



August 2023

---

# Samlerapport COWI Try 2023

---

**COWI**

# Innhold

<b>Bærekraftige løsninger fra fremtidens kloke hoder .....</b>	<b>3</b>
<b>Introduksjon .....</b>	<b>4</b>
<b>Gruppe 1: Midlertidige løsninger .....</b>	<b>6</b>
<b>Gruppe 2: Bærekraftig ferdsel .....</b>	<b>20</b>
<b>Gruppe 3: Gjenbruk av ressurser .....</b>	<b>41</b>
<b>Gruppe 4: Energiløsninger .....</b>	<b>61</b>
<b>Gruppe 5: Møteplasser for innovasjon .....</b>	<b>76</b>

# Bærekraftige løsninger fra fremtidens kloke hoder

I juni fikk jeg gleden av å ta imot COWIs 12. kull med sommerstudenter. Da møtte jeg en spent gjeng som skulle få sitt første møte med reelle prosjekter, tverrfaglig samarbeid og, ikke minst, med COWI som arbeidsplass.

Tradisjonen tro har studentene jobbet med et innovasjonsprosjekt, og jeg har lenge gledet meg til å se hva studentene har jobbet med. Årets samarbeidspartner, Institutt for Energiteknikk (IFE), utfordret sommerstudentene til å utarbeide innovative og bærekraftige løsninger for deres forskningspark på Kjeller i Lillestrøm.

IFE har høye ambisjoner for miljø og bærekraft i forskningsparken, og premissene for sommerstudentene er de samme som for alle kolleger i COWI: Som selskap har vi satt oss et mål om at alle våre prosjekter skal gjøre samfunnet mer bærekraftig innen 3-5 år. Utslippskutt kan gjøres i både bygninger, infrastruktur, byutvikling og energi- og miljøløsninger. Og studentene ble utfordret på samtlige plan.

Sommeren har igjen vært en påminner om hvor viktig det er å ta klima på alvor. Ekstremværet «Hans» har bokstavelig talt skylt over Sør-Norge og gitt store skader. I Europa har den ene varmerekorden slått den andre og skogbranner har herjet flere steder. Det er viktig at vi i COWI gjør det vi kan for å kutte utslipp i hvert eneste prosjekt og hver eneste løsning vi leverer. Jeg håper studentene synes det har være givende å jobbe i et selskap som strekker seg langt for å få til det – og at de har fått testet dette arbeidet i praksis selv.

Jeg satt stor pris på å bli kjent på studentene, og håper du finner både inspirasjon og motivasjon i denne rapporten.

God lesing!

Birgit Farstad Larsen,  
administrerende direktør for COWI Norge.

# Introduksjon

Årets innovasjonsprosjekt for studentene ved COWIs sommerjobbprogram, COWI Try, ble gjennomført med Institutt for Energiteknikk (IFE) som samarbeidspartner. I arbeidet med innovasjonsprosjektet ble studentene delt i fem tverrfaglige grupper som jobbet med ulike oppgaver knyttet til utviklingen av IFEs forskningspark på Kjeller. Totalt har 28 sommerstudentene brukt ca. 2000 timer til å gjennomføre prosjektet i perioden 19. juni til 10. august.

Innovasjonsprosjektet har som formål å bidra til inspirasjon, de unges perspektiver og innspill. For studentene er innovasjonsprosjektet en øvelse i hvordan man sammen kan skape noe nytt og nyttig, som lar seg nyttiggjøre.

Prosjektets grunnpilarer bygger på COWIs tre medarbeiderløfter:

1. Outstanding together – eksepsjonelle løsninger skapes ut ifra godt lagarbeid og tverrfaglig samarbeid,
2. Extend your potential – vi utvikler oss gjennom å utfordre egne faglige og personlige grenser,
3. Design the future – muligheten til å sette sitt personlige preg på fremtidens løsninger i et ekte prosjekt – for et bærekraftig samfunn.

## Forskningsparken på Kjeller – Lillestrøms innovative og grønne bydel

Kjeller har en 70 år lang historie full av pionérånd og banebrytende innovasjoner som har bidratt til å bygge landet vårt. Kunnskapsmiljøet på Kjeller har vært en hjørnestein i det norske industrieventyret og er fortsatt et internasjonalt kraftsentrum for forskning og utvikling. Her utdannes en ny generasjons kunnskapsarbeidere, vegg i vegg med forskerne som utvikler morgendagens løsninger på felter som grønn mobilitet, seismikk, samfunnssikkerhet, klima, miljø, luftkvalitet, medisin, digitalisering, cybersikkerhet, romforskning, solkraft, roboter, vind, hydrogen og batteriteknologi.

Nå har tiden kommet for å utvikle Kjeller til en grønn og innovativ bydel i Lillestrøm hvor flere vil bo, studere og jobbe. I denne veksten vil forskningsparken spille en viktig rolle.

Det som i dag er et lukket område på ca 116.000 m<sup>2</sup> for de få, kan bli en åpen og grønn bydel for alle. Reguleringsplanen muliggjør en samlet utnyttelse på 82.000 m<sup>2</sup> BRA. Av dette utgjør dagens bygningsmasse ca 16.300 m<sup>2</sup> BRA, og planlagt ny bebyggelse er ca 65.240 m<sup>2</sup> BRA. Området har plass til næring, boliger, studenter, kultur og idrett, og her kan Kjellers unike forskningsbedrifter få rom til å vokse og utvikle fremtidens pionérprosjekter.

## Innovasjonsoppgaver

Gruppene ble tildelt fem ulike oppgaver der de kunne velge å fordype seg i én av caseoppgavene, eller velge å inkludere de øvrige caseoppgavene eller elementer fra dem.

### Gruppe #1: Midlertidige løsninger – Midlertidige løsninger

- Hvilke bærekraftige midlertidige løsninger kan øke bruken og attraktiviteten for forskningsparken i byggetrinn 1? Skreddersy gjerne forslag til ulike deler av befolkningen (eks studenter, barnefamilier, ansatte i forskningsparken og/eller eldre).
- Kan de midlertidige løsningene også være synlige i bybildet i Lillestrøm på en måte som viser frem forskning på Kjeller? I så fall, hvordan?

### **Gruppe #2: Effektiv og bærekraftig ferdsel**

- Hvordan kan vi legge til rette for en gang- og sykkelvei mellom forskningsparken og Lillestrøm sentrum?
- Hvor egner det seg best å legge forbindelsen mellom de to stedene? Hva er fordelene og ulempene ved ulike alternativer?
- Har ferdselen mellom forskningsparken og Lillestrøm potensiale for å bli en «stedsmarkør»? F.eks en karakterist bru dersom det trengs, et spennende stoppested, veiløsning, installasjon eller lignende.

### **Gruppe #3: Gjenbruk av ressurser**

- Hvordan kan forskningsparken brukes som et testområde for sirkulærøkonomi og upcycling?
- Hvordan kan overskuddsmassene fra infrastruktur og/eller bygninger gjenbrukes?
- Hvordan kan vi legge til rette for utslippsfrie byggeplasser i utviklingsperioden?

### **Gruppe #4: Energiløsninger**

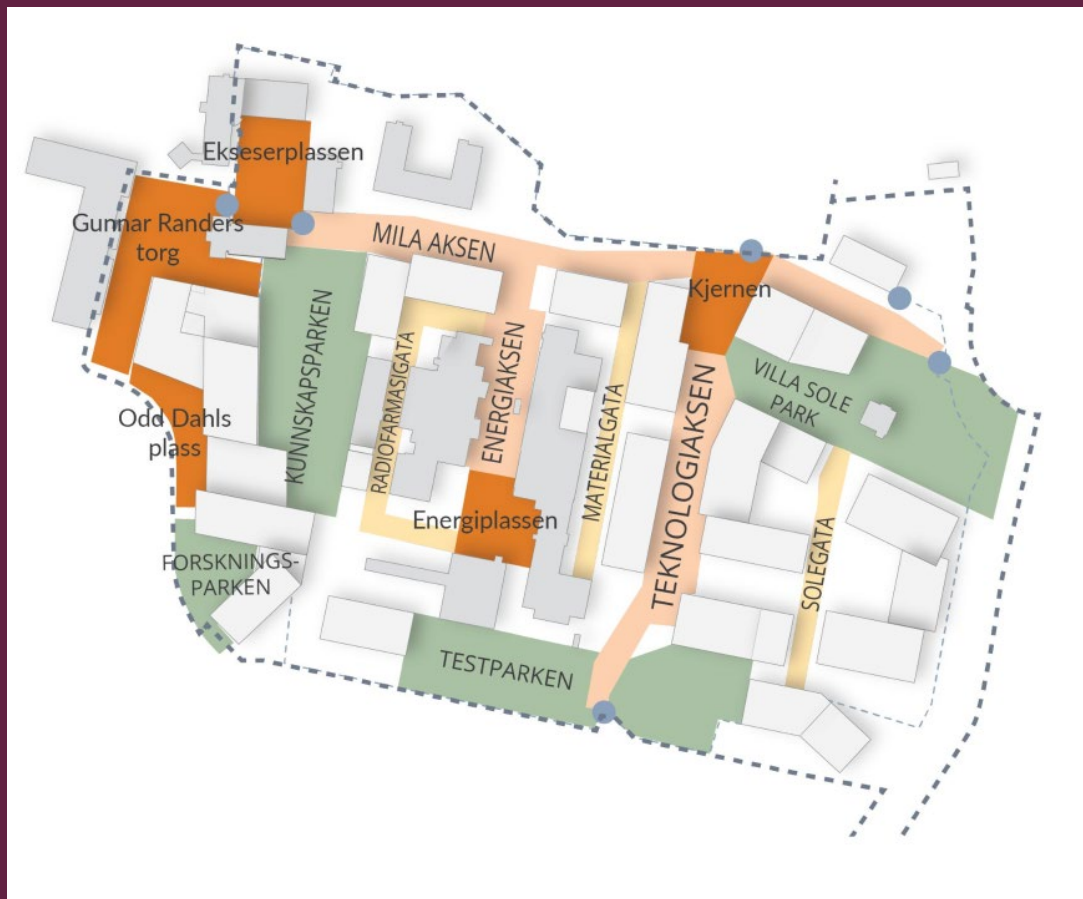
- Forskningsparken har som mål å kutte energibruken med 2% allerede i 2023. Hvilke tiltak knyttet til energieffektivisering kan tas i bruk både på kort og lang sikt? Prioriter grad av effektbesparelse opp mot besparelse i kroner og investeringskostnad.
- Kan byggene ta i bruk eller vise frem innovative energiløsninger? Vurder særlig energiløsninger som aktørene på Kjeller allerede jobber med.
- Hvordan kan vi legge til rette for mest mulig energifleksibilitet og -samspill i forskningsparken?

### **Gruppe #5: Møteplasser for innovasjon**

- Hvordan kan områdetets parker, torg og andre fellesområder legge til rette for gode møteplasser?
- Forslå aktiviteter og tiltak som kan skape aktivitet og møter utendørs.
- Hvordan kan møterommene utendørs kobles til første etasjene i bygningene rundt?

# Gruppe 1: Midlertidige løsninger

Deltagere: Eirik Bakke Høiberg, Ann Louise Egelandsdal, Mats Olsen Brastad, Hege Andersen, Ivar Nordeide, Hans Mundheim



Figur 1: Illustrasjon av bygulvet på Campus IE. Illustrasjon: IFE

# Innhold

<b>1</b>	<b>Introduksjon</b> .....	<b>8</b>
1.1	Oppgavens krav .....	8
<b>2</b>	<b>IFE-ruta</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Solcellekonteiner til elsykler</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Uteområder</b> .....	<b>12</b>
4.1	Informasjonsflyt, fremkommelighet og evakuering .....	12
4.2	Vegetasjon og økologiske tiltak .....	12
4.3	Oppholds- og underholdningsarealer .....	13
4.4	Gjenvinning og vedlikeholdsgrad .....	13
4.5	Eksempler på uteområder .....	13
<b>5</b>	<b>Kultur</b> .....	<b>16</b>
5.1	Arrangementer .....	16
5.2	Senterbygg .....	16
<b>6</b>	<b>Gjenvinning og bærekraft</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>19</b>

# 1 Introduksjon

Institutt for energiteknikk (IFE) ligger på Kjeller, 30 minutters gange fra Lillestrøm Torv. IFE har som mål å bli en av Norges mest attraktive forskningsparker. Sammen med flere aktører har de lagt grunnlaget for et unikt kunnskapsmiljø på Kjeller. Gjennom ekspansjon, dekommisjonering og tilgjengeliggjøring skal forsknings- og teknologiparken gjennomgå betydelige endringer de neste årene. Målet er å bli et sentrum for forskere, samt å styrke båndet mellom Kjeller og Lillestrøm. For å oppnå dette, må institusjonene samarbeide tettere, og være del av et stort og attraktivt tilbud.

## 1.1 Oppgavens krav

For at IFE Kjeller skal bli en av Norges mest attraktive forskningsparker må tilbudet skreddersys for en mangfoldig gruppe mennesker. Tilbudet skal tiltrekke alle aldersgrupper med ulike livsstiler og interesser, og gjerne også bidra til mer tilflytting i området. Den globale sentraliseringsprosessen gir oss verdifull innsikt i bakenforliggende årsaker til at folk flytter. I SSBs liste<sup>1</sup> over grunner til at folk bosetter seg i sentrale strøk, er argumentene bedre tilgang til relevante jobber for personer med spesialisert kompetanse. Bedre karrieremuligheter og høyere lønnsnivå trekker også folk mot sentrale strøk. I tillegg verdsettes større fagmiljøer og et bredere utdanningsnivå.

Disse behovene er i stor grad dekket av Kjeller sine lokale planer. Videre på listen finner vi punkter som bør være fokusområder for IFE når målet er å *"skape et attraktivt område med god kvalitet på arbeidsplasser og møteplasser"*<sup>2</sup> Det inkluderer et større tilbud av kaféer, restauranter og uteområder. Et bredt kulturtilbud vil øke attraktiviteten og det bør også tilrettelegges for arenaer hvor det er lett å møte likesinnede.

Dersom området på Kjeller blir stående ubrukt under utbyggingen, en prosess på opptil 20 år, er det lite sannsynlig at interessen for Kjeller som arbeidsplass vil øke. Derfor er det viktig med blant annet forbindelser til Lillestrøm, samt å skape samlingsarenaer i forskningspa

rken. Denne rapporten tar for seg midlertidige løsninger som skal øke bruken og attraktiviteten for området. Her beskrives et utvalg av tiltak som samlet kan gjøre forsknings- og teknologiparken til en destinasjon for alle.

---

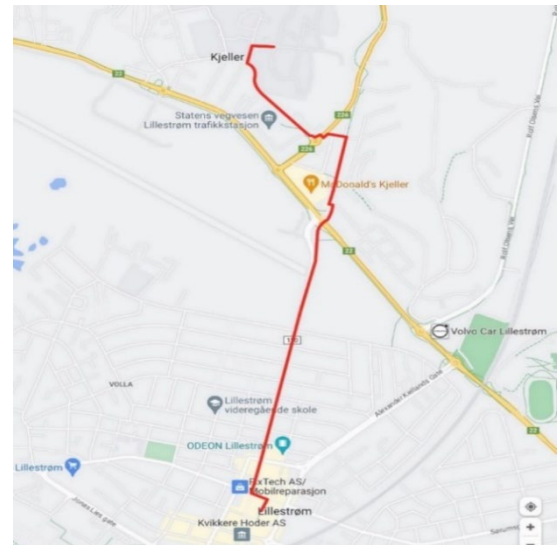
<sup>1</sup> Sentralisering - årsaker, virkninger og politikk | SSB

<sup>2</sup> Masterplan for IFE på Kjeller



## 2 IFE-ruta

Et av tiltakene som kan øke synligheten til campus Kjeller i bybildet i Lillestrøm er å lage "IFE-ruta", en sykkelsti fra Lillestrøm Torv til inngangsområdet til forskningsparken. En mulig rute kan følge Storgata til kulverten under RV22 som kobler Storgata og Sildreveien sammen. Deretter fortsetter man på gang- og sykkelstien fra Sildreveien, gjennom rundkjøringen ved Instituttvegen 10 og frem til dagens inngangsport ved IFE. Ruten er rundt 2.4 km (Figur 2). Den ansees som egnet da hele strekningen har eksisterende sykkelmuligheter og gunstig topografi. Bruk av eksisterende sykkelsti vil også gjøre tiltaket vesentlig rimeligere. Frem til RV22 er terrenget tilnærmet flatt. På Sildreveien har strekningen en gjennomsnittlig stigning på 2.1%<sup>3</sup> og fra Instituttveien til IFE er strekningen tilnærmet flat. Det anbefales å plassere enkel skilting langs ruten, men dette må avklares med Lillestrøm kommune.



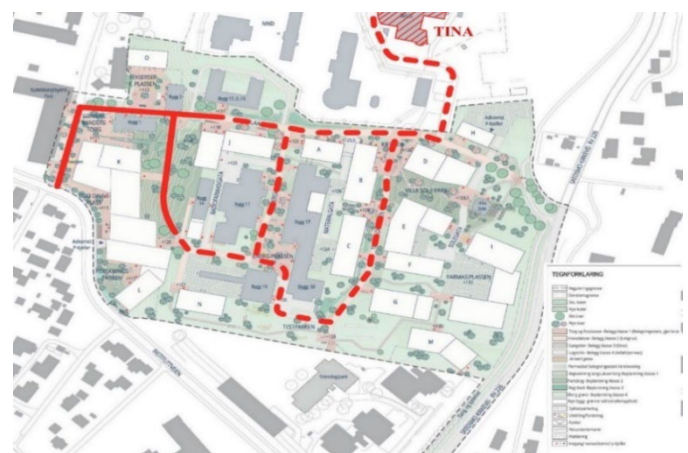
Figur 2: Forslag til IFE-ruta. Foto: Google Maps

IFE-ruta starter på Lillestrøm Torv hvor det er foreslått en stor, mobil off-grid solcellekonteiner med plass til lading av 14 elsykler (se avsnitt 3 Solcellekonteiner til elsykler). Informasjonstavler plasseres i nærheten for å vise opplevelser og sykkelruten på Kjeller (Figur 3). Som et supplement til IFEs egne sykler kan et samarbeid med Lillestrøm bysykkel og deres eksisterende bysykkelstasjoner inngås. Ved forskningsparken vil fornuftig plassering av elsykkelkonteinere være i tilknytning til Gunnar Randers torg eller Odd Dahls plass. Mobile sykkelstativ for besøkende og ansatte med egne sykler skal også plasseres rundt på området. Disse tiltakene vil lede forskningsparken nærmere målet om bærekraftig mobilitet.

Som en utvidelse av sykkelstien foreslås en "tidsreise i IFEs historie" inne i forskningsparken. Dette er en sti med mobile informasjonstavler som presenterer IFEs historie underveis, hvor den siste tavlen viser morgendagens IFE. Tavlene kan vise funksjonene bygningene har i dag og hvordan de skal inngå i fremtidsplanene. Mobile informasjonstavler gjør det mulig å legge om ruten etter hvert som området er i utvikling. Da kan man utvide stien inne på forskningsparken til å inkludere et større område, blant annet kantinen TINA som ligger nord for forskningsparken. Se Figur 4 for forslag til rute.



Figur 4: Eksempler på informasjonstavler ved IFE. Foto: iwhitestone



Figur 3: Mulig runde på IFEs område, heltrukken linje er forslag til initial runde mens stiplet linje er forslag til utvidet runde. Foto: IFE

<sup>3</sup> Høydedata | [hoydedata.no](http://hoydedata.no)

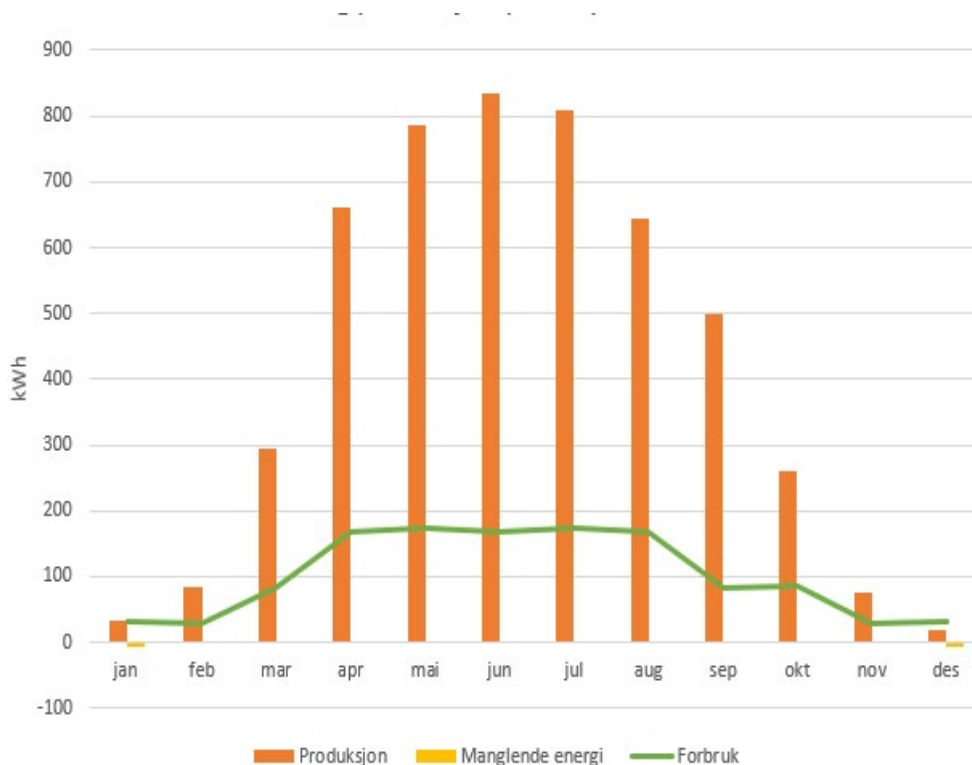
### 3 Solcellekonteinerer til elsykler

For å gjøre IFE-ruta attraktiv med et bærekraftig fokus, oppfordres det til plassering av mobilitetspunkt på Lillestrøm torv og ved inngangen til forskningsparken. Vi har sett på både utforming og mulighet for en off-grid elsykkel-konteiner med solceller som energikilde og batteri til energiutjevning. Elsyklene er tenkt å være tilgjengelig for allmennheten, og kan med fordel knyttes opp mot eksisterende bysykler i Lillestrøm. Foreslått mobilitetspunkt består av to konteinere med ladeplass til 7 elsykler i hver.

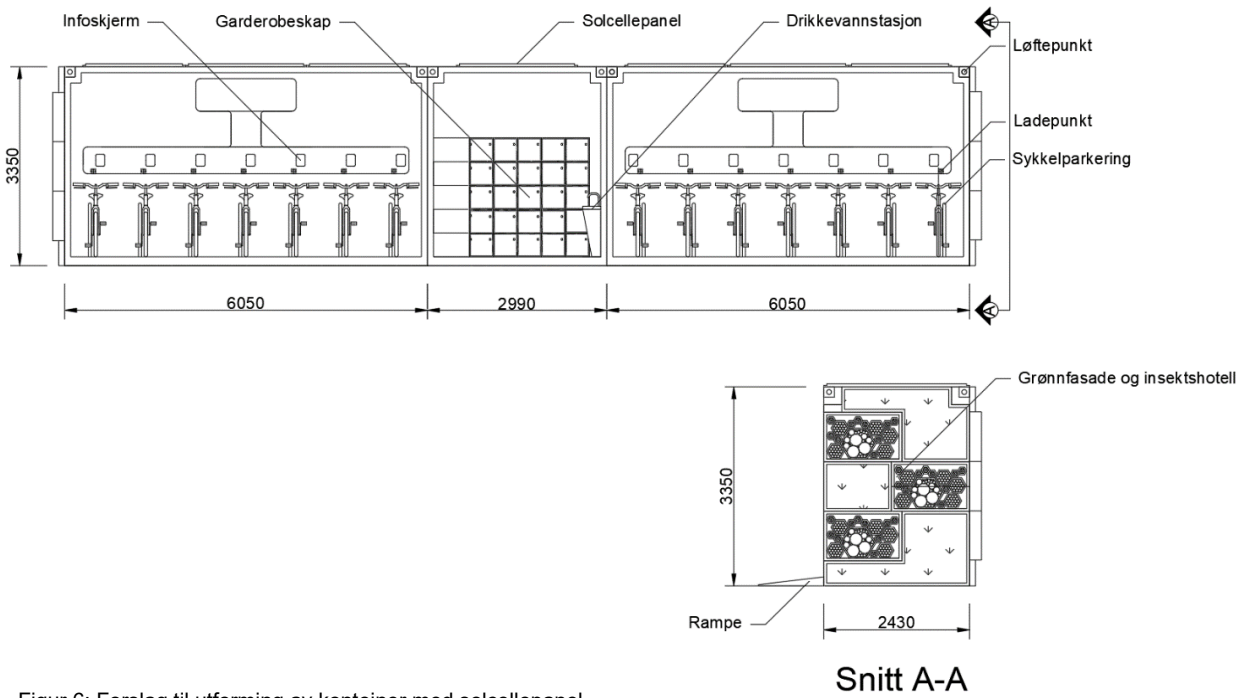
Valget falt på konteinere, da konteinerkroppen har en robust konstruksjon som tåler vekten til panelene på taket. Det oppfordres til å gjenbruke eksisterende konteinere fremfor å benytte nye. De er også enkle å flytte, og vil derfor gå innunder kategorien "*midlertidig løsning*". Enkeltvis har konteinerene en lengde på 6.05m, bredde på 2.44m og høyde på 3.35m. S sammensetning av to konteinere vil gi plass til oppbevaringsrom og drikkefontene på midten (Figur 6). Avhengig av hvor lenge solcellekonteineren skal stå på samme sted, kan tilkobling av vannslange eller vanntank være løsninger for vannforsyning til drikkefontenen. For best mulig effektivitet av solcellene, vil plassering og orientering av konteiner være viktig. Ved å plassere åpningen mot nord, kan taket med solcellepanel ha en helning mot sør. Vi har valgt å dekke hele takarealet med solcellepanel, med 15° sørvendt helning. Sørvendt langsiden, og begge kortsidene vil da være tilgjengelig veggareal. Veggene kan dekkes med mose, eller andre grønne planter, samt inneholde elementer som fungerer som insekthotell.

Figur 5 viser resultatene fra simulering av solcellekonteineren med plassering på Gunnar Randers torg. Grønn linje viser forbruket gjennom året, med mer sykling om sommeren og mindre om vinteren. De oransje søylene viser energiproduksjonen fra solpanelene, og gule søyler viser hvor mye energi som mangler for å dekke forbruket.

Energiunderskuddet er minimalt, men for å sikre energiforsyning kan en lithium batteripakke benyttes for effektutjevning. På bakgrunn av simuleringen har vi vurdert solcellekonteiner med ladeplass til elsykkel som en realistisk, og gjennomførbar idé som leder forskningsparken nærmere målet om bærekraftig mobilitet.



Figur 5: Forbruk og produksjonsprofil for flerbrukskonteiner



Figur 6: Forslag til utforming av konteiner med solcellepanel

## 4 Uteområder

Etableringen av tydelige parkområder med tilhørende torg vil løfte helhetsuttrykket i forsknings- og teknologiparken betraktelig. Disse områdene vil fungere som naturlige samlingsarealer, hvor både besøkende og ansatte kan oppholde seg. Under planleggingsfasen er det viktig å tenke på innhold og plassering av uteområdene.

Bevegelse i området bør underbygges utover informasjonsflyten med belysning, aksemarkering og -seksjonering, slik at fotgjengere og syklister tydelig adskilles fra annen trafikk, da særlig anleggstrafikk. For å synliggjøre sykkel- og gangstier foreslås det å male midlertidige bevegelseslinjer på bakken i klare farger som leder til interessepunkter, torg, parker og andre oppholdsområder. Se figur 7. Bevegelseslinjene kan utformes i termoplast med et kunstnerisk preg. Det tilrådes å begrense annen motorisert trafikk i forsknings- og teknologiparken, for myke trafikanters fremkommelighet. Denne fremkommeligheten vil både være viktig for at besøkende skal føle seg velkomne, men også ved eventuell evakuering.



Figur 7: Fargerike bevegelseslinjer.  
 Foto: Roadworth

Det er flere uteområder som er tilgjengelige under utbyggingen. Områdene inkluderer Gunnar Randers torg, Ekseserplassen, Kunnskapsparken, arealet utenfor Bygg 5 og Mila-aksen frem til Bygg 5. De følgende avsnittene dekker kriterier som bør tas hensyn til ved prosjekteringen.

### 4.1 Informasjonsflyt, fremkommelighet og evakuering

Inngangen til IFEs forsknings- og teknologipark på Kjeller vil være ved Gunnar Randers torg. Der er det viktig med lett tilgjengelig informasjon om området som inkluderer et stort, dynamisk kart over området, samt skilt som viser retning og avstand til andre torg, bygg og møteplasser. Ved arrangementer og omvisninger bør brosjyrer og veiledere distribueres for besøkende.

Under de forskjellige byggefasene vil det være flere sikkerhetsmessige momenter som må tas hensyn til. Fra ethvert punkt i forskningsparken må det være tydelige og oversiktlige rømningsveier som leder til sikker møteplass. Dette innebærer at det ikke må plasseres åpenbare hindringer i de ulike aksene, da disse skal fungere som rømningsveier ved en eventuell nødsituasjon. For å unngå forvirring og kaos ved evakuering, tilrådes det å benytte ledesystemer og varslingssystemer i parken. Disse systemene kan benyttes i tidlig fase som et midlertidig tiltak, men kan også videre prosjekteres til å omhandle hele forskningsparken mot slutten av byggeperioden og inn i driftsfasen. Systemene kan for eksempel være markeringsskilt ved utgangsområder, piler/lysstriper langs bakken, lys- eller talevarsling på flere språk, minimum norsk og engelsk.

Ved eventuell brann i forskningsparken, vil tilrettelegging for rednings- og slukkemannskap være essensielt. Det er derfor viktig at brannvesenets dimensjonskriterier for adkomstvei og oppstillingsplass innhentes av ansvarlig prosjekterende. Disse dimensjonskriteriene kan omfatte maksimal stigning, veiens minste kjørebredde, minste frie kjørehøyde, svingradius, jfr. VTEK 17.

### 4.2 Vegetasjon og økologiske tiltak

Området prosjekteres til å ha variert flora. Med variert flora menes blomsterenger, flere typer trær og busker, blomster- og urtebed og kjøkkenhager. Vegetasjonen bør planlegges med hensyn til lysbehov, vann og næring, toleranse for trafikk og terrengets helning. Dessuten bør allmennytten vektes. Den kan gis i form av lys- og støyreduksjon, næring og bo for dyr, samt annet vegetativt samspill. Økologiske hensyn kan konkretiseres i følgende tiltak:

- Dammer, vannkanaler og regnbed<sup>4</sup> som forvalter overvannet som ressurs
- Insektshotell, uthulet vegetasjon som gir samspill mellom flora og fauna
- Begrenset mengde plen, blomstereng som erstatning og supplement, dette øker det biologiske mangfoldet og reduserer vedlikehold
- Bikuber synlig fra innsiden av kafè/senterbygg, se Figur 8.



Figur 8: Bikuber integrert i bygning. Spennende læringsarena for barn. Honningen kan selges, eller brukes i mat som serveres fra kafeen. Foto: COWI

### 4.3 Oppholds- og underholdningsarealer

Under utforming av uteområder bør estetikk og brukervennlighet kombineres. Vi anbefaler plassering av sittegrupper, lekeplass, treningspark og benker som naturlig samlingspunkt på åpne områder. Campus bør også romme arenaer for underholdning slik som lysthus, amfi og scene. Arena for seremoni kan være stortelt og/eller talerstol ved åpnet område. Summen av alle uterommene skal utgjøre en arena for både hverdag og fest. Dette dekkes i avsnitt 5 Kultur.

### 4.4 Gjenvinning og vedlikeholdsgrad

Underveis i byggearbeidet bør man i størst mulig grad gjenbruke materialer i området. Dette inkluderer mur- og takstein, bygnings- og løsmasser, samt muligheten til å omplante vegetasjon. Et eksempel på slik gjenvinning er bruk av murstein som brostein langs stier, med løsmasser fra grunnen som fundament. En annen mulighet er å bruke kabelstiger som klatrestativ i grønne fasader.

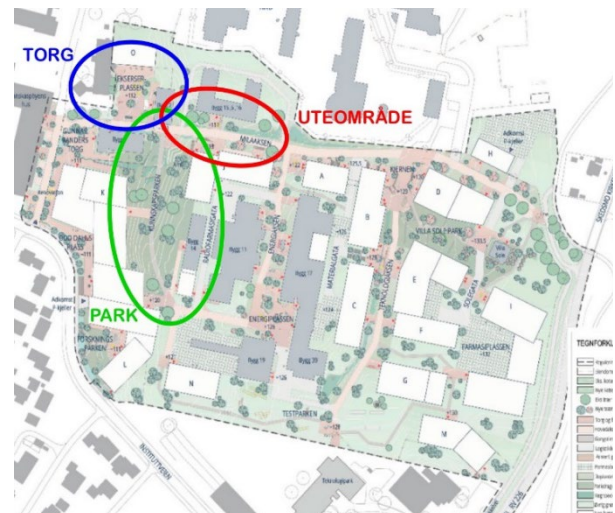
I valg av løsninger bør vedlikehold vektas, da dette vil utgjøre en betydelig driftskostnad. Kostnadsbesparende tiltak kan være involvering av ansatte og besøkende i stell av lokale kjøkkenhager og urtebed. Andre tiltak er å velge robust vegetasjon, begrense erosjon gjennom drenering og etablering av definerte snarveier.

### 4.5 Eksempler på uteområder

Forslag til midlertidige løsninger på campus inkluderer etablering av torg på Ekserserplassen, uteområde utenfor Bygg 5 og omforming av grøntarealet på sørsiden av Mila-aksen til et parkområde, se figur 9. Disse områdene vil fungere ypperlig som allsidige samlingssteder for både besøkende og ansatte i forskningsparken.

<sup>4</sup> [Regnbed | ngu.no](http://Regnbed.ngu.no)

På de ulike uteområdene kan sittegrupper settes opp med varierende vegetasjon rundt for å gjøre oppholdsområdene mer attraktive. Sittegruppene bør tåle å stå ute hele året, og bør være lagd av bærekraftig materiale som reflekterer forskningsparkens miljøfokus. Det vil være fordelaktig dersom de er flyttbare for å enkelt kunne gjøre endringer på plasseringen etter hvert som området bygges ut. Vegetasjonen kan bestå av alt fra trær til busker og små blomsterbed. Disse bør også være flyttbare, særlig i områdene hvor det foregår utbygging. Dette kan løses ved å bruke blomsterkasser og små trær. Insektshoteller kan settes opp på trærne på uteområdene, ettersom dette er mest gunstig for insektene. Eksempel på utemøbler og vegetasjon er illustrert på figur 10.



Figur 9: Eksempel på plassering av uteområder.

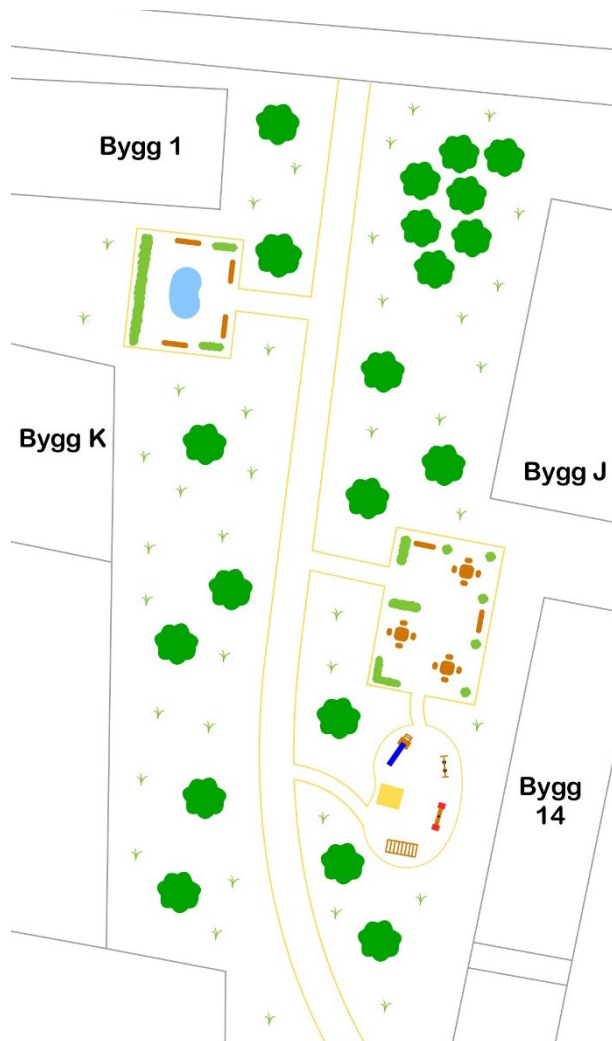


Figur 10: Eksempel på utemøblering og vegetasjon. Foto: IFE

For å gjøre områdene mer tilgjengelig bør det settes opp sykkelstativer ved alle sitteplasser, som besøkende kan ta i bruk, se figur 12 og 13. Disse stativene vil også være tilgjengelige for de ansatte på området, som da kan parkere sykkelen sin i nærheten av der de jobber. Dette er et indirekte miljøtiltak som vil bidra til å få flere til å sykle til jobb. For å holde området ryddig bør det settes opp avfallsbeholdere på alle oppholdsplassene, slik at disse er lett tilgjengelige. Det bør også settes opp belysning langs veiene og stiene for å øke trykksfølelsen på området om kvelden, særlig på vinterstid. Strømmen til belysningen kan som et bærekraftig tiltak, produseres av fornybar energi, som for eksempel solenergi. For å gi hele forskningsparken et helhetlig og estetisk inntrykk kan utemøblene, sykkelstativene, avfallsbeholderne og belysningen føres i en felles fargepalett. Dette kan også overføres til fasadene på byggene rundt oppholdsområdene. Det foreslås også grønne fasader langs veggene, som et tillegg til annen vegetasjon i området.

Ettersom Mila-aksen kommer til å bli hovedveien inn på området for all anleggstrafikk, kan det være lurt å delvis skjerme uteområdene fra denne veien med støyskjermer. Disse bør settes opp slik at de ikke sperrer for inngangen inn på området, samtidig som de demper mest mulig støy fra veien (se mer under 5.2 Senterbygg). I parken kan det være aktuelt å tilrettelegge for en dam, med en eventuell fontene, på den nordvestlige delen av området, se figur 11. Dette anbefales fordi terrengets helning er mot nordvest i dette området, og da vil det være mulig å bruke dammen som overvannshåndtering. Dette kan kombineres med en slags vannføringskanal som går langs stien i parken, slik at overvannet lettere føres ned til dammen. For å gjøre det mer attraktivt for barnefamilier å oppholde seg i parken, kan man også lage en lekeplass i dette området. Lekeplassen kan utrustes med forskjellige apparater tilpasset barn i ulike aldersgrupper.

Det anbefales å tilrettelegge for arrangementer på torget. Dette vil bidra til å binde fagmiljøene i forskningsparken sammen og gi lokalmiljøet innsyn i hva som foregår på IFE. Deler av området kan for eksempel brukes til å sette opp en helårs scene med benker rundt, som fagmiljøene kan ta i bruk, se figur 12. Torget bør også utformes slik at det lett kan settes opp midlertidige telt som kan brukes under kortvarige arrangementer.



Figur 11: Skisse med eksempel på utforming av park.



Figur 13: Skisse med eksempel på utforming av torg.



Figur 12: Skisse med eksempel på utforming av uteområde.

# 5 Kultur

Utviklingen av kulturtilbudet på Kjeller er essensielt for å skape et attraktivt miljø, som tiltrekker folk fra hele Lillestrøm. Tilbudet bør tilpasses nåværende- og fremtidige forskere, barn, studenter, barnefamilier og eldre. Vi foreslår etablering av et senterbygg som inkluderer en kafé. Kafeen kan fungere som et samlingspunkt for mat og dialog blant besøkende og ansatte på Kjeller. Her kan også informasjon om fremtidige planer, forskning og historie knyttet til Kjeller formidles. Utenfor kafeen foreslås det et grøntområde tilpasset avslapping, uteservering og rekreasjon.

## 5.1 Arrangementer

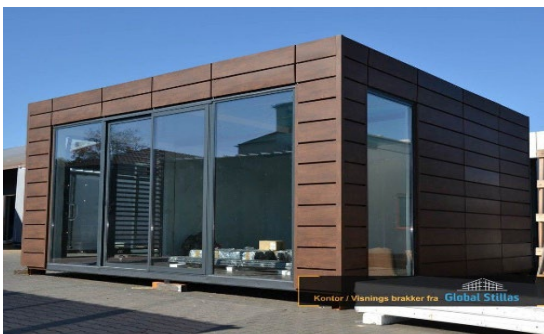
I arbeidet for å heve kulturtilbudet på Kjeller er arrangementene nedenfor egnet. Ikke alle arrangementer er nødvendigvis faglig relatert til IFEs aktivitet, men vil bidra mot målet om å tiltrekke mangfoldet av Lillestrøms befolkning til campus.

- Julemarked
- Forskerfabrikkens sommerskole og liknende
- Arena for presentasjon av masteroppgaver, Ph.d. og forskning
- Løp for veldedighetsorganisasjoner
- Matdager

## 5.2 Senterbygg

Det er foreslått bruk av senterbygget som et naturlig samlingspunkt for forskere og besøkende. Plasseringen vil være essensielt for en naturlig sammenkobling mellom de ulike tilbudene. Ekserserplassen vil trolig være godt egnet, og vil gi umiddelbar nærhet til Gunnar Randers torg, samt Kunnskapsparken. Ekserserplassen holder også noe avstand til eventuell anleggstrafikk og kan bidra til å skjerme området fra byggearbeid.

Ingen eksisterende bygg i planområdet er tilgjengelige til å ta i bruk. Senterbygget vil derfor fungere som en midlertidig løsning og det tenkes at det settes opp inntil seks moderne brakker som kobles sammen og gir et areal på opptil 170 kvadratmeter. Brakkene sikrer også mobilitet, samtidig som de er mer energieffektive enn midlertidige telt og kontainere. På utsiden vil brakkene ha grønne fasader, insekts hoteller og solceller på taket. Figur 14 og 15 viser et referanseprosjekt og eksempel på brakke som kan brukes.



Figur 14: Eksempel på moderne brakke. Foto: Global



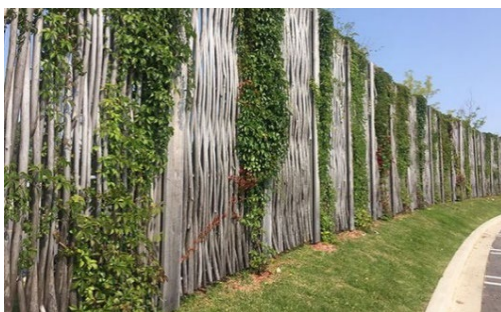
Figur 15: Referanseprosjekt med kontainere. Foto: Focus



Inne i senterbygget er det foreslått en kafé som serverer lette og bærekraftige retter til besøkende. Det er foreslått QR-koder og brosjyrer med oversikt over forskningsparken og arrangementer i forskningsparken. På utsiden av senterbygget vil det være tilrettelagt for uteservering slik at en kan nyte de solrike dagene.

Senterbygget vil også være et naturlig sted å informere om hvordan evakuering skal foregå ved nødstilfeller. Som nevnt tidligere i rapporten, vil markering av rømningsveier samt rømningsutganger være en god løsning for effektiv evakuering i parken. Lokasjonen på rømnings- og utgangsveier bør fremvises på kart eller liknende, og kan eventuelt presenteres gjennom VR for å gjøre informasjonen lettere å prosessere for barn. En økonomisk og bærekraftig måte dette kan oppnås, er ved å bruke VR-briller som kobler seg opp til telefonen, og er laget av rimelige og bærekraftige materialer som papp. Disse brillene kan da lånes og brukes sammen med brukerens mobiltelefon.

For å minimere støy innenfor og utenfor senterbygget, anbefales det bruk av fleksible støyskjermer. Støyskjermer av piletre er et godt alternativ rundt senterbygget, se figur 16. Overflatene til støyskermene kan benyttes til formidling av forskning, eller pyntes av lokale gatekunstnere. I sørvendte områder, uforstyrret av skygge fra omkringliggende bygninger, er solcellepanel et godt alternativ til støydemping, se figur 17. Solcellepanelene sin primære funksjon vil være energiproduksjon, men med en strategisk plassering vil panelene fungere som støydempende barriere. Ved å kombinere ulike metoder for lydemping vil lydnivået effektivt reduseres. Andre steder det er aktuelt å sette opp støyskjermer vil være ved bygg O, samt rundt anleggsveier. Det vil skape en roligere atmosfære i perioder med støy fra utbygging.



Figur 17: Støyskjerming av piletrær. Foto: Pilebygg

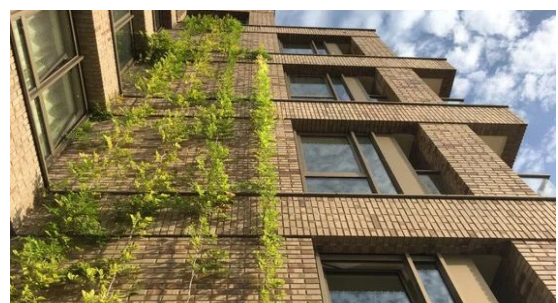


Figur 16: Solceller som støyskjerm. Foto: Solar Nova

Campus er i dag preget av eldre bygg fra ulike tidsperioder. Dette gjelder også for området senterbygget befinner seg. For å heve inntrykket av området, foreslås det at eksisterende fasader på bygg som skal rives eller renoveres i en tidlig fase av prosjektet tildekkes av en duk. Duken vil vise hvordan bygget vil se ut etter byggearbeidet er ferdig, og eventuelt annen interessant informasjon om området. Duken er fleksibel og kan lett flyttes om nødvendig. For eksisterende bygg som ikke skal rives eller renoveres før mot slutten av byggefasen, foreslås det tildekking med en grønn fasade, se figur 18 og 19. Dette kan være i form av et gitter hvor klatreplanter kan vokse oppover veggen. Gitteret holdes ut fra veggen ved hjelp av avstandsholdere for å unngå unødvendig skade på bygget. For Bygg 1 og Bygg 2 foreslås det grønne fasader, eventuelt en blanding mellom grønn fasade og duk for å skape variasjon. Bygg O er et eksisterende bygg som skal rives eller renoveres, her foreslås å sette opp en duk på fasaden og eventuelle stillas frem til byggearbeidet er ferdig.



Figur 18: Eksempel på grønn fasade. Foto: Abitare



Figur 19: Eksempel på grønn fasade. Foto: Baanalesuan

## 6 Gjenvinning og bærekraft

Mange av konseptene i rapporten kan realiseres ved gjenbruk av materialer fra forskningsparken. Byggematerialer fra riving kan brukes til sentrumsbygget, kabelstiger og trevirke kan gjøres om til stativer for grønne fasader, og kasserte containere, tidligere brukt til andre formål, kan være utgangspunkt for elsykkel-kontainerne. Forslagene i rapporten er bærekraftige og midlertidige, og kan også gjenbrukes etter byggeperioden, enten hos IFE eller andre steder. Trær kan flyttes, skilter og kart kan gjenbrukes, og sittegrupper og blomsterkasser kan plasseres andre steder når byggeperioden er over.

## 7 Oppsummering

I rapporten er det presentert et utvalg av midlertidige tiltak som kan bidra til å gjøre Kjeller til *"et attraktivt område med god kvalitet på arbeidsplasser og møteplasser"*.

IFE-ruta er lagt frem for å knytte forskningsparken tettere til Lillestrøm by og deres innbyggere, med en forlenget omvisningsrunde inne på området. Her er det presentert forslag til hvor i forskningsparken denne runden kan gå, og med fokus på bærekraftig fremkommelighet, er det lagt frem et detaljtrudet design av elsyssel-konteinere med solceller. Konsepter for de mest sentrale uteområdene er skissert sammen med en beskrivelse av konkrete bærekraftige tiltak. I tillegg foreslås det et variert kulturtilbud i forskningsparken under byggeperioden, med et senterbygg på Ekseserplassen for informasjon, servering og underholdning.

Samtlige tiltak i rapporten har potensiale til å tiltrekke besøkende til forskningsparken under byggeperioden. De midlertidige tiltakene kan forlenges ved behov, og samlet vil de kunne gjøre forskningsparken til en miljøvennlig og tilgjengelig møte- og arbeidsplass.

# Gruppe 2: Bærekraftig ferdsel

Deltagere: Simen Tronbøl, Andreas Kinnari, Niklas Kolsgaard, Kristian Høntorp, Amanda Marsell

# Innhold

<b>1</b>	<b>Introduksjon .....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>Teori .....</b>	<b>23</b>
	2.1 Lillestrøm, en sykkelby .....	23
	2.2 Universell utforming.....	24
	2.3 Standarder for gang- og sykkelvei .....	24
<b>3</b>	<b>Tilrettelegging for gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>Alternativer til gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken ....</b>	<b>26</b>
	4.1 Alternativ 1: Lillestrøm sentrum – forskningsparken med nytt krysningspunkt .....	27
	4.2 Alternativ 2: Rundtur langs Nitelva .....	27
	4.3 Alternativ 3: Bruke eksisterende underganger .....	28
	4.4 Valg av sykkelrute .....	28
<b>5</b>	<b>Videreutvikling av alternativ 1 .....</b>	<b>29</b>
	5.1 Kryssing av Rv. 22 Fetveien: Gangbro .....	29
	5.2 Broens utforming .....	29
	5.3 Utkikkstårn.....	30
	5.4 Lillestrøm Flypark – En stedsmarkør .....	31
	5.5 Geotekniske undersøkelser av området .....	31
	5.6 Prisestimat.....	32
<b>6</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>35</b>
	8.1 Gap-modellen .....	35
	8.2 Tabeller fra Statens vegvesen.....	35
	8.3 Høydeprofil .....	36
	8.4 Gangvei Sildrevegen .....	37
	8.5 Nytt krysningspunkt .....	37
	8.6 Bro og rekkverk .....	38
	8.7 Illustrasjoner utkikkstårn .....	39

# 1 Introduksjon

Denne rapporten tar for seg et innovasjonsprosjekt i regi av COWI med IFE som hovedsamarbeidspartner. Innovasjonsprosjektet har som mål å gjøre ferdselen mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken på Kjeller effektiv og bærekraftig. Det vil bidra til å gjøre forskningsparken til en attraktiv og tilgjengelig arbeidsplass, samt å knytte Lillestrøm og Kjeller tettere sammen. Dette kan bidra til byveksten i Lillestrøm og tiltrekke seg nye innovative arbeidstakere til forskningsparken.

Gruppen har fått følgende problemstillinger:

1. Hvordan kan vi legge til rette for en gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken?
2. Hvor egner det seg best å legge forbindelsen mellom de to stedene? Hva er fordelene og ulempene ved de ulike alternativene?
3. Har ferdselen mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken potensiale for å bli en stedsmarkør?

Gruppen har forsøkt å besvare alle problemstillingene. Dette har blitt løst med generelle anbefalinger som et elektrisk sykkelutleietilbud i Lillestrøm og Kjeller, men også med en anbefaling om hvor en sykkelvei bør plasseres. Det har blitt vurdert om en stedsmarkør kan kombineres med nødvendige infrastrukturelle tiltak som gir interessant og attraktiv kryssing av Rv. 22 Fetveien. Disse svarene sammenlagt mener gruppen vil besvare årets innovasjonsoppgave. I tillegg tror gruppen ideene vil bidra til å opprettholde Lillestrøms posisjon som en av Norges beste sykkelbyer.

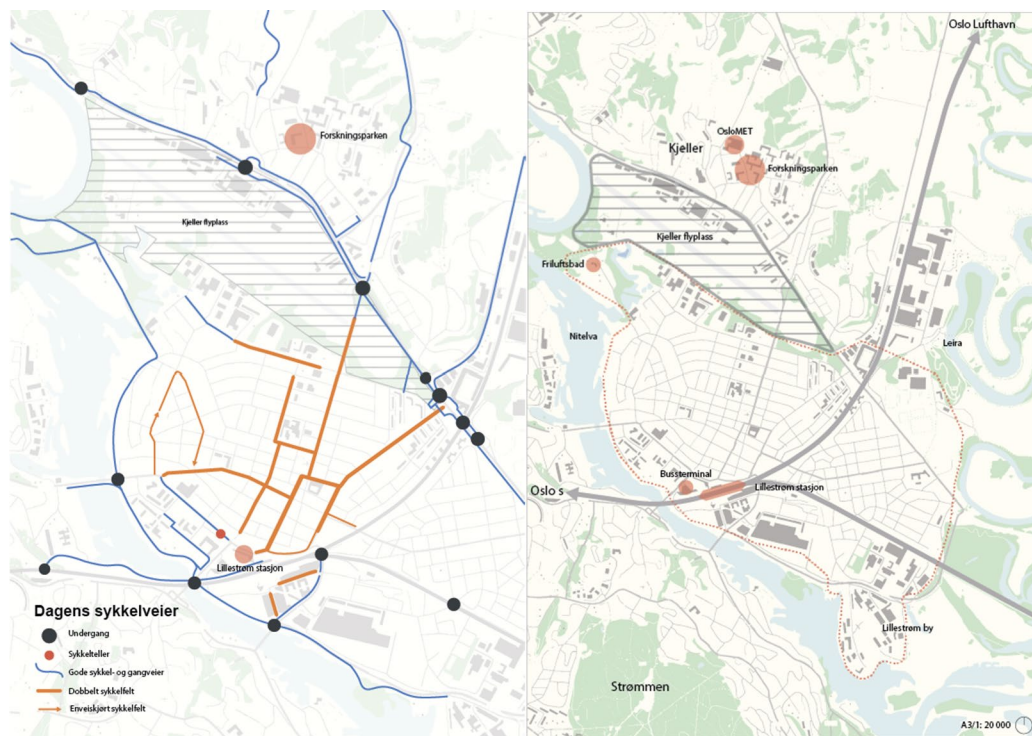
## 2 Teori

Gang- og sykkelveier må ta hensyn til terreng, universell utforming, trafikk, overordnede reguleringsplaner og tekniske standarder. Teorien oppsummerer den viktigste informasjonen og prinsippene gruppen har tatt i betraktning underveis i prosjekteringen.

### 2.1 Lillestrøm, en sykkelby

Lillestrøm kommune er Norges 9. største kommune og har i 2023 over 90 000 innbyggere (Lillestrøm kommune, u.å.a). Kommunen ligger i Nedre Romerike, mellom Oslo og Oslo lufthavn Gardermoen. Boligbebyggelsen i Lillestrøm sentrum er i stor grad trehusbebyggelse med små hager i et velregulert gatenett. Geografien og gatenettet gjør byen godt egnet til sykling. Dette har sammen med kommunens store satsning på syklende resultert i mange gode sykkelveier.

For dette har Lillestrøm blitt kåret til Norges beste sykkelby 5 ganger (Lillestrøm kommune, u.å.a).



Figur 1: Kartet til venstre viser en oversikt over dagens sykkelveier. Kartet til høyre markerer viktige steder i Lillestrøm og Kjeller. Kart fra hoydedata.no, bearbejdet i Photoshop og Illustrator. Data om sykkelveier hentet fra Google Maps.

Lillestrøm sentrum avgrenses naturlig med Nitelva i sør og vest, elven Leira i øst, og Kjeller flyplass i nord. Kjeller flyplass er en av verdens eldste flyplasser, men er i dag nedlagt for kommersiell og militær flyaktivitet (Kjeller Aero Senter, u.å.). Regjeringen har et ønske om å frigjøre deler av arealet på Kjeller flyplass og utvikle området til en ny bydel av Lillestrøm (Lillestrøm kommune, u.å.b). Det har også pågått en mulighetsstudie med representanter fra kommunestyret (Skedsmo kommune) og Stiftelsen Kjeller flyhistoriske kulturpark om å utrede om muligheten for å skape et Luftfartøyvernsenter på flyplassen. Et slikt alternativ innebærer at deler av dagens rullebane bevares, men at den kan implementeres på en måte som ikke krever inngjerding. COWI har i en

konseptutredning i 2019 konkludert med en anbefaling om å frigjøre flyplassens areal til bærekraftig byutvikling. Den samme utredningen kom også frem til atmindre arealkrevende måter å synliggjøre flyhistorie på har positive virkninger innen identitet, attraktivitet og tilhørighet (COWI, 2019). Gruppen tar utgangspunkt i den siste konseptutredningen og setter nedlegging av flyaktivitet som en forutsetning for oppgaven, men undersøker samtidig mulighetene for å bevare stedets flyhistorie.

## 2.2 Universell utforming

Universell utforming bygger på tanken om at tjenester skal være tilgjengelig for alle, uavhengig av alder, funksjonsevne og utdanningsnivå slik at alle kan delta i samfunnet (uutilsynet, u.å.). En viktig modell i forbindelse med universell utforming er gap-modellen, som vises i vedlegg 8.1.

Gap-modellen settes av individets forutsetninger og samfunnets krav, og mellom der kan det oppstå et funksjonsgap som definerer en funksjonshemming (Lid, 2022). For å redusere dette gapet må individets forutsetninger styrkes, mens samfunnets krav må endres. Dette kan universell utforming bidra med. En gang- og sykkelvei og gangbroer kan tilrettelegges slik at de kan bli brukt av flere, og hvordan dette tas hensyn til vil bli presentert senere i rapporten.

## 2.3 Standarder for gang- og sykkelvei

Statens vegvesen har bestemt standarder for utforming av gang- og sykkelvei, følgende er brukt i prosjektet og tabellene kan ses i vedlegg 8.2.

- Fra tabell D.7 kan man finne bredde på gang- og sykkelveien ved å se på antall gående og syklende i timen (Statens vegvesen, 2019, s. 65).
- Tabell D.9 forteller at hvis veien er lengre enn 3 meter kan den maksimale stigningen på gang- og sykkelveien være 5% (1:20) i sentrumsområder (Statens vegvesen, 2019, s. 66).
- I håndboken kan man lese at hvis ÅDT > 15 000 eller bilveien har en fartsgrense høyere enn 60 km/t bør det ikke etableres et eget sykkelfelt i veien (Statens vegvesen, 2019, s. 21).



### 3 Tilrettelegging for gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken

For å tilrettelegge ved økt bruk av gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm og Kjeller anbefaler gruppen utleie av elektriske sykler. Lillestrøm kommune tilbyr i dag et ikke-elektrisk bysykkeltilbud (Lillestrøm kommune, u.å.c). Den anbefalte eksisterende strekningen mellom Lillestrøm stasjon og IFE på Kjeller er på 2,7 km (Google Maps). Ved å øke tilgang på sykler, i dette tilfellet elektriske sykler, gjøres den relativt lange strekningen mer effektiv. Tilbudet vil være til hjelp for innbyggere i Lillestrøm som ikke vil eie egen sykkel, men spesielt aktuelt for pendlere som ankommer Lillestrøm stasjon med toget. For en pendler vil valget om å benytte sykkelveien istedenfor buss, trolig gjøres lettere ved god og enkel tilgang på elsykkel.

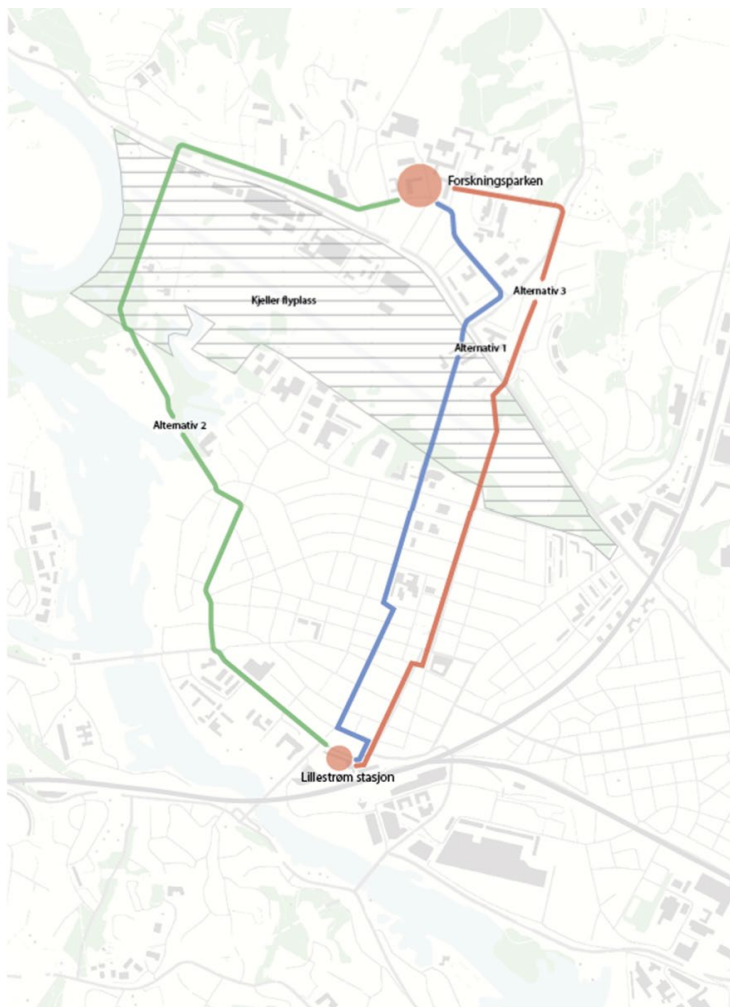
Transportøkonomisk institutt gir en fartsforskjell på vanlig sykkel og elsykkel på henholdsvis 16,8 km/t og 18 km/t (Flügel et al., 2017, s. 16). På den anbefalte strekningen i eksisterende veinettet, tilsvarer dette en tidsforskjell på omtrent 40 sek for elsykler satt opp mot tråsykler. Lillestrøm har et relativt flatt terreng, vist i vedlegg 8.3. Elsykkelenes relevans til assistanse i bratte bakker og tungt terreng blir derfor noe redusert. Området rundt forskningsparken har derimot noe mer stigning, som gjør bruk av elsykkel mer behagelig i forhold til tråsykkel.

En rapport fra Transportøkonomisk institutt sier at det er omtrent 176 600 elsykler i Norge (Ydersbond & Veisten, 2019, s. 17). Undersøkelser viser at mange el-syklister anser det som uaktuelt å bytte elsykkelen mot tradisjonell sykkel og at 6 av 10 ville brukt bil om de ikke kunne bruke elsykkelen sin. Den samme undersøkelsen viser at 88% sykler mer når de bruker elsykkel (Elsyklisten, 2021).

Dette gir et innblikk i elsyklers popularitet på landsbasis, noe gruppen mener gir grunnlag for et større tilbud til elsykkelbrukere i Lillestrøm. Ettersom IFE driver med batteriteknologi, er det veldig spennende og relevant om forskningsparken deltok i utviklingen av et elektrisk bysykkeltilbud i Lillestrøm. Tilbudet kan i stor grad administreres ved hjelp av mobilapp. I tillegg anbefales elsykkelstasjoner langs sykkelveien mellom Lillestrøm stasjon til forskningsparken. Disse kan tilby mobilfrie utleieavtaler slik at alle brukergrupper dekkes. Gruppen mener tiltaket kan gi et faglig bidrag fra batteriteknologien til IFE som både forskningsinstitusjonen og Lillestrøm kommune vil tjene på. Lillestrøm får et sterkere tilbud til elsykkelbrukere, og IFE får en stor eksponering og markedsføring. Suksessfaktoren ligger i et tilbud som er enkelt å benytte seg av og lett tilgjengelig. Lillestrøm omtaler seg selv som en sykkelby og tiltaket vil passe denne beskrivelsen i fremtiden.

## 4 Alternativer til gang- og sykkelvei mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken

For å svare på problemstillingen “Hvor egner det seg best å legge forbindelsen mellom de to stedene? Hva er fordelene og ulempene ved de ulike alternativene?” presenteres tre alternative gang- og sykkelveier mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken som gruppen har sett på. Rutene har blitt bestemt etter befaring i Lillestrøm 30.06.2023 og etterarbeid i plandokumenter og kart. Gang- og sykkelveienes egenskaper er vektlagt etter hvorvidt den kan gi kort og effektiv reisevei, inkludere flest mulig innbyggere, og være interessant utover sin funksjon som gang- og sykkelvei. Alle rutene har utgangspunkt i at de starter eller ender på Lillestrøm stasjon for å tilrettelegge best mulig for kollektivreisende.



Figur 2: Oversikt over de ulike sykkelveiene som gruppen har sett på. Kartdata fra Hoydedata.no, bearbeidet i Photoshop og Illustrator.

## 4.1 Alternativ 1: Lillestrøm sentrum – forskningsparken med nytt krysningspunkt

Alternativ 1 går fra bussterminalen i Brogata like ved Lillestrøm stasjon. Herfra går den gjennom Brandvoldgata, og tar så inn på Henrik Wergelands gate nordover. Det lages en ny gang- og sykkelvei over flyplassen som følger retningen til Henrik Wergelands gate frem til den treffer Rv. 22 Fetveien. Dette er i tråd med samferdselsplanen for Lillestrøm sentrum – Kjeller (Skedsmo kommune, 2016-2030) hvor undergang er regulert.

Fetveien kan i dag krysses ved å bruke eksisterende underganger, men må krysses lengre øst langs Fetveien. Dette gjør alternativet litt mindre effektivt, men er til tross for dette den strekningen som er kortest sammenlignet med de to andre alternativene. Med et krysningspunkt vil strekningen kortes ned betraktelig. Alternativets totale kostnad avhenger derfor på valget om fotgjengerfelt, gangbro eller undergang.

Nord for Fetveien er det noe mer stigning i terrenget, spesielt øst for Instituttveien ved siden av Statens Vegvesens lokaler på Kjeller. Instituttveien har mulighet for bearbeiding og ekspansjon grunnet mye ubrukte arealer på begge sider. Området sør for Fetveien har også mye tilgjengelig areal, og det er potensiale for utvikling der flyplassen ligger i dag. En ny gang- og sykkelvei her vil være spennende og kan medbringe et stort utviklingspotensial. Veien vil også ha mye areal tilgjengelig. Dette åpner for større dimensjoner på veien noe som bidrar til større hastighet og kapasitet for syklende og gående.

## 4.2 Alternativ 2: Rundtur langs Nitelva

Alternativ 2 starter på stasjonen og går sørvestover gjennom Kjellergata mot Nitelva. Deretter vil gang- og sykkelveien bli lagt over flystripa på Kjeller flyplass og ta til høyre langs Rv. 22 Fetveien frem til rundkjøringen ved KIWI Kjeller.

Begrunnelsen for rundturen baseres på primært to argumenter. Dersom arbeidstagere på Kjeller ønsker å bosette seg i nærheten av arbeidsplassen er det viktig at sykkelnettverket inkluderer større deler av sentrum enn bare rundt Storgata, hvor store deler av dagens sykkelstier er konsentrert. Gruppen mener at en rundtur kan sikre at sykkelstier er tilgjengelig for større deler av sentrum. Spesielt dersom de eksisterende sykkelveiene knyttes opp til denne sykkelstien. Alt dette gir større muligheter for bilfri forflytting i sentrum.

Det andre argumentet baserer seg på at Lillestrøm er en voksende by og derfor kan ha et økende behov for store grøntområder. Arealene rundt Nitelva egner seg godt til dette.

Det er åpne parkområder og fine rasteplasser, og deler av ruten er allerede anbefalt fra Skiforeningen (Skiforeningen, u.å). Det kan derfor være hensiktsmessig å lage en utbedret gang- og sykkelvei langs elva. Dette alternativet vil bidra til å danne en rundtur i Lillestrøm, og som bonus blir det en enklere kobling mellom Skjetten og Kjeller.

På en annen side kan det være en ulempe at ruten ligger nærme elven. COWI har tidligere gjort en mulighetsstudie angående flomvern rundt Lillestrøm, og i rapporten kan man se fra flomkart at denne ruten er mye mer utsatt ved store flommer enn de andre alternativene (Wesstad et al., 2020, s. 13). Da gruppen dro på befaringsreise til området ble det en felles enighet om at området rundt elven ikke var like idyllisk som først antatt. Området vil kreve mange tiltak for at ruten skal oppleves som attraktiv. Sammenlignet med de to andre alternativene er også denne strekningen mye lengre, som motstrider ønske om en kort og effektiv vei til jobb.

### 4.3 Alternativ 3: Bruke eksisterende underganger

Alternativ 3 følger Storgata til den møter Rv. 22 Fetveien. Dagens sykkelvei i Storgata er korrekt etter tekniske standarder og det er ikke behov for endringer. Det er brede fortau, sykkelfelt i begge retninger, kontraster, tydelig oppmerking og adskilt sykkelfelt og bilvei der fartsgrensen er over 60 km/t.

Ved Fetveien kan man bruke undergangen for å krysse veien, men må siden krysse både Åråsveien og Sildreveien. Dette kan oppleves noe vanskelig da begge krysningene skjer i oppoverbakke og syklistene må tre av sykkelen for å passere. Etter dette kan man følge en avsides vei helt til en undergang under Skedsmo Kirkevei. Derfra må det bygges en vei til forskningsparken.

På befaring ble det observert at forbedringer langs gangveien parallelt med Sildrevegen må gjøres. Dekket er slitt og det burde legges nytt, spesielt på gangfeltet. Denne etablerte gangveien er belyst, men er avhengig av snømåking på vinterstid for å være tilgjengelig. Tydelig feltinndeling og avgrensning må gjøres sammen med utvikling av ledende elementer for å ta hensyn til universell utforming. Slik det kan ses på vedlegg 8.4, er gangvei adskilt fra sykkelvei, ved hjelp av kantstein, dette kunne blitt gjort bedre ved hjelp av kontraster, for eksempel farget sykkelvei. Visse partier av strekket er forholdsvis bratte, og kunne blitt gjort slakere for å sikre fremkommelighet.

Dette er ikke kostbare tiltak, noe som gjør alternativ 3 til det mest kostnadseffektive alternativet. Allikevel blir alternativ 3 noe lengre enn alternativ 1 som gjør det utfordrende å begrunne for brukere å velge akkurat denne strekningen. Alternativ 3 har også partier som er skjult fra landskapet og bebyggelsen rundt. Det gjør det utfordrende å gjøre ruten interessant samt for å plassere en form for stedsmarkør.

### 4.4 Valg av sykkelrute

For å gi en best mulig besvarelse har gruppen bestemt å videre sette søkelys på alternativ 1. Hovedgrunnen for dette valget er at dette alternativet gir den raskeste ruten fra sentrum til forskningsparken, er sentralt plassert, og har mye areal tilgjengelig. Dette mener gruppen gir den mest effektive sykkelveien som i tillegg kan bli interessant utover sin funksjon som gang- og sykkelvei.

# 5 Videreutvikling av alternativ 1

## 5.1 Kryssing av Rv. 22 Fetveien: Gangbro

Gruppen identifiserte på befarings et behov for et nytt krysningspunkt ved rundkjøring der Skedsmo Kirkevei møter Riksvei 22 Fetveien og foreslår at kryssingen starter sør-vest for krysset og ender nord-øst for Instituttveien, se vedlegg 8.5. Her er det stor avstand til nærmeste fotgjengerfelt og undergang. Gruppen ble videre overbevist om behov for krysningspunkt da kommunen har regulert en undergang i dette området i sin områderegeringsplan for Kjeller Nord (Samferdselsplan Lillestrøm Kommune 5.2.1, s 31).

De vanlige alternativene for kryssing av bilvei er undergang, fotgjengerfelt og bro. Fotgjengerfelt anses som uaktuelt for både gående og syklende, da Fetveien har fartsgrense 60 km/t og er sterkt trafikkert. Dette motstrider gangfeltkriteriene til Statens Vegvesens håndbok 270 – Gangfeltkriterier. I tillegg er lysregulert fotgjengerfelt lite samsvarende med prinsippet om effektiv og bærekraftig ferdsel. Alternativene for trygg og effektiv kryssing er dermed bro eller undergang.

Lillestrøm har erklært seg som en sykkelby (Lillestrøm kommune, u.å.a). En undergang er i en bokstavelig forstand å plassere syklistene under bilene. Skal man se for seg en stedsmarkør som representerer sykkelbyen er det dermed interessant å kikke på muligheten for å heve syklistene over bilene – enklest gjort med en bro. Ved å legge vekt på den ene gitte problemstillingen i oppgaven "Har ferdselen mellom Lillestrøm sentrum og forskningsparken potensiale for å bli en stedsmarkør?" ønsker gruppen å argumentere for at en bro er mer passende enn en undergang. En bro gir større potensiale som en stedsmarkør da den er langt mer synlig i landskapet enn en undergang. Satt sammen med at det allerede eksisterer flere underganger i nærheten (se figur 1), er det mulig å argumentere for at en ny undergang ikke tilfører noe nytt og synlig til området. En eventuell undergang vil også ende opp med å ha sin nordside vendt mot terrengstigning, noe som kan være demotiverende for syklistene som kommer fra sør. En bro kan utnytte denne terrengendringen til sin fordel. Den økte kostnaden med en bro fremfor undergang kan dermed rettfærdiggjøres med at broen tilfører en estetisk, praktisk og symbolsk verdi for området.

## 5.2 Broens utforming

Gruppen foreslår en T-formet gang- og sykkelbro, for å koble på eksisterende gang- og sykkelvei fra begge retninger når man kommer fra Lillestrøm. Dette mener vi er nødvendig for å sikre at retningen man kommer fra ikke skal påvirke broens tilgjengelighet.

Broens lengde er 200 meter og har fri høyde over veibanen på 5.2 meter. Underbygningen er av betong og overbygning av stål og aluminium. Der broens tre retninger møtes vil det kunne forekomme spesielt store torsjonskrefter. Derfor benytter underbygningen runde søyler i betong. Valg av stål i overbygningen (hvor tverrbærere støtter opp broplata) gjøres for å gi broen et slankt og luftig utseende samtidig som det kan opprettholde tilstrekkelig styrke. I vedlegg 8.6 fremkommer broens form og rekkverk.

For at broen skal være universell utformet har den et fall på 1:20 og tydelig inndeling av gang- og sykkelstien. På gang- og sykkelstien frem til broen benyttes taktile indikatorer, og på broen vil rekkverket fungere som en naturlig ledende sti. Dette sikrer trygg og enkel fremkommelighet.

Broen skal være tilgjengelig for alle brukergrupper hele året. Derfor benyttes fjernvarme som opprettholder en snø- og isfri overflate. Fjernvarme er en kostnadseffektiv metode, fordi den muliggjør utnyttelsen av returvannet fra fjernvarmeanlegget til smelting av snø. Dette gjøres av en konstant strøm av returvannet som holder temperaturene i brodekket over null grader og hindrer at snøen legger seg (Statkraft, u.å.). Med et fall på 5% og tverrfall på 1%, vil smeltet snø og regnvann

renne av broen. Konsekvensen av et slikt vannbårent snøsmelteanlegg er økte bygningskostnader grunnet selve anlegget, og et behov for tykkere belegning. Lillestrøm kommune har allerede løsninger med fjernvarme som er internasjonalt anerkjente, og et snøsmelteanlegg er dermed ikke en urealistisk løsning til å holde broen snø- og isfri (Lillestrøm kommune, 2021).

### 5.3 Utkikkstårn

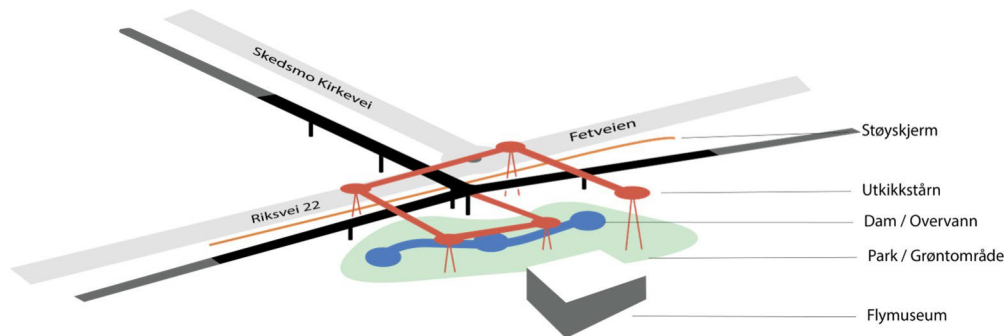
Ettersom broen blir en godt synlig konstruksjon i et flatt landskap, kan konstruksjonen videreutvikles ved å koble på et utkikkstårn. På denne måten gir broens høyde et naturlig utgangspunkt som startpunkt for en større høyde på plassen. Gruppen mener at å kombinere bro og tårn vil bidra til en unik og praktisk konstruksjon, som skal være tilgjengelig for alle uavhengig av formål.

Tårnet består av fem platåer, hvor hver av disse er støttet opp av tre diagonale søyler. Det øverste platået er 12 meter over bakken og vendt i retning Lillestrøm. Søylene er laget av tre, og vil i kombinasjon med sin diagonale montering gi et unikt utseende som flettes naturlig inn i grøntområdet rundt. Rekkverket, tværbærere og rør har samme utforming som resten av broen, som viser at broen og utkikkstårnet er en hel konstruksjon. Modellen av broen og utkikkstårnet er modellert med hensyn på fall, høyder og generelle tekniske krav. Beregningsbasert modellering basert på styrke er ikke gjort, broens bredde er heller ikke bestemt. Modellen er derfor laget med formålet om å visualisere gruppens tanker og ideer, samt å se hvordan den kan kobles inn i bybildet. Utkikkstårnet kan ses i figur 3 og flere figurer ligger i vedlegg 8.7.



Figur 3: Illustrasjon av utkikkstårn. Utklipp fra Lumion

## 5.4 Lillestrøm Flypark – En stedsmarkør



Figur 4: Oversiktsbilde av Flyparken kombinert med utkikkstårn. Utklipp fra Illustrator.

Under tårnet lages et nytt grøntområde. Dette området vil ha rik beplantning i form av staudebed, blomster og trær og vil gi gode økologiske kvaliteter. Som en del av grøntområdet anlegges en dam som også fungerer som overvannsbuffer. Dammens slyngende form tar inspirasjon fra elvene som omringer Lillestrøm. Stiene rundt vil være brede og slake og ha rikelig med benker og belysning. Grøntområdet er tilgjengelig for både syklister og gående.

Gruppen mener området gir et stort tilskudd til fremtidig byutvikling, og være med på å knytte Lillestrøm sentrum og Kjeller bydel sammen som et geografisk og symbolsk midtpunkt. Området kan også være en del av uteområdet til et fremtidig flymuseum.

Kombinasjonen av gang- og sykkelbro, utsiktstårn, nytt grøntområde og et flyhistorisk museum mener gruppen sammenlagt gir gode vilkår for å utgjøre en stedsmarkør. Denne får navnet "Flyparken".

## 5.5 Geotekniske undersøkelser av området

Det bør gjøres geotekniske vurderinger av området, for å se om dette er et realiserbart prosjekt. Vedlegg 8.7 figur 1 viser at broens lokasjon er plassert i et skille mellom elve- og bekkeavsetning og hav- og fjordavsetning, tykt dekke.

Det kan bety at det er ulike materialparametere på de ulike fundamentene til broen. Dette kan medføre ulike setninger på de forskjellige fundamentene, som kan gi uønskede konsekvenser. Det skal også presiseres at en slik grense som er illustrert i vedlegg 8.8 figur 1, ikke vil være like skarp i virkeligheten. Vedlegg 8.7 figur 2 viser at det er store muligheter for marin leire, hvilket betyr at det er muligheter for kvikkleire i området.

Det er ikke gjort noen tidligere grunnundersøkelser direkte på området der broen er planlagt. De nærmeste grunnundersøkelsene er vist på figur 5. Rød ring på figur 5 markerer lokasjon for hvilke grunnundersøkelser som er brukt for denne rapporten. Grunnundersøkelser på begge sider av veien er vurdert grunnet ulike avsetningsmasser.



Figur 5: Lokasjon av grunnundersøkelser. Utklipp fra NADAG.

Punktet lengst sør er et prosjekt utført av Multiconsult. Fra rapporten kan man lese at jordmassene består av sand, silt og leire (Først, 2011). Boringene har blitt stoppet før de var nådd til berg, noe som betyr at mektigheten av jordlaget er stor. Punktet som ligger øst for rundkjøring, er et prosjekt utført av NGI. Ut ifra data NGI har hentet, kan det se ut til at det er silt og leire i dette området også. Bergdybden er blitt antatt til å være 13,5 meter.

Grunnundersøkelser gjort i grønn sirkel har også funnet dybde til fjell å ligge på mellom 5 – 15 meter. Det skal nevnes at rapporten fra Multiconsult hadde tolkninger av data, men rapporten av NGI ikke inneholdt tolkninger, dette ble derfor gjort av gruppen.

Store forskjeller på bergdybden, samt at det er i sjiktet mellom to ulike avsetningsmasser, kan føre til store forskjeller i setninger. Dette er ugunstig i området der broen skal fundamenteres, og det vil derfor anbefales med videre grunnundersøkelser hvis broen skal realiseres.

## 5.6 Prisestimat

Grovt estimert vil selve gang- og sykkelbroen havne på en verdi om lag 25 millioner kroner. Denne estimeringen har tatt hensyn til mengde stål og aluminium i konstruksjonen.

Materialindeksen har vært sterkt preget av Russlands invasjon av Ukraina, dermed er det stor usikkerhet knyttet til materialkostnader. En annen viktig faktor for pris av konstruksjonen baserer seg på underbygningen. Grunnforhold, løsmasser og dybde ned til fjell vil være avgjørende for valg av fundamenteringsløsning. Ved direkte fundamentering vil kostnadene være betraktelig lavere enn om peler er en nødvendighet.

Tårnets prisestimat er hovedsakelig avhengig av de samme parameterne, og estimatet er derfor gjort med samme fremgangsmåte. Her er et grovt overslag gjort på 10-15 millioner kroner. For bro og tårn blir da total kostnaden 40 millioner kroner.



## 6 Konklusjon

For at flere skal kunne dra nytte av gang- og sykkelveiene i Lillestrøm kommune, må det være tilgang på sykler for innbyggere og pendlere. Derfor anbefaler gruppen at IFE kan ha egne elsykler, som gruppen tror vil bli hyppig brukt til tross for Lillestrøms flate terreng. Et elsykkel tilbud vil både styrke IFE som arbeidsgiver, men også Lillestrøms satsing på sykler.

Gruppen har også undersøkt tre forskjellige gang- og sykkelveier fra Lillestrøm sentrum til forskningsparken på Kjeller. Fra disse har gruppen konkludert med at alternativ 1 er

riktig løsning for å skape den mest effektive forbindelsen mellom stedene. Gruppen har videre utviklet dette alternativet og anbefaler å lage en ny kryssing av Rv. 22 Fetveien i rundkjøringen ved Skedsmo Kirkevei. Av alternativene gang- og sykkelbro, undergang, og fotgjengerfelt anbefaler gruppen førstnevnte. Dette valget begrunnes i kriteriene effektivitet og unikhet. I tillegg åpner løsningen i stor grad for å skape en stedsmarkør som kan knytte de to bydelene sammen som et geografisk og interessant midtpunkt. For å gjøre dette har gruppen kombinert broen med et utkikstårn. Toppen på utkikstårnet ligger høyt i et ellers flatt landskap og gir besøkende god utsikt over byen og de frigjorte arealene fra gamle Kjeller flyplass.

Områdene rundt gangbroen og utsiktstårnet vil bli gjort attraktivt ved å anlegge stier, plasser til opphold, staudebed og trær. Dette legges rundt en stor dam som også håndterer

overvann. Navnet "Flyparken" mener gruppen passer området godt og samlet sett kan ideen tilpasses andre identitetsfremmende tiltak som har til hensikt å synliggjøre den flyhistoriske verdien til Kjeller.

Gang- og sykkelbroen og utkikstårnet er universelt utformet og har et vannbårent snøsmelleanlegg under dekket. Dette gjør at alle brukergrupper kan benytte seg av broen og tårnet hele året. Videre arbeid for å realisere prosjektet vil omfatte beregninger og dimensjonering av gangbroen med utkikstårn. Å foreta ytterligere grunnundersøkelser vil i den forbindelse være nødvendig. Det vil også være behov for å samle inn data om antall passerende for å fastslå bredde på gang- og sykkelfeltet. De to andre alternativene kan også realiseres i kombinasjon med alternativ 1, for å bidra til enda bedre forbindelse til forskningsparken.

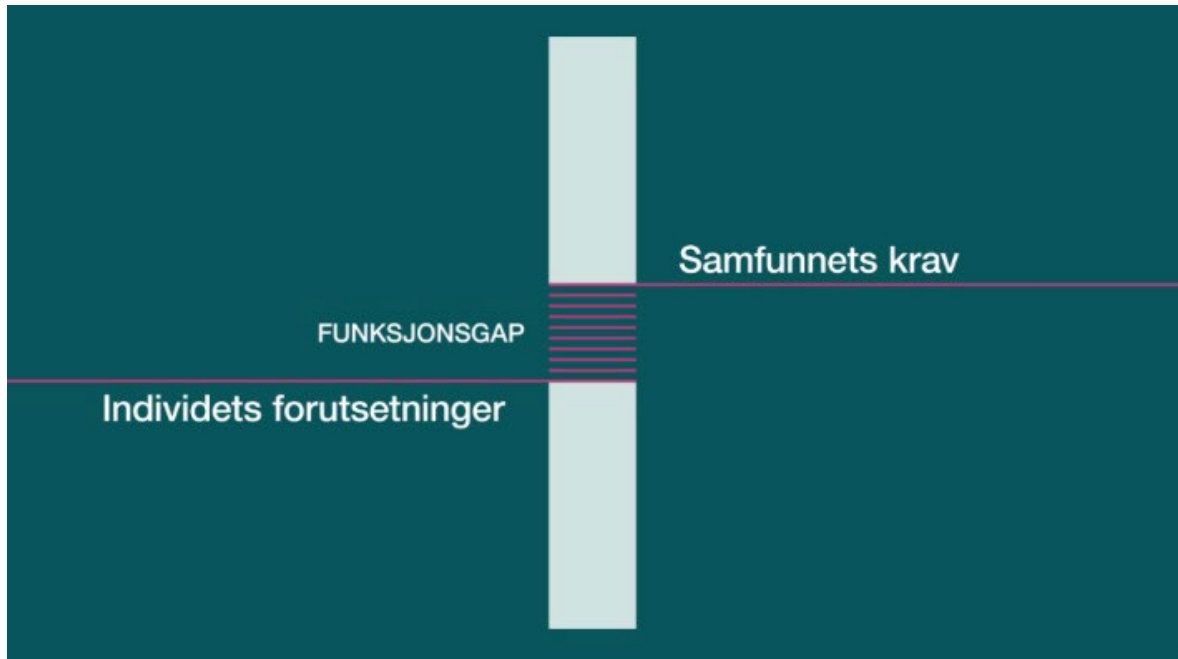
Gruppen har i denne rapporten konkludert med to anbefalinger for å svare på de tre problemstillingene. Den første anbefalingen er generell og baserer seg på å utvikle et elsykkelutleietilbud i Lillestrøm. Denne anbefalingen står uavhengig til avgjørelsene i forhold til gang- og sykkelvei som gruppen også har jobbet med. Den andre anbefalingen må ses på som en helhet og har satt valgt reiserute som forutsetning for videre arbeid av stedsmarkør.

## 7 Referanser

- COWI. (2019). *Konseptutredning Kjeller*. Lillestrøm kommune. [konseptutredning-kjeller-mars-2019.pdf \(lillestrom.kommune.no\)](https://www.lillestrom.kommune.no/konseptutredning-kjeller-mars-2019.pdf)
- Flügel, S. F., Hulleberg, N. H., Fyhri, A. F., Weber, C. W., Ævarsson, G. Æ. & Skartland, E. V. S. (2017). *Fartsmodell for sykkel og elsykkel* (Rapport 1557/2017). TØI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45144>
- Fürst, C. S. F. (2011). *Rv 120 Storgata, gang- og sykkelvei* (Rapport 121303 – 1). Multiconsult. [23058971 \(vegvesen.no\)](https://www.vegvesen.no/23058971)
- Kjeller Aero Senter. (u.å.). *Historie. Kjellerflyplass*. <https://kjellerflyplass.no/historie/>
- Lid, I. M. (2022, 29. desember). *Gap-modellen*. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/gap-modellen>
- Lillestrøm kommune. (u.å.b). *Sykkelkommunen Lillestrøm*. [Sykkelkommunen Lillestrøm \(lillestrom.kommune.no\)](https://www.lillestrom.kommune.no/sykkelkommunen-lillestrom)
- Lillestrøm kommune. (2021, 16. juni). *Klimastrategi for Lillestrømkommune*.  
[2021.10.11 Klimastrategi enkeltsider.indd \(lillestrom.kommune.no\)](https://www.lillestrom.kommune.no/2021.10.11-klimastrategi-enkeltsider.indd)
- Lillestrøm kommune. (u.å.a). *Fakta om Lillestrøm*. <https://www.lillestrom.kommune.no/om-lillestrom-kommune/fakta-om-lillestrom/#a2>
- Lillestrøm kommune. (u.å.b). *Kjeller – ny bydel i Lillestrøm*. <https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/planprosjekter/kjeller---ny-bydel-i-lillestrom/>
- Lillestrøm kommune. (u.å.c). *Bysykkelordningen*. [Bysykkelordningen \(lillestrom.kommune.no\)](https://www.lillestrom.kommune.no/bysykkelordningen)
- Statens vegvesen. (2019). *Veg- og gateutforming*. <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/n100-veg-og-gateutforming-041219.pdf>
- Skjedsmo kommune 2016-2030. (2016) Samferdselsplan. [samferdselsplan-2016\\_2030-300117.pdf \(lillestrom.kommune.no\)](https://www.lillestrom.kommune.no/samferdselsplan-2016_2030-300117.pdf)
- Statkraft (u.å.). *Gatevarme og snøsmelting med vannbåren varme er kostnadseffektivt*. Statkraftvarme. <https://www.statkraftvarme.no/produkter-og-tjenester/gatevarme/>
- Tuft, P. T. (1995). *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred* (Rapport 900003 – 2). NGI. [oslokartblad\\_ngi\\_900003-2\\_01111995-datarapport.pdf \(ngu.no\)](https://www.ngi.no/oslokartblad_ngi_900003-2_01111995-datarapport.pdf)
- Uutilsynet. (u.å.). *Kvifor universell utforming av ikt?* <https://www.uutilsynet.no/veiledning/kvifor-universell-utforming-av-ikt/240>
- Wesstad, K. O., Knudsen, J. S. & Berg, G. (2020). *Mulighetsstudie for oppgradering av flomvern rundt Lillestrøm by*. COWI.
- Ydersbond, I. M. Y. & Veisten, K. V. (2019). *Klimaeffekten av elsykler* (Rapport 1691/2019). TØI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49973>

# 8 Vedlegg

## 8.1 Gap-modellen



Gap-modellen (Utilsynet, u.å.).

## 8.2 Tabeller fra Statens vegvesen

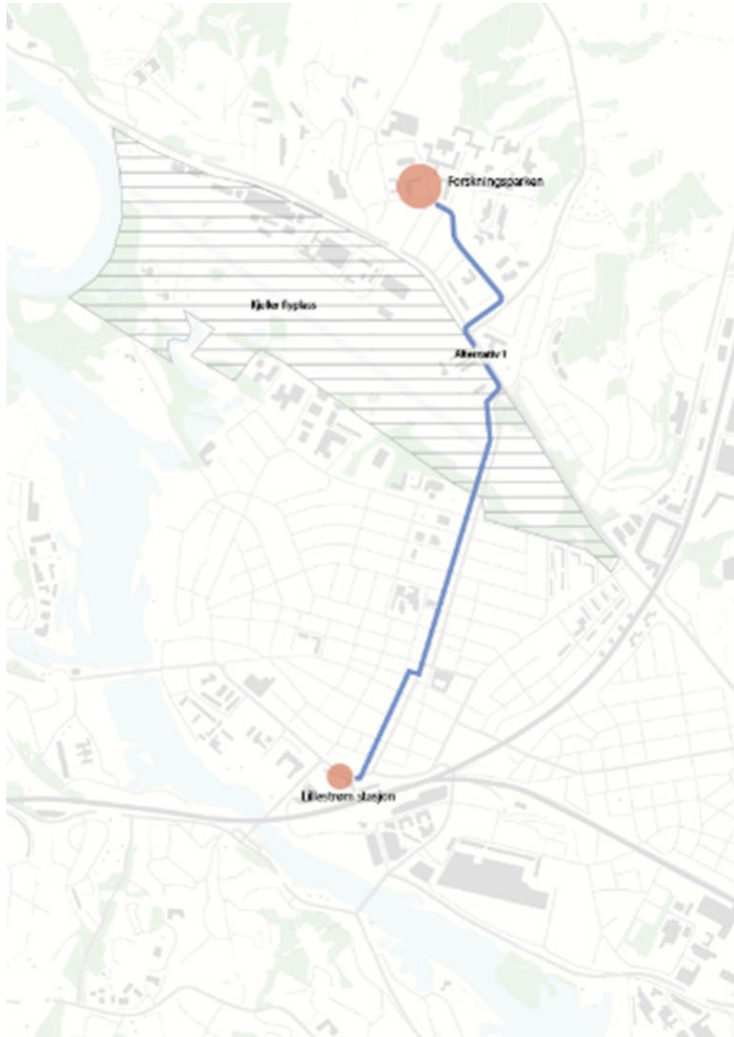
Gående pr time/ Syklende pr time	<15	15-100	100-200	>200
<15	Gang- og sykkelveg=2,5	Gang- og sykkelveg=3		
15-300	Gang- og sykkelveg=3	Sykkelveg=2,5 Fortau= 1,5		Sykkelveg=2,5 Fortau= 2
300-1500	Sykkelveg=3 Fortau= 1,5	Sykkelveg=3 Fortau= 2		
> 1500	Sykkelveg=4 Fortau=1,5	Sykkelveg=4 Fortau= 2		Sykkelveg=4 Fortau= 2,5

Tabell D.7 (Statens vegvesen, 2019, s 65).

Stigningens lengde (m)	I sentrumsområder	Utenfor sentrumsområder
< 3 m	8 %	8 %
3-35 m	5 %	8 %
35-100 m	5 %	7 %
> 100 m	5 %	5 %

Tabell D.9 (Statens vegvesen, 2019, s 66).

### 8.3 Høydeprofil



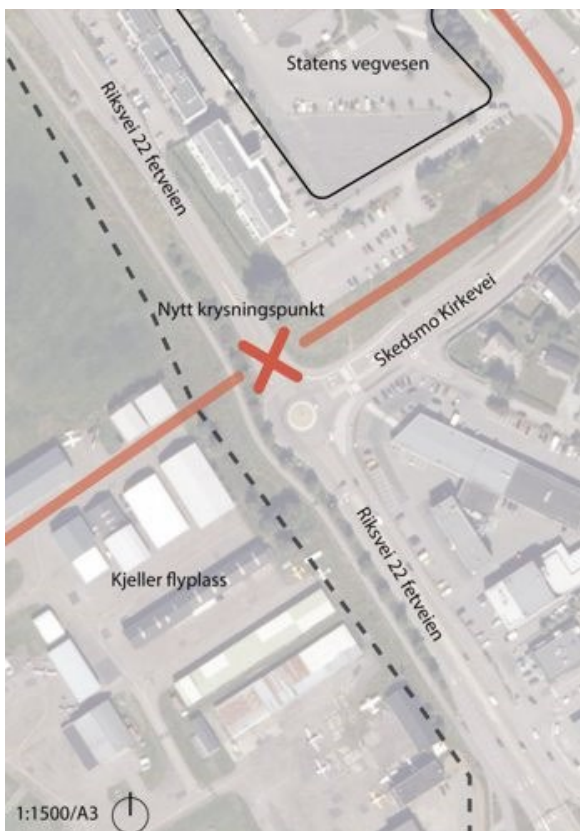
Viser anbefalt rute fra Lillestrøm stasjon til forskningsparken med tilhørende høydeprofil. Figur over: utklipp Illustratør. Figur under: Utklipp fra Høydedata.

## 8.4 Gangvei Sildrevegen



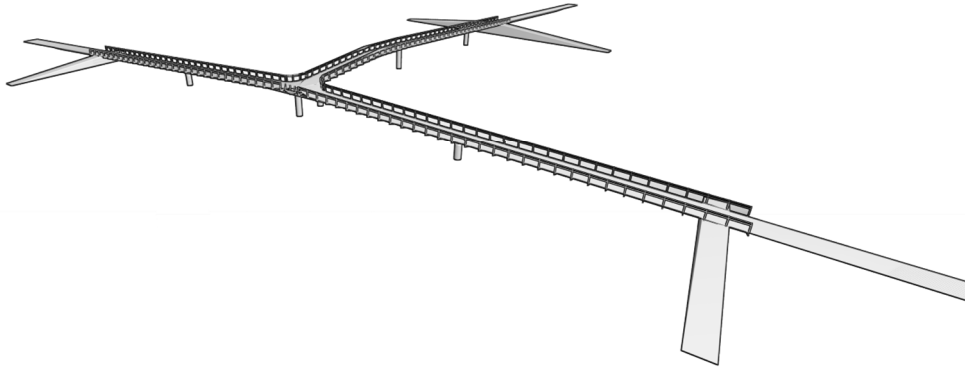
Gangvei parallelt med Sildrevegen (privat bilde).

## 8.5 Nytt krysningspunkt

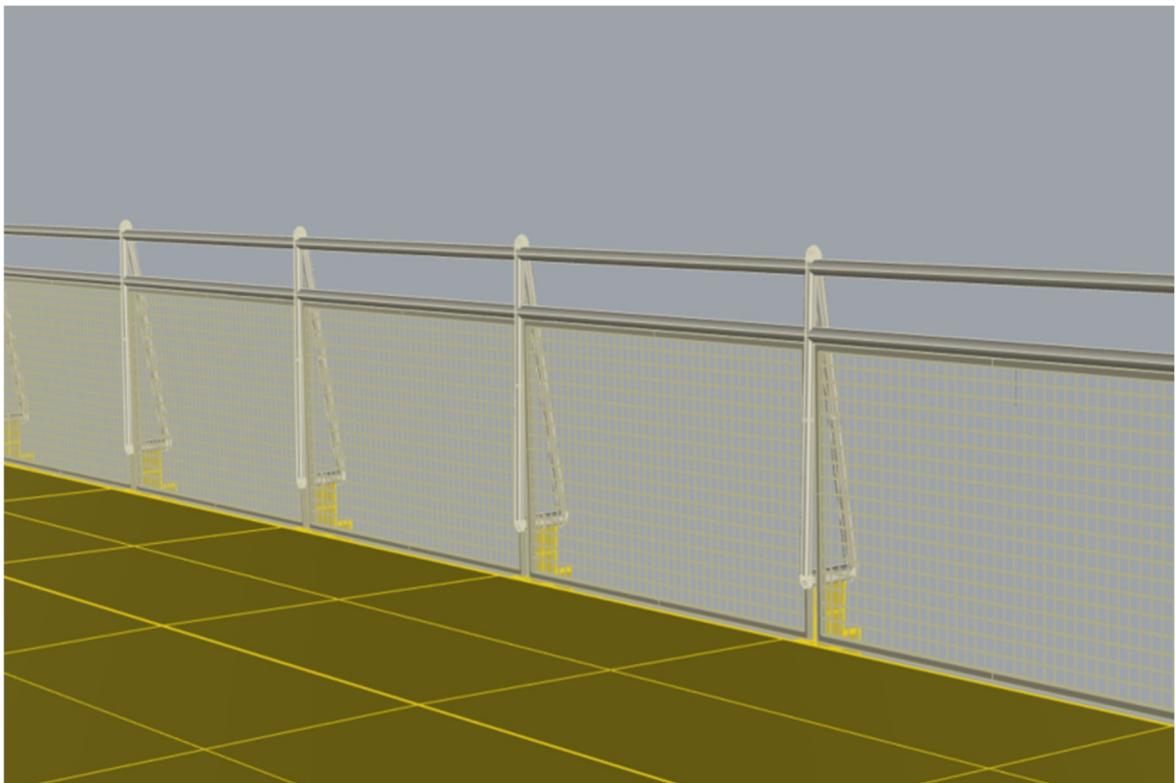


Det nye krysningspunkt ved rundkjøringen ved Skedsmo Kirkevei. Kart fra Hoydedata.no, bearbejdet i Illustrator.

## 8.6 Bro og rekkverk



T-formet gang- og sykkelbro. Utklipp fra Lumion, bearbejdet i Photoshop.



Rekkverket er 1225mm høyt og tilfredsstillende kravet til rekkverkshøyde. Det er utformet med to håndlister i ulik høyde og et gitter i aluminium. Rekkverket er laget i aluminium for å redusere tyngde og det gir et rent og enkelt utseende. Gitteret skal hindre klatring på rekkverket. På denne måten er rekkverket utformet slik at det tilfredsstillende kravene i § 12-15 TEK 17, og sikrer tilstrekkelig sikkerhet. Utklipp fra Rhino.

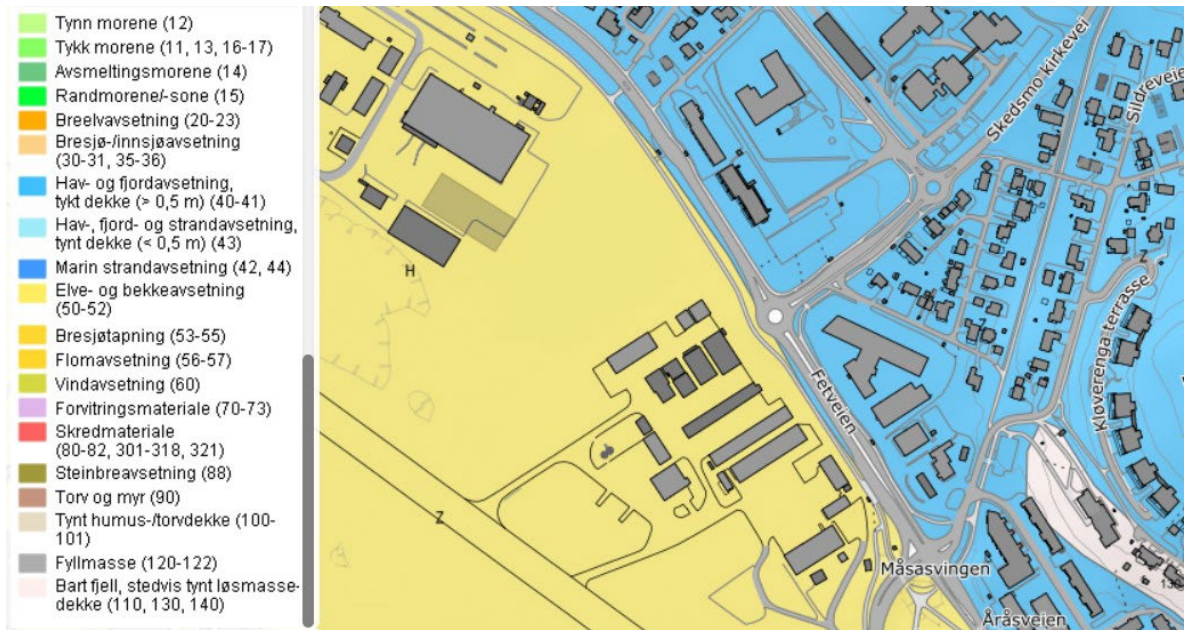
## 8.7 Illustrasjoner utkikkstårn



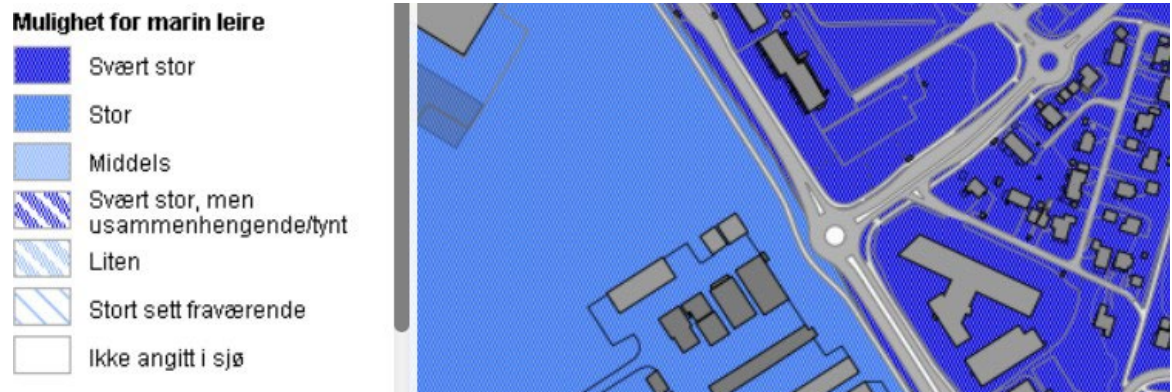
Utkikkstårnet ved skumring sett nedenfra. Utklipp fra Lumion.



Utkikkstårnet sett ovenfra. Utklipp fra Lumion. Kart geoteknikk



Figur 1: Løsmassekart. Utklipp fra NGU.



Figur 2: Løsmassekart. Utklipp fra NGU.



# Gruppe 3: Gjenbruk av ressurser

Deltagere: Joakim Lunde, Carl Håkon Espelund, Ola Kverneland Undheim, Karen Dalhaug, Ane Elstad, Ingrid Aarhun.

# Innhold

<b>1. Innledning .....</b>	<b>43</b>
1.1 Bakgrunn og målsetting .....	43
1.2 IFE forskningspark .....	43
1.3 Oppbygging av rapporten .....	43
<b>2. Anskaffelse av ressurser .....</b>	<b>44</b>
2.1 Interne ressurser .....	44
2.2 Eksterne ressursentraler .....	45
<b>3. Praktisk gjennomførelse av gjenbruk .....</b>	<b>46</b>
3.1 Kartlegging og demontering .....	46
3.2 Testing 46	
3.3 Mellomlagring og transport .....	46
3.4 Merking og systematisering .....	47
<b>4. Gjenbruk av ressurser .....</b>	<b>48</b>
4.1 Bygningsdeler .....	48
4.1.1 Betong .....	48
4.1.2 Stål .....	49
4.1.3 Ventilasjonskanaler .....	49
4.1.4 Murstein .....	50
4.1.5 Treverk .....	51
4.1.6 Glass og vinduer .....	51
4.2 Løsmasser .....	51
4.3 Overvann .....	52
4.4 Vann og avløp .....	53
4.5 Avfall .....	54
<b>5. Konklusjon .....</b>	<b>55</b>
<b>6. Referanser .....</b>	<b>56</b>
<b>7. Vedlegg .....</b>	<b>60</b>
7.1 Begreper og definisjoner .....	60
7.2 Utregning vannsparing .....	60

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og målsetting

Rapporten tar utgangspunkt i følgende problemstillinger gitt i sammenheng med COWI Try:

1. Hvordan kan forskningsparken brukes som et testområde for sirkulærøkonomi og upcycling?
2. Hvordan kan overskuddsmassene fra infrastruktur og/eller bygninger gjenbrukes?
3. Hvordan kan vi legge til rette for utslippsfrie byggeplasser i utviklingsperioden?

Rapporten legger vekt på punkt 1 og 2, og for å avgrense oppgaven vil ikke punkt 3 bli adressert. Fokuset vil ligge på å tilrettelegge for at Institutt for energiteknikk (IFE) sin forskningspark skal bli et testområde for sirkulærøkonomi og gjenbruk, hvor eksempler på løsninger som inkluderer både opp- og nedsirkulering vil bli foreslått. I masterplanen kommer det fram at IFE ønsker å bygge nybygg for ombruk og sikre sirkulær materialbruk (IFE, 2023). I dag foreligger det ikke en konkret plan for dette, og denne rapporten vil fungere som en idébank for prosjektets konseptfase.

Gruppen har som mål å komme med forslag til bærekraftige og sirkulære tiltak gjennom hele forskningsparkens levetid. Dette gjelder for materialvalg ifm. nybygg og rehabiliteringer, gjenbruk og ombruk i dagligdags drift, samt tilrettelegging av fremtidig gjenbruk og ombruk. Begreper knyttet til sirkulærøkonomi og gjenbruk slik de er benyttet i rapporten er definert i Vedlegg 7.1.

En bærekraftig utvikling av IFEs nye arealer, med utnyttelse av eldre bygg og infrastruktur som skal rives og rehabiliteres, kan bidra til at Lillestrøm kommune oppnår klimamålene sine. Målene går ut på å redusere CO<sub>2</sub>- utslippet per innbygger, samt markere Lillestrøm kommune som en foregangsaktør i det grønne skiftet, som igjen bygger på nasjonale mål og forpliktelser gjennom Parisavtalen (Avd. Strategi og analyse, 2021).

## 1.2 IFE forskningspark

Institutt for energiteknikk ble etablert i 1948 som en sivil avlegger fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), og var en satsning på forskning og teknologi for å drive Norge fremover som en moderne velferdsnasjon (IFE, u.d.). I årene som kommer, skal IFE øke arealet med høyteknologiske bygg med 64 000 kvadratmeter. Parken skal synliggjøre IFEs forskning og drift, samt legge til rette for tverrfaglig samarbeid og kunnskapsdeling. IFE ønsker å være internasjonalt ledende innenfor forskning og utvikling av energi, klima, miljø og digitalisering. De skal være en attraktiv arbeidsplass som fremmer ekspertise og hvor kompetansen opprettholdes gjennom utvikling (IFE, 2022). For å ytterligere markere seg som en innovasjonspionér skal disse verdiene gjenspeiles i bygningsmassene og infrastrukturen (IFE, 2023).

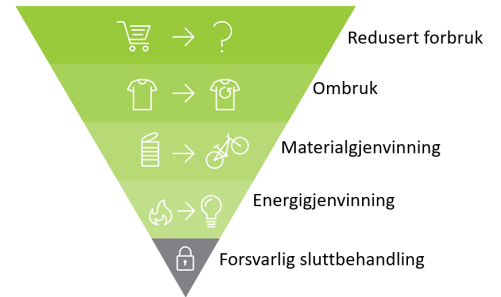
## 1.3 Oppbygging av rapporten

Rapporten er delt opp i 3 kapitler. I første del presenteres muligheter for anskaffelse av interne og eksterne ressurser. Videre diskuteres den praktiske gjennomførelsen av gjenbruk og ombruk med fokus på testing, mellomlagring og merking av bygningsdeler. Tredje del tar for seg spesifikke gjenbruksmuligheter av bygningsdeler, løsmasser, vann og avfall.

## 2. Anskaffelse av ressurser

Avfallspyramiden illustrerer prioriteringer i ressurshåndtering etter deres miljøpåvirkning, der de mest foretrukne metodene er øverst og de minst foretrukne er nederst.

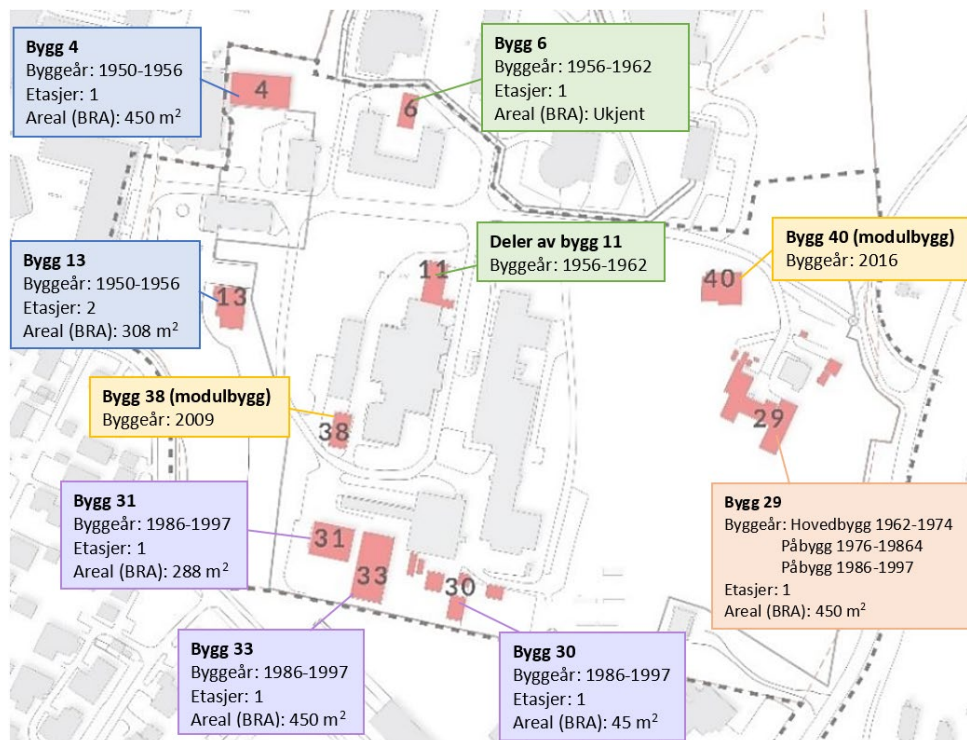
Ved å utnytte muligheten for lokal materialflyt, kan IFE markere seg som en fremoverlent og miljøbevisst aktør. Gjenbruk i forskningsparken innebærer i stor grad ombruk av byggevarer. Dette kan være ombruk på stedet eller kjøp og salg av brukte byggevarer fra eksterne aktører i nærområdet. For mest mulig sirkularitet vil en kombinasjon av disse være nødvendig. Det er også viktig å involvere arkitekter tidlig i gjenbruksplanleggingen.



Figur 20 Avfallspyramiden (Østlandet Gjenvinning, u.d.).

### 2.1 Interne ressurser

Ifølge avfallspyramiden vil redusert forbruk i IFE sitt tilfelle bety bevaring av eksisterende bygningsmasse, noe som IFE i stor grad har planlagt for. Likevel er det opplyst i planbeskrivelsen om bebyggelse som må rives ved realisering av planforslaget (IFE, 2023). I Figur 2 finnes informasjon om de ulike byggene og omtrentlige årstall de er oppført. I dag er det ikke kjent hva slags komponenter byggene inneholder, men årstallene de er oppført kan gi en indikasjon på dette. Likevel må det gjøres en grundigere kartlegging før byggene rives eller rehabiliteres. Krav til ombrukskartlegging ble innført 1. juli 2023 (Lovdata, 2022). Ettersom det er flere rivningsobjekter, er det grunn til å tro at det finnes mange ombruksmuligheter.



Figur 21 Informasjon om rivningsobjekter. Hentet fra planbeskrivelse og masterplan.

Møblement og inventar på stedet kan ombrukes og det er mulig opprette et internt gjenbruksmarked slik som NTNU har gjort for sitt materiell (Sterten, 2019). Om møblement, inventar eller teknisk utstyr ikke egner seg til bruk internt, kan det selges eller doneres til aktører i nærområdet. Eksempelvis kan laboratoriemateriell som ikke lenger innfrir krav til nøyaktighet doneres videre til utdanningsinstitusjoner i nærområdet for bruk i undervisning.

## 2.2 Eksterne ressursentraler

CO<sub>2</sub>-besparelsen er stor ved ombruk av byggevarer fra eksterne rive- og byggeprosjekter. Dette fremgår blant annet i *Erfaringsrapporten ombruk* fra Kristian Augusts gate 13 (Nordby, Lunke, & Andersen, 2021), der det ble hentet inn store mengder brukte byggematerialer fra over 25 lokasjoner med både private og offentlige eiere. I dette avsnittet gis det forslag til nærliggende sentraler IFE kan benytte seg av.

**Loopfront** er en digital plattform som tilrettelegger for at byggeprosjekter kan kjøpe og selge byggematerialer og møbler (Loopfront, u.d.). Nærliggende kommuner som Oslo, Bærum og Asker har avtaler med Loopfront, noe som sikrer at materiell kan sirkuleres i nærliggende miljø.

**Bærum Ressursbank** er et lignende konsept, opprettet av Bærum kommune, for å få byggherrer til å snakke sammen om hvordan materiell kan gjenvinnes og overskuddsmateriell kan nyttiggjøres (Gulli, Dunham, Kleppestrø, & Kraft, 2023). Bærum kommune ligger i underkant av 40 km unna IFE sine arealer.

**Resirqel** er et Oslo-basert rådgivningsfirma med kompetanse innen ombruk. Sammen med Pådriv, Statsbygg og Oslo kommune, har de opprettet lagersentralen **Ombygg**, med en tilhørende nettbutikk på Økern (Iversen, u.d.), ca. 18 km unna IFE. Det fungerer som en mellomlagringsplass for byggematerialer. Her kan materiell kjøpes direkte, men arealer kan også leies for oppbevaring (Resirqel, u.d.).

**Rehub** er en Oslo-basert markeds plass som fremmer ombruk av materialer. Egnede materialer kan legges ut og kjøpere kan finne passende materialer for deres formål (Rehub, u.d.). Rehub kan bistå med bl.a. logistikk, teknisk testing av materialet og utregning av CO<sub>2</sub>-besparelse.

**Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen** er en plattform hvor målet er samarbeid for å finne, utvikle, dele og formidle kunnskap om sirkulær materialforvaltning (Dahle, 2023).

**Prosjekter i nærområdet**, som at både OsloMet og FFI skal flytte ut av sine lokaler ilt. 2023 og 2024 (IFE, 2023), kan også være ressursentraler. Om disse lokalene skal renoveres er det er sjans for at IFE kan anskaffe brukt inventar og byggematerialer.

**Movement** (Movement, u.d.), **Secundo** (Secundo, u.d.) og **Møbelmeglerne** (MøbelMeglerne, u.d.) er eksempler på aktører som driver med salg av brukt møbelinventar, og som befinner seg mellom 19 og 68 km unna forskningsparken. Å kjøpe brukt inventar vil være rimeligere enn å kjøpe nytt, samtidig som det er klimabesparende.



Figur 22 Aktører omkring IFEs arealer (IFE, 2023).

Sirkulær materialstrøm i samarbeid med lokale aktører kan gi positiv oppmerksomhet og muligens innvilge ytterligere midler for å utvide parken. Et eksempel på dette er fv. 120 Storgata i Lillestrøm som mottok Byggenæringens klimapris 2021 for deres bærekraftige massehåndtering (Olsen, 2022). Enova er en aktør som tilbyr støtte til prosjekter som dette for å bidra til økt kunnskap om ombruk (Salberg, u.d.).

## 3. Praktisk gjennomførelse av gjenbruk

For å gjennomføre gjenbruk i forskningsparken kreves det at det tas hensyn til problemstillinger som IFE ville vært foruten dersom alle elementer var kjøpt nytt. Det må gjennomføres en grundig kartlegging av tilgjengelige bygningsmasser fra gjenbruksmulighetene beskrevet i kapittel 2, der testing og merking er inkludert. Mellomlagring, transport og installasjon er andre aspekter ved gjenbruk. I dette avsnittet diskuteres forløpet fra ønsket om å drive gjenbruk til installasjon av gjenbruksvarer.

### 3.1 Kartlegging og demontering

Godt datagrunnlag av eksisterende bygningsmasse er viktig for å tilrettelegge for gjenbruk ved rivning av bygg. Som regel er det lite og for dårlig dokumentasjon på eksisterende bygg. Det må derfor gjennomføres kartlegging for å registrere kvaliteten på bygningsmassen og eventuell forekomst av miljøfarlige stoffer.

Når det først er kartlagt hvilke materialer man har til rådighet er det mange krav som må overholdes i forbindelse med nybygg. Dette beskrives hovedsakelig i "Direktoratet for byggekvalitet", især Byggeteknisk forskrift (TEK17), og norsk standard. Direktoratet for byggekvalitet har laget en veileder om kravene til ombrukte byggevarer, som kan være nyttig å bruke. TEK17 dreier seg i hovedsak om krav til selve bygget ombruksvaren skal benyttes i jf. TEK17 §2-1 (1), og det er altså en mulighet for at en ombruksvare som tilfredsstillt kravene til omsetning ikke kan brukes grunnet kravene til selve bygget (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019).

En prosess som man må regne med er mer kostbar ved ombruk er demontering. Dette må ofte gjøres av samme fagpersoner som monterer for å sikre at materialer ikke ødelegges.

### 3.2 Testing

En utfordring med eldre byggevarer er manglende dokumentasjon om egenskaper ved produktet og hvilke krav det overholder. Da vil testing og undersøkelser være nødvendig. Viktige parametere er blant annet produksjonsår, produsent, innhold og snitt-tegninger av f.eks. betonghulldekker for å se armeringen. Generelt kreves det omfattende testing av varer med mindre dokumentasjon. I tillegg er det forskjellige krav avhengig av bruksområde, der bærende konstruksjonsdeler i nye bygg har strenge krav. For eksempel, må det dokumenteres at bæresystem av stål tilfredsstillt kravene som forutsettes under prosjektering. Dersom stålet skal bearbeides ved f.eks. kapping, sveising, overflatebehandling med maling og lignende, må det CE-merkes (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019). Det er mulig å komme utenfor krav i TEK17 ved å bruke gjenbruksmaterialer til formål med mildere krav. Man kan både gjenbruke materialer som i utgangspunktet ikke har strenge krav, eller man kan gjenbruke bærende elementer til ikke-bærende formål.

### 3.3 Mellomlagring og transport

Erfaring fra tidligere prosjekter tilsier at mellomlagring er et nøkkelpunkt når det kommer til gjenbruk i store byggeprosjekter, men det er ofte en utfordring på grunn av plassmangel (Haanæs, 2021). Med IFE sine store arealer i forskningsparken er det gode muligheter til å overgå denne

utfordringen. En mulig løsning er å benytte allerede etablerte lagerbygninger, som f.eks. bygg 31 og 33. Ut ifra beskrivelsen av dem holder de god stand for lagring av bygningsmasse som krever et fuksikkert miljø, som f.eks. trevirke (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019).

Å sette opp midlertidige lagertelt, containere eller lignende er en annen mulighet. Dette kan leies fra aktører i Oslo og omegn, og monteres på stedet. Her vil de store jordene i forskningsparken kunne utnyttes under byggefasen.



Figur 23 Eksempel på lagertelt, fra utleiepartner.no (Utleiepartner, u.d.).

Leie av andre arealer i nærheten er et tredje alternativ. Her er det mange muligheter, som f.eks. Sirkulær Ressursentral sitt telt på Økern nevnt i avsnitt 2.2. De har et eget lagerbygg for ombruk av byggevarer der man kan leie plass (Sirkulær Ressursentral, u.d.). IFE har også opplyst om at Lillestrøm trafikkstasjon flytter tomtearealer, hvor det muligens er arealer som kan være aktuelle for mellomlagring (IFE, 2023).

Transport av gamle bygningsdeler er et nytt aspekt entreprenøren må håndtere da materialleverandøren pleier å stå for dette (Nordby, Lunke, & Andersen, 2021). Transporten vil skje fra demonteringsstedet til et eventuelt lokale for testing/bearbeidelse, videre til mellomlagring og til slutt til byggeplassen. Ved å ha mellomlagring på byggeplassen elimineres deler av transporten.

### 3.4 Merking og systematisering

Et viktig aspekt ved ombruk og mellomlagring er å ha god orden. Ombruksplaner har tidligere blitt skrotet på bakgrunn av logistikkproblemer som følge av manglende merking ved demontering og lagring (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019). Merkingen bør skje allerede i demonteringsprosessen, og videreføres i transport og mellomlagring. En ombrukskoordinator kan



være en nyttig rolle å ha i prosjektet, og bør vurderes. Dette vil forenkle samarbeidet i byggefasen, samt holde oversikt over anskaffede elementer for ombruk.

## 4. Gjenbruk av ressurser

Gjenbruk av ressurser innebærer dagens gjenbruksmuligheter og tilrettelegging for fremtidig gjenbruk. I dette kapitlet fremlegges det ulike måter man kan gjenbruke bygningsdeler, løsmasser, vann og avfall.

### 4.1 Bygningsdeler

Bygg i dag er som regel satt opp som "vugge til grav", men det er ønskelig å sette opp bygg som står fra "vugge til vugge". Det betyr at minimalt skal gå til deponi, men heller gjenbrukes. For å få til dette burde det, allerede i prosjekteringsfasen, planlegges for hvordan materialene som brukes skal gjenbrukes etter byggets levetid. Ved å velge bestandighetsdyktige materialer med lang levetid, vil materialet ha et større ombrukspotensial i fremtiden. Selv om byggene vanligvis dimensjoneres for 50 års levetid, har mange bygningsdeler vesentlig lengre levetid. Det kan også være hensiktsmessig å benytte lette bygningsdeler med standard dimensjoner. Muligheter for å skifte elementer med kort levetid uten omfattende inngrep, og å unngå bruk av overflatebehandling kan også tilrettelegges for fremtidig gjenbruk. I tillegg kan det være nyttig å utarbeide demonteringsplaner (Leland, 2008). Videre følger en oversikt over materialer som er aktuelle for gjenbruk, både når byggene skal bygges, men også etter at byggets levetid er passert.

#### 4.1.1 Betong

Betong består av sement, vann, tilslag (sand, stein og pukk) og tilsetningsstoffer. Ombruk av betong kan gi en betydelig miljøgevinst da sementproduksjon, som utgjør 90 prosent av utslippene i betongproduksjon, antas alene å stå for 7-8 prosent av verdens klimagassutslipp (SINTEF, 2020).

Muligheter:

- Prefabrikkerte hulldekker kan demonteres og ombrukes iht. NS3682 (Norge, u.d.). De har i dag ikke-reversible sammenføyninger som endeforankring, fugestøp og påstøp som gjør demontering tidkrevende. Den mest brukte metoden i dag er saging av hulldekkene så nært endeoppleggene som mulig, som fører til at man mister 20-30cm av lengden (Bakke, Kristensen, & Stavseng, 2023).
- I prosjektet Kristian Augusts gate 13 ble det hentet 21 hulldekker i forbindelse med rivning av Regjeringskvartalet. Sammenlignet med kjøp av nye hulldekker, ble det beregnet en CO<sub>2</sub>-besparelse på hele 89% (Nordby, Lunke, & Andersen, 2021).
- Hele eller utskårede betongelementer kan brukes i utforming av landskapsarkitektur på tomten. F.eks. som støttemur i blomsterbed eller som heller til gangvei.
- Stedstøpt betong som ikke kan demonteres, kan knuses og brukes som tilslag i ny betong eller som fyllmasse. Når man knuser betongen til pukk- og gruspartikler, vil overflaten til betongen økes og betongen vil kunne binde mer CO<sub>2</sub> fra luften (Beck & Kjellmark, 2022).
- Prisen på levering av ren betong til miljøstasjon er 30-50 kr per tonn, mens lett forurenset betong kan koste 120-180 kr per tonn (SINTEF, 2014).

Betong kan inneholde miljøskadelige stoffer. Dersom den er blitt produsert mellom 1960 og 1980 kan mørtelen inneholde PCB. Betongen kan også være behandlet med maling som inneholder miljøskadelige stoffer. Konsentrasjonsnivået av stoffene vil være en avgjørende faktor (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014).

### 4.1.2 Stål

Produksjon av stål er estimert til å stå for 7-9 prosent av verdens klimagassutslipp (Solberg, 2023). Det er en energikrevende produksjon, men materialet har til gjengjeld lang levetid. Derfor er miljøgevinsten ved ombruk stor (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019). Skrudde og boltede stålforbindelser fremfor sveisede muliggjør demontering og ombruk uten å ødelegge bygningsdelen (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Sveisede kombinasjoner av søyler og bjelker med gulv og veggelementer i betong og tre kan demonteres hele.

Muligheter:

- Dersom man har uskadde stålkomponenter som rekkverk, dørvidere, beslag, trapper og hengsler kan de være aktuelle for ombruk (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Rekkverk kan f.eks. brukes som sykkelstativ.
- Andre komponenter som plater i bølgeblekk, bjelker og søyler, kabelkanaler og rør kan ombrukes til nye formål (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Eksempelvis kan en stålbejelke oppsirkuleres ved at den brukes til å føre vann i en fontene som vist i Figur 5.
- Det kan være mye å spare på ombruk av metallkomponenter, se avsnitt 4.1.3 om ventilasjonskanaler for å se innsparingspotensialet (SINTEF, 2014).



Figur 24 Ombruksmulighet for en stålbejelke.

Eldre stålkomponenter kan være overflatebehandlet med maling som inneholder miljøgifter som asbest, PCB, kadmium eller bly. Ved å fjerne malingen kan stålkomponentene benyttes (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019).

### 4.1.3 Ventilasjonskanaler

Ventilasjonskanaler er sirkulære rør av forsinkede stålplater. For å avklare ombrukspotensialet må man gjennomgå tegninger og vurdere om dimensjonen passer det nye ventilasjonsbehovet. Dersom ombruk er en mulighet, må kanalen rengjøres. Prosessen kan være tidkrevende, men kan likevel slå positivt ut i kostnadsbildet. F.eks. ved oppgraderingen av et kontorbygg i Asker ble kanalkostnaden halvert som følge av ombruk (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Nyinstallering av kanalnett kostet 625 kr/m<sup>2</sup>, mens ombruk av kanalnett hadde en pris på 245 kr/m<sup>2</sup> (SINTEF, 2014).

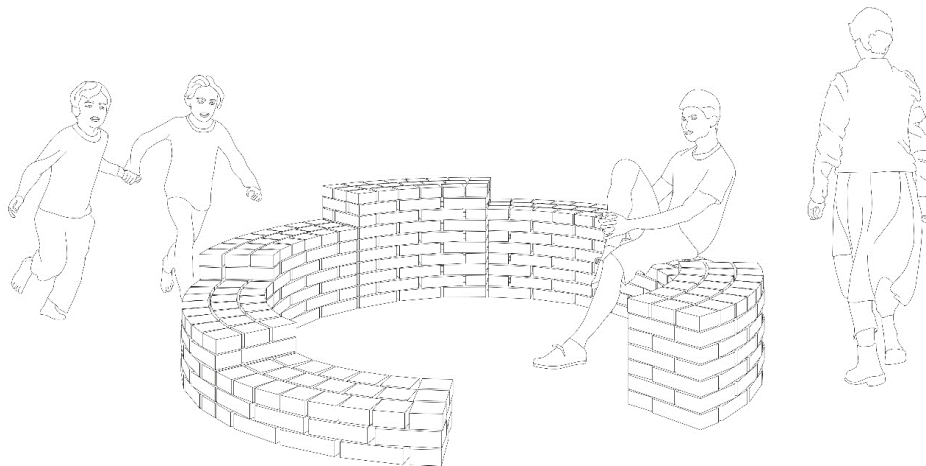
Særlig ventilasjonskanaler fra perioden 1960-1970 kan inneholde asbest i pakninger og kan ikke ombrukes (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Derfor er det kanaler fra etter 1985, da totalforbudet mot asbest ble innført i Norge, som er mest aktuelle for ombruk.

#### 4.1.4 Murstein

Murstein er fellesbetegnelse for alle murte blokker og kan brukes om tegl, lettbetong og naturstein (Roede, 2023). Teglstein har lang levetid og er derfor godt egnet til ombruk (Grønn Byggallianse, Context AS, 2017). Demonteringsprosessen er i stor grad avhengig av mørteltypen som er brukt mellom teglsteinen. Dersom det er brukt svak mørtel, kan man enkelt plukke ned stein for stein. Den svake mørtelen har typisk blitt brukt i konstruksjoner eldre enn 1920. Dersom det er blitt brukt sterk mørtel, vil det være vanskelig å separere ut steinene uten å skade dem (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014).

Muligheter:

- Enkeltvis teglstein kan settes sammen til fasader eller utomhusprosjekter, som f.eks. en sittebenk som illustrert i Figur 6. Ombrukt teglstein som skal brukes utendørs må være frostsikker. Dersom teglsteinen opprinnelig er fra en fasade anses den som frostsikker (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Et ombruksprosjekt på Lilleborg har gitt erfaringstall på kostnad ved uttak av teglstein. Riving og rensing koster ca. 5,5 kr/stein, mens nypris på teglstein og ombrenning av tegl koster ca. 3 kr/stein (SINTEF, 2014).
- Teglsteinsvegger murt med sterk mørtel kan skjæres ut hele og ombrukes med samme formål. Det ble nevnt på befaring at bygg 31 har en teglsteinsvegg som kan ombrukes videre i prosjektet. Etersom bygget ble oppført mellom 1986 og 1997 er det trolig brukt sterk mørtel.
- Murstein kan knuses og sammen med jord brukes som vekstmedium på grønne tak og regnbed.



Figur 25 Sittebenk i murstein (Geiger, u.d.).

Mellom murstein kan det være fuger med miljøfarlige stoffer. Mellom 1940 og 1980 var det vanlig å tilsette PCB i elastiske fuger. Er mursteinen eksponert for dette kan den ikke ombrukes.

#### 4.1.5 Treverk

Ombruk av trevirke kan ha en høy miljøgevinst. I bygninger kan man finne ubehandlet og behandlet trevirke, limtre og trefiberplater. Sprekker, slitasje og fuktskader er faktorer som kan avgjøre ombrukspotensialet (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Bruk av lim, silikon, skum og stålforbindelser minimerer ombruksmulighetene. Ved å bruke mekaniske forbindelser i tre, som tredybler og trelåser, kan man enklere separere og demontere hvert element.

Muligheter:

- Dører, vinduer og andre trevareprodukter kan ombrukes dersom de er godt vedlikeholdt.
- Massivtre og limtre kan ombrukes som konstruktive elementer dersom det finnes dokumentasjon (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014).
- Av trevareprodukter i liten skala kan det lages sittebenker og plantekasser. Rester og avkapp kan brukes som komponenter til insektshotell, som vist i Figur 7.
- Ombruk av trevirke var mer utbredt tidligere når arbeidstidene var billigere, i dag er det materialkostnader som er avgjørende (SINTEF, 2014).



Figur 26 Insektshotell med ombrukematerialer

#### 4.1.6 Glass og vinduer

Glass er svært energikrevende å produsere, og ombruk vil derfor gi høy miljøgevinst (Fjeldheim, Hashem, Nordby, & Sørnes, 2014). Med økende krav til energieffektivitet i nybygg, kan det være vanskelig å se ombruksmulighetene til eldre vinduer. Eldre vinduer er gjerne mindre energieffektive og gir høyt varmetap (DIBK, 2018).

Muligheter:

- Bygninger under 70 kvadratmeter er fritatt flere energikrav jf. TEK17 §14-5 (1). Muligheten for ombruk av eldre vinduer i slike bygg kan derfor undersøkes.
- Vinduer kan oppsirkuleres ved å bruke dem til andre formål. F.eks. kan man sette sammen vinduer til et drivhus eller levegger. Større vinduer kan brukes som skillevegger innendørs.
- Lim i isolerglassruter produsert mellom 1965 og 1980 kan inneholde PCB (Kron, Plesser, Risholt, Stråby, & Thunshelle, 2022). I slike tilfeller, kan ruten leveres til innsamlingssystemet RuteRetur hvor det rene glasset blir skjært ut og knust, og brukt videre i produksjon av isolasjonsmateriale (Ruteretur, u.d.). De har nærmeste innsamlingsentral på Haraldrud, kun 18 km unna forskningsparken til IFE.
- Klorparafinruter kan materialgjenvinnes og bli til nytt glass. Dette forutsetter at glass og ramme kan skilles på en forsvarlig måte (Ragnsells, 2022). Isolerglassruter produsert mellom 1970 og 1990 kan inneholde klorparafiner i lim og tetningslister rundt glasset (Kron, Plesser, Risholt, Stråby, & Thunshelle, 2022).

## 4.2 Løsmasser

Under byggefasen graves det opp, og forflyttes store mengder med løsmasser. Forflytting av masser vil medføre en risiko for spredning av fremmede arter som må undersøkes. Gjenbruk av løsmasser bør etterstrebes for å minimere behovet for transport, redusere bruk av deponi og innkjøp av nye masser. Grunnundersøkelser gjort av Multiconsult i august 2022 viser at området

består av et topplag med 1-3 m tørrskorpeleire, etterfulgt av siltig leire ned til berg. Noen lag kan også klassifiseres som sandig med noen sjikt av silt, sand og grus (Multiconsult, 2022).

I 2021 ble det utført en miljøteknisk grunnundersøkelse etter forurensningsforskriften § 2-6 hvor den overordnede forurensningssituasjonen på området ble vurdert som ikke forurenset. Denne vurderingen ble gjort da de gjennomsnittlige konsentrasjonene ligger under normverdien og ingen prøver overstiger normverdien med mer enn 100 prosent. Det ble tatt prøver fra toppjord (0-1 m) og dypereliggende masser (>1 m under terreng). Høyeste tilstandsklasse som ble påvist er tilstandsklasse 2 (Multiconsult, 2022). Likevel, er det trolig områder hvor det er radioaktiv kontaminering som må tas hensyn til. I området rundt bygg 29 ble det opplyst om at det er påvist radioaktiv kontaminering.

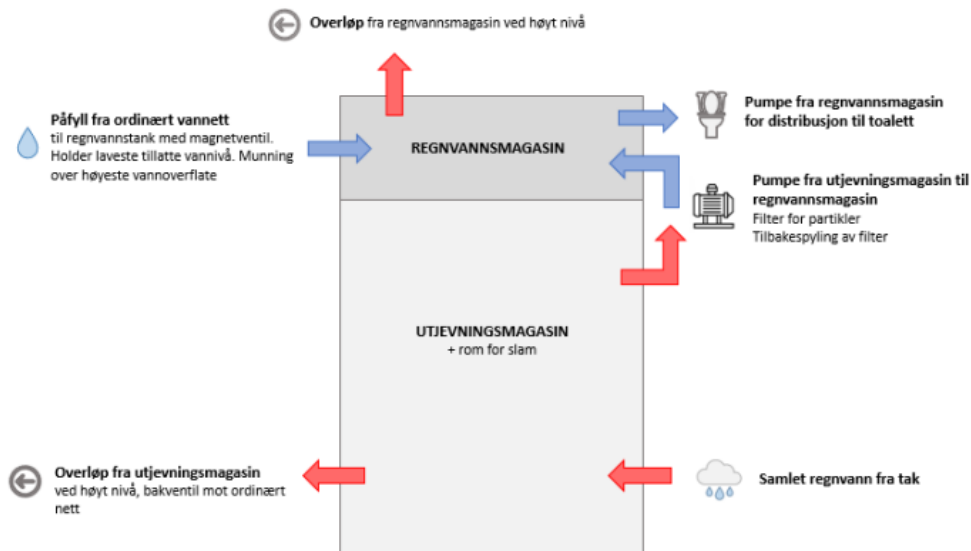
Muligheter:

- Løsmasser som sand- og steinmaterialer, i tillegg til lettklinker eller korn av porøs, brent leire kan brukes som tilslag i betong (Thue, 2019). I nærheten av IFE ligger flere betongblandeverk, deriblant Skedsmo Betong AS og Unicon avd. I 2020 lanserte sistnevnte FutureCem hvor kalsinert leire og kalksteinsmel erstatter 35 prosent av sementen, noe som er beregnet til en CO<sub>2</sub>-besparelse på 36% (Oslo Havn, 2021). Denne typen betong er levert som gulv til Skur38 Oslo Havn hvor målet er sertifiseringen BREEAM-NOR Excellent (Unicon, 2021).
- Leire og jord kan benyttes sammen med halm til prefabrikkerte byggematerialer som kan gi et negativt utslippsregnskap (Bjørnsheim, 2021).
- Grus og sand kan benyttes som tilslag i asfalt. Da må de ha en spesifisert størrelsesfordeling (Aurstad, 2019). I bærelaget under asfalten er ikke sand, silt og tørrskorpeleire like egnet, da et drenerende lag er ønskelig for å sikre god overvannshåndtering (Statens vegvesen, 2018). Å se på muligheten for å bruke et fornybart alternativ som lignin i stedet for bindemiddelet bitumen i asfalt kan være hensiktsmessig (Mathisen, 2016).
- Sortere løsmasser på stedet med mobile sorteringsverk kan øke mulighetene for gjenvinning og reduserer mengden som går til deponi (NOMAS, u.d.).
- Overskuddsmasser av leire kan brukes til keramikk (Mørk & Strømøy, 2021).
- Benytte egne fyllmasser på stedet etter utgraving og utbygging.
- Produsere støyvoller og andre terrengendringer.
- Jordmasser kan brukes til vekstjord for planter vil styrke det biologiske mangfoldet og bidra til et funksjonelt økosystem.
- Overskuddsmasser kan benyttes i andre nærliggende prosjekter. Det vil trolig være behov for masser til utviklingen av flomvollene på Leirsund i Lillestrøm kommune (Hagen, Flomvollene på Leirsund, u.d.) (Lillestrøm kommune, Flomvollene på Leirsund, u.d.). Det finnes også anlegg i nærområdet som kan motta og håndtere rene og forurensede masser, som for eksempel Skedsmo Pukkverk og Alna Massemttak. De sorterer og kontrollerer massene slik at de kan bli brukt i nye prosjekter (Veidekke, u.d.).

### 4.3 Overvann

I Lillestrøm kommune sine retningslinjer for overvannshåndtering settes det krav til lokal overvannshåndtering. Kjeller forskningspark bør derfor ha et mål om en stor utnyttelse av overvannet som faller på området. Grønne tak i form av lette sedumstak eller mer ekstensive takhager utnytter regnvannet, og gir en rekke fordeler til bygget. Bedre isolering av tak, fordrøyningsvolum for harde regnvannsperioder og rensing av luften er noen av disse. Etterfulgt av dette kan regnvannet som går i taknedløp samles opp i tanker, før det overflødig regnvannet går til infiltrasjon. Med et slikt system som vist i Figur 8. vil regnvann kunne gjenbrukes til toalettspyling,

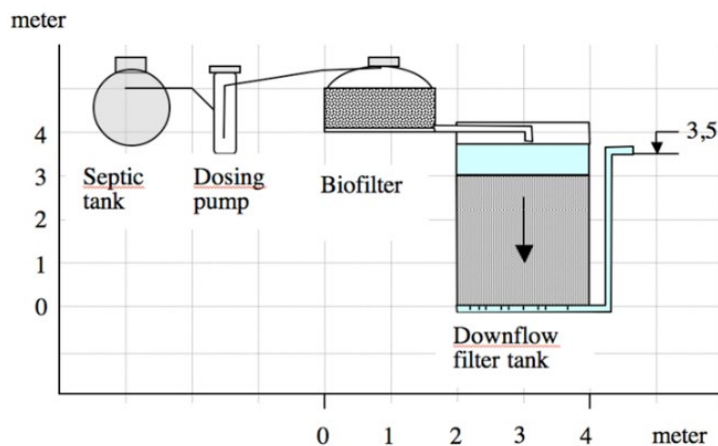
vanning av planter og andre egnede formål. Prinsippskissen viser løsningen til kontorbygget City Pass i Ørebro. Dette vil kunne utnytte regnvannet og dermed redusere vannforbruket. Slike vannsystemer kan benytte regnvann i kombinasjon med drikkevann i tørkeperioder, eller med rensed gråvann for videre reduksjon av vannforbruket.



Figur 27 Prinsippskisse system for oppsamling og bruk av regnvann (Lyshoel, 2020).

## 4.4 Vann og avløp

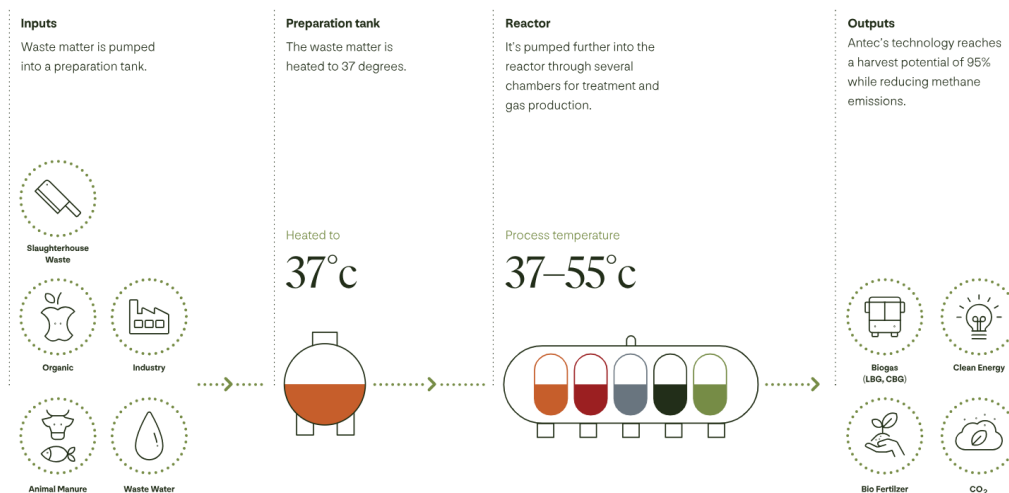
Vann- og avløpssystemet på forskningsparken kan tilføres en rekke tiltak for å redusere vannforbruket, samt utnytte ressursene fra avløpet. Hamburg Watercycle er et pilotsystem hvor det er etablert kildeseparert avløpssystem for å håndtere avløpet lokalt (Hamburg Wasser, u.d.). I et slikt system kan gråvann samles opp og renses i tre trinn ved slamavskiller, biologisk filter og en mettet strømning gjennom et aktivt kullfilter som vist i Figur 9. Til slutt kan varmen gjenvinnes fra gråvannet før det brukes på lik linje med det oppsamlede regnvannet. Det overflødig gråvannet kan infiltreres i grunnen hvis grunnforholdene tillater det.



Figur 28 Prinsippskisse gråvannrensning (Heistad, 2021).

Et samlet oppsamlingssystem for regnvann i Ørebro reduserte vannforbruket fra toaletter med 54% (Lyshoel, 2020). Kombineres anlegget med rensed gråvann, og ettersom at årsnedbøren i Lillestrøm er større, kan det forventes enda høyere grad av vannbesparelse. Med store nok magasintanker har andre kontorbygg oppnådd 87% reduksjon av vannforbruket til toaletter (Lyshoel, 2020). En konservativ utregning av antatt vannbesparelse ved resirkulering av regnvann og gråvann er vist i Vedlegg 7.2. Med Lillestrøm kommune sine satser for vann, resulterer det i en besparelse av 88 641kr i året kun fra vannavgifter til toalettspyling.

Ved installasjon av vannbesparende eller vakuumpoletter, vil det være mulig å produsere biogass og gjødsel fra svartvannet. Anvendes dette sammen med gjenbruk av gråvann vil det oppnås en tilnærmet full utnyttelse av avløpet. Matavfall og svartvann kan blandes sammen og behandles gjennom en biogassreaktor som vist i Figur 10. I en anaerob biogassreaktor kan man oppnå full hygienisering hvis matavfall blandes med svartvann. En slik reaktor vil kunne produsere biogass, karbondioksid, og et næringsrikt biologisk gjødselprodukt. Disse tiltakene vil føre til lavt vannforbruk og et fullt sirkulært vann- og avløpssystem på forskningsparken på Kjeller.



Figur 29 Prosessoversikt Antec biogassreaktor (Antec, u.d.).

## 4.5 Avfall

En effektiv og bærekraftig avfallshåndtering krever optimal utnyttelse av ressursene i avfallet gjennom materialgjenvinning og energiutnyttelse. Å tilrettelegge for avfallssortering ved å plassere gjenvinningsstasjoner rundt på området kan gjøre det enklere for ansatte og besøkende å sortere. Det vil være hensiktsmessig å ha ulike beholdere for sortering av plast, matavfall, papir og papp, glass- og metallemballasje og restavfall (Lillestrøm kommune, u.d.). Farlig avfall skal emballeres, merkes og oppbevares forsvarlig før det leveres til en gjenvinningsstasjon (Miljødirektoratet, 2014).

For å utnytte ressursene på stedet, kan f.eks. kaffegrut og mat- og hageavfall brukes til kompostering. Dette bidrar til næringsrik jord og gjødsel for dyrking av mat eller som vekstjord for planter. Det er planlagt flere grønne områder i forskningsparken som kan benyttes til å dyrke mat til IFEs mattilbud. Dette er med på å redusere mengden avfall og nye innkjøp, minimere transportbehov og styrke det biologiske mangfoldet i forskningsparken (Lindahl, 2014).

Ved å etablere panteordning, bidrar man til å minimere avfall i forskningsparken. Flaskefond er et innovasjonsfond basert på pant, hvor pant samles for å støtte prosjekter som bidrar til FNs bærekraftsmål (Flaskefond, 2019). Alternativt kan man benytte Infinitum, hvor flasker og bokser samles og hentes på stedet. Panten for tomgodset pluss en håndteringsgodtgjørelse på 5 øre per boks og 10 øre per flaske utbetales til kunden (Infinitum, u.d.).



## 5. Konklusjon

Rapporten tar for seg flere tiltak som vil gjøre forskningsparken til et testområde for sirkulærøkonomi. Hovedfokuset ligger på å utnytte overskuddsmasser og bygningsmaterialer fra IFE sine områder og nærområdet, i stedet for å kjøpe nye materialer til forskningsparken. Ved å fremme gjenbruk av byggematerialer, løsmasser og inventar internt i forskningsparken eller gjennom samarbeid med eksterne aktører og prosjekter, kan man bidra til en mer bærekraftig byggefase og drift.

For å maksimere utnyttelsen av ressurser under byggeperioden, kreves en grundig kartlegging av mulige gjenbruksmuligheter. Dette bør etterfølges av nødvendige tester for å sikre at de gjenbrukte produktene oppfyller relevante kvalitetskrav.

Det erkjennes at det er logistiske utfordringer knyttet til gjenbruk, som mellomlagring, transport, merking og systematisering av ombruksvarer. For å håndtere disse utfordringene på en effektiv og lønnsom måte, foreslås opprettelsen av en prosjektstilling som ombrukskoordinator. Denne koordinatoren vil være ansvarlig for å håndtere logistikken rundt gjenbruk og planlegge for ombruk allerede i en tidlig fase av utbyggingsprosjektet.

Rapporten tar for seg hvordan bygningsdeler kan gjenbrukes i deres eksisterende formål, eller få nytt liv med andre formål. Eksempler på slikt ombruk kan være å bruke betongelementer som støttemurer, stålbjelker som fontener, rekkverk som sykkelstativ eller gamle vinduer til drivhus og leegger.

Videre argumenteres det for at lokal håndtering av vann, avløp, overvann og avfall vil legge til rette for gjenbruk av ressurser i den daglige driften av forskningsparken.

Samlet sett vil prioritering av gjenbruk i Forskningsparken føre til mindre CO<sub>2</sub>-utslipp, reduksjon av avfall og et mer sirkulært forbruk. På denne måten vil IFE markere seg som en innovasjonspionér og bidra en mer bærekraftig fremtid for kommende generasjoner.

## 6. Referanser

- Antec. (n.d.). *Opplev Antec's teknologi*. Retrieved August 04., 2023, from <https://www.antecebiogas.com/no/produkt>
- Asplan Viak. (2023). *Overvann som ressurs*. Retrieved from [asplanviak.no: https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/](https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/)
- Aurstad, J. (2019). *Litt om asfalt og asfaltbindemidler*. (Statens vegvesen) Retrieved from Statens vegvesen Vegdirektoratet: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/teknologi/nov-2019-intensivkurs-i-vegteknologi/5-litt-om-asfalt-og-asfaltbindemidler-joralf-aurstad.pdf>
- Avd. Strategi og analyse. (2021, juni 16). *Klimastrategi for Lillestrøm Kommune*. Retrieved from Lillestrøm Kommune: [https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11\\_klimastrategi\\_for\\_lillestrom\\_print.pdf](https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11_klimastrategi_for_lillestrom_print.pdf)
- Bakke, S., Kristensen, K. K., & Stavseng, I. E. (2023, Mai). *Hulldekker av betong til ombruk*. Retrieved from <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3079350/no.ntnu%3Ainspera%3A146719958%3A21892384.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Beck, T., & Kjellmark, G. (2022). *Sirkulærøkonomi for betong*, Norsk Betongforening. Hentet fra <https://betong.net/wp-content/uploads/20221216-Rapport-10-formatert-08.03.pdf>
- byggkvalitet, D. f. (2018, Januar 1). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. (Dibk) Retrieved August 2, 2023, from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3>
- Bjørshheim, K. (2021). *Byggematerialer av halm, jord og leire tar opp kampen med massivtre og betong*. Retrieved from <https://www.tu.no/artikler/byggematerialer-av-halm-jord-og-leire-tar-opp-kampen-med-massivtre-og-betong/510397>
- Dahle, M. H. (2023). *Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen*. Retrieved from Kunnskapsarena: <https://paadriv.notion.site/Nasjonal-kunnskapsarena-for-ombruk-i-byggebransjen-92b0b510ccd64971a0bd158d1f2bbc02>
- DIBK. (2018, Mai 23). *Bytte vinduer?* Hentet fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/bytte-vinduer-velg-vinduer-som-gir-deg-lys-og-varme>
- EAPA. (2023). *Advantages of Asphalt*. Retrieved from [eapa.org: https://eapa.org/advantages-of-asphalt/](https://eapa.org/advantages-of-asphalt/)
- European Commission . (n.d.). *PVGIS typical meteorological year (TMY) generator*. (EU Science Hub) Retrieved 07 12, 2023, from [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator_en)
- Fagerhult. (2023, 07 12). *CITYGRID Slik fungerer det*. (Fagerhult) Retrieved from <https://www.fagerhult.com/no/lysstyring/citygrid/slik-fungerer-det/>
- Fjeldheim, H., Hashem, S. M., Nordby, A. S., & Sørnes, K. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*, SINTEF. Retrieved from [https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger\\_ved\\_ombruk\\_av\\_byggematerialer](https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger_ved_ombruk_av_byggematerialer)
- Flaskefond. (2019, Mars 26). *Flyter det av plastflasker på jobben din? Nå vil NTNU-studenter redde verden med disse*. (Medium) Retrieved from <https://medium.com/@flaskefond/flyter-det-av-plastflasker-p%C3%A5-jobben-din-n%C3%A5-vil-ntnu-studenter-redde-verden-med-disse-4f69658ef1a0>

- Geiger, V. (n.d.). *Plastiglomerate*. Retrieved Juli 28, 2023, from Benjamin Wells:  
<https://benjaminwells.eu/brick-bench>
- Grønn byggallianse. (2019). *Tenk deg om før du river*.
- Grønn Byggallianse, Context AS. (2017, Juni). *Grønn Materialguide*. Retrieved from  
<https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Gronn-Materialeguide-V2.pdf>
- Gulli, T., Dunham, K. K., Kleppestrø, B., & Kraft, I. B. (2023, Juli 5). *Bærum Ressursbank*. Retrieved from Bærum Kommune: <https://www.baerum.kommune.no/ressursbank/>
- Haanæs, Ø. R. (2021, Juni 3). *forskning.no*. Retrieved from <https://forskning.no/bygningsmaterialer-de-regionale-forskningsfondene-oslo/hva-ma-til-for-at-byggebransjen-i-oslo-skal-bygge-nye-bygg-med-deler-fra-en-gammel-leilighet/1866068>
- Hagen, A. (n.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Retrieved from  
<https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Hamburg Wasser . (n.d.). *Rethinking waste water*. Retrieved August 01, 2023, from [https://www-hamburgwasser-de.translate.goog/umwelt/vorsorge/hamburg-water-cycle?\\_x\\_tr\\_sl=auto&\\_x\\_tr\\_tl=en&\\_x\\_tr\\_hl=da](https://www-hamburgwasser-de.translate.goog/umwelt/vorsorge/hamburg-water-cycle?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=da)
- Heistad, A. (2021). *Avløp i spredt bebyggelse og kildeseparerte systmer*.
- Hellem-Hansen, V. L. (2021, 04 10). *Enorm respons etter at norske forskere tok fram svartmalingen*. (NRK) Retrieved 07 25, 2023, from [https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-\\_vil-ha-tiltak-na-1.15340057](https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-_vil-ha-tiltak-na-1.15340057)
- Hofstad, K. (2021, 03 8). *glødelampe*. (Store norske leksikon (2005 - 2007)) Retrieved 07 12, 2023, from <https://snl.no/gl%C3%B8delampe>
- Yang, F. R., & Chen, C.-H. V. (2023). Having fun! The role of workplace fun in enhancing employees' creative behaviors in Chinese work settings. Retrieved from  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023018042>
- IFE - institutt for energiteknikk. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved August 1, 2023, from [https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (2022). *Sustainability Report*. Retrieved from <https://ife.no/wp-content/uploads/2023/06/ife-baerekraftsrapport.pdf>
- IFE. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved from  
[https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (n.d.). *IFE sin historie*. Retrieved from IFE: <https://ife.no/om-ife/ife-sin-historie/>
- Infinitum. (n.d.). *Pant for serveringssteder, som puber og restauranter*. Retrieved from  
<https://infinitum.no/bedrift-pub-restaurant-servering/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023a). *Forskning og tjenester*. Retrieved from ife.no: <https://ife.no/fagomrader/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023b). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved from  
[https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- Institutt for Energiteknikk. (2023c). *Volum- og funksjonsanalyse*. Retrieved from  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358885.PDF?fileName=007%20Volum-%20og%20funksjonsanalyse&fileSize=110647007>

- Iversen, H. (n.d.). *Grønt lys for Sirkulær Ressursentral på Økern*. Retrieved from Resirqel: <https://www.resirqel.no/nyheter/2022/06/13/2022-6-13-grmt-lys-for-sirkulr-ressursentral-p-kern>
- Kilvær, L., Sunde, O. W., Eid, M. S., Rydningen, O., & Fjeldheim, H. (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer. DiBK FoU-prosjekt*. Retrieved from [https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer\\_resirqel-2019.pdf](https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf)
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Byrom - en idehåndbok*. Retrieved from [https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcdbbd92a/byrom\\_idehandbok.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcdbbd92a/byrom_idehandbok.pdf)
- Kron, M., Plessner, T., Risholt, B., Stråby, K., & Thunshelle, K. (2022). *Ombruk av byggevarer. Veileder for dokumentasjon av ytelser*. (SINTEF) Retrieved from [https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk\\_av\\_byggematerialer\\_veileder\\_for\\_dokumentasjon\\_av\\_ytelser](https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk_av_byggematerialer_veileder_for_dokumentasjon_av_ytelser)
- Leland, B. N. (2008, Mars). *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. (Rådgivende Ingeniørers Forening) Retrieved from [https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26\\_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf](https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf)
- Lillestrøm kommune. (n.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Retrieved from Lillestrøm kommune: <https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Lillestrøm kommune. (n.d.). *Hvordan kildesortere?* Retrieved from <https://www.lillestrom.kommune.no/avfall-og-gjenvinning/hvordan-kildesortere/>
- Lindah, H. (2014, Juni 24). *Kompostering av matavfall*. (Fremtiden i våre hender) Retrieved from Framtiden i våre hender: <https://www.framtiden.no/tips/kompostering-av-matavfall>
- Lyshoel, F. B. (2020, Desember). *Overvann fra tak som innsatsfaktor i vannforbruk: En casestudie av et planlagt næringsbygg*. Retrieved from <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2726507>
- Loopfront. (n.d.). Retrieved from <https://www.loopfront.com/>
- Lovdata. (2022). *Forskrift om endring i forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk)*. Lovdata.
- Lovell, R., Husk, K., Bethel, A., & Garside, R. (2014). What are the health and well-being impacts of community gardening for adults and children: a mixed method systematic review protocol. *Environmental Evidence*. Retrieved from <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2047-2382-3-20>
- Mathisen, G. (2016). *Asfalterer veien med tre*. Retrieved from Forskning.no: <https://forskning.no/mineralogi-petrologi-geokjemi-bil-og-trafikk-skog/asfalterer-veien-med-tre/439953>
- MicroShade. (n.d.). *Redefining Solar Shading*. Retrieved from <https://microshade.com/>
- Miljødirektoratet. (2014). *Håndtering av farlig avfall*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M284/M284.pdf>
- Miljødirektoratet. (2022, 11 22). *Sirkulær økonomi*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- MøbelMeglerne. (n.d.). Retrieved from <https://mobelmeglerne.no/>
- Mørk, C., & Strømøy, E. K. (2021, Mai 4). *Bruker avfallsleire i keramikk*. (Multiconsult) Retrieved from Multiconsult: <https://www.multiconsult.no/bruker-avfallsleire-i-keramikk/>
- Movement. (u.d.). Hentet fra <https://www.movement.as/>

- Multiconsult. (2022, August 31). *IFE Forsknings- og teknologipark Kjeller - Geotekniske grunnundersøkelser*. Retrieved from Lillestrøm kommune:  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358887.PDF?fileName=009%20Datarapport%20Geotekniske%20grunnunders%C3%B8kelser&fileSize=14856211>
- Multiconsult. (2022, November 28). *IFE forsknings- og teknologipark Kjeller - Overordnet tiltaksplan - forurenset grunn*. Retrieved from Lillestrøm kommune:  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358893.PDF?fileName=015%20Overordnet%20tiltaksplan%20-%20forurenset%20grunn%20og%20milj%C3%B8teknisk%20grunnunders%C3%B8kelse&fileSize=17916594>
- NOMAS. (n.d.). *Massehåndtering*. Retrieved from <https://nomas.no/vare-produkter/massehandtering/>
- Nord Pool. (2023). *Day-ahead prices*. Retrieved from nordpool: <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/NO/Monthly/?view=chart>
- Nordby, A. S., Lunke, R., & Andersen, R. (2021). *Erfaringsrapport om bruk Kristian Augusts gate 13*. Retrieved from [https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1\\_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf](https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf)
- Norge, S. (n.d.). *Norsk Standard for hulldekker av betong til ombruk – NS 3682*. (Standard Norge) Retrieved August 2023, 4, from <https://standard.no/fagomrader/byggevarer/norsk-standard-for-hulldekker-av-betong-til-ombruk--ns-3682/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2023, 05 23). *Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land - Fugl*. (Norges vassdrags- og energidirektorat, Miljødirektoratet) Retrieved 07 25, 2023, from <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/fugl/>
- Norgesenergi. (2023, 07 12). *Historiske Strømpriser*. (Norgesenergi) Retrieved from <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/>
- Olsen, T. (2022, Juni 17). *Ombruk av masser ga klimapris*. Retrieved from VAnytt: <https://www.vanytt.no/?p=21288>
- Oslo Havn. (2021). *Leirebetongen kommer*. Retrieved from <https://www.oslohavn.no/no/aktuelt/leirebetongen-kommer/>
- Østlandet Gjenvinning. (n.d.). *Gjenvinning*. Retrieved from [https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/\\_gjenvinning/](https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/_gjenvinning/)
- Philips. (2021). *Solar's time to shine*. Philips.
- Plantasjen. (2023). *Mynte - slik dyrker du din egen*. Retrieved from plantasjen.no: <https://www.plantasjen.no/mynte.html>
- Planteportalen. (2023). *Strandkattehale*. Retrieved from planteportalen.no: <https://planteportalen.no/stauder/strandkattehale/>
- Ragnsells. (2022, April 21). *Klorparafinruter blir til nytt glass*. Retrieved from Ragnsells: <https://www.ragnsells.no/om-oss/nyheter-og-presse/artikler/klorparafinruter-nytt-glass/>
- Rehub. (n.d.). Retrieved from <https://www.rehub.no/>
- Resirqel. (n.d.). *Veien til en Sirkulær Ressurssentral*. (Resirqel) Retrieved from <https://www.resirqel.no/nyheter/2021/06/30/2021-7-1-veien-til-en-sirkul-ressurssentral>
- Roede, L. (2023, Januar 21). *Murstein*. (Store Norske Leksikon) Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/murstein>

- Roth Norge. (2023, August 04). *Roth SnowFlex® snøsmelteanlegg*. Retrieved from Roth Norge: <https://www.roth-norge.no/produkter/roth-snowflexr-snesmeltningssystem>
- Ruteretur. (n.d.). *Innsamling og behandling*. Retrieved Juli 12, 2022, from RuteRetur: <https://www.ruteretur.no/om-ruteretur/innsamling-og-behandling/>
- Sadick, A.-M., & Kamardeen, I. (2020). Enhancing employees' performance and well-being with nature exposure embedded office workplace design. *Journal of Building engineering*. Retrieved from [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=7efc970e28b5abda](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=7efc970e28b5abda)
- Salberg, V. M. (n.d.). *Klimavennlig materialbruk*. Retrieved from Enova: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/klimavennlig-materialbruk/>
- Saugstad, K., & Rosvold, K. A. (2022, 05 24). *metalldamplamper*. (Store norske leksikon) Retrieved 07 12, 2023, from <https://snl.no/metalldamplamper>
- Secundo. (n.d.). Retrieved from <https://www.secundo.no/>
- SINTEF. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*. 43.
- SINTEF. (2020, April 14). *Betong er en del av klimaløsningen*. Retrieved from Betong er en del av klimaløsningen: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-betong-er-en-del-av-klimalosningen/>
- Sirkulær Ressurssentral. (n.d.). *Ombygg*. Retrieved from Ombygg: <https://www.ombygg.no/>
- Solberg, J. K. (2023, Januar 24). *Stål*. (Store Norske Leksikon) Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/st%C3%A5l>
- Standard Norge. (2012). *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Yrkesbygninger*. Norsk Standard.
- Statens vegvesen. (2018). *Vegbygging*. Retrieved from <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n200-vegbygging-juli-2018.pdf>
- Sterten, R. (2019). *Gjenbruk av møbler*. Retrieved from NTNU: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Gjenbruk+av+m%C3%B8bler>
- Studio Oslo Landskapsarkitekter. (2023). *Utomhusplan\_datert\_31.03.2023*. Retrieved from [https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan\\_datert\\_31.03.2023&fileSize=9996495](https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan_datert_31.03.2023&fileSize=9996495)
- THEMA Consulting Group. (2013). *Energibruk i kontorbygg*. NVE, 40.
- Thompson, R. (2018). *Gardening for health: a regular dose of gardening*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6334070/#:~:text=Why%20does%20gardening%20seem%20to,positive%20impact%20on%20the%20diet.>
- Thue, J. (2019, Juli 16). *Betong*. (Store Norske Leksikon) Hentet fra <https://snl.no/betong>
- Unicon. (2021, Mai). *Betonggulv med Futurecem til Skur 38 Oslo Havn*. Retrieved from <http://www.unicon.no/om-unicon/nyheter/futurecem-leirebetong-til-skur-38/>
- Utleiepartner. (n.d.). *Arbeidstelt/Lagerhaller*. Retrieved from <https://utleiepartner.no/lagertelt/>
- Veidekke. (n.d.). *Massemottak*. Retrieved from <https://www.veidekke.no/tjenester/geomaterialer/massemottak/>

Xie, Q., Lee, C., Lu, Z., & Yuan, X. (2021). Interactions with artificial water features: A scoping review of health-related outcomes. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204621001547>

# 7. Vedlegg

## 7.1 Begreper og definisjoner

Mange av begrepene knyttet til sirkulærøkonomi blir brukt flytende i dagligtale og krever derfor å bli definert i denne rapporten.

Begrep	Definisjon
Sirkulærøkonomi	Utnyttelse av naturressurser og produkter i så stor grad som mulig, i et kretsløp der minst mulig ressurser går tapt (Miljødirektoratet, 2022).
Ombruk	Bruk av produkter som er blitt brukt til samme formål tidligere. Produktet skal ha minimalt med bearbeiding før det brukes på nytt (Miljødirektoratet, 2022).
Nedsirkulering	Nedbryting av produkter i mindre deler som benyttes i nye produkter med lavere verdi (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019).
Oppsirkulering	Bruk av gamle produkter på en ny måte som forlenger livet og øker verdien av produktet. Ofte som en del av et nytt produkt (Kilvær, Sunde, Eid, Rydningen, & Fjeldheim, 2019).
Gjenbruk	Overordnet begrep som omfatter ombruk, nedsirkulering og oppsirkulering. Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter (Grønn byggallianse, 2019).
Gjenvinning	Utnyttelse av avfallsmaterialer hvor de bearbeides til produkter, materialer eller stoffer som brukes til det opprinnelige formål eller til andre formål (Grønn byggallianse, 2019).
Materialgjenvinning	Alle typer gjenvinning, unntatt energiutnyttelse og opparbeiding av avfall til materialer som skal brukes som brensel (Grønn byggallianse, 2019).
Energigjenvinning	Forbrenning av avfall med utnyttelse av energi (Grønn byggallianse, 2019).

## 7.2 Utregning vannsparing

Det er tatt høyde for målet om 2200 ansatte i forskningsparken, og lagt til grunn at 70% av de ansatte er på jobb i forskningsparken om dagen.

$$\begin{aligned} \text{Effektivt vannforbruk ved ordinære toalett} &= 2200PE \times 70\% \text{ oppmøte} \times 7 \frac{L}{\text{besøk}} \times 2 \frac{\text{besøk}}{\text{dag}} \\ &= 21560 \frac{L}{\text{dag}} \end{aligned}$$

$$\text{Konservativt tall for spart vann} = 21560 \frac{L}{\text{dag}} \times 54\% \text{ besparelse} \times 230 \text{ arbeidsdager} = 2678 \frac{m^3}{\text{år}}$$

$$\text{Årlig innsparing i vannavgifter} = 2678 \frac{m^3}{\text{år}} \times 33,10 \frac{kr}{m^3} = 88641kr$$

Formel 1 Utregninger for sparing av vann



# Gruppe 4: Energiløsninger

Deltagere: Camilla Kvamme, Varg Førland, Uzair Ahmed Shirazi, Izma Ahmad, Nora Lindman, Sturla Bergwitz Saur

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>67</b>
<b>2</b>	<b>Energibesparende tiltak .....</b>	<b>68</b>
2.1	Etterisolering .....	68
2.2	MicroShade .....	69
2.3	Utnyttelse av overskuddsvarme fra serverrom .....	70
2.4	Lønnsomhet .....	72
2.5	Forslag til flere tiltak for energieffektivisering .....	72
<b>3</b>	<b>Innovativ energiløsning .....</b>	<b>73</b>
3.1	Energieffektiv utebelysning .....	73
<b>4</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>78</b>
	<b>Vedlegg .....</b>	<b>79</b>

## Sammendrag

IFE – institutt for Energiteknikk har som mål å kutte energibruken i sin forskningspark med 2 % allerede i 2023. I forbindelse med dette er det utarbeidet en rapport der det blant annet er vurdert kortsiktige og langsiktige tiltak knyttet til energieffektivisering. Tiltak som kan realiseres på kort sikt er å etterisolere eksisterende bygninger, skifte ut vinduer og installere passiv og energieffektiv solskjerming. Utskiftning av vinduer og etterisolering av tak, vegger og gulv kan gi en energibesparelse på ca. 80 %. Passiv solskjerming med MicroShade kan gi en reduksjon i varmetilførsel fra solen på ca. 90 % uten å hindre dagslystilførsel. Dette kan bidra til en reduksjon i kjølebehovet på sommeren og er spesielt nyttig i bygninger med store glassareal. Et tiltak som krever mer langsiktig planlegging er å bruke overskuddsvarme fra serversentral planlagt i forskningsparken, til å dekke varmebehovet i nye bygninger med behov for dette.

Det er også et fokus på innovative og synlige energiløsninger, med vekt på løsninger som aktørene på Kjeller allerede jobber med. Her blir det presentert et konsept for utebelysning som baserer seg på IFE sin forskning, og vil være med på å skape et fornyende uteareal. Hovedmålsetningen med løsningen er omdømmebygging for IFE. Lysene vil ha nærværstyrte sensorer, og automasjon som skaper et trygt og energieffektivt uterom. Utebelysningen vil være utstyrt med egen energiproduksjon som produserer opp mot 89 % av eget forbruk og eksporterer rundt 480 kWh til internt bruk hvert år. Sammenlignet med gamle glødelamper vil nye LED lamper være rundt 98% mer energieffektive, dersom egenprodusert energi og smart styring inkluderes i vurderingen.

# 1 Innledning

Forskningsparken på Kjeller skal bidra i å omforme Kjeller til å bli en innovativ og grønn bydel i Lillestrøm. Med en visjon om å bli Norges mest attraktive teknologi- og forskningspark vil nyskapende og synlige bygninger og utearealer skape et unikt byrom. For å fremme IFE sin forskning og ekspertise innen energi, bærekraft, klima og digitalisering vil det være naturlig at dette reflekteres i IFE og forskningsparken sine egne områder. Dette kan oppnås gjennom en attraktiv og synlig fremvisning av egne fagområder. Under er caseoppgavene som blir besvart i denne rapporten. Fokuset er her å skape en smart og energibesparende forskningspark, som ligger i spydspissen av synlige bærekraftige løsninger.

*"Forskningsparken har som mål å kutte energibruken med 2% allerede i 2023. Hvilke tiltak knyttet til energieffektivisering kan tas i bruk både på kort og lang sikt? Prioriter grad av effektbesparelse opp mot besparelse i kroner og investeringskostnad"*

*"Kan byggene ta i bruk eller vise frem innovative energiløsninger? Vurder særlig energiløsninger som aktørene på Kjeller allerede jobber med."*

I første del av rapporten blir det presentert energireducerende tiltak. Det blir trukket frem både kortsiktige og langsiktige løsninger for å bidra til en reduksjon av energiforbruket til IFE. I andre del av rapporten er det lagt et fokus på innovative energiløsninger. Her er det et stort fokus på IFE sine egne forskningsområder og det vil bli presentert med en synlig og innovativ vri.

## 2 Energibesparende tiltak

I dette kapittelet presenteres løsninger knyttet til energieffektivisering i IFE sine bygninger. Hensikten er å se på energibesparende tiltak som kan iverksettes på kort og lang sikt, med fokus på bygning 5, 15 og 16 i forskningsparken på Kjeller. Kart over forskningsparken med plassering av de aktuelle bygningene er plassert i vedlegg. Videre i kapittelet følger tiltak som er vurdert.

### 2.1 Etterisolering

En kortsiktig og effektiv form for energibesparing er å etterisolere bygninger. I Norge blir det brukt store mengder energi på oppvarming. Etterisolering vil bidra til et redusert oppvarmingsbehov, og dermed mer effektive og bærekraftige bygg. For de eldre bygningene til IFE er det anbefalt å se på kostnads- og effektbesparelsen ved etterisolering av yttervegger, utvendig tak og gulv mot grunn, samt utskiftning av vinduer.

Bygningene til IFE er bygget rundt 1950- til 1980-tallet. For utregning av effektbesparelser, er bygningstekniske verdier valgt med utgangspunkt i kravene fra byggeforskriftene fra 1949. Forbedringen skal tilsvare krav som stilles i TEK17 og NS3701:2012. (byggkvalitet, 2018) (Standard Norge, 2012)

Tabell 1 U-verdier

	Gammel U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Ny U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Overflateareal (m <sup>2</sup> )
<b>Gulv</b>	0.69 (20mm mineralull)	0.18	954
<b>Vegger</b>	1.28 (kompakt mur)	0.22	992
<b>Flattak</b>	0.9	0.18	954
<b>Vindu</b>	3.0	0.8	103

Tabell 2 viser en oversikt over beregninger for effekttap og tilknyttede kostnader for bygningene, før og etter innføring av tiltak. Besparelsene er også presentert. Det er tatt utgangspunkt i en strømpris på 0,8 kr/kWh.

Tabell 2 Effekt- og kostnadsanslag ved etterisolering og utskiftning av vinduer

Fasade	Før tiltak		Etter tiltak		Besparelse per år	
	Energibehov per år [kWh]	Kostnad [kr/år]	Energibehov per år [kWh]	Kostnad [kr/år]	Energi [kWh]	Kostnad [kr]
<b>Gulv</b>	80 700	64 600	21 100	16 800	59 600	47 800
<b>Vegger</b>	155 700	124 600	26 800	21 400	128 900	103 200
<b>Flattak</b>	105 300	84 200	21 100	16 900	84 200	67 300
<b>Vinduer</b>	37 900	30 300	10 100	8 100	27 800	22 200
<b>Sum</b>	<b>379 600</b>	<b>303 700</b>	<b>79 100</b>	<b>63 200</b>	<b>300 500</b>	<b>240 500</b>

Etterisolering av bygninger bygget i henhold til forskrifter fra 1949, slik at de tilfredsstiller kravene i TEK17 og NS3701:2012 vil redusere energibehovet med rundt 80 % (byggkvalitet, 2018) (Standard Norge, 2012). Dette bidrar til en kostnadsbesparelse tilsvarende energibesparelsen på rundt 80 %.

## 2.2 MicroShade

Solskjerming er nødvendig for å oppnå god termisk og visuell komfort og blir vurdert for å redusere energibruken i bygningene til IFE. For solskjerming er det vurdert en transparent vindusfilm som plasseres mellom vindusglassene i 2- og 3- lags vinduer, kalt MicroShade. (MicroShade, u.d.) Dette er en passiv og effektiv løsning for solskjerming og kan blokkere opp mot 92 % av direkte solstråling, mens den slipper inn rundt 80 % av dagslyset. Solskjermingen skjer ved at vinkelen til sola påvirker hvor mye stråling som slipper inn. Når sola står høyt på himmelen vil skjermingen være opptil 92 % og når sola står lavt på himmelen vil skjermingen være rundt 65 %. Dette kan bidra til et lavere kjølebehov på sommeren ved at mindre varmeenergi slipper inn.

Tabell 3 viser en oversikt over solenergi tilført til bygg 5, 15 og 16 i forskningsparken, uten og med solskjerming med MicroShade. Beregningene er gjort for både sommer og vinter. Ved etterisolering av vegger, tak og gulv, samt utskiftning av vinduer for å forbedre U-verdiene, vil bygningene holde bedre på varmen. Det kan resultere i et større kjølebehov i perioder med mye solinnstråling. I slike perioder vil MicroShade bidra til et lavere kjølebehov ved at mindre varmeenergi slipper inn. Dagslyset når fremdeles bygningene og energibehovet knyttet til kunstig belysning holdes lavere enn ved ordinær solskjerming.

Tabell 3 Solenergi til bygg 5, 15 og 16

	Solenergi uten skjerming [kWh]	Solenergi med MicroShade [kWh]
<b>Sommer (juni - august)</b>	19 000	1 521
<b>Vinter (november - januar)</b>	1 270	444

### 2.2.1 Kostnadsanslag

For bygg 5, 15 og 16 vil MicroShade-solskjerming gi en beregnet kostnad på ca. 527.000 kr for investering og vedlikehold i løpet av en beregningsperiode på 15 år. Levetiden er forventet til 30 år. Til sammenligning vil kostnader knyttet til investering og vedlikehold av utvendige screens være på rundt 1.335.000 kr. Solskjermingseffekten er tilsvarende lik med begge løsningene, og MicroShade kan derfor vurderes til å være en mer lønnsom investering.

Tabell 4 Kostnadsanslag for MicroShade og utvendige screens

	Investering [kr]	Årlige vedlikeholds-kostnader [kr]	Beregningsperiode [år]	Kostnad over beregningsperiode [kr]
<b>MicroShade</b>	412000	10300	15	526 519
<b>Utvendige screens, motoriserte</b>	762200	51500	15	1 334 797

## 2.3 Utnyttelse av overskuddsvarme fra serverrom

### 2.3.1 Bakgrunn

IFE har et ønske om å implementere et serverrom tilknyttet bygg 5, 15 og 16. Serverne produserer varme og det medfører et kjølebehov. For å redusere energibruken knyttet til kjøling av servere er det tenkt at overskuddsvarmen fra serverne kan benyttes til områder med varmebehov i nærliggende bygninger i forskningsparken. Fordelen med å hente varme fra serverne er at det er en stabil energikilde med jevn temperatur. I tillegg vil de produsere mye varme og kreve et stort energiforbruk knyttet til kjøling. Energibruken kan reduseres ved å hente ut varmen og bruke denne ved nødvendige oppvarmingsposter.

For best mulig utnyttelse av overskuddsvarmen anbefales det å bruke en varmepumpe. Hensikten med denne er å føre overskuddsvarmen fra serverrommet til kretser med varmebehov. En kjølekrets henter ut varme fra serverrommet og gjennom en varmeveksler vil varmen bli overført til en varmekrets. Varmekretsen distribuerer varmen videre til oppvarmingsposter. Varmepumpen kan installeres mellom en varmeveksler til vannbåren kjølekrets og en varmeveksler til vannbåren varmekrets. Siden systemet utnytter de termiske omgivelsene, gir dette billigere energi.

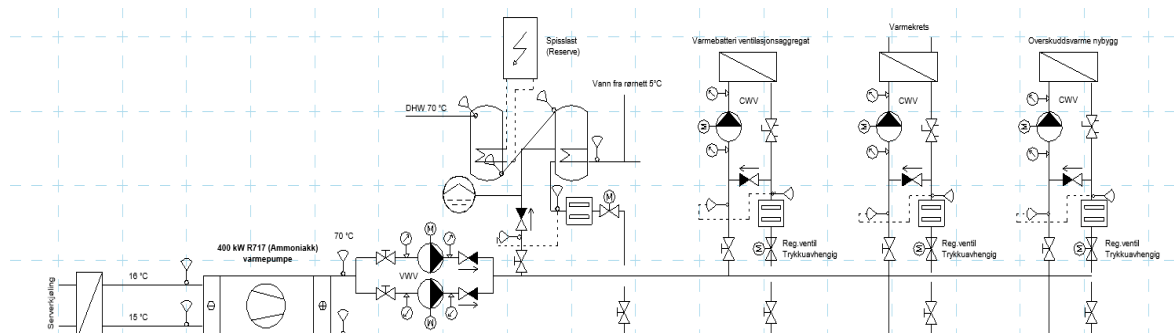
### 2.3.2 Varmekrets

Varmekretsen skal distribuere overskuddsvarmen fra serverrommet for å dekke oppvarmingsbehovet til bygningen den ligger i og til en annen krets som går videre til nybyggene for utnyttelse av resterende overskuddsvarme.

Se figur 1 for mulig systemskjema til løsningen. Vann til varmtvannsberedere forvarmes med overskuddsvarmen etter gjennomgang i varmepumpen. Ytterligere oppvarming til ønsket temperatur kan dekkes av eksempelvis el-kolber. Det er anbefalt med en reserveløsning som kan dekke hele oppvarmingsbehovet ved eventuelle feil eller ved vedlikehold.

Eksisterende bygg 5, 15 og 16 har tilknytning til anlegget og her kan det installeres et varmebatteri i ventilasjonsaggregatet. Denne plasseres mellom varmegjenvinneren og det eksisterende varmebatteriet. Ved hjelp av smart styring, og temperatursensorer ved varmebatteriene, vil det gamle varmebatteriet kun brukes til ettervarming av luften dersom overskuddsvarmen ikke er tilstrekkelig. Overskuddsvarmen vil fungere som grunnlast, med en supplerende energikilde for de tilfeller der behovet oppstår.

Figur 30 Systemskjema



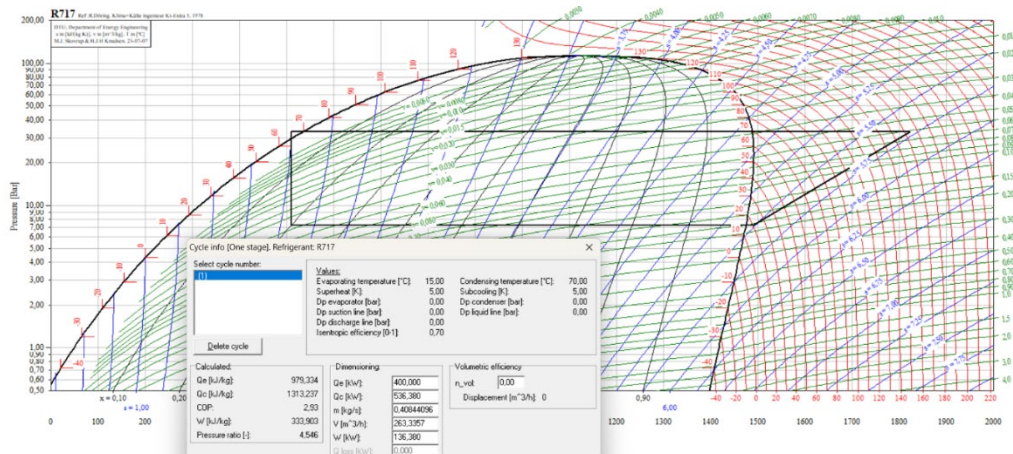
### 2.3.3 Dimensjonering av varmepumpe

Det antas at rommet blir 12 m langt og 12 m bredt, med en etasjehøyde på 3 m. Basert på erfaringstall, skal det være 1,2 m avstand fra server til vegg og 0,6 m mellom hver server. Serverne er 2 m høye, 1,2 m lange og 0,6 m brede. Det gir plass til 5 rader med 8 servere per rad, totalt 40 servere. Erfaringstall tilsier et kjølebehov på 10 kW per server, som gir et samlet kjølebehov på 400 kW. På et år tilsvarer dette 3 504 000 kWh.

For å optimalisere driften av en varmepumpe anbefales det å dimensjonere den basert på kjølebehovet. Her gir det en varmepumpe på 400 kW dimensjonert for 100 % effektdekningsgrad. På denne måten reduseres start/stopp og dellastoperasjon. Dette bidrar til en høyere virkningsgrad og levetid for varmepumpen. I videre beregninger er fordampningstemperaturen satt til 15°C og kondenseringstemperaturen til 70°C.

Varmebehov til tappevann antas som jevnt, og vil over ett år utgjøre 8 685 kWh (THEMA Consulting Group, 2013) for de tre byggene. Planlagt varmepumpe er testet i programvaren CoolPack med ulike naturlige kuldemedier. Ammoniakk har kommet best ut med COP tilsvarende 2,93, og kan vurderes som kuldemedium til anbefalt system, se Figur 2. Med en stabil temperatur i serverrommet gir det en kondenseringsvarme på 536,38 kW. På et år tilsvarer dette 4 698 689 kWh.

Figur 31 Ytelsen til en varmepumpe med Ammoniakk som kuldemedium



### 2.3.4 Besparelser

For å redusere kostnadene knyttet til utbygging av anlegget er det anbefalt å koble det til de nye bygningene. Tilknytning til eksisterende bygninger kan føre til mer arbeid og økte kostnader, da eksisterende bygg og installasjoner må tas hensyn til. Tatt i betraktning at planlagt ny bebyggelse er ca. 65 240 m<sup>2</sup>, mens dagens bebyggelse utgjør ca. 16 300 m<sup>2</sup>, er det sannsynlig at all overskuddsvarmen fra serveranlegget kan utnyttes. (IFE - institutt for energiteknikk, 2023)

For forenklet beregning er det sett bort ifra varmebehov til bygningen serverrommet er plassert i, samt strømforbruk knyttet til kompressormotoren. Det resulterer i 3 014 269 kWh overskuddsvarme årlig til de nye bygningene.

## 2.4 Lønnsomhet

Lønnsomheten til de valgte tiltakene er vurdert. Tabell 5 viser en oversikt over tiltakene med forventet investeringskostnad, levetid, energibehov og -besparelse. Årskostnaden til hvert enkelt tiltak er beregnet. Det innebærer at alle forventede inn- og utbetalinger regnes om til like store årlige beløp. En positiv årskostnad betyr at investeringen er lønnsom. Det er tatt utgangspunkt i en gjennomsnittsstrømpris på 0,8 kr/kWh.

Alle tiltak med unntak av utskiftning av vinduer har positive årskostnader og er lønnsomme. Utskiftning av vinduene har en større kostnad enn gevinst. Likevel står vinduer for et stort varmetap og det kan være anbefalt å gjennomføre dette tiltaket når tiltakspakken kombinert gir en positiv årskostnad.

Tabell 5 Lønnsomhetsberegning

Tiltak	Investering kr	Levetid år	Energibehov/år		Energibesparelse/år		Årskostnad kr
			Før tiltak kWh	Etter tiltak kWh	kWh	kr	
Etterisolere tak	515000	40	105300	21100	84200	67360	41340
Etterisolere vegger	445000	40	155700	26800	128900	103120	80637
Etterisolere gulv	445000	40	80700	21100	59600	47680	25197
Utskiftning av vinduer	515000	30	37900	10100	27800	22240	-7543
MicroShade	412000	30	40540	3930	36610	29288	5462
Serverkjøling	2672087	25	-	-	3014269	2411415	2240370
SUM	5004087		420140	83030	3351379	2681103	2385464

## 2.5 Forslag til flere tiltak for energieffektivisering

I rapporten er etterisolering av yttervegger, tak og gulv, utskiftning av vinduer, solskjerming med MicroShade og serverkjøling presentert som tiltak for energieffektivisering i bygningene til IFE.

Andre tiltak for ytterligere energieffektivisering er automatiserte løsninger. En mulighet er å legge om fra konstant til behovsstyrt ventilasjon og installere sensorer som varierer luftmengden basert på tilstedeværelse, CO<sub>2</sub> nivå og temperaturer. En annen mulighet er å legge inn sensorer og bruke lys og temperatur til å styre belysning og solskjerming. Varmetilførselen kan også styres ved bruk av automatiserte styringsmetoder. Dette kan kombineres med et automasjonssystem som styrer, feilsøker, kommer med forslag til utbedringer og selv reparerer feil som oppstår. I tillegg til energibesparelser, gir automatisering av prosesser og tilkobling av systemer opp mot hverandre både sikrere og mer effektiv drift.

Ved et stort varme- eller kjølebehov kan investering i en brønnpark bestående av varme og kalde brønner være et alternativ. Det er en stabil energikilde og gir mulighet til å hente ut den energimengden det er behov for. Det er også mulighet til å bruke frikjøling med snø, dersom det er tilstrekkelig plass for opprettelse av et oppsamlingsområde for snø.

For å øke andelen egenprodusert fornybar elektrisitet kan det installeres solceller på flate tak. Lønnsomheten vil avhenge av faktorer som snøforhold, sollys og behovet for elektrisitet. Men dette er et fint tiltak for å sikre mer fornybar energi til bygningene.



## 3 Innovativ energiløsning

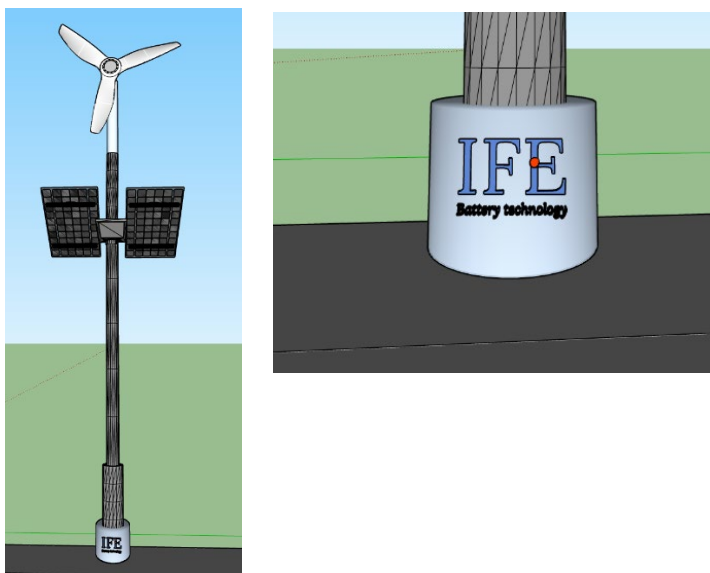
For å besvare caseoppgave 2, vil det bli presentert en innovativ energiløsning i form av utebelysning. Hensikten er å presentere et konsept som baserer seg på forskningsområdene som aktørene på Kjeller jobber med. Dette inkluderer solenergi, batterier og vindkraft.

### 3.1 Energieffektiv utebelysning

Gatelykter er store og lyssterke lyskilder som krever mye energi i drift. Dette gjelder spesielt utebelysning som hverken reguleres eller bruker energieffektive lyskilder. Forslaget går ut på å implementere et hybrid utebelysningssystem, som kombinerer energieffektiv belysning og smart styringsteknologi. Hovedmålsetningen med denne løsningen er omdømmebygging, og å gi IFE sine forskningsområder en fremtredende rolle i hverdagen og lokalsamfunnet.

Systemet vil i stor grad være selvforsynt av sol- og vindenergi. To solcellepaneler og en vindturbin er festet til hver armatur og den lagrer restenergi i en batteribank som er plassert på bakkeplan, se Figur 3. Systemet er koblet til strømmettet for å sikre belysning på de mørkeste dagene. Restenergi som ikke får lagringsplass i batteriene på sommeren, kan brukes internt på Kjeller. Dette sikrer også god batterihelse og et levedyktig system. I tillegg vil systemet fungere med nærværstyrte belysning som dimmer lyset og sparer energi når det ikke er mennesker i nærrområde. Systemet er en innovativ og synlig løsning som viser frem IFE sine egne fagområder innen sol-, vind- og batteriteknologi, og er med på å redusere energibruken i forskningsparken.

I kartleggingen av nåværende og fremtidig utebelysning på Kjeller er det hovedsakelig tre gater i fokus; Energiaksen, Mila aksen og Teknologiaksen. Disse antas å være hovedområdene der det er relevant å implementere det nye systemet. Disse gatene er og vil være bindeleddet mellom viktige områder i det nåværende og fremtidige landskapet i forskningsparken. Det nye systemet vil være med å skape et trygt, bærekraftig og innovativt uteområde på Kjeller. En mulighet for å reklamere for forskningsparken, kan være å implementere systemet i nærrområder som Lillestrøm sentrum.



Figur 32 Foreslått modell for gatelykter med vindturbin, solceller og batteri

### 3.1.1 Lastanalyse og energiproduksjon

For å bestemme størrelsen på solceller, vindturbin og batterier er det nødvendig å kartlegge lyktestolpenes forventede energibruk før og etter implementering av LED-lys. Beregninger før implementering er basert på at energikilden er glødelamper fra 1950- til -60-tallet, med en forventet effekt på 400 W. Gatelyktene antas å være påskrudd fra solnedgang til soloppgang uten dimmefunksjon. Det antas at LED-lampene som blir installert har en effekt på 35 W. Tabell 6 viser samlet energiforbruk i løpet av et år for glødelamper og LED-lys.

Tabell 6 Årlig energiforbruk for glødelampe og LED-lys

	Glødelampe 400 W	LED-lys 35 W
<b>Årlig energiforbruk [kWh]</b>	1 695	148

Innstrålings- og vinddata hentet fra EU PVGIS, i form av Typical Meteorological Year data (European Commission , u.d.). TMY data vil gi et realistisk bilde av hvordan et typisk år på Kjeller vil kunne se ut. Antall solcellepaneler settes til to per armatur. Vindturbinen foreslås å ha diameter på 1,2 meter, slik at hver turbin produserer 75,53 kWh i året.

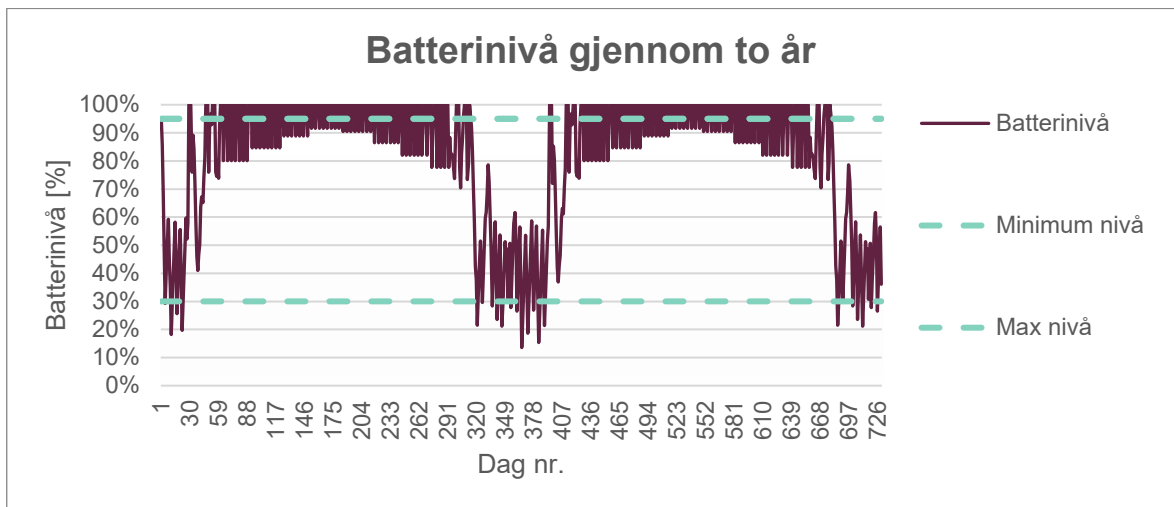
Størrelsen på batteribanken og paneltype velges med hensyn til energibehovet, pris og størrelse. Valgt solcellepanel for beregninger er REC Alpha Pure R Series. Det er også mulig å bruke solcellepanel som IFE selv forsker på, for eksempel tosidige solceller. Fra høsten 2023 er det forventet at IFE vil produsere egne batterier. Disse kan potensielt tilpasses og justeres til å passe lyktestolpene. Det er antatt at hver lyktestolpe vil være utstyrt med IFE sine batterier, med en kapasitet på 20Ah og 12V, og dimensjoner på ca. 120x200x30 mm. Det er planlagt ni batterier per armatur, som resulterer i en kapasitet på 180 Ah.

Basert på overnevnte forutsetninger er forventet ytelse av systemet for en enkelt lampe beregnet. Tabell 7 viser egenprodusert energi som brukes av lyktestolpene og som eksporteres, i tillegg til kjøpt strøm fra strømmettet. Det vil være et kontrollsystem som styrer energiflyten i systemet. Denne jobber blant annet med å holde batterinivået over 30% og helst under 100%. Figur 4 viser batterinivået i en batteribank gjennom to år med normale værforhold.

Tabell 7 Egenprodusert energi til bruk og eksport, og kjøpt strøm fra strømmettet

	Egenprodusert, intern bruk	Egenprodusert, eksport	Kjøpt strøm fra strømmettet
<b>Strøm [kWh]</b>	480	520	66

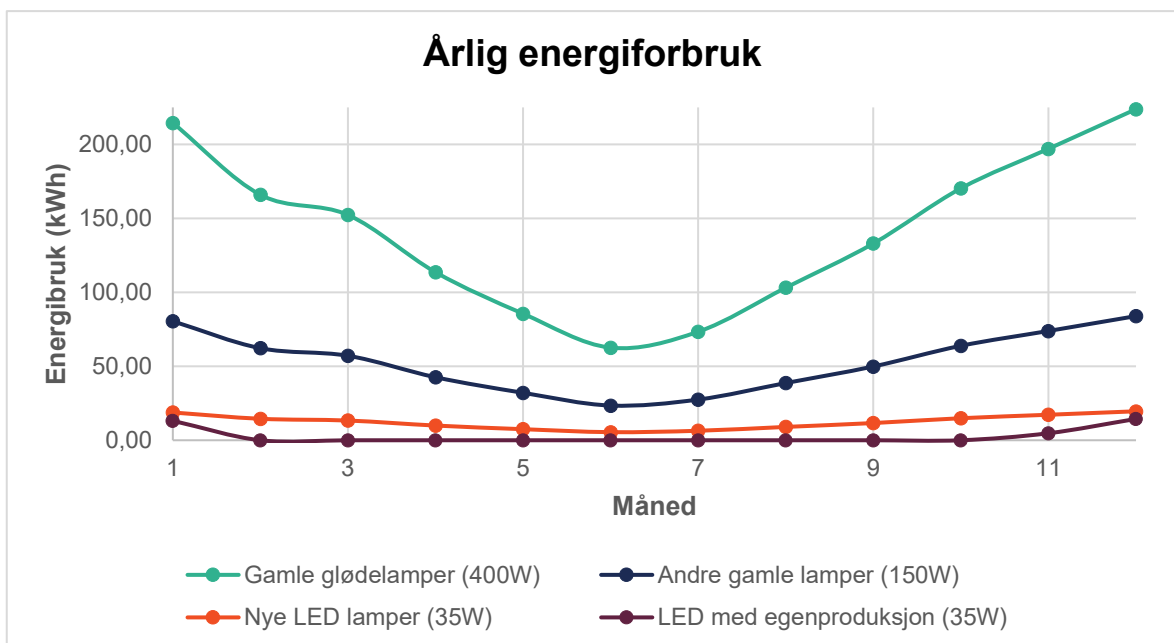
Figur 33 Forventet batterinivå over to år



Det er nødvendig å hente strøm fra strømmettet i vintermånedene med lite energiproduksjon. Andre deler av året vil det være mulig å eksportere overskuddet av produksjonen. Denne kan eksporteres enten internt hos IFE, eller selges til strømmettet. Med planlagt systemstørrelse vil hver lykt dekke opp mot 89% av eget forbruk, og eksportere rundt 237 kWh til internt bruk på IFE.

Med utgangspunkt i at den nåværende belysningsformen består av glødepærer, er det forventet en reduksjon i energiforbruket på 91% ved å bytte disse ut med LED-pærer (Hofstad, 2021) (Saugstad & Rosvold, 2022). Figur 5 viser årlig energiforbruk for en gatelykt, med ulike forutsetninger lagt til grunn. LED-pærer vil bruke betydelig mindre strøm enn eldre løsninger. Kombinert med egenproduksjon av elektrisitet er det forventet en besparelse rundt 1800 kr årlig per lampe. Reduksjonen i importert strøm fra strømmettet i forhold til en gammel glødepære forventes å være rundt 98%, og mellom februar og oktober er hele energiforbruket dekket med egenproduksjon. Forventet årlig strømimport for en LED-lykt med egenproduksjon av elektrisitet er på 23,5 kWh og for en glødepære på 1695,2 kWh. Energi- og kostnadsanslag gjelder per lykt og summen avhenger av antall gatelykter som skal installeres og erstattes.

Figur 34 Årlig energiforbruk for utebelysning



### 3.1.2 Automasjonssystem

En mulig løsning for å redusere energibruken ytterligere, er å ta i bruk et smart styresystem som bruker sensorer og regulerer lysnivåene til gatelyktene. På natten har man ikke behov for at lysnivået skal stå på maks da få personer beveger seg utendørs i dette tidsrommet. Likevel ønsker man ikke at gatelyktene skal være avslått da dette kan føre til utrygghet. Et smart styresystem kan tilpasses slik at det er satt til et bestemt lysnivå frem til en person registreres av en sensor. Et signal vil da bli sendt til et bestemt antall gatelykter fremfor og bak personen. Disse gatelyktene vil justeres til maksimalt belyningsnivå slik at veien foran og bak personen blir lyst opp. Lyset dimmes så ned igjen til et bestemt lysnivå. Fagerhult har en slik løsning der nærværstetektingen gjøres med en PIR-sensor, og armaturene kommuniserer via en radioprotokoll (6LoWPAN 868,3 MHz) (Fagerhult, 2023).

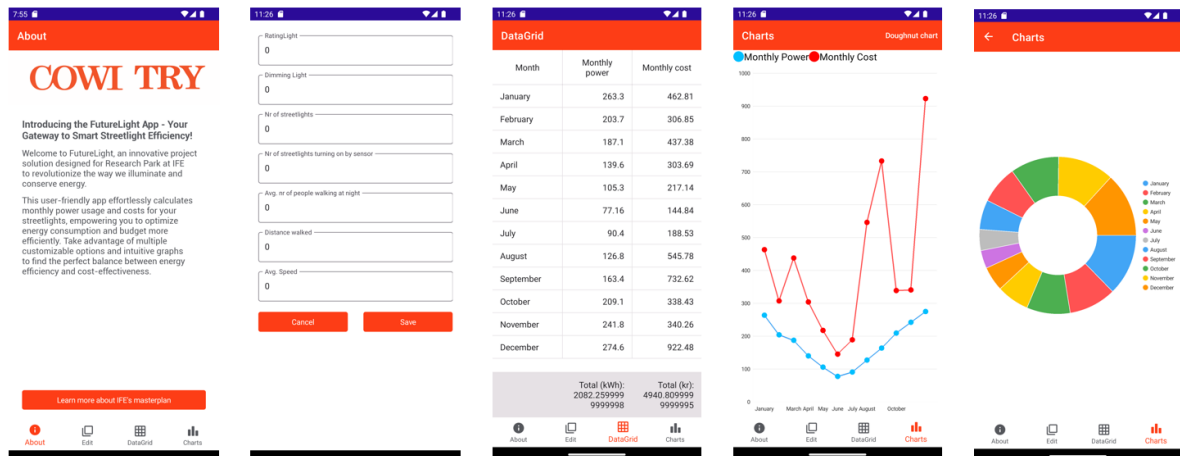


Figur 35 Regulering av gatelykter

For å beregne kostnadene er strømprisene i 2022 brukt, uten hensyn til strømstøtte (Norgesenergi, 2023). Det er gått ut fra at det registreres 5 personer som går hver natt, med en gjennomsnittlig hastighet på 3,312 km/h. Det er 20 lyktestolper som er plassert over 200 meter, og standardnivå er satt til 30% av det maksimale lysnivået. Ved å ta i bruk smartsystemet vil man kunne spare 30% mer strøm hvert år.

### 3.1.3 Interaktiv applikasjon

Det er utviklet en brukervennlig app som gjør det enkelt å se produksjon, informasjon, samt beregne strømforbruk og kostnader knyttet til belysning. For å skape større interesse knyttet til teknologien IFE jobber med, skal appen være tilgjengelig for alle. Ved å justere parametere som påvirker forbruket, kan brukere få mer nøyaktige beregninger av strøm og utgifter. Dette vil lære brukere om viktigheten av miljøvennlige og økonomisk gunstige valg. Det er mulig å utvikle appen videre og for eksempel legge til informasjon om IFE's forskning. Appen kan utvides slik at den regner ut forbruk ved bruk av solenergi og vindenergi for å drive lyktestolpene. I tillegg kan appen integreres i et Touchpanel, strategisk plassert ved gatelysene, slik at forbipasserende kan lese og beregne relevant informasjon om energiforbruket og IFE parken. Dette kan da fremme bevisstheten om bærekraftig belysning og motivere gående til å ta del i en mer miljøvennlig fremtid.



Figur 36 Skjermbilder av funksjonalitetene til applikasjonen

### 3.1.4 Diskusjon

Rent teknisk vil det være noen utfordringer ved implementering av systemet. Vær og vind vil påvirke både produksjon og slitasje av vind- og solsystemet. Man vil kunne oppleve snødekke på solcellepanelene om vinteren, men med gode vedlikeholdsrutiner og den bratte vinkelen vil ikke dette være et stort problem. Snø og kulde vil også kunne bidra til økt prestasjon fra solcellene, ettersom kulde er bra for panelet og snø vil bidra til økt refleksjon og innstråling. Det kalde været på vinteren vil også være med å svekke batterienes kapasitet. Det vil derfor være viktig å isolere batteribanken, og vurdere behovet for oppvarming. I tillegg er noen av byggene på Kjeller relativt høye. Dette kan føre til utfordringer knyttet til skyggelegging av solcellepanelene. Risikoen er særlig stor om vinteren, ettersom solen står lavt på himmelen.

Når det gjelder vindturbinene vil de vanlige ulempene også gjelde i dette tilfelle. Det vil kunne være skadelig for lokalt fugleliv med mindre bladene er tydelig markert (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2023) (Hellem-Hansen, 2021). I tillegg vil man kunne oppleve støy basert på hvilken vindturbin som er valgt. Det vil være hensiktsmessig å vurdere alternativer som vertikale vindturbiner og andre løsninger som kan bidra til mindre støy, og være en mindre trussel for lokalt dyreliv. Som med mange andre fornybare energikilder vil investeringskostnaden være relativt høy i forhold til påliteligheten til systemet, men med hybridløsningen som er foreslått vil man kunne oppnå et pålitelig system som tjener inn store deler av sin egen initiale investering.

I flere deler av Spania har Philips installert off-grid solcelle gatelys med autonome dimmelys (Philips, 2021). Om IFE tar i bruk det foreslåtte konseptet er dette en mulig til å ta del i et voksende marked, og være med å utvikle og teste nye løsninger innenfor fornybar belysning.

## 4 Referanser

- Antec. (n.d.). *Opplev Antec's teknologi*. Retrieved August 04., 2023, from <https://www.antecebiogas.com/no/produkt>
- Asplan Viak. (2023). *Overvann som ressurs*. Retrieved from [asplanviak.no: https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/](https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/)
- Aurstad, J. (2019). *Litt om asfalt og asfaltbindemidler*. (Statens vegvesen) Retrieved from Statens vegvesen Vegdirektoratet: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/teknologi/nov-2019-intensivkurs-i-vegteknologi/5-litt-om-asfalt-og-asfaltbindemidler-joralf-aurstad.pdf>
- Avd. Strategi og analyse. (2021, juni 16). *Klimastrategi for Lillestrøm Kommune*. Retrieved from Lillestrøm Kommune: [https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11\\_klimastrategi\\_for\\_lillestrom\\_print.pdf](https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11_klimastrategi_for_lillestrom_print.pdf)
- Bakke, S., Kristensen, K. K., & Stavseng, I. E. (2023, Mai). *Hulldekker av betong til ombruk*. Retrieved from <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3079350/no.ntnu%3Ainspera%3A146719958%3A21892384.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Beck, T., & Kjellmark, G. (2022). *Sirkulærøkonomi for betong*, Norsk Betongforening. Hentet fra <https://betong.net/wp-content/uploads/20221216-Rapport-10-formatert-08.03.pdf>
- byggkvalitet, D. f. (2018, Januar 1). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. (Dibk) Retrieved August 2, 2023, from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3>
- Bjørshheim, K. (2021). *Byggematerialer av halm, jord og leire tar opp kampen med massivtre og betong*. Retrieved from <https://www.tu.no/artikler/byggematerialer-av-halm-jord-og-leire-tar-opp-kampen-med-massivtre-og-betong/510397>
- Dahle, M. H. (2023). *Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen*. Retrieved from Kunnskapsarena: <https://paadriv.notion.site/Nasjonal-kunnskapsarena-for-ombruk-i-byggebransjen-92b0b510ccd64971a0bd158d1f2bbc02>
- DIBK. (2018, Mai 23). *Bytte vinduer?* Hentet fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/bytte-vinduer-velg-vinduer-som-gir-deg-lys-og-varme>
- EAPA. (2023). *Advantages of Asphalt*. Retrieved from [eapa.org: https://eapa.org/advantages-of-asphalt/](https://eapa.org/advantages-of-asphalt/)
- European Commission . (n.d.). *PVGIS typical meteorological year (TMY) generator*. (EU Science Hub) Retrieved 07 12, 2023, from [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator_en)
- Fagerhult. (2023, 07 12). *CITYGRID Slik fungerer det*. (Fagerhult) Retrieved from <https://www.fagerhult.com/no/lysstyring/citygrid/slik-fungerer-det/>
- Fjeldheim, H., Hashem, S. M., Nordby, A. S., & Sørnes, K. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*, SINTEF. Retrieved from [https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger\\_ved\\_ombruk\\_av\\_byggematerialer](https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger_ved_ombruk_av_byggematerialer)
- Flaskefond. (2019, Mars 26). *Flyter det av plastflasker på jobben din? Nå vil NTNU-studenter redde verden med disse*. (Medium) Retrieved from <https://medium.com/@flaskefond/flyter-det-av-plastflasker-p%C3%A5-jobben-din-n%C3%A5-vil-ntnu-studenter-redde-verden-med-disse-4f69658ef1a0>

- Geiger, V. (n.d.). *Plastiglomerate*. Retrieved Juli 28, 2023, from Benjamin Wells:  
<https://benjaminwells.eu/brick-bench>
- Grønn byggallianse. (2019). *Tenk deg om før du river*.
- Grønn Byggallianse, Context AS. (2017, Juni). *Grønn Materialguide*. Retrieved from  
<https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Gronn-Materialeguide-V2.pdf>
- Gulli, T., Dunham, K. K., Kleppestrø, B., & Kraft, I. B. (2023, Juli 5). *Bærum Ressursbank*. Retrieved from Bærum Kommune: <https://www.baerum.kommune.no/ressursbank/>
- Haanæs, Ø. R. (2021, Juni 3). *forskning.no*. Retrieved from <https://forskning.no/bygningsmaterialer-de-regionale-forskningsfondene-oslo/hva-ma-til-for-at-byggebransjen-i-oslo-skal-bygge-nye-bygg-med-deler-fra-en-gammel-leilighet/1866068>
- Hagen, A. (n.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Retrieved from  
<https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Hamburg Wasser . (n.d.). *Rethinking waste water*. Retrieved August 01, 2023, from [https://www-hamburgwasser-de.translate.goog/umwelt/vorsorge/hamburg-water-cycle?\\_x\\_tr\\_sl=auto&\\_x\\_tr\\_tl=en&\\_x\\_tr\\_hl=da](https://www-hamburgwasser-de.translate.goog/umwelt/vorsorge/hamburg-water-cycle?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=da)
- Heistad, A. (2021). *Avløp i spredt bebyggelse og kildeseparerte systmer*.
- Hellem-Hansen, V. L. (2021, 04 10). *Enorm respons etter at norske forskere tok fram svartmalingen*. (NRK) Retrieved 07 25, 2023, from [https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-\\_vil-ha-tiltak-na-1.15340057](https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-_vil-ha-tiltak-na-1.15340057)
- Hofstad, K. (2021, 03 8). *glødelampe*. (Store norske leksikon (2005 - 2007)) Retrieved 07 12, 2023, from <https://snl.no/gl%C3%B8delampe>
- Yang, F. R., & Chen, C.-H. V. (2023). Having fun! The role of workplace fun in enhancing employees' creative behaviors in Chinese work settings. Retrieved from  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023018042>
- IFE - institutt for energiteknikk. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved August 1, 2023, from [https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (2022). *Sustainability Report*. Retrieved from <https://ife.no/wp-content/uploads/2023/06/ife-baerekraftsrapport.pdf>
- IFE. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved from  
[https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (n.d.). *IFE sin historie*. Retrieved from IFE: <https://ife.no/om-ife/ife-sin-historie/>
- Infinitum. (n.d.). *Pant for serveringssteder, som puber og restauranter*. Retrieved from  
<https://infinitum.no/bedrift-pub-restaurant-servering/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023a). *Forskning og tjenester*. Retrieved from ife.no: <https://ife.no/fagomrader/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023b). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Retrieved from  
[https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- Institutt for Energiteknikk. (2023c). *Volum- og funksjonsanalyse*. Retrieved from  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358885.PDF?fileName=007%20Volum-%20og%20funksjonsanalyse&fileSize=110647007>

- Iversen, H. (n.d.). *Grønt lys for Sirkulær Ressursentral på Økern*. Retrieved from Resirqel:  
<https://www.resirqel.no/nyheter/2022/06/13/2022-6-13-grmt-lys-for-sirkulr-ressursentral-p-kern>
- Kilvær, L., Sunde, O. W., Eid, M. S., Rydningen, O., & Fjeldheim, H. (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer. DiBK FoU-prosjekt*. Retrieved from [https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer\\_resirqel-2019.pdf](https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf)
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Byrom - en idehåndbok*. Retrieved from [https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcdbbd92a/byrom\\_idehandbok.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcdbbd92a/byrom_idehandbok.pdf)
- Kron, M., Plessner, T., Risholt, B., Stråby, K., & Thunshelle, K. (2022). *Ombruk av byggevarer. Veileder for dokumentasjon av ytelser*. (SINTEF) Retrieved from [https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk\\_av\\_byggematerialer\\_veileder\\_for\\_dokumentasjon\\_av\\_ytelser](https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk_av_byggematerialer_veileder_for_dokumentasjon_av_ytelser)
- Leland, B. N. (2008, Mars). *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. (Rådgivende Ingeniørers Forening) Retrieved from [https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26\\_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf](https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Projektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf)
- Lillestrøm kommune. (n.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Retrieved from Lillestrøm kommune: <https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Lillestrøm kommune. (n.d.). *Hvordan kildesortere?* Retrieved from <https://www.lillestrom.kommune.no/avfall-og-gjenvinning/hvordan-kildesortere/>
- Lindah, H. (2014, Juni 24). *Kompostering av matavfall*. (Fremtiden i våre hender) Retrieved from Framtiden i våre hender: <https://www.framtiden.no/tips/kompostering-av-matavfall>
- Lyshoel, F. B. (2020, Desember). *Overvann fra tak som innsatsfaktor i vannforbruk: En casestudie av et planlagt næringsbygg*. Retrieved from <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2726507>
- Loopfront. (n.d.). Retrieved from <https://www.loopfront.com/>
- Lovdata. (2022). *Forskrift om endring i forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk)*. Lovdata.
- Lovell, R., Husk, K., Bethel, A., & Garside, R. (2014). What are the health and well-being impacts of community gardening for adults and children: a mixed method systematic review protocol. *Environmental Evidence*. Retrieved from <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2047-2382-3-20>
- Mathisen, G. (2016). *Asfalterer veien med tre*. Retrieved from Forskning.no: <https://forskning.no/mineralogi-petrologi-geokjemi-bil-og-trafikk-skog/asfalterer-veien-med-tre/439953>
- MicroShade. (n.d.). *Redefining Solar Shading*. Retrieved from <https://microshade.com/>
- Miljødirektoratet. (2014). *Håndtering av farlig avfall*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M284/M284.pdf>
- Miljødirektoratet. (2022, 11 22). *Sirkulær økonomi*. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- MøbelMeglerne. (n.d.). Retrieved from <https://mobelmeglerne.no/>
- Mørk, C., & Strømøy, E. K. (2021, Mai 4). *Bruker avfallsleire i keramikk*. (Multiconsult) Retrieved from Multiconsult: <https://www.multiconsult.no/bruker-avfallsleire-i-keramikk/>
- Movement. (u.d.). Hentet fra <https://www.movement.as/>



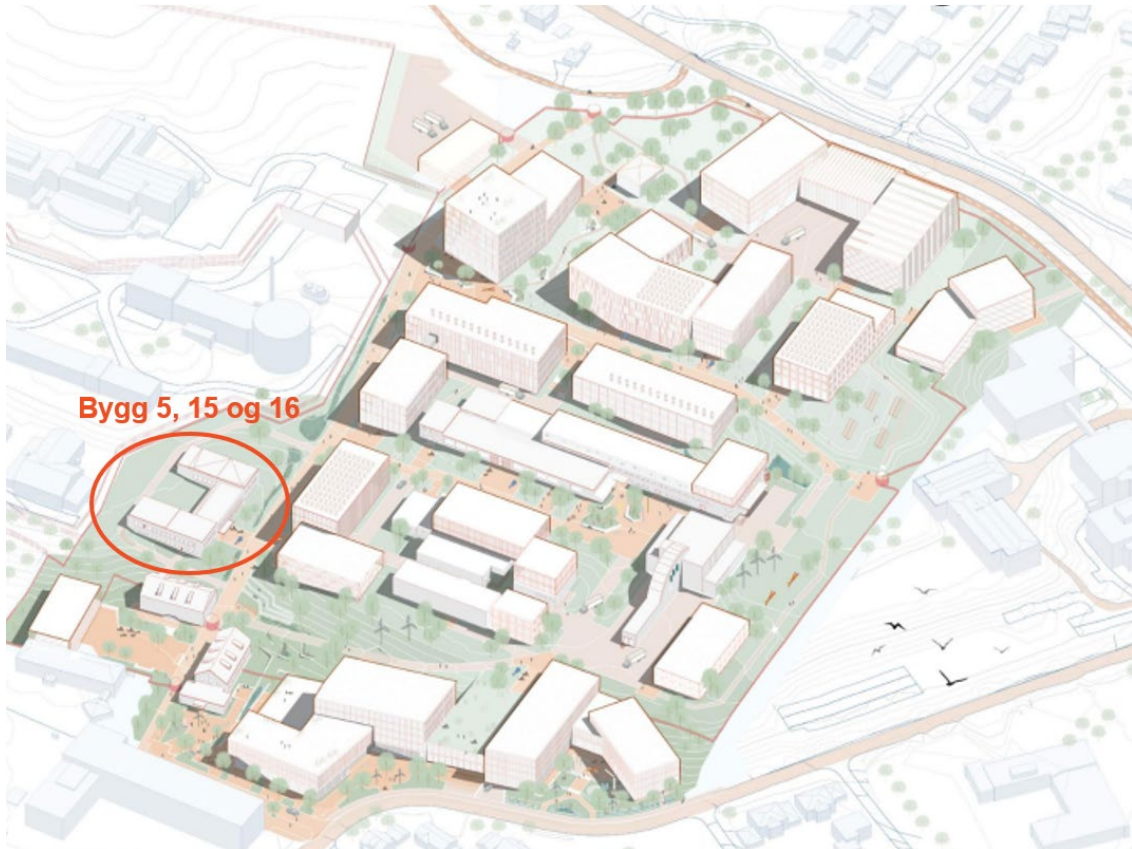
- Multiconsult. (2022, August 31). *IFE Forsknings- og teknologipark Kjeller - Geotekniske grunnundersøkelser*. Retrieved from Lillestrøm kommune:  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358887.PDF?fileName=009%20Datarapport%20Geotekniske%20grunnunders%C3%B8kelser&fileSize=14856211>
- Multiconsult. (2022, November 28). *IFE forsknings- og teknologipark Kjeller - Overordnet tiltaksplan - forurenset grunn*. Retrieved from Lillestrøm kommune:  
<https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358893.PDF?fileName=015%20Overordnet%20tiltaksplan%20-%20forurenset%20grunn%20og%20milj%C3%B8teknisk%20grunnunders%C3%B8kelse&fileSize=17916594>
- NOMAS. (n.d.). *Massehåndtering*. Retrieved from <https://nomas.no/vare-produkter/massehandtering/>
- Nord Pool. (2023). *Day-ahead prices*. Retrieved from nordpool: <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/NO/Monthly/?view=chart>
- Nordby, A. S., Lunke, R., & Andersen, R. (2021). *Erfaringsrapport om bruk Kristian Augusts gate 13*. Retrieved from [https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1\\_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf](https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf)
- Norge, S. (n.d.). *Norsk Standard for hulldekker av betong til ombruk – NS 3682*. (Standard Norge) Retrieved August 2023, 4, from <https://standard.no/fagomrader/byggevarer/norsk-standard-for-hulldekker-av-betong-til-ombruk--ns-3682/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2023, 05 23). *Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land - Fugl*. (Norges vassdrags- og energidirektorat, Miljødirektoratet) Retrieved 07 25, 2023, from <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/fugl/>
- Norgesenergi. (2023, 07 12). *Historiske Strømpriser*. (Norgesenergi) Retrieved from <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/>
- Olsen, T. (2022, Juni 17). *Ombruk av masser ga klimapris*. Retrieved from VAnytt: <https://www.vanytt.no/?p=21288>
- Oslo Havn. (2021). *Leirebetongen kommer*. Retrieved from <https://www.oslohavn.no/no/aktuelt/leirebetongen-kommer/>
- Østlandet Gjenvinning. (n.d.). *Gjenvinning*. Retrieved from [https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/\\_gjenvinning/](https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/_gjenvinning/)
- Philips. (2021). *Solar's time to shine*. Philips.
- Plantasjen. (2023). *Mynte - slik dyrker du din egen*. Retrieved from plantasjen.no: <https://www.plantasjen.no/mynte.html>
- Planteportalen. (2023). *Strandkattehale*. Retrieved from planteportalen.no: <https://planteportalen.no/stauder/strandkattehale/>
- Ragnsells. (2022, April 21). *Klorparafinruter blir til nytt glass*. Retrieved from Ragnsells: <https://www.ragnsells.no/om-oss/nyheter-og-presse/artikler/klorparafinruter-nytt-glass/>
- Rehub. (n.d.). Retrieved from <https://www.rehub.no/>
- Resirqel. (n.d.). *Veien til en Sirkulær Ressurssentral*. (Resirqel) Retrieved from <https://www.resirqel.no/nyheter/2021/06/30/2021-7-1-veien-til-en-sirkul-ressurssentral>
- Roede, L. (2023, Januar 21). *Murstein*. (Store Norske Leksikon) Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/murstein>

- Roth Norge. (2023, August 04). *Roth SnowFlex® snøsmelteanlegg*. Retrieved from Roth Norge: <https://www.roth-norge.no/produkter/roth-snowflexr-snesmeltningssystem>
- Ruteretur. (n.d.). *Innsamling og behandling*. Retrieved Juli 12, 2022, from RuteRetur: <https://www.ruteretur.no/om-ruteretur/innsamling-og-behandling/>
- Sadick, A.-M., & Kamardeen, I. (2020). Enhancing employees' performance and well-being with nature exposure embedded office workplace design. *Journal of Building engineering*. Retrieved from [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=7efc970e28b5abda](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=7efc970e28b5abda)
- Salberg, V. M. (n.d.). *Klimavennlig materialbruk*. Retrieved from Enova: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/klimavennlig-materialbruk/>
- Saugstad, K., & Rosvold, K. A. (2022, 05 24). *metalldamplamper*. (Store norske leksikon) Retrieved 07 12, 2023, from <https://snl.no/metalldamplamper>
- Secundo. (n.d.). Retrieved from <https://www.secundo.no/>
- SINTEF. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*. 43.
- SINTEF. (2020, April 14). *Betong er en del av klimaløsningen*. Retrieved from Betong er en del av klimaløsningen: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-betong-er-en-del-av-klimalosningen/>
- Sirkulær Ressurssentral. (n.d.). *Ombygg*. Retrieved from Ombygg: <https://www.ombygg.no/>
- Solberg, J. K. (2023, Januar 24). *Stål*. (Store Norske Leksikon) Retrieved from Store Norske Leksikon: <https://snl.no/st%C3%A5l>
- Standard Norge. (2012). *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Yrkesbygninger*. Norsk Standard.
- Statens vegvesen. (2018). *Vegbygging*. Retrieved from <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n200-vegbygging-juli-2018.pdf>
- Sterten, R. (2019). *Gjenbruk av møbler*. Retrieved from NTNU: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Gjenbruk+av+m%C3%B8bler>
- Studio Oslo Landskapsarkitekter. (2023). *Utomhusplan\_datert\_31.03.2023*. Retrieved from [https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan\\_datert\\_31.03.2023&fileSize=9996495](https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan_datert_31.03.2023&fileSize=9996495)
- THEMA Consulting Group. (2013). *Energibruk i kontorbygg*. NVE, 40.
- Thompson, R. (2018). *Gardening for health: a regular dose of gardening*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6334070/#:~:text=Why%20does%20gardening%20seem%20to,positive%20impact%20on%20the%20diet.>
- Thue, J. (2019, Juli 16). *Betong*. (Store Norske Leksikon) Hentet fra <https://snl.no/betong>
- Unicon. (2021, Mai). *Betonggulv med Futurecem til Skur 38 Oslo Havn*. Retrieved from <http://www.unicon.no/om-unicon/nyheter/futurecem-leirebetong-til-skur-38/>
- Utleiepartner. (n.d.). *Arbeidstelt/Lagerhaller*. Retrieved from <https://utleiepartner.no/lagertelt/>
- Veidekke. (n.d.). *Massemottak*. Retrieved from <https://www.veidekke.no/tjenester/geomaterialer/massemottak/>

Xie, Q., Lee, C., Lu, Z., & Yuan, X. (2021). Interactions with artificial water features: A scoping review of health-related outcomes. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204621001547>

# Vedlegg

Oversiktsbilde av forskningsparken med eksisterende og planlagte bygninger.



# Gruppe 5: Møteplasser for innovasjon

Deltagere: Henrik Nesbø, Magne Rosnes, Brage Hellen, Maja Elise Glavin, Elin Moe

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>87</b>
1.1	Oppgavebeskrivelse og avgrensning.....	87
1.2	Teori om møteplasser .....	88
<b>2</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>89</b>
2.1	Åpen dag.....	89
2.2	Spørreundersøkelse .....	89
<b>3</b>	<b>Energiplassen.....</b>	<b>90</b>
3.1	Tilrettelegging for gode møteplasser .....	90
3.2	Aktiviteter og tiltak.....	93
<b>4</b>	<b>Testparken .....</b>	<b>94</b>
4.1	Tilrettelegging for gode møteplasser .....	94
4.2	Aktiviteter og tiltak.....	96
<b>5</b>	<b>Sti.....</b>	<b>97</b>
5.1	Tilrettelegging for gode møteplasser .....	97
5.2	Aktiviteter og tiltak.....	98
<b>6</b>	<b>Oppsummering.....</b>	<b>99</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>10</b>
	.....	
<b>1</b>		
8.1	Vedlegg A – IDA ICE simulering.....	10
	1	
8.2	Vedlegg B – Spørreundersøkelse .....	10
	4	

# 1 Innledning

Gjennom COWI Try har sommerstudenter jobbet med innovasjonsoppgaver knyttet til utviklingen av forskningsparken på Kjeller. Innovasjonsprosjektet er ledet av COWI, med Institutt for Energiteknikk (IFE) som hovedsamarbeidspartner. IFE er et uavhengig forskningsinstitutt som forsker for en bedre fremtid, med særlig vekt på energi, miljø og digitalisering (Institutt for Energiteknikk, 2023a).

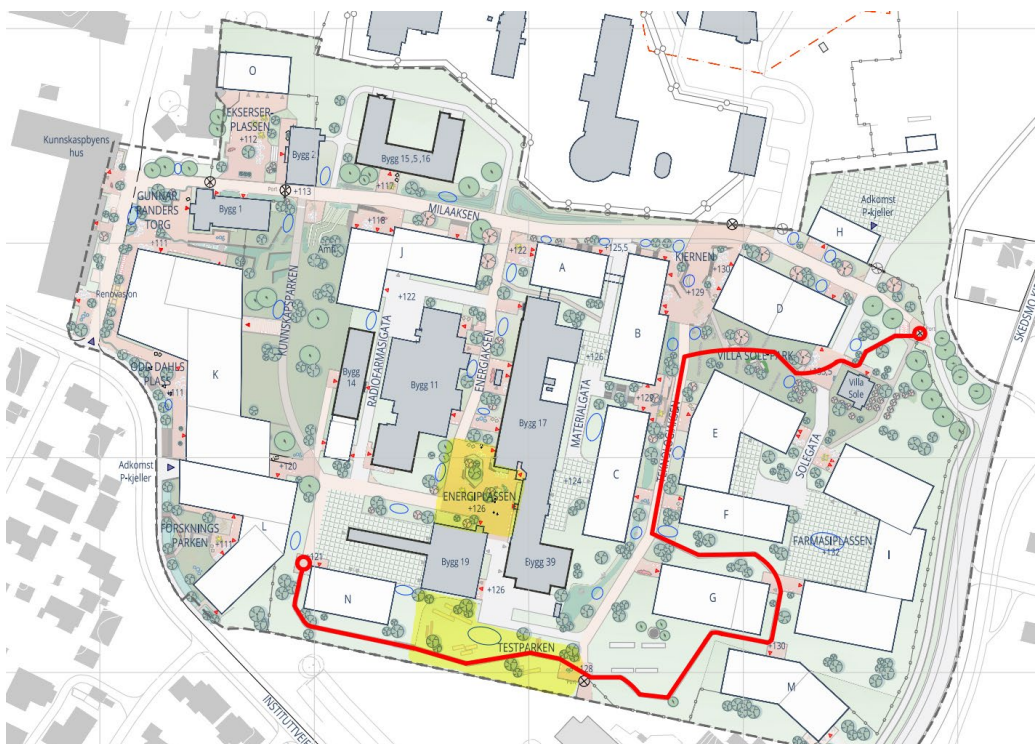
IFE har utarbeidet en langsiktig masterplan for utbyggingen av området på Kjeller, med målsetting om å skape en av Norges mest attraktive forskningsparker. Planen er å utvikle et område med høy kvalitet på arbeids- og møteplasser for å tiltrekke seg forskere, bedrifter og investorer.

## 1.1 Oppgavebeskrivelse og avgrensning

Gruppe 5 har fått i oppgave å utforske hvordan man legger til rette for gode møteplasser som fremmer innovasjon på en arbeidsplass som forskningsparken. Med forskningsparken menes hele området til IFE på Kjeller. Grunnet tidsbegrensning og omfang har gruppen valgt å fokusere på caseoppgave 1 og 2, med kommentarer til caseoppgave 3. De spesifikke områdene som har blitt utforsket er Testparken, Energiplassen og en sti gjennom forskningsparken vist i Figur 1. Disse ble valgt fordi de ligger sentralt i forskningsparken, og dermed ville være mest tilgjengelig for alle ansatte.

### Caseoppgaver:

1. Hvordan kan områdets parker, torg og andre fellesområder legge til rette for gode møteplasser?
2. Forslå aktiviteter og tiltak som kan skape aktivitet og møter utendørs?
3. Hvordan kan møterommene utendørs kobles til første etasjene i bygningene rundt?



Figur 37: Områdene gruppen har utforsket (Studio Oslo Landskapsarkitekter, 2023).

## 1.2 Teori om møteplasser

Det å tilrettelegge for gode møteplasser inne i forskningsparken kan sammenlignes med å etablere et fungerende byrom. Derfor er det tatt utgangspunkt i regjeringens "Byrom – en idehåndbok". Den nevner 5 kriterier for å oppnå et godt byromsnettverk, ref. (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016):

- Brukbarhet – "handler om funksjoner byrom og forbindelser må ivareta for at byromsnettverket skal være attraktivt å bruke."
- Nærhet – "handler om avstander til byrom, og tilgang til forskjellige typer byrom i nettverket."
- Sammenkobling – "handler om forbindelsene i byromsnettverk og byrom for mobilitet."
- Kvalitet – "handler om stedskvaliteter, utforming av omgivelser og fysisk kvalitet i byrom."
- Bynatur – "handler om blågrønne kvaliteter, urbant friluftsliv og klimatilpasning."

I slutten av rapporten vil forslagene og tiltakene bli evaluert opp mot kriteriene for å avgjøre om de bidrar til å oppnå et godt byrom.



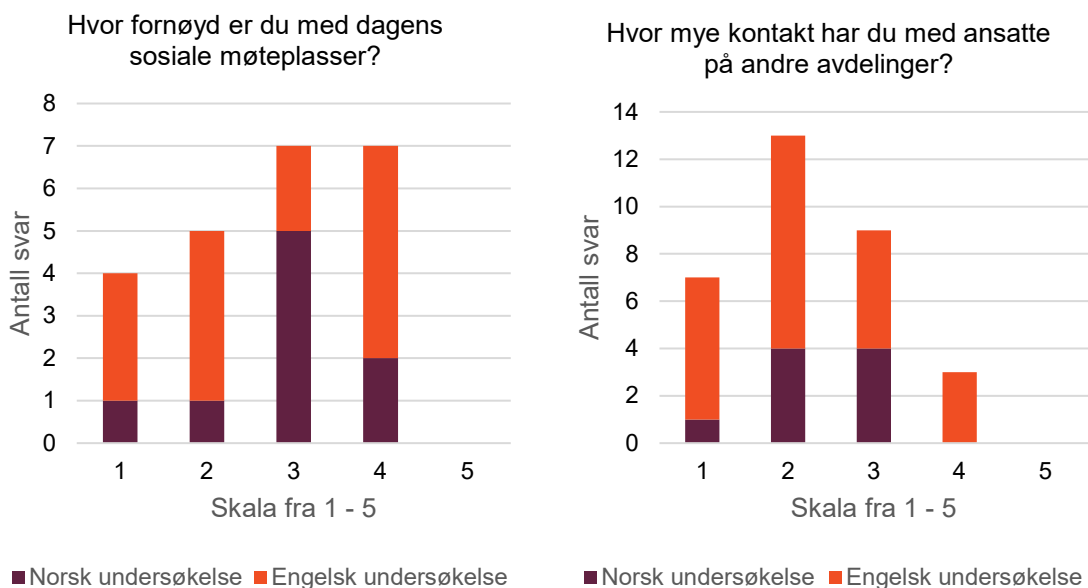
## 2 Bakgrunn

### 2.1 Åpen dag

Under åpen dag hos IFE fortalte Siw-Hege Gundersen og Kjetil Evensen Hage mer om planene til IFE og svarte på spørsmål. Gruppen ble vist rundt på området for å se dagens situasjon. Samtaler med ansatte under omvisningen antydte at det var et lukket og lite sosialt miljø. Det ble nevnt at ansatte kan ha jobbet der i flere år uten å vite hvem som jobber i nabobygget. Gruppen observerte få møteplasser inne på området, kun noen benker og et sosialrom. Sosialrommet hadde vært åpent en stund, men så ubrukt ut. Det mente en av de ansatte at det var flere grunner til. Rommet lå i samme bygg som IKT avdelingen, noe som medførte strengere sikkerhetstiltak og dermed begrensninger på tilgang for flere ansatte. Det var også gitt lite informasjon om rommet, så folk visste derfor ikke hva det var ment til og hadde ikke turt å ta det i bruk. Gruppen tar med seg erfaringene fra åpningen av dagens sosialrom i utformingen av nye møteplasser.

### 2.2 Spørreundersøkelse

For å nå ut til flere ansatte og kartlegge dagens situasjon bedre, lagde gruppen en spørreundersøkelse, se Vedlegg B – Spørreundersøkelse. Undersøkelsen ble distribuert til de ansatte gjennom Gundersen, og det kom inn 23 svar. Det er ikke en representativ andel av de 600 ansatte, men svarene kan likevel gi en indikasjon på hvordan arbeidsplassen oppfattes i dag.



Figur 38: Resultat fra spørreundersøkelse.

Svarene som kom inn tydet på at de som brukte kantinen var de som hadde arbeidsplass i samme bygg, eller byggene nærmest kantinen. På spørsmål om dagens situasjon og kontakt med folk på andre avdelinger ble fordelingen som vist i Figur 2. Resultatene tyder på at det er et forbedringspotensial på dette området. Ingen svarte at de var svært fornøyd (5) med dagens sosiale møteplasser, eller hadde svært mye (5) kontakt med folk fra andre avdelinger.

## 3 Energiplassen

Energiplassen skal være en stor og sentral møteplass for alle ansatte på tvers av avdelingene, som illustrert i Figur 3. Her vil man finne innbydende og definerte sittegrupper, samt andre fasiliteter som tiltrekker seg mennesker. Det skal være både grønne og blå installasjoner på torget. Hevede grøntområder med sitteplasser, samt en fontene i sentrum av torget som skaper et midtpunkt og er et visuelt tiltalende objekt. Energiplassen vil kobles til et innendørs loungeområde, som sørger for tilgjengelige møteplasser også om vinteren og dager med dårlig vær.



Figur 39: Energiplassen sett fra vest.

### 3.1 Tilrettelegging for gode møteplasser

#### 3.1.1 Fontene

En blå installasjon i sentrum av torget bidrar med å øke kvaliteten på møteplassene ved å forskjønne omgivelsene, samtidig som det kan tilføre et element av ro og harmoni. En studie har vist at kunstige vannfasiliteter bidrar til forbedret mental helse ved å fremkalle positive følelser og redusere stress (Xie, Lee, Lu, & Yuan, 2021). Lyden er behagelig å høre på, og kan overdøve støy fra trafikk eller andre forstyrrelser, noe det vil bli mye av de kommende årene med utbygging. Det kan være et insentiv til å etablere Energiplassen tidlig i byggefasen, slik at de ansatte får attraktive og brukbare møteplasser under utbyggingen. Fontenen, se Figur 4, kan utformes slik at det er mulig å sitte på kanten, og dermed legge til rette for interaksjoner på samlingspunktet. Den ene siden av fontenen kan konstrueres slik at det blir en liten scene. Sammen med den åpne plassen rundt fontenen blir dette et egnet sted for arrangementer, med rom for mange personer. Scenen bør utformes med en rampe eller lignende slik at den blir tilgjengelig for alle.

Dersom det forutsettes at det kommer på plass løsninger for overvannshåndtering fra takarealer og grønne overflater, kan dette vannet, som regnes rent, benyttes i fontenen (Asplan Viak, 2023). Skilt med informasjon om nedbørshåndtering og klimaendringer kan plasseres ved fontenen for å skape læring og økt bevissthet rundt overvannsinstallasjoner, som kan være en inspirasjon til handling på

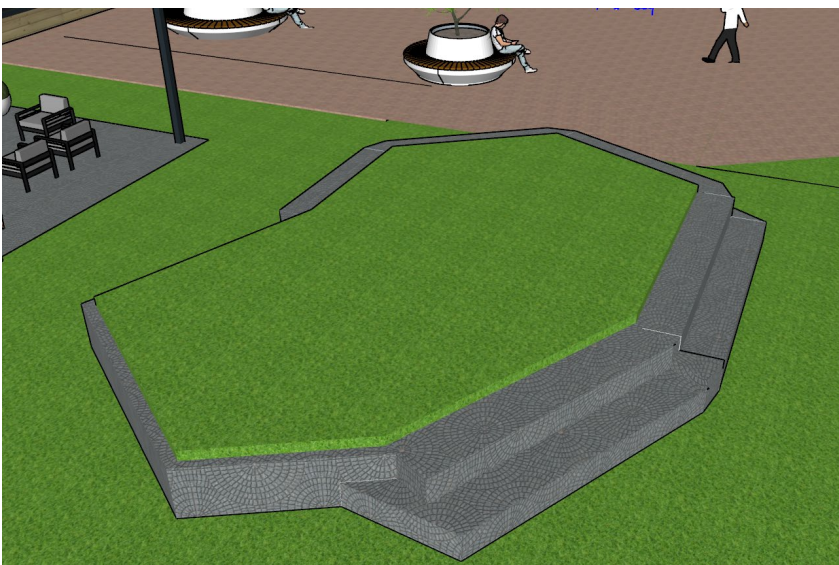
privat eiendom. Slik blir ikke bare fontenen en generell møteplass, men et symbol på bærekraftig ressursutnyttelse og samspill med naturen, som bringer naturmiljøet inn i det bebygde landskapet.



Figur 40: Fontene med scene.

### 3.1.2 Hevede grøntområder

I Volum- og funksjonsanalysen (Institutt for Energiteknikk, 2023c) beskrives et mål om å tilrettelegge for "ulike typer opphold og aktiviteter som bygger opp under sosiale og fleksible møteplasser". Gruppen ser for seg å konstruere små grøntområder, se Figur 5, hevet opp fra bakkenivå på Energiplassen, der benker rundt grøntområdene rammer inn de grønne høydene og skaper kreative former blant bygningslandskapet. Høydeforskjellene gir variasjon i de topografiske forholdene på plassen, og gjør grøntområdene egnet for sosiale sammenkomster i mindre grupperinger. En studie fant at tilgang på grøntområder utendørs på arbeidsplassen har en positiv innvirkning på alle dimensjonene av den tredelte bunnlinja. Økonomisk bærekraft forbedres ved å gjenopprette fokus og velvære, mens stressreduksjon og økt evne til å håndtere utfordringer bidrar til bedre sosiale forhold. Samtidig fremmes miljømessig bærekraft ved å øke andelen grøntområder i urbane strøk (Sadick & Kamardeen, 2020).



Figur 41: Hevet grøntområde.

### 3.1.3 Pergola

Benker og bord med overbygning vil gi de ansatte et sted å møtes i frisk luft, selv på regnfulle dager. Gruppen foreslår derfor å plassere en pergola på Energiplassen utenfor Batterilaboratoriet og Solcellelaboratoriet, se illustrasjon i Figur 6. Ved å installere varmelamper og god belysning i pergolaen, vil den også kunne brukes som en møteplass på mørke og kalde vinterdager. Installerer det i tillegg stikkontakter ved bordene åpnes det for bruk som utendørs arbeidsplasser.



Figur 42: Pergola.

### 3.1.4 Utstillingsområde

Energiplassen er et egnet område for å vise fram forskning fra de forskjellige avdelingene. Dette kan skje på to måter: presentasjoner ute på Energiplassen, og digitale oppslagstavler. Presentasjonene kan foregå på scenen ved fontenen, og vil være arrangementer som tiltrekker seg mange ansatte. Her kan de lære mer om hva kollegaene jobber med, samtidig som de får muligheten til å møte nye kollegaer. Dette blir en arena for nettverksbygging og kunnskapsdeling som fremmer samarbeid blant de ansatte.

De digitale oppslagstavlene som plasseres rundt i forskningsparken har primært to bruksområder. Det ene er at de kan gi informasjon om kommende arrangementer og aktiviteter. Dette kan gjøre at flere får det med seg og deltar på disse sammenkomstene. Tavlene kan også bidra med kunnskapsdeling mellom de ansatte. En gang i uken kan avdelingene sende inn en slide som forteller hva de jobber med. Målet er at disse digitale oppslagstavlene skal bli naturlige plasser å stoppe opp og få et innblikk i hva andre avdelinger på IFE jobber med, og hva som skjer i forskningsparken.

### 3.1.5 Innendørs loungeområde

En sentral møteplass innendørs er viktig for å gi de ansatte et sted å samles når vær og sesong gjør det lite fristende å være ute. Det er ideelt hvis den ligger i nærheten av Energiplassen, men siden de nærmeste byggene allerede har laboratorier og annen infrastruktur i første etasjen, antas det urealistisk å benytte disse. Det er derfor tatt utgangspunkt i bygg J, se Figur 1, som ikke er bygd ennå. Møteplassen bør være i førsteetasjen og rett innenfor inngangspartiet. Det kan skape tilfeldige møter og nye bekjentskap. To problem som oppsto da dagens sosialrom ble åpnet hos IFE, var at ikke alle hadde tilgang, og det var usikkerhet om rommets formål. Derfor er det viktig at

alle har tilgang til det nye rommet, og at det gis informasjon på oppslagstavlene når rommet står ferdig. Videre bør veggene rundt loungeområdet primært være laget av glass. Dette vil gi bedre oversikt over hvilke aktiviteter som foregår både utendørs og innendørs, og tilrettelegger for deltagelse i sosiale sammenkomster. En annen gunstig effekt med glassvegger er at det vil slippes inn mye naturlig lys i første etasjen, som bidrar til en følelse av et mer åpent rom.

## 3.2 Aktiviteter og tiltak

### 3.2.1 Organiserte aktiviteter

Det å organisere aktiviteter gjør det enklere for de ansatte å delta på sosiale sammenkomster. Et eksempel på hva som kan organiseres er en fast jobbstrekk en til to ganger i uken. Ikke bare er dette et bra tiltak for at flere ansatte skal møtes, men det kan også gi positive helseeffekter ved å sørge for variasjon i positur i løpet av arbeidshverdagen. Denne jobbstrekken kan arrangeres ute på Energiplassen, eller innendørs i loungeområdet hvis været ikke er gunstig. Tidligere nevnte spørreundersøkelse indikerte at en del ansatte ikke brukte kantinen ofte. Vafler i kantinen på fredager kan motivere til at flere velger å spise lunsjen i kantinen med kollegaer. En tredje aktivitet som kan organiseres på møteplassene er quiz. Her kan man benytte seg av ferdiglagde quizer, eller avdelingene kan rullere på å lage spørsmålene selv. Det å innføre en liten premie til vinneren kan være med på å øke engasjementet rundt quizen, slik at flere vil delta.

Med forankring i IFEs ønske om å tiltrekke seg de skarpeste hodene i verden kan det være en idé og organisere språkkafé (Institutt for Energiteknikk, 2023b, s. 3). En språkkafé vil gjøre det enklere for ansatte med utenlandsk bakgrunn å tilegne seg norske språkferdigheter. Slik bidras det til mer effektiv kommunikasjon både i arbeidssammenheng og i det sosiale ellers. Med en språkkafé tilrettelegges det også for interaksjon på tvers av avdelinger. Det anbefales at også norske ansatte deltar på en slik språkkafé, da de stiller med verdifull kjennskap til det norske språket som andre kan dra nytte av. Terskelen er høyere for å kontakte ansatte med norsk som morsmål når man selv ikke mestrer språket, spesielt i arbeidssammenheng. Derfor kan norsk deltagelse hjelpe de som ikke behersker språket å bli mer komfortable med det. Språkkafé er i tillegg fleksibelt med tanke på hvor det avholdes, og kan fint arrangeres ute på Energiplassen eller inne i loungeområdet.

### 3.2.2 Uorganiserte aktiviteter

Energiplassen og loungeområdet skal tilby ulike fasiliteter som kan brukes av de ansatte uten at noe er organisert. Det inkluderer bordtennisbord, shuffleboard, dartsbilde og foosball, som alle er naturlige samlingspunkt for sosiale aktiviteter. Disse finnes i versjoner som både kan stå ute og inne, men shuffleboard må begrenses til inneområdet. Disse fasilitetene gir de ansatte muligheten til sosialisering med morsomme aktiviteter, noe som vil være et fint avbrett i en stressende arbeidshverdag. En studie fra Kina har avdekket en positiv relasjon mellom kreativitet og opplevelsen av lek og moro på arbeidsplassen (Yang & Chen, 2023). Dermed kan disse fasilitetene bidra til at de ansatte møtes oftere og tar med seg ny kreativitet inn i arbeidet sitt, som er en viktig del av innovasjon.

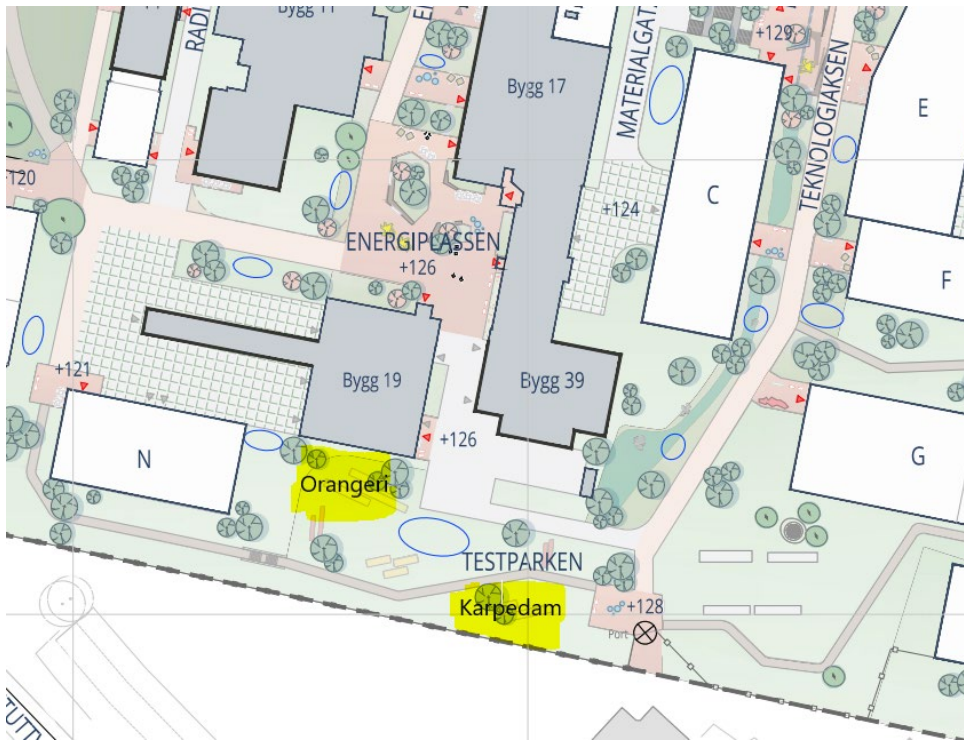
## 4 Testparken

Testparken ligger sentralt sør i forskningsparken, og har en god plassering for å kunne samle flere på et grøntområde. Stien gjennom forskningsparken gjør det enkelt å komme seg dit selv for de som befinner seg lengst unna. Langs stien i Testparken vil gruppen plassere et orangeri og en karpedam. Disse tiltakene skal tilrettelegge for sosiale møteplasser utenfor kontoret, som også kan brukes i regnvær og når det er kaldt ute. I tillegg vil det være gode muligheter for avslapning og rekreasjon, men også sosiale aktiviteter som bidrar til å styrke trivsel og samhold på arbeidsplassen. Tiltakene fremmer dessuten biologisk mangfold på området.

### 4.1 Tilrettelegging for gode møteplasser

#### 4.1.1 Blågrønne områder

Gruppen foreslår å anlegge en karpedam sør for Solcellelaboratoriet og stien, markert i Figur 7.



Figur 43: Plassering av orangeri og karpedam i Testparken (Studio Oslo Landskapsarkitekter, 2023).

Karpedammen, se Figur 8, vil gi et særegent innslag av liv i parkområdet i Testparken, og være et sted man kan trekke seg tilbake for gode samtaler i fred og ro. Møteplasser vil være på en bro over dammen, eller sitteplasser langs vannet. Dammen vil i tillegg bidra med økt biodiversitet og økologisk mangfold, da den virker innbydende for annet fugle- og dyreliv. Med en slik dam bør det anlegges et sumpfilter. Sumpfilterets funksjon er å trekke ut overskudd av næringsstoffer fra vannet før det filtreres. Her bør man ha planter som trives i fuktig og næringsrik jord. Strandkattehale og peppermynte er eksempler på slike vekster, som vil benytte seg av mye overskuddsnæring fra damvannet (Planteportalen, 2023). Peppermynte er dessuten en krydderurt populært brukt i te eller matretter, og vil derfor kunne være en nyttevekst for folk på området. Begge plantene skaper en

naturlig atmosfære med sin sterke duft og friske aroma, og er populære vekster for pollinerende insekter som humle, bier og sommerfugler (Plantasjen, 2023).



Figur 44: Karpedam.

#### 4.1.2 Orangeri

Gruppen ønsker å anlegge et orangeri i Testparken, markert i Figur 7. Med orangeri menes et oppvarmet drivhus. Orangeriet, illustrert i Figur 9, tjener flere formål, deriblant sosial møteplass og grønnsakshage, og vil innredes med sittegrupper og bord. Her kan man sette seg ned med lunsjen, nyte en kaffekopp, eller smake på blant annet tomater og druer fra plantene i bygget. Gruppens visjon er at det skal være mulig å benytte orangeriet som møteplass også på vinterstid. Det må derfor designes med tilstrekkelig isolerende vegger og tak, i tillegg til at varmekabler i gulvet foreslås som en løsning for å dekke oppvarmingsbehovet. Siden oppvarming av lufta skjer fra gulvet og opp vil man sørge for jevn fordeling av varmen i rommet, hvilket er mer komfortabelt for både planter og mennesker enn om man hadde benyttet en varmepumpe som blåser varmluft. Varmelamper som kan skrus på når folk er til stede vil også bidra til en hyggelig atmosfære.

Gruppen gjorde en simulering i IDA ICE med en forenklet, rektangulær modell, og beregnet at det trengs ca. 5740 kWh/år (143.5 kWh/m<sup>2</sup>/år) hvis man ønsker å opprettholde minimum 15 °C lufttemperatur gjennom hele året med fjernvarme. Gulvareal og høyde var da satt til henholdsvis 40 m<sup>2</sup> og 2.6 m. Fjernvarmeprisen følger gjeldene priser på Nord Pool (Nord Pool, 2023). Gruppen benyttet en gjennomsnittspris for perioden oktober-april 2022/2023 på 139.67 øre/kWh, som resulterte i en årlig kostnad på ca. 8 000 kr. Se Vedlegg A – IDA ICE simulering for detaljer.

Ettersom IFE har en målsetting om rundt 2000 ansatte på planområdet anbefaler gruppen at orangeriet bør dimensjoneres relativt stort. Her må det balanseres mellom behovet for å romme folk og planter, og kostnaden ved oppvarming.



Figur 45: Orangeri.

## 4.2 Aktiviteter og tiltak

### 4.2.1 Grønnsakskonkurranse

For å bidra til økt sosialisering både innad og på tvers av de ulike avdelingene, foreslår gruppen at det kan arrangeres en sesongbasert grønnsakskonkurranse. Dette innebærer at hver avdeling har ansvar for hver sine planter, og ved høsting av grønnsakene vil gruppen med størst grønnsak blir kåret til vinner. En slik konkurranse kan gjøre at det vil bli mer samarbeid og samhold internt i avdelingene, samtidig som vennlig rivalisering kan bidra til at det blir mer sosiale relasjoner og kommunikasjon på tvers av avdelingene (Lovell, Husk, Bethel, & Garside, 2014). Forskning tyder på at hagearbeid kan ha positiv virkning på både mental og fysisk helse. Effektene ser ut til å være et resultat av kombinert fysisk aktivitet og sosialt samvær, samt eksponering til natur og sollys (Thompson, 2018). For kunnngjøring av resultat og utdeling av priser, kan den foreslåtte scenen på Energiplassen benyttes.



## 5 Sti

Det planlegges en sti gjennom planområdet. Stien går fra Kunnskapsparken, gjennom Testparken til Farmasiplassen og opp langs Teknologiaksen mot Kjernen og Villa Sole, se Figur 1. Det vil også være avstikkere til byggene som ligger langs stien, slik at det er lett å komme til stien. Langs stien vil det være flere stoppepunkter hvor det er skilte med historie og informasjon om hva IFE driver med på området. Stien vil være lett å bruke om vinteren, da det foreslås installasjon av et snøsmelleanlegg under sti-dekket. Karpedammen og stoppepunktene er med på å gjøre stien interessant og attraktiv. Opplevd avstand kan oppfattes kortere enn reell avstand ved å ha en attraktiv ferdselsåre (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2016, s. 32). Det kan sørge for at flere velger å benytte seg av stien og trekke mot de store møteplassene

### 5.1 Tilrettelegging for gode møteplasser

#### 5.1.1 Innhold og stoppepunkter

Stoppepunktene langs stien vil være steder hvor man kan lære mer om IFE, samtidig som det er enkelt å møte andre som oppholder seg på stien. Det kan gjøres ved å sette opp informasjonsskilter hvor man forteller om for eksempel: oppstarten av IFE med Gunnar Randers og Odd Dahl, Norges atomhistorie med JEEP I og JEEP II, vernede bygg som Villa Sole, teknisk-industrielle kulturminner som Buebygget samt "spin offs" som har kommet fra IFE. Ved å etablere flere vinduer i byggene langs stien kan man også ha stoppepunkter med skilte hvor man viser frem laboratoriene og bruksområdene deres. Det kan være bygg som M, G eller I, se Figur 1, som alle er forsknings- og utviklingsbygg. På den måten blir uteområdene knyttet mer opp mot førsteetasjene, og de ansatte får et innblikk i resten av forskningen som foregår på området. I tillegg til at informasjonen står skrevet med tekst er det tenkt at innholdet kan leses opp ved at brukeren trykker på en knapp på skiltet. Med dette tiltaket vil området tilgjengeliggjøres også for de som har vanskeligheter med å lese. Stoppepunktene med informasjon kan gjøre at de ansatte blir bedre kjent med IFE samtidig som de tar seg en spasertur rundt i forskningsparken. Det blir også en arena hvor man kan vise gjester rundt på området og fortelle om IFE.

#### 5.1.2 Dekke og snøsmelleanlegg

Hovedgrunnen til å velge asfalt som dekke er gruppens forslag om et vannbårent snøsmelleanlegg. Det er fordi asfalt er værbestandig og slitesterkt. Det beskytter derfor rørene mot skader (EAPA, 2023). Et snøsmelleanlegg gjør at stien holdes bar året rundt, og dermed blir en mer attraktiv og tilgjengelig møteplass for de ansatte på vinterstid. En brøytet sti kan bli isete og slapsete. Dermed er en annen fordel med snøsmelleanlegg at risikoen for fallskader reduseres, som kan føre til færre sykemeldinger. Behovet for brøyting, feiing og strøing vil også bli borte med et slikt anlegg, noe som fører til mindre slitasje og dermed økt levetid på stien. En annen grunn til å velge asfalt er at det har en jevn overflate, som gjør stien tilgjengelig for personer med mobilitetsproblemer. Det vil være med på å sørge for at forskningsparken er universelt utformet, og at alle føler seg inkludert.

IFE er allerede tilknyttet fjernvarmenettet til Akershus energi. Det anses derfor som en god løsning å koble oppvarming av stien opp mot allerede eksisterende infrastruktur. Det må tas hensyn til at snøsmelting ikke behøves hver dag i året, kun de dagene på vinteren hvor det faktisk er nedbør. Derfor benyttes et erfaringstall på 150 kWh/år/m<sup>2</sup> (Roth Norge, 2023). Antas bredde på stien på 1.5 m og oppvarmet lengde på 260 m, resulterer det i et samlet areal på 390 m<sup>2</sup>. Det vil si at årlig energibehov er på 58 500 kWh. Med energiprisen som beskrevet for orangeriet blir årlig energikostnad for snøsmelleanlegget ca. 82 000 NOK dersom man kun benytter seg av fjernvarme. I tillegg kommer utgifter knyttet til installasjon av systemet, og vedlikeholdskostnader.

## 5.2 Aktiviteter og tiltak

### 5.2.1 Walk 'n talk

Et innspill fra spørreundersøkelsen var organisering av såkalt "walk 'n talk". Gruppen er positive til en slik aktivitet og foreslår at den kan foregå langs stien gjennom forskningsparken. Her kan de ansatte selv avtale hvem de vil gå med, eller det kan gjennomføres i et randomisert format hvor man får utdelt en gruppe å gå sammen med. Slik tilrettelegger man for nye bekjentskap på arbeidsplassen. Her kan også informasjonsskiltene på stoppepunktene langs stien brukes som samtaletemaer på veien.

## 6 Oppsummering

At møteplassene skal være laget for alle og ha funksjoner som er tilgjengelige året rundt er viktige aspekter for brukbarhet. Valg av dekke på sti, rampe til scene, opplesing av informasjonsskilt, snøsmelteanlegg og oppvarmede møteplasser er tiltak som svarer til dette kriteriet. Hvert område har sitt spesifikke formål og det er et bredt utvalg av fasiliteter og aktiviteter så flest mulig skal finne noe de liker. Nærhet og sammenkobling er tatt hensyn til ved å fokusere på de sentrumsnære områdene, samt å knytte forskningsparken mer sammen gjennom en sti. Under kvalitetskriteriet ligger det blant annet at man skal utnytte lokale særtrekk. Det er gjort ved å utnytte kulturarven som en ressurs og videreføre IFEs identitet gjennom å fortelle deres historie. Bynatur er tatt hensyn til ved inkludering av blå og grønne fasiliteter, biologisk mangfold og urban dyrking. I tillegg er det foreslått aktiviteter og tiltak som fremmer bruk av møteplassene og sosialisering på arbeidsplassen.

Samlet sett viser tiltakene at de er i tråd med kriteriene fra regjeringens idehåndbok og har potensiale til å skape attraktive møteplasser i forskningsparken på Kjeller. Dette gir ansatte muligheten til å samles, interagere og nyte utendørsområdene på en måte som fremmer trivsel, kunnskapsdeling og innovasjon.

## 7 Referanser

- Antec. (u.d.). *Opplev Antec's teknologi*. Hentet August 04., 2023 fra <https://www.antecbiogas.com/no/produkt>
- Asplan Viak. (2023). *Overvann som ressurs*. Hentet fra [asplanviak.no: https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/](https://www.asplanviak.no/tjenester/overvann-som-ressurs/)
- Aurstad, J. (2019). *Litt om asfalt og asfaltbindemidler*. (Statens vegvesen) Hentet fra Statens vegvesen Vegdirektoratet: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/teknologi/nov-2019-intensivkurs-i-vegteknologi/5-litt-om-asfalt-og-asfaltbindemidler-joralf-aurstad.pdf>
- Avd. Strategi og analyse. (2021, juni 16). *Klimastrategi for Lillestrøm Kommune*. Hentet fra Lillestrøm Kommune: [https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11\\_klimastrategi\\_for\\_lillestrom\\_print.pdf](https://www.lillestrom.kommune.no/globalassets/pdf/planer-og-strategier/2021.10.11_klimastrategi_for_lillestrom_print.pdf)
- Bakke, S., Kristensen, K. K., & Stavseng, I. E. (2023, Mai). *Hulldekker av betong til ombruk*. Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3079350/no.ntnu%3Ainspera%3A146719958%3A21892384.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Beck, T., & Kjellmark, G. (2022). *Sirkulærøkonomi for betong, Norsk Betongforening*. Hentet fra <https://betong.net/wp-content/uploads/20221216-Rapport-10-formatert-08.03.pdf>
- byggkvalitet, D. f. (2018, Januar 1). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. (Dibk) Hentet August 2, 2023 fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3>
- Bjørshheim, K. (2021). *Byggematerialer av halm, jord og leire tar opp kampen med massivtre og betong*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/byggematerialer-av-halm-jord-og-leire-tar-opp-kampen-med-massivtre-og-betong/510397>
- Dahle, M. H. (2023). *Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen*. Hentet fra Kunnskapsarena: <https://paadriv.notion.site/Nasjonal-kunnskapsarena-for-ombruk-i-byggebransjen-92b0b510ccd64971a0bd158d1f2bbc02>
- DIBK. (2018, Mai 23). *Bytte vinduer?* Hentet fra Direktoratet for byggkvalitet: <https://dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/bytte-vinduer-velg-vinduer-som-gir-deg-lys-og-varme>
- EAPA. (2023). *Advantages of Asphalt*. Hentet fra [eapa.org: https://eapa.org/advantages-of-asphalt/](https://eapa.org/advantages-of-asphalt/)
- European Commission . (u.d.). *PVGIS typical meteorological year (TMY) generator*. (EU Science Hub) Hentet 07 12, 2023 fra [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis/pvgis-tools/pvgis-typical-meteorological-year-tmy-generator_en)
- Fagerhult. (2023, 07 12). *CITYGRID Slik fungerer det*. (Fagerhult) Hentet fra <https://www.fagerhult.com/no/lysstyring/citygrid/slik-fungerer-det/>
- Fjeldheim, H., Hashem, S. M., Nordby, A. S., & Sørnes, K. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*, SINTEF. Hentet fra [https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger\\_ved\\_ombruk\\_av\\_byggematerialer](https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger_ved_ombruk_av_byggematerialer)
- Flaskefond. (2019, Mars 26). *Flyter det av plastflasker på jobben din? Nå vil NTNU-studenter redde verden med disse*. (Medium) Hentet fra <https://medium.com/@flaskefond/flyter-det-av-plastflasker-p%C3%A5-jobben-din-n%C3%A5-vil-ntnu-studenter-redde-verden-med-disse-4f69658ef1a0>
- Geiger, V. (u.d.). *Plastiglomerate*. Hentet Juli 28, 2023 fra Benjamin Wells: <https://benjaminwells.eu/brick-bench>
- Grønn byggallianse. (2019). *Tenk deg om før du river*.

- Grønn Byggallianse, Context AS. (2017, Juni). *Grønn Materialguide*. Hentet fra <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Gronn-Materialeguide-V2.pdf>
- Gulli, T., Dunham, K. K., Kleppestrø, B., & Kraft, I. B. (2023, Juli 5). *Bærum Ressursbank*. Hentet fra Bærum Kommune: <https://www.baerum.kommune.no/ressursbank/>
- Haanæs, Ø. R. (2021, Juni 3). *forskning.no*. Hentet fra <https://forskning.no/bygningsmaterialer-de-regionale-forskningsfondene-oslo/hva-ma-til-for-at-byggebransjen-i-oslo-skal-bygge-nye-bygg-med-deler-fra-en-gammel-leilighet/1866068>
- Hagen, A. (u.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Hentet fra <https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Hamburg Wasser . (u.d.). *Rethinking waste water*. Hentet August 01, 2023 fra <https://www-hamburgwasser-de.translate.google.com/translate?sl=auto&tl=en&hl=da>
- Heistad, A. (2021). *Avløp i spredt bebyggelse og kildeseparerte systemer*.
- Hellem-Hansen, V. L. (2021, 04 10). *Enorm respons etter at norske forskere tok fram svartmalingen*. (NRK) Hentet 07 25, 2023 fra [https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-\\_vil-ha-tiltak-na-1.15340057](https://www.nrk.no/mr/svarte-turbinblad-pa-vindkraftverk-forhindrer-fugledod-_vil-ha-tiltak-na-1.15340057)
- Hofstad, K. (2021, 03 8). *glødelampe*. (Store norske leksikon (2005 - 2007)) Hentet 07 12, 2023 fra <https://snl.no/gl%C3%B8delampe>
- Yang, F. R., & Chen, C.-H. V. (2023). Having fun! The role of workplace fun in enhancing employees' creative behaviors in Chinese work settings. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023018042>
- IFE - institutt for energiteknikk. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Hentet August 1, 2023 fra [https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (2022). *Sustainability Report*. Hentet fra <https://ife.no/wp-content/uploads/2023/06/ife-baerekraftsrapport.pdf>
- IFE. (2023). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Hentet fra [https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- IFE. (u.d.). *IFE sin historie*. Hentet fra IFE: <https://ife.no/om-ife/ife-sin-historie/>
- Infinitum. (u.d.). *Pant for serveringssteder, som puber og restauranter*. Hentet fra <https://infinitum.no/bedrift-pub-restaurant-servering/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023a). *Forskning og tjenester*. Hentet fra ife.no: <https://ife.no/fagomrader/>
- Institutt for Energiteknikk. (2023b). *Masterplan for IFE på Kjeller*. Hentet fra [https://issuu.com/copycat/docs/ife\\_prosjektbok\\_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ](https://issuu.com/copycat/docs/ife_prosjektbok_2023?fr=sYWU4NTkyOTAzOQ)
- Institutt for Energiteknikk. (2023c). *Volum- og funksjonsanalyse*. Hentet fra <https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358885.PDF?fileName=007%20Volum-%20og%20funksjonsanalyse&fileSize=110647007>
- Iversen, H. (u.d.). *Grønt lys for Sirkulær Ressursentral på Økern*. Hentet fra Resirqel: <https://www.resirqel.no/nyheter/2022/06/13/2022-6-13-grnt-lys-for-sirkulr-ressursentral-p-kern>
- Kilvær, L., Sunde, O. W., Eid, M. S., Rydningen, O., & Fjeldheim, H. (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer. DiBK FoU-prosjekt*. Hentet fra [https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer\\_resirqel-2019.pdf](https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf)

- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2016). *Byrom - en idehåndbok*. Hentet fra [https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcd92a/byrom\\_idehandbok.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/c6fc38d76d374e77ae5b1d8dcd92a/byrom_idehandbok.pdf)
- Kron, M., Plessner, T., Risholt, B., Stråby, K., & Thunshelle, K. (2022). *Ombruk av byggevarer. Veileder for dokumentasjon av ytelse*. (SINTEF) Hentet fra [https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk\\_av\\_byggematerialer\\_veileder\\_for\\_dokumentasjon\\_av\\_ytelse](https://www.sintefbok.no/book/index/1320/ombruk_av_byggematerialer_veileder_for_dokumentasjon_av_ytelse)
- Leland, B. N. (2008, Mars). *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. (Rådgivende Ingeniørers Forening) Hentet fra [https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26\\_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf](https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2014/10/26_Prosjektering-for-Ombruk-og-Gjenvinning.pdf)
- Lillestrøm kommune. (u.d.). *Flomvollene på Leirsund*. (Lillestrøm kommune) Hentet fra Lillestrøm kommune: <https://www.lillestrom.kommune.no/samfunnsutvikling/byutvikling-og-stedsutvikling/byggeprosjekter/flomvollene-pa-leirsund/>
- Lillestrøm kommune. (u.d.). *Hvordan kildesortere?* Hentet fra <https://www.lillestrom.kommune.no/avfall-og-gjenvinning/hvordan-kildesortere/>
- Lindahl, H. (2014, Juni 24). *Kompostering av matavfall*. (Fremtiden i våre hender) Hentet fra Framtiden i våre hender: <https://www.framtiden.no/tips/kompostering-av-matavfall>
- Lyshoel, F. B. (2020, Desember). *Overvann fra tak som innsatsfaktor i vannforbruk: En casestudie av et planlagt næringsbygg*. Hentet fra <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2726507>
- Loopfront. (u.d.). Hentet fra <https://www.loopfront.com/>
- Lovdata. (2022). *Forskrift om endring i forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk)*. Lovdata.
- Lovell, R., Husk, K., Bethel, A., & Garside, R. (2014). What are the health and well-being impacts of community gardening for adults and children: a mixed method systematic review protocol. *Environmental Evidence*. Hentet fra <https://environmentalevidencejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2047-2382-3-20>
- Mathisen, G. (2016). *Asfalterer veien med tre*. Hentet fra Forskning.no: <https://forskning.no/mineralogi-petrologi-geokjemi-bil-og-trafikk-skog/asfalterer-veien-med-tre/439953>
- MicroShade. (u.d.). *Redefining Solar Shading*. Hentet fra <https://microshade.com/>
- Miljødirektoratet. (2014). *Håndtering av farlig avfall*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M284/M284.pdf>
- Miljødirektoratet. (2022, 11 22). *Sirkulær økonomi*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- MøbelMeglerne. (u.d.). Hentet fra <https://mobelmeglerne.no/>
- Mørk, C., & Strømøy, E. K. (2021, Mai 4). *Bruker avfallsleire i keramikk*. (Multiconsult) Hentet fra Multiconsult: <https://www.multiconsult.no/bruker-avfallsleire-i-keramikk/>
- Movement. (u.d.). Hentet fra <https://www.movement.as/>
- Multiconsult. (2022, August 31). *IFE Forsknings- og teknologipark Kjeller - Geotekniske grunnundersøkelser*. Hentet fra Lillestrøm kommune: <https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358887.PDF?fileName=009%20Datarapport%20Geotekniske%20grunnunders%C3%B8kkelser&fileSize=14856211>
- Multiconsult. (2022, November 28). *IFE forsknings- og teknologipark Kjeller - Overordnet tiltaksplan - forurenset grunn*. Hentet fra Lillestrøm kommune: <https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358893.PDF?fileName=01>

5%20Overordnet%20tiltaksplan%20-%20forurenset%20grunn%20og%20milj%C3%B8teknisk%20grunnunders%C3%B8kelse&fileSize=17916594

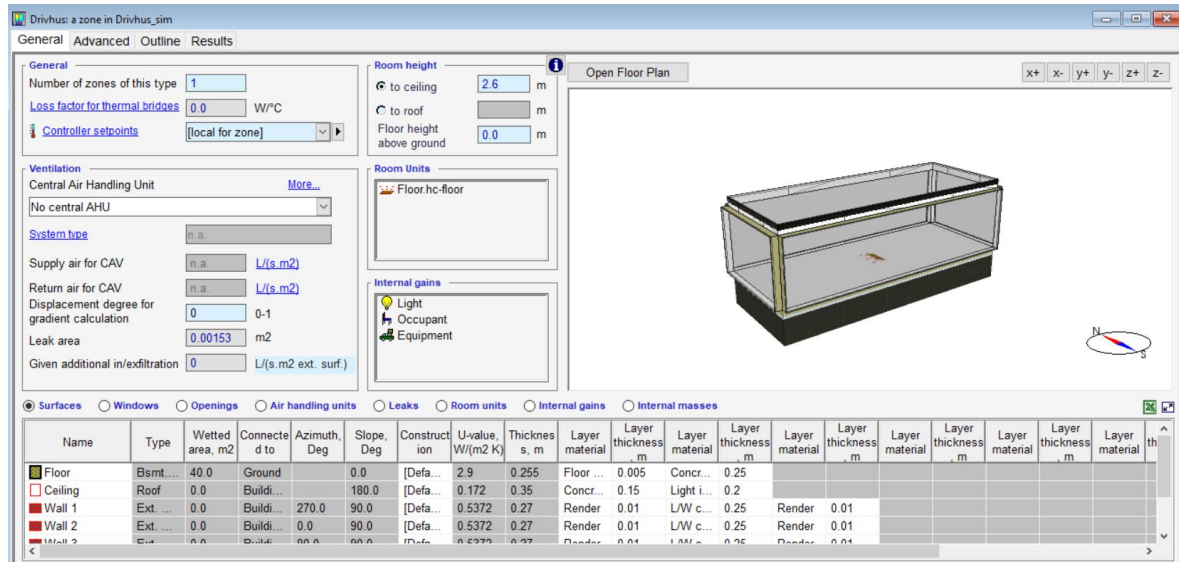
- NOMAS. (u.d.). *Massehåndtering*. Hentet fra <https://nomas.no/vare-produkter/massehandtering/>
- Nord Pool. (2023). *Day-ahead prices*. Hentet fra nordpool: <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/NO/Monthly/?view=chart>
- Nordby, A. S., Lunke, R., & Andersen, R. (2021). *Erfaringsrapport om bruk av Kristian Augusts gate 13*. Hentet fra [https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1\\_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf](https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf)
- Norge, S. (u.d.). *Norsk Standard for hulldekker av betong til ombruk – NS 3682*. (Standard Norge) Hentet August 2023, 4 fra <https://standard.no/fagomrader/byggevarer/norsk-standard-for-hulldekker-av-betong-til-ombruk--ns-3682/>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2023, 05 23). *Kunnskapsgrunnlag om virkninger av vindkraft på land - Fugl*. (Norges vassdrags- og energidirektorat, Miljødirektoratet) Hentet 07 25, 2023 fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/fugl/>
- Norgesenergi. (2023, 07 12). *Historiske Strømpriser*. (Norgesenergi) Hentet fra <https://norgesenergi.no/hjelp/strompriser/historiske-strompriser/>
- Olsen, T. (2022, Juni 17). *Ombruk av masser ga klimapris*. Hentet fra VAnytt: <https://www.vanytt.no/?p=21288>
- Oslo Havn. (2021). *Leirebetongen kommer*. Hentet fra <https://www.oslohavn.no/no/aktuelt/leirebetongen-kommer/>
- Østlandet Gjenvinning. (u.d.). *Gjenvinning*. Hentet fra [https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/\\_gjenvinning/](https://www.xn--g-4ga.no/baerekraft/_gjenvinning/)
- Philips. (2021). *Solar's time to shine*. Philips.
- Plantasjen. (2023). *Mynte - slik dyrker du din egen*. Hentet fra [plantasjen.no: https://www.plantasjen.no/mynte.html](https://www.plantasjen.no/mynte.html)
- Planteportalen. (2023). *Strandkattehale*. Hentet fra [planteportalen.no: https://planteportalen.no/stauder/strandkattehale/](https://planteportalen.no/stauder/strandkattehale/)
- Ragnsells. (2022, April 21). *Klorparafinruter blir til nytt glass*. Hentet fra Ragnsells: <https://www.ragnsells.no/om-oss/nyheter-og-presse/artikler/klorparafinruter-nytt-glass/>
- Rehub. (u.d.). Hentet fra <https://www.rehub.no/>
- Resirqel. (u.d.). *Veien til en Sirkulær Ressurssentral*. (Resirqel) Hentet fra <https://www.resirqel.no/nyheter/2021/06/30/2021-7-1-veien-til-en-sirkul-ressurssentral>
- Roede, L. (2023, Januar 21). *Murstein*. (Store Norske Leksikon) Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/murstein>
- Roth Norge. (2023, August 04). *Roth SnowFlex® snøsmelteanlegg*. Hentet fra Roth Norge: <https://www.roth-norge.no/produkter/roth-snowflexr-snesmeltingssystem>
- Ruteretur. (u.d.). *Innsamling og behandling*. Hentet Juli 12, 2022 fra RuteRetur: <https://www.ruteretur.no/om-ruteretur/innsamling-og-behandling/>
- Sadick, A.-M., & Kamardeen, I. (2020). Enhancing employees' performance and well-being with nature exposure embedded office workplace design. *Journal of Building engineering*. Hentet fra [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=7efc970e28b5abda](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220334227?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=7efc970e28b5abda)

- Salberg, V. M. (u.d.). *Klimavennlig materialbruk*. Hentet fra Enova: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/klimavennlig-materialbruk/>
- Saugstad, K., & Rosvold, K. A. (2022, 05 24). *metalldamplamper*. (Store norske leksikon) Hentet 07 12, 2023 fra <https://snl.no/metalldamplamper>
- Secundo. (u.d.). Hentet fra <https://www.secundo.no/>
- SINTEF. (2014). Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer. 43.
- SINTEF. (2020, April 14). *Betong er en del av klimaløsningen*. Hentet fra Betong er en del av klimaløsningen: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/-betong-er-en-del-av-klimalosningen/>
- Sirkulær Ressurssentral. (u.d.). *Ombygg*. Hentet fra Ombygg: <https://www.ombygg.no/>
- Solberg, J. K. (2023, Januar 24). *Stål*. (Store Norske Leksikon) Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/st%C3%A5l>
- Standard Norge. (2012). *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Yrkesbygninger*. Norsk Standard.
- Statens vegvesen. (2018). *Vegbygging*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-n200-vegbygging-juli-2018.pdf>
- Sterten, R. (2019). *Gjenbruk av møbler*. Hentet fra NTNU: <https://i.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Gjenbruk+av+m%C3%B8bler>
- Studio Oslo Landskapsarkitekter. (2023). *Utomhusplan\_datert\_31.03.2023*. Hentet fra [https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan\\_datert\\_31.03.2023&fileSize=9996495](https://opengov.360online.com/Meetings/LILLESTROMKOM/File/Details/2358881.PDF?fileName=004%20Utomhusplan_datert_31.03.2023&fileSize=9996495)
- THEMA Consulting Group. (2013). Energibruk i kontorbygg. *NVE*, 40.
- Thompson, R. (2018). Gardening for health: a regular dose of gardening. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6334070/#:~:text=Why%20does%20gardening%20seem%20to,positive%20impact%20on%20the%20diet.>
- Thue, J. (2019, Juli 16). *Betong*. (Store Norske Leksikon) Hentet fra <https://snl.no/betong>
- Unicon. (2021, Mai). *Betonggulv med Futurecem til Skur 38 Oslo Havn*. Hentet fra <http://www.unicon.no/om-unicon/nyheter/futurecem-leirebetong-til-skur-38/>
- Utleiepartner. (u.d.). *Arbeidstelt/Lagerhaller*. Hentet fra <https://utleiepartner.no/lagertelt/>
- Veidekke. (u.d.). *Massemottak*. Hentet fra <https://www.veidekke.no/tjenester/geomaterialer/massemottak/>
- Xie, Q., Lee, C., Lu, Z., & Yuan, X. (2021). Interactions with artificial water features: A scoping review of health-related outcomes. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204621001547>



# 8 Vedlegg

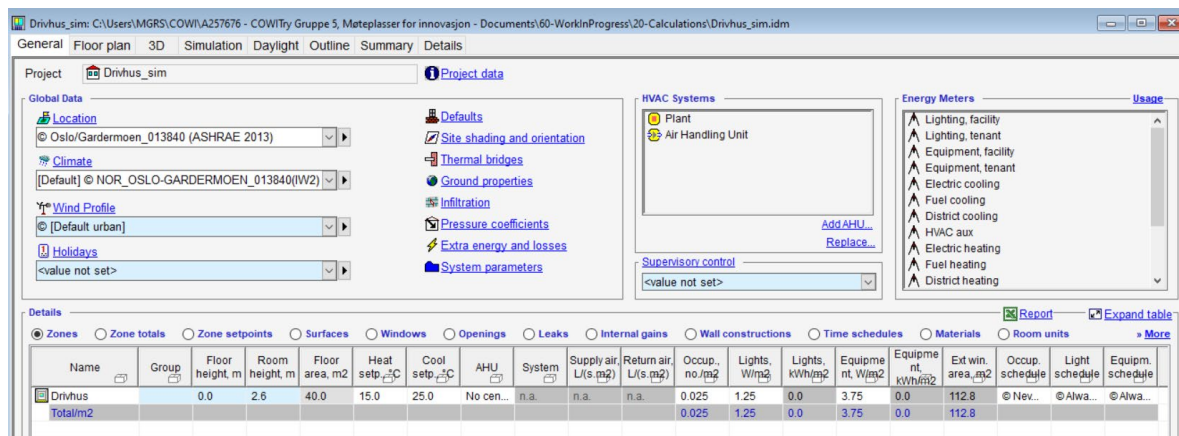
## 8.1 Vedlegg A – IDA ICE simulering



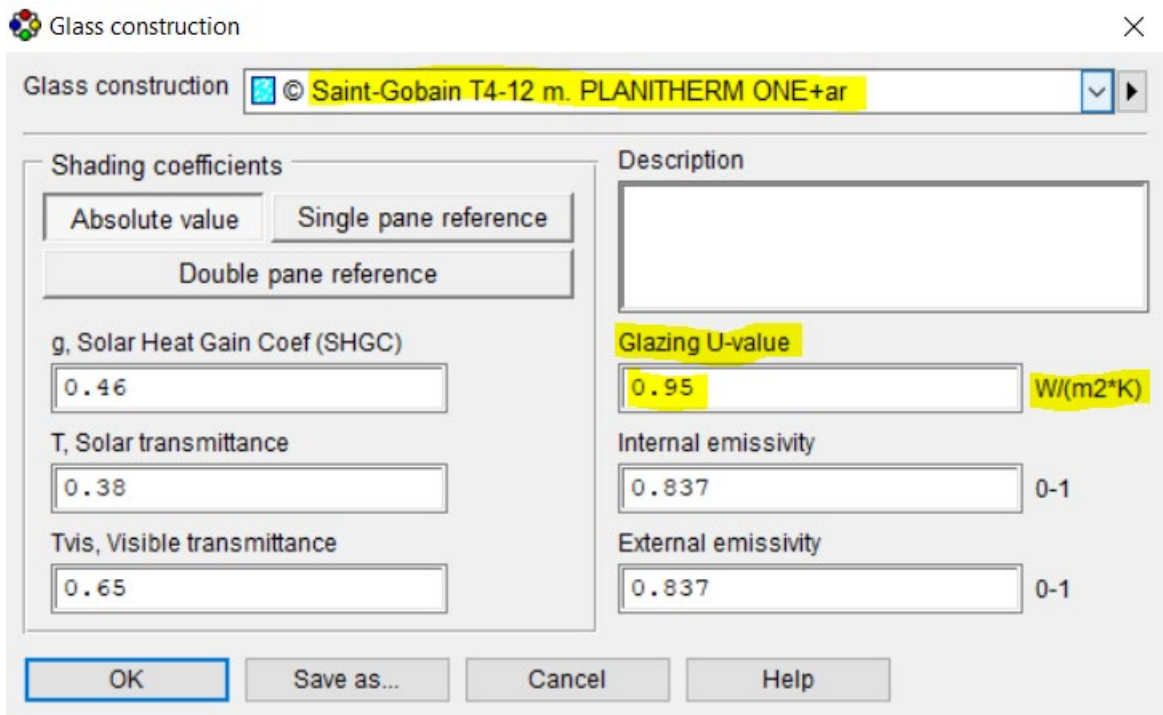
Figur 46: IDA ICE orangeri modell.

I Figur 10 sees modellen i IDA ICE. Orangeriet er modellert som en rektangulær boks, der tak og vegger er forenklet til heldekkende vinduer, og gulvet er av betong. Grunnflatearealet er på 40 m<sup>2</sup> og takhøyden på 2.6 m. Det presiseres at AHU ikke er til stede i modellen, kun oppvarming i gulvet sørger for tilførsel av varme. Lys, utstyr og folk i rommet er neglisjert i denne modellen. Maksimumstemperatur er ikke tatt hensyn til i simuleringen, da det antas at automatiske lukeåpnere vil sørge for optimal utlufting og kjølingsbehov.

Lokasjon og klima er satt til Oslo/Gardermoen, da dette var det beste alternativet gruppen fant, og antatt tilstrekkelig nøyaktig for beregningene. Som man ser i Figur 11 under "Heat setpoint, °C", slår oppvarming inn ved innendørs lufttemperatur på 15 °C.

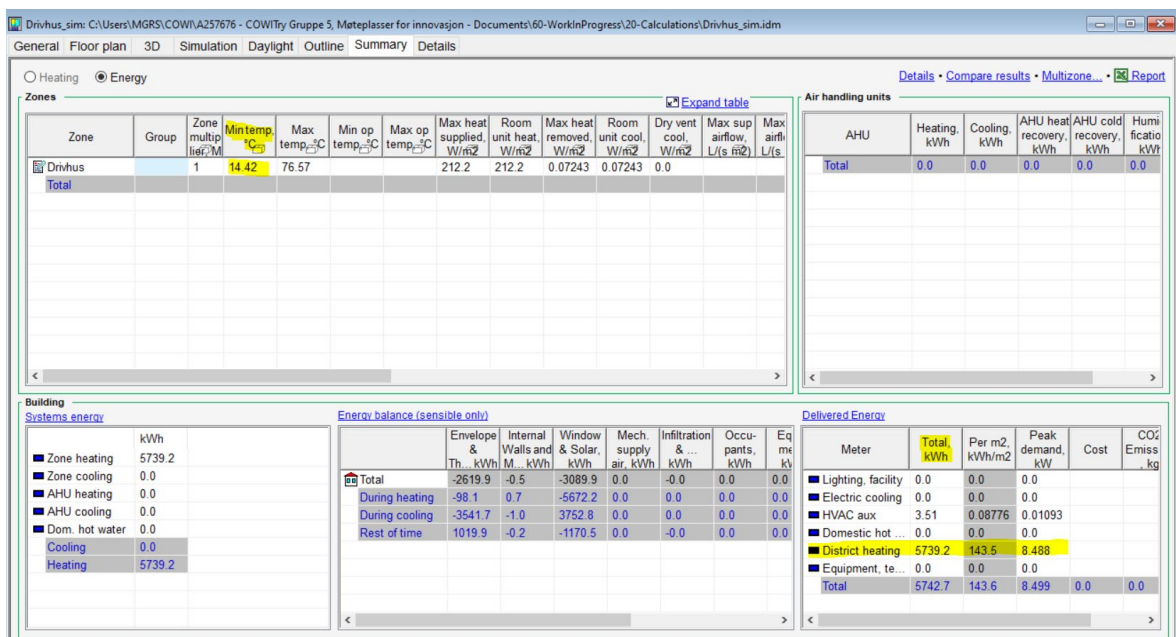


Figur 47: IDA ICE interface.



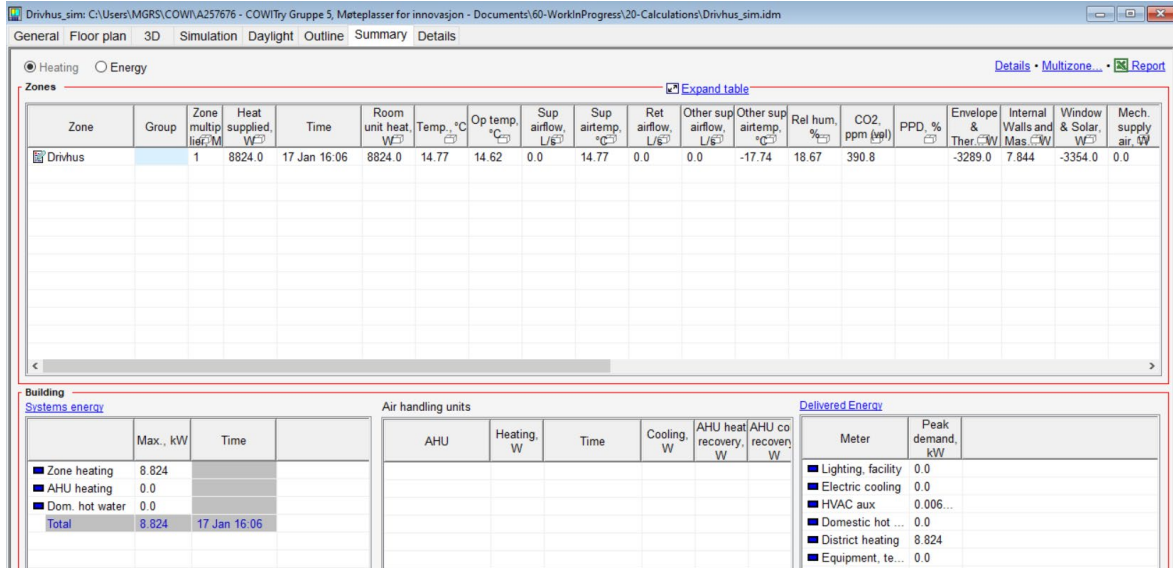
Figur 48: Glass med U-verdi benyttet i modellen.

Målet var å holde innnetemperaturen på ca. 15 oC. Derfor ble glass med U-verdi på 0.95 valgt fra IDA ICE's integrerte database, som vist i Figur 12.



Figur 49: Årssimulering av orangeriet.


Det ble kjørt to simuleringer. En "Heating" simulering, som beregnet oppvarmingsbehovet under den kaldeste dagen i året, og en årssimulering der energibehovet gjennom et år ble kalkulert. Resultatet ble som i Figur 13, der årlig oppvarming ble beregnet til ca. 5740 kWh, og temperaturen ble holdt på ca. 15 °C. "Peak demand" ble beregnet til 8.488 kW, som stemmer godt med resultatene fra "Heating" simuleringen i Figur 14.




Figur 50: "Heating" simulering.

## 8.2 Vedlegg B – Spørreundersøkelse


### Sosiale møteplasser på IFE

nesbo00@gmail.com Bytt konto 

 Ikke delt

#### Del uten navn

Hvilket bygg tilhører du?



- Bygg 1
- Bygg 2
- Bygg 11
- Bygg 14
- Bygg 15,5,16
- Bygg 17
- Bygg 19
- Bygg 39
- Andre: \_\_\_\_\_

Hvor spiser du lunsj?

- Kantinen
- Kontoret
- Utendørs
- Andre: \_\_\_\_\_

Dersom du spiser i kantinen, hvor ofte?

	1	2	3	4	5
Dager i uken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hvor fornøyd er du med de sosiale møteplassene i dag?

1 2 3 4 5

Svært misfornøyd      Meget fornøyd

I hvilken grad har du kontakt med ansatte i de andre avdelingene?

1 2 3 4 5

Lite kontakt      God kontakt

Hvordan møter du ansatte fra andre avdelinger?

Svaret ditt \_\_\_\_\_

Hvilke av disse tiltakene ville du benyttet?

- Utendørs treningsapparater
- Drivhus med sitteplasser
- Tursti inne på området
- Andre: \_\_\_\_\_

Hvilke av disse aktivitetene ville du benyttet?

- Sjakk
- Basketballkurv
- Shuffleboard
- Dartskive
- Bordtennisbord

Hvilke andre tiltak ville du gjerne sett for å skape bedre møteplasser for de ansatte?

Svaret ditt \_\_\_\_\_

Tilbake

Send

Tøm skjemaet

Send aldri passord via Google Skjemaer.

Dette innholdet er ikke laget eller godkjent av Google. [Rapporter uliktig bruk](#) - [Vilkår for bruk](#) - [Retningslinjer for personvern](#)

Google Skjemaer

# Lurer du på noe?

Ta kontakt med:

**Mali Smogeli-Johansen**

[MLSJ@cowi.com](mailto:MLSJ@cowi.com)

**Benedicte Nylund**

[BNNY@cowi.com](mailto:BNNY@cowi.com)