

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Instituttet for
matematiske realfag
og teknologi

Masteroppgave 2014
60 stp

Revitalisering av Cellulosen Papirfabrikk

Revitalization of Cellulosen Paper Mill

Jan Martin Smørdal og Martin Kihle Løberg

"Every citizen has had long associations with some part of his city, and his image is soaked in memories and meanings", Lynch (1960).



Foto: Originalpipa ved Cellulosen Papirfabrikk. Den er i dag flyttet til Union Torg, i hjertet av Klosterøya.

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet ved Instituttet for Matematiske Realfag og Teknologi ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet. Oppgaven markerer avslutningen for vår mastergrad i Byggeteknikk og Arkitektur og utgjør til sammen 60 studiepoeng.

Målet for oppgaven er å forstå hva bærekraftige løsninger innebærer. Forutsetningen for dette er at vi utfordrer oss selv på å trekke tverrfaglige linjer og at vi forstår teorien som ligger bak. Vår motivasjon er å anvende dette på en stor, eksisterende bygningsmasse. Byggebransjen vil i framtiden preges i større grad av rehabiliteringsprosjekter. Dermed reises spørsmålet; hvordan får man det beste ut av eksisterende bygg?

Vi vil takke Leif Daniel Houck for faglig og inspirerende veiledninger underveis. Det er godt å få så direkte tilbakemeldinger på det man produserer.

Videre må Sweco AS, avdeling Lysaker takkes for å sette de ytre rammene for oppgaven. Særlig var dynamiske tilbakemeldinger og erfaringer fra Michael Ritschel og Hans Martin Momyr viktig.

Håvard Nymoen og Erlend Osnes i Skien Kommune ga oss det vi måtte ønske av bakgrunnsinfo og utredninger av Klosterøya. De var også personene som hjalp oss med videre kontakter. Da er det særlig Knut Heinitz i Bratsberg Gruppen AS vi sikter til. Heinitz har vært behjelpelig med å skaffe originaltegninger, mulighetsstudie og befaring. Uten ham ville dette studie vært vanskelig å gjennomføre. Via ham har vi følgende å takke:

- Dyrvik Arkitekter AS ved Halvor Bergan
- MMW Arkitekter AS ved Magne Magler Wiggen
- A.L Høyer Skien AS ved Jørn Lindgren

Alle disse var imøtekommende og raske med å overlevere tegninger og beregninger de besatt.

Bernt Arnesen må takkes for befaringen som ble en historisk vandring i Cellulosen og på Klosterøya. Dette ga stor motivasjon.

Til slutt må vi selvfølgelig takke våre samboere, familie og klassekamerater for gode råd og støtte underveis. Med det tenker vi tilbake på alle fem årene vi har jobbet oss fram mot denne avsluttende oppgaven.

Ås 15.05.2014

Jan Martin Smørdal

Martin Kihle Løberg

Sammendrag

Mange byer og tettsteder i Norge har sentrumsnære industribygg som står og forfaller. For at byggene skal tas i bruk igjen er man avhengig av nye funksjoner. I dette mulighetsstudiet presenteres det bærekraftige løsninger for nettopp en bygning som dette; Cellulosen Papirfabrikk i Skien. Gjennom en *revitalisering* skal papirfabrikk bli til "synergifabrikk". Diversitet initierer *synergi*; en gjensidig forsterkning gjennom å virke samtidig. Funksjonene som er planlagt bygger på prinsippet om at de skal løfte hverandre fram og utfylle noen av byens behov.

På norske byggeplasser stammer så mye som 45% av avfallet fra tegl og betong. Cellulosen papirfabrikk består nesten utelukkende av disse materialene. Dermed er den meget anvendelig for demonstrering av muligheter, - muligheter som også gir en miljømessig gevinst.

Utfordringen med revitalisering ligger i balansegangen mellom fornyelse og bevaring av identitet. Derfor innledes oppgaven med situasjonsanalyse av datainnsamling vedrørende bygning og Skien som by. Basert på denne informasjonen ble det utarbeidet et funksjonsstudie. Her presenteres det to alternativer: "Snøfabrikken" og "Synergifabrikken". Sistnevnte danner grunnlaget for resten av mulighetsstudiet. Konseptet har sitt utspring i Telemarkskanalen og Skiens historie. Dette speiles gjennom bygget i form av planer og materialitet. Funksjonelle løsninger drøftes med hensyn på industrihistorien. Et nytt innvendig skjelett, bestående av resirkulert papp, gir cellulosefabrikken en ny dimensjon. Det miljøvennlige materialet forteller historien til bygget samtidig som det skaper en kontrast mellom eksisterende og ny konstruksjon. Inspirasjonen bak pappkonstruksjonene er hentet fra den japanske arkitekten Shigeru Ban. Litteraturstudiet tar for seg bruk og anvendelse av papp. Videre undersøkes det aktuelle fasade- og energiløsninger for fabrikk med de bærekraftige kildene sol, vann og trykkforskjeller som grunnlag.

Cellulosen viste seg å ha en sterk bærekonstruksjon som vil egne seg godt for revitalisering. Med dette nevnt, så er fasadene en utfordring med tanke på tilfredstillelse av dagens krav. Denne masteroppgaven utdyper ikke alle økonomiske aspekter, men det blir en avveining vedrørende investering i fasader eller selvforsynt energi. Volumene i fabrikk viste seg anvendelig for plassering av nye funksjoner. Disse funksjonene har til hensikt å fungere i flere dimensjoner for å stimulere sansene hos beboere, ansatte og besøkende.

Abstract

Many town centers and suburban areas in Norway have industrial buildings in decay. The idea of reusing these buildings depends on finding new functions for them. This possibility study presents sustainable solutions for such a building: Cellulosen Paper Mill in Skien. Revitalization will make the paper mill into a "synergy mill". Diversity initiates synergy; the various functions that the building can offer, will create a mutual reinforcement. The functions that are planned are based on the idea that functions will lift each other up and fill some of the needs of the town and the people living there.

In Norwegian building sites 45% of the waste is bricks and concrete. Cellulosen Paper Mill is only built from these materials. That means that it is applicable for demonstrating alternative possibilities, - possibilities that also give environmental benefits.

The challenge of revitalizing is to balance between renewing and preserving identity. Therefore the paper is introduced by a situation analysis of data collected on the chosen building and on the town Skien. Based on this information a functional study was created. Two alternatives are presented in this paper: "The Snow Mill" and "The Synergy Mill". The latter forms the basis for the rest of the possibility study. The concept ramifies in the Telemark canal and the history of Skien. This is mirrored through the plans and the materials of the building. Functional solutions are discussed as to the industrial history of the building. A new interior skeleton, consisting of recycled cardboard gives the Cellulose factory a new dimension. The environmental material refers to the history of the building. It also creates a contrast between existing - and new construction. The idea behind the cardboard constructions are inspired by the Japanese architect Shigeru Ban. The literature study presents the use of cardboard as building material. Further it presents possible facade- and energy solutions for the factory, based on the sustainable sources sun, water and different states of pressure.

Cellulosen proved to have a strong bearing construction suitable for revitalization. However, the facades represent a challenge as to meet current requirements. This master's thesis does not amplify all financial aspects. This should however, be balanced between investment in facades or self sufficient energy.

The volumes of the factory proved to be applicable for new functions. These functions intend to operate in more dimensions in order to stimulate the senses of residents, employees and visitors.

Innledning

Denne oppgaven startet med et sitat fra "The Image of the City" av Kevin Lynch (1960): "Hver innbygger har lange assosiasjoner med noen deler av sin by, og dette bildet er fylt med minner og mening". Her reflekterer Lynch rundt menneskers tilhørighet og oppfatning av byrom. Den industribrakke Klosterøya i Skien er fylt med minner og mening for mange av byens innbyggere. Cellulosen Papirfabrikk rager nesten 40 meter i været og er med dette en av de mest monumentale bygningene i byen. Etter historisk vandring med én av de tidligere 380 ansatte ved Norske Skog Union ble undertegnede meget motiverte til å la seg utfordre på følgende spørsmål: Hvordan kan man gi Telemarks papirhistorie en renessanse og samtidig tilføre en ny dimensjon? Dette initierte *revitaliseringen*.

Problemstilling og målsetting

Gjennom et revitaliseringsstudie ønsker vi å skape arkitektur som harmonerer med det eksisterende bygget.

- Men hvordan verner man om kvalitetene til opprinnelig industriarkitektur, samtidig som man tilfører noe nytt? Dette danner altså rammen for dette mulighetsstudie.

Målet er at Cellulosen skal supplere tilveksten til Skien sentrum. Vi ønsker å undersøke om Cellulosen kan stå som et bærekraftig byrom i seg selv. Da vil man være avhengig av å skape *synergieffekt* der institusjonene løfter hverandre frem (Heinitz, 2013). Samtidig er det viktig å bidra til vekst for Klosterøya som bindeledd mellom Skien sentrum og Skien syd.

- Hvilke funksjoner kan bidra til nettopp dette?

Det heter seg at "God arkitektur kjennetegnes av soliditet, anvendelighet og skjønnhet" (Vitruvius, ca år 0). Professor Bryn ved NTNU forenkler dette til: "God design er problemløsning" (2011). Med de løsningene vi presenterer for Cellulosen ønsker vi å inspirere mennesker i nøkkelposisjoner til å se fabrikken som en mulighet snarere enn et hinder. Derfor blir det viktig å utfordre seg selv på muligheter, fremfor å innføre problemer.

- Av denne grunn ønsker vi å undersøke om lavteknologiske løsninger kan skape et bedre bygg i form av lave forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdskostnader. Hvordan kan dette gjøres?

Metode og materiale

Vi ønsker en tverrfaglig og bærekraftig oppgave. Da er vi avhengig av å kombinere design fra arkitektfaget og teknikk fra ingeniørfaget. Dermed vil ikke denne oppgaven være unik i sin dybde, men snarere i sin bredde. Cellulosen består av enorme volumer og viste seg å være anvendelig for å demonstrere nettopp dette gjennom revitalisering med hensyn på design, energi og statikk.

Forløpet i oppgaven starter med stedsanalyse og innhenting av data om bygningsmasse. Videre går vi inn på de aktuelle funksjonene som ville kunne skape synergi. I forbindelse med dette er det laget to mulighetsstudier; et meget konseptuelt og et der vi fordyper oss i resten av oppgaven. Videre introduseres uttrykk, miljø og mulige energieffektiviseringstiltak. Mulighetene som presenteres her er et resultat av integrasjon av situasjons- og funksjonsanalysen. Så følger en fordykning av materialitet med papp som byggemateriale. Deretter tar vi for oss en forenklet del om bæringen av bygget. Til slutt følger det detaljerte tegninger. Se forøvrig neste side for ytterligere detaljer om prosessen.

Vi har benyttet mye egenprodusert materiale i denne oppgaven. Der det ikke finnes kildehenvisninger, så er det undertegnede som har produsert innholdet. Dette innbefatter alt fra foto, illustrasjoner og beregninger. Disse er basert igjen på befaringer supplert med refererte kilder.

I og med at dette er et mulighetsstudie, har det sine begrensninger i detaljeringsgrad. Dermed er det ikke forsket nøye på dybden alle muligheter som fremstilles her. Men allikevel føler vi det er vesentlig å presentere disse idéene for å fremheve potensialet til fabrikken.

Verktøy

Revit Architecture er programvaren som er benyttet for tegninger av bygget. Disse er tegnet opp objektbasert etter eksisterende 2D-tegninger. Konstruksjonsteknisk har vi anvendt G-prog for beregninger av eksisterende hovedbæresystem. Dette har vi supplert med lastnedregningsark i Excel. For energiberegninger på fasade brukte vi Therm, som er et todimensjonalt program. Hele bygget ble simulert i det tredimensjonale energiprogrammet Simien. Videre har vi brukt Adobe Illustrator og Photoshop for visualiseringer av analyser, prosesser og funksjoner. Mange foto har også blitt tatt, for så vært brukt for enklere analyse og dokumentering.

De fleste av de nevnte programmer er nye for oss. Så det å lære seg å anvende disse har vært en viktig del av prosessen.

Prosessen

2013	Mars: Martin Kihle Løberg Første magesfølelse: Industribygg på Klosterøya	Mai: Revitalisering av Papirfabrikk mhp. statikk og design. Avtale med L.D. Houck	Mai-november: Innfallsvinkler og andre relevante oppg. -Nye Skien Vgs. -Hollenderiet på Kosterøya -Byrom/ bakgårder i Skien sentrum -1890-talls gårder rehabilitering mtp. energi	Oktober: Studietur til Berlin. Fokus: Større, offentlige bygg.	Det blir Cellulosen!
	Vinter	Vår	Sommer	Høst	

April:
Kontakt Erlend Osnes.
Gjorde masteroppg.
på Mølla i Skien
denne våren.

April:
Kontakt Håvard Nymoens,
Skien Kommune (plan).
Cellulosen det tøffeste alternativet.

Juli:
Interrail i Østerrike og Italia.
Fokus: Byrom.

September:
Jan Martin Smørdal inn.
Omfattende oppgave.

Oktober:
Kontakt Knut Heinritz,
Bratsberg gruppen.

Kontakt Halvor Bergan,
Dyrvik Arkitekter.
Mulighetene rundt Hollenderiet og Skien vgs.
Alle prosjekter på Klosterøya.

Magne M. Wiggen,
MMW Arkitekter.
Mulighetsstudie av Cellulosen.

Desember:
Møte Skien Kommune.
Bratsberg gruppen.

Januar:
Historie.
Funksjonsanalyse.
Programmering.
Strukturen av oppgaven.

Februar:
Teoribelysning.
Energi og miljø.
Low-tech løsninger.
Planer og volumer.

Mars:
Bæring.
Beregninger.
Kommunikasjon
rundt endringer.

April:
Prosjekt papp.
Tegninger.

Mai:
Levering av mulighetsstudie.

Januar:
Drodlemøte Skien Kommune (plan).
Situasjonsanalyse.
Tegningsgrunnlag.
Internt Revitkurs hos Sweco.

Februar:
Befaringer/ kartlegging i Oslo:
Mathallen, Smalhans,
Campus Blindern, Høgskolesenteret,
Løkka studenthus, Frysja.

Mars:
Kontakt Ingeniør A. L. Høyer.
Gjort alle beregninger på Cellulosen.

April:
Befaring/ dok. i
-Cellulosen og Skien
-Kulturhus på Notodden.

2014

Vinter

Vår

Sommer

Januar:
Befaringer Skien:
-Klosterøya og Cellulosen
-Byvandring.
Hovedfokus Teglsteinsbebyggelse.
Industriaksen.

Februar:
Magne M. Wiggen,
MMW Arkitekter.
Tegningsgrunnlag

Mars:
Befaring Blockholm/ Stockholm.

Mai:
-Rendringer
-Korrekturlesing
-Kontroll

Juni:
Forsvaring/ presentasjon.

Januar:
Tegningsgrunnlag fra
Skien Kommune.

Om Skien

Bindeleddet mellom fjord og fjell.

År 0

6000mill f.Kr
Baltiske Skjoldet eroderer.

10 000 f.Kr
Isbre former landskapet.
Godt jordsmond i Grenland.

7500-5500 f.Kr
Skoger dannes.
Mildere klima.
Ville dyr trekker nordover.
Fangstmenn óg.

400:
Bygdesamfunn i utvikling.
I motsetning til resten av fylket
bygges det i rekker og rader.
Struktur.

550:
Fremmed sjøfolk slår
seg ned i Grenland.

800:
Gudrad Veidekonge av Vestfold
utvider riket syddover til Grenland.

1290:
Eksport av brynestein.
...og etterhvert furu.
Hanseatiske-, hollandske-
og engelske kjøpmenn

1347:
Svartedauden sprer seg.

1400:
Et organisert sentrum
vokser fram.

1652-1779:
Seks bybranner.

1885:
Stor-bybrannen. Alt raseres!
Sentrum bygges opp i mur.

1870-1900:
Isskjæring i nedre Telemark.
Overtar som viktig eksport.

1931:
Menstadsslaget.
Sammenstøt mellom arbeidere
og politi/ militær pga. lønnsnedgang
(rasjonaliseringspolitikk).

1940-45:
Tysk okkupasjon.

1964:
Kommunesammenslåing: Skien by,
Solum, Gjerpen og Valebø.

--> 500 f.Kr
Stein, bronse og jern
gir oppgangstider.

Så blir det kaldt, igjen.

1030:
Harald Hårfagre, rikskongen.
Kristne lover innført.
Dog folkelig tolkning!

Bratsberg gård (Skien øst) og Dag Eilivsson.
Munkeklosteret/ kirken på Kapitelberget.
**Nonneklosteret på Gimsø,
derav navnet Klosterøya.**

1156:
Bratsberg politisk maktsentrum.
Gregorius Dagssønn, Østlandets ukronte konge
Kong Øystein føler seg truet og angriper.
Bratsberg gård brennes!
Dagssønn flykter til Hardanger.
Etter Øysteins død vender Dagssønn tilbake.

1184:
Slaget på Nordfjord.
Vendepunkt for Skien.
En by skrider frem.

1536:
Reformasjonen og Gimsø kloster
tilfaller kongen. Brenner så i 1546.

1539-1867:
Fossum jernverk.
Norges eldste.

1570:
Seks sager i Skien.
Landets største trelastby.

1663:
39 sager i Skien.
Kjøpmann Jørgen Bjelke i spissen.
Eksportboom!

1700:
Kjente handelsslekter slår seg ned:
Løvenskjold, Cappelen, Wesseltoft
og Ording.

1860:
Skien sluse og Løveid sluser åpner.
Raskere tømmerfløting og handel.
Mulighet for regulering av vann
til sager og motvirke flommer.
Overingeniør Axel Borchgrevink
var foregangsmann.
Samme mann blir senere ordfører.

1882:
Jarlsbergbanen åpner.
Veien på skinner fra Skien til Oslo.

1900:
Villastrøkene ekspanderer ut
fra sentrum.

1920:
Bratsbergbanen åpner.
Knytter seg på Sørlandsbanen.

1970:
Drabantbyer på
Gulset og Klyve vokser
fram.

1986:
Papirfabrikken
Skotfoss bruk
legges ned.
Et forvarsel!

**2006:
Norske Skog
legges ned
på Klosterøya.**

2011:
Handlingsplanen
"Skien 2020"
byfornyelse.



Foto: En av Skiens mange bygårder av tegl. Stadig flere rustes opp til boliger rundt sentrum. Dette er med å bidra til befolkningsvekst i sentrum.



Foto: Skiens kulturhus Ibsenhuset. I underetasjen (nede til venstre) finner man dagens bibliotek. Dette ble oppført i 1973 og er et typisk eksempel på strukturalisme.



Foto: Skien Kirke. Det nygotiske bygget sto ferdig i 1894 og er etter norske forhold unik med sine to spir. Kirken danner utgangspunktet for nord/ sør-aksen gjennom byen.



Foto: Skien kulturskole. Nye lokaler i Skiens gamle brannstasjon. Bygget er et av de første som ble ført opp etter den store bybrannen i 1885. Kulturskolen ligger rett overfor dagens bibliotek og konserthus, Ibsenhuset.

Fra tre til tegl i Skien

Skien og Grenland er fra gammelt av et arbeidersamfunn bestående av mye industri. Typisk for industrien i Skien var at lokalene har vært bygd i tegl. Det ble etter siste bybrann i 1885 innført murtvang i sentrum. Industrien var i likhet med bysentrum lokalisert rundt vannet. Store deler av sentrum ble bygget opp på 1890-tallet og dermed i siste del av historismen (jmf. Thiis-Evensen, 1995). Nygotiske, nyromantiske og nyklassisistiske bygårder i sentrum kan minne om Homansbyen i Oslo. De nære villaområdene rundt bykjernen faller inn under overgangen til moderne tid med alt fra dragestil til funkisstil (jmf. Våge, 2000).

På 1960-og 70-tallet fikk rene teglbygg i nyfunkis og strukturalisme stor grobunn i Skien. Arbeiderparti-ordfører (og murer) Sigurd Namnløs, var mannen som sto i spissen for dette. Det var også under hans regjeringstid Cellulosen ble vedtatt og oppført (Bohlin, 2008).



Foto: Skien kino. Etablert i Lundetangen Bryggeri sine gamle lokaler fra 1854 (Berge, 2014). Inneholder fem kinosaler fordelt på 574 seter.



Foto: Cellulosens øst-fasade.

Om Cellulosen.

Union ble stiftet i 1873 av grunnleggeren Benjamin Sewell, det var allerede da fokus på tremasse- og papirfabrikk. Men historien bak bygningen Cellulosen startet ikke før de endelige planene om utbygging ble vedtatt av konsernledelsen i 1975. Prosjektet skulle doble av celluloseproduksjonen fra 32 000 – 65 000 tonn pr.år. Det ble da bestemt at utbyggingen av en ny Cellulosefabrikk skulle ligge i Skien, nærmere bestemt Klosterøya og i tilknytning til eksisterende papirproduksjon ved Union Bruk (Tveit, 2006).

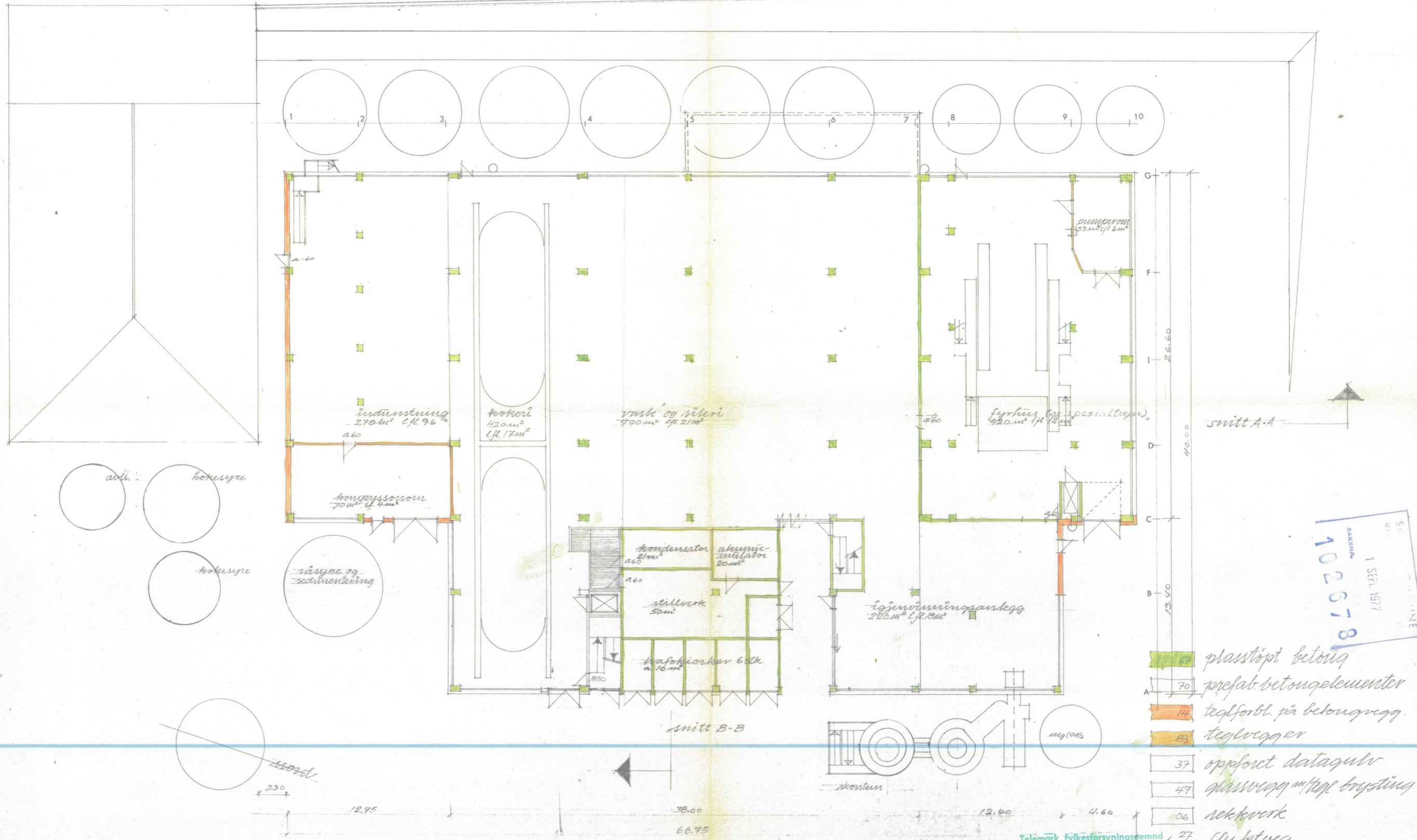
Bygningen Cellulosen fikk klarsignal for utbygging ved Klosterøya våren 1976. Dette var da en del av en større utbygging ved Union Bruk,- det skulle investeres hele 680 MNOK på Klosterøya. Bygningen ble oppført i årene 1976-78, og hadde produksjonsstart i mai 1979. Det var da en av de mest profilerte bygningen på Klosterøya. Frem til november 1996 ble det produsert cellulose i bygningen. *Cellulose* er forøvrig den viktigste bestanddelen i papir og krever en omfattende kjemisk prosess for fremstilling (Tveit 2006).

Ved nedleggelsen av Cellulosen skjedde det en vesentlig forbedring av miljøet i Skien. Uavhengig av dette har det alltid eksistert et yrende dyre- og fugleliv omkring fabrikkene (Asplan Viak, 2006).

Siden 2007 har Cellulosefabrikken stått på en uprioritert liste over statstilskudd til nasjonale kulturbygg. MMW Arkitekter har gjort et forprosjekt av bygget. Da skulle Cellulosen være siste del av en etappevis utbygging av sentrale kulturinstitusjoner i Telemark. Foreløpig har det blitt med planene, og bygget står fremdeles tomt. Videre byutvikling forutsetter at det gjøres noe med den voluminøse fabrikken (Skien Kommune, 2013).

Originalplan av Cellulosen

Klostergata



102578
1 SEP. 1977

- 62 plaststøpt betong
- 70 prefab. betongelementer
- 14 teglforbl. på betongvegg
- 83 teglvegger
- 37 oppført datagulv
- 47 glassvegg med høy trykkestyrking
- 06 rekkverk
- 27 fluktveg

Telemark fylkesforsyningsnemnd
J.nr. 100/76... Dato 6.2.76
Tegningene skal oppbevares på byggeplassen for eventuell kontroll.

UNION a.s. CELLULOSEFABRIKK -77 I SKIEN **1**
BUNNPLAN cot 2.70 M 1:300 AUG 77
HANS JØRGEN VIK ARK.MNAL



Foto: Tårnet.

Foto fra befaringer 06.12.13 og 29.01.14.



Foto: Cellulosen fra nord-øst.

Cellulosens oppbygning

Fakta // beskrivelse:

Cellulosen har et fotavtrykk på 2450 m², en lengde på 66,7 m og bredde på 40 m. Bygget er oppført i plasstøpt betong med hovedbæresystem av søyler. Cellulosen er delvis fundamentert på fjell og delvis på peler. Ytterveggen er bygget opp utenfra og inn med rød teglstein, 100 mm isolasjon og ubehandlet plasstøpt betong. Taket består av plasstøpt betong i tårnet og inndampingsrom (se originalplan). De tre andre takene består av DT-elementer. Alle etasjeskillere består av plasstøpt betong (Høyer, 2006). Videre finnes det 4 ulike hovedplan, bestående av store åpne rom. I østre del av bygget er det dog plan 5 med lavere takhøyde (Bakka, 2011). Se Del 6 for plantegninger.

Tilstandsanalyse:

Ifølge A. L. Høyer (2006) er det ingen påviste setninger i fundamentering på grunn. Dette påvises ved at plasstøpte konstruksjoner er fri for setningsskader.

Under befaringen fantes det ingen synlige skader på bæresystem, innervegger, dekker og gulv på grunn. Derimot var det synlige skader på yttervegg og tak, men dette var kun mindre skader.



Foto: Typisk rom i østre del av bygget.



Foto: Fra nivå 2. Hovedrommet sentralt i bygget.

Innhold

Forord	V
Sammendrag/ Abstract	VI
Innledning	VII
Problemstilling og målsetting	
Metode og materiale	
Verktøy	
Proessen	VIII
Dagens situasjon	IX
Om Skien	
Fra tre til tegl i Skien	
Om Cellulosen	
Orginalplan Cellulosen	
Cellulosens oppbygning	
Innhold	XIV

DEL 1

1

Situasjonsanalyse

Trafikkanalyse	3
Overordnede funksjoner	5
Planer og synergi på Klosterøya	6

DEL 2

9

Funksjonsstudie

Bærekraftig byromsutvikling	10
Funksjonsanalyse	11
Mulighetsstudie I: Snøfabrikken	12
Mulighetsstudie II: Synergifabrikken	14
Funksjonsbeskrivelse	
Funksjonsplassering	
Konsept	

DEL 3

21

Uttrykk // energi // miljø

Kontraster i arkitekturen	22
Gjenbruk // revitalisering	23
Dagslysforhold	25
Plangrep	26
Trapper/ sjakter	27
Volumendringer	28

Fasadeuttrykk	29
Detaljer	
Tak	33
Hybride tak	
Sorte vs. hvite tak	
Energi	35
Kyotopyramiden	

DEL 4

39

Materialitet // papp

Forsøk papp	41
Samspill	
Detaljer	
Shigeru Ban // papparkitektur	44
Konstruksjonsteknisk	
Pappkonstruksjonene i Cellulosen	

DEL 5

47

Bæring // betong

Dimensjonering	48
Lastnedregning	49

DEL 6

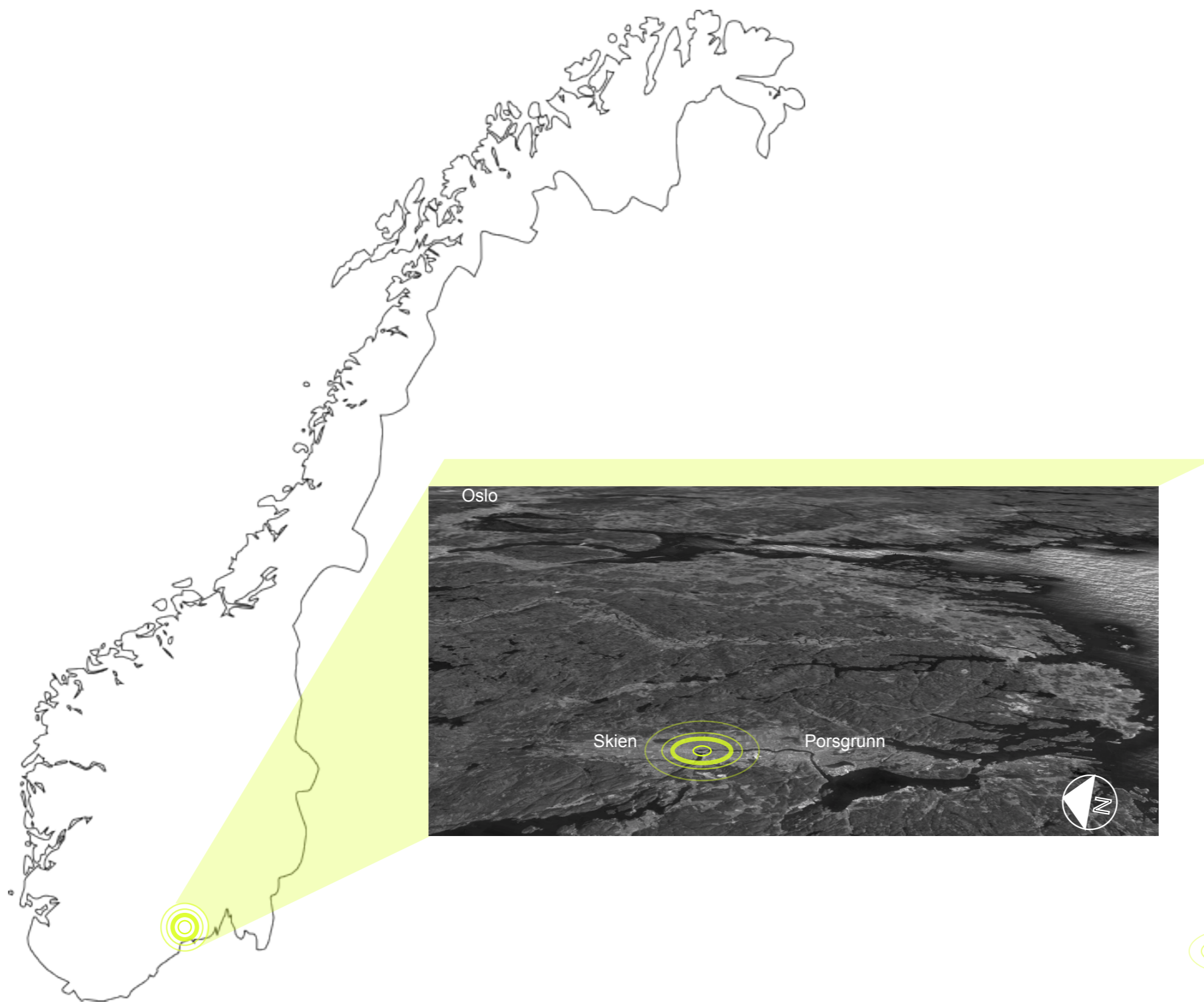
51

Tegninger

Situasjonsprosess	52
Situasjonsplan	
Situasjonssnitt	
Planer	55
Romprogram	62
Snitt	64
Fasader	66
Perspektiver	70
Resultat // diskusjon	72
Konklusjon	
Etterord	
Referanser	74
Litteratur	
Foto	
Figurliste	76

// DEL 1

Situasjonsanalyse

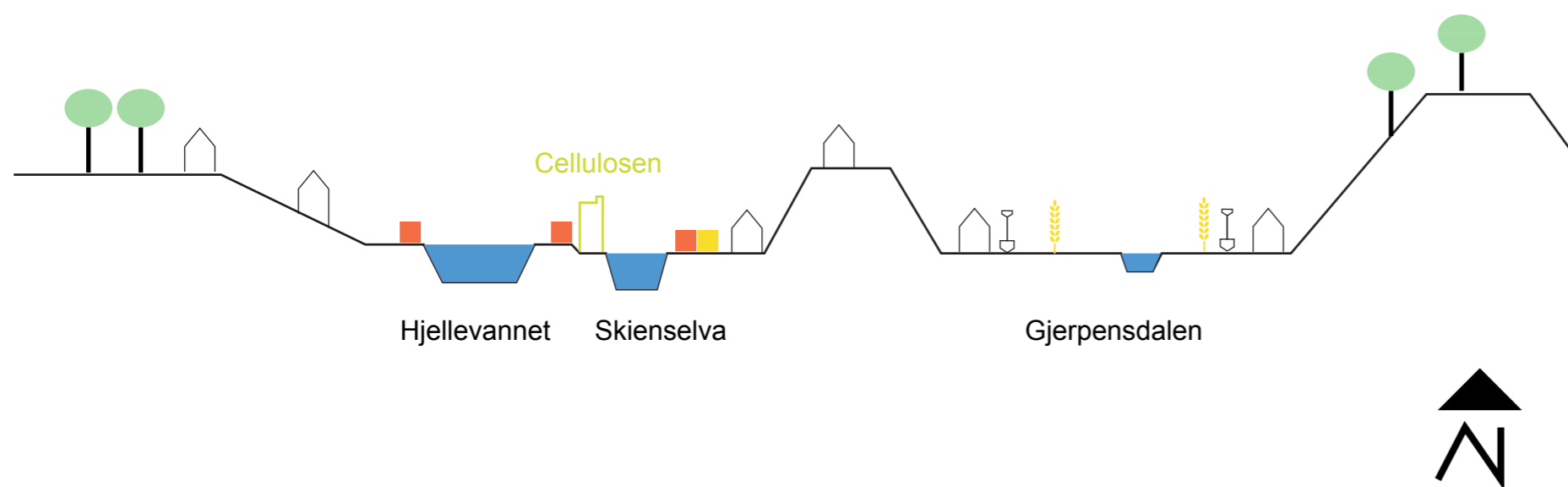


Figur 1: Hvor vi er...

 Cellulosen



Figur 2: Gjennomfartsanalyse av Grenland.




Figur 3: Prinsipielt terrengsnitt av Skien. Området består av to dalfører som møtes i Porsgrunn. Gjerpendalen består av marine avsetninger og har derfor er godt jordsmonn. Her er det mange bondegårder. Mens dalføret til Skienelva består hovedsakelig av boliger og gjennomfartsårer. Øst- og vestmarka utgjør tur- og rekreasjonsområdene.

Gjennomfartsanalyse

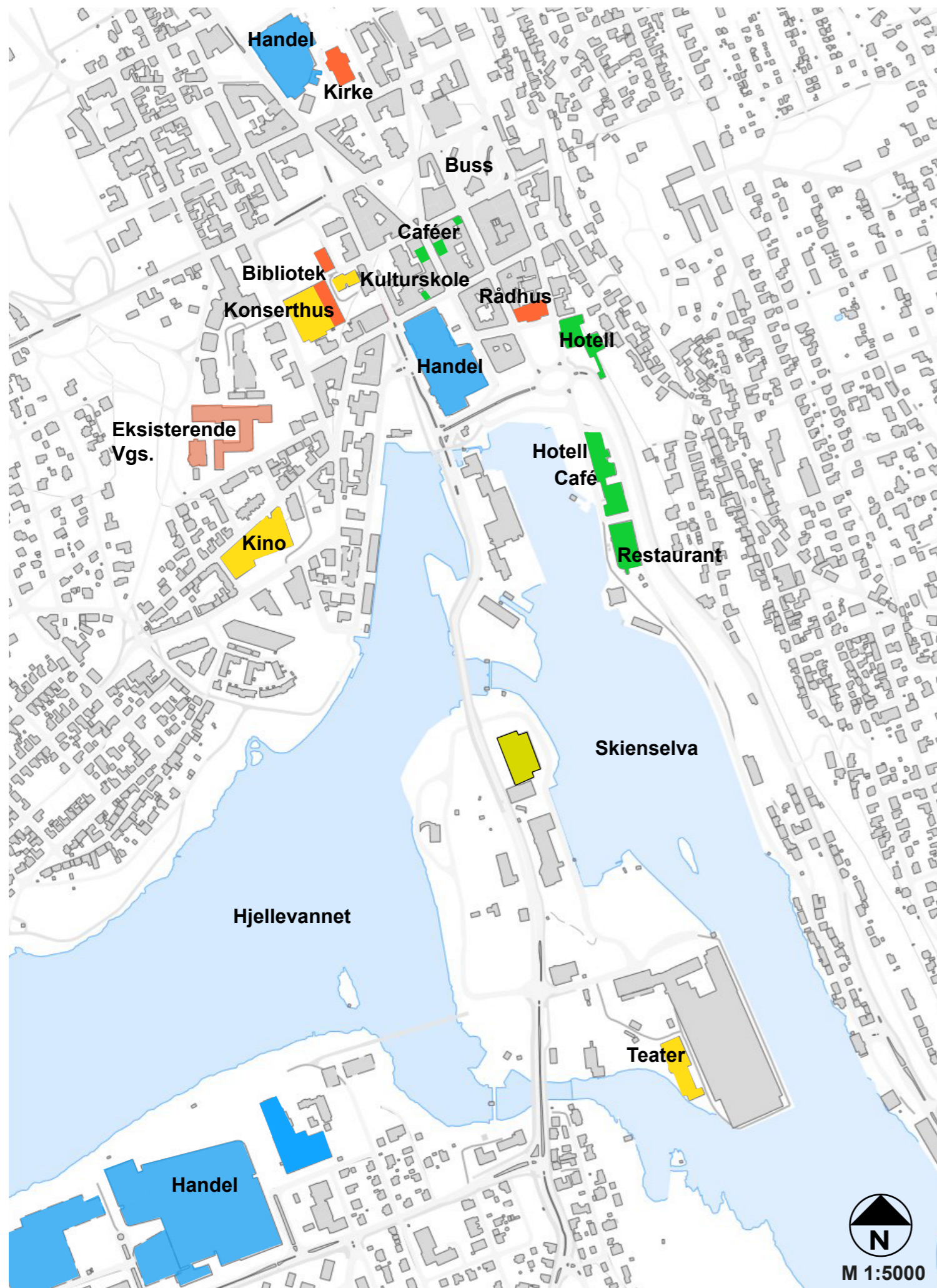
Trafikken igjennom Skien er orientert nord-sør. Dette er naturlig da byen ligger i en langstrakt dal som fortsetter videre ut til Porsgrunn og siden Bamblelandet (kysten). Dermed får man hovedveier som går parallelt på begge sider av Skienselva. Det er tett bebyggelse på disse strekkene på snaue én mil mellom Skien og Porsgrunn sentrum.

I Skien er det i tillegg trafikk øst-vest og, da mange bor på åsene på begge sider av byen.



-  Hovedvei
-  Cellulosen

Figur 4: Trafikkanalyse av Skien.



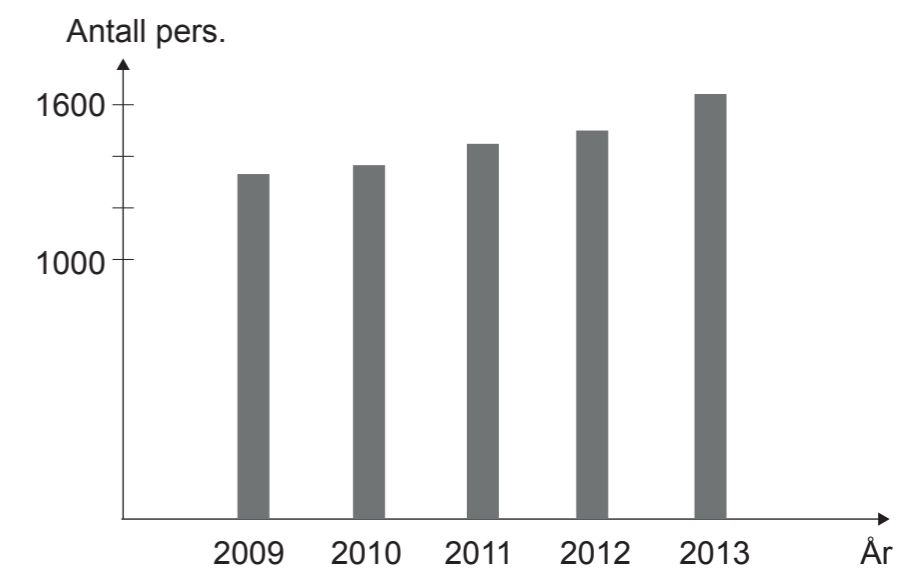
- Offentlig
- Kultur
- Cellulosen
- Service
- Handel

Figur 5: Funksjonsanalyse av Skien.

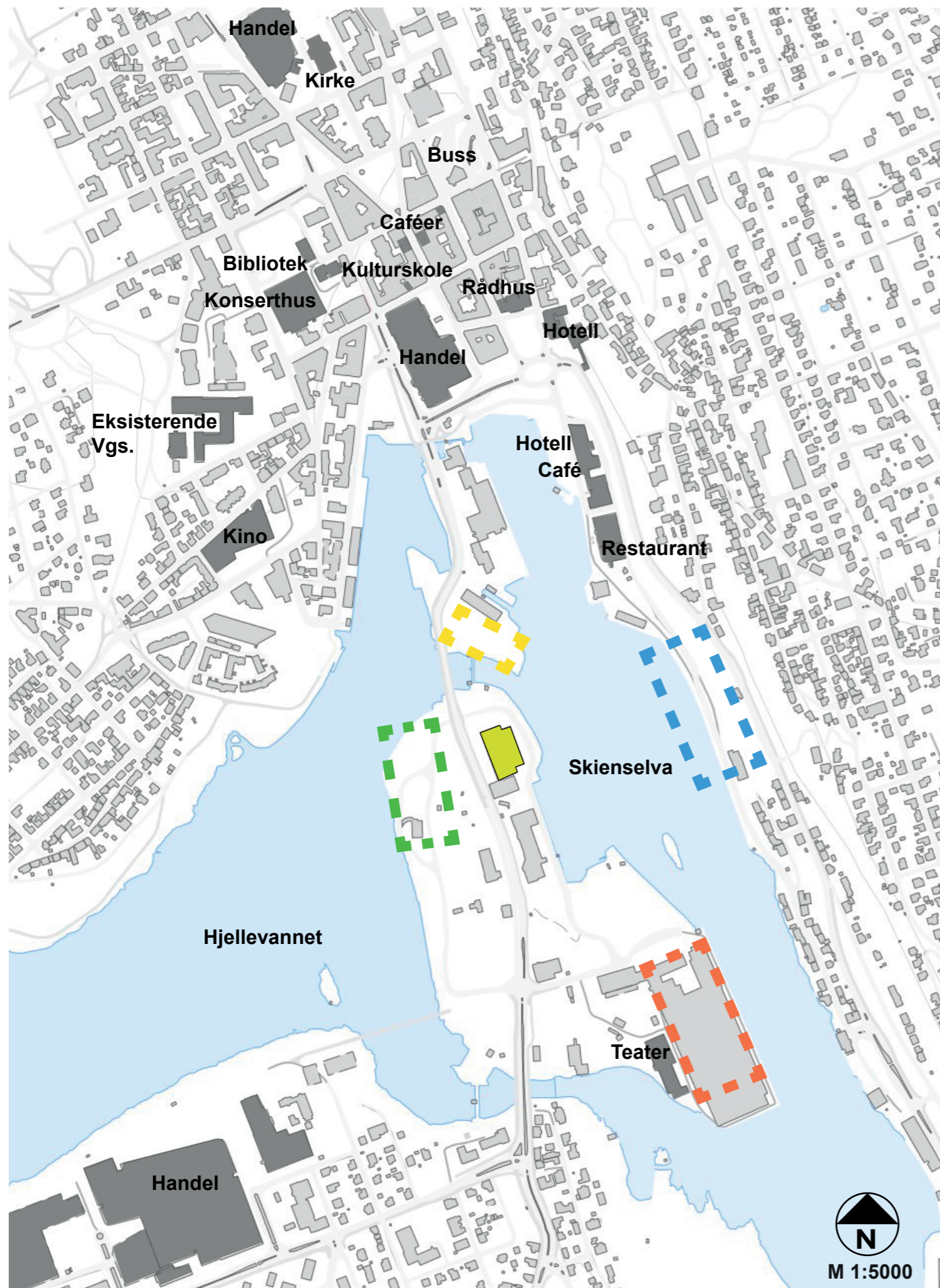
Overordnede funksjoner

Skien er i dag en by med stort potensiale. Som mange andre småbyer i Norge sliter sentrum periodevis med å tiltrekke seg publikum. Herkules Kjøpesenter ligger et stykke utenfor sentrum (sydvestre hjørnet på kart), og inneholder alle de store og kjente kjedene. Med mange parkeringsplasser finner Grenlandsfolket det naturlig å bruke dette i større grad enn sentrum. Ønsker man det lille ekstra, så er det spesialbutikkene i sentrum man besøker. Da har man også muligheten til å besøke én av de hyggelige kaféene som er lokalisert rundt gågaten og handelstorget. Typisk for disse er revitaliserte bakgårder med uteservering.

Det er viktig for Skien som by at Klosterøya fortsetter sin positive utvikling og binder byen sammen. Selv om man i Skien har fått et dominerende kjøpesenter utenfor bykjernen, så er det ikke større avstand enn at det er mulig å knytte det hele sammen - og der kommer nettopp Klosterøya og begrepet *synergi* inn i bildet. Dette utdypes videre i funksjonsanalysen.



Figur 6: Befolkningsutvikling i sentrum. Basert på "Skien 2020" (Skien Kommune, 2013).



Mulighetsstudie: Nye Skien Videregående Skole. Skal huse ca 1200 elever i fagene musikk, dans, drama og almennfag. Tomt kjøpt av Telemark Fylkeskommune i 2013 (*Dyrvik Arkitekter, 2013*).



Idéskisse: Slusepark med kanalmuseum og tilhørende hotell på Smjøya (*Børve og Borchsenius, 2014*).



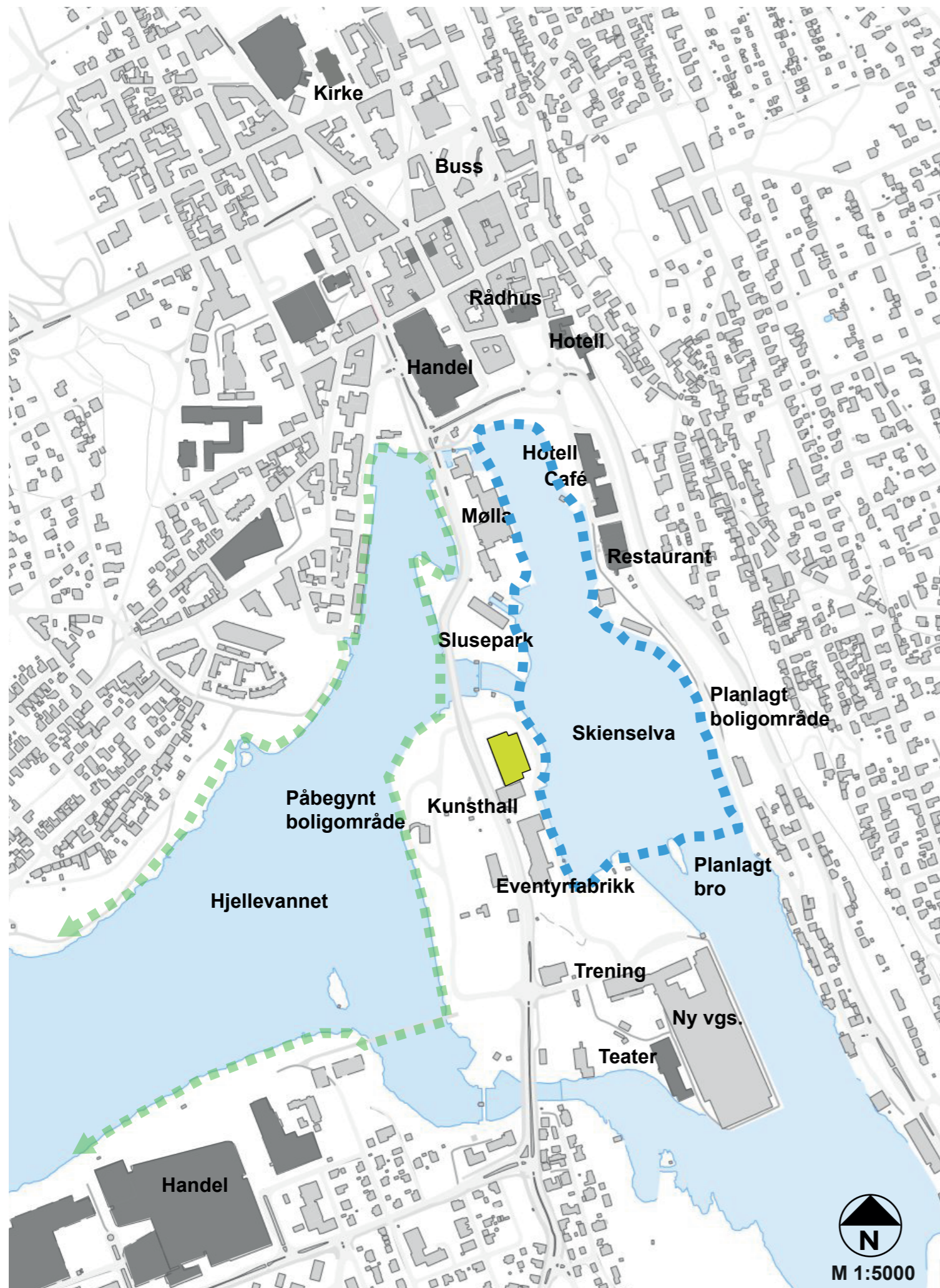
Illustrasjon av de nye leilighetene på Klosterøya vest. Delvis rehabilitering og nybygg. Til høyre ser man "Stockmann" som bruker skallet av det eksisterende Biorensesanlegget. Legg merke til de "armerte kvinnene" som blir hengende som utsmykning på de nye leilighetene (*Børve og Borchsenius, 2012*).



Mulighetsstudie: Ny bydel langs Skienelva (*A-lab, 2010*).



Figur 7: Planer rundt Cellulosen.



- Cellulosen
- Den Grønne Promenade
- Den Blå Promenade

Figur 8a: Vann og planlagte promenader i Skien. Basert på reguleringsplan av Skien Kommune (2007).

Planer for Skien sentrum og Klosterøya

Som illustrert på foregående side, planlegges det to større boligområder på begge sider av Cellulosen. På Klosterøya vest er byggingen i full gang. Mens på østsiden av Skienselva foreligger det planer om et nytt boligområdet. Begge vil bestå av leiligheter. Dette er en del av de grepene som Skien tar for å fortsette tilflyttingen til sentrum.

Av den grunn blir det viktig å etablere funksjoner som kan være et naturlig samlingspunkt for omkringliggende bebyggelse. Hvordan skape *synergieffekt*? Det er spørsmålet som byggherre og kommune gjentar når planene for den nye bydelen og sentrum legges.



Figur 8b: Den Blå Promenade. Underlagsbilde A-lab (2010).

Blå-grønn struktur

I Klosterøyas reguleringsplan fra 2007 legges det opp til en Grønn- og Blå promenade. Den Grønne promenade vil være gang og sykkelstien rundt Hjellevannet. Den Blå vil danne rammen for Skienselva, altså innerste del av fjorden. Cellulosen vil kunne være en viktig del av sistnevnte. Her er det ønske om handel, servering og ikke minst kultur (Skien Kommune, 2007).

Klosterøya har et meget godt utgangspunkt for å lykkes som bydel. Grunnen er at den er lokalisert i møtet mellom hav og innsjø, kyst og innland.

Utvikling av byakser

Skien aksesystem tar utgangspunkt i linjen mellom havnen og kirken. Denne har blitt understreket og forlenget med Snøhettas lysende fontener i havnebassenget (Holmquist, 2004). Med disse lysende fontenene ender aksen ved den gamle Tollboden ytterst på Brygga. Videre har man industriaksen som er en slags fortsettelse av dette. Den starter ved Mølla og ender ved PM6 og PM7 (PM: Papirmaskin) syd på Klosterøya (Nymoen og Osnes, 2013).

Synergi for Cellulosen:

I nyere utredninger av Klosterøya og sentrum ønsker man å skape mer dynamikk (Skien Kommune, 2011). Dette forutsetter flere kryssninger øst-vest. Med den planlagte gangbroen fra østsiden til nye Skien Vgs. i 2018, vil man komme et stykke på vei. Men man må også få med seg store nabolag som Falkum og Bakken for å skape samspill mellom funksjoner. Derfor vil en gangbro fra Hjellevannet over til det nye boligområdet på Klosterøya vest være naturlig. Cellulosen vil da få et sterkere utgangspunkt som *kulturfabrikk*. Det er som nevnt viktig at man blir naturlig trukket mot rommene man ønsker folk skal bruke (Lynch, 1960). For som det fremgår av foregående sider, er Cellulosen midt i sentrum for de nye planlagte områdene og bør derfor inneholde funksjoner som samler publikum.

Detaljert situasjonsplan følger i Del 6 av oppgaven.



-  Original byakse
-  Industriaksen
-  Cellulosen
-  Forslag ny gang- og sykkelbro
-  Fontener

Figur 9: By- og industriakser.

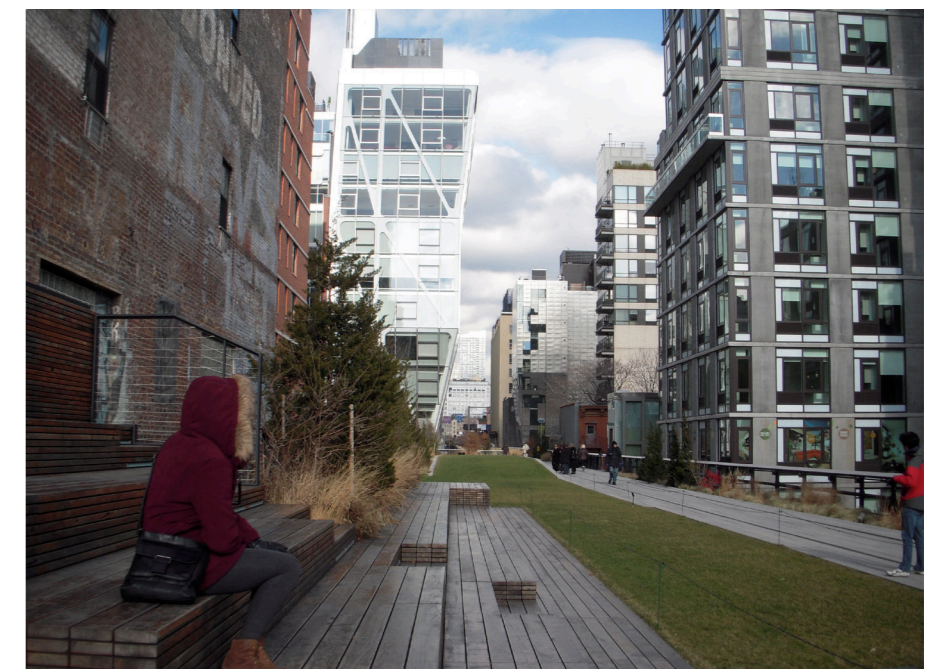


Foto: Highline, New York City. Industriakse og promenade på et høyere plan. Den gamle jernbanelinjen er fornyet som en lang park, men identiteten og historien er bevart gjennom eksponerte spor og sviller.

// DEL 2

Funksjonsstudie; Snøfabrikk eller synergifabrikk?

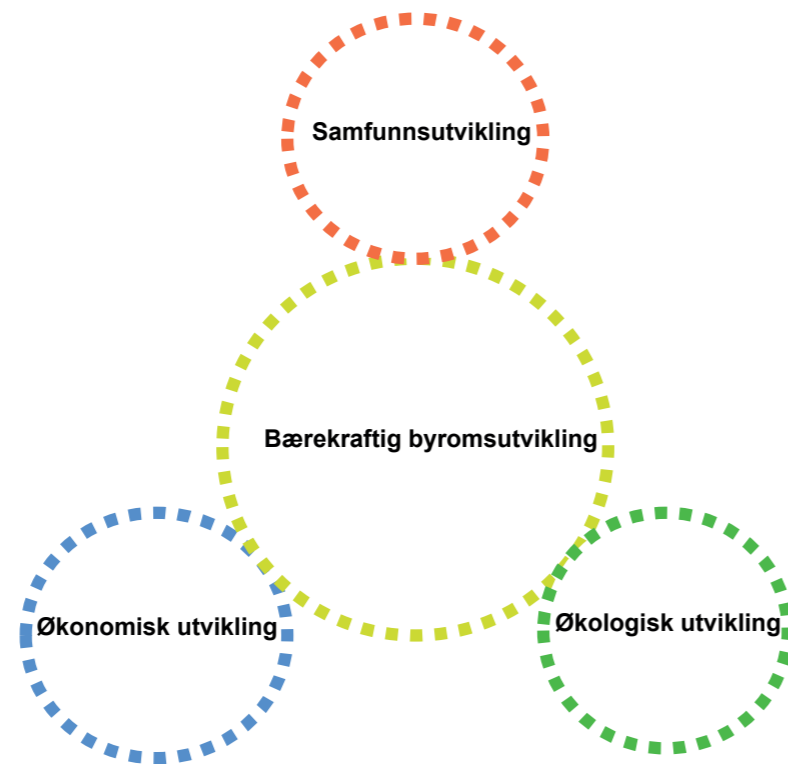
Bærekraftig byromsutvikling

Bakgrunnen for funksjonsanalysen baserer seg på prinsippet om bærekraftig byromsutvikling gjennom hovedfokusene: samfunn, økonomi og økologi (Newman og Kenworthy, 1999) (jmf. Brundtlandkommisjonen, 1987). Man er avhengig av likestilling og samspill mellom disse leddene dersom det moderne byrom skal lykkes. Men Cellulosen er jo ikke noe overordnet byrom? Jo, forutsetningen for dette studiet er at man ser på det store industri-lokalet som ett byrom.

Da må man:

- Innse økologiske begrensninger. Det innbefatter resirkulering og reduisering av avfall.
- Fokuserer på lokal produksjon og dekke grunnleggende menneskelige behov. Funksjonalisme blir viktigere enn høyteknologiske løsninger. Gjennom deltakelse og medvirkning skaper man et mer rettferdig samfunn.
- Opprettholde økonomisk vekst og hvordan skape maksimal profitt? Ifølge Newman og Kenworthy så er man avhengig av ekspanderende markeder samtidig som man får eksternalisert kostnadene.

Har man et godt økologisk- og samfunnsmessig konsept, vil dette bidra til økonomisk utvikling i form av et godt produkt. Det kan tenkes at dette er noe en person fra arkitekturens hjemland, Italia, ville være uenig med; han ville muligens argumentert at et byrom er et møtested eller en arena der tilskuerne blir trukket naturlig inn av kulissene som omgir plassen. Ser man på det gamle handelssentrumet Mantova i Podalen, så har man funksjoner som tiltrekker seg mennesker rundt de plassene man ønsker at folk skal bruke. Ofte er dette funksjoner man ikke intenderte da man planla byrommet. Ifølge Jan Gehl (1971) er disse rommene likevel gode.



Figur 10: Bærekraftig byromsutvikling. Basert på Newman og Kenworthy (1999).



Foto: Basilica di Sant'Andrea, Mantova, Italia.

Funksjoner

Basert på befaringer, møter, e-mailer og telefoner har man dannet et bilde av hva som kunne være aktuelt å plassere i Cellulosen. Dette har så blitt tatt videre med i to mulighetsstudier:

- **Snøfabrikken.** Her tar man kun for seg de overordnede mulighetene som finnes.
- **Synergifabrikken** går det i dybden av, og utgjør resten av oppgaven.

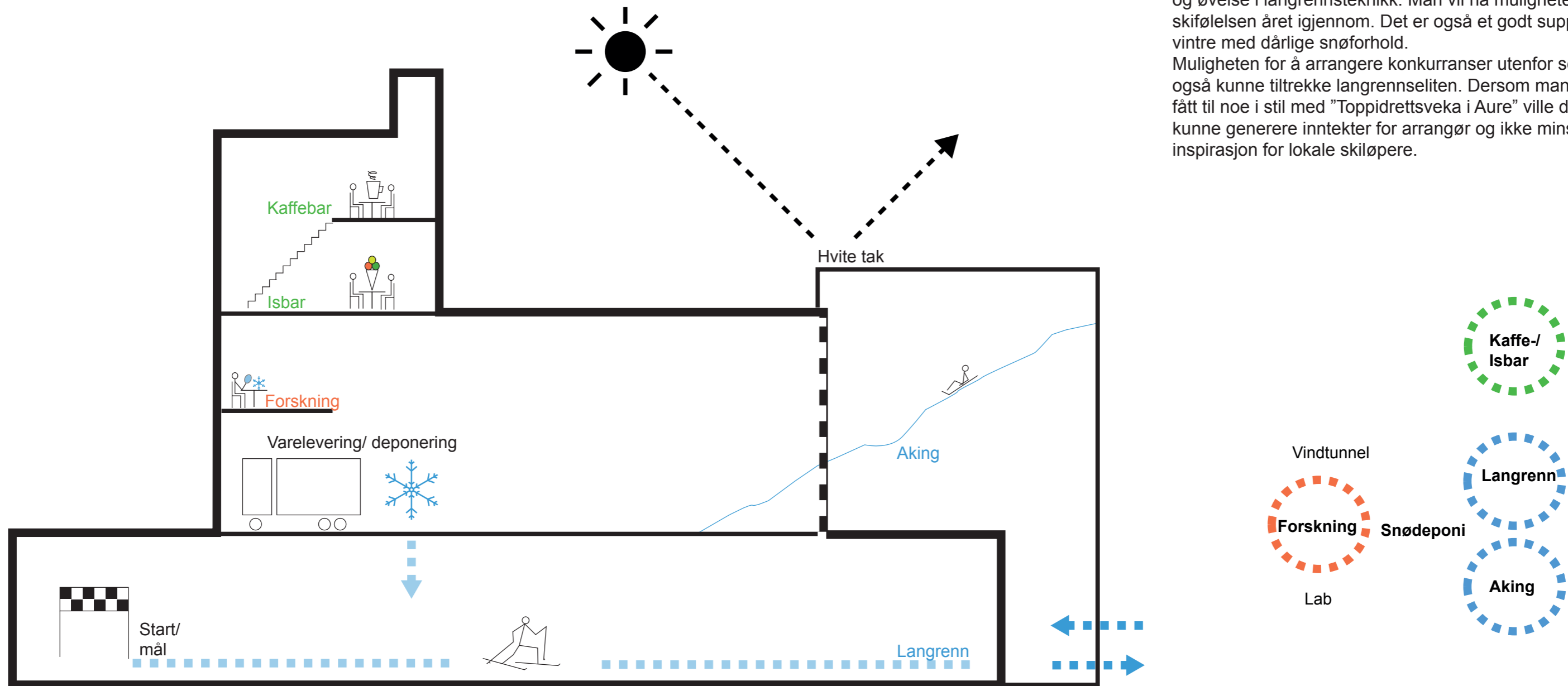


Figur 11: Aktuelle funksjoner ved Cellulosen.

Mulighetsstudie I // Snøfabrikken

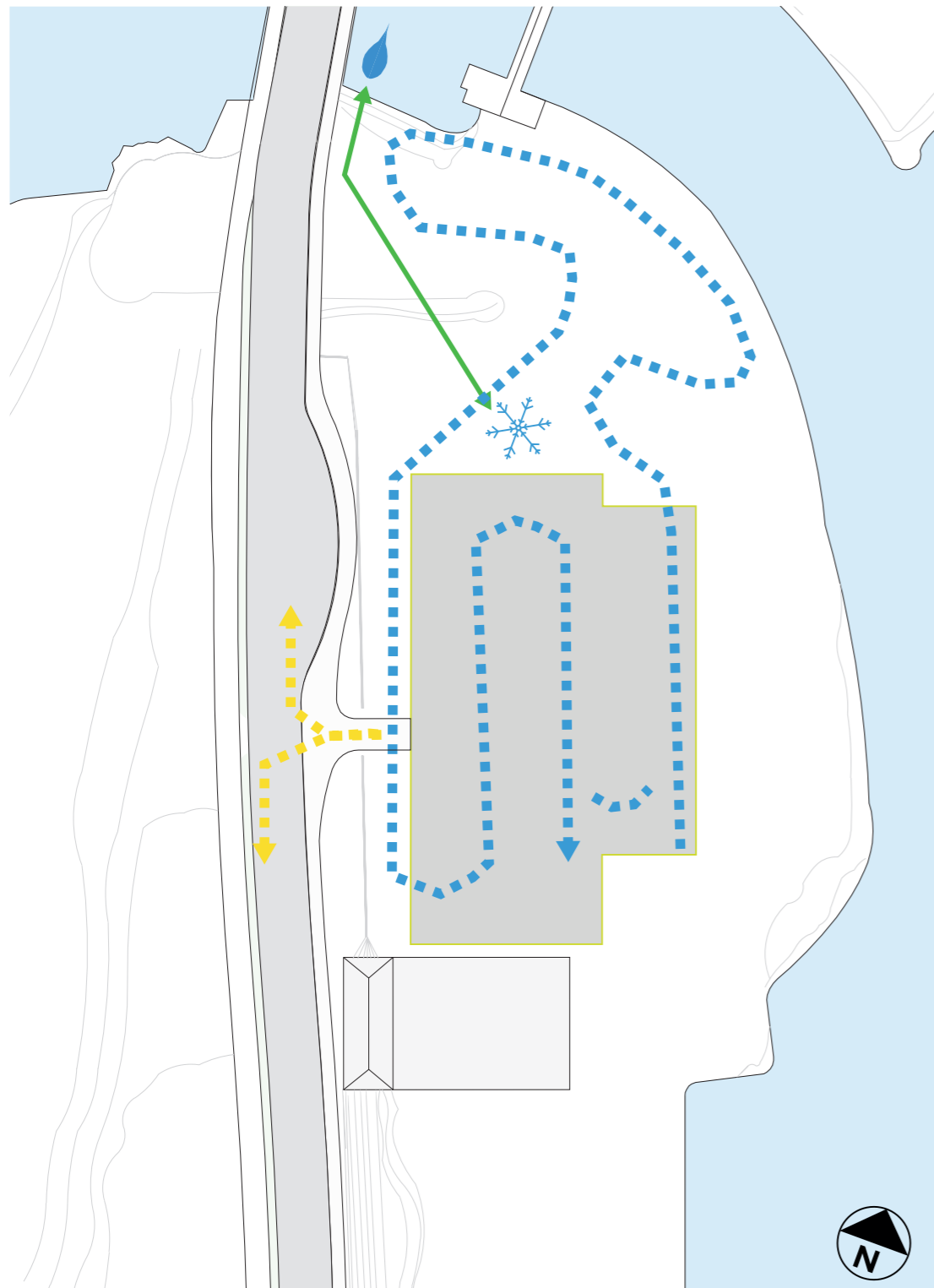
"Snøfabrikken" er planlagt med tanke på innendørs skilek og øvelse i langrennsteknikk. Man vil ha muligheten til å ha skifølelsen året igjennom. Det er også et godt supplement til vintre med dårlige snøforhold.

Muligheten for å arrangere konkurranser utenfor sesong vil også kunne tiltrekke langrennseliten. Dersom man kunne fått til noe i stil med "Toppidrettsveka i Aure" ville dette kunne generere inntekter for arrangør og ikke minst være til inspirasjon for lokale skiløpere.



Figur 12: Funksjonssnitt av Snøfabrikken

M 1:250



Figur 13: Situasjonsplan av Snøfabrikken.

- Snuhammer. Nivå 2.
- Cellulosen
- Kjøleforbindelse til Hjellevannet. Mulig å bruke som kilde til kunstsneøproduksjon også.
- Skiløype ca 500m lang.
To klassiske spor og skøyting i midten. Nivå 1.



Foto: Grenland Ski i Torsbytunnelen, Terje Bakke, 2013.

Hvorfor?

I Grenland er det et yrende skimiljø. Leder i Grenland Ski, Terje Bakke (2014), kan rapportere om 70 aktive ungdommer i alderen 12-20 år. Under Grenland Ski finner man 12 klubber, og disse har flere aktive på barneskolealder. Dessuten har langrennslinja ved Telemark Toppidrettsgymnas tilholdssted i Skien. Ser man på skikretsen, som består av Telemark/ Vestfold, så vil Skien også være et naturlig møtested mellom Vestfoldbyene og øvre Telemark.

Cellulosen Skihall vil bli landets første helårsanlegg! Det er ikke tvil om at skiklubber vil hvalfarte fra Aust-Agder, Buskerud, Oslo og Akershus for å få snø under benene. Slik det er nå reiser mange til Skitunellen i Torsby, Sverige.

Hvordan?

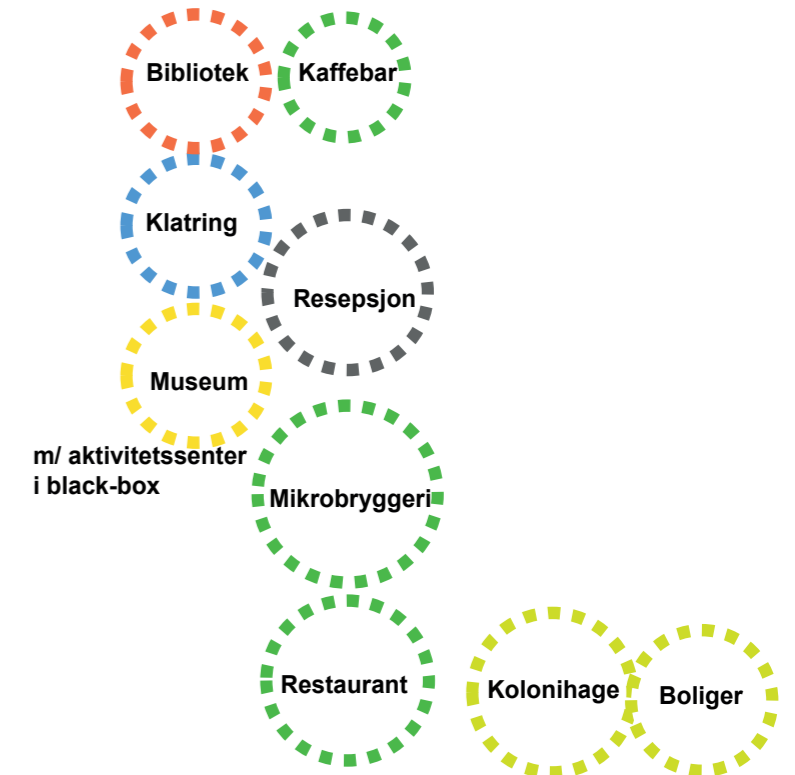
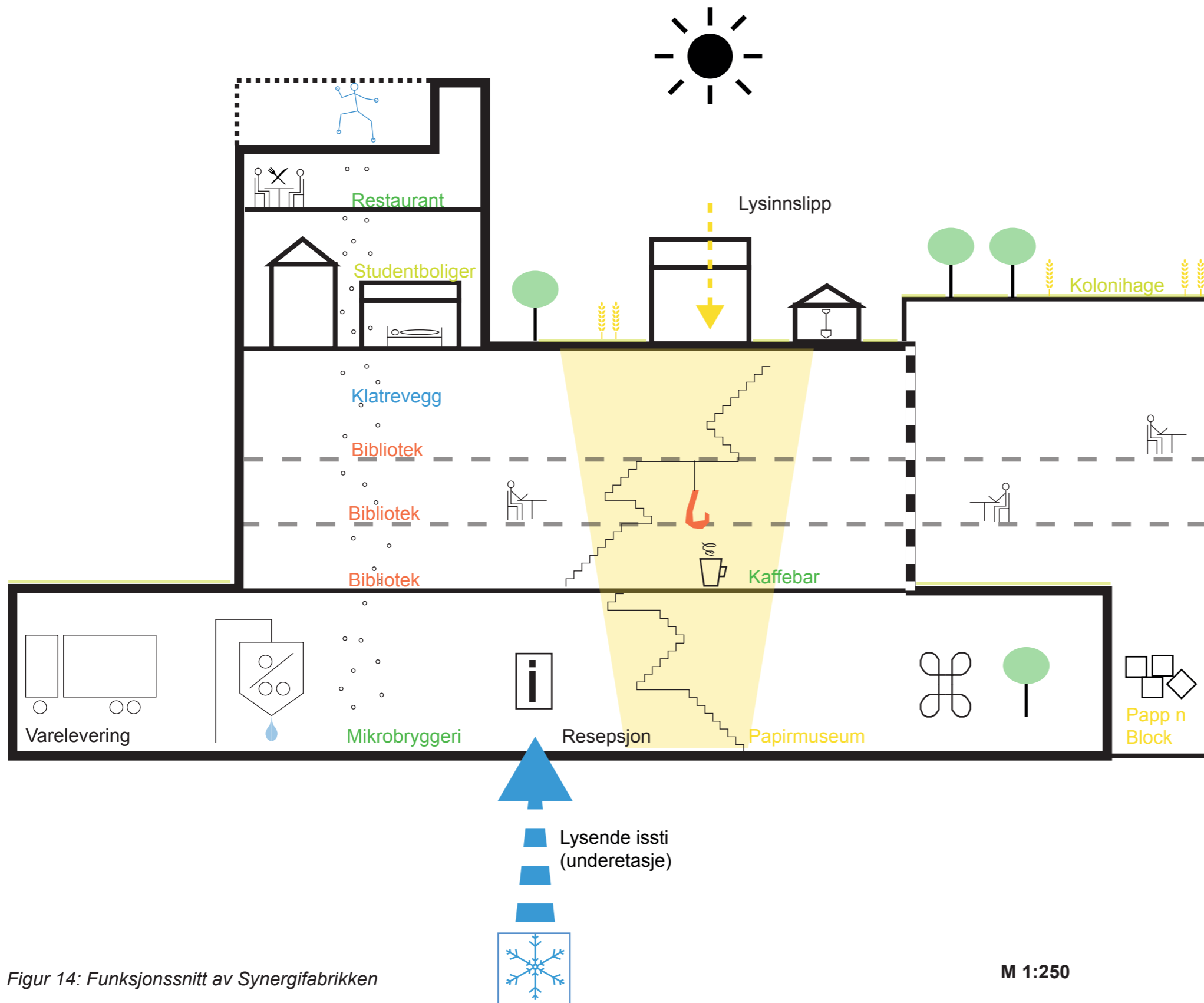
Idag deponeres snøen rett ut i elva utenfor Cellulosen. Dersom man istedet lager en snuhammer langs hovedveien, vil man kunne deponere snø effektivt til eksisterende dekket i 2.etg av Cellulosen. Dette dekket holder så mye som 1,5 tonn/m². Da vil man kunne bruke deponert snø i skitunnelen, i tillegg til mindre løyper/ akebakker på nivå 2.

Videre oppover i tårnet vil det være mulighet for å ta seg en is eller en varm sjokolade. Denne caféen skal bruke lokale råvarer så langt det går.

Det kan også være interessant for forskning å gjøre tester på snøen i Cellulosen. Da er man avhengig av et laboratorium og et homogent rommiljø. En mulighet er å installere vindtunnel og forske på snøfokk rundt bygningsmasser (jmf. Thiis, 2013). For videre energiløsninger se Del 3.

Mulighetsstudie II // Synergifabrikken

Basert på situasjonsanalyse av Skien og Klosterøya er institusjonene illustrert, noe som vil kunne harmonere sammen. Bak valget er *synergi* det viktigste stikkordet, - hva trenger byen og ikke minst øya for å fortsette sin positive trend? Det trengs institusjoner som bidrar til vekst og fremgang for hverandre (Heinitz, 2013). Men hva om man utfordrer seg selv til å skape dette i én og samme bygning? Nemlig en "synergifabrikk" i Cellulosen.



Figur 14: Funksjonssnitt av Synergifabrikken

M 1:250



Foto: Modell av Nye Deichmanske Bibliotek i Bjørvika, Oslo.



Foto: Seattle Central Library, WA, USA (Saieh, 2009).

Biblioteket som møteplass:

Folkebiblioteket er i endring og nye medier skaper nye behov. Dette frembringer nye måter å bruke bibliotek på. Det tradisjonelle folkebiblioteket, med avgrenset formål til utleie av bøker, har differensiert seg til flere institusjoner, møteplasser og nye offentlig rom. Bibliotekskonseptet utvides til å kunne romme filmfremvisning, håndarbeid, gruppearbeid, møtevirksomhet, språkopplæring, datalæring og selvsagt tradisjonelt bokutlån - også de typiske litteraturhus-funksjonene (Rodeo Arkitekter, 2014).

Det er viktig å lage identitetsskapende bygg som legger til rette for møter mellom mennesker (Vestfold Fylkeskommune, 2013). Og det er nettopp dette "Nye Deichmanske" i Bjørvika prosjekteres til å være. Går man i dybden av dette, oppdager man at det er de gamle idéene om *byrom* fra steder som Mantova (se "Bærekraftig byromsutvikling") som danner basen for planleggingen. Det handler om å skape de rette kulissene for naturlige møter mellom mennesker. Seattle Central Library lyktes med dette, til tross for stor skepsis. I 2004 samlet alle de mindre bibliotekene i Seattle seg til ett bygg på 38400m². Dette har vist seg å bli et naturlig samlingspunkt for lokale innbyggere så vel som besøkende turister (Saieh, 2009).

Bibliotek, rent praktisk:

Skien Bibliotek søker nye og større lokaler. Ifølge biblioteksjef Henriette Stoltz, så skal det fullstendige romprogrammet være ferdig i løpet av 2015. Per dags dato ønsker man en økning fra 1700m² til 4000m². I forbindelse med denne flyttingen ønsker man selvsagt tekniske oppgraderinger og mediatek. Rent lokasjonsmessig så ønsker majoriteten å se dette biblioteket sentrumsnært. Så sent som i februar 2014 har det vært gjort mulighetsstudie av biblioteket i Arkaden (kjøpesenteret i Skien sentrum).

Skien bibliotek har 28 ansatte fordelt på 23 årsverk. De siste årene har besøksantallet ligget mellom 210 000 og 260 000. Med et nytt bibliotek vil det være naturlig at besøksantallet øker.

Idag ligger biblioteket på veien fra den videregående skolen og ned til sentrum. Nærmere bestemt i underetasjen på Ibsenhuset, - Skiens konserthus. I og med at Skien Vgs. nå flyttes, så vil biblioteket kunne få en enda mer sentral plass på veien inn til sentrum (jmf. situasjonsanalyse).



Foto: Sjøfartsmuseet og vitensenter "DuVerden" i Porsgrunn.



Foto: "Blockholm"; familiedag, med barn i sentrum ved ArkDes.



Foto: "Blockholm"; utstilling av prototyper i skala 1:5. Materialet som anvendes er papp.

Papirteknisk museum:

I forbindelse med nytt bibliotek ønsker vi å fremheve arven Skien bærer som en stolt trelastby. Erfaringsmessig vil en utstilling som stimulerer flere sanser, engasjere de unge (Helsedirektoratet, 2008). Dette er viktig for å minne om Skiens historie. Slik det er nå, så står nedstøvede papirmaskiner og slepebåter lagret i PM6, PM7 og Cellulosen. Disse bør naturligvis utstilles i dette muséet.

En multifunksjonell black-box vil være tilknyttet muséet i det gamle fyrhuset.

Papp 'n' Block:

Det er viktig å skape "hands-on" aktiviteter hvis man skal engasjere de unge i samfunnet (Helsedirektoratet, 2008).

Ved å skape dette multifunksjonelle rommet legges det opp til utstillinger og aktiviteter etter behov. Det er naturlig å tenke at det vil være ca tre utstillinger i året. For å illustrere hva som kan være en typisk utstilling så er "Blockholm- den fantastiske staden" et interessant referanseprosjekt; her tas det utgangspunkt i dataspillet Minecraft (Bohm, 2014). Både barn og voksne oppfordres til å bruke sin kreativitet ved å bygge Stockholm opp etter egen fantasi. Spillet består av forskjellige kubeverktøy man plasserer på et gitt landskap. Disse kubene settes sammen til det landskapet og de bygningene man måtte ønske. Blockholm har appell til et vidt publikum med alt fra familiedager til seminarer for voksne.

Det er det samme konseptet Teknisk Museum i Oslo har lyktes med, - "Sent" arrangementer for voksne. Da kan man f.eks. nyte et glass vin mens man bygger lego. Men det arrangeres også quiz, vitenshow, konsert, m.m. Utstillingene er også åpne. På dagtid er det vanlig for museet å ta imot skoleklasser. Mens i helgene er det typiske familiedager.

I Porsgrunn ble det ferdigstilt nytt sjøfartsmuseum og vitensenter "DuVerden" så sent som desember 2013 (Telemark Museum, 2014). Her har de tydelig hentet inspirasjon fra Teknisk Museums utstillinger og aktiviteter. Det blir derfor viktig for Cellulosen å ikke interferere, men snarere supplere tilbudet til "DuVerden". Så mens Porsgrunn fokuserer på sjøfarten, blir hovedfokus i Cellulosen reisen videre oppover i Telemarkskanalen. Skien er nemlig bindeleddet mellom innlandet og kysten.

I og med Skien går igjennom store omveltninger som by, så vil det være interessant å få med folket i utformelsen av Skien. Da vi i tillegg befinner oss i en papirfabrikk, blir det å fremstille pappen selv, et naturlig mål. På den måten blir man stimulert til lek og kreativitet, samtidig som man lærer om det "erkeproduktet" cellulose har vært for Skien.



Foto: Høgskolesenteret i Oslo og Akershus sin klatrevegg.

Klatring:

En av de første idéene som dukket opp var klatrevegg i tårnet. Det ble klart tidlig at dette kunne bli noe spektakulært. Målet for denne vegg måtte være å tiltrekke seg både amatører og viderekomne fra hele Skandinavia. På bakgrunn av Smith (2009) og Casimiro (2011) så vil denne klatreveggen bli verdens høyeste med 37,7 m. Den vil i tillegg være innendørs. Fra før av har man utendørsveggen "Exalibur" i Groningen, Nederland på 36,8 m. I Singapore er den 30 m høye klatreveggen i The Orchard Mall rangert som verdens høyeste innendørse vegg. Her i Norge er Høgskolesenterets klatrevegg på 20 m den høyeste.

Studentboliger med tilhørende kolonihage:

Skien Vgs. melder om ca 60 borteboere. Høgskolen i Telemark, Campus Porsgrunn, har ifølge servicetorget 2300 elever. Av disse har man kun 200 boenheter for studenter. Det er m.a.o. behov for studentboliger i Grenland. Som følge av dette meddeler kunnskapsminister Torbjørn Røe Isaksen i en pressemelding mars 2014 at det skal bevilges støtte til bygging av 50 nye boenheter for studenter i tilknytning til HIT (Aftenposten, 2014).

Cellulosen har holdeplass rett på utsiden, der bussen går den snaue mila til Porsgrunn.

Tårnet i Cellulosen vil være et sunt sted å bo med rikelig tilgang på dagslys. Det legges opp til studentkollektiv, og dermed kan leilighetene også planlegges med hensyn på privatsalg.



Foto: ASLA Green Roof, Washington DC (ASLA, 2014). Til inspirasjon for kolonihage på Cellulosens tak.



Foto: Utsikt fra tårnet i Cellulosen. Man har utsikt til hele sentrumsområdet fra klatreveggen og restauranten "Best etter..."



Foto: Little Creatures, Freemantle, Western Australia ("Lucile", 2011).



Foto: Smalhans, Oslo.

Restaurant "Best etter...":

I Norge i dag kaster hver person så mye som 100 kg mat/år (Andestad, 2011). Dette utgjør så mye som 500 000 tonn/år. Ser man globalt på det, så går hele 30% av maten tapt. Hvordan kan vi da snakke om mangel på matproduksjon?

Hva kan man gjøre for å utnytte mat som må kastes fordi den har "gått ut" på dato?

Restauranten skal hente mat fra lokale butikker som må kaste/ svinne varer; derav navnet "Best etter...". Varene skal suppleres med varer fra grønnsakshagene på Cellulosens tak. Dette handler om å ta økologisk ansvar, - ikke bare resirkulere og redusere avfall, men *gjenbruke* og *produsere* (jmf. Newman og Kensworthy, 1999). I tillegg vil studentbeboerne ha muligheten til å bidra i dyrkingen av grønnsakene. Dette er samfunnsutviklende og ikke minst en fin deltidsjobb som kan betales i form av mat, så vel som penger.

"Best etter..." vil være et foregangsprosjekt som gir kundene en smak av ettertanke. For å lykkes blir det viktig å fremheve kvalitet fremfor kvantitet. Derfor bør menyen tilpasses sesong og hva som er tilgjengelig. Dette er noe som allerede gjøres på restauranten Smalhans i Oslo. Prisen bør også tilpasses slik at man ikke bruker for mye ressurser på mange forskjellige råvarer.

Mikrobryggeri:

I tilknytning med "Best etter..." er det planlagt et mikrobryggeri. Her vil det brygges øl i tråd med konseptet i restauranten. Mikrobryggeriet plasseres på grunnplanet slik at man har muligheten til å ha omvisninger og ølsmaking i tilknytning til museet. Mye av inspirasjonen for dette konseptet er hentet fra mikrobryggeriet "Little Creatures" i Freemantle, Australia. Her brukes et gammelt havnelager til ølbrygging og servering. Det er en ren og funksjonell stil som fremhever byggets fortid i det eksponerte bæresystemet. Innredningen følger bevisst dette industrielle preget. For å gjennomføre dette mikrobryggeriet er man avhengig av en bevisst strategi med fokus på ølbrygging som kultur.

Kaffebar:

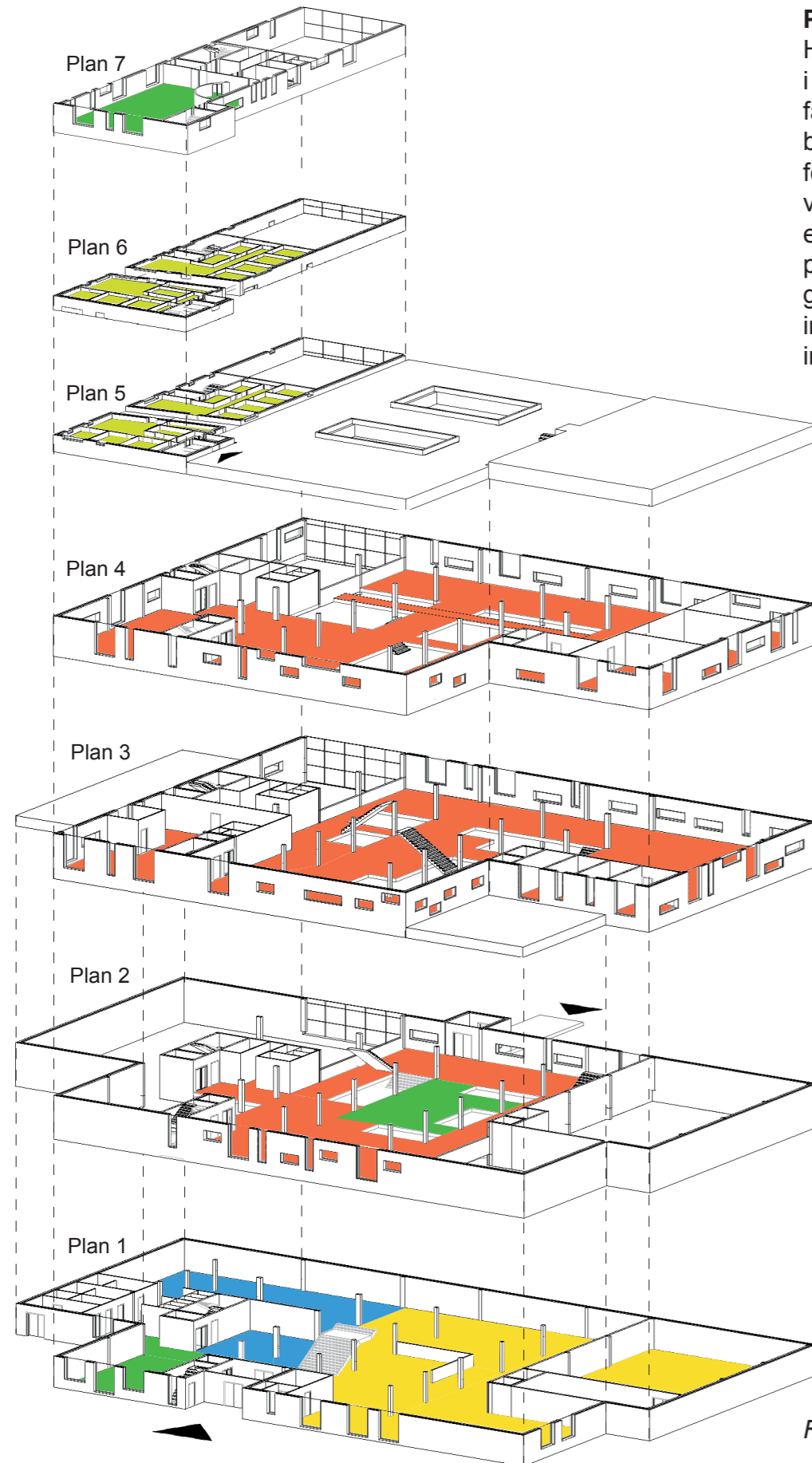
Kaffebaren på nivå to skal være et samlingssted for både gjester og ansatte ved Cellulosen. Her kan man nyte et enkelt måltid sammen, eller lese aviser og tidsskrifter. Tilgang til dagslys sikres gjennom overlys fra utsparinger i dekkene.

Funksjonsplassering

Etter foregående analyser er infrastrukturen og funksjonene plassert på følgende måte:

Plan 1:

Hovedinngang er plassert på bakkenivå i første plan, midt i østre fasade. Den er markert med et inntrukket parti i fasaden. Fasade øst ligger med retning mot vannet og den blå promenade. Hovedinngangen er plassert i denne fasaden fordi det er denne fasaden de aller fleste besøkende først vil se. De andre fasadene ligger enten mot trafikkert vei eller mindre i øyenfallende fra den blå promenade. Ved å plassere hovedinngangen her, vil det også føre til innvendig god logistikk, med oversikt over bygget allerede ved inngangspartiet. Resepsjonen har en naturlig beliggenhet nær inngangspartiet.



- Bibliotek
- Museum
- Studentboliger m/ kolonihage
- Bryggeri, kaffebar og restaurant
- Klatring

Figur 15: Overordnede planer for Cellulosen Synergifabrikk.

Vareleveringen befinner seg sydøst i bygget slik at den ikke interfererer med uteområdet foran og forbi hovedinngangen. Her er det dessuten heis rett opp i tårnet.

Første plan inneholder museum, klatrevegg og bryggeri som hovedfunksjoner. Muséet er plassert i første etasje med to ulike deler. Den ene er lukket for utstillinger, mens den andre er åpen for alle besøkende. Her presenteres historien om Klosterøyas papirproduksjon i form av papirmaskiner, tømmerbåt, slusebasseng og ikke minst bilder og foto av begivenhetene. Valget med å plassere muséet i første plan har flere årsaker, men hovedgrunnen er mer persontrafikk i og rundt muséet. Det skal også illustrere historien til bygget og ta vare på de minnene som ligger i fundamentene til Cellulosen.

Klatreveggen går over alle plan fra første plan til taket i tårnet. Ytterveggen ved klatreveggen vil bestå av glass, dette vil skape en naturlig lysspalte i hele tårnet. I tilknytning til klatreveggen er det naturlig med nær tilgang til garderobe og toalett.

Plan 2, 3 og 4:

I plan 2-4 vil biblioteksfunksjoner være i fokus. Det vil være en bi-inngang til plan to midt i vestfasaden, dette for å ha inngang på samme nivå som biblioteket. Dessuten vil det gi tilgang til bygget fra begge sider. Hovedprinsippet når det gjelder biblioteket er at jo mer stille aktivitetene er, dess høyere opp i etasjene skal disse plasseres. Dette har ført til at det er kaffebar og barneavdeling på plan 2, plan 3 blir gruppearbeidsområder, mens på plan 4 tenkes kun individuelle leseplasser. I tilknytning til plan 4 er det også tilgang til "stille" mezzanin i fyrhus. Kontor for biblioteket er plassert i tredje plan, - dette for å ha en sentral plassering med nær tilgang til hele biblioteket. Teknisk rom er plassert på plan 2 over varelevering.

Plan 5 og 6:

Studentboligene er fordelt over fire leiligheter som ligger i femte og sjette plan. De har alle adkomst via heis eller trapp. Hver leilighet har fire soverom, et bad, stue/kjøkken og en bod. To og to av leilighetene har felles uteplass/balkong. Leilighetene har forholdsvis store fellesarealer med stue/kjøkken-løsninger, dette for at studentene skal ha gode samlingsområder. Hoved takterrassen for både beboere og besøkende finner man på plan 5. Her er det videre kommunikasjon til kolonihage på taket av fyrhus.

Plan 7:

Restaurant er plassert i det øverste plan sju i bygget, - noe som gjør at restauranten får en unik utsikt over Skien sentrum og området rundt. Kjøkkenet er intimt og har en plassering som gjør at etasjen får et godt gjennomgående dagslys.

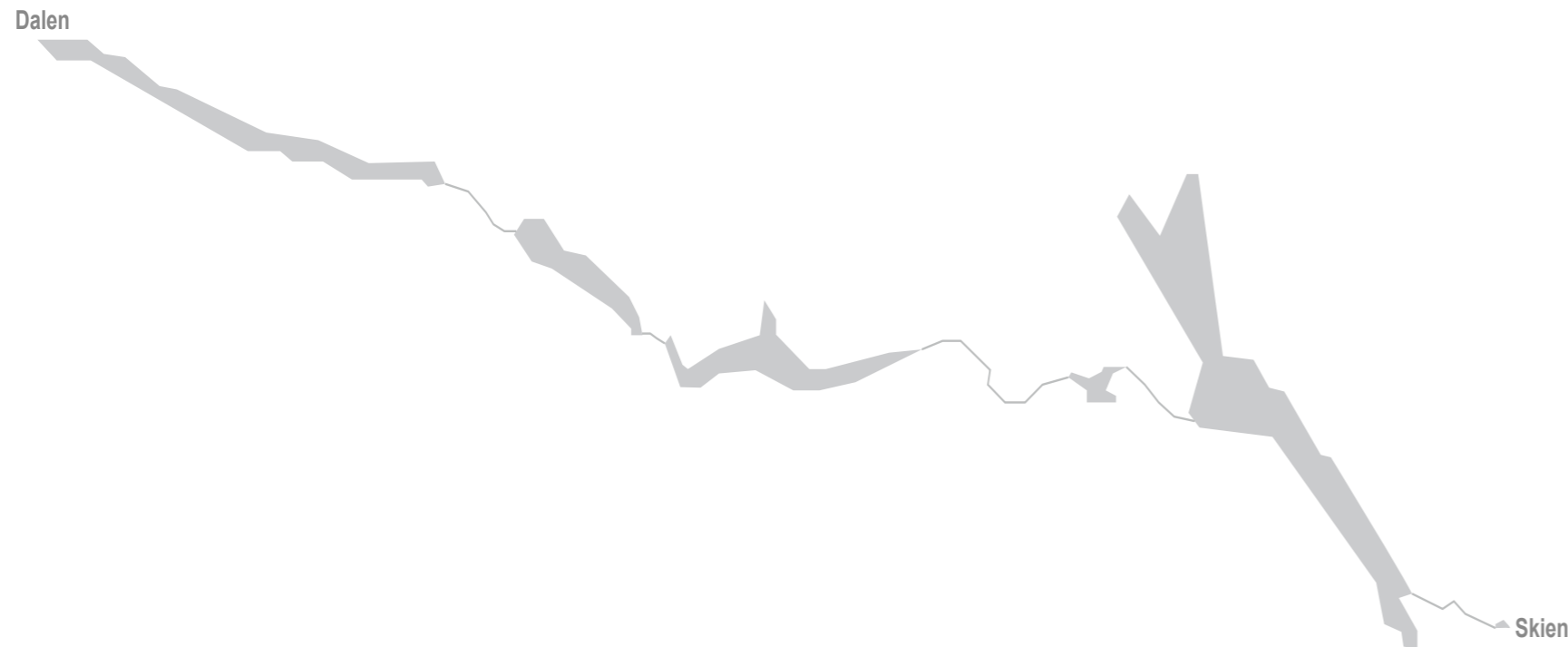
Konsept

Konseptet for revitalisering av Cellulosen har sitt grunnlag fra Telemarkskanalen. Dette skal knytte sammen papirfabrikken, tømmerfløtingen, slusene og Skiens historie. Grepene som foretas skal til sammen skape en rød tråd og helhet gjennom bygget. Disse grepene innebærer blant annet trappene i bygget, utsparinger i dekke, utsparing ved hovedinngang og i tårnet, glassveggen i klatreyttervegg, vindusplassering og traverskranen.

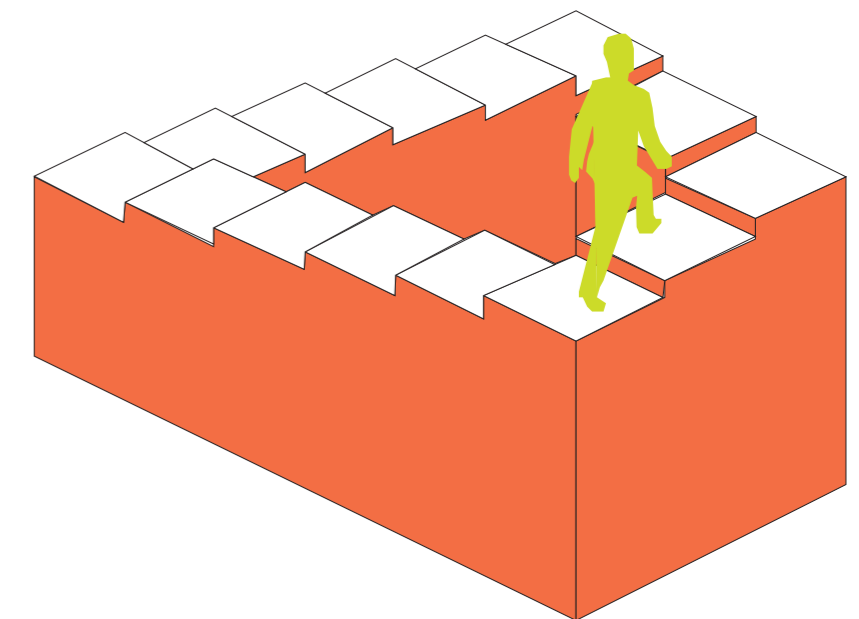
De noe sporadisk plasserte trappene skal demonstrere slusene som knytter Telemark sammen. På samme måte som Penros trappetrinn (eller M.C. Eschers) er det stadig nye trinn når man sluser. Målet er å skape dynamikk og ettertanke på hvorfor ting er som de er. Første gang man ser Penros trapper må man tenke seg om før man skjønner synsbedraget. Dette er stimulerende for hjernen og sansene.

Utsparingene i dekket symboliserer de åpne innsjøene på veien oppover vassdraget. Klatreveggen derimot, er en påminnelse over arbeiderne som klatret og hang over de utemmede fossene for å realisere vannveien gjennom Telemark.

Til slutt skal pappen introduseres. Pappen skal være selve symbolet på Cellulosen. Der nye konstruksjoner dukker opp i Cellulosen, skal dette markeres tydelig med bruk av papp som materiale. Derav vil man få et tydelig skille mellom ny og gammel konstruksjon, men samtidig bevare identiteten til papirfabrikken.



Figur 16: Vannveien fra Skien til Dalen i Telemark.



Figur 17: Illustrasjon basert på Penros kontinuerlig trappeløp. Kan man skape en slik følelse i Cellulosen?

// DEL 3

Uttrykk // energi // miljø

Kontraster i arkitekturen

Cellulosen er som sagt et typisk eksempel på industriarkitektur fra 60- og 70-tallet. "Formen skal følge funksjonen" heter det i funksjonalismen, og siden i etterkrigsarkitekturen i strukturalismen (Thiis-Evensen, 1995). Arkitektene R. Piano og R. Rogers gjorde en bokstavelig tolkning av dette gjennom Pompidousenteret i Paris. Her utgjør bærekonstruksjon og nødvendige installasjoner arkitekturen i seg selv. Så fasaden er droppet til fordel for fargede rør som representerer funksjonen dette tjener. Typisk er et blått rør vannledninger, osv. Dette er et praktkeksemplar av det teknologiske uttrykket i modernismen (Thiis-Evensen, 1995).

Før Cellulosen sto oppført hadde man allerede beveget seg inn i strukturalismen og etterhvert også en ny æra: *postmodernismen*. Her ble modernismens dynamiske uttrykk invertert til *kontraster* med kollisjoner av former og uttrykk. Winton-huset i Minneapolis demonstrerer dette med gjeninnføring enkle geometriske former som står i sterk kontrast. Uttrykket blir fremhevet i form av ulike materialer. Thiis-Evensen (1995) omtaler dette huset som en postmodernistisk "kollisjon".

Et annet type sammenstøt illustrerer det modernistiske Kvarteret Loen i Stockholm. Det er tegnet av Nils Tesch og oppført i 1971. I 2012 ble bygget totalrenovert og miljøsertifisert som "Grønn bygning". Men i denne forbindelse utformet BAU et påbygg som står i sterk kontrast med resten av bygget. Bygget har i utgangspunktet skapt overskrifter, men dette fikk virkelig debattene gående. Dette er et typisk "elsk-hat" bygg, man føler enten eller om det.

I Cellulosen så foreslås det en annen type strategi med bevaring av det materielle tegluttrykket. Endringene skjer dog gjennom volumendringer, samt vindusareal. Forøvrig vil Cellulosens kontrastkollisjon skje på innsiden, hvor betongkonstruksjonen møter papp. Med dette legges det opp til at publikum skal forstå industrihistorien i materialitetens tvetydighet. Videre følger forklaringen på Cellulosens uttrykk og ikke minst energi og miljø.



Foto: Kvarteret Loen, Stockholm.

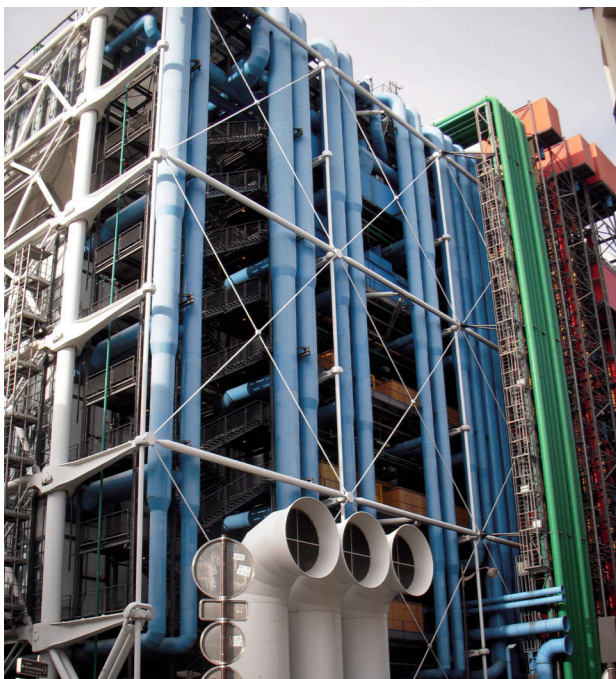


Foto: Pompidousenteret i Paris.
Oppført i 1977 (samme år som Cellulosen).



Foto: Winston Guest House (Gehry, 1987).

Gjenbruk // revitalisering

I økende tempo skjer det strukturendringer omkring oss. Utvikling av byer har alltid bestått av utvidelser, ombygginger og sikring av eksisterende bygningsmasse. I utvikling av byer er det viktig å fange opp endringer, likeså å ta vare på byens historie og verdifulle kulturhistoriske bygninger.

Ytre faktorer som endringer i næringsliv, samferdselsstruktur, politikk, befolkning og globalisering fører til at bedrifter vil komme og gå, mens bygningene blir stående på stedet. Hver gang en bygning ikke lenger fyller den funksjonen den er bygget for, er det behov for å finne en ny måte å bruke den på (Risksantikvaren, 2011).

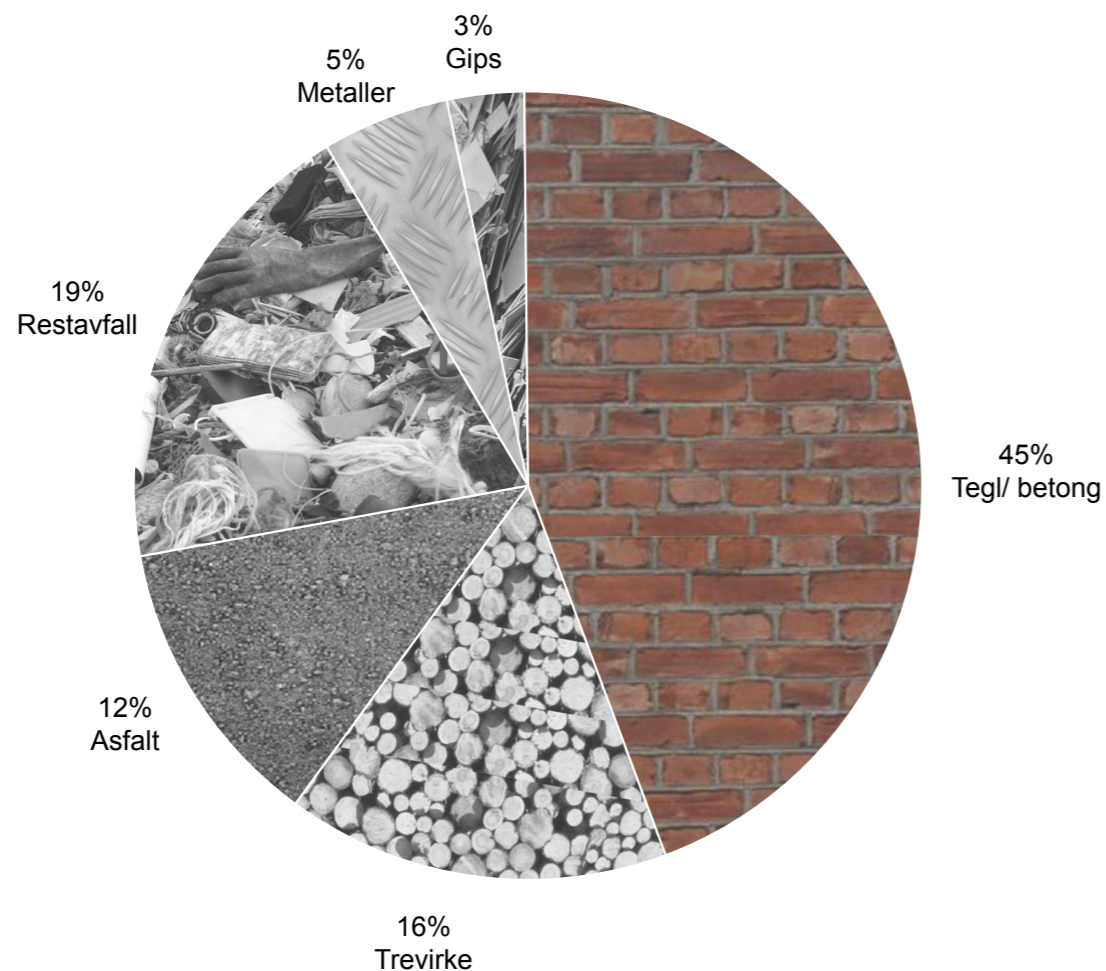
Konseptet for bærekraftig utvikling handler om optimalisering av relasjoner mellom det globale samfunnet og det naturlige miljøet. Bygningens verdi er påvirket av omkringliggende miljø, - altså det er viktig å tenke helhetlig for hele området rundt bygget. (Wilkinson, 2014)

Flere nye bygg har også blitt stemplet som utdatert på bakgrunn av lav visuell og funksjonell kvalitet. For å redusere risikoen for ledige bygningsareal, bør bygg utvikles i multifunksjonelle områder. Arkitektonisk kvalitet, som planløsninger, romfølelse, utstråling og fasadekvalitet, må vektlegges. Forøvrig viser byggets status, området og den visuelle kvaliteten på bygget, å ha stor innflytelse på brukerne (Remøy, 2008).

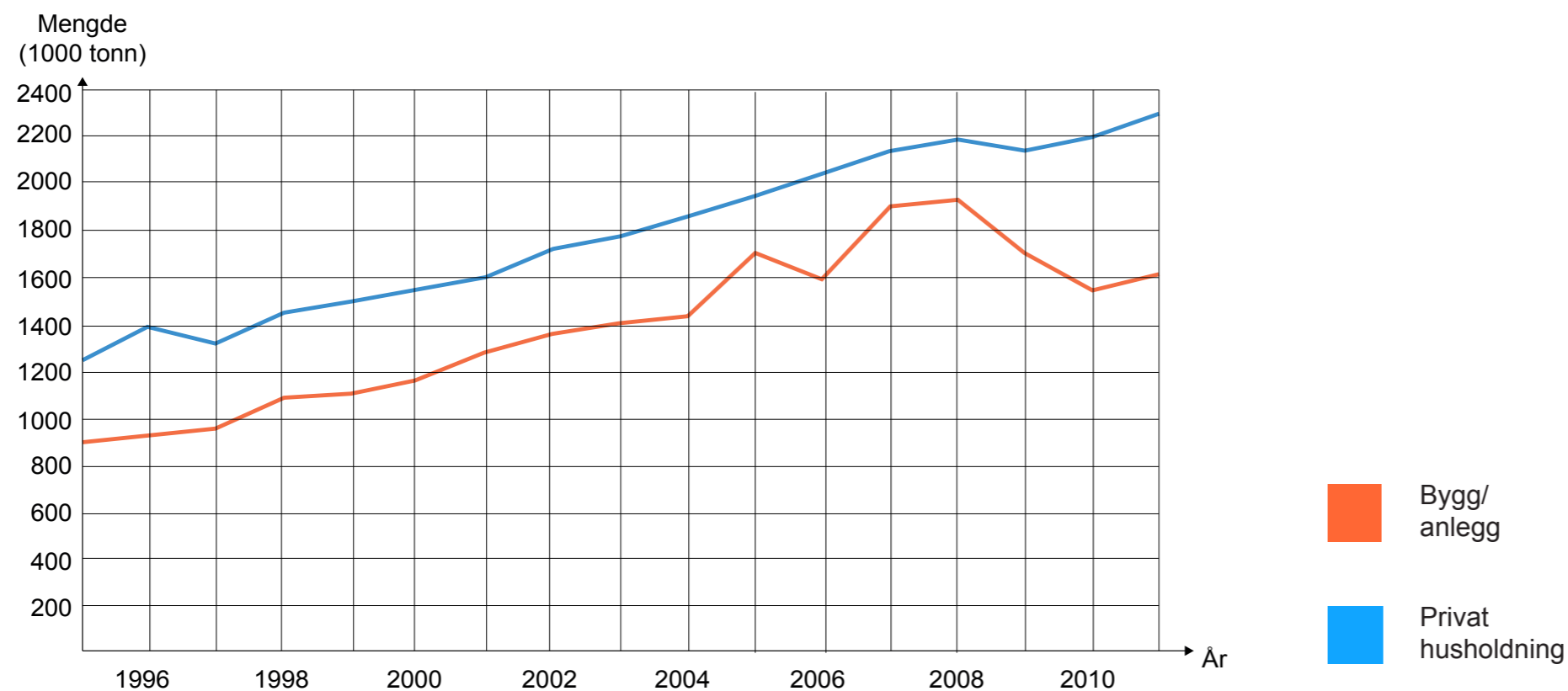
Avfallshåndtering:

Bygg- og anleggsaktiviteter produseres årlig store mengder avfall. I 2011 medførte byggeaktiviteter 1,6 millioner tonn avfall. Dette utgjorde 16 prosent av de totale avfallsmengdene i Norge i 2011. Hvor store mengder det er snakk om er konjunkturavhengig, dette kan man se av figuren med nedgang av avfall under finanskrisen i 2008. Den generelle trenden er at avfallsmengden øker både i den private husholdning og bygg/ anleggsvirksomheter.

Produkter og materialer til bruk i bygg skal ta sikte på å forhindre unødig forurensing og ha en forsvarlig energibruk. I henhold til TEK10 skal dette tas hensyn til gjennom hele byggverkets levetid, inkludert riving.



Figur 18: Avfallsmengden innenfor byggebransjen (SSB, 2011)



Figur 19: Avfallsregnskap for Norge (SSB, 2011). Den generelle trenden er at avfallsmengden øker både i den private husholdning og bygg/ anleggsvirksomheter.

Gjenbruk // revitalisering

I løpet av befaringen i januar, 2014, ble det oppdaget ulike gjenstander som ønskes bevart i Cellulosen. Blant de mest spektakulære var traverskranen, som med sin orange farge og vitne om fortidens tunge papirindustri kunne bli noe svært interessant å integrere i konstruksjonen. Dette førte til at tankene rundt gjenbruk i Cellulosen fikk økende interesse. Et ønske om å vise traverskranens funksjonalitet kan gjøres ved å henge en lokal tilknyttet gjenstand i selve kranen. Henrik Ibsens flosshatt vil synliggjøre kranen, samtidig som den utgjør en symbolsk verdi for biblioteket. Forfatteren var nemlig selv fra Skien.

På nivå fire, som er det øverste nivået for biblioteket, skal traverskranen brukes som gangbro. Traverskranen har en kapasitet på hele 16 tonn.

Med tanke på papirmuseet er det også mange andre gjenstander som i følge Bernt Arnesen har stor affeksjonsverdi. Av objekter som kunne passe godt til byggets nye museum, finnes papirmaskin(er), papirruller og tømmerbåt. Tømmerbåten har tidligere vært brukt under fløting av tømmer i tilknytning til driften ved Cellulosefabrikken (Arnesen, 2014)



Foto: Den originale traverskranen i tilsynelatende god stand. På foto er også vaktmester Bernt Arnesen.



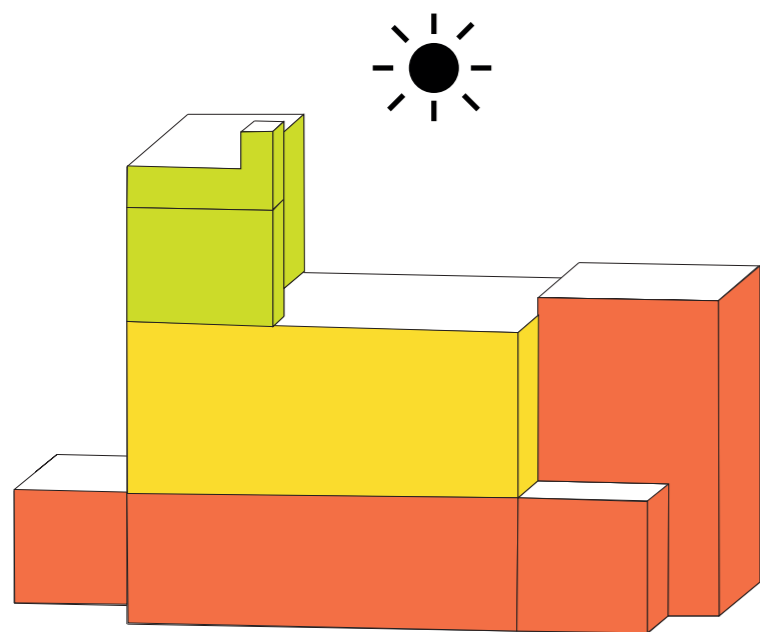
Foto: Tømmerbåt. Primært brukt til å dytte og knuse tømmeret.



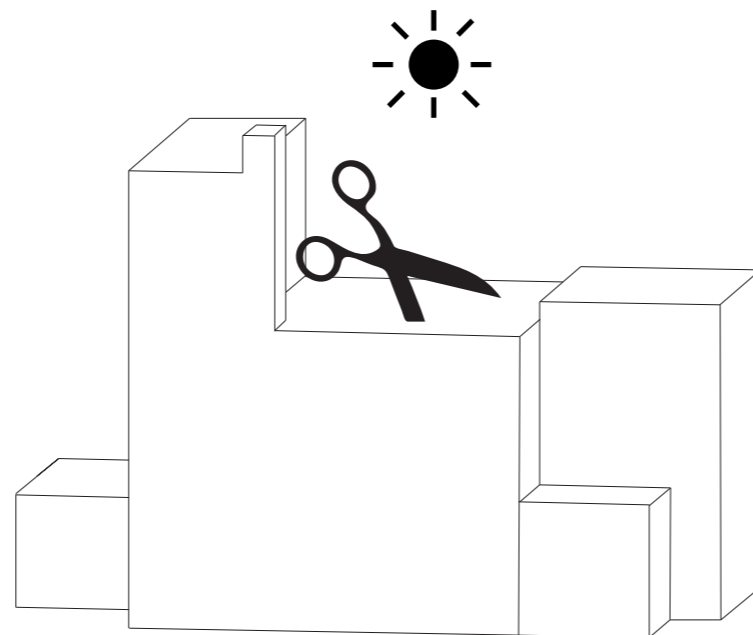
Foto: Papirmaskin i PM 6. Resten av den store maskinen ble fraktet til Brasil.



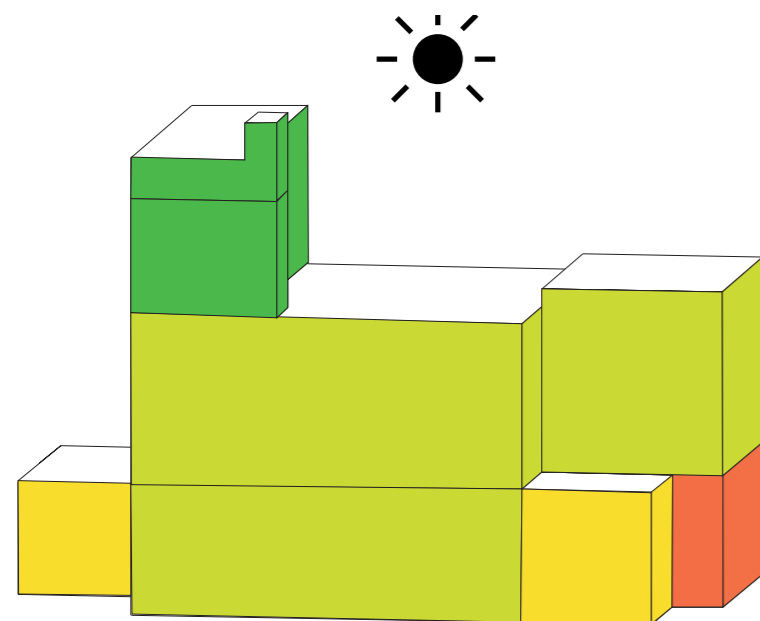
Foto: Papirrull. En av de siste som ble produsert før fabrikken la ned 2006.



Figur 20a: Opprinnelige dagslysforhold



Figur 20b: Skjæring i tak, dekker og fasade

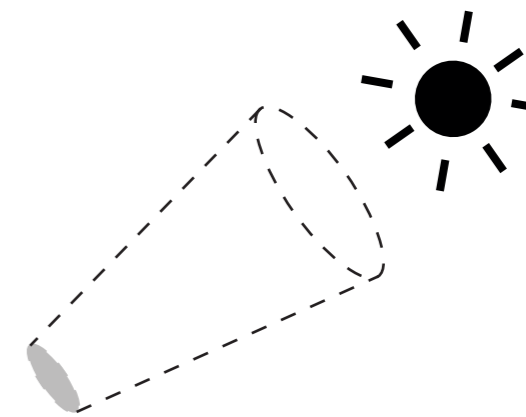


Figur 20c: Dagslysforhold etter skjæring

Dagslysskala:

- Dårlig
- Ok
- Bra
- Meget bra

Dagslysforhold



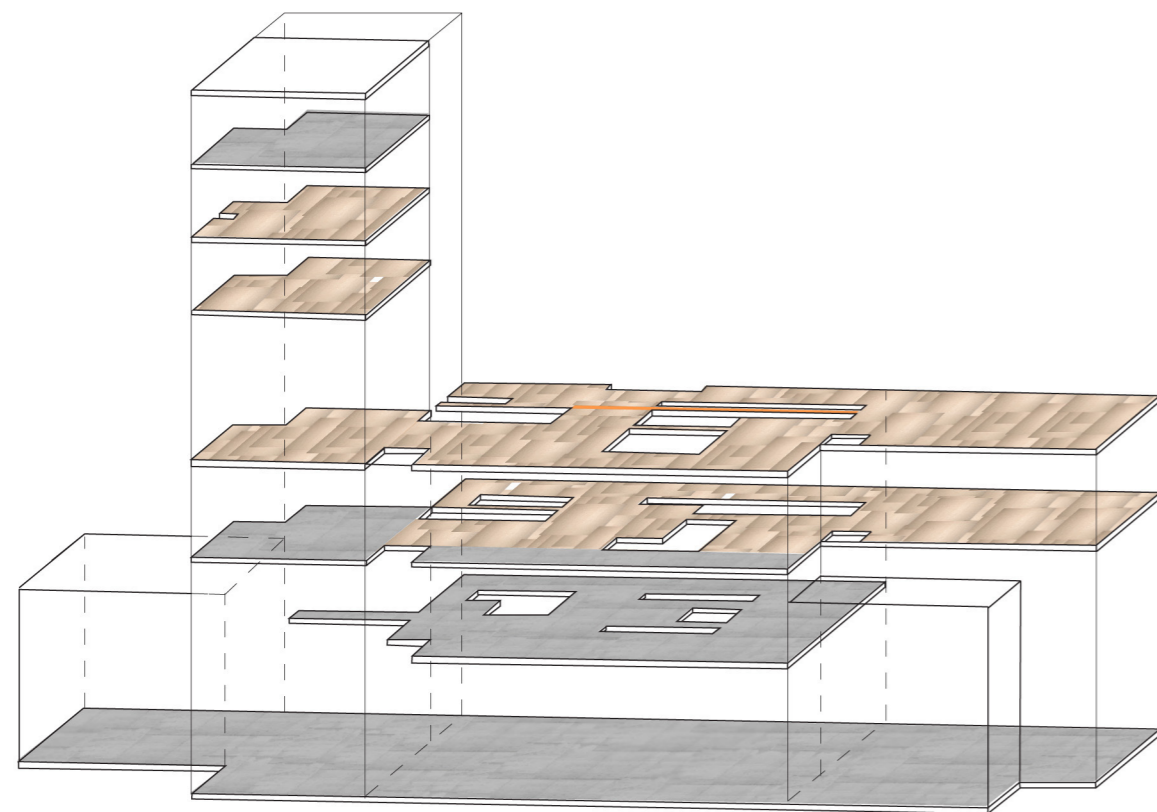
Figur 21: Prinsipiell fremstilling av lysinnslipp.

Basert på notater og bilder fra befaring av Cellulosen dannet man seg en tydelig oversikt over dagslysforholdene. Befaringen fant sted kl 12 på en lettskyet januardag. Lysforholdene var selvfølgelig noe dårligere enn det man ville erfare en sommerdag. Uavhengig av dette så ble bygget delt i fire kategorier fra dårlig til meget bra. Resultatet er derfor en grov tilnærming på hva de faktiske forholdene er, men det hjelper til med forståelsen av hvilke grep som er nødvendige å ta.

I og med bygget er designet for industri, er dagslysforholdene meget dårlige for store deler av bygget. Man har ønsket et homogent innemiljø for å unngå interferens mellom produksjon og f.eks. sollys utenfra. Av denne grunn hersker det ingen tvil om at grep må gjøres for å gjøre Cellulosen lysere og imøtekommende for besøkende. Påfølgende sider illustrerer en måte dette kan gjøres på.

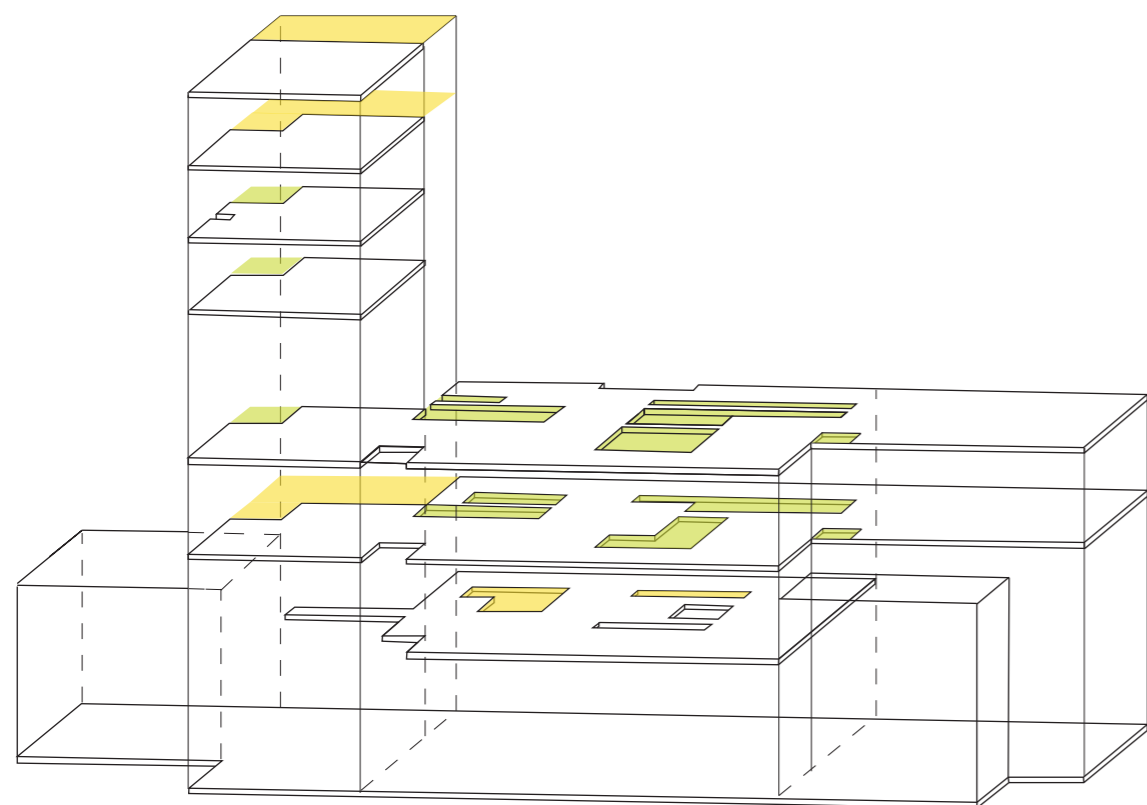


Foto: Kulturhuset "Bok og Blueshuset" på Notodden. Legg merke til lysinnslippene. Prinsippet tas igjen i Cellulosen.



- Eksisterende betongdekker
- Nye pappdekker
- Eksisterende kran

Figur 22a: Innvendige dekker.



- Skjæring i eksisterende dekker
- Skjæring i nye dekker

Figur 22b: Utsparinger.

Plangrep



Foto: Studiesal i hovedbiblioteket ved Humboldt Universitetet, Berlin.

Den sveitsiske arkitekten Max Dudler har gjennom lesesalen ved Humboldt illustrert enkelt hvordan man får dagslys ned i et dypt bygg. For mange kan dette fremstå dramatisk og kaldt, mens andre vil argumentere at det luftige og åpne rommet gjør det storslått. Begge parter har et alternativ da det er supplert med leseplasser langs fasadene andre steder i bygget.

Plangrepene i Cellulosen bygger rundt dette enkle prinsippet av en lyskjegle som står på hodet (se illustrasjon foregående side); så i biblioteket vil utskjæringene bli større jo høyere opp man kommer. Dette skal gi gode dagslysforhold sentralt i bygget. Til tross for dette så plasseres leseplasser på flankene, nærme vinduene i bygget. Bakgrunn for valget er subjektive erfaringer gjennom 18 år på skolebenken. Lys gir energi. Forøvrig ledes også lyset ned av statiske dagslysledesystemer i form av reflekterende skillevegger og liknende.



Foto: Trapp i Universitetsbiblioteket i Delft, Nederland (Jensen, 2012).

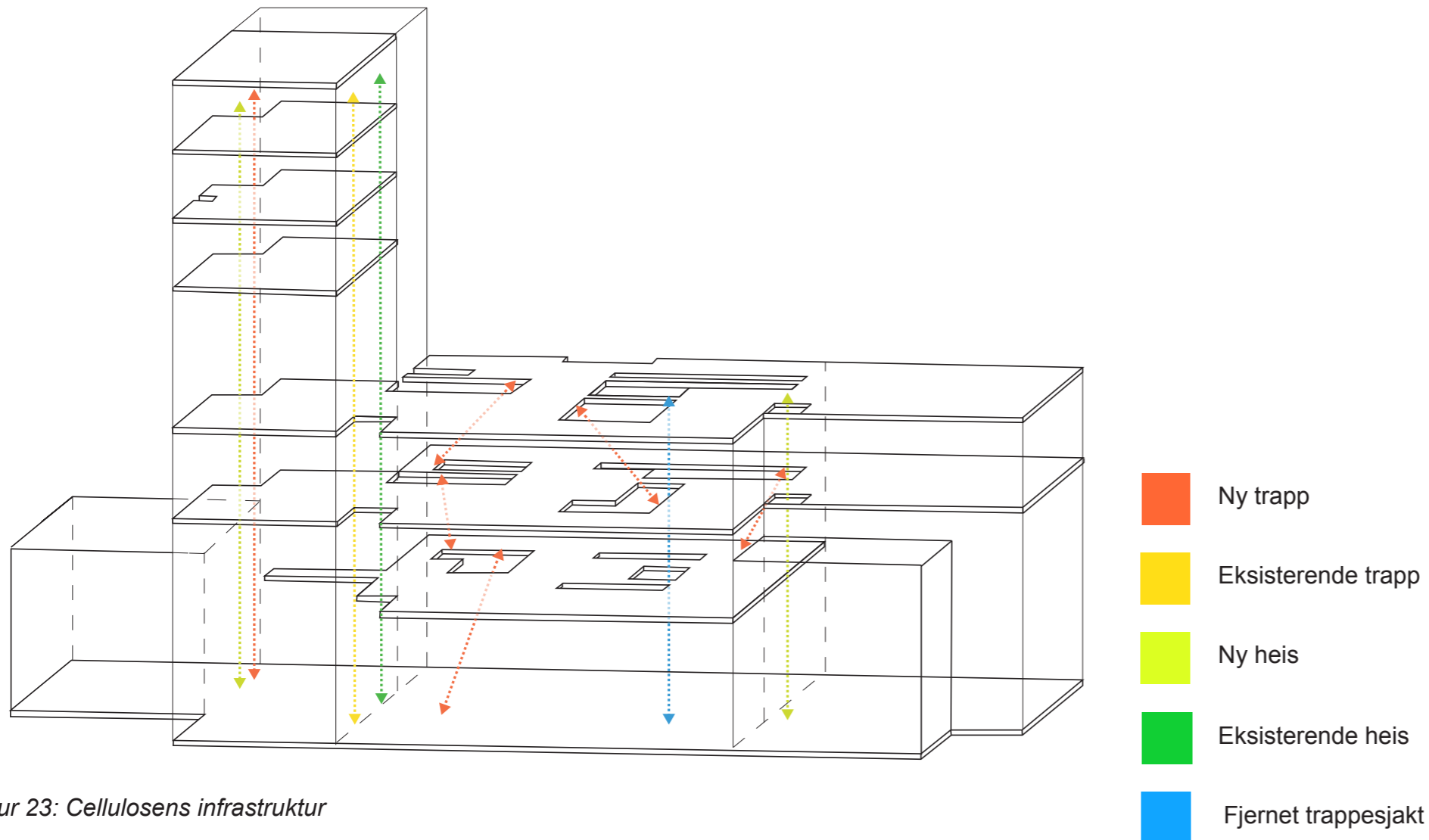


Foto: Trappesjakten ved Arkitekturfakultetet, Technische Universität Berlin.

Trapper // sjakter

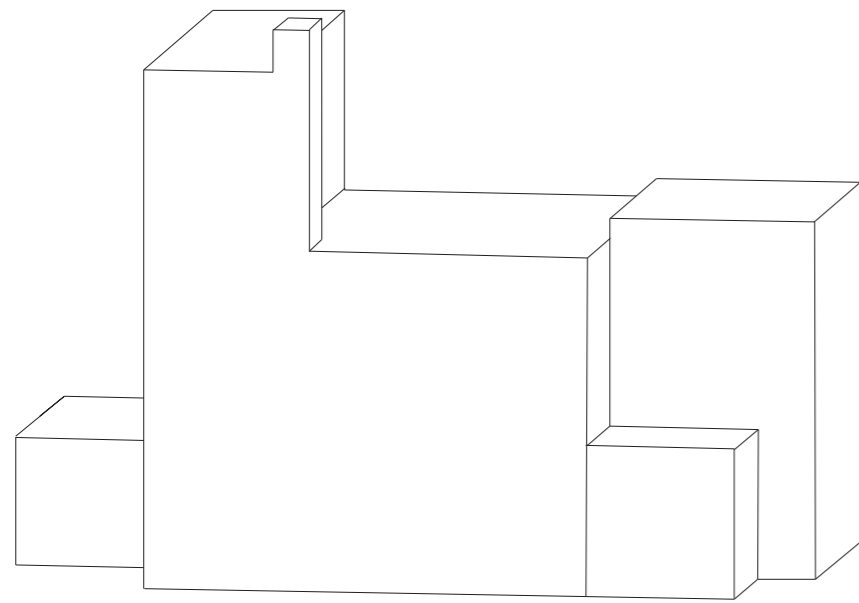
Trappene i Cellulosen er bygd opp slik at de skal bedre logistikken i de store volumene. Hovedtrappen i Cellulosen er inspirert av tilsvarende trapp i Universitetsbiblioteket i Delft. Den har beliggenhet i nær tilknytning til hovedinngangen og knytter første plan til andre plan. Videre har trappen tilknytning til toppen av biblioteket i fjerde plan.

Det finnes to trappetårn i Cellulosen som strekker seg helt opp til takplanet i tårnet. Trappetårnet, nær hovedinngangen er eksisterende, mens det andre er nyprosjektert. Når det gjelder de resterende trappene, mellom andre og fjerde plan, så vil de være spredt rundt i volumet. Sjaktene og trappene vil komme nærmere hverandre og dermed gi kortere avstand mellom de ulike aktivitetene. Motivet for dette er å skape et dynamisk bygg. Inspirasjonen bak denne oppbygningen kommer fra Telemarkskanalen, - med de ulike slusene mellom ulike vannivå. Som en parallell blir da trappene et symbol på slusetrappene, og sjaktene på vannspeilene i kanalen. Disse type trapper kan man finne liknende av i arkitekturfakultetet ved TU-Berlin. Man vil tenke at disse vil stimulere til kreativ tenkning ved å bryte opp den rasjonelle arealbruken man vanligvis ser ved trappeutforming. Det er naturlig å tenke på filmer som Inception og Harry Potter. Ved sistnevnte refereres det til trappene på trollmannskolen Galtvort. Dessverre blir det problematisk å ha bevegelige trapper i Cellulosen, - i alle fall dersom man vektlegger sentrale momenter som sikkerhet og pris. Dog vil det være mobile trapper for å komme til øvre reoler.

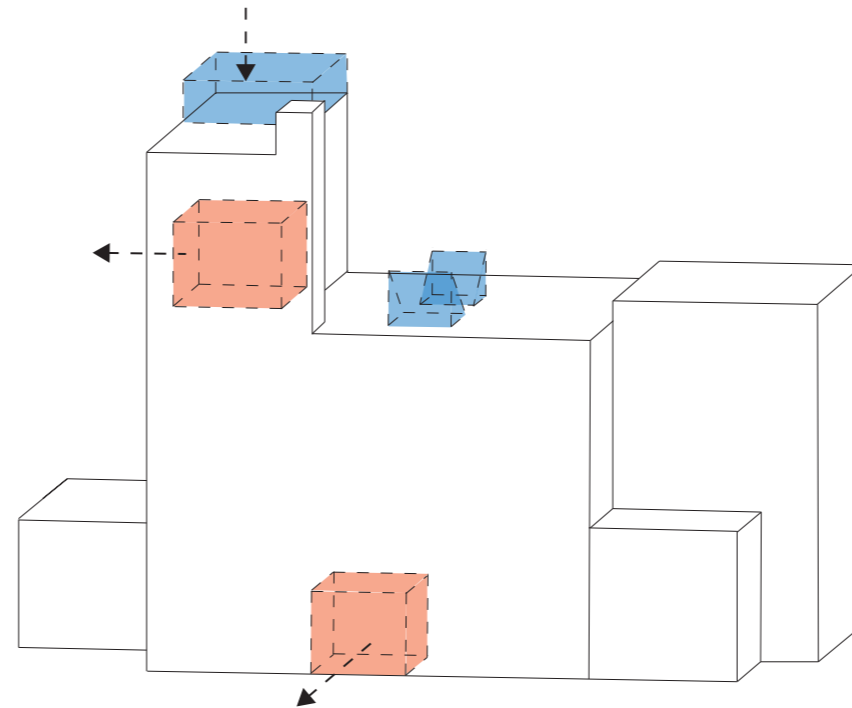


Figur 23: Cellulosens infrastruktur

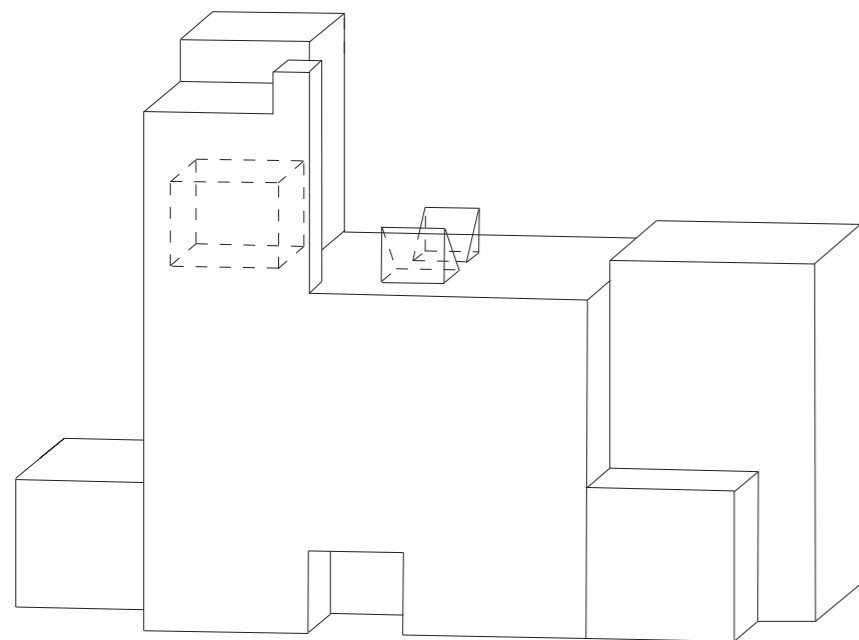
Volumendringer



Figur 24a: Omriss originalt bygg



Figur 24b: Volumendringer



Figur 24c: Omriss nytt bygg

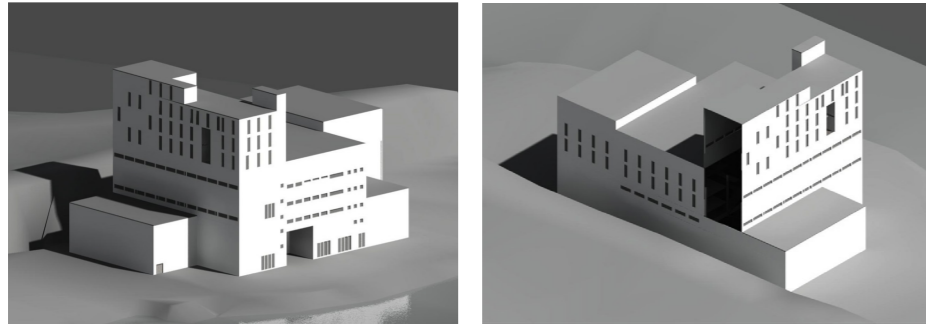
- Utskjæringer
- Ny bygningsmasse



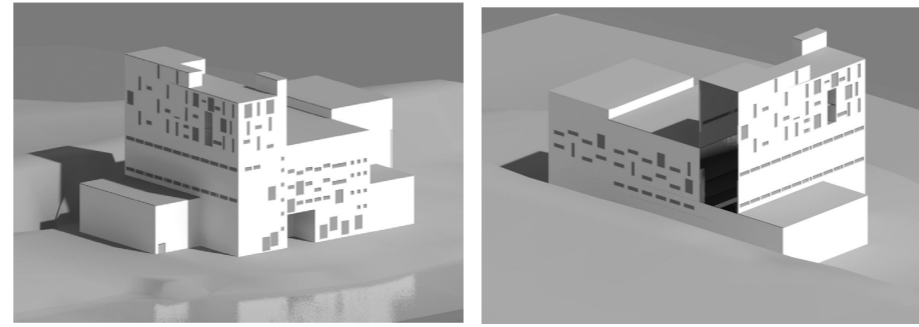
Foto: Informatikkbygget ved UiO. Ole-Johan Dahls Hus ble ferdigstilt i 2010 og er et praktexemplar på god byggeskikk (Statsbygg, 2011). Det er tydelig at Lund Hagem Arkitekter AS har gitt Blinderns eksisterende arkitektur sin renessanse gjennom dette bygget. Utskjæringerne bryter opp fasaden og gjør den statiske bygningsmassen mer dynamisk. Dessuten gir det mer dagslys inn i bygget.



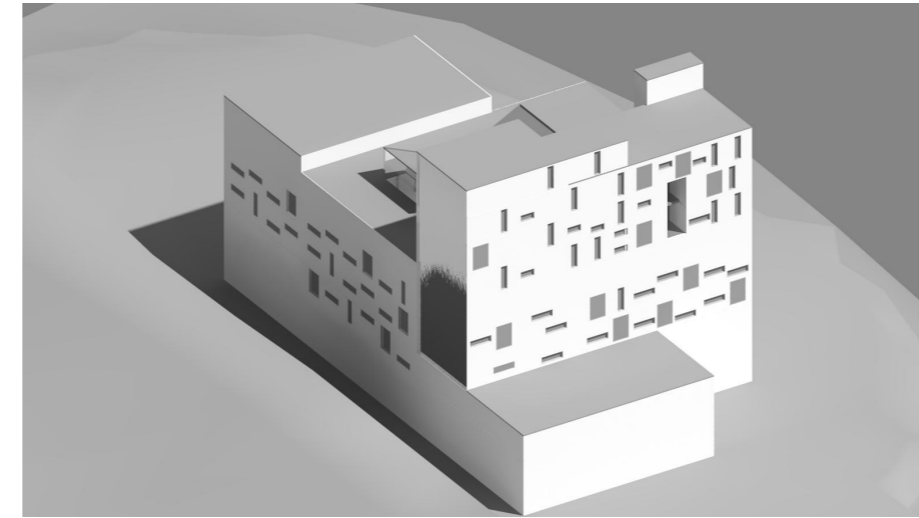
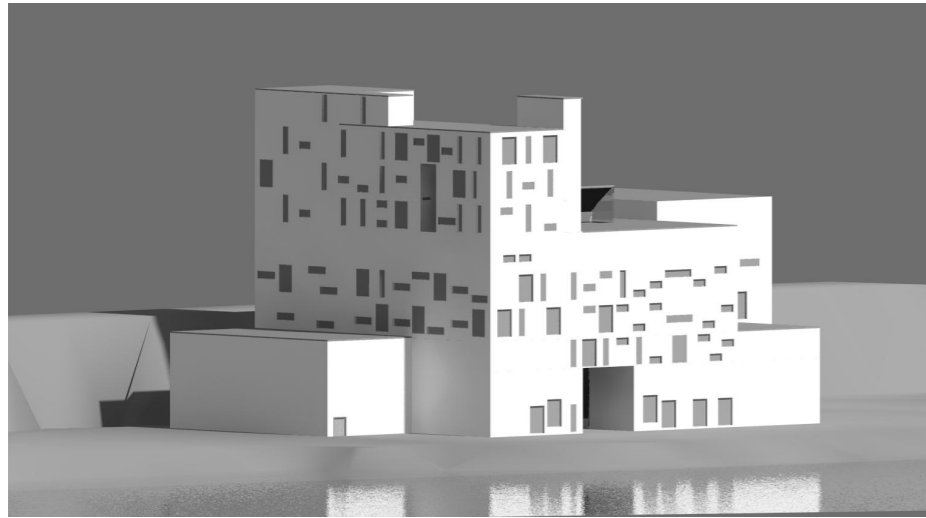
Foto: Statoilbygget, Fornebu. Lyssetting til inspirasjon ved inngangspartiet. Da man skjærer ut inngangspartiet i Cellulosen vil kunstig lys kunne være med på å trekke mennesker naturlig inn mot bygget.



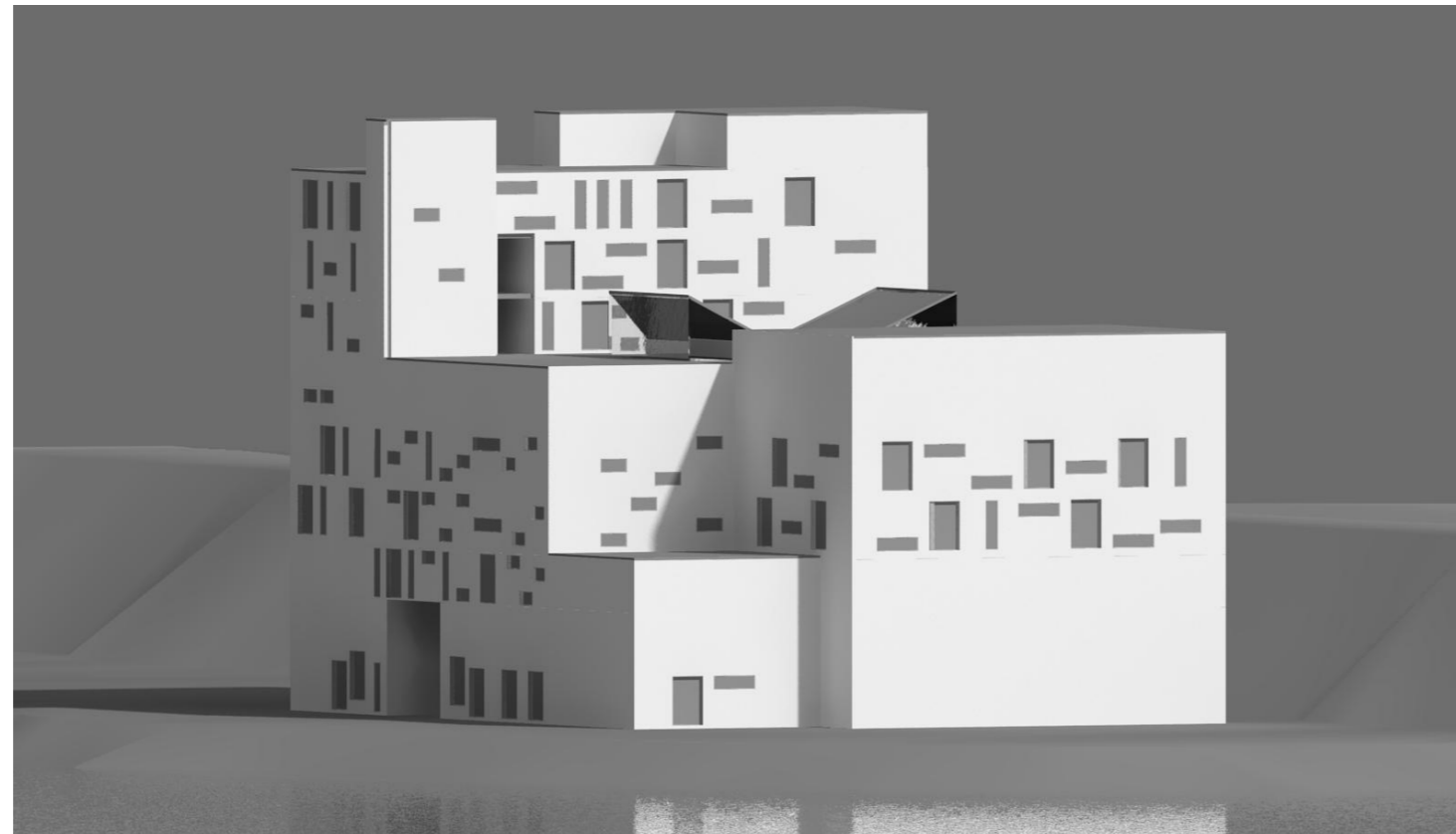
Figur 25a: Første studiet av fasadeuttrykk. Rigid vindusinnsetting. Originalvinduen brukes videre i tårnet, rotert 90 grader.



Figur 25b: Andre studiet. Prøver å skape mer bevegelse. Flere vindustyper introduseres.



Figur 25c: Tredje studiet, - tilsynelatende dramatiske inngrep for å sikre optimalt lysinnslipp og oppmerksomhet fra publikum. Dette handler også om å bryte opp store flater/ fasader.



Fasadeuttrykk

Cellulosen har et enkelt, men monumentalt uttrykk. Dette er naturlig da det er bygget som et industribygg. Selv om det er store volumer er vanskelig å oppdage disse med en gang p.g.a. simplistisk vindusinnsetting.

Basert på disse oppdagelsene ble det konkludert med at man må gjøre det enkelt. Det ene alternativet må da være en mer ordnet struktur. Da bygger man videre på det eksisterende fasadeuttrykket. Dog kan man fremheve nye funksjoner med f.eks. stående vinduer. Om man skal tilfredsstillte dagens krav er det uansett opplagt at man trenger mer dagslys inn i bygget. Dette betyr igjen flere vinduer.

Motstykket til dette alternativet er å ta fatt på fasaden med lekenhet. Men det betyr på ingen måte at ikke vinduene vil tjene sine funksjoner, - snarere tvert imot! Man får da muligheten til å få en spillende fasade som moderniserer bygget. På grunn av friere vindusmønster er det dessuten lettere å slippe inn lyset der man måtte ønske. Aberet er at det er dyrt å skjære i fasaden. Men den totale gevinsten vil være større med en abstrakt fasade!

I østre del av tårnet er det foreslått klatrevegg. Den bør fremheves og gi noe tilbake til byen. Derfor vil det være fint å se denne fra veien når man passerer. Man vil også kunne se denne dramatiske utskjæringen fra hele Den Grønne Promenaden (se Del 1).

Illustrasjonene viser utviklingen i vindusinnsetting fra studie "a" via "b" til "c". Alternativ c danner grunnlaget videre.

Fasade // Lavteknologi

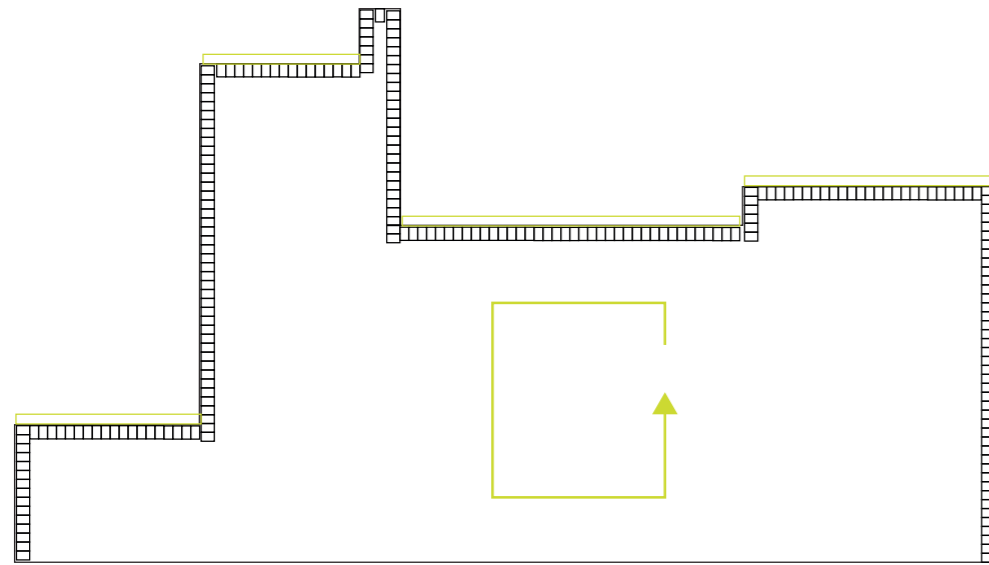
"Tanker om hus og kretsløp":

Her følger noen generelle prinsipper man bør ha i bakhodet når man planlegger bygningsmasse (Jacobsen, 2010):

- Et lite hus krever mindre ressurser og mindre energi til oppvarming.
- Huset må isoleres godt slik at varmen fortrinnsvis holder seg innendørs.
- En bygning bør tilpasses sted, klima og solforhold.
- På Jæren betyr vinden mest for avkjølingen av et bygg, mens på Røros er det temperaturen. Vinduer som orienteres mot sør vil motta mye varme fra solen, mens vinduer mot nord kun vil gi varmetap.
- Planløsningen kan organiseres slik at varme rom samles sentralt mens kjøligere rom som soverom, boder og lignende, kan plasseres som buffersoner omkring.
- Energibehovet, som i hovedsak er til oppvarming, bør så dekkes med fornybare energikilder; solenergi, bioenergi (fyrkjeler, pelletsovner, kakkelovner o.a.) eller varmepumper er aktuelle løsninger. Vannbåren varme i gulv eller radiatorer gir en framtidig fleksibilitet.
- Det bør benyttes materialer som har evne til å regulere luftfuktigheten, som er en av de viktigste parametrene i inneklimasammenheng.
- Ytterkonstruksjoner bør bygges opp slik at en tillater fukt- og gassutveksling på porenivå (diffusjonsåpne konstruksjoner).
- Ventilasjon er nødvendig og kan i de fleste tilfeller besørges gjennom systemer for naturlig ventilasjon, hvor en unngår kanaler og vifter.
- Varmesystem, temperaturkontroll (ikke for høy romtemperatur), og godt renhold er også avgjørende for et godt inn klima.

Hva gjør man med en så stor teglfasade som Cellulosefabrikkens?

I løpet av denne prosessen var det viktig å ikke utelukke det ene eller andre alternativet med én gang. Uavhengig av dette så er det ikke noe tvil om at Cellulosen er et signalbygg og en stor del av industriarven i Skien. På bakgrunn av dette har utgangspunktet vært at det ytre fasadelaget skal bestå av tegl. Derfor undersøkes det flere alternativer rundt nettopp dette.

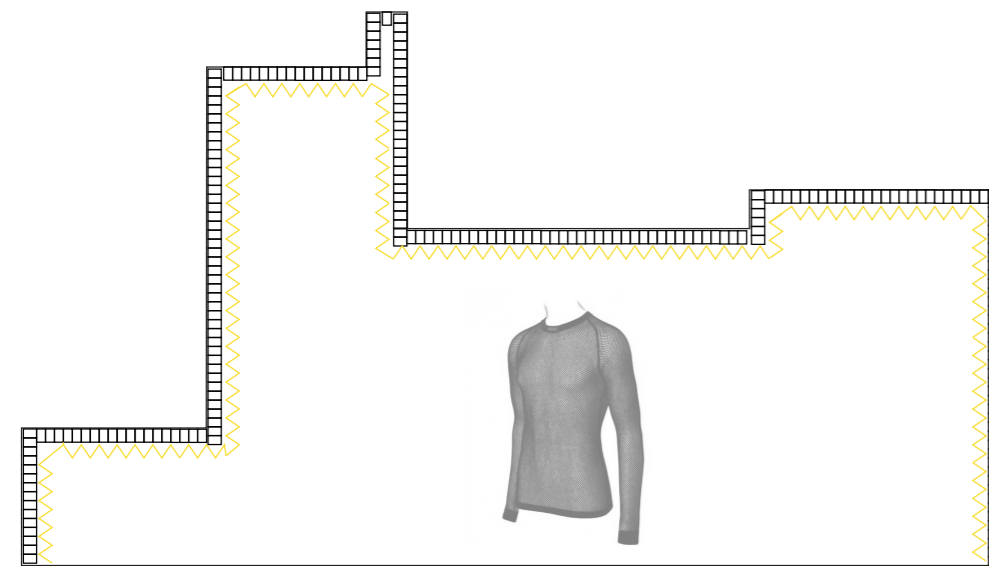


Figur 26a:

Alternativ 1)

Eksisterende fasade m/ grønne tak:

- + Bevare fasadeuttrykk
- + Prisgunstig
- + Pustende bygg
- Høy varmegjennomgang

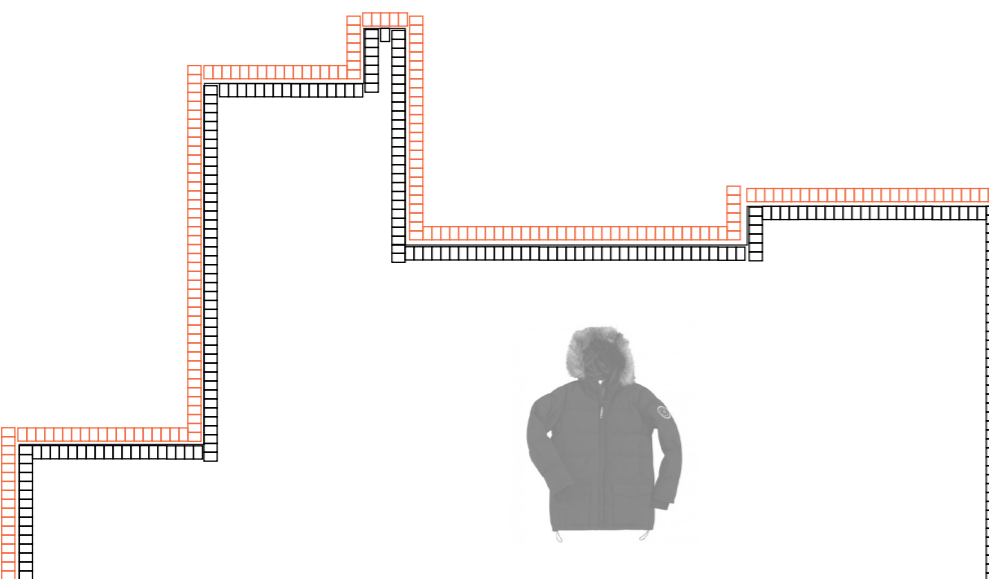


Figur 26b:

Alternativ 2)

Innvendig etterisolering:

- + Bevare fasadeuttrykk
- Vanskelig å eliminere kuldebroer og dekkeforkant
- Kondensproblematikk



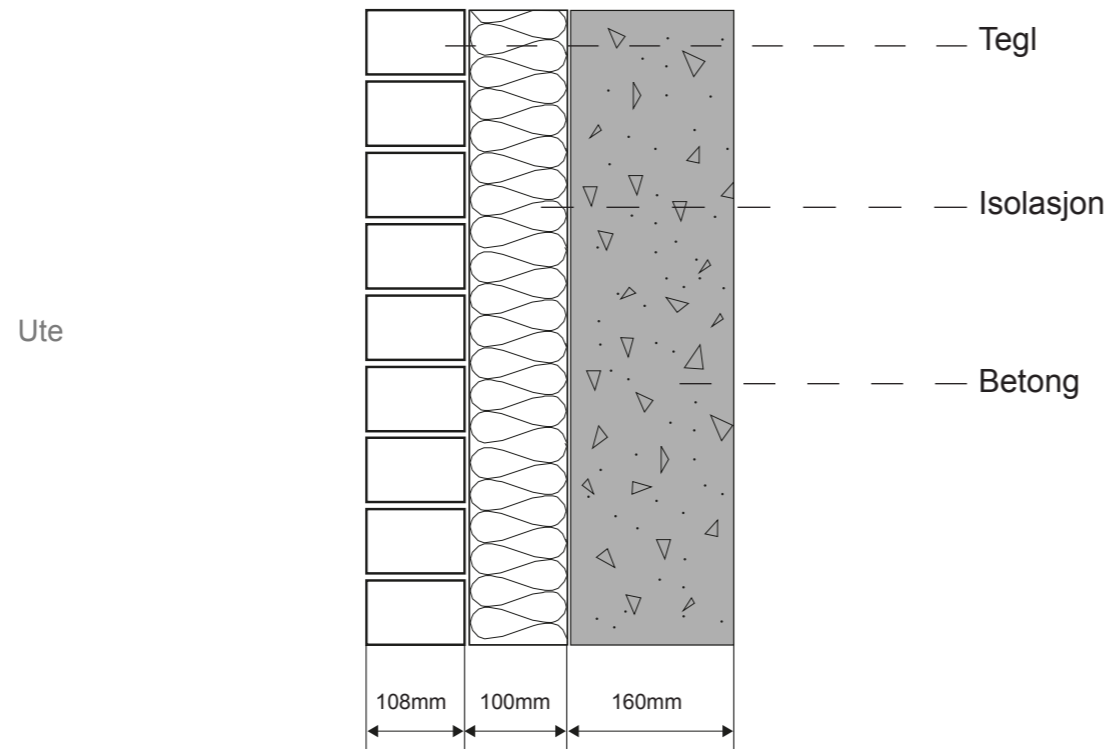
Figur 26c:

Alternativ 3)

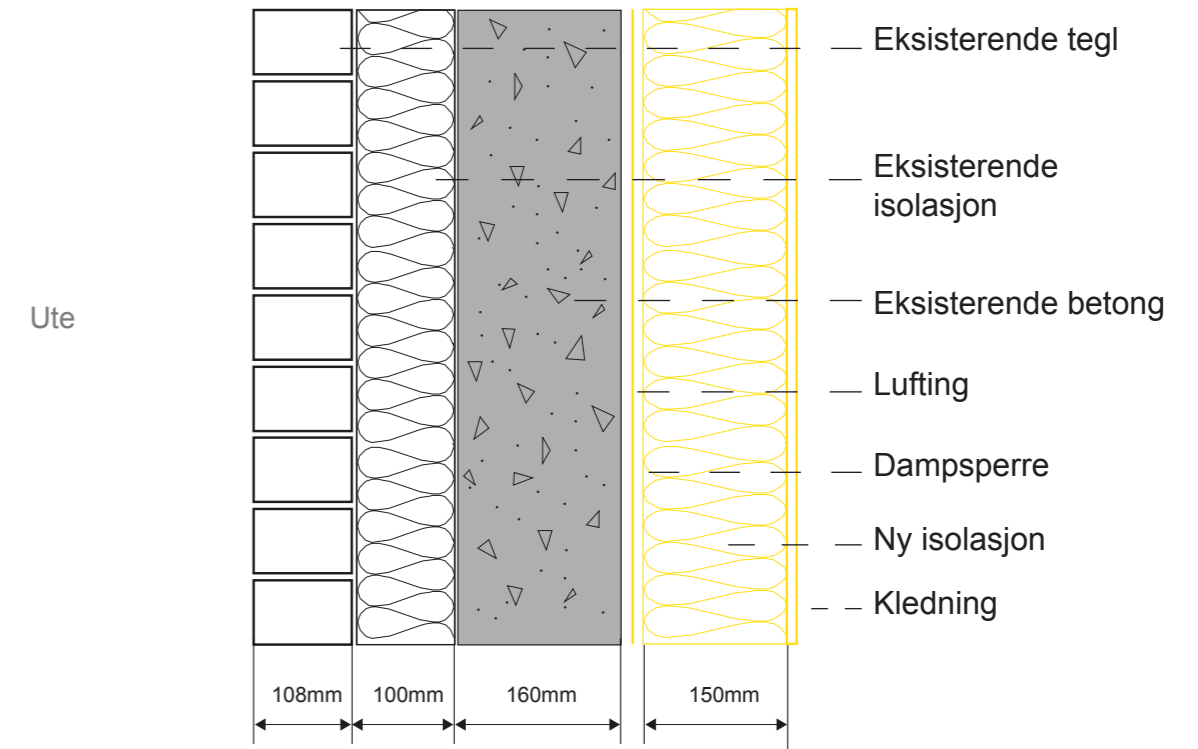
Utvendig etterisolering:

- + Termisk treghet
- + Lavteknologi er funksjonalistisk
- Høy prislapp

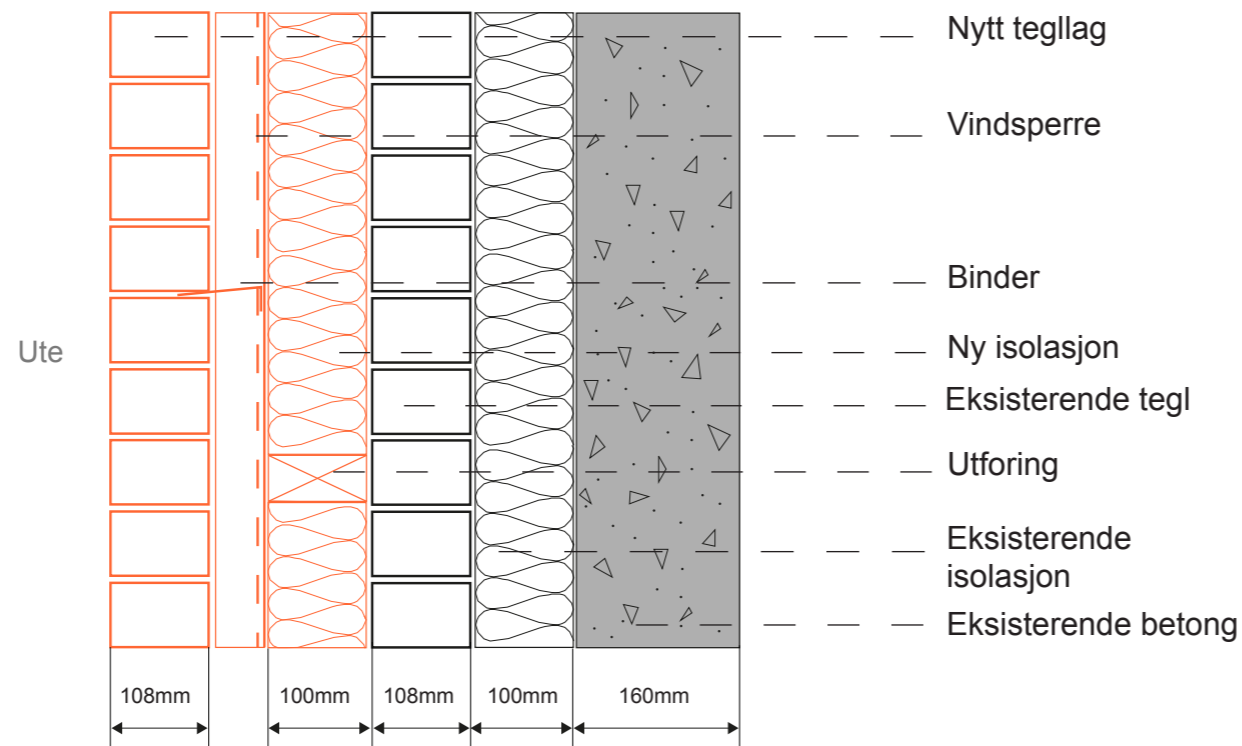
Prinsipielle detaljer



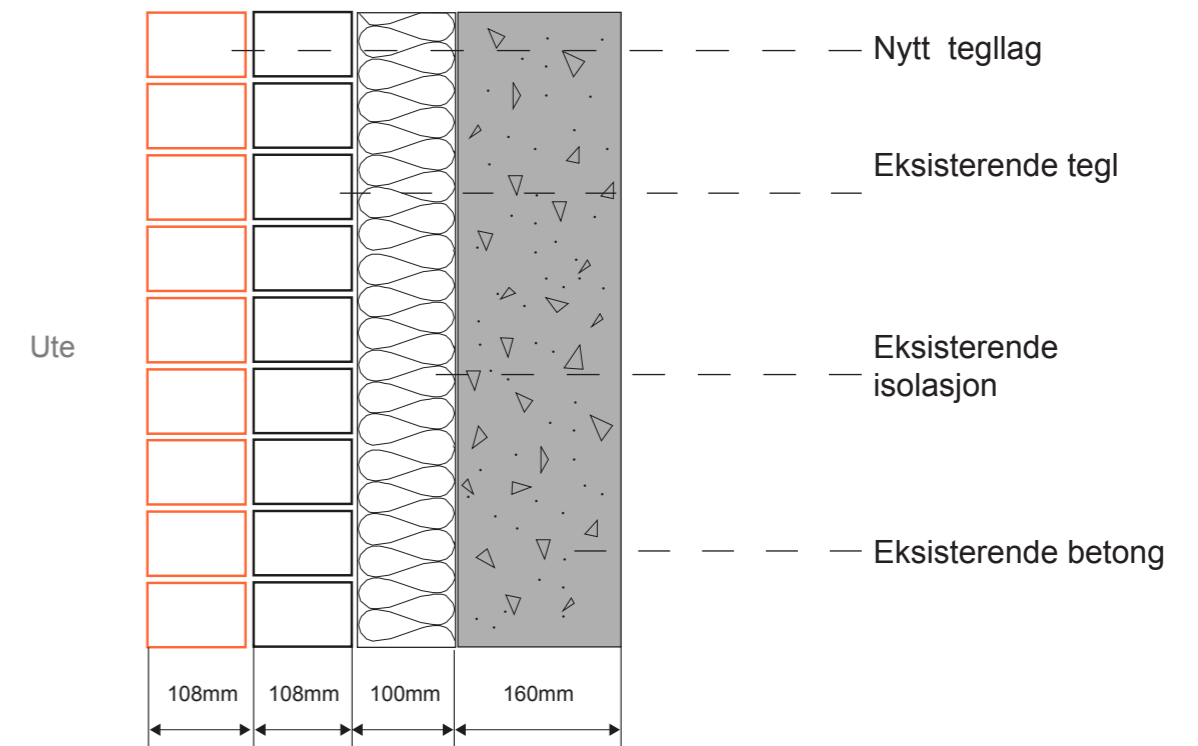
Figur 27a:
Alternativ 1) Eksisterende fasade



Figur 27b:
Alternativ 2) Innvendig etterisolering (jmf. Trehus og Byggforsk)



Figur 27c:
Alternativ 3a) Utvendig etterisolering (jmf. Trehus og Byggforsk)



Figur 27d:
Alternativ 3b) Utvendig etterisolering basert på prinsippet fra hus "22/26" (Baumschlager-Eberle, 2013)

Alternativ 3b:

Nettopp p.g.a. industriarven kunne Baumschlagers og Eberles "22/26" i Lustenau, Østerrike være til inspirasjon. Navnet på bygget kommer av den innendørs komforttemperaturen som ligger mellom 22-26°C. B-M oppnår dette ved hjelp av *termisk treghet*, - tegllaget er porøst, men tregt. Om sommeren, når sola steker, så vil ikke varmen nå inn gjennom veggen før om natta. Det fører til et behagelig innemiljø på dagtid. Når det så blir kjøligere på utsiden, vil varmen nå igjennom veggen. Dersom dette skulle være ubehagelig har man muligheten å luften ut. "22/26" rapporterer dessuten om lave forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdskostnader (Baumschlager-Eberle, 2013).

For Cellulosen foreslås det en del utskjæringer. Da vil det være det naturlig å bruke den teglen man skjærer ut som et lag nummer to utenpå den eksisterende fasaden. Som man ser på vinduene, får man også interessante skygger og dybder som følge av dette. Med bevisste valg kan man justere sollinnslipp etter behov og funksjon i bygget.

Resultat:

Med et dobbeltlag med tegl forsinker man den termiske innfiltreringen av luft utenfra. Likevel så er u-verdien man oppnår, nesten identisk med den man hadde i utgangspunktet. Dette skyldes at Cellulosen har et tegllag på 25% av tykkelsen i "22/26". Dessuten bruker B-E en meget porøs tegl innerst, og får dermed isolasjon i form av denne. Det ytterste laget er mer værbestandig (Baumschlager-Eberle, 2013).

Ser man nærmere på prislappen, dannes den av følgende regnestykke; anslagsvis vil det nye tegllaget være dekket av 20% eksisterende murstein som skjæres av Cellulosen. Resterende 80% må kjøpes for 1500 kr/m² (Norsk Prisbok, 2013). Med en fasade på ca 5000 m² blir prisen: 5000m² * 0,80 * 1500kr/m² = 6 MNOK

Det er vanskelig å forsvare en slik prislapp når man ikke tilfredsstiller kravene til TEK10. For 6 MNOK vil man nesten kunne investere energiløsninger som gjør at bygget forsyner seg selv med energi. Dermed reiser dette spørsmålet om hva som er mest bærekraftig for papirfabrikken?



Foto: Kontorbygget "22/26" (Baumschlager-Eberle, 2013).

Fasade // Oppsummering

Alternativ:	Oppbygning:	U-verdi:
1	Eksisterende	0,30 W/ m ² K
2	150mm isolering innside	0,16 W/ m ² K
3a	100mm isolering utvendig	0,22 W/ m ² K
3b	Eksisterende m/ ekstra tegllag	0,29 W/ m ² K

Ser man kun på varmegjennomgang vil alternativ 2 virke som det tryggeste. Men i Cellulosen vil det være mange kuldebroer. Disse vil man kunne ha problemer med å dekke med innvendig etterisolering. Dog er det viktigste motargumentet verving om industriarkitekturen. Prosjekterene ønsker ikke å dekke til historien som ligger i veggene og bæresystemet i Cellulosen. Likevel fordrer også noe akustikk innvendig etterisolering.

Alternativene 3a og 3b er på mange måter like. De vil være dyre alternativer som gjør Cellulosen til et enda mer massivt og tungt bygg enn det som står der i dag. Baumschlager-Eberles alternativ forutsetter at man bruker en mye tykkere og tregere teglstein enn den som finnes i eksisterende fasade. Man er avhengig av å oppfylle dagens krav skal man gjøre en såpass omfattende investering.

Cellulosen står som en enorm termisk masse per dags dato. Tør man å se bort ifra de teoretiske verdiene, vil det være fristende å la bygget stå som det gjør. Man kan sette spørsmålsteget ved etterisolering og dets investeringskostnader når man i stedet vurderer et bygg som produserer i stor grad sitt eget termiske energibehov

Gjennom en forenklet energi-/ forbruks analyse i Simien ble det totale netto energibehovet til Cellulosen beregnet. Her viser det seg at en endring i U-verdi for ytterveggen, fra 0,30W/m²K til 0,16W/m²K, fører til 7% redusering av energibehov. Med forbehold om modifikasjoner av inndata, vil dette fordre investeringer i selvforsynte energikilder fremfor investeringer i fasade. Dette er dog i strid med kravet til TEK10 om u-verdi på minimum 0,22W/m²K for yttervegg.

Videre i dette studiet vil det tas utgangspunkt i at det ytre laget av fasaden består av tegl og på innsiden er betongen eksponert. For noen videre konklusjon kreves det mer omfattende detaljer og beregninger.

Tak

Ifølge A.L. Høyer Skien AS (2008) må hovedtak, her kalt "C" forsterkes. Dette er på bakgrunn av skjerpede krav til b.l.a. snølast. For dette mulighetsstudie blir det viktig å forsterke også med tanke på de intensive grønne takene. I dette mulighetsstudiet forutsettes det at pappen har tilstrekkelig bæreevne.

Ekstensive grønne tak/sedumtak:

Dette er en lett type av grønne tak, med totalvekt i tørr tilstand ca 35-50 kg/m² og i vannmettet tilstand ca 50-90kg/m². Sedumtak har en lav byggehøyde på ca 30-90 mm, men dette fører også til liten eller ingen toleranse for gangtrafikk. Dette taket kan brukes både med og uten takfall med takvinkel 0-30° (Byggforsk, 2013).

Semi-intensive grønne tak:

Semi-intensive grønne tak er en mellomting mellom et ekstensivt og et intensivt tak. De har en byggehøyde på ca 120-250mm, og veier 120-200kg/m² i vannmettet tilstand. Semi-intensive tak kan utformes slik at de er beregnet for opphold av mennesker, men krever mer stell og vedlikehold enn sedumtak (Byggforsk, 2013).

Intensive grønne tak/takhager:

De intensive grønne takene er tunge tak som skal tåle opphold og ferdsel. De har en byggehøyde på ca. 150-400mm. De intensive takene er oftest tilnærmet flatetak. Vekten til et intensivt grønt tak kan variere mellom 200-1000kg/m² i vannmettet tilstand (Byggforsk, 2013)

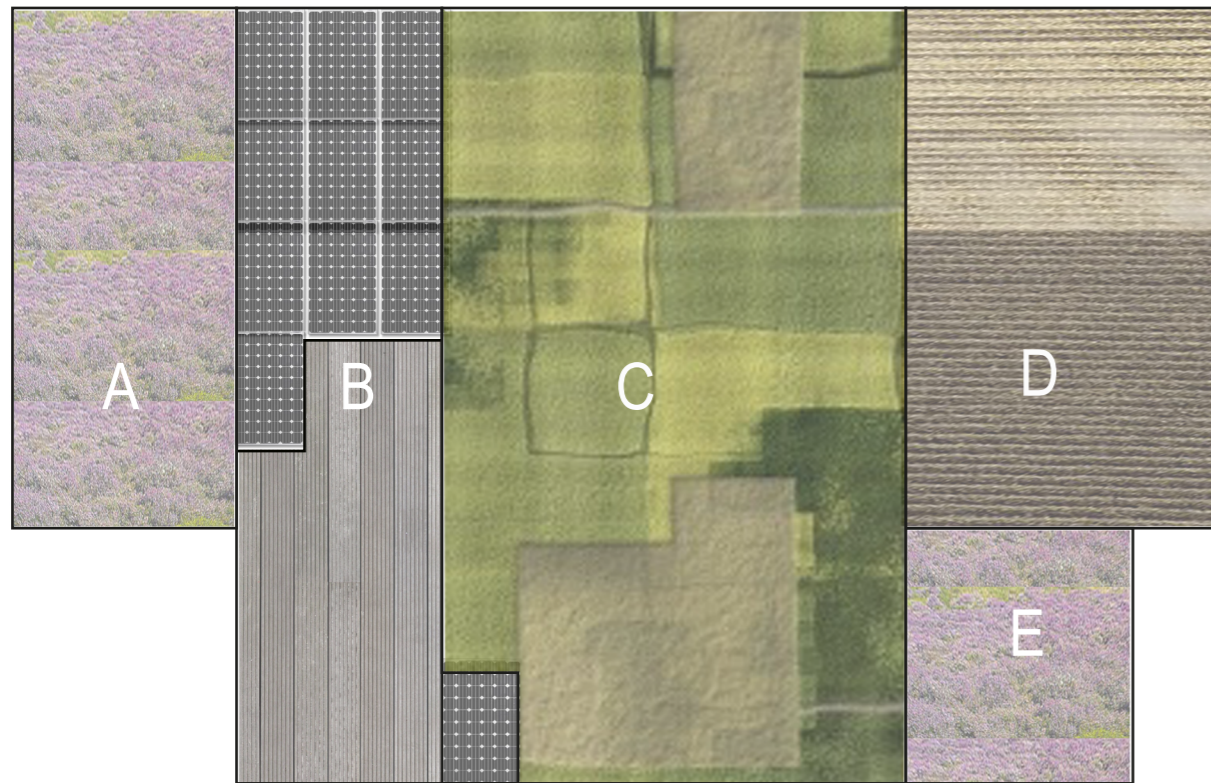
Hybride tak og Cellulosen:

Hybride tak kan inneholde alle de ulike typene grønne tak. Ser man Cellulosen under ett, faller valget på en hybrid løsning,- dette for å optimalisere valgene etter behov.

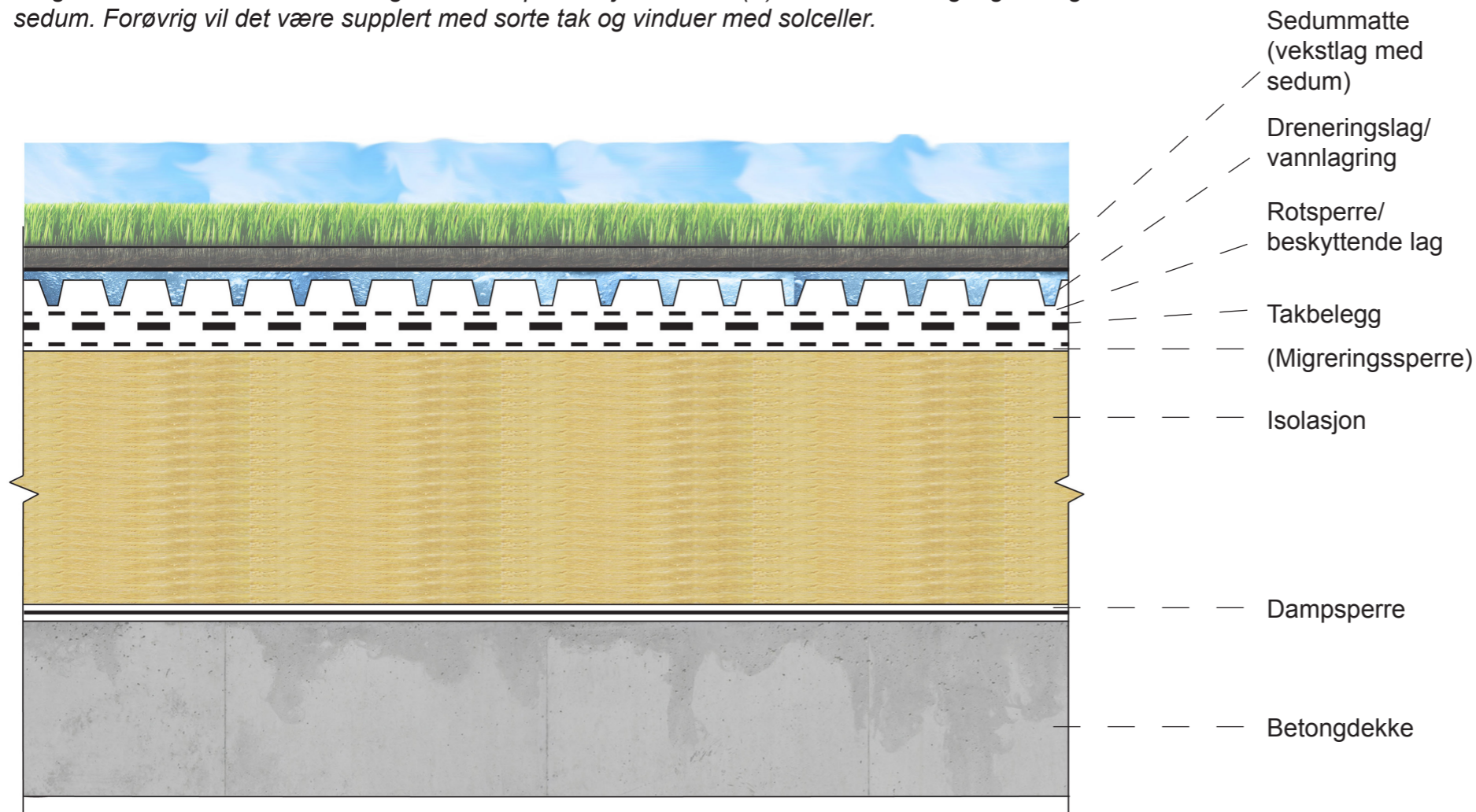
På hovedtakene i områdene C og D vil det være naturlig med intensive grønne tak. Grunnen er at taket inneholder både hage for studenter, grønnsakhage for restaurant og oppholdssone for de besøkende. Siden dette taket får en økt egenlast, må vi forsterke bæringen av taket. Dette utføres ved forlengelse av de eksisterende søylene som understøtter takkonstruksjonen.

Taket i tårnet i område B vil bli brukt moderat av restauranten, derfor har valget blitt delvis sedumtak der det ikke skal være bruksområde. Mens der det skal være bruksområde, vil man få et mer slitesterkt dekke av tre.

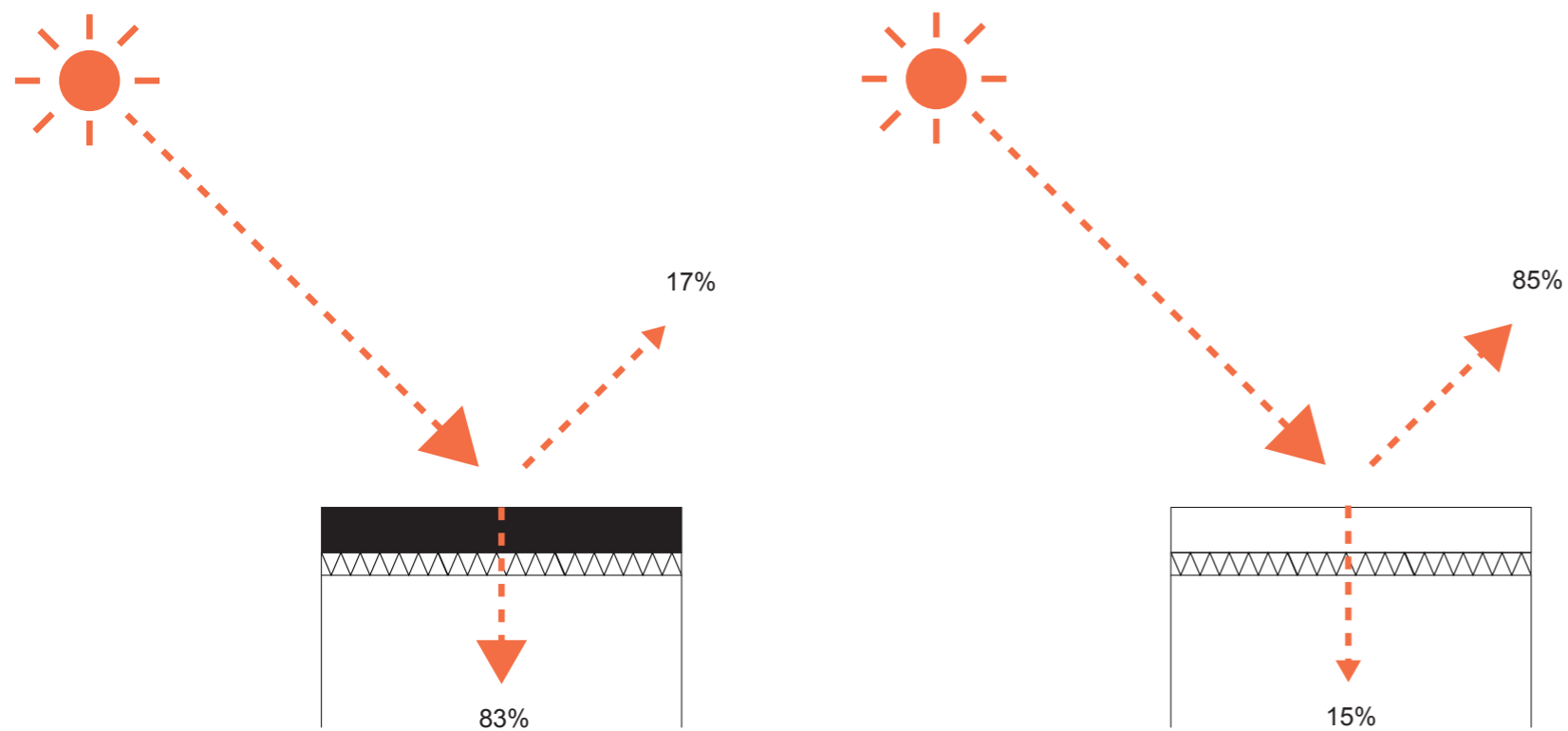
Takene i område A og E skal ha liten eller ingen bruk, derfor blir sedumtak et naturlig valg med tanke på vekt og bæring. Dette er et gunstig valg i forhold til eksisterende konstruksjon.



Figur 28: Prinsippskisse av takplanene på Cellulosen. Tak A og E er lette sedumtak med lyngvekst. Tak C og D er intensive takk med mulighet for matproduksjon. Tårnet (B) vil være delvis gangbart og delvis sedum. Forøvrig vil det være supplert med sorte tak og vinduer med solceller.



Figur 29: Prinsippsnitt sedumtak. Basert på SINTEF Byggforsk (2013) veiledning.



Figur 30: Svarte vs. hvite tak. Legg merke til den prosentvise forskjellen i refleksjon og absorbering. Sorte tak bygger på det samme prinsippet som gjelder for solare piper. Illustrasjon basert på Chao (2010).

Hvite tak:

Tidligere i oppgaven presenteres *Snøfabrikken* som en mulighet for Cellulosen. Dersom man velger dette alternativet, bør man tenke på de eksponerte ytterflatene. Basert på befaring i Torsby (2010) er det snakk om et bygg der temperaturen skal ligge på -4°C . Dermed er man ute etter å holde så mye varme som mulig ute.

En enkel løsning på dette er å legge hvite tak. Disse vil reflektere sollyset bort fra bygget. Med dette reflekteres så lite som 85% av solas varme (Chao, 2010). Med dette sparer man energi på avkjøling. På tunnelveggene kunne man tilsvarende ha brukt hvite sandwichelementer for å oppnå samme effekt (Bovim, 2013).

Grunnet fordypning i Mulighetsstudie II, går det ikke videre i dybden på disse hvite takene.

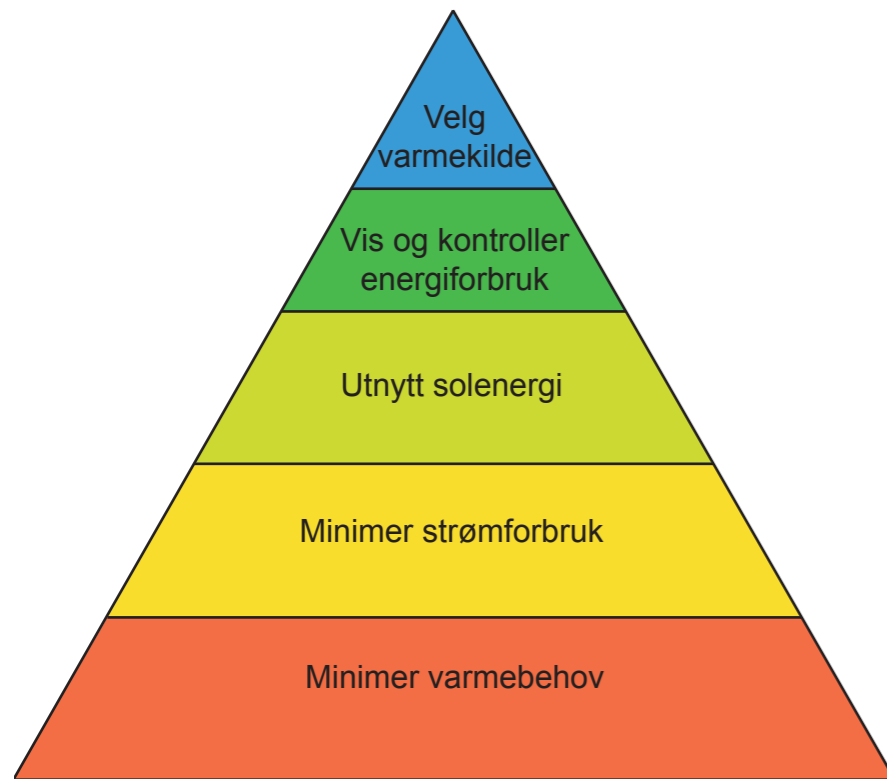
Energi

Robuste og statiske løsninger vil gjøre vedlikeholdet billigere. Hvis en del går i stykker i et dynamisk system, vil det ofte være dyrt å reparere. Dette skyldes at mange komponenter er avhengig av hverandre i et dynamisk system. Med et slikt system følger også en spesiell fagkompetanse (Ritschel, 2014). Dermed gjør det forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdsprosessen mer komplisert. I "22/26"-bygget rapporteres det om en lett FDV-prosess. Årsaken til dette linkes til de lavteknologiske løsningene, som gjør at én person er i stand til å drifte bygget langt på egenhånd (Baumschlager og Eberle, 2013). Et "dumt" bygg er lettere å håndtere enn et "smart" et.

På bakgrunn av dette har aktuelle energiprinsipper blitt utredet. De fleste av disse produserer termisk energi for oppvarming og kjøling. Grunnen til dette er at investeringskostnadene for elektrisk energi gjerne er høyere pga. mer avansert teknologi (Ritschel, 2014).

Kyotopyramiden:

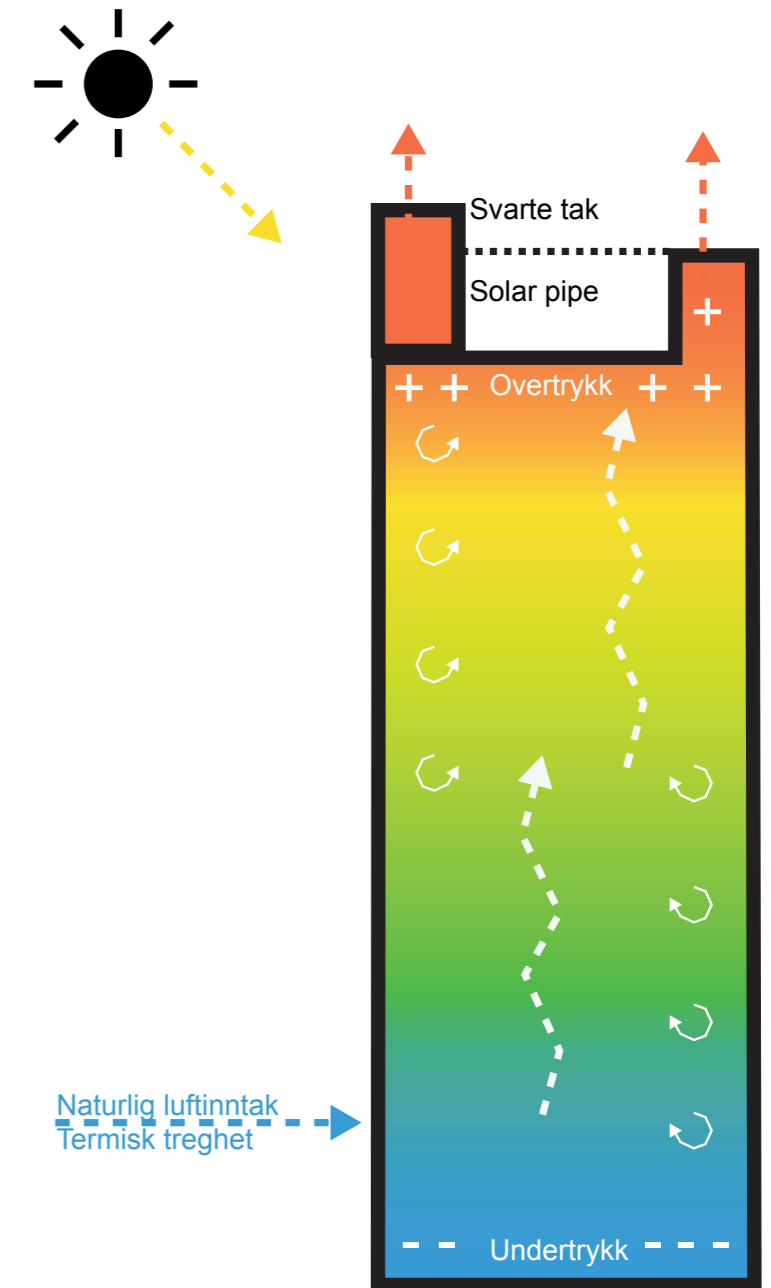
Kyotopyramiden tar utgangspunkt i energieffektivisering av bygg, med prinsipp om hvilke rekkefølge man bør foreta energisparetiltak. Man starter nederst og beveger seg oppover i pyramiden (Dokka, 2006).



Figur 31: Kyotopyramiden (Dokka, 2006).

Første steg er å redusere energitapet i bygget. Dette innebærer blant annet lavere U-verdi for tak gjennom god isolering, superisolerte vinduer og dører. Neste steg er å redusere energibehovet, ved bruk av energieffektivt elektrisk utstyr, forbedre dagslysforhold og utnytte den store termiske massen. Bruk av naturlig oppdrift og solar pipe er en type ventilasjonsløsning som er benyttet langt tilbake i tid. Romerne visste å utnytte temperaturforskjeller for å skape konveksjon i sine byggverk (Tipler og Mosca, 2008). Selv om solare piper er særlig utbredt som energikilde i varmere strøk, vil dette supplere den hybride ventilasjonen i Cellulosen. Pipa er utformet i et mørkt materiale for å tiltrekke seg mest mulig sollys (se sort- og hvit tak illustrasjon). Videre bygger den på prinsippet om absorpsjon av sollys, - varm luft vil stige og forårsake bevegelse inne i pipa. Ved hjelp av turbiner kan disse luftmassene overføres fra kinetisk energi til mekanisk energi (Mohammad, 2012).

I Cellulosen kan det være hensiktsmessig å supplere den solare pipa med vifter. På varme dager, hvor man trenger raske utskiftinger, vil disse viftene holde farten til luftmassene oppe og reduserer elektrisk energi for viftedrift.



Figur 32: Forenklet skisse av solar pipe i tårnet av Cellulosen. Denne modellen baserer seg kun på termisk energi/ bevegelse. Når sola står på glasset i toppen av Cellulosen (f.eks klatrevegg eller lysinnslipp), vil dette skape overtrykk i toppen av bygget og undertrykk i bunn. Dermed akselereres lufta oppover og medfører at varm luft stiger og ny frisk luft kommer til. Klatreveggen er forøvrig en solar pipe i seg selv.

Minimering av strømforbruk

Vannkraft:

Ved Cellulosen har man et vannfall på 5 m fra Hjellevannet ned til Skienselva. Med et så lavt fall er det vanskelig å forsvare investeringer i utstyret som skal til for å skape energien (Winther, 2014).

Gravitasjon // potensiell energi:

Men Cellulosen er i seg selv et bygg man kan utfordre høydeforskjellen på å skape energi; så hva med energien som skapes når man spyles ned i toalettet? Hvis man tar for seg en idealisert situasjon:

4 liter spyles fra restauranten i toppetasjen:

$E = mgh = 4,0\text{kg} * 9,8\text{m/s}^2 * 38\text{m} = 1491\text{J}$ så overfører man dette til effekt fordelt på 1min (J/s):

$P = 1491\text{J} / 60\text{s} = 24,9\text{J/s} = 24,9\text{W}$

Men man kan ikke regne med et 100% effektivt system. Vannet vil miste energi i røret på vei ned til generatoren. Generator og skovler vil heller ikke være perfekte. Dermed kan man gå ut ifra et 50% effektivt system. Effekten blir da:

$P = 24,9\text{W} * 0,50 = 12,5\text{W}$

Skal man drive lys med så liten effekt må man magasinere strømmen i et batteri eller en kapasitator (jmf. Tipler og Mosca, 2008).

Dersom vannet ikke gir nok energi så kanskje en klatrer gjør det: Ser man på en klatrer på 70kg så vil energien klatreren skaper når han slipper seg ned fra 38m være vesentlig større. Om man kan overføre energien som går igjennom trinsen får man følgende regnestykke:

$E = mgh = 70\text{kg} * 9,8\text{m/s}^2 * 38\text{m} = 26,1\text{kJ}$

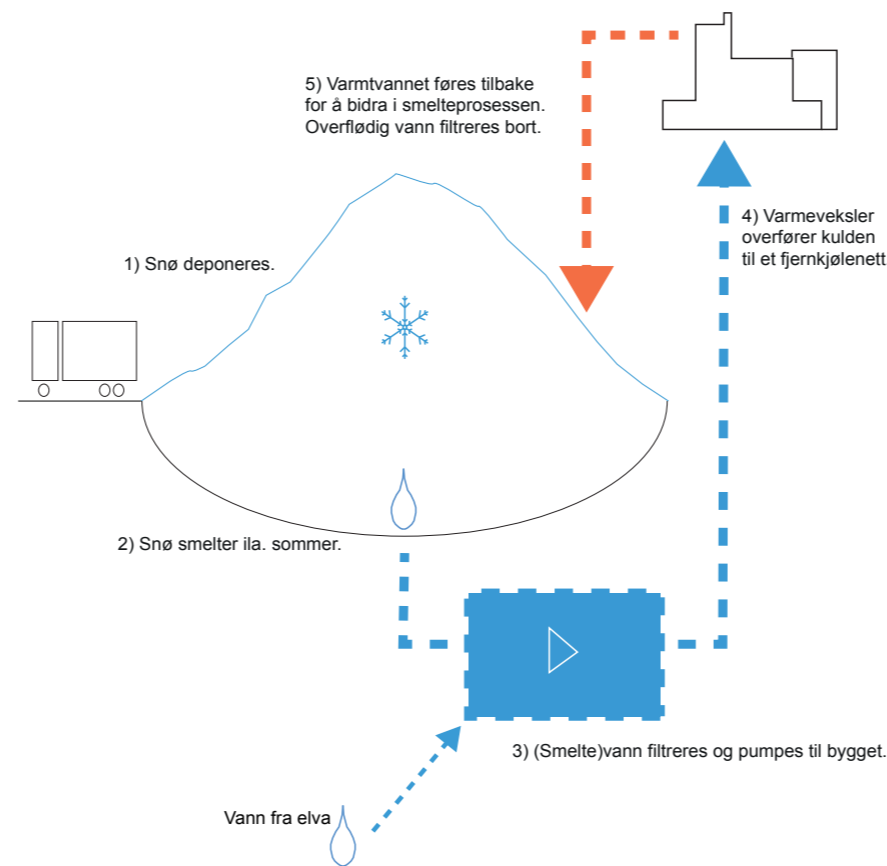
effekt fordelt på 1min (J/s):

$P = 26,1\text{kJ} / 60\text{s} = 434\text{W}$

Forutsetter man at 70% av energien går med til å lage lys, får man en effekt på:

$P = 434\text{W} * 0,70 = 304\text{W}$

Lyser man opp et rom utelukkende med LED-lamper (lysemitterende dioder), bør dette lyse dette minuttet (jmf. Tuff, 2014). Dermed kan det være interessant å utnytte energien fra klatrerne i Cellulosen.



Figur 33: Prinsipiell utforming av snødeponi. Basert på Fjeldstad (2014).



Foto: Isskjæring i Grenland (Steffens, 1916).

Is-/ snødeponi:

Posthuset (tidligere Postgirobygget) ble oppført i 1975 og var da landets høyeste bygg med sine 80 meter. I 2003 ble bygget renoveret og i den forbindelse delt i to tårn. Med dagens fokus på energi har man på ny hatt utredninger vedrørende rehabilitering. Vinnerforslaget «Urban Mountain» bygger på mange av de samme prinsippene av energiløsninger som er aktuelt for Cellulosen (Seehusen, 2014). Beregningene av Cowi og Transolar Energietechnik GmbH bekrefter at kjøling i form av is er hensiktsmessig i et bygg som Cellulosen. Ifølge Erik Rigstad i Cowi vil 3000-4000 m³ med is/ tett pakket snø dekke hele kjølebehovet i sommerhalvåret for Posthuset. Posthuset rommer ca 220000 m³, så forholdet til Cellulosen på 80000 m³ blir:

$$220000\text{m}^3 / 80000\text{m}^3 = 2,75$$

Dermed vil det absolutte maksimum av is/ snø for Cellulosen være:

$$4000\text{m}^3 / 2,75 = 1455\text{m}^3$$

En måte å anskaffe dette på er gjennom snødeponi. I dag dumpes snøen rett ut i Skienselva på utsiden av Cellulosen. Snødeponiet på Oslo Lufthavn Gardemoen er dimensjonert for 5MW og viser seg å være en meget lønnsom investering (Fjeldstad, 2014). Et annet alternativ er å hente vann direkte fra Skienselva (egentlig fjordarm) eller Hjellevannet. Forutsatt at saltinnholdet i Skienselva er neglisjerbart, vil man kunne grave seg kun 40 meter ut for å hente vannet. Dersom man velger å la vannet fryse til is så vil dette kreve en sterkere betongkonstruksjon. Denne må tåle ekspansjonen fra vannet når det fryser (Seehusen, 2014). Et snødeponi ville ikke kreve samme armering, men noe større volum grunnet lavere densitet.

Det fine med å ha isblokker/ snømasser som ressurs, er at det minner om eksporten fra Telemark ut i Europa før kjøleskapet kom. Rundt år 1900 var det så mange som 1300 mann som jobbet med isskjæring vinterstid i Grenland (Østvedt, 1958). Ved å fortelle denne historien gjennom en moderne tolkning, holder man den røde tråden med Telemarkskanalen som konsept.

Ved å eksponere isen i en underliggende etasje fra utsiden av Cellulosen og inn i foajéen, blir man invitert inn i bygget. Glasset man går på vil naturligvis være argonisolert i flere lag, slik at man kan se isen og samtidig holde seg varm på føttene. På denne måten knytter man konsept og historie rundt Telemarkskanalen sammen med is og vann som ressurs. Dessuten blir det en bokstavelig tolkning av den *Blå promenade* (jmf. situasjonsanalyse).

Utnyttelse av solenergi

Det tredje steget innebærer å utnytte lokale og fornybare energikilder.

Solceller i vinduet i klatretårnet og deler av vinduene på sydfasaden av Cellulosen skal besørge dette. Denne energien bør tas opp som elektrisk energi fremfor termisk. For dersom man skal lagre varmen termisk, er man avhengig av et hydrogenbasert lager i underetasjen. Her kan det lagres til vinterstid eller brukes for å smelte overflødig is/ snø til sommerkjøling. Men dette medfører dyre investeringer og ikke minst høye forvaltings-, drifts-, og vedlikeholdskostnader, dersom noe skulle ødelegges.

Dermed bør dette heller være et supplement for det elektriske systemet i Cellulosen. Polymersolcelle absorberer infrarødt lys, fremfor det synlige lyset, og konverterer dette til strøm.

Ved å utnytte infrarødt lys oppnår man en 66% transparent vindusflate (Yang, 2012). Uavhengig av dette bør solcellene plasseres nederst på vinduer man skal kunne se godt igjennom. Grunnen til dette er at solstrålingen er sterkest på nedre del av vindusflaten. Dermed får man utnyttet mest mulig energi, samtidig som man slipper inn overlys til rommet.

Kontroll av energibruk

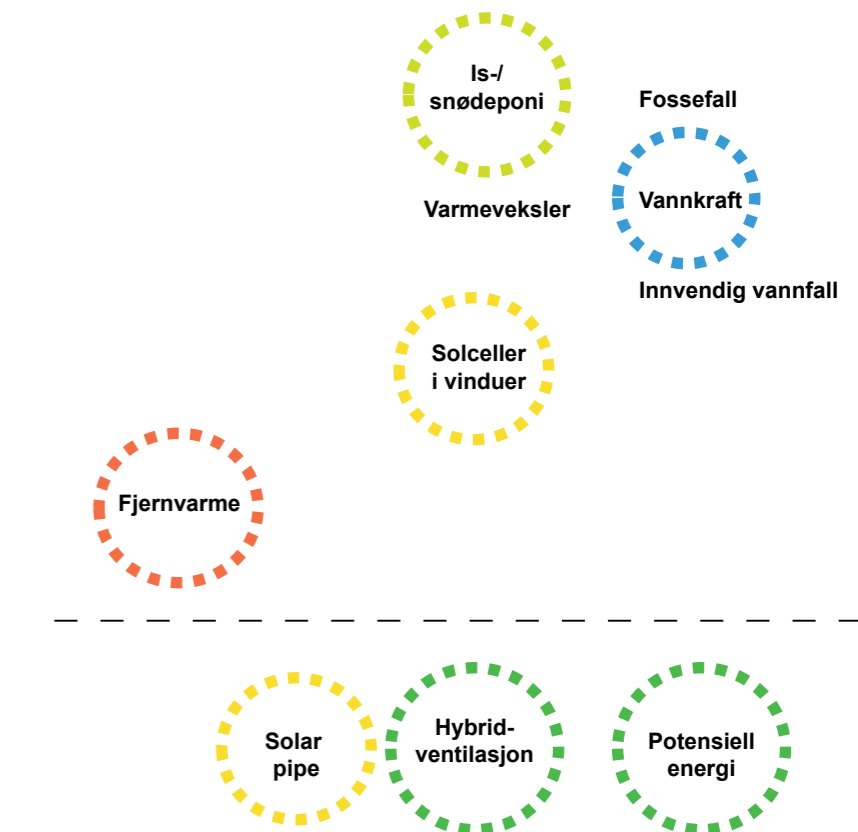
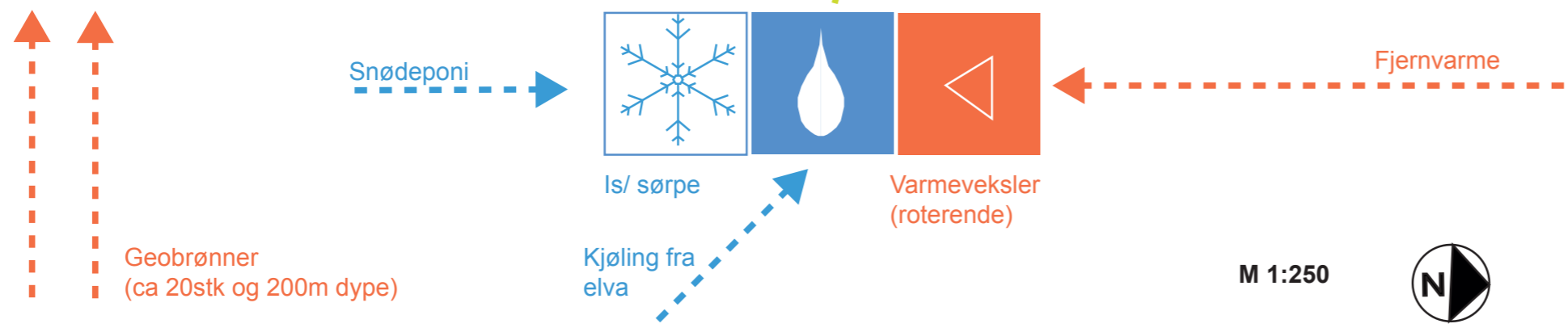
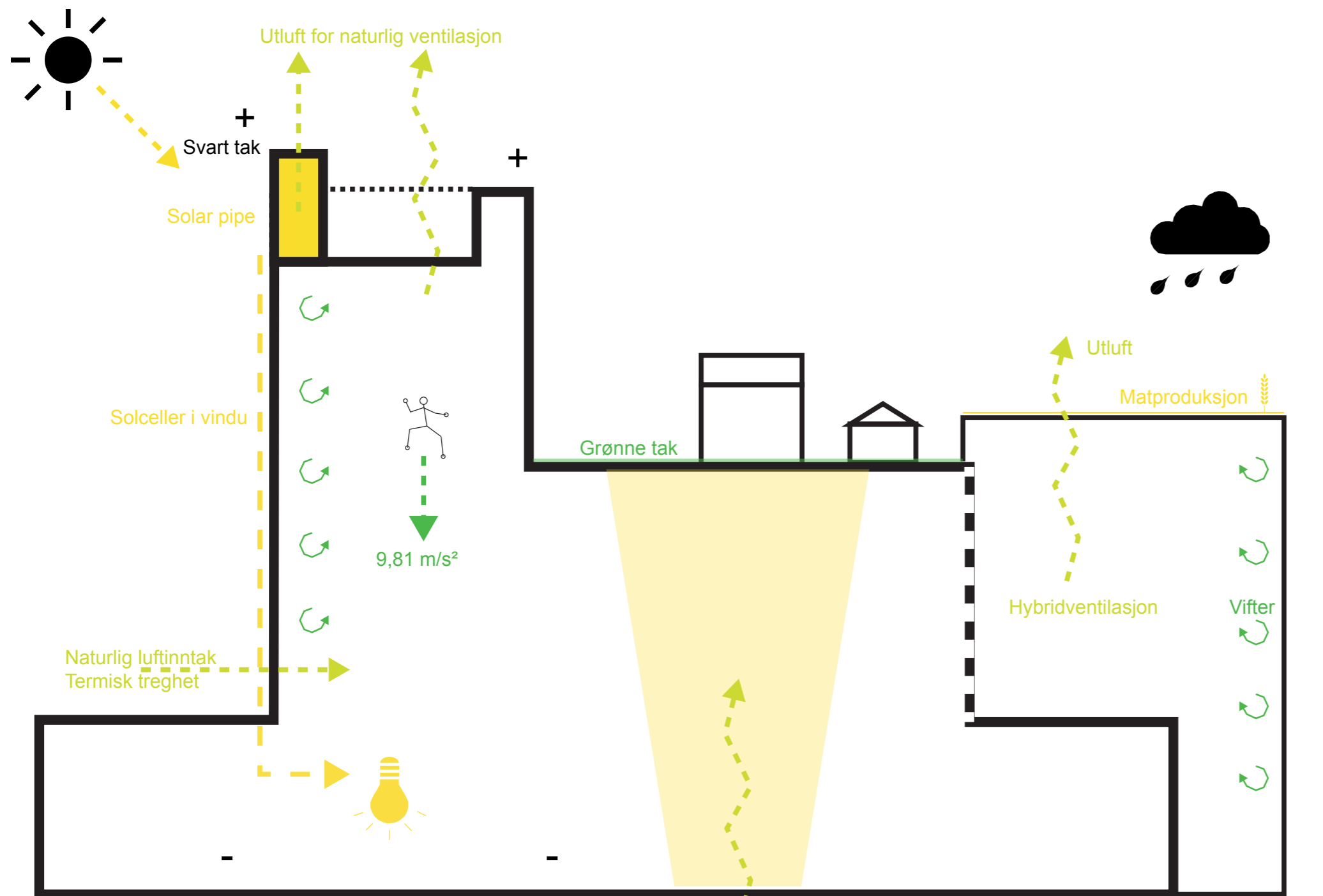
Det fjerde steget omhandler å gjøre elektrisk bruk synlig for brukere ved å ha display på vegger, apper på telefon og aktiviteter i Cellulosen som bidrar til en bevisstgjøring til egen energi bruk.

Valg av varmekilde

Det femte steget velger man energikilde og resterende energibehov dekkes av fjernvarme og nasjonal elproduksjon. På Klosterøya forutsetter man at alle bygg kobler seg opp på det kommunale fjernvarmenettet (Nymoen og Osnes, 2013). Dette kan være et fint supplement for å dekke spisslastene som oppstår med de termisk trege fasadene. Disse spisslastene går både på ekstrem kulde og varme. Om vinteren vil fjernvarme naturligvis supplere Cellulosen med varme. Mens sommerstid vil den også kunne bidra til akselerasjon av is-/ snøsmelting, etter behov (Rigstad, 2014).

Kommunen bruker i dag biobrensel til oppvarming av fjernvarmenettet. Et bærekraftig alternativ til dette er lokale geobrønner ved Cellulosen.

Med en roterende varmeveksler kan man utnytte temperaturforskjellene mellom inne og ute. Ved å dusje avtrekksluft med kaldt vann fra elva, vil dette senke temperaturen. Når denne kalde lufta når den roterende varmeveksleren, vil den ta til seg den avkjølte lufta, mens fukten blir skilt ut. Dermed har man et enkelt system, uten behov for kjølebatteri. Systemet kan dessuten reverseres vinterstid for å gjenvinne varmen (Lunde, 2014).



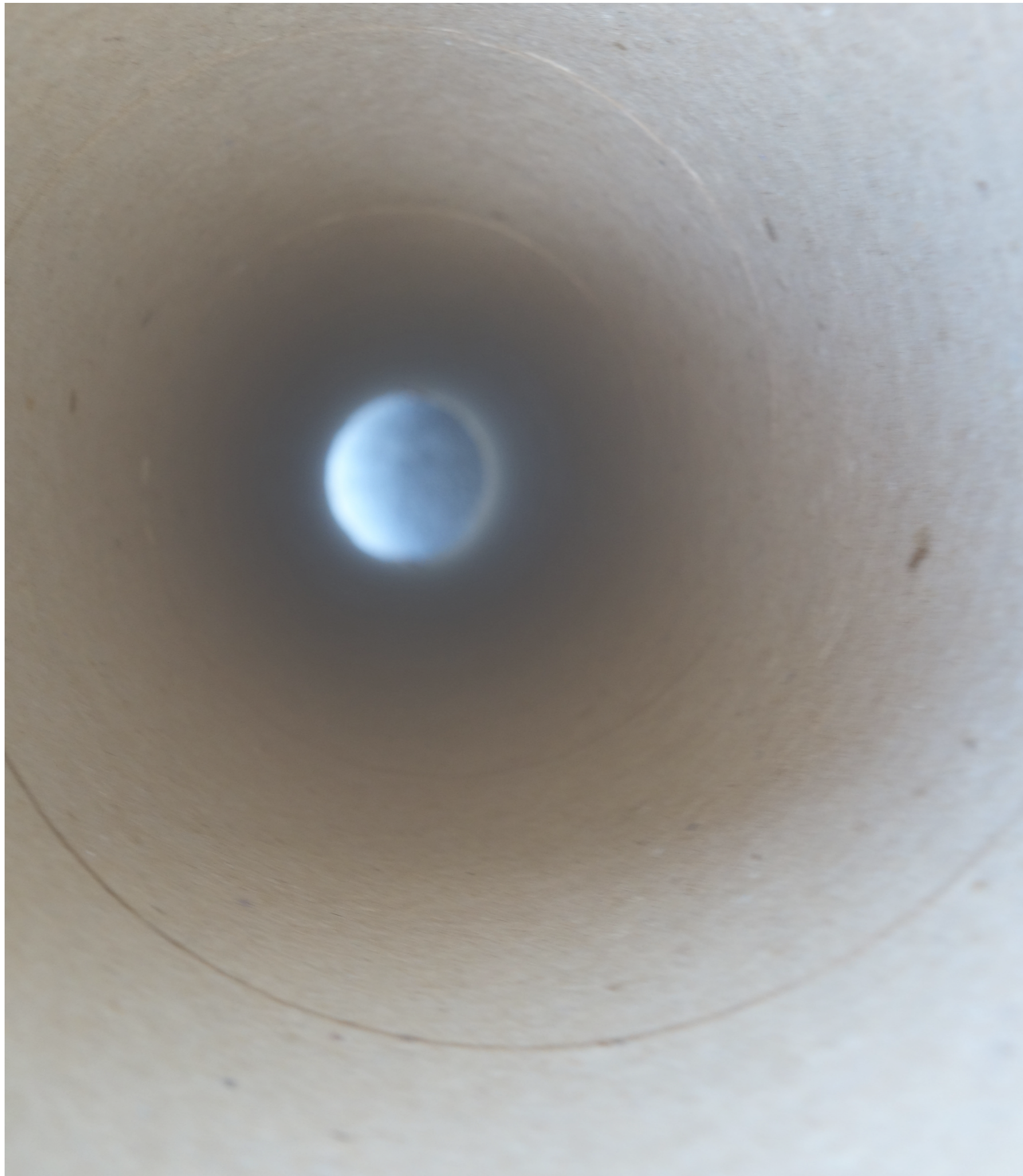
Figur 34: Energi og ventilasjonsprinsipp i Cellulosen.

- Fjernvarme
- Solar energi
- Naturbasert-/ faseenergi
- Gravitasjonsbasert-/ mekanisk energi
- Vannkraft

M 1:250

// DEL 4

Materialitet // papp



Materialitet // cellulosebestandig

Hvordan bevare identiteten til dette fabrikklokalet samtidig som man skaper noe nytt?

Mye av svaret på dette inspirerte den japanske arkitekten Shigeru Ban,- han har anvendt papp i mange av sine konstruksjoner; kirker, flyktningleirer, mobile paviljonger, mm.

Som nevnt tidligere gjør pappen skillet mellom eksisterende og ny konstruksjon tydelig. Dette skjer gjennom møtet mellom eksisterende betong og papp. Samtidig skal pappmuséet speiles gjennom hele bygget. Derfor er det naturlig å bruke det cellulosebestandige materialet *papp* i form av alt fra konstruksjon til innredning.

Videre følger et studie av papp som byggemateriale. Dette er for å illustrere mulighetene som finnes. Men teorien baseres på de naturvitenskapelige eksperimentene som Shigeru Ban har gjennomført de siste 30 årene.



Foto: Carboard face mask (Rodrigalvarez , 2014). Til inspirasjon for museum.

Forsøk papp

Hvorfor bygge i papp i Cellulosen?

- Materialbesparende
- Vektbesparende
- Sterkt mot dynamiske laster (forutsetter god forankring)
- Lavteknologisk
- Miljøvennlig (resirkulerbart materiale)
- Historisk signifikans (Cellulosen Papirfabrikk)
- Prisgunstig

Shigeru Ban har demonstrert et vidt spekter av pappkonstruksjoner gjennom sin arkitektur. Men hvordan kan man bygge med papp i Cellulosen?

Gjennom det påfølgende forsøket var målet å bli bedre kjent med papp som byggemateriale, - både estetisk og konstruksjonsmessig. Selv om dette ikke er noe systematisk, naturvitenskapelig eksperiment, så vil man kunne forstå materialet bedre.

Prosjekterende var nysgjerrig på hvordan papptrapper ville fungere i praksis, så derfor ble det samlet sammen dokumentruller. Disse er ikke av samme kvaliteten som man ville ha brukt i et realistisk prosjekt. Da ville man hatt en hardere, mer bestandig papp som ville vært innsatt med brann- og fuktbestandig membran. Dessuten ville det være ønskelig å bruke resirkulert papp som gir en miljøgevinst.



Foto: Prosessen. Saging i papp og provisoriske klemmer settes på.

Forsøk papp // samspill med betong



Foto: Prinsipiell papptrapp.



Foto: Enkle papprør har ingen problemer med å bære modellene på 80kg.

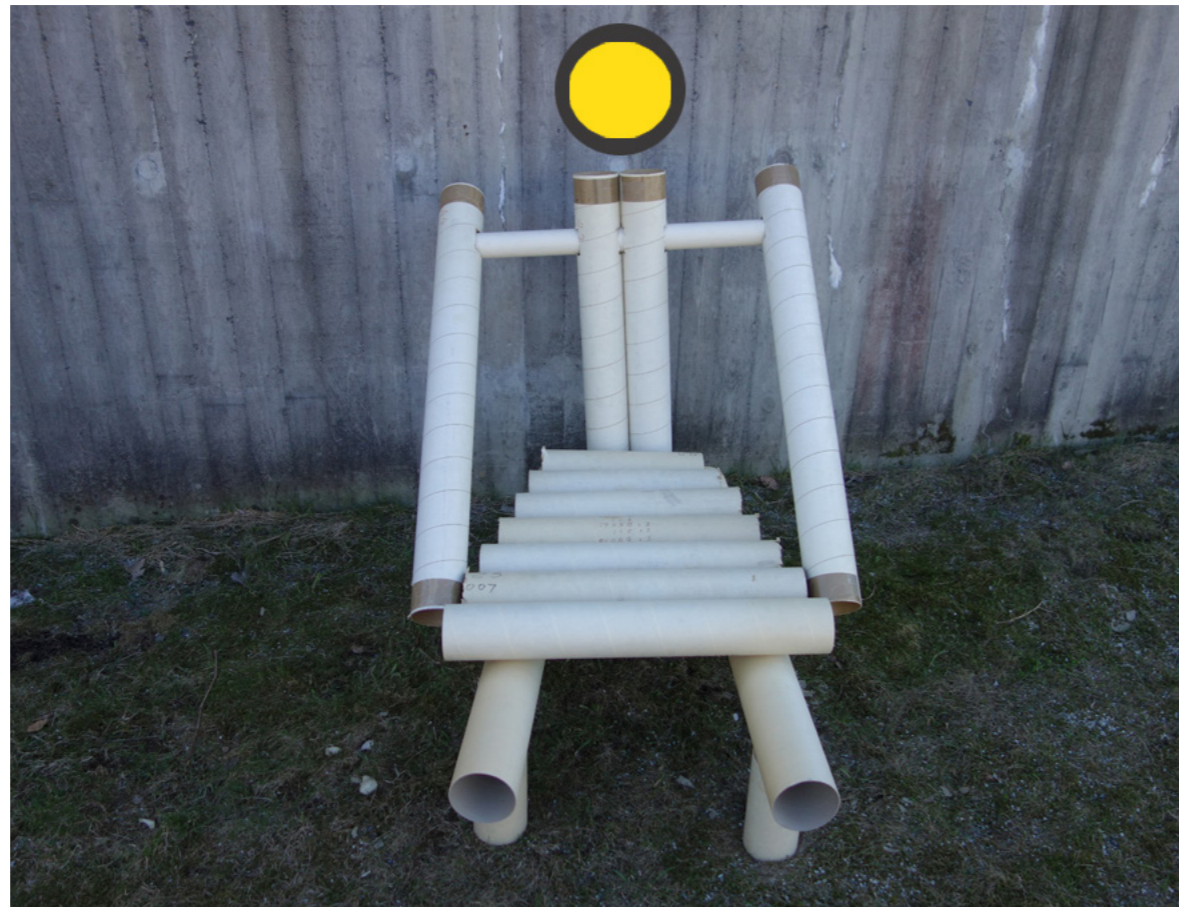
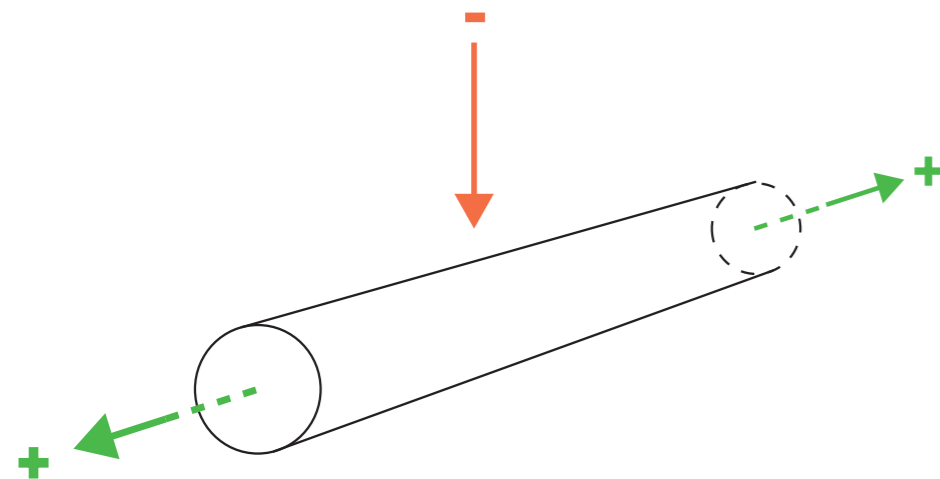
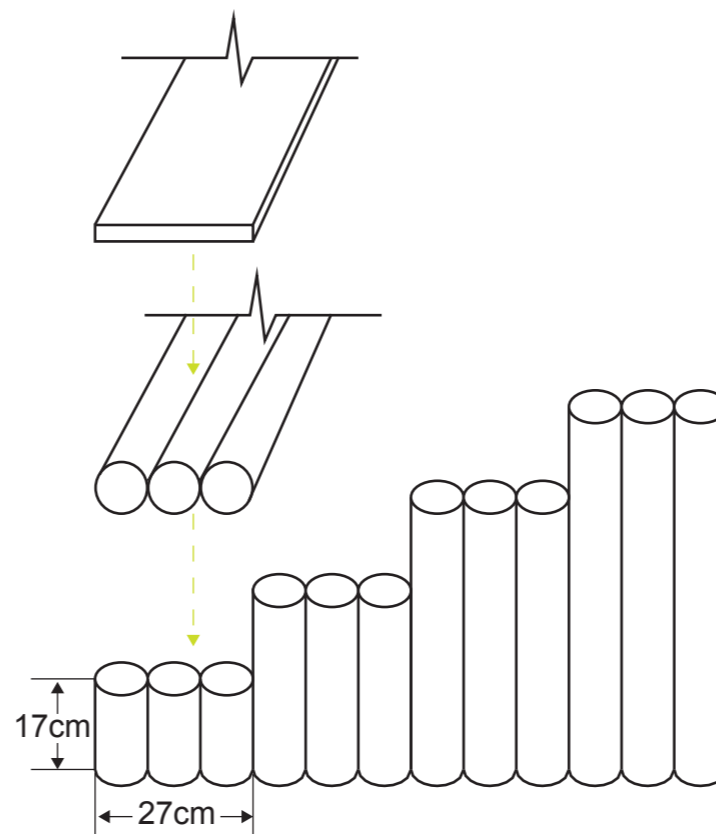


Foto: Lesestol i papp. Eksempel på innredning i biblioteket i Cellulosen.

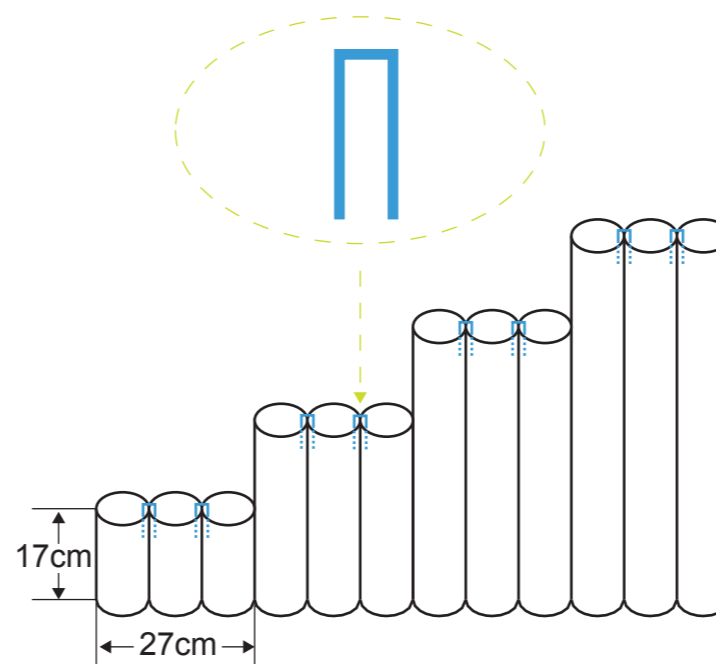


Figur 35a: Prinsippskisse av et papprør.

- Normalkraft på røret skaper det kritiske trykk.
- Aksialkrefter, her i form av strekk. Er ikke dimensjonerende.



Figur 35b: Trappeelementene og lagvis rekkefølge.



Figur 35c: Rørene festes med klemmer mot sideveis utskyvning.

Forsøk papp // detaljer

Erfaringsmessig var det klart at pappen ville være mest sårbar mot brudd normalt på rørene. Utfordringen ble dermed å finne en løsning som tilfredsstillte punktlastene på trappe-trinnene. Videre skulle denne løsningen være simplistisk for å illustrere den prinsipielle utformingen. Det finnes jo selvfølgelig mange løsninger ved planlegging av trapp.

Konstruksjonen, som illustrert, baserer seg på den enkle trappeformelen: $2h + b = 60-64 \text{ cm}$ (Byggforsk, 2005). Med 17cm opptrinn*27cm inntrinn blir dette:
 $2*17\text{cm} + 27\text{cm} = 61 \text{ cm}$
 Altså trappen er innenfor kravet.

Videre er alt modulbasert og vil lett kunne tas opp og ned. I dette forsøket ble det benyttet klemmer, i form av store binders, for å holde modulene sammen. Dette ville selvfølgelig ikke være hensiktsmessig i en virkelig trapp med tanke på sideveis utskyvning, men prinsippet vil være likt.

Hva gangtrinnene gjelder, og dekker generelt, vil det være naturlig å dekke disse rør-lagene med en type transparent glass. Glasset vil hjelpe å fordele punktlasten som påføres materiale. Jo tykkere glass man velger, jo jevnere lastfordeling får man. Men i Cellulosen er det pappen som står i sentrum, - dermed vil et tynnere glass være å foretrekke.

Utfallet av forsøket var at pappen viste seg å være sterkere enn først antatt. Denne helt simplistiske konstruksjonen bar en person på 80 kg uten noe problem. Stabiliteten var et resultat av rør med stor diameter, - dermed var det ikke nødvendig med noe særlig sideveis avstivning. Slanke rør/ søyler ville ha båret like godt, men behovet for sideveis avstivning blir da større. Dette kan gjøres med f.eks. krysstag av papp eller slank stål. Et annet alternativ er å fylle papprørene med betong for å gjøre pappen mer trykkbestandig. Men dette interfererer med materialbesparelse og miljøprofil.



Foto: Japan Pavilion, Expo 2000 i Hannover, Tyskland. (S.Ban Architects, 2000)



Foto: Cardboard Cathedral, Christchurch, New Zealand. (Anderson, 2013)

Shigeru Ban // papparkitektur

Shigeru Ban er en internasjonal anerkjent arkitekt fra Japan, født 5. august 1957. I 2014 fikk han Pritzker Prisen, en av de mest prestisjetunge prisene innen moderne arkitektur. Han er mest kjent for sitt innovative arbeid med *resirkulert papp*.

Shigeru Ban har i utgangspunktet latt seg inspirere av den tradisjonelle japanske bambusarkitekturen. Denne har han tolket og videreført til mer moderne og miljøvennlige pappkonstruksjoner. Dog har han holdt seg til det klassiske japanske uttrykket gjennom simplisitet (Ambasz, 2001). Ban mener selv at papp er et interessant materiale på grunn av dets lave kostnader, resirkulerbare egenskaper, lavteknologiske materialitet og god mobilitet. Papp har også en økologisk og bærekraftig egenskap som gir lite sløsing til samfunnet og er tilgjengelig over hele verden (Ban, 2001).

Bans papputvikling:

Ban begynte allerede i 1986 med eksperimentering av papp og oppdaget at bæreevnen var mye bedre enn forventet. Materialet var dessuten lett å gjøre vannresistent og brannbestandig.

Det første midlertidige bygget i papp ble bygd i 1990 og var en bolig i sammenheng med en utstilling i Japan. Etter Rwandas borgerkrig fra 1990-1994 dro Shigeru Ban ned og bygde opp midlertidig krisesentra av papp som bærekonstruksjon. Året etter inntraff et kraftig jordskjelv i Kobe, Japan. De samme type konstruksjonene ble brukt i tiden etter. Byggearbeidet ble utført av Ban selv og hans studenter. Det samme skjedde i Japan 1995, - p.g.a jordskjelv bygde de opp igjen Nagata-Ku church. Denne stod midlertidig på samme sted i 10 år før den ble gjenreist i Taiwan der den står i dag (Ban, 2013).

Det første virkelig store internasjonale pappprosjektet fant sted i Hannover i 2000. I forbindelse med verdensutstillingen ble det bygd en stor midlertidig Japansk paviljonger. Denne paviljongen hadde søyler som var 20 m høye og 290 mm i diameter. De flettede sammenføyningene er i tråd med japansk byggetradisjon (Ban, 2000).

Det siste prosjektet, og kanskje det mest spektakulære, er Cardboard Cathedral i Christchurch, New Zealand. Denne bygningen var ferdigstilt i 2013 etter at også her bygninger hadde vært rammet av jordskjelv i 2011. Materialene som er brukt for å bygge den er papp, tre og stål. Bygningen har en mønehøyde på 24 meter, og kan romme opptil 700 mennesker. (Ban, 2013)

Ban vant forøvrig Pritzker Prisen med Centre Pompidou i Metz. Bygget kjennetegnes av sin komplekse takkonstruksjon i limtre. Pompidou-Metz sto ferdig i 2010, etter fire års bygging (Ban, 2014).



Foto: Paper Dome i Osaka, Japan (Ban, 2001)



Shigeru Ban // pappkonstruksjon

Teknikk og miljø:

Papp er kapilærsugene. Fukt er dermed det første kritiske momentet man må tenke på når det gjelder papp. Dessuten vet man at det er et høyst brennbart medium i sin rene form.

Utover 1980-tallet gjorde Shigeru Ban flere forsøk vedrørende nettopp dette. Han rådførte seg med alt fra konstruktører til kjemikere for å oppnå et robust bygningsmateriale bestående av resirkulert papp. Gjennom en rekke eksperimenter lyktes han å komme opp med nettopp dette. Svaret på brannproblematikken ble polykarbonat (Ban, 2001). Dette brukes ofte i elektrisk industri på grunn av gode elektriske egenskaper, men desto viktigere er det selvslukkende (Callister og Rethwisch, 1985). Man kan dog argumentere for at dette plastiske stoffet som ofte inneholder bisfenol A, gjør at miljøgevinsten utliknes. Men skal man tro Ban, så har man lyktes i å lage en mer miljøvennlig membran. Sammensetningen likner fremdeles på etylkarbonatet som ble brukt på Bans første konstruksjoner på 1990-tallet. Dette etylkarbonatet, også kjent som uretan, er i tillegg brukt for å hindre ekspansjon og kontraksjon i pappkonstruksjoner når det er utsatt for fuktighet.

Paper Dome i Osaka er et godt eksempel på bestandig pappkonstruksjon. Den ble bygget i 1998 og er en åpen konstruksjon som er dimensjonert mot alt fra sterk vind til tunge snølaste. Konstruksjonen bæres av papp, men sammenføyningene er av tre. I tillegg så er kryssavstivningene av stål (Ban, 1998).

De samme kryssavstivningene ser man igjen i Library of a Poet fra 1991. I dette biblioteket fungerer også bokhyllene i seg selv som konstruksjonselementer. Disse er selvfølgelig isolert da de fungerer som yttervegger og (Ban, 2001). Nok en gang sverger Ban til de rene, klassiske linjene.

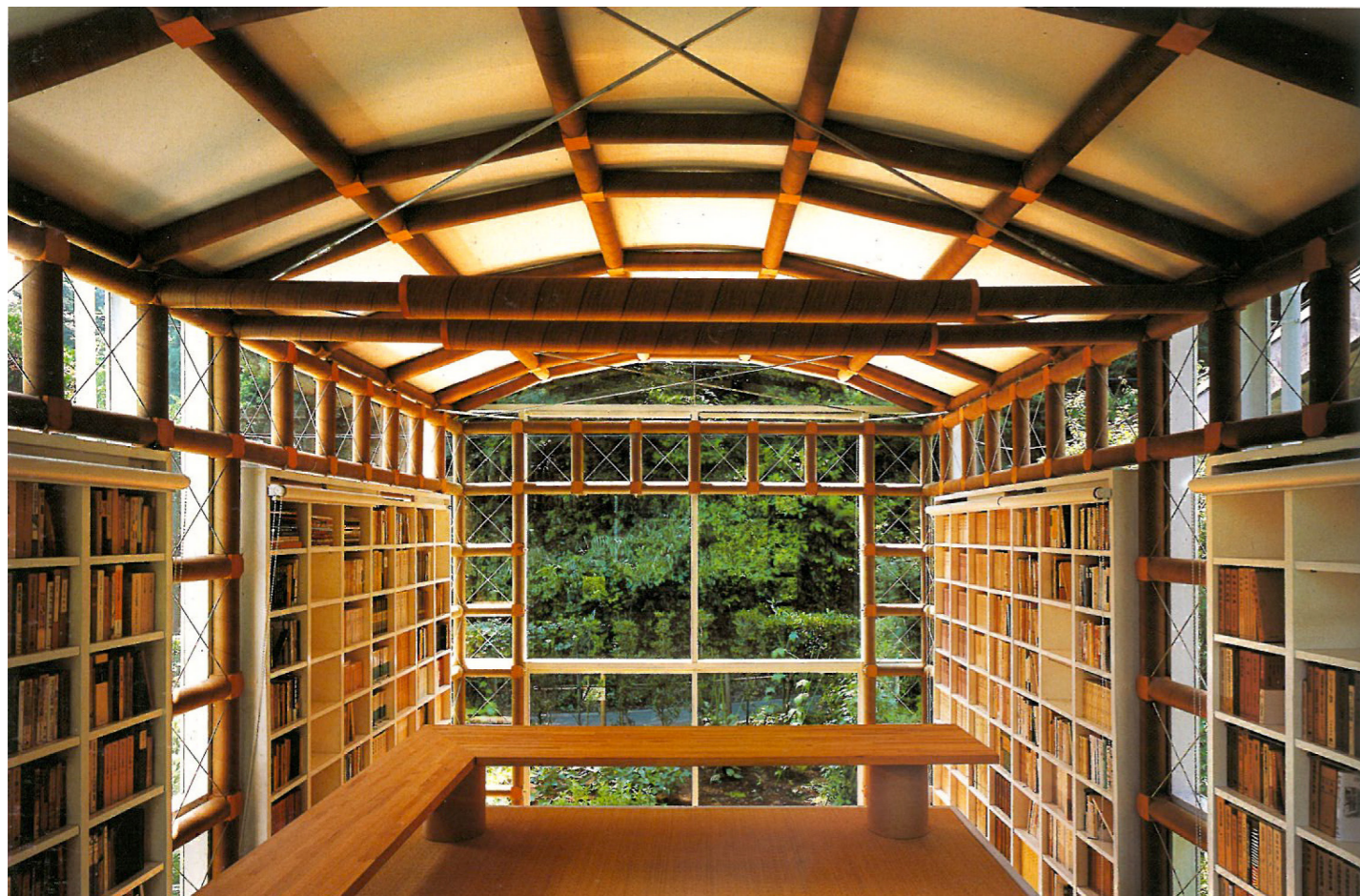
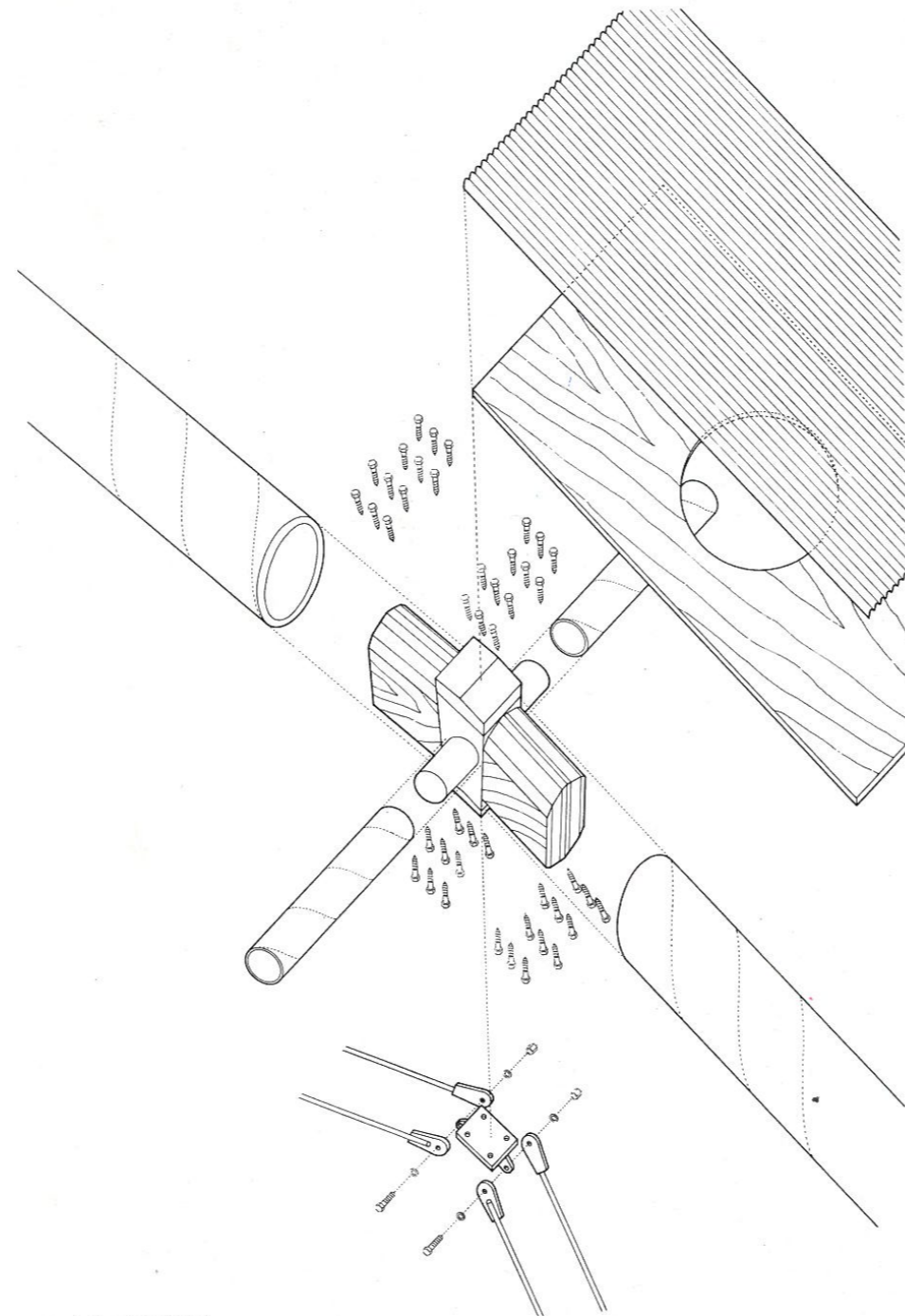


Foto: Library of a Poet i Zushi, Japan (Ban, 2001).

Pappkonstruksjonene i Cellulosen



Foto: Slik kan bæresystemet for dekkene i papp se ut i Cellulosen. Pappsøyler og -bjelker, treforbindere og slanke stålstag.



Figur 36: Detalj for sammenføring der et treledd samler papprørene. Stålkrysset hjelper til å avstive konstruksjonen (Ban, 1998).

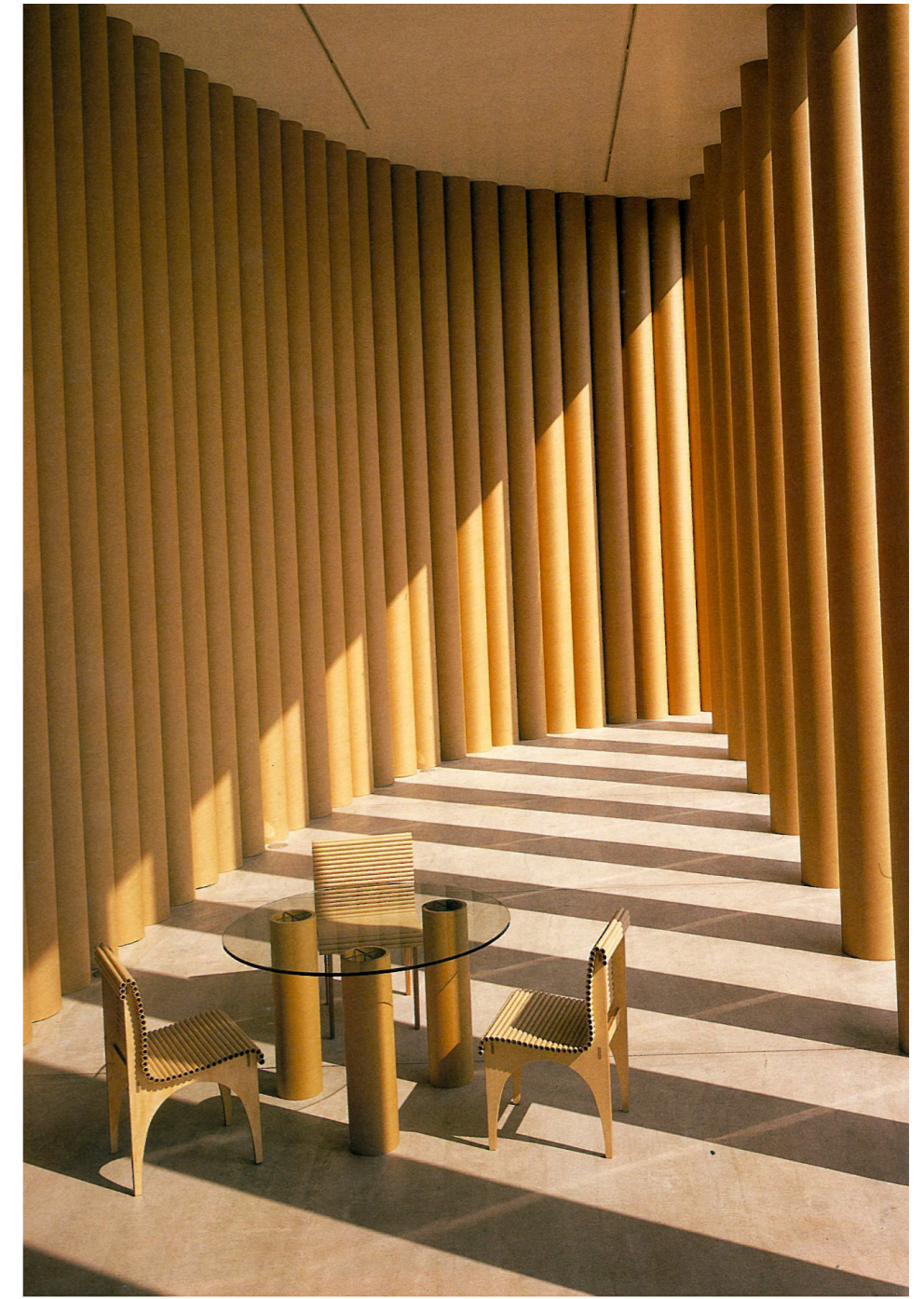


Foto: Miyake Design Studio Gallery. Typisk vegg og innredning i Cellulosen (Ban, 1998).

// DEL 5

Bæring // betong

Dimensjonering

Som nevnt består Cellulosen av forblendingstegl med betongbæring. Halvparten av bygget er pelet, mens resterende står på grunnfjell (Høyer, 2014).

Etter nærmere undersøkelser og beregninger av bygget, viste en søyle ved hovedinngangen å være den mest belastede. Derfor blir kun denne presentert i detalj med lastnedregning. Dette er for å understreke at papirfabrikken er dimensjonert for å tåle det meste av funksjoner.

Opprinnelig konstruksjon:

Ved kontrollberegninger av bæring satte man fokus på hovedbæresystemet; søylene. Underlaget ble innhentet fra rådgivende ingeniør A. L. Høyer Skien A.S, ved kontaktperson Jørn Lindgren. Verktøy som er brukt i analysene er lastnedregningsskjema for søyler og G-prog.

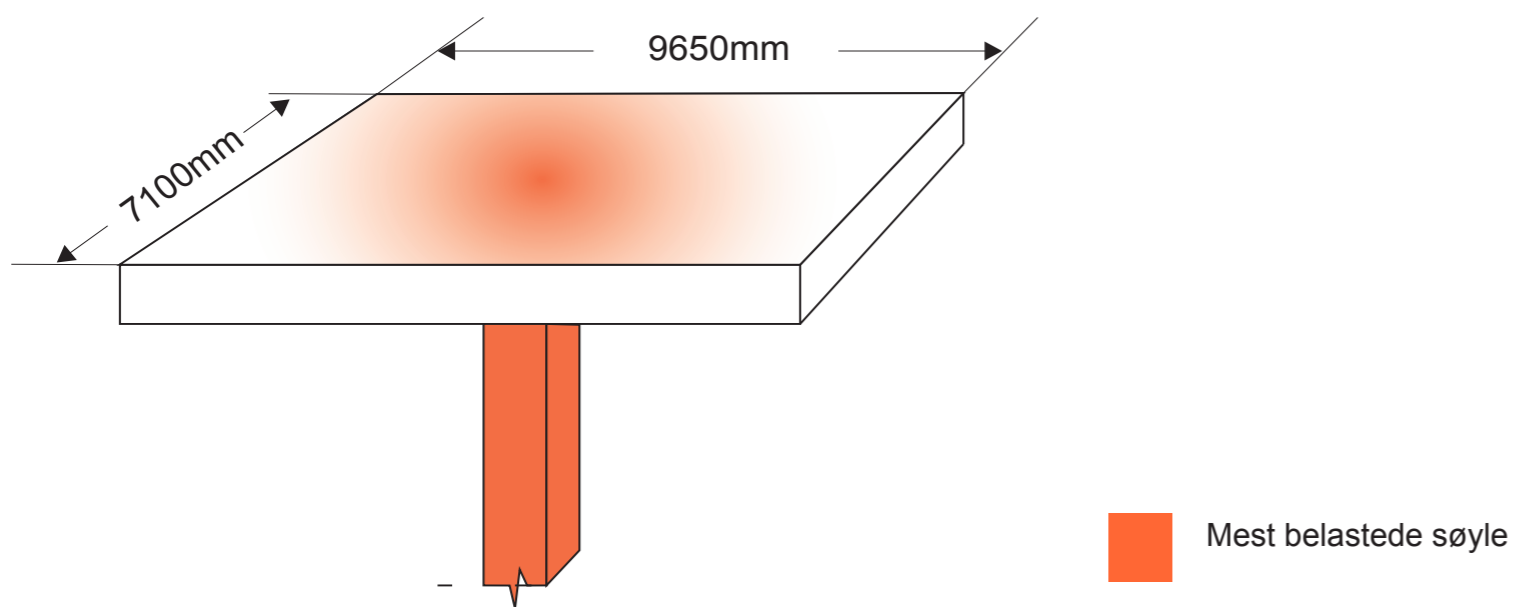
Ved lastnedregningskjemaet kartlegger man hvilke søyle som bærer de tyngste totale lastene og størrelsen på lastene. Etter flere beregninger med ulike lasttilfeller, var det søyle B-5 som er markert på bilde som var den dimensjonerende for den nye revitaliseringen av Cellulosen. Ved de ulike lasttilfellene var det antall etasjer, egenlast, nyttelast per etasje og lastutbredelse som påvirket beregningene. Nøkkeltallene i analysen:

- Snølast for Skien kommune +2,7 m.o.h er $Sk = 4,0 \text{ kN/m}^2$ (NS-EN 1991-1-3:2003+NA2008).
- Nyttelaster for bibliotek $Ne = 8,0 \text{ kN/m}^2$ (NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008).
- Egenlast grønne tak $Ge = 1,44 \text{ kN/m}^2$ (NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008).
- Egenlast for betong 25 kN/m (NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008).

Den dimensjonerende bruddlast for søyle står i koordinat B-5 har en belastning i underkant søyle i nederste etasje ut i fra last-nedregning skjemaet på $4\,897 \text{ kN/m}^2$ (se lastnedregning neste side).



Figur 37: Bæreskjelettet av Cellulosen.



Figur 38: Utsnitt av kritisk søyle med dens tilstøtende areal.

Lastnedregning

Typisk lastbredde	7,10 m
Typisk lastlengde	9,65 m
Areal	68,52 m!

SØYLE	AKSE	B/5
--------------	-------------	-----

Påvisn. for
brudd i grunnen

LASTBEREGNING MED AREALRED. FAKTOR

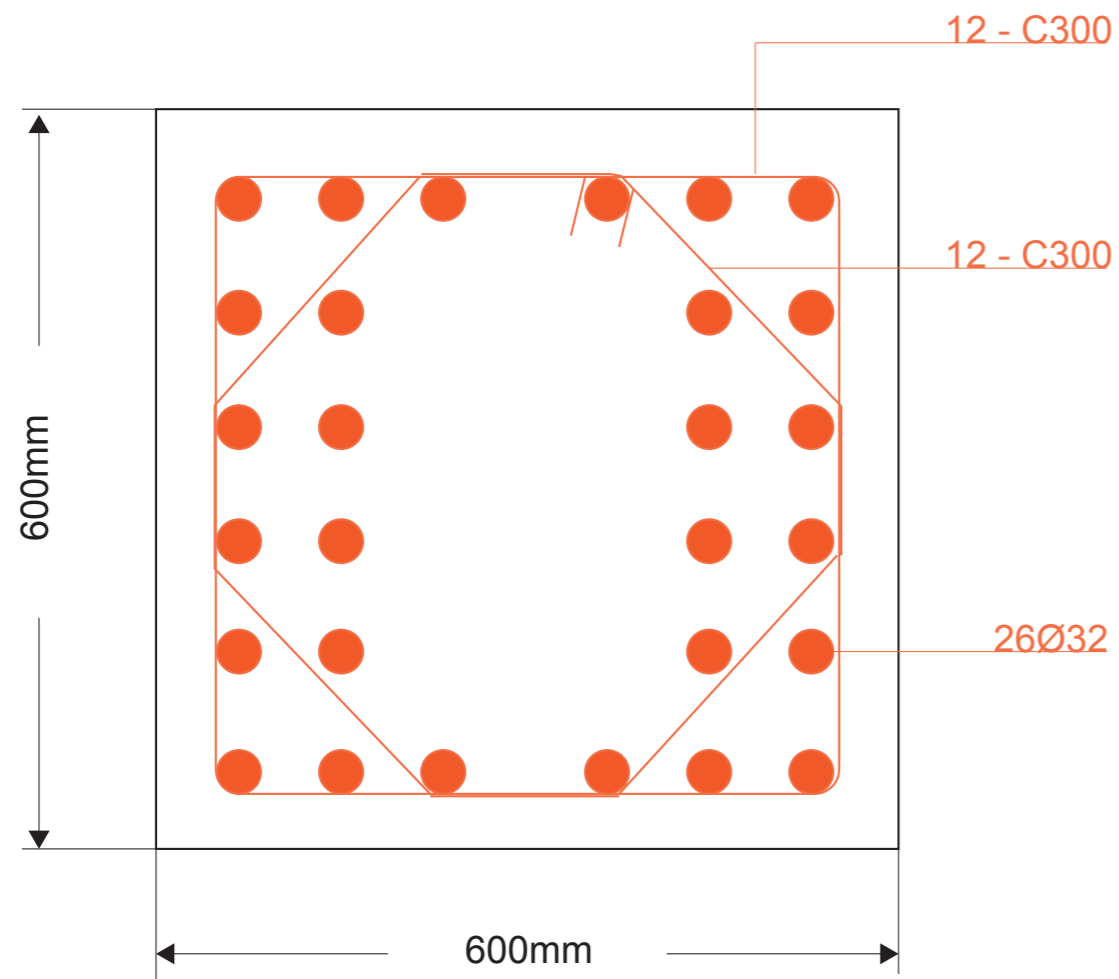
ETTER NS 3491-1, PKT. 6.3.1.2

NB ! Gjelder bare variable laster.

Etg	kote	type	Lastbr.	Lastlengde	VERDI	Red. f.	Lastfakt.	BRUKS	BRUDD	Brudd	Kommentar	Lastfakt.	BRUDD	Ψ_0	α	BRUDD	Brudd		
	m		m	m	kN/m ²	-	-	kN	kN	pr.etg		-	kN	-	-	kN	pr.etg		
4	36,9																		
dekke over		Eksisterende betongdekke	7,10	9,65	6,25	1,00	1,35	428,22	579,81			1,00	428,22	1,00	1,00	579,81			
Bibliotek		Grønne tak	7,10	9,65	1,44	1,00	1,35	98,66	133,19			1,00	98,66	1,00	1,00	133,19			
(tak)		Snølast	7,10	9,65	4,00	0,80	1,05	219,25	184,17			1,00	219,25	1,00	1,00	230,21			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	0,70	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00			1,30	0,00	0,70	1,00	0,00			
3	17,9									897							943		
dekke over		Eksisterende betongdekke	7,10	9,65	6,25	1,00	1,35	428,22	578,10			1,00	428,22	1,00	1,00	578,10			
Bibliotek		Nyttelast for bibliotek	7,10	9,65	8,00	1,00	1,35	548,12	739,96			1,00	548,12	1,00	1,00	739,96			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
2	13,9									2 215							2 261		
dekke over		Eksisterende betongdekke	7,10	9,65	6,25	1,00	1,35	428,22	578,10			1,00	428,22	1,00	1,00	578,10			
Bibliotek		Nyttelast for bibliotek	7,10	9,65	8,00	1,00	1,35	548,12	739,96			1,00	548,12	1,00	1,00	739,96			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
1	10,5									3 533							3 579		
dekke over		Eksisterende betongdekke	7,10	9,65	6,25	1,00	1,35	428,22	578,10			1,00	428,22	1,00	1,00	578,10			
Museum		Nyttelast for bibliotek	7,10	9,65	8,00	1,00	1,35	548,12	739,96			1,00	548,12	1,00	1,00	739,96			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
Gulv på grunn	2,7									4 851							4 897		
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,35	0,00	0,00			1,00	0,00	1,00	1,00	0,00			
			7,10	9,65	0,00	1,00	1,05	0,00	0,00			1,30	0,00	0,70	1,00	0,00			
Last på uk søyle/vegg i nederste etasje (bruks + brudd)						1,32		3 675	4 851			3 675	4 897						
												% lastreduksjon		24,2 %		% lastreduksjon		-0,9 %	
Fundament			3,00	3,00	0,00	1,00	1,35	0,0	0			1,00	0	1,00	1,00	0			
														1,00				0	
Last på fundament, bruksgrense									3 675,14										
Last på Fundament,bruddgrense									akse		B/5		4 851 kN		3 675 kN		4 897 kN		

Figur 39: Tabellen viser den mest kritiske søylen i Cellulosen. Altså den som mottar mest last.

Input data/ parametre



Figur 40: Armeringstegning av betongsøyle i Cellulosen. Basert på A.L. Høyer Skien A.S. originaltegninger av bygget.

Dimensjonering

Ved G-prog betonganalyse beregner man nødvendig armering, kapasitetsutnyttelse for moment og skjær. Med tidligere beregnet laster fra last-nedregningen, får man raskt gode svar ved hjelp av G-prog.

Resultat:

Ved de tre ulike lasttilfellene er maks kapasitetsutnyttelse ved kun 60 prosent, dette skyldes at de opprinnelige konstruksjonene er dimensjonert for store nyttelaster. G-prog hadde en feilmelding i forhold til dagens krav når det gjelder avstand mellom armering, men etter nærmere analyse er dette et lite avvik på 2 mm. Dette vil si at dagens søyler har mer en god nok bæreevne i forhold til revitaliseringsplanene for Cellulosen.

Tilf.	Mfg (kNm)	Mfp (kNm)	Nfg (kN)	Nfp (kN)	Vtilh (kN)	QL/Q	Me	Mt	Mf,Nf/Md,Nd	Eps.s	Eps.c	Ab (mm ² /m)	Vred/Vd	Vf/Vdt
1	0	0	3 675	1 222	0	1,00	0,0	0,0	0,54	1,36	1,36	0	0,00	0,00
2	0	0	4 897	0	0	1,00	0,0	0,0	0,54	1,36	1,36	0	0,00	0,00
3	100	0	4 897	0	0	1,00	0,0	0,0	0,60	1,56	1,10	0	0,00	0,00

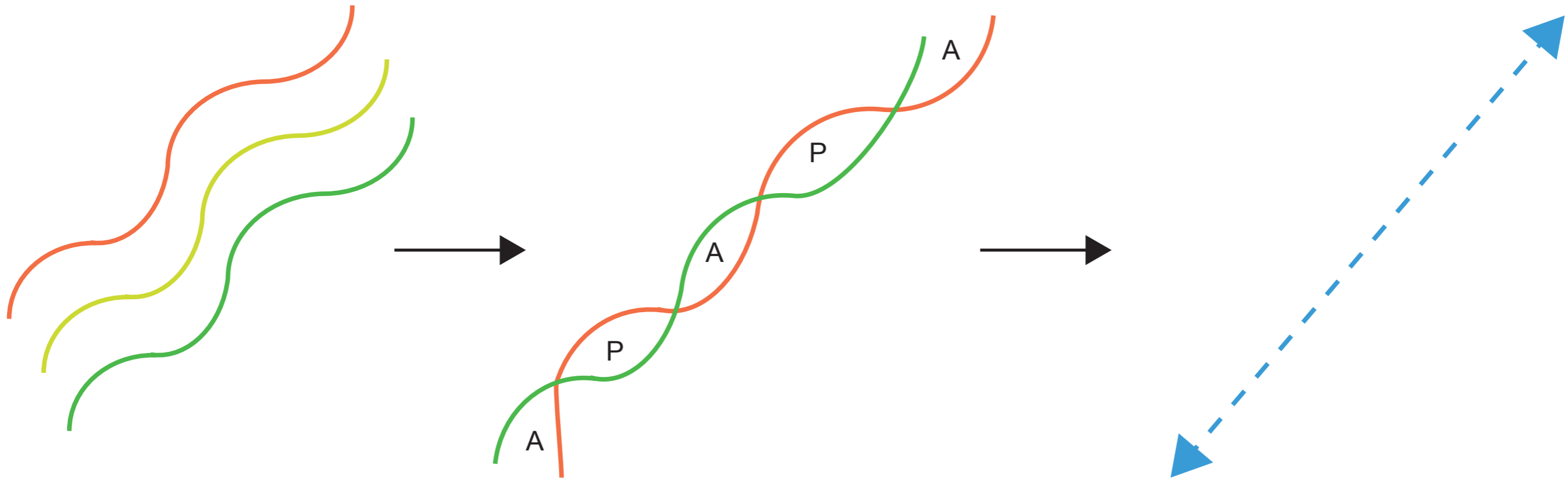
- Mfg (kNm) : Moment fra permanent last
- Mfp (kNm) : Moment fra variabel last
- Nfg (kN) : Normalkraft fra permanent last
- Nfp (kN) : Normalkraft fra variabel last
- Vtilh (kN) : Tilhørende skjærkraft
- QL/Q : Andel variabel last som er langtidslast
- Me : Moment fra eksentrisitet
- Mt : Tilleggsmoment
- Mf,Nf/Md,Nd : Kapasitetsutnyttelse
- Eps.s : Tøyning i strekkarmering
- Eps.c : Tøyning i betongen
- Ab (mm²/m) : Statisk nødvendig skjærarmering
- Vred/Vd : Kapasitetsutnyttelse for strekkbrudd (skjærkraft)
- Vf/Vdt : Kapasitetsutnyttelse for trykkbrudd (skjærkraft)

Figur 41: Kapasitetskontroll av søyle. Utsnitt fra G-prog.

// DEL 6

Tegninger

Situasjonsprosess

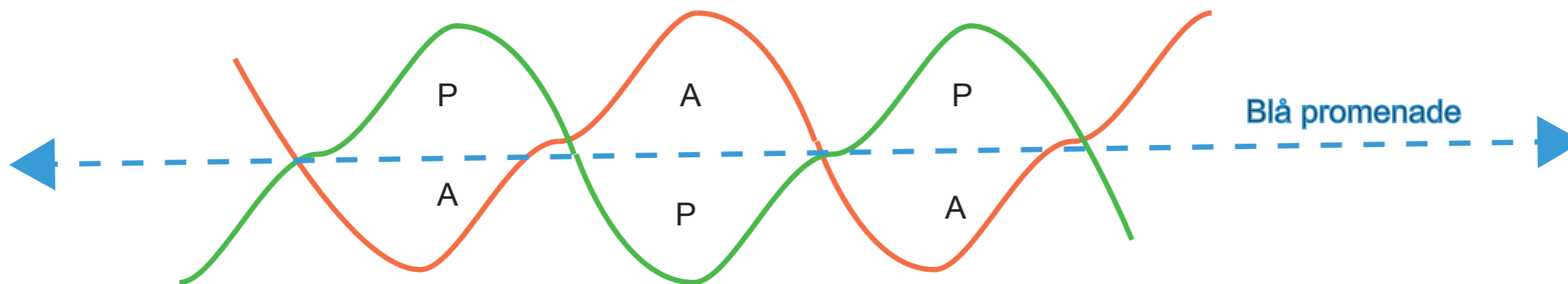


Figur 42a: Overordnet situasjonsanalyse

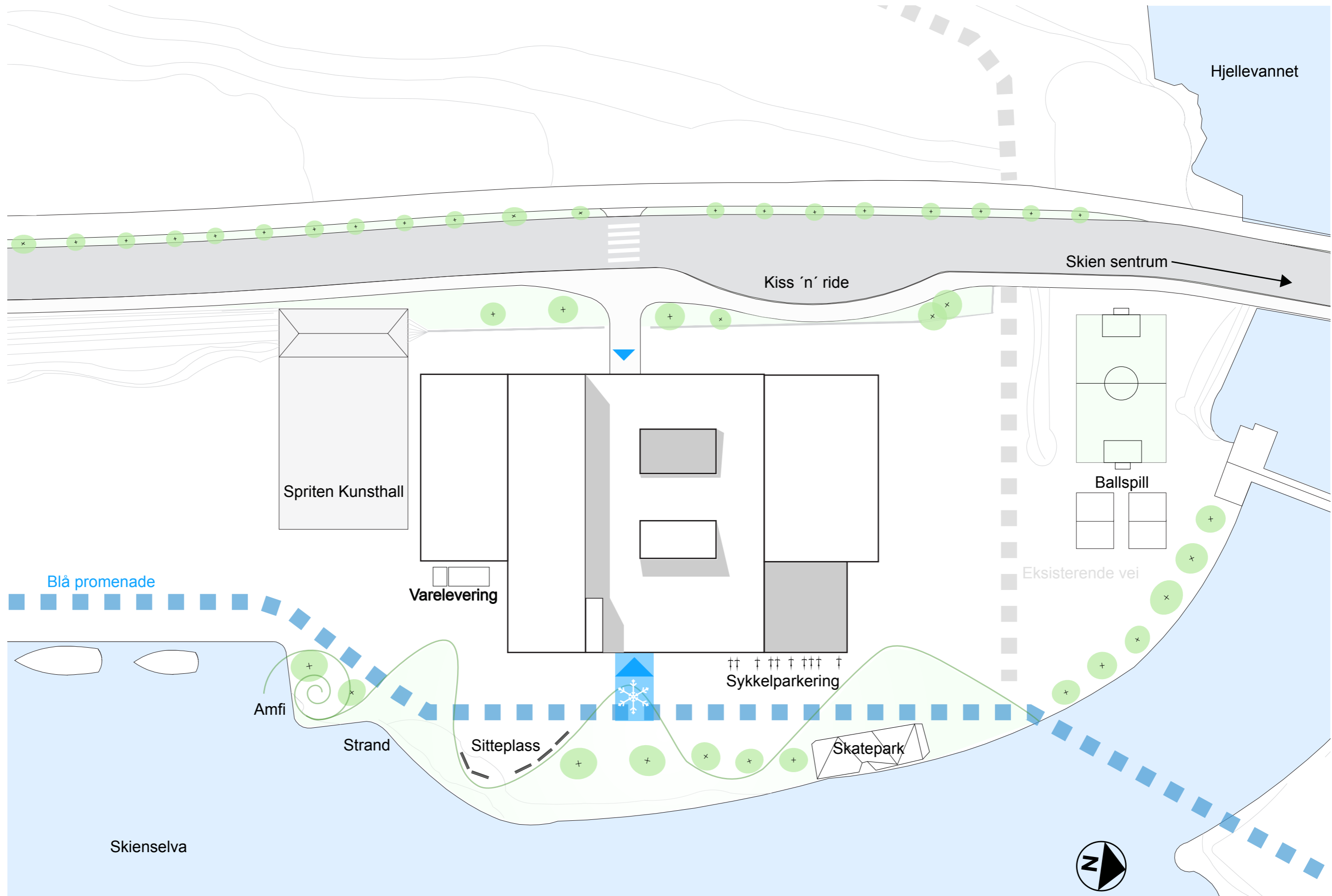
Synergi handler om å skape en felles energi. Her danner strømninglinjene dette utgangspunktet. Den skal symbolisere bevegelse og diversitet. For uteområdet blir det viktig å speile synergien i Cellulosen, samtidig som man knytter eksisterende planer om promenader med bygget.

Synergien interferer, - **Passive (P)** og **Aktive (A)** arealer formes naturlig. Man er avhengig av denne harmonien skal man skape synergi. Utformingen og sammensetningen av ulike produkter og omgivelser skal være på en slik måte at de kan brukes av alle mennesker i så stor utstrekning som mulig (TEK10). Tilpasninger må ikke skille seg ut utseendemessig, og må utformes slik at segregering mellom brukergruppene unngås (Miljøverndepartementet, 2007). Dette blir altså utgangspunktet når man skal prosjektere uteområdet til Cellulosen.

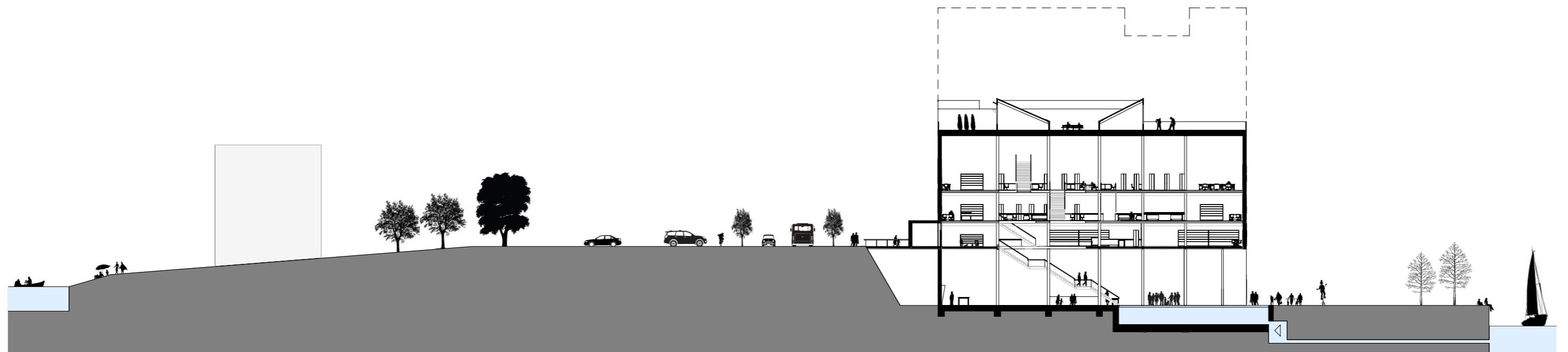
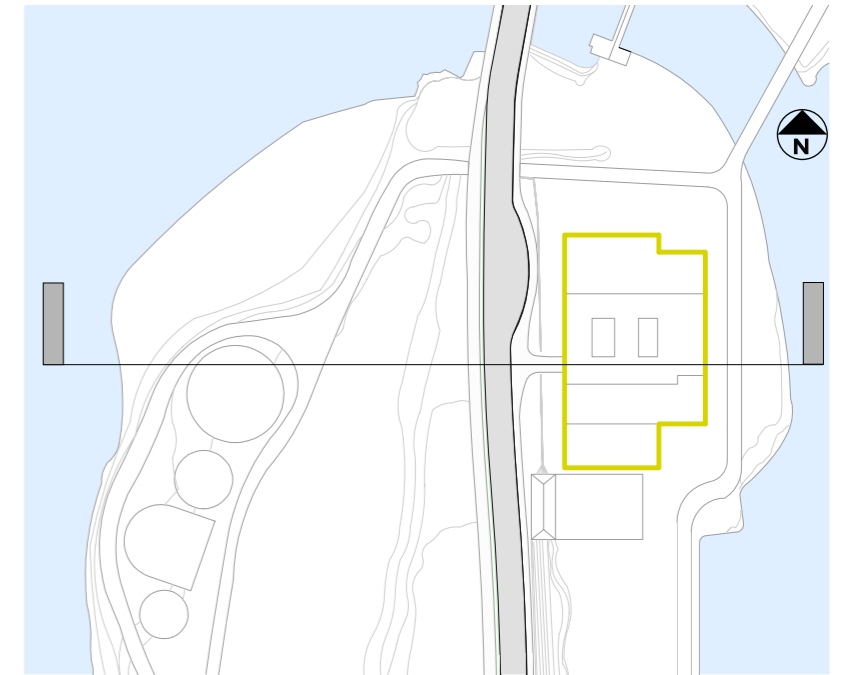
Passive og Aktive arealer danner **forbindelsen** forbi Cellulosen. Disse knyttes inn på den Blå promenade.



Figur 42b: Overordnet situasjonsanalyse (sammensetting)



Situasjonsplan
M 1:500

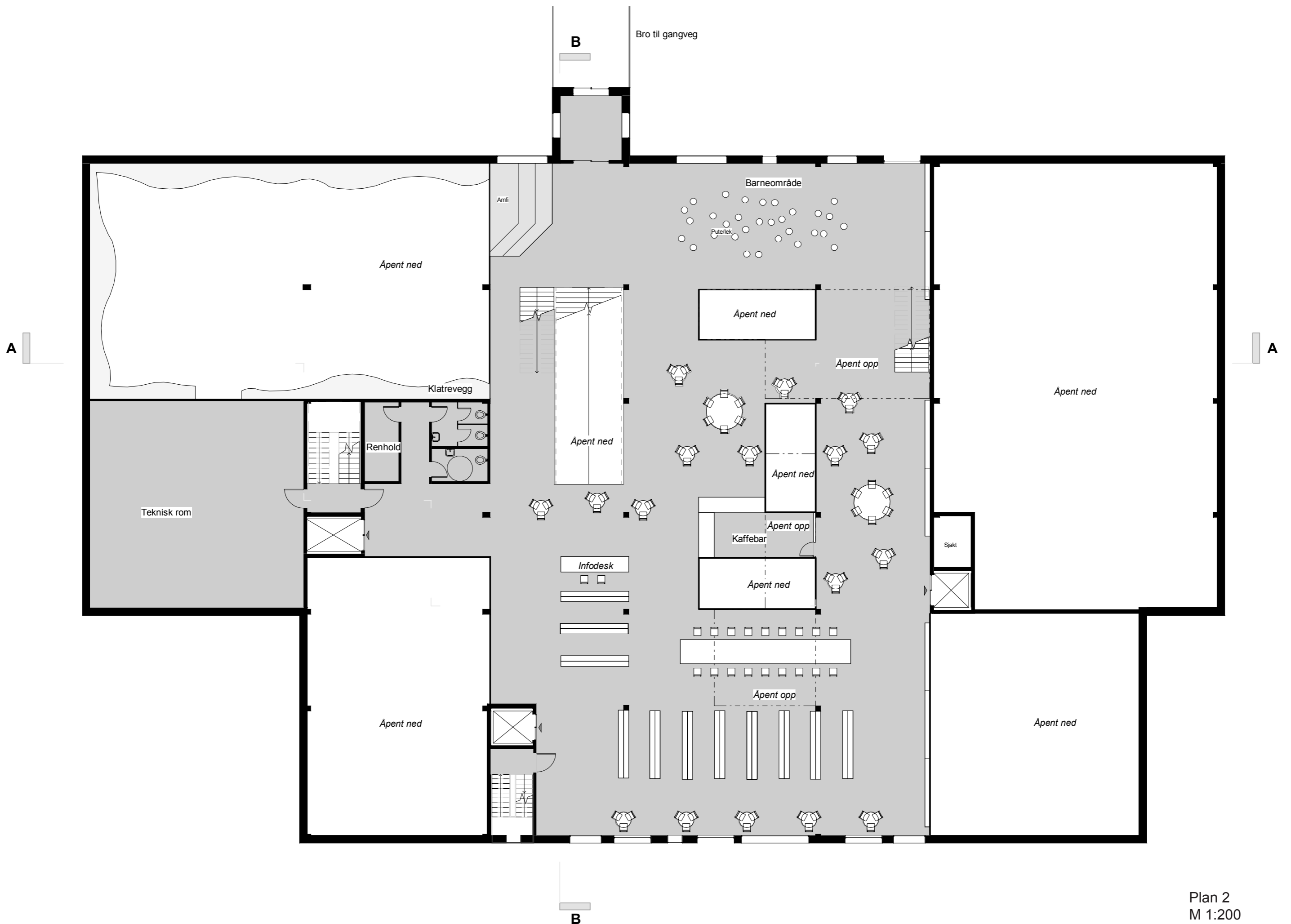


Situasjonssnitt
M 1:500

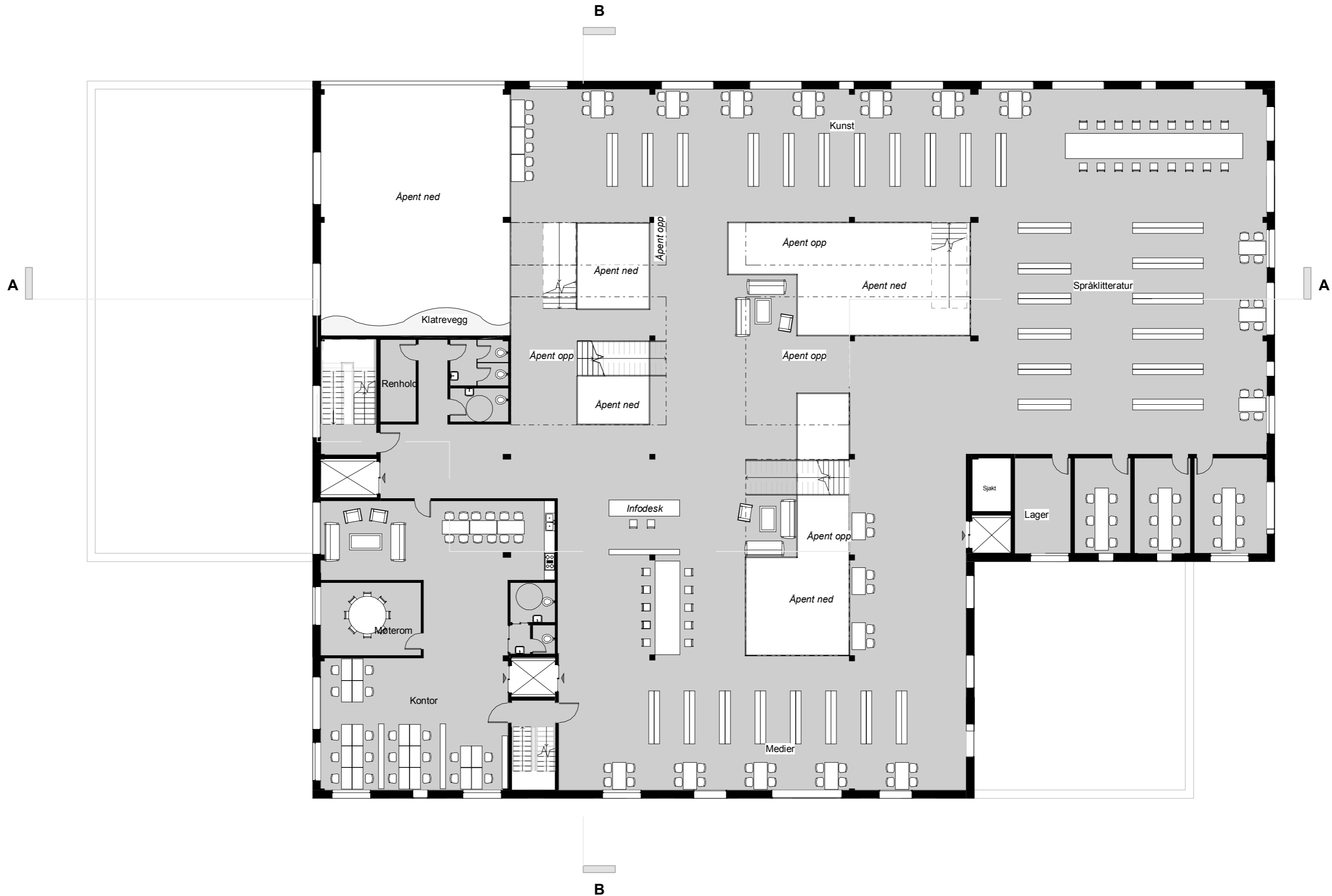
Planer



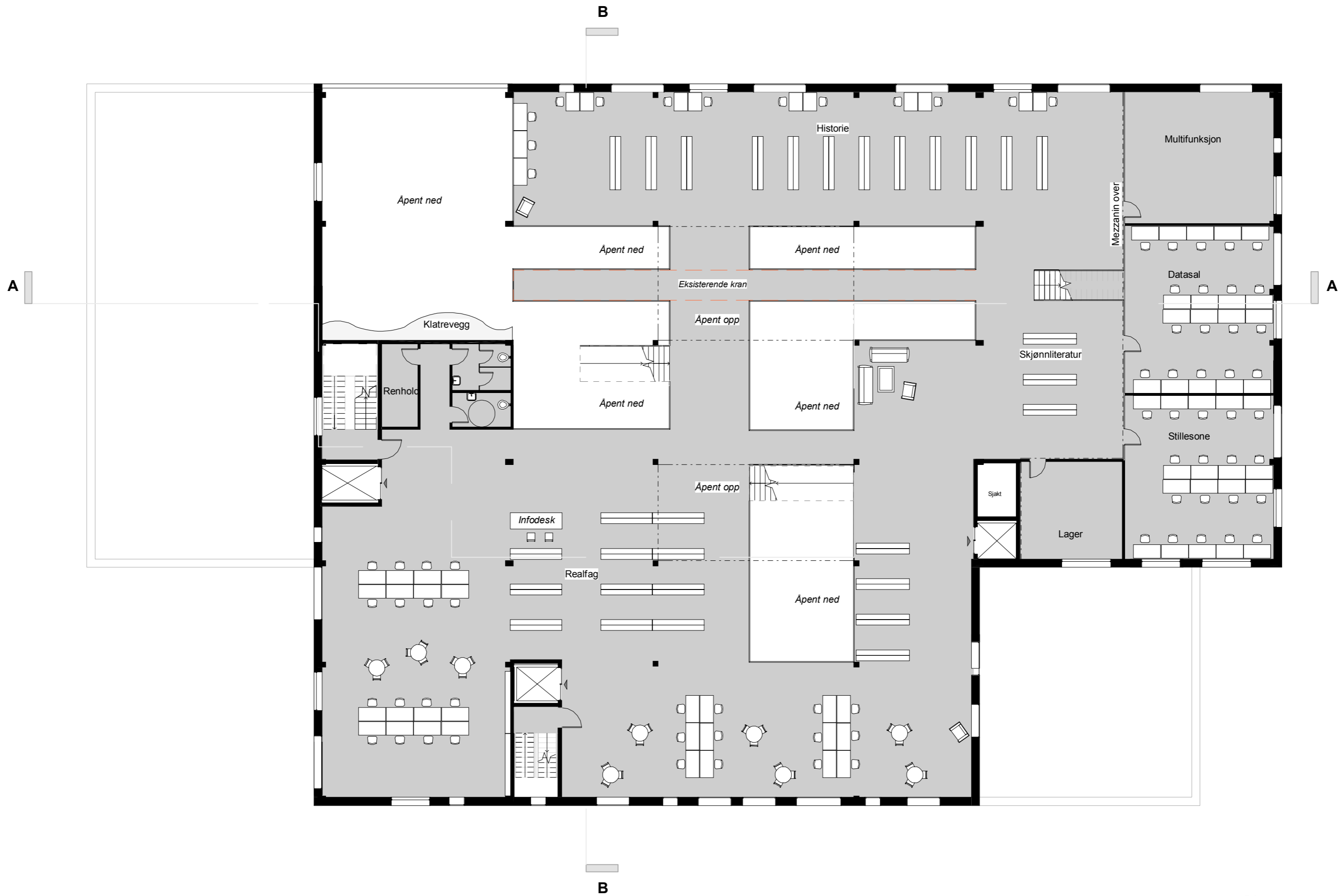
Plan 1
M 1:200



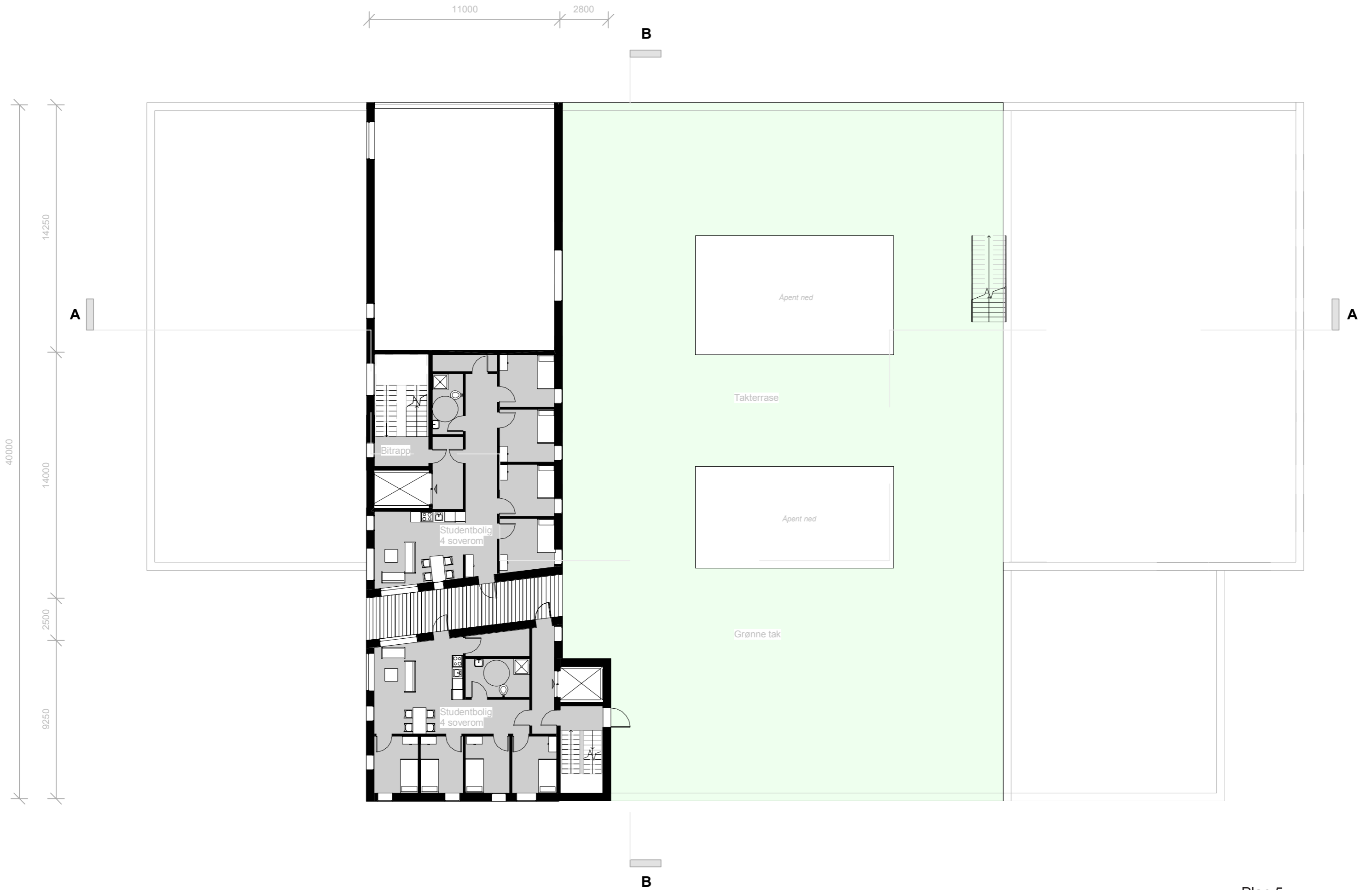
Plan 2
M 1:200



Plan 3
M 1:200



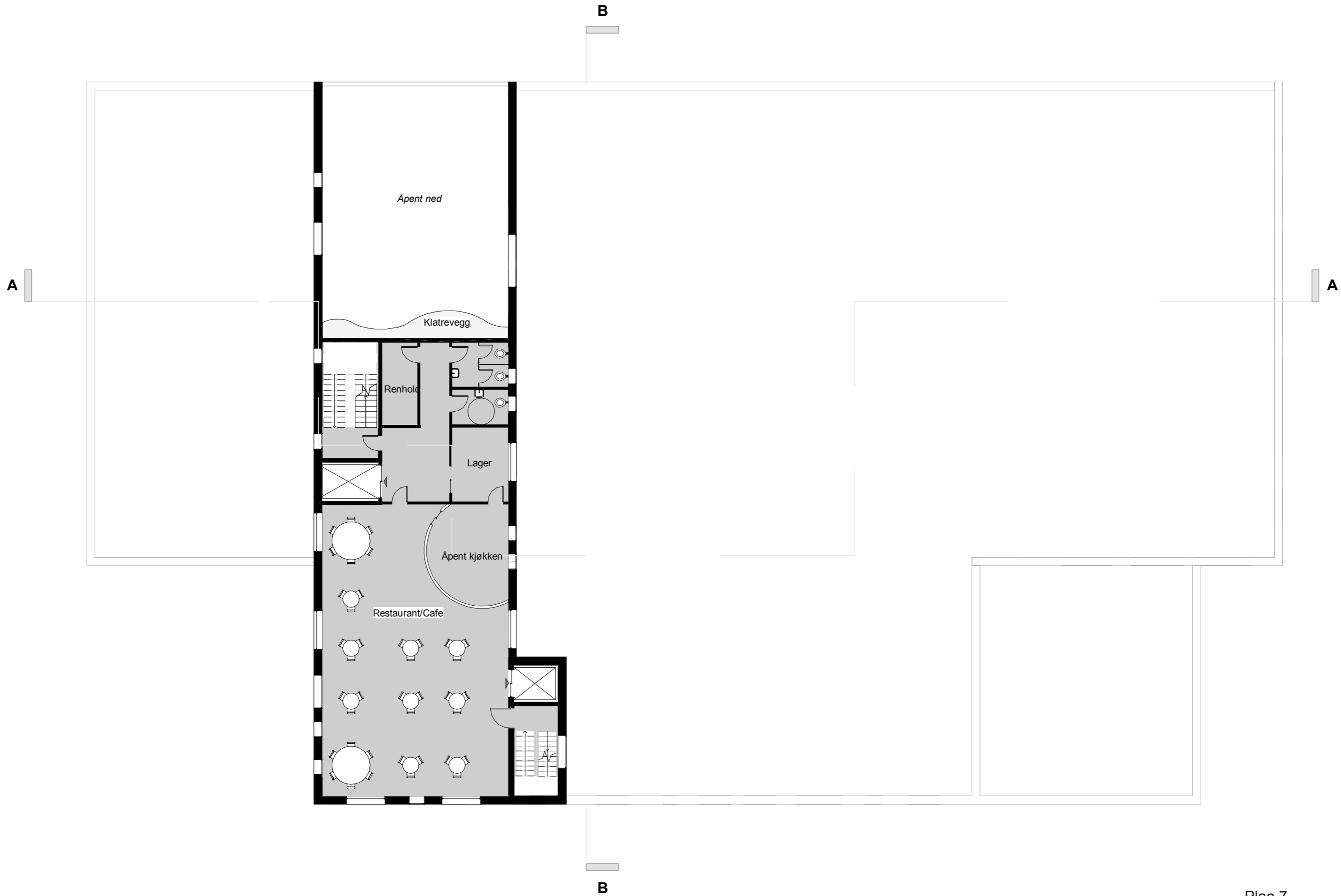
Plan 4
M 1:200



Plan 5
M 1:200



Plan 6
M 1:200



Plan 7
M 1:200

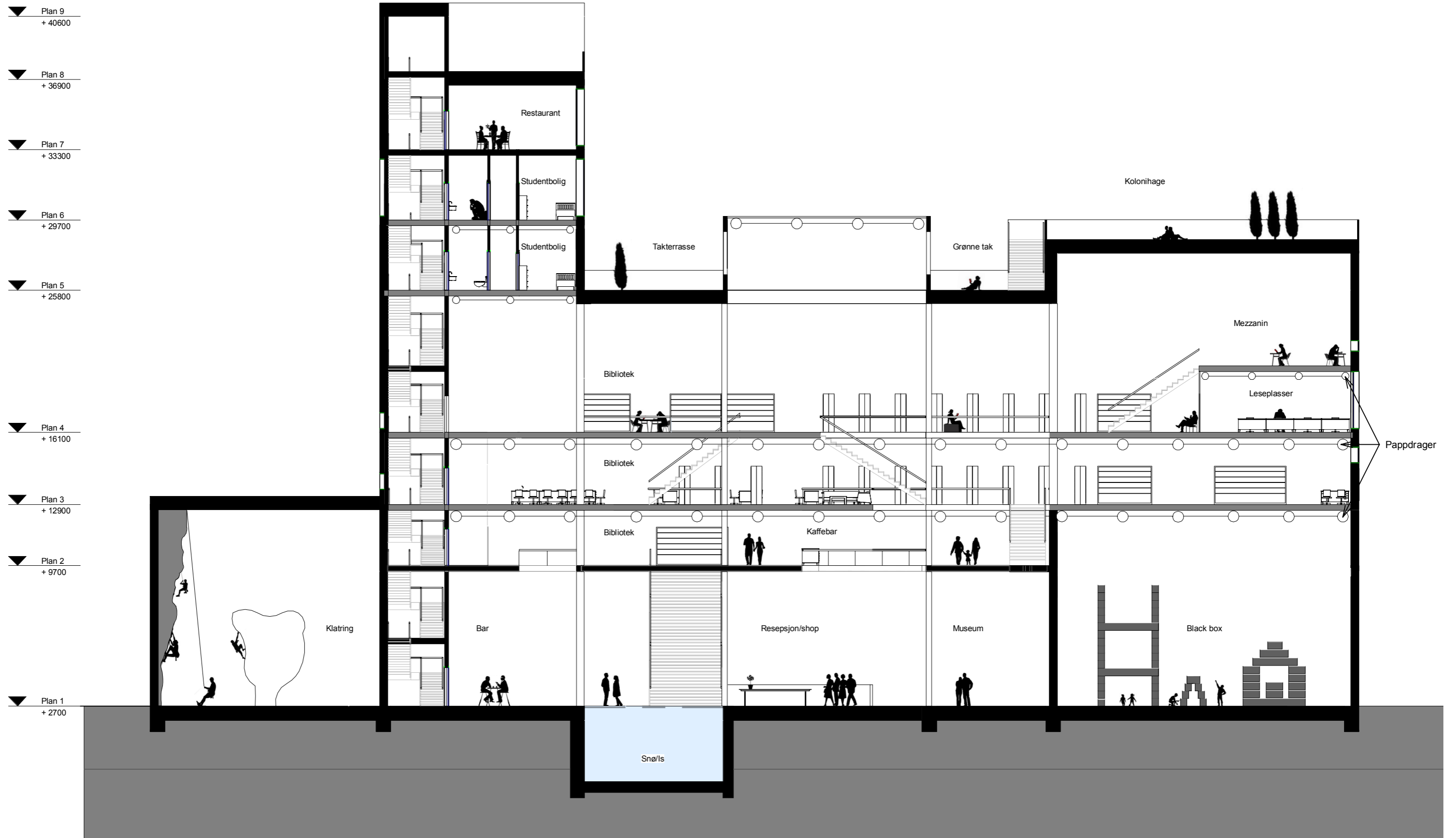
Romprogram

Plan	Museum	Bibliotek	Studentboliger	Restaurant	Klatring	Felles	Totalt areal
1	1350			150	400	550	2450
2		850		40		200	1090
3		1450				50	1500
4		1610				115	1725
5			210				210
6			205				205
7				190		40	230
Sum	1350	3910	415	380	400	955	7410

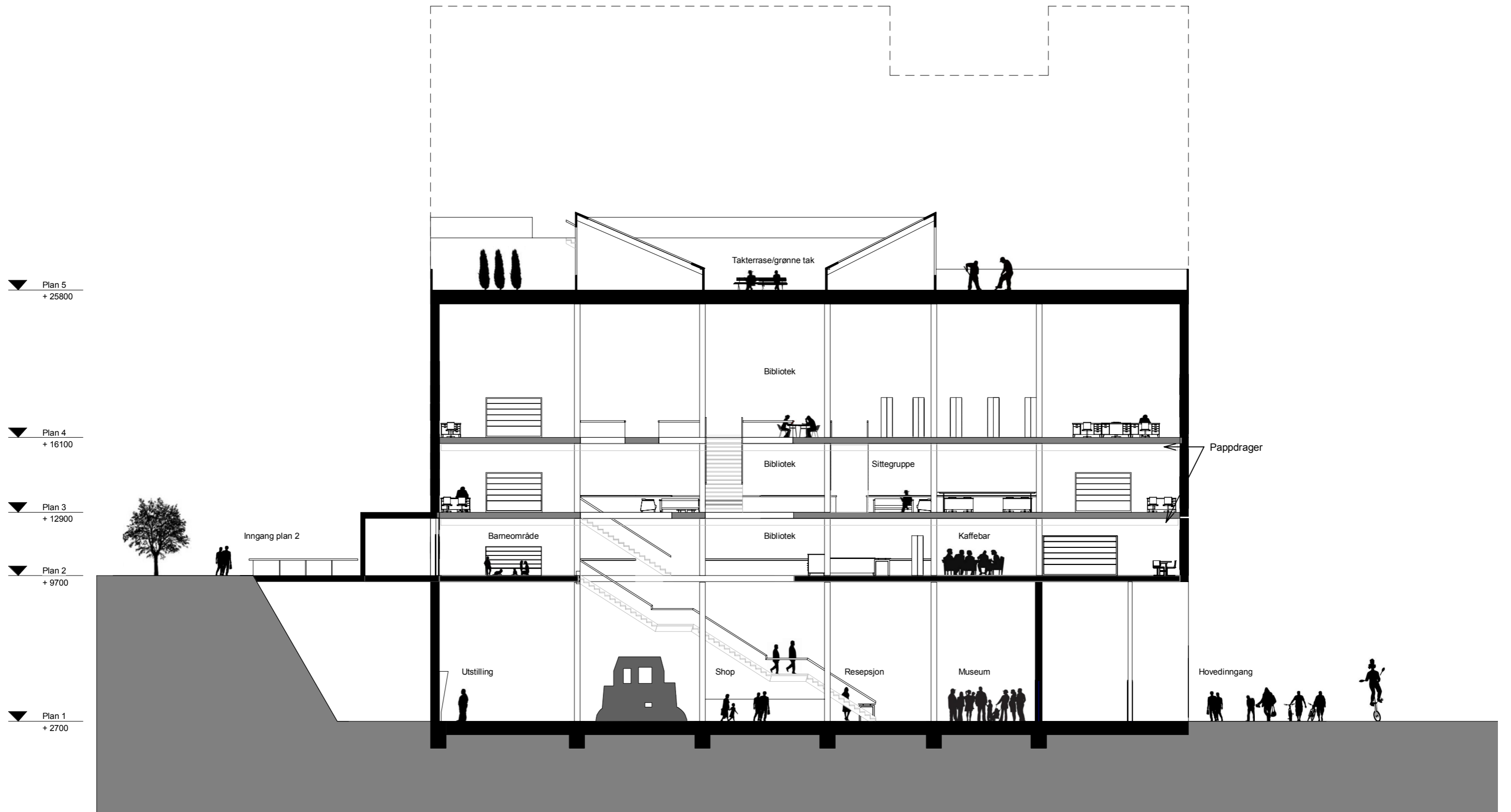
Figur 43a: Overordnet romprogram (m²)

Plan 1	Areal (m2)	Plan 2	Areal (m2)	Plan 3	Areal (m2)	Plan 4	Areal (m2)	Plan 5	Areal (m2)	Plan 6	Areal (m2)	Plan 7	Areal (m2)
Museum	950	Bibliotek	850	Bibliotek	1200	Bibliotek	1450	Soverom	80	Soverom	80	Restaurant	170
Black box	400	Toalett	15	Grupperom	50	Toalett	15	Stue/ kjøkken	70	Stue/ kjøkken	70	Kjøkken	20
Bryggeri	150	Renhold	10	Toalett	15	Renhold	10	Bad	15	Bad	15	Lager	15
Klatring	400	Entré	15	Renhold	10	Lager	30	Bod	8	Bod	8	Toalett	15
Varelevering	35	Kaffebar	50	Lager	25	Lesesal	160	Entré	7	Entré	7	Renhold	10
Garderobe	45	Teknisk rom	150	Kontor	165	Multifunk.	60	Terrasse	30	Terrasse	25		
Toalett	35			Kjøkken	15								
Renhold	10			Møterom	20								
Entré	200												
Shop	60												
Resepsjon	15												
Kontor	50												
Lager	100												
Sum	2450		1090		1500		1725		210		205		230

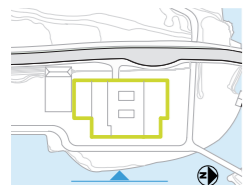
Figur 43b: Detaljert romprogram (m²)



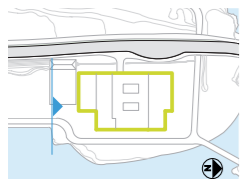
Snitt A-A
M 1:200



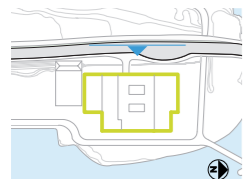
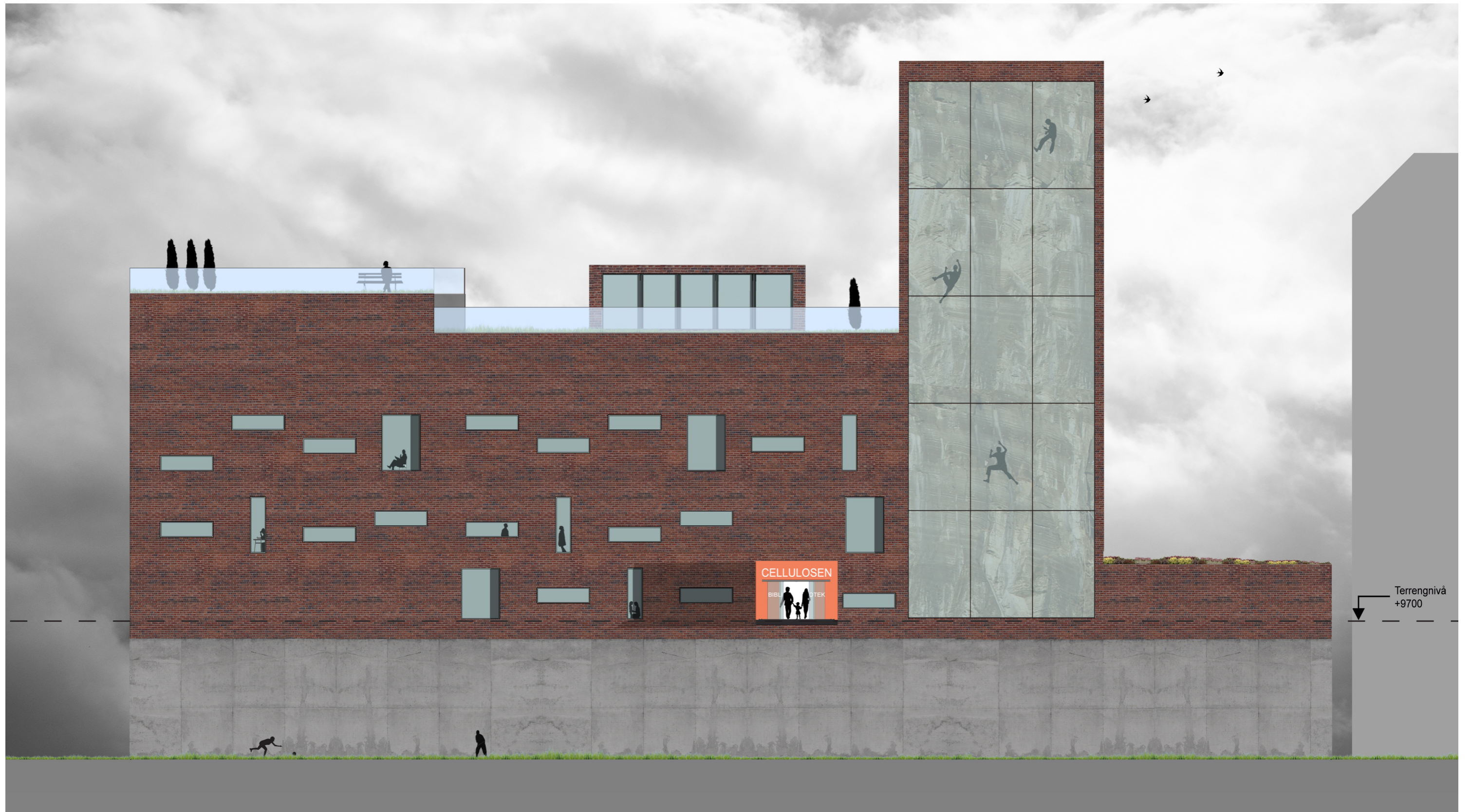
Snitt B-B
M 1:200



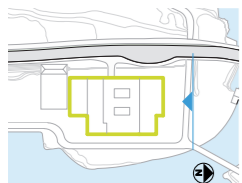
Fasade Øst
M 1:200



Fasade Syd
M 1:200



Fasade Vest
M 1:200



Fasade Vest
M 1:200



Interiørperspektiv fra plan 2



Eksteriørperspektiv fra øst

Resultat // diskusjon

Gjennom de funksjonene vi har presentert i dette mulighetsstudiet har vi valgt å vektlegge synergien dem i mellom. Vi fant det utfordrende å knytte aktuelle funksjoner sammen i ett konsept for Cellulosen. Dog skal resultatet vi legger fram gi mening for fabrikken som et selvstendig byrom. Det knytter identitet og historie opp mot det moderne uttrykk.

- Hovedfunksjonene bibliotek, museum, klatrehall og restaurant er institusjoner som utfyller dagens behov i området. Med disse vil Cellulosen være et supplement og bindeledd for Klosterøya og Skien generelt.
- Ved å prosjektere en kontrast mellom materialer, fremheves kvalitetene til bygget. Pappen tilfører bygget en ny dimensjon, samtidig som den bygger opp om Cellulosens historie. Igjen er synergien tydelig mellom to vidt forskjellige materialer og uttrykk; industriarkitektur i betong og den organiske pappen. Dette har sitt utspring i konseptet, som omhandler Telemarkskanalen, Skiens historie og papirproduksjon. Pappen gjør det dessuten lesbart hva som er lagt til av nye konstruksjoner.
- Videre har vi utredet lavteknologiske energiløsninger for Cellulosen. Papirfabrikken viste seg meget anvendelig for dette. Tårnet skaper termiske fordeler som med sine høydeforskjeller. Ved å forsterke de naturlige trykkforskjellene som foreligger, skal bygget være et behagelig bygg å være i. Dermed fordrer dette trygge løsninger forankret i enkle fysiske lover. Dessuten vil de lavteknologiske løsningene kunne bidra til å senke forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdskostnader og gjøre dem mer forutsigbare. I realiteten vil man supplere med noe mer sofistikerte installasjoner for å oppnå ønskelig virkningsgrad. I tillegg bør det være dekning for å ta spisslastene ved spesielle vær- og temperaturforhold.

Fasadene viste seg å være en utfordring med hensyn på foreliggende energikrav. Generelt sett ønsket vi å beholde det industrielle preget Cellulosen har i dag, i form av tegl og betong. Men prislappen for dette forutsetter en dypere analyse på effekt og lønnsomhet, før det kan konkluderes med hva som er det beste alternativet. Behovet for dagslys er derimot mer åpenbart, - for å tilfredsstille dagens krav er man avhengig av å endre eksisterende fasader og tak.

Konklusjon

Oppgaven viser at Cellulosen Papirfabrikk er et bygg med muligheter, og at det er fleksibelt med hensyn på å ta opp nye funksjoner. Ved å bevare bygget vil man kunne ta vare på en del av Skiens industrihistorie på en bærekraftig måte. Dermed har man et potensiale å bygge videre fra.

Cellulosens tekniske stand taler for at bygget bør bestå. Skjelettet er meget sterkt og de eksisterende dekkene bærer tre ganger så mye som dagens krav til de planlagte funksjonene i dette mulighetsstudiet. Basert på Shigeru Bana's prosjekter, vil pappkonstruksjonene i Cellulosen vise seg å være robuste og kan utgjøre en rød tråden igjennom bygget. De nye pappdekkene utnytter dessuten de store volumene bedre. Pappkonstruksjonene vil stå som et fysisk eksempel på kreativitetens tette forankring til realfag. Dette har til hensikt å inspirere særlig unge til å se verdien av tverrfaglighet.

Referanser // litteratur

Aftenposten (2014) "Studentboliger", Brønmo H., 18.03.14

Andestad R. (2011) "Stopp kasting av mat" Oikos, lest 08.03.14:

<http://www.renmat.no/aktuelt/stopp-kasting-av-mat.aspx>

Arnesen B. (2014) "Cellulosen og Klosterøyas industrihistorie" befarings Klosterøya, Skien, gjennomført 28.01.14

Ambasz E. og Ban S. (2001) "Shigeru Ban", London; Laurence King Publishing

Asplan Viak AS (2006) "Tematisk utredning - Naturmiljø" Delrapport reguleringsplan, Skien; Klosterøya AS og Skien Kommune

Ban S. (1998) "The Japan Architect" JA30, Tokyo; TSP Taiyo Inc.

Bakka T. (2011) "Telemark utviklingsfond sak 5", lest: 28.01.14:
http://www.telemarkutviklingsfond.no/prosjekter/styresaker_2011/saksliste_28022011.pdf

Bakke T. (2014) "Skimiljøet i Grenland" Intervju Grenland Ski, Rena, gjennomført 14.03.14.

Ban S. (2014) "Centre Pompidou-Metz" Arc Daily, lest 29.03.14:

<http://www.archdaily.com/490141/centre-pompidou-metz-shigeru-ban-architects/>

Ban S. (2000) "Japan Pavilion" Expo 2000, lest 03.03.14:
http://www.shigerubanarchitects.com/works/2000_japan-pavilion-hannover-expo/index.html

Berge J. (2014) "Et historisk tilbakeblikk" Lundetangen Bryggeris venner, hentet 14.04.14:

<http://www.katakombene.no/Lundetangensvenner/lundetangenhistorie.html>

Bering B. og Olsen R. (1978) "Geologisk fører for Grenland", Porsgrunn; Wergeland

Bohlin K. (2008) "Quo vadis Skien?" Telemarksavisa 11.01.08

Bohm M. (2014) "Blockholm - den fantastiska staden", Program Arkitektur- och designcentrum

Bovim N.I. (2013) "Lett-tak elementer", Forelesning 14.10.13 ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Univeristet, Ås

Brundtland G.H. (1987) "Brundtlandkommisjonen" lest 28.04.14:

<http://www.un-documents.net/a42r187.htm>

Bryn O.J. (2011) "Større bygg i plankontekst" Forelesning ved NTNU, Trondheim

Callister W. og Rethwisch D.(1985) "Materials Science and Engineering: An Introduction, 8th Edition", ;John Wiley & Sons

Casimiro S. (2010) "Sky High on the World's Tallest Climbing Wall", lest 14.02.14:

<http://www.adventure-journal.com/2010/10/sky-high-on-the-worlds-tallest-climbing-wall/>

Chao J. (2010) "Global Model Confirms: Cool Roofs Can Offset Carbon Dioxide Emissions and Mitigate Global Warming" Lawrence Berkeley National Laboratory, U.S. Department of Energy, lest 25.02.14:

<http://newscenter.lbl.gov/news-releases/2010/07/19/cool-roofs-offset-carbon-dioxide-emissions/>

Dokka, T. Hermstad, K. (2006), "Energieffektive bygninger for fremtiden: en håndbok for planlegging av passivhus og lavenergiboliger", Oslo; SINTEF Byggforsk

Edvardsen K. I. og Ramstad T. (2010) "Trehus", Oslo; SINTEF Byggforsk

Fjeldstad F. (2014) "Smarte energikilder på Gardemoen" Cowi, lest 07.04.14:

http://www.cowi.no/menu/newsandmedia/newsarchive/Pages/Nye_gardemoen.aspx

Gehl J. (1971) "Livet mellom husene- udeaktiviteter og udemiljøer" København; Arkitektenes forlag

Hansen B., Jensen JP, Johnsen O. og Skau F. (1986) "Bydelen Bratsberg", Skien; Byminner 20, Selskapet for skien bys vel.

Heintiz, K. (2013) "Mulighetene på Klosterøya" Intervju Bratsberg Gruppen. Porsgrunn, gjennomført 06.12.13

Helsedirektoratet (2008) "Tiltak for økt fysisk aktivitet blant barn og ungdom- en systematisk litteraturgjennomgang med utgangspunkt i oversiktsstudier og et utvalg nyere enkeltstudier", Temarapport, Oslo

Holmquist T. (2004) "Forsoffen by opplyst av morild" Kommunal rapport, lest 16.01.14:

http://kommunal-rapport.no/artikkel/forsoffen_by_opplyst_av_morild

Jacobsen R. (2012) "Tanker om hus og kretsløp" Gaia arkitekter, lest 14.01.14:

<http://www.gaiaarkitekter.no/tankeromhusogkretslop.pdf>

Lunde L. (2014) "Roterende varmeveksler med fukter" Intervju Sweco, Lysaker, gjennomført 07.05.14

Lynch K. (1960) "The image of the city", Boston; The MIT Press

Miljøverndepartementet (2007) "Begrepsavklaring" Temarapport T-1468, Oslo

Mohammad H. (2012) "Analysis of solar chimney power plant utilizing chimney discrete model" United Arab Emirates University, Al Ain

Newman, P., Kenworthy, J. (1999) "Sustainability and Cities - Overcoming automobile dependence" Washington DC; Island Press

Norsk Prisbok (2013) "Prisen for tegl"

Norsk Standard:
NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2008

NS-EN 1991-1-3:2003+NA2008

Nymo H. og Osnes E. (2013) "Om Cellulosen" Intervju Skien Kommune, Skien, gjennomført 06.12.13

Osnes E.U. (2013) "Førstemann til Mølla" Masteroppgave, NTNU, Trondheim, overlevert: 28.01.14

Remøy, H. (2008) "Out og office", Delft; IOS Press

Risksantikvaren, (2011), "Gjennbruk av bygg og anlegg", 04.02.14:

www.riksantikvaren.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=4264

Ritschel M. (2014) "Lavteknologiske løsninger" Intervju Sweco, Lysaker, gjennomført 07.02.14

Rodeo Arkitekter (2014) "Framtidens Bibliotek", Lest 20.03.14:

[http://www.bydel-alna.oslo.kommune.no/getfile.php/bydel%20alna%20\(BAL\)/Internett%20\(BAL\)/Dokumenter%20Bydel%20Alna/Politiske%20saker%20-%20protokoller/Bibliotek%20framtidens%20Furuset%202001-2014%20lowres.pdf](http://www.bydel-alna.oslo.kommune.no/getfile.php/bydel%20alna%20(BAL)/Internett%20(BAL)/Dokumenter%20Bydel%20Alna/Politiske%20saker%20-%20protokoller/Bibliotek%20framtidens%20Furuset%202001-2014%20lowres.pdf)

Saieh N. (2009) "Seattle Central Library / OMA + LMN" Arcdaily, lest 20.04.14:

<http://www.archdaily.com/11651/seattle-central-library-oma-lmn/>

Seehusen J. (2014) "Energisparing med digert islager i kjelleren" Intervju av Rigstad E. V/ Cowi, Teknisk Ukeblad 07/2014

Seierstad I. (1958) "Skiens Historie; Bind I fra 1184-1814", Skien; Skien Kommune

SINTEF Byggforsk (2005), Byggdetaljblad 324.301 "Utforming av trapper"

SINTEF Byggforsk (2013), Byggdetaljblad 544.823 "Grønne tak"

Skien Kommune (2007) "Reguleringsplan - Klosterøya" Delrapport mulighetsstudie, Skien; Asplan Viak AS og Klosterøya AS

Skien Kommune (2013) "Skien 2020 - Handlingsplan for sentrum", Fremvisning HiT: 01.11.13

Smith A. (2009) "The Great Wall of Singapore", lest 08.04.14: <http://www.gadling.com/2009/10/06/the-great-wall-of-singapore/#!slide=968223>

SSB. (2011), "Avfall fra byggeaktivitet", lest 21.04.14: <http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfbyggan/aar/2014-01-29#content>

SSB. (2011), "Avfallsregnskap" Endelige tall 1995-2011, lest 21.04.14: <http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno/aar>

Statsbygg (2011) "Nytt informatikkbygg", lest 23.03.14: <http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/Nytt-informatikkbygg/>

Telemark Museum (2014) "Porsgrunn museene", lest 27.01.14: <http://telemarkmuseum.no/museum/porsgrunnmuseene>

Thiis-Evensen T. (1995) "Europas arkitekturhistorie - fra idé til form", Oslo; Gyldendal AS

Tipler P. og Mosca G. (2008) "Physics for Scientists and Engineers" Sixth Edition, New York; W.H. Freeman and Company

Tuff (2014) "Tuff LED Lights", lest 28.04.14: <http://tuffedlights.com/products/tuff-led-light-panels-18-watt-troffer-1x1-foot-led-grid-light/>

Tveit T. (2006) "Men noen sto sammen" Unions historie

Vestfold Fylkeskommune (2013) "Forum for stedsutvikling", Lest 20.03.14: http://www.vfk.no/Documents/vfk.no-dok/Areal/ArkitekturkonferanseKonferanseStedsutvikling_T%C3%B8nsberg20130925_72dpi.pdf

Vitruvius (ca år 0) "God arkitektur" Pollio De Architectura

Våge J. (2000) "Hus og tun gjennom tidene" Forelesningar ved Norges landbrukshøgskole, Ås; Landbruksbokhandelen

Wilkinson, S. Remøy, H. Langston, C. (2014) "Sustainable building adaptation: Innovations in Decision-making"; Wiley-Blackwell

Winter A. (2014) "Energiløsninger" Intervju Sweco, Lysaker, gjennomført 16.01.14

Yang Y. (2012) "Visibly Transparent Polymer Solar Cells Produced by Solution Processing" University of California, Los Angeles

Østvedt E. (1958) "Skiens Historie; Bind II og III fra 1814-1870, 1879-1925" Skien; Skien Kommune

Referanser // foto

A-lab (2010) "Skien Brygge new urban community", hentet 14.02.14: http://www.bustler.net/index.php/article/skien_brygge_new_urban_community_by_a-lab_and_sea/

Anderson B. (2013) "Carboard Cathedral", hentet 10.04.14: http://www.shigerubanarchitects.com/works/2013_cardboard-cathedral/index.html

ASLA (2014) "Green Roof Washington DC", hentet 11.02.14: <http://www.asla.org/greenroof/images/PopUpImages/PrettyShot.jpg>

Bakke T. (2013) "Grenland Ski i Torsbytunnelen"

Ban S. (1998) "The Japan Architect" JA30, Tokyo; TSP Taiyo Inc.

Ban S. (200) "Japan Pavilion" Expo 2000 Hannover, hentet 03.03.14: http://www.shigerubanarchitects.com/works/2000_japan-pavilion-hannover-expo/index.html

Baumschlager-Eberle (2013) "2226", Hentet 11.03.14: <http://www.wienerberger.at/servlet/util/getDownload>.

Børve og Borchsenius (2012) "Klosterøya Vest" Prospekt Byggetrinn 1.

Børve og Borchsenius (2014) "Idéskisse Smiøya" Telmarksavisa 19.01.14.

Dyrvik Arkitekter (2013) "Mulighetsstudie Skien Vgs." Rapport overrukket direkte 29.01.14.

Gehry F. (1987) "Winton guest house", hentet 15.04.14: http://www.elcroquis.es/media/public/img/Reediciones/Frank_Gehry/01_WINTON_big.jpg

Jensen A.O. (2012) "Trapp i universitetsbiblioteket i Delft"

"Lucile" (2011) "Open up a little", hentet 20.01.14: <http://chasingroos.files.wordpress.com/2011/04/p3280019.jpg>

Rodríguez, L (2014) "Carboard face mask", hentet 15.04.14: <http://www.greendiary.com/cardboard-face-mask-by-designer-luis-rodriguez-unmasks-the-glory-within.html>

Saieh N. (2009) "Seattle Central Library" Arcdaily, hentet 20.04.14: http://ad009cdnb.archdaily.net/wp-content/uploads/2009/01/1203497712_spl-living-room-prat.jpg

Steffens (1916) "Telemark under siste del av 1800-tallet", hentet 25.04.14: http://www.dnms.no/index.php?seks_id=115150&a=1

**

Der ikke annen referanse er oppgitt, har undertegnede tatt fotoene selv.

Figurliste

- Figur 1. Hvor vi er..
Figur 2. Gjennomfartsanalyse av Grenland
Figur 3. Prinsipielt terrengsnitt av Skienselva
Figur 4. Trafikkanalyse av Skien
Figur 5. Funksjonsanalyse av Skien
Figur 6. Befolkningsutvikling i sentrum
Figur 7. Planer rundt Cellulosen
Figur 8a. Vann og planlagt promenader i Skien
Figur 8b. Den Blå Promenade
Figur 9. By- og industriakser
- Figur 10. Bærekraftig byromsutvikling
Figur 11. Aktuelle funksjoner ved Cellulosen
Figur 12. Funksjonssnitt av Snøfabrikken
Figur 13. Situasjonsplan av Snøfabrikken
Figur 14. Funksjonssnitt av Synergifabrikken
Figur 15. Overordnede planer for Cellulosen Synergifabrikk
Figur 16. Vannveien fra Skien til Dalen i Telemark
Figur 17. Illustrasjon basert på Penros trappeløp
- Figur 18. Avfallsmengden innenfor byggebransjen
Figur 19. Avfallsregnskap for Norge
Figur 20a. Opprinnelige dagslysforhold
Figur 21. Prinsipiell framstilling av lysinnslipp
Figur 22a. Innvendige dekke
Figur 22b. Utsparinger
Figur 23. Cellulosens infrastruktur
Figur 24a. Omriss orginalt bygg
Figur 24b. Volumendringer
Figur 24c. Omriss nytt bygg
Figur 25a. Første studiet av fasadeuttrykk
Figur 25b. Andre studiet av fasadeuttrykk
Figur 25c. Tredje studiet av fasadeuttrykk
Figur 26a. Eksisterende fasade m/ grønne tak
Figur 26b. Innvendig etterisolering
Figur 26c. Utvendig etterisolering
Figur 27a. Detalj eksisterende yttervegg
Figur 27b. Detalj innvendig etterisolering
Figur 27c. Detalj utvendig etterisolering
Figur 27d. Detalj utvendig etterisolering
Figur 28. Prinsippskisse av takplanene på Cellulosen
Figur 29. Prinsippsnitt sedumtak
Figur 30. Svart vs. hvite tak
Figur 31. Kyotopyramiden
Figur 32. Forenklet skisse av solar pipe i Cellulosen
Figur 33. Prinsipiell utforming av snødeponi
Figur 34. Energi og ventilasjonsprinsipp i Cellulosen

- Figur 35a. Prinsippskisse av et pappør
Figur 35b. Trappeelementene og lagvis rekkefølge
Figur 35c. Klemmepåsetting mot sideveis utskyvning
Figur 36. Detalj for sammenføring papp
- Figur 37. Bæreskjelettet for Cellulosen
Figur 38. Utsnitt av kritiske søyle
Figur 39. Tabellen av kritisk søyle i Cellulosen
Figur 40. Armeringstegning av betongsøyle i Cellulosen
Figur 41. Kapasitetskontroll av søyle
- Figur 42a. Overordnet situasjonsanalyse
Figur 42b. Overordnet situasjonsanalyse
Figur 43a. Overordnet romprogram
Figur 43b. Detaljert romprogram

**

Referanser bak illustrasjoner er oppgitt i litteraturliste.



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Postboks 5003
NO-1432 Ås
67 23 00 00
www.nmbu.no