

KONSEPTUTREDNING, ENERGISYSTEM LYSEPARKEN



01.04
2018

Lyseparken i Os kommune - et fyrtårn for fremtidens næringsområde der også energisystemet er bærekraftig

I løpet av 2018 skal områderegeringsplan for Lyseparken behandles. Denne konseptutredningen er del av grunnlaget for beslutninger. Os kommune ønsker her å videreføre de muligheter og føringer som gjør det attraktivt for eiendomsselskaper og virksomheter å etablere seg i Lyseparken.

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Lyseparken i Os kommune - et fyrtårn for fremtidens næringsområde der også energisystemet er bærekraftig

Konseptutredning - Sammendrag

Oppsummering

Os kommune har ambisjoner om å utvikle Lyseparken til en bærekraftig og framtidsrettet næringspark ved ny E-39 fra Os til Bergen. For å lykkes, er det nødvendig med et helhetlig områdeperspektiv på energiløsningen. Denne utredningen viser hvordan energiløsningen for Lyseparken kan understøtte ambisjonen og vedtatte mål, og videre hvordan de lokale energiressursene og samordning av energiproduksjon og -forbruk i Lyseparken kan organiseres, utnyttes og spille på lag med det overordnede strømmettet.

Konseptutredningen for Lyseparken illustrerer hvordan energiløsningen i Lyseparken kan optimaliseres langs flere ulike akser:

Optimal utnyttelse av lokale, fornybare energiressurser

- Hvordan det kan legges til rette for at området har høyest mulig grad av egenprodusert energi. Ved å gjennomføre tidlig kartlegging, er energipotensialet hensyntatt og lagt til rette for i videre reguleringsarbeid, planlegging og utforming.
- For Lyseparken er det lokale Vindalsvatnet kartlagt og det er drøftet hvordan vannet kan utgjøre en viktig ressurs i energiløsningen. Vannet er del av det vernede Os-vassdraget. I rapporten er det pekt på videre saksgang for å få nødvendige godkjenninger og løyver på plass. Viktigheten av dette er avhengig av endelige aktiviteter i parken.
- Det er påvist at solressursen er god i Lyseparken. Rapporten drøfter ulike smarte måter å nyttiggjøre dette potensialet på, og utforming og plassering av bygg i forhold til hverandre. I et mikronett for Lyseparken, kan solstrøm bidra til større grad av egenprodusert energi for området – men også ha potensiale for å dra ned effektbehovet. Eksempelvis vil effektbehovet for et større fryse-/kjølelager dimensjoneres for den varmeste sommerdagen. Det samsvarer med når solcelleproduksjonen er på sitt høyeste. Konseptstudiet viser at Lyseparken årlig kan produsere 15-19 GWh solkraft på tak og fasader (1 GWh=1 000 MWh = 1 000 000 kWh) dvs. energibehovet til 850 eneboliger. (snittforbruk på ca. 20 000 kWh). Avhengig av aktivitetene i Lyseparken, kan området bidra med produksjon inn på BKKs nett fram til Lyseparken – maksimalt 11 MW (ca. halvparten av BKKs kapasitet fram til området).
- For Lyseparken er vindkraftressursen valgt bort ettersom det er vist moderat potensiale.

Effektivt samspill mellom fornybar energiproduksjon, energilagring og energibruk

- Studiet viser hvordan en overordnet tilnærming til en distribuert energiløsning, med både elektrisk og termisk energi, kan realiseres. Det diskuteres hvordan sammensetning av bygg og virksomheter med ulike energibehov og forbruksprofiler, skaper et godt utgangspunkt for delingsmodeller og samspillsløsninger.

I sum kan dette gi rom for å nedskalere effektbehovet fra eksternt nettselskap til området. Tradisjonelt «stables» effektbehov, dvs. at hvert enkelt byggs kapasitetsbehov blir summert. Ved å ta hensyn til at kapasitet ikke brukes samtidig, synliggjøres det reelle kapasitetsbehovet.

- Grensesnittet mellom elektrisk og termisk energi er også drøftet. Et datasenter er tatt inn som del av energiløsningen og gitt en sentral rolle som varmeproducent i et vannbårent nærvarmesystem for parkens virksomheter. Rundt 95 prosent av el.forbruket i datasenteret kan tas ut som termisk energi. Dette bygger opp om en sirkulær tankegang og gir rom for besparelser i dimensjonering av produksjonsutstyr og infrastruktur.
- Smarte næringsparker består av bygg og virksomheter med ulik energibruk og lastprofiler. I ensartede næringsparker, der byggmassen framstår som lik, enten i energibruk eller ved at alle er optimaliserte hver for seg, blir det færre synergieffekter å hente ut. Smarte næringsparker settes derfor sammen av ulike virksomheter – og forskjellighetene muliggjør å smarte energisystemer med bygg i samspill. Strenge føringer for type aktiviteter og bygg, kan derfor begrense potensialet for å optimalisere energiløsninger.
- Samlet energibehov i Lyseparken bestemmes av bygningsmasse og byggestandard som legges til grunn. En variasjon i bygningsmasse og bruksmønster er gunstig for å få jevnere forbruksprofil og dermed en bedre utnyttelse av energisystemet. I Lyseparken skal kontorbygg være en stor andel av bygningsmassen. Disse har forholdsvis høyt maksimalt effektbehov for både varme og kjøling, mens energimengdene totalt over året er lave - spesielt når det legges til grunn standard for passivhus. I sommerhalvåret er varmebehovet fra et kontorbygg tilnærmet null siden varmtvannsbehovet er marginalt. I denne perioden vil kontorbyggene periodevis ha behov for kjøling, og kjølekapasitet må derfor bygges ut. Problemstillingene er illustrert og drøftet i rapporten.

Innovativ energisentral med integrert datasenter

- Utbygging av datasenter er satt som en viktig brikke i Lyseparkens utvikling. Datasenteret kan generere nok spillvarme (overskuddsvarme) til å dekke behovet i bygningsmassen i området. For å utnytte varmen på en effektiv måte, er det gunstig at virksomheter i parken har et jevnt energiforbruk med uttak av varme også i sommerhalvåret. Generelt har eksempelvis boliger og hoteller en jevnere årsprofil siden de har et stabilt og høyere forbruk av varmt tappevann. Andre næringer med høyt forbruk store deler av året er meierier, næringsmiddelindustri med tørkebehov, sykehus, badeanlegg o.l. Ulikheter i bygningsmasse og aktiviteter er viktig for å få en energieterspørsel som samsvarer og optimaliserer spillvarmeleveransen fra datasenteret.
- Oppnås denne synergien kan det bygges et energianlegg der grunnlasten i nærvarmenettet er overskuddsvarme fra datasenteret. Dette gir de laveste investeringsbehovene og den rimeligste energien. Typisk energikostnad vil være ca. 1 kr/kWh eks. mva. for varme og 2 kr/kWh eks. mva. for kjøling. Alternativt kan det hentes varme- og kjøling fra Vindalsvatnet eller fra luft. En varmepumpe kan kjøle kjølenettet og varme nærvarmenettet samtidig. Å benytte Vindalsvatnet eller luft som varmekilde, er mer kostbart og vil gi en høyere energipris. Vindalsvatnet en del av det vernede Os-vassdraget, og det er usikkert hvorvidt det gis løyve til å benytte vannet som energitermos, selv om temperaturbidragene og derfor konsekvensene, ser ut til å være små.
- Energisentralen vil etter hvert som Lyseparken bygges ut, ha kjølekapasitet over 10 MW for å forsyne all bygningsmassen med varme. Anlegg over 10 MW er konsesjonspliktige og vil underlegges NVE og beredskapsforskriften. Det gir strenge krav til back-up og leveringsforpliktelse for energianlegget. Det er visse begrensninger i mulighetene for prising av levert varme fra konsesjonspliktige energianlegg. Disse kan utfordre lønnsomhet i energiløsninger som må dimensjoneres med høy kapasitet og samtidig har lavt uttak av kWh over året. En næringspark med høy andel relativt like kontorbygg, kan utfordre lønnsomheten.
- I videre utvikling av Lyseparken er det derfor viktig å definere kundemassen godt og bruke kunnskap om energibruk for å sette sammen en god miks av virksomheter innenfor begrensningene i planprogrammet for Lyseparken. Videre er det viktig å avklare grensesnitt mellom energisystem og datasenteret, spesielt mht. temperaturnivåer og evt. prising av spillvarme.
- Ved å samordne forbruk og produksjon av energi i selve Lyseparken, skapes et sirkulært kretsløp der bygg og brukere utnytte energiressursene mest mulig effektivt i samspill, og bidrar til miljømessige og økonomiske

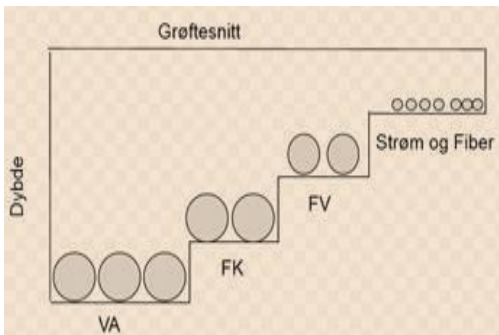
gevinster for alle aktører og virksomheter. Konseptstudiet viser hvordan en framtidrettet og bærekraftig løsning kan skapes gjennom at lokale myndigheter og planleggere tar et nytt og utvidet ansvar for et lokalt energisystem. Dette er ment å bidra til å øke attraktiviteten for fremtidsrettede og bærekraftorienterte aktører for å etablere seg i området.

Nye forretnings- og eierskapsmodeller

- Den lokale energiløsningen er tenkt realisert med nye forretningsmodeller, som berører samhandling mellom operatøren av det lokale energisystemet, Lyseparkens brukere og det lokale distribusjonsnettet (BKK). Overordnet design av den tekniske systemarkitekturen har tatt hensyn for dette, og detaljering av forretningsmodellene vil være sentralt i det videre arbeidet.
- Det er drøftet ulike eierskapsmodeller for drift av energisystemet, der også kooperativ-løsninger er aktuelle. Endelig modell er ikke avklart.

En «opp-ned-tilnærming» på energikonseptet

For å det forslåtte energikonseptet, kreves en tilnærming der selve byggene på bakken settes opp i forståelse og samspill med infrastrukturen *under* bakken. En slik «opp-ned-tilnærming» tilrettelegger for størst mulig grad av egenprodusert energi og et best mulig kommersielt utgangspunkt for dette. Begrepet «opp-ned-tilnærming» brukes i flere sammenhenger - og viser både til gjennomtenkt løsning i bakken før byggene kommer på, men også at områdets egne forutsetninger for energiproduksjon er kartlagt fra start. Dette er motsatt av dagens normalitet for områdeutvikling - der energi kommer på dagsorden seinere i utbyggingsprosessen.



Resultatene fra konseptutredningen danner grunnlag for de investeringene som må besluttes for gjennomføring i tidligfase. Tidlig avklaring for løsning og traseer for å binde bygg sammen, sikrer utnyttelse av energipotensialet som er avdekket og tilrettelegging for at bygg knyttes sammen.

Realiseringen koordineres med planering av området og utbygging av ny E39.

Figur 1 Eksempel på grøftesnitt; vann- og avløp nederst (VA), deretter fjernkjøling (FK), fjernvarme (FV) og øverst infrastruktur for kommunikasjon

Hovedkonklusjoner og anbefalinger

Konseptutredningen har definert et overordnet systemdesign for energiløsningen i Lyseparken basert på lokale forutsetninger og ledende teknologi innenfor området. Dette anbefales å tas med som premiss i det videre arbeidet med å ferdigstille systemløsning, forretnings- og eierskapsmodell, slik at overordnet ambisjon og målsetning nås. Videre anbefales at en tydelig designmanual («Lyseparkenløftet») defineres, forankres og legges som premiss for investorer og entreprenører som skal realisere og drifte bygg og områder i Lyseparken.

Diskusjonene om forskjellighet er også drøftet i et utvidet perspektiv. Diversitet i næringsssammenheng koblet sammen med en større boligmasse i nærheten av Lyseparken, tilfører ytterligere ulikheter i behov og lastprofiler. I sum vil frihet til å mikse virksomheter, aktiviteter og boliger i en felles, fleksibel lenergiøsning som både er termisk og elektrisk, gi et godt og bærekraftig utgangspunkt for fremtidens smarte energiløsning i Lyseparken.



Regulatoriske føringer for innholdet i Lyseparken, kan legge begrensninger på optimale samspillseffekter i energiløsningen

Begrepet «opp-ned-by» er introdusert for å illustrere to ulike poeng: For det første at området blir planlagt også under bakken (eks. fysiske installasjoner og infrastruktur for energi) før byggene plasseres og tegnes inn. For det andre bør planarbeid ha med energipotensialet som viktig input. Ved at Lyseparken kjenner potensialet for egenprodusert energi, settes energi på agendaen og blir en viktig premisse for videre planlegging av området i regi av Os kommune.

Planlegging og koordinering av infrastruktur og annet som skal i bakken, skal være klart før alle byggene kommer på plass. Ideelt burde dette også vært koordinert med ny E39. Selv om det er usikkert hva som skal bygges – er det reservert traseer og ledestrekninger for infrastrukturen i det kommende energisystemet. Eksempelvis er det lurt å ikke blokkere for en optimal rørgate mellom Lyseparken og Vindalsvatnet når dette framstår som en mulig del av energiløsningen. Tilsvarende må det ikke gjøres tiltak som hindrer bergbrønner der dette er mest gunstig. Samlokalisering og lett tilgang til grøfter og kulverter for infrastruktur, er god planlegging fra start! Ved å forstå konsekvenser av valg som gjøres – og ha et aktivt forhold til bevisste fravalg – legges det til rette for at energiløsningen kan realiseres til lavest mulig kost.



Ved å forstå konsekvenser av valg som gjøres – og ha et aktivt forhold til bevisste fravalg – legges det til rette for at energiløsningen kan realiseres til lavest mulig kost

«Opp-ned-tilnærmingen» er også brukt om rekkefølgen for planlegging av energiløsning i Lyseparken. Normalt tas energiperspektivet inn etter at byggene er tegnet og på plass. Her er det gjort omvendt og Os kommune tar en aktiv rolle tidlig. Energiløsningen understøtter grønn og bærekraftig profil. Bygg som er lokaliserte på steder med god solinnstråling, skal utformes for å nyttiggjøre seg av denne ressursen – og datasenteret er integrert som del av energiløsningen ved at overskuddsvarmen tas ut som input i nærvarmeløsning for området.

Det er nytt at eiendomsutviklere og aktører tas med på diskusjoner om hvordan de kan bidra til optimale energiløsninger. Det bekrefter at nye forretningsmodeller med område- og bærekraftsfokus har økt interesse og fokus. I forlengelsen av dette, utfordres modeller for eierskap og prising av energi i lokale løsninger.

Sett fra et energi-ståsted, er sammenhengen mellom diversitet i energibruk og optimale samspillsløsninger, nyttig kunnskap til myndigheter og institusjoner som forvalter planverk og klimaplaner.

Veien videre

Konseptstudiet har i tilstrekkelig grad etablert en troverdig hypotese for hvordan en framtidsrettet og bærekraftig løsning kan skape miljømessige og økonomiske gevinster for virksomheter i næringsparken. Dette er mulig gjennom Os kommunes evne til å tenke nytt og ta et utvidet ansvar for infrastruktur og et lokalt energisystem.

Området åpnes for byggestart allerede i 2019, men åpnes offisielt samtidig som ny E39 i 2022. I perioden framover vil avklaringer med potensielle virksomheter og avtaler med disse være viktige brikker i utforming av energisystemet. Dersom aktørene ønsker eierskap i selve løsningen – kan eksempelvis ulike kooperativmodeller være aktuelle. Brukermidvirkning og områdeforankring i «Lyseparken-løftet» vil være premisser når endelige modeller og roller skal på plass. I dette arbeidet er både et energiselskap og en teknologileverandør tiltenkt en rolle, uten at denne pt. er endelig definert.

Samarbeidspartene i denne konseptstudien, ønsker i et fortsatt innovasjonssamarbeid, å utforske veien videre. Etter hvert som flere konkrete avtaler om etablering i parken blir avklart, kan konseptskissene til energiløsningen kvalitetssikres og detaljeres. Med konkrete aktører på plass – vil beslutninger om investering i både energisentral og infrastruktur bli lettere.

I dialog med virksomheter som skal inn i Lyseparken, vil både de kommersielle forretningsmodellene og rollene for eierskap og drift ta form. Uten forpliktende avtaler, vil disse viktige avklaringene bli utsatt i tid. Os kommune vil avklare parkens deltakere og innhold i året som kommer – og målet er å få finansiert opp første del av Lyseparken som en pilot. Parken bygges deretter videre i en stegvis plan.

Første steg er å realisere datasenteret og nærliggende bygningsmasse. I pilotfasen vil målet være å demonstrere hele konseptløsningen i mindre format. Deltakerne i pilotfasen vil i samarbeid utdype flere sentrale punkter som er drøftet, men ikke konkludert, i konseptstudiet:

- Rollen som eiendomsutvikler i grensesnittet mot energiløsningen (forrenting av investering i energisystemet/infrastruktur og videre utvikling).
- Overordnet regi som sikrer ambisjoner om effektiv ressursanvendelse og samordning (sirkularitet)
- Teknisk gjennomførbarhet – og grunnlaget for «smarte løsninger» og bestyring/drift av disse
- Nytteverdi og betalingsvilje for å være del av et samspillende system
- Hvilken kjernekompetanse som skaper verdier og betalingsvilje hos og for brukerne
- Muliggjøring av forretningsmodeller der infrastruktur og energi selges som en tjeneste.
- Avklaringer av eierstruktur og aggregatorrolle, og samordning av energiflyt i grensesnitt mellom bygg og mellom mikro- og makronett
- Hvordan forholde seg til regulatoriske krav og føringer

Os kommune skal i løpet av august 2018 sende ut endelig områdeplan på høring. Konseptutredningen er del av beslutningsgrunnlaget. Lyseparken ønsker å videreføre energiløsningen slik utredningen skisserer, sammen med de samarbeidspartene som kan bidra aktivt for at eiendomsselskaper og virksomheter etablerer seg. Det er allerede laget intensjonsavtale med et datasenter – og siktemål for kommunen er realisere innholdet i denne. Både tilnærings- og arbeidsmåte er ny og innovativ måte å bygge innhold i næringsparken på.

Læring å ta med videre

Arbeidet med Lyseparken har vært både spennende og utfordrende langs flere akser. Prosjektet ble jobbet med på tvers av både fagmiljø, selskaper, kommunen og rådgivningsmiljøer. Rapportskrivningen ble organisert gjennom Sharepoint og simultanskriking i sluttdokumentet. I sum har rammen derfor vært ny for de fleste involverte – både i fagbredde og arbeidsmetode. Prosjektet har strekt seg lenger i tid enn forventet (opprinnelig frist 1. mars 2018) – og arbeidet med konseptutviklingen har gått parallelt med en rekke andre utredninger for Lyseparken. Lenger prosjektperiode enn tenkt, har blitt uttrykt som god ramme til å adoptere nytt tenkesett for hvordan energi henger sammen med en rekke andre disipliner ved område- og eiendomsutvikling. Dette har vært ny kunnskap for flere av de involverte. Særlig er ny forståelse for energi løftet fram som verdifullt for kommunal planlegging og for arkitektonisk utforming.

Underveis har føringer i reguleringsplan og innspill fra Fylkesmannen gitt nye innspill med konsekvenser for sammensetning av tillatte aktiviteter i Lyseparken. Dette har økt kompleksitet og gitt nytt underlag for estimatene for energibruk både i effektbehov og volum. En optimal dele-løsning for selve energiløsningen i Lyseparken er ikke mulig ut fra planbestemmelser og dagens regulatoriske rammeverk for energi. Kunnskap om samspillet mellom el og termisk, energivolum (kWh) og energieffekt (kW) har gitt

Det har vært viktig å teste konseptet på utvalgte og relevante aktører som ønskes i Lyseparken. Dette har vært tidkrevende, men ekstra gledelig å kjenne at tankesettet og den overordnede, helhetlig tilnærmingen både til energiløsning og plan for området, blir møtt med positiv tilbakemelding. Byggesteinen med datasenter som varmeproducent er også avstemmet og matcher med kriterier for lokalisering av Edge-konseptet

I løpet av konseptstudiet kommer det fram at noen brukere kan tenkes en mer aktiv rolle i utforming av forretningsmodeller og kanskje også eierskap til energiløsningen. For å inkludere denne muligheten, i troen på at dette er viktig i innsalgsarbeidet framover, er det derfor ikke endelig konkludert på forretningsmodeller og eierstruktur. I planen for konseptstudiet, var det en ambisjon om å få dette på plass. Både samarbeidspartene BKK og Siemens ønsker en videre rolle i dette arbeidet og ser for seg å bidra med investeringer for å realisere en pilot/demonstrasjonsanlegg for konseptløsningen sammen med kommunen. I rapporten er ulike modeller

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

diskutert – og disse vil konkretiseres i tett brukerdiallog for å sikre et attraktivt konsept også i denne sammenheng.

Den bredt sammensatte arbeidsgruppen med fagansvarlige fra flere miljøer, har gitt gode diskusjoner og uventede erfaringer å dra nytte av seinere. Energi som verktøy også i urban planlegging og jakten på gode fortettingsstrukturer og bo-/arbeidsmiljø, har vært ny og nyttig kompetanse i utarbeidelse av energikonseptet. Fordelen med blandet innhold i et område optimaliserer energiløsningen og samspill – og er helt i tråd med kriteriene for urbane trender både nasjonalt og internasjonalt.

Fra studietur til SmartCity Aspern i Wien, ble det hentet gode erfaringer å ta med. Etablering av et styringsorgan og utarbeidelse av en kvalitetshåndbok som følges opp i byggeperioden, gir både forutsigbarhet og ivaretar helhetstanken for Lyseparken. Signering av et eget «Lyseparken-løfte» for virksomhetene som skal inn i området, skal befeste tilslutning til konseptet og underbygge identitet for området.

Takk til bidragsytere – Norges beste!

Enova som ramme har vært viktig i dette prosjektet. Det har sikret legitimitet og troverdighet – og også sikret at vi har fått med oss blant de beste rådgiverne for å jobbe med oppgaven om å definere energikonsept for Lyseparken. Både industriselskapet Siemens og kraftselskapet BKK har vært aktive partnere i konseptutredningen – og har parallelt utforsket og utfordret hvilken rolle slike aktører har i nye, framtidige modeller for energisystemer og -løsninger.

Prosjektgruppen har hatt et spennende samarbeid underveis og rapporten er forfattet av et tverrfaglig team med eksperter fra ulike rådgivningsmiljøer i flere konsultentselskaper. Kombinasjonen av høyt kvalifiserte rådgivere, kompetanse på reguleringsarbeid og urbane trender, samt teknologitvilkere og et kraftselskap med lang og bred praktisk energierfaring, har gitt gode diskusjoner og ideer å jobbe videre med.

I sum har dette gitt en realistisk og praktisk tilnærming på å beskrive en smart og robust plan for å realisere Lyseparken – med et energisystem i bunn som både er «grønt» og rigget for framtidens bærekraftige forretningsmodeller.

Utover gruppen av fagansvarlige, har flere ressurspersoner vært involverte på både kick-off og underveis. Alle disse har spilt en viktig rolle i ferdigstilling og utforming av innholdet i rapporten. (Fullstendig ressursliste er utarbeidet i eget vedlegg)



Foto: Kick-off i august 2017.

En bred forsamling av ressurspersoner fra både kommunen, BKK, Siemens, rådgivermiljøene, politikere og nøkkelpersoner i arbeidet med konseptstudiet. Under gruppearbeidene kom også ideen om «Lyseparken-løftet»



Foto: Studietur til Aspern, Wien, 22.-23. mars 2018. Her fikk vi innføring strategier og planarbeid for en ny, stor smart-city-forstadsby i informasjonssenterets «showroom». Deretter ble det omvisning til fots i den 4 år gamle byen – som nå har realisert ca 1/3 av endelig størrelse. (studietur arr. for et par av kommunens representanter og styret for Lyseparken)

1 Innholdsfortegnelse

KONSEPTUTREDNING - SAMMENDRAG	1
Oppsummering	1
Hovedkonklusjoner og anbefalinger	3
Veien videre	4
Læring å ta med videre	5
Takk til bidragsytere – Norges beste!	6
1 BAKGRUNN FOR KONSEPTUTREDNINGEN	11
1.1 Om Os kommune og partene i konseptutredningen	11
1.2 Prosjektet og organisering	11
1.3 Lyseparken, nærmere beskrivelse av området	12
1.4 Organisering av arbeidet med konseptutredningen	13
1.5 Om vi lykkes, hva har vi oppnådd?	14
2 LÆRINGSPUNKTER VI TAR MED OSS VIDERE	15
2.1 Kvalitetssikring av realiseringsfasen	15
3 BÆREKRAFTIGE FORRETNINGSMODELLER	15
4 KONSEPTSTUDIETS MARKEDSPOTENSIAL:.....	17
5 TEKNISKE OG ORGANISATORISKE UTFORDRINGER.....	18
5.1 «Opp-Ned-Byen» Lyseparken som taktskifter	18
5.2 Status som et regionalt plusspunkt.....	19
5.3 Lyseparken som energidriver	21
5.4 Attraktivitet for Lyseparken rundt fire byprinsipper	22
6 BAKGRUNN FOR AREALPLAN OG OMRÅDEUTVIKLING.....	23
6.1 Reguleringsplan	23
6.2 Områdereguleringsplan	24

6.3	Illustrasjonsplan	25
6.4	Illustrasjoner av planlagt utbygging	26
6.5	Bygningsmasse	29
7	LYSEPARKEN ENERGILØSNING, KONSEPTET	30
7.1	Energisystemets hensikt og målsetning	30
7.2	Energisystemets hovedbestanddel	31
7.3	Smarte styresystemer og overvåking av energisystemet	31
7.3.1	Styring av mikronettet	32
7.3.2	Transaksjons- og markedsplattform	33
7.3.3	Monitorering og optimalisering	33
7.3.4	Automatisering av mikronettet.....	34
7.4	Termisk energiløsning	34
7.4.1	Overskuddsvarme fra datasenteret.....	34
7.4.2	Kjølenettet	39
7.4.3	Avkastluft fra datasenteret	39
7.4.4	Vindalsvatnet.....	40
7.4.5	Grunnvarme	46
7.4.6	Varmepumpe basert på uteluft.....	47
7.4.7	Fravalg termisk	47
7.4.8	Spisslast-/reservelastkilde.....	49
7.4.9	Energisentral	49
7.4.10	Fjernvarme og –kjølenett	49
7.4.11	Fjernvarme	51
7.4.12	Kjøling	51
7.4.13	Kundesentraler	51
7.4.14	Krav og føringer hos kundene for å oppnå effektiv energiløsning.....	52
7.5	Elektrisk energiløsning	53
7.5.1	Kapasitet på elektrisk tilførsel til Lyseparken.....	53
7.5.2	Lokal kraftproduksjon	53
7.5.3	Vekselstrøm (AC).....	57
7.5.4	Likestrøm (DC)	58
7.5.5	Fravalg elektrisk	59
7.6	Energilagring	59
7.6.1	Termisk Lagring	60
7.6.2	Elektrisk Lagring.....	60
7.7	Kraftvarme (CHP - Combined Heat & Power)	61
8	FORRETNINGSMODELLER	61
8.1	Lyseparken Mikronett og rollen som aggregator	61
8.2	Smarte styresystemer og monitorering av energisystemet	62
8.2.1	Mikrogridkontroller	62
8.2.2	Transaksjonsplattform – lokalt.....	62
8.2.3	Transaksjonsplattform – interaksjon med nettselskapet.....	62
8.2.4	Monitorering og optimalisering	62

8.3	Bygg som ressurs i energisystemet	63
8.3.1	Alternativ bruk av spillvarme/overskuddsvarme	64
8.4	Datasenter	65
8.5	Datasenterets rolle i energiløsningen	67
8.6	Energibehov i Lyseparken	69
8.6.1	Varme- og kjølebehov.....	69
8.6.2	Fjernvarmekonsesjon	71
8.6.3	Varighetsdiagram og lastprofiler.....	72
8.6.4	Lastprofiler elektrisk	78
8.7	Utbyggingstakt	79
8.8	Mobilitetens rolle i energiløsningen	80
8.8.1	Elbilens konsekvenser for kraftnett.....	83
8.8.2	De sosiale forholdene.....	84
9	ØKONOMI	84
9.1	Forutsetninger	84
9.2	Investeringskostnader og tilskudd fra Enova	85
9.3	Lønnsomhet og resulterende energipris.....	86
10	SCENARIER FOR GJENNOMFØRING.....	88
10.1	Råd til pågående regulering og føringer for etablering i Lyseparken	88
11	VIDERE ARBEID.....	89
12	OVERSIKT VEDLEGGSRAPPORTER:.....	89
13	RESSURSPERSONER I PROSJEKTET:	90

1 BAKGRUNN FOR KONSEPTUTREDNINGEN

Os kommune hadde tidlig store ambisjoner for å utvikle en bærekraftig og framtidsrettet næringspark ved ny E-39 fra Os til Bergen. Kommunen eier selv området og ønsket at energiløsningen kunne være en tydelig og synlig del i merkevarebyggingen.

1.1 Om Os kommune og partene i konseptutredningen

Os kommune er Hordaland sin fjerde største kommune med ca. 20 600 innbyggere (2018). Os grenser til Bergen i nord. Kommunen har ordnet økonomi og har sterk befolkningsvekst med 42 prosent siden tusenårsskiftet. Veksttakten er økende og er forventet å vokse ytterligere i årene som kommer. Prognosen er på 40 000 mennesker i 2040. Rundt 60 prosent av innbyggerne over 18 år pendler i dag ut av kommunen, i stor grad til Bergen. Os kommune har flest arbeidsplasser innen kommunal sektor, varehandel, bygg, anlegg og industri.

Lyseparken er kommunens storsatsing og målet er bl.a. å etablere flere arbeidsplasser i nærområdet. Prosjektet er godt forankret i kommunen på alle nivå, både politisk og administrativt. Ambisjonene for Lyseparken er et stort og viktig løft som blir fulgt nøye opp i mange fora, også av media og andre interessenter for kommunal utvikling. Kommunen vedtok allerede i 2011 klare målsettinger for bærekraft.

Utviklingsplanen tok form allerede i 2005, og siden 2013 har en egen ressursgruppe i kommunen drevet prosjektet videre i samarbeid med eksterne aktører. I styret for Lyseparken sitter ordfører, rådmann, plan- og utviklingssjef og tre eksterne spesialister.

Os kommune

5202 Os

Epost: postmottak@os-ho.kommune.no

Organisasjonsnummer: 844 458 312

Kommunennummer: 1243

Parallelt med energikonseptet, er det arbeidet med flere andre utredninger for å framskaffe underlag til videre realisering av Lyseparken. Det er mange felt som skal belyses og dokumenteres. Os kommune har rammeavtale med selskapet ABO Plan & Arkitektur AS for å bistå i arbeidet. Ansvar for selve konseptutredningen er satt ut til kraftselskapet BKK og teknologileverandøren Siemens. I tillegg er det hentet inn ekspertise fra ulike rådgivningsmiljøer for å sikre både bredde og dybde i studiet. Dette er en innovativ måte å teste ut samarbeid på, og har gitt både faglig og praktisk forankring – og like viktig: tilgang til aktuelle nettverk, selskaper og bedrifter for å teste ut attraktiviteten til konseptet i tidlig utviklingsfase.

Konseptstudiet skal gi innspill til områdeplanen på de premisser som regionale myndigheter tillater. Her legger overordnet senterstruktur i Hordaland, hva disse regionale og kommunale sentrene skal inneholde; boliger, handel, kultur og arbeidsplasser, viktige føringer. Mulighetene til Lyseparken ligger i å skape et effektivt næringspunkt i regionen der det digitale, IT-strukturer, energi og øvrige infrastruktur kan bygges opp rundt ny parsell på E 39, Kyststamvegen. Målet er skape grunnlag for ny sysselsetting og næringsvirksomhet.

Målsettingen for Os kommune er «40 i 40». Det vil si 40.000 innbyggere i 2040. Her er Lyseparken et sentralt virkemiddel for kortreiste arbeidsplasser, et sted for «flinke hender og kloke hoder».

1.2 Prosjektet og organisering

Konseptstudiet er delifinansiert av Enova. Dette har gitt nyttig ramme og legitimitet for å demonstrere hvordan lokale energiressurser og samordning av produksjon og forbruk i et område (smartnett), kan utnyttes og spille på lag med et overordnet strømmnett. Lyseparken skal også vise hvordan det ved tidlig planlegging er mulig å nå høyest mulig gevinst av egenprodusert energi ved å spille på lag med de naturgitte forutsetningene. I

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

tillegg er det vektlagt å teste ut hvordan ulike virksomheter kan inngå i et sirkulært kretsløp der flere bygg og brukere spiller på lag ved å utnytte og dele på overskuddsenergi, samt samordne forbruksprofiler.

Energiløsninger i et område blir ofte bestemt etter at et område både er regulert og byggene kommet på plass. Hvert bygg sørger for seg selv. Os kommune har i dette prosjektet vist vilje til en ny måte å tenke på – og som er i tråd med internasjonale trender og tenkesett om smartere bygg og en mer bærekraftig ansvarlighet i energibruk som del av samfunnsutviklingen¹. Mobilitet er blitt en viktig bit av energisystemet – og ses i sammenheng med økende elektrifisering av transporten.

Konseptstudiet for Lyseparken viser hvordan en framtidrettet løsning kan legges til rette for – og hvordan et lokalt, gjennomtenkt energisystem kan bidra til å øke attraktiviteten for å etablere seg i området. Grunntanken er å invitere byggeiere og bedrifter inn i et fellesskap der den «grønne» profilen for området er en naturlig forlengelse av virksomhetenes egne visjoner og forretningsmodeller. Slik kan Lyseparken styrke profilen for fremtidens bedrifter som har mål om å «walk the talk» i et sirkulært og bærekraftig perspektiv.

Ved oppstart av konseptarbeidet ble det arrangert en «kick-off» der et bredt fagmiljø og kommunens representanter deltok. I dette møtet ble det jobbet gruppevis med idémyldring, og første tanke om «Lyseparken-løftet» tok form. Underveis i konseptarbeidet er det gitt ytterligere innhold til denne ideen som kan være med å understøtte videre merkevarebygging og identitet for de som etablerer seg i området.

1.3 Lyseparken, nærmere beskrivelse av området

Lyseparken er et område på 936² daa plassert langs ny E39 mellom Os og Bergen. Planprogram for området ble godkjent av Os kommune i september 2015 og gir anledning til å bygge og utvikle et nytt næringsområde helt fra start. Området ligger tett på Bergen, og vil også framstå som en ny forstad til den sterkt voksende vestlandshovedstaden.

Lyseparken skal bli et vekstsenter for Bergensregionen med blanding av næring og offentlige tjenester. Området blir også et trafikknutepunkt ved at dagens boligområder langs Lysefjorden får etablert tilførselsveg til ny E39.

Nær Lyseparken Næringsområde er det avsatt boligareal i kommunens arealplan til 3-5 000 boliger.

Os kommune eier store deler av Lyseparken-området. Kommunen har derfor et godt utgangspunkt og mulighet til å realisere konseptet og styre utbyggingen i ønsket retning både inne i og rundt Lyseparken.

Eksempelvis kan kommunen gi byggeiere pålegg om å legge til rette for egenprodusert energi, samt inngå i et lokalt, felles nett for samordning og optimalisering av energibruk. For å få dette til, må kommunen utforme en enhetlig og samordnet plan for området. Konseptstudiet skal innstille på en slik plan for grunnleggende infrastruktur der denne tilnærmingen er ivaretatt og samspillsløsninger er muliggjort.

I forkant av arbeidet ble det gjort et innledende overslag på potensialet i de lokale energiresursene i Lyseparken. Kartleggingen viser at der er økonomiske og miljømessige gevinster ved å integrere lokale ressurser³ i energiløsningen.



Effektivt samspill og utnyttelse av ressurser, herunder infrastruktur og energi, er sentralt for framtidrettet, bærekraftig samfunnsutvikling.

¹ DNV-GL: Global Report 02-2018; Energy Transition Framework for cities; Mid-Size cities leading the way

² Oppdaterte tall for planområdet, opprinnelig var området 719 daa

³ Multiconsult 2017: Kartlegging av lokale energiresurser i Lyseparken, på oppdrag for ABO Plan og Arkitektur AS

Sommeren 2018 skal endelige planer og ytterligere investeringer for Lyseparken vedtas i kommunen. Konseptutredningen blir del av saksmaterialet for både beslutninger og hvilke pålegg og føringer byggeiere og eiendomsutviklere må forholde seg til når de skal etablere seg i Lyseparken.

Konseptutredningen er et viktig steg for å konkretisere kommunens plan om å utvikle et nytt område med grønn profil og fremskutt posisjon for bærekraft. Det er en forutsetning at konseptet forstår og tar hensyn til brukernes kjøpekriterier og behov.



Konseptutredningen er et viktig steg for å konkretisere kommunens plan om å utvikle et område med fremskutt posisjon innen fornybar energi.

Det er ikke kjent at lignende områdeutviklingsprosjekt i Norge starter med kartlegging av lokale energiressurser. I hvor stor grad dette øker sjansen for økt grad av egenproduksjon og forbrukssamordning innenfor kommersielle rammer, er derfor spennende. Her kan Lyseparken være et norsk referanseprosjekt, med internasjonal interesse, og gi input i arbeidet med å lage en «energiveileder» som del av den kommunale verktøykassen i planarbeidet.

Ved å sette energi og energisystem i fokus på et tidlig stadium, kan kommunen bruke kunnskapen videre i planarbeidet. Det kan settes føringer både for utforminger og plassering av bygg for å optimalisere energibruk og legge til rette for effektiv utnyttelse og deling av de lokale energiressursene. Dette står i kontrast til tradisjonelt planarbeid hvor energi stort sett har blitt behandlet i forskrift om teknisk krav til byggverk (TEK), og unntaksvis i form av krav om fjernvarmetilknytning.

1.4 Organisering av arbeidet med konseptutredningen

Konseptutredningen for energiløsning i Lyseparken er nybrottsarbeid og innovativt på flere måter. Kommunen gjennomfører konseptutredningen som et samarbeid mellom Lyseparken, kraftselskapet BKK og teknologileverandøren Siemens. I tillegg har det vært hentet inn rådgivere fra ulike selskaper som i sum har sikret en bred og tverrfaglig tilnærming i arbeidet med å utforme energikonseptet. Underveis er tanker og ideer sparret med aktører og kontaktnett både lokalt, nasjonalt og internasjonalt.

Selve arbeidet startet i slutten av august 2017 med en kick-off der nærmere 30 personer deltok. Utover flere ressurspersoner fra kommunen, bidro flere fagekspertter fra både BKK, Siemens og konsulent-/rådgivningsbransjen

Praktisk organisering av utredningsarbeidet:

Prosjekteier: Lyseparken/Os kommune - utviklingsdirektør Fredrik Seliussen

Prosjektleder og redaktør: BKK Energitjenester - leder Lokale Energiløsninger, Anne Jordal

Fagansvarlige:

- Smarte byer, teknologiløsning: Nordic Director of Strategy and Business Development I Siemens Energy Management Division - Tor Krog
- Urbane trender og byplanlegging: Cowi - markedsansvarlig Håkon Iversen
- Energisystemet og -løsning:
 - Norsk Energi - seniorrådgiver Anders Eide (termisk, systemintegrasjon)
 - Multiconsult - seniorrådgiver Bjørn Thorud (solceller, systemintegrasjon)
- Regulerings- og planarbeid: ABO Plan og Arkitektur – oppdragsansvarlig/partner Sjur F. Hjeltnes
- Datasentre – daglig leder GreenByte/forretningsutvikler BKK – Tore Mong

Utover de fagansvarlige har flere ressurspersoner⁴ bidratt underveis i takt med hvordan konseptet har utviklet seg og tatt form.

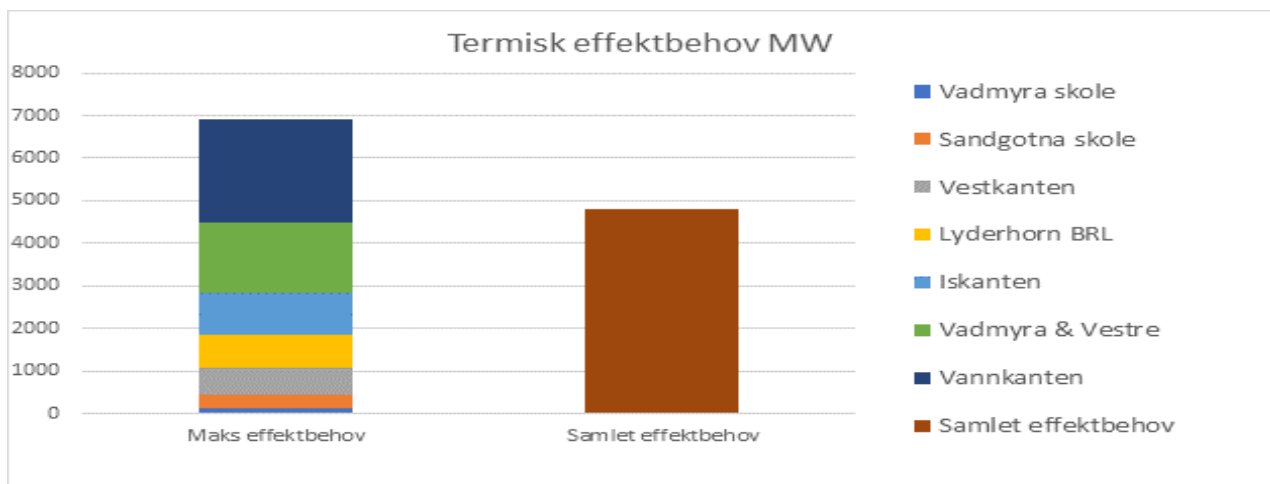
1.5 Om vi lykkes, hva har vi oppnådd?

Lyseparken har ambisiøse mål om å legge til rette for bærekraftig samfunnsutvikling gjennom en framskutt posisjon innen fornybar energi og effektivt energibruk. For å realisere dette, trengs medspillere innen bygg- og eiendomsbransjen som vil bidra i de vedtatte planene for energiløsning inne i Lyseparken.

Utover en attraktiv plan for energi, må Lyseparken evne også å innfri på andre lokaliseringsparametre som er viktige for å tiltrekke ønsket virksomhet i næringsområdet. I områdene rundt Lyseparken er avsatt boligområder i kommunens arealplan til i sum 3-5 000 boliger.

En optimal løsning for området, innebærer at alle aktører, innenfor og utenfor, er sømløst «skrudd sammen» for et mulig samspill på energi, gjennom et smartnett og lokale markeder for utveksling av «råvarene» elektrisk/termisk energi og data. Gode samspillsløsninger kan eksistere der brukerne er forskjellige – både i bruksmønster, energimiks og profil over døgnet. Dette er positivt for å sette sammen og optimalisere energiløsninger og fleksible forretningsmodeller for å bestyre lokal produksjon, kapasitetsfordeling og energibruk for flere bygg i samspill.

Tradisjonelt dimensjoneres effektbehov per bygg. Erstatte man «stable-prinsipper» for installert effekt i et område med et justert effektbehov som tar hensyn til samtidighet – viser beregninger at samlet effektbehov kan tas ned ca. 30 pst. Tallene nedenfor illustrerer dette ved å synliggjøre samkjøringsgevinst ved å samle ulike brukere i ett system⁵ (handel, kontor, skole, svømmehall, ishall, boliger):



Figuren illustrerer hvordan varmebehovet til flere ulike aktører kan samkjøres – og at en felles løsning i sum kun trenger samlet kapasitet på ca. 70 pst. sammenlignet med brukernes løsninger hver for seg. Målet med Lyseparken er å demonstrere at kommunen gjennom sine føringer og i tett dialog med virksomheter, klarer å utvikle et attraktivt næringsområde der også energiløsningen er effektiv og kostnadsbesparende.

Grunntanken om å realisere et næringsområde der bærekraft er ledestjerne, krever innsikt i hva som utgjør viktige lokaliseringskriterier for virksomhetene som skal inn – og ikke minst forståelse for hvordan man i utvidet perspektiv skaper attraktive sammenhenger mellom arbeid og bolig.

⁴ Fullstendig liste over ressurspersoner i prosjektet i eget vedlegg

⁵ Enovastøttet konseptutredning i regi av BKK for Loddefjord i Bergen.

Næringsparken klarer gjennom god planlegging å tilrettelegge for lønnsom delingsøkonomi slik måte at det skapes egen merkevare og at virksomhetene, samt også boliger i nærheten, får bidra til å bygge «Lyseparken-identitet».

2 Læringspunkter vi tar med oss videre

- Klar visjon og tydelige mål setter føringer for energisystemet og letter innsalg og optimaliseringsarbeid
- Tverrfaglig interaksjon og felles mål bidrar til en helhetlig løsning (også inkl. offentlig transport og øvrige tjenester)

2.1 Kvalitetssikring av realiseringsfasen

Det er viktig at premisser og designprinsipper som er utarbeidet i konseptstudien og videre utover i prosjekteringsarbeidet, også ivaretas gjennom alle byggetrinnene i realiseringsfasen. Her tar vi med oss et viktig læringspunkt fra studieturen til Aspern⁶ utenfor Wien, der de har utarbeidet tre ufravelige retningslinjer for realiseringsfasen:

1. "The 4 quality assurance pillars," som består av
 - a. En reguleringsplan som imøtekommer designprinsippene, retningslinjer for hvert enkelt bygg / kvartal
 - b. Designprinsipper for hvert enkelt bygg / kvartal / område som bygges, herunder KPI'er, avhengigheter, frihetsgrader etc.
 - c. Et tverrfaglig organ (advisory board), som gir veiledning og innspill til hvert enkelt byggeprosjekt
 - d. Klare kriterier for prosjektvalg og – oppfølging av prosjekteier gjennom byggefasen, som utnytter advisory board og andre viktige interessenter.
2. "The quality assurance process," som beskriver arbeidsflyt for regulering, retningslinjer, anbudsarbeid, kvalitetssikring etc
3. "The Aspern Advisory Board," – et tverrfaglig organ med ekspertise som bistår og veileder i hele byggeprosessen, spesielt gjennom godkjenningsprosesser.

Vi anbefaler at Lyseparken, i samarbeid med aktørene i konseptstudiet, utarbeider tilsvarende retningslinjer før byggeprosjektene igangsettes (Kvalitetshåndbok, Quality Manual/Design Manual) og at dette inkluderes i «Lyseparkenløftet» som aktørene må slutte seg til. Dette sikrer at utbygging skjer i tråd med overordnede designprinsipper og visjon - samtidig som salg og realisering skjer på kommersielt grunnlag. En slik designmanual vil også være til god nytte for tilsvarende prosjekter senere.. I tillegg forankres en forståelse for at aktørene bidrar i kommunens merkevarebygging for Lyseparken.

Konkretisering av retningslinjer i eksempelvis et eget «Lyseparkenløfte», vil klargjøre forpliktelser og rettigheter for de som etablerer seg i området.

3 Bærekraftige forretningsmodeller

I kommunens mål for energikonsept, er det lagt føringer for en tenking i «community-retning». Det fins flere referanser å hente inspirasjon fra, og særlig er erfaringer fra «smart-city-området» Aspern nyttig erfaring⁷. Læring herfra støtter opp om å videreutvikle merkevare og «Lyseparken-løftet».

I utvikling av Aspern, er det etablert et «advisory board» der nye aktører inn i parken etablerer dialog for felles forståelse av overordnede mål og hvordan bidra til dette.

⁶ https://www.aspern-seestadt.at/en/business_hub/innovation_quality/quality_management

⁷ Studietur i regi av Siemens til Aspern i Østerrike, med representanter fra kommunen og styret for Lyseparken, 22. – 23. mars 2018

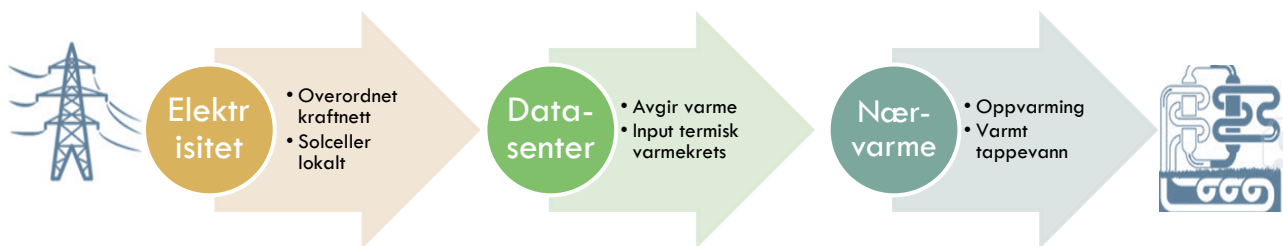
Konseptutredning, energisystem Lyseparken

For å designe en bærekraftig forretningsmodell for energiløsningen i Lyseparken, er det hentet inspirasjon i ulike modeller⁸ som legger til grunn inntjening på nye teknologier, digitalisering og sirkulær økonomi. Målbildet er grønn vekst i kombinasjon med redusert ressursbruk og mindre av utslipp som bidrar til klimaforverring.

Klimarisiko får økende oppmerksomhet i bank- og finansinstitusjoner. Det grønne klimaavtrykket får avgjørende betydning ved ekstern finansiering av prosjekter, som f.eks. Lyseparken⁹.

På Enovakonferansen 2018, ble det holdt innlegg om klimarisiko og innvirkning på finansiell rating av eiendomsporteføljer. Flere banker har økt fokus på energiregnskapet til et bygg som grunnlag til lån¹⁰.

For Lyseparken er et datasenter gitt sentral plassering, og er en fin illustrasjon på bærekraftstiltakene. Dataprosessering krever store mengder elektrisitet og genererer i sin tur overskuddsvarme. Normalt blir dette betraktet som spillvarme/«avfall». I Lyseparken er datasenteret blitt «varmeproducent» og leverer videre til et termisk¹¹ system med oppvarming av varmt vann - som Lyseparkens øvrige virksomheter gjør nytte av.



For Lyseparken eksemplifiserer energiløsningen hvordan samspill og sirkularitet ligger i bunn. En slik måte å tenke på, gir rom og inspirasjon for aktører til å tenke bredere i forretningsmodeller og samtidig innfri på krav om å skape, levere og kapre verdier. I dette grensesnittet ønsker Lyseparkens samarbeidspartnere, Siemens som teknologipartner og BKK som energipartner, også å utforske egne, mulige roller i et nytt perspektiv.

Den muliggjørende teknologien er i stor grad på plass og det handler teknisk i stor grad om systemdesign og implementering. Følgende tre roller må fylles med konkrete forretningsmodeller og verditilbud:

1. *Leverandør av innholdstjenester* og til smarte brukere i smarte områder – leveranse av tjenester til sluttbrukere som trenger innholdstjenester og vil administrere eget energibehov. Forståelse for incentivmodeller og betalingsvilje til «prosumenter»¹² på individ- eller gruppenivå.
2. *Datasenter* – som leverer tjenester til innholdsleverandørene. Stort behov for sikkerhet på energitilførsel og konnektivitet. Har energifleksibilitet som kan samordnes med andre energiforbruksprofiler.
3. *Lokal energisentral/smartgrid operatør* – tilgang til lokalt og sentralt produsert energi. Aggregator som samordner forbruksprofiler via prissignaler i lokalt og eksternt marked for energi-/datakapasitet.

Videre foredling av konseptstudiet skal i neste fase gi innsikt i hvordan forretningsmodeller for de ulike rollene kan gjennomføres i praksis og på en slik måte at både energiproduksjon og -bruk i Lyseparken henger sammen på smart vis. Brukernes ønsker om roller må også forstås som input til videre detaljering. Når Lyseparken er realisert, det i fellesskap etablert et markedsdesign som innfrir på elementene i fremtidens ansvarlige forretningsmodeller – og det er utformet et energisystem som bestyres av en felles teknologiplattform med fleksibelt samspill som base.

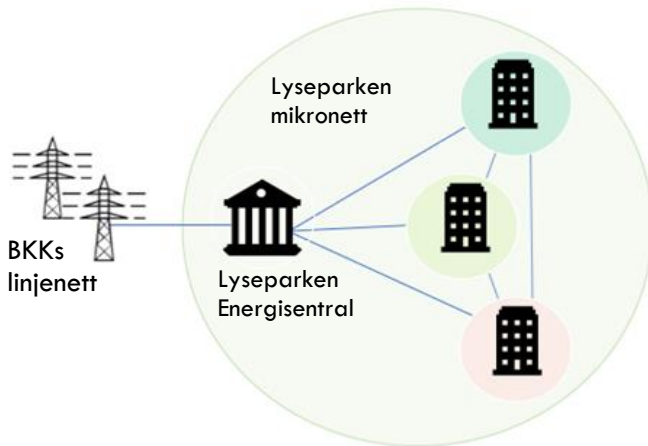
⁸ Jørgensen og Pedersen, NHH, Cappelen Damm 2018, RESTART - 7 veier til bærekraft business

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=YQ4ON94pFk0>, Thina Saltvedt – Sustainable Finance Nordea

¹⁰ <https://energiogklima.no/nyhet/klimarisiko-jeg-ville-ikke-satset-store-summer-pa-barentshavet-sier-thina-saltvedt/>

¹¹ Termisk energi er den delen av energi som kan avgis som varme. I praksis kan dette forstås som vannbåren energi.

¹² Prosumert er en sammenstilling av ordene produsent og konsument – og brukes i når en produsent også er konsument – eller motsatt



Fleksibilitet i Lyseparken vil styres i to grensesnitt. På øverste nivå er «navlesnoren» mellom Lyseparken og distribusjonsnettet til BKK for området. I tillegg vil det utvikles et internt mikronett med grensesnitt mellom enkeltbygg/-brukere i selve Lyseparken slik figuren illustrerer.

Det eksisterer teknologiske løsninger for å gjennomføre dette i dag. Koordinering/optimalisering av det interne nettet for el. og termisk, samt grensesnittet til eksternt strømnett, vil koordineres gjennom den lokale energisentralen sin etableres – Lyseparken Energisentral.

Utfordringen er å finne behovstilpassede brukermodeller med gode incentiver til energisparing og -deling. I tillegg vil det regulatoriske¹³ være bestemmende for utforming av en slik felles plattform.

Aktører som kommer inn i parken kan bidra til å utforme kriteriesettingen, og dette kan avhenge av spesifikt energibehov/-sammensetning hos enkeltaktører. I forkant skal dialog med mulige etablerere i parken brukes til å samle innspill.

4 Konseptstudiets markedspotensial:

- Det etableres en helhetlig plan fra kommunens side der optimalisering av egenprodusert energi og tilrettelegging for passiv energiutnyttelse, legger føringer og krav for nybygg i området
- Anbefalte løsninger og mål som skal oppnås gir krav og føringer i områdeplanen
- Teste ut hvordan energi, termisk og elektrisk, kan samhandle
- Teste ut nye fornybare energibærere og samspill mellom disse. Optimalisere energimiks
- Kan gi input til framtidig justeringer av overliggende nettkapasitet og investeringsbehov ved områdeintern administrering og optimalisering av energibruk/-produksjon i eget mikronett
- Demonstrasjon av hvordan en kommunal aktør aktivt kan legge til rette for og styre innfasing av fornybare energiløsninger
- Utvikling av et helt nytt område der ting kan gjøres i riktig rekkefølge fra start. «Opp-ned-byen» og tverrfaglig kompetanse for å lage gode løsninger
- Tidlig fokus på energi i egen konseptstudie, optimaliserer energieffektivitet og forenkler beslutningstaking. Energiløsning del av salgskonseptet
- Kommende virksomheter i Lyseparken inkluderes i den detaljerte utviklingen og bidrar med egne behov og ønsker i utformingen av endelige premisser
- Fravalg gjøres bevisst – og det er ikke tilfeldigheter som blokkerer for muligheter på et senere tidspunkt
- Klargjøre fremtidige forretningsmodeller og roller i administrering av et mikronett. Demonstrere hvordan sirkulære modeller kan gi kostnadsbesparelser for energi
- Lyseparken som benchmark på i hvilken grad det kommersielt er mulig å utnytte de lokale energiresursene når det planlegges for i tidlig fase

¹³ NVE har pt. flere høringer under arbeid for å sy sammen fremtidens energisystem og betalingsmodeller (effekttariffer)

5 Tekniske og organisatoriske utfordringer

Urbanisering, globalisering og digitalisering er blant viktige forklaringer til økt endringstakt og omveltninger i etablert tenkesett. Byutvikling øker i kompleksitet og omfang. Midt i dette krevende bildet, skal planverk og lover støtte opp om og legge til rette for gode bo- og arbeidsområder – og skjæringspunktet mellom en utvikling drevet av teknologi skal avstemmes med behov og trivsel hos enkeltpersoner.



Høy endringstakt og hensyn til klima og miljø, endrer områders komposisjon og struktur. Det offentlige planverket henger ikke med.

Dagens planverk har ikke hengt med i utviklingen, og utfordres nå av utviklere som vil bygge og drive eiendomsutvikling på nye måter. Lyseparken står midt i et slikt dilemma, og må forholde seg til reguleringsplaner og føringer gitt i plan- og bygningsloven i en «gammel tid». På motsatt side er friere rammer til innhold i Lyseparken, herunder miks av flere typer næring, offentlige tilbud og boliger, viktig verktøy for å bygge ut et helt område som tar innover seg urbane trender og forstår sammenhengen mellom gode bo- og arbeidsplasser.

Den høye endringstakten påvirker områders komposisjon og struktur. Omstillingsevnen¹⁴ i planverket er ikke like rask.

5.1 «Opp-Ned-Byen» Lyseparken som taktskifter

Byutvikling kan deles i tre fokusområder: Det som bygges under bakken, over bakken og konsekvenser av de to første. «Opp-Ned-Byen» blir en tilnærming for å strukturere koblingen mellom den digitale utviklingen i samfunnet og behov for å utøve en sterkere grad av tidligfaseutvikling, bl.a. designe under bakken.

"Opp-Ned-Byen" er en tilnærming der områder bygges nedenfra og opp - samtidig som rekkefølgen i etablert planverk utfordres

For Lyseparken legger dette til rette for kostnadseffektiv bygging av infrastruktur for energiløsningen – samtidig som det forebygger blokkering av gode løsninger dersom disse kommer på bordet i etterkant og når bygg allerede er på plass.

Fortetting utgjør en trussel mot klima og bærekraft hvis de fortsetter å bygge og transformere med gårsdagens kunnskap og planverk. Bruk av ny teknologi og gjennomtenkte energi- og mobilitetsløsninger kan bidra positivt dersom dette i tydeligere grad får plass som integrert del av by- og stedsutviklingen.

Dette krever et taktskifte i eksisterende lovverk - som pt. ikke er rustet for å møte urbane trender¹⁵ for hva som er gode bo- og arbeidsområder, lokaliseringkriterier for virksomheter, mobilitet og de endringer digitaliseringen bringer med seg.

Lyseparken demonstrerer et taktskifte ved å snu opp ned på tradisjonell områdeutvikling og gir energi en sentral plass for videre utvikling. Verdien av energi som kraft og input-faktor for videre arbeid i Lyseparken, gir både økonomiske og fysisk føringer for videre utarbeidelse av området.

Valg av datasenter og tilrettelegging av spillvarme som varmekilde for et helt område, viser at fysiske muligheter og kjent teknologi settes sammen. Konseptstudiet viser at dette henger sammen – og at tankegangen er attraktiv for aktører i markedet. For å hente ut optimale samkjøringsgevinster er det smart å sette sammen energibrukere med ulike bruksmønster og profiler. Da kan gevinster ved delingsmodeller hentes ut i større grad. Blandet næring, boliger, offentlige tilbud og handel er god kombinasjon i så måte, og ikke bare i energisammenheng. Friere stilling i planverket til å komponere sammensetning i Lyseparken, kan optimalisere deleløsninger også i andre sammenhenger i Lyseparken.

¹⁴ Referanse, bl.a. Urban planner i Cowi, Håkon Iversen

¹⁵ <https://www.newsday.com/opinion/commentary/walkable-cities-in-the-suburbs-1.16603467>

Slik kan Lyseparken demonstrere hvordan endelaus mark transformeres til en ny type energidistrikt – og som gir grunnlag for et bærekraftig område der diversitet gir grunnlag for «energi-smartness» og øvrige deleløsninger.

Dette illustrerer også at en energiløsning med påkobling av kommende boligprosjekter nær Lyseparken, bør være aktuelt. Type aktører som til slutt etablerer seg i Lyseparken vil avgjøre om videreføring av infrastruktur til omkringliggende boliger svarer seg.

For at Lyseparken selv kan designe sammensetning inne i området, er plan -og bygningsloven førende. Den formelle planprosessen kjøres etter kommunalt innarbeidede prosedyrer og metoder. Lyseparken som energikraft er avhengig av et planverk som er rigget for å kunne ta ut og realisere potensialet i foreslått energikonsept.

5.2 Status som et regionalt plusspunkt

Status som smart by og område, er ingen endestasjon - men en reise i dynamisk endring. Med datasenteret som startpunkt for både innhold i og del av energiløsningen, tar konseptstudiet for Lyseparken grep om de forutsetningene som bidrar til Lyseparken som et *regionalt Plusspunkt*¹⁶. Dette betyr at området legger til rette for delingsløsninger på de punktene der dette er fornuftig.

Lyseparken er et ambisiøst utviklingsprosjekt med ønske å bli et nytt vekstsenter¹⁷ for Bergensregionen. Planverket gir tillatelse til avgrenset blandet formål, se figur 1. Når nye områder, såkalte «greenfields», skal utvikles – vil muligheter for et mer fleksibelt innhold i parken, gi større muligheter for å tenke nytt og framtidsrettet. I et Energi Distrikt er det lagt større vekt på blandet formål, og boligstrukturen er integrert i selve området (næringsparken) slik figur 2 viser.

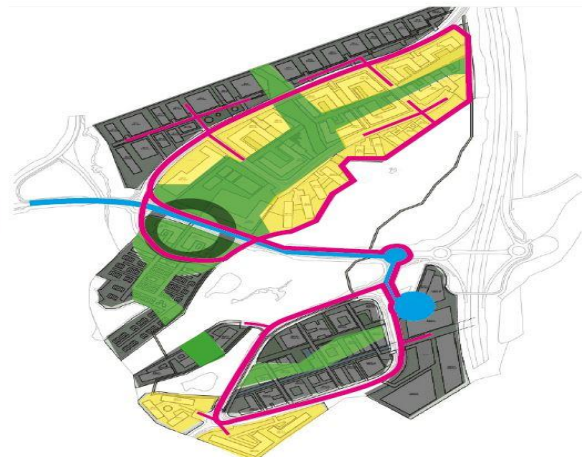
I dagens reguleringsbestemmelser er det lagt inn noe boligstruktur i randsonen av parken, og byggmassen framstår ikke som integrert del av selve næringsparkens fysiske struktur. Denne strenge soneinndelingen, reduserer Lyseparkens muligheter til å strekke seg mot globale byutviklingstrender¹⁸: gåbyen, sykkelbyen, byen for autonome kjøretøy osv. Utviklingssekskapet for Lyseparken får derfor færre verktøy for å ta strategiske grep som følger opp tiltak som gir bedre klima- og miljøtall for området.

Et plusspunkt er del av en helhetsplan og gjelder et eget utviklingsområde.
I plusspunkt er det lagt til rette for synergieffekter.

Illustrasjonsplan



Lyseparken slik den blir regulert med boliger i utkant.



Lyseparken slik den kunne vært optimalisert med boliger inne i området (gule felt) og nederst i nærhet av transitsone. Boliger henvender seg inn mot nytt grøntdrag og næring i foringsveier.

Dynamikken i området vil være lettere dersom aktivitet mellom det som skjer i arbeidstiden er tettere koblet med aktivitet også etter arbeidstid.

¹⁶ Plusspunkt: Del av helhetsplan der det er det lagt til rette for synergieffekter.

¹⁷ <https://www.regjeringen.no/no/tema/kommuner-og-regioner/by--og-stedsutvikling/bysatsing1/Plansatsingen-mot-store-byer-/id760930/>

¹⁸ <http://sollihogdaplusby.no>

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Inspirasjon er hentet i prosjektet Aspern¹⁹ utenfor Wien (foto nedenfor hentet fra websiden). De vant prisen «Best Smart Project 2016» som deles ut av International World Smart City. Her testes fremtidens løsninger «live» hos beboere og virksomheter i en joint-venture modell. Selve området er urbant med allmenninger og torg, og skulle opprinnelig ha deling 50/50 mellom arbeidsplasser, universitet og bolig, dvs. mikset innhold. På hovedgateplan er det reservert for småhandel, tjenestesalg og spisesteder. Dette sikrer grunnlag for aktivitet både før og etter arbeidstid i mobilitetsårene/livsnerven – og området framstår som levende også etter arbeidstid.

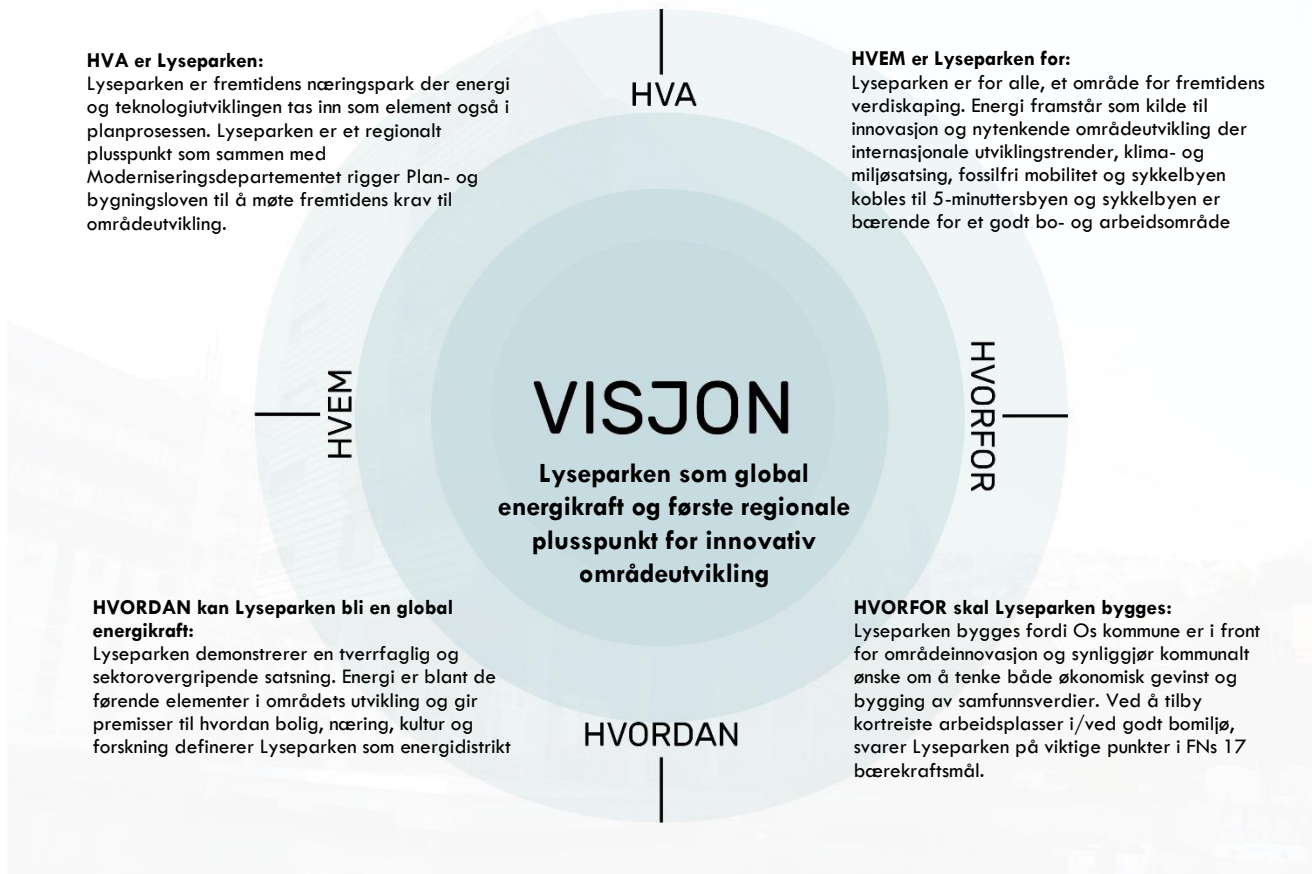


Området har 0,7 parkeringsplasser per boenhet – dette er stort sett skjulte plasser under bygningsmassen. Området har fått forlenget elektrisk transportbane til Wien sentrum, og venter på første selvkjørende ringbuss for hovedårene. Opprinnelig plan er endret underveis i gjennomføringen. I dag framstår området med stor overvekt av boligmasse i regi av ulike aktører. Utbyggingen på bildet er gjort i løpet av fire år, og tilsvarer i areal ca. det samme som for Lyseparken.

Plan- og bygningsloven er ikke rigget for fremtidens områdeutvikling, ref. også erfaringene fra Wien. En pågående reguleringsplan for Lyseparken skal sendes til høring i august 2018. Parallelt med dette vil konseptstudiets innhold markedsføres for å vise den rollen energi får og hvordan energi er sentralt i livsløpet til Lyseparken. Parallellprosessen vil være innspill til Lyseparkens reguleringsprosess. Målet er en ny, innovativ energipark der potensialet for framtidsrettet utvikling legges – samtidig som det koordineres med løpende reguleringsplaner.

Dersom en øvelse med hva, hvem, hvorfor og hvordan gjøres tidligfase, før reguleringsprosessen starter, kunne prosjektet muligens fått et utvidet handlingsrom og større fleksibilitet. En tenkt øvelse i tidligfase før utvikling av konseptstudiet, kan eksempelvis se slik ut:

¹⁹ <https://smartcity.wien.gv.at/site/en/aspern-smart-city-research/>



Norge har flere relativt like næringsparker som er utformet på standardisert og gjerne litt tilfeldig vis. Lyseparken har mulighet til å framstå som noe annet og bli mal på morgendagens nye områder, tilrettelagt for kommende næring- og produkt-/tjenesteutvikling. Herunder også tilrettelegge for en utvidet forståelse som kan gi et godt og integrert bo- og arbeidsområde.

Lyseparken sin store styrke er kommunal vilje og forankring om å legge til rette for et regionalt kraftsenter. En øvelse rundt hva, hvem, hvorfor og hvordan i forkant, kunne klargjort og gitt Lyseparken enda sterkere forutsetninger for å bli det første regionale plusspunktet i Norden der energi er bærende kilde til innovativ tenking.

5.3 Lyseparken som energidriver

Datasentre som bransje vokser, drevet fram av bl.a. vekst i sensorbruk, blockchain-teknologier, kunstig intelligens og ulike strømnetjenester. Elektriske, autonome kjøretøy og ladebehov for elektrifisert mobilitet, samspill og integrasjon med termiske systemer, gir mer komplekse og fleksible energiløsninger.

Digitaliseringen gir nye spilleregler og gjør samfunnet vårt mer sårbart enn tidligere. Forsyningssikkerhet for energi og «cyber-security» legger føringer for hvordan integrerte energi- og distribusjonsløsninger designes, sikres og brukes. Regulatoriske krav og klimaføringer vil være avgjørende for endelige måter å integrere og bestyre lokale energiløsninger.

Konseptstudiet illustrerer flere av de nye mulighetsrommene og sammenhengene mellom energi og økonomi. Energi som verdi og økonomi som gevinst. Når dette tydeliggjøres og kobles til område- og eiendomsutvikling, defineres en energiklynge. Dette forsterker community-tilnærmingen og gir rammer for etablering av forskning og utdanning, inkubatorer og gründerbedrifter som vil teste ny teknologi i et næringsområde der de selv er lokaliserte. Mulighet for uttesting av samspill og styring av et termisk og elektrisk nett er relevant for flere prosjekter som rigges nå for å få større innsikt i hvordan gode løsninger kan sys sammen for å møte brukernes

behov. Det er brukernes behov og valg som skaper framtiden, ikke de teknologiske mulighetene alene. Kunnskap om kunden og brukerinnsikt er derfor avgjørende for å lykkes med Lyseparken.

5.4 Attraktivitet for Lyseparken rundt fire byprinsipper

Lyseparken kan videreutvikles med fokus på fire byprinsipper som samlet styrker parken som et klimavennlig bo- og arbeidsområde. Lyseparken ses her i utvidet sammenheng med nye boliger i/rundt området.

- **Smartby og mobilitet**

Planlegges for smarte bygg, mobilitetsløsninger og god hverdagslogistikk. Området har høye miljøambisjoner med effektive løsninger for både intern og ekstern transport. Energisystemet må ta rigges for kapasitet til lading, parkering, tilgjengelighet og vehicle-to-grid (V2G) – dette skal henge sammen med solcellestrøm og et termisk system.

- **Plussenergi**

Lyseparken har mål om egenprodusert energi – både elektrisk (solceller) og termisk. Lyseparken har ambisjon om høyest mulig grad av egenprodusert energi. Incentivsystemer for å optimalisere og sette sammen med teknologi og sensorikk for å oppnå dette, kan være del av virksomhetsaktivitet i Lyseparken, «Lab-test i virkeligheten».

- **Markapotensial**

Lyseparken ønsker å være en destinasjon som flere drar til enn fra. De naturlige omgivelsene rundt Vindalsvatnet, i Endelausmarka og med Lyseklosteret i nærhet, er en egen verdi som bør løftes sterkt fram. Naturrammen rundt hever attraktiviteten for de som skal bo og arbeide i Lyseparken.

- **Sirkulærøkonomi**

Nullutslippsløsninger og gjenvinning av ressurser er i henhold til både FN sine 17 bærekraftsmål, kommunale klimaplaner og nasjonale klima- og miljøsatsninger. Her scorer Lyseparken høyt – og gir godt definert innhold til egen merkevare, gjerne synliggjort gjennom et Lyseparken-løfte.

6 BAKGRUNN for arealplan og områdeutvikling

6.1 Reguleringsplan

Fakta - Lyseparken næringsområde:

Land: Norge

Region: Vestlandet/Bergen

Hovedeier av arealet: Os kommune

Lyseparken næringsområde ligger sør på Bergenshalvøya i Os kommune

Fremtidig reisetid langs ny kyststamvei, E39 er 20 minutter fra Bergen sentrum og 15 minutter fra Bergen lufthavn, Flesland.

Området har siden 2003 vært avsatt til næring i kommuneplanen.

Felles plan med tilstøtende parsell for E39 ble vedtatt i 2006, og revidert i 2012.

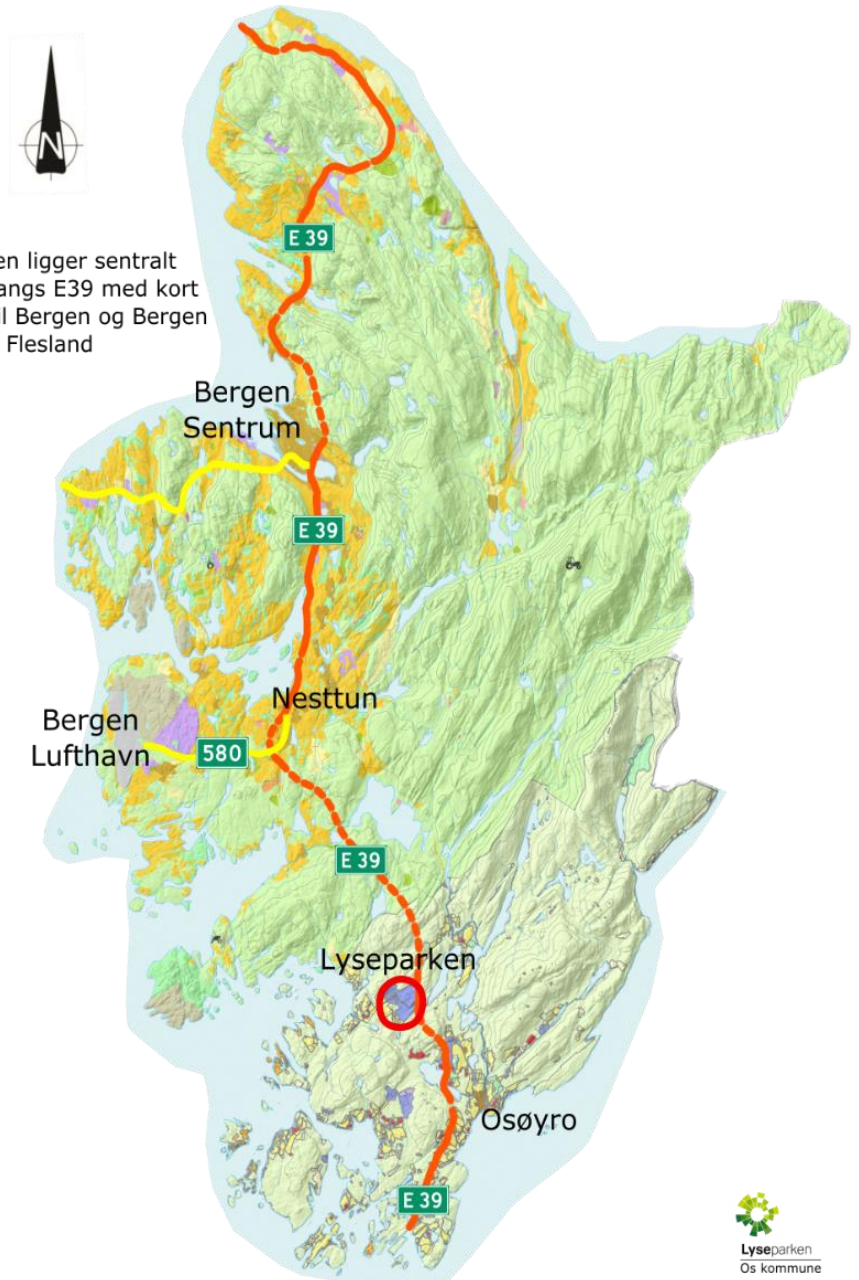
Ny E39 forbi Lyseparken skal åpne i 2022.

I prosjektet inngår en ny fylkeveg mot vest som skal knytte sammen eksisterende og ny boligbebyggelse i Lysefjorden med næringsparken og E39.

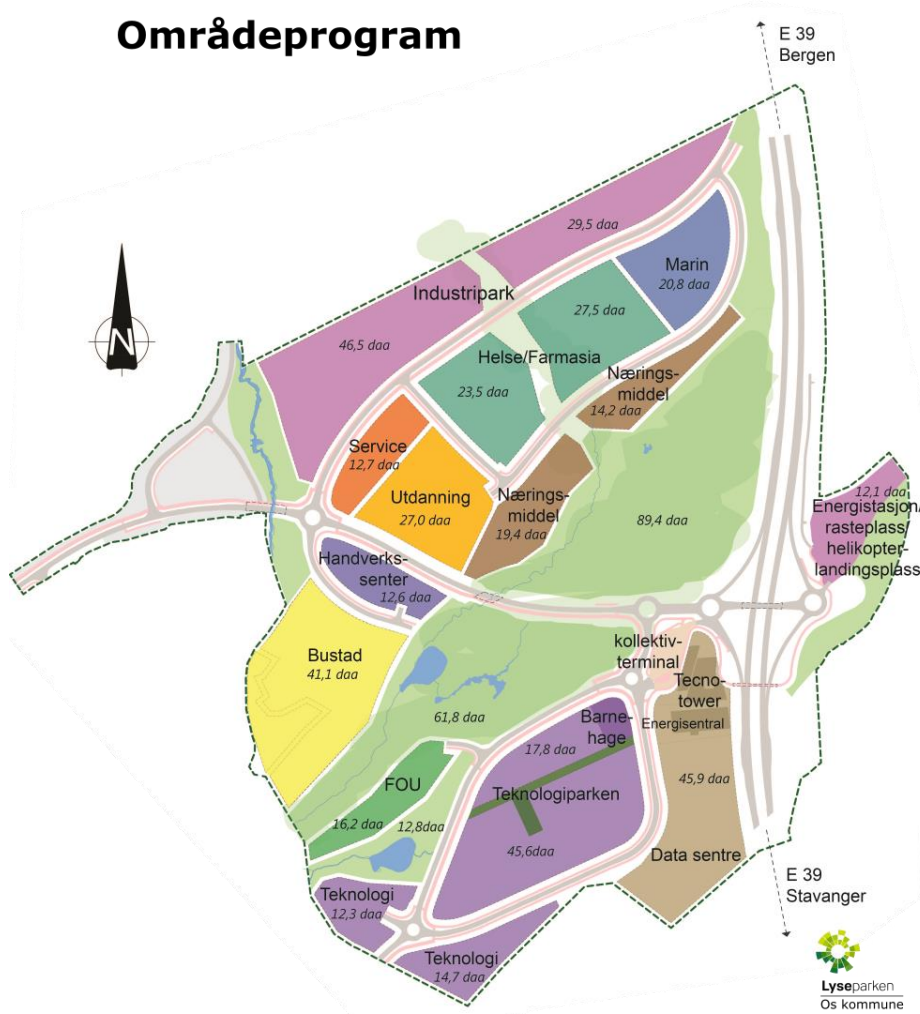
Kommunen utarbeider i 2018 en fremtidsorientert områdereguleringsplan for Lyseparken. Planen skal imøtekomme internasjonale, regionale og kommunale mål for miljø, økonomisk bærekraft og en klimatilpasset samfunnsutvikling.

Os ønsker her å samle grupper av innovative næringsvirksomheter som skal nytte stedlige og felles energiresurser og ny teknologi, på smarte måter.

Fortrinnet til Lyseparken er at infrastruktur og felles systemer kan bygges fra grunnen av. Kommunen ønsker flere lokale arbeidsplasser og vil tilby et etableringsområde for flinke hender, kloke hoder og innovative bedrifter.



Områdeprogram



Planområdet (figur til venstre) består av ett område i nord og ett område i sør, delt av et grøntområde (LNF).

I forbindelse med bygging av E39, bygges en fylkesvei som går gjennom planområdet til Lyseparken.

I ny områderegeringsplan er det en mulighet å bebygge ca. 700 000 m² BRA og få utnyttelsesgrad på ca. 160 pst.BRA.

I forslag til ny plan blir det lagt til rette for industri og flere temaklynger av næringer i samsvar med et områdeprogram.

Kommunestyret i Os skal i de kommende 15 år følge opp innholdet i områdeprogrammet innenfor vedtatte og fremtidige rammer.

Det legges opp til trinnvis utbygging – med oppstartsmuligheter allerede i 2019.

6.2 Områderegeringsplan

Områderegeringsplan for Lyseparken er, som områdeplanen, delt i to hovedområder; nordområdet og sørområdet.

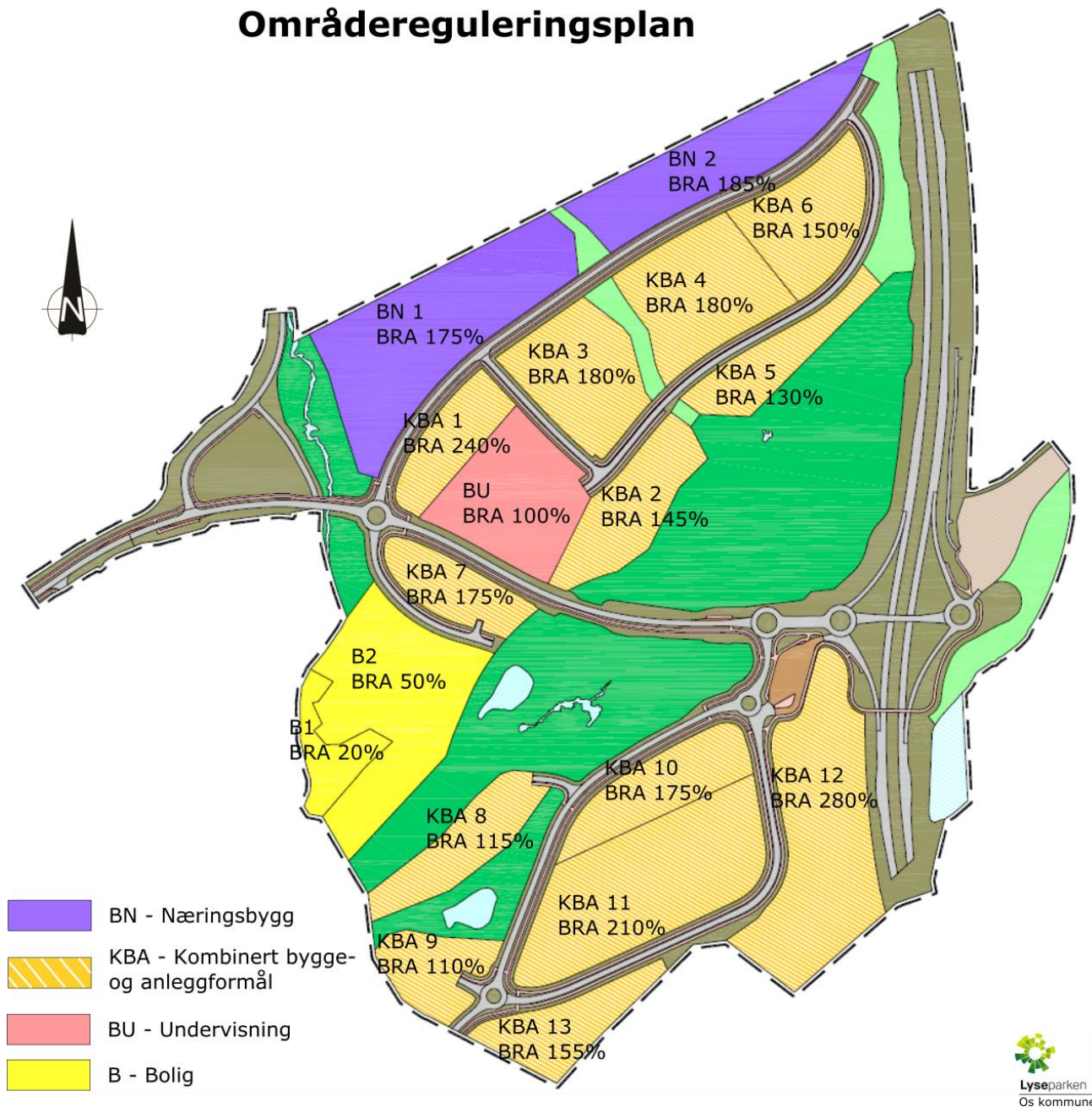
Bruksarealet, BRA, for nordområdet er ca. 400 000 m² og tilsvarende 300 000 m² for sørområdet. Lyseparken ønsker å tiltrekke seg bedrifter som kan jobbe med synergi og i klynger. Arealformålene i Lyseparken BN-Industri, KBA- kombinerte bygge- og anleggsformål, BU-undervisning, og et lite boligområde. Gjennomsnittlig utnyttelse (BRA) for Lyseparken er 160%.

Til hovedveinettet i Lyseparken følger gang- og sykkelveier med kapasitet for en høy andel gående og syklende. Mobilitetsplanen²⁰ for Lyseparken forutsetter at en høy andel av arbeidstakerne skal reise kollektivt, eller gå og sykle.

Lyseparken er planlagt med lav parkeringsdekning for bil og en høy andel sykler/el-sykler. Området tilrettelegges i første omgang med ladepunkter for persontransport. Planen tar høyde for fremtidige klimaendringer. Arealene skal tilrettelegges slik at området har kapasitet il å stå imot klimarelaterte endringer.

²⁰ Siv.ing. Helge Hopen; Mobilitetsplan for Lyseparken

Områdereguleringsplan



6.3 Illustrasjonsplan

Sørområdet blir første fase i utbyggingen av Lyseparken. Området nær E39 planlegges med et signalbygg for Lyseparken. Typologier for bygg i nordområdet varierer mellom lamell, karré og bygg med en base på 2 etasjer, og et lettere og tilbaketrukkent volum over. Byggene varierer i høyde for å tilpasses lokale solforhold og legge til rette for bruk av solceller til strømproduksjon.

Å ivareta blågrønne strukturer i landskapet er høyt prioritert. Overvann skal nyttes som en ressurs i form av vannveier, vannbed og vannspeil. Områder som vender inn mot naturvernområdet blir etablert med grønn sone, og infiltrasjonsområder. Blågrønne elementer skal sikre rent vann ut mot naturvernområdet.

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Os kommune og Lyseparken skal legge til rette for energibesparende løsninger og effektivisere produksjons- og tjenesteprosesser.

Smarte byer og samfunn handler om å koble sammen offentlige tjenester og infrastruktur.

Smarte byer skal bruke læringsteknologi til å forbedre drift av infrastruktur, offentlige tjenester og energiforbruk.



6.4 Illustrasjoner av planlagt utbygging



Fig. 6.4.1: Fugleperspektiv av Lyseparken nord. Industriparken sees til venstre i bildet, næringsklynger for helse, marin og næringsmiddel ligger til høyre. Mot fylkesvegen ligger område reservert for utdanning og service.



Fig. 6.4.2: Fugleperspektiv av Lyseparken sør. Dette området inneholder teknologiparken, område for forskning (FOU), energisentral og datasenter. Datasenteret med tilhørende energisentral, plasseres i sørområdet ved avkjøring fra E39, til høyre i illustrasjonsbildet. Vindalsvatnet ses bak datasenteret – i retning øst.



Fig. 6.4.3: Industriparken til høyre og område for helse og service til venstre



Fig. 6.4.4: Detalj fra gatenivå i industriparken



Fig. 6.4.5: Kollektivhub med elbusser



Fig. 6.4.6: Utsnitt fra gatenivå i klynge for farmasia/helse



Fig. 6.4.7: Område for service er lagt sentralt i området med tanke på kort avstand til de ulike områdene rundt



Fig. 6.4.8: Blågrønne strukturer en viktig del av prosjektet og skal gi gode uterom i næringsparken

6.5 Bygningsmasse

Det er tatt utgangspunkt i bygningsmasse og aktiviteter i næringsparken som vist i ABOs grunnlag for arealbruk. Energibehovet er estimert som standard for passivhus.

Lyseparken består av to hoveddeler, adskilt av et grøntbelte. For enkelhets skyld benevnes disse Lyseparken Nord og Lyseparken Sør. Det skal etableres et datasenter i Lyseparken som del bedriftsetablering og som del av energiløsningen. Dette er tenkt plassert slik figur 6.4.2 viser. I tilknytning til denne, er det naturlig å lokalisere hovedsentral for energi, Lyseparken Energisentral.

Det er usikkerhet knyttet til virksomheter og type bygningsmasse som kommer i Lyseparken. Det betyr at det også er usikkerhet knyttet til varme- og kjølebehovet. Spesielt for kjølebehovet vil bygningstype være avgjørende ettersom særlig boliger og en del industri, lager og næring godt klarer seg uten kjøling.

Underlaget som presenteres er således et «best guess» og vil sannsynligvis revideres underveis. For å unngå at kjølenettet blir stort og perifert, er det rasjonelt å samle kjøleforbrukere i «klynger».

7 Lyseparken Energiløsning, konseptet

7.1 Energisystemets hensikt og målsetning

Energisystemet i Lyseparken er definert som det elektriske og termiske energisystemet i Lyseparken, som skal:

- Sikre kostnadseffektiv og tilstrekkelig tilgang til bærekraftig energi for Lyseparkens innbyggere og brukere,
- Tilrettelegge for, og motivere til, god energiøkonomi,
- Være en ressurs for området med en teknisk plattform som stimulerer til utvikling av nye innovative energi- og innbyggertjenester.

Energisystemet som skal utvikles og realiseres for Lyseparken vil baseres på følgende mål:

1. Forsyningsikkerhet gjennom distribusjonsnett og tilgang til egne energilagre og egenprodusert energi. Lyseparkens brukere skal ha tilfredsstillende leveringskvalitet; herunder leveringspålitelighet, spenningskvalitet og kundeservice ihht. NVEs forskrifter. Nettdriften skal maksimere bruk av Lyseparkens egen fornybar energiproduksjon og ha minimum avhengighet av tilknytning til distribusjonsnett. Fullstendig selvforsyning (øy-drift) skal være mulig periodevis, men anses ikke som primær målsetning.
2. God driftsøkonomi gjennom smart styring av egenprodusert energi og energibruk, god energieffektivitet og smart samhandling med distribusjonsnett.
3. Bærekraftige energiløsninger gjennom høy grad av egenprodusert fornybar energi, energieffektivitet og elektrifisering av infrastruktur.
4. Energisystemet skal være et utstillingsvindu for innovasjon og nyskaping på sitt område.

For å nå målsetningene må energisystemet bygges opp med avanserte systemer for automasjon og digitalisering, skalerbare og fleksible løsninger som realiseres i tråd med eiendomsutviklingsprosessen.

Energisystemets målsetning kan relateres til 3 forretningsmessige aspekter:

1. **System for nettdrift**, som skal minimalisere avhengighet til distribusjonsnett (in-feed), og sikre balanse mellom lokal produksjon og etterspørsel innenfor Lyseparkens geografiske område.
2. **Styringssystemer for distribuerte energiresurser**, som maksimerer bruken av lokale fornybarressurser og håndterer effekttopper. Variabel etterspørsel fra elektrifisert mobilitet tilfører en ekstra kompleksitet. Dette skal belyses i det videre arbeidet gjennom etablering av en såkalt digital tvilling av energisystemet (simulering), både i byggeperioden for å sikre energisystemets stabilitet gjennom skalering, samt i driftsfasen av optimaliseringshensyn. Integrasjon med 3djepartstjenester gjennom åpne skyplattformer (værdedata, trafikkdata og andre relevante datasett for optimalisering etc.) vil være sentralt i disse systemene.
3. **Systemer for kunde og markedssystemer** for Lyseparken mikronett som operator av mikronettet og som foretrukket energileverandør for Lyseparkens brukere. Systemet skal håndtere leveranse til lokale kunder, interne markedsplasser og nye inntektsstrømmer, - eksempelvis fra et fremtidig marked for fleksibilitet.

Energisystemets hensikt baseres på systemskissens funksjonalitet og forutsetninger, og videre arbeid må tydeliggjøre prioriterte målsetninger slik at et optimalt system implementeres.

7.2 Energisystemets hovedbestanddeler

Energisystemet i Lyseparken vil bestå av følgende hovedkomponenter (se figur):

1. Tilknytning til distribusjonsnettet (BKK)
2. Lokal produksjon av elektrisitet fra solceller (PV)
3. Byggautomasjonssystemer for energieffektivitet og samhandling med mikronett (laststyring).
4. Variabel last, der det vil bli vurdert styring av enkeltelementer bak individuelle målere:
 - a. Husholdninger.
 - b. Næringsbygg.
 - c. Offentlige bygg og anlegg.
 - d. Lading av privatbiler til innbyggere / brukere
 - e. Lading av biler på pendlerparkering og busser for offentlig transport (knutepunktlading)
5. Energilagring gjennom elektrisk batteri - til vurdering, etter behov
6. Datasenter
7. Varmesentral
8. Mikronettkontroller for kontroll av lokal produksjon / laststyring
9. Transaksjonsplattform for avregning av energitjenester mellom aktørene i Lyseparken
10. Transaksjons-/markedsystem for interaksjon med nettselskap (fleksibilitetstjenester etc.)
11. Skytjenesteplattform for bl.a. integrasjon av 3dje parts løsninger etc.

Det kan bli vurdert å gjennomføre et eget studie og en pilot på en DC-grid i en avgrenset del av energisystemet.



7.3 Smarte styresystemer og overvåking av energisystemet

Realisering av energisystemet i Lyseparken må baseres på flere sentrale forutsetninger:

- Høy grad av automasjon og intelligent nettdrift for å sikre effektiv drift (lave driftskostnader)

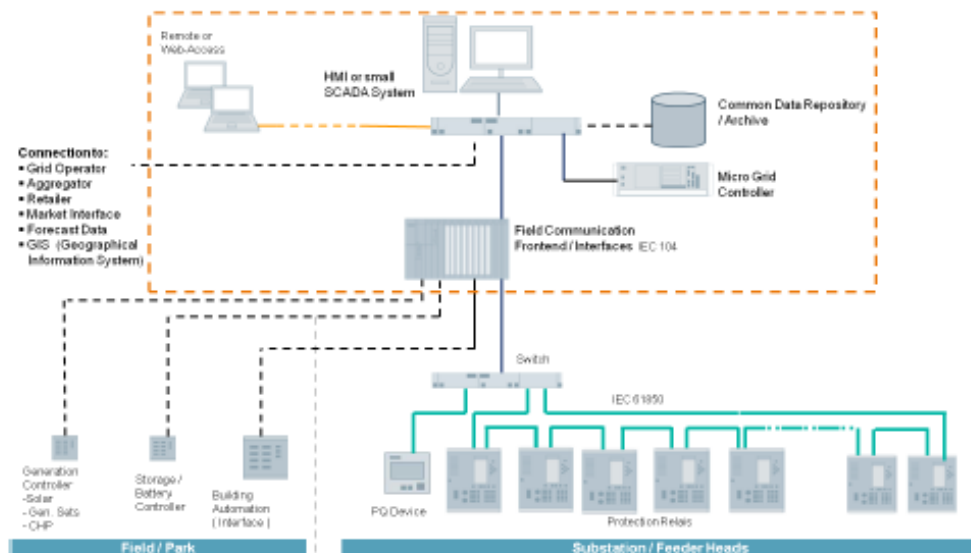
Konseptutredning, energisystem Lyseparken

- Flexibilitet og skalerbarhet som designparametre, basert på ulike kategorier brukere, egenproduksjon av energi og interaksjon med distribusjonsnettet i et utbyggings- og skalerings-/livssyklusperspektiv.
- Gode definisjoner på brukerhistorier (use case), for å maksimere verdiskapning for alle Lyseparkens brukere.
- Tydelige rolleavklaringer mellom aktørene.

Den tekniske løsningen for styring og drift av Lyseparken mikronett må inneholde følgende:

1. SCADA System (Supervisory control and data acquisition)
2. Mikronettkontrollerer
3. Sentral database
4. Kommunikasjonsgrensesnitt (Front End)
5. DEMS - Decentralized Energy Management System

Se skisse for overordnet teknisk arkitektur:



Drift av nettet for å sikre stabilitet og kvalitet oppnås ved et SCADA-system. Dette gjør det mulig å komme i gang med en etablert basisstruktur i hht. industristandarder som de fleste leverandører støtter (ex. IEC 61570-104, IEC61850 Ed.II.) SCADA systemet skal sikre en enhetlig datamodell for IT systemer, nettkontrollsystemer, stasjonsnivåsystemer, feltnivåsystemer og prosessnivåsystemer, samt også alarm og hendelsesstyring gjennom nettovervåking og nettkontrollsystemer.

7.3.1 Styring av mikronettet

Mikronettkontrolleren vil sammen med SCADA-systemet sikre optimalisering av lokal energiproduksjon og – lagring, laststyring, black start²¹, energiovervåking, overvåking av CO₂ utslipp etc., samt samhandling med grensesnitt til eksterne datakilder som eksempelvis værprognoser. For et mikronett tilkoblet distribusjonsnettet sørger systemet for å synkronisere frekvensen og spenningsnivåer mellom mikronettets enheter og distribusjonsnettet. Tilsvarende ved "øydriфт"²², der balanse må opprettholdes internt i mikronettet.

²¹ Restart etter utfall av strømleveranse

²² EI-nett som er frakoblet kraftselskapenes distribusjonsnett

Dersom mikronettet skal håndtere fullstendig øydrift, må mikronettet ha funksjonalitet som håndterer dette. Dette innebærer detektering av "øydrift", detektering av "blackout", autostart etter "blackout" og re-synkronisering med distribusjonsnettet ved gjenoppretting av kobling.

Kontinuerlig kontroll av lokal produksjon og lagring er viktig for å sikre god driftsøkonomi og tilstrekkelig kvalitet på energiforsyningen. For kontroll av lokal energilagring (batteri) støtter mikronettkontrolleren ulike driftsmodeller; (i) batteriet som backup, (ii) batteriet for regulering og (iii) batteriet for optimalisering.

For lokal produksjon av solenergi, er det to driftsmodi som støttes, under samme prinsippet om at så mye solenergi som mulig skal benyttes; (i) PV-inverter²³ er alltid på nett og konverterer all mulig energi, eller (ii) "øydrift", der prinsippet er som i A bare ved lav etterspørsel / høy PV produksjon så lades batteriene.

For å sikre stabil tilgang til energi i mikronettet vil parametersetting i mikronettkontrolleren prioritere lokal produksjon og last i en sekvensiell rangering.

7.3.2 Transaksjons- og markedsplattform

Gjennom datainnsamling fra det lokale energisystemet og eksterne kilder, kan kontrollenheten forutsi behov og produksjonskapasitet og tilpasse det regelsettet som opprettholder balanse i energisystemet gjennom å styre lokal produksjon og last. Systemet skal ha eksterne grensesnitt til distribusjonsnettoperatør (DSO), aggregatorer/retail, kapasitetsmarkedet (Nordpool), eksterne prosesser; værdata, prisdata etc og geografiske informasjonssystemer.

DEMS²⁴ styrer tekno-økonomiske aspekter ved driften av mikronettet, både gjennom funksjonalitet for styring (produksjon, lagring, last, utveksling med distribusjonsnettet, optimalisering) og planlegging/prognoser (vær, last, produksjon, tilgjengelighet av ressurser, prissignaler etc).

7.3.2.1 Lokal transaksjonsplattform

Den lokale transaksjonsplattformen skal sørge for sikker og effektiv håndtering av internt kjøp og salg av energitjenester mellom aktørene i Lyseparken (peer to peer). Til dette formål settes opp et system basert på blockchain (Ethereum), en desentral sikker plattform for å håndtere eierskap til ressursene, kontrakter og transaksjoner mellom aktørene.

Bygninger er en viktig del av Lyseparkens energisystem, og er tenkt som aktive bidragsyttere i energisystemet. Spesielt større bygg (næringsbygg, offentlige bygg etc.) kan tenkes å være aktive ift. fleksibilitet, mens husholdninger, i den grad de tas inn i energisystemet, er tenkt som aktive bidragsyttere ift energieffektivitet. Eventuelle varmtvannsberedere vil være interessante laster for alle kategorier bygg. Her må det ivaretas at mikronettkontrolleren og DEMS kan kommunisere med byggautomasjonssystemene (SD/BMS) og Lyseparkens energisentral. Dette er også utdypet i delen om bygg som ressurs i energisystemet.

7.3.2.2 Interaksjon med nettselskapet

Overordnet hensikt er å tilby fleksibilitetstjenester til nettselskapet, mao delta i markedet for balanse og frekvensregulering. I tillegg ligger muligheten til å trekke fordeler av variabel prising ved bruk av egenprodusert energi og energilagring. Transaksjonsplattformen kobles direkte til alle enheter, målere, invertere, eventuelle generatorer og lagringsenheter, i tillegg til byggautomasjonen for interaksjon med tilgjengelige ressurser i bygninger. Videre vil denne plattformen håndtere interaksjon med energimarkedet og evt. forhandlinger med markedet. Systemet må støtte standard protokoller som MODBUS, IEC-104, IEC-61850 for integrasjon med energiressurser.

7.3.3 Monitorering og optimalisering

Et mangfold av sensorer og målere skal sikre kontinuerlig optimalisering av energisystemet - både i forhold til energieffektivitet og ved prediksjon fra analyse av interne og eksterne datakilder (eks. værdata, mobilitetsdata/trafikk). Datainnsamling skal skje gjennom en sky-basert plattform.

²³ PV-inverter: Komponent i en solinstallasjon der likestrøm konverteres til vekselstrøm

²⁴ DEMS, Decentralized Energy Management System

Optimaliseringsalgoritmene vil i utgangspunktet utformes til å reagere på prissignaler slik at kostnadene minimeres for hver enkelt kunde. En kostnadsoptimalisering kan imidlertid gå på tvers av andre målsettinger. Kostnadsoptimalisering kan i enkelte tilfeller resultere i økt energiforbruk²⁵, men samtidig også gjøre integrasjon av distribuert kraftproduksjon i kraftnettet enklere. Prissignaler fra utsiden av mikronettet kan også komme i form av ønske om å kjøpe fleksibilitet, dersom det etableres et marked for netjtjenester i Norge. Utformingen av prissignalene er en viktig faktor i hvordan systemet optimaliseres, men er ikke en del av dette konseptstudiet.

7.3.4 Automatisering av mikronettet

Følgende funksjonalitet for automatisering av mikronettet kan vurderes:

- Self healing (avbruddsfire nett), som minimaliserer konsekvenser/nedetid ved lokale brudd
- Conservation voltage regulation (CVR), som reduserer energiforbruk og effektbehov i korte perioder uten nevneverdig konsekvenser for spenningskvalitet og avbrudd
- Power Quality monitoring, som lagrer viktig data fra nettet for videre analyser

Slik funksjonalitet innebærer å etablere en lukket ring, men også radial og åpen ring konfigurasjoner bør vurderes med de fordeler og ulemper dette medfører. Dette tas med under videre arbeid.

7.4 Termisk energiløsning

7.4.1 Overskuddsvarme fra datasenteret

Det er økt fokus på sirkulær energi og at man skal ha en optimal energiutnyttelse mellom bygg i nye utbyggingsområder. Slike konsepter kalles ZEN, «Zero Emission Neighbourhoods», og er ett av målene for Lyseparken. Lyseparken vil i utgangspunktet ha et tre ganger så stort årlig varmebehov som kjølebehov (ekskl. datasenter), og energibalansen går dermed ikke opp uten å benytte eksterne varmekilder. Denne energibalansen endres om man introduserer et datasenter i energisystemet. Datasenteret leverer en konstant overskuddsvarme som kan benyttes til å opprette energibalanse. Å etablere et datasenter i Lyseparken gir positive effekter både for byggene i parken og for datasenteret.

Mange kommuner har planer om å etablere datasentre. Lyseparken har imidlertid noen spesielle forutsetninger som gjør etableringen mer attraktiv, blant annet:

- Lyseparken består av en stor, ny bygningsmasse. Det settes krav til at bygningsmassen kan forsynes med
- lavtemperatur 4. generasjons fjernvarme. Slik kan en stor bygningsmasse utnytte spillvarme og temperaturnivåer som gir effektiv utnyttelse av energien.
- Det er planlagt og legges til rette for lokal el-produksjon fra solceller fra både tak og fasader på bygningsmassen. Datasenteret vil fungere som en buffer med et høyt forbruk og kan bruke lokalt produsert strøm. Det gir mindre behov for batterier og lagring/utveksling av strøm fra solceller.
- Vindalsvatnet kan være en viktig del av energiløsningen. Kjøling kan hentes effektivt fra denne lokale ressurser i form av frikjøling.
- Sirkulært energibruk er en viktig grunnpilar i forretningsstrategien for Lyseparken. Det gir forutsigbarhet og gir premisser om at alle skal inkluderes i energisystemet.

Overskuddsvarme (via avkastluft eller spillvann) fra datasenteret, kan brukes i energiløsningen på tre alternative måter:

Alt 1: En varmeveksler kobles til avkast/spillvann fra datasenteret og fjernkjølekretsen slik at returen på fjernkjølekretsen kan varmes opp. Denne varmen hentes deretter ut igjen fra varmpumpen i

²⁵ EBC Annex 67, *Energy Flexibility as a key asset in smart building infrastructure*, nov 2017, <http://www.annex67.org/media/1470/position-paper-energy-flexibility-as-a-key-asset-i-a-smart-building-future.pdf>

energisentralen og leveres til fjernvarmenettet. Det hentes kun ut den varme som trengs for å varme Lyseparken, dvs. at deler av overskuddsvarmen fra datahallen slippes som varm luft til omgivelsene. En akkumulatortank kobles inn i varmenettet for å kunne lagre varme og håndtere døgnvariasjoner på en best mulig måte. Varmepumpen fungerer som kombinert varme- og kjølemaskin, og i perioder er det behov for frikjøling fra Vindalsvatnet eller luft i tillegg.

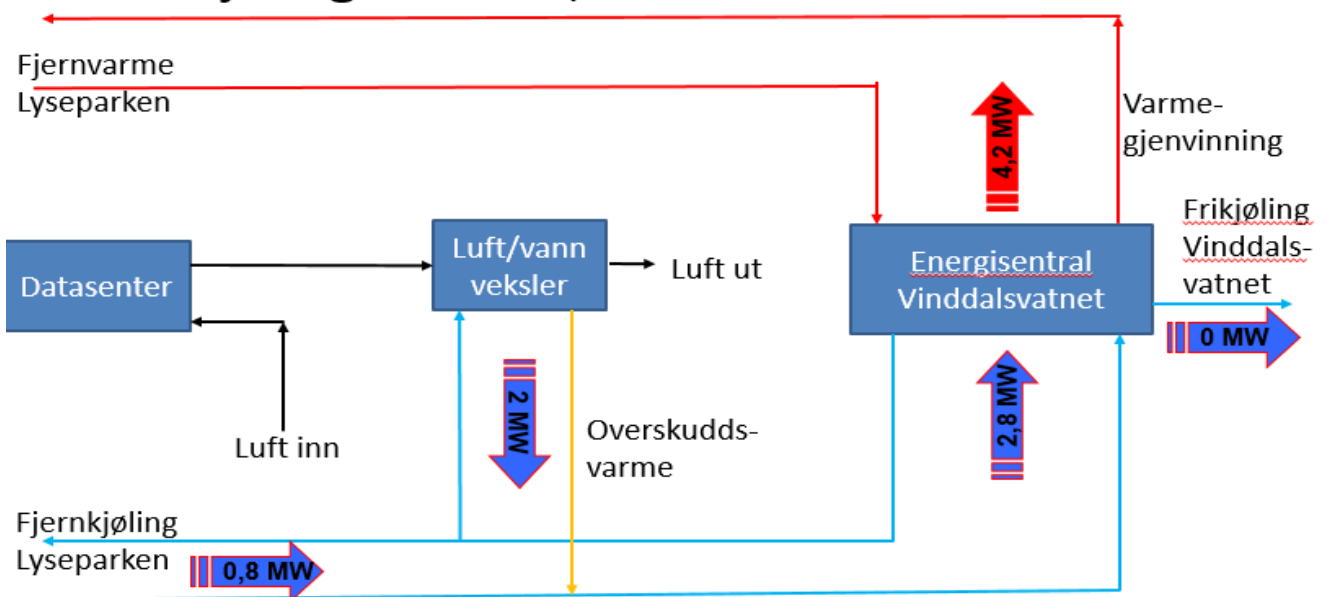
Alt 2: Ved datahall etableres en varmepumpe som henter varme fra avkast/spillvann og leverer den direkte inn på fjernvarmenettet. Når varmebehovet er lavere enn varmen som produseres fra datasenteret, slippes varme til uteluft. En akkumulatortank kobles inn i varmenettet for å kunne lagre varme og håndtere døgnvariasjoner på en best mulig måte. Kjøling av Lyseparken gjøres via separat frikjøling fra Vindalsvatnet, evt. med spissing fra egen kjølemaskin.

Alt 3: Ved etablering av mindre Edge-datasentre med høytemperatur overskuddsvarme, benyttes varmen direkte i fjernvarmeanlegget uten bruk av varmepumpe. Det skyldes at disse sentrene utvikler kjøleteknologi som gir spillvarme på 70-80 gr. C. Det reduserer investeringskostnadene og arealbehovet til energisentralen betraktelig, og det er enklere å bygge energisentralen som en integrert del av datasenteret. Utviklingen av energisentralen kan skje modulbasert på lik linje som datasenteret. Dette reduserer oppstartskostnadene i energisystemet betraktelig, samt reduserer den finansielle risikoen ved at investeringene bedre følger utbyggingstakten i Lyseparken. Ved en slik løsning er det mindre synergieffekter mellom kjøle- og varmenett.

Det er sannsynligvis best å utvikle lokale kjøleløsninger som knyttes sammen i lokale nett rundt de største kjøleforbrukerne. Disse kjølenettene vil da ha frikjøling mot luft og kjølemaskiner med tørrkjølere. De lokale kjølesentralene vil typisk plasseres i bygningsmassen til de største kjøleforbrukerne. Dette gjør også at kjølenettet bygges ut i takt med utbygging i Lyseparken, og er mindre følsom mht. om det etableres bygningsmasse med behov for kjøling.

De ulike løsningene er vist i nedenfor.

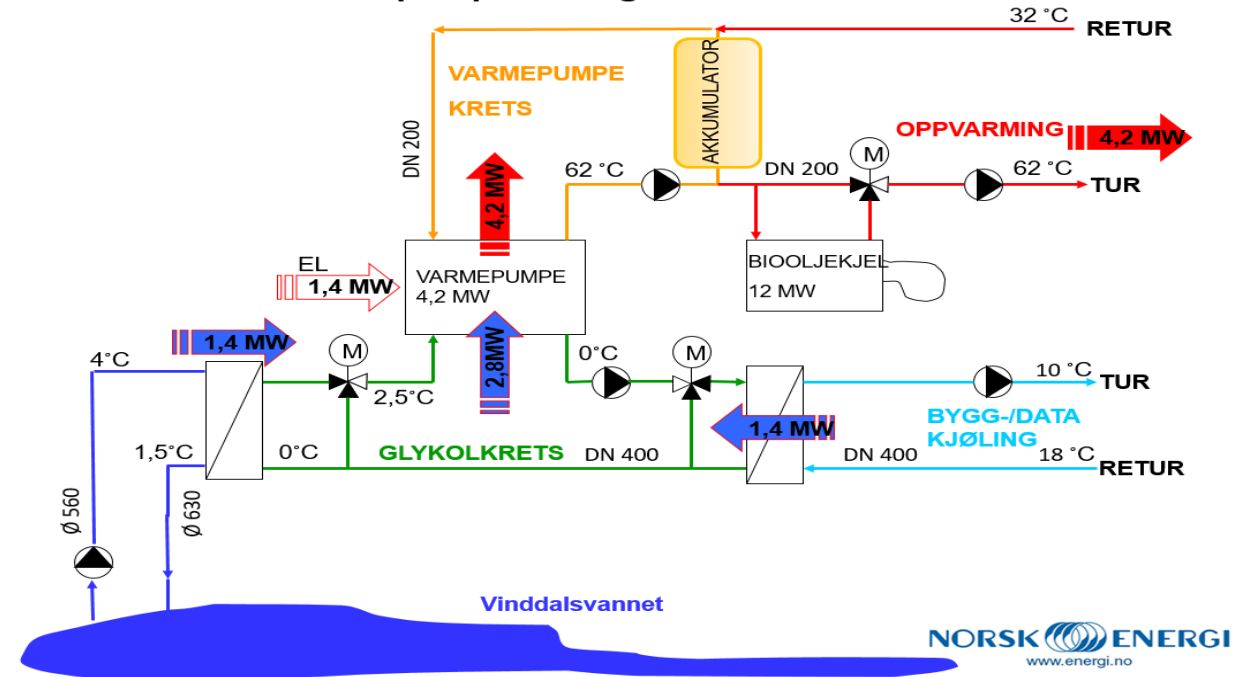
Alt 1 Systemløsning – Integrasjon av datahall, luftkjøling datahall, vinter



Figur 7.4.1: Alt 1 – Energiflytskjema

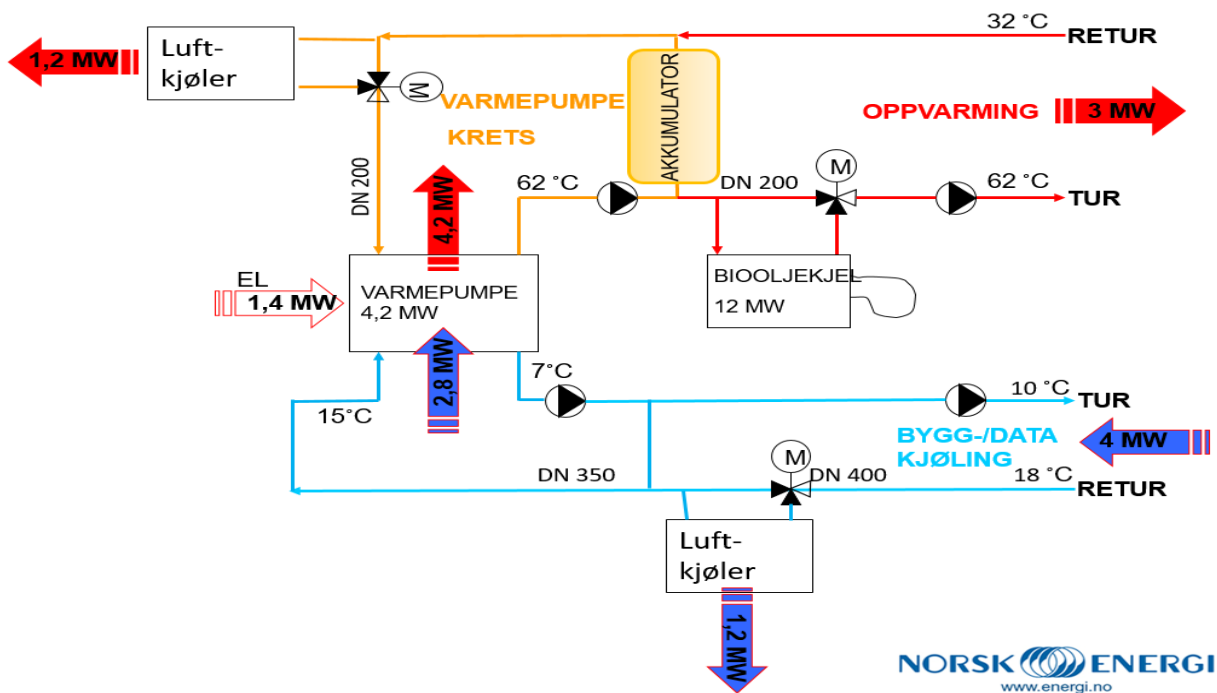
Illustrasjonene nedenfor viser hvordan en energisentral for alternativ 1 kan bygges opp. Figur 7.4.5 viser eksempler på effekter og temperaturnivåer når man benytter Vindalsvatnet som buffer og energilager. Figur 7.4.6 viser den tredje løsningen der Vindalsvatnet ikke benyttes. Da må effektvariasjoner utjevnes ved å kjøle mot luft i stedet.

Varmepumpeløsning fra Vindalsvatnet



Figur 7.4.5: Prinsipp energisentral for alternativ 1. Eksempel på effekter og temperaturer. Vindalsvatnet som energilager

Varmepumpeløsning fra datasenter uten Vindalsvatnet



Figur 7.4.6: Prinsipp energisentral alternativ 1. Eksempel på effekter og temperaturer uten Vindalsvatnet

Noen hovedkonklusjoner for alternativ 1:

- Varme- og kjølesystemet er integrert ved at varme hentes fra kjølenettet og leveres til fjernvarmenettet. På den måten får man kjølt fjernkjølenettet samtidig som man får varmet fjernvarmenettet.
- Når varmebehovet er større enn det som hentes fra kjølenettet, tas resterende varme fra luftavkast fra datasenteret (eller fra Vindalsvatnet ved behov for energilikevekt i vannet)
- Kjølebehovet i Lyseparken dekkes direkte via kald side på varmepumpen og ved frikjøling når varmebehovet er lavt. Kan styre uttak av varme fra datasenteret og Vindalsvatnet slik at energibalanse over året for vannet er noenlunde i likevekt
- Datasenteret blir en integrert del av varmeforsyningen til Lyseparken - bra for omdømme til datasenteret
- Utbygging ikke avhengig av datasenteret da VP kan hente varme fra Vindalsvatnet i stedet for å bruke overskuddsvarme fra datasenteret
- Om Vindalsvatnet ikke kan benyttes, vil det etableres et tilsvarende system med bruk av kjøling mot luft for å balansere energibehovet mellom kjøling og varme. Dette systemet er avhengig av datasenteret som energikilde og er mindre effektivt enn om Vindalsvatnet er tilgjengelig.

Noen hovedkonklusjoner for alternativ 2:

- Separate systemer for varme og kjøling
- Fjernvarmebehovet bestemmer hvor mye som hentes ut fra luftavkast fra datasenter. Temperatur heves vha. luft-vann varmepumpe mot fjernvarmenett.
- Kjølebehovet i Lyseparken dekkes ved at varme hentes fra kjølenettet og leveres til varmenettet. Når kjølebehovet er større enn varme slippes mot luft, enten som frikjøling eller via kjølemaskiner. Frikjøling mot Vindalsvatnet kan vurderes som et alternativ. Siden Vindalsvatnet kun benyttes til kjøling, er det ikke mulig å oppnå energibalanse siden det kun avgis varme til vannet
- Utbygging av fjernvarme er avhengig av rask oppstart på aktivitet i datasenteret
- Datasenteret blir en integrert del av energiforsyningen til Lyseparken, bra for omdømme til datasenteret.

Noen hovedkonklusjoner for alternativ 3:

- Separate systemer for varme og kjøling
- Kjøling som øydrift konsentrert rundt de største kjølekundene
- Grunnlastkilde er datasenteret. Varmeleveransen er dermed avhengig av datasenteret
- Lave investeringskostnader i energisentral da varme fra datasenteret brukes direkte
- Lavere driftskostnader for energisentral fordi man reduserer elforbruk til varmepumper, drift og vedlikehold av disse
- Lavere investeringskostnader i infrastruktur for kjøling da kjølenettet blir lokalt
- Høyere investeringer i kjølemaskiner da det er behov for kjølemaskiner mot luft når det er kaldt. Frikjøling mot Vindalsvatnet vurderes når endelig kundemasse og kjølebehov er bedre definert
- Energisystemet kan bygges ut stegvis med reduserte oppstartskostnader

Alternativ 3 gir den mest kompakte og rimeligste energiløsningen. Ulempen er avhengighet til datasenteret for å levere varme til forbrukerne.

Andre energikilder kan også levere inn på nettet, f.eks:

- Solfangeranlegg
- Restvarme fra prosess
- Hetgass varmeveksleren i en kjølemaskin (f.eks. transkritisk CO² kjølemaskin)
- Kondensatorvarme fra en varmepumpe



Figur 7.4.7: Fjernvarmenett alternativ 3, «Zero Emission Neighborhood»

For alle løsninger vil det være aktuelt å starte varme- og kjøleleveransen fra mobile energisentraler og først bygge ut de permanente løsningene når kundegrunnet får et volum som gjør at investeringskostnaden forsvarer.

7.4.2 Kjølenettet

For alt 1 der det er integrert kjøle- og varmenett, henter varmepumpen primært varme fra kjølenettet. Da oppnås kjøling av fjernkjølenettet og oppvarming av fjernvarmenettet i samme prosess. Med unntak av sommermånedene juni-aug., er varmebehovet større enn kjølebehovet. Dvs. at varmepumpen i tillegg må hente varme fra andre kilder enn kjølenettet. I sommermånedene juni-aug., når kjølebehovet er størst, frikjøles kjølenettet mot Vindalsvatnet i tillegg til den varmen som hentes ut fra varmepumpen. Om Vindalsvatnet ikke kan benyttes, må det kjøles mot luft eller grunn i stedet.

7.4.3 Avkastluft fra datasenteret

Datasenteret kan levere stabil varme til Lyseparken. For alternativ 1 er det likevel koblet varmepumpe mot Vindalsvatnet i tillegg. Dette er gjort for å hente ut varme som frikjøles mot vannet fra kjølenettet slik at energibalansen i vannet kan holdes om det har betydning for vannmiljøet. Da blir det mulig å fristille seg fra datasenteret mht. realisering av dette og utbyggingstakt på datasenteret slik at varme kan leveres før datasenteret er ferdigstilt. Avkastvarme fra datasenteret kobles som en vanlig kjølekunde. I stedet for å styre pådraget (lasten) ut fra kundens kjølebehov, styres pådraget ut fra fjernvarmenettets varmebehov. Dersom varmebehovet er større enn kjølebehovet, leveres varme inn på kjølenettet for deretter å hentes over til fjernvarmenettet via varmepumpen. Når kjølebehovet er større enn varmebehovet, tas det ikke ut noe overskuddsvarme fra datasenteret.

For alternativ 2 er og 3 er overskuddsvarmen fra datasenteret eneste varmekilde for varmepumpen. For alternativ 3 benyttes ny teknologi der det tillates at deler av datautstyret står i omgivelsestemperaturer opp mot 70-80 °C. Det betyr at tilgjengelig varme kan benyttes direkte i fjernvarmenettet via en veksler. Varmen fra datasenteret er tilgjengelig enten som varm luft eller varmt kjølevann. Os kommune/Lyseparken har gjennom konseptstudiet fått avtale med aktør der ambisjonen er å utvikle slik løsning for varme datalagre.

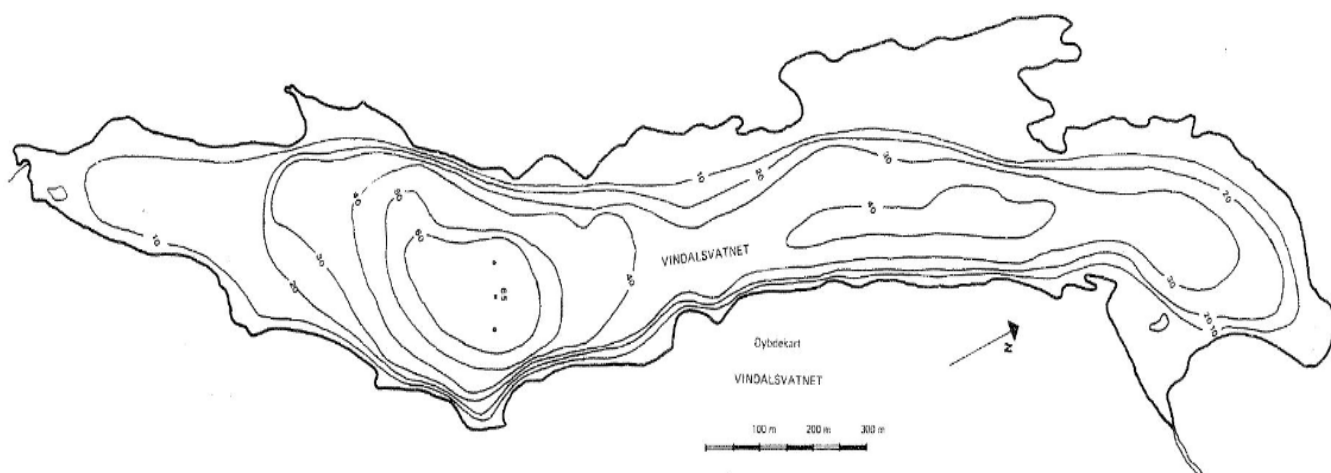
7.4.4 Vindalsvatnet

Vindalsvatnet er stort og dypt, med totalt volum på ca. 17 millioner m³ og dybder ned til 65 m. I følge vannundersøkelser beskrevet i eget notat²⁶ er der stabile vanntemperaturer på 4-5 °C hele året for dyp større enn 40 m. Middelvannføringen er ca. 970 m³/h og årlig utskiftning er ca. 49,3 pst. Til tross for at temperaturen er stabil i de dypeste delene av vannet, er det vist at det er gjennomstrømning også i de nedre vannlagene i vannet.

Tilgangen til et stort magasin med stabile, lave temperaturer gjør Vindalsvatnet til en attraktiv varme-/kjølekilde. Derav er dette den foretrukne energikilden spesielt for kjøling, men også for varme om overskuddsvarme fra datasenteret ikke er tilgjengelig.

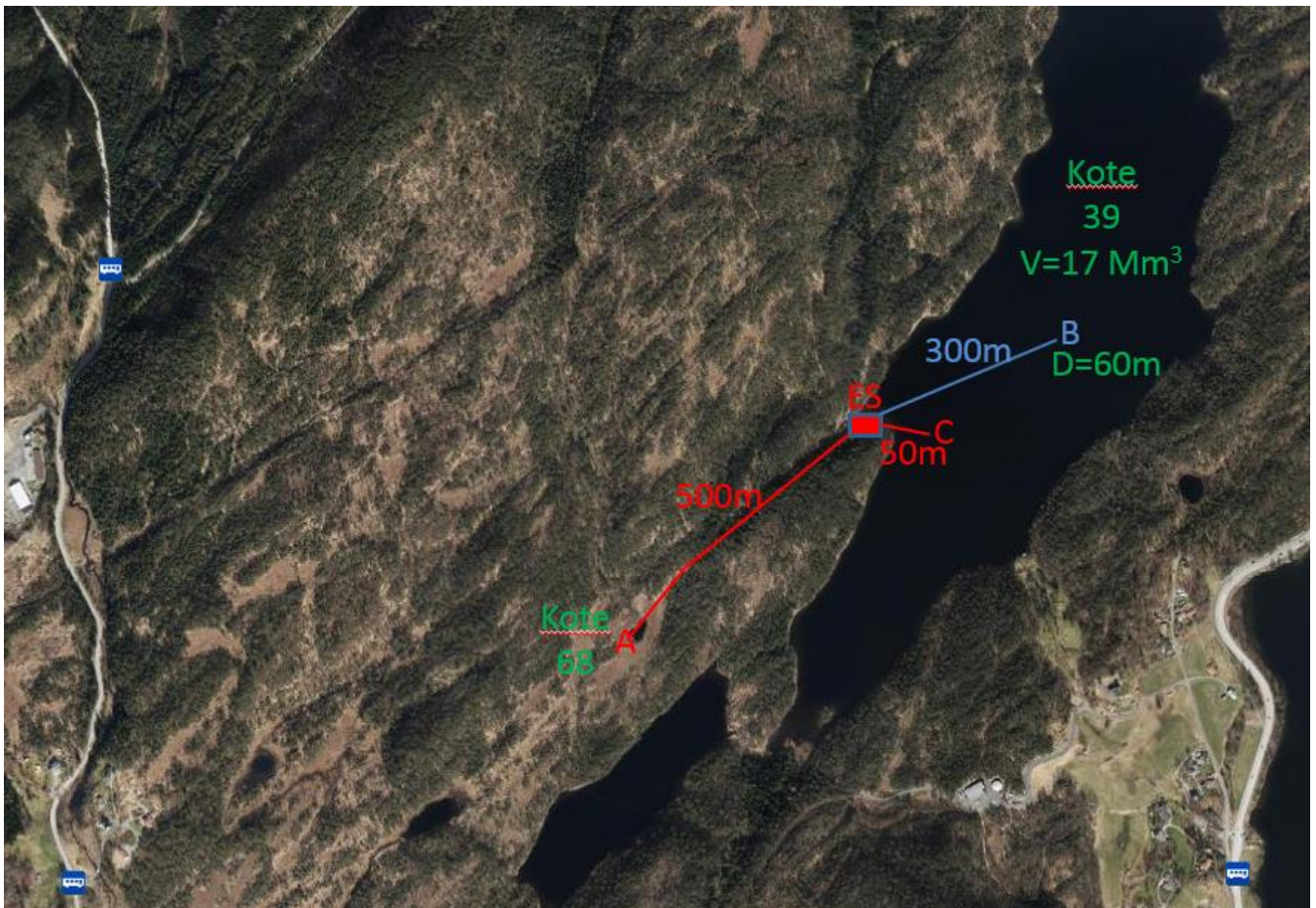
Figur 7.4.8 viser dybdeprofilene for Vindalsvatnet – i figur 7.4.9 vises foreslått inntakskanal, utløpskanal, plassering av energisentral og trasé fra energisentral og videre til Lyseparken.

En annen mulig løsning, er lengre føringer i selve vannet og plassering av pumpestasjon i vannkanten nærmere Lyseparken.



Figur 7.4.8: Dybdeprofil for Vindalsvatnet, Rådgivende Biologer AS

²⁶ Rådgivende Biologer AS, Utnyttelse av Vindalsvatnet som energikilde for Lyseparken i Os kommune april 2018



Figur 7.4.9: Inntakskanal (B), utløpskanal (C), plassering av energisentral (ES) og sammenkoblingspunkt ved østside av E39 (A)

Kurvediagrammene på neste sider **Feil! Fant ikke referanse kilden.** viser vannmengder og temperatur på returvannet som tilføres Vindalsvatnet. Vannet som tilføres følger i stor grad Vindalsvatnets egen temperaturprofil der det tilføres varmere vann om sommeren og kaldere vann om vinteren. Dette reduserer påvirkningen på vannet.

De påfølgende kurvene viser varmemalansse for de ulike alternativene mot Vindalsvatnet.

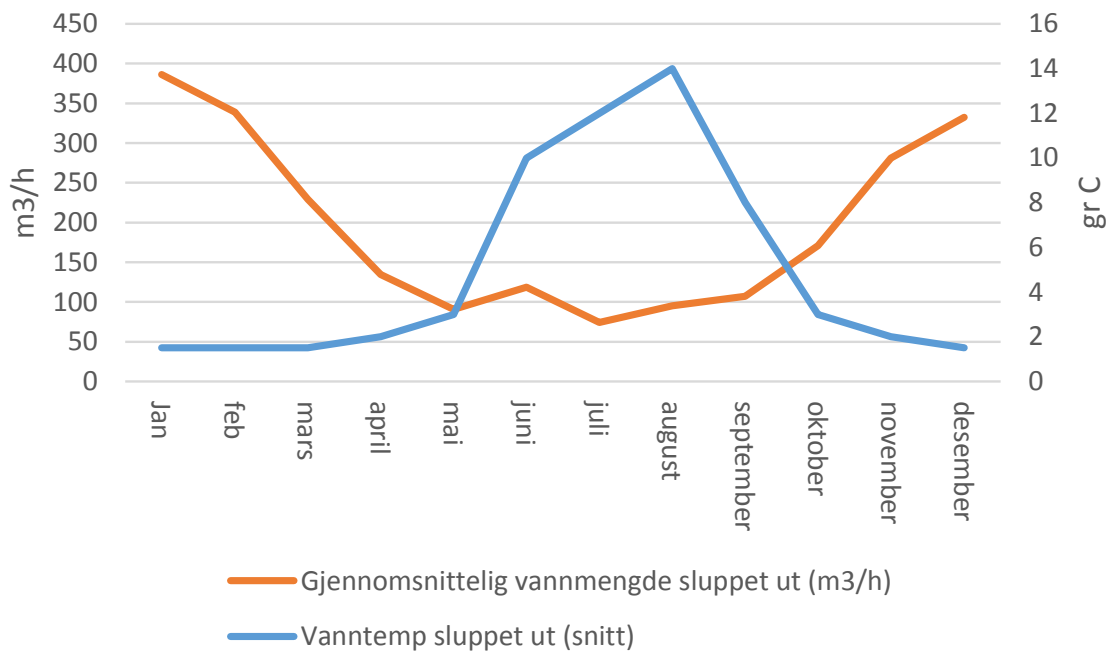
Alt 1 – basis. I dette alternativet hentes all varme og kjøling fra Vindalsvatnet. Totalt hentes ut 3,6 GWh/år, og vannetemperatur påvirkes 0 til -0,2 gr C.

Alt 1 – der det kun hentes ut det som trengs fra datasenteret og overskuddsvarme fra datasenterer frikjøles mot uteluft. Det tilføres da 1,8 GWh varme til Vindalsvatnet og temperatur påvirkes 0-0,1 gr. C.

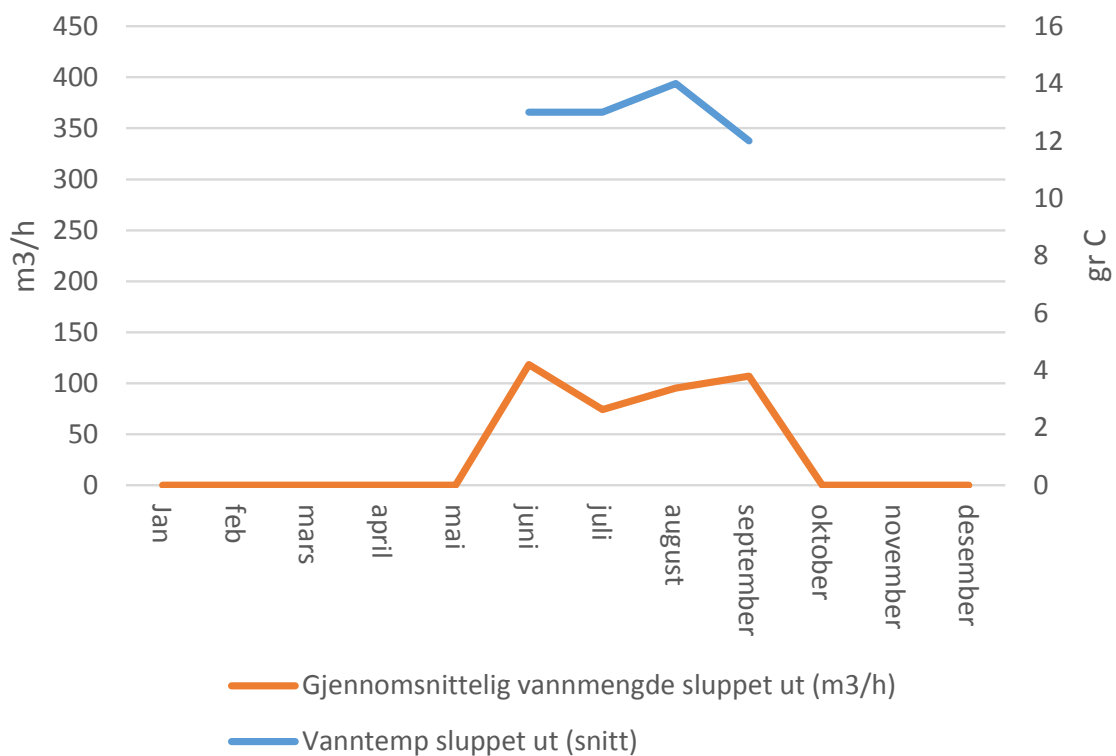
Alt 1 – der all overskuddsvarme som ikke brukes fra datasenteret frikjøles mot Vindalsvatnet. Det tilføres da 13 GWh/år og temperatur påvirkes 0-0,6 gr. C.

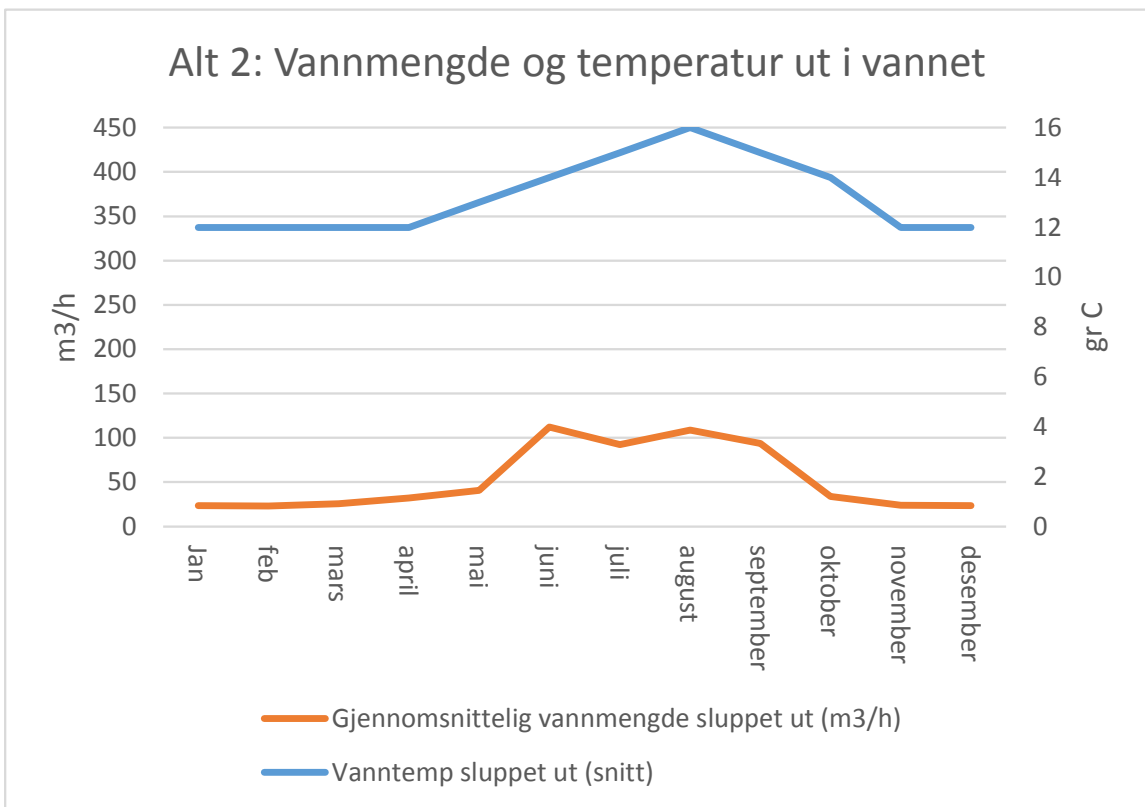
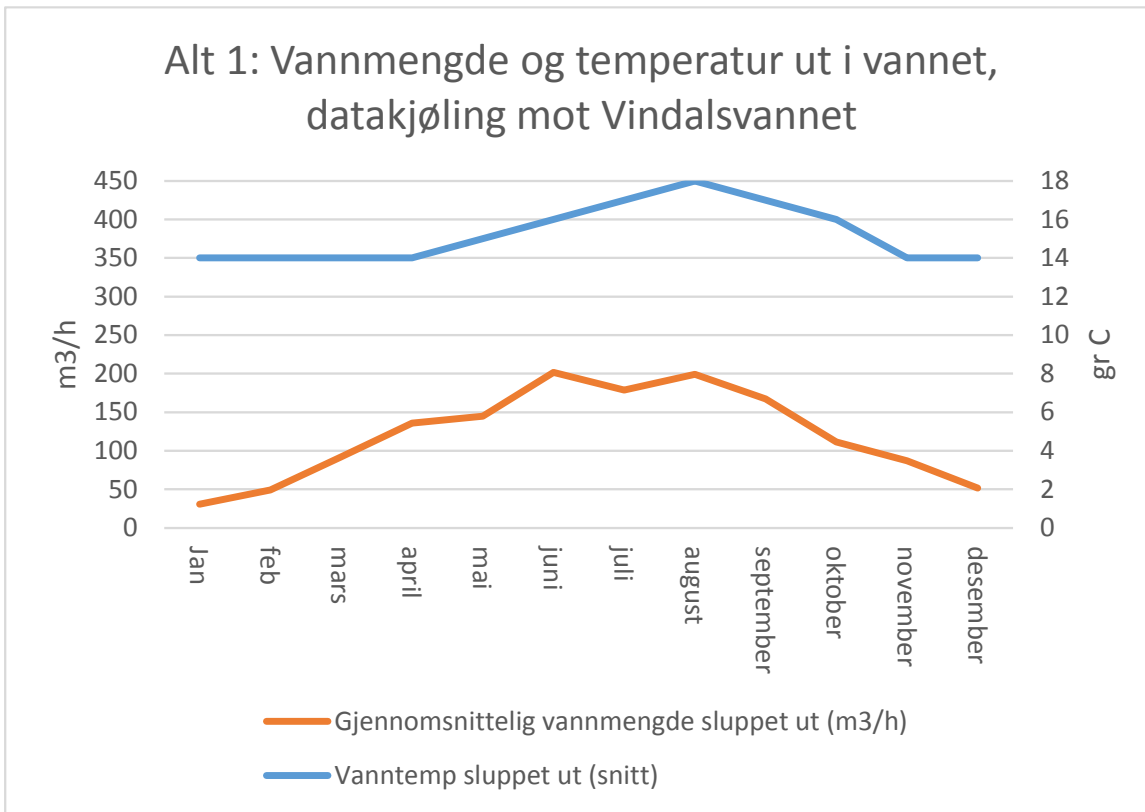
Alt 2 – kun frikjøling av kjølenettet mot Vindalsvatnet, datasenter og fjernvarmenett ikke koblet mot Vindalsvatnet. Det tilføres da 4,7 GWh/år og temperatur påvirkes 0-0,2 gr. C.

Alt 1: Basis uten datasenter: Vannmengde og temperatur ut i vannet

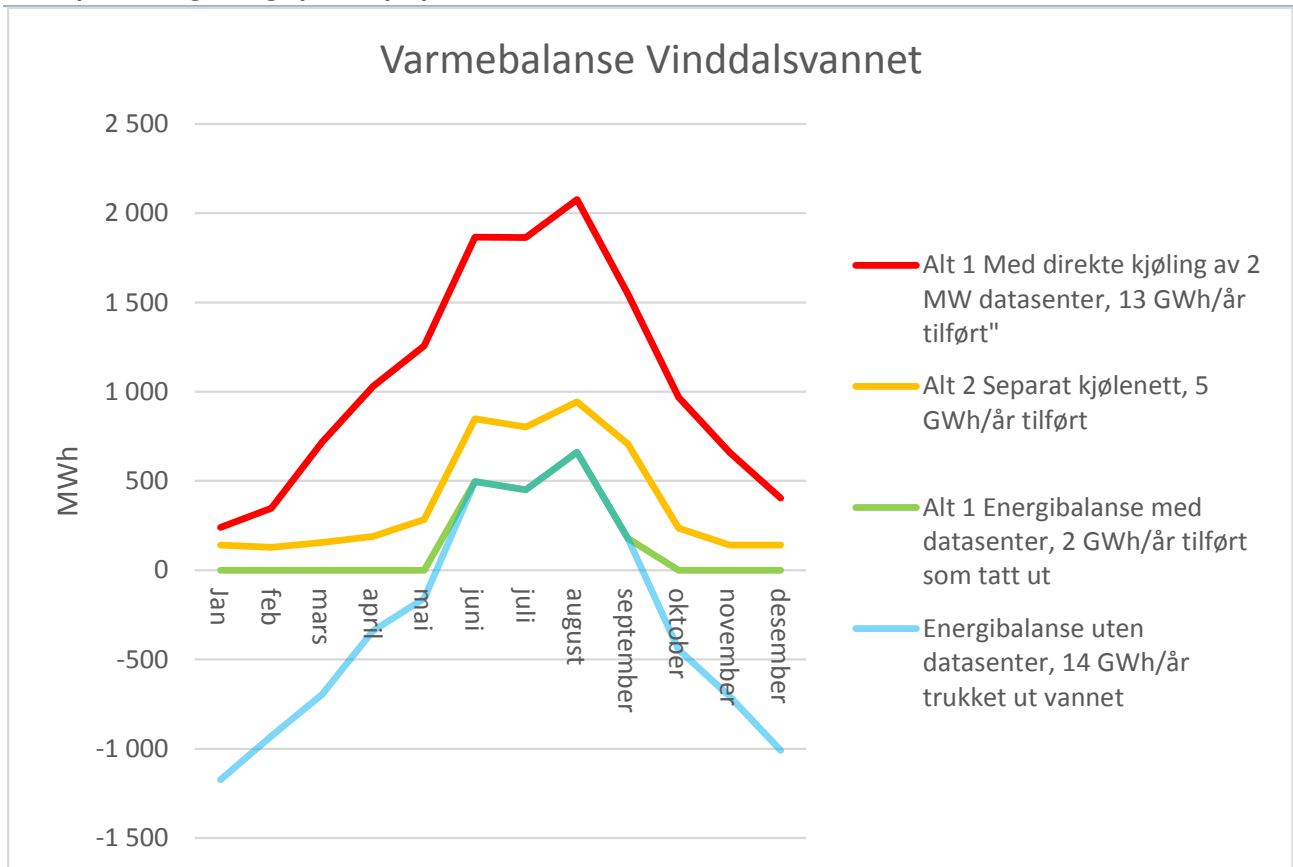


Alt 1: Vannmengde og temperatur ut i vannet, datakjøling mot luft





Figur 7.4.10: Temperatur og vannmengder sluppet til Vindalsvatnet for de ulike alternativet



Figur 7.4.11: Varmebalanse mot Vindalsvatnet for de ulike alternativene

Pumpene som pumper vann fra Vindalsvatnet, må plasseres under vannivå for å sikres mot kavitasjon og sikre problemfri start av pumper. Det betyr at det må etableres en dykkum i vannkanten der pumpene plasseres. For alternativ 1 der det er lagt opp til at vannet skal benyttes både til frikjøling, varmepumpe og som mulig frikjøling fra varmekrets, er det mest gunstig om energisentralen plasseres i vannkanten i et felles bygg med pumpene.

En alternativ plassering av energisentralen er ved datasenteret, og der kan uansett spisslast plasseres for å redusere bygningsstørrelse ved Vindalsvatnet. Det er imidlertid en dyrere løsning (investering + drift) og teknisk mer komplisert plassering blant annet pga. høydeforskjellen. Mens vannet ligger på kote 39, er aktuell plassering for energisentralen ved E39 på kote ca. 60, dvs. en høydeforskjell på omtrent 20 m.

Høydeforskjellen vil gi et «sug» på toppunktet som følge av at vannet renner mot Vindalsvatnet i returledningen. Dette «suket» gir vakuum på toppen og medfører at utstyr må dimensjoneres for å tåle vakuum. I tillegg gir det fare for kavitasjon og slitasje på utløp fra vekslere og eventuelle reguleringsventiler. Det er teknisk løsbart med luftepunkter og oppdimensjonering av utstyr, men investeringskostnader og driftskostnader blir høyere.

Vakuumproblematikken kan løses ved å transportere vann i en lukket krets med varmeveksler mot vann fra Vindalsvatnet i pumpestasjonen. Mht. varmeutnyttelse er det imidlertid så liten deltaT (temperaturforskjell) å arbeide mot (fra 4 °C til 1-1,5 °C), at en ekstra mellomveksling vil gi et uakseptabelt temperaturtap.

Ulempen med Vindalsvatnet er at det tilhører det vernede Os-vassdraget. For å vurdere hvorvidt en varme/kjøleløsning påvirker miljøet i vannet og vassdraget, må det utarbeides en biologisk konsekvensanalyse. NVE og Fylkesmannens miljøvern avdeling må involveres før endelig aksept for utnyttelse av vannet gis.

I konseptutredningen har det vært dialog med begge parter og det er klargjort at det må kjøres en egen prosess der det lages et planprogram for konseptutredningen som først skal godkjennes. Deretter skal det gjennomføres en konseptutredning iht. denne planen. NVE er behandlende etat, mens Fylkesmannen er høringspart. Dette kan være en tidkrevende prosess der utfallet er usikkert.

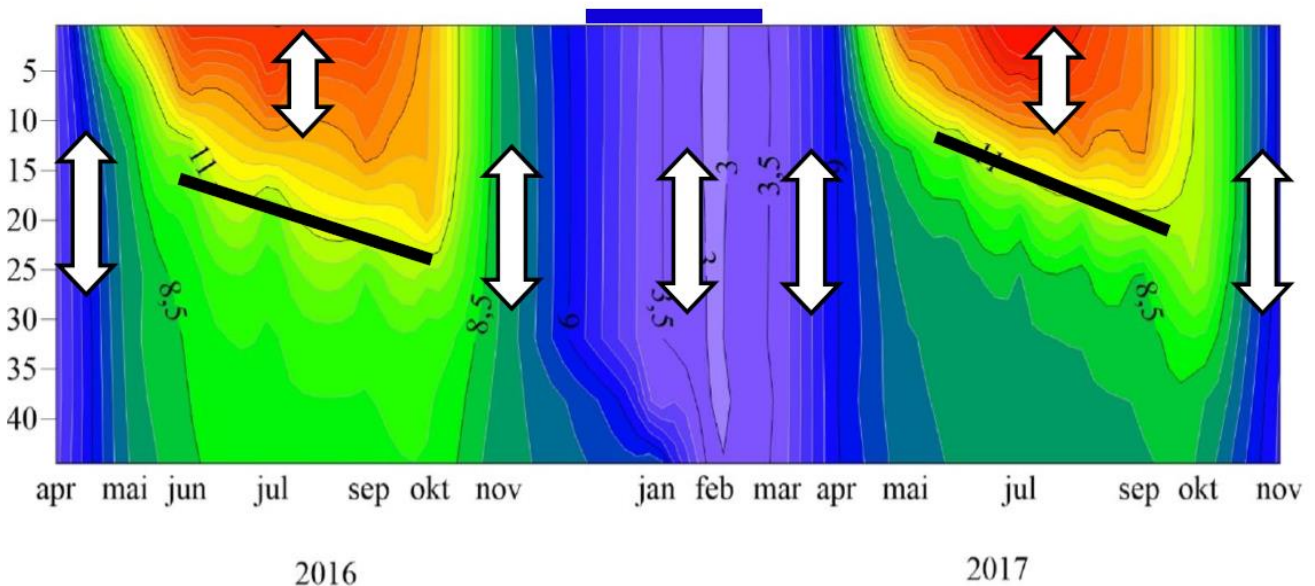
Bekymringen knyttet til Vindalsvatnet er hvorvidt bruk av Vindalsvatnet som energilager vil føre til temperaturendringer med negativ påvirkning på fiskelivet, primært ørret og røye.

Rådgivende Biologer har tidligere gjort omfattende temperaturmålinger fra Storavatnet på Fitjar. Figur 7.4.12 viser temperaturprofil og omrøring over året. Rådgivende Biologer forventer en tilsvarende temperaturprofil og omrøringsrate for Vindalsvatnet. Spørsmålet blir hvorvidt energiutvekslingen i Vindalsvatnet vil påvirke skiktning og temperaturprofil.

Vann hentes dypt for å få stabil lav temperatur. Utløpet blir høyt i vannet for å treffe mest mulig likt temperaturnivå. På vinteren vil det tas ut varme fra vannet og temperaturen som føres tilbake til vannet er dermed kaldere enn den man tok ut. Ved å slippe ut igjen vannet høyt slipper man ut der vannet er kaldest. På sommeren tilfører man varme til vannet. Også da er det mest gunstig å slippe vannet tilbake høyt siden man har de høyeste temperaturene der.

Frå Storavatnet på Fitjar

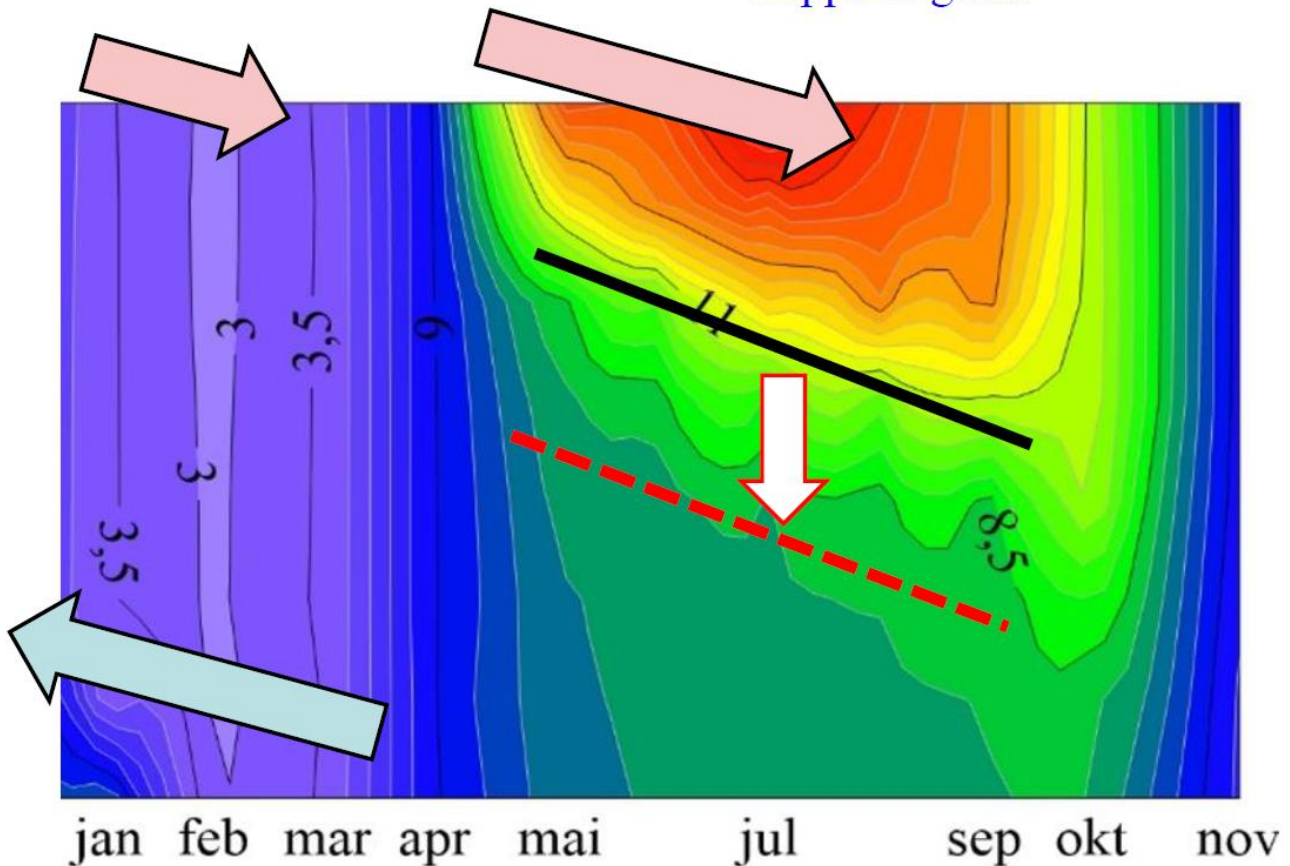
- Våromrøring
- Sommersjiktning
- Høstomrøring
- Vintersjiktning • Vinteromrøring



Figur 7.4.12: Temperaturprofil og omrøring for to år i Storavatnet på Fitjar.

Energi henting

- Hente vann frå dypet
- Slippe ut grunt



Figur 7.4.13: Hvordan siktning og omrøring forventes påvirket av energivexling mot Vindalsvatnet

7.4.5 Grunnvarme

Varmeledningsevne for bergartene i Lyseparken er anslått å være i midtre/nedre nivå²⁷ i forhold til hva som måles i energibrønner i Norge. Det er lagt til grunn et sannsynlig varmeopptak på 30 W/m² som virker fornuftig mht. at grunnvannstanden trolig står høyt (Kvernatjøna ligger på kote + 53) og vil dermed bedre varmeoverføringen.

Alternativ 1 kan prinsipielt utføres med grunnvarme istedet for med Vindalsvatnet som kilde. Alternativ 2 kan også utføres med energibrønner - men pga. ensidig lading av brønnene, kreves god sirkulasjon/utskiftning for at temperaturnivåene skal holde seg lave nok over tid slik at brønnene brukes kun til frikjøling. Fordelen med grunnvarme er at det er lettere å bygge ut brønnsystemet i takt med utbyggingen av Lyseparken. Samtidig unngås å anlegge 500 m vei og rørtrasé frem til Vindalsvatnet. I tillegg slippes usikkerhet om hvorvidt det gis tillatelse til å bygge i vannkanten og å utnytte vannet til energiformål. Borekostnadene avhenger i stor grad av hvor mye løsmasser det må bores i. I Lyseparken er det mulig å bore rett på fjell - og dermed redusere borekostnadene.

Den store utfordringen med grunnvarme er å oppnå noenlunde energibalanse over året for å kunne plassere borehull tett og oppnå en effektiv energiutnyttelse på lengre sikt. Mangler energibalanse, må avstand mellom borhullene økes og det er fare for at energiutnyttelsen på sikt blir svekket ved at man gradvis kjøler ned grunnen (ved overvekt varmeuttak) eller gradvis varmer den opp (ved overvekt kjøling).

²⁷ Lyseparken Næringsområde – kartlegging av energiresurser, Multiconsult mai 2017

Boredybde er normalt 200-250 m per hull. Med effektopptak 30 W/m, gir hvert hull i underkant av 7 kW. Skal det oppnås tilsvarende fleksibilitet som for Vindalsvatnet, bør det dimensjoneres for å ta imot 10 MW kjøling. Dette krever nærmere 1500 borehull. Oppnår man energibalanse, kan avstand mellom hvert borehull typisk være ca 7 m. Det krever et nødvendig areal på ca. 75 000 m² for brønnparken. Det kan imidlertid settes bygg over brønnparken. Hvert borehull koster ca. 70 000 kr. Det gir en total borekostnad på rundt 100 000 MNOK. Både arealbehovet og kostnadene er for høye til at dette kan realiseres.

Det koster relativt lite å investere i høy kapasitet med varmeutveksling mot Vindalsvatnet sammenlignet med den tilsvarende kapasitet for grunnvarme. Skal man ha et alternativ til Vindalsvatnet for løsning 1, er det mest aktuelt å benytte en kombinasjon av grunnvarme og luft, der det bygges færre brønner, men som håndterer mye av de normale variasjonene i forbruk. Effekttoppene kan veksles mot luft.

7.4.6 Varmepumpe basert på uteluft

Klimaet på Vestlandet er gunstig mht. utnyttelse av luft som varmekilde pga. milde vintre og høye minimumstemperaturer. Det er planlagt med lavtemperert fjernvarmenett. Kombinasjonen av høye utetemperaturer og lav fjernvarmetemperatur, gir god COP²⁸ på luft-vann varmpumpene. Investeringskostnadene for disse er betydelig lavere enn for vann-vann varmpumpene ved å unngå investeringer i kostbare varmeopptakssystemer. Et lavtemperert fjernvarmesystem kan også legge til rette for bruk av CO₂ varmpumper som kan gi større temperaturløft med høy COP.

Med luft som opptaksmedium er det ikke mulig å kombinere en felles maskin for kjøling og varme tilsvarende alternativ 1 vist over. Det gir separate systemer for varme og kjøling tilsvarende alternativ 2. Alternativ 2 viser en luft-vann varmpumpe som henter varme fra datasenterets avkasts-system. Siden denne holder en høyere temperatur enn utetemperaturen, er det mer energieffektivt enn å hente varme fra utelufften.

7.4.7 Fravalg termisk

7.4.7.1 VP basert på spillvann (kloakk)

En varmpumpe som henter ut restvarme fra avløpssystemet kalles en spillvannsvarmepumpe. Det er en vann-vann varmpumpe der fordampere overrisles ved avløpsvann i stedet for rent vann. Dette krever høyere investeringer i selve fordampere og systemene for å rengjøre disse. Best er det om varmpumpen kobles nedstrøms til et renseanlegg.

Mengden avløpsvann varierer normalt mye over døgnet, og for å ha et noenlunde stabilt uttak og ikke drifte varmpumpene mye på lavlast med lav COP, er man avhengig av en viss miniumsflow på avløpet. I dette tilfellet der man i hovedsak har tilgang på Lyseparkens avløp og ikke omkringliggende områders avløp, er trolig mengdene liten. Det vil være utfordrende å få et kostnadseffektivt system. Videre vil ikke en kloakkvarmpumpe kunne kobles direkte på kjølenettet slik en varmpumpe som vist i alternativ 1 kan.

Dersom det kommer næring eller industri som har en jevnt utslipp av avløpsvann, fortrinnsvis temperert, kan bruk av spillvannsvarmepumpe revurderes.

7.4.7.2 Skogsflis

Et skogsflisanlegg vil normalt kunne konkurrere med et varmpumpeanlegg der det kun er et varmebehov som skal dekkes. Der man både har kjølenett og varmenett gir VP samordningsgevinster som gjør at VP blir mest konkurransedyktig. Dette gjelder spesielt for områder der man velger lavtemperert fjernvarmenett som er tilfellet i Lyseparken.

²⁸ COP, Coefficient of Performance", angir effektiviteten til varmpumpen

Videre er skognæringen i Hordaland betydelig mindre utbygget enn på Østlandet og det er få og små leverandører av flis. Dette gjør at flisprisen må forventes å være 20 % høyere enn de utbygde markedene på Østlandet.

Videre er transport av flis, arealbehov og skorstein noen ulemper med et biobrenselanlegg i forhold til et VP-anlegg.

7.4.7.3 Pellets

Et pelletsanlegg er mindre arealkrevende og har lavere investeringer enn et flisanlegg. Brenselet, trepellets, er imidlertid dyrere siden det er et foredlet brensel. For aktuell størrelse på 8-9 MW, vil normalt ikke et pelletsanlegg være konkurransedyktig med et flisanlegg. Det finnes pt. ingen pelletsproduksjon på Vestlandet, dvs. at pellets må transporteres med bil fra Hallingdal eller Østlandet. Transportkostnadene øker gir økte kostnader samtidig som det gir usikkerhet vinterstid pga. fjellovergangene. Pellets kan transporteres i bulk med båt til en rimeligere penge, men da kreves et stort mottak ved kai og det skaper ekstra kostnader for transport fra kai til anlegget.

7.4.7.4 Avfall

Et avfallsforbrenningsanlegg har strenge krav til utslipp, håndtering og kvalitetskontroll av boss. Det betyr at investeringer i hjelpesystemer og renseanlegg utgjør en betydelig større andel av totalkostnaden for et lite anlegg enn for et stort anlegg. 8-9 MW er i så måte et lite anlegg og er krevende å få lønnsomhet. Avfallsanleggene er kostbare i investering og krever dermed en høy driftstid for å tilbakebetales. De fungerer også dårlig på lavlast.

Sammen med negativ pris på brenselet, medfører det at man søker å brenne med forholdsvis lik produksjon hele året. Jo, større kundemasse - jo mer av varmen kan selges og jo bedre lønnsomhet. For å oppnå akseptable driftstider i Lyseparken, må størrelsen tilpasses slik at en mindre del av grunnlasten dekkes av avfall. Da må det være alternative grunnlastkilder i tillegg til avfallsforbrenningsanlegget.

BIR har et stort avfallsforbrenningsanlegg i Rådalen, kort avstand fra Lyseparken når ny vei er på plass. Dette anlegget har kapasitet på 60 MW og kan utvides med ytterligere 20-30 MW. Anlegget i Rådalen har kapasitet til å ta imot alt avfallet fra Lyseparken. BIR er forespurt om de kunne tenke seg å etablere et lokalt avfallsforbrenningsanlegg i Lyseparken. De ønsker heller å brenne avfallet i eksisterende avfallsanlegg og anser dette som mest effektivt og til å gi best energiutnyttelse.

Fra anlegget i Rådalen produseres både varme og strøm. Det er ikke regningssvarende å legge rør fra anlegget i Rådalen til Lyseparken. BIR er videre forespurt om det interessant å etablere bossug i felles grøfter med fjernvarme og fjernkjøling. Lyseparken har en stor andel næring og lett industri med annen sammensetning og derfor også et annet regelverk enn avfall fra husholdninger. Avfallet fra virksomheter er normalt ikke egnet for regulære bossug. BIR ønsker fortsatt dialog og vil gjerne se nærmere på effektive og innovative måter å gjøre dette på²⁹ når Lyseparkens innhold er klarere

7.4.7.5 Solvarme

Det er relativt gode solenergiressurser i næringsområdet. Det observeres noen skyggevirkninger mot sør og øst, men total innstråling er estimert så god at utnyttelse av solenergi bør gjennomføres. Primært må det legges til rette for solceller. Solfangere vil i mindre grad være aktuelt, da det allerede er store energiresurser tilgjengelig i form av overskuddsvarme fra datasenteret og fra kjølenettet.

²⁹ Møter med BIR, januar 2018

7.4.8 Spisslast-/reservelastkilde

Spisslastkjelen vil også fungere som effektreserve ved bortfall av grunnlastkjelen. Aktuelle kilder er gass, elektrisitet eller bioolje. Gass er ikke vurdert nærmere i rapporten siden den er fossil, og fordi investeringskostnadene ved dette alternativet er høyest pga. investeringer i tankanlegg og sikring av dette. I en forprosjektfase kan evt. gass vurderes mer nøye om energikilden er akseptabel i den grønne profilen for Lyseparken.

Å benytte elektrisitet (el) ved de relativt lave strømprisene vi har hatt siste årene, er i mange tilfeller gunstig. Dette avhenger imidlertid av anleggsbidraget som kreves for å få nødvendige strømleveranse til elkjelene, og hvilken tariff som legges til grunn. Ulempen med el som spisslast, er at behovet normalt inntreffer når effektbehovet er størst og prisene høyest.

Effektledet i nettleien er basert på timesmålte verdier og blir dyrt og dominerende for anlegg som trenger høy effekt i korte tidsperioder - slik en spisslastkjel gjør. Varmepumper er også basert på el, og valg av el som spisslast gir dermed liten energifleksibilitet. Egenproduksjon fra solceller, gir forutsigbar pris. Men det er sannsynlig at det ikke er tilstrekkelig egenprodusert el de dagene i året når behovet er stort.

Pt. er det begrensning på effektoverføringen mot Lyseparken på ca. 20 MW. El som spiss- og reservelast båndlegger da viktig elektrisk effekt som f.eks. kan benyttes til datasenter eller annen virksomhet. Generelt er det et ønske å redusere elbelastningen i toppplastimene, og et viktig tiltak blir da å redusere el til oppvarming. Olje er lite aktuelt, både fordi det strider mot grønn områdeprofil og regnes som klimaversting. Fra 2020 blir det for flere varmeanlegg forbud mot bruk av olje (kan avvikes for reservelast).

Gass er aktuelt som spisslast, men tankanlegg og sikkerhetskrav gir større investering enn et oljeanlegg. Prisen for gass er til gjengjeld lavere enn for olje. Gass er også et fossilt brensel, men har ca. 25pst. lavere klimautslipp enn olje.

Konklusjon: Det er lagt til grunn et anlegg dimensjonert for biofyringsolje i rapporten. Denne vil dekke ca. 10 pst. av energibehovet, men vil effektmessig dimensjoneres for å kunne ta opp mot 100 pst. av kapasiteten.

7.4.9 Energisentral³⁰

Arealbehov energisentral ca. 600-800 m², bygningshøyde 8-12 m, skorstein 20-40 m (avgjøres/bekreftes av mer detaljerte spredningsberegninger og høyde på omkringliggende bygninger.

Arealbehov pumpekum nedsenket i vannkanten av Vindalsvatnet: 50 m²

Maksimalt elbehov ca. 2,3 MW, hvorav ca. 1,5 MW er til varmepumpe.

7.4.10 Fjernvarme og –kjølenett

Fjernvarme og –kjøling legges i felles grøft. Det legges også trekkerør for kommunikasjon mot kundesentraler.

Forslag til fjernvarme- og fjernkjølenett er vist i figurene 7.4.14/15. Forskjellen mellom de to figurene er kun plasseringen av energisentralen. Første figur viser energi hentet fra Vindalsvatnet med en plassering østover utenfor kartet. Andre figur viser en energisentral basert på grunnvarme/kjøling i tillegg til overskuddsvarme fra datasenteret. Energisentralen plasseres da fortrinnsvis i tilknytning til datasenteret.

Grøftarbeidene for varme og kjøling må koordineres og planlegges sammen med øvrig infrastruktur. Slik reduseres grøftkostnadene og fremdriften blir effektiv for alle aktører som skal ha infrastruktur i bakken.

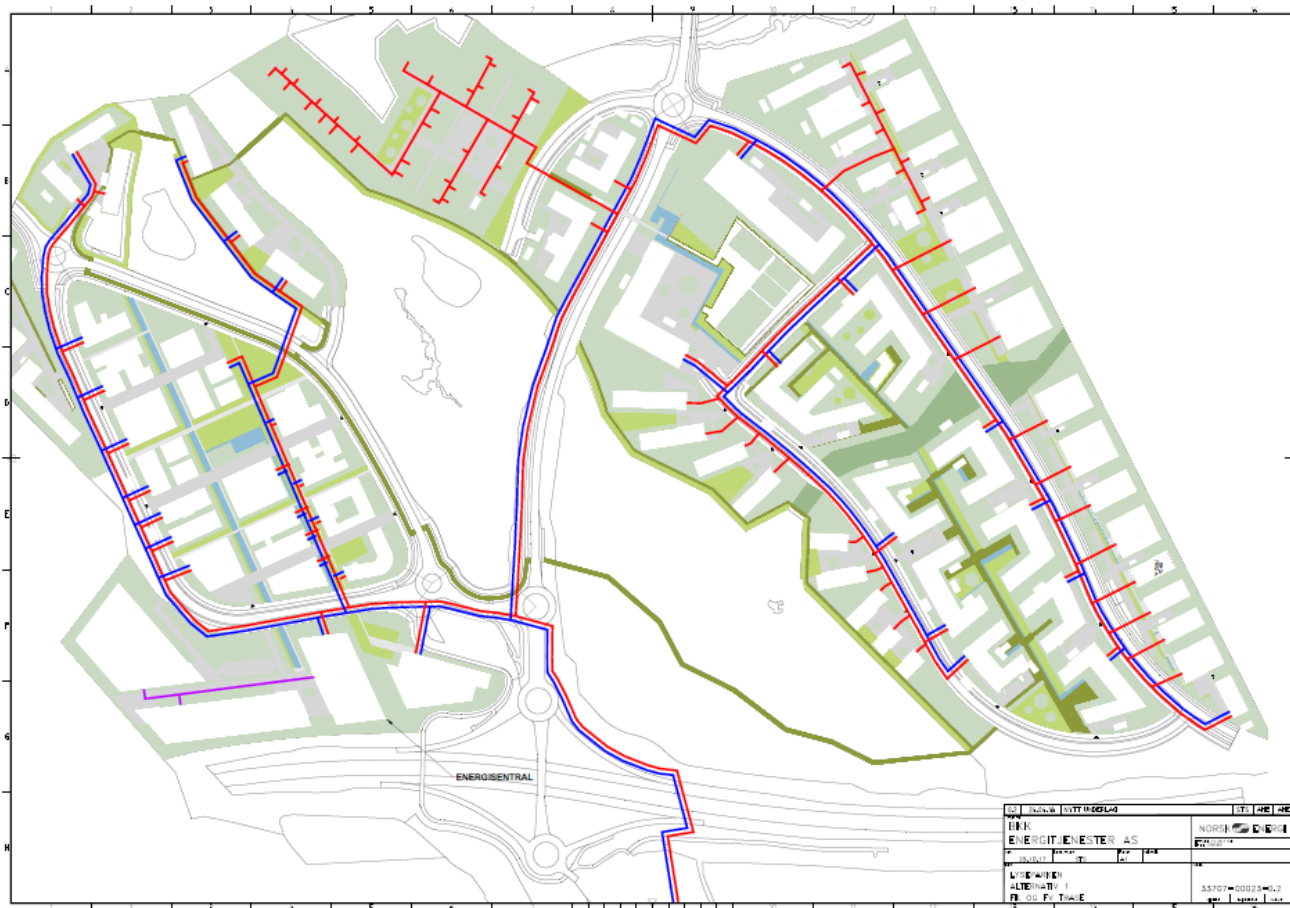
Følgende grøftelengder er lagt til grunn:

³⁰ Beregninger utført av Norsk Energi

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Overføringsledning til Vindalsvatnet:	600 m
Fellesgrøfter FV ³¹ og FK Lyseparken:	3 950 m
Lengde FV grøft (grøft der det kun går varme):	2 250 m

Det legges til rette for 3 stk. kryssinger av hovedveiene. Disse 3 kryssingene følger også traseen til VA-anlegget. For kryssingen over E39, er denne vist i samme området som Vegvesenet har lagt til grunn en kulvert med diameter 2 m.



Figur 7.4.14: Forslag til fjernvarme- og fjernkjølenett ved utnyttelse av energi fra Vindalsvatnet

³¹ FV og FK: Fjernvarme og fjernkjøling



Figur 7.4.16: Eksempel på kundesentral

7.4.14 Krav og føringer hos kundene for å oppnå effektiv energiløsning

Varmesystemet i byggene i Lyseparken må bygges lavtempererte for å utnytte overskuddsvarmen fra datasenteret mest mulig effektivt, typisk temperaturnivå 50/30 °C. Gulvvarme og ventilasjonsvarme bør favoriseres fremfor radiatorer da det gir lavere temperaturnivåer.

Motsvarende må kjølesystemene bygges høytempererte for å utnytte frikjøling fra Vindalsvatnet eller geobrønner mest mulig effektivt - typisk 19/13 °C eller 20/14 °C

Kravene til temperaturnivåer og mengderegulerte systemer hos utbyggerne, må være tydelige. Kravene bør være kjente og aksepterte allerede ved kjøp av tomt, og må følges opp og sjekkes slik at de lokale systemene bygges korrekt.

Dersom én eller flere kunder dimensjonerer temperaturene feil i sine sekundærsystemer, gir det redusert varmeleveranse og dermed en redusert lønnsomhet for utbyggingen. Det kan være aktuelt å belønne utbyggere som klarer å redusere temperaturene for varme og øke temperaturene for kjøling utover de gitte kravene. Dette gir en mer effektiv energidistribusjon.

I tomtsalget bør det foreligge en forpliktelse om å knytte seg til varme- og kjølenettet. Slik vil utbygger av nettet ha forutsigbarhet om kundegrnlaget og sikre at kunder får en lavest mulig pris der alle er med på å dele på infrastrukturinvesteringene. Dette er viktige forutsetninger for utforming av både forretningsmodeller og eierskap/drift av energiløsningen for Lyseparken.

7.5 Elektrisk energiløsning

7.5.1 Kapasitet på elektrisk tilførsel til Lyseparken

Til forsyning av Lyseparken er det ferdigstilt legging av to dedikerte høyspenningskabler, én til det nordlige området og én til det søndre. Hver av disse kablene kan belastes med 10 MW³². Til sammen er det lagt til rette for uttak av 20 MW effekt i Lyseparken fra dette kabelanlegget.

Hvis forbruket i Lyseparken og i resten av kommunen, øker utover den transformeringskapasiteten som er bygget, vil BKK Nett tilrettelegge for å investere i nye 132/22kV transformatorer. Dette krever planlegging og reguleringsarbeid som normalt kan ta 3-5 år å gjennomføre.

BKK Nett har planer om å sette i drift nærliggende transformatorstasjon høsten 2018. Denne får installert en 132/22kV, 25(31,5)³³ MVA transformator. Bakgrunnen for bygging av transformatorstasjonen er blant annet fremtidig økt forbruk i hele Os kommune, deriblant Lyseparken³⁴.

Kabelanlegg og nettstasjoner inne i selve Lyseparken vil normalt bli bygget etter hvert som BKK Nett får et innmeldt kundebehov. Kostnader for dette belastes kunden i form av et anleggsbidrag

7.5.2 Lokal kraftproduksjon

I forkant av arbeidet med denne konseptutredningen er det gjort vurderinger av lokale og fornybare energikilder³⁴ som konkluderer med at det kun er moderate vindressurser tilgjengelig og at solkraft utgjør den beste løsningen for lokal kraftproduksjon. Solceller kan relativt enkelt legges på tak av bygg og integreres i fasadene på byggene. Det legges dermed ikke beslag på områder utenfor parken.

Med utgangspunkt i den noe subjektive oppfatningen om at «været er bedre i Os enn i Bergen» er det sammenlignet innstrålingsdata fra målestasjonen i Florida (Bergen Sentrum) og Flesland (Flyplassen). Lyseparken ligger enda lenger sør enn Flesland. Det antas at klimaet på Flesland ligger nærmere Lyseparken enn Florida.

Målestasjonen på Flesland³⁵ har dessverre ikke vært i drift lenge nok til å danne et godt bilde av en klimanormal. Det er derfor gjort en sammenligning basert på tilgjengelig måleserie. Denne vises i tabellen nedenfor:

Årlig global solinnstråling 2017 kWh/m ²	728, målt på Florida	796, målt på Flesland	+ 9 %
Årlig antall timer med null innstråling i 2017	3 947, målt på Flesland	4 219, målt på Florida	+ 9 %

Sammenligning av solinnstråling på Florida og Flesland, 2017

Sammenligningen i tabellen viser at solinnstrålingen på Flesland er 9 pst. høyere enn på Florida. Måledata for Flesland er kun tilgjengelig for ett år. Derfor er simuleringene basert på tall fra Florida. I etterkant er imidlertid årsverdiene for kraftproduksjonen i Lyseparken oppjusterte med 9 pst. siden dette gir et riktigere bilde på reelt potensiale.

I området rund Lyseparken er det flere høydedrag som kan skape skygge på solcellene. Dette er hensyntatt ved å legge inn et horisontdiagram i beregningene slik som vist i figuren nedenfor:

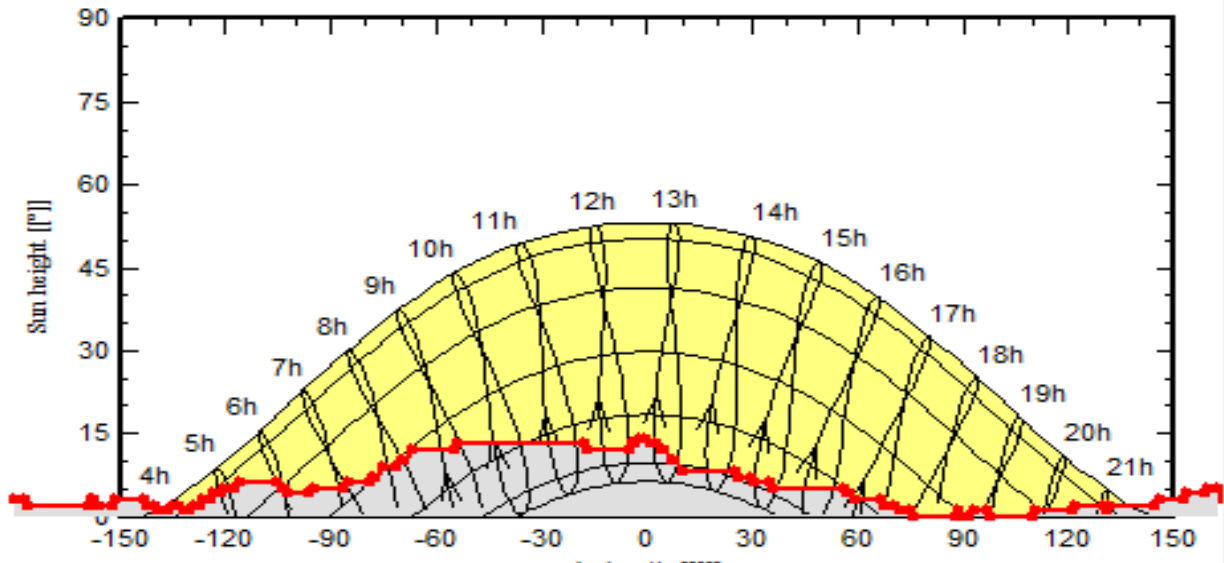
³² kilde: Ref BKK Nett AS, v/områdeansvarlig

³³ Beskriver ytelse. Trafoen får påmontert vifter som øker ytelsen fra 25 til 31,5 MVA

³⁴ Multiconsult Rapport; 617221-RIEn-RAP-001 – Lyseparken næringsområde kartlegging av energiresurser

³⁵ Bygget august 2016

Horizon line drawing - Legal Time



Figur 7.5.1: Horisontdiagram for Lyseparken. Når solas posisjon endres, vil horisonten skape skygge på solcellemodulene og den direkte solkomponenten kommer til fratrekk i beregningene.

For plassering av solcellene er det lagt til grunn en «pragmatisk» tilnærming. Dette betyr bruk av de arealene som er best egnet til kraftproduksjon med solceller. Det skal ikke gjøres spesielle arkitektoniske tilpasninger for solceller. Med utgangspunkt i gjeldende planforslag, er det derfor plassert solceller på tak og fasader med god soleksponering. Det er brukt en standard solcellemodul med 16,8 pst. virkningsgrad i beregningene. Kraftproduksjon gitt i kWh/m² vil bli høyere dersom det velges solcellemoduler med høyere virkningsgrad.



Illustrasjonen viser plassering av solceller på fasadene er i figuren angitt vi hhv. oransje og grønn farge. Tallene på figuren henviser til de to tabellene nedenfor. «F» angir fasade. Alle tak (venstre) og fasader (høyre) innenfor et område omkranset av rød linje er simulerte sammen.

Tak-kategori	Azimuth	Spesifikk energiproduksjon	
		(kWh/m ²)	kWh/kWp ³⁶
	0		
1	-115/65	122	726
2	-135/45	125	742
3	-150/30	126	747
4	-77/103	119	705
5	-90/90	121	719

Tabell 7.5.2: Kraftproduksjon for forskjellige tak i Lyseparken. Det er lagt en øst/vest-konfigurasjon til grunn for beregningene. Tak-kategoriene kan knyttes til bildet til venstre i Feil! Fant ikke referanseilden..

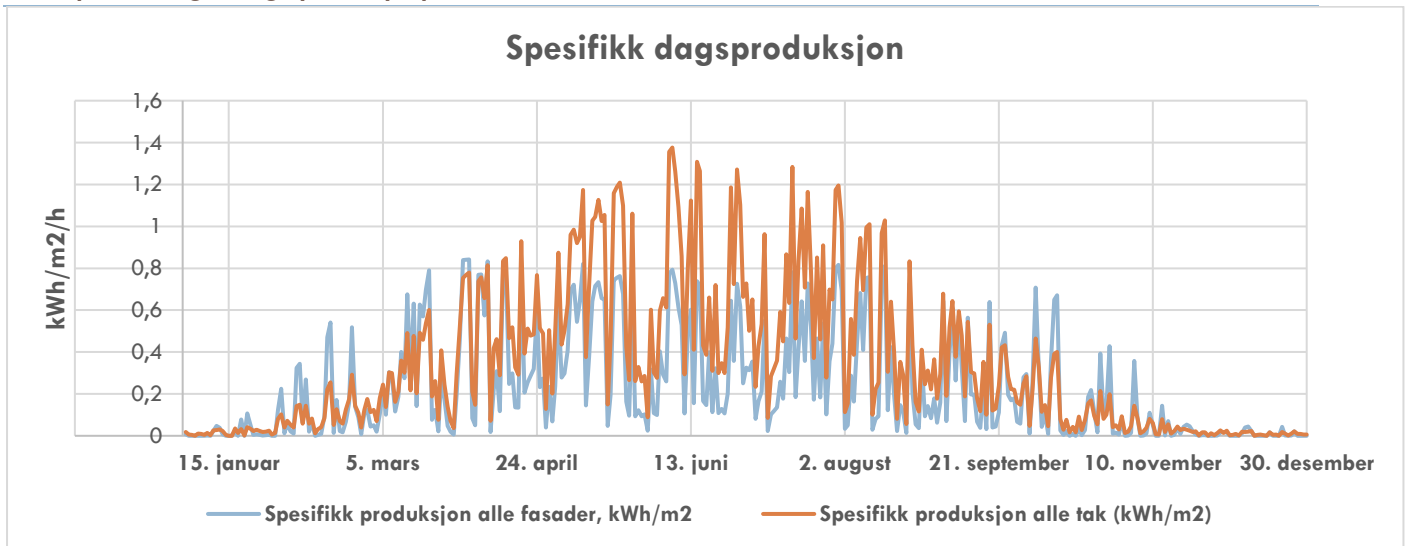
Fasade-kategori	Azimuth	Spesifikk energiproduksjon (kWh/m ²)	
		kWh/m ²	kWh/kWp
	0		
F1	-25	84	499
F2	-45	89	528
F3	45	81	484
F4	30	89	530
F5	-60	78	467
F6	0	86	514
F7	13	88	523
F8	-77	73	437
F9	50	88	525

Tabell 7.5.3: Kraftproduksjon for forskjellige fasader på byggene i Lyseparken, oppgitt per kWp og m².

I illustrasjonen vises plassering av solceller i fasadene og på tak. Disse er angitt med hhv. oransje og grønn farge og er nummererte. Resultatene fra beregningene er oppgitt i tabell 7.5.2 og 7.5.3 og viser tak og fasader.

Sammenligning av tall i tabellene, viser at takmonterte solcelleanlegg generelt har høyere kraftproduksjon over året. Analyse av dataene på dagsbasis illustrerer at solcellene i fasaden har høyere kraftproduksjon per kvadratmeter om våren og høsten enn de som er montert på tak.

³⁶ kWp angir effekt fra solcellepanelet. P'en indikerer peak – dvs. 1 kW ved optimale solforhold.



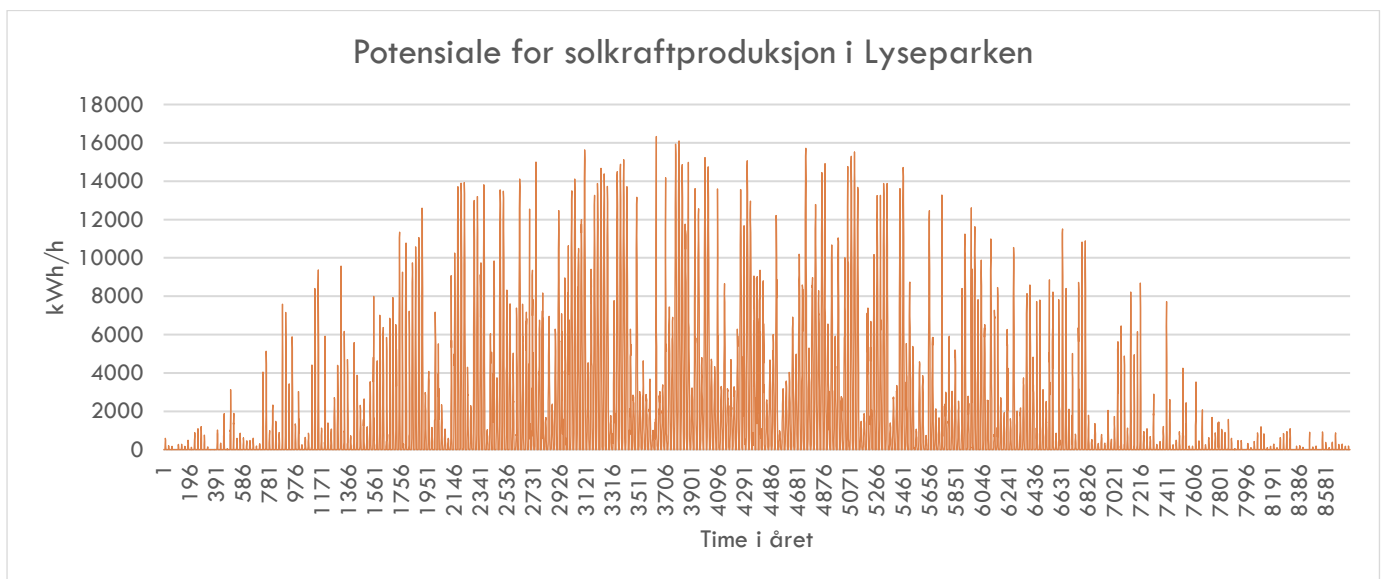
Figur 7.5.4: Spesifikk kraftproduksjon (kWh/m²/h) for solceller i fasaden og på taket.

Resultatene viser at fasademonterte solceller gir god ytelse på vinterstid. Dette er illustrert med årsproduksjon i 2017 fra solcellefasaden ved Brynseng Skole i Oslo (figur 7.5.4). Solceller på taket gir - ikke uventet - høyest kraftproduksjon på sommeren. Med solceller både på tak og i fasader oppnås en jevnere produksjonsfordeling gjennom året.

Resultatene så langt er presenterte i form av spesifikke tall, dvs. per kvadratmeter eller per kWp. Med tanke på usikkerheten knyttet til videre utvikling og type næringsliv som til slutt etablerer seg i Lyseparken, er tallene nyttig input til skalering når det er avklart hvilke arealer som settes av til solceller.

Dersom man tar utgangspunkt i de arealene som i dag er avsatt til solceller, har Lyseparken et årlig potensiale for solkraftproduksjon på totalt 14,7 GWh/år.

Kraftproduksjonen fordelt på timene gjennom året er vist i figuren nedenfor.



Figur 7.5.5: Total kraftproduksjon fra solceller i Lyseparken per time gjennom et normalår.

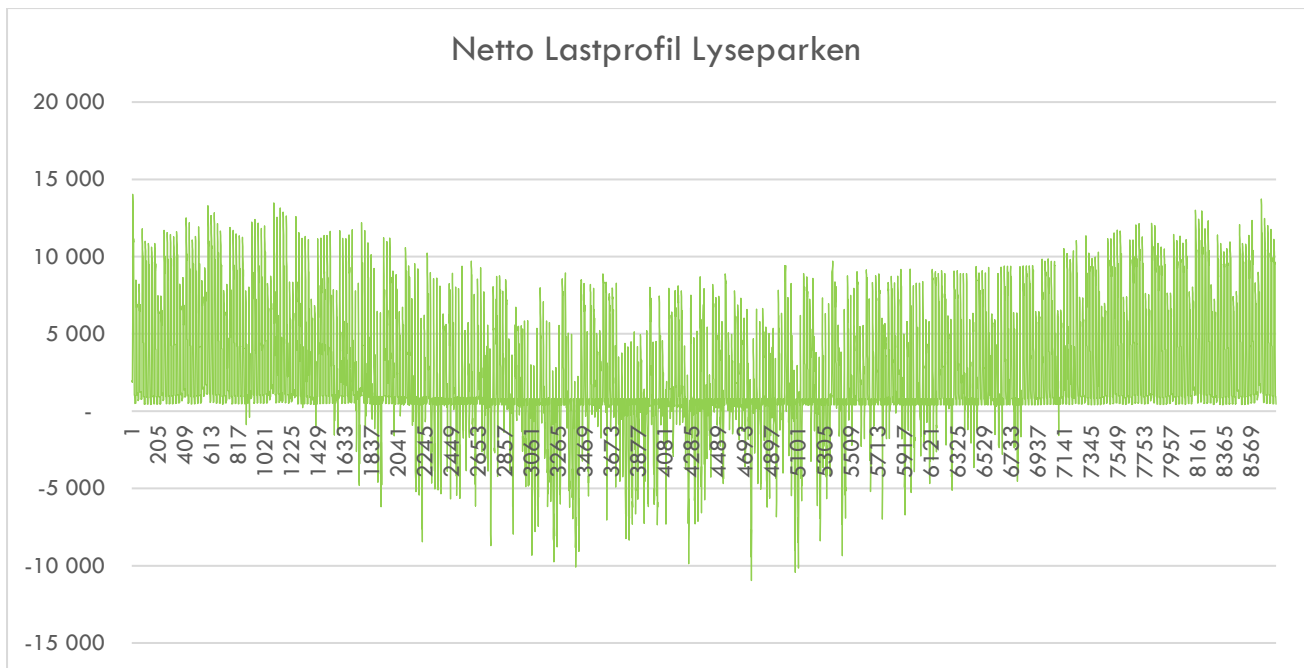
Det er viktig å merke seg at beregningene er baserte på en helt standard modultype anno 2018. Dersom det legges til grunn å bruke de beste solcellemodulen på markedet i 2018, kan årlig solkraftproduksjon øke fra 14,7 GWh/år til 18,8 GWh/år.

Den raske utviklingen innen solkraft gjør at virkningsgradene for solcellene stiger for hvert år som går. For utbygging flere år fram i tid, bør det tas høyde for solcellemoduler med høyere virkningsgrad enn det er lagt til grunn i beregningene her.

Kraftproduksjon og -forbruk vil finne sted på ulike steder i Lyseparken og på forskjellige tider av døgnet. Eksempelvis vil boliger ha høyest forbruk om morgen, kveld og i helgene, mens kontor- og industribygg har høyest forbruk midt på dagen på hverdager.

Dette vil gi en «sammenlagringseffekt» som er vanskelig å beregne på dette stadiet. Mye lokal kraftproduksjon kan utveksles internt i det som kan være Lyseparken mikronett før det eventuelt vil merkes på tilknytningspunktet for Lyseparken, dvs. grensenettet til BKKs distribusjonsnett.

For hele Lyseeparken vil netto lastprofil være satt sammen av Base Case elektrisk last, topplast med biofyringsolje og solkraftproduksjon. I tillegg kommer sammenlagringseffekten som det ikke er gjort beregninger for på dette stadiet. Den resulterende totale netto lastprofilen som vil kunne observeres fra BKK Netts ståsted, er vist i figuren nedenfor.



Figur 7.5.6: Netto lastprofil for Lyseparken. I denne lastprofilen er det tatt hensyn til biofyringsolje spisslast.

Dersom vi sammenligner «soltallene» med Fig. 7,5,6 (Elektrisk last med biofyringsolje som spisslast), ser vi at solkraften bidrar med å redusere topplasten i Lyseparken med ytterligere 1 MW. Samtidig får vi eksport av kraft i sommerhalvåret. Estimer viser at maksimal eksport er i underkant av 11 MW. Med en overføringskapasitet på 20 MW inn til Lyseparken vil det dermed være rikelig med nettkapasitet til både maksimalt forbruk og maksimal eksport.

For året som helhet vil 2,7 GWh av solkraften eksporteres, mens resten går til eget forbruk.

Kraftbehovet for det planlagte datasenteret i Lyseparken, er ikke hensyntatt i analysen.

7.5.3 Vekselstrøm (AC)

Solceller produserer likestrøm (DC) og må konverteres til vekselstrøm før den kan tas i bruk i bygg eller sendes ut på kraftnettet. Dette gjøres normalt i en vekselretter og programmeres til å levere den strømkvaliteten som netteier krever for tilkobling. Lyseparken Mikronett er geografisk plassert midt i nettet til BKK. Det er derfor hensiktsmessig å bruke samme standarder i begge nett. Lyseparkens nett blir bygget og skal driftes etter samme kriterier som for BKKs nett.

Byggene i Lyseparken skal derfor ikke ha særegne tilpasninger i forhold til elektronisk utstyr, bortsett fra ett mulig unntak; for et lite område vil vurderes å teste et likestrømsnett.

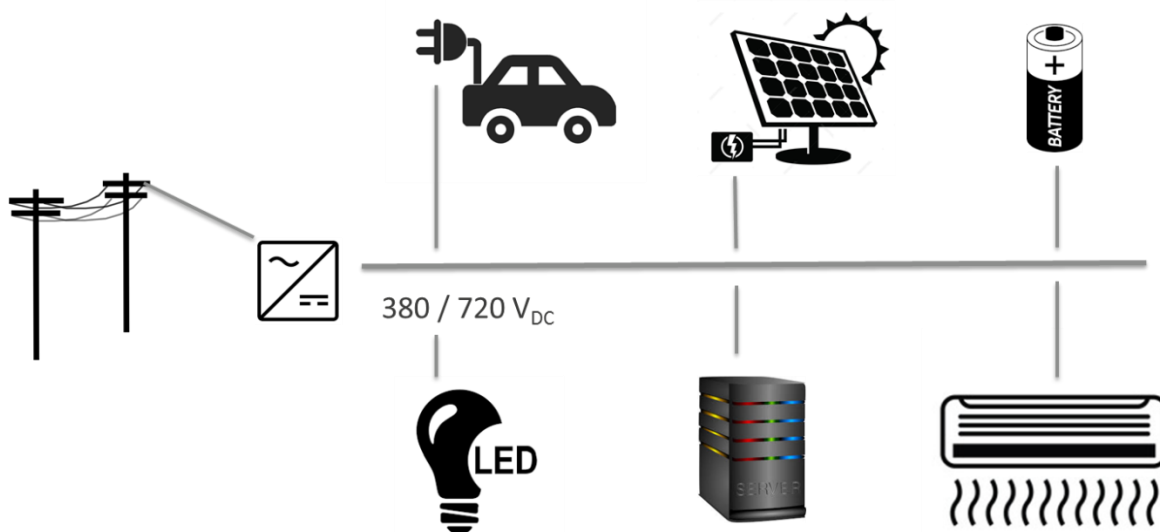
7.5.4 Likestrøm (DC)

Nesten alle kraftnett i dag er basert på vekselstrøm. Det er flere grunner til dette. Én viktig grunn er at kraftproduksjonen hovedsakelig var basert på roterende maskiner da bygging av kraftnettet startet. Overføring av kraft med vekselstrøm har også lavere spenningsfall enn likestrøm (med unntak av HVDC).

Med utgangspunkt i at kraftleveransen til kunder har vært - og er - basert på vekselstrøm, har forbrukerteknologiene tatt utgangspunkt i nettopp vekselstrøm. Etterhvert som markedet har fått flere forbrukerteknologier med likestrøm, har disse blitt utstyrte med likerettere for omforming fra AC til DC. Det er i dag mange teknologier som benytter likestrøm, som for eksempel:

- Datamaskiner
- Frekvensstyrte vifter og pumper
 - Vekselstrøm omformes til likestrøm, før den konverteres til vekselstrøm med en frekvens som gir riktig turtall på den elektriske motoren.
- Elbiler
- LED-belysning
- Batterier

Solceller produserer likestrøm. Når både produksjon og forbruk er i form av likestrøm, er det en god anledning til å vurdere etablering av et likestrømsystem. I Lyseparken vil det være store likestrømlaster i tilknytning til datasenteret hvor kraften hovedsakelig benyttes til å drifte datamaskiner, kjøleanlegg og belysning. Videre planlegges en hurtigladersasjon for elbiler i kort avstand fra datasenteret, etter som det ligger plassert ved siden av ny E39.



Figur 7.5.7: Skisse for mulig likestrømsystem i Lyseparken. Det vil være ett sentralt tilknytningspunkt til hovednett med én sentral og to-veis likeretter. Forbrukerteknologier som elbil, batterier, led-belysning, pumper og vifter kobles på likestrømsystemet, mens solcellene leverer kraft rett inn på likestrømsystemet.

Likestrømsystemet for datasenteret i Lyseparken er skissert i figuren ovenfor. Her ser man for seg at det etableres en sentral to-veis likeretter som konverterer vekselstrøm til en fast likestrømsspenning på enten 380 eller 720 V. Begge spenningsnivåer benyttes i likestrømsystemer i dag. Det er ikke gjort innstilling om endelig løsning for Lyseparken enda. Fordelen med 380 V er at mye av dagens utstyr for frekvensomforming kan brukes uten endringer.

For datasenteret kan det være naturlig å etablere et batteri for avbruddsfri kraftforsyning. Batterier representerer en likestrømskilde/-forbruker og batteriet kan kobles direkte mot likestrømssystemet slik at konverteringstap reduseres. Mellom batteriet og likestrømssystemet etableres en omformer som sørger for at

batteriet lades på riktig spenning. Sentralisering av konvertering gjør det mulig å utnytte varmen, men fremfor alt, samler varmefrigjøringen til ett enkelt sted (og ikke spredt på et helt bygg).

7.5.5 Fravalg elektrisk

Vindressursen i selve Lyseparken er moderat og gir et begrenset energipotensiale. Konvensjonelle vindturbiner på omkringliggende høyder er lite gunstig grunnet lave vind-hastigheter og problematikk med skyggekast.

Småskala vindkraft på bygningene har erfaringsmessig lav ytelse, og nøyaktig produksjon kan ikke estimeres uten konkrete vindmålinger i området. Med utgangspunkt i de moderate vindressursene er det ikke sett nærmere på bygningsintegret vindkraft. Dette utelukker ikke at slike kan monteres og testes ut.

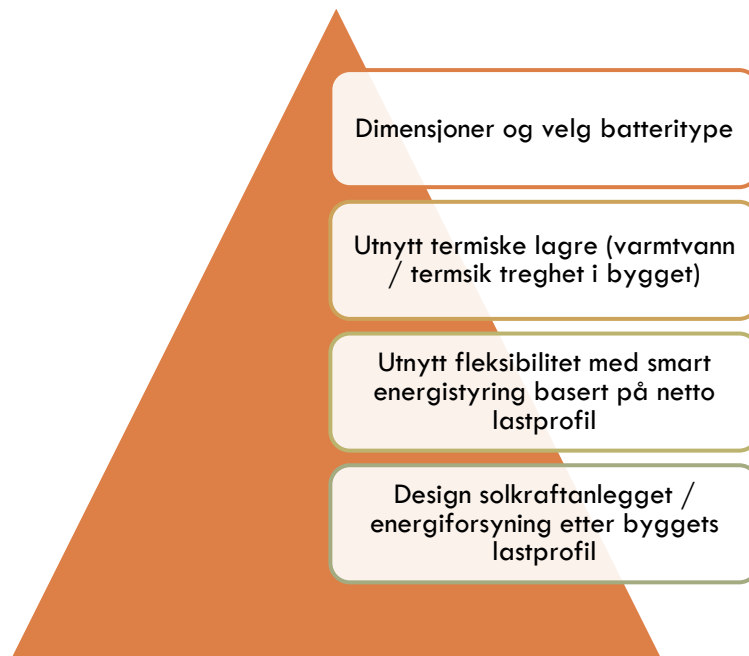
7.6 Energilagring

Norge har store mengder ren og regulerbar vannkraft. Med nok vannkraft i magasinene, kan vannkraften relativt enkelt reguleres slik at produksjonen til enhver tid tilpasses forbruket. Norge er også et vidstrakt land med spredt bosetting - det resulterer i lange overføringslinjer for distribuering av kraften.

For en gitt overføringslinje er kraftoverføringen begrenset til linjens kapasitet. Når forbruket endres, kan det oppstå kapasitetsbegrensninger. Investeringer i kraftnettet er knyttet til nettets kapasitet – derfor har industrikunder i dag en nett-tariff (effekttariff) som er knyttet til effektforbruket. Effekttariffen varierer som regel gjennom året og er normalt høyest på vinteren når forbruket er høyt.

Energilagring med korttidslagring, kan bidra til å redusere belastningene på nettet ved at energi lagres i perioder med lav belastning og brukes i perioder med høy belastning. Energilagring kan derfor gi økonomiske besparelser for industrikunder, men også gevinster for nettselskaper som kan unngå eller utsette investeringer.

For bygg med lokal energiproduksjon, kan energilagring være lønnsomt i dag. Dette forutsetter riktig dimensjonering i kombinasjon med andre tiltak. I figuren nedenfor vises en tilnærming med tiltak i rangert rekkefølge³⁷ for smart energistyring og energilagring i bygg.



Figur 7.6.1: Multiconsults «Kyotopyramide³⁸» for smart energistyring og energilagring i bygg med lokal kraftproduksjon. Som for Kyotopyramiden, er tiltak med høyest prioritet i bunnen av figuren.

³⁷ Kyotopyramide, i versjon brukt av Multiconsult

³⁸ Kyotopyramiden forteller hva som er den beste strategien for å redusere energibruk i boligene – og i hvilken rekkefølge tiltakene bør iverksettes

Tiltakene for å etablere smart energistyring og energilagring i bygg med lokal kraftproduksjon, bygger videre på Kyotopyramiden for energitiltak i bygg – der tiltak med høyest prioritet gjennomføres først, og vises i bunnen av figuren.

For Lyseparken danner pyramiden i **Feil! Fant ikke referanseilden.** grunnlaget for hele Lyseparken. Med solceller plasserte på både tak og fasade, etableres en produksjonsprofil som passer til forbruksmønsteret gjennom døgnet og året. En øst/vest-orientering på modulene, gir flatere produksjonsprofil gjennom dagen enn for moduler som står direkte mot sør. Samtidig sørger solceller i fasaden for høyere kraftproduksjon når sola står lavt om vinteren.

Smart energistyring er én av grunnpilarene i det lokale mikronettssystemet og skal implementeres i alle bygg. I dette systemet vil værvarsel benyttes til å forutsi kraftproduksjon og energibehov de neste timene. Slik informasjon vil være nødvendig for optimal styring av lokale energilager.

Som det fremgår av pyramidetilnærmingen, skal termiske energilager prioriteres før elektrisk lagring. En stor del av lastene i Lyseparken er termiske, og det er derfor ingen hensikt å lagre energi til termisk forbruk som el. når termisk lagring er vesentlig billigere enn elektrisk lagring.

Batterier står øverst i pyramiden og skal dermed prioriteres til slutt.

7.6.1 Termisk Lagring

Varme fra datasenteret er stabil over døgnet. Forbruksbehovet for varme i Lyseparken varierer typiske med morgen- og ettermiddagstopper. For å best mulig utnyttelse av overskuddsvarme, er det aktuelt å lagre energi midlertidig.

For lagring på timesbasis er det fornuftig å bruke treghet og vannmengde i fjernvarmenettet. Det gjøres ved akkumulering av turtemperatur og returtemperatur. Dette innebærer forvarming av fjernvarmenettet før forventede effekttopper slik at det er buffer til å håndtere disse. For lagring over flere timer eller døgn, er det aktuelt å installere akkumulatortanker. For sesonglagring er borehull eller Vindalsvatnet egnet, selv om denne lagringsformen har et betydelig tap til omgivelsene.

7.6.2 Elektrisk Lagring

Batterier kan tjene mange forskjellige formål. Normalt er økonomien i et batteriprojekt avhengig av at batteriets formål er sammensatt – og eksempler på dette er:

1. Lagring av lokalt produsert overskuddskraft (lading på dagen, utlading på kvelden)
2. Reduksjon av effekttopper (lading på natt, utlading på dagen)
 - a. Kan også brukes på steder med redusert overføringskapasitet
3. Avbruddsfri kraftforsyning (UPS)
4. Frekvens og spenningsstabilisering

For Lyseparken er formålet med elektrisk lagring, hovedsakelig motivert av punktene 1-3 ovenfor. Sommerstid er det overskudd fra solkraftproduksjonen som kan lagres lokalt til forbruk på kveld eller neste dag. Batteriet kan også bidra med å holde effekttoppene lave på vinteren ved å lade på natten. Slik dekkes forbrukstopper om morgenen. Batteriløsning vil sikre datasenteret med avbruddsfri kraftforsyning slik at virksomheten kan foregå upåvirket av eventuelle hendelser i kraftnettet.

Både design og teknologivalg tilpasses de oppgavene som et batteri skal utføre. Et batteri som leverer netttjenester i form av spenning og frekvensstabilisering, har eksempelvis et celledesig som tillater rask opp- og utlading, samt en vekselretter med høy effekt i forhold til lagerets størrelse. Batterier som benyttes i døgnsykluser (pkt. 1 og 2 i listen ovenfor), har gjerne en vekselretter med lavere effekt i forhold til batteriets lagringsevne - men er stor nok til å håndtere effekttoppene. Før innkjøp av et batteri, er det derfor avgjørende å ha klarhet i hvordan batteriet skal brukes.

Selv om kostnadene for batterier synker, er det i regelen mest lønnsomt å bygge store og sentrale batteriløsninger fremfor at hvert enkelt bygg utstyres med sitt eget. Markedsmekanismene i dag er laget slik at såkalte «nabolager» kommer dårlig ut i økonomiske beregninger. Dette skyldes at det betales full nettleie

inkludert avgifter, for kraft som eksporteres ut av bygget selv om et «nabolager» etableres i kort avstand fra bygget.

Norsk regelverk tar i dag ikke særskilt hensyn til batterier, men det antas at dette kan være i endring ettersom NVE har begynt å se nærmere på batterienes rolle i kraftsystemet³⁹.

For Lyseparken er det pt. for mange usikkerheter knyttet til energiforbruket til at det er dimensjonert en batteriløsning. Behovet for lokal elektrisk lagring vil derfor vurderes i takt med at Lyseparken utvikles. Dette gir bedre forutsetninger for å velge riktig teknisk løsning og dimensjonering.

For datasenteret er det imidlertid svært sannsynlig at det blir behov for et batteri som sikrer avbruddsfri kraftforsyning. Dette batteriet vil i så fall være knyttet til likestrømssystemet (7.5.4) og ha prioritet mot datasenteret.

7.7 Kraftvarme (CHP - Combined Heat & Power)

Videre undersøkelser om generatorer i Lyseparken bør inkludere CHPs (combined Heat and Power). En eller flere CHP-er kan tilkobles fjernvarmesystemet og det elektriske nettet og slik kunne oppnå en virkningsgrad på opp mot 89 %. I et mikrogridprosjekt fra Finland benyttes slike CHP-er til å opprettholde påliteligheten til mikronettet, redusere effekttopper og som en aktør i energimarkedet.

I det videre arbeidet bør det gjøres teknisk-økonomiske analyser der sannsynlige energitariffer blir lagt inn i beregningene. Det er forventet store endringer i energitariffene fra og med 2019, noe som vil kunne gi store utslag for lønnsomheten for investeringer i mikronettet.

8 Forretningsmodeller

Realisering av energisystemet i Lyseparken gir rom for å utprøve og implementere nye forretningsmodeller som skal bidra til at energisystemets målsetninger nås.

Forretningsmodellene må adressere verdiskapning og transaksjoner mellom involverte aktører; Os kommune, Lyseparken AS, BKK, Lyseparkens byggeiere og -brukere (innbyggere, eiere, leietakere, besøkende/pendlere etc.) og eventuelle nye roller, f. eks. driftsselskap for energisystemet – med arbeidstitel ”Lyseparken Mikronett”.

8.1 Lyseparken Mikronett og rollen som aggregator

Energinet i Lyseparken vil bestå av et elektrisk og et varmebasert nett (termisk). Begge nettene skal eies av samme aktør: ”Lyseparken Mikronett”. Hensikten med å ha felles eierskap for elektrisitet og varme er å utnytte synergier mellom de to energiformene. En felles eier for all infrastruktur gjør det mulig å utnytte synergier når infrastruktur skal bygges og driftes, eksempelvis når kabler og varmerør legges i én enkelt operasjon.

Selskapsformen for Lyse Mikronett er ikke endelig bestemt, men mulige selskapsformer er kooperativ, aksjeselskap hvor kundene eier aksjer, et uavhengig aksjeselskap, osv. Selskapet skal for øvrig ha svært få ansatte og basere seg på innleie av ressurser ved behov. For eksempel kan det være aktuelt å ha en rammeavtale med BKK Energitjenester.

Endelig organisering kan bl.a. være avhengig av hvordan «Vinterpakken» implementeres i Norge, og her er fremdeles mye uklart. I tillegg vil type aktører som etablerer seg i parken ha innvirkning på endelig valg av modell og i hvilken grad det er fornuftig med modell for flere eiere i mikronettet/energiløsningen.

I hovedsak er det to hovedpremisser som er med på å definere forretningsmodellen:

³⁹ NVE, Rapport nr. 2 -2018, Batterier i distribusjonsnettet; http://publikasjoner.nve.no/rapport/2018/rapport2018_02.pdf

- Skal Lyseparken Mikronett levere tjenester til Lyseparken som enhet (fellesmåler) eller til hver enkelt virksomhet/husholdning? For førstnevnte må Lyseparken selv bygge den fysiske infrastrukturen for energiforsyning.
- Skal Lyseparken Mikronett eies av Os kommune og eventuelt driftes av et driftsselskap - eller skal hele eller deler av energisystemet eies og driftes som et felleseie/kooperativ for Lyseparkens virksomheter og innbyggere? (En naturlig tilleggstjeneste å teste ut, kan være installasjon av utstyr bak måler til de enkelte husstander for å kunne styre last etc.)

Lyseparken Mikronett kan ta rollen som en aggregator, og tar det overordnede ansvaret for drift og optimalisering av energiflyten innenfor området. Prioritet nummer én for aggregatoren er å sørge for at alle brukere får tilgang på de energitjenestene de til enhver tid trenger, slik som for et vanlig energiselskap. I tillegg skal aggregatoren sørge for at tilgjengelige ressurser i form av energiproduksjon og fleksibilitet, utnyttes best mulig. Slik kan interessene til lokalnettets kunder ivaretas samtidig som Lyseparken Mikronett forsøker å bistå det utenforliggende kraftnettet med nødvendige nettjenester.

Hvis det eksempelvis er mangel på kraft i det utenforliggende nettet på en kald vinterdag, kan aggregatoren justere ned forbruket til varmepumper i avgrensede perioder. Således kan termisk treghet og det termiske lageret i fjernvarmenettet utnyttes - uten at lokalkundenes komfort påvirkes negativt.

8.2 Smarte styresystemer og monitorering av energisystemet

8.2.1 Mikrogridkontroller

Det lokale energisystemet, mikronettet, styres av en avansert kontroll- og optimaliseringsenhet som har til hensikt å sikre at energisystemets målsetninger nås gjennom kontinuerlig optimal balanse mellom energisystemets ressurser (variabel og kontrollerbar last og produksjon/tilgang på energi). Gjennom datainnsamling fra det lokale energisystemet og eksterne kilder, kan kontrollenheten forutsi behov og produksjonskapasitet og tilpasse det regelsettet som opprettholder balanse i energisystemet gjennom å styre lokal produksjon og last.

8.2.2 Transaksjonsplattform – lokalt

Den lokale transaksjonsplattformen skal sørge for sikker og effektiv håndtering av internt kjøp og salg av energitjenester mellom aktørene i Lyseparken (peer to peer). Til dette formål er det planlagt et system basert på blockchain (Ethereum), en desentral sikker plattform for å håndtere eierskap til ressursene, kontrakter og transaksjoner mellom aktørene.

8.2.3 Transaksjonsplattform – interaksjon med nettselskapet

Overordnet hensikt er å tilby fleksibilitetstjenester til nettselskapet, mao. delta i markedet for balanse og frekvensregulering. I tillegg ligger muligheten til å trekke fordeler av variabel prising ved bruk av egenprodusert energi og energilagring.

Transaksjonsplattformen kobles direkte til alle enheter, målere, invertere, eventuelle generatorer og lagringsenheter, i tillegg til byggautomasjon for interaksjon med tilgjengelige ressurser i bygninger.

Videre vil denne plattformen håndtere interaksjon med energimarkedet og evt. forhandlinger/budgivning med denne. Systemet må støtte standard protokoller som MODBUS, IEC-104, IEC-61850 for integrasjon med energiressurser.

8.2.4 Monitorering og optimalisering

Et mangfold av sensorer og målere skal sikre kontinuerlig optimalisering av energisystemet - både i forhold til energieffektivitet og ved prediksjon fra analyse av interne og eksterne datakilder (eksempelvis værdedata, mobilitetsdata/trafikk etc).

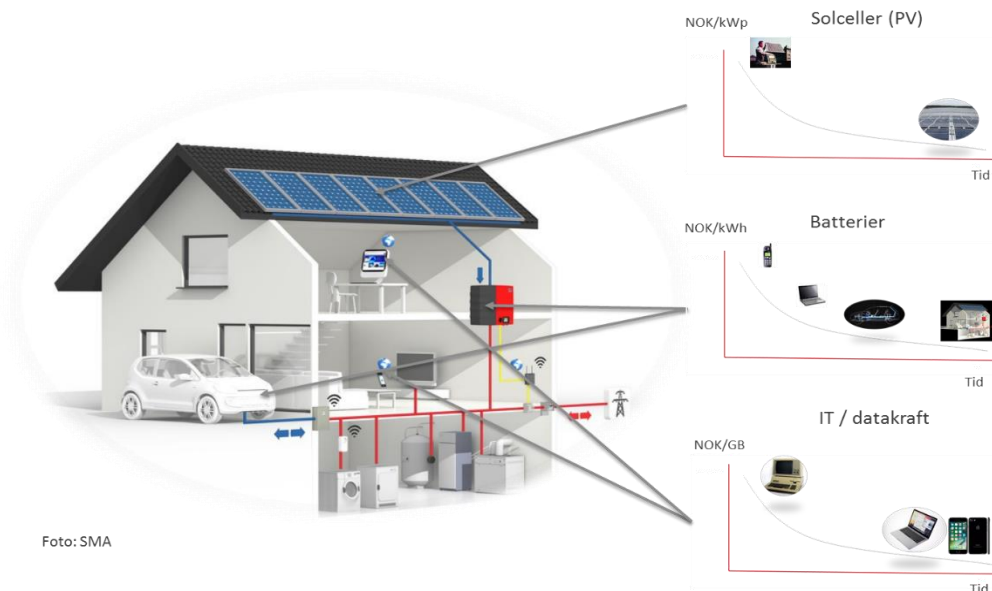
Optimaliseringsalgoritmene vil i utgangspunktet utformes til å reagere på prissignaler slik at kostnadene minimeres for hver enkelt kunde. En kostnadsoptimalisering kan imidlertid gå på tvers av andre målsettinger. Kostnadsoptimalisering kan i enkelte tilfeller resultere i økt energiforbruk⁴⁰, men samtidig også gjøre integrasjon av distribuert kraftproduksjon i kraftnettet enklere.

Prissignaler fra utsiden av mikronettet kan også komme i form av ønske om å kjøpe fleksibilitet, dersom det etableres et marked for netjenester i Norge. Utformingen av prissignalene vil derfor være en viktig faktor i hvordan systemet optimaliseres, men det er ikke en del av dette konseptstudiet.

8.3 Bygg som ressurs i energisystemet

Energisystemet slik det er bygget opp frem til i dag, er først og fremst basert på sentralisert kraftproduksjon med overføring til forbrukerne. Produksjonen tilpasses forbruket til enhver tid slik at alle forbrukere får den energien de trenger og med den riktige strømkvaliteten (frekvens og spenning). Ved behov for mer kraft, bygges ny kraftproduksjon, og tilsvarende bygges flere kraftlinjer dersom det er behov for større overføringskapasitet.

Med teknologiutviklingen innen solkraft, smart-teknologi og lagring, utfordres imidlertid oppbyggingen av kraftsystemet. Fallende kostnader gjør at distribuert kraftproduksjon, lagring og smart styring blir en naturlig del av nye bygg (Figur).



Figur 8.3.1: I fremtidens bygg ser vi at tre trender med fallende kostnader møtes: Solceller, Batterier og IT-systemer.

Til sammen legger disse teknologiene til rette for at kraften ikke lenger bare trengs å produseres sentralt i store enheter, men også der hvor forbruket skjer i eller på bygg. Smart styring og energilagring gjør det mulig å tilpasse lasten på energinettet slik at strømkvaliteten opprettholdes til tross for variabel energiproduksjon.

I figuren nedenfor vises et eksempel på kraftproduksjon og kraftforbruk i et bygg med solceller (Brynseng Skole, Oslo). Den øverste delen av figuren viser kraftforbruket i bygget og fordelingen mellom kraft fra nettet (rødt) og kraft fra solceller (grønt). Den nedre delen av figuren viser den totale solkraftproduksjonen og fordelingen mellom hvor stor andel av solkraften som går til eget forbruk (grønt), og hvor stor andel som eksporteres ut på nettet (gult).

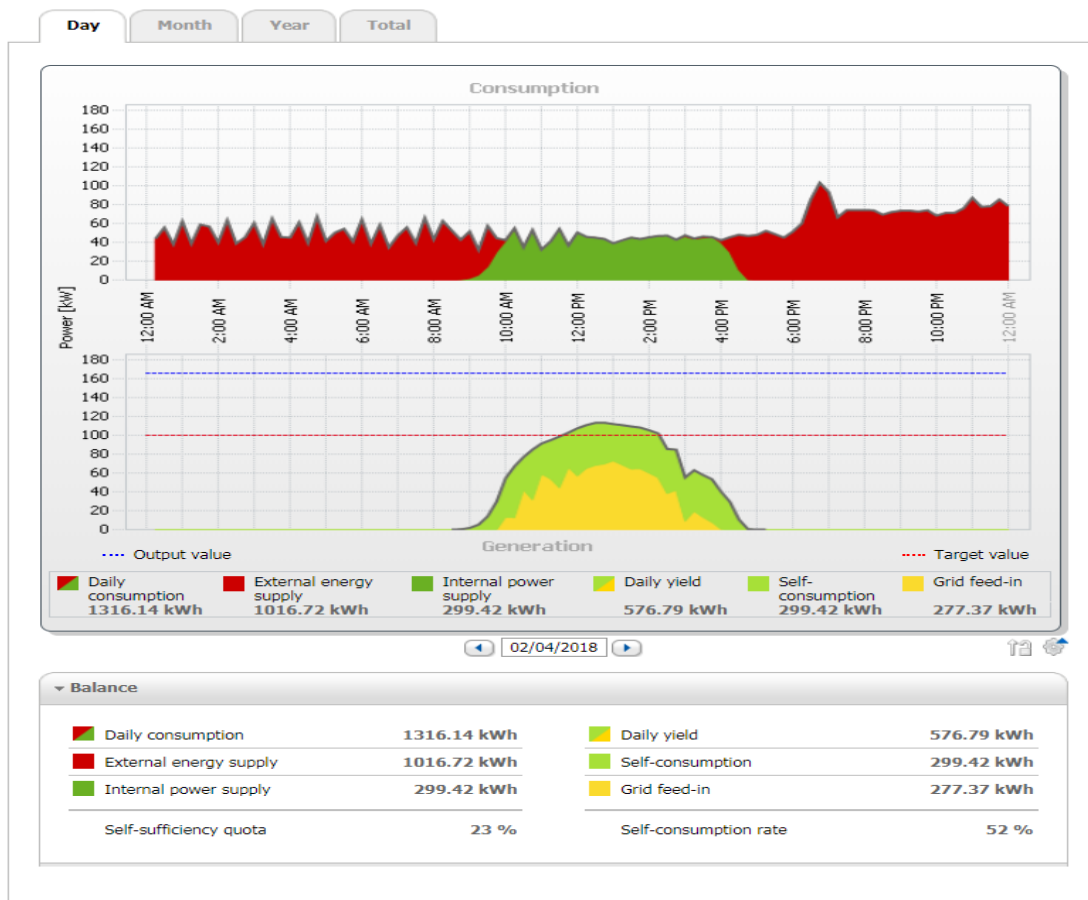
Det er viktig å merke seg at eksemplet nedenfor er hentet fra et fasademontert anlegg en kald februar dag, og viser dermed også hvordan solcellenes plassering påvirker produksjonsprofilen. Vertikalt monterte solceller

⁴⁰ EBC Annex 67, *Energy Flexibility as a key asset in smart building infrastructure*, nov 2017,

<http://www.annex67.org/media/1470/position-paper-energy-flexibility-as-a-key-asset-i-a-smart-building-future.pdf>

leverer gode bidrag selv i den kalde årstiden.

Energy Balance



Figur 8.3.2: Eksempel på energibalanse i et bygg med fasademonteerte solceller hentet fra Brynseng skole i oslo. Dette bygget har 166 kW solceller installert i fasaden og eksemplet er hentet fra 4. februar 2018.

Det er imidlertid viktig å merke seg at smarte styringssystemer ikke kun må sees i sammenheng med solceller og kraftforbruk. Slike systemer spiller også en like viktig rolle i nær- og fjernvarmenett. Termiske lagere som akkumulatører representerer relativt billige lagerløsninger på samme måte som termisk treghet i bygningsstruktur.

For bygg med solceller, smarte styringssystemer og lagerløsninger, endres byggenes rolle som passive mottakere av energi til å bli aktive komponenter⁴¹ i kraftsystemet. Slike bygg bidrar til redusert belastning på kraftnettet. Mange smarte bygg utgjør ikke nødvendigvis et smart nett. Eiere av smarte bygg vil først og fremst optimalisere sitt eget forbruk i forhold til markedsprisene, og ikke nødvendigvis ta hensyn til behov i kraftnettet eller kraftmarkedet. Derimot kan synergier hentes ut dersom én aktør har mulighet til å samle flere smarte bygg i en pool som kan styres samlet for å hente ut synergier i forhold til kraftnett og kraftmarkedet. En slik aggregator kan være en aktør som opptrer på vegne av mange byggeiere fordelt på forskjellige geografiske områder, eller innenfor et begrenset område.

8.3.1 Alternativ bruk av spillvarme/overskuddsvarme

I Lyseparken vil et datasenter ha en sentral rolle i energisystemet. Tradisjonelt har datasentre vært store forbrukere av elektrisitet. Dataprosessering genererer store mengder varme som normalt slippes til luft.

Energisystemet i Lyseparken er designet for at man skal utnytte varmen som ellers vil gå tapt. Det skyldes i hovedsak at man har en ny bygningsmasse der man kan sette føringer om lavtempererte varmesystemer som har mulighet for å ta imot varmen fra datasenteret. Skal man utnytte systemet best mulig og få en sirkulær bruk

⁴¹ Også omtalt som produsenter, kombinasjon av produsenter og konsumenter

av energi, er et viktig virkemiddel å benytte varme fremfor elektrisitet der det lar seg gjøre. Eksempler der varme kan benyttes direkte i stedet for el. er f. eks:

- oppvarming vann i vaskemaskiner
- oppvarming vann oppvaskmaskiner
- oppvarmede benker på uteområder
- gatevarme, fortausvarme, uteareal
- oppvarmede lekeplasser
- jacuzzi
- svømmeanlegg

8.4 Datasenter

Et datasenter er en bygning som brukes til å huse datasystemer og tilhørende komponenter som nettverksutstyr, telekommunikasjon og lagringssystemer. Datasenter er en av verdens raskest voksende industrier og ringvirkninger av større anlegg i Norge er kartlagt⁴². Noen av ringvirkningene som beskrives er:

- kunnskapsmiljø
- regionen blir attraktiv for leverandører og andre etableringer lokalt
- arbeidsplasser (ca. 50-80 i direkte tilknytning til senteret + arbeidsplasser som følge av klyngevirkninger)

Datasentere finnes i flere størrelser fra typisk 2-3 MW⁴³el til 200 MWel. og krever byggareal fra noen tusen m² og oppover til 150 000 m² (Amazon, Facebook etc).

Hovedtypene av forretningsmodeller for datasentre deles i dag inn slik:

- **Enterprise DC:** Selskapsdedikerte datasentre. Ofte eiet og driftet av brukeren selv. Pågående trend hvor flere av denne type datasenterbrukere konverterer til Wholesale co-location for å oppnå storbruksfordeler, fleksibilitet og samtidig fokusere på virksomhetens kjernevirksomhet - som ikke innebærer å eie og drifte et datasenter.
- **Co-location:** Teleoperatør-nøytrale datasentre der tilbydere av co-location gjør det mulig for alle typer teleoperatører å koble seg til datasenteret - for deretter å koble til tredjeparts brukere i anlegget. I økende grad tilbyr de større internasjonale co-location tilbydere cloud-connect og peering tjenester. Krevende forretningsmodell ifht. utnyttelsesgrad og grad av «kunde-churn»
 - **Retail co-location:** Mindre behov, tilbys som deler av et rack/hele rack, bur eller moduler i et delt datasenter. Kunden belastes i forhold til forbruk av gulvplass og tilgjengelig kraftkapasitet, samt forbruk osv. Oftest elementer av enklere service tjenester.
 - **Wholesale co-location:** Større krav til areal/kraftkapasitet, typisk 300 kW (150 m²) og oppover. Tilbys ofte som Facility Management-tjenester - ofte med noen tilpassede serviceelementer ved siden av.
- **HPC/Mining:** Industrialisert datasenter som i utgangspunktet er styrt av forutsigbare, lave kraftpriser, og minimale krav til redundans og driftsmiljø. Eksempler er mining av Kryptovaluta, NASA, CERN, bil-industrien.
- **Hyperscale datasentre:** Megastore datasentre som ofte er tilpasset en komplett forretningsmodell hvor selve datasenteret blir spesialtilpasset IT-produksjonen som skal foregå i senteret. Ofte er disse sentrene i størrelsesorden 20 MW og oppover.
- **Edge datasentre:** Mindre datasentre som innrettes for å optimalisere skybaserte tjenester nær databruken. Edge datasentre må ha tilstrekkelig prosesserings- og lagringskapasitet i nærheten av de enheter som

⁴² Menon Analyse: Gevinster knyttet til etablering av et hyperscale datasenter i Norge», REF6

⁴³ Angir effektbehovet inn til datasenteret, 1 MW = 1 000 kW

sender og mottar data. Dette kan være produksjonsmaskiner, kortlesere, sensorer og kontrollsystemer. I tillegg er flere Internet of Things⁴⁴ (IoT)-gjenstander egnet for Edge-konseptet.



Datasentre er «kraft-krevende industri» - og bruker store mengder strøm for å drive databehandlingen. Av det tilførte el-behovet går ca. 95 pst. over til varme og må kjøles bort. Teknologien går i retning av at de elektriske komponentene tåler stadig høyere temperatur. I dag vil luftkjøling med 20 °C luft være tilstrekkelig. På kort sikt er det sannsynlig at luft på 25 °C kan benyttes til kjøling.

I Lyseparken er det ca. 250 timer per år med utetemperatur over 18 °C og ca. 50 timer per år med temperatur over 22 °C. Temperatur over 25 °C er normalt kun noen få timer hvert år. Det betyr at datasenteret kan frikjøles med luft stort sett hele året. I de få timene utetemperaturen er for høy, fuktes luften og varme trekkes ut ved kjøling (sorptiv/adiabatisk). Datasenteret er derfor selvforsynt med kjøling og har ikke behov for en ekstern kjøleleveranse.

Det finnes eksempler der det i stedet for luft brukes direkte vannbåren kjøling helt inn i kabinettene. Dette er en teknisk mindre kommersiell løsning, men en mulig løsning dersom Vindalsvatnet tillates⁴⁶ brukt som energilager. Tar man i tillegg hensyn til at Vindalsvatnet kun har kapasitet til å kjøle bort en mindre del av overskuddsvarmen, slik at man ved vannbårent system må etablere tørrkjølere mot luft i tillegg, er dette en mindre aktuell løsning. Lyseparken har et gunstig klima med moderate temperaturer også om sommeren som gjør luftkjøling til det foretrukne alternativet for datasenteret.

Os kommune ønsker å bygge Lyseparken Næringspark rundt et datasenter med tanke på å oppnå lokal verdiskapning. Verdiskapningen er forventet å komme både gjennom å realisere optimaliseringsgevinster og gjennom nye fremtidsrettede arbeidsplasser knyttet til digitalisering, datahåndtering og tilhørende infrastruktur.

For Lyseparken er det valgt å legge til rette for mindre datasenter (2-6 MWe) integrert med energisentralen for området. Det er tegnet intensjonsavtale om å etablere et datasenter omtalt som «Edge computing» i Lyseparken.

⁴⁴ IoT: Tingenes internett vil si at hverdagslige gjenstander kobles til internett. Dette kan gjøre livene våre mye enklere – for eksempel ved å få lysene til å slå seg på automatisk når mobilen din merker at du nærmer deg hjemmet. IoT-markedet beveger seg fremover med stormskritt, nye produkter dukker opp hver uke.

⁴⁶ Rådgivende Biologer AS, innspill i konsekvensanalyse for det vernede Os-vassdraget

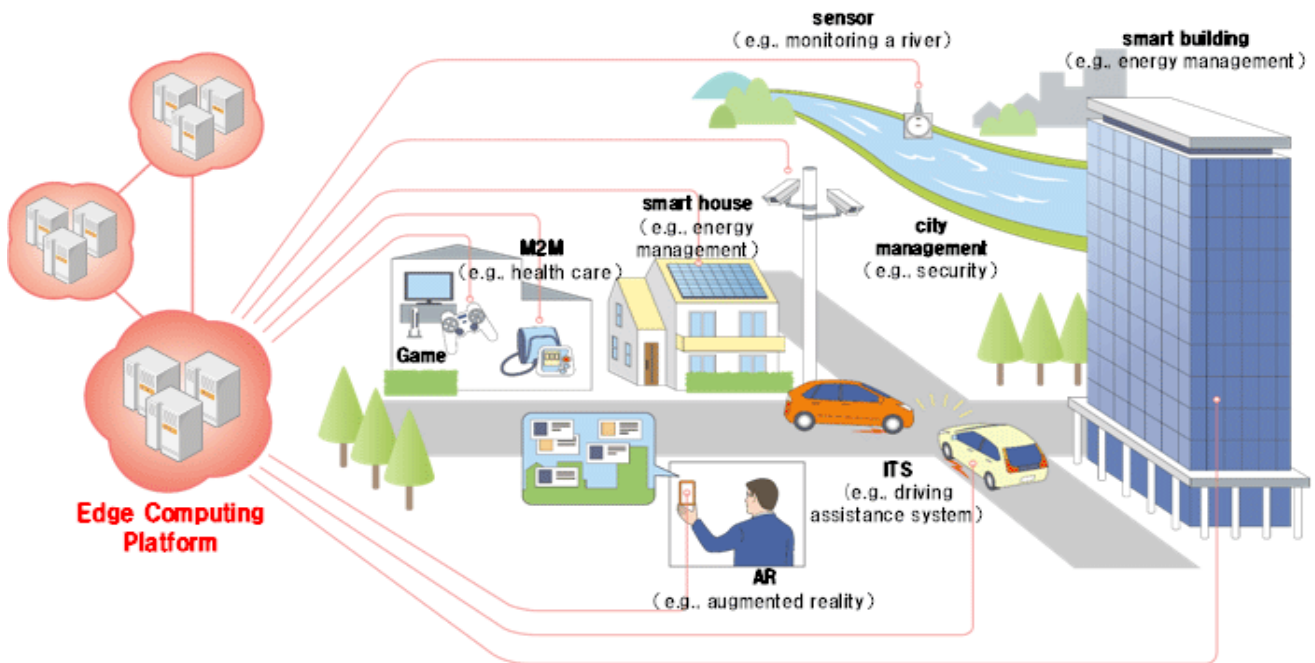


Fig. 8-4-1 Edge datasenter – prosessering av data i nærhet av enheter som sender og mottar

Fiberkapasitet inn til Lyseparken-området blir stor nok⁴⁸ til å dekke behovet i et datasenter. Det er allerede lagt fram fibertrasé til brakkerigg for området. En redundant⁴⁹ trasé mot eksisterende fiber ved Lysefjorden er planlagt, og estimerte kostnader for denne er ca. kr 1 mill. Fiber/bredbånd kan da leveres to uavhengige veier, både regionalt og nasjonalt.

8.5 Datasenterets rolle i energiløsningen

Datasentre bruker store mengder strøm og dataprosesseringen genererer store mengder tilgjengelig lavtemperert spillvarme. Suksesskriterier er derfor rimelig, fornybar kraft og utnyttelse av overskuddsvarme. Norge og Vestlandet har god tilgang på fornybar kraft i form av vannkraft.

Over de neste årene vil digitaliseringstrenden og IoT gjøre databehandling og -lagring til en betydelig bruker av energi. Dersom dette kan samordnes med annen energibruk, inkludert mobilitet (elektrifisert transport), sikres muligheter for bærekraftig samfunnsutvikling.

Overskuddsvarmen fra datasentre gir normalt en avkastluft på ca. 35 °C. Slik luft kan brukes direkte i f.eks. prosessindustri eller drivhus oppført nært datasenteret. Luften kan også brukes direkte til ventilasjonsoppvarming i bygningsmasse som plasseres på taket eller nært avkast-systemet til datasenteret. For kunder ellers i næringsparken, er både temperaturen for lav og mediet (luft) for volumiøst til å forsvare transportert og direkte utnyttelse. Det er derfor behov for å konvertere varmen til vannbåren varme og heve temperaturen før den distribueres til brukerne. Dette kan gjøres med en varmepumpe. Kombinasjonen av lavtemperert spillvarme, lavtemperert fjernvarme og kjøling, favoriserer en varmepumpeløsning fremfor andre energiløsninger basert på f. eks bioenergi.

I konseptutredningen er det inngått samarbeid med aktører som utvikler mindre datalagringsentre, såkalte Edge Computing. Disse kan eksempelvis også bygges ut stegvis fra 2 til 6 MWel. Aktørene som deltar i konseptstudiet, utreder løsninger med høytemperatur der man kjøler med temperaturer over 30 °C og får avkast/overskuddsvarme på opp mot 70 °C. Det er svært interessant for energisystemene og betyr at varmen kan utnyttes direkte i et lavtempert varmesystem. Det gir lavere investeringskostnader, økt systemvirkningsgrad og lavere driftskostnader, dvs. en lavere varmekostnad til kundene.

⁴⁸ Avklart med bl.a. BKK Digitek AS

⁴⁹ At noe er redundant betyr at det er flere delsystemer som gjør den samme oppgaven, slik at feil i ett delsystem ikke tar ned hele hovedsystemet.

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Utvikling av Lyseparken *smartnett* og *energisentral*, som vil samordne og optimalisere lokal produksjon, energiutveksling og forbruksprofiler, er sentralt i et videre utviklingsløp. Smartnettet skaper muligheter for å forbedre produktivitet, effektivitet og bærekraft gjennom å optimalisere samlet energi og ressursutnyttelse i Lyseparken og omkringliggende boligområder (utvidet områdeperspektiv).

Et datasenter som støtter et smartnett både for databehandling, -lagring og energibruk, blir integrert i styringen av energiflyt for området gjennom den lokale energisentralen. Dette er et viktig skritt mot å bygge et område der målet er optimalisert/bærekraftig anvendelse av samlet energibruk og -produksjon.

Mikronettet i Lyseparken blir et koblet nettverk med enheter som både samler, lagrer og deler data om forbruk og produksjon. Enhetene kommuniserer med hverandre for å bedre effektiviteten på tvers av en rekke funksjoner. Toveiskommunikasjon og styringssignaler (priser) mellom den lokale energisentralen og lokale energibrukere og produsenter, vil forbedre energieffektiviteten.

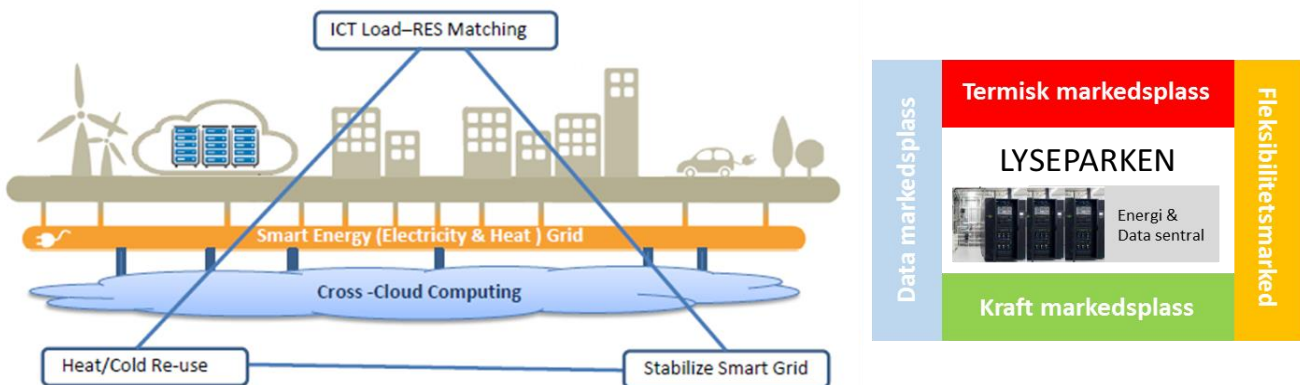
I praksis betyr dette at den lokale energisentralen, tett integrert med et lokalt plassert Edge datasenter⁵⁰, vil flytte laster på et mikro-nett mellom ulike formål og brukere i området, aggregerer, lagrer og utveksler energi med makronettet (overføringsnettet utenfor parken). Det vil også være aktuelt å arbitrere på laster av databehandling og lagring med andre datasentre utenfor området for effektiv samlet energibruk.

Slik energiløsningen for Lyseparken er designet, gir dette samlede energi- og effektivitetsgevinster for Lyseparken som område og for enkeltbrukerne. Hvordan slike gevinster skal deles, klargjøres når endelige valg av investeringsplaner og forretningsmodeller tas.

Lyseparken kan bli en nasjonal spydspiss i utvikling av smarte områdeløsninger for energi og støtter opp om å være framfidsrettet og bærekraftig.

Lyseparken har avtale med samarbeidspartnere for datasenterutvikling som del av områdeløsningen for energi.

Kraft, data og termisk energi som kapasitetsprodukter som samordnes lokalt med forbruksprofiler



Datasenteret kommer tidlig i utbyggingsprosessen og vil dermed være blant de første «brikkene» i energiløsningen som kommer på plass. Energiløsningen som anbefales i denne rapporten er derfor basert på et samspill med datasenteret. Mens energiløsningen som presenteres her er avhengig av at datasenteret realiseres, vil andre alternativer være gode også uten datasenteret.

⁵⁰ Edge Computing er en metode for optimalisering av cloud computing-systemer ved å utføre databehandling ved kanten av nettverket, nær bruk og/eller kilde til dataene. Dette reduserer responstiden som i økende grad trengs mellom sensorer og sentralt datasenter ved sanntidsanalyser og kunnskapsgenerering.

8.6 Energibehov i Lyseparken

Basert på reguleringsplanen og planlagt fordeling av type bygningsmasse, er det estimert et indikativt energibehov for et ferdig utbygget Lyseparken. Energibehov iht. passivhus-standard i Bergensklima er lagt til grunn for dimensjonering av energisentral og varme- og kjølenett. Behovet er sammenlignet med TEK17-behov, som er dagens gjeldende standard. Tabell og Tabell viser spesifikke energibehov kWh/m² og effektbehov W/m² som er lagt til grunn for henholdsvis TEK17 og standard for passivhus.

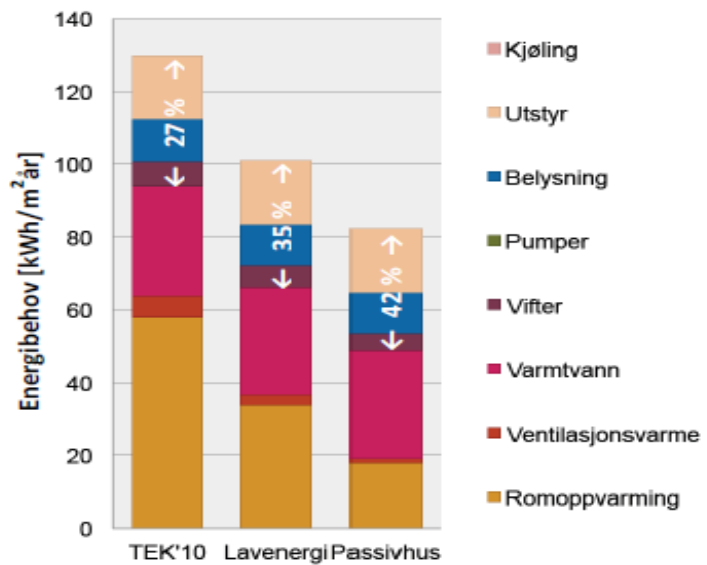
8.6.1 Varme- og kjølebehov

Gjeldende standard for bygningsmassen er TEK17⁵¹. Denne vil etter hvert erstattes av ny TEK der det er forventet at kravene til energibruk blir strengere og tilnærmet passivhus-standard. Når dette vil skje er usikkert, men er lite sannsynlig før tidligst i 2022. I forkant er det en rekke standardiseringsarbeid som skal gjennomføres før et nytt regelverk vedtas.

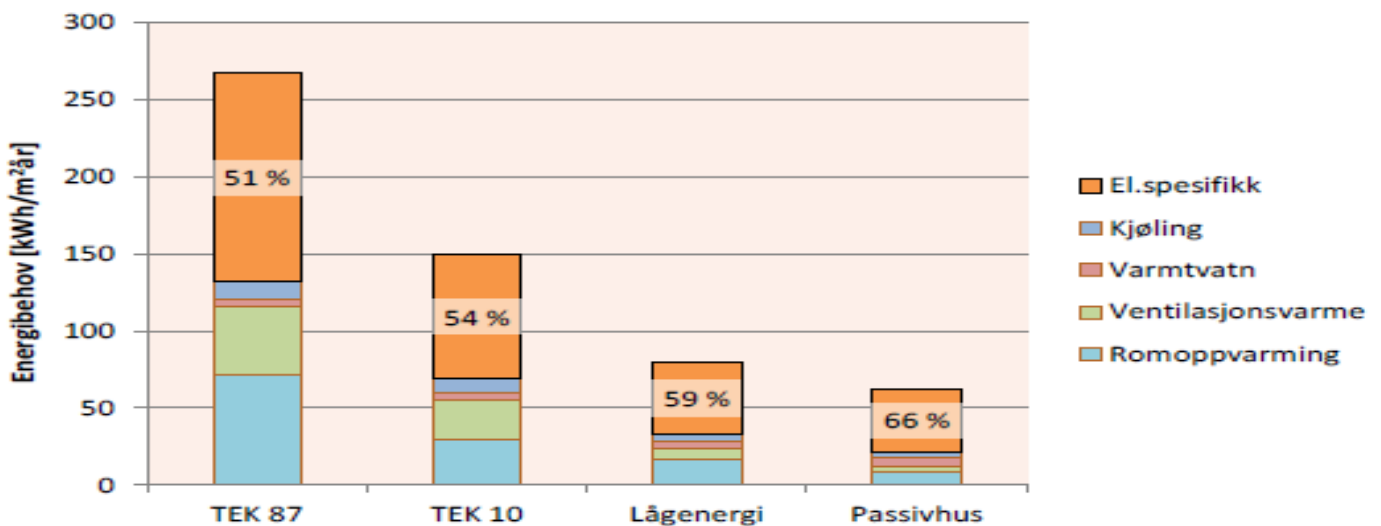
Illustrasjonene viser hvordan energikravene til bygningene er skjerpet og dras i retning standarden for passivhus.

Figuren for enebolig, 8.6.1, viser at det er betydelig reduksjon i energi til oppvarming og ventilasjon. Totalt er imidlertid redusert oppvarming for et kontorbygg langt større slik Figur viser.

Det skyldes at en stor andel av oppvarmingen for en enebolig er knyttet til varmtvannsforbruk. Bruk av varmt tappevann er uavhengig av tiltak for å gjøre bygningsmassen bedre isolert og tettere



Figur 8-6-1: Redusert energi til oppvarming av eneboliger som følge av endrede byggestandarder (Andresen, 2012)



Figur 8-6-2 Redusert energi til oppvarming kontorbygg som følge av endrede byggestandarder (Smedegård, 2012)

⁵¹ TEK17; Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), ikraftsatt 1.7.2017

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

For Lyseparken, der det blir få boliger og mest kontorlokaler og næringsbygg, har det stor betydning for energibehovet hvorvidt bygningsmassen bygges etter TEK17 eller etter passivhusstandard. Total BTA for bygningsmassen er ca. 700 000 m². Tar man vekk kjellere, parkering, datasenter og energisentral som ikke har varmebehov, står man igjen med en oppvarmet bygningsmasse på ca. 580 000 m². Av dette arealet utgjør boliger ca. 3 pst.

Tabell viser varme- og kjølebehov i Lyseparken ihht. TEK17. Tabell viser varme- og kjølebehov om bygningsmassen bygges etter standard for passivhus. Tabellen viser at energibehovet til oppvarming nesten halveres ved passivhus standard, mens effektbehovet reduseres med ca. en fjerdedel. For kjøling er det mindre endringer. Hovedtallene er oppsummert i oversikten nedenfor, tabell 8-6-3;

Tabell 8-6-3: Energibehov Lyseparken ihht. TEK 17 og sammenlignet med standard for passivhus

	TEK 17	Passivhus
Varmebehov (GWh/år)	27	14,5
Maks effekt oppvarming (MW)	16	12
Brukstid varme (timer maks effekt)	1 680	1 180
Kjølebehov (GWh/år)	5,5	4,7
Maks effekt kjøling	9	9
Brukstid kjøling	490	420

For kjøling er det lagt inn en andel prosesskjøling, eksempelvis kjøling av serverrom etc. Dette gjør at kjølebehovet (GWh/år) er høyere enn normtall for respektive byggestandard. Energibehov til datasenteret er ikke medtatt i oversikten. Datasenteret har ikke behov for varme, kun kjøling.

Grovt regnet kan energien i 95 pst.⁵² av elektrisiteten som brukes i datasenteret, hentes ut som varme og må kjøles bort. Normalt frikjøles datasentre mot uteluft/vann med backup mot kjølemaskiner. Varmen som fjernes, slippes til omgivelsene. For Lyseparken søker man å utnytte denne overskuddsvarme som en ressurs i fjernvarmenettet.

⁵² Basert på intervjuer med ressurspersoner i markedet, oppgis at nivået 90-95 pst. som tommelfingerregel.

Tabell 8-6-4: Kundemasse, BTA og varme- og kjølebehov ihht TEK17

Nordområdet	Areal (BRA), ekskl kjeller, m ²	Spesifikt varmebehov (kWh/m ²)	Totalt varmebehov (MWh/år)	Bruktid varme (t)	Spesifikt effektbehov oppvarming (W/m ²)	Totalt effektbehov oppvarming (kW)	Spesifikt kjølebehov (kWh/m ²)	Totalt kjølebehov (MWh/år)	Bruktid kjøling (t)	Spesifikt effektbehov kjøling (W/m ²)	Totalt effektbehov kjøling (kW)
Industripark	114 638	45	5158,71	1125	40	4585,52					
Helse/Farmasia/Næringsmiddel	118 368	55	6510,24	1375	40	4734,72	5	591,84	333	15	1775,52
Marin	25 981	55	1428,955	1833,333	30	779,43	10	259,81	333	30	779,43
Bustad	16 444	60	986,61	2000	30	493,305					
Videregående skule/idrett	20 935	50	1046,75	1250	40	837,4	10	209,35	333	30	628,05
Handverksenter	20 115	45	905,175	1 500	30	603,45					
Service	26 560	45	1195,2	1 500	30	796,8	12	318,72	400	30	796,8
Totalt nordområdet	343 041	50	17 232	1 343	37	12 831	4	1 380	347	2	3 980
Sørområdet											
Teknologiparken/Tecnotower	224 715	40	8988,6	1 333	30	6741,45	17	3820,155	567	30	6741,45
Forskning og utdanning (FOU)	15 600	45	702	1 500	30	468	17	265,2	567	30	468
Datasentere/Energisentral	63 487										
Totalt sørområdet	303 802	32	9 691	1 344	24	7 209	13	4 085	567	24	7 209
Totalt sør + nord	646 843	42	26 922	1 343	31	20 040	8	5 465	488	17	11 189
Oppvarmet areal	583 356	46	26 922	1 679	Inkl sammen lagring 0,8	16 032		5 465	611	Inkl sammen- lagring 0,8	8 951

Tabell 8-6-5 Kundemasse, BTA og varme- og kjølebehov ihht standard for passivhus

Nordområdet	Areal (BRA), ekskl kjeller, m ²	Spesifikt varmebehov (kWh/m ²)	Totalt varmebehov (MWh/år)	Bruktid varme (t)	Spesifikt effektbehov oppvarming (W/m ²)	Totalt effektbehov oppvarming (kW)	Spesifikt kjølebehov (kWh/m ²)	Totalt kjølebehov (MWh/år)	Bruktid kjøling (t)	Spesifikt effektbehov kjøling (W/m ²)	Totalt effektbehov kjøling (kW)
Industripark	114 638	25	2866	1000	25	2866					
Helse/Farmasia/Næringsmiddel	118 368	30	3551	1200	25	2959	4	473,472	267	15	1775,52
Marin	25 981	21	546	840	25	650	8	207,848	267	30	779,43
Bustad	16 444	45	740	2647	17	280					
Videregående skule/idrett	20 935	30	628	1200	25	523	8	167,48	267	30	628,05
Handverksenter	20 115	21	422	840	25	503					
Service	26 560	25	664	1000	25	664	10	265,6	333	30	796,8
Totalt nordområdet	343 041	27	9417	1115	25	8444	3	1 114	280	12	3 980
Sørområdet											
Teknologiparken/Tecnotower	224 715	21	4719	840	25	5618	15	3370,725	500	30	6741,45
Forskning og utdanning (FOU)	15 600	21	328	840	25	390	15	234	500	30	468
Datasentere/Energisentral	63 487										
Totalt sørområdet	303 802	17	5 047	840	20	6 008	12	3 605	500	24	7 209
Totalt sør + nord	646 843	22	14 464	1 001	22	14 452	7	4 719	422	17	11 189
Oppvarmet areal	583 356	25	14 464	1 177	Inkl sammen lagring 0,85	12 284		4 719	527	Inkl sammen- lagring 0,8	8 951

8.6.2 Fjernvarmekonsesjon

For anlegg over 10 MW som leverer til eksterne kunder er det krav om fjernvarmekonsesjon. Dette blir tilfellet for et fjernvarmeanlegg i Lyseparken. Det betyr at NVE overtar som planmyndighet for energisystemet i stedet for Os kommune. Os kommune vil fremdeles være en sentral aktør i planprosessen, blant annet som høringspart for konsesjonssøknad.

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

Når et anlegg blir konsesjonspliktig, blir det også underlagt energiloven og beredskapsforskriften. Det setter strenge føringer til back-up, beredskapsrutiner, leveringsbetingelser og leveringssikkerhet. Når energianlegget har konsesjon, kan Os kommune velge å innføre tilknytningsplikt. Det betyr at ny kundemasse må tilknyttes fjernvarmenettet.

Dette er en tilknytningsplikt og ikke en bruksplikt. Samtidig setter dette krav til energiselskapet at de må levere varme som er konkurransedyktig med kundens alternative strømkostnad. Det kan bli utfordrende for energiselskapet når kundemassen i hovedsak består av kontorbygg bygget etter passivhus-standard med lav energitetthet for Lyseparken som helhet.

8.6.3 Varighetsdiagram og lastprofiler

Stables og sorteres timeverdiene for forbruk over et helt år fra høyest til lavest, får man et såkalt varighetsdiagram. Lengst til venstre i diagrammet finner vi maksimalt varmebehov som energisentralen må dimensjoneres til for å levere den timen i året det er høyest forbruk. Arealet under grafen tilsvarer total energimengde som må leveres.⁵³

Bygningsmassen og hvilken byggestandard som benyttes, bestemmer form på kurven. I tillegg vil bruksmønsteret til hver kunde spille inn. Reelle målinger viser at energibruken ofte ligger høyere enn det byggestandard skulle tilsa. Det kan skyldes mange forhold, blant annet:

- innetemperatur holdes høyere enn grunnlag fra byggestandard
- varmtvannsforbruket er større enn beregnet
- dører og vinduer benyttes til ventilering i tillegg til ventilasjonsanlegg
- varmesystemene er ikke optimalt dimensjonert eller driftes ikke optimalt
- varmetap fra rørrnett i grøft og internt i bygninger

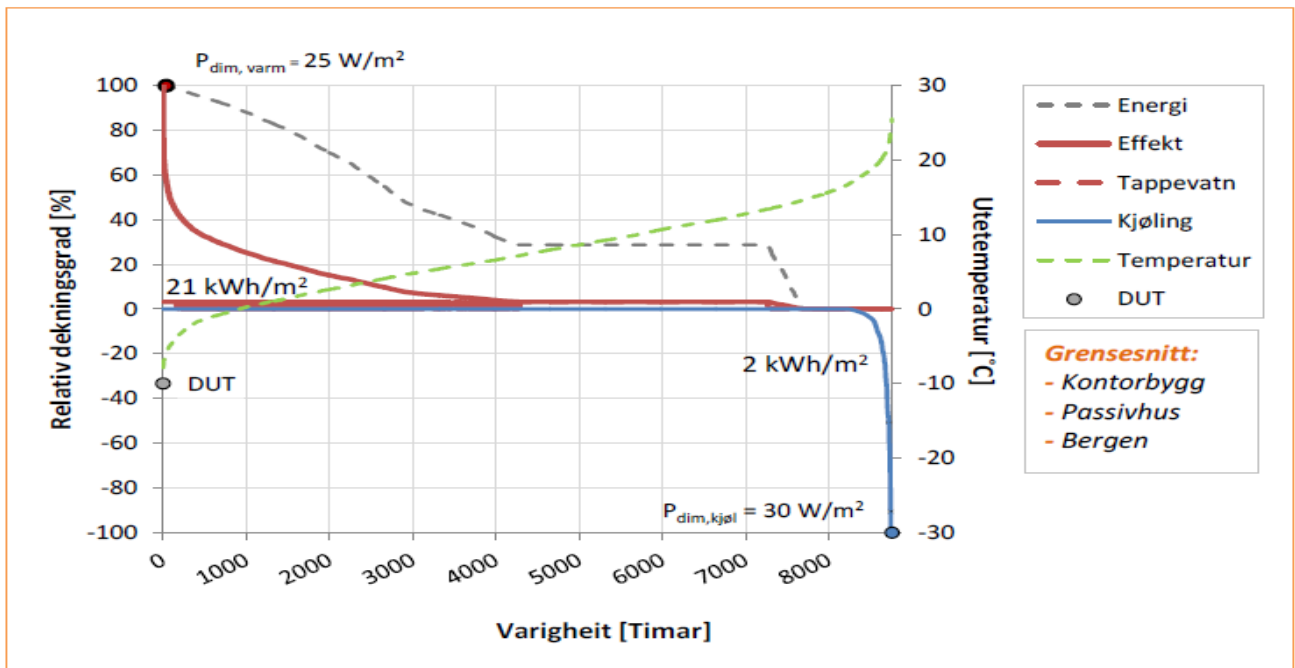
Det bruksrelaterte energibehovet er vanskelig å forutse og er derfor ikke tatt med i varighetsdiagrammene i energioppsettet. Det er imidlertid ikke usannsynlig at dette kan øke energibehovet med 10-30 pst.

Figur nedenfor viser varighetskurve og varme- og kjølebehov for et kontorbygg som passivhus i Bergen. Kurven viser at det i ca. halve året er et varmebehov som er bortimot null. Ved høyere utetemperaturer er oppvarmingsbehovet dekket via interne laster (som lys, PC'er, ladere, andre elektriske artikler, personer) og ventilasjon. Ventilasjonen har så effektive gjenvinnere at tilskuddsvarme ikke er nødvendig store deler av året. For et kontorbygg er tappevannsforbruket lite. Totalt energibehov til varme er kun ca. 21 kWh/m². Samtidig må det installeres forholdsvis høy effekt for å klare å dekke timene for spisslast. Det gjør at investeringene i kapasitet i varmesystemet øker, men uten at det gir utbytte i form av økt energisalg.

Kontorbygget har behov for høy kjølekapasitet for å sikre komfortkjøling de varmeste dagene. Dvs. at det også på kjølesiden må investeres i høy kapasitet. Antall dager det er behov for kjøling i Bergen, er imidlertid lav, og det er derfor lite energi som går med til kjøling til tross for at det investeres i høy kapasitet. I rapporten er det lagt til grunn at der også blir noe prosesskjøling som vil ha kjølebehov hele året.

For et energisystem basert på overskuddsvarme fra datakjøling, er en høy andel kontorbygg lite gunstig. Spillvarmen fra datasenter er tilnærmet lik hele året, og med en stor andel kontorbygg, vil det være redusert utnyttelse av denne varmen under halve året.

⁵³ Varighetskurven er basert på passivhus og TEK17-tall med aktuell bygningsmasse. Varighetskurven viser timesverdier gjennom året.



Figur 8-6-6 Varighetskurve med varme- og kjølebehov for kontor bygget som passivhus i Bergen (Enova/Cowirapport «Heniktsmessige varme- og kjøleløsninger i bygninger», 2013)

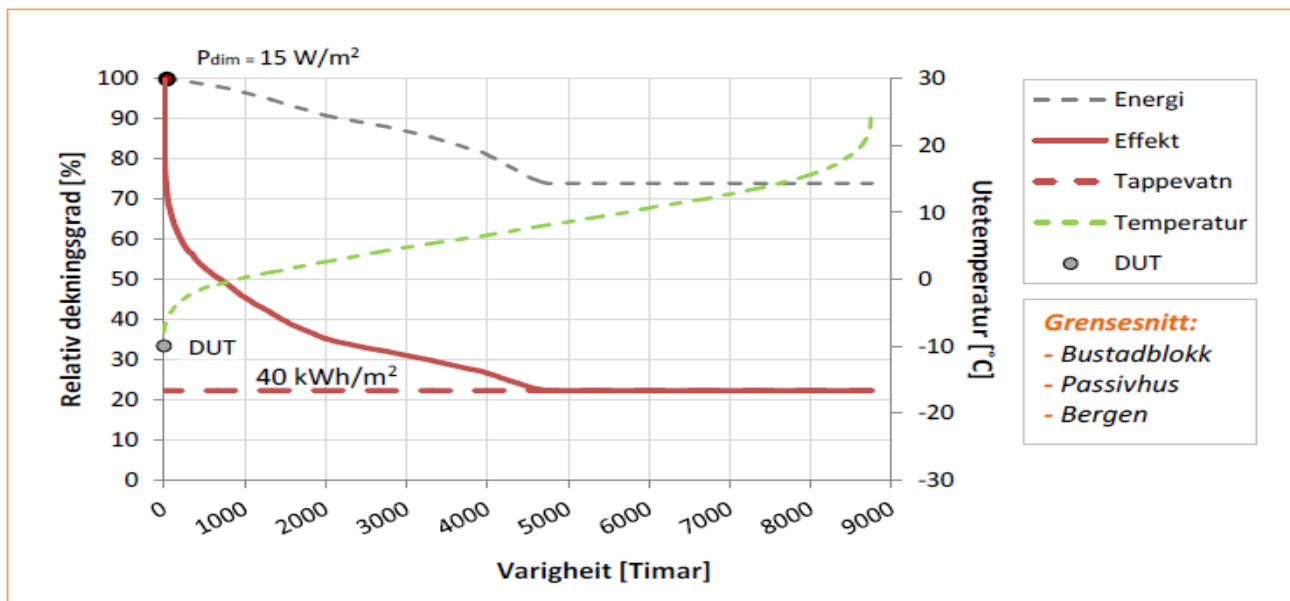
Figur viser varighetskurve og varme- og kjølebehov for en boligblokk bygget som passivhus i Bergen. Kurven viser at gjennom året er minimumsbelastningen på ca. 20 pst. av installert effekt. Dette forklares av tappevannsbehovet til boligene, som derfor trenger lavere installert maksimal effekt for å klare spisslasten enn tilsvarende for kontorbygget. Dette fører til at boligen har en jevnere varighetskurve med betydelig forbruk hele året. En slik kurve passer godt for å utnytte en kontinuerlig spillvarme fra et datasenter.

I Lyseparken har Fylkesmannen lagt føringer om å redusere antall boliger. Det betyr at under 3 pst. av oppvarmet areal består av boliger. Varmebehovet til disse utgjør i overkant av 5 pst. av det totale varmebehovet.



Fylkesmannens strenge føringer for etablering av aktører i Lyseparken, kan avgrense optimale samspillsløsninger for energi.

En annen fordel med boliger, er at de normalt ikke har behov for kjøling. Med et datasenter i nettet, er det ønskelig å begrense andel andre kjølekunder. En normal kjølekunde vil ha sitt primære kjølebehov om sommeren, og det er vanskelig å utnytte spillvarme fra kjøleanleggene siden det allerede finnes overskuddsvarme fra datasenteret.



Figur 8-6-7 Varighetskurve med varme- og kjølebehov for kontor, boligblokk som passivhus i Bergen (Enova/Cowirapport «Hensiktsmessige varme- og kjøleløsninger i bygninger», 2013)

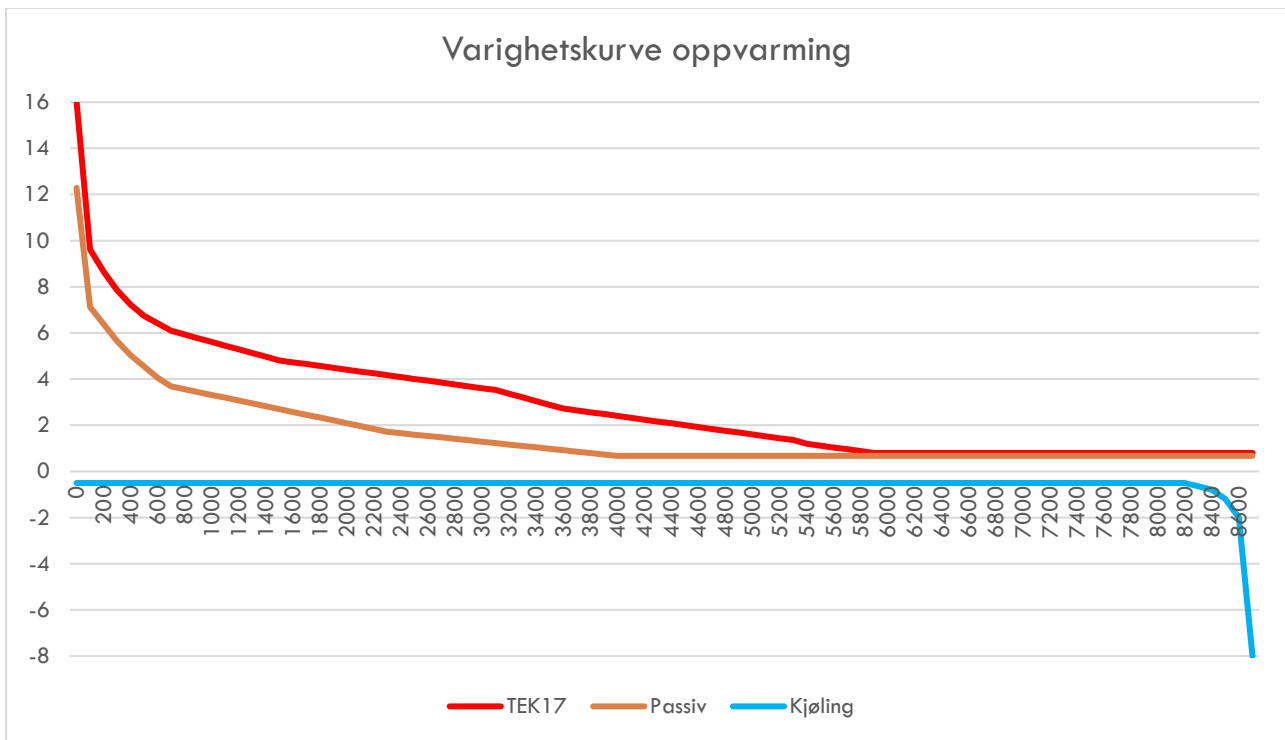
Summeres energidata for den planlagte kundemassen i Lyseparken, kan vi framstille et varighetsdiagram for energiforsyningen til hele området. Dette er vist i Figur . Bygningsmasse etter TEK17 gir et noe høyere maksimalt effektivnivå og et betydelig høyere energibehov enn om bygningsmassen bygges etter standard for passivhus.

Begge kurvene har imidlertid en forholdsvis brå topp for makseffekt og et lite totalt energibehov under kurven. Dette skyldes at hovedandelen av kundemassen er planlagt som kontorer/næringsbygg. Kurven flater ut på et effektbehov under 1 MW. Dette behovet er da i all hovedsak behov for tappevann + varmetap i rørettet.

Med en slik kundemasse er det tilstrekkelig med et datasenter på inntil 2 MW dersom ambisjonen er å utnytte mesteparten av overskuddsvarmen fra datasenteret.

For et ambisiøst nybyggingsområde som Lyseparken, er det naturlig at det legges til grunn passivhus bygningsmasse. Det betyr imidlertid at en mindre mengde spillvarme fra datasenteret utnyttes til oppvarming.

I videre planer for Lyseparken, sett fra et «energi-ståsted», er det gunstig med blandet formål og fokus på å få inn aktører som i større grad kan nyttiggjøre seg av overskuddsressursen et større datasenter gir mulighet for.



Figur 8-6-8 Varighetskurve Lyseparken

En økt andel boliger i parken hever varighetskurven betraktelig og øker utnyttelse av spillvarme fra datasenteret betydelig. Det er imidlertid ikke mulig innenfor de reguleringsbetingelser som pt er gyldige for området.

Næringsvirksomheten er ikke endelig definert. Det er satt av arealer til Tekologipark, Marin, Industripark, Handelscenter, Service etc. uten at bygningsmasse og bruk er detaljert.

For å designe et optimalt energisystem er det gunstig at bygningsmassen er variert, sammensatt av flere større varmemeforbrukere, og ikke bare kontorbygg. Eksempler på næring og industri som har lang driftstid på varmen og som dermed vil bidra til bedre utnyttelse av spillvarme fra et datasenter er:

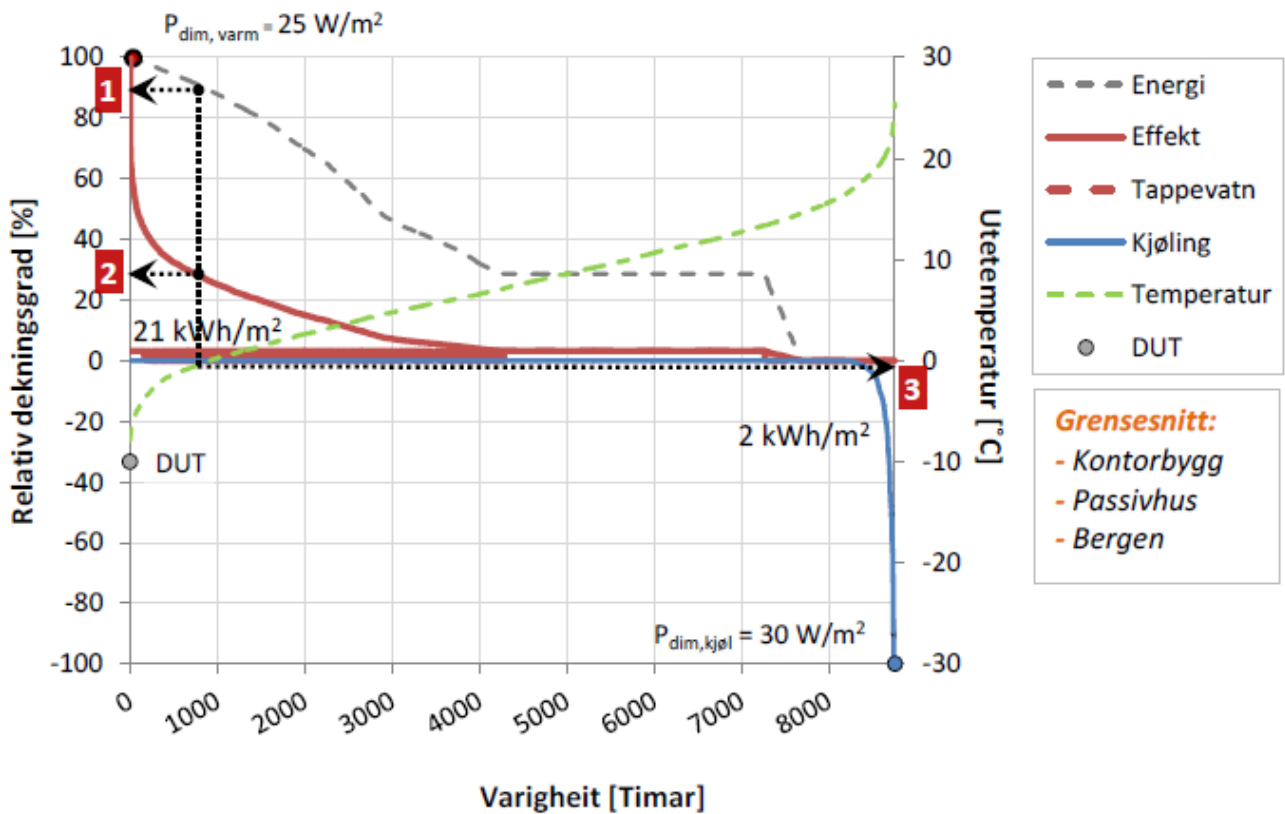
- meierier
- drivhus/gartnerier
- næringsmiddelindustri med tørkeprosesser eller vaskeprosesser
- vaskerier
- hoteller

Kjølelagre, fryselagre og andre kjølekunder vil passe mindre bra inn i energisystemet, da spillvarmen fra disse vil komme i tillegg til den spillvarmen som allerede er tilgjengelig fra datasenteret.

Et viktig arbeid med Lyseparken fremover er å gå i direkte dialog med potensielle utbyggere og sy sammen kundemassen slik at den er egnet for å ta imot overskuddsvarmen fra datasenteret. Dette betyr at det er smart å løse opp mål om en homogen bygningsmasse med kontor og næring. Det gir et løft i energiutnyttelse og økonomi for en felles løsning i Lyseparken.

Varighetskurven for anlegget er et viktig verktøy for å bestemme optimal størrelse på grunnlastkilden. Normalt ønskes min. 90 pst. energidekning fra grunnlastkilden. Legges dette til grunn vil f.eks. nødvendig grunnlastkilde for et kontorbygg i passivhus-standard, ha behov for en grunnlastkilde med effektdekning på 28 pst. av maks effektbehov som vist i Figur .

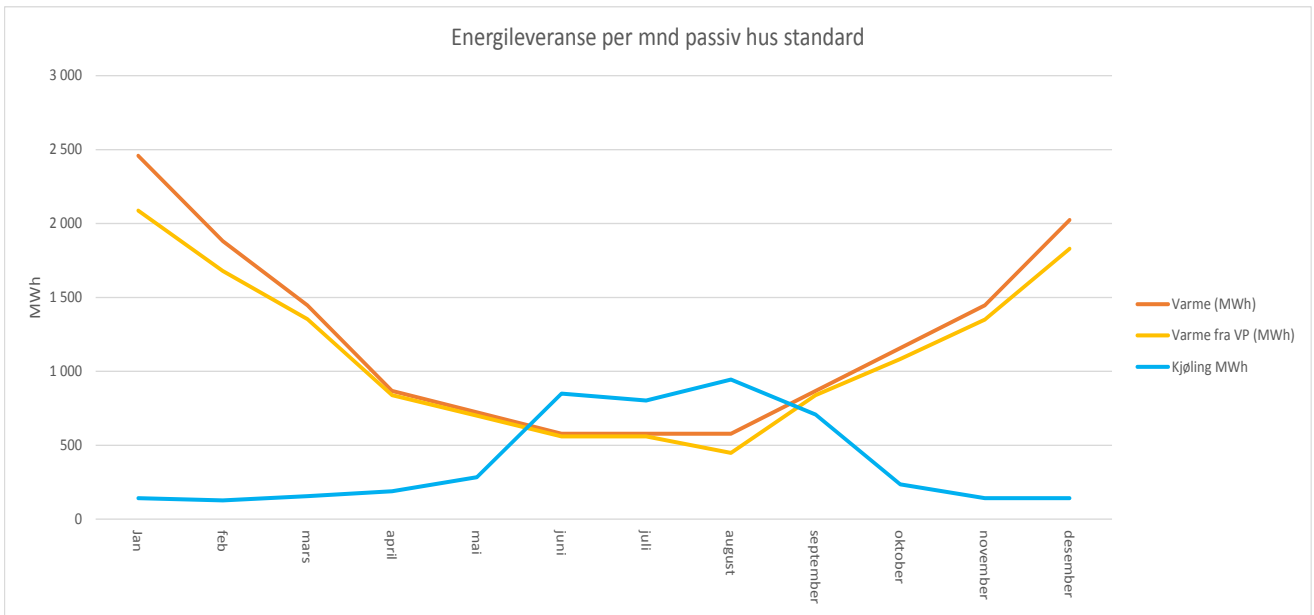
- Viser 90 pst. energidekning (grå stiplet linje)
- Viser effektdekning på 28 pst.
- Viser temperatur når det er behov for spisslast (-1 gr. C)



Figur 8-6-9: Dimensjonering av grunnlast ut fra varighetskurve Bergen (Enova/Cowirapport «Heniktsmessige varme- og kjøleløsninger i bygninger», 2013)

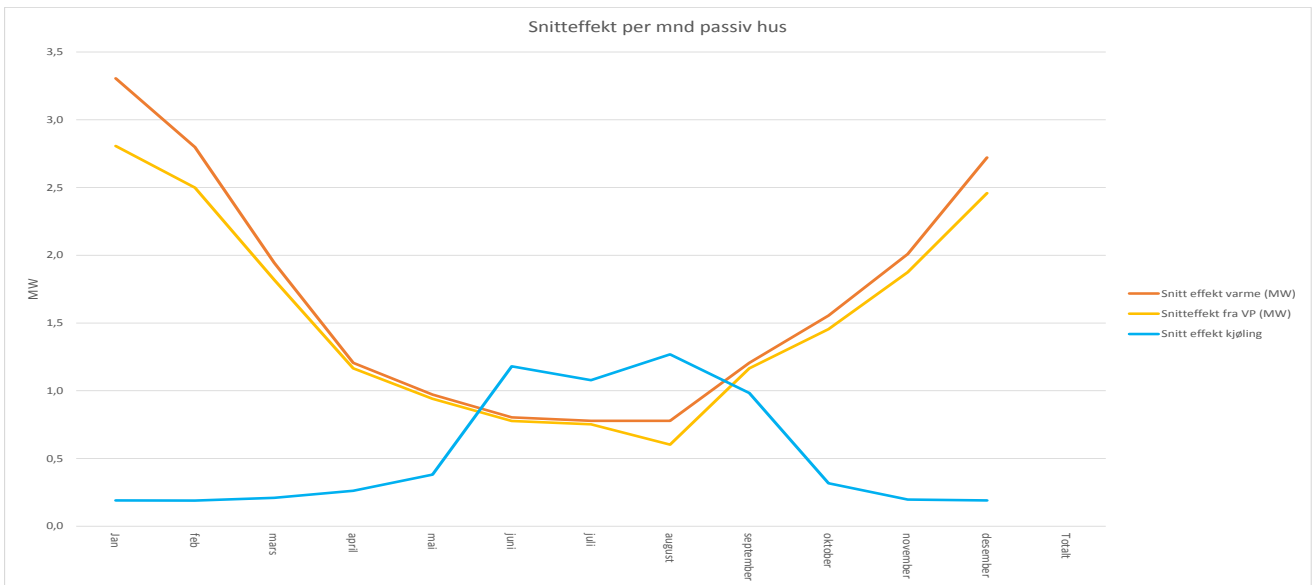
Kurven for Lyseparken er flatere enn for et kontorbygg pga. blandet bygningsmasse, samtidighetsfaktor og varmetap i nettet. Det gjør at effekttoppen er lavere og prosentvis effektdekning til grunnlast, blir dermed høyere. Når dette hensynstas, kreves en effektdekning på ca. 35 pst. for å dekke ca. 90 pst. av energiforbruket når standard for passivhus legges til grunn. Det gir en grunnlastkilde på ca. 4,2 MW.

Figur viser forventet månedlig varme- og kjøleleveranse gjennom året, samt hvor mye av varmeløseleveransen som kan forventes dekket av en grunnlastkilde (VP) på 4,2 MW. Totalt kan den levere ca. 13 GWh/år som utgjør ca. 90 pst. av energibehovet.



Figur 8-6-10: Forventet månedlig leveranse av varme og kjøling samt varme fra VP (MWh)

Figur viser snitteffektene varme og kjøling, samt VP (varmepumpe). Dette er månedlige snittverdier. Det forventes betydelige døgnvariasjoner som avviker fra snittverdiene i figuren. Spesielt vil det være store variasjoner i effektuttaket for kjølenettet i sommermånedene.



Figur 8-6-11. Forventet månedlig snitteffekt (MW) for varme, kjøling og varme fra VP

8.6.4 Lastprofiler elektrisk

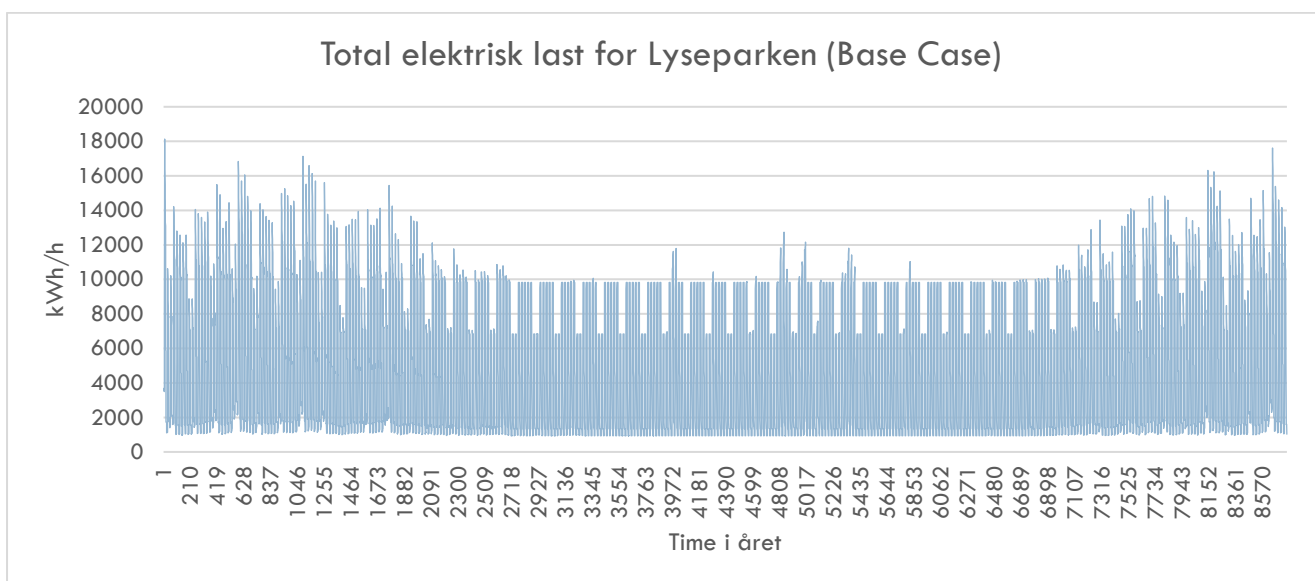
Basert på tilgjengelig informasjon, er det gjort beregninger for energibehov time-for-time for et typisk «normalår». Med normalår menes et gjennomsnittlig klima over en 20-års periode.

Energibruksberegningene er basert på arealtallene og bygningskategoriene som er oppgitt i kapittel 8.6.1. Disse energibruksberegningene danner et grunnlag, «Base Case», for videre arbeid i analysen, før effekt- og energireducerende tiltak gjennomføres. I beregningene er det gjort følgende antagelser:

- Normerte verdier for NS 3031 og NS 3700 er lagt til grunn
- Byggene er modellerte slik at de alle tilfredsstillers passivhusstandarden (NS 3700 og NS 3701)
- Bygningskategoriene som er modellerte, er lett «(industri/verksted)», «(boligblokk)» og «(kontorbygg)»
- Last til varmepumpe er inkludert og har en årsvarmefaktor på 3
- Spisslast dekkes elektrisk
- Effektbehov for tappevann er konstant gjennom året
- Brukslaster er ikke inkluderte ettersom type industri ikke er kjent i Lyseparken (gjelder også lading av elektriske kjøretøy)

Den resulterende, elektriske totallasten for Lyseparken, er vist i figuren nedenfor. Som det fremgår ligger basislasten i parken på ca. 10 MW. Det er imidlertid relativt stor usikkerhet knyttet til basislasten siden den er svært avhengig av hvilken type aktivitet som etableres i Lyseparken. Dersom det for etableres lagerdrift med kjølevarer, blir det større variasjoner i sommerforbruket med store effekttopper på dager med mye sol og varme.

Et slakteri vil eksempelvis også ha høyere effekttopper på dagtid, mens et datasenter vil ha en relativt jevn belastning. Effektbehovet til datasenteret vil imidlertid være avhengig av hvilken type kunder det har. Dersom kundene fortrinnsvis finnes i Norge, vil vi også her se effekttopper på dagtid. For øvrig viser lastprofilen på en god måte hvordan lastene er relativt høye på dagtid og lave i helgene når folk har fri.

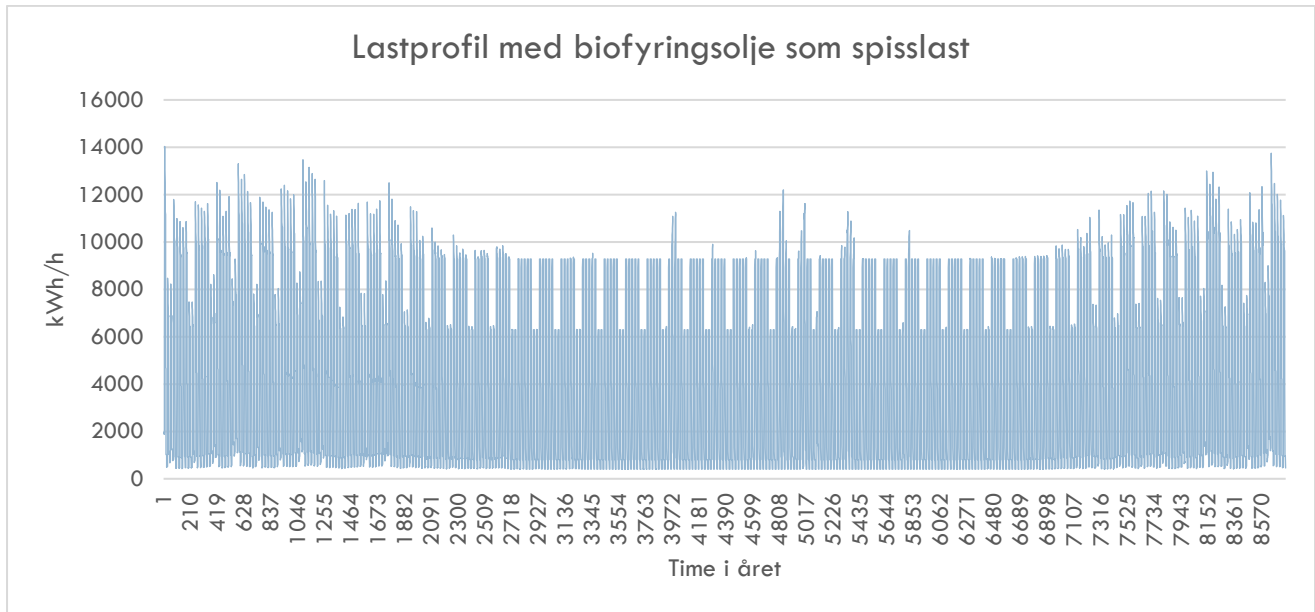


Figur 8-6-12: Lastprofil totalforbruk i Lysparken, basis

Figuren ovenfor viser at effekttoppene inntreffer hovedsakelig på vinteren og at dette skyldes bruk av elektrisitet som spisslast til oppvarming i simuleringene. Maksimallasten ligger på over 18 MW og det gir en liten sikkerhetsmargin i forhold til kapasiteten inn til området som pt. er på 20 MW. For varmeforsyningen er det foreslått biofyringsolje. Dette reduserer topplastene vist i figuren.

Topplastene representerer derfor også et sammenligningsgrunnlag for beregning av lønnsomheten i å bruke biofyringsolje. Biofyringsolje er relativt kostbar, men dersom besparelsene i form av reduserte nettariffrer pt. tas inn i regnestykket, vil lønnsomheten for biofyringsolje bedres. I simuleringene er det ikke tatt hensyn til energilagring eller lokal kraftproduksjon.

Figuren nedenfor viser lastprofilen for elektrisk forbruk i Lyseparken dersom spisslast i fjernvarmen dekkes av biofydingsolje. Her ser vi tydelig at topplastene er redusert i forhold til 8-6-12; fra i overkant av 18 MW og ned til mindre enn 14 MW. Med biofydingsolje opprettholdes dermed en god margin i forhold til nettkapasiteten inn til Lyseparken.



Figur 8-6-13: Lastprofil med biofydingsolje som spisslast (Base Case minus spisslast). Med biofydingsolje kan topplastene reduseres til et nivå som gir god margin i forhold til nettkapasiteten inn til Lyseparken.

8.7 Utbyggingstakt

Endelig utbyggingstakt og ferdigstilling av Lyseparken er ikke fastsatt og avhenger av tomtesalg og konjunkturer i markedet. Det er mange eksempler på næringsparker som har fått en langt tregere utbygging enn forutsatt. Å få på plass nøkkelutbyggere tidlig, i tillegg til datasenteret, er viktig for å gi en viss forutsigbarhet i utbyggingen og investeringene som må gjøres - blant annet i infrastruktur. Realisering av datasenteret og energisentralen fra start av utbyggingen, er derfor en viktig brikke for å tiltrekke annen virksomhet og skaffe arbeidsplasser. I tillegg synlinggjøres den «grønn energiløsningen» der elektrisk energi inn konverteres i arbeidsprosess og blir til termisk energi som kan gjenbrukes av andre.

For å komme i neste fase av prosjektrealisering, må aktører som skal inn i parken og utbyggingsplanen videre konkretiseres. Det er kritisk at investeringene i energisystemet ikke blir «start-tunge», og slik sett ikke gir rask nok tilbakebetaling.

Investeringer i vannopptakssystem må i stor grad dimensjoneres for full effekt fra første dag. Selve energisentralen og bestykningen av denne, kan bygges ut i trinn som følger utbyggingstakten. Rørnett i bakken må holde tilstrekkelig dimensjon til fremtidige utvidelser. Dvs. at det i hovedledninger legges betydelige kostnader før den nødvendige kundemassen er på plass.

Det er derfor viktig at utviklingen av Lyseparken styres slik at delområdene bygges suksessivt ut, fortrinnsvis med de områder som er nærmest energikilden først. Ved å legge til rette for en spredt utbygging må størstedelen av infrastrukturen legges før inntekter fra kommende kunder er sikret. Dette gir også større rom for feildimensjonering av rørnett og et betydelig varmetap prosentvis i forhold til solgt energimengde ettersom energitettheten i området blir lav de første årene.

En viktig forutsetning for å oppnå god økonomi både mht. foreslåtte investeringer og drift, er derfor at utbyggingsrekkefølgen av næringsparken styres aktivt.

I investeringskalkylene i denne rapporten er det lagt opp til en jevn utbygging fordelt over 15 år:

Årlig utbygging bygningsmasse: ca. 40-50 000 m²/år

Årlig økning varmebehov: ca. 1 GWh/år og ca 0,8 MW/år

Årlig økning kjølebehov: ca. 0,3 GWh/år, og ca 0,6 MW/år

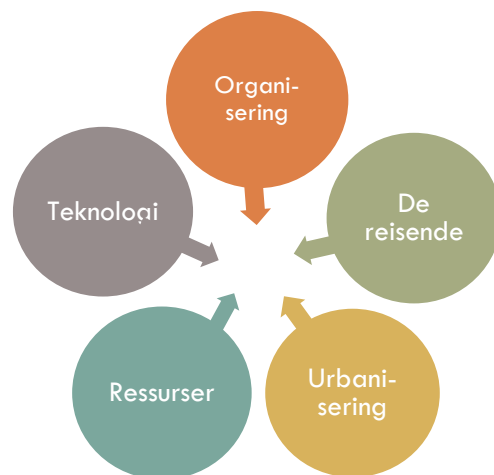
Årlig økning elbehov: 2,4 GWh/år, og ca. 1 MW/år

8.8 Mobilitetens rolle i energiløsningen

Teknologiutvikling og elektrifisering gir både muligheter og trusler for etablerte mønstre og aktører i transportbransjen. Ved å forstå mobilitetstrender og økonomiske drivere for transportbransjen, kan Lyseparkens energiløsning planlegge for tilrettelegging allerede nå.

Norge er et digitalisert samfunn, og ligger langt framme i bruk av forbrukerteknologi. Utviklingen endrer transportsektoren. Til tross for mål om redusert privatbilisme, øker kjørelengden⁵⁴ for bl.a. personbiler. Kollektivselskapenes og taxinæringens rolle utfordres på nye markeder og endrede bruksmønstre. I tillegg kan selvkjørende biler og dør-til-dør transport endre passasjergrunnlaget til bl.a. tog, t-bane og høykapasitets busslinjer.

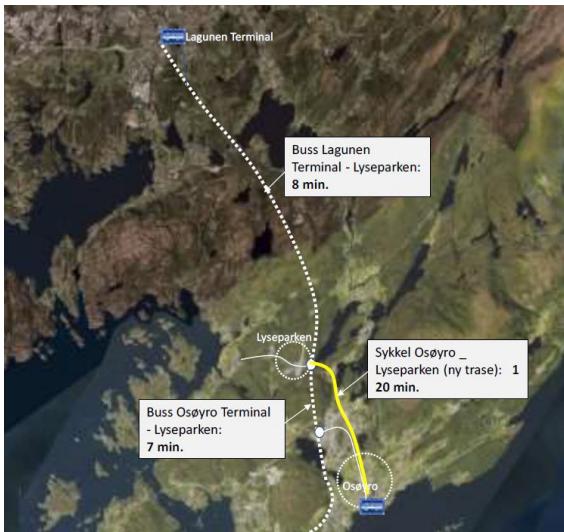
Trendrapporter⁵⁵ peker på flere forhold og vil til sammen avgjøre framtidig transportmønstre. Kort oppsummert er det disse fem utviklingstrendene som påvirker mest i tiårene framover:



- Organisering; sammensetningen kommersielle og offentlige aktører
 - Nye forretningsmodeller - hvem eier kjøretøy, data og kunder?
- Teknologi; hvordan automatisering og digitalisering gir nye rammer
 - Smarte byer, intelligente kjøretøy, innbyggere koblet til nett
- Ressurser; et skifte fra fossilt til bærekraft
 - Kjøretøypark – hvilket drivstoff og hvor mange km.?
- Urbanisering; demografi og tilflytting
 - Flere bor i byene, færre i utkantene, større sosial og kulturell ulikhet
- De reisende; fra å være trafikanter til å være mobilister
 - Individualisering, deleøkonomi, miljøvennlig, helsefokus

⁵⁴ SSB: +2,6 pst. fra 2015 til 2016

⁵⁵ Cowi, Mobilitetstrender - 2017



Lyseparken sikter mot 70 pst. kollektivreisende og syklende. Mobilitetsplanen⁵⁶ for Lyseparken er derfor ambisiøs når målet på sikt er en bilandel på kun 30 pst. Innføring av autonome busser internt i området er ett av virkemidlene for å nå dette.

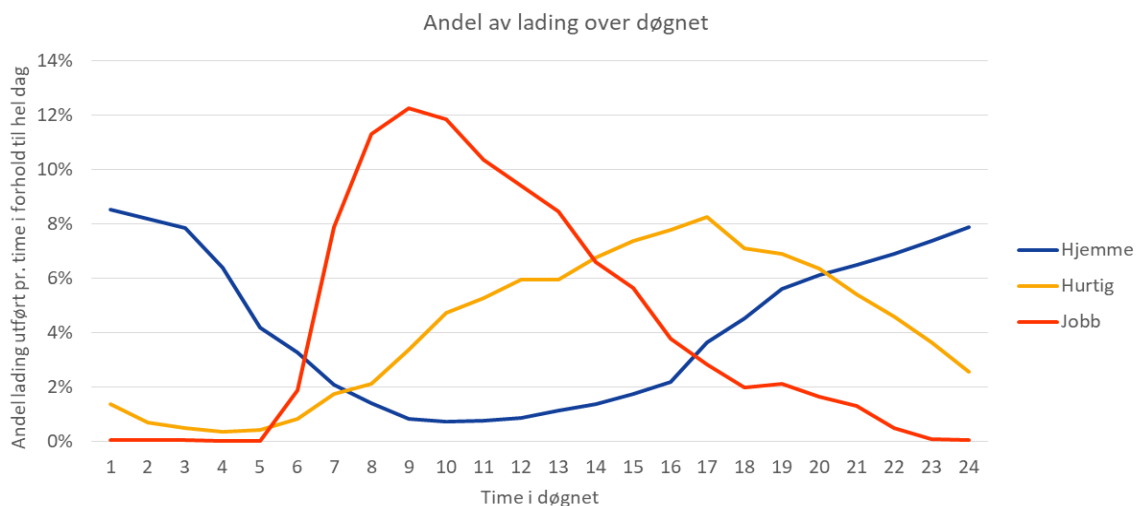
Lyseparken ligger like ved E39 og er en høyt trafikkert ferdselsåre med godt utbygget kollektivtilbud. Dette gir næringsparken en unik mulighet for å nå vedtatte mål. Majoriteten av reisene til/fra området er til de store knutepunktene Osøyro og Lagunen/Rådal.

Reisemønster og privatbilisme, sammen med videre elektrifisering av både privatbilisme og nyttekjøretøy, er viktige forutsetninger å ta med for energiløsningen i Lyseparken. Energiløsningen og mikronettet er gitt en sentral plass i bærekraftskonseptet.

Lading skjer på ulike måter. Jo kortere tid kjøretøyene skal lade, jo mer elektrisk effekt kreves for å gjøre jobben. Dersom mange kjøretøy skal ha anledning til korte ladeopphold samtidig, vil dette ha innvirkning på tilrettelegging av nok kapasitet. Derfor må evt. ladeplasser inntegnes tidlig – og legges til rette for som del av det elektriske mikronettet i Lyseparken.

Et elektrisk mikronettet kan med framtidens teknologier også fungere som et aktivt strømmnett for ladbare kjøretøy. Forsøk med konseptet Vehicle-to-grid (V2G) der batteriene i elbiler både kan lade fra og levere strøm tilbake til strømmettet, pågår flere steder, bl.a. i England⁵⁷, og det ventes demoprojekter også i Norge der Lyseparken kan hente erfaringer. En slik løsning kan bidra til økt fleksibilitet i nettet, men med de restriksjoner det enkelte kjøretøy kan ha i forhold til nødvendig restkapasitet på batteriet.

Antall el-biler øker raskt, og i 2016⁵⁸ var det 41 pst. flere el-personbiler på veiene enn året før. Fortsatt utgjør el-bilene likevel en beskjeden del av bilparken. NVE⁵⁹ sine beregninger på den samlede batterikapasiteten for den norske elbilparken, kan på sikt utgjøre en betydelig effektreserve i et framtidig norsk kraftnett.



⁵⁶ Mobilitetsplan Lyseparken, Siv.ing. Helge Hopen

⁵⁷ <https://www.gov.uk/government/news/30-million-investment-in-revolutionary-v2g-technologies>

⁵⁸ SSB

⁵⁹ NVE-rapport nr. 74-2016

Figur 8-1: Ladeprofiler per time over døgnet, viser andel lading hjemme, på jobb og hurtiglader. Kilde: NVE-Rapport nr. 74-2016, privatbiler

I figuren ovenfor illustreres ulike ladevaner for elektriske kjøretøy gjennom døgnet og i forhold til ladested. Tilsvarende profil kan utarbeides for Lyseparken og samkjøres med mobilitetsplanen⁶⁰ og påfølgende plan for både internt transport og knutepunktsfunksjon for kollektivtilbudet til/fra Lyseparken.

Hjemmelading vil også framover sannsynligvis ha profil som figuren viser. Ytterligere elektrifisering av transportsektoren der også kollektivtransport og nyttekjøretøy trenger lading, vil gi et annet totalbilde enn oversikten fra 2016 viser.

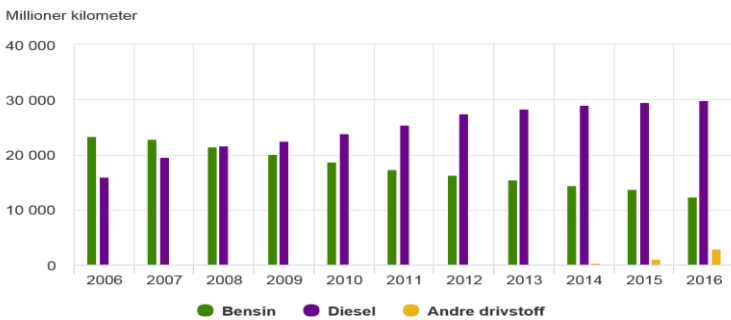
Endelige tall i mobilitetsplan for Lyseparken må samkjøres med forventet lademønster for elektrifisert transport. Dette vil vise konsekvenser for mikronettet og tallfeste hvordan lading optimaliseres – og på hvilken måte batterier i kjøretøy i noen grad kan være aktiv bidragsyter i energiløsningen.

Forutsetninger for mobilitetsplan i Lyseparken – og illustrasjon over tenkt «mobilitets-hub» internt i Lyseparken:

Føresetnader	Merknad	Scenario 2030	Scenario 2030
Utbyggingsareal næring	m2	282 558	565 117
P-dekning	p-pl. pr- 1000 m2	4-6	4-6
P-plassar		1 356	2 916
Arbeidsplassar		4 144	12 583
Bustader		200	200
P-a utnytting arbeidsreiser	flerbruk	105 %	115 %
P-besøksparkering, beredskap mv.		4 %	4 %
Netto P-kapasitet arbeidsreiser		101 %	111 %
P-kapasiet		1 370	3 237
Andel på arbeid samme dag		90 %	90 %
Arbeidsreiser, netto pr. dag	ein retning	3 730	11 325
Sykdom, reiser, ferie etc.		10 %	10 %
Passasjerer pr. buss		50	50
Sykkelandel		15 %	20 %



Figur 3. Kjørelegder, etter drivstofftype



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Statistikk viser at vi fortsatt vil ha stort innslag av fossile kjøretøy framover – også etter at nye biler kun skal være fossilfrie.

Dersom Lyseparken kan tilby gode lademuligheter for el-biler inne på næringsområdet, i boligområdet eller trafikknutepunkt, vil attraksjonsverdien øke for både bedrifter og arbeidstakere med el-biler – og elbileiere som kommer fra områdene rundt og kan reise videre med kollektivtransport langs E39.

Energiløsningen i Lyseparken kan bidra til at flere konverterer fra fossilt til elektrisitet.

⁶⁰ Helge Hopen AS, Mobilitetsplan for Lyseparken



Figuren til venstre viser en forenklet modell av verdiforskjellene i energisammenheng på fossildrevet bil og el-bil. Begge deler opptar like mye areal til parkering.

1) Lyseparkens reduksjon av bilandel og parkeringsplasser bidrar til bærekraft og gi incentiver til økt bruk av offentlig transport.

2) Bruk av el-bil til Lyseparken bidrar til nye forretningsmodeller der kjøretøyets batteri kan være del av energisystemet og i noen grad brukes for å optimalisere energiflyt i Lyseparkens mikronett.

Det er flere utfordringer med takten i framtidig teknologiutvikling - særlig knyttet til det kommersielle markedet og lovverket. Autonomi i form av selvkjørende kjøretøy utfordrer juridiske, etiske og økonomiske rammer som ikke har tilsvarende omstillingsfart. Lyseparken kan gjennomføre innfasingen under kontrollerte omgivelser: Veistrukturen er oversiktlig og i liten fysisk og visuell konflikt med byggene. Innholdet i Lyseparken (næring fremfor bolig) gir begrenset grad av menneskelig interaksjon i gateløpene, og reduserer risiko for ulykker.

Det må avklares hvem som skal dekke investeringskostnader for at selvkjørende kjøretøy kan introduseres. Dette gjelder utforming av rundkjøringer, lyskryss, av- og påstigningsområder, parkeringsareal til behov for kommunikasjon med andre kjøretøy og felles overvåkingssystemer.

Eksisterende byer og steder har store økonomiske og praktiske utfordringer med å innføre autonome kjøretøy. Derfor gir prosjekter som eksempelvis Lyseparken, god mulighet for etablering som testområde. Slike pilotprosjekter gir erfaring som kan overføres til andre og til eksisterende byer. En slik framskutt testarena for autonom kjøring kan bidra til å finansiere tilrettelegging i Lyseparken – og bør jobbes videre med.

8.8.1 Elbilens konsekvenser for kraftnettet

NVE har gjort en analyse og vurdering for OED (Olje- og energidepartementet) av hvordan en omfattende omlegging i transportsektoren vil påvirke kraft- og effektbehovet i Norge. Særlig interessant er *kap. 5: Lademønstre og fordeling mellom ladested*. De viktigste funnene i analysen er:

- Omfattende elektrifisering av transportsektoren i Norge kan skape utfordringer i dagens distribusjonsnett. Først og fremst for transformatorer.
- Eventuell full elektrifisering av transport er ikke forventet før om 20 til 30 år.
- I løpet av 20 til 30 år vil mye av dagens transformatorer og kraftledninger i distribusjonsnettet være skiftet ut og er bedre rustet til å takle full elektrifisering av transport.
- Systemer for smart lading og flytting av last kan redusere utfordringer i kraftnettet når mange lader elbilen sin samtidig
- Analyser av kraftbalansen i Norge/Norden tyder på at det er nok kraft i det nordiske kraftmarkedet til en omfattende elektrifisering av transport i Norge.
(Kilde: NVE-notat om transport- og kraftsystem)

Teknologidrevet innovasjon har en sterk virkning på trafikkvolum⁶¹. Autonome kjøretøy⁶² fører til mer trafikk. Det er også enighet om at bildeling uten samkjøring, gir færre kjøretøy og flere vognkilometer.

⁶¹ Kilde: COWI: Teknologiske trender og betydning for mobilitet, 2017

⁶² Autonome kjøretøy; biler uten sjåfør

Konseptutredning, energisystem Lyseparken

"Lisboastudiets konklusjoner på trafikkvolum viser at størst reduksjon i kjørte kilometer oppnås i scenarier hvor den høyklassede kollektivtransporten, dvs. tog, t-bane og busser med høy passasjerkapasitet, opprettholdes. Behovsstyrt minibuss bidrar til å minske antall kjørte kilometer. Samkjøring er nødvendig for å oppnå reduksjon i kjøreomfanget."

Andre studier om trafikkvolum viser at beregningsresultatene for Lisboa⁶³ samsvarer med beregninger for Singapore og Stuttgart. Disse er også i tråd med UITPs⁶⁴ visjoner og anbefalinger om å redusere personbiltrafikken med økt innslag av samkjøring og økt kollektivtransport.

8.8.2 De sosiale forholdene

«Dør-til-dør-betjening» vil særlig inkludere brukere som i dag pga. alder, funksjonshemming eller annet ikke kan kjøre bil. Dermed oppnår flere en bedret mobilitet.

De tekniske utfordringene er store om urbane områder skal tilrettelegges for autonomitet. Det er mange kilometer vei som skal klargjøres teknisk, vedlikeholdes og ryddes for snø på vinteren.

De sosiale aspektene ved selvkjørende teknologi og delmobilitet, relaterer seg i høy grad til politiske og økonomiske prioriteringer, om det fortsatt skal være grunnlag for offentlig subsidiert kollektivtransport og prioritering av løsninger som kompenserer for mobilitetsfattigdom.

Lyseparken har forutsetningene til å bli et område der teknologi har en betydning i positiv forstand og direkte kan bidra til nullvekstmålet for mobilitet. Ettersom fremtidsbildet for elektrifisering og mobilitet blir klarere, følger Lyseparken opp og har på forhånd lagt til rette for de investeringene som må gjøres.

9 Økonomi

9.1 Forutsetninger

- Alle kostnader er oppgitt ekskl. mva. med mindre annet er oppgitt
- Kalkulasjonsrente (realrente uten prisstigning): 6,5 %
- Økonomisk levetid energisentral: 20-25 år
- Økonomisk levetid kundesentral: 15-20 år
- Økonomisk levetid fjernvarme-/kjølenett: 40 år
- Vektet levetid/analyseperiode: 25 år
- Det er ikke tatt med restverdi ved analyseperiodens utløp og det er heller ikke tatt med reinvesteringer innenfor analyseperioden
- Grensesnitt hos kundene går ved stusser på sekundærside av prefab varmevekslere.
- Biofyringsolje inkl. virkningsgrad 90 %: 80 øre/kWh (før virkningsgrad kjel)
- Elpris VP inkl. årsvirkningsgrad 270 %: 20 øre/kWh
- Kostnad hente lavtemp avkastvarme fra datasenter: 0 øre/kWh
- Kostnad hente høytemp avkastvarme fra datasenter: 15 øre/kWh

⁶³ <http://docplayer.me/69179881-Rapport-teknologiske-trender-og-betydning-for-mobilitet-utarbeidet-av-cowi-as-for-ruter-as-6-september-2017-teknologiske-trender.html>

⁶⁴ <http://www.uitp.org/> UITP, Den internasjonale foreningen for kollektivtransport

- Kostnad kjølemaskin inkl årsvirkningsgrad 300 %: 18 øre/kWh
- Drifts- og vedlikeholdskostnader utgjør: 13-15 øre/kWh for de ulike alternativene
- Investeringskostnader kommer året før energisalg
- For en ny energisentral er det lagt til grunn byggekostnad: 35 000 kr/m² eks. kostnader for opparbeiding av tomt
- Det er ikke tatt med tomtkostnad for energisentral, det er forutsatt at den stilles disponibel fra Os kommune.
- Kostnad kundesentraler er satt til 0,25 MNOK for kundesentral kun for varme og 0,5 MNOK for kundesentral for både varme og kjøling
- Kostnad for komplett FV og FK grøft er satt til 5000 kr/m for delstrek der det er kun varme og 10 000 kr/m for delstrek der det er både varme og kjøling.
- Det er lagt til usikkerhet/uspesifisert på 10 % på alle investeringskostnader
- Det er lagt til grunn et tilskudd fra Enova tilsvarende 1,5 kWh_{fornybar}/støttekrone
- Kalkylene er forventet å være innenfor en usikkerhet på +/- 30 %.
- Varmetapet fra rørrettet er anslått å være 15 % av solgt varme.

9.2 Investeringskostnader og tilskudd fra Enova

En fullt utbygget energisentral iht. alternativ 1, har en total investering på ca. 114 MNOK inkl. tilførselsledning til/fra Vindalsvatnet. I tillegg kommer investeringer i varme/kjølenett og kundesentraler på ca. 84 MNOK. Total investering blir ca. 200 MNOK. Alternativ 2 gir en noe lavere investeringskostnad, totalt ca. 180 MNOK, men gir ikke fleksibilitet for frikjøling mot Vindalsvatnet.

Utfordringen spesielt med alternativ 1, er at mange av de tunge investeringene knyttet til varmeopptak i Vindalsvatnet m.m. må gjøres tidlig i utbyggingen før det kommer inntekter. Det gir en stor finansiell risiko.

Alternativ 3 gir en stegvis utbygging der investering og utbygging følger hverandre bedre. Investeringskostnadene er betydelig lavere ved at det ikke trengs varmeopptakssystemet til Vindalsvatnet samtidig som omfanget av kjøleledninger, vil reduseres siden det er forutsatt et desentralisert kjølenett.

Energikostnaden for fjernvarme ved dette alternativet blir lav siden spillvarme benyttes direkte. For kjøling blir kostnaden noe høyere siden det varmeveksles mot luft. Ved høye utetemperaturer blir det behov for kjølemaskiner mot tørrkjølere.

Tabell oppsummerer investeringskostnadene for de ulike alternativene:

Tabell 9-2-1: Investeringskostnader (MNOK)

	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Energisentral	114	99	91
FV-nett	51	51	46
Kundesentraler	33	33	33
Totalt (MNOK)	197	182	170
Enova tilskudd	12	10	10
Total egeninvestering (MNOK)	186	172	160

9.3 Lønnsomhet og resulterende energipris

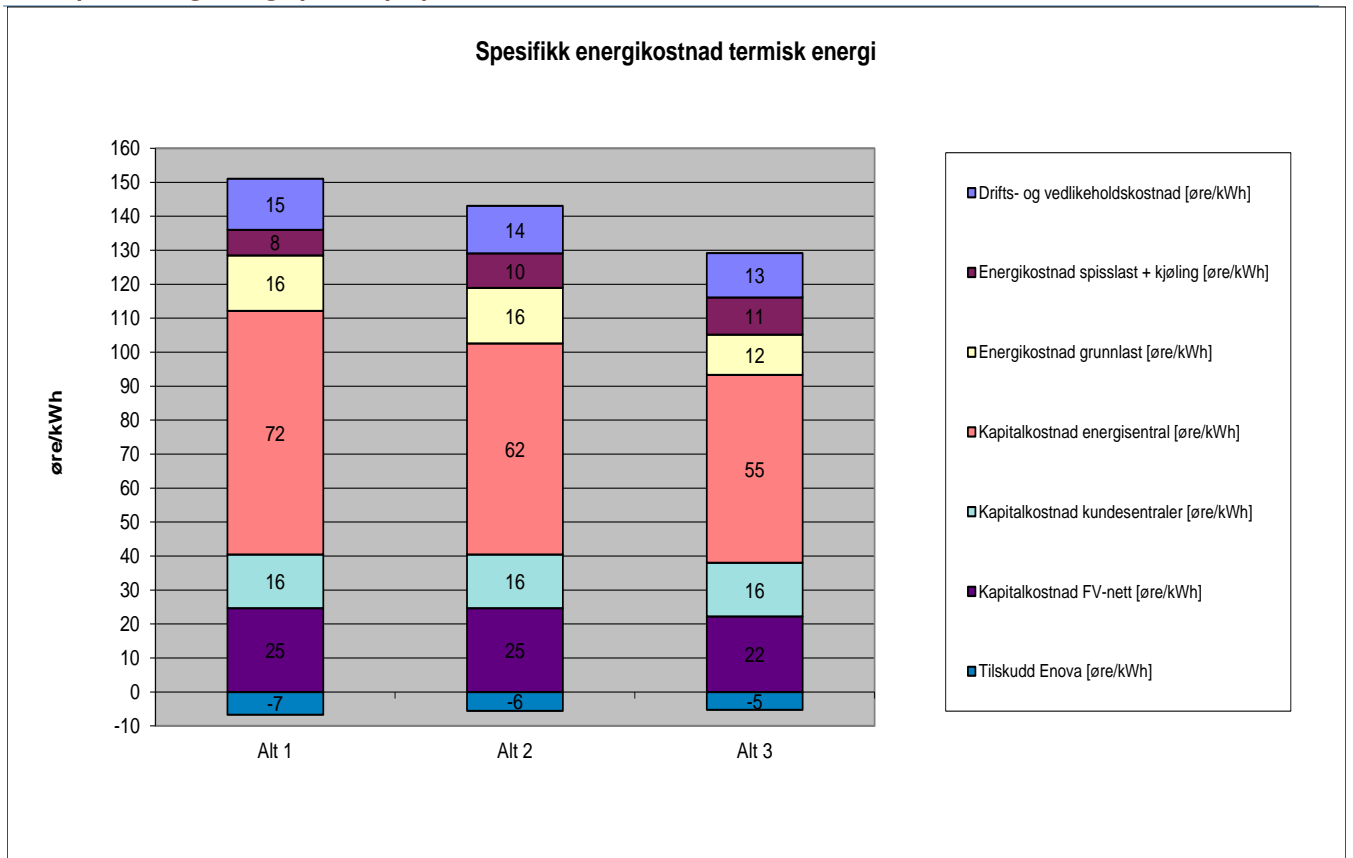
Tabell oppsummerer de økonomiske nøkkeltallene for de ulike alternativene.

Produksjonskostnad for alternativene varierer fra 124 øre/kWh til 144 øre/kWh. Rimeligst er alternativ 3. Betalingsvilligheten for kjøling er langt høyere enn for varme. En fornuftig prising vil dermed være varmekostnad rundt 100 øre/kWh og kjølekostnad rundt 200 øre/kWh.

Figur viser samlet spesifikk termisk energikostnad (øre/kWh levert energi) for de 3 alternativene.

Tabell 9-2-2: Oppsummering økonomi

Lyseparken	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Type sentral	Energiutveksling med datasenteret og Vinddalsvatnet via varmepumpe	Energiutveksling datasenter via vp, kjøling via VP og kjølemaskiner mot luft	Varme direkte fra datasenter uten vp. Lokale kjølenett med kjølemaskiner mot luft
Grunnlast	VP datasenter/ Vinddalsvatnet	VP datasenter	VVX datasenter
Spisslast	Bioolje	Bioolje	Bioolje
Kjøling	Via VP og frikjøling Vinddalsvatnet	VP og kjølemaskiner mot luft	Kjølemaskiner mot luft
Grunnlast [MW]	4,2	4,2	4,2
Spisslast [MW]	12,0	12,0	12,0
Kjøling [MW]	9,0	9,0	9,0
Grunnlast produsert [GWh/år]	15,4	15,4	15,2
Spisslast produsert [GWh/år]	1,7	1,7	1,7
Totalt varme produsert [GWh/år]	17,1	17,1	16,9
Varmetap nett	15 %	15 %	14 %
Totalt varme levert [GWh/år]	14,5	14,5	14,5
Kjøling levert/produsert [GWh/år]	4,7	4,7	4,7
Fornybarandel varme	90 %	90 %	90 %
Fornybarandel kjøling	100 %	40 %	30 %
Brenselskostnad grunnlast inkl virkningsgrad [øre/kWh]	20,4	20,4	15,0
Brenselskostnad spisslast inkl virkningsgrad [øre/kWh]	80,0	80,0	80,0
Brenselskostnad kjøling inkl virkningsgrad	0,0	11	15
Drifts- og vedlikeholdskostnader [øre/kWh]	15,0	14,0	13,0
Investeringer totalt			
Investering kundesentraler [MNOK]	33	33	33
Investering FV-nett [MNOK]	51	51	46
Investering energisentral [MNOK]	114	99	91
Totalt	197	182	170
Tilskudd Enova [MNOK]	-12	-10	-10
Egen investering	186	172	160
Tilskudd % av investering	6 %	5 %	6 %
Vektet økonomisk levetid [år]	25	25	25
Spesifikk kostnad levert kunde			
Drifts- og vedlikeholdskostnad [øre/kWh]	15	14	13
Energikostnad spisslast + kjøling [øre/kWh]	8	10	11
Energikostnad grunnlast [øre/kWh]	16	16	12
Kapitalkostnad kundesentraler [øre/kWh]	16	16	16
Kapitalkostnad FV-nett [øre/kWh]	25	25	22
Kapitalkostnad energisentral [øre/kWh]	72	62	55
Total produksjonskostnad [øre/kWh]	151	143	129
Tilskudd Enova [øre/kWh]	-7	-6	-5
Gjennomsnittelig energipris [øre/kWh]	144	137	124
Forslag kostnad varme [øre/kWh]	120	110	95
Forslag kostnad kjøling [øre/kWh]	219	222	213



Figur 9-2-3 Spesifikk energikostnad termisk energi (øre/kWh levert)

10 Scenarier for gjennomføring

10.1 Råd til pågående regulering og føringer for etablering i Lyseparken

Det må settes krav til energiløsninger og energibruk i reguleringsbestemmelsene. Forslag:

- For Lyseparken skal det utarbeides et samlet konsept for tilførsel, bruk og deling av energi. Næringsparken skal på energisektoren bygges opp slik at det tas hensyn til framtidig klimautvikling og bidrar til reduserte CO2-utslipp. Næringsparken skal utnytte lokale energiresurser som varme i grunn og vann, solenergi, restvarme fra industriproduksjon og lokal produksjon i bygninger.
- Infrastrukturplan for energi skal vise hvordan elektrisitet og termisk varme blir distribuert i området. Planen skal legge til rette for smarte løsninger som er tilpasset energisentral/-sentraler og den næringsaktiviteten som blir etablert i området. I størst mulig grad skal det også legges til rette for samspill med boligene i nærliggende sone til Lyseparken.
- Innanfor næringsområdet er det krav om bruk av energi fra den felles energiløsningen og infrastrukturen, både elektrisk og termisk. Dette gjelder for nybygg, hovedombygging og feltutbygging. Byggene skal prosjekteres og bygges slik at hele varme- og kjølebehovet dekkes fra det felles energisystemet.
- Nye bygg skal prosjekteres og bygges med energi- og miljøstandard som er i samsvar med aktuell, nasjonal TEK-norm. Nye bygg skal sikte mot høy byggstandard, gjerne i tråd med BREEAM-forskriftene.
- Smart styring, el-lading, nett- og anlegg for framtidig kollektivtrafikk og annen e-mobilitet, skal være del av infrastrukturplanen for energi. Energianlegg for el-basert transport- og mobilitetsløsninger i Lyseparken skal knyttes til energisentralen.

- Energianleggene skal ha en IT-struktur som er åpen for flere anleggsløsninger og skal ha en oppbygging over tid som sikrer en trinnvis utbygging og flyt i kontinuerlig utvidet el-transportløsninger for området.
- Energiløsningene vil basere seg på lavtempererte varmekilder. For at disse skal kunne utnyttes på en effektiv måte, krever det at bygningsmassen bygges med interne varmesystemer som er lavtempererte. Oppvarmingsystemene skal dimensjoneres for maks varme turtemperatur på 50 °C og felles returtemperatur på maks 30 °C. Ettervarming av tappevann vil gjøres lokalt.
- Kjøling vil være frikjøling fra vann og grunn. For at dette skal fungere, krever det at bygningsmassen bygges med høytempererte kjølesystemer. Det betyr at turtemperatur kjøling bør dimensjoneres for minst 13 °C og felles returtemperatur for kjøling minst 19 °C.
- Overføring av energi fra fellesystemet til bygningsmassen vil sammen med reguleringsutrustning og styring, kreve plass i et teknisk rom i hvert bygg. Plassbehovet vil variere fra 6-20 m² avhengig av byggets størrelse. Rommet bør ha sluk.
- Det settes av plass/tomt i reguleringsplanen til energisentralen.
- Energiforsyningen i Lyseparken er delvis basert på utnyttelse av lokale energiressurser hvor kraftproduksjon med solceller på bygg er helt sentralt. Solceller skal derfor være en integrert del av arkitekturen hvor solceller plasseres fortrinnsvis på tak eller i soleksponerte fasader. Der hvor utbygger ikke selv ønsker å etablere solcelleanlegg, skal bygget klargjøres for solceller og det skal åpnes for at en tredjepart kan etablere solcelleanlegg på tilgjengelig areal. Dette betyr at tak må dimensjoneres for å tåle vekten av solceller (ca 30 kg/m²) i tillegg til maksimal snølast.

1.1 Videre arbeid

Følgende aktiviteter er blant de sentrale i videre arbeid:

- Konsekvensanalyse for Vindalsvatnet som energibatteri – samkjøre med Fylkesmannen
- Detaljert planlegging av datasenteret som integrert del av energiløsningen. Spesiell fokus på temperaturnivå på spillvarmen og hvordan denne best hentes til fjernvarmenettet
- Etablere brukerpanel av potensielle/mulige investorer og virksomheter for å få bedre kontroll på bygningsmassen og utbyggingstakt.
- Søke Enova om tilskudd for videre utvikling av energikonseptet i Lyseparken
- Ferdigstille planarbeidene for Lyseparken
- Nærmere vurdering av mulighetene for et elektrisk DC-nett
- Søke om fjernvarmekonnesjon
- Lage forretningsplan for energisystemet. Avklare BKKs og Siemens rolle i det videre.
- Basert på konseptløsning og investeringsbehov, vedta, detaljprosjektene og gjennomføre de grunnleggende investeringene som må på plass i perioden fram mot 2021

1.2 Oversikt vedleggsrapporter:

- *Solenergipotensiale for Lyseparken, vedleggsrapport A*
- *Arealoversikt Lyseparken, vedleggsrapport B*
- *Diskusjonsnotat energikonsepter for Lyseparken, vedleggsrapport C*
- *Konseptstudie for varme og kjøling i Lyseparken, vedleggsrapport D*
- *Mobilitetsplan for Lyseparken, vedleggsrapport E*
- *Utnyttelse av Vindalsvatnet som energikilde, vedleggsrapport F*

1.3 Ressurserpersoner i prosjektet:

	Ressurserpersoner - fagområde	Selskap	Rolle i prosjektet
1	Sjur Hjeltnes – koordinator	ABO Plan & Arkitektur	Koordinator - plan/arkitektur/input beregningsgrunnlag
2	Tor Arne Olsen, Tekniker	ABO Plan & Arkitektur	
3	Hilde Moberg, Arealplanlegger	ABO Plan & Arkitektur	
4	Rune Askeland, fiber – infrastruktur og teknologi	BKK Digitek	Fagansv. - infrastruktur fiber
5	Anne Jordal – prosjektleder	BKK Energitjenester	Prosjektleder - konseptstudiet/redaktør
6	Inge Husefest, energikomp.	BKK Energitjenester	
7	Kjetil Solheim, elektroing.	BKK Energitjenester	
8	Helge Aasgard Tvedt, driftsansv. distribuerte energiløsninger	BKK Energitjenester	
9	Hans-Terje Ylvisåker, nett infrastruktur/smart city	BKK Nett	Fagansv.el-nett
10	Knut Erik Nielsen, nettutvikling - Bergen sør/Os	BKK Nett	
11	Espen Foldnes Skibenes, nettansvarlig Bergen sør/Os	BKK Nett	
12	Tore Mong – datahaller/datalagring - forretningsmod.	BKK/GreenByte	Fagansv. datalagring
13	Håkon Iversen – ansv. Urbane trender og e-mobility	COWI	Fagansv. -oppstartsprosess/urban design
14	Randi Jahnsen – Avd. Leder miljø	COWI	
15	Bjarne Høstmark, bygningsfysikk	Multiconsult	
16	Marte W. Nilsson	Multiconsult	
17	Hanne Liland Bottolfsen	Multiconsult	
18	Bjørn Thorud, solcelleinstallasjon/teknologiløsning	Multiconsult	Fagansv. solceller
19	Anders Eide, sjefskonsulent - energisystemer og infrastruktur	Norsk Energi	fagansv. termiske energisystemer
20	Christine Kahrs	NUDA	
21	Fredrik Seliussen – utviklingssjef for Lysepaken	OS KOMMUNE	Prosjekteier
22	Marie Bruarøy – ordfører/styreleder Lyseparken	OS KOMMUNE	
23	Christian Fredrik Fotland, rådmann	OS KOMMUNE	
24	Laila Marie Reiertsen - varaordf./styremedl. Lyseparken	OS KOMMUNE	
25	Gustav Bahus - leder plan- og bygningsutvalget	OS KOMMUNE	
26	Daniel Skotheim - Næringsjef/styremedl. Lyseparken	OS KOMMUNE	
27	Tom Auger, arkitekt	Rever og Drage Arkitekter	
28	Geir Helge Johnsen, Dr.Philos	Rådgivende Biologer	Fagansv. vann/Vindalsvatnet
29	Tor Krog – smarte energisystemer/teknologiløsninger	SIEMENS	Prosjektstøtte/fagansv. smarte byer
30	Sindre Solberg, nettanalyse	SIEMENS	