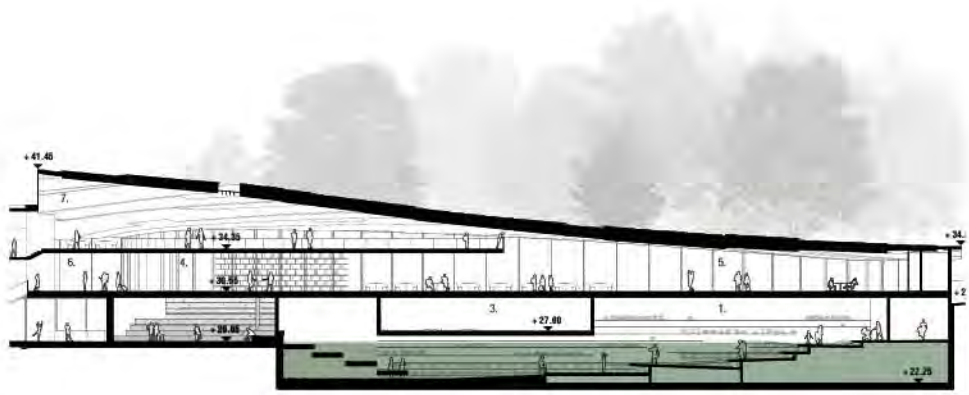
A: 6000m<sup>2</sup>



## Soner

Tallene som inngår i arealtabellen er foreløpige estimerte sonearealer. I de kommende fasene vil planene og utformingen av sonene justeres og tilpasses, basert på resultater av medvirkningsprosesser, innspill fra brukergrupper, de økonomiske rammene og den videre arkitektoniske, formidlingsmessige og scenografiske bearbeidelsen. Tallene er derfor foreløpig holdt på et overordnet nivå for å gi en indikasjon på arealfordelingen mellom de ulike sonene og for å tydelig vise forskjellen mellom de to alternativene.



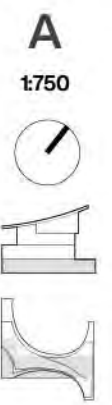


# Kjeller 2

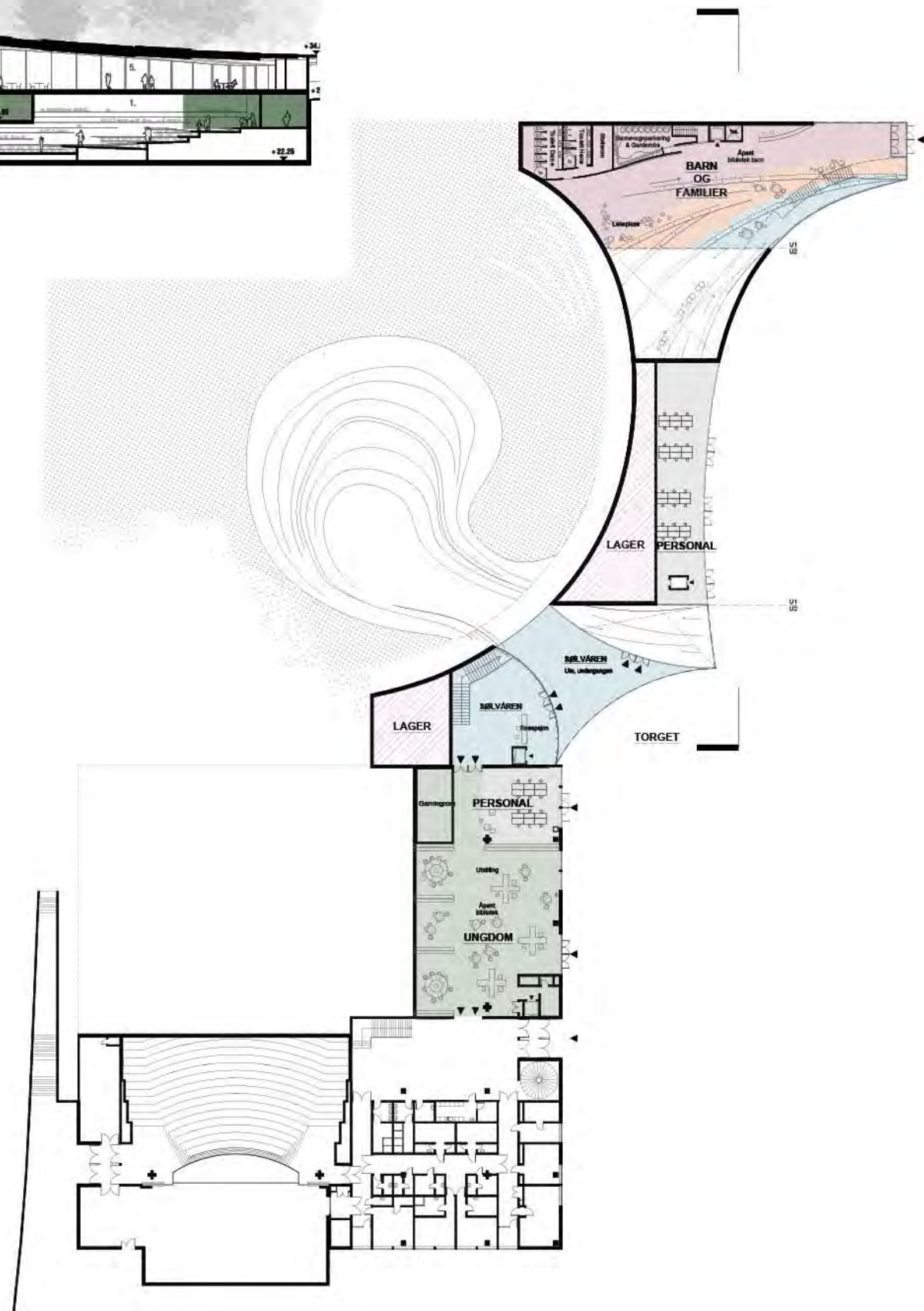
1400m<sup>2</sup>

Trekroner:

-  Teknikk:
-  Blackbox:
-  Sølvåren:
-  Voksne







# Kjeller 1

Trekrone: 1300m<sup>2</sup>

- Familie:
- Lager:
- Voksne
- Sølvåren:
- Sølvåren Ute:
- Personal:

Ibsenhuset: 600m<sup>2</sup>

- Personal:
- Ungdom:

A  
1:750





# Første etasje

A  
1:750

Trekroner: 1800m<sup>2</sup>

Knutepunkt:

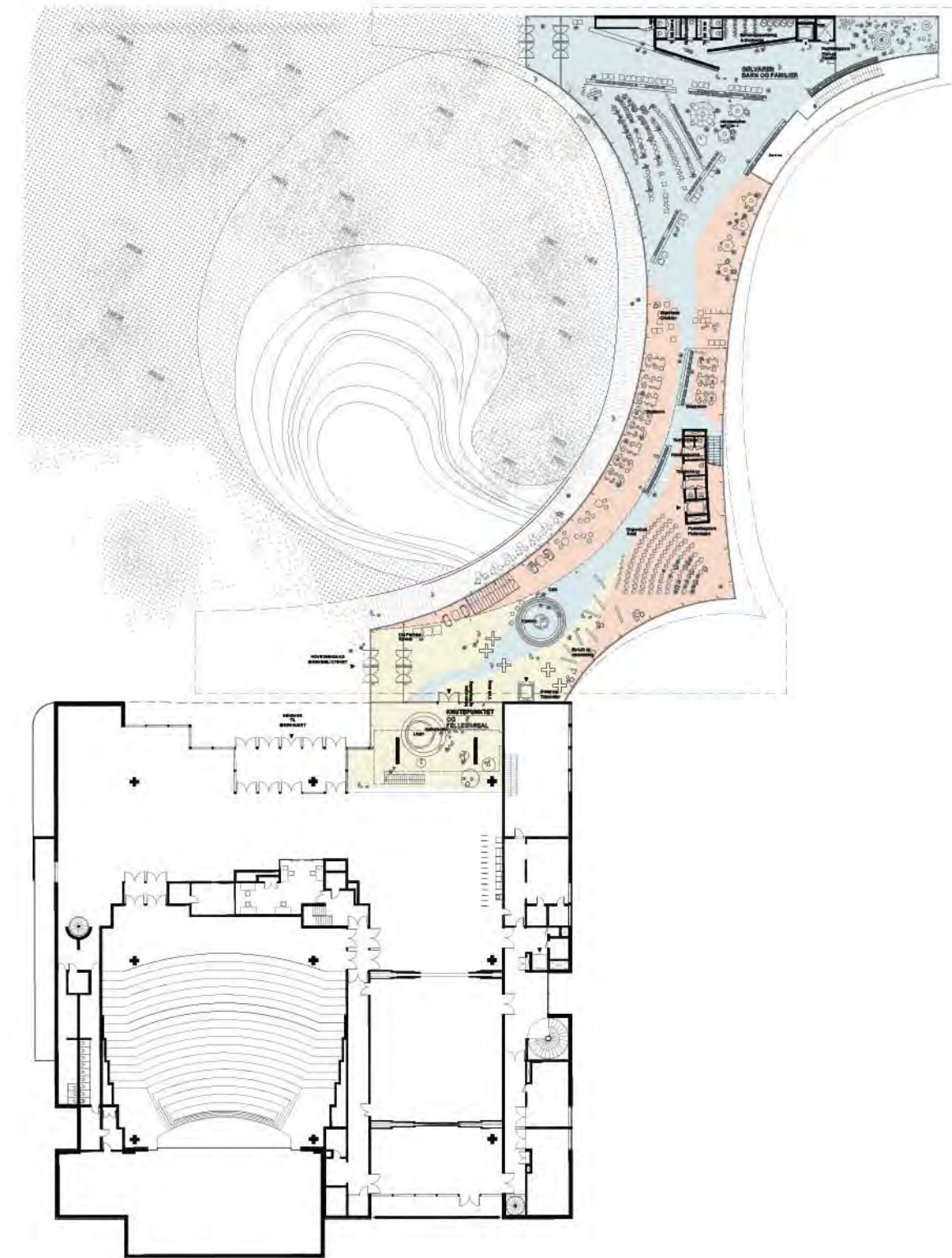
Sølvåren:

Sølvåren Familie:

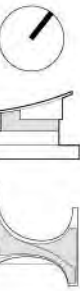
Voksne

Ibsenhuset: 200m<sup>2</sup>

Knutepunkt:



Uteområdet med rundkjøring  
ivaretas i fremtidig løsning



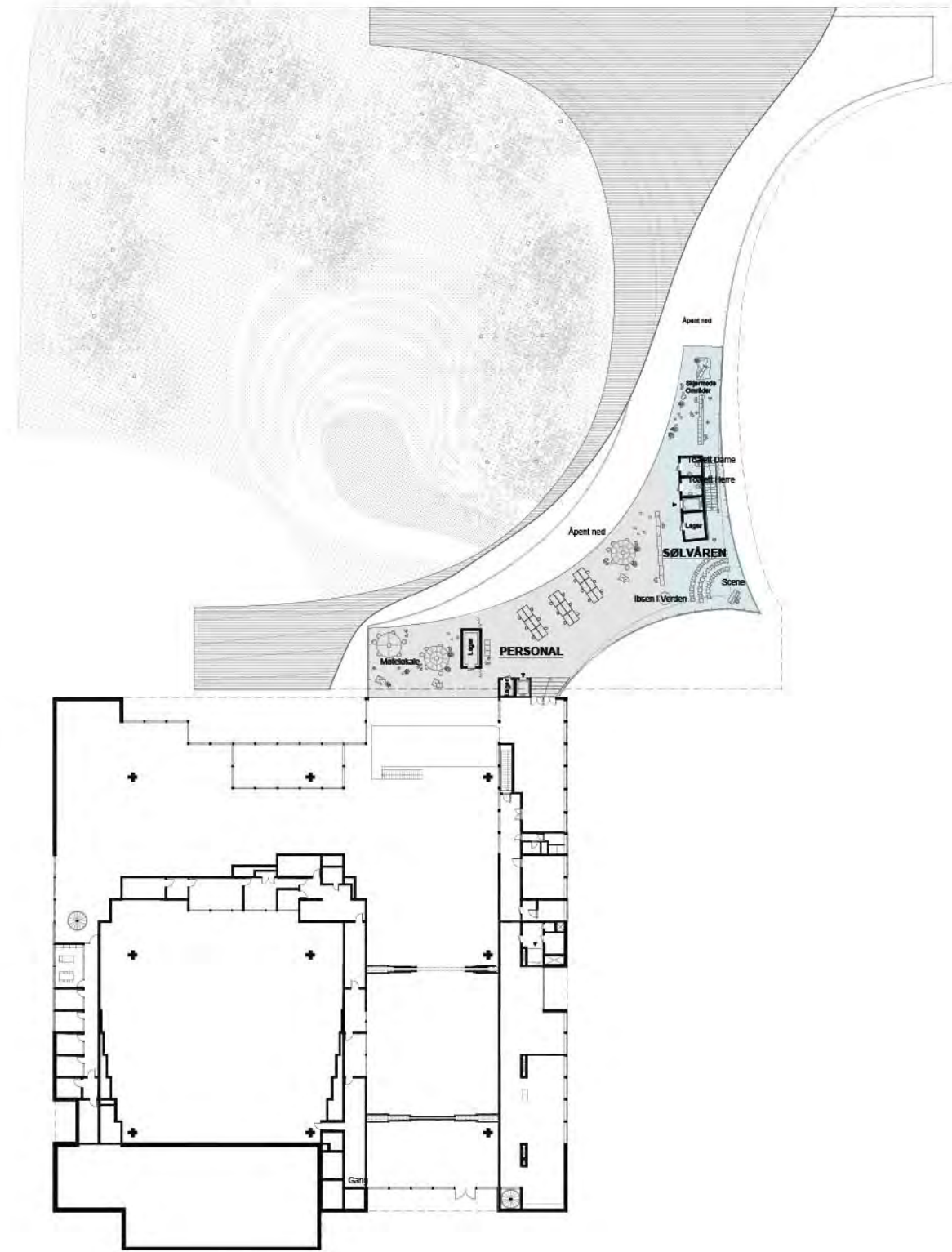


# Mezzanin

Trekroner:

700m<sup>2</sup>

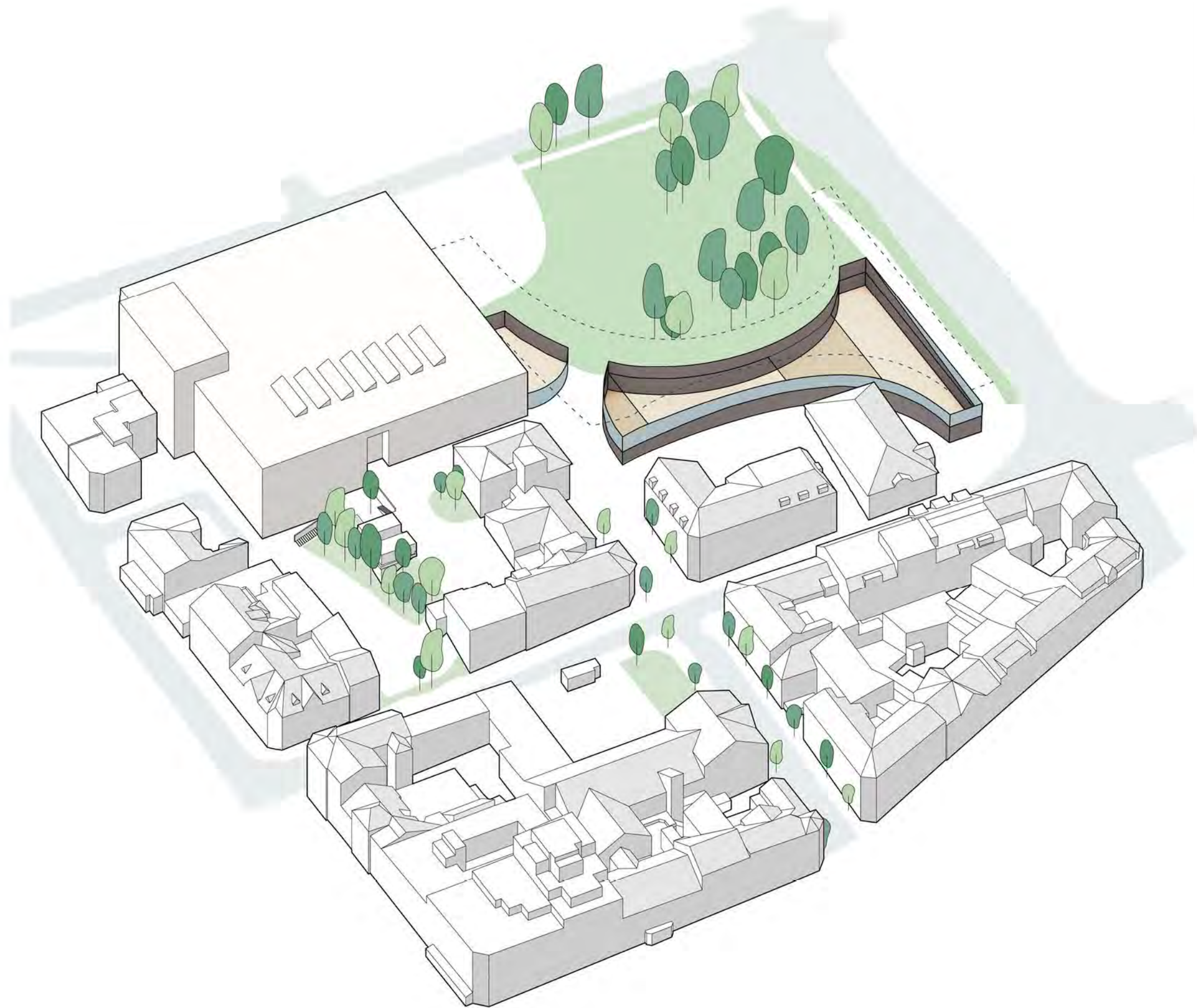
- Sølvåren:
- Personal:





# Kjeller

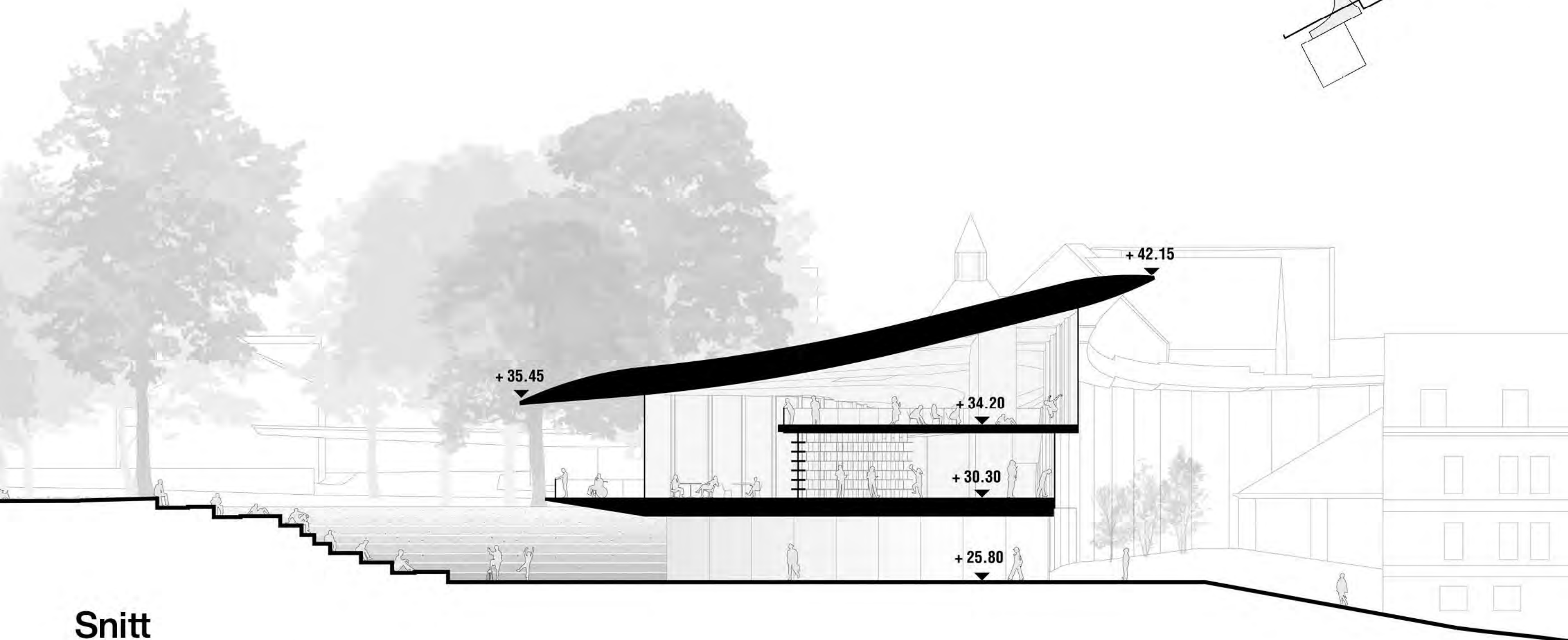
A



■ Mulig glassfasade  
■ Støttemur

359m<sup>2</sup>  
564m<sup>2</sup>



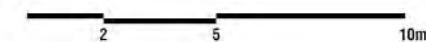


## Snitt

**Kjelleren** er redusert og optimalisert slik at den følger førsteetasjens ytre form. I tillegg til å redusere antall kvadratmeter, forenkler dette byggets bærende konstruksjoner. Sammenkoblingen med Ibsenhuset vil kun skje over terreng.

**Utendørsamfiet:** Universell utforming hensyntas gjennom en serie av ramper som slynger seg opp gjennom amfiet. Ramper, trapper og sitteplasser i amfiet konkretiseres i de kommende fasene.

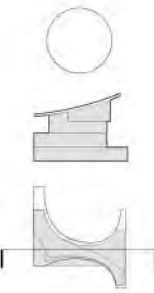
Selv om underetasjen refereres til som "kjellerareal", vil U1 ha en åpen fasade mot vest, på grunn av høydeforskjellen mellom Stristredet og parken.





# Sammenkobling

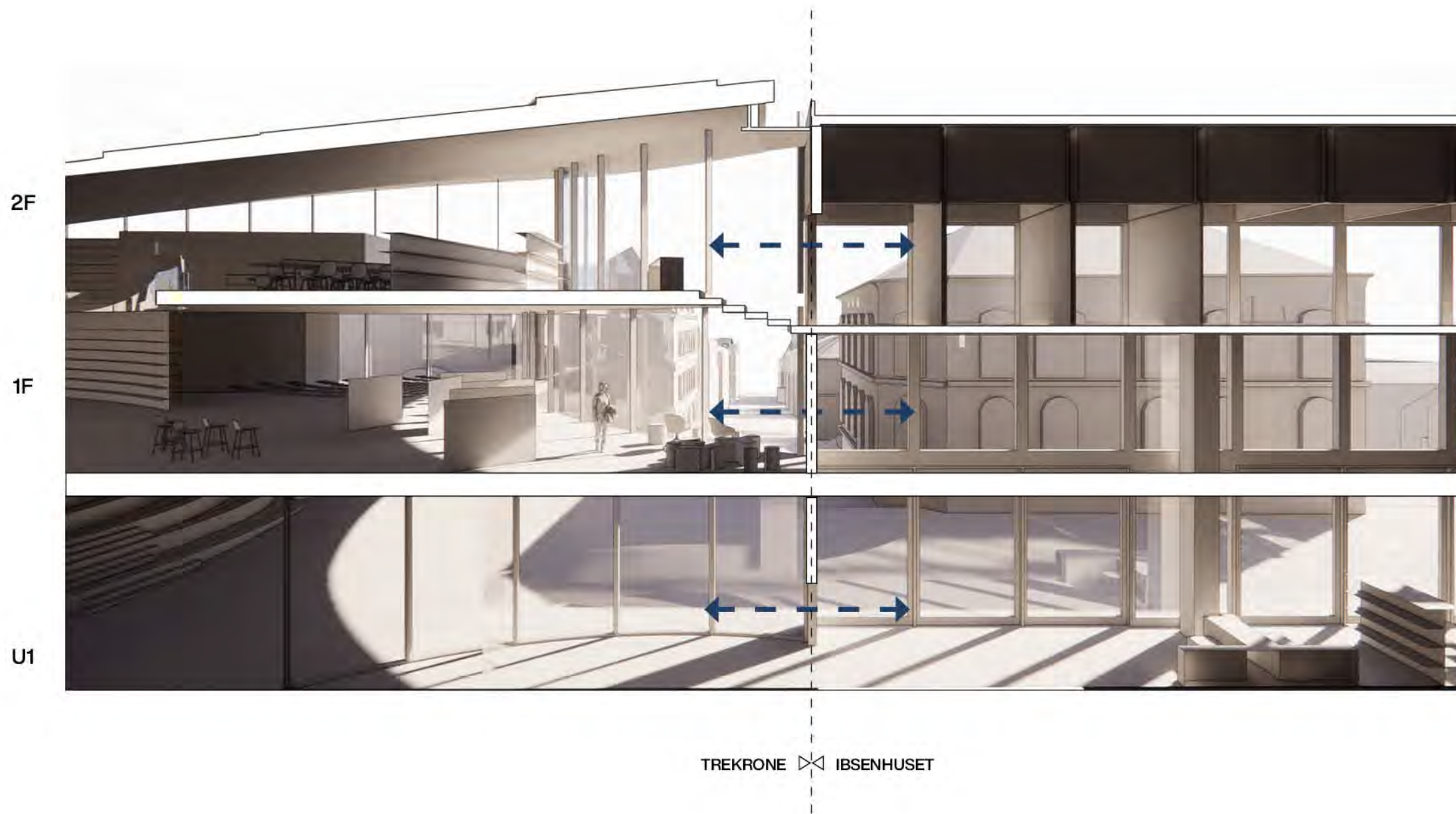
A



Sammenkoblingen mellom det nye biblioteksbygget og det eksisterende Ibsenhuset over terreng sikrer en fleksibel arealutnyttelse for begge bygg og funksjoner, og er med på å sikre utviklingen av et kulturelt kraftsenter i Skien.

Konkret vil påkoblingen løses lokalt i hver etasje og hensynta nivåforskjeller, slik at også universell utforming ivaretas på en god måte. For å sikre fleksibilitet vil det prosjekteres løsninger hvor det er mulig å skille arealene fra hverandre med hensyn til sikkerhet/avlåsning og lyd/akustikk. Dette konkretiseres videre i de kommende fasene.

I utviklingen av de endelige løsningene vil det også hensyntas en god lesbarhet, slik at nytt og gammelt fungerer sammen, selv om uttrykk og materialitet tilhører hver sin bygning. Både Ibsenhuset og Ibsenbiblioteket har karakteristiske takkonstruksjoner. Selve hovedtakflatene er det ønskelig at ikke kobles fysisk sammen, men at det prosjekteres en løsning hvor klimaskjerm og avrenning løses i underliggende konstruksjon.



TREKRONE  $\times$  IBSENHuset

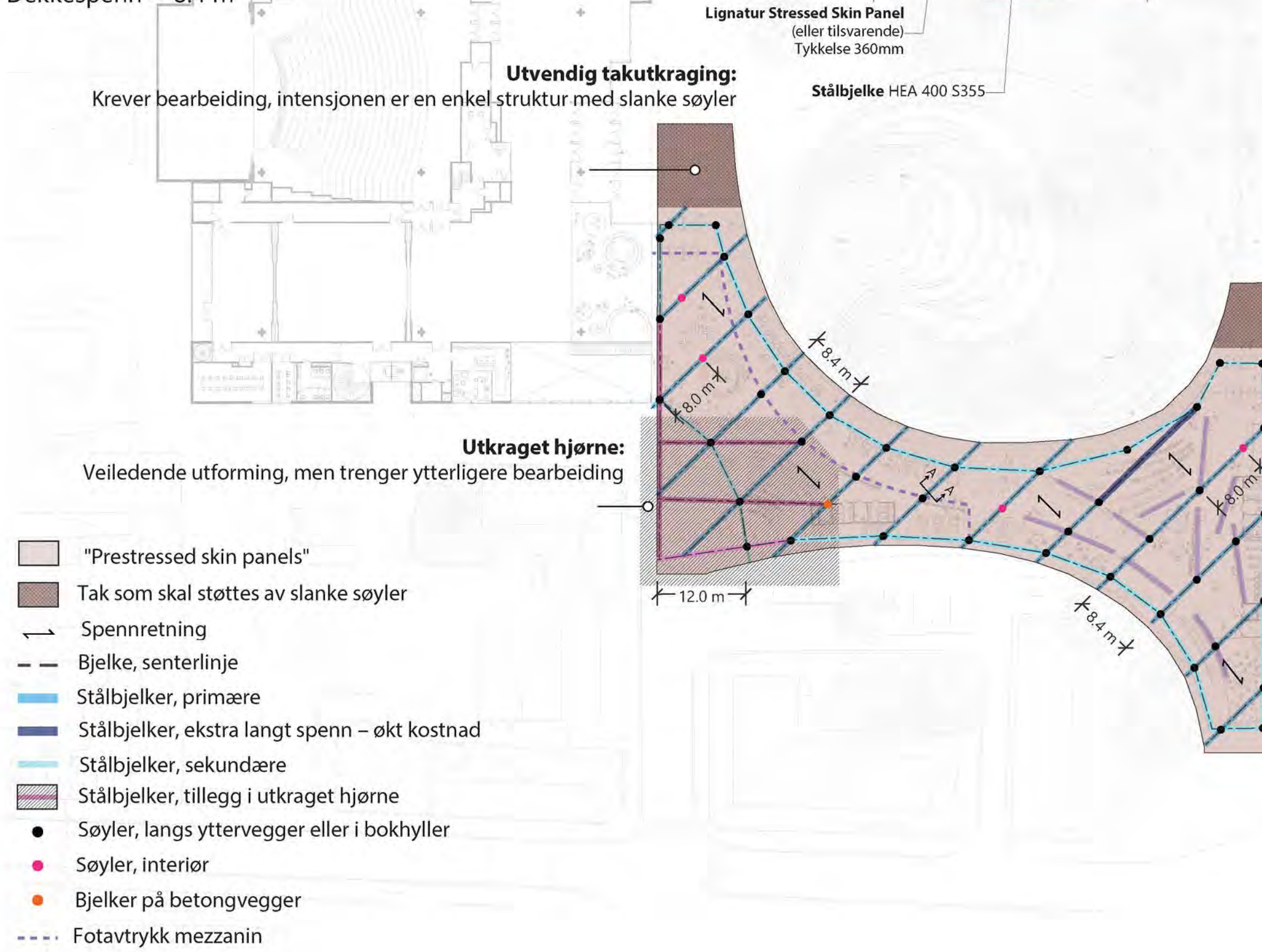


# Alternativ A

Dobbeltbuert tak med optimert fotavtrykk  
 Stålbjelker med "pre-stressed skin panels"  
 Bjelkespenn = 8.0 m  
 Dekkespenn = 8.4 m

# Konstruksjon

A



Takalternativ 1: Stålsøyler, stålbjelker og 'prestressed skin'-paneler

Dette alternativet anses å ha den høyeste kostnaden av de tre strukturelle løsningene som er vurdert, men har fordelen av å ha færre søyler på grunn av sin lengre spennvidde. Som takdekke benyttes et "prestressed skin-panel", bestående av et topp- og bunnlag av gjennomgående treplater, med treribber imellom. Denne løsningen betyr at materialet i panelet brukes mest mulig effektivt og den totale mengden materiale reduseres, slik at det kan spenne lenger enn en CLT-plate. Panelene kan fylles med isolasjon eller akustiske elementer. I denne studien har vi antatt at spennpanelet spenner 8,4 m og de bærende stålbjelkene spenner 8 m mellom søylene.

**Mål:**  
 (estimert)

- 2683 m<sup>2</sup>
  - 632 m
  - 233 m
  - 19 m
  - 285 m
  - 600 m<sup>2</sup> av S355 til ~90kg/m<sup>2</sup> = 54t
  - Antall: 43 \*
  - Antall: 4 \*
  - Antall: 1\*
- \* Gjennomsnittshøyde = 8.5m





## En kontrastfull opplevelse

En hovedstyrke ved Alternativ A er de mangfoldige sanseinntrykk som kan oppleves når man beveger seg gjennom biblioteket. Kjelleren står i sterk kontrast til den lyse hovedetasjen, med sin omsluttende og introverte stemning.





## En sømløs kobling

Trekrone og Ibsenhuset vil dele funksjoner i et symbiotisk forhold





## Et helhetsgrep

Et fokuspunkt er å holde fast på og bevare det overordnede arkitektoniske uttrykket, og på minst mulig vis synliggjøre de økonomiske konsekvensene av kostnadsreduksjon i de forskjellige alternativene.

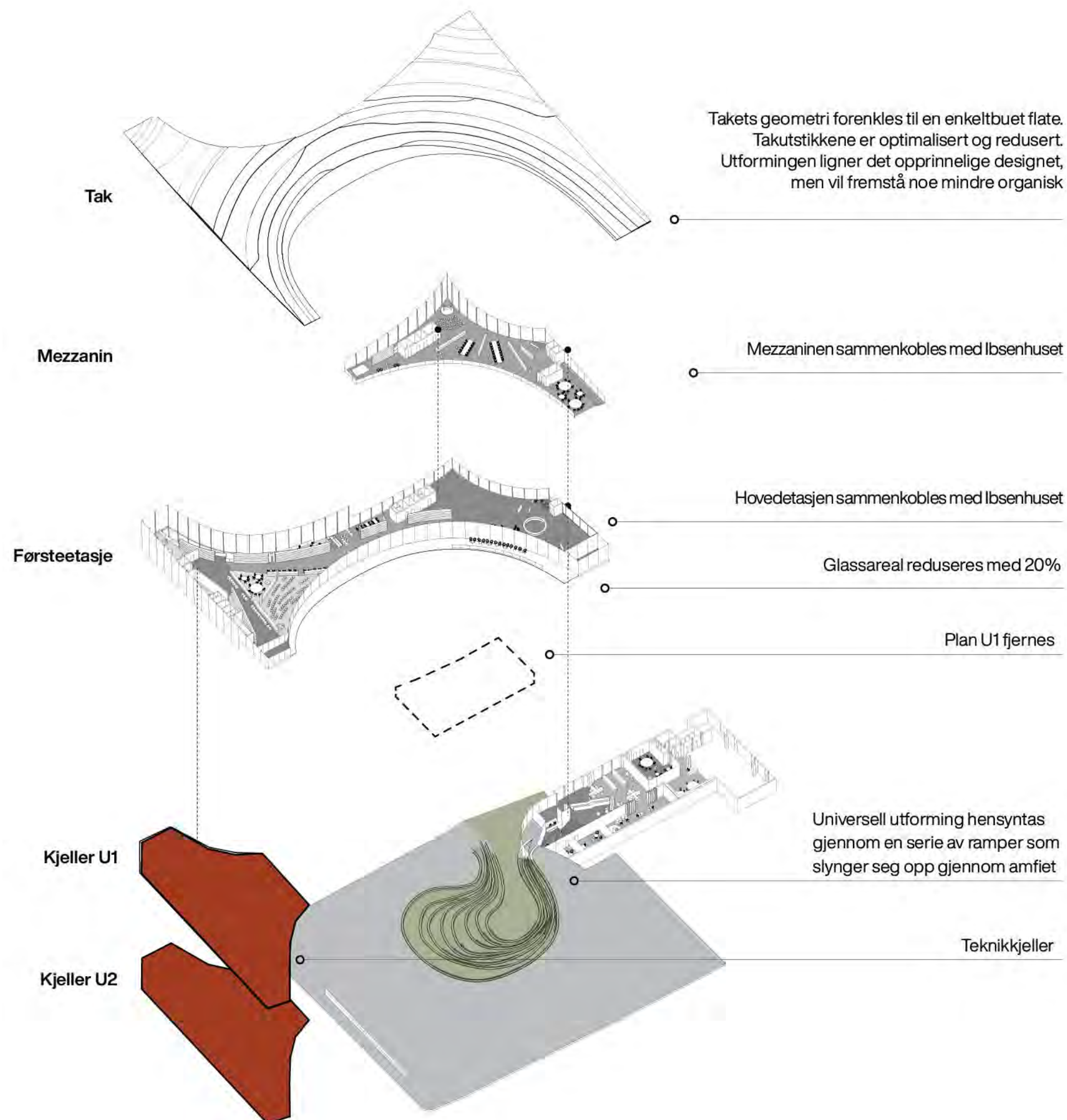


# Alternativ B

4500 m<sup>2</sup>



# Oversikt



**Alternativ B** er bearbeidet med mer drastiske tiltak for å oppnå ønskede kostnadsbesparelser. Romprogrammet er redusert ytterligere og prosjektet utgjør ca. 4500 m<sup>2</sup>.

**Kjelleren** reduseres så mye det lar seg gjøre, og kun et mindre volum mot nordøst bevares for å beholde inngangssituasjonen fra Prinsessegata.

**Hovedetasjen** og mezzaninen beholdes som i Alternativ A. Ibsenbiblioteket kobler seg på Ibsenhuset gjennom begge de lyse etasjene over bakken.

**Fasadene** er uforandret fra Alternativ A, med en 20% reduksjon i glassarealer fra konkurranseforslaget. Fordelingen på 65% glassarealer og 35% tettvegger beholdes.

**Taket** får en bearbeidet geometri, og det dobbeltbuede taket erstattes med et tak som bues i kun en retning. Selv om geometrien forenkles, vil det karakteristiske uttrykket bevares med «fjelltoppen» ruvende over Skistredet.

**Utendørsamfiet** har tilsvarende utforming som i Alternativ A, og bearbeides gjennom tiltak som tilsvarer en 5% reduksjon i kostnader i forhold til konkurranseforslaget.

**Ibsenhuset** beholdes som i dag. Bygningene kobles sammen, men uten større tilpasninger i denne omgang.

**Sølvåren** er ivaretatt med 1850 m<sup>2</sup> som er integrert og fordelt utover de ulike sonene.



# Arealtabell

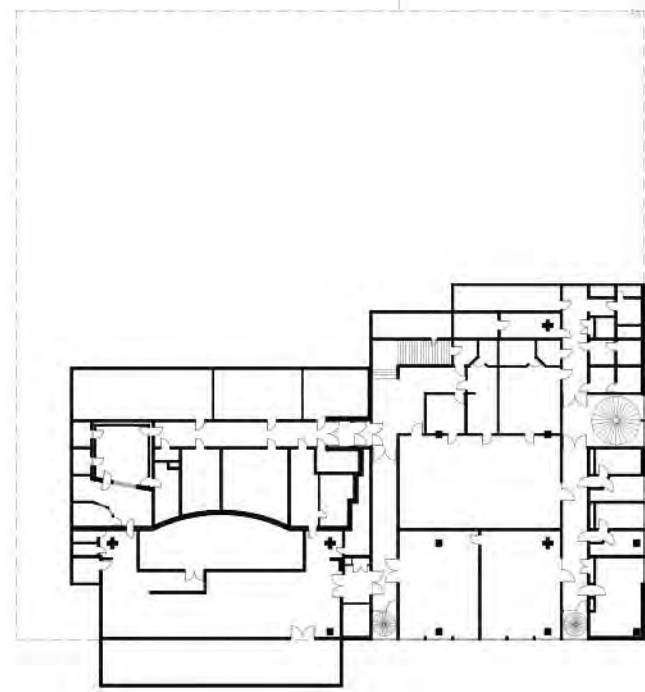
**B: 4500m<sup>2</sup>**



## Soner

Tallene som inngår i arealtabellen er foreløpige estimerte sonearealer. I de kommende fasene vil planene og utformingen av sonene justeres og tilpasses, basert på resultater av medvirkningsprosesser, innspill fra brukergrupper, de økonomiske rammene og den videre arkitektoniske, formidlingsmessige og scenografiske bearbeidelsen. Tallene er derfor foreløpig holdt på et overordnet nivå for å gi en indikasjon på arealfordelingen mellom de ulike sonene og for å tydelig vise forskjellen mellom de to alternativene.





# Kjeller 2

Trekroner:

- Teknikk:
- Sølvåren:

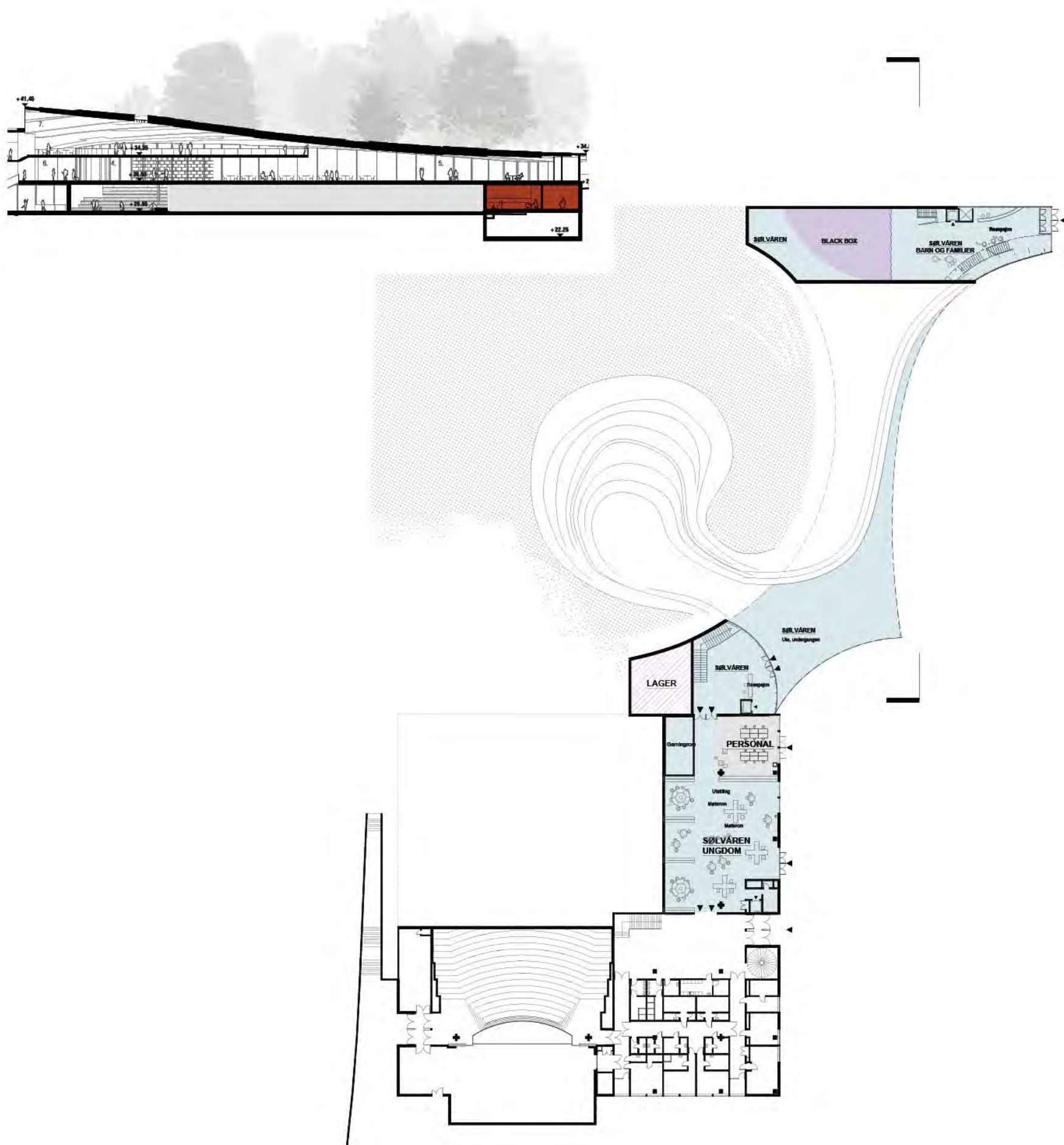
550m<sup>2</sup>

B

1:750







# Kjeller 1

Trekroner: 850m<sup>2</sup>

- Blackbox:
- Lager:
- Sølvåren:
  - Sølvåren Familie:
  - .Sølvåren Ute:

Ibsenhuset: 600m<sup>2</sup>

- Sølvåren Ungdom:
- Personal:

**B**

1:750





# Første etasje

Trekroner: 1800m<sup>2</sup>

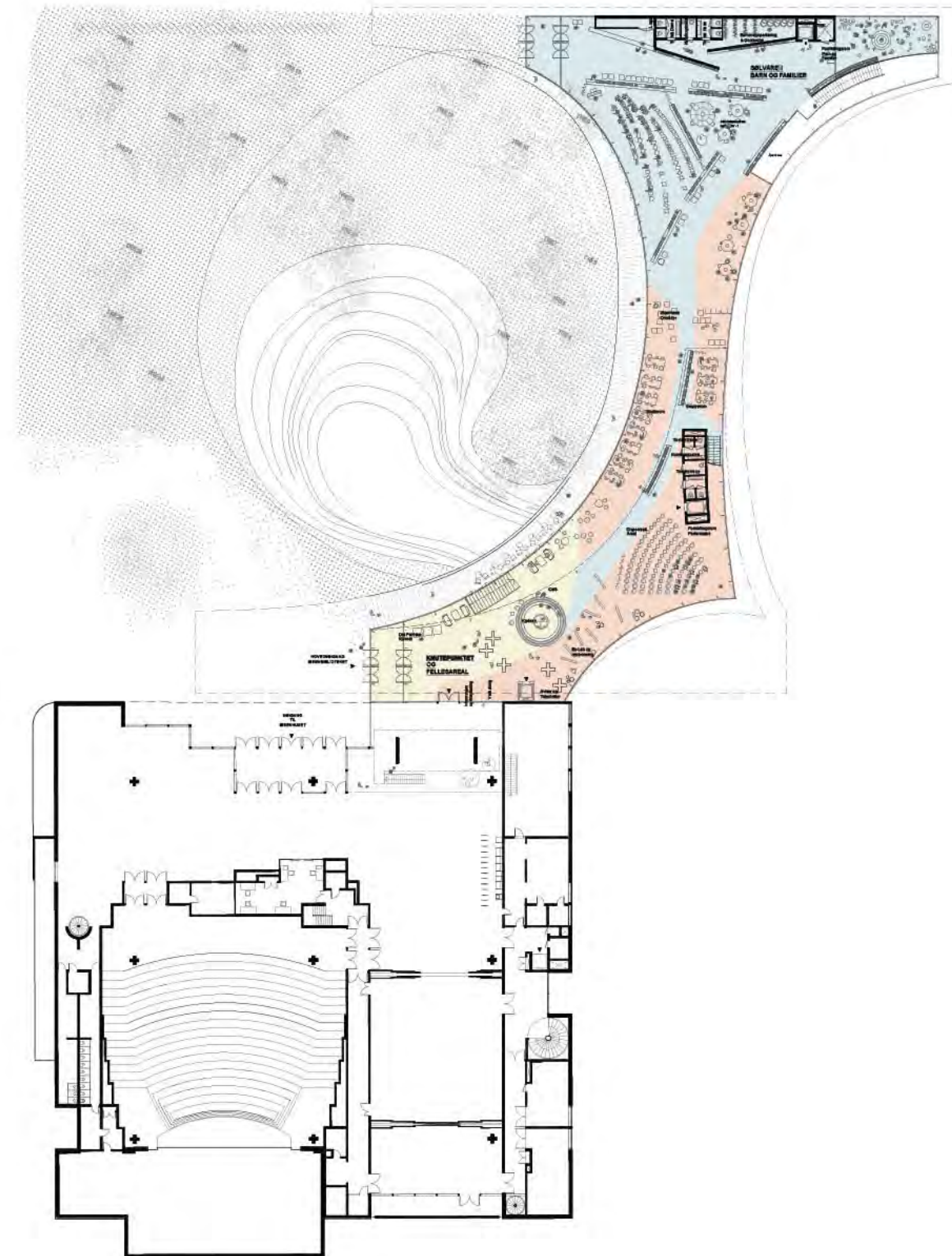
Knutepunkt

Sølvåren Familie:

Voksne

B

1:750



Uteområdet med rundkjøring  
ivaretas i fremtidig løsning

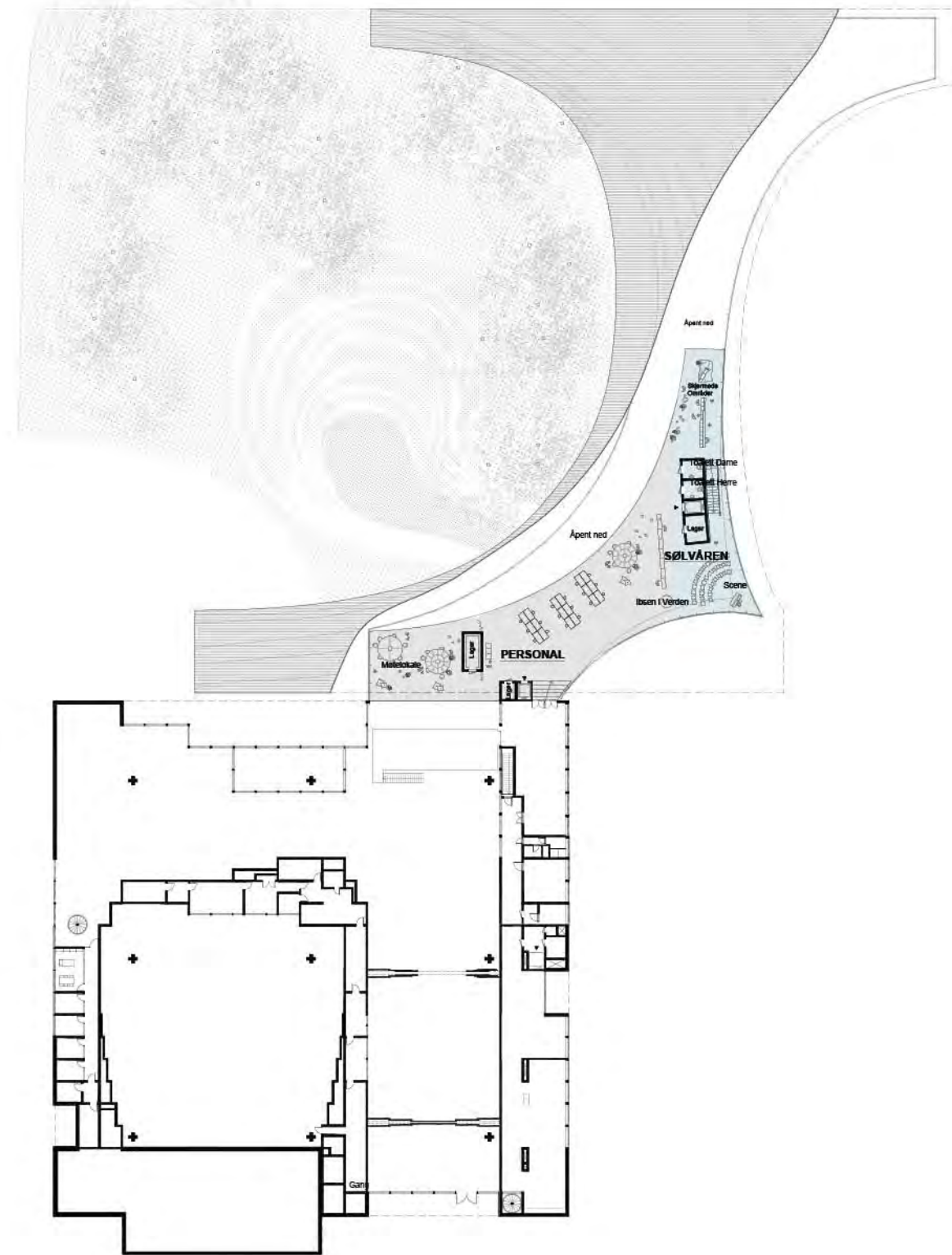


# Mezzanin

Trekrone:

700m<sup>2</sup>

- Sølvåren:
- Personal:



B

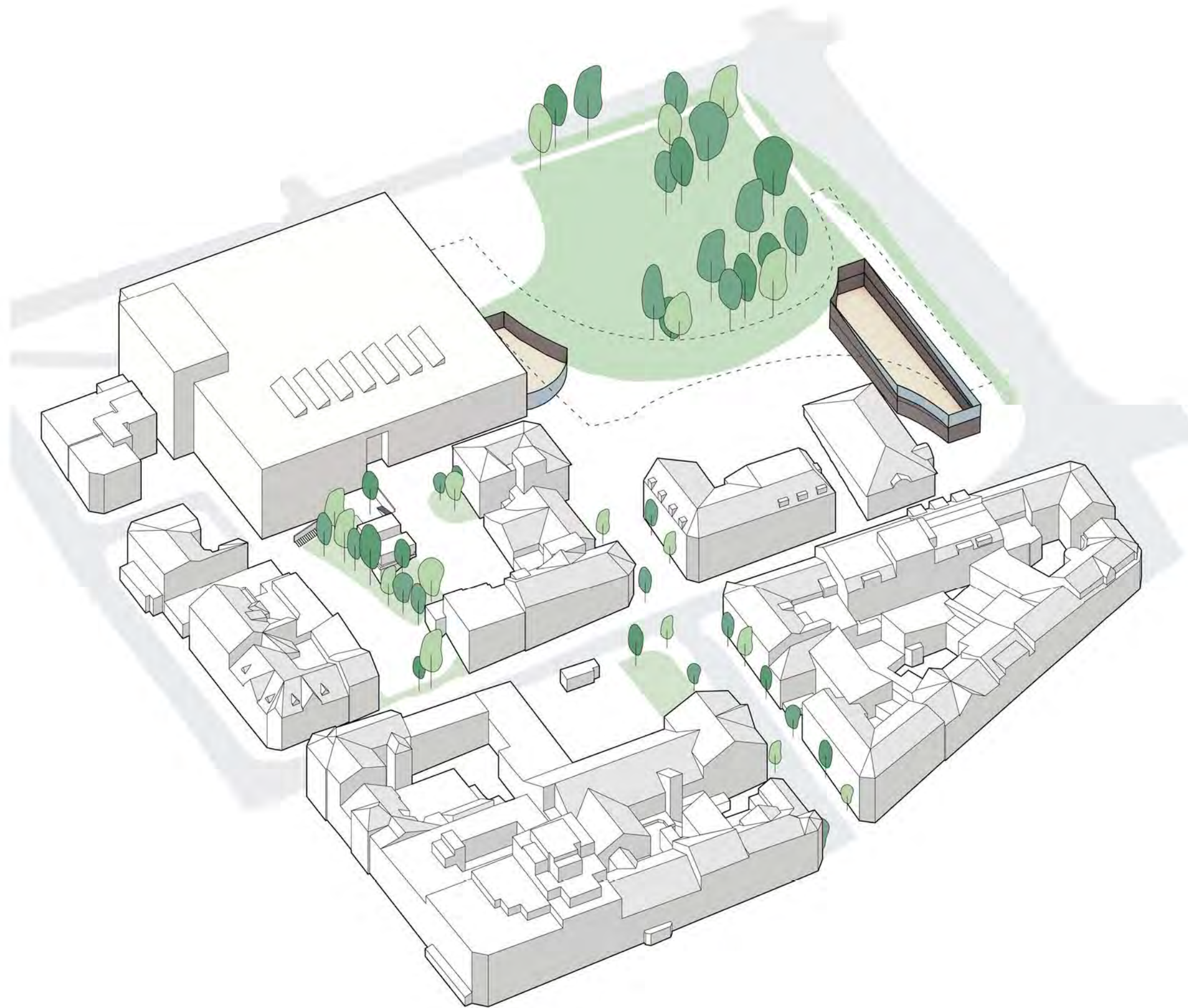
1:750





# Kjeller

B



- Mulig glassfasade
- Støttemur

154m<sup>2</sup>  
390m<sup>2</sup>



# Alternativ B

Enkelbuett tak med optimert fotavtrykk  
 Glulam bjelker med CLT dekker  
 Bjelkespenn = 12.0 m  
 Dekkespenn = 4.2 m

**Utvendig takutkraging:**  
 Krever bearbeiding, intensjonen er en enkel struktur med slanke søyler

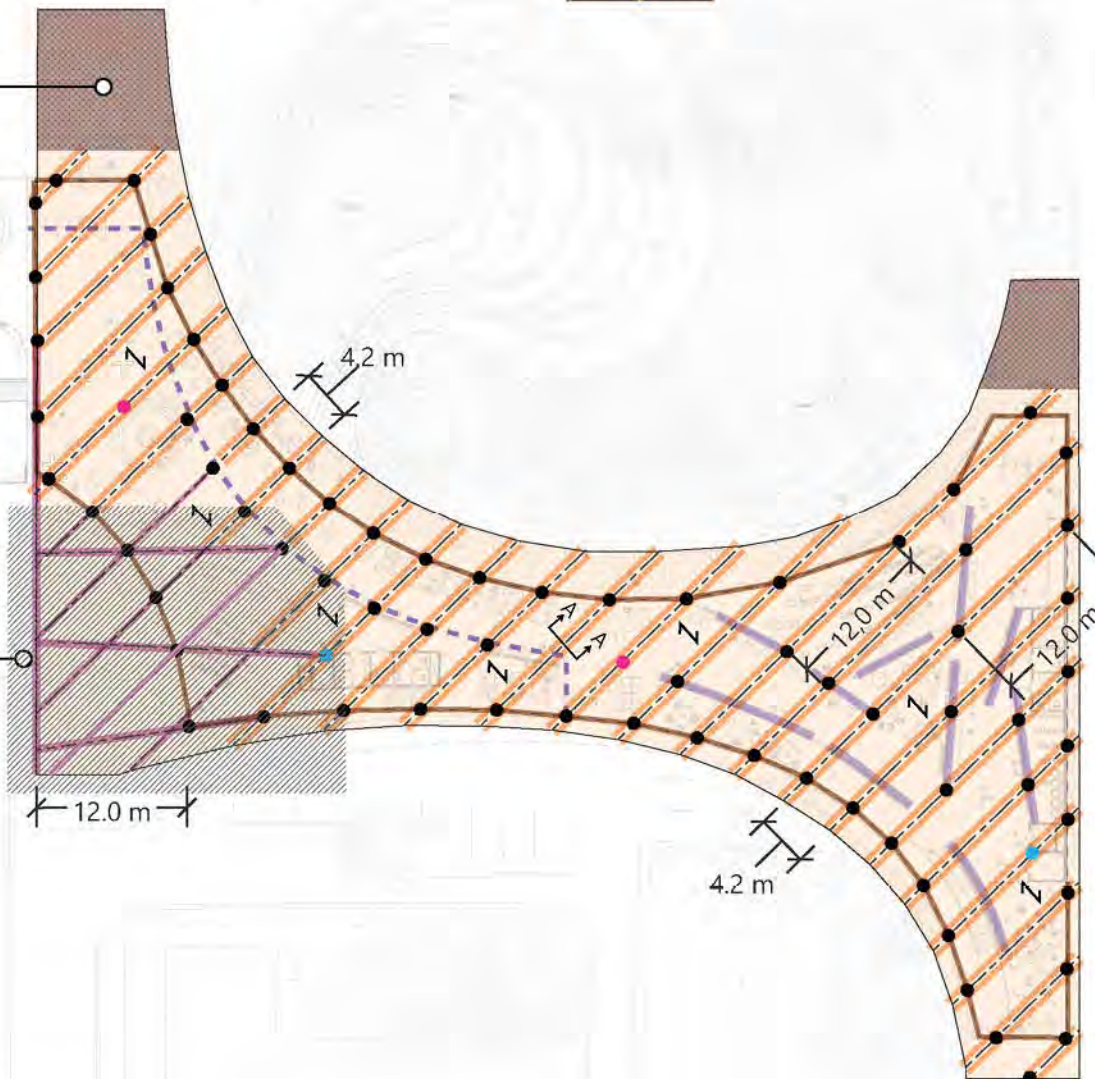
**Utkraget hjørne:**  
 Veiledende utforming, men trenger ytterligere bearbeiding

**Snitt A-A**

CLT dekke  
 150mm tykkelse

Glulam-bjelkedimensjon  
 2/185x900  
 (antatt brannkrav R90)

-  CLT dekke
-  Tak som skal støttes av slanke søyler
-  Spennretning
-  Bjelker, senterline
-  Glulam-bjelker, primære
-  Glulam-bjelker, sekundære
-  Stålbjelker, tillegg i utkraget hjørne
-  Søylar, langs yttervegger eller i bokhyller
-  Søylar, interiør
-  Bjelker på betongvegger
-  Fotavtrykk mezzanin



## Konstruksjon

B

Takalternativ 2: Limtrebjelker (12 m spenn) og CLT-plate med stål- eller tresøyler

Denne løsningen er basert på en mindre modul på 4,2 m. CLT-plater kan spenne over 4,2 m, men denne dimensjonen er valgt for å redusere belastningen på limtrebjelkene og dermed redusere konstruksjonens totale dybde. I denne løsningen spenner limtrebjelkene over en avstand på 12 m, noe som bidrar til å minimere antall søyler i rommet.

Det er også utviklet et dobbelt limtrebjelkearrangement for å redusere høyden. Selv om dette ikke er materielt optimalt i forhold til konstruksjonen, da dybden er mer effektiv enn bredden, er det med på å redusere totalhøyden (og dermed mengden fasade) rundt byggets omkrets. Det forutsettes at bjelkene vil ha en strukturelt effektiv endelagerforbindelse i stedet for en boltet plateforbindelse, noe som bidrar til å redusere materialmengden. Limtrebjelkene kan bæres av limtre eller stålsøyler, eller en kombinasjon av begge. Valget kan undersøkes videre etter hvert som prosjektet utvikler seg – med hensyn til brann, visuelle og andre tekniske aspekter.

I det sørøstre hjørnet skal limtrebjelkene erstattes av en utkraget stålkonstruksjon. På grunn av sin større styrke og stivhet, kan stålet oppnå et større overheng med samme byggedybde.

**Mål:**  
 (estimert)

-  2683 m<sup>2</sup>
-  953 m
-  2x509 m = 1018 m
-  268 m
-  600 m<sup>2</sup> av S355 til ~120kg/m<sup>2</sup> = 72t
-  Antall: 72\*
-  Antall: 2\*
-  Antall: 2

\* Gjennomsnittshøyde = 8.5m



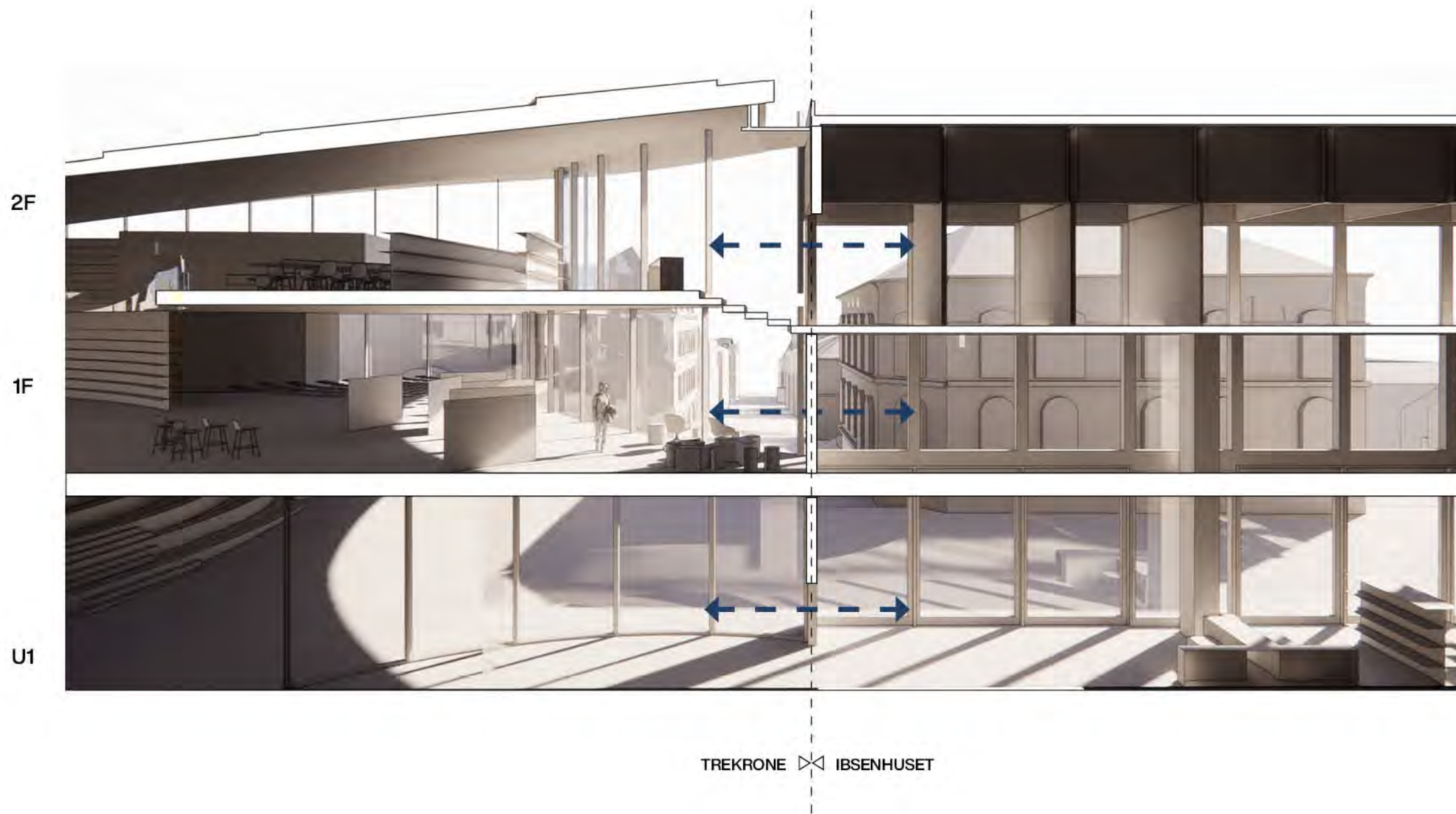
# Sammenkobling

B

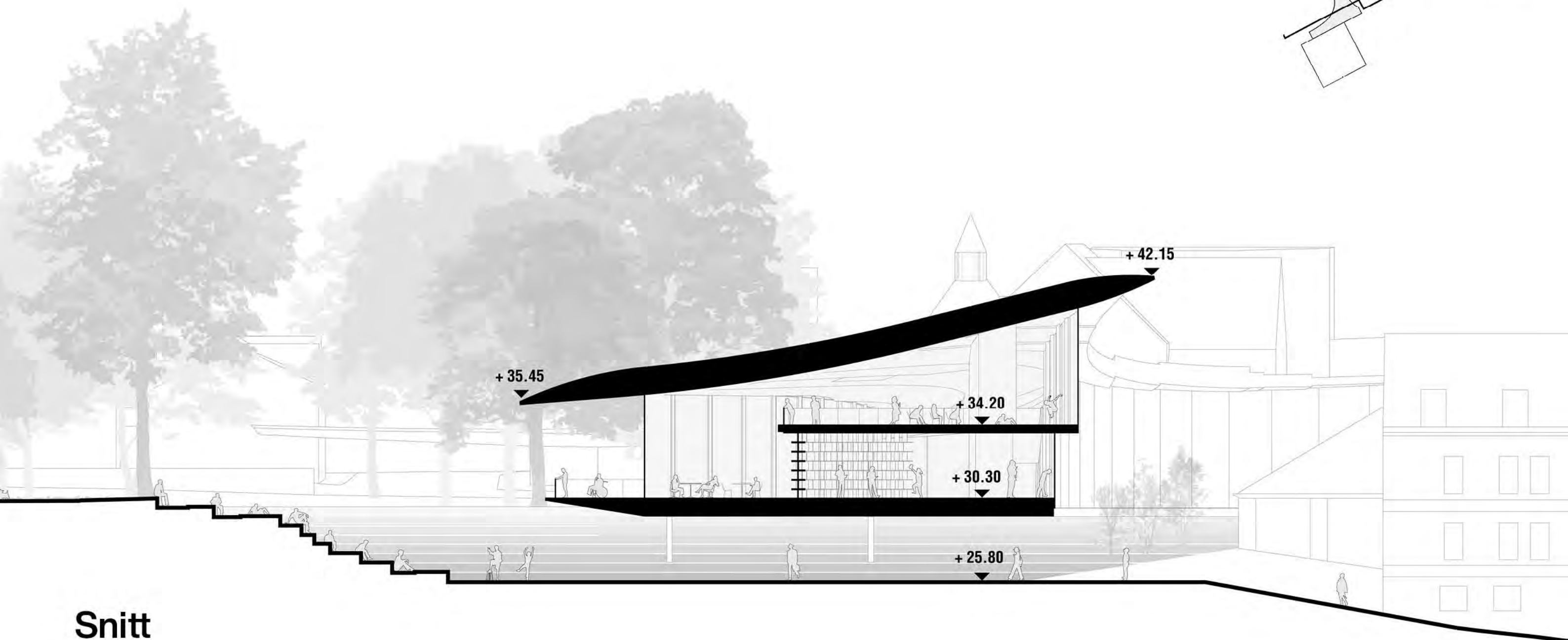
Sammenkoblingen mellom det nye biblioteksbygget og det eksisterende Ibsenhuset over terreng sikrer en fleksibel arealutnyttelse for begge bygg og funksjoner, og er med på å sikre utviklingen av et kulturelt kraftsenter i Skien.

Konkret vil påkoblingen løses lokalt i hver etasje og hensynta nivåforskjeller, slik at også universell utforming ivaretas på en god måte. For å sikre fleksibilitet vil det prosjekteres løsninger hvor det er mulig å skille arealene fra hverandre med hensyn til sikkerhet/avlåsning og lyd/akustikk. Dette konkretiseres videre i de kommende fasene.

I utviklingen av de endelige løsningene vil det også hensyntas en god lesbarhet, slik at nytt og gammelt fungerer sammen, selv om uttrykk og materialitet tilhører hver sin bygning. Både Ibsenhuset og Ibsenbiblioteket har karakteristiske takkonstruksjoner. Selve hovedtakflatene er det ønskelig at ikke kobles fysisk sammen, men at det prosjekteres en løsning hvor klimaskjerm og avrenning løses i underliggende konstruksjon.



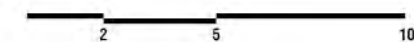




## Snitt

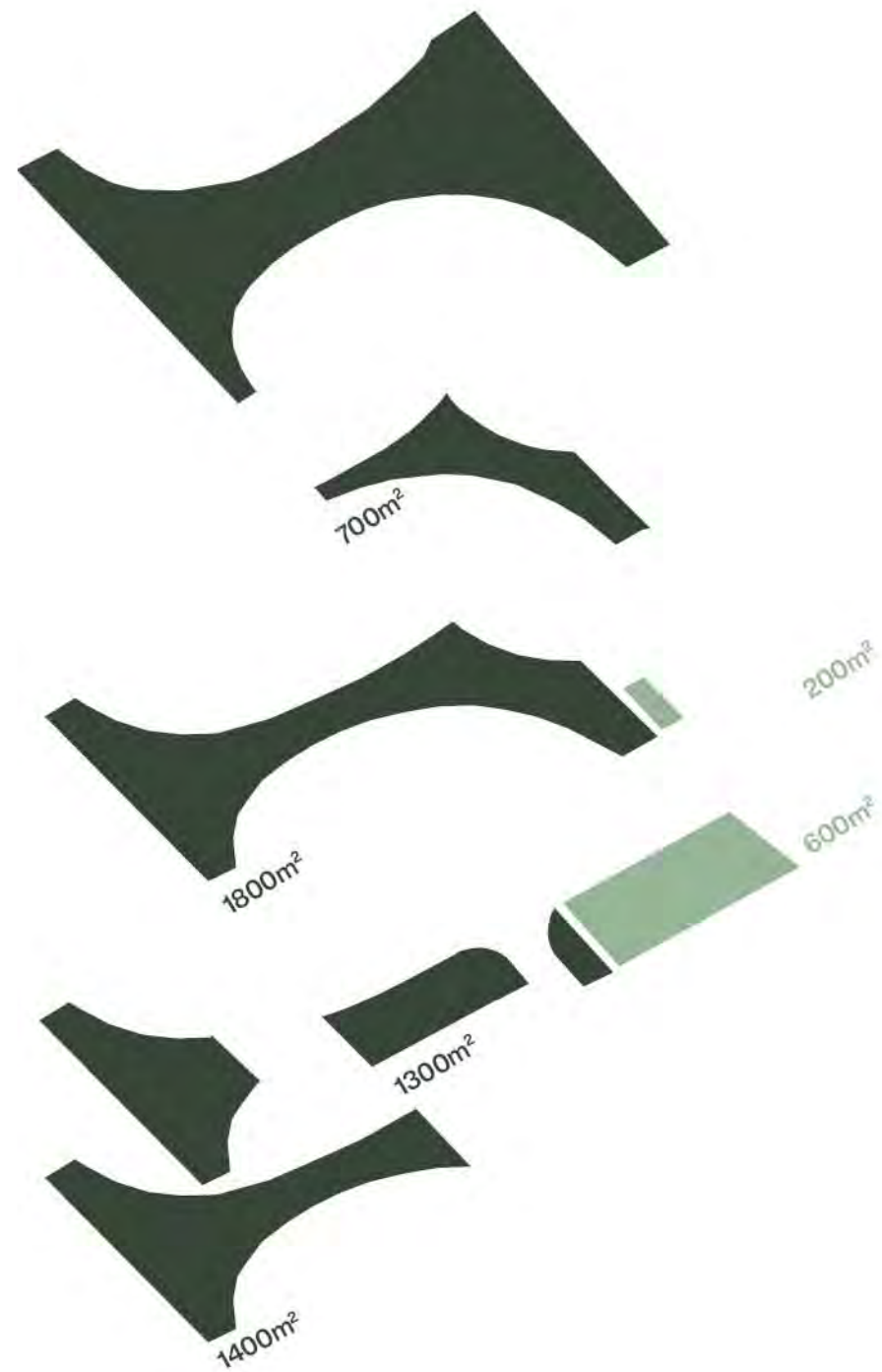
**Kjelleren** reduseres så mye det lar seg gjøre, og kun inngangen mot nordøst bevares for å beholde inngangssituasjonen fra Prinsessegata.

**Utendørsamfiet:** Universell utforming hensyntas gjennom en serie av ramper som slynger seg opp gjennom amfiet. Ramper, trapper og sitteplasser i amfiet konkretiseres i de kommende fasene.





## Alternativ A



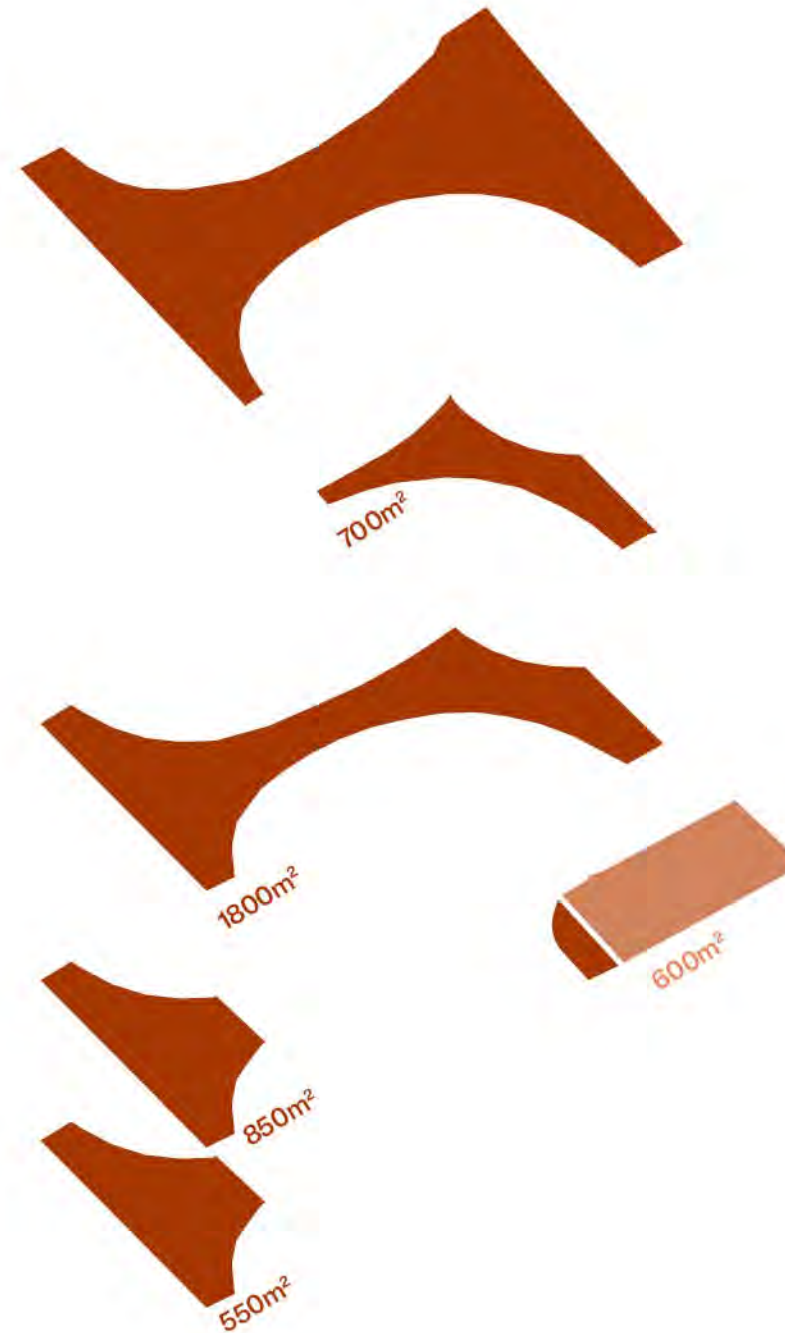
5200m<sup>2</sup>

800m<sup>2</sup>

BTA:

6000m<sup>2</sup>

## Alternativ B



3900m<sup>2</sup>

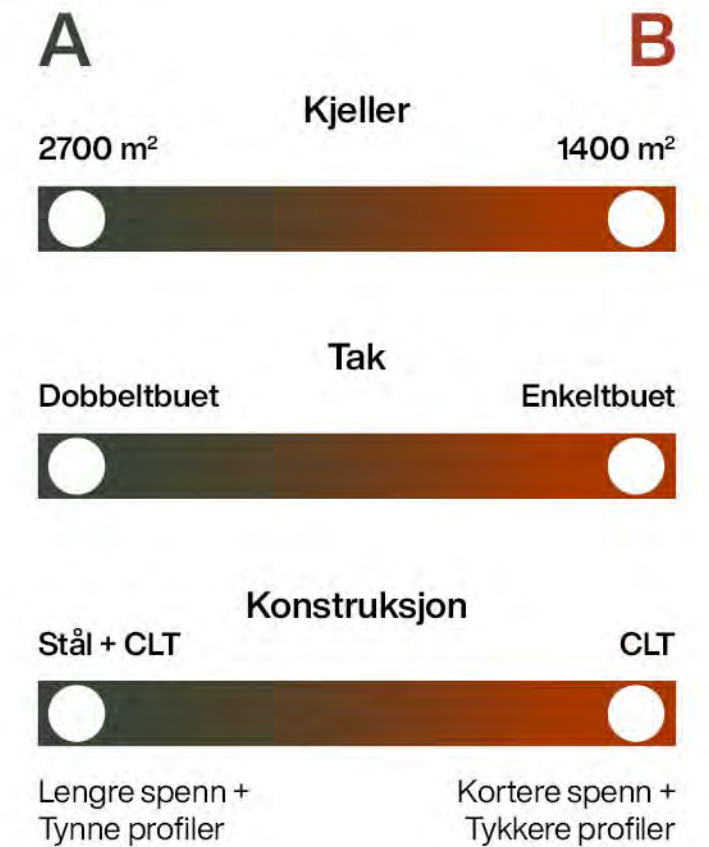
600m<sup>2</sup>

BTA:

4500m<sup>2</sup>

## Sammenstilling

Hovedforskjellen mellom Alternativ A og Alternativ B er størrelsen på kjellerarealene. Nedskaleringen foregår i all hovedsak under terreng, så bibliotekets fremtoning i bybildet og forbindelse til parken er tilsvarende i begge alternativer.







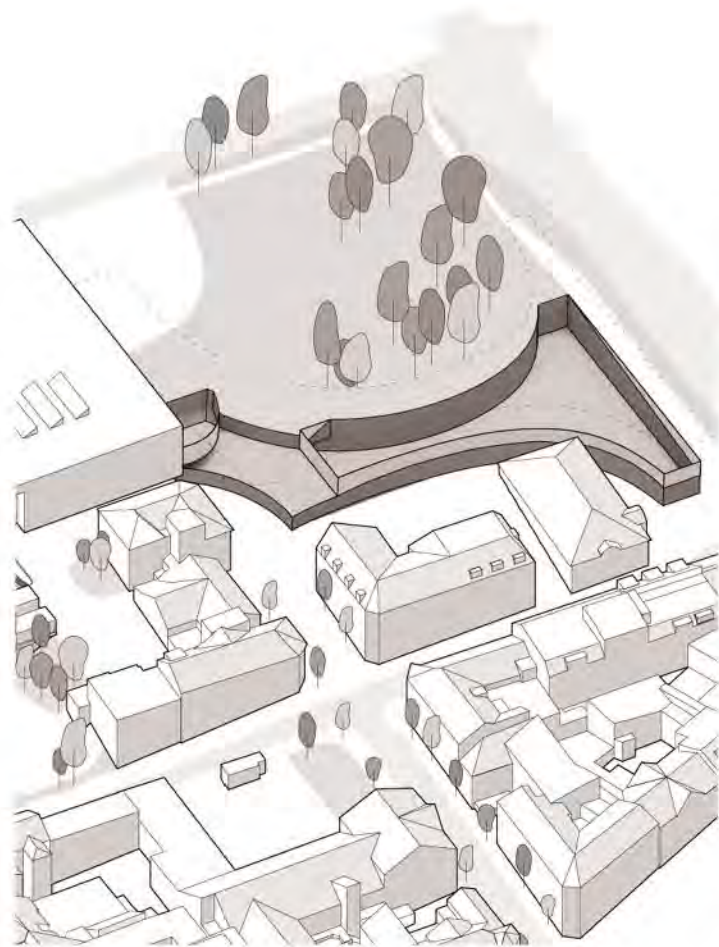
## Grunnforhold

Under konkurransefasen i 2019 ble det poengtert at biblioteket vil kunne ha fordel av å få en kjeller for å stabiliserende grunnmassene. Det hadde blitt påvist kvikkleire på den nordre delen av tomten, omtalt som «Kverndalen». Det innleverte konkurranseforslaget besto av to kjelleretasjer, hvor den nederste etasjen koblet seg på underetasjen i Ibsenhuset, under Skistredet, for å skape et kontinuerlig bevegelsesmønster mellom nytt og eksisterende og mellom arealene over og under terreng.

Videre undersøkelser fra 2022, gjennomført av GrunnTeknikk AS, har påvist «konstant og svakt avtagende motstand i de bløte materialene» ved krysset mellom Hesselbergs gate og Prinsessegata, som igjen tyder på kvikkleire nordøst på tomten. Området er klassifisert med lav faregrad, men for å sikre at Ibsenbiblioteket ikke truer områdestabiliteten, vil det måtte gjennomføres ytterligere stabilitetsvurderinger.

I forbindelse med sammenkoblingen mellom Ibsenbiblioteket og Ibsenhuset i underetasjen, påpekes det at gulvet i Ibsenhuset kan undergraves med inntil 5 meter og at utgravingen vil kreve tette spuntvegger som ikke bør etableres nærmere enn 0,5 meter fra eksisterende veggliv. Videre spesifiseres det at det vil kreves god oversikt over Ibsenhusets pelefundamentering for å unngå skader av eksisterende bygg. Ved påkoblingen av underetasjen kan det vurderes jetpelevegg under eksisterende yttervegg i Ibsenhuset.





Tidligere forslag med sammenkoblet kjeller



Alternativ A



Alternativ B

Alternativt kan deler av den eksisterende konstruksjoner rives, og påkoblingen vil kunne løses med nye konstruksjoner. Dette må videre vurderes av byggeteknisk sakkyndig i samarbeid med geoteknisk rådgiver.

Kjelleretasjene er vurdert som en av de store kostnadsdriverne i prosjektet, og det har derfor i de bearbejdede alternativene blitt prioritert å redusere arealene under terreng. Nord på tomten er kjellerarealene bevart i begge alternativene, både for å bevare adkomsten mot Prinsessegata, og med hensyn til stabilisering av massene på tomten. Påkoblingen mellom Ibsenbiblioteket og Ibsenhuset under terreng er løsbart, men kompleks, og har derfor i prosessen med å redusere kostnader, blitt tatt bort i begge alternativer.

I Alternativ A strekker kjelleren seg fra Hesselbergs gate i nord til Skistredet i sør. I Alternativ B begrenses kjelleren til et minimum og er kun bevart mot nord, for å opprettholde adkomsten til biblioteket fra Prinsessegata.





## Ombruk

En miljøambisjon for prosjektet er å jobbe med ombrukselementer der det er hensiktsmessig. Kommunen eier et bibliotek som skal erstattes av et nytt, og det er derfor et stort potensialt for direkte ombruk av bygningselementer og materialer på tomten. I tillegg er prosessen med sertifisering og CE-merking av bygningselementer betydelig mindre komplisert når det er samme eier av to bygg som ønsker å ombruke elementer fra det ene bygget i det andre.

Brunosten har fasader i teglstein og det er ønskelig å ombruke teglen i det nye biblioteket. Det vil sannsynligvis være omfattende å demontere teglstein for teglstein, da det er brukt sementmørtel, men det vil undersøkes om enten større fasadeblokker kan skjæres ut og ombrukes eller om teglsteinen kan knuses og brukes i et komposittmateriale. Dette vil undersøkes i kommende faser. I tillegg finnes det skiferstein i den utvendige trappen mellom Brunosten og Ibsenhuset, og det ligger skiferheller langs vestsiden av Brunosten som også kan være svært interessante å ombruke, enten i det nye biblioteket eller i uteområdene.





## Anbefaling

Gjennom arbeidet med skissefase 1 er det vist at Trekrone er skalerbart og at prosjektet vil kunne tilpasse seg ulike predefinerte kostnadsrammer, uten at det går på bekostning av prosjektets overordnende DNA. Et hovedprinsipp i arbeidet med å redusere kostnader har vært å bevare mest mulig av byggets utvendige uttrykk og heller redusere arealene under terreng. På denne måten opprettholdes bibliotekets arkitektoniske integritet, kontakten med parken og påkoblingen til Ibsenhuset i begge scenarier. Ved å arbeide med 2 forskjellige skaleringsalternativer av underetasjene har vi fokusert reduksjonen på den største kostnadsdriveren som ikke påvirker byggets fremtoning i bybildet. Strategien synliggjør samtidig tydelig hva man eventuelt vil måtte gi slipp på dersom man ikke skulle gå for Alternativ A.

Arkitektene bak prosjektet er likevel klare i sin anbefaling om at Alternativ A er løsningen som ivaretar de arkitektoniske kvalitetene, intensjonene og ambisjonene fra konkurranseforslaget best. Kjellerarealene representerer trærnes røtter og underverdenen fra Ibsens diktning, og er viktige å bevare for å kunne tilby variasjonen i romligheter og opplevelser innad i Ibsenbiblioteket.





# RAPPORTER

Konstruksjonsrapport  
Klimarapport (engelsk)





## En kontrastfull opplevelse

Ibsenbibliotekets høyeste punkt blir et nøkternt, men markant kjennemerke i bybildet

# Konstruksjon





## Konstruksjon

Det er gjort grundige studier av alternative takkonstruksjoner innenfor hvert av de tre kostnadsscenariene. Det har vært svært viktig å begynne arbeide med å konkretisere takets konstruksjon, da uttrykket og geometrien er fundamentalt for det overordnede arkitektoniske konseptet, og det har vært utfordrende å kunne gi et realistisk kostnadsestimert uten ytterligere beskrivelse enn illustrasjonene fra konkurransen.

Bearbeidingen av konstruksjonen og har også vært med på å forenkle geometrien, som vi ser på som svært fordelaktig, både med tanke på byggharheten og prisen. Det er illustrert 3 ulike takkonstruksjoner som tar utgangspunkt i hvert sitt kostnadsscenario.

**Takalternativ 1** består av stålsøyler, stålbjelker og 'prestressed skin'-paneler. Dette anses som det mest kostbare av de tre strukturelle løsningene som er vurdert, men har åpenbare fordeler for det arkitektoniske uttrykket med færre søyler og lengre spennvidde. Dette er alternativet som bevarer uttrykket som vist i konkurranseforslaget på best mulig måte.

**Takalternativ 2** består av limtrebjelker med 12 m spenn og CLT-plater, med enten stål eller tresøyler. CLT-plater kan spenne over 4,2 m, men denne dimensjonen er valgt for å redusere belastningen på limtrebjelkene og dermed redusere konstruksjonens totale dybde. I denne løsningen spenner limtrebjelkene over en avstand på 12 m, som også bidrar til å minimere antall søyler i rommet.

**Takalternativ 3** består av limtrebjelker med 6 m spenn og CLT-plater, med enten stål eller tresøyler. Denne løsningen er systematisk identisk med takalternativ 2, men med et kortere spenn på 6 m i stedet for 12 m. Dette betyr flere søyler, men gir også mulighet for mer variasjon i takkonstruksjonen.

Alle alternativene viser konsepter for konstruksjonen og vil naturligvis kreve videre bearbeiding, men alle er kvalifiserte og realistiske løsninger som gir et godt grunnlag for prisberegningen og den videre prosjekteringen.



# Alternativ A

Dobbeltbuert tak med optimert fotavtrykk  
 Stålbjelker med "pre-stressed skin panels"  
 Bjelkespenn = 8.0 m  
 Dekkespenn = 8.4 m

**Utvendig takutkraging:**  
 Krever bearbeiding, intensjonen er en enkel struktur med slanke søyler

**Utkraget hjørne:**  
 Veiledende utforming, men trenger ytterligere bearbeiding

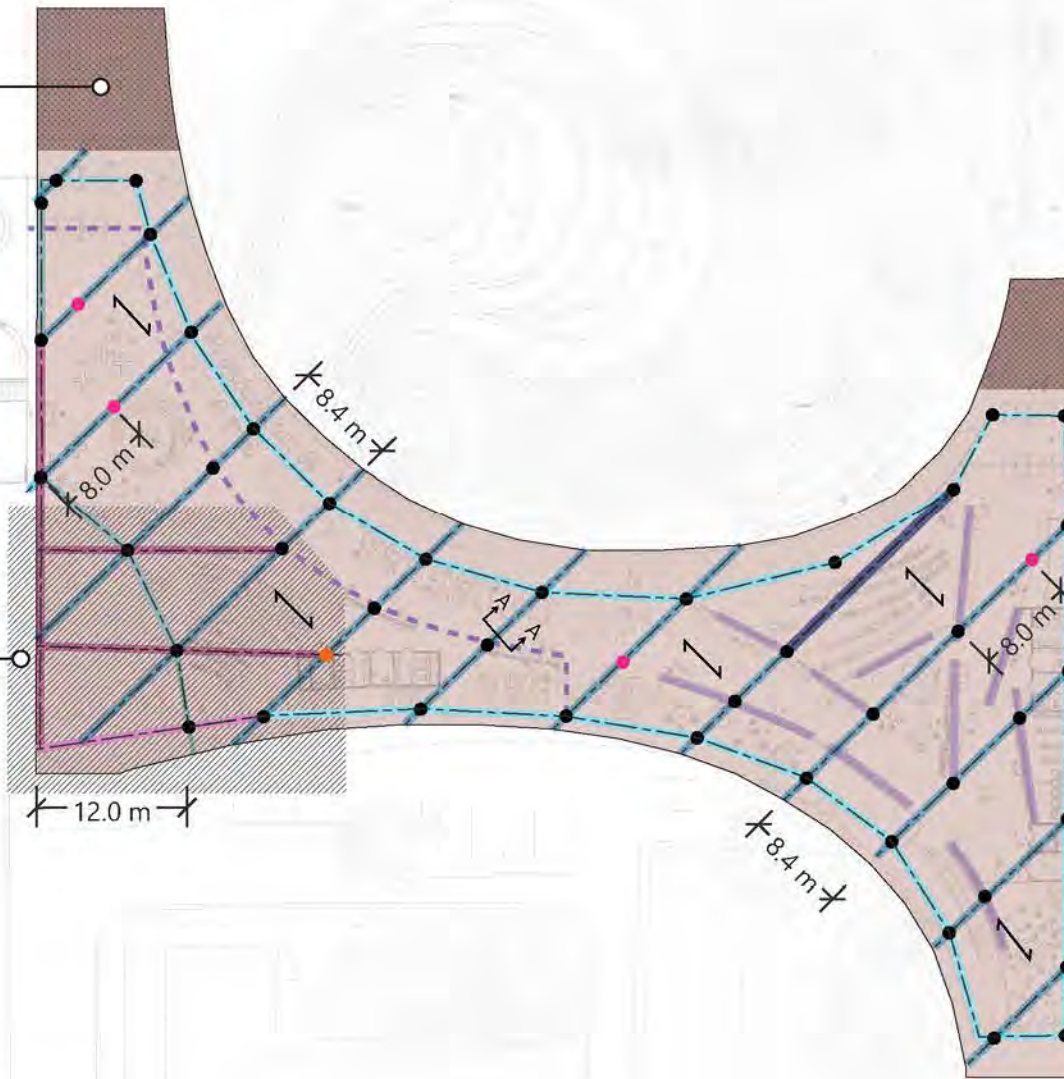
Lignatur Stressed Skin Panel  
 (eller tilsvarende)  
 Tykkelse 360mm

Stålbjelke HEA 400 S355

Snitt A-A



- "Prestressed skin panels"
- Tak som skal støttes av slanke søyler
- Spennretning
- Bjelke, senterlinje
- Stålbjelker, primære
- Stålbjelker, ekstra langt spenn – økt kostnad
- Stålbjelker, sekundære
- Stålbjelker, tillegg i utkraget hjørne
- Søyler, langs yttervegger eller i bokhyller
- Søyler, interiør
- Bjelker på betongvegger
- Fotavtrykk mezzanin



# Takalternativ 1

Stålsøyler, stålbjelker og 'prestressed skin'-paneler

Dette alternativet anses å ha den høyeste kostnaden av de tre strukturelle løsningene som er vurdert, men har fordelen av å ha færre søyler på grunn av sin lengre spennvidde. Som takdekke benyttes et "prestressed skin-panel", bestående av et topp- og bunnlag av gjennomgående treplater, med trefiber imellom. Denne løsningen betyr at materialet i panelet brukes mest mulig effektivt og den totale mengden materiale reduseres, slik at det kan spenne lenger enn en CLT-plate. Panelene kan fylles med isolasjon eller akustiske elementer. I denne studien har vi antatt at spennpanelet spenner 8,4 m og de bærende stålbjelkene spenner 8 m mellom søylene.

**Mål:**  
 (estimert)

- 2683 m<sup>2</sup>
  - 632 m
  - 233 m
  - 19 m
  - 285 m
  - 600 m<sup>2</sup> av S355 til ~90kg/m<sup>2</sup> = 54t
  - Antall: 43 \*
  - Antall: 4 \*
  - Antall: 1\*
- \* Gjennomsnittshøyde = 8.5m



# Alternativ B

Enkelbuett tak med optimert fotavtrykk  
 Glulam bjelker med CLT dekker  
 Bjelkespenn = 12.0 m  
 Dekkespenn = 4.2 m

**Utvendig takutkraging:**  
 Krever bearbeiding, intensjonen er en enkel struktur med slanke søyler

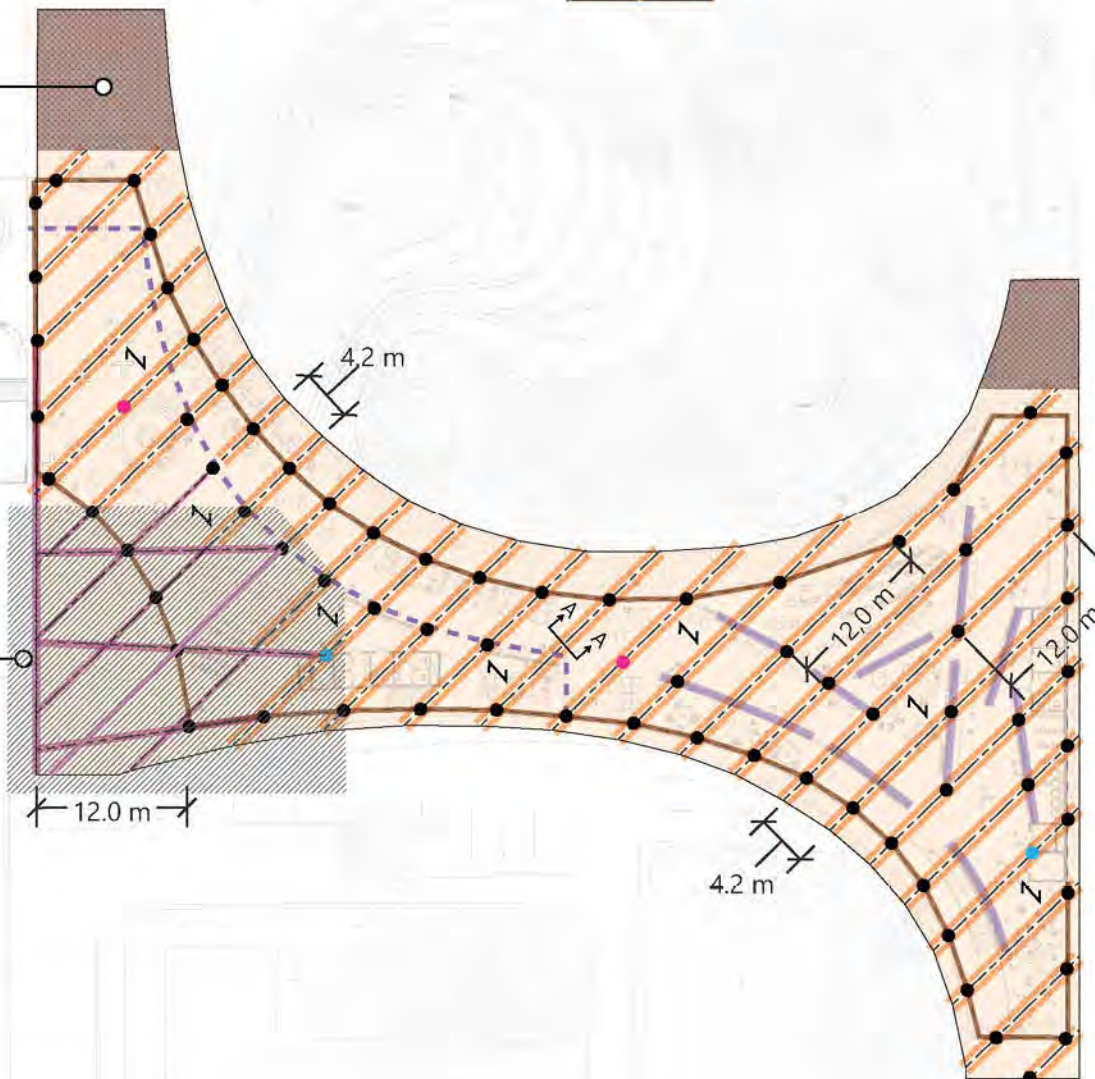
**Utkraget hjørne:**  
 Veiledende utforming, men trenger ytterligere bearbeiding

-  CLT dekke
-  Tak som skal støttes av slanke søyler
-  Spennretning
-  Bjelker, senterline
-  Glulam-bjelker, primære
-  Glulam-bjelker, sekundære
-  Stålbjelker, tillegg i utkraget hjørne
-  Søylar, langs yttervegger eller i bokhyller
-  Søylar, interiør
-  Bjelker på betongvegger
-  Fotavtrykk mezzanin

## Snitt A-A

CLT dekke  
 150mm tykkelse

Glulam-bjelkedimensjon  
 2/185x900  
 (antatt brannkrav R90)



# Takalternativ 2

Limtrebjelker (12 m spenn) og CLT-plate med stål- eller tresøyler

Denne løsningen er basert på en mindre modul på 4,2 m. CLT-plater kan spenne over 4,2 m, men denne dimensjonen er valgt for å redusere belastningen på limtrebjelkene og dermed redusere konstruksjonens totale dybde. I denne løsningen spenner limtrebjelkene over en avstand på 12 m, noe som bidrar til å minimere antall søyler i rommet.

Det er også utviklet et dobbelt limtrebjelkearrangement for å redusere høyden. Selv om dette ikke er materielt optimalt i forhold til konstruksjonen, da dybden er mer effektiv enn bredden, er det med på å redusere totalhøyden (og dermed mengden fasade) rundt byggets omkrets. Det forutsettes at bjelkene vil ha en strukturelt effektiv endelagerforbindelse i stedet for en boltet plateforbindelse, noe som bidrar til å redusere materialmengden. Limtrebjelkene kan bæres av limtre eller stålsøyler, eller en kombinasjon av begge. Valget kan undersøkes videre etter hvert som prosjektet utvikler seg – med hensyn til brann, visuelle og andre tekniske aspekter.

I det sørøstre hjørnet skal limtrebjelkene erstattes av en utkraget stålkonstruksjon. På grunn av sin større styrke og stivhet, kan stålet oppnå et større overheng med samme byggedybde.

**Mål:**  
 (estimert)

-  2683 m<sup>2</sup>
-  953 m
-  2x509 m = 1018 m
-  268 m
-  600 m<sup>2</sup> av S355 til ~120kg/m<sup>2</sup> = 72t
-  Antall: 72\*
-  Antall: 2\*
-  Antall: 2

\* Gjennomsnittshøyde = 8.5m




# Alternativ C

Enkeltbuget tak med optimert fotavtrykk  
 Glulam-bjelker med CLT dekker, kortere spenn  
 Bjelkespenn = 6.0 m  
 Dekkespenn = 4.2 m

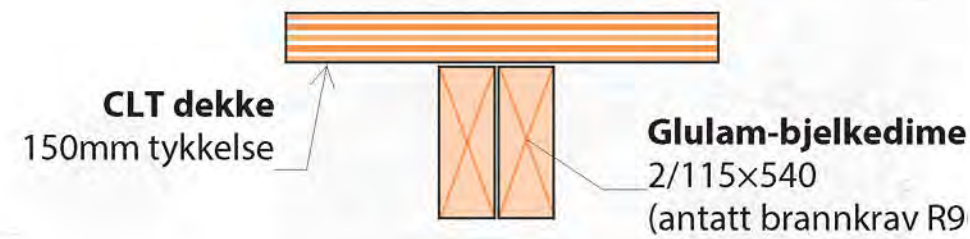
**Utvendig takutkraging:**  
 Krever bearbeiding, intensjonen er en enkel struktur med slanke søyler

**Utkraget hjørne:**  
 Veiledende utforming, men trenger ytterligere bearbeiding

## Key:

-  CLT dekker
-  Tak som skal støttes av slanke søyler
-  Spennretning
-  Bjelker, senterline
-  Glulam-bjelker, primære
-  Glulam-bjelker, sekundære
-  Stålbjelker, tillegg i utkraget hjørne
-  Søyler, langs yttervegger eller i bokhyller
-  Søyler, interiør
-  Bjelker på betongvegger
-  Fotavtrykk mezzanin

## Snitt A-A











Vil kreve dypere Glulam-profiler, stålforsterknin

# Takalternativ 3

Limtrebjelker (6 m spenn) og CLT-plate med stål- eller tresøyler

Denne løsningen er systematisk identisk med forrige løsning, men med et kortere spenn på 6 m i stedet for 12 m. Alt i alt betyr dette at det er flere søyler, men kanskje også mer variasjon i takkonstruksjonen: Det er noen få områder, hvor det på grunn av de romlige kravene (dvs. i områdene med sittende publikum) er nødvendig med et spenn på mer enn 6 m, og derfor kan det være nødvendig å forsterke eller erstatte limtreet med stålbjelker. Det betyr imidlertid at takkonstruksjonen er svært kostnadseffektiv og karboneffektiv, noe som betyr at den bidrar godt til det overordnede målet hvis de geometriske begrensningene er håndterbare.

## Mål: (estimert)

-  2683 m<sup>2</sup>
  -  953 m
  -  2x509 m = 1018 m
  -  268 m
  -  600 m<sup>2</sup> av S355 til ~120kg/m<sup>2</sup> = 72t
  -  Antall: 84\*
  -  Antall: 8\*
  -  Antall: 4
- \* Gjennomsnittshøyde = 8.5m





## Kostnadsbetraktninger

Følgende punkter inngår av hensyn til kostnadsplanlegging i forbindelse med tak og bærekonstruksjon:

Det antas at stålsøylene er brannsikre ved bruk av svellende maling (høy kvalitet på visuell overflate). Stålbjelker kan males eller dekket med plater.

Det forutsettes at det er en himling for hvert av disse alternativene (konstruksjonen er ikke synlig).

Det er foreslått to geometrier for takflaten som dekker ulike kostnadsområder: dobbeltbuet (dyrere) og enkeltbuet (billigere). For dobbeltbuet tak anbefales det at kostnadsplanen tar hensyn til kompleksiteten i detaljering og oppbygging knyttet til den geometriske formen: Vanntetting, isolasjon og avslutninger på taket bør også ha en hensiktsmessig kompleksitetsfaktor.

Uavhengig av valg av takløsning vil den eksakte hellingen på taket, samt håndteringen av vann og snø, svares ut i den videre bearbeidingen i de kommende fasene.

Trebjelker antas å ha lagerforbindelser, fremfor boltede plateforbindelser. De boltede plateforbindelsene vil øke dybden på tømmerbjelker med ~25 %.

Omtrent 20 % bør tillates for designutvikling/feilmargin

Omtrent 20 % ekstra bør tillates for samlingsdetaljer i tre.

Stabiliseringsystem kan antas som en kombinasjon av betongstabilitetskjerner (der det er nødvendig arkitektonisk) og stabiliserende tverravstiving.





# Klima

Et åpent bibliotek

Parken er integrert medspiller for biblioteket, og vil både kunne ta rollen som bakgrunn og forgrunn



# Klimagassutslipp

## Konkurransforslag (langspennende ståltak)

Bundet karbon i konstruksjonen = **265 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** (A1-A3, A=4803 m<sup>2</sup>)

inkluderer kun oppførte elementer (ekskludert fundamenter, kjellersøyler, innvendige vegger osv.). Basert på data fra ÖKOBAUDA

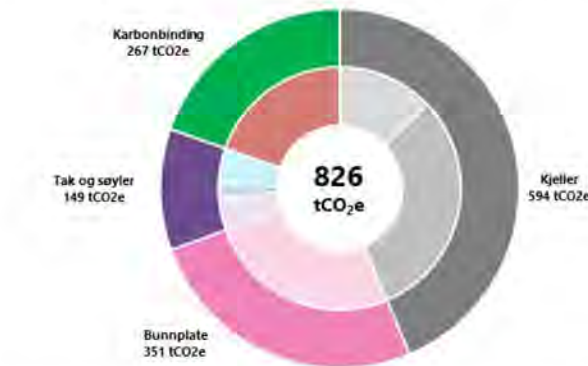


Kjellervegger, Kjellerdøkker, Bunnplate, Langspennende ståltak

## Alternativ A

Bundet karbon i konstruksjonen = **172 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** (A1-A3, A=4803 m<sup>2</sup>)

inkluderer kun oppførte elementer (ekskludert fundamenter, kjellersøyler, innvendige vegger osv.). Basert på data fra ÖKOBAUDA

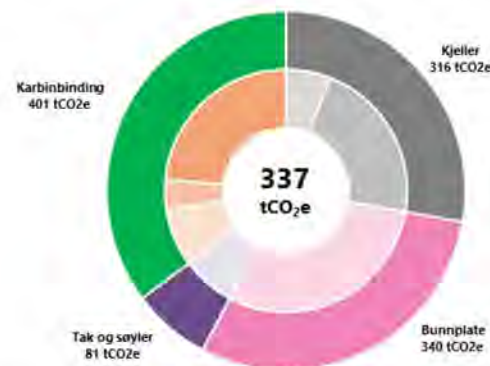


Kjellervegger, Kjellerdøkker, Bunnplate, Utdragning søyler, Stålsøyler, Stålbjelker, Prestressedbetongpanel

## Alternativ B

Bundet karbon i konstruksjonen = **87 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** (A1-A3, A=3869 m<sup>2</sup>)

inkluderer kun oppførte elementer (ekskludert fundamenter, kjellersøyler, innvendige vegger osv.). Basert på data fra ÖKOBAUDA



Kjellervegger, Kjellerdøkker, Bunnplate, Utdragning søyler, Gulvstøtter, Gulvbjelker, CLT-dekker

## Alternativ C

Bundet karbon i konstruksjonen = **77 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>** (A1-A3, A=3019 m<sup>2</sup>)

inkluderer kun oppførte elementer (ekskludert fundamenter, kjellersøyler, innvendige vegger osv.). Basert på data fra ÖKOBAUDA



Kjellervegger, Kjellerdøkker, Bunnplate, Utdragning søyler, Gulvstøtter, Gulvbjelker, CLT-dekker

Globalt står byggebransjen for 40% av de totale klimagassutslippene. Utslipp fra energibruk i bygg er lavt i Norge, men så mye som 50% av livsløpsutslippene til et bygg skjer i forbindelse med produksjon og transport av materialer. Byggenæringen i Norge har alene et klimafotavtrykk tilsvarende 14,7 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig. Men ved å benytte lavutslippsmaterialer og ved å stille krav til utslippsfrie byggeplasser, kan klimagassutslippene reduseres med opptil 50%.

Derfor er klimagassberegninger et svært viktig styringsverktøy tidlig i byggeprosesser, for å kunne ta best mulige beslutninger for konstruksjonsprinsipper og materialvalg. I løpet av skissefase 1 har det blitt gjennomført klimagassanalyser av konkurransforslaget og de bearbejdede alternativene, for å begynne å identifisere og synliggjøre optimeringspotensialer allerede før prosjekteringen begynner. Formålet er at disse analysene, sammen med arkitektoniske anbefalinger og kostnads kalkyler, skal gi oppdragsgiver og politikeren et best mulig beslutningsgrunnlag i de kommende fasene.

Konkurransforslaget har blitt beregnet til å ha 265 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

Alternativ A har blitt beregnet til å ha 172 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

Alternativ B har blitt beregnet til å ha 87 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

Alternativ C har blitt beregnet til å ha 77 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.



# Executive Summary

This report summarises the sustainability studies carried out in the sketch phase of the design of the Ibsen Library, and highlights the features that are incorporated into the design.

It explores the feasibility of the options put forward in the Asplan Viak greenhouse gas reduction report to reduce the operational energy demands of the Ibsen Library. Focus is given to the proposals that will have an impact on the architectural design.

A solar radiation study was carried out to highlight the areas where a reduction in glass area makes the most sense from an energy perspective.

A variety of Environmental Strategies are also explored from passive to active systems. The recommendation at this stage is to achieve a balance between the two, maximising passive solutions during the times of year when the external conditions are favourable, with active systems provided to ensure comfort in a warming climate.

## Table of Contents

- Sustainability Strategy Diagram
- Environmental Strategy
- Façade Optimisation Study - Summary
- Sustainability Report Feasibility Assessment
  
- Appendix:
- Full Façade Optimisation Study





# Environmental Strategy



# Environmental Strategy

## Aims

Operational energy use plays a part in the buildings life cycle carbon emissions. This is influenced by both the architectural design and the environmental strategy

The environmental strategy of the Library is developed with the following aims:

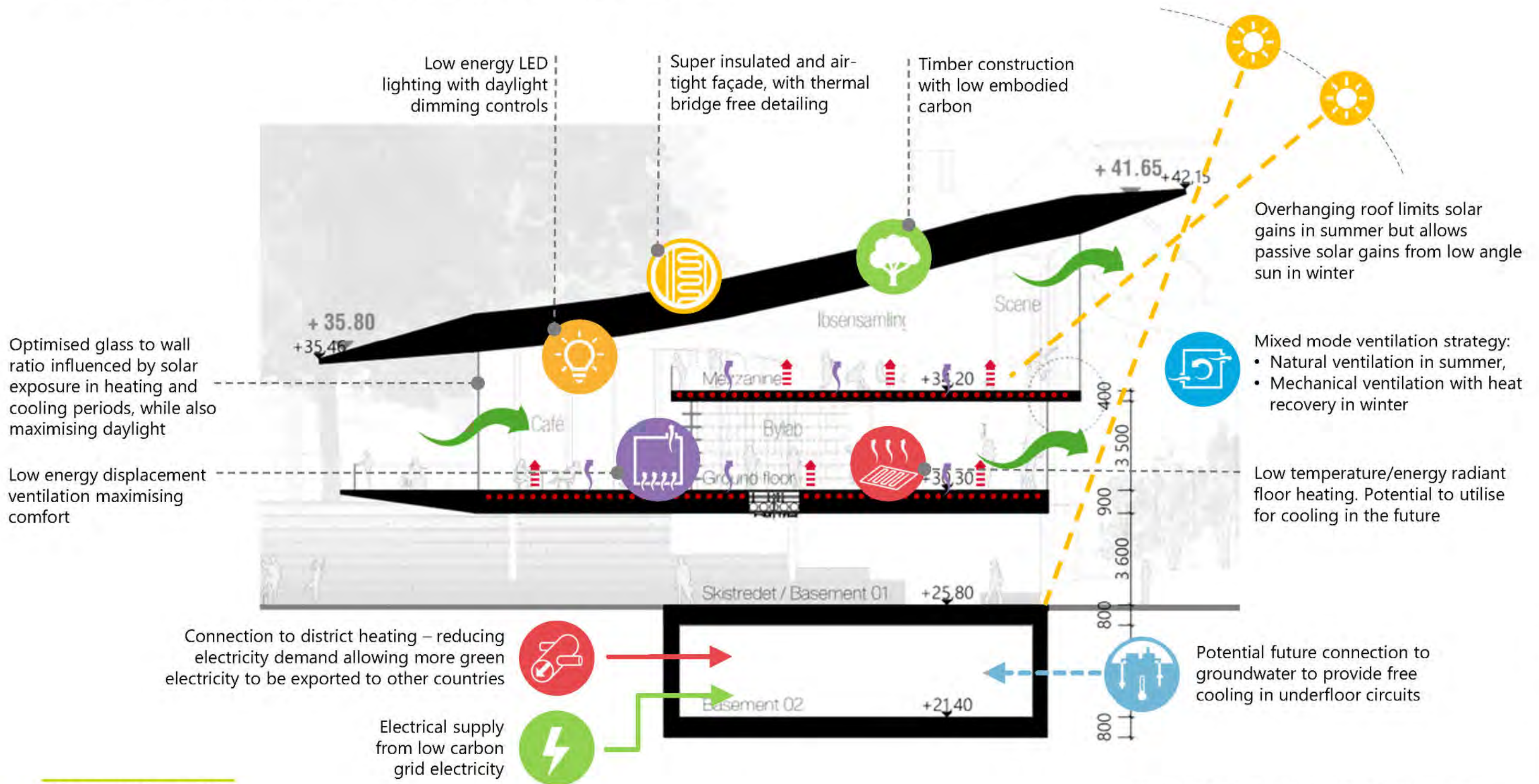
- Reduce operational energy use & running costs
- Minimise carbon emissions
- Provide and comfortable internal environment throughout the year

This section of the report looks at:

- Proposed environmental strategy for the Ibsen Library, highlighting the sustainable features embedded in the design
- Climate driven passive strategies
- Options for environmental strategy from Passive to Active measures
  - Considering energy efficiency, internal environmental conditions & cost
- Understand the implications of removing active cooling



# Environmental Strategy Diagram

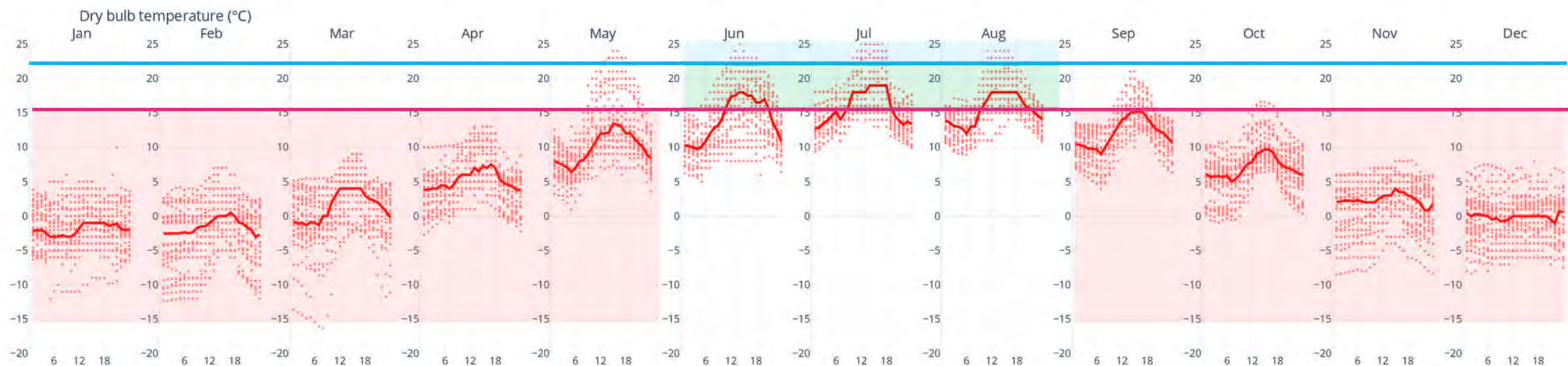




# Seasonal Climate Temperature

- The local climate drives the environmental strategy of the Ibsen Library
- For the majority of the year the building is in heating season. We need to...
  - Minimise heat loss
  - Maximise beneficial solar gains
- Solar radiation analysis will be used to optimise glazing ratio
- Summer environmental conditioning can generally be done passively
- A small number of days a year might require some cooling to maintain comfort
- We will look into extending the range of passive measures to minimise/avoid active cooling requirements

• <b>Cooling Period</b>	>22°C
• <b>Passive Measures</b>	~15-22°C
• <b>Heating Period</b>	<15°C



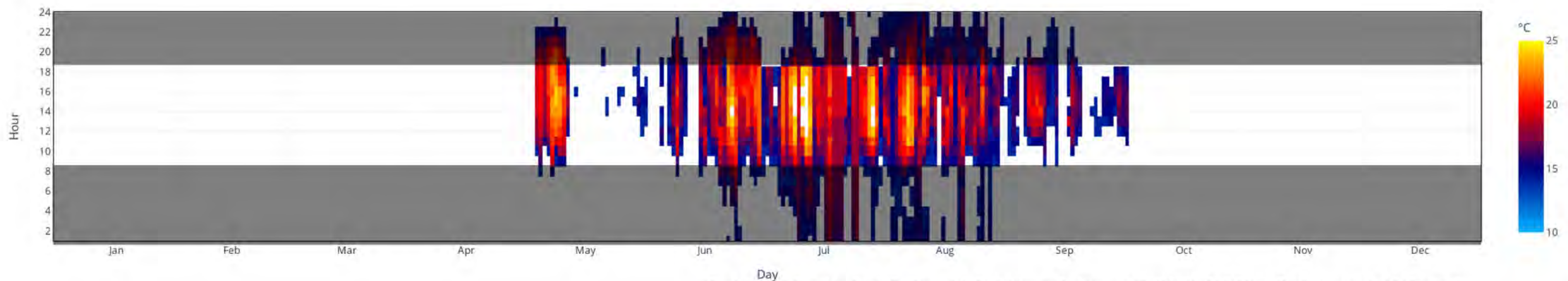
Background Graphic: Betti, G., Tartarini, F., Schiavon, S., Nguyen, C. (2021). CBE Clima Tool. Version 0.4.6. Center for the Built Environment, University of California Berkeley



# Natural Ventilation Potential Temperature

- Natural ventilation allows mechanical ventilation systems to be turned off and provides free cooling, both of which save energy.
- The graph below highlights the period of the year that has potential for natural ventilation in summer months
  - Mechanical ventilation with heat recovery required at other times when temperatures are below  $\sim 14^{\circ}\text{C}$
  - Limited times when temperature above  $24^{\circ}\text{C}$ , however mechanical ventilation may be required in summer if humidity high
- External Dry bulb Temperature Range suitable for natural ventilation:
  - Dry Bulb Temperature:  $14 - 24^{\circ}\text{C}$
  - White areas indicate external temperatures are outside of this range where mechanical ventilation with heat recovery is more energy efficient
  - If using radiant cooling systems, dew point temperature must also be checked

Hours when the Dry bulb temperature is in the range 14 to 24 °C



Background Graphic: Betti, G., Tartarini, F., Schiavon, S., Nguyen, C. (2021). CBE Clima Tool. Version 0.4.6. Center for the Built Environment, University of California Berkeley



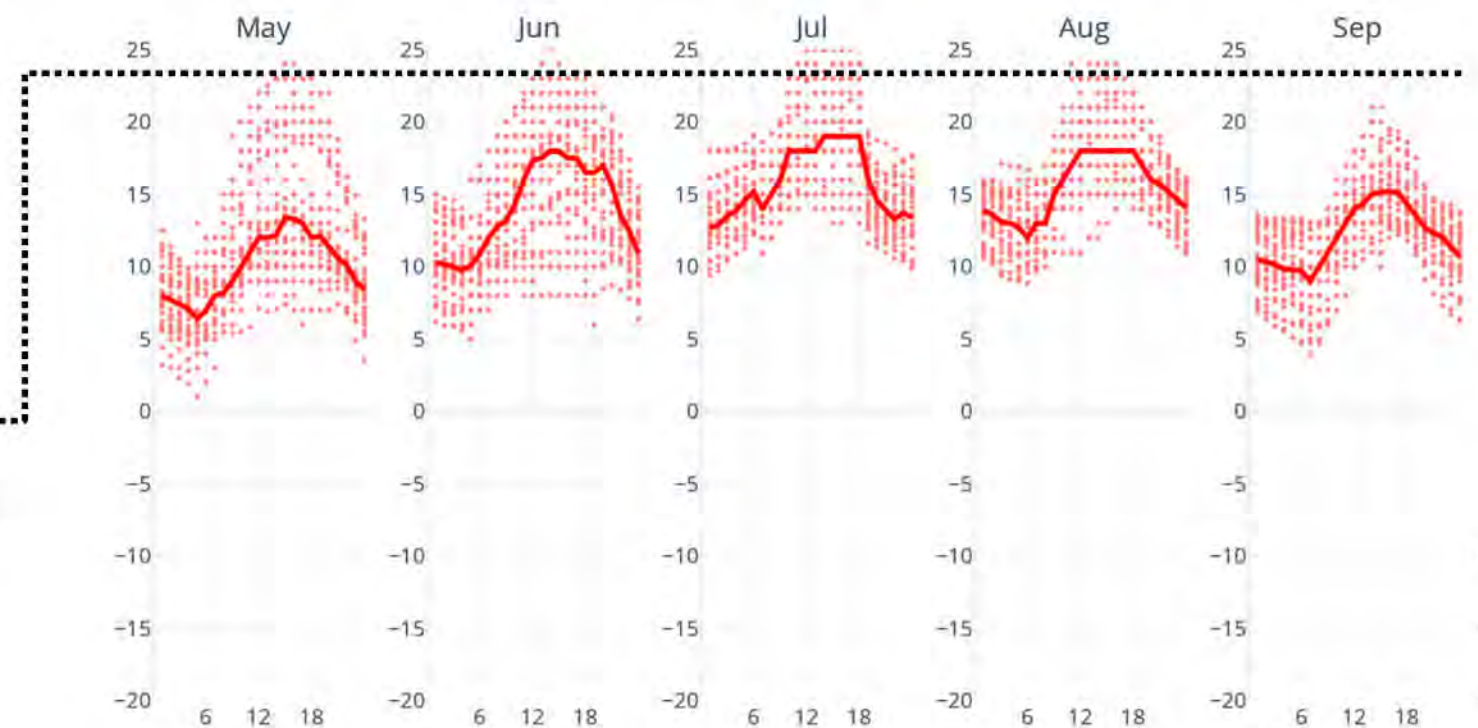
# Night Cooling Potential

## Summer Dry Bulb Temperature

- Night cooling utilises cool outside air at night to pre-cool the building in summer, to improve comfort without the requirement for active cooling.
- To store this 'coolth' thermal mass should be provided. This is typically a heavy weight material such as concrete, however, given this is a timber building, this can be provided by phase change materials in the finishes.
- Automated opening windows are required to enable a night cooling system.
- Phase change materials absorb heat during the day, reducing internal temperatures. This heat is then released at night by night cooling.

Night time external dry bulb temperatures must drop below  $\sim 24^{\circ}\text{C}$  to offer potential for night cooling

- Analysis of the climate shows the following, indicating it is optimal for night cooling
  - A significant difference between day and night temperatures
  - Night temperatures consistently drop below design temperature



Background Graphic: Betti, G., Tartarini, F., Schiavon, S., Nguyen, C. (2021). CBE Clima Tool. Version 0.4.6. Center for the Built Environment, University of California Berkeley



# Environmental Strategy

## Active to Passive

### Summer

- With mild summers and short cooling period, the climate lends itself to natural ventilation and passive cooling measures
- To maximise passive measures, and reduce energy demands may require relaxation of internal design conditions and level of control. Typically for a community library this is not a big concern unless sensitive books are stored
- The effects of climate change will mean warmer temperatures in the future, this should also be considered in the design even if just provision to retrofit

### Winter

- The cold winters and long heating season require an active low energy radiant heating system and mechanical ventilation with high efficiency heat recovery
- However the following passive measures are still incorporated to minimise the heating energy demands:
  - Super insulated façade
  - Thermal bridge free construction
  - High air tightness



- In this climate, a balance between active and passive measures is recommended to provide a low energy building with good level of comfort and resilience to the changing climate. The position on this scale should be investigated further early in the next design phase.



# Environmental Strategy Options




## All Active

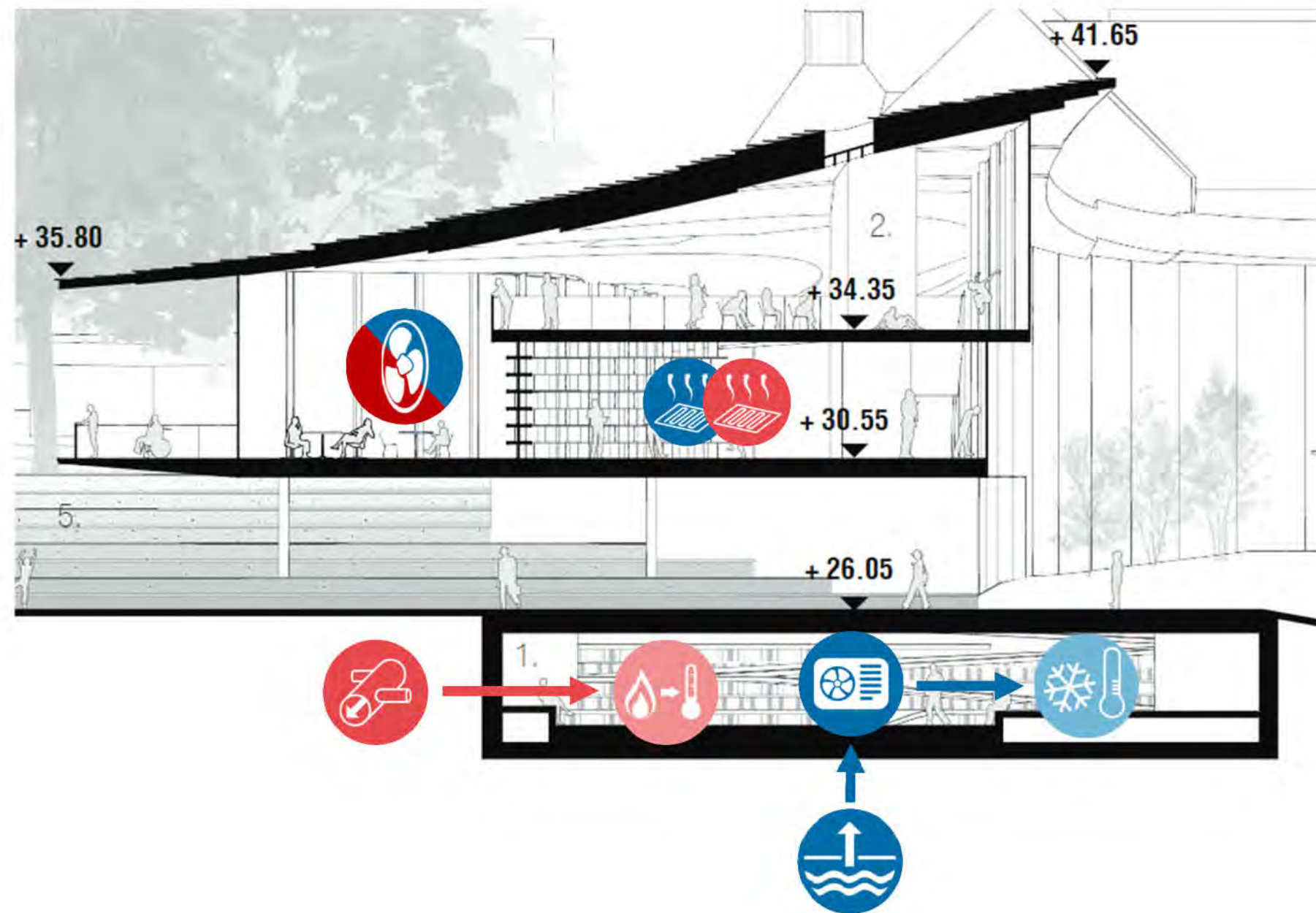
**Ventilation:** Mechanical ventilation with heat recovery

**Cooling:** Radiant floor + cooling via air. CHW from heatpump/chiller (ground coupled)

**Heating:** Radiant Floor from district heating

### Considerations:

-  Best control / Internal environment
-  Higher Energy
-  Higher Cost





# Environmental Strategy Options


## Passive


**Ventilation:** Mechanical ventilation with heat recovery in winter, natural ventilation summer


**Cooling:** Nat vent, night cooling, thermal mass/phase change materials

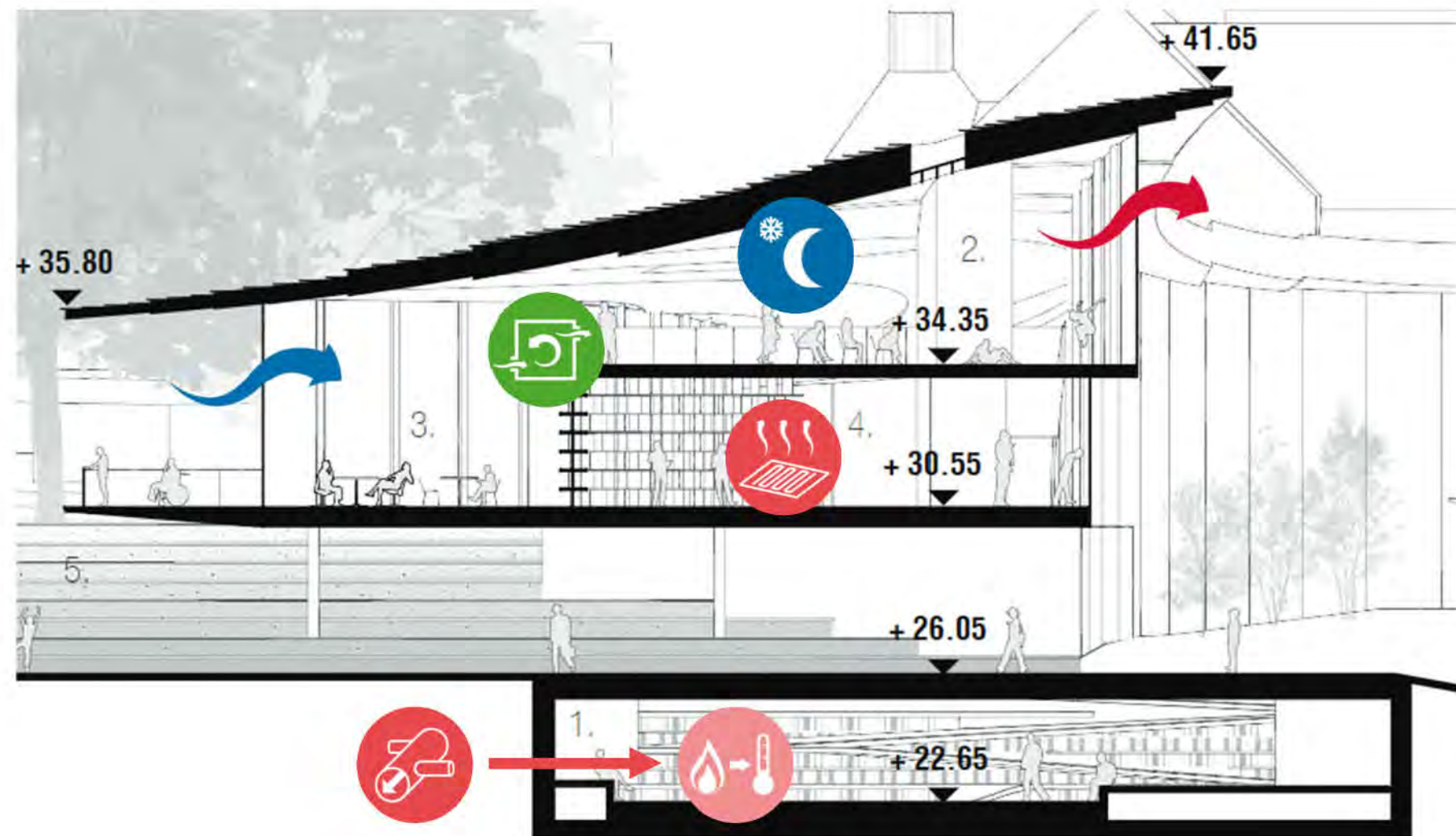
**Heating:** radiant floor

### Considerations:

 Relaxed internal environment must be accepted

 Lowest Energy

 Potentially Lower Cost





# Environmental Strategy Options

## Client Preference

		"All Active"	"Balanced"	"Maximum Passive"
Strategy	Ventilation	<b>Summer/Winter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Displacement ventilation via floor, high level extract</li> <li>Mechanical ventilation with heat recovery</li> <li>No opening windows in facade</li> </ul>	<b>Winter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Displacement ventilation via floor, high level extract</li> <li>Mechanical ventilation with heat recovery</li> </ul> <b>Summer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Openable windows</li> </ul>	<b>Winter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Displacement ventilation via floor, high level extract</li> <li>Mechanical ventilation with heat recovery</li> </ul> <b>Summer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Openable windows</li> </ul>
	Heating	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiant Floor</li> <li>Perimeter Trench Heating (if required)</li> <li>Baseline load - heatpump via ground water (optional)</li> <li>District Heating peak load</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiant Floor</li> <li>Perimeter Trench Heating (if required)</li> <li>District Heating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiant Floor</li> <li>Perimeter Trench Heating (if required)</li> <li>Baseline load - heatpump via ground water (optional)</li> <li>District Heating peak load</li> </ul>
	Cooling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiant Floor</li> <li>Supplementary Air Cooling (cooling coil in AHU)</li> <li>Chiller with groundwater connection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiant Floor</li> <li>Tempered Air – DX coil in AHU</li> <li>Ambient ground water connection (pumped only, no chiller)</li> <li>Automated opening windows for natural ventilation and night cooling</li> <li>Phase change material to mimic thermal mass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automated opening windows for natural ventilation and night cooling</li> <li>Phase change material to mimic thermal mass</li> <li>(Acceptance of winter comfort range)</li> </ul>
Appraisal	Energy	⚡ ⚡ ⚡	⚡ ⚡	⚡
	Internal Environment	Best environmental control and internal environment	Less precise control, but no issue unless storing sensitive items.	Relaxed internal design conditions must be accepted. Generally ok for a community library.
	Climate Resilience	Active cooling system will allow the building to adapt to future warmer temperatures	Potential to add active cooling to the ground water system in the future as temperatures rise allowing the building to adapt	As the climate gets warmer, summer internal temperature will also likely increase. This could start to impact comfort.
	Cost	???	??	?



# Can we avoid cooling?

## Summary

- **Strategy Required to remove active cooling completely**
  - Summer:
    - Relaxed setpoints
    - High thermal mass (phase change)
    - Natural ventilation + night cooling
  - Winter:
    - Heating (underfloor + trench)
    - Mechanical Ventilation with heat recovery
- **To avoid cooling we would need to...**
  - Incorporate phase change material/thermal mass
  - Accept wider comfort band – allow it to get warmer in summer
  - Accept wider humidity range...
    - Is there an upper limit required locally?
    - Are any sensitive items to be displayed/stored?
    - Can sensitive items be housed in specific spaces







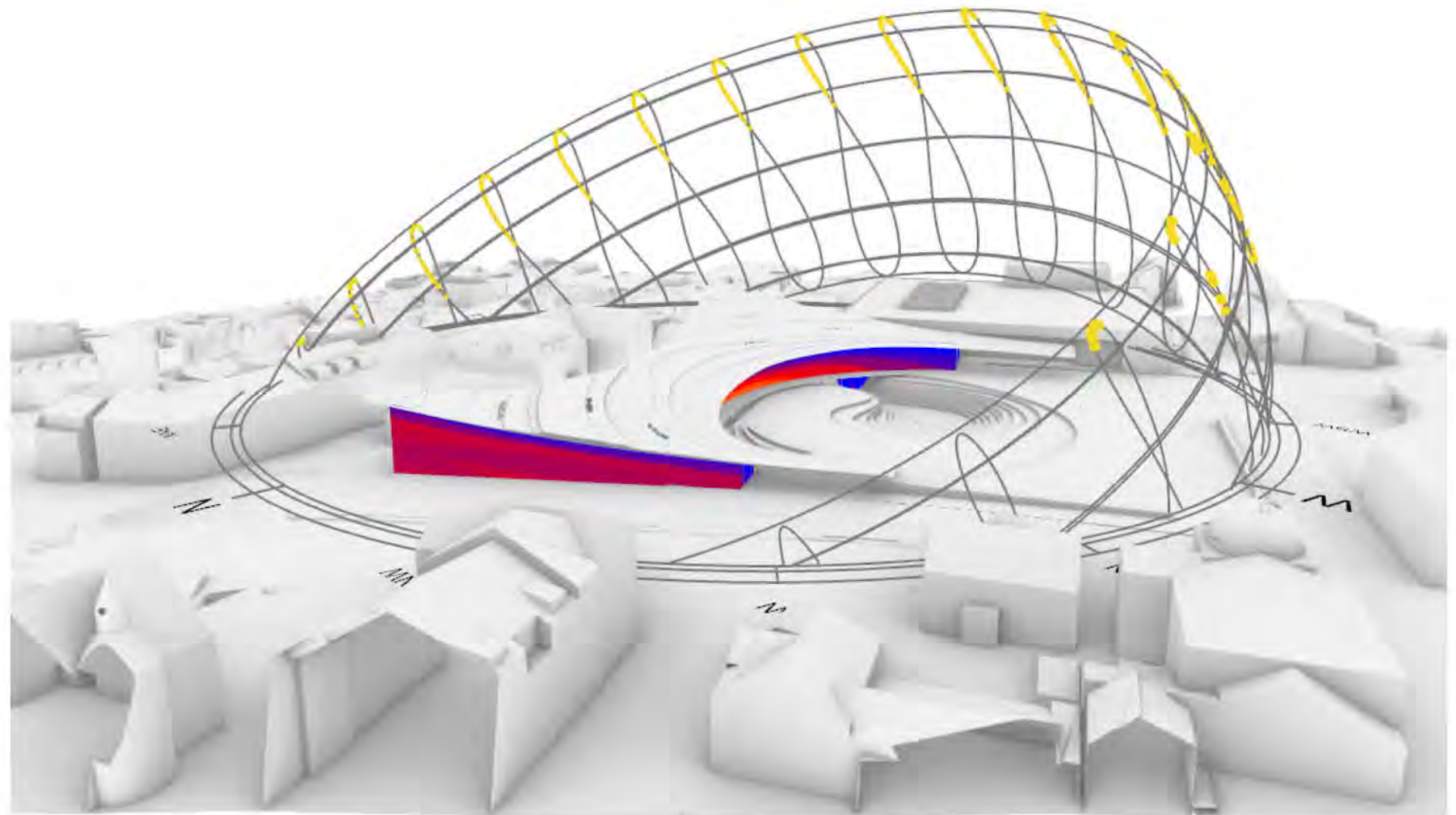
# Façade Optimisation Study



# Façade Solar Exposure Study

## Executive Summary

- There is an energy, cost and comfort benefit to reduce glass area
- However, reducing glass by a fixed % across the whole façade is not the most efficient way of doing this
- Solar radiation studies have been undertaken to highlight where is most suitable to prioritise glazed or solid panels
- Results and design considerations are summarised in this section of the report
- Full study is included as an appendix





# Façade Optimisation

The façade should...

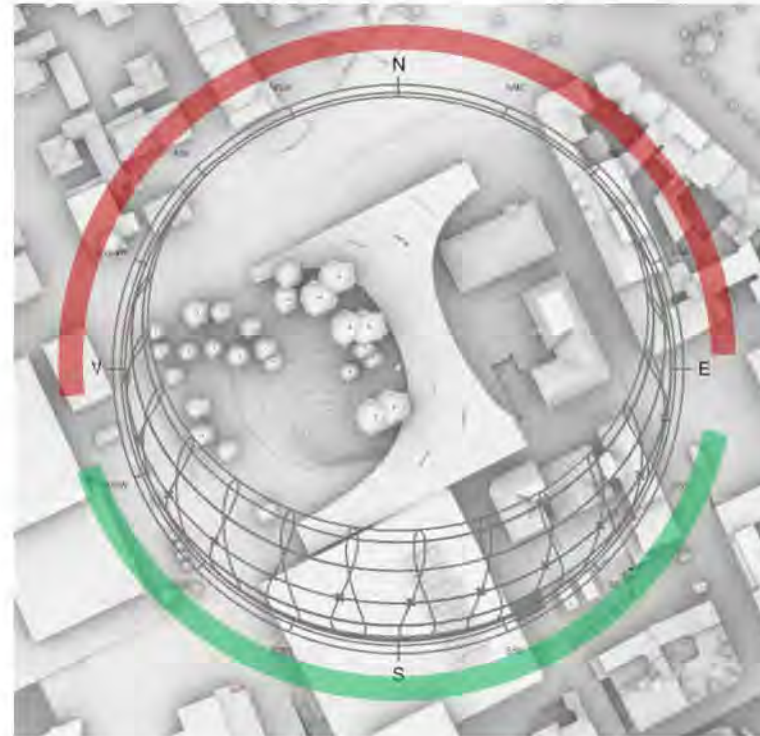
## Maximise:

- Daylight
- Beneficial solar gains (in heating period)
- Envelope Thermal performance
- Transparency / Connection

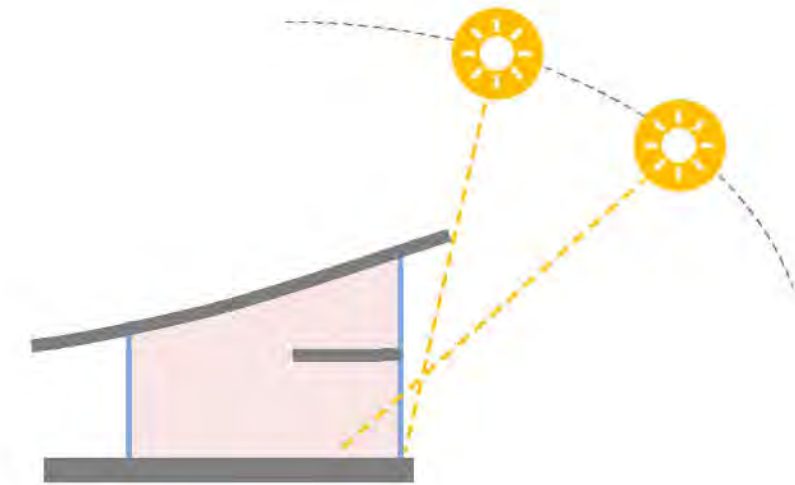
## Minimise:

- Heat loss
- Solar heat gains (in summer)
- Glare risk
- Cost

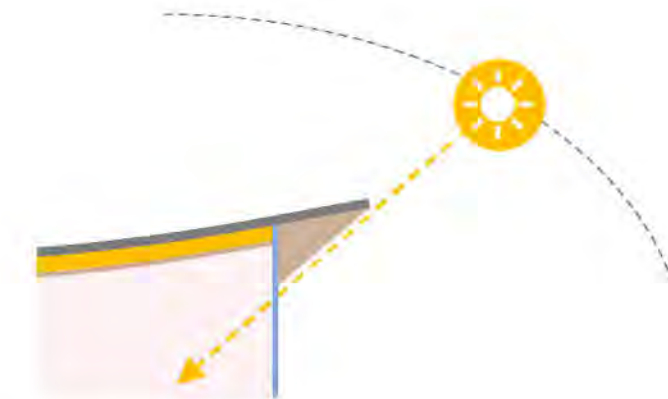
- Place rooms less daylight critical on the north
- Minimise glazing to the north to maximise envelope thermal performance



- Utilise more glass on the south facing facades to benefit from passive solar gains



- Optimise overhang to maximise passive gains & daylight during heating season but control direct solar in summer



- Potential to reduce glass area with less visual impact of solid panels



# Design Considerations

Glass Recommendation	Additional Measures (options)
Minimise glass	Trees beneficial
Reduce glass	Vertical Fins beneficial
Maintain glass	Extended Overhang beneficial

**North Façades** – no beneficial solar gains in winter

- Limit Glass
- Avoid spaces that will require daylight on this façade
- Limit overhangs over north facing windows to maximise daylight

**West Façade** – key architectural feature to maximise transparency

- Thermally best to transition from more transparent to more solid as you move from south to north facing glass (**green** – **red**)
- Given intent for connectivity to the garden glazing here can be prioritised and balance with increased solid on east facade



**South Façade** – beneficial gains in winter, overheating risk in summer

- Consider external shading. Eg:
  - Extended overhang
  - Vertical fins
  - Trees/landscaping
- Maintain glass (internal shades to avoid glare)

**East Façade** – limited beneficial solar gain in winter, risk of overheating in summer

- Reduce Glass – daylight balanced from west

**South Façade** – beneficial gains in winter, overhang works well to shade summer sun

- Maintain glass – (internal shades to avoid glare)
- Potential to extend canopy towards Ibsenhuset





# Feasibility Review of Asplan Viak Sustainability Report



Measure	Description (AV Sust. Report)	Cost (kr) <i>From AV Report</i>	Operational Carbon Saving (tonnes CO2 over 60 yrs) <i>From AV Report</i>	Project Implications	Feasibility	
Building Fabric	<b>Opaque Façade Insulation</b>	Improve U-value from 0.21 to 0.15W/m <sup>2</sup> K	100000	15	Given the significant heating period in this climate (very low temperature in winter), providing a super insulated façade is recommended.	
	<b>Basement Wall Insulation</b>	Improve U-value from 0.18 to 0.15W/m <sup>2</sup> K	900000	10		
	<b>Suspended Slab Insulation</b>	Improve U-value from 0.10 to 0.08W/m <sup>2</sup> K	100000	<5	Will require thicker wall build-up - this can typically be accommodated.	
	<b>Roof Insulation (above ground)</b>	Improve U-value from 0.12 to 0.09W/m <sup>2</sup> K	400000	15	However, as well as a cost benefit analysis as recommended in the original sustainability report, it is recommended that the additional embodied carbon in the increased insulation is (missing word) also considered	
	<b>Roof Insulation (basement)</b>	Improve U-value from 0.13 to 0.10W/m <sup>2</sup> K	50000	<5		
	<b>Glass Insulation</b>	Improve U-value from 0.80 to 0.75W/m <sup>2</sup> K	400000	15	Would require more bulky frames and more expensive glass to meet this target - it is more cost effective to reduce glass area	
	<b>Thermal Bridging</b>	Normalised thermal bridging 0.09 to 0.03W/m <sup>2</sup> K (Passivhaus level)	TBC	70	Requires careful detailing and high build quality, but this should be achievable.	
	<b>Air Tightness</b>	Increase air tightness from 1.5 to 0.6 ach	0	100	Up to around 0.3 ACH achievable. Requires good detailing, high build quality from a contractor who has experience with Passivhaus design, and pressure testing of the building during construction.  Saving of 100 tonnes may not be realistic as based against 1.5 ach which is a not common practice these days, which is typically around 0.5.	



	Measure	Description (AV Sust. Report)	Cost (kr) <i>From AV Report</i>	Operational Carbon Saving (tonnes CO2 over 60 yrs) <i>From AV Report</i>	Project Implications	Feasibility
Façade	<b>Reduce Glazing (30%)</b>	Reduce heat loss & summer solar gains. Optimise cost.	-2000000	10	Reducing the glass area is also proposed based on results of solar study. Besides saving on build cost, this decision will play major role on operational energy and carbon emissions.  Whilst highly recommended the cost saving seen is less than estimated here.	
MEP System Design	<b>Pipework Insulation</b>	Increase distribution efficiency from 0.96 to 0.94	TBC	15	Additional space allowance in risers (up to double), but possible to accommodate.	
	<b>Heat Recovery Efficiency</b>	Improving heat recovery efficiency to 85% instead of 81%  Increased efficiency of the heat recovery system will have structural consequences for heights and sizes of the technical room, as well as resulting in additional costs for the recovery system itself.	TBC	65	Higher heat recovery efficiency is possible, and larger units should be considered to allow lower air speeds through the units. This also has the advantage of lowering fan powers.  However, care should be taken to avoid freezing of the condensate when using very high heat recovery efficiencies, which will damage the units. One solution to avoid this is to consider AHUs with integrated heat pumps to extract residual heat from the exhaust air. This system can also offer cooling in summer without the need for additional chillers.	
	<b>Lighting</b>	Improve energy demand from lighting to 6W/m2 (Passivhaus) instead of 8W/m2	TBC	290	Generally this should be achievable with modern LED fittings - care should be taken in the lighting design to ensure this is met. Any feature lights may need to be offset by lower power lighting in less critical areas.  Large, optimised glazing allows lighting energy demands to be minimised by utilising daylight dimming.  External lighting energy should also be considered.	



Measure	Description (AV Sust. Report)	Cost (kr) <i>From AV Report</i>	Operational Carbon Saving (tonnes CO2 over 60 yrs) <i>From AV Report</i>	Project Implications	Feasibility
MEP System Design	<p><b>Active Cooling</b></p> <p>In space cooling, a cooling temperature of 22°C is assumed to be constant throughout the day during TEK evaluation and energy labelling, so that this has a more negative effect on this type of evaluation than actual operating conditions.</p> <p>But experience has shown that the installation of local cooling results in increased energy consumption, and a lower indoor temperature than what is actually needed to satisfy thermal comfort in the summer months.</p> <p>It is therefore recommended to consider alternative measures before landing on space cooling.</p>	3600000	Additional energy demand rather than a saving	<p>A temperature setpoint of 22 degrees not recommended - unless specific client requirement. An adaptive thermal comfort range is recommended that is dependant on the external ambient temperature.</p> <p>Given that the building is a community library tight environmental control is not generally required. Any sensitive items should be stored in small specific areas with more environmental control rather than conditioning the whole space to those levels.</p> <p>Accepting relaxed (slightly warmer) summer temperatures is recommend to limit requirement for additional cooling.</p> <p>If heating is provided by underfloor heating, this could be retrofitted in the future and be utilised in summer for cooling in the future if required.</p>	
	<p><b>Renewables</b></p> <p>Three options of scale of renewable energy proposed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nZEB: Solar panels on Ibsen House</li> <li>- Plus House: Solar panels on Ibsen House &amp; simple array on Ibsen Library</li> <li>- FutureBuilt Zero: Solar panels on Ibsen House &amp; full roof of Ibsen Library</li> </ul>	<p>2900000,</p> <p>6100000,</p> <p>7700000</p>	<p>1100</p> <p>2600</p> <p>2900</p>	<p>Solar panels would be an effective way to offset the operational energy use of the building.</p> <p>However, an array is already planned on Ibsen House so this is unlikely to be able to be considered to contribute to the Ibsen Library offsetting.</p> <p>Installing solar panels on the Ibsen Library is possible, however, this is not compatible with the current architectural design intent.</p>	

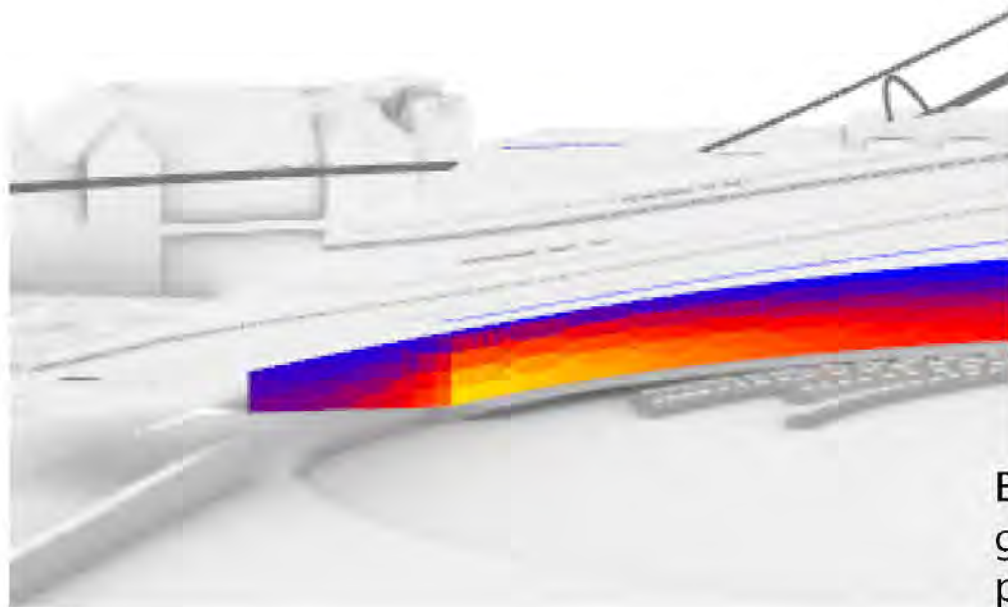




# Appendix: Façade Optimisation Study



# What does the analysis show?



**Radiation Analysis** shows the number of hours that the sun hits the façade. The analysis is split into heating periods (September – May) and cooling periods (June – August)

Beneficial solar gains in heating period



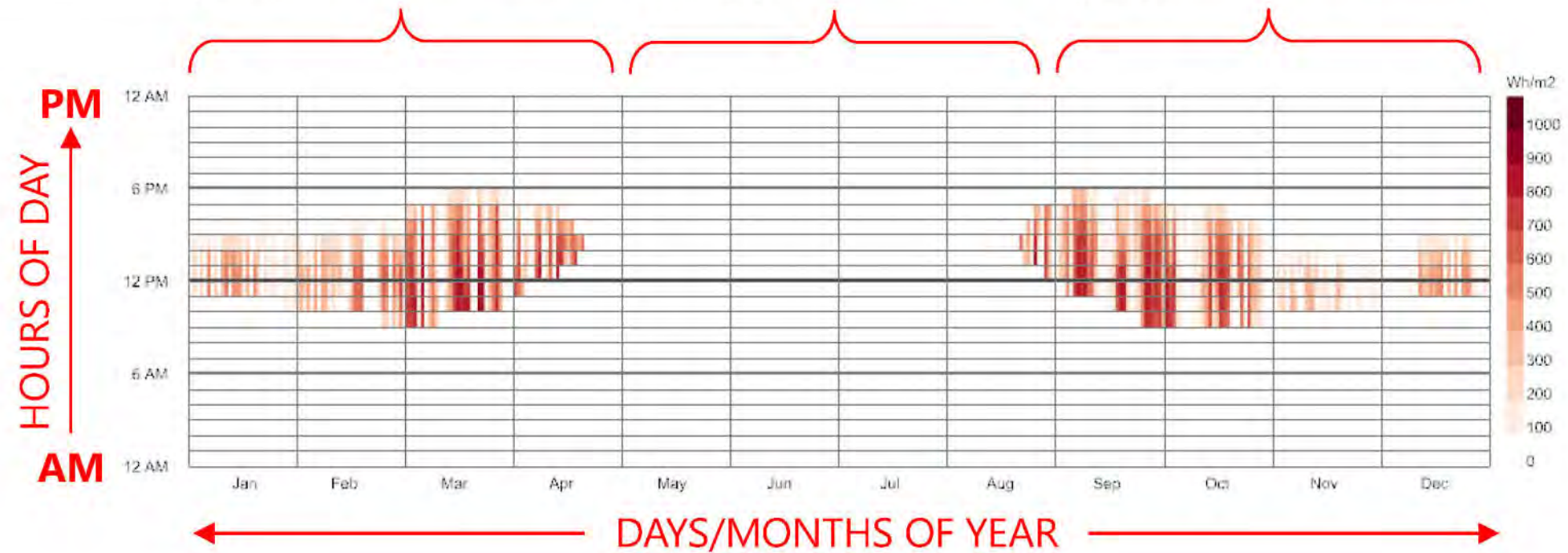
Limited Sun hits the façade in cooling period



Beneficial solar gains in heating period



'Carpet Plot' shows when the sun hits one point on the façade over the full year

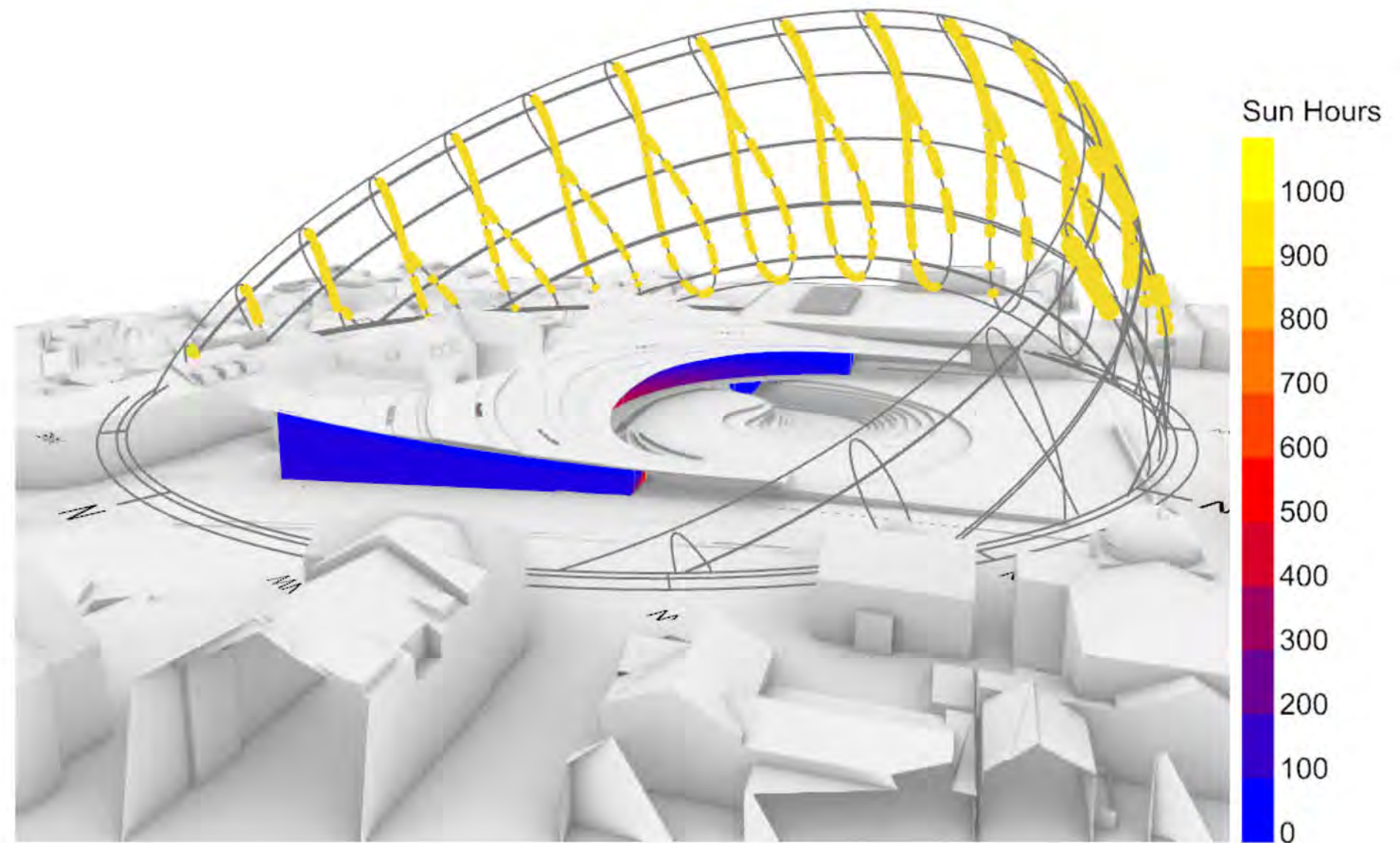




# Sun Hours: Heating Season (Sept – May)

## North Facade

- No beneficial heat gains during the heating period
- Daylight availability will also be limited on these facades
- Limit glazing and place spaces which require less daylight in these areas
  - Also spaces with higher internal gains (ICT, meetings, etc.)
- Where there is glass, limit overhang to maximise sky view to get the most daylight

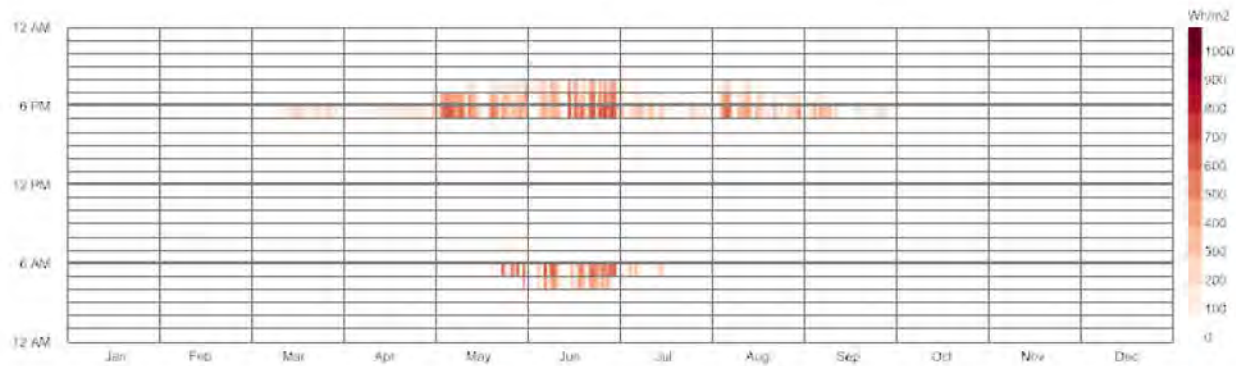
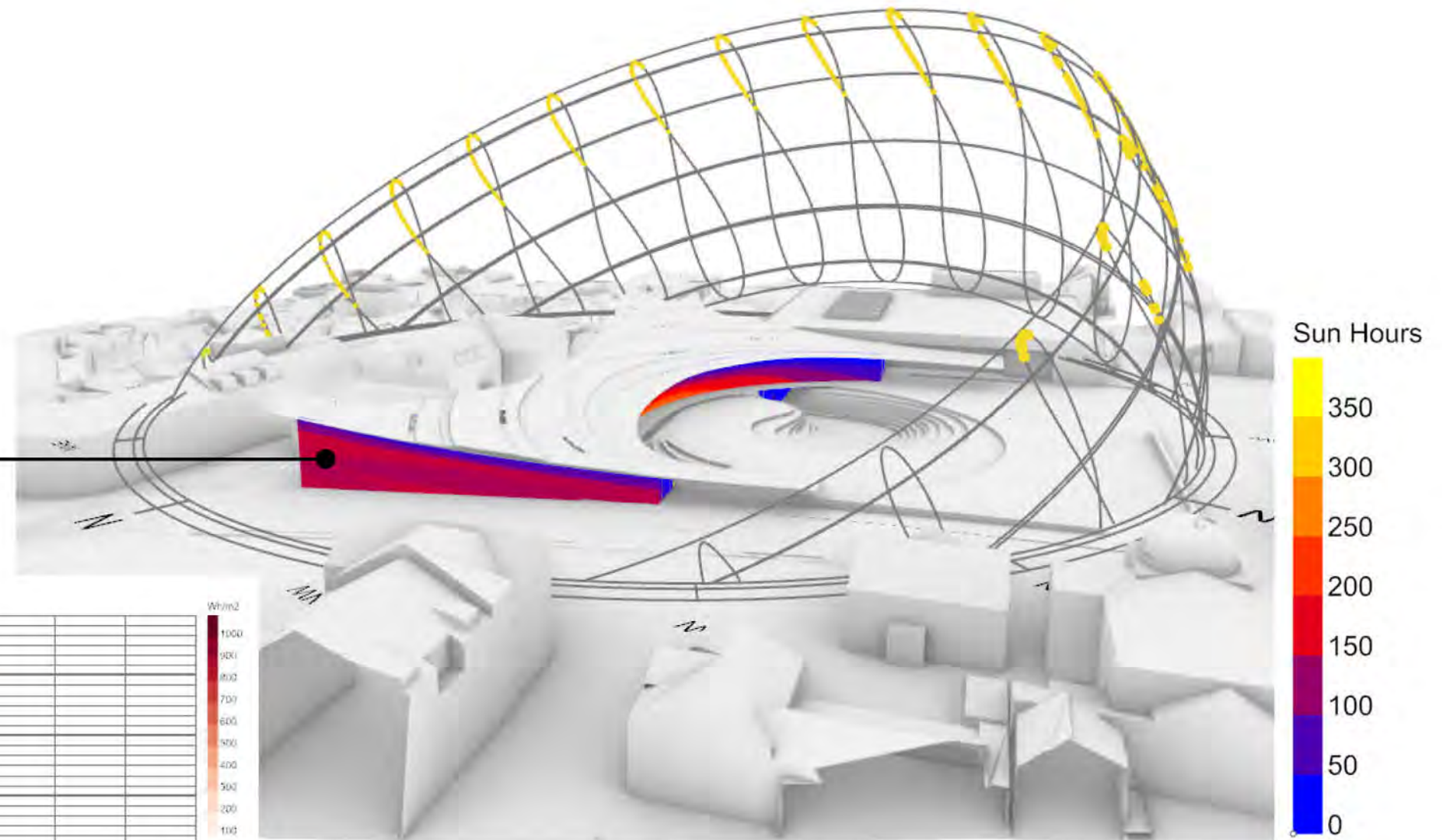




# Sun Hours: Summer Season (June – August)

## North Facade

- Some direct sun during summer, mainly in the evening
- Risk of glare for evening events
- Placement of non daylight critical spaces here still recommended
- Also acoustic benefits from additional solid here

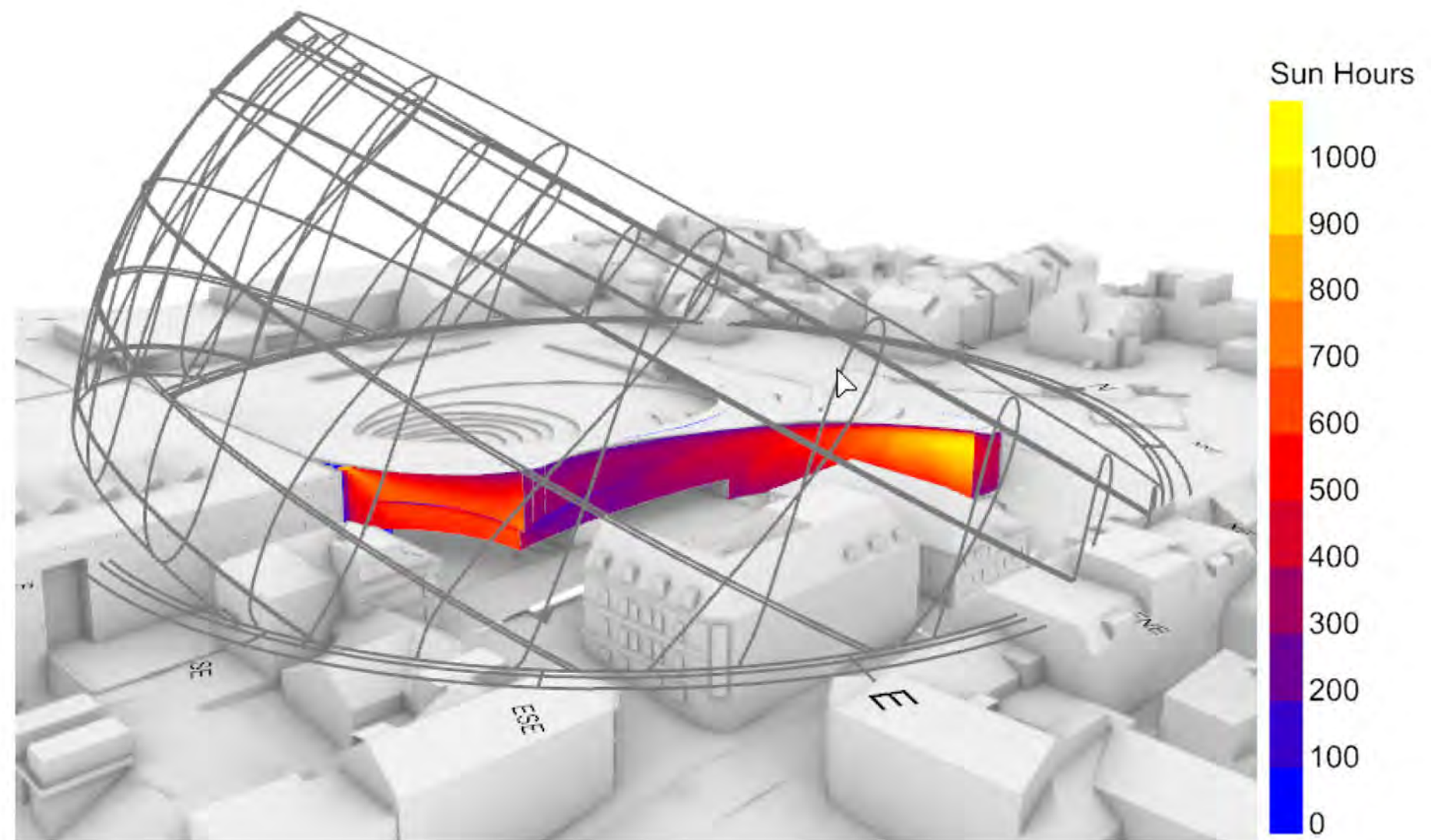




# Sun Hours: Heating Season (Sept – May)

## South/East Facade

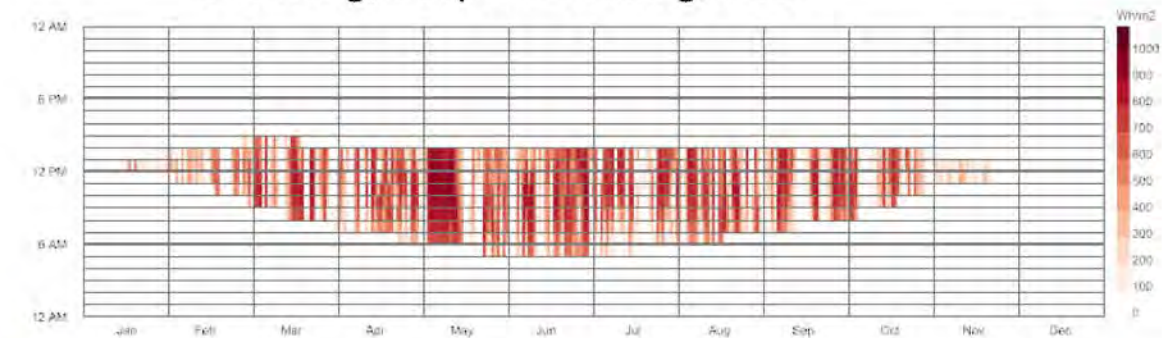
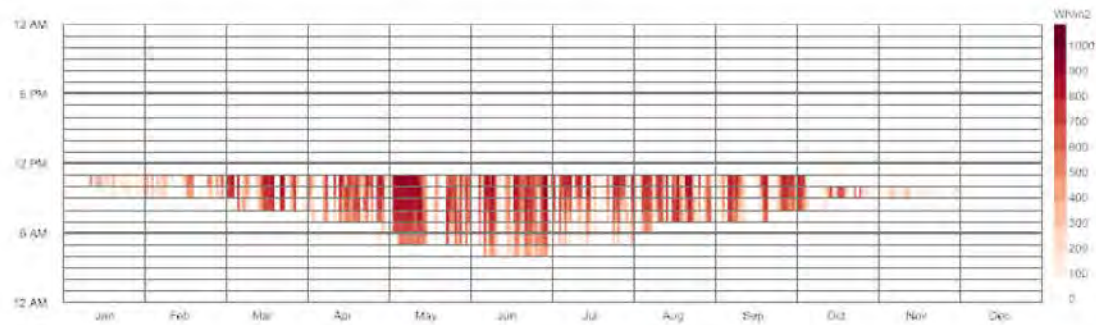
- Beneficial Solar gains in morning offering potential for pre-heating (yellow/orange areas)
- Good daylight potential, particularly on the south
- Risk of glare with low angle sun in winter months – internal blinds required
  - Potential contrast issue for the auditorium areas with low sun angles





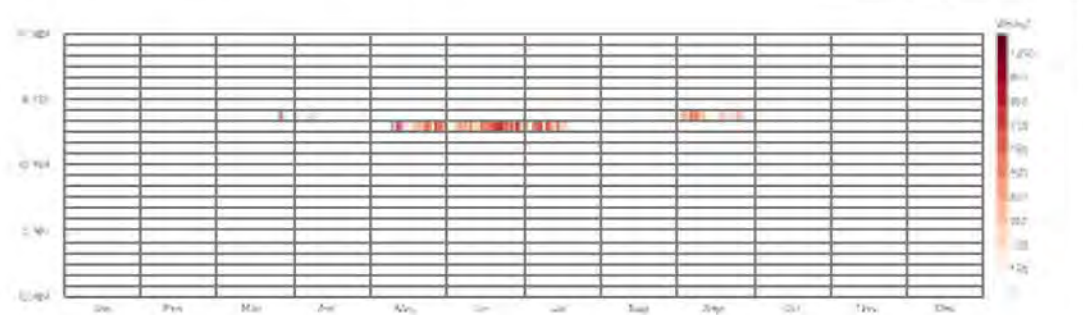
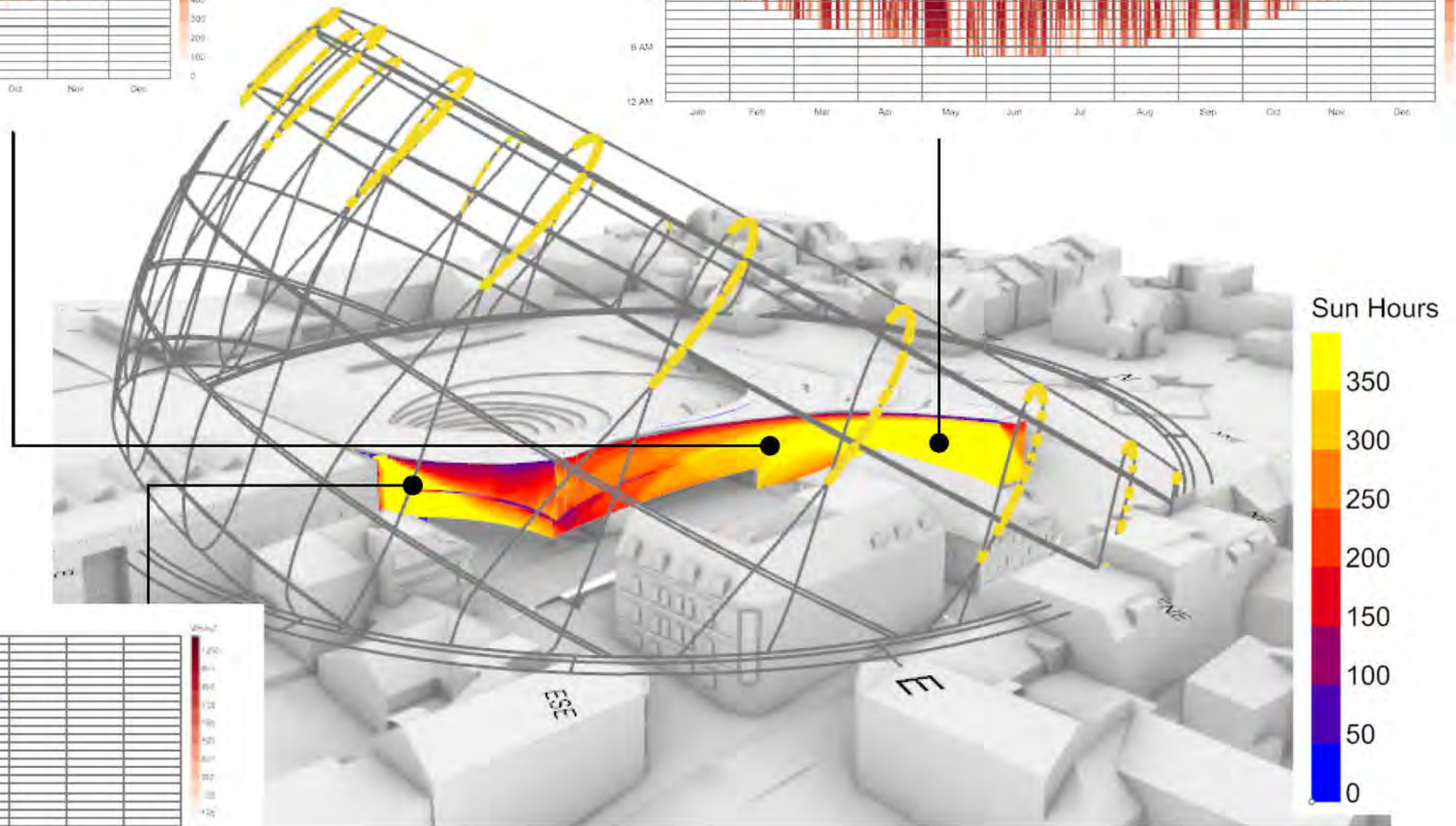
# Sun Hours: Summer Season (June – August) South/East Facade

Canopy not very effective at shading summer sun (particularly in morning)  
**Consider** – vertical fins, much deeper overhang, adaptive shading, trees



Canopy not very effective at shading summer sun (particularly in morning)  
Less beneficial heat gain than south facing glass  
**Consider** – less glass, vertical fins, external blinds, trees/landscape, glare risk

Canopy effective at shading summer sun  
**Consider** – deeper overhang towards Ibsenhuset

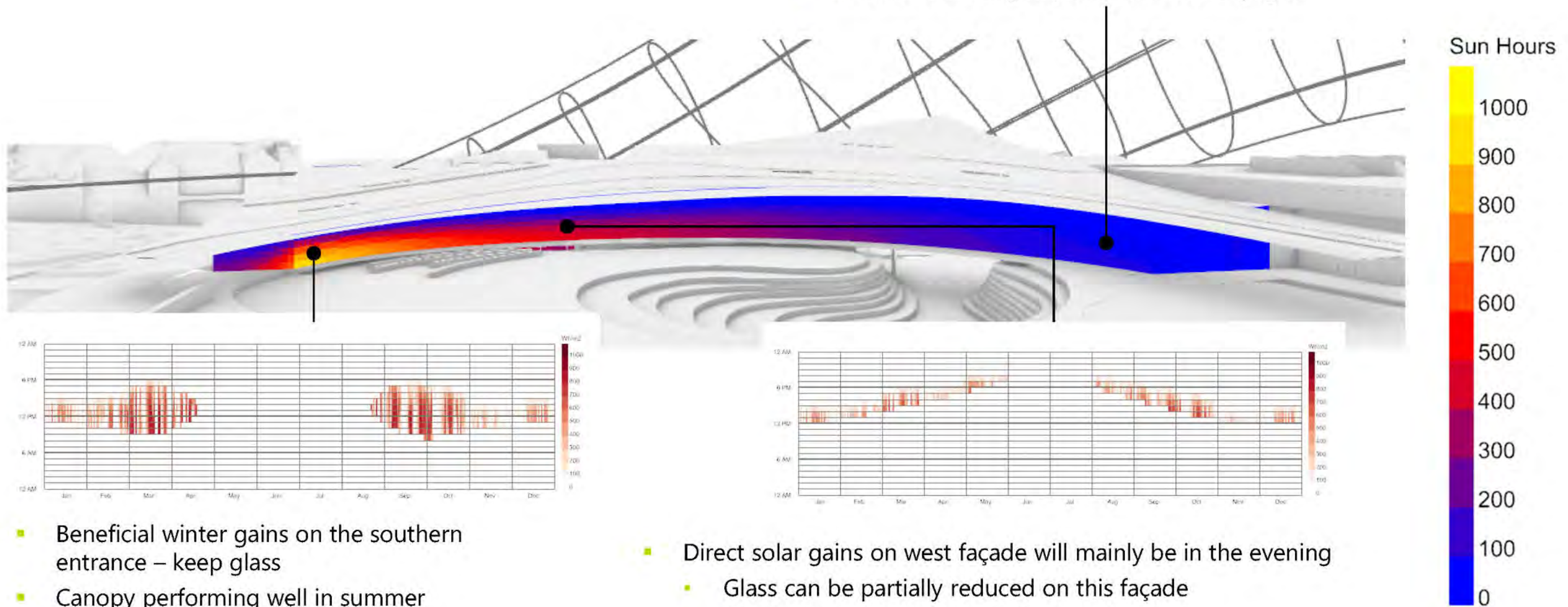




# Sun Hours: Heating Season (Sept – May)

## West Facade

- No beneficial gains in winter on North entrance
  - Reduce glass
  - Reduce overhang depth to increase daylight



- Beneficial winter gains on the southern entrance – keep glass
- Canopy performing well in summer

- Direct solar gains on west façade will mainly be in the evening
  - Glass can be partially reduced on this façade
  - Blinds will be required to limit glare risk
  - Tress landscaping will help (deciduous)



# Design Considerations

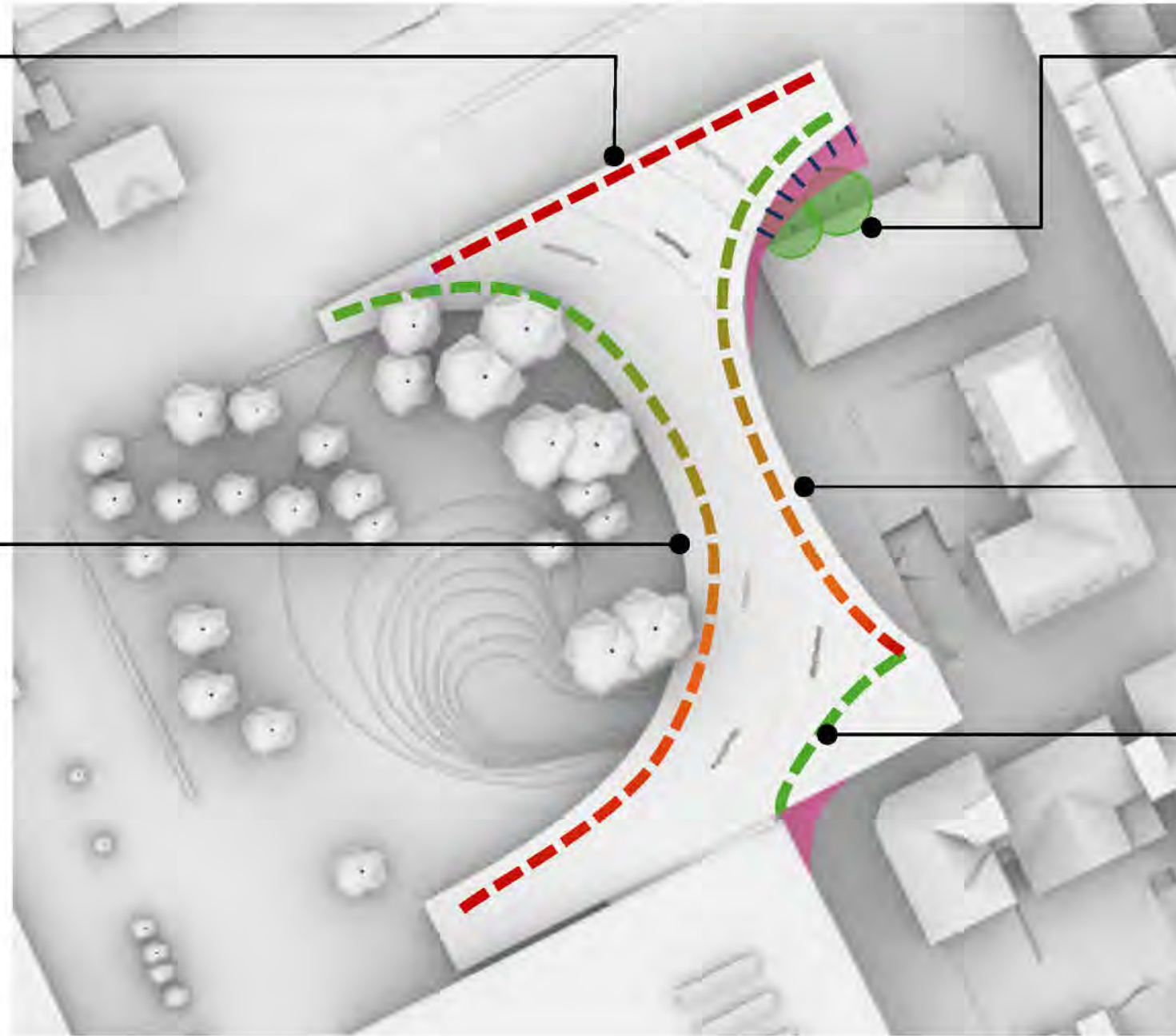
Glass Recommendation	Additional Measures (options)
Minimise glass	Trees beneficial
Reduce glass	Vertical Fins beneficial
Maintain glass	Extended Overhang beneficial

**North Façades** – no beneficial solar gains in winter

- Limit Glass
- Avoid spaces that will require daylight on this façade
- Limit overhangs over north facing windows to maximise daylight

**West Façade** – key architectural feature to maximise transparency

- Thermally best to transition from more transparent to more solid as you move from south to north facing glass (**green** – **red**)
- Given intent for connectivity to the garden glazing here can be prioritised and balance with increased solid on east facade



**South Façade** – beneficial gains in winter, overheating risk in summer

- Consider external shading. Eg:
  - Extended overhang
  - Vertical fins
  - Trees/landscaping
- Maintain glass (internal shades to avoid glare)

**East Façade** – limited beneficial solar gain in winter, risk of overheating in summer

- Reduce Glass – daylight balanced from west

**South Façade** – beneficial gains in winter, overhang works well to shade summer sun

- Maintain glass – (internal shades to avoid glare)
- Potential to extend canopy towards Ibsenhuset





# IBSENBIBLIOTEKET

Skissefase 1

18/11/2022