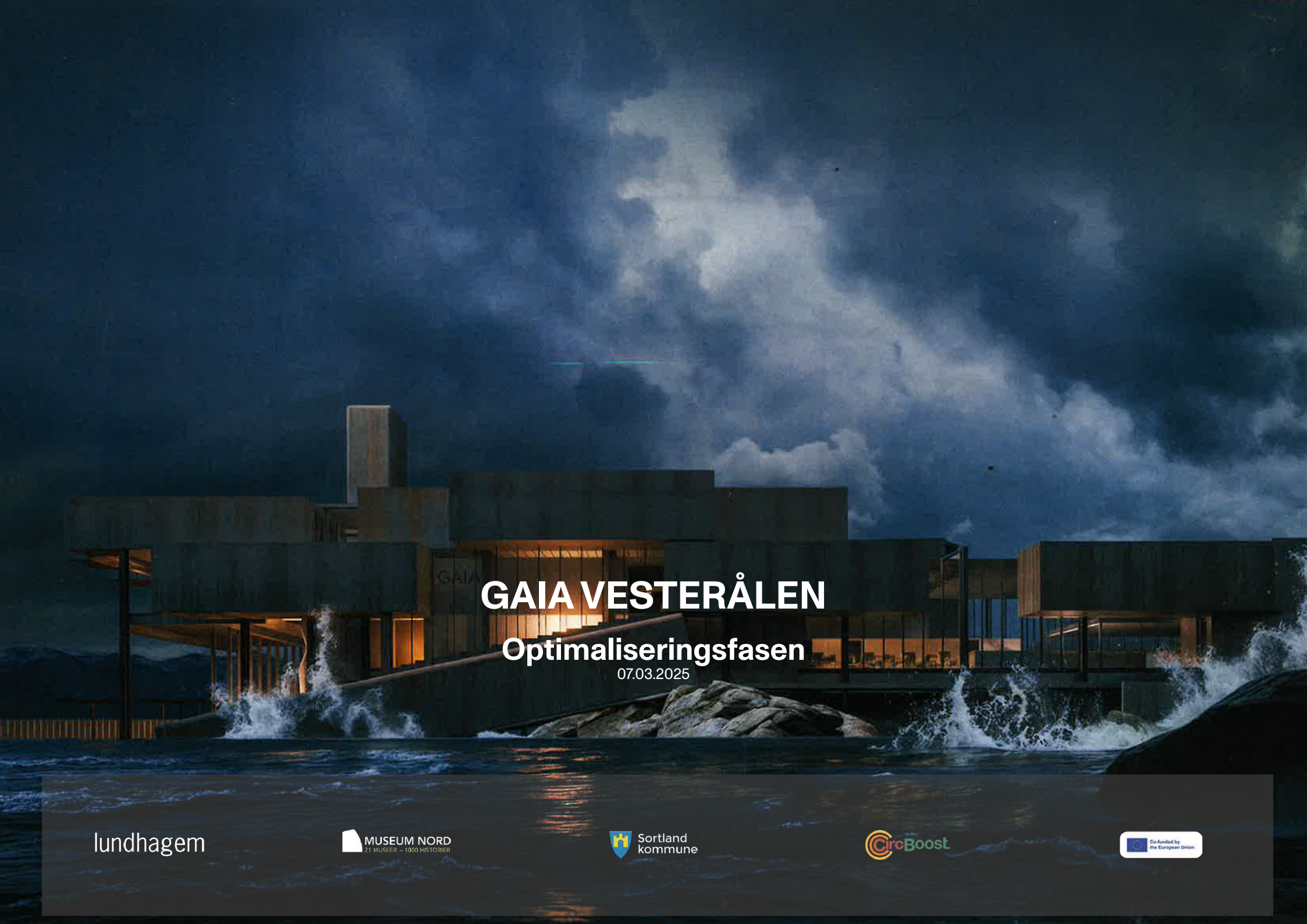


GAIA VESTERÅLEN

Optimaliseringsfasen

07.03.2025

lundhagem

MUSEUM NORD
21 MUSEER – 1000 HISTORIER

Sortland kommune

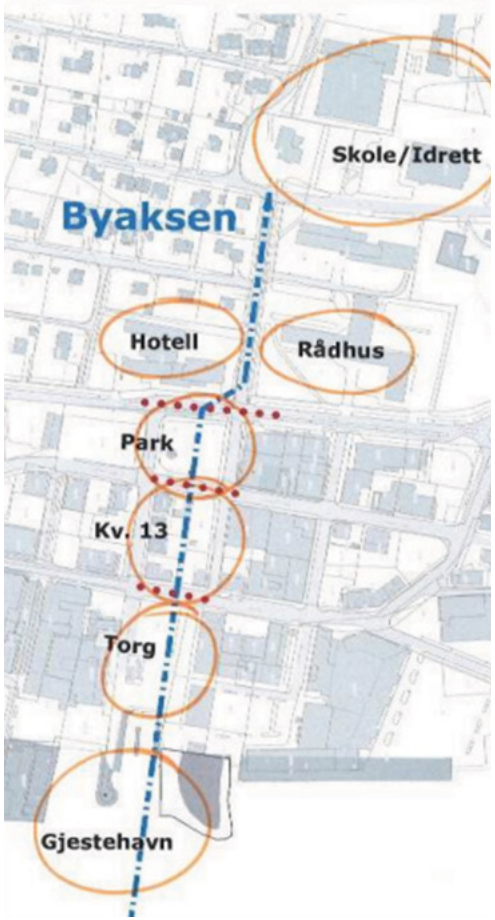
CircBoost

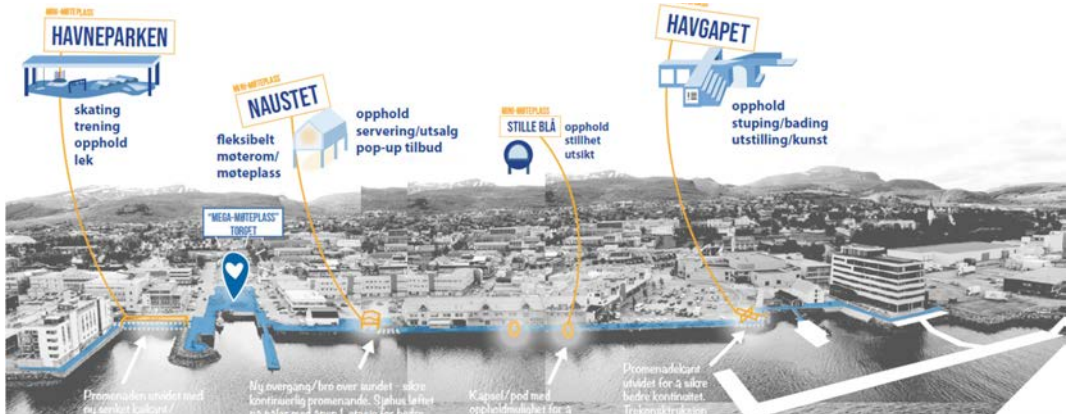
Co-funded by the European Union

Torget i Sortland:

AMBISJONER FRA KOMMUNENS TIDLIGERE STUDIER

-Gaia museum på Torg-Piren må bygge opp om ambisjoner for sentrum Sortland









Illustrasjoner fra "Byplan sentrum", "Reguleringsnotat og "Gnist"

Gaia Museum:

INTERNASJONAL OPPMERKSOMHET HAVET, GJENBRUK OG SORTLAND



Bygningsmassen er plassert på søyler som står på havbunnen, og gjør at museet får inntrykk av a sveve rett over vannflaten. Deler av museet strekker seg også under havnivå, med store glassvinduer så de besøkende kan se og oppleve hva som skjer under vann.

Det er planlagt for 95% gjenbrukte materialer

Utforming skal bearbeides i forprosjekt.



Gjester fra Cruisebåter og Hurtigruta



Aktuell utstilling om klima og vårt forhold til havet



Gaia fikk mye oppmerksomhet på Shanghai Expo Juni 2024 Asias største designmesse

UNDER VANN

Utforming skal bearbeides i forprosjekt.



En av de største attraksjonene er at gjester skal kunne komme ned og se hva som skjer under vann.

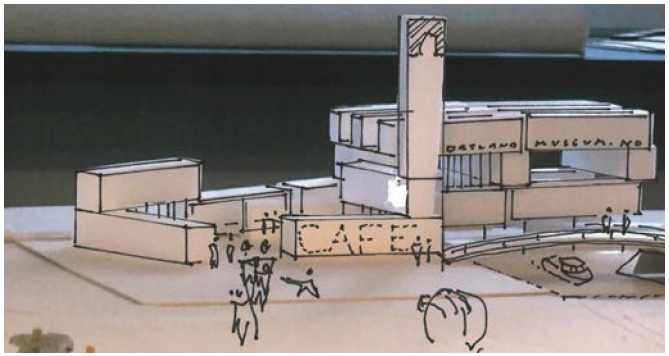


På global skala gjør museets plassering ved siden av den undersjøiske fjellkjeden Egga og Golfstrømmen dette til et sted av verdensinteresse når det gjelder vår påvirkning på havet.

Gaia Museum:

GRØNN OASE SOM ADKOMST OG BYENS MØTEPLASS

Utforming skal bearbeides i forprosjekt.



En "arkitekt"-konkurranse mellom skolebarn og lokalbefolkning på Sortland avdekket et ønske om en vind-skjermet uteplass på brygga. - en oase for folk og vegetasjon, og samtidig en forplass for museet.

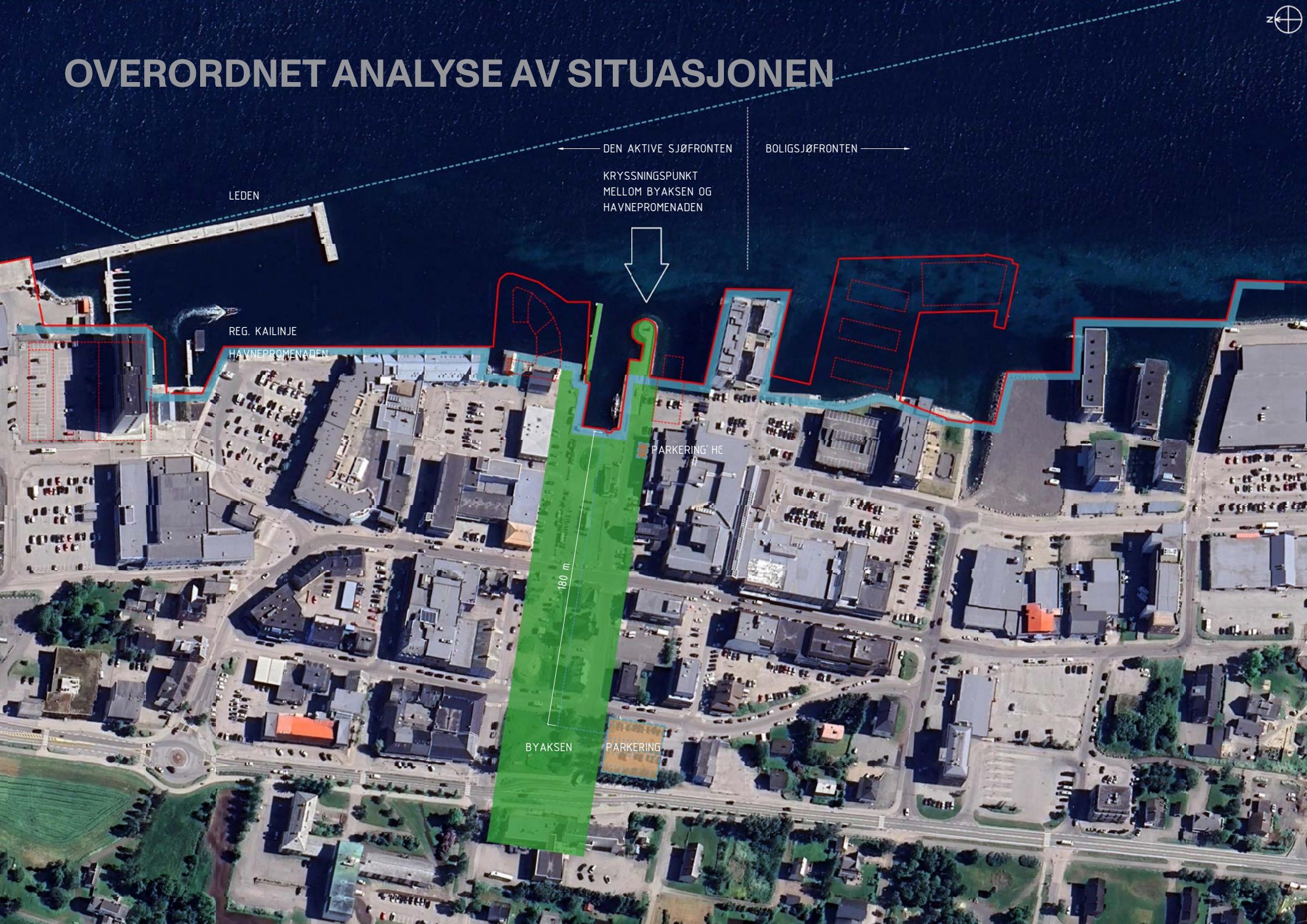


Eksempel på illustrasjon av oasen laget til Shanghai Expo og Eu prosjektet Circ Boost som gir støtte til utvikling av resirkulert betong i Gaia prosjektet.



Eksempel på oasen som adkomst med museumsbutikk og cafe, vindbeskyttet uterom med mulighet for planting av større trær/vegetasjon, sol og utsikt.

OVERORDNET ANALYSE AV SITUASJONEN



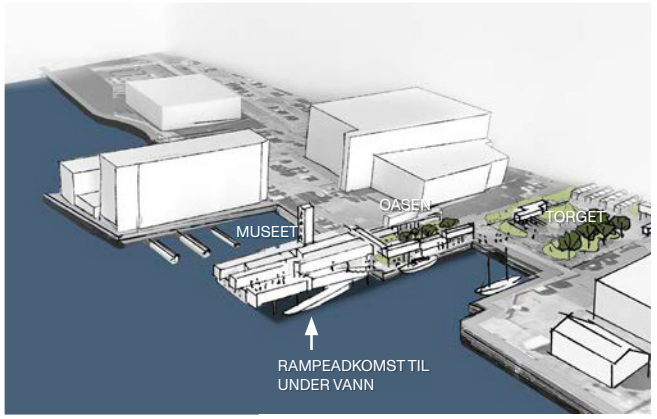
Illustrasjoner av Gaia Museum på Torg-piren:

FORSLAG TIL UTFORMING

Museet og "oasen" er med på å skape aktivitet rundt torget.



Sett fra Sortlandssundet mot torget.



Luftfoto fra Nord

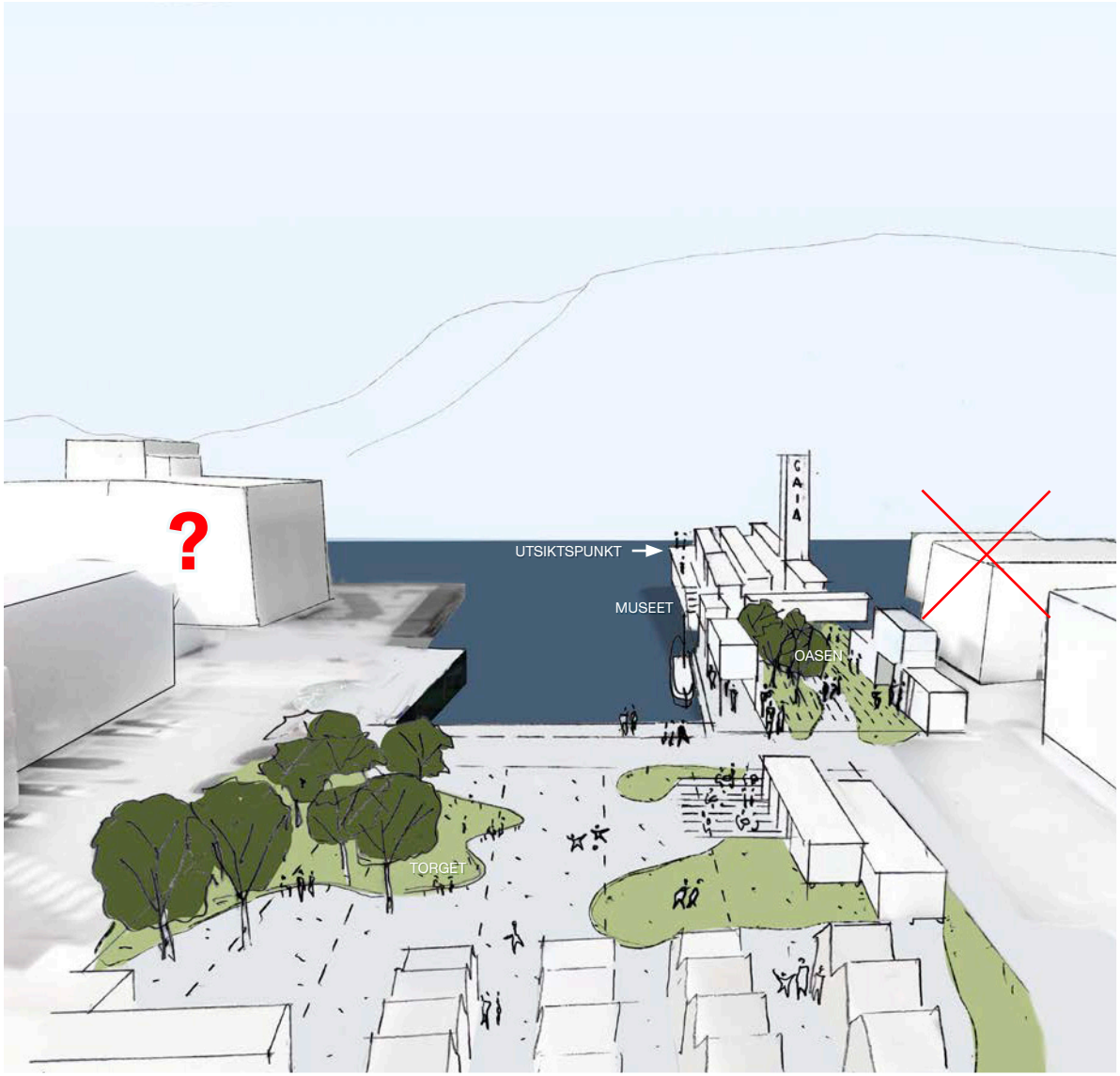


Sett fra torget møt øst

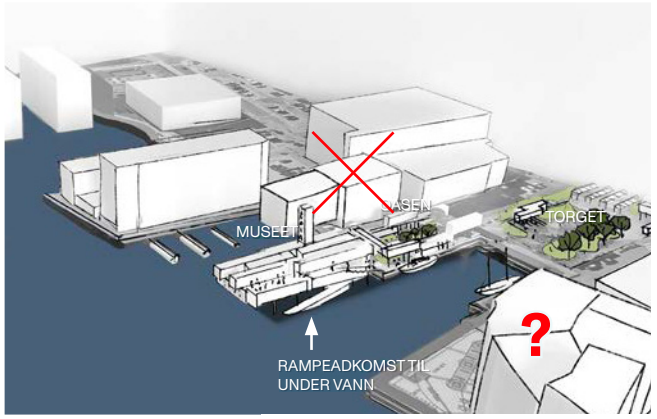
Illustrasjoner av Gaia Museum på Torg-piren:

FORSLAG TIL UTFORMING

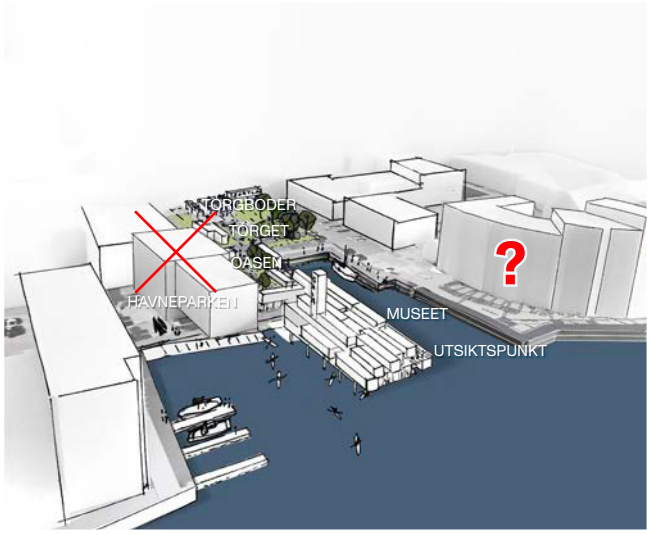
Inkludert tidligere foreslåtte nabobygg nord og syd for museet.
Prosjekteringsgruppen anbefaler at tomten syd for museet ikke utvikles pga. tranghet og skyggelegging av museumstomten.



Sett fra Sortlandssundet mot torget.



Luftfoto fra Nord



Sett fra torget møt øst

LANDSKAPSARKITEKT

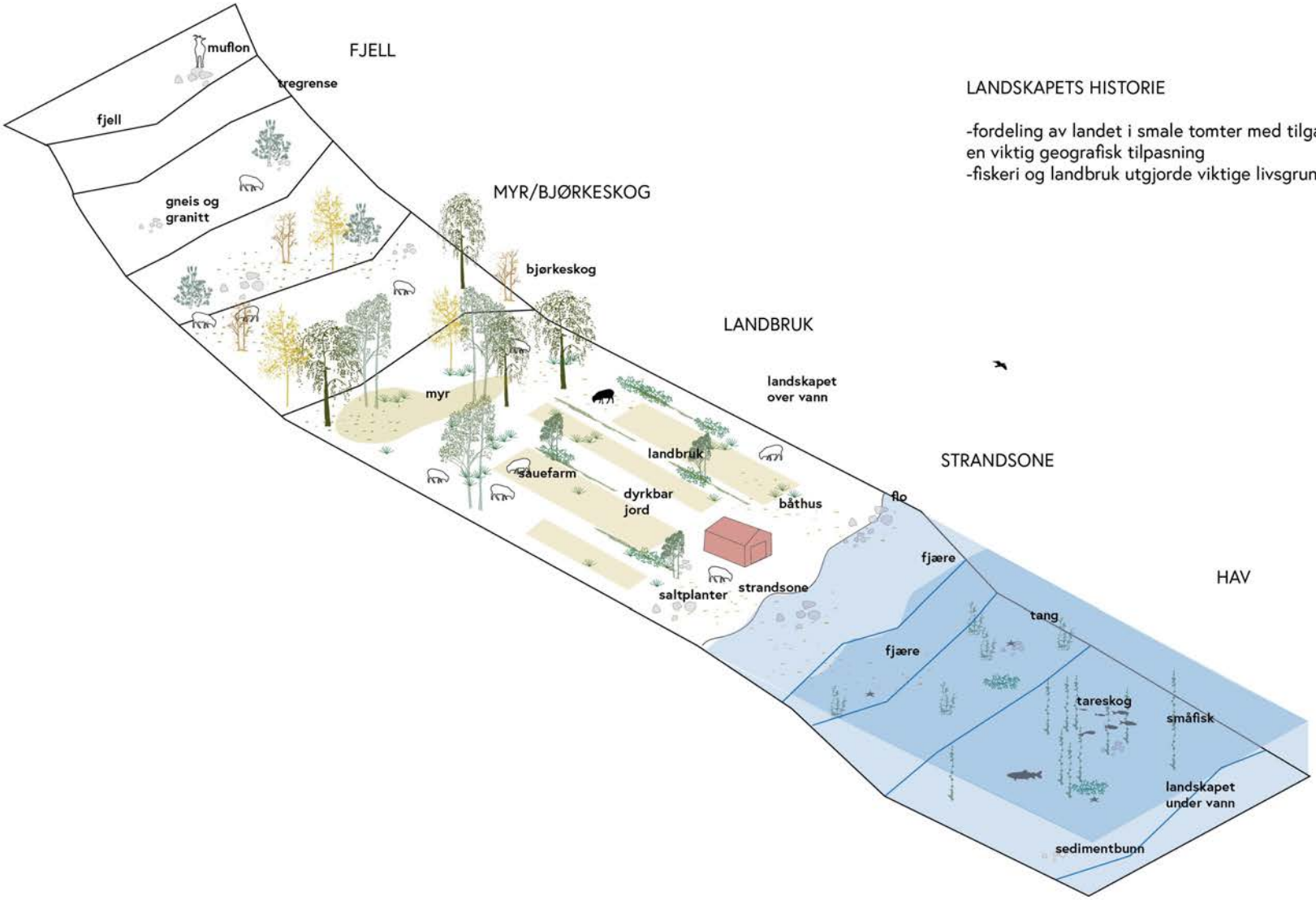
UTVIKLING AV UTEOMRÅDENE I SAMARBEID MED ARKITEKT



GAIA SORTLAND

SORTLAND, VESTERÅLEN

ATSITE



LANDSKAPETS HISTORIE

-fordeling av landet i smale tomter med tilgang til vann og fjell var en viktig geografisk tilpasning
-fiskeri og landbruk utgjorde viktige livsgrunnlag for befolkningen


FJELL


MYR/BJØRKESKOG


LANDBRUK

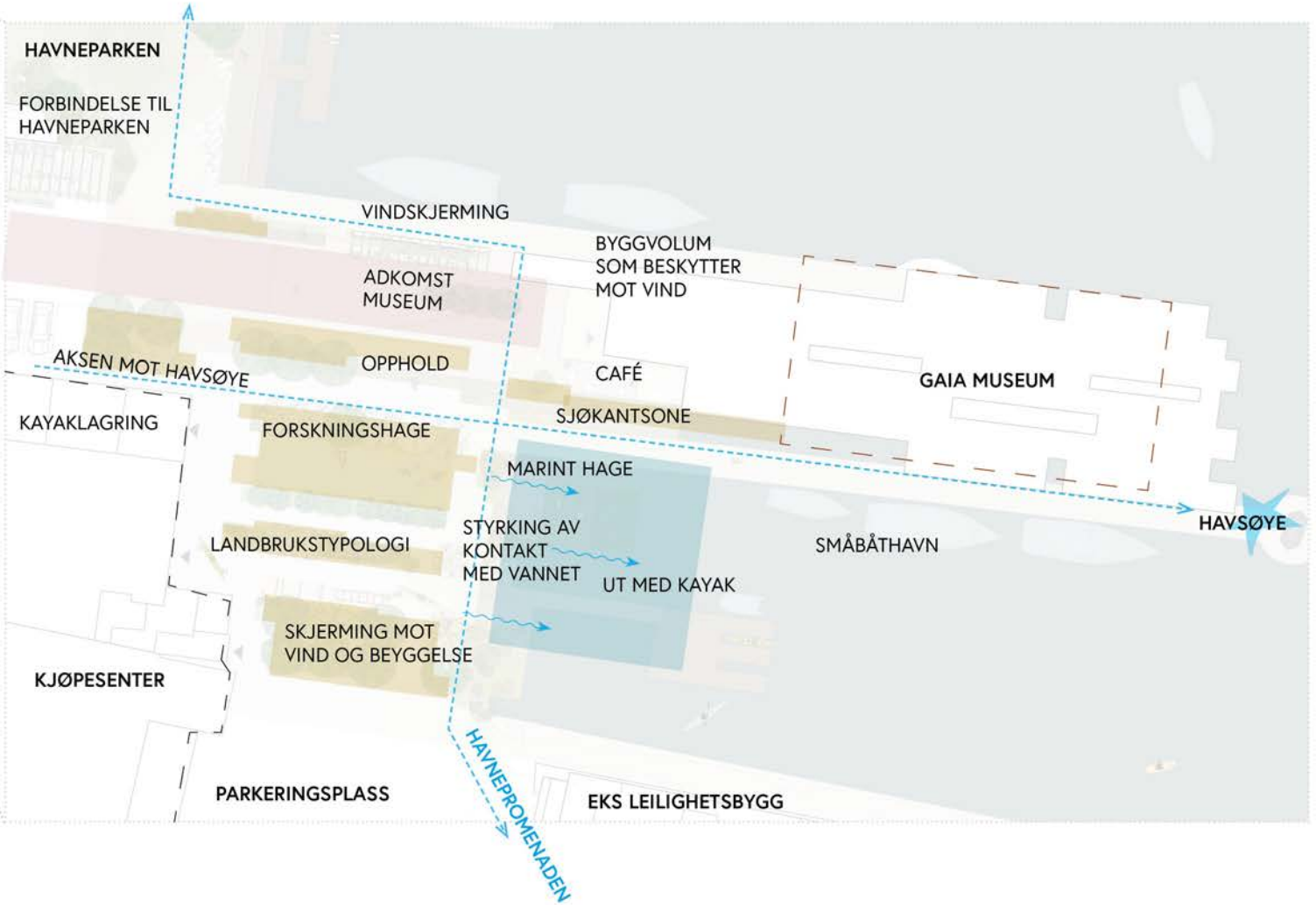

STRANDSONE


HAV

ATSITE

PROGRAMMERING





Premisser for forplassen til GAIA, uten målestokk

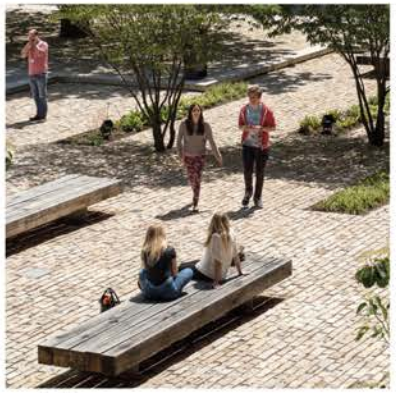
ATSITE



Situasjonsplan, 1:500

ATSITE

program


opphold


kontakt med vannet


uteservering


marint nyttehage


kajakkutleie

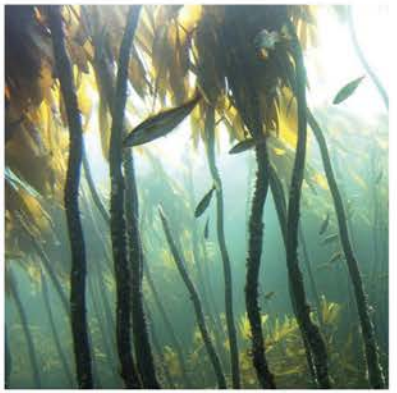
vegetasjon


forskningshage


robust vegtasjon


salttålende strandvegetasjon


tidevannssonen


tareskog

materialitæt


definerte kanter


grønn buffer med sittekant og geologisk historie


strandpromenaden


tideterrasser


flytebrygge

ATSITE



Situasjonsplan, 1:200

ATSITE

MATERIALITET + GJENBRUK

gulvet



gjenbruksstein kan settes sammen på forkjellige måter



skjæring og planting i asfalt



lineære, avgrensende elementer



gjenbruksstein slipes, universiell utforming

elementer



gjenbrukstre som benk



trapp integreres i strandvegetasjon



enkle treningselementer kan brukes til forskjellige øvelser



geologisk utstilling

containertypologi



containertypoliogi tas opp i uteomrade



containere som lette og gjennomsiktige elementer



atrium



pergola med klatreplanter

FOKUS OG METODE FOR GJENBRUK

- bruken av gjenbruksmaterialer bidrar til å formidle en **bærekraftig fortelling** som støtter **museets verdier** og miljøprofil

- gulvet kan settes sammen av **ulike materialer** for unike designmuligheter som **harmonerer med museets materialpalett**

- gjenbrukte belegg kan kreve **behandling**, som sliping, for å oppfylle krav til **universell utforming**

- **gjenbrukte materialer**, som eldre treverk, kan være **mer slitesterke** enn nye

- forskjellige steintyper forteller **Vesterålens geologiske historie**

- **containerens typologi benyttes i uterom**, hvor den brytes opp og omstruktureres for å skape dynamikk og variasjon

ATSITE

AKTIVITETER RUNDT GAIA

is ved kisken, mens barna leker i Havneparken

vandring langs havnepromenaden md bestemor

pause i solen

salg av sjømat fra fiskebåten

samlinger og arrangementer

GAIA Café møtes med nabo

museumsbesøk, formidling og forskning

vandring til skulpturen Havsøye

guided tur gjennom forskningshagen med klassen

plukking av krydder til cafén

piknik med venner

formidling og læring av livet i tidesonen for barn og ungdom

fortøyning til fritids- og utfluktsbåter

plukking av spiselige bær med barnebarna

kajakktur med familien

styrketrening med vennene

rekreasjon

kunst og kultur

aktivitæter rundt havet

formidling

Skjemakart program, uten målestokk

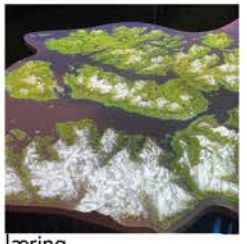
program


piknik


trening


kryddervandring


høsting


læring


oppdagelse


kajakktur


oppleve

ATSITE

ARKITEKT

FYSISK MODELL I SAMARBEID MED LANDSKAPSARKITEKT

OVERSIKTSBILDE

Solsiden

netorget

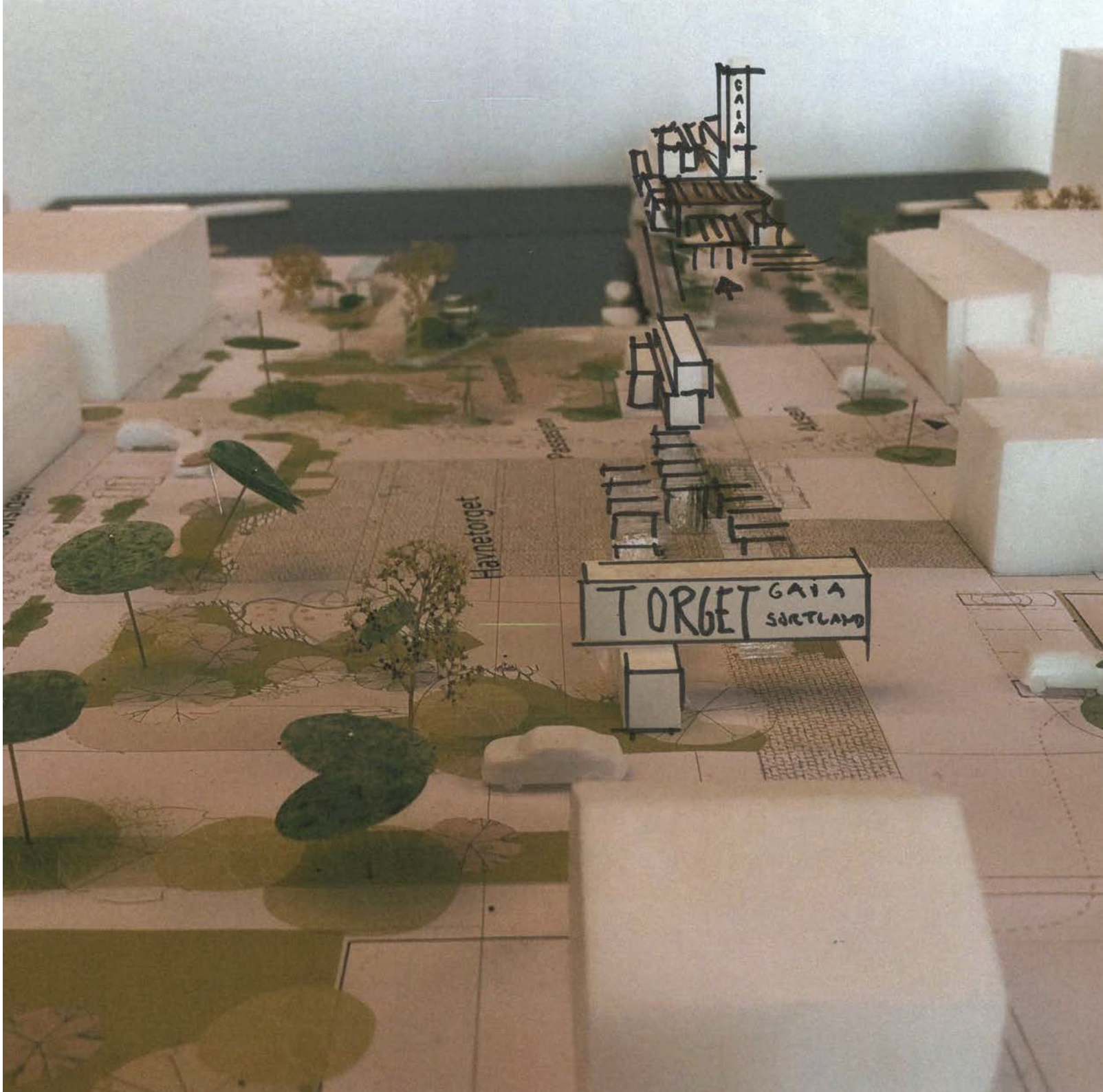
Havneparken

Passasjen

Sjøtra

Aksen

ADKOMST FRA HAVNETORGET

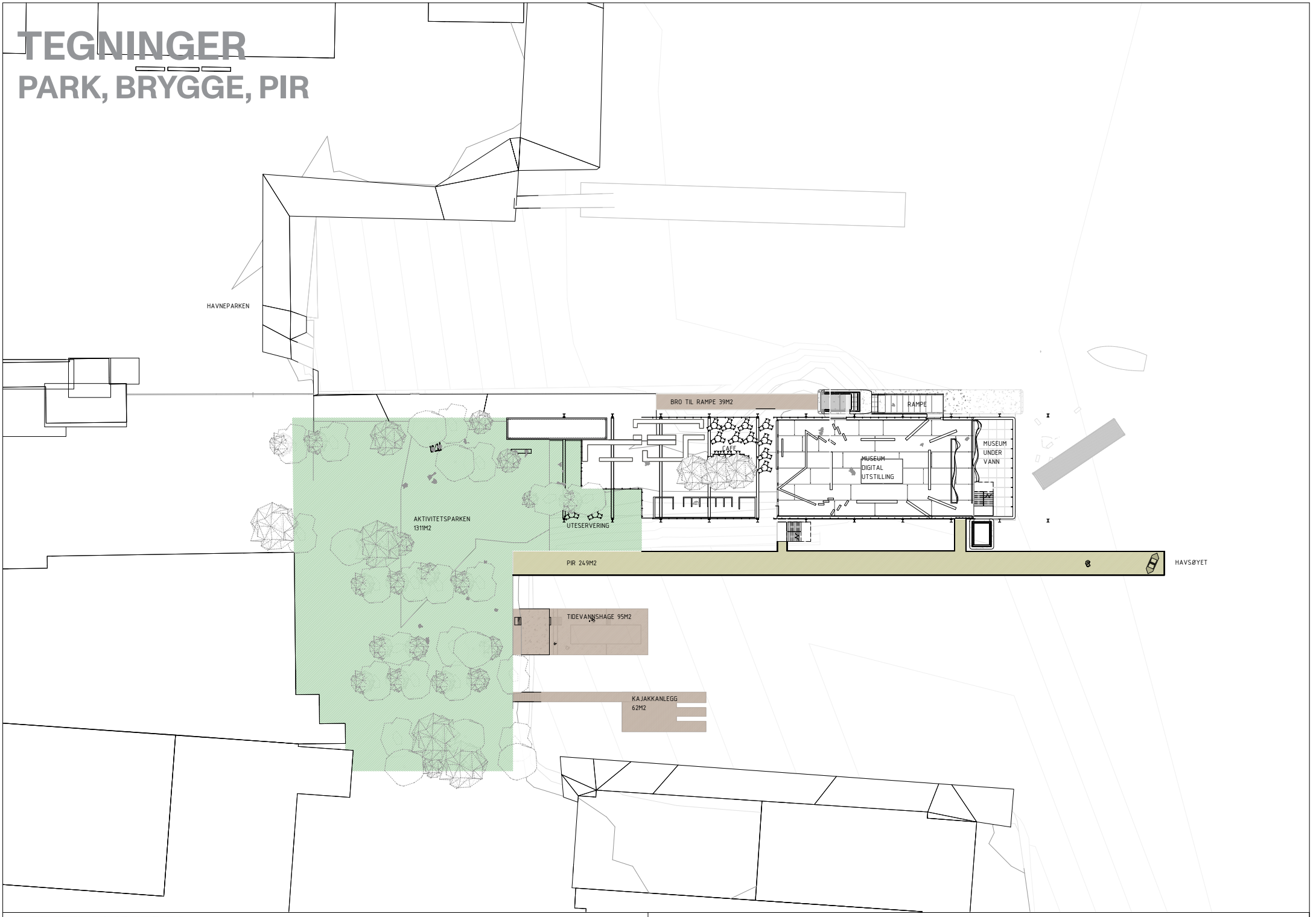


OASEN SETT FRA SYDVEST



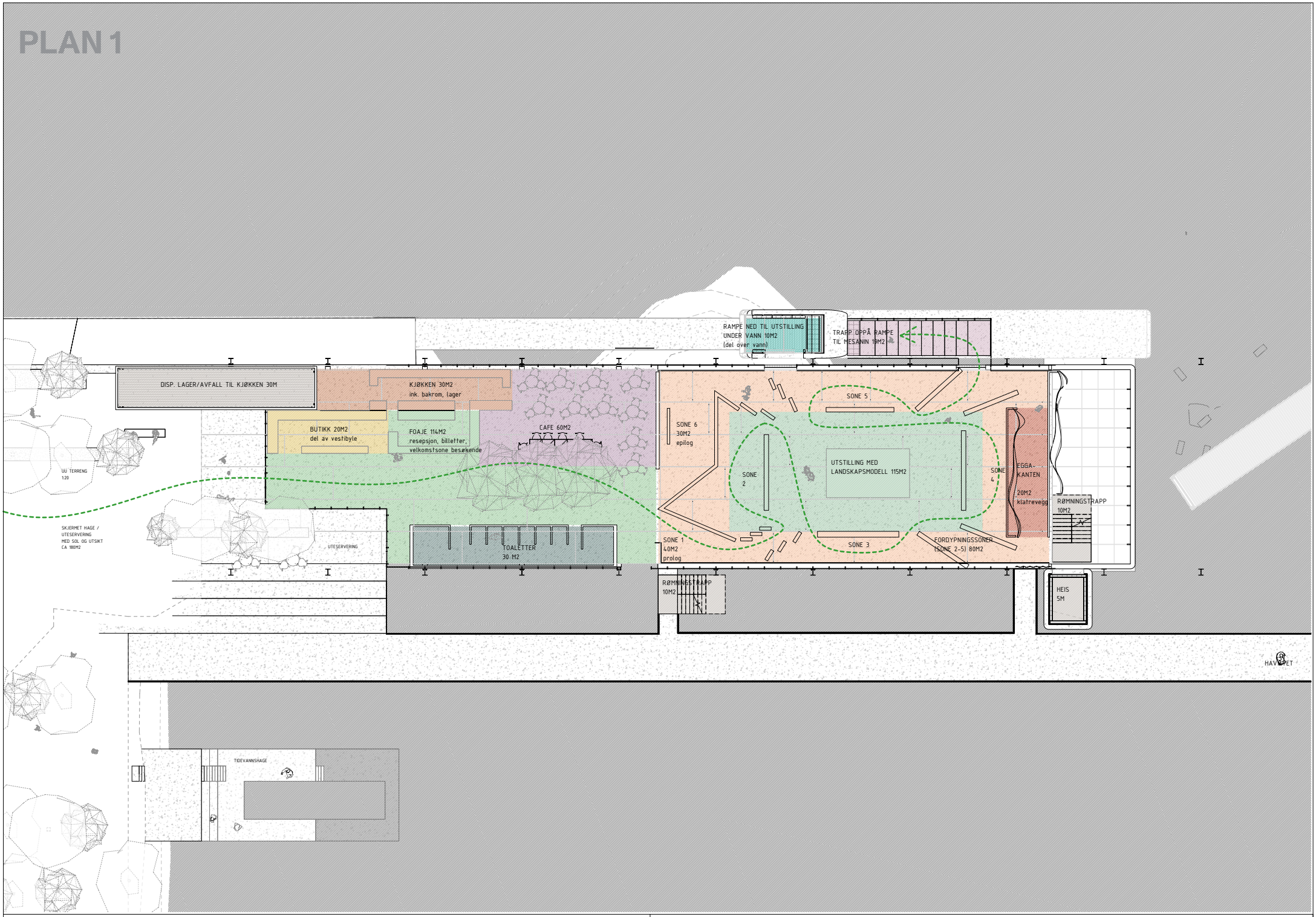

Havnetorget
Havneparken
Aksen

TEGNINGER
PARK, BRYGGE, PIR



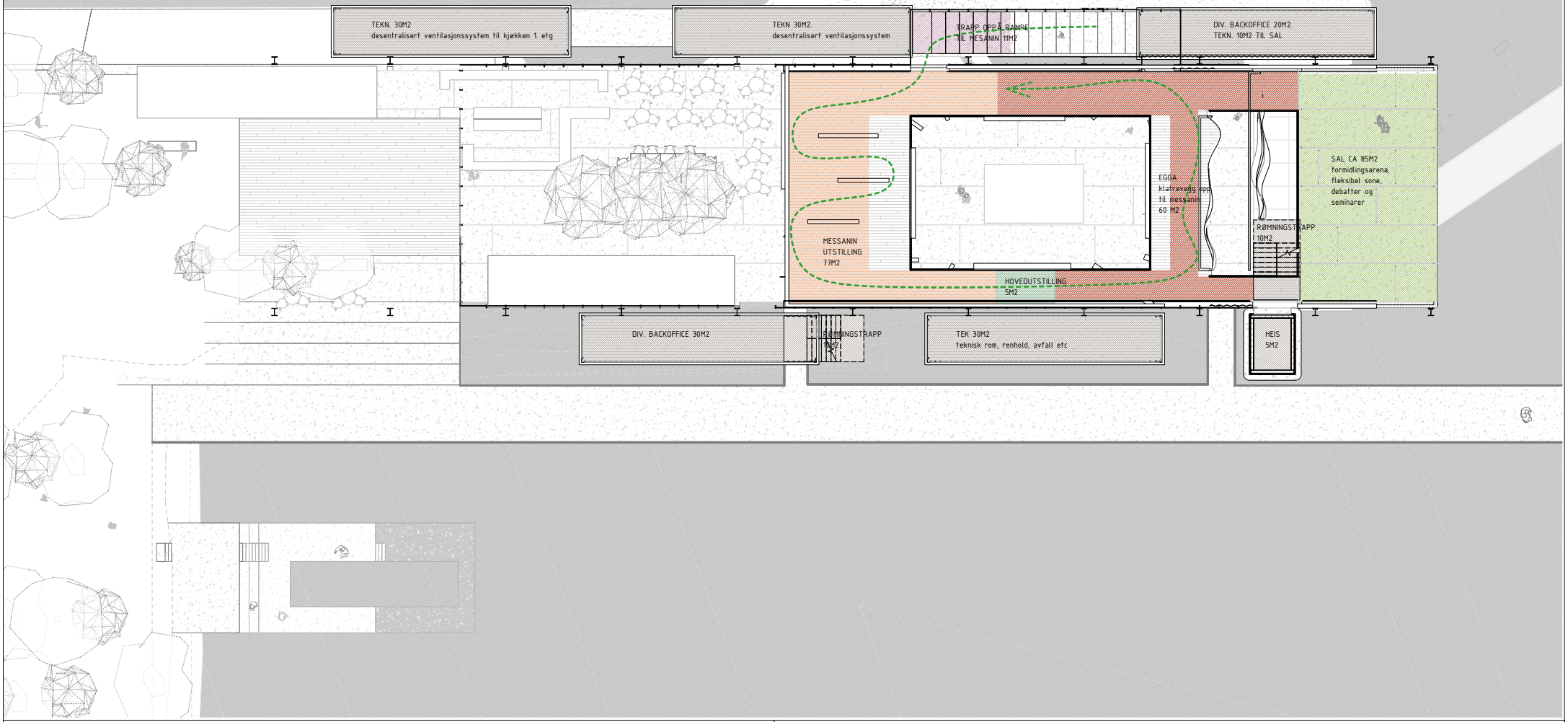
LUNDHAGEM ARKITEKTER
1 : 200 ILPSTADVEIEN 5, 0250 OSLO - TLF 23 33 31 50 - www.lundhagem.no

PLAN 1

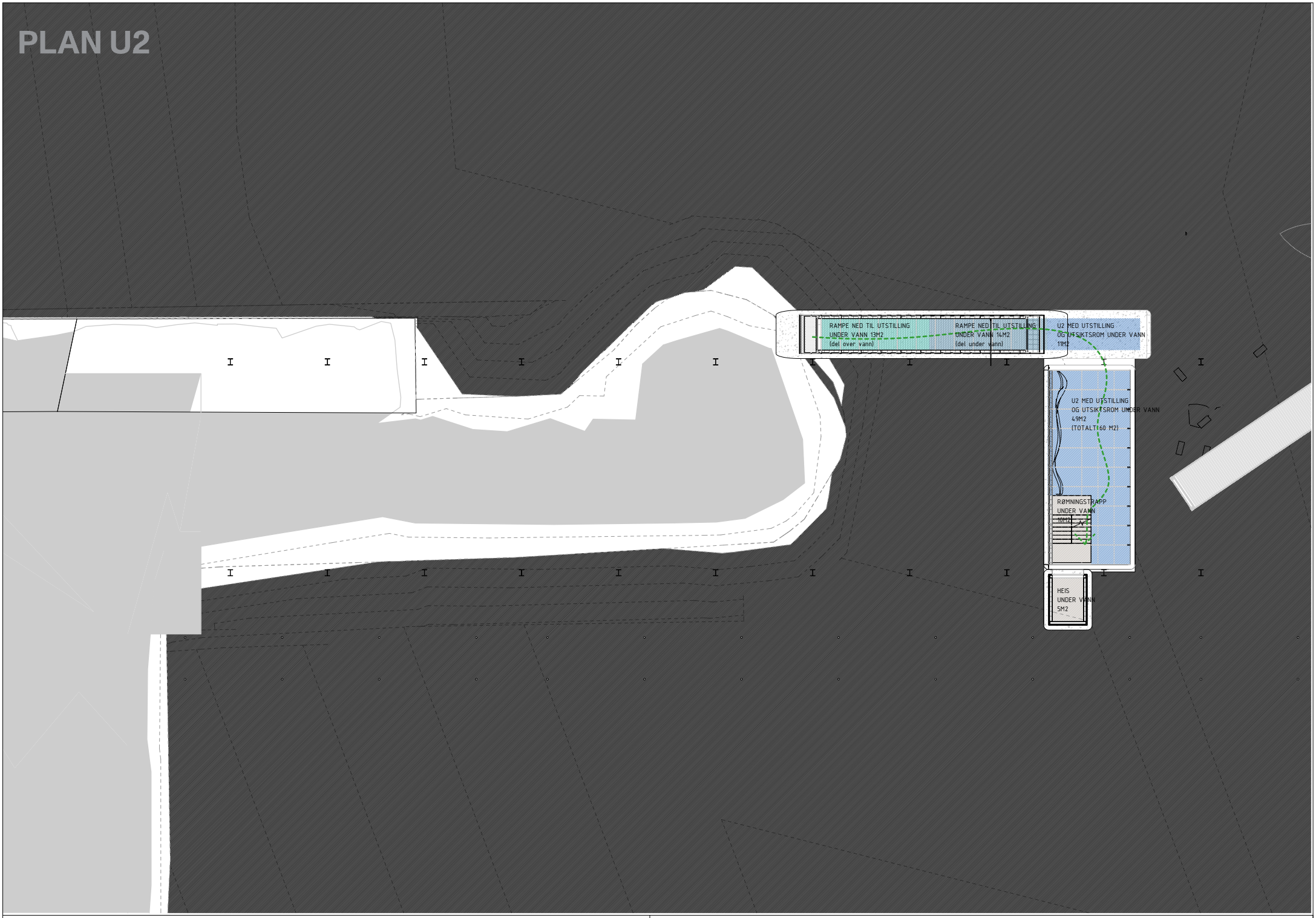

RAMPE NED TIL UTSTILLING
UNDER VANN 10M2
(del over vann)
TRAPP OPPÅ RAMPE
TIL MESANIN 10M2
DISP. LAGER/AVFALL TIL KJØKKEN 30M
KJØKKEN 30M2
ink. bakrom, lager
BUTIKK 20M2
del av vestibyle
FOAJE 114M2
resepsjon, billetter,
velkomstsone besøkende
CAFE 60M2
SONE 5
SONE 6
30M2
epilog
SONE
2
UTSTILLING MED
LANDSKAPSMODELL 115M2
SONE
4
EGGA-
KANTEN
20M2
klatrevegg
RØMNINGSTRAPP
10M2
UU TERRENG
1:20
SKJERMET HAGE /
UTESERVERING
MED SOL OG UTSIKT
CA 180M2
UTESERVERING
TOALETTER
30 M2
SONE 1
40M2
prolog
SONE 3
FORDYPNINGSSONER
(SONE 2-5) 80M2
RØMNINGSTRAPP
10M2
HEIS
5M
HAVNIVÅET
TIDEVANNSHAGE

PLAN 2

AREALFORKLARING:
VI SER AT VI KAN GJØRE MESANINEN MINDRE, OG DET DOBBELTHØYE UTSTILLINGSROMMET STØRRE. MER I TRÅD MED ROMPROGRAMMET. SLIK SOM VIST SKRAVERT HER.
TRAFIKKAREAL ER HER INKLUDERT I PROGRAMAREALER.



PLAN U2



LUND HAGEM ARKITEKTER
FILIPSTADVEIEN 5, 0250 OSLO - TLF 23 33 31 50 - www.lundhagem.no

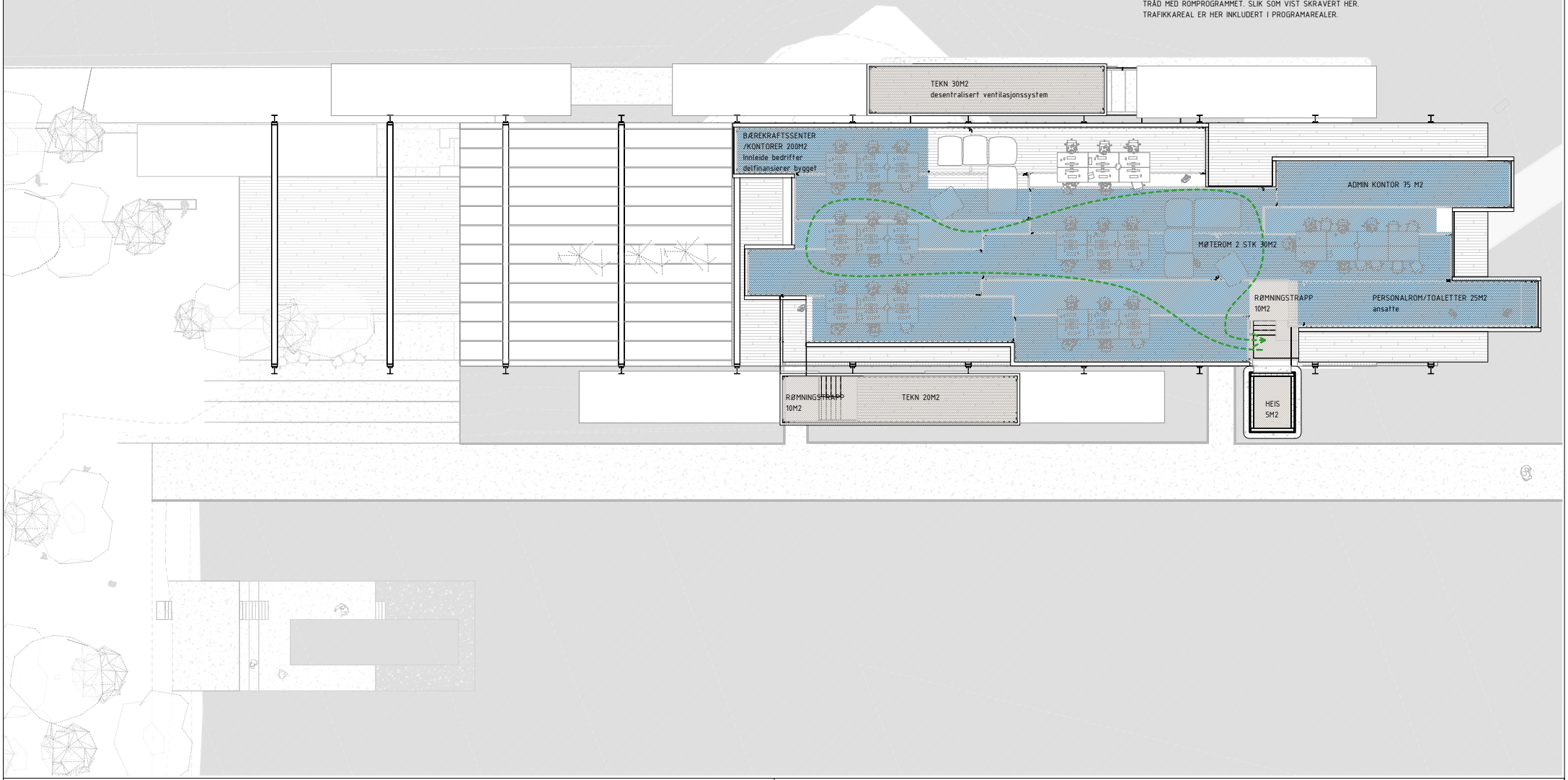
A1100 - PLAN U2 - 100 A1 - 1 : 100

DATO: xx.xx.xxxx

GAIA VESTERÅLEN -

PLAN 3

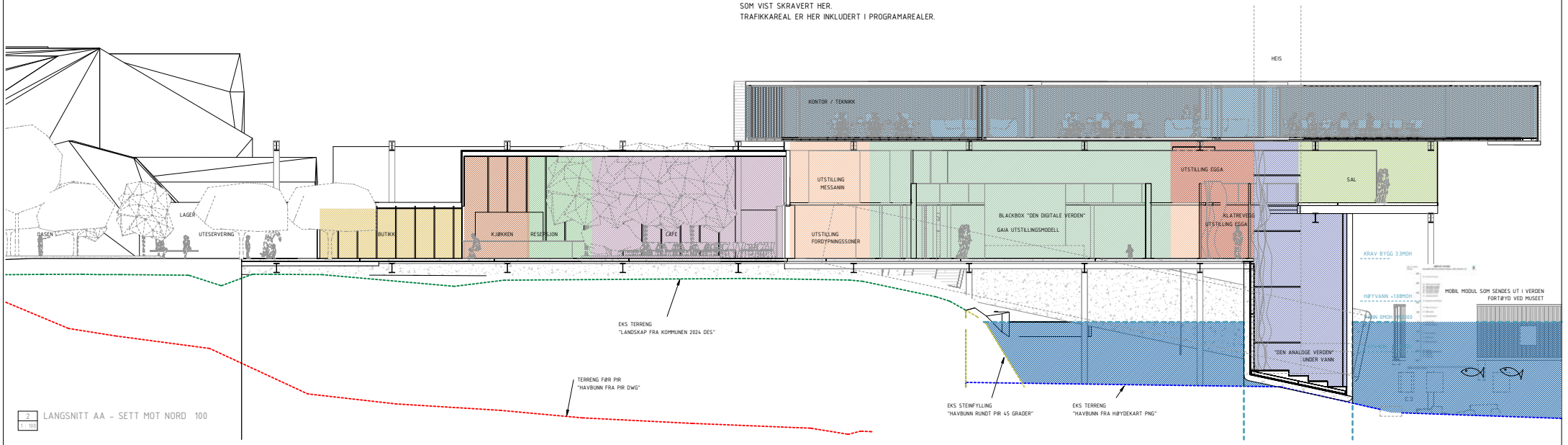
AREALFORKLARING:
VI SER AT VI KAN GJØRE KONTORAREALET MINDRE, SOM I TRÅD MED ROMPROGRAMMET. SLIK SOM VIST SKRAVERT HER. TRAFIKKAREAL ER HER INKLUDERT I PROGRAMAREALER.



SNITT



AREALFORKLARING:
VI SER AT VI KAN GJØRE MESANINEN MINDRE, OG DET DOBBELTHØYE UTSTILLINGSROMMET STØRRE. MER I TRÅD MED ROMPROGRAMMET. SLIK SOM VIST SKRAVERT HER.
TRAFIKKAREAL ER HER INKLUDERT I PROGRAMAREALER.



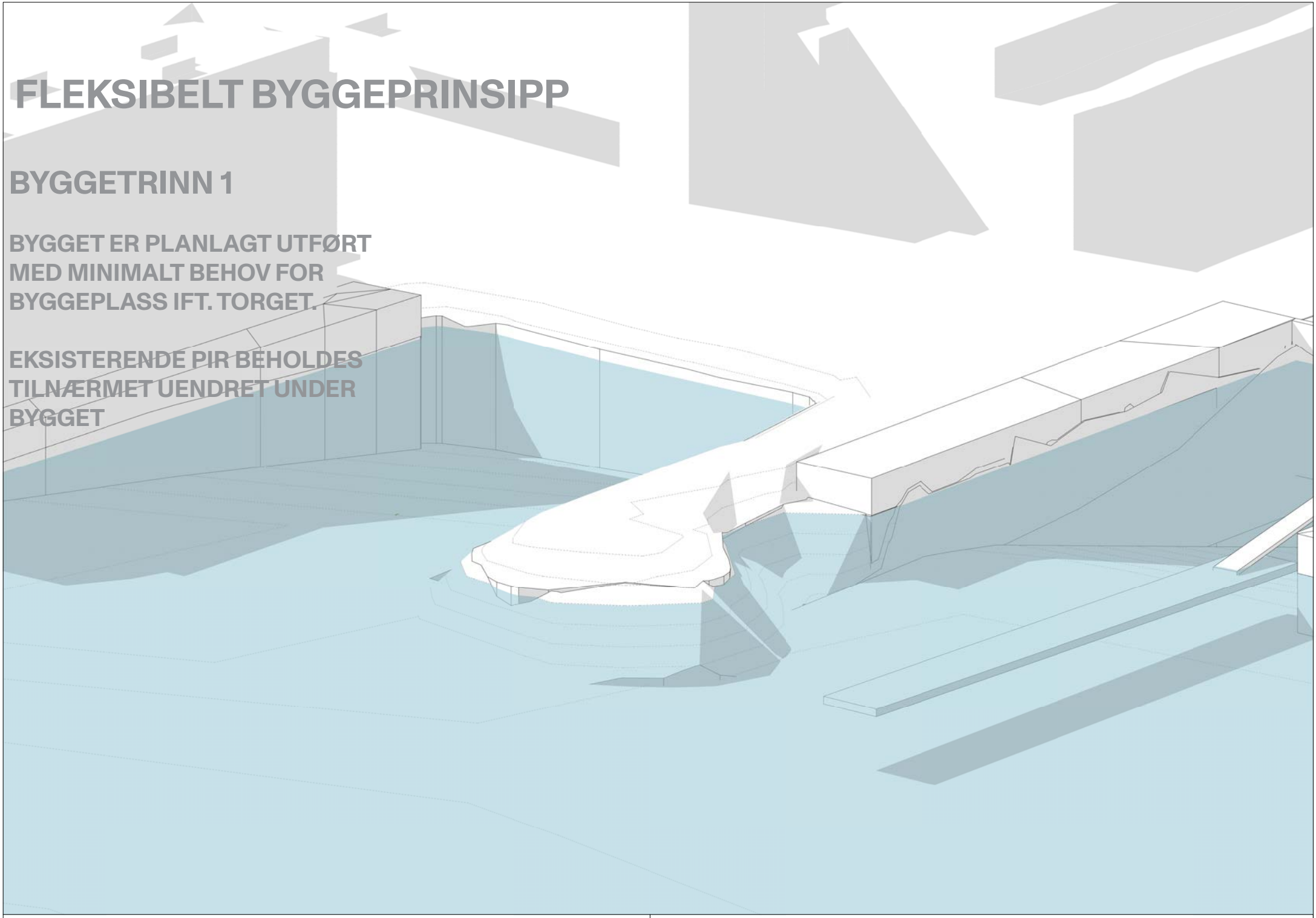
2
1 : 100
LANGSNITT AA - SETT MOT NORD 100

FLEKSIBELT BYGGEPRINSIPP

BYGGETRINN 1

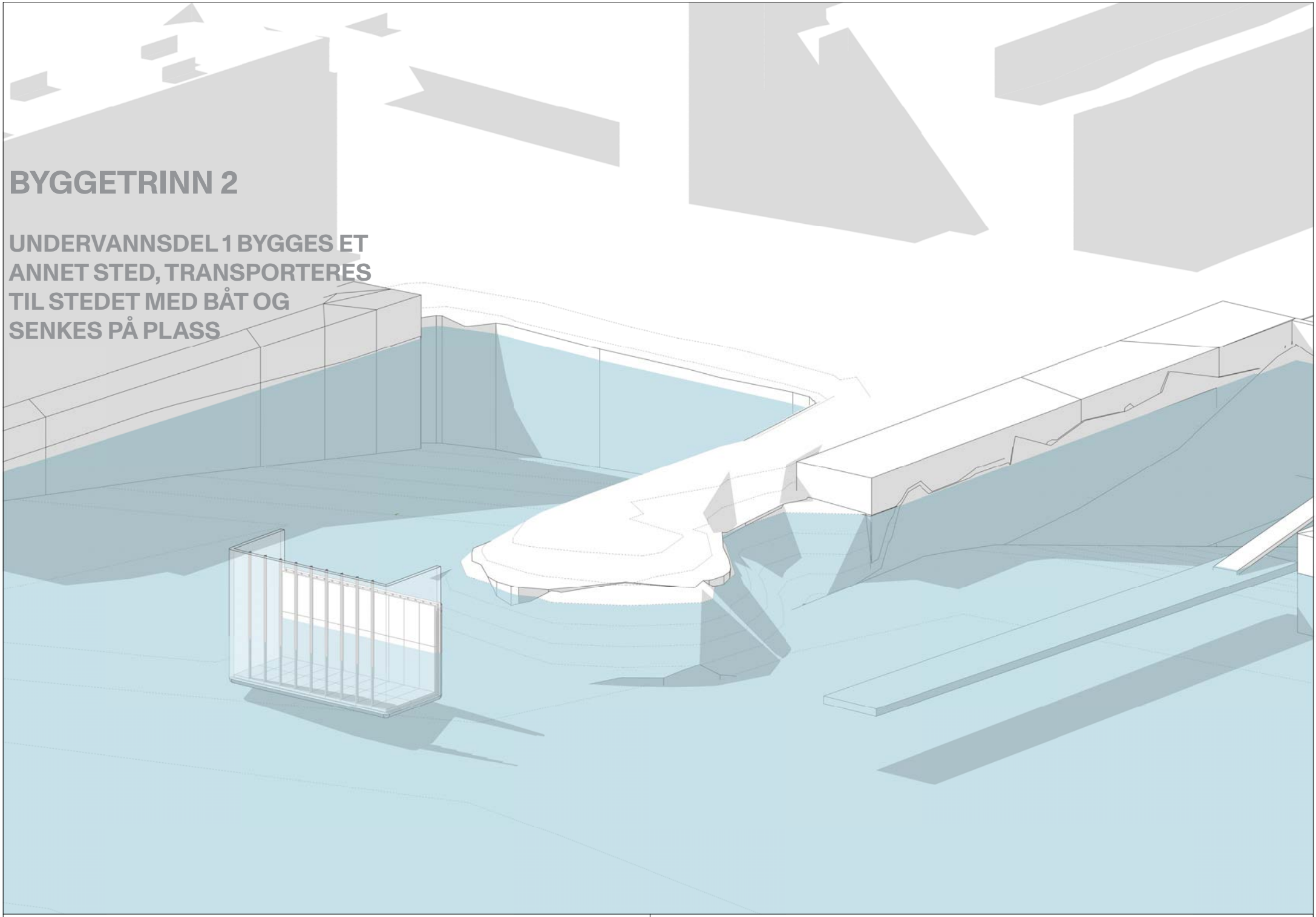
BYGGET ER PLANLAGT UTFØRT MED MINIMALT BEHOV FOR BYGGEPLASS IFT. TORGET.

EKSISTERENDE PIR BEHOLDES TILNÆRMET UENDRET UNDER BYGGET



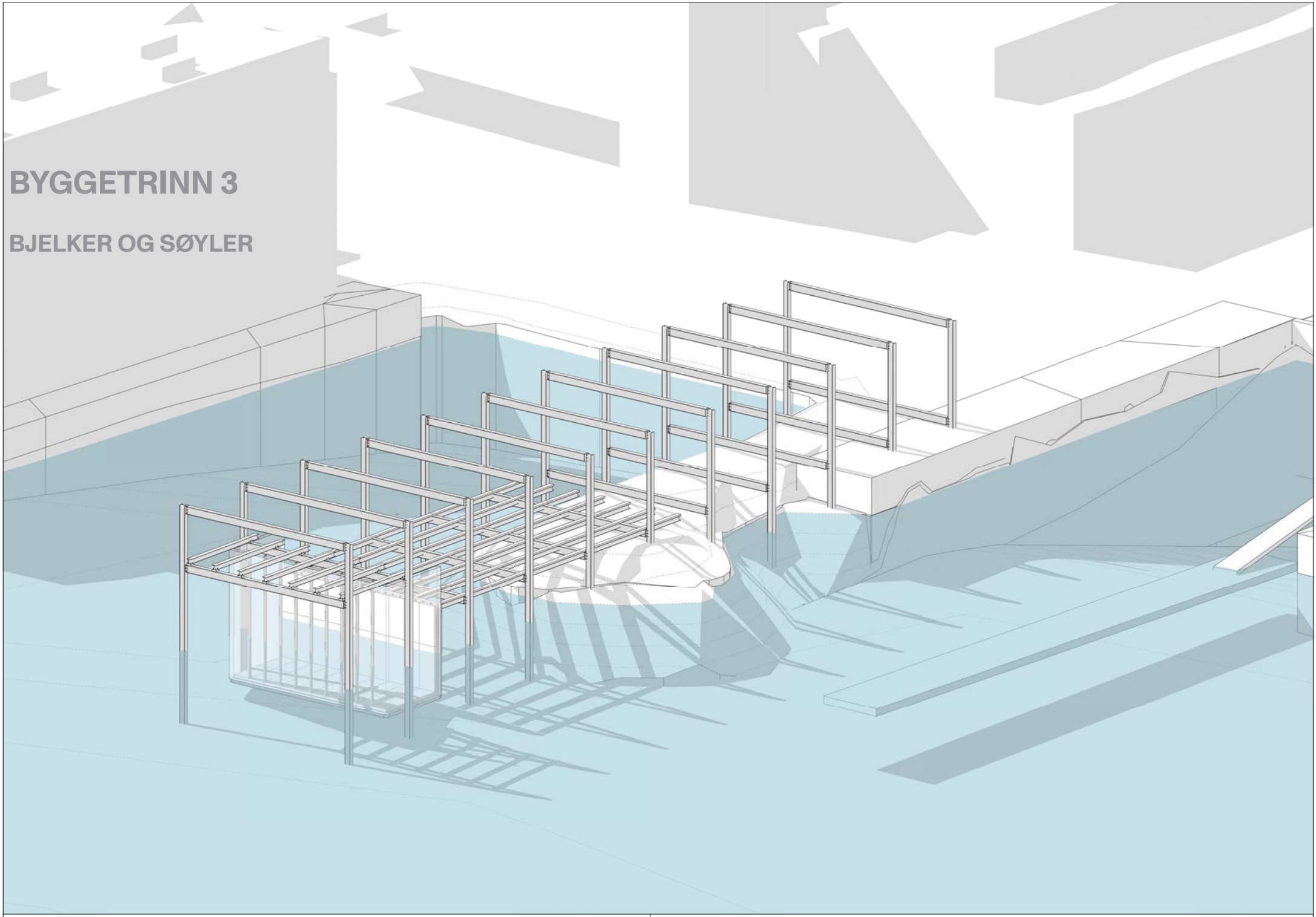
BYGGETRINN 2

UNDERVANNSDEL 1 BYGGES ET ANNET STED, TRANSPORTERES TIL STEDET MED BÅT OG SENKES PÅ PLASS



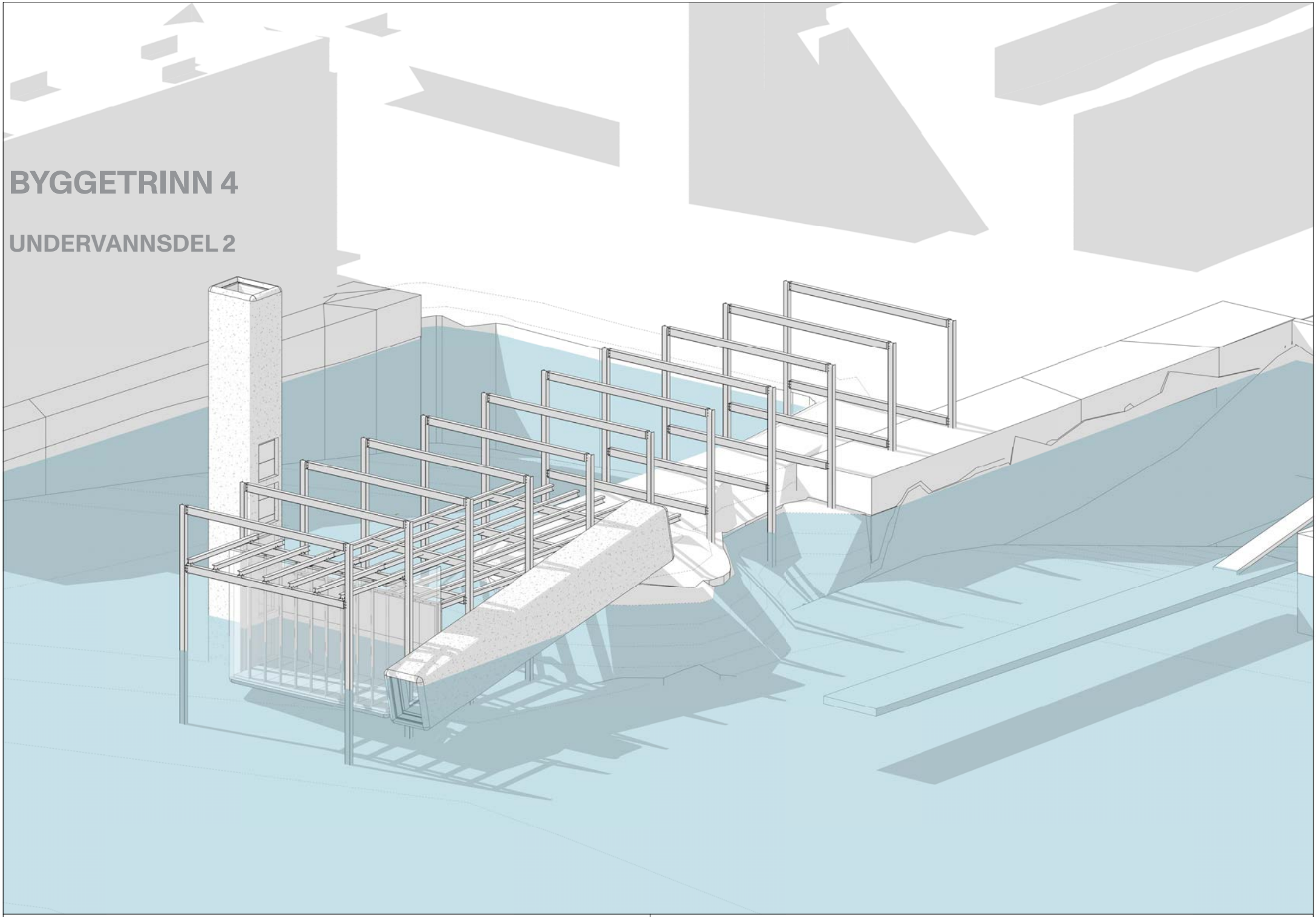
BYGGETRINN 3

BJELKER OG SØYLER



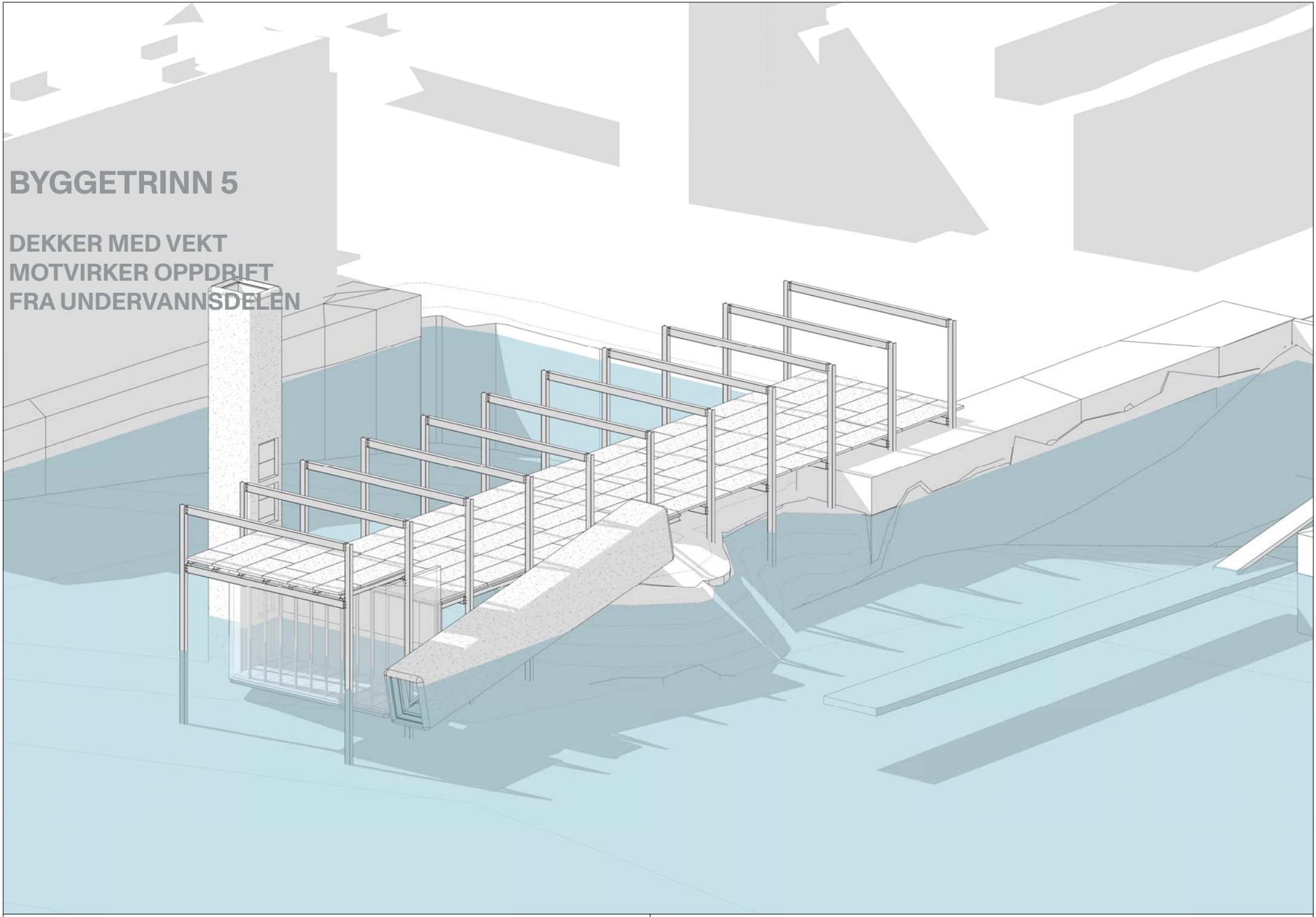
BYGGETRINN 4

UNDERVANNSDEL 2



BYGGETRINN 5

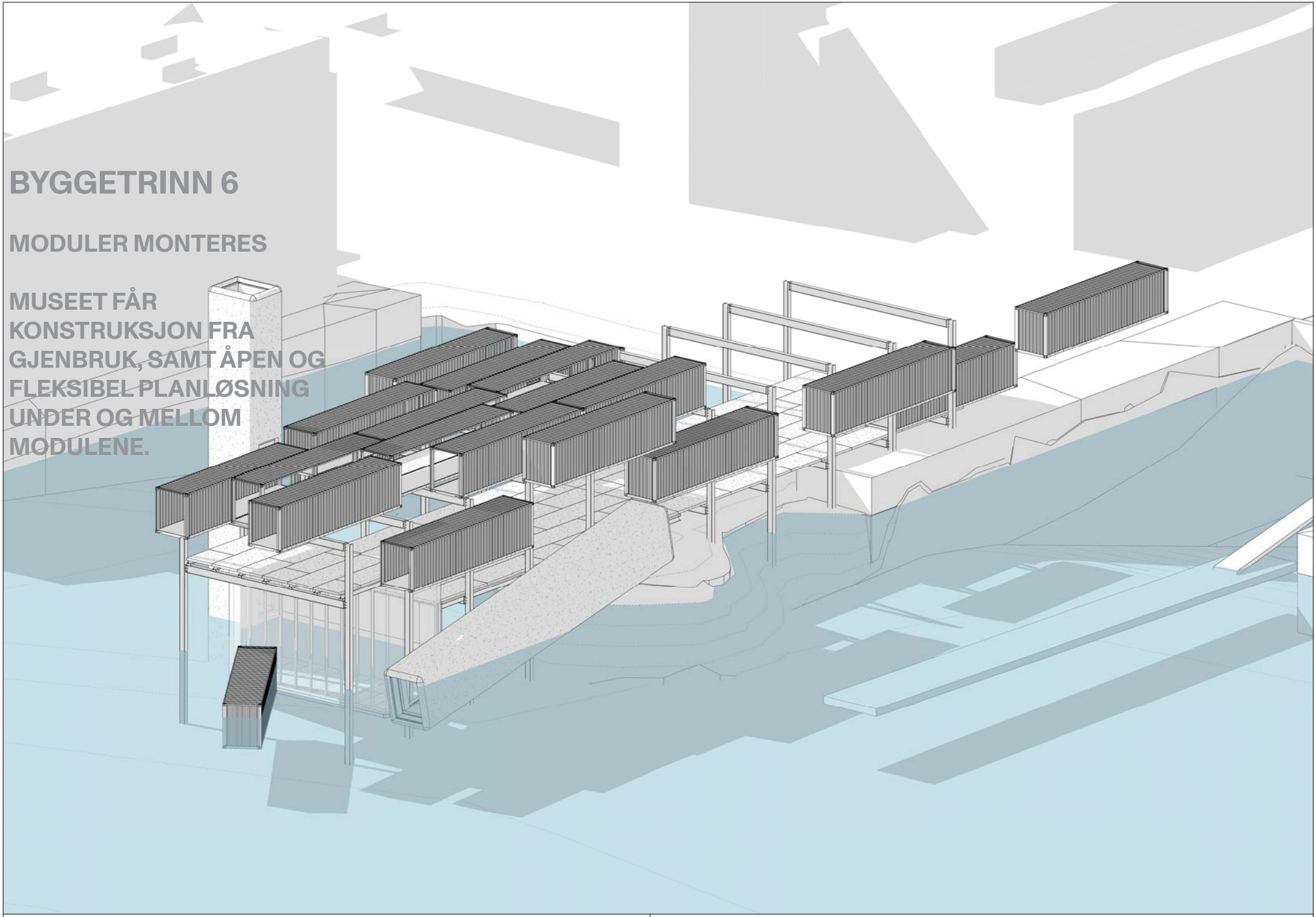
DEKKER MED VEKT
MOTVIRKER OPPDRIFT
FRA UNDERVANNSDELEN



BYGGETRINN 6

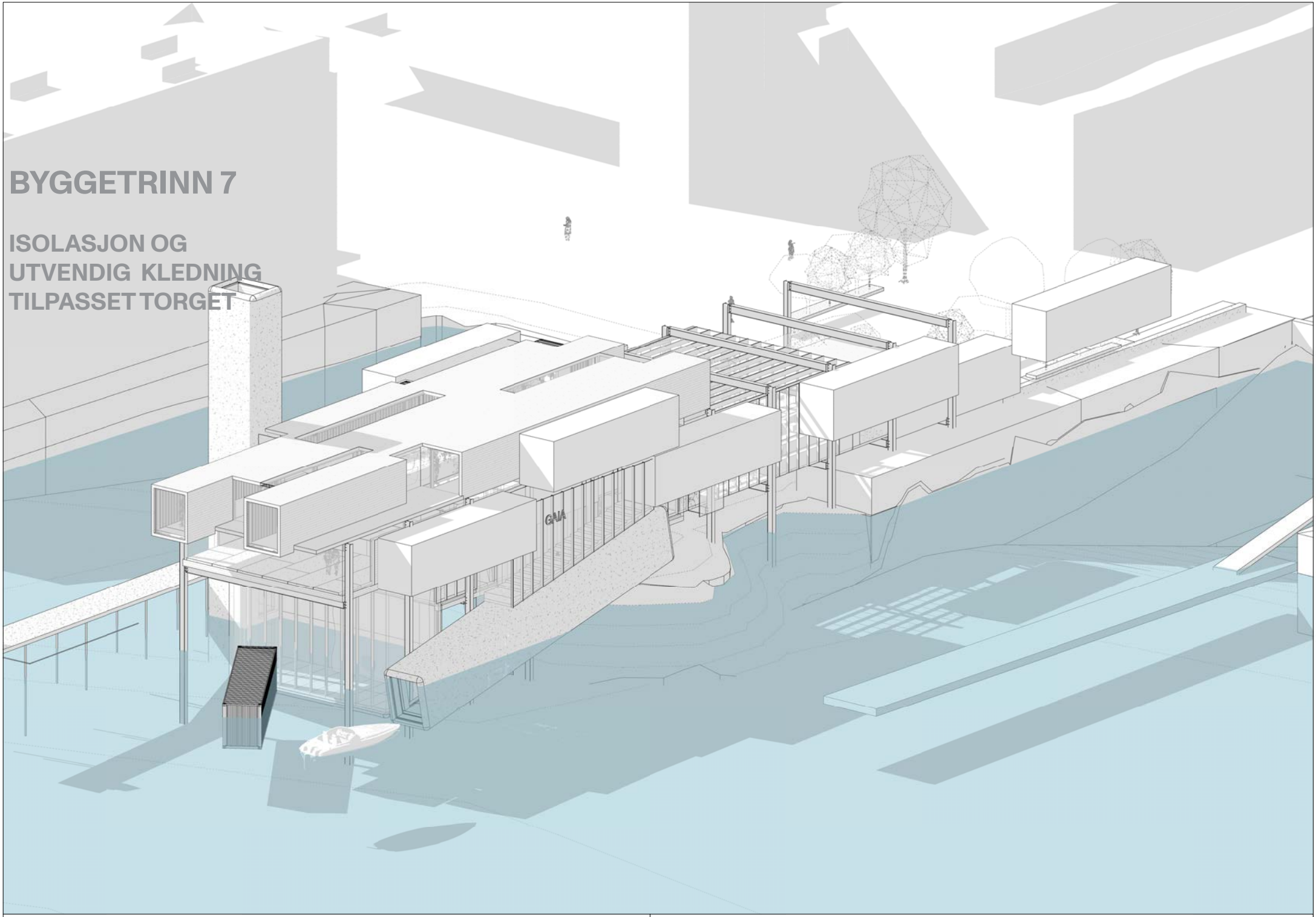
MODULER MONTERES

MUSEET FÅR KONSTRUKSJON FRA GJENBRUK, SAMT ÅPEN OG FLEKSIBEL PLANLØSNING UNDER OG MELLOM MODULENE.



BYGGETRINN 7

ISOLASJON OG UTVENDIG KLEDNING TILPASSET TORGET



BFY (RÅDGIVENDE INGENIØR BYGNINGSFYSIKK)

AVKLARING VANNTETTHET, LUFTFUKTIGHET, ENERGIREGNSKAP

ALTERNATIVER FOR VANNTETTHET UNDER VANN

KONTAINER MED UTVENDIG ISOLASJON OG MEMBRAN

DET KAN VÆRE AT NOE FUKTIGHET KOMMER IGJENNOM. DETTE MÅ HÅNDTERES MED INNVENDIG DRENERING NED TIL PUMPEKUM TILSV. BÅTER MED DOBBELT SKROG.

DENNE LØSNINGEN MÅ DET SEES MER PÅ OM VI GÅR VIDERE MED DEN.

BETONG MED INNVENDIG MEMBRAN OG ISOLASJON

DET KAN VÆRE AT NOE FUKTIGHET KOMMER IGJENNOM. DETTE MÅ HÅNDTERES MED INNVENDIG DRENERING NED TIL PUMPEKUM TILSV. BÅTER MED DOBBELT SKROG.

DETTE ER LØSBART TILSVARENDE AMBASSADEN.
KNOTTEPLAST LANGS VEGGER, VANN RENNER NEDOVER. ISODREN LANGS DEKKE BORT TIL PUMPEKUM.
MULIG PUMPEKUM UNDER HEIS?

DENNE LØSNINGEN MÅ DET SEES MER PÅ OM VI GÅR VIDERE MED DEN.

ALTERNATIVER FOR ISOLERING OG LUFTFUKTIGHET I AREALER SOM HAR VANNTRYKK MOT SEG.

PÅ RESTAURANTEN "UNDER" ER "GLASSET" LAGET AV 280MM PLAST.
DETTE HAR NOE BEDRE ISOLERINGSEVNE ENN GLASS.

DET MÅ SEES VIDERE PÅ ISOLERING, KONDENS, LUFTFUKTIGHET, KRAV TIL LUFTFUKTIGHET IFT MUSEUMSGJENSTANDER.

EN MULIGHET ER AT ROMMET SKILLES AV SÅ DET ER ET ANNET KLIMA, MEN DET BESTE ER OM DET OGSÅ HER HAR TILSTREKKELIG LUFTKVALITET FOR UTSTILLINGSOBJEKTER.

BYGNINGSFYSIKER SER MER PÅ DETTE.

ENERGIREGNSKAP

KRAV
MUSEUM HAR SAMME MINIMUMSKRAV SOM BOLIG.
F.EKS. UVERDI YTTERVEGG 0,18, UVERDI TAK / DEKKE 0,22

MUSEUM HAR IKKE SAMME KRAV SOM BOLIG TIL MENGDE GLASS IFT BRA M2. DETTE ER UBEGRENSET.

MUSEUM HAR IKKE SAMME KRAV SOM BOLIG IFT ENERGIFORBRUK.
BOLIG HAR 95 KWT PR M2 BRA PR ÅR.
MUSEUM HAR 130 KWT PR M2 BRA PR ÅR.

TYKKELSER OG GJENBRUKSMATERIALER
YTTERVEGG 0,18 TILSV 250MM MINERALULL.
OM VI BRUKER F.EKS PIR ISOLASJON HAR DEN CA 1.8 X BEDRE ISOLERINGSEVNE. DET VIL DA VÆRE NOK MED CA 150MM

DET MÅ UNDERSØKES OM ISOLERINGEN FRA GJENBRUKSSTASJONEN ER FRA KJØLECONTAINERE ELLER FRA ET KJØLEROM.
ER DETTE FORTSATT TILGJENGELIG.
HVA SLAGS MATERIALE ER DET?
MÅ DET GJØRES TILTAK IFT BRENNBARHET?

LENGDEMETER MED FASADE
IFT GJENNOMSNITT MINIMUMSKRAV FOR YTTERVEGG HAR DETTE INGEN TING Å SI, MEN IFT ENERGIFORBRUK REGNES ALLE FLATER. DA HAR DET NOE Å SI.
VI KAN KOMPENSERE MED EKSTRA TYKK ISOLASJON RUNDT DEN DIGITALE SONEN DER DET SKAL VÆRE MØRKT.
DETTE KAN GJØRE AT VI KAN BRUKE TYNNERE ISOLASJON INNI ELLER UTENPÅ CONTAINERE, SAMT HA STØRRE GLASSAREALER.

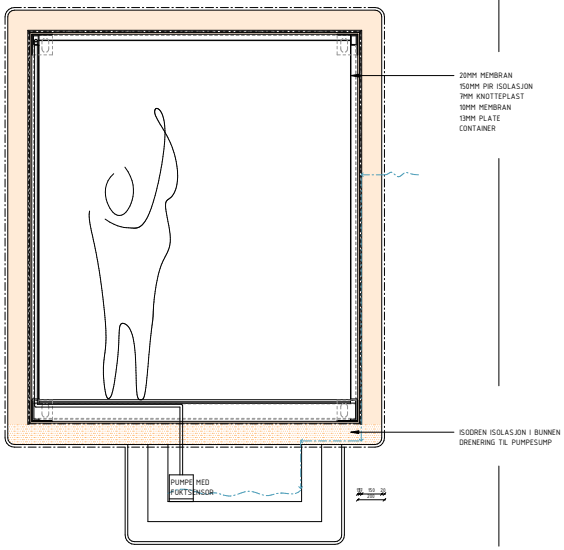
KULDEBROER
IFT VARMETAP ER DETTE LØSBART. DET UTGJØR VELDIG LITE IFT HELE BYGGET. F.EKS HADDE ET GAMMELT BYGG SOM VAR VELDIG DÅRLIG PÅ KULDEBROER BARE 3%.
DET SOM ER VIKTIG ER DETALJER SOM SIKRER AT VI UNNGÅR KONDENS. F.EKS HVIS LUFT MED FUKTIGHET IKKE NÅR FREM VIL IKKE KONDENS OPPSTÅ.
ALLE SKISSENE VI HAR SETT PÅ ER LØSBARE IFT BYGNINGSFYSIKK. DETTE BØR IKKE BLI SETT PÅ SOM EN HINDRING FOR VIDERE UTVIKLING

TEKNISK ROM OG OPPVARMET AREAL
TEKNISK ROM KAN HOLDES UTENFOR BEREGNINGEN AV OPPVARMET AREAL. DETTE ROMMET TRENGER BARE Å HOLDES FROSTSIKKERT. CA 5C. 75MM ISO BØR HOLDE. UTSTYRET AVGIR NOK VARME FOR ROMMET.

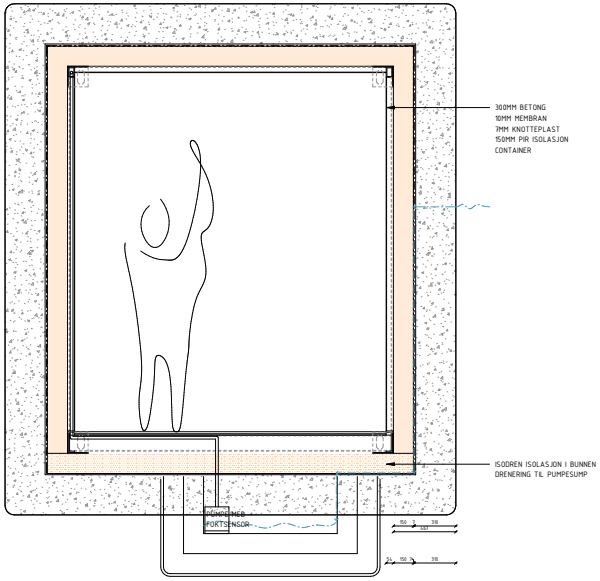
AVKLARING VANNTETT SONE

ALTERNATIVER FOR VANNTETT SONE

ALTERNATIV 1 - CONTAINER MED UTVENDIG ISOLASJON OG MEMBRAN
+ UTVENDIG MEMBRAN ER TILGJENGELIG OG KAN VEDLIKEHOLDES VED BEHOV
- INNVENDIG MEBRAN ER IKKE LIKE TILGJENGELIG



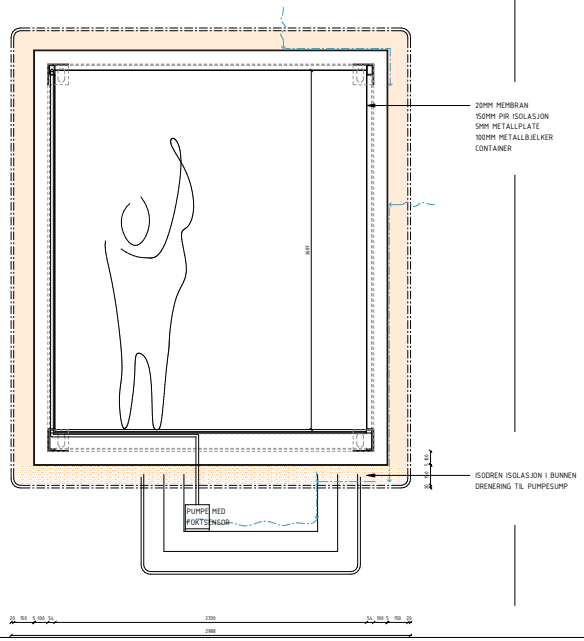
ALTERNATIV 2 - BETONG MED INNVENDIG MEMBRAN OG ISOALSJON (KAN VÆRE CONTAINER PÅ INNSIDEN MEN KAN OGSÅ VÆRE NOE ANNET)
+ UTVENDIG ROBUST BETONG TILSVARENDE REFERANSEPROSJEKTER
- MEMBRAN ER LITE TILGJENGELIG FOR EVNT. VEDLIKEHOLD



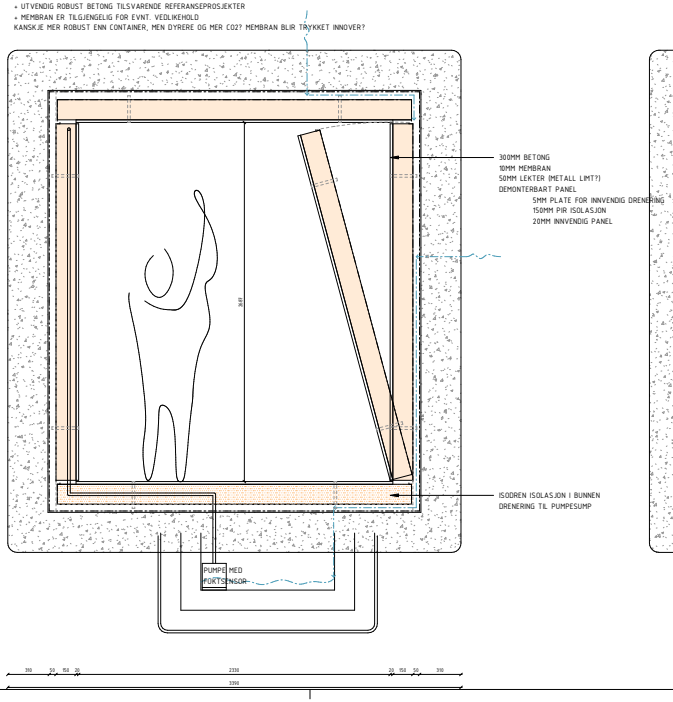
BEGGE ALTERNATIVENE OVER BØR KANSKJE HA DOBBELT SKROG SOM PÅ EN BÅT.
DETTE MULIGJØR ADKOMST FOR VEDLIKEHOLD AV MEMBRAN.

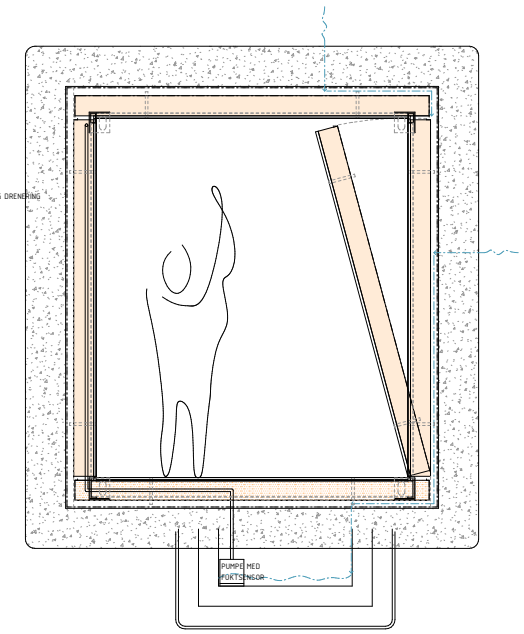
RESTAURANTEN UNDER HAR DETT
AMBASSADEN OM UNDER GRUNNVANNSTAND HAR IKKE DET.
BØR SEES PÅ VIDERE

ALTERNATIV 3 - BJELKEKONSTRUKSJON MED PLATE RUNDT CONTAINER
+ MEMBRAN ER TILGJENGELIG FOR VEDLIKEHOLD UTENFRA.
+ PLATE/CONTAINER/BJELKER ER TILGJENGELIG FOR VEDLIKEHOLD INNENFRA VED AT CONTAINER PANEL DEMONTERES.



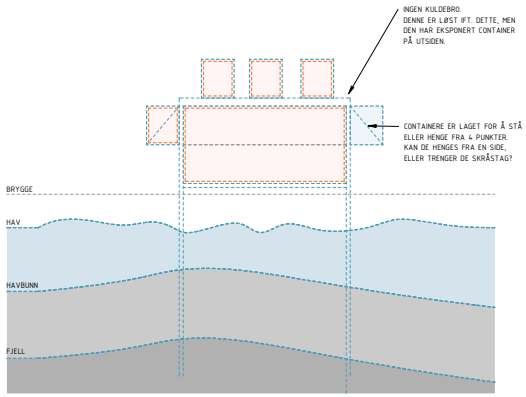
ALTERNATIV 4 - BETONG MED INNVENDIG DEMONTERBARE PANEL
+ UTVENDIG ROBUST BETONG TILSVARENDE REFERANSEPROSJEKTER
+ MEMBRAN ER TILGJENGELIG FOR EVNT. VEDLIKEHOLD
KANSKJE MER ROBUST ENN CONTAINER, MEN DYRERE OG MER CO2? MEMBRAN BLIR TRYKKET INNOVER?



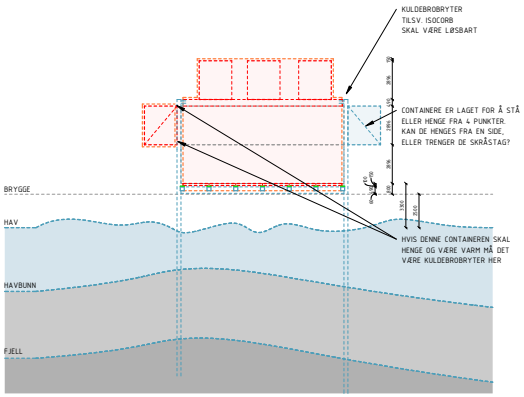


ALTERNATIVER FOR KONSTRUKSJON OG KULDEBROBRYTERE

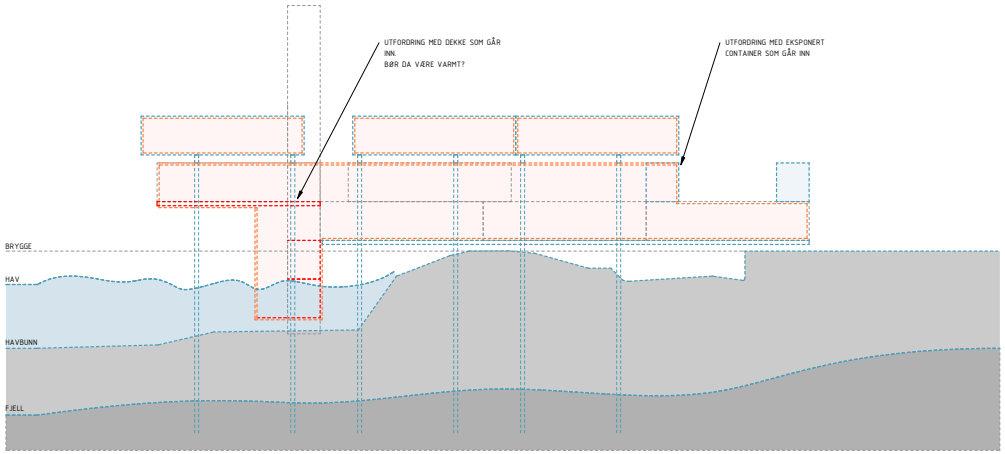
KALD KONSTRUKSJON OG KALDE CONTAINERE
(UTDATERT LØSNING)

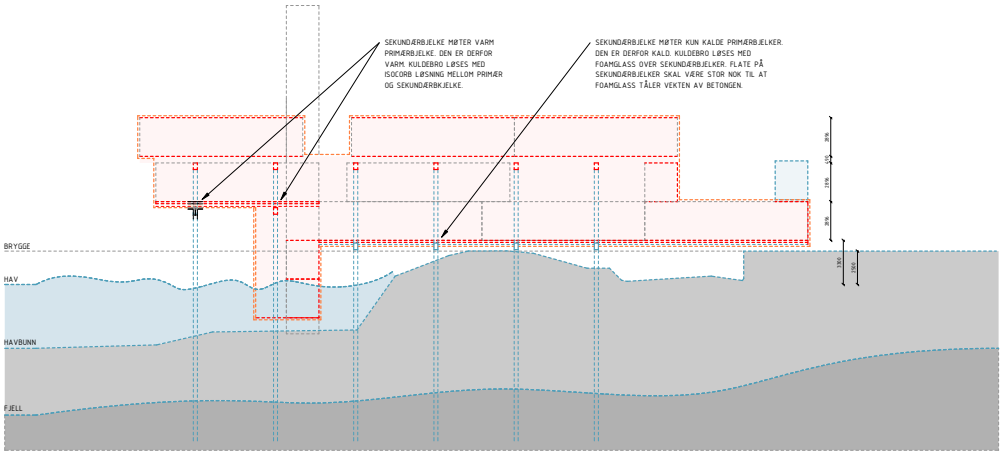


KALDE SØYLER, VARM BJELKE OG CONTAINERE
(VALGT LØSNING)



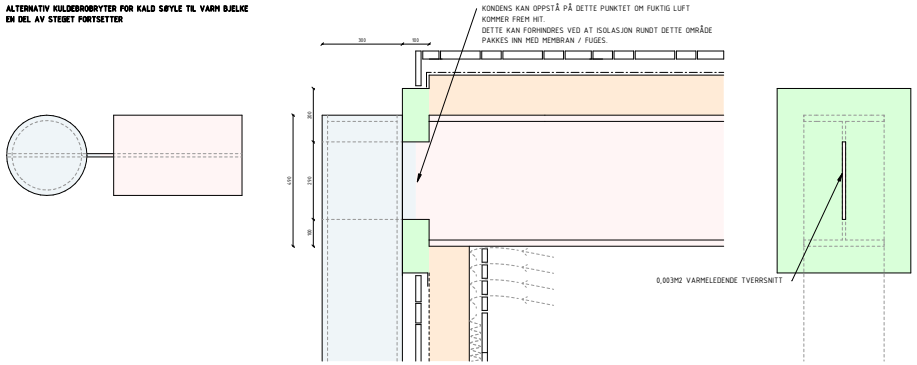
AVKLARING KONSTRUKSJON OG KULDEBROBRYTERE



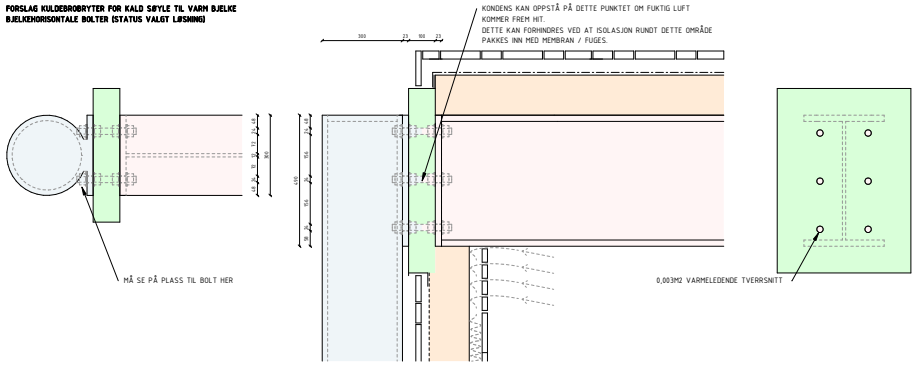


ALTERNATIVER FOR KULDEBROBRYTER – DETALJ A3 1:20

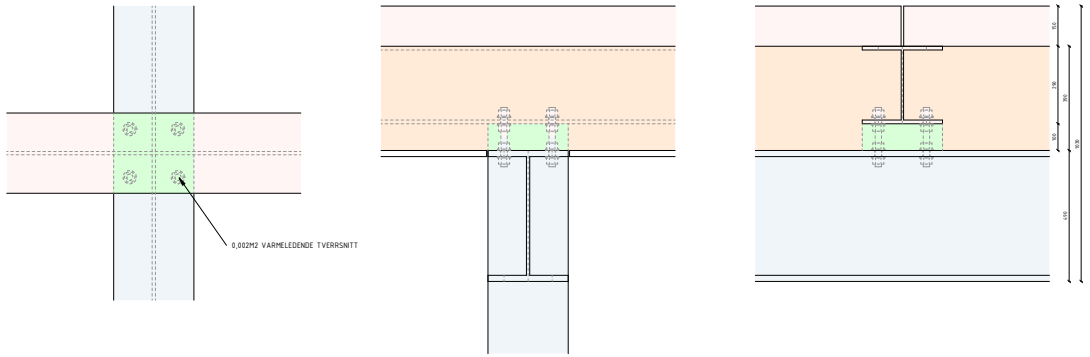
ALTERNATIV KULDEBROBRYTER FOR KALD SØYLE TIL VARM BJELKE EN DEL AV STEGET FORTSETTER



FORSLAG KULDEBROBRYTER FOR KALD SØYLE TIL VARM BJELKE BJELKEHORISONTALE BOLTER (STATUS VALGT LØSNING)

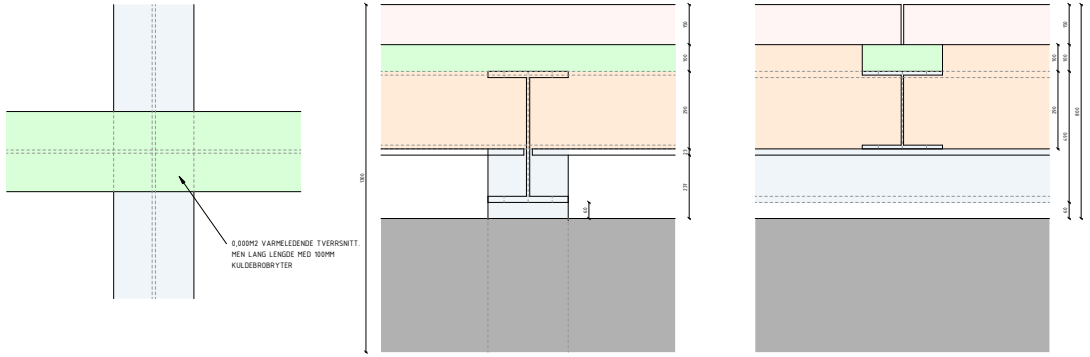


FORSLAG KULDEBROBRYTER FOR UTKRAGET DEKKE



AVKLARING KONSTRUKSJON OG KULDEBROBRYTERE DETALJER

FORSLAG KULDEBROBRYTER FOR 1ETG DEKKE



RIV (RÅDGIVENDE INGENIØR VENTILASJON)

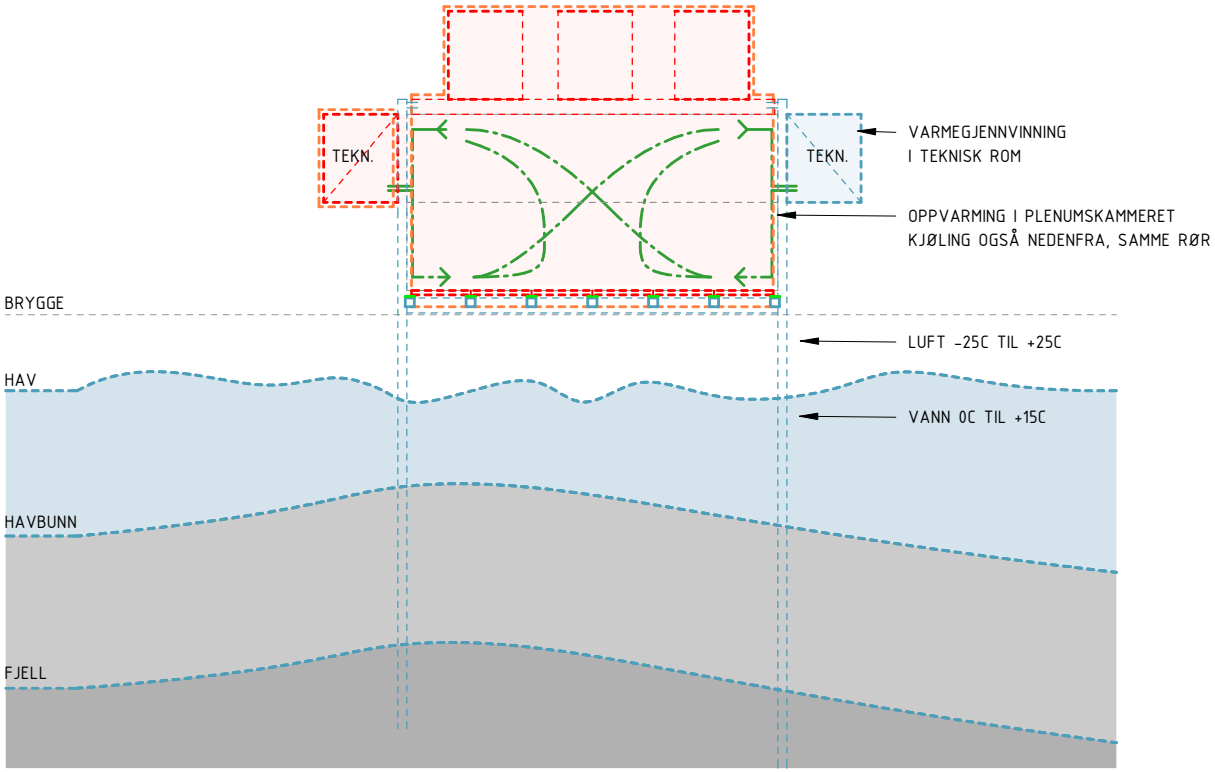
AVKLARING VENTILASJON

VENTILASJON, VARME OG KJØLING

MINDRE AGGREGAT PÅ BEGGE SIDER MED PLENUMSKAMMER I VEGG
FUNGERER PÅ ALLE ALTERNATIVENE OVER

TEKNISK ROM PÅ BEGGE SIDER GJØR AT VI DEKKER HELE VOLUMET MED MINIMALT BEHOV FOR RØR.
DET FØRER OGSÅ TIL AT VI KAN GJENBRUKE MINDRE AGGREGATER.

PLENUMSKAMMER I VEGG FØRER TIL ENDA MINDRE BEHOV FOR RØR.
TILLUFT LANGS SOKKEL UNDER UTSTILLING
AVTREKK LANGS TOPPEN AV VEGGEN.
DETTE FØRER TIL AT VI ER FLEKSIBLE IFT LØSNING FOR KONSTRUKSJON OG KULDEBRO.
DEKKE OG HIMLING ER FRIGJORT.



RIB (RÅDGIVENDE INGENIØR BYGG)
RIG (RÅDGIVENDE INGENIØR GEOTEKNIKK)

TEKNISK RAPPORT FOR OPTIMALISERINGSFASEN



BOLLINGER+GROHMANN

Bollinger+Grohmann Ingeniører AS

Filipstadveien 5
0250 Oslo
Norge

+47 22 12 08 80
office@bollinger-grohmann.no
www.bollinger-grohmann.no

Org: 915 298 087 MVA

21039N / Gaia Museum / Sortland

Dato: 27.02.2025

KONSTRUKSJONSNOTAT

Optimaliseringsfase

Prosjekt:	Gaia Museum Sortland
Oppdragsgiver:	LundHagem Arkitekter Filipstadveien 5, Oslo
Arkitekt:	LundHagem Arkitekter Filipstadveien 5, Oslo

REVISJONSSKJEMA

01	Første versjon	27.02.2025	CBK	MSt
Rev.	Beskrivelse	Dato	Utarbeidet	Kontroll

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.INNLEDNING 3

2.UNDERLAG 3

3.GRUNNFORHOLD 4

4.LASTANTAKELSER 4

4.1. Egenvekt og permanente laster 4
4.2. Nyttelast 4
4.3. Snølast 4
4.4. Vindlast 4

5.BÆRESYSTEM 5

5.1. Dekker 6
5.2. Søyler og bjelker 6
5.3. Betongkonstruksjoner 7
5.4. Containere 7
5.5. Kuldebrobrytere 7
5.6. Avstivning 8
5.7. Fundamentering 9

6.OPPDRIFT OG MOTVEKT 9

6.1. Analyse 9
6.2. Konklusjon 9

7.BYGGBARHET 9

Vedlegg 1 Oppdrift og motvekt

1. INNLEDNING

Bollinger + Grohmann Ingeniører AS er engasjert av LundHagem Arkitekter for byggeteknisk rådgivning i forbindelse med Gaia Museum i Sortland. Museet skal bygges i Sortland havn, delvis på land, delvis på oppfylte masser og delvis i vann.

Enkelte bygningsdeler vil være under vann, noe som stiller spesielle krav til materialer, prosjektering og byggeprosess. Det må gjøres særskilte vurderinger for oppdrift, bølgekrefter og forankring.

Prosjektet tar høyde for å benytte gjenbrukte materialer i så stor grad som mulig, noe som stiller krav til dokumentasjon.

Notatet beskriver antagelser og vurderinger som er gjort ifm. konstruksjon i optimaliseringsfasen. B+G har innhentet bistand fra RIG for overordnede vurderinger av fundamentering [3].



Figur 1 Illustrasjon fra ARKs IFC-modell av bygning, havbunn og eksisterende oppfylte masser [2]

2. UNDERLAG

Notat er basert på underlag som er angitt i Tabell 1.

Tabell 1 Underlag.

[1]	Revit-modell	LundHagem, 15.01.2025
[2]	IFC-modell av konstruksjon og tomt	LundHagem, 27.01.2025
[3]	Møter med RIG	21.02.2025, 26.02.2025

3. GRUNNFORHOLD

Det foreligger ingen prosjektspesifikke undersøkelser av grunnforhold. Det tas derfor utgangspunkt i innhentet informasjon fra området, samt vurderinger gjort i samarbeid med RIG.

Ifølge informasjon Multiconsult har formidlet til ARK, basert på tidligere undersøkelser i området, tilsvarer oppmålt havbunn løsmasser med 5 m ned til fast fjell.

RIG har gjort en vurdering av grunnforhold basert på tilgjengelig informasjon for området, og konkluderer med at ingenting tyder på veldig bløte masser i området, og heller ikke fjell som ikke tåler noe strekkforankring.

Videre antas det at eksisterende utfylling ved havnen virker sideveis avstivende for søylene og eventuelt dekket, dersom man velger å forankre dekket direkte til massene. Dette må verifiseres, og det forutsettes at grundigere undersøkelser av grunnforhold gjøres i senere fase.

4. LASTANTAKELSER

4.1. EGENVEKT OG PERMANENTE LASTER

Betong, armert	2500 kg/m3
Stål	7850 kg/m3
Vanntrykk	1000 kg/m3

4.2. NYTTELAST

Nyttelast	Lastkategori iht. NS EN 1991-1-1	Jevnt fordelt last [kN/m^2]	Punktlast [kN]
Kontorarealer	B	3.0	2.0
Museumsarealer	C3	5.0	4.0

4.3. SNØLAST

Det benyttes karakteristisk snølast med 50 års returperiode iht. NS-EN 1991-1-3.

NS-EN 1991-1-3 Figur 5.1 vinkel $0 \leq \alpha \leq 30^o$, μ_1	0.8
NS-EN 1991-1-3 Tab NA.4.1 Sortland ($\leq$ 150 m.o.h.), s_k	5.0 kN/m^2
NS-EN 1991-1-3 Tab NA.5.1 Normal, C_e	1.0
NS-EN 1991-1-3 Tab. 5.2 (8) C_t	1.0
NS-EN 1991-1-3 Tab. (5.1) $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$	4.0 kN/m^2

4.4. VINDLAST

For vindlast er det benyttet terrengruhetskategori 1: «Kystnær, opprørt sjø, åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker».

Vindlast beregnes etter NS-EN 1991-1-4 med parametere og justeringer som beskrevet nedenfor.

Terrengformfaktor c0	1.0
Retningsfaktorer cdir iht. NS-EN 1991-1-4 NA.4 (901.4)	1.0
Referansevind Sortland vb,0	28.0 m/s
Faktor for årstidsvariasjon cseason iht. NS-EN 1991-1-4 Tabell NA.4(901.5)	1.0
Konstruksjonsfaktor cscd iht. NS-EN 1991-1-4 6.2 (1) a).	1.0
Vindkasthastighetstrykk qp	1.360 kN/m2

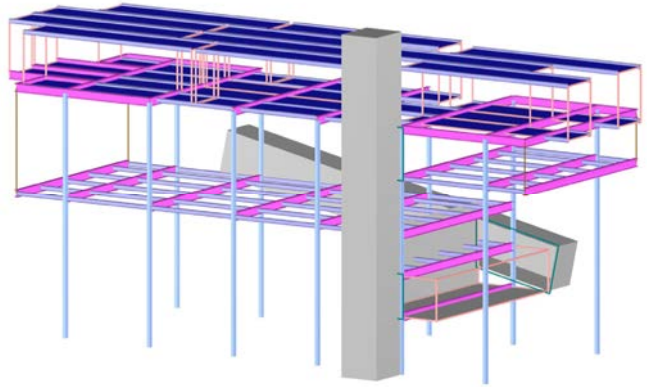
5. BÆRESYSTEM

Hovedbæresystemet består av stålsøyler og -bjelker som danner momentstive rammer. For museumsarealene dannes det stive dekker av stålbjelker og eventuelle stålkryss.

Øverste etasje benyttes til kontorarealer. Denne etasjen bygges opp av gjenbrukte containere, hvor containernes eksisterende stålrammer benyttes som bæresystem.

I fremre del av museumsbygget vil en bygningsdel være delvis under vann. Bygningsdelen bygges opp av en betongvegg i bakkant, betongdekke i underkant og en glass/plast-fasade ut mot vannet i forkant, samt på sidene. Denne delen refereres herved til som «glassboksen».

I tilknytning til glassboksen skal det bygges en heissjakt og en rampe i betong på hver sin side av bygget, som også vil være delvis under vann. Heissjakten fundamenteres til fjell, men festes til konstruksjonen på siden av bygget. Rampen legges på eksisterende oppfylte masser ved havnen, og henger delvis på konstruksjonen på siden av bygget. Rampen fundamenteres ikke til fjell, men svever over havbunnen.



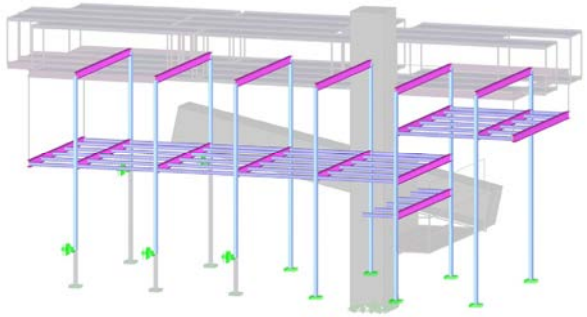
Figur 2 Illustrasjon av bærekonstruksjonen fra global beregningsmodell

5.1. DEKKER

Dekkene i museumsarealene bygges opp av hovedbjelker som spenner mellom hovedsøylene, og sekundærbjelker som spenner mellom hovedbjelkene. Systemet danner stive skiver, og det benyttes horisontale stålkryss dersom det er behov for det. I overkant av ståldekkene legges gjenbrukte betongelementer som spenner mellom sekundærbjelkene og fungerer som gulvoppbygning.

For utkragede deler av dekkene må det enten benyttes strekkstag for å henge opp dekkene i dekket i overkant, eller bjelker som krager ut på sidene og bærer i dekkets plan.

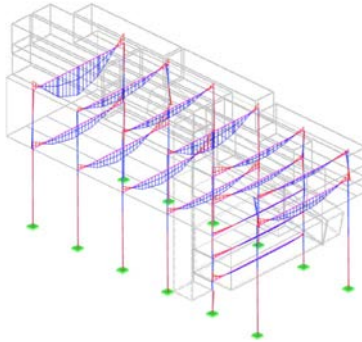
For dekket til kontoretasjen forutsettes det at containernes eksisterende dekker benyttes som bærende dekker som spenner mellom hovedbjelkene. Det må legges til supplerende bærekonstruksjon for å bære utkragede deler av dekket.



Figur 3 Illustrasjon av ståldekkene i museumsarealene fra global beregningsmodell

5.2. SØYLER OG BJELKER

Samtlige søyler og bjelker er av stål. I rammesystemene er vi avhengig av momentstive forbindelser mellom søyler og bjelker.

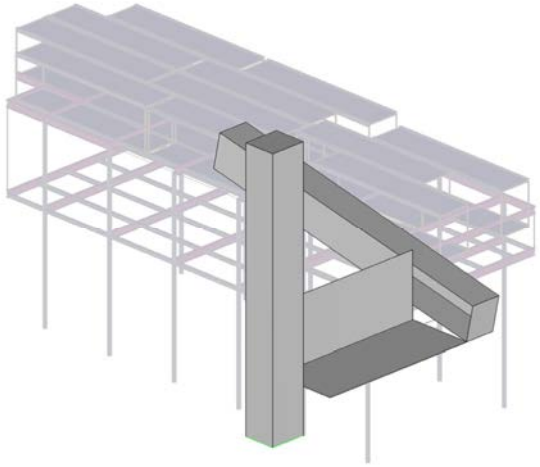


Figur 4 Momentdiagrammer for stålrammer, global beregningsmodell

5.3. BETONGKONSTRUKSJONER

For heissjakt, rampe og glassboksen, som vil ligge delvis under vann, antas det en betongtykkelse på min. 350 mm for å sikre vanntetthet.

Glassboksen er foreløpig tenkt som en brukonstruksjon som spenner mellom heissjakt og rampe.



Figur 5 Illustrasjon av betongkonstruksjoner fra global beregningsmodell

5.4. CONTAINERE

Prosjektering av arealer dannet av gjenbrukte containere gjøres i en senere fase. Det forutsettes at containernes eksisterende bæresystem benyttes så langt det lar seg gjøre.

Det er planlagt at containernes vegger fjernes flere steder for å skape åpne kontorarealer. Det forutsettes at det må legges til supplerende stålkonstruksjoner for å bære containere som krager ut over dekket i underkant, og for å sikre tilstrekkelig avstivning mot vind i denne etasjen.

5.5. KULDEBROBRYTERE

Hovedbæresystemet vil ha overganger mellom kalde og varme klimasoner, og det må derfor sikres tilstrekkelige kuldebrobrytere.

Ståldekkene i museumsarealene og stålsøylene forutsettes kalde. I så fall benyttes det trykkfast isolasjon mellom betongelementene og stålbjelkene.

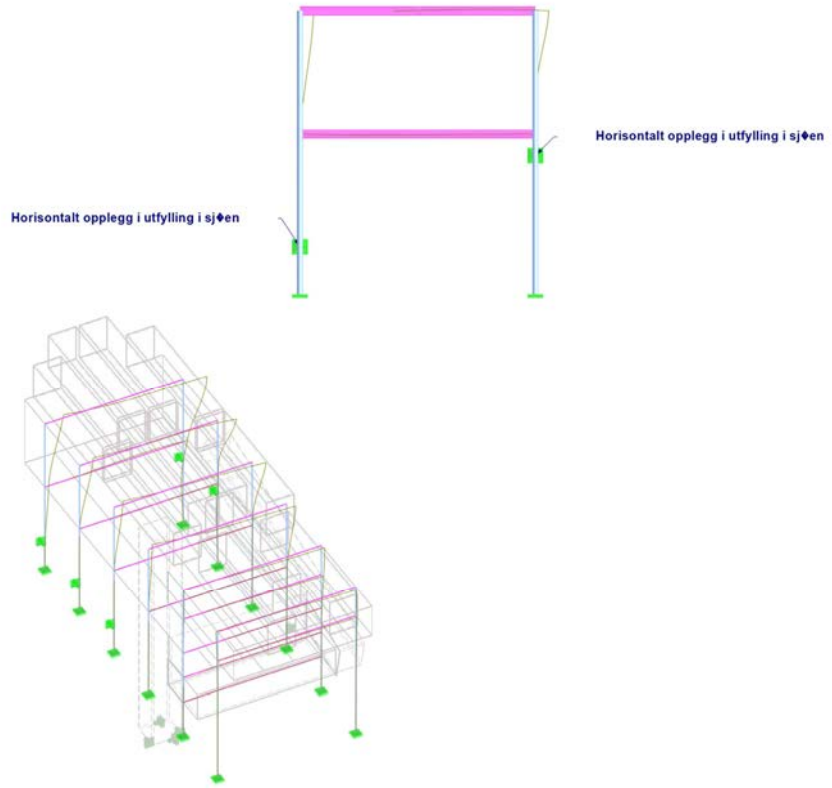
Hovedbjelkene i underkant av kontoretasjen forutsettes varme, mens søylene er kalde. Det må benyttes en kuldebrobryter mellom elementene som skaper en momentstiv forbindelse.

5.6. AVSTIVNING

Stålrammene overfører horisontale vindkrefter ned til grunn. Grunnet lang avstand til havbunn er det nødvendig med sideveis avstivning høyere opp på noen av søylene, for global avstivning. Det antas at søylene fastholdes sideveis av oppfylte masser ved havn, men dette må verifiseres i senere fase. Dersom det ikke er tilfellet er alternativer å benytte vaiere mellom søyler og fjell, eller avstivende kryss på tvers av søyler.

Avstivning og forankring av container-etasjen må prosjekteres i senere fase. Siden det skal fjernes vegger for å åpne opp arealer vil det sannsynligvis være nødvendig med supplerende avstivning i denne etasjen.

Heissjakten fundamenteres til fjell, noe som bidrar til global avstivning av bygget.



Figur 6 Vindanalyse av global beregningsmodell

5.7. FUNDAMENTERING

Det er to mulige konsepter for fundamentering av bygningsdeler under vann.

Fundamenteringskonsept 1 går ut på å unngå strekkrefter i fjell, og dermed benytte et likevekts-prinsipp. Det må da sikres nok motvekt i form av egenvekt fra bygningskroppen til å motstå oppdriftskrefter fra vanntrykket. Denne strategien krever at det tillegges vekt i form av ekstra materialer, eller at geometrien til bygget tilpasses slik at vi kan omfordele vekt.

Fundamenteringskonsept 2 går ut på å benytte strekkfundamentering. Ut ifra kvaliteten på fjell bestemmes dybden strekkpelene må bores. RIG mener dette er en naturlig løsning, og dersom fjell er porøst er det kun et spørsmål om borelengde. Kostnad for boring kan sammenlignes med kostnad for økte masser for motvekt i fundamenteringskonsept 1. Det kan også vurderes å strekkforankre glassboksen direkte til fjell, fremfor at den bygges opp som en brukonstruksjon mellom heissjakt og rampe. Kostnader knyttet til boring kan sammenlignes med krav til armering og konstruksjoner som kreves for brukonstruksjonen.

Utover dette kan søylene fundamenteres til fjell vha. stålrørspeler eller stålkjernepeler. Heissjakten fundamenteres til fjell.

6. OPPDRIFT OG MOTVEKT

Basert på *fundamenteringskonsept 1* er det gjort en foreløpig analyse av oppdrift og motvekt fra bærekonstruksjonen.

6.1. ANALYSE

Det er gjennomført en analyse av oppdrift fra vanntrykk for bygningsdeler under vann, samt motvekt i form av egenvekt fra bygget. For analysen er det antatt høyvann per 200 år.

Resultater vises i *Vedlegg 1 Oppdrift og motvekt*.

6.2. KONKLUSJON

Analysen viser at det vil oppstå strekkrefter i én søyle, basert på nåværende bærekonstruksjon. Det må i senere faser jobbes videre for å sikre tilstrekkelig motvekt over denne søylen, dersom fundamenteringskonsept 1 skal benyttes. Alternativt kan søyler med strekkforankres til fjell som beskrevet i fundamenteringskonsept 2.

7. BYGGBARHET

Bygningsdeler over vann kan prefabrikkeres og føres på plass. Deler under vann krever mer særskilt planlegging.

Med bistand fra RIG er det vurdert at en vanntett og tørr byggegrop som dekker hele området er en svært kostbar løsning som bør unngås.

For betongdelene som er delvis under vann kan det benyttes undervannsstøp, og deretter vanlig støp over vann. Alternativt kan det bygges opp lokale spuntgroper for betongarbeidene.

Et annet alternativ er å prefabrikkere betongelementene og deretter føre de ned i vannet. Forbindelser mellom de ulike undervannsdelene må hensyntas særskilt dersom de føres ned i vannet hver for seg.

Fundamenteringskonsept 2, hvor det benyttes strekkforankring, vil muligens forenkle byggefasen. Fundamenteringskonsept 1 er basert på tilstrekkelig motvekt fra den ferdige bygningskroppen, noe det må finnes alternative løsninger for underveis i byggefasen, dersom undervannsdelene skal på plass tidlig i løpet.

CORE MARINE (RÅDGIVENDE INGENIØR FOR VANNKREFTER)

TEKNISK RAPPORT FOR OPTIMALISERINGSFASEN

Technical note
Gaia Museum - Hydrostatic loading and design considerations for underwater buildings

Introduction

This technical note provides guidance for the design of the planned Gaia Museum in Sortland, Norway. The document includes:

- Hydrostatic loading calculations for normal and extreme water levels,
- An outline of the expected extreme wave and currents and the corresponding hydrostatic loading,
- An outline of design considerations for underwater buildings with focus on hydrostatic and hydrodynamic loading and its effect on foundation design.

Location data

The location is understood to be at 68°41'42.2"N, 15°25'11.1"E.

The water depth at the location is approximately 4.0 m (see Figure 1). This is based on measured depths received from the municipality and measured relative to Normalnull 2000 (NN2000).

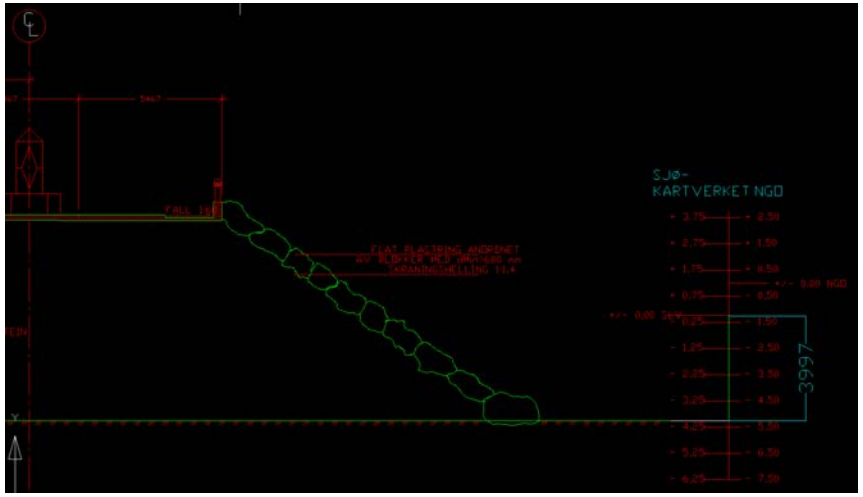


Figure 1: Water depth at location relative to NN2000 (scale on the left-hand side)

Consideration needs to be given to the normal tidal range between Lowest Astronomical Tide (LAT) and Highest Astronomical Tide (HAT). This is the range where normal tidal variations occur outside of storm and flood conditions. This is shown in Figure 2.

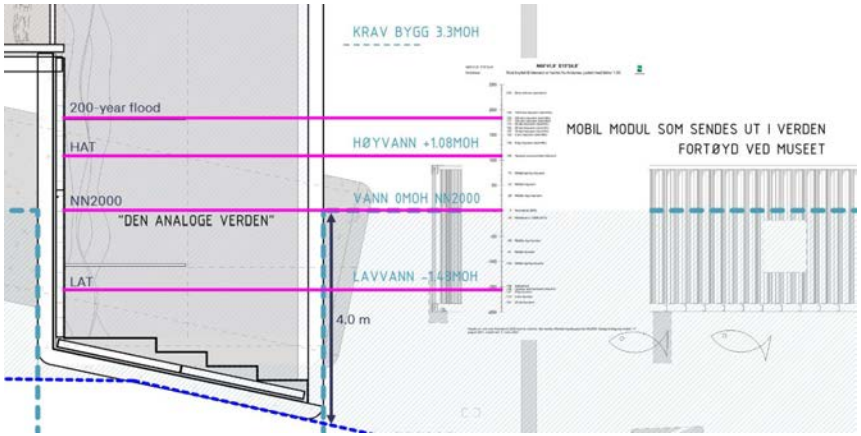


Figure 2: Tidal ranges vs building design depths

The water levels at this location are shown in Table 1 based on details from Kartverket.no.

Table 1: Water level at location (from Kartverket.no)

Parameter	Rel. to NN2000 (m)	Water depth (m)
Lowest astronomical tide (LAT)	-1.48	2.52
Mean water level (1996-2014)	-0.15	3.85
NN2020	0.00	4.00
50-year return period	1.72	5.72
100-year return period	1.77	5.77
200-year return period	1.83	5.83

Hydrostatic loading

From the water levels the hydrostatic loading at the base of the structure has been calculated:

Parameter	Total load (kN/m²)	Addition to NN2000 (kN/m²)
Lowest astronomical tide (LAT)	25.3	-14.9
Mean water level (1996-2014)	38.7	-1.5
NN2020	40.2	0.0
50-year return period	57.5	17.3
100-year return period	58.0	17.8
200-year return period	58.6	18.4

With structures that have submerged volumes there is consideration on the buoyancy load from these sections.

When considering the submerged volume of the structure there are three primary rooms that are considered:

- Viewing room
- Elevator
- Under water ramp

At mean sea level these rooms have an estimated combined buoyancy load of 513T.

If the water level were reach the 200yr flood level this buoyancy load increases to 880T.

The buoyancy load in both MSL and flood scenarios needs to be managed within the overall structural and foundation design of the building. Considerations for this are outlined further in this technical note.

Wave and current loading

Current data for the site have been taken from MET's Norkyst model. Note that the statistics are only based on six years of data, which gives higher uncertainty in the extreme value statistics (see note below).

As shown in Figure 3, the prevailing current direction is North.

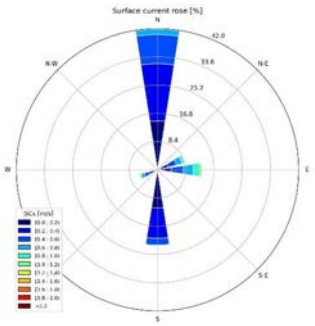


Figure 3: Current rose

Table 1 shows the extreme value statistics and the associated dynamic loading from current.

Table 2: Current - extreme value statistics

Return period	Surface current (m/s)	Current pressure
10 years	2.21	49.1 kN/m^2
50 years	2.71	73.8 kN/m^2
100 years	2.92	85.7 kN/m^2

Based on data from the Norwegian Coastal Forecasting Centre the projected extreme sea states can be seen in Table 3. Noting this data set is only 6 years, therefore the confidence for the extreme values is low. A detailed site-specific study is recommended to be done in future stages to refine the extreme values. Noting, this may present larger magnitude waves (see note below). Overall, the fjord is relatively sheltered with a low significant wave height for the 100-year return period condition.

Table 3: Waves - extreme value statistics

Return period (years)	Hs (m)		
	Return Value	Lower CI	Upper CI
1	0.427	0.379	0.479
2	0.493	0.433	0.558
5	0.581	0.504	0.664
10	0.647	0.558	0.743
20	0.713	0.612	0.823
25	0.735	0.629	0.849
50	0.801	0.683	0.928
100	0.867	0.737	1.008

For the calculations in this study the upper confidence interval 100-year return period Hs has been used together with the maximum Tp from the dataset:

Table 4: Wave height and period used in calculations

Parameter	Value
Significant wave height, Hs	1.0 m
Peak wave period, Tp	5.9 s

The hydrostatic loading caused by a wave of this size is calculated in Table 5.

Table 5: Hydrostatic loading from waves

Parameter	Value
H_{max}/H_s	1.8 (typical value)
Max. wave height	1.8 m
Hydrostatic loading	18.1 kN/m^2

An estimate of the dynamic loading can be found by calculating the dynamic pressure from the wave at different depths:

Parameter	Value
Wave length	37.0 m
Wave number	0.17 m^{-1}
Dynamic pressure at depth:	
0 m	10.1 kN/m^2
1 m	9.2 kN/m^2
2 m	8.6 kN/m^2
3 m	8.2 kN/m^2
4 m	8.1 kN/m^2

Note: Extreme value statistics for the site

Since only a 6-year duration of data is available for the site, the extreme values provided are associated with high uncertainty. The closest point with sufficient data is located too far away to be representative of the conditions in this location. To obtain higher confidence data for the location a wave propagation study for the area should be performed. This study would need to cover a large area to accurately model wave propagation and dissipation within the fjord. For such study it is also recommended to have at least some months of wave measurements to validate the model.

Design considerations

With a building that is placed within the marine environment there are additional considerations to those of a more standard civil structure. For Gaia there are three main portions of the building that transect the water line. These sections are integrated to the main structure.

When considering the foundation design and loading for the building the primary difference to standard buildings are:

- Hydrostatic pressure
- Buoyancy load or uplift
- Dynamic lateral and vertical loading due to waves
- Lateral loading due to waves and current

Buoyancy Loading

When considering a normal civil structure, the primary loading of deadweight acts vertically downwards, as such the foundation and geotechnical design considerations have piles in compression. In a building such as Gaia, there is the underwater portion that has an upwards force as shown in the yellow portion below.

This buoyancy load needs to be assessed against the mass of the submerged structure to determine the net resultant load. Based on the design where there are an additional two floors of building above the submerged portion, the net force in this location may be managed via deadweight alone.

This load calculation needs to be performed for the flood scenario as well. With this scenario a risk-based assessment should be considered due to the probability of the flood scenario and risk of potential tension in the foundation piles.



Dynamic loading

With building and structures that are subject to wave and current loading there is a dynamic load portion that needs to be considered.

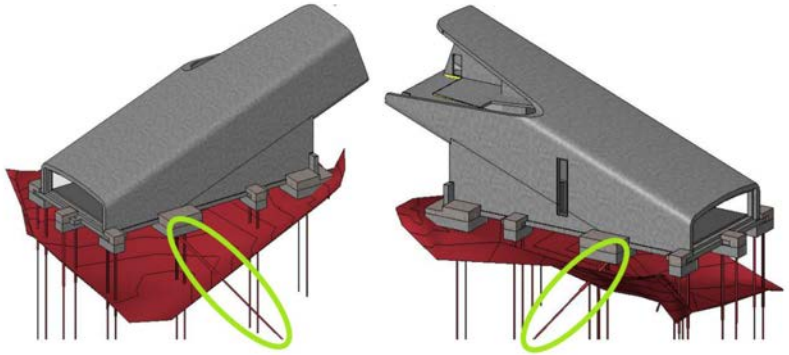
Wave loads act with three main forces:

- Hydrostatic water pressure increases- driven by a higher water column
- Pressure load increases due to the water inertia driven by the wave motion
- Impact forces due to wave slamming

The first two loads vary at a frequency that matches the wave periods. The third is an impulse load that occurs when the wave impacts the structure.

The water inertia and impact loads are difficult to model without sophisticated Computational Fluid Dynamic (CFD) methods. Due to the effort required to ascertain this loading the exterior to the structure should be fixed early to allow an initial load assessment. If loading issues arise, then any modifications to the structure or form to reduce this loading can then be implemented.

This dynamic loading due to waves and current induces a lateral loading to the structure that needs to be assessed in its foundation and geotechnical design. It may introduce the requirement for lateral stabilization of the structure. An example of this lateral stabilization can be seen in the image below from UNDER, where there was significant wave action and horizontal loading.



General Consideration

When building in the marine environment material selection and construction methodology can determine the form and primary design details of a building. The proposed strategy is that the underwater part is split into 3 elements that's built off site

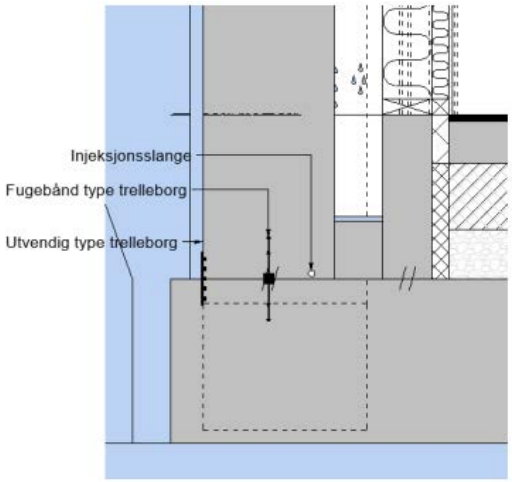
1. Underwater gallery is brought by boats and sunken in place.
2. Columns and beams constructed for above water elements.
3. Ramp and the lift elements is brought by boats and sunken in place.
4. Underwater gallery, ramp and lift elements connected with a watertight detailing.

With this methodology there is a high risk that water ingress to the underwater gallery can occur. This can be designed for but will dictate the material specification for the internal walls and limit the amount of fit out that can be completed prior to final water sealing. The underwater viewing windows also need to be considered. These are typically designed to only have a 1-way seal. IE. Only designed to take water pressure from outside.

Connecting elements underwater for this kind of construction will require new and novel methods to be developed to achieve the architectural outcomes desired.

It maybe desirable to construct the underwater gallery and below water portions of the ramp and lift shaft as one element before sinking to ensure all connections are above water.

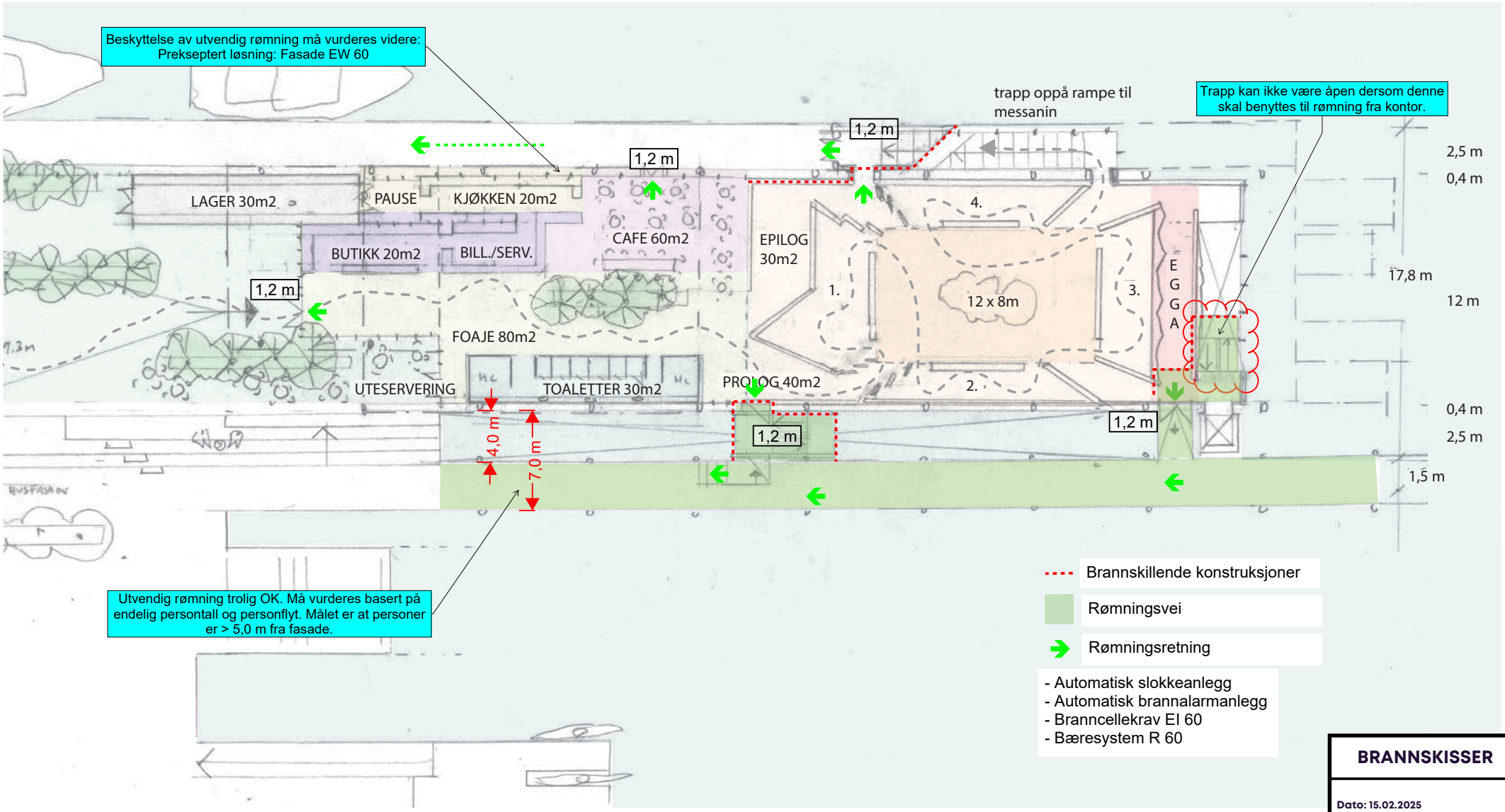
For constructions made in concrete there are well known methodologies for creating watertight connection between multiple concrete pours. The primary method is to embed a waterstop element in the central portion of the wall thickness prior to conducting the next pour. A tape/paint is then applied on the outside of the concrete join to provide an additional barrier for water ingress. An example of this is shown in the image below:



RIBR (RÅDGIVENEDE INGENIØR BRANN)

TEKNISK RAPPORT FOR OPTIMALISERINGSFASEN

PLAN 1



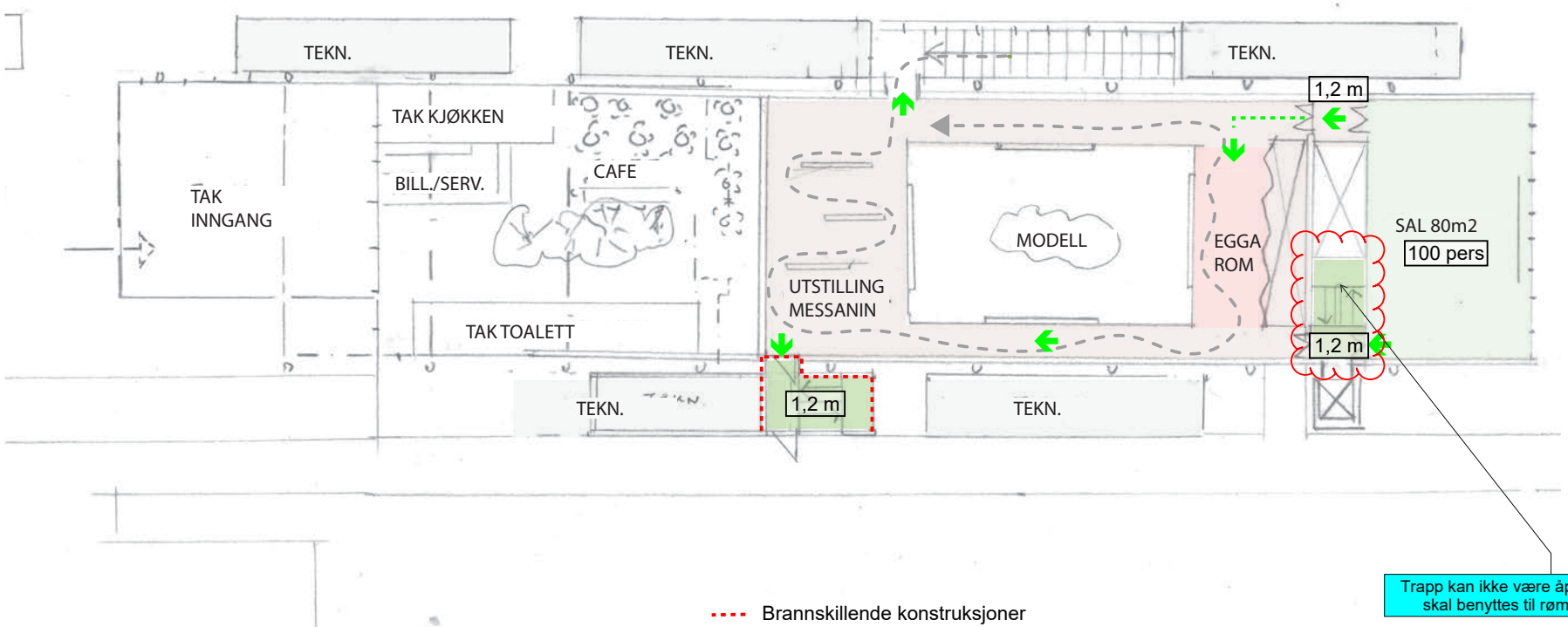
BRANNSKISSER

Dato: 15.02.2025
Prosjektnr: P300042

Utarbeidet: Joakim Folkesson
Kontrollert: Morten I. Berland

IGNIST
www.ignist.no

PLAN 2



Brannskillende konstruksjoner

Rømningsvei

Rømningsretning

- Automatisk slokkeanlegg
- Automatisk brannalarmanlegg
- Branncellekrav EI 60
- Bæresystem R 60

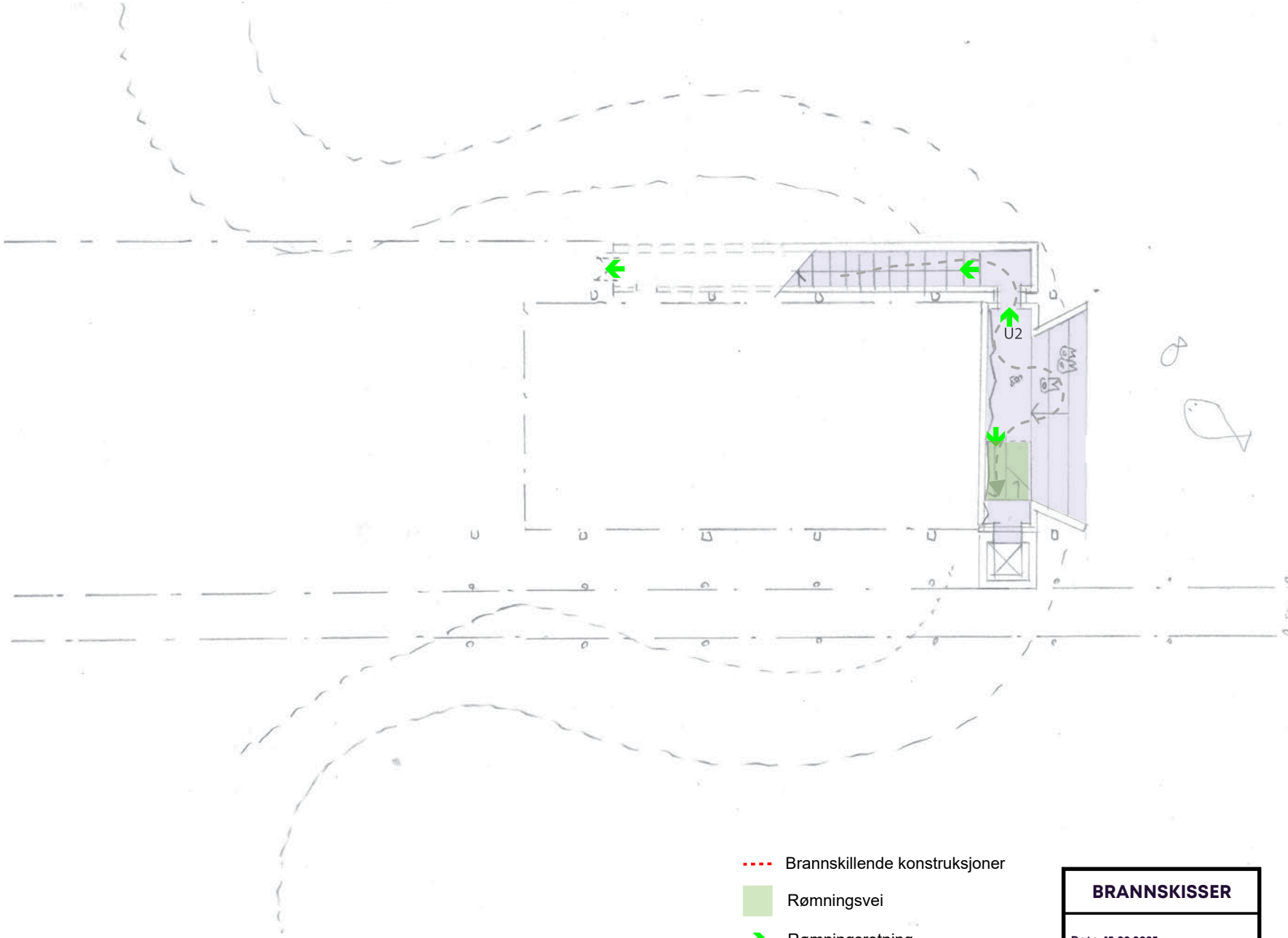
BRANNSKISSER

Dato: 15.02.2025
Prosjektnr: P300042

Utarbeidet: Joakim Folkesson
Kontrollert: Morten I. Berland

IGNIST
www.ignist.no

PLAN U2



Brannskillende konstruksjoner

Rømningsvei

Rømningsretning

- Automatisk slokkeanlegg
- Automatisk brannalarmanlegg
- Branncellekrav EI 60
- Bæresystem R 60

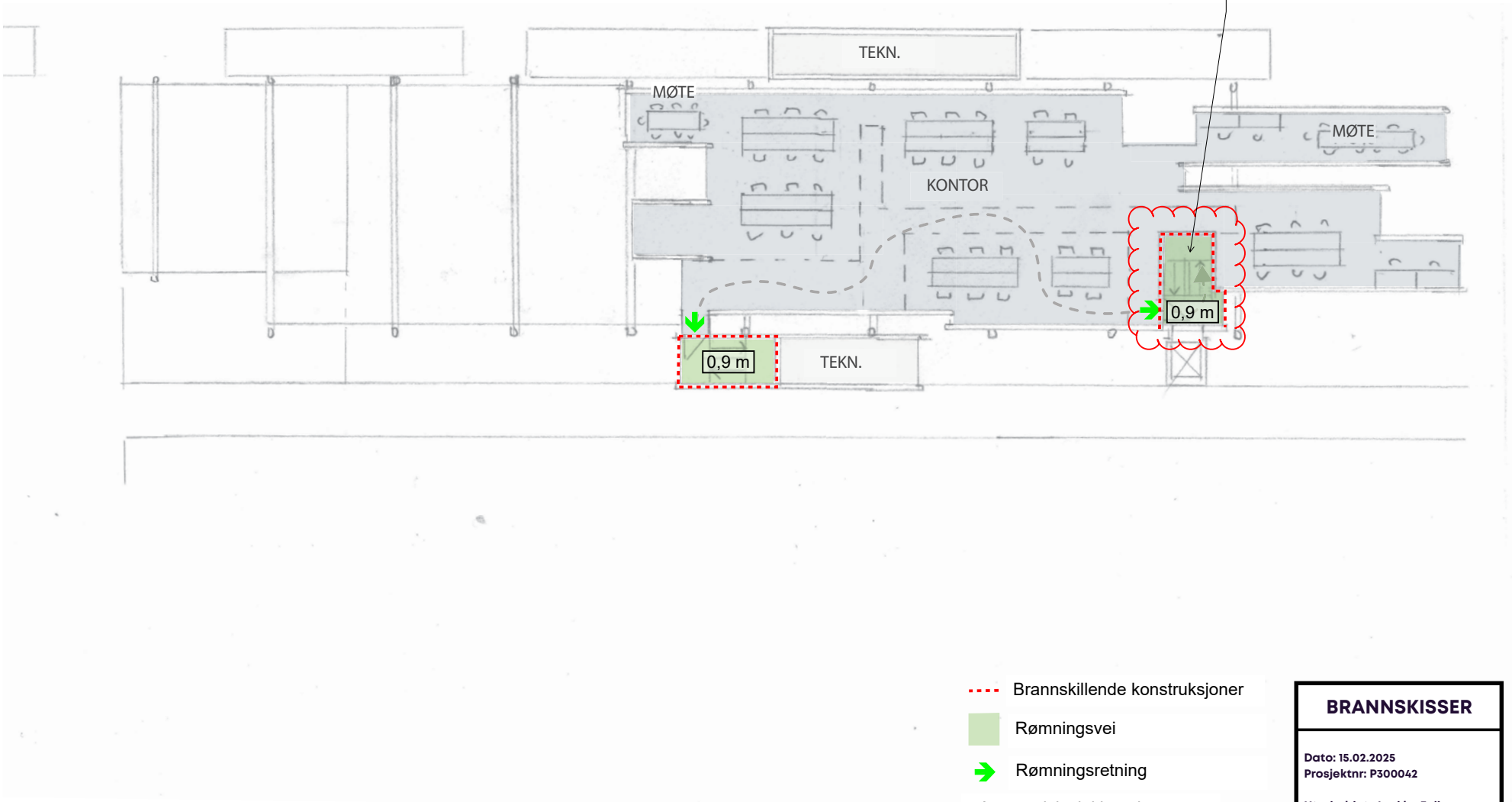
BRANNSKISSER

Dato: 15.02.2025
Prosjektnr: P300042

Utarbeidet: Joakim Folkesson
Kontrollert: Morten I. Berland

IGNIST
www.ignist.no

PLAN 3



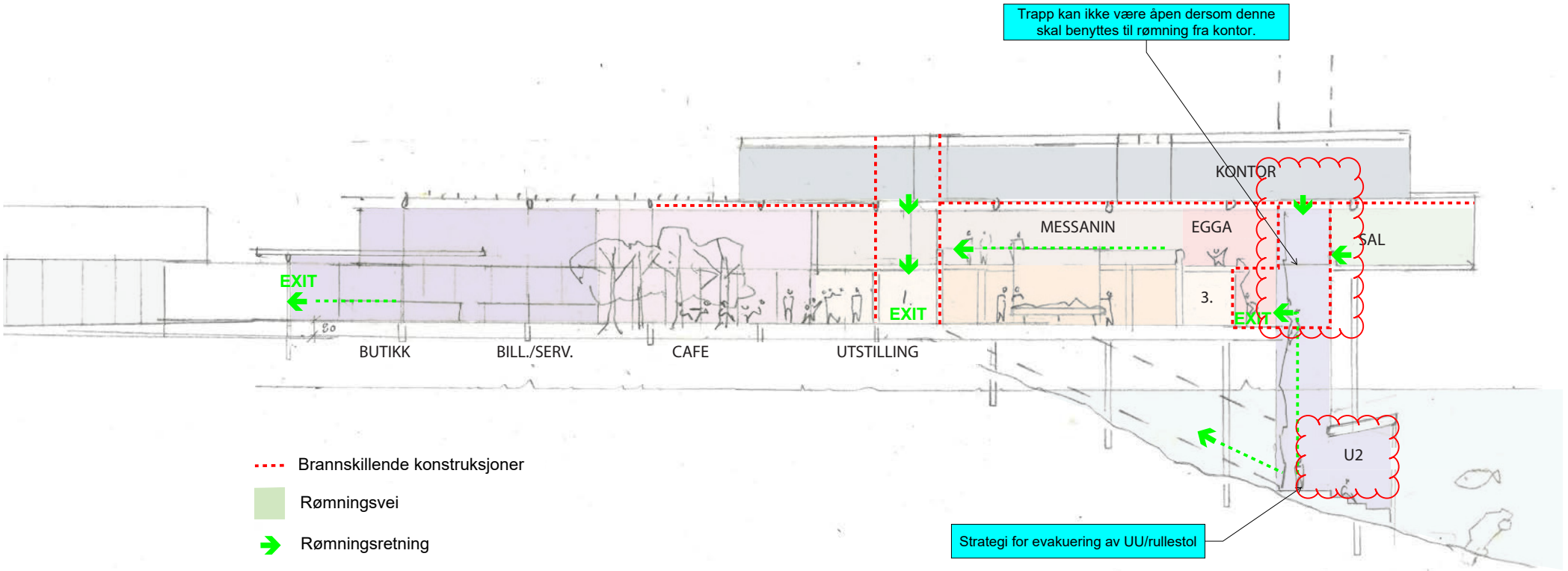
BRANNSKISSER

Dato: 15.02.2025
Prosjektnr: P300042

Utarbeidet: Joakim Folkesson
Kontrollert: Morten I. Berland

IGNIST
www.ignist.no

SNITT



Brannskillende konstruksjoner

Rømningsvei

Rømningsretning

- Automatisk slokkeanlegg
- Automatisk brannalarmanlegg
- Branncellekrav EI 60
- Bæresystem R 60

BRANNSKISSER

Dato: 15.02.2025
Prosjektnr: P300042

Utarbeidet: Joakim Folkesson
Kontrollert: Morten I. Berland

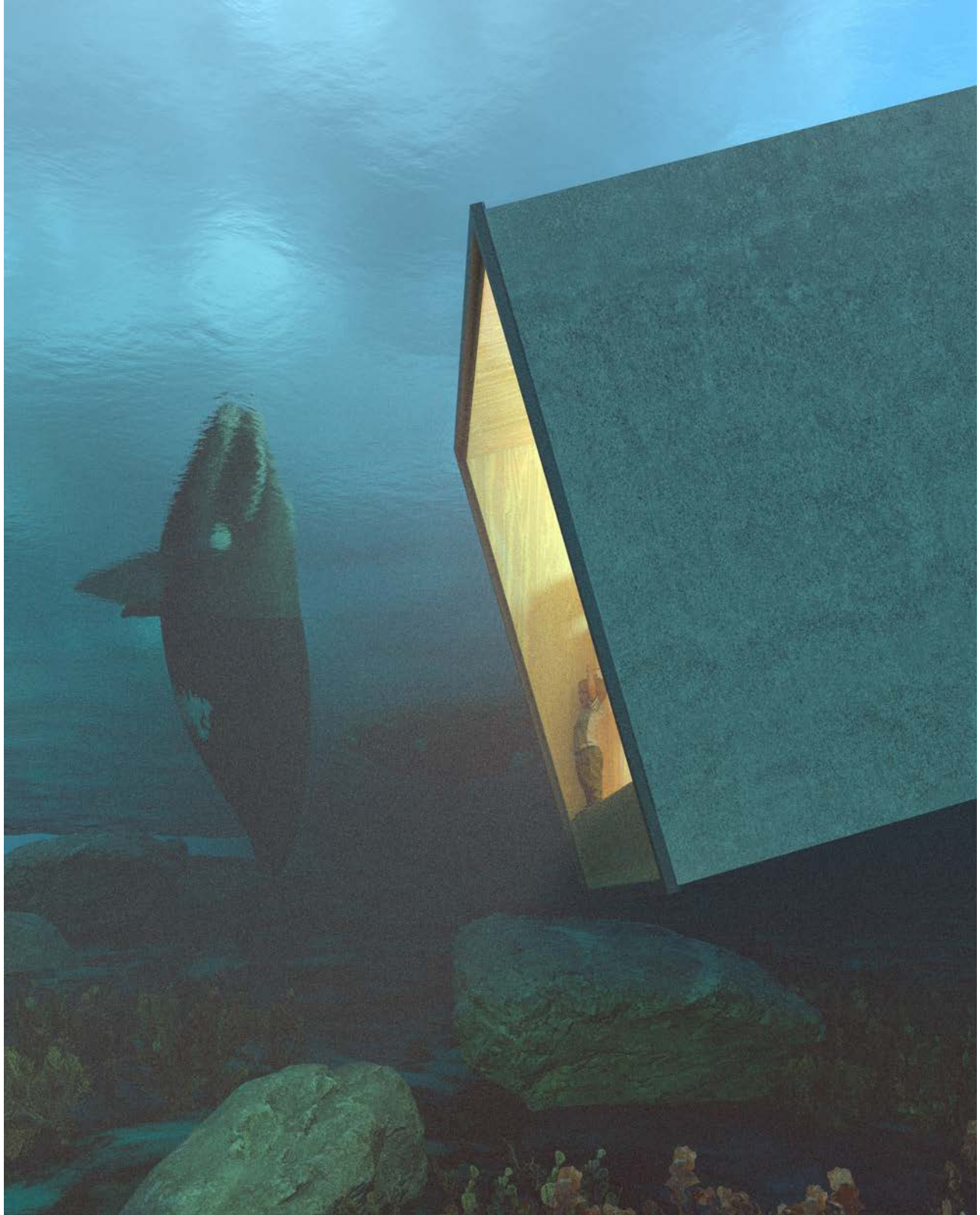
IGNIST
www.ignist.no

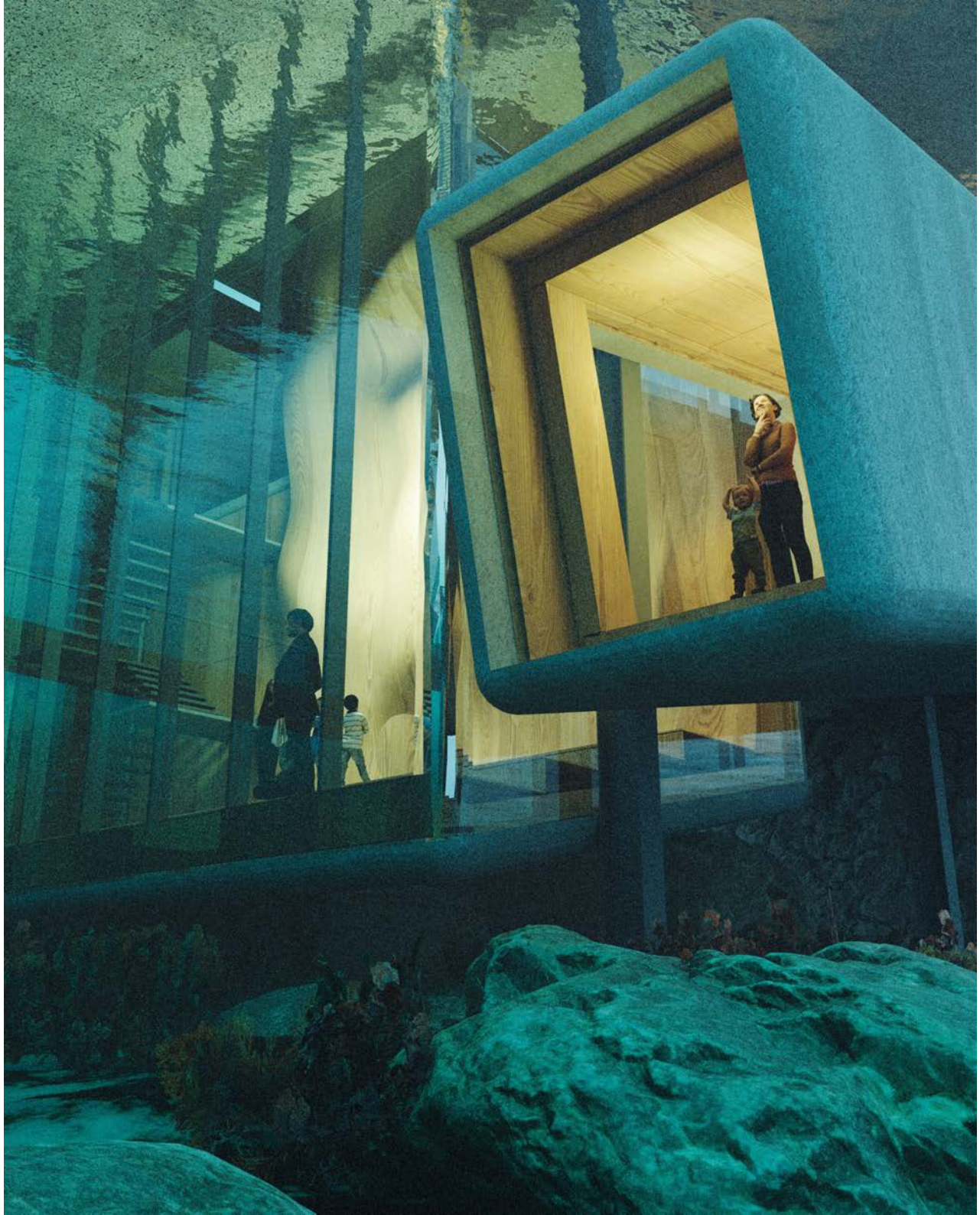
ARKITEKT

ILLUSTRASJONER




GAIA
VESTERÅLEN











lundhagem

MUSEUM NORD
21 MUSEER – 1000 HISTORIER

Sortland kommune

CircBoost

Co-funded by the European Union