HELSE SØR-ØST

Prosjekt:

Detaljregulering for Gaustad sykehusområde

Tittel:

Fagrapport

Energi

Undersøkelse

04	Revidert etter komplettvurdering	31.01.22	TORH	RASTBG	LSYOSL
03	Revidert planforslag etter offentlig ettersyn	01.12.21	TORH	RASTBG	LSYOSL
02	Revidert planforslag	15.12.20	TORH	RASTBG	LSYOSL
01	Oversendelse av planforslag til Oslo kommune	31.01.20	OTOV	GEMO	LSYOSL
Rev.	Beskrivelse	Rev. Dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent

Kontraktor/leverandørs logo:	Bygg nr:	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider:
RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.				Side 1 av 30

Prosjekt:	Utgivernr:	Fag:	Dok.type:	Løpenr:	Rev.nr.:	Status:
NSG	8302	V	RA	0001	04	G

REVISJONER

REV02
Rapporten er revidert og oppdatert med justeringer av planalternativ 1A og 1B som er utført i løpet av høsten 2020.

REV03
Rapporten er justert som følge av endringer i konsept etter offentlig ettersyn.

REV04
Rapporten er justert etter kommentarer fra PBE ved komplettvurdering etter offentlig ettersyn.

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	**1**	
1.	**Innledning**	**2**
2.	**Hva skal besvares?**	**4**
2.1	Fra planprogrammet	4
3.	**Metode og datagrunnlag**	**5**
3.1	Metode	5
3.2	Datagrunnlag	5
4.	**Gjeldende føringer og retningslinjer**	**6**
4.1	Prosjektspesifikke krav	6
4.2	Lovkrav – TEK17	6
4.3	Energimerkeforskriften	6
4.4	Passivhus – NS3701	6
4.5	Nullutslipp	6
5.	**Beskrivelse av planalternativer**	**7**
5.1	Planalternativer	7
6.	**Dagens situasjon**	**16**
7.	**Energiforsyning**	**17**
7.1	Fjernvarme	17
7.2	Varmepumpe med energibrønner	18
7.3	Solceller	19
7.4	Solfanger	19
7.5	Bioenergi	19
7.6	Spillvarme	19
8.	**Utforming av energisystemet**	**20**
8.1	Energiforbruk	20
8.2	Forsyningssikkerhet	20
8.3	Samfunnsøkonomi	20
8.4	Miljøvennlighet	20
8.5	Kostnadseffektivitet	20
9.	**Resultater**	**21**
9.1	Energibehov	21
9.2	Energiløsninger	21
9.3	Nullutslipp og lokal energiproduksjon	22
10.	**Tilskuddsordninger**	**24**
10.1	Enova	24
11.	**Energisentral**	**25**
11.1	Dagens situasjon	25
11.2	Ny energisentral	25
12.	**Oppsummering**	**26**
13.	**Referanser**	**27**

FORORD

Målbildet for Oslo universitetssykehus HF slik det ble godkjent i foretaksmøtet for Helse Sør-Øst RHF 24. juni 2016, innebærer blant annet at det skal bygges et samlet og komplett regionsykehus inkludert lokalsykehusfunksjoner på Gaustad (Nye Rikshospitalet). Det er derfor utarbeidet en reguleringsplan med konsekvensutredning i saken. Konsekvensutredningen belyser virkningene for miljø og samfunn av Helse Sør-Øst RHF sin foreslåtte utbygging på Gaustad.

Rapporten om *energi* inngår i en serie fagrapporter som dokumenterer temaer som er konsekvensutredet og undersøkt i tråd med planprogrammet fastsatt av Oslo kommune. Belysningen i denne rapporten er ensidig rettet mot noen utvalgte spørsmål i planprogrammet, mens helheten er oppsummert og vurdert i en felles rapport, en samlet konsekvensutredning. Denne rapporten er utarbeidet av Rambøll Norge AS på vegne av Helse Sør-Øst RHF.

En prosjekteringsgruppe bestående av Ratio arkitekter AS, Arkitema Architects, Sweco Norge AS og Metier OEC har utviklet utbyggingsløsningen gjennom en konseptfase og et skisseprosjekt. I dette arbeidet har behovet for ett funksjonelt sykehus tilrettelagt for god pasientsikkerhet og effektiv drift, vurdert i forhold til andre virkninger for miljø og samfunn, vært sentralt for utforming av konseptet og planforslaget.

Høsten 2020 ble det engasjert ny prosjekteringsgruppe bestående av Multiconsult AS, Fabel Arkitekter, Bølgeblikk arkitekter og Erichsen & Horgen AS for gjennomføring av forprosjektet. Denne gruppen har bistått med videreutvikling av konseptet og revidert planforslag.

Planprosessen som er gjennomført med Rambøll som planrådgiver, er gjennomført i nær dialog med blant annet representanter fra Helse Sør-Øst RHF sin prosjektorganisasjon, Oslo universitetssykehus HF, Oslo kommune, Statens Vegvesen, Riksantikvaren og Byantikvaren i Oslo.

Styret i Helse Sør-Øst RHF vedtok i juni 2019 (i sak 050-2019) at videre prosess skal basere seg på planalternativ 1A. Konseptet for dette alternativet skal videreutvikles gjennom forprosjekt og detaljprosjektering. Denne rapporten vurderer konsekvensene av alle fire planalternativene angitt i planprogrammet.

1. INNLEDNING

Videreutviklingen av Aker (Nye Aker) og Gaustad (Nye Rikshospitalet) er et ledd i realisering av målbildet for Oslo universitetssykehus HF slik det ble vedtatt i foretaksmøtet for Helse Sør-Øst RHF 24.6.2016. Målbildet innebærer at Oslo universitetssykehus HF utvikles med et samlet og komplett regionsykehus inkludert lokalsykehusfunksjoner på Gaustad, et lokalsykehus på Aker og et spesialisert kreftsykehus på Radiumhospitalet. I tillegg skal det etableres en regional sikkerhetsavdeling (RSA) til erstatning for nåværende virksomhet på Dikemark.

Det er tre hovedårsaker til at Oslo universitetssykehus HF trenger nye sykehusbygg:

- Store deler av virksomheten foregår i bygninger som er gamle, uhensiktsmessige og i dårlig stand. Dette krever tiltak for å sikre avansert medisinsk virksomhet og for å kunne følge den medisinske og teknologiske utviklingen. En stor del av bygningsmassen gir dårlige forhold for både pasienter og ansatte.
- En sammenslåing av likartede aktiviteter er nødvendig for både å oppnå bedre kvalitet og effektivitet i pasientbehandlingen og for å gi sunn økonomisk drift.
- Det forventes en betydelig befolkningsvekst i Oslo og i regionen rundt.

I tillegg til pasientbehandling har Oslo universitetssykehus HF omfattende og viktige oppgaver knyttet til forskning, utvikling, utdanning og innovasjon. Dette er oppgaver som løses i samarbeid med nære samarbeidspartnere som Universitet i Oslo, Oslo kommune og høgskolene.

Planleggingen på Gaustad forutsetter at Rikshospitalet videreutvikles til et komplett regionsykehus inkludert nasjonale funksjoner, og med lokalsykehusfunksjoner. På Rikshospitalet ivaretas i dag i hovedsak elektive lands-, region- og en del områdefunksjoner, og noen mer akutte funksjoner. Dagens virksomhet i Gaustad sykehus, som hovedsakelig er døgnvirksomhet for psykisk helsevern for voksne, er planlagt flyttet til Aker. Universitetet i Oslo (UiO) har også stor aktivitet på området i Domus Medica og Domus Odontologica.

Konseptfasen for nye sykehus på Gaustad og Aker ble gjennomført i 2018/2019, og dokumentert i konseptfaserapporter fra november 2018[1] og revidert mai 2019[2]. Formålet med konseptfase-utredningene er å avklare innhold, rammer og utbyggingsløsning slik at det kan tas stilling til fremdrift og gjennomføring av prosjektene. Konseptfaserapporten ble vedtatt av styret ved Helse Sør-Øst RHF 20. juni 2019. Styret i Helse Sør-Øst RHF vedtok i sitt møte den 25. juni 2020 i sak 063-2020 oppstart av forprosjekt for Nye Aker og Nye Rikshospitalet med endelig behandling i møtet den 26. november 11.2020 i sak 124-2020.

En ønsket fremtidig utvikling av Gaustad sykehusområde krever ny reguleringsplan. I henhold til plan- og bygningslovens § 12-10 første ledd, jf. § 4-1 og § 4-2 med tilhørende forskrift, skal det utarbeides konsekvensutredning for reguleringsplaner som kan ha vesentlige virkninger for miljø og samfunn. Planforslaget faller inn under forskriftens § 6 b jf. Vedlegg 1, punkt 24: «*næringsbygg, bygg for offentlig eller privat tjenesteyting og bygg til allmennyttig formål med et bruksareal på mer enn 15 000 m^2 skal konsekvensutredes*».

[1] Videreutvikling av Aker og Gaustad, Konseptrapport, Oslo universitetssykehus HF, 16.11.2018

[2] Videreutvikling Aker og Gaustad, Konseptrapport Barn, føde og gynekologi, Oslo universitetssykehus HF, 23.5.2019

Reguleringsplanforslaget for Nye Rikshospitalet ble oversendt plan- og bygningsetaten i Oslo i desember 2020 og lagt ut på offentlig ettersyn og høring 12. april 2021. Det er gjennom pågående forprosjekt gjort endringer i konseptet som følge av innkomne merknader ved offentlig ettersyn og prosjektutvikling. Endringene er innarbeidet i det reviderte planforslaget, som denne fagrapporten er en del av.

Reguleringsplanen er en oppfølging av vedtaket om målbildet for videreutvikling av Oslo universitetssykehus HF i Helse Sør-Øst i 2016, godkjent av helseministeren i foretaksmøte. Stortinget godkjente planene for utbygging av Aker og Gaustad i forbindelse med behandling av statsbudsjettet for 2020.

2. HVA SKAL BESVARES?

2.1 Fra planprogrammet

I henhold til planprogrammet for detaljregulering for Gaustad sykehusområde skal følgende temaer knyttet til energi undersøkes:

Tabell 1. Oversikt over hva som skal undersøkes.

11. MILJØFORHOLD, ENERGIBRUK OG LØSNINGER	
UNDERTEMA	HVA SKAL UNDERSØKES?
Energi	• Hvilke energiløsninger som kan forsyne sykehusområdet • Potensielle områder for etablering av energisentral

Undersøkelsen bygger i hovedsak på følgende grunnlag:

- Planprogram for Gaustad sykehusområde
- Videreutvikling Aker og Gaustad - Konseptfase Gaustad - Steg 1. Oslo universitetssykehus, HF 16.5.2018
- Videreutvikling Aker og Gaustad – Konseptrapport. Oslo universitetssykehus HF, 16.11.2018
- Revidert skisseprosjekt for nytt sykehus på Gaustad, 20.5.2019

3. METODE OG DATAGRUNNLAG

3.1 Metode

Fagrapportene som er utarbeidet i forbindelse med reguleringsarbeidet på Gaustad er delt inn i undersøkelse- og konsekvensutredningsrapporter.

Konsekvensutredningene (KU) og undersøkelsene skal beskrive virkningen på miljø og samfunn som følge av tiltaket, og gi beslutningsrelevant informasjon for videre behandling av planen. Videre vil konsekvensutredningsrapportene følge en bestemt metodikk for gjennomføring av konsekvensutredning og vurdering, mens undersøkelsesrapportene skal vektlegge hvilke muligheter og utfordringer de ulike alternativene gir, og hvordan disse skal håndteres.

Denne fagrapporten tar for seg temaet energi, med utgangpunkt i undertemaer angitt i planprogrammet. Disse er som følger:

1. Hvilke energiløsninger som kan forsyne sykehusområdet
2. Potensielle områder for reetablering av energisentral

Etter en beskrivelse av planområdet og de ulike planalternativene, presenteres ulike energiløsninger samt styrende faktorer ved valg av energiforsyning. Rapporten inneholder et beregningseksempel som sammenligner to aktuelle alternativer for energiforsyning. Kartlegging og analyser har blitt gjort på grunnlag av dagens standarder og forskriftskrav, dokumentet «*Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialisthelsetjenesten*» (Grønt sykehus), og tidligere publiserte rapporter rettet mot utvikling av energibruk i sykehus.

3.2 Datagrunnlag

Data er i hovedsak basert på erfaringstall, og normtall fra standardene NS 3031:2014, SN/TS 3031:2016 og NS 3701:2012.

4. GJELDENDE FØRINGER OG RETNINGSLINJER

4.1 Prosjektspesifikke krav

Helse Sør-Øst har en rekke miljøkrav for sine prosjekter. De bygger på dokumentet «*Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialisthelsetjenesten*» (Grønt sykehus). Grønt sykehus gir ambisjoner fram mot 2020, og som et ledd i å nå disse ambisjonene er det gitt en handlingsplan med delmål og konkrete tiltak for 2013-2016:

- Alle sykehusbygg som planlegges og bygges skal tilfredsstille passivhusnivå.
- Alle sykehusbygg skal oppnå energikarakter A. Dette gjelder for nybygg og hovedombygging. For andre type ombygging gjelder energikarakter B.
- Alle sykehusbygg skal oppnå oppvarmingskarakter grønn.
- Installere automatisk innsamlingssystem for energioppfølging (EOS).

Miljømål og langsiktige ambisjoner 2013-2020:

- Arbeide mot at nybygg skal være nullutslippsbygg.
- Redusere energiforbruket i eksisterende bygningsmasse.

Mandat for konseptfasen for Gaustad gir føringer for miljøstrategien til prosjektet. Rapporten «Grønt sykehus», vedtatt i styresak 098-2013 i styret i Helse Sør-Øst RHF, legges til grunn i prosjekteringen. Arbeidet med miljøstrategien skal videreføres i neste fase for å sikre en horisont som dekker prosjektets varighet. Det jobbes med en revidering av «*Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialisthelsetjenesten*» (Grønt sykehus), som vil gi føringer og ambisjoner knyttet til miljø fra 2020 og utover.

4.2 Lovkrav – TEK17

Nye Gaustad sykehus skal tilfredsstille gjeldende byggteknisk forskrift. Per i dag er dette TEK17. Reglene i forskriftens kapittel 14 skal bidra til at bygninger som oppføres eller oppgraderes har lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning.

4.3 Energimerkeforskriften

Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg ble vedtatt 18.12.2009, og trådte i kraft 1.1.2010. Energimerkeforskriften er hjemlet i energiloven. Karakter-basert metode som muliggjør sammenligning av bygninger i hele landet, og som skal øke bevisstheten rundt energibruk og hvilke tiltak som kan gi mer energieffektive bygninger.

4.4 Passivhus – NS3701

I Norge er kriteriene for passivhus og lavenergihus for yrkesbygninger gitt i NS 3701:2012. Standarden stiller krav til energibehov til oppvarming, kjøling og belysning, i motsetning til TEK17 og energimerkeforskriften, som stiller krav til bygningens totale energibehov.

4.5 Nullutslipp

I «*Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialisthelsetjenesten*» (Grønt sykehus) er det satt et langsiktig mål om å arbeide mot at nybygg skal være nullutslippsbygg.

Begrepet nullutslippsbygning refererer i utgangspunktet til en bygning som i et totalregnskap ikke bidrar med utslipp av klimagasser til atmosfæren. Fornybar energi produsert på tomta der bygningen er, skal kompensere for klimagassutslippene forårsaket fra samme bygning.

5. BESKRIVELSE AV PLANALTERNATIVER

5.1 Planalternativer

I henhold til Oslo kommunes fastsatte planprogram for reguleringsplanarbeidet for Gaustad sykehusområde er Helse Sør-Øst RHF pålagt å utrede fire planalternativer som følger:

Planalternativ 1A er Helse Sør-Øst RHF sitt foretrukne planalternativ. Planalternativet er utviklet gjennom konseptfasen i 2018/2019 med utgangspunkt i en bred mulighetsstudie hvor 16 ulike utbyggingsløsninger ble vurdert. Arbeidet er dokumentert i rapportene «*Videreutvikling Aker og Gaustad - Konseptfase Gaustad - Steg 1*», «*Videreutvikling av Aker og Gaustad Konseptrapport*» og «*Videreutvikling Aker og Gaustad, Konseptrapport Barn, føde og gynekologi*», og ligger grunn for styret i Helse Sør-Øst RHF sitt vedtak den 20.6.2019 med godkjenning av konseptrapport og skisseprosjekt. Etter offentlig ettersyn og videre prosjektutvikling i forprosjektfasen har forslagsstiller gjort justeringer i planalternativ 1A og 1B i samråd med Oslo kommune v/ Plan- og bygningsetaten.

Planalternativ 1B skal utredes som følge av krav i høyhusstrategien for Oslo. Høyhusstrategien krever at det utarbeides et planalternativ som er innenfor byggehøyde på 42 meter. Dette er en følge av at utbyggingsløsningen i planalternativ 1A har byggehøyde på ca. 49 meter.

Planalternativ 2A er Oslo kommune v/Plan- og bygningsetaten sitt planalternativ, med utbyggingsløsning nærmere Ring 3. Planalternativ 2B er Oslo kommune v/Byantikvarens planalternativ med minst mulig utbygging i nærmiljøet til Gaustad sykehus.

Under følger en kort beskrivelse av hvert av planalternativene, i tillegg til 0-alternativet som benyttes som sammenligningsgrunnlag.

5.1.1 0-alternativet

I henhold til planprogrammet skal det redegjøres for følgene av ikke å realisere planen. 0-alternativet defineres som eksisterende situasjon innenfor planområdet på Gaustad, da området i hovedsak er utbygget etter gjeldende regulering.

0-alternativet er et utredningsalternativ, ikke et planalternativ. Det presiseres at 0-alternativet i konsekvensutredningen ikke tilsvarer 0-alternativet som har inngått i idéfasen og konseptfasen for videreutvikling av Oslo universitetssykehus HF.

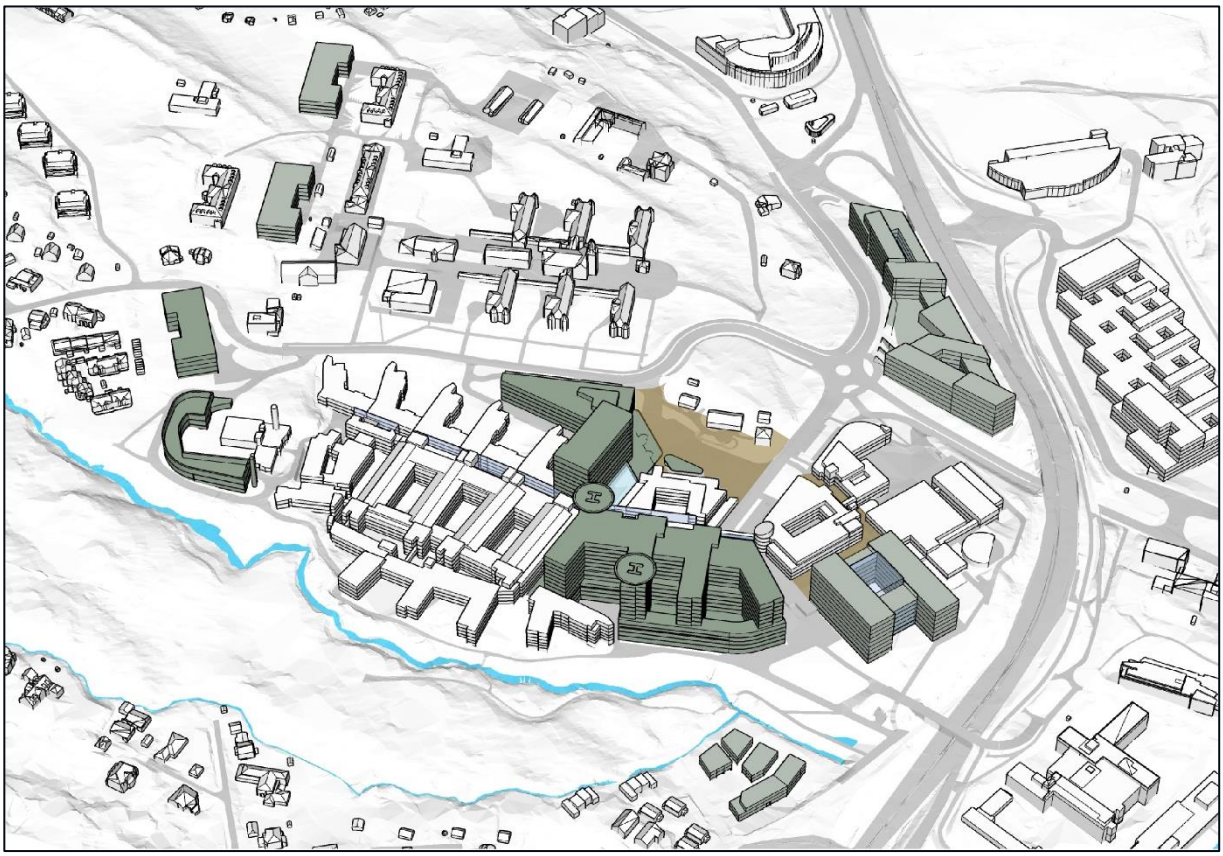
5.1.2 Planalternativ 1A

Planalternativ 1A innebærer en utvikling hovedsakelig i sør og øst i etappe 1. Videre er det utvidelsesmuligheter i nord og videre mot sør for utvikling i senere etapper i bygg R, S, DM, V og W (Figur 1 og 2).

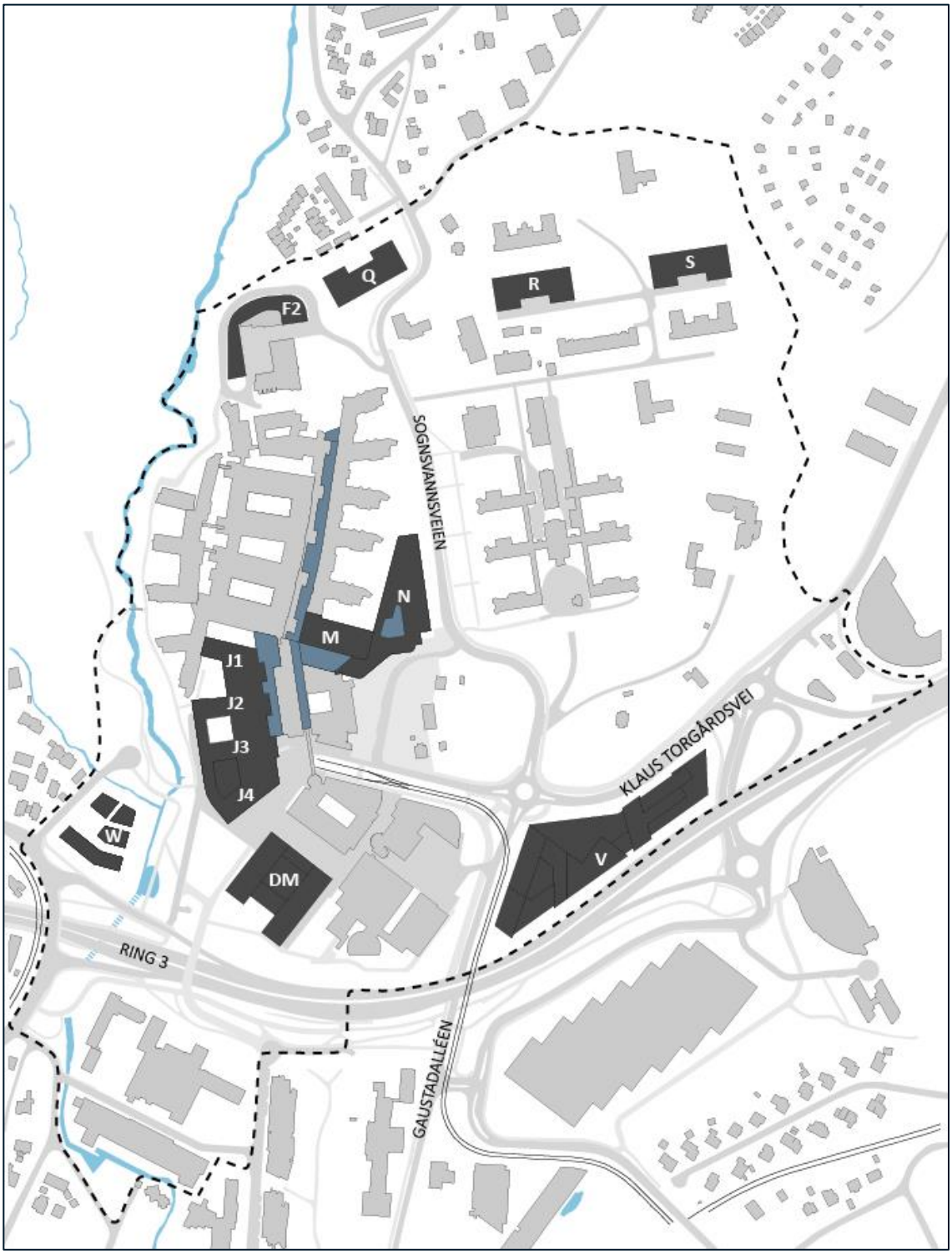
Hovedvekten av ny bebyggelse etableres på dagens adkomsttorg, og kobles fysisk og funksjonelt sammen med eksisterende sykehus. På sykehusets østside etableres nytt behandlingsbygg og ny hovedinngang. Behandlingsbygget (M og N) vender mot Gaustad sykehus og rammer inn nytt adkomsttorg. En viktig føring for konseptet har vært å knytte Gaustad sykehus tettere sammen med Rikshospitalet slik at det skapes et helhetlig anlegg. Den nye bebyggelsen planlegges med opptil 12 etasjer på J1 og J2, med avtrappende høyder på J3 (11etasjer) og J4 (10etasjer). Helikopterlandingsplassen etableres på tak. Bygg M planlegges med 12etasjer, mens bygg N planlegges med 6 etasjer, med tilbaketrukket 2 øverste etasjer mot Gaustad sykehus.

Det etableres ny enveiskjørt adkomstløsning til den nye hovedinngangen, og Sognsvannsveien flyttes nærmere Gaustad sykehus med en omlagt trasé rundt Lindekollen. Bevegelseslinjene for gående og syklende opprettholdes gjennom sykehusområdet, med blant annet forbindelse til Gaustadskogen i vest med ny gangbro over Sognsvannsbekken, samt flere bevegelseslinjer gjennom Universitet i Oslo sine arealer på Domus Medica. En ny parkeringskjeller bygges under parkområdet mellom Rikshospitalet og Gaustad sykehus.

På vestsiden av Sognsvannsbekken er det avsatt areal til fremtidig utvikling av virksomhet knyttet til Universitetet i Oslo eller støttefunksjoner knyttet til Oslo Universitetssykehus. Foreslått bebyggelse (bygg W) innebærer høyder tilsvarende 2 til 3 etasjer med et oppdelt volum. Dette skaper en naturlig overgang til boligbebyggelsen på vestsiden av avstikkeren fra Slemdalsveien.



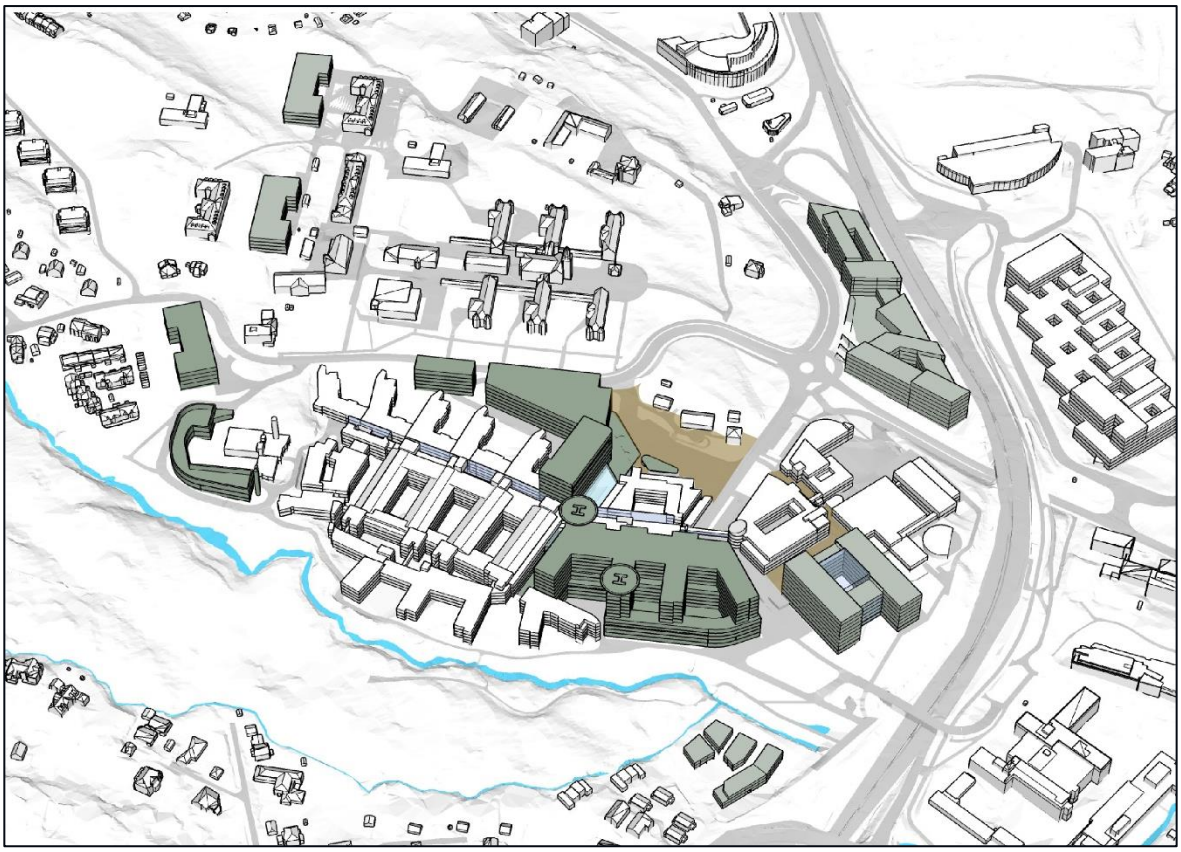
Figur 1. Volumstudie. Mørkegrønne volumer er arealer for etappe 1, lysegrønne volumer er arealer avsatt for utvikling i etappe 2. Nytt atkomsttorg er markert i brun. Planalternativ 1A (himmelretning mot øst).



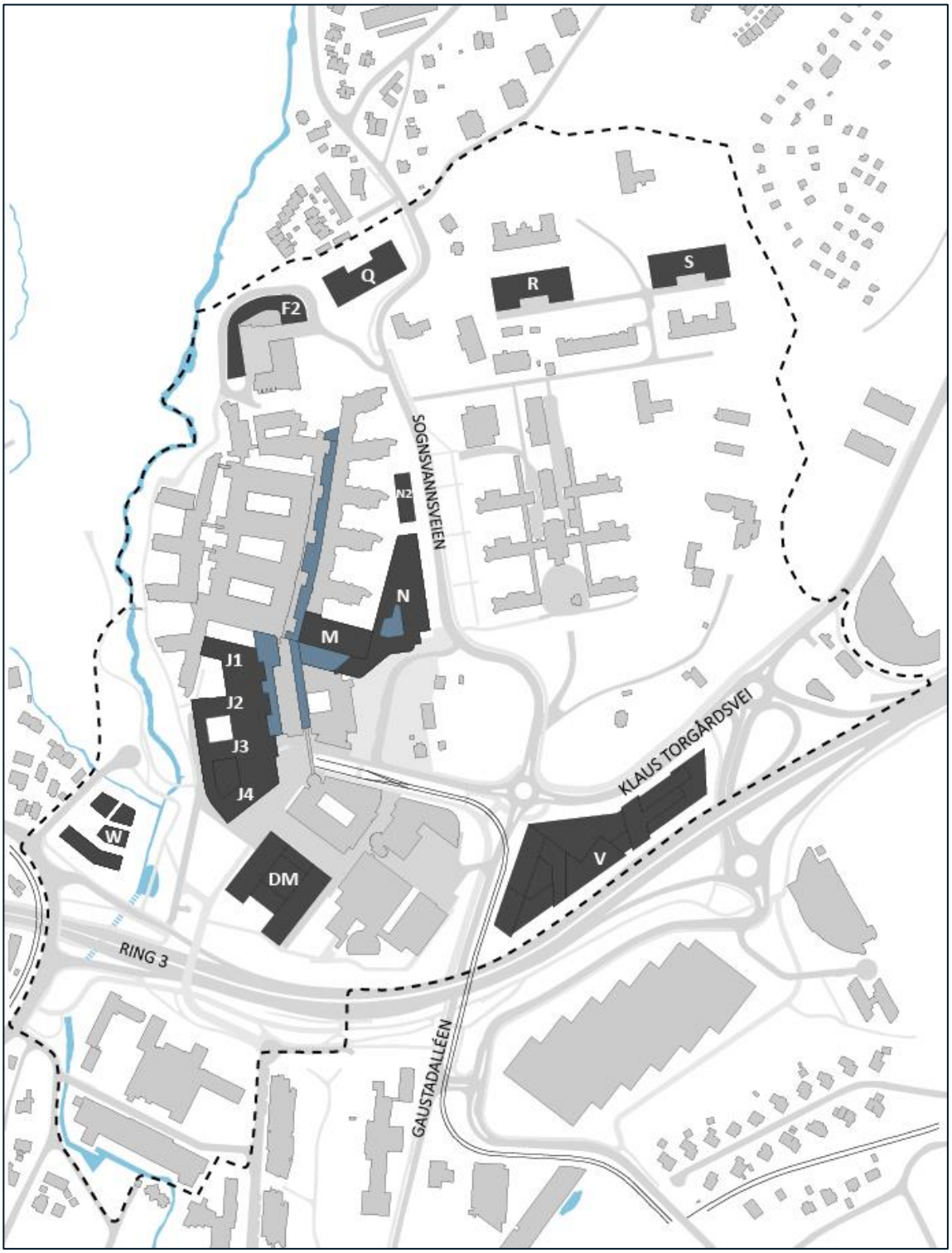
Figur 2. Planalternativ 1A.

5.1.3 Planalternativ 1B

Planalternativ 1B er utviklet etter samme hovedprinsipp som planalternativ 1A, men med byggehøyder under 42 meter. Dette fører til at fotavtrykket er større i 1B enn i 1A, og til at mer av landskapsrommet mellom Rikshospitalet og Gaustad sykehus bebygges. Som i 1A bygges parkeringskjeller under parkområdet mellom det nye og det gamle sykehuset. Byggene R, S, DM, V og W, som er avsatt til utvikling i senere etapper, er identiske i 1A og 1B.



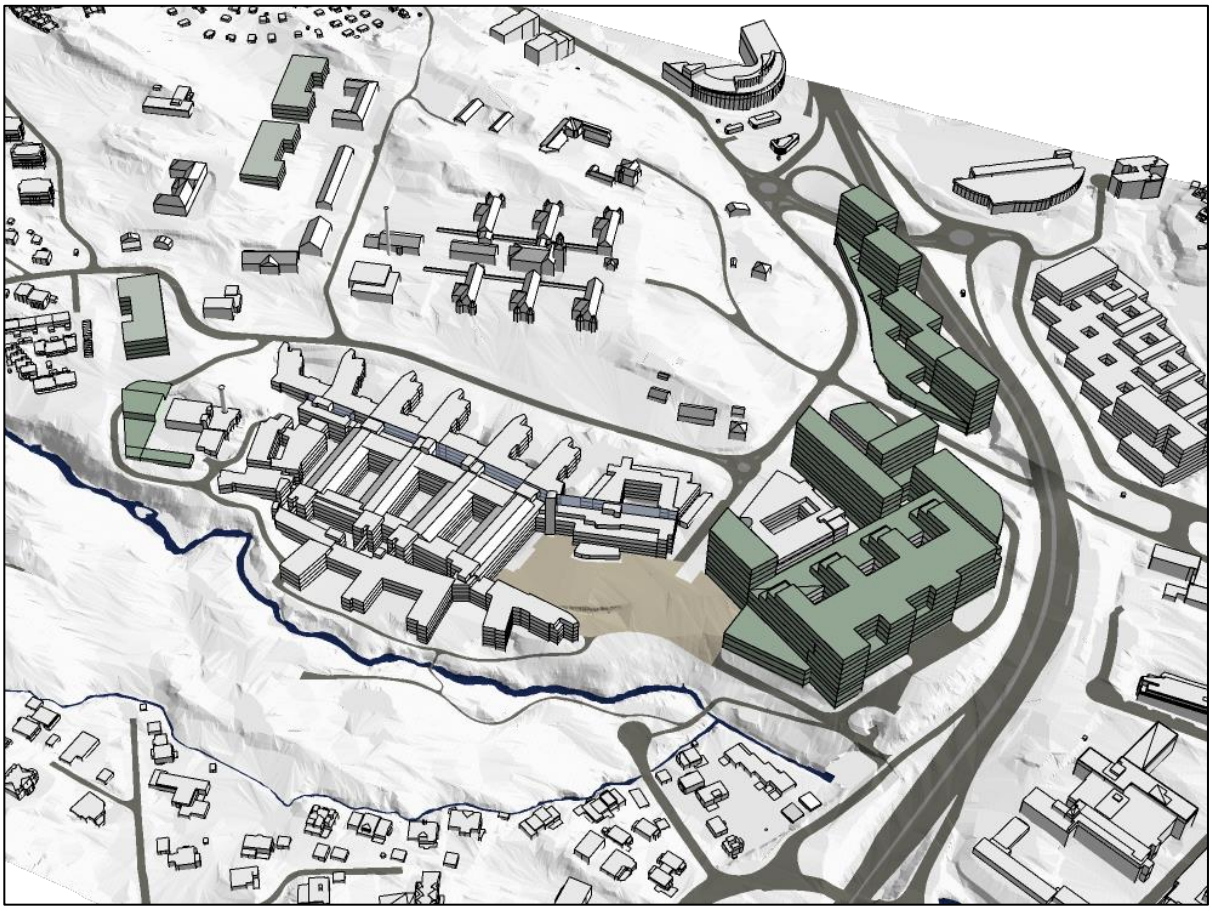
Figur 3. Volumstudie. Mørkegrønne volumer er arealer for etappe 1, lysegrønne volumer er arealer avsatt for utvikling i etappe 2. Nytt atkomsttorg er markert i brun. Planalternativ 1B (himmelretning mot øst).



Figur 4. Planalternativ 1B.

5.1.4 Planalternativ 2A

Planalternativ 2A innebærer transformasjon og nybygg sør og sørøst i planområdet, langs nordsiden av Ring 3. Ny bebyggelse bygges opp til 42 meter og legges adskilt fra det eksisterende Rikshospitalet. Store deler av bygningsmassen på dagens Domus Medica og Domus Odontologica rives for å gi plass til den nye sykehusbebyggelsen. Funksjonene i bygningene som rives reetableres i nybygg på arealene til dagens p-hus. Parkering etableres i fjellhall i området sør for Gaustad sykehus. I henhold til planprogrammet skal 2A vurderes med en forbedret forbindelse over Ring 3 mellom Forskningsparken og sykehusområdet. Dette er et undersøkelsestema som gjelder uavhengig av planalternativ. Utviklingsmuligheter i senere etapper er i byggene R og S (se Figur 5 og Figur 6).

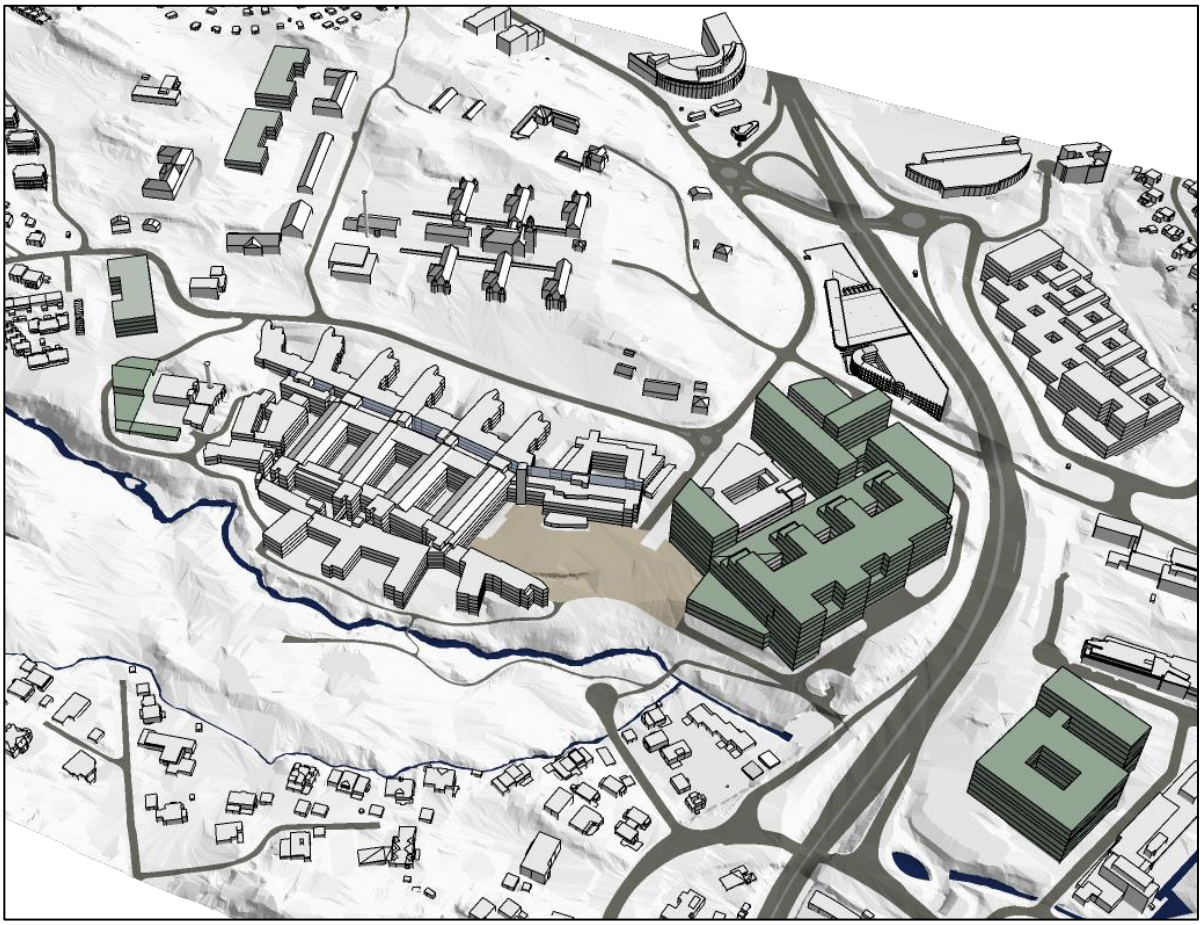


Figur 5. Volumstudie. Mørkegrønne volumer er arealer for etappe 1, lysegrønne volumer er arealer avsatt for utvikling i etappe 2. Atkomsttorget er markert i brun. Planalternativ 2A (himmelretning mot øst).

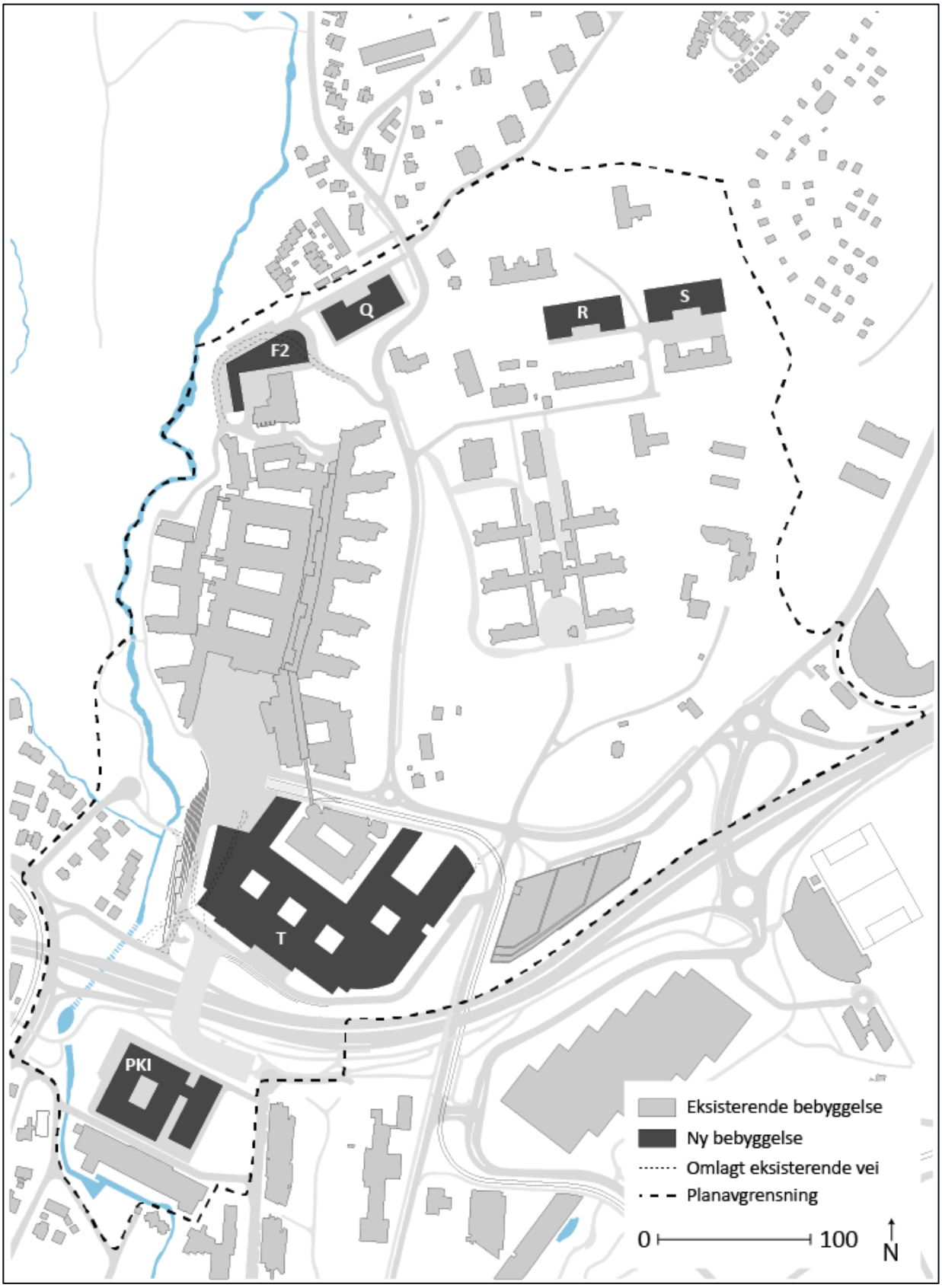
Figur 6. Planalternativ 2A.

5.1.5 Planalternativ 2B

Planalternativ 2B er utviklet etter samme hovedprinsipp som planalternativ 2A med samme makshøyde på bebyggelsen. Forskjellen mellom 2B og 2A er hvor erstatningsarealene for de bygningen som rives plasseres. I 2B plasseres disse byggene sør for Ring 3 istedenfor på dagens p-hus. Dette medfører at dagens p-hus fortsatt er i bruk. Ny parkering etableres i fjellhall sør for Gaustad sykehus som i 2A. Også her er arealer for utvikling i senere etapper avsatt i bygg R og S (se Figur 7 og Figur 8).



Figur 7. Volumstudie. Mørkegrønne volumer er arealer for etappe 1, lysegrønne volumer er arealer avsatt for utvikling i etappe 2. Atkomsttorg er markert i brun. Planalternativ 2B (himmelretning mot øst).



Figur 8. Planalternativ 2B.

6. DAGENS SITUASJON

Planområdet ligger i bydel Nordre Aker, nord for Ring 3 på grensen til Vestre Aker. Området deles naturlig av Ring 3 i sør, med en kobling over ringveien mot deler av Forskningsparken. Planområdet grenser mot Sognsvannsbekken i vest og boligbebyggelsen langs Sognsveien og Sogn haveby i øst. I tillegg omfattes en gresslette og et boligområde vest for Sognsvannsbekken. I nord grenser området mot Sognsvannsveien og Gaustadveien, med rekkehusbebyggelse 1-2 etasjer i nordvest, eneboliger og lavblokker på 4 etasjer i nordøst. Denne bebyggelsen ligger i forlengelsen av den grønne innramningen rundt Rikshospitalet og Gaustad sykehus.

Øst i planområdet finner man Gaustad sykehus, hvor sykehuset består av paviljonger på 2 etasjer. Vest i planområdet er Rikshospitalet plassert. Rikshospitalet er i hovedsak én sammenhengende bygningskropp orientert nord-sør, med hovedatkomstplass og inngang mot sør. Sør for dette ligger Universitetet i Oslos bebyggelse Domus Medica og Domus Odontologica, samt Ring 3. Videre sørover ligger Norges forskningsråds arealer som er en viktig del av innovasjonsdistriktet Oslo Science City i Oslo kommunes strategi for utvikling av kunnskapshovedstaden.

Figur 9. Planområdet markert med rød stipling.

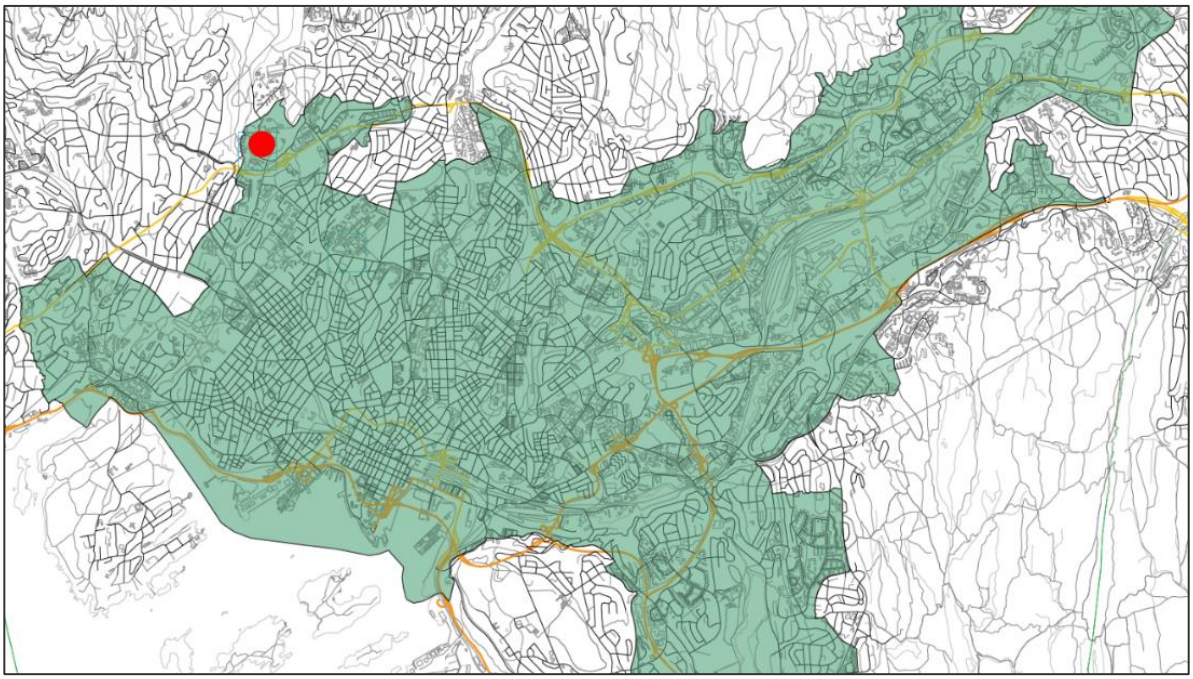
7. ENERGIFORSYNING

Bygningers energiforsyning kan løses på ulike måter. Hva som har størst teknisk-økonomisk lønnsomhet for både investeringer og drift, samt hva som er mest miljøvennlig i et livssyklusperspektiv er avhengig av flere faktorer. Lokale grunn- og klimaforhold, tomtens størrelse, infrastruktur på fjernvarme, samt kraftproduksjon (utslipp, effekt, pris og fornybarandel) er med på å sette premisser for hva som gir størst teknisk-økonomisk lønnsomhet for både investeringer og drift, samt hva som er mest miljøvennlig sett i et livssyklusperspektiv.

7.1 Fjernvarme

Fjernvarme er et energifleksibelt distribusjonssystem som muliggjør utnyttelse av ulike lokale energikilder som ellers ikke kommer til utnyttelse. Typiske energikilder er bioenergi, varmepumper, elektrisitet, og spillvarme fra industri eller avfallsforbrenning. Varmen distribueres gjennom et nett av fjernvarmerør og dekker ulike oppvarmingsformål i bygninger tilknyttet nettet.

I henhold til plan- og bygningsloven § 27-5 skal bygg som oppføres innenfor konsesjonsområdet for fjernvarme, der tilknytningsplikt for tiltaket er bestemt i plan, knyttes til fjernvarmeanlegget. Figur 10 illustrerer konsesjonsområdet i Oslo, hvor rød sirkel markerer planområdets beliggenhet.



Figur 10. Konsesjonsområdet for fjernvarme i Oslo (Fortum Varme).

Figur 11 viser aktuelle fjernvarmerør i området ved Gaustad sykehusområde. Rør ligger i dag inne i planområdet langs Klaus Torgårds vei og Gaustadalléen. UiO v/Preklinisk Institutt er tilknyttet fjernvarmenettet.

Figur 11. Fjernvarmerør i nærheten av planområdet (lysegrønn farge).

Helt eller delvis unntak fra tilknytningsplikten kan gis av kommunen i byggesaker der det kan dokumenteres at bruk av alternative løsninger vil være miljømessig bedre enn tilknytning til fjernvarme. For å vurdere om det er grunnlag for å gjøre unntak fra tilknytningsplikten må miljø-konsekvensene og utslippene fra den alternative løsningen sammenlignes med miljø-konsekvensene og utslippene fra tilknytning til fjernvarme. De miljømessige konsekvensene må vurderes i et livsløpsperspektiv. Følgende elementer skal inngå i vurderingen:

- Løsningens primærenergibruk
- Løsningens klimagassutslipp
- Andre miljøutslipp enn klimagasser og lokal luftforurensning/svevestøv

Fjernvarme gir mulighet for full varmedekning, og kan dermed planlegges som både grunnlast og spisslast. Abonnentsentralen krever lite plass og har lavt vedlikeholdsbehov.

Infrastrukturen på fjernvarmerør i området er god, og fjernvarme vurderes derfor som et aktuelt alternativ for Gaustad sykehus.

7.2 Varmepumpe med energibrønner

Varmepumpe med energibrønner er aktuelt som grunnlast i et varmesystem og for å dekke kjøle-behov, eller deler av kjølebehov, når det er aktuelt. Denne dimensjoneres med typisk 40 til 60 % varmeeffektdekningsgrad, og 85 til 95 % energidekningsgrad.

Løsningen har forholdsvis høye investeringskostnader. Arealbehovet i energisentralen blir større sammenlignet med fjernvarme, og lokal varmeinstallasjon gir høyere drifts- og vedlikeholds-kostnader. Energikostnaden blir til gjengjeld lavere. Denne løsningen gir mulighet til frikjøling mot brønnene, noe som vil kunne være gunstig for et sykehus med store kjølebehov. Bruk av energi-brønnene til frikjøling bidrar dessuten til lading av brønnene og fungerer som sesonglagring av varme.

Planområdet på Gaustad er på ca. 470 dekar. For Rikshospitalet ble det i 2004 vurdert varmepumpe med energibrønner. Dette ville da koste 25-40 millioner kroner og på grunn av husets utstrekning var det vanskelig å få dette til å lønne seg. I undersøkelsen ble det bemerket at dette kunne vært annerledes om det var blitt planlagt fra starten av (*SINTEF 2012*).

7.3 Solceller

Et solenergianlegg benytter solceller for å produsere og levere strøm til bygget. Overskuddsenergi kan eksporteres til strømnettet. Et solcelleanlegg produserer vanligvis 100-170 kWh per m^2 solcelleflate, avhengig av virkningsgraden og geografisk plassering. Planområdet er åpent, og det skal bygges i høyden. Dette gir potensiale for energiproduksjon med solceller. Potensielle utfordringer knyttet til helikoptertrafikk og vindforhold bør undersøkes med hensyn til tilgjengelige/egnede tak- og fasadearealer.

7.4 Solfanger

Termiske solfangere produserer varmt vann. En solfanger kan levere 300 til 450 kWh per m^2 solfangeroverflate i året. Som følge av store variasjoner i solinnstråling gjennom året, må solfangere kombineres med en spisslastkilde ved både varmtvannsberedning og romoppvarming. Dette kan også brukes til å komplimentere et varmepumpeanlegg som varmekilde i perioder da det ikke produseres høy nok temperatur for å utnytte varmen direkte. Sykehusbygg har normalt et høyt forbruk av varmtvann, og solfangere er derfor et naturlig alternativ å vurdere.

7.5 Bioenergi

Bioenergi er i utgangspunktet et godt alternativ for fornybar varmeproduksjon, som gir lave klimagassutslipp, men krever ressursbruk til produksjon og transport. Arealbehovet i energisentralen er større sammenlignet med fjernvarme. Brensel kommer i form av bioolje, biogass eller fast brensel. Løsningen krever oppfølging av kompetent personell til drift og vedlikehold, og varme-prisen kan også variere. En av ulempene med en slik løsning i urbane områder, er at lokale utslipp kan påvirke luftkvaliteten.

7.6 Spillvarme

I et sykehus er det normalt store mengder spillvarme tilgjengelig. Eksempler på dette er gråvann og overskuddsvarme fra prosesskjøling. Sistnevnte utgjør vanligvis en vesentlig del av kjølebehovet i sykehus. Energipotensialet ved utnyttelse av overskuddsvarme i gråvann og fra prosesskjøling er ikke vurdert i denne rapporten, men bør undersøkes videre i prosjektet.

8. UTFORMING AV ENERGISYSTEMET

Ved utforming av energisystemet i bygg vil normalt følgende punkter legge føringer for hvilke løsninger som er best egnet.

8.1 Energiforbruk

Reduksjon av energibehovet må alltid prioriteres. Første trinn er å redusere byggets varmetap uten å miste fokus på et godt inneklima og god komfort for brukerne. Varmetapet reduseres med en godt isolert, kompakt og lufttett bygningskropp, samt ventilasjon med god varmegjenvinning. Energieffektive behovsstyrte løsninger for varme, ventilasjon og belysning bør implementeres. God regulering og synliggjøring av energibruken er også et viktig element. Varmegjenvinning (prosessvann/gråvann og avkastluft) og energilagring (varme og kjøling) er andre tiltak som det bør settes fokus på i tidlig fase. Når energibehovet er redusert så mye som mulig, velges energi-forsyning – fortrinnsvis fra fornybare energikilder.

Det er alltid en drakamp mellom miljøambisjoner, investeringskostnader og driftskostnader. De kan gå på bekostning av hverandre, men kan også utfylle hverandre. I tillegg til reduksjon av energiforbruket må prosjektet prioritere den løsningen som er best mulig med tanke på forsyningssikkerhet, samfunnsøkonomi, miljøvennlighet og kostnadseffektivitet.

8.2 Forsyningssikkerhet

Forsyningssikkerhet er et samlebegrep som karakteriserer hvor sikkert det er at en sluttbruker får dekket sitt behov for energi til enhver tid. Forsyningssikkerhet kan knyttes til en rekke utenfor-liggende forhold, slik som utfall av strømnett etter uvær eller ved unntakstilstander som konflikter og krig. For kritisk infrastruktur og sykehus må anlegget samlet sett ha svært god forsynings-sikkerhet. Dette gjelder sikkerhet rundt energileveranser, men også hvor robust løsningen er med hensyn til drift og vedlikehold.

8.3 Samfunnsøkonomi

Effektiv energibruk er et viktig samfunnsmål. Energieffektivitet har betydning for miljøvirkningene av energibruk, -produksjon og –transport, og for de samlede kostnadene i energisystemet. I et samfunnsøkonomisk perspektiv er effektiv energibruk ikke nødvendigvis sammenfallende med energisparing. Bruk av energi er en forutsetning for produksjon av varer og tjenester, for viktige samfunnsstrukturer og for velferdsnivået i samfunnet. Målet om redusert energibruk bør derfor ses i sammenheng med energibruk til formål som gir høyere samfunnsnytte enn de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene. Ressursbruken gir verdiskaping når verdien av det vi lager (varer og tjenester) er større enn verdien av ressursene som benyttes, dvs. når ressursbruken er samfunnsøkonomisk lønnsom. Verdiskaping krever at energiressursene utnyttes der de gir størst verdi for samfunnet. (*Tennbakk, et al., 2014*)

8.4 Miljøvennlighet

«Et miljøvennlig energisystem innebærer at forbruk og produksjon av energi ses i sammenheng med og tar hensyn til mål knyttet til natur, miljø og klima. Både produksjon og forbruk har negative følger for miljøet, men hva slags og hvor stor miljøeffekten er, avhenger av type energi-kilde og energibærer.» (Norges offentlige utredninger, 2012*)* Miljøvennlighet kan ses i sammen-heng med hva slags primærenergikilde varme og elektrisitet kommer fra, og tilhørende utslipps-faktorer.

8.5 Kostnadseffektivitet

Kostnadseffektivitet går ut på å nå målet til lavest mulig kostnad (anskaffelse, installasjon, drift og vedlikehold).

9. RESULTATER

9.1 Energibehov

Sykehusarealer med forskjellige funksjoner har ofte stor forskjell i spesifikt energibruk. Funksjonene som arealet oppfyller, og brukstid, har stor betydning for energibruken. Målt energibruk på Rikshospitalet har for eksempel vist at enkelte områder bruker 150 kWh/m^2, mens andre bruker 750 kWh/m^2.

Energibehovet i dette kapittelet har blitt estimert ved hjelp av standardiserte normtall og erfaringstall fra lignende prosjekter for etappe 1 og 2. Brukerutstyr betraktes som en separat energiblokk, løsrevet fra bygningene. Nødvendig kjøleeffekt, og resulterende energibehov, til prosesskjøling er derfor ikke beregnet og illustrert i dette kapittelet. Tilgjengelig overskuddsvarme er ikke kjent på dette tidspunkt, og er heller ikke medtatt.

Det vil normalt være stor forskjell på beregninger med normtall og faktisk forbruk for sykehus. Gjennomsnittlig årlig energibruk for norske sykehus har blitt anslått til rundt 400 kWh/m^2, men det har også blitt oppgitt at en rekke nyere sykehusprosjekter har ambisjoner om å komme en del lavere enn dette (Sintef, NVE). Energirammekravet i TEK17 er til sammenligning 225 kWh/m^2 (265 kWh/m^2 for risikoområder). Overslagsberegningene nedenfor har derfor stor usikkerhet knyttet til seg.

Oppvarmet areal for etappe 1 er basert på bruttoareal for nybygg, gitt i revidert skisseprosjektrapport. Arealer for etappe 2 er basert på tilbakemeldinger fra arkitekt. Det er totalt areal for nybygg som benyttes.

Tabell 2: Energibehov for Gaustad sykehus.

Energibudsjett	Spesifikt energibehov kWh/m^2*år	Etappe 1 140 500 m^2 kWh/år	Etappe 1 og 2 185 500 m^2 kWh/år
1 Oppvarming	21	2 950 500	3 895 500
2 Varmtvann	30	4 215 000	5 565 000
3 Vifter og pumper	14	1 967 000	2 597 000
4 Belysning	29	4 074 500	5 379 500
5 Teknisk utstyr	47	6 603 500	8 718 500
6 Kjøling	17	2 388 500	3 153 500
Årlig netto energibehov	**158**	**22 199 000**	**29 309 000**

Med forutsetningene som er lagt til grunn tilfredsstiller Gaustad sykehus passivhuskriteriene i NS3701 og oppnår energikarakter A.

9.2 Energiløsninger

Det er i denne undersøkelsen sett på to alternativer til energiforsyning for Gaustad sykehus. Begge alternativene er vurdert for etappe 1, med et bruttoareal for nybygg på 140 500 m^2. Kjølebehov til prosesskjøling er ikke medtatt.

Alternativ 1 energiforsyning
Alternativ 1 tar for seg varmepumpe med energibrønner som grunnlast (COP_{varme}=3,5), fjern-varme som spisslast. Energidekning for varmepumpene forutsettes å være 90 % av varme-behovet, mens fjernvarme dekker resterende 10 %. Varmepumpe (ev. kjølemaskin og frikjøling) dekker hele kjølebehovet ($COP_{kjøl}$=2,5).

Alternativ 2 energiforsyning
I alternativ 2 dekker fjernvarme hele behovet til romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmt tappevann. Luftkjølte kjølemaskiner med tørrkjølere ($COP_{kjøl}$=2,5) dekker kjølebehov.

9.3 Nullutslipp og lokal energiproduksjon

I «*Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialisthelsetjenesten*» (Grønt sykehus) er det satt et langsiktig mål om å arbeide mot at nybygg skal være nullutslippsbygg.

Generelt er framgangsmåten for å oppnå energieffektive bygninger først å minimere bygningens energibehov gjennom energieffektive valg. Deretter må det velges fornybare energikilder som skal dekke det gjenværende energibehovet. For nullutslippsbygninger må bygningens fornybare energiproduksjon over året tilsvare bygningens energiforbruk over året.

Nedenfor følger et beregningseksempel som viser nødvendig grad av lokal energiproduksjon for å oppnå laveste ZEB-ambisjonsnivå, ZEB-O÷EQ (se kapittel 4.5 og ZEB-definisjoner). Generell beregningsmetodikk, samt forutsetninger om byggets levetid og utslippsfaktorer er hentet fra anvisningen «473.020 Nullutslippsbygninger (ZEB). Retningslinjer og beregningsmetoder».

Tabell 3: Levert energi, og klimagassutslipp som må veies opp ved lokal energiproduksjon for å oppnå nullutslipp.

Klimagassutslipp levetid = 60 år		Alternativ 1 Bergvarmepumpe for varme og kjøling + fjernvarme spisslast		Alternativ 2 Fjernvarme og kjølemaskin	
	* Utslippsfaktor kg CO2/kWh	Levert energi kWh/år	Tonn CO_2	Levert energi kWh/år	Tonn CO_2
Kjølemaskin, el.	0,13	-	-	955 400	7 452
Fjernvarme	0,21	731 173	9 213	7 311 735	92 128
Varmepumpe, el.	0,13	2 797 957	21 824		
Direkte el uten utstyr	0,13	6 041 500	47 124	6 041 500	47 124
Energiproduksjon for å oppnå nullutslipp			**78 161**		**146 704**

***** Utslippsfaktorene vil kunne variere en del etter hvordan de kalkuleres. Det er uenigheter og diskusjoner rundt dette i bransjen. I beregningseksempelet er det tatt utgangspunkt i utslippsfaktorer definert av forskningssenteret ZEB. Om andre faktorer legges til grunn vil også beregningene kunne gi andre resultater.

For å oppnå laveste nullutslippsnivå, må totalt utslipp fra energibruk gjennom levetiden (60 år) være lik eller mindre enn produsert fornybar energi på tomta. Beregningseksempelet nedenfor forutsetter energiproduksjon med solceller og 150 kWh/m^2 solcellepanel per år.

Tabell 4: Nødvendig energiproduksjon og solcelleareal for å oppnå nullutslipp.

	Alternativ 1	Alternativ 2
Utslipp som må dekkes av solceller, kg CO_2/år	1 302 676	2 445 061
Nødvendig energiproduksjon solceller, kWh/år	10 020 584	18 808 164
Solceller for å oppnå nullutslipp, m²	66 804	125 388
Balanse ZEB-O÷EQ	0	0

- Alternativ 1 (varmepumpe): det må installeres omtrent 67 000 m² solcellepaneler.
- Alternativ 2 (fjernvarme): det må installeres omtrent 125 000 m² solcellepaneler.

Det er pr. tidspunkt ikke kjent hvor stort tilgjengelig areal for solceller vil være, men begge alternativene i beregningseksempelet krever betydelig bruk av solceller. Nullutslipp kan derfor være utfordrende å oppnå. Høyere nullutslippsambisjoner vil kreve enda mer utstrakt bruk av solceller.

Ved nullutslippsambisjoner er det viktig å først redusere byggets energibehov i størst mulig grad. Dette kan gjøres ved å implementere en rekke passive tiltak sammen med miljøvennlig energi-forsyning og effektiv varmegjenvinning. Deretter må fornybare energikilder utnyttes. For lavest mulig klimagassutslipp anbefales energiforsyning med varmepumpe, i tillegg til utnyttelse av solenergi.

Beregningseksempelet ovenfor tar for seg det laveste ambisjonsnivået for nullutslippsbygg, ZEB-O÷EQ. Det vil si at beregningene kun omfatter energi ved bruk av bygget, minus utstyr. De omfatter dermed ikke utslipp fra materialer, produksjon av solceller, utskiftinger osv. For et komplett nullutslippsbygg må alle faktorer som medfører klimagassutslipp gjennom byggets levetid medregnes.

10. TILSKUDDSORDNINGER

10.1 Enova

Konseptutredning for innovative energi- og klimaløsninger i bygg, områder og energisystem.
Støtten går til å utrede bruken av innovative energiløsninger i en tidlig fase for et konkret prosjekt. Med innovative energiløsninger menes helt nye teknologier eller kjente teknologier brukt på andre måter eller i andre sammenhenger. Prosjektet skal bidra til økt innovasjon og læring i markedet gjennom informasjons- og kunnskapsspredning og deling av erfaringer.

Introduksjon av ny teknologi i bygg og områder.
Støtte gis til innovative løsninger i enkeltbygg og områder, samt tiltak som reduserer klimagass-utslipp. Tiltakene kan være enkeltteknologier, teknologier i samspill med hverandre og energi-systemet og forretningsmodeller knyttet til innovasjon.

Kommersiell utprøving av innovativ byggteknologi.
Støtte gis til bruk av innovative energi- og klimaløsninger som tidligere kun har vært utprøvd i mindre skala.

Varmesentraler
Støtte til varmesentraler.

11. ENERGISENTRAL

11.1 Dagens situasjon

Både Rikshospitalet og Gaustad sykehus har energiforsyning basert på strøm (elektrokjeler) som grunnlast og fyringsolje som spisslast. Varmesentralen for Gaustad sykehus er plassert i fyrhuset (bygg 09), mens teknisk sentral for Rikshospitalet ligger på nordsiden av sykehusbygget. Teknisk sentral og teknisk kulvert i dagens sykehus har ingen ledig kapasitet til å dekke nye behov ved utbyggingen.

11.2 Ny energisentral

Plassering av ny energisentral/teknisk sentral ble undersøkt i konseptrapport for Aker og Gaustad, og i revidert skisseprosjektrapport. Konseptene går ut på en ny teknisk sentral med utvidelses-muligheter for forsyning til senere etapper. Fra teknisk sentral er det foreslått å etablere ny teknisk kulvert for fremføring av teknisk infrastruktur til nye bygningsavsnitt. Plassering av tekniske føringer i kulvertsystem fremstår som en hensiktsmessig løsning med hensyn til god tilkomst til kanaler og rør, slik at effektiv drift og vedlikehold sikres, herunder effektiv feilsøking.

Kulvertsystem vil legge godt til rette for å etablere undersentraler tilpasset inndeling i bygnings-avsnitt. Dette kan være i form av rørtekniske rom i umiddelbar tilknytning til den sentrale distribusjonen. Herfra etableres underkurser tilpasset system/funksjon som betjenes, og aktuelle temperaturnivå.

Planområdet har flere mulige plasseringer av energisentralen, alt etter hvilket konsept som vurderes. Generelt bør det vektlegges at plasseringen åpner for fremtidige utvidelser av energi-sentralen, ettersom fremtidige utbyggingsetapper vil være aktuelt. Det bør også legges opp til en plassering som ikke gir unødig lange føringsveier. Dette vil være med på å redusere systemets distribusjonstap.

Arealbehov for termisk energiforsyning er svært avhengig av valg av energikonsept.

12. OPPSUMMERING

Ambisjonsnivået for energi bør fastsettes så tidlig som mulig i prosjektet. Gjennom prosess med integrert bygningsdesign anbefales det først å prioritere å redusere energibehovet så mye som mulig ved optimalisering av bygnings- og fasadeutforming. Passive tiltak bør implementeres ovenfor lokal produksjon av energi. Det bør også etterstrebes å gjenvinne mest mulig energi i bygget. Overskuddsvarme fra energikrevende prosesser ved sykehuset samt gråvann er ikke kjent på dette stadiet, men bør tas inn i energibalansen videre i prosjektet. Dette vil ha potensiale til å redusere energibehovet betraktelig.

For å nærme seg et nullutslippsbygg med hensyn til energi må det produseres energi lokalt som veier opp for energibruken i bygget, f.eks. i form av solceller. Beregningseksempelet i kapittel 9.3 tar for seg det laveste ambisjonsnivået for nullutslippsbygg, ZEB-O÷EQ. Det vil si at beregningene kun omfatter energi ved bruk av bygget, minus utstyr. De omfatter dermed ikke utslipp fra materialer, produksjon av solceller, utskiftinger og lignende. For et komplett nullutslippsbygg må alle faktorer som medfører klimagassutslipp gjennom byggets levetid medregnes. Dette vil være svært krevende å oppnå for et sykehusbygg.

Det må utredes hvor lavt klimagassutslipp fra energiforsyning skal være, men for å nærme seg «null» er det behov for solceller i stor grad både på tak og fasade.

13. REFERANSER

Helse Sør-Øst RHF, 2018. *Planprogram for Gaustad sykehus.*

Helse Sør-Øst RHF, Mai 2019. *Revidert skisseprosjekt - Nytt sykehus på Gaustad.*

Helse Sør-Øst RHF, 2018. *Videreutvikling Aker og Gaustad - Konseptfase Gaustad - Steg 1. Oslo Universitetssykehus HF.*

Helse Sør-Øst RHF, 2018. *Videreutvikling av Aker og Gaustad - Konseptrapport. Oslo universitetssykehus HF.*

Grønt sykehus, 2012. *Miljø- og klimatiltak innen bygg og eiendomsforvaltning i spesialhelsetjenesten.*

Sykehusbygg HF, 2016. *STY A-02 Sykehusbyggs miljøstrategi 2016-21.*

Direktoratet for byggkvalitet. *Byggteknisk forskrift TEK17.*

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2008. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling. Plan og bygningsloven.*

Standard Norge, 2012. *NS 3701:2012 - Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger.*

Standard Norge, 2014. *NS 3031:2014 - Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data.*

Standard Norge, 2016. *SN/TS 3031:2016 - Bygningers energiytelse - Beregning av energibehov og energiforsyning.*

Olje- og energidepartementet. *Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften for bygninger)*

ZEB, 2018. *ZEB nullutslippsbygg definisjoner* [internett]
Tilgjengelig her: http://www.zeb.no/index.php/no/om-zeb/zeb-definisjoner [Besøkt 19.11.2018]

Byggforskserien, 2017. *473.020 Nullutslippsbygninger (ZEB). Retningslinjer og beregningsmetoder.*

Fjernvarmekontrollen. *Informasjon om fjernvarme* [internett]
Tilgjengelig her: www.fjernvarmekontrollen.no [Besøkt 19.11.2018]

NVE, 2018. *Konsesjon Fortum Oslo Varme AS* [internett]
Tilgjengelig her: https://www.nve.no/konsesjonssaker/konsesjonssak?id=407&type=A-7 [Besøkt 19.11.2018]

Regjeringen, 2014. *Veileder til kommunenes planarbeid med tilknytningsplikt for fjernvarme 3.5* [internett]
Tilgjengelig her:https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Veileder-til-kommunenes-planarbeid-med-tilknytningsplikt-for-fjernvarme/id2351036/ [Besøkt 19.11.2018]

Norsk Fjernvarme, 2014. *Klimaregnskap for fjernvarme. Felles utslippsfaktorer for den norske fjernvarmebransjen – Oppdatering 2013.*

Sintef, 2012. *Energieffektive måter å oppnå funksjonskrav for sykehus.*

Norges offentlige utredninger, 2012. *Energiutredningen – verdiskaping, forsyningssikkerhet og miljø,* Oslo.

Tennbakk, B., Fiksen, K. & Fredriksen, K., 2014. *Energieffektivisering og samfunnsøkonomi.* Energi Norge.

Byggforskserien, 2004. *700.214 Renhold i sykehus og andre helseinstitusjoner.*

Bryn, I. H., Pedersen, A. J. & Gedsø, S., 2011. *Varmeløsninger og deres dekningsgrader.*

Martinez, R. et al., 2011. *Energibruk i sykehus, status over energikrevende funksjonskrav og faktisk forbruk knyttet til bygg og utstyr og muligheter for energieffektivisering,* s.l.: Innovasjonsprosjekt Lavenergisykehus.

Norges vassdrags- og energidirektorat, 2016. *Analyse av energibruk i yrkesbygg. NVE. Formålsdeling – trender og drivere.*

Enova [internett]
Tilgjengelig på: www.enova.no
[Besøkt 19.11.2018]