

Energiplan Kringsjå studentby

Mulighetsstudie for energiforsyning av
Kringsjå studentby



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Studentsamskipnaden i Oslo og Akershus
Tittel på rapport:	Energiplan Kringsjå studentby
Oppdragsnavn:	Energiplan Kringsjå studentby
Oppdragsnummer:	641907-01
Utarbeidet av:	Randi Kalskin Ramstad, Magne Syljuåsen, og Henrik Holmberg
Oppdragsleder:	Liv Bjørhovde Rindal
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Asplan Viak har utarbeidet en mulighetsstudie for energiforsyning til Kringsjå Studentby. Målet er at studien skal være et beslutningsgrunnlag for strategisk valg av bærekraftig energiforsyning i et 30 års perspektiv.

Oppsummering og anbefalinger:

- Den webbasert **energianalysen** utviklet i prosjektet er et dialogverktøy. Analysen er fleksibel, detaljert (timenivå), oversiktlig, bør utvikles videre og oppdateres kontinuerlig. For eksempel kan energileveranse, produksjon av fornybar energi, driftskostnader og verdi av egenprodusert energi inkluderes.
- Resultatene fra de 5 scenarioene for framtidens energiforsyning viser at grunnvarme og solceller til alle byggene er mest effektivt. Det vil redusere behovet for å kjøpe strøm fra strømnettet betydelig, både topplast (makseffekt) og over året.

01	21. feb. 2024	Rapport	MS, RKR, HH	HH
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Det anbefales at følgende tiltak gjennomføres / utredes nærmere:

Beskrivelse av anbefalte tiltak	Kort sikt	Lang sikt
Nye varmepumper i OMT72, her bør det vurderes en CO ₂ varmepumpe for produksjon av tappevann.	X	
Muligheter for varmegjenvinning fra gråvann bør vurderes for byggetrinn 3 og for hele området.	X	X
Tilrettelegging for og lading av energibrønner i byggetrinn 3 med tørrkjøler på tak, og/eller med bruk av «svarte arealer» (asfalt) som en bakkesolfanger, samt hybridsolceller (PVT). Det må forberedes med stusser på tur/retur på brønnkretsen. Det er også aktuelt å forberede for aktiv lading med varmepumpe noe som forutsetter at det installeres en kurs med varmevekslere mellom varm og kald side på varmepumpen.	X	
Vurdere lading av, og energiutveksling mellom brønnparkene. Hensikten er å hindre uttapping av dagens energibrønner, og høyere utnyttelse å la GeoTermos . Dette øker energisikkerheten og selvforsyningsgraden av energi og makseffekt.		X
Instrumentering for oversikt over energiflyten og publisering av driftsdata. Dette er nødvendig for å få kontroll på energiutvekslingen mot brønnene, samt brønntemperaturene. Publisering av nøkkeltall for energiforsyningen vil skape interesse blant studentene.	X	X
Vurdere hybrid solceller og solfangere (PVT) som et alternativ til solceller (PV). Enkelte PVT-løsninger er designet for passiv lading av energibrønner. Aktiv lading med varmepumpe er også et alternativ. Hensikten er å øke kapasiteten til grunnvarmeanlegget.	X	X
Etableres GeoTermos som varmemforsyning til byggetrinn 4		X
Øke termisk akkumulering (vanntank og/eller faseendringsmateriale (PCM – Phase Change Material) for å redusere behovet for spisslast.	X	X
Konvertering til lavtemperatur vannbåren gulvvarme gir effektive varmepumpesystemer (for eksempel senteravstand rør 15 cm).		X
Generell bygningsoppgradering med fokus på redusert behov for makseffekt og energibehov over året.		X
Videreutvikling av energianalyse-verktøyet ved å legge til hensiktsmessig funksjonalitet og oversikter (energiproduksjon, verdi, driftsdata, redusert CO ₂ , 3D-modell mm)	X	X

Forord

Asplan Viak har på oppdrag for SiO utarbeidet en mulighetsstudie for energiforsyning til Kringsjå studentby. Petter Eriksen har vært SiO sin kontaktperson, sammen med Fredrik Frantsen Gusdal. Liv Bjørhovde Rindal og Magne Syljuåsen har vært Asplan Viak sine kontaktpersoner. I tillegg har Henrik Holmberg og Randi Kalskin Ramstad deltatt i prosjektet. Magne Syljuåsen har utviklet den webbaserte energianalysen med innspill fra resten av prosjektgruppen hos SiO og Asplan Viak. Rapporten er utarbeidet av Magne Syljuåsen, Randi Kalskin Ramstad og Henrik Holmberg som også har hatt ansvaret for kvalitetssikringen.

Trondheim, 21.02.2024

Liv Bjørhovde Rindal

Oppdragsleder

Henrik Holmberg

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
2. Dagens bygningsmasse og energiforsyning	6
3. Dagens energisituasjon og framtidsscenarier	10
3.1. Dagens energi- og effektbehov	10
3.2. Framtidsscenarier for energi og effekt	11
4. Anbefalinger og videre arbeid	14
4.1. Nye varmepumper i varmesentral 1 (OMT72)	15
4.2. Varmegjenvinning fra gråvann	15
4.3. Tilrettelegging og lading av energibrønner i byggetrinn 3	15
4.4. Lading og energiutveksling mellom brønnparkene - GeoTermos	16
4.5. Instrumentering for oversikt energiflyt og publisering av driftsdata	17
4.6. Hybridsolceller og solfangere (PVT) som alternativ for solceller (PV)	17
4.7. Økt termisk akkumulering	17
4.8. Vannbåren varme og oppgradering av bygningsmassen	18
4.9. Videreutvikling av energianalysen	18
5. Referanser	19

1. Innledning

Asplan Viak har på oppdrag for SiO utarbeidet en mulighetsstudie for energiforsyning til Kringsjø Studentby. Her er det sett helhetlig på energiforsyningen til studentbyen i et langsiktig perspektiv, inkludert tilgrensende tomter/naboer. Formålet med studien har vært å få et overordnet beslutningsgrunnlag for strategisk valg av bærekraftig energiforsyning i et 30 års perspektiv.

Denne rapporten oppsummerer arbeidet som er gjort, og må sees i sammenheng med den webbaserte visningen av energianalysen som utgjør hovedleveransen. Energianalysen er videreutviklet basert på metodikk og teknologi utviklet i Asplan Viak sitt innovasjonsprosjekt INTO-ZERO - Integrert planlegging av nullutslippsområder.

Arbeidet er gjort i et nært og godt samarbeid med SiO. Tidlig i prosjektet ble det gjennomført en fysisk workshop med befaring på Kringsjø. I tillegg er det gjennomført flere status- og arbeidsmøter. Underveis er det også gitt noen anbefalinger av tiltak for byggetrinn 3 (BT3) som er under bygging.

2. Dagens bygningsmasse og energiforsyning

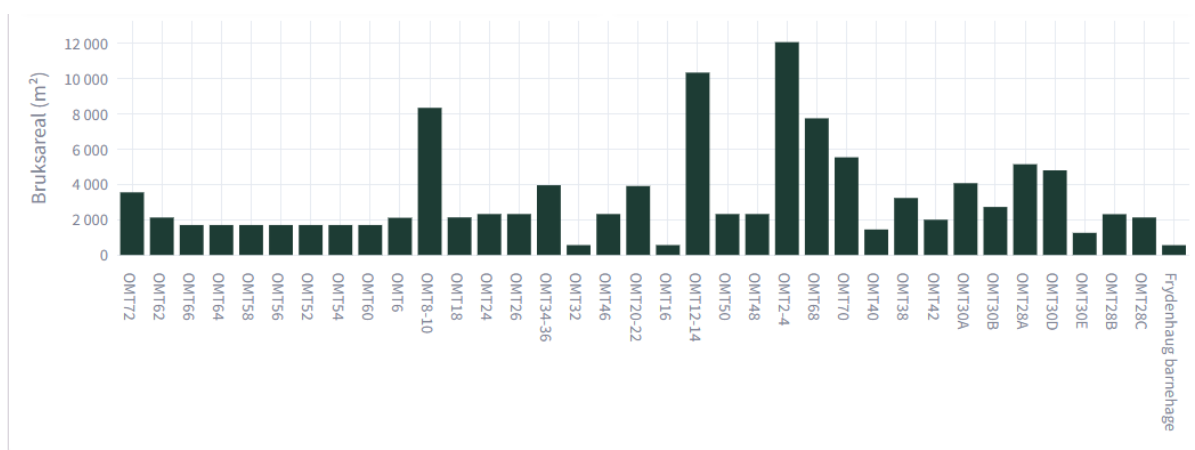
Kringsjø studentby har i dag egne energisentraler basert på energibrønner. 5 bygg har solcelleanlegg og 1 bygg har et hybrid solcelle-solfanger-anlegg (PVT). Området er utenfor konsesjonsområdet for fjernvarme. Studentbyen består av 36 bygg inkludert de som er under bygging i byggetrinn 3. Totalt bruksareal er ca. 116 000 m², og gjennomsnittlig bruksareal per bygg er ca. 3 200 m². Figur 1 viser et kartutsnitt fra webvisningen. Fargen angir hvilken varmeløsning byggene har i dag (rød = panelovn, grønn = gulvvarme/radiator, blå = radiator og grå = ventilasjonsvarme og elektrisk gulvvarme på bad).



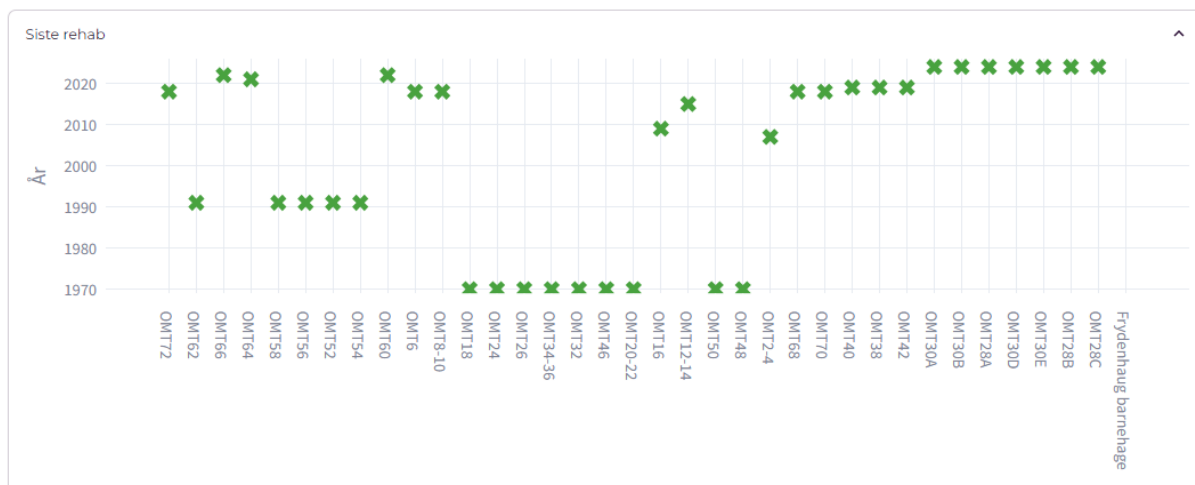
Figur 1. Oversiktskart Kringsjø med byggene der fargen indikerer alder, distribusjonsnett for varmt tappevann og de 3 varmesentralene (blå sirkelflater) som har hver sin energibrønnpark.

Distribusjonsnettet for varmt tappevann som de eksisterende byggene er koblet til, er vist med blå linjer. De tre varmesentralene er vist med ikonene (1 = Varmesentral 1, 2 = Varmesentral 2 og 3 = Varmesentral 3), og de blå prikkene er energibrønnene. Varmesentral 1 i OMT72 er den største og henter energi fra 48 brønner, mens varmesentral 2 i OMT38 har 17 energibrønner. Idrettshøyskolen har egen brønnpark. Varmesentral 3 tilhører byggetrinn 3 og er under bygging. Her bores det for tiden

ytterligere ca. 32 brønner. Bakgrunnsfargen er løsmassekartet fra Norges geologiske undersøkelse. Mesteparten av området er kartlagt til å bestå av et tynt dekke med hav-, fjord- og strandavsetninger (lysblå), mens løsmassene i øst er det samme, men tykkere (mørkblå). I øst er det berg i dagen (rosa). Figur 2 - figur 4 viser oversikter over henholdsvis bruksarealet, siste rehabiliteringsår og dagens behov for strøm og varme til alle byggene på Kringsjø.



Figur 2. Bruksareal fra matrikkelen fordelt på de byggene på Kringsjø.

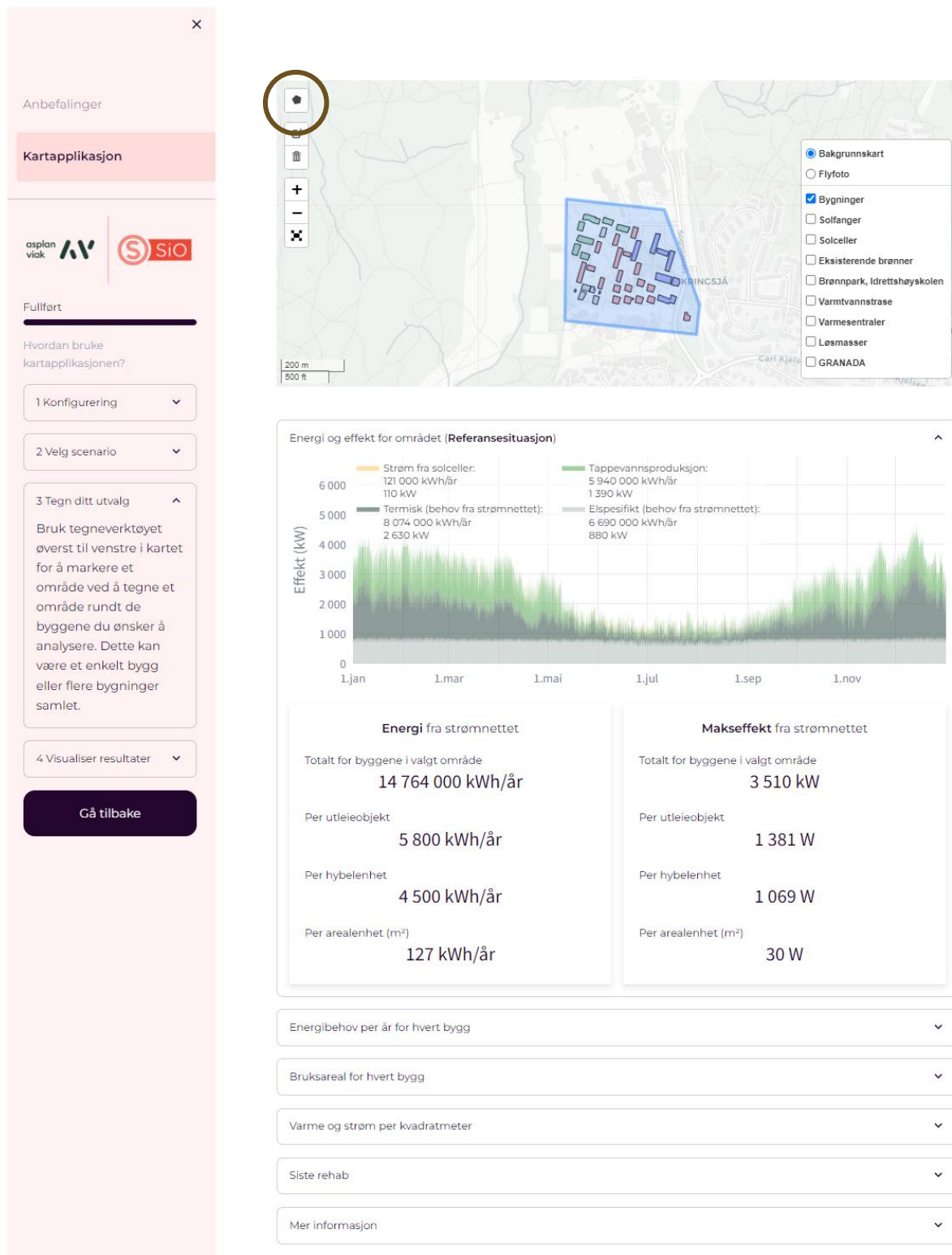


Figur 3. Siste rehabiliteringsår for byggene på Kringsjø



Figur 4. Behov for strøm og varme (kWh/år og kWh/m²·år) per bygg.

Figur 5 viser et skjermtutklipp fra webvisningen som illustrerer hvordan brukeren kan få frem resultatene i figur 2 til figur 4 for et egendefinert utvalg av bygg.

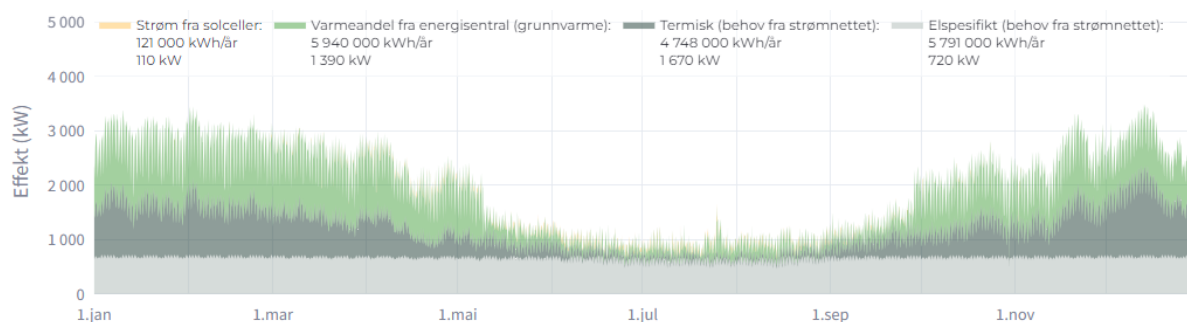


Figur 5. Skjermutklipp fra verktøyet. Ved å gjøre et utvalg av bygg med tegneverktøyet (markert med sirkel) kan man se resultater for byggene.

3. Dagens energisituasjon og framtidsscenarier

3.1. Dagens energi- og effektbehov

For å bestemme dagens energi- og effektbehov har vi tatt utgangspunkt i strømmålere samt levert tappevann til hvert bygg. For byggene som ikke har strømmålere er behovet estimert ved hjelp av PROFet. PROFet er utviklet av NTNU og SINTEF (Byggforskserien 2021) og beregner energibehovet for bygg på timesbasis. Beregningene baserer seg på type bygg, bygningsstandard og klima. Figur 6 viser dagens behov for, og produsert energi (sol og grunnvarme) til hele Kringsjø uten byggetrinn 3. Energibehovet er fordelt mellom varme (termisk), varmt tappevann og el-spesifikke behov. Til sammen må man kjøpe 10 539 000 kWh/år i strøm fra strømmettet. Det høyeste behovet for kjøpt strøm fra strømmettet i løpet av en time er 2370 kW. Dette er makseffekten eller toppplasttiden, og opptrer gjerne den kaldeste dagen når behovet for varme er størst. Egenproduksjon av varmt tappevann (grønn farge) og solstrøm (gul farge) er henholdsvis 5 940 000 kWh/år og 121 000 kWh/år.



Figur 6. Timesfordelt energibehov og energiproduksjon fordelt over året for Kringsjø uten byggetrinn 3. Behov for kjøpt strøm fra strømmettet er til sammen 10 539 000 kWh/år, og behov for makseffekt fra strømmettet er 3510 kW. Egenproduksjon av varmt tappevann og solstrøm er henholdsvis 5 940 000 kWh/år og 121 000 kWh/år.

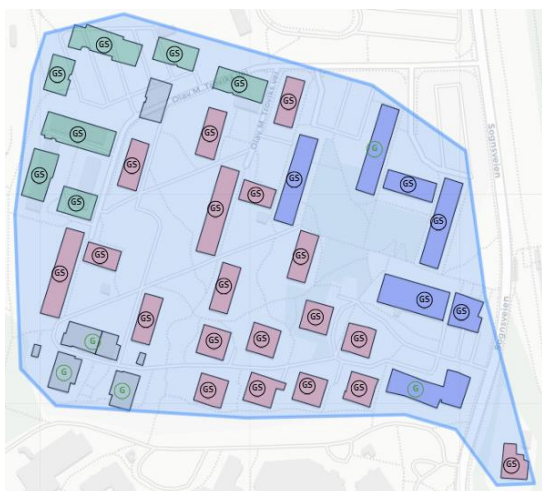
3.2. Framtidsscenarier for energi og effekt

Energianalysen i webvisningen egner seg godt som et dialogverktøy. Vi satt opp 5 forhåndsdefinerte scenarier for framtidens energiforsyning til Kringsjø. Scenariene er valgt i samarbeid med SiO. Alle scenariene sammenlignes med dagens situasjon (referansesituasjonen).

Scenariene er:

- Alle byggene har solceller (S) og grunnvarme (G) (figur 7)
- Halvparten av alle byggene får solceller på taket.
- Halvparten av alle byggene får solceller på taket og grunnvarme.
- Bygg som har panelovn i dag, får vannbåren varme.
- Alle bygg får solceller på taket (figur 8)

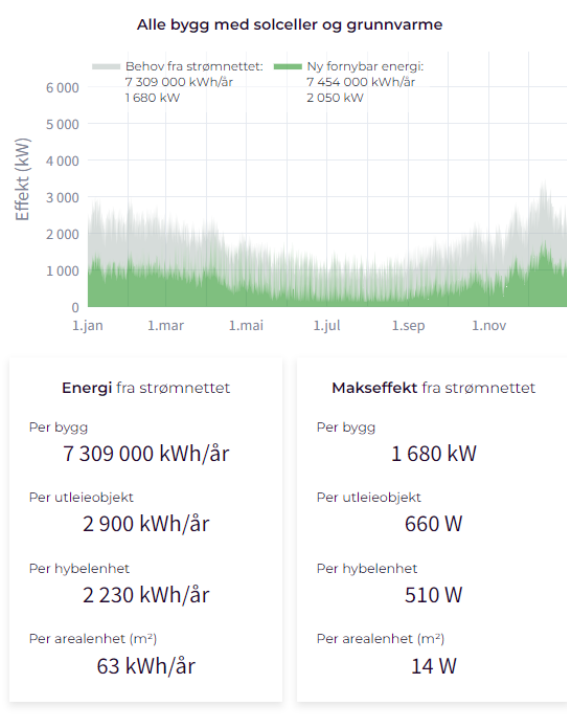
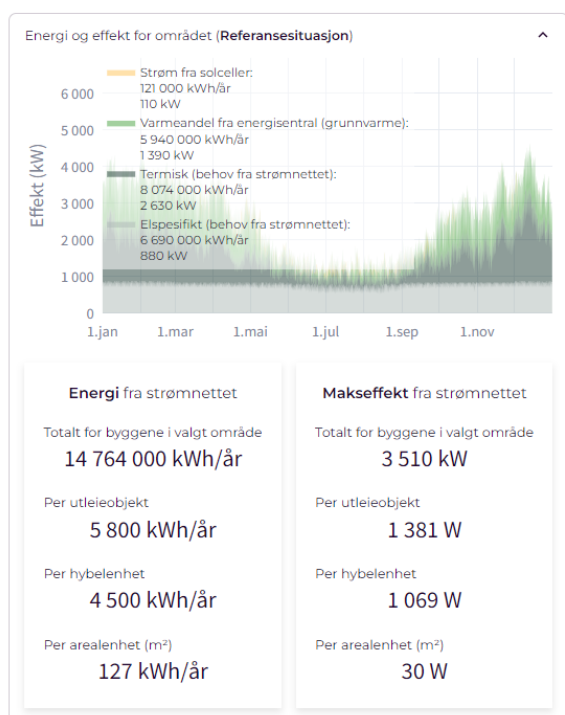
Ved å utforske de ulike scenariene blir det lett å sammenligne. Det er mulig å se på alle byggene på Kringsjø (figur 7), enkeltbygg eller en fritt valgt gruppe med bygg (figur 8). Resultatene vises som tall og diagrammer. Vi ser hvordan tiltakene reduserer behovet for å kjøpe strøm fra strømmettet i topplasttiden (makseffekt) og over året. I tillegg vises produksjon av ny fornybar energi. I scenarioet der alle byggene får grunnvarme og solceller på taket (figur 9), reduseres behovet for kjøpt strøm med 1830 kW i topplasttiden (3510-1680 kW) og 7 455 000 kWh/år. I eksemplet der alle byggene får solceller på taket (figur 10) reduseres ikke makseffekten, men egenprodusert solstrøm blir ca. 1 709 000 kWh/år. Figur 11 viser framtidig behov for kjøpt strøm fra strømmettet, både makseffekt i topplasttiden og over året for alle scenariene mot dagens situasjon (referansesituasjonen inkluderer byggetrinn 3).



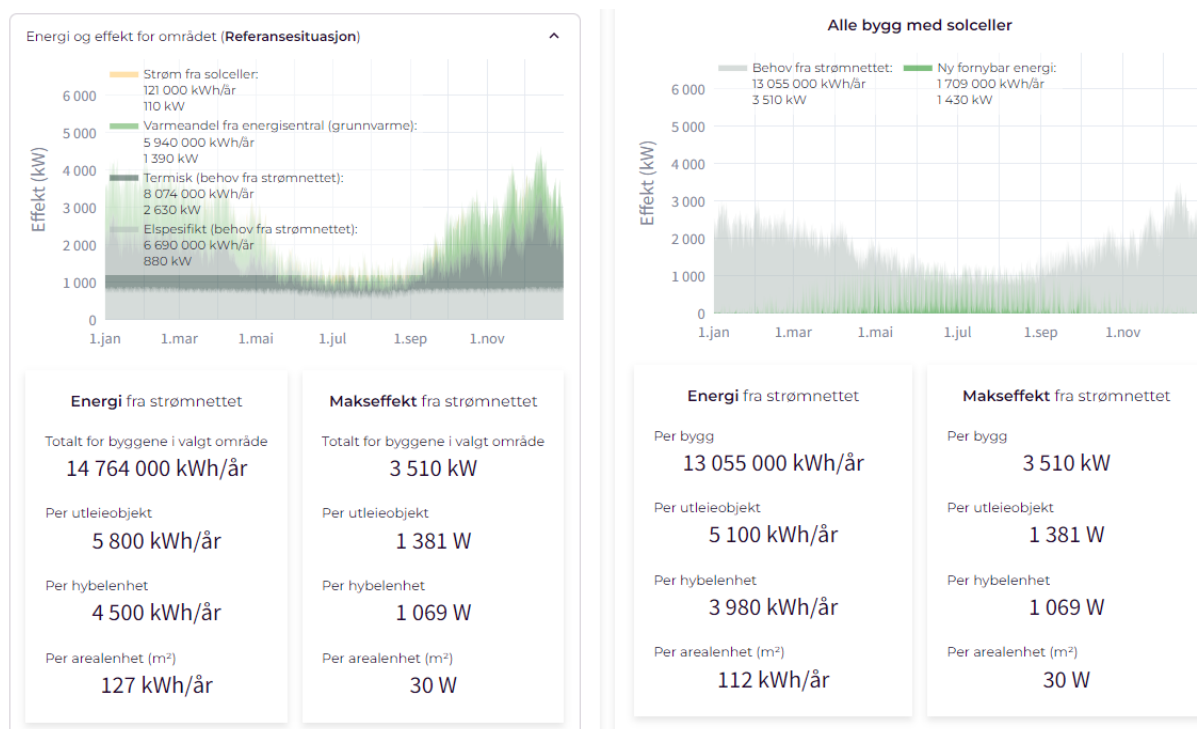
Figur 7. Scenarioet der alle byggene har solceller (S) og grunnvarme (G). Energianalysen gjøres for hele området.



Figur 8. Scenarioet der alle byggene har solceller (S) på taket. Energianalysen blir gjort for byggene i det avmerkede område. Eksisterende solceller og hybridanlegg er hensyntatt og er markert i gul/oransje farge.

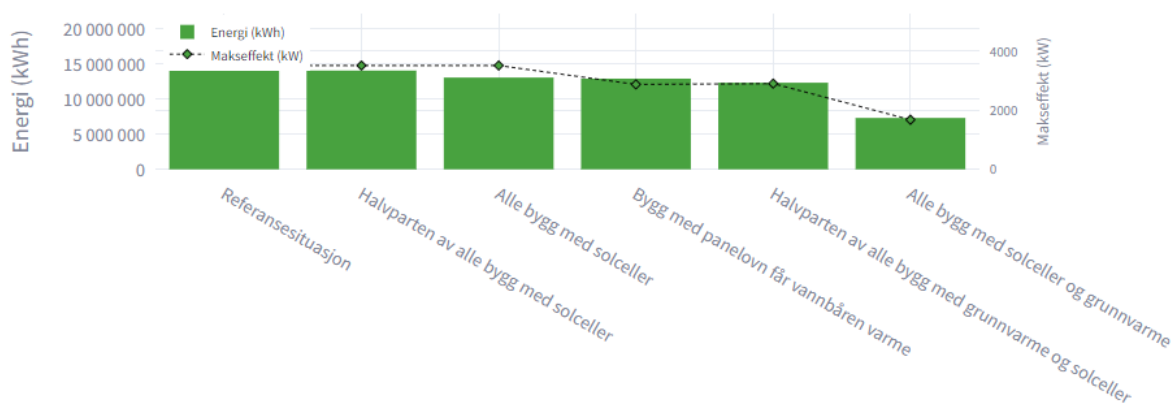


Figur 9. Resultater fra energianalysen for hele området (figur 7) der alle byggene får solceller og grunnvarme. Sammenlignet med referansesituasjonen (inkludert byggetrinn 3) utgjør ny fornybar energiproduksjon (solstrøm og grunnvarme) ca. 7 309 000 kWh/år, og reduserer makseffekten fra 3510 til 1680 kW.



Figur 10 Resultater fra energianalysen av hele området i scenarioet der alle byggene får solceller på taket. Sammenlignet med referansesituasjonen utgjør ny fornybar energiproduksjon (solstrøm) ca. 1 709 000 kWh/år. Makseffekten reduseres ikke siden solcellene ikke produserer de kaldeste periodene om vinteren.

Fremtidig behov fra strømmettet for alle scenariene (kWh/år og kW)



Figur 11. Sammenligning av alle de 5 scenariene med referansesituasjonen (inkludert byggetrinn 3) for fremtidig behov for strøm fra strømmettet som makseffekt og over året.

4. Anbefalinger og videre arbeid

Dette avsnittet beskriver våre anbefalinger og videre arbeid basert på funn i mulighetsstudien. Anbefalingene gjelder tiltak på kort og lang sikt og er oppsummert i tabell 1. Videre arbeid er nødvendig for å gi mer detaljerte råd om hvordan tiltakene kan gjennomføres.

Tabell 1. Oppsummering av anbefalte tiltak på Kringsjø på kort og lang sikt.

Beskrivelse av anbefalte tiltak	Kort sikt	Lang sikt
Nye varmepumper i OMT72, her bør det vurderes en CO ₂ varmepumpe for produksjon av tappevann.	X	
Muligheter for varmegjenvinning fra gråvann bør vurderes for byggetrinn 3 og for hele området.	X	X
Tilrettelegging for og lading av energibrønner i byggetrinn 3 med tørrkjøler på tak, og/eller med bruk av «svarte arealer» (asfalt) som en bakkesolfanger, samt hybridsolceller (PVT). Det må forberedes med stusser på tur/retur på brønnkretsen. Det er også aktuelt å forberede for aktiv lading med varmepumpe noe som forutsetter at det installeres en kurs med varmevekslere mellom varm og kald side på varmepumpen.	X	
Instrumentering for oversikt over energiflyter for: <ul style="list-style-type: none"> Kontroll og optimalisert drift av energianleggene. Skape interesse for energiforsyningsløsningen blant studentene. 	X	X
Hybrid solceller og solfangere (PVT) bør vurderes som et alternativ til solceller (PV) for lading av energibrønnene.	X	X
Vurdere mulighetene for lading og energiutveksling mellom brønnparkene - GeoTermos.		X
Det bør etableres en GeoTermos som varmekrets til byggetrinn 4		X
Økt termisk akkumulering med vanntank og/eller faseendringmateriale (PCM - Phase Change Material).	X	X
Konvertering fra panelovner til lavtemperatur vannbåren gulvvarme med kortere senteravstand mellom gulvvarmerørene (f.eks. 15 cm).		X
Systematisk oppgradering av bygningsmassen med fokus på å redusere behovet for makseffekt (topplasttimen) og energi over året.		X
Videreutvikling av energianalyse-verktøyet ved å legge til hensiktsmessig funksjonalitet og oversikter (energiproduksjon, verdi, driftsdata, redusert CO ₂ , 3D-modell mm)	X	X

4.1. Nye varmepumper i varmesentral 1 (OMT72)

Eksisterende varmepumpe i OMT72 bør skiftes ut, her kan det installeres en CO₂ varmepumpe som dekker både tappevann og romoppvarming. Det kan også vurderes å dele opp varmforsyningen slik at en propan varmepumpe dekker romoppvarming, medens en CO₂ dekker tappevannet. Dersom det skal installeres en propan varmepumpe må det etableres egen avtrekksventilasjon for varmepumpen.

Når varmepumpen i OMT72 skiftes ut forventes det en økning i COP. Dette vil øke energiuttaket fra energibrønnparken med i størrelsesorden 20%. For å unngå å tappe for mye energi fra energibrønnparken vil det være behov for å etablere lading av brønnene.

4.2. Varmegjenvinning fra gråvann

Det anbefales å etablere, evt. tilrettelegge for varmegjenvinning fra gråvann. En stor del av energien til oppvarming av studentbyen er relatert til varmt tappevann. Gjenvinning av varme, både direkte til forvarming av tappevann og indirekte via brønnskretsen er fordelaktig. Dette reduserer både tilført effekt fra varmepumpen og avlaster grunnvarmeanlegget når det trengs. Tilsvarende varmegjenvinning er allerede etablert ved SIT sine grunnvarmeanlegg i Trondheim (Moholt 50/50 og Moholt Alle), og planlegges til studentboligene ved Nardoveien 12-14. Det er en fordel om gråvannet samles slik at gjenvinningen kan etableres i et punkt, for eksempel et samlerør i bakken eller i byggene. Her er det også aktuelt å vurdere pumpehuset. Estimert investering for å etablere gjenvinning av gråvann er ca. 1,5 – 2,5 MNOK.

4.3. Tilrettelegging og lading av energibrønner i byggetrinn 3

Teknisk rom i byggetrinn 3 bør tilrettelegges for lading av brønner. Konkret innebærer dette å forberede med stusser på tur/retur på brønnskretsen. Det kan også være aktuelt å forberede for aktiv lading av brønner med varmepumpe for eksempel dersom det er overskudd på solstrøm og negative strømpriser. Dette forutsetter at det installeres en kurs med varmevekslere mellom varm og kald siden på varmepumpen. I første omgang anbefaler vi å se på lading med tørrkjøler på tak og/eller med bruk av «svarte arealer» (asfalt) som en bakkesolfanger (samme utformingen som et snøsmelteanlegg).

4.4. Lading og energiutveksling mellom brønnparkene - GeoTermos

Det bør vurderes om det er hensiktsmessig å på sikt koble brønnparkene innenfor området sammen med varmevekslere. Hensikten er at alle varmesentralene kan utveksle energi med alle brønnparkene. Videre vil mer lading av energibrønnene i sommerhalvåret gjøre det mulig å hente ut tilsvarende mer energi og effekt om vinteren. En annen viktig motivasjon for mer lading av brønnene er at vi per i dag ikke har oversikt over hvor mye varme som hentes ut og tilbakeføres til brønnparkene. Uten denne oversikten og med stadig mer effektive varmepumper som henter mer varme fra energibrønnene, er det en risiko for at temperaturen i brønnparken på sikt synker og blir for lav. Aktuelle kilder for lading er hybrid solceller og solfangere (PVT – se avsnitt 4.6), eventuelt tørrkjøler. Ladingen kan være passiv eller aktiv med varmepumpe.

På sikt kan energibrønnene lades så mye at temperaturen i brønnene når 20-25°C på sensommeren. Det betyr at varmepumpene får et mye mindre temperaturløft og trenger mindre strøm (høyere COP). Brønnparkene på Kringsjø utgjør et stort volum. Dersom temperaturen i dette bergvolumet øker fra sitt naturlige nivå på ca. 8 til 20-25°C er det betydelige mengder varme som kan hentes ut. En slik løsning vil nesten være en GeoTermos tilsvarende den som er etablert på [Fjell skole i Drammen](#). Forskjellen er at GeoTermosen i Drammen leverer varmen direkte fra energibrønnene til byggene store deler av vinteren. Der når temperaturen i bergvolumet opp mot 40-45°C etter ladesesongen fordi brønnene står tett sammen. Brønnparkene på Kringsjø vil ikke nå så høye temperaturer fordi avstanden mellom brønnene er større. Det vil også være en begrensning i hvor høy temperatur kollektorslangene tåler (trolig maksimalt 40 °C). Fordelen med å koble sammen, og høyere temperatur i brønnparkene, er større energisikkerhet (redundans) og høyere selvforsyningsgrad av energi og effekt. Det hindrer også at temperaturen i energibrønnene synker for lavt.

Videre anbefales det å etablere en GeoTermos som varmforsyning til byggetrinn 4. Energibrønnene i GeoTermosen kan plasseres under byggene, og bør tilrettelegges for utveksling av energi med de andre brønnparkene og varmesentralene. I forkant av etableringen må det gjøres forundersøkelser som avklarer berggrunnens egnethet for magasinering av varme. De to termiske responstestene utført i forbindelse med brønnparken til byggetrinn 3 viser gode forhold for lagring av varme. Effektiv varmeledningsevne er målt til 2,9 W/m·K og uforstyrret temperatur er 8,3 og 8,4°C (Hartvigsen 2023)

4.5. Instrumentering for oversikt energiflyt og publisering av driftsdata

Hensikten med Instrumentering for oversikt over energiflyten og publisering av driftsdata er todelt:

- Bidrar til kontroll og optimalisert drift av energianleggene
- Skaper interesse blant studentene på campus.

Driftsdata fra solcellene og varmeanlegget som bør publiseres er produsert energi og effekt, hentet energi fra omgivelsene, COP - andel strøm i forhold til levert varme, kjøpt energi fra strømmettet osv. Dataene kan for eksempel vises på en monitor sentralt på området. Vektlegging av god visualisering øker forståelsen av energisystemet for både studentene og SiO.

Arbeidet i mulighetsstudien har avdekket at det er nødvendig å se nærmere på instrumentering og overvåking av energiflyten til og fra energibrønnene, samt brønntemperaturene. I det videre arbeidet vil det være nødvendig å finne ut om det trengs mer instrumentering (f.eks. energimålere, flow-, temperatur- og trykkmålere). Som nevnt i avsnitt 4.4 er det helt avgjørende å til enhver tid ha kontroll på energiflyten og temperaturene i energibrønnene.

4.6. Hybridsolceller og solfangere (PVT) som alternativ for solceller (PV)

Det er aktuelt med mer lading av energibrønnene på Kringsjø. Dette er årsaken til at hybrid solceller og solfangere (PVT) bør vurderes som et alternativ til solceller (PV). Noen typer PVT er designet for lading av energibrønner (for eksempel DualSun) og gir passiv lavtemperatur lading av brønnene. Hensikten er å øke kapasiteten til grunnvarmeanlegget (se avsnitt 4.4).

4.7. Økt termisk akkumulering

Termisk akkumulering med vanntank, eventuelt faseendingsmateriale (PCM) er et tiltak som øker kapasiteten på varmepumpeanlegget. Hensikten med dette er å redusere behovet for spisslast. Det vil si at varmepumpeanlegget kan dekke en større del av energi- og effektleveransen. Nettselskapene setter opp effekttariffen, noe som gjør det mer lønnsomt å redusere behovet for spisslast. Framtidas forventede knapphet på energi og

makseffekt gjør at både behovet for strøm fra strømmettet i topplasttiden (makseffekt) og over året bør begrenses. Knappheten tilsier at særlig topplasttidene kan bli kostbare.

4.8. Vannbåren varme og oppgradering av bygningsmassen

I forbindelse med oppgradering av bygningsmassen anbefaler vi å konvertere fra panelovner til vannbåren varme. Gulvvarme med mindre avstand mellom rørene (for eksempel 15 cm) anbefales siden varmen da kan distribueres med lavere temperatur. Eventuelle vannbårne høytemperaturanlegg bør også konverteres til lavtemperatur. Lave temperaturløft for varmepumpen gir høy ytelse (høy COP).

Generelt oppfordres det til å gjøre en systematisk oppgradering av bygningsmassen slik at den trenger mindre makseffekt og energi over året (klimaskall, ventilasjon, vinduer, etterisolering mm.).

4.9. Videreutvikling av energianalysen

Vi anbefaler å bygge videre på energianalyse-verktøyet som er utviklet for Kringsjø studentby. Dette kan for eksempel være:

- Vise egenprodusert energi (solstrøm og varme fra energibrønner).
- Enkel oversikt over driftsdata fra varmesentralene, solparkene, gjenvinning mm.
- Løpende verdiberegning av egenprodusert energi ut fra spotpris på strøm.
- Inkludere investeringskostnader for ulike energiltak og beregne lønnsomhet.
- Oppdatere bygnings- og anleggsinfo etter hvert som tiltakene gjøres, som en digital tvilling.
- Reduserte CO₂ -utslipp
- Koble energianalysen med eksisterende 3D-modell

5. Referanser

- Hartvigsen S. og Syljuåsen M. (2023): Termisk responstest – Kringsjø studentboliger. Rapport fra Asplan Viak utført på oppdrag fra Kraft Energi & Brønnboring AS, 25 sider.
- Byggforskserien (2021): Måledata for energi- og effektbehov til eksisterende bygninger og områder. Byggdetaljer 100.027. ISSN 2387-6338.

