

NTNU Campusutvikling

Notat

Klimagassutslipp, energi og miljø



Dato: 2017-12-11

Revisjon: 3.0

Utarbeidet av: WSP Norge AS v/ Dagfinn Bell



Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra WSP Norge AS.

Notat

Tittel Utredning Klimagassutslipp	Oppdragsgiver NTNU		
Oppdragsleder Arnt Ove Okstad	Oppdrag NTNU Campus – Energi og miljø		
Forfatter / sign Dagfinn Bell	Oppdrag nr. 1736004	Notat nr. 01	Rev. nr 03
Godkjent av / sign Dagfinn Bell	Dato 2017-12-11		Antall sider 22

Innhold

1	Introduksjon og bakgrunn	4
1.1	Arbeidsmetodikk	4
1.2	Utredningskrav – Planprogram	4
1.3	Fysisk Plan – avgrensning av planområde	5
2	Ambisjoner for klimagassutslipp, energi og miljø	5
2.1	NTNU: Kvalitetsprogram NTNUs campusutvikling 2016 – 2030	6
2.2	Trondheim kommune: Mål for utbygging av Trondheim bycampus	7
2.3	Brev fra Kunnskapsdepartementet til NTNU	7
2.4	Stortingsinnstilling 87 S (2016-17)	7
2.5	Oppsummert ambisjonsnivå klimagassutslipp, energi og miljø	8
3	Planalternativene i Fysisk Plan	8
4	Vurdering av alternativene – innspill til Fysisk Plan	9
4.1	Alternativ 1	10
4.2	Alternativ 2	12
4.3	Alternativ 0	13
5	Tema for videre utredning	14
5.1	Klimagassregnskap – metodikk	14
5.2	ZEN – definisjon, nivåer, innhold og systemgrenser	15
5.3	Energibehov	17
5.4	Energidistribusjon	18
5.5	Energiproduksjon	20
5.6	Materialbruk	20
6	Veien videre – miljøambisjoner i Campusutviklingen	21
7	Kilder	22
7.1	Skriftlige	22
7.2	Personer	22

1 Introduksjon og bakgrunn

Dette notatet er en oppsummering av det arbeidet som er gjort rundt temaet «bærekraft, klimagassutslipp, energi og miljø» i forbindelse med utarbeidelse Fysisk plan for samlokalisert Campus NTNU og forslag til Planprogram.

I utgangspunktet var formatet tenkt som en konsekvensutredning, men gitt detaljeringsnivået på bygningsmassen i Fysisk plan har det i stedet blitt et mer generelt notat med følgende tema:

- Diskusjon av ambisjonsnivå for energi og miljø med utgangspunkt i førende dokumenter
- Vurdering av klimagassutslippet for de tre alternativene for utviklingen av Campus vist i Fysisk plan – alternativ 1, alternativ 2 og alternativ 0
- Diskusjon av viktige energi- og miljøtema i forbindelse med utviklingen av Campus
- Forslag til hvordan ønsket ambisjonsnivå videreføres i Campusprosjektet.

1.1 Arbeidsmetodikk

Notatet er resultatet av en prosess som har involvert:

- Gjennomgang av eksisterende dokumenter fra Campusprosjektet
- Faglitteratur på området
- Deltagelse i prosjektmøter i Fysisk plan
- Involvering av relevante fag- og forskningsmiljø på NTNU gjennom møter og innspill
- Møter, innspill og diskusjoner med NTNUs miljørådgiver og fagressurser hos Campusservice
- Møter, innspill og diskusjoner med ZEN (Zero Emission Neighbourhoods in Smart Cities)

1.2 Utredningskrav – Planprogram

En konsekvensutredning skal fremskaffe nødvendige og beslutningsrelevant kunnskap om positive og negative miljø- og samfunnsmessige konsekvenser av planalternativene og gi grunnlag for å vurdere avbøtende tiltak og vilkår.

Konsekvensene av planalternativene vurderes opp mot løvbestede og forskriftsfestede krav, NTNU og Trondheim kommunes retningslinjer, mål og overordnede rammer for prosjektet, samt relevante nasjonale mål.

I planprogrammet er det spesifisert følgende for tema klimagassregnskap:

Temaet skal utredes på et overordnet nivå med gjennomgang av miljøfaktorer som påvirker klimagassutslipp fra energi, materialer og transport. Videre skal det redegjøre for virkningen av alternativene med sikte på å nå et mål om lave klimagassutslipp i et livsløpsperspektiv.

Gitt at en i Fysisk Plan bare viser alternative plasseringer av de samme volumene/funksjonene er det rimelig å anta at bygningsarealer, volumer, materialkvaliteter, energibehov og energiproduksjon vil være helt likt for alle planalternativene gitt at krav til byggene er identisk. Det betyr at de kvalitative vurderingene av alternativene stort sett vil dreie seg om energiforsyning og muligens transport og utredningen vil være svært overordnet på dette stadiet.

1.3 Fysisk Plan – avgrensning av planområde

Det er utarbeidet en Fysisk Plan for samlokalisering av NTNU hvor tre forskjellige planalternativ er utredet. Dette notatet gjelder for området som er angitt innenfor planavgrensningen og for de tre alternativene som foreligger.



Figur 1 Planområdet. (Illustrasjon fra tidlig utgave av Fysisk Plan, KOHT)

2 Ambisjoner for klimagassutslipp, energi og miljø

Det er ikke utarbeidet en egen miljøplan eller eget dokument hvor ambisjoner for klimagassutslipp og energikrav er definert i prosjektet så langt. Det vil være naturlig at dette kommer som et resultat av bearbeiding av de 3 delprosjektene som pågår nå:

1. Fysisk plan forsamlet campus i Trondheim
<https://www.ntnu.no/web/campusutvikling/fysisk-plan>
2. Kartlegging og konseptutvikling
<https://www.ntnu.no/web/campusutvikling/kartlegging>
3. Faglig lokalisering i samlet campus i Trondheim
<https://www.ntnu.no/web/campusutvikling/faglig-lokalisering>

Både NTNU og Trondheim kommune har vedtatt overordnede kvalitetsdokumenter hvor det er definert bærekraftsmål og ut fra disse kan en finne et ambisjonsnivå:

- NTNU: Kvalitetsprogram NTNUs campusutvikling 2016 – 2030
https://www.ntnu.no/documents/1268425101/1269933790/NTNU+Kvalitetsprogram_vedtatt+print/5cd94167-a498-49cd-96b4-761e00696107
- Trondheim kommune: Mål for utbygging av Trondheim bycampus
https://innsyn.trondheim.kommune.no/motedag/render_behandling_pdf?behid=1003384171

I tillegg har både regjering og storting sagt noe om bærekraftsambisjoner i følgende dokument:

- Brev fra Kunnskapsdepartementet til NTNU
<https://www.ntnu.no/documents/1268425101/1269933790/Campus+NTNU%281%29.pdf/287a5f4d-4345-4e62-8e5e-53b55b8ae9d2>
- Stortingsinnstilling 87 S (2016-2017)
<https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Innstillinger/Stortinget/2016-2017/inns-201617-087s/>

Til slutt har Trondheim kommune vedtatt ny kommunedelplan for energi og klima:

- Kommunedelplan for energi og klima 2017 – 2030
https://innsyn.trondheim.kommune.no/motedag/render_behandling_pdf?behid=1003382348

2.1 NTNU: Kvalitetsprogram NTNUs campusutvikling 2016 – 2030

I kvalitetsprogrammet er bærekraft 1 av 6 overordnede kvalitetsprinsipp:

1. Samlende
2. Urban
3. Nettverk av knutepunkt
4. Effektiv
5. Bærekraftig
6. Levende laboratorium

2.1.1 Bærekraftig

Campus er i front med miljøvennlige løsninger

Suksesskriterier:

- Campus er energieffektiv og har lavt karbonfotavtrykk
- Campus har effektiv og grønn transport og mobilitet
- Campus har god holdbarhet og miljøvennlige livsløp

Gjennom utvikling og bruk av campus vil NTNUs kompetansemiljøer flytte kunnskapsfronten for bærekraftige bygninger og campusområder.

Campus skal være energieffektiv, ha lave drivhusutslipp og et lavt samlet karbonfotavtrykk. Teknisk infrastruktur skal danne et helhetlig integrert system med gode muligheter for effektivisering og optimalisering. I forbindelse med utbygging skal transportarbeidet til og fra campusområder minimaliseres ved god logistikkplanlegging og konsentrert utbygging.

Persontransport og mobilitet til og fra campus skal være miljøvennlig og helsefremmende. Gående, syklende og reisende med kollektivtransport skal prioriteres, det skal være lett å velge gange eller

sykling når man skal bevege seg på campus. Det skal etableres areal som bidrar til at digital kommunikasjon velges fremfor reising som er lite bærekraftig.

Bygninger og infrastruktur skal være holdbare med lang levetid og tilpasningsdyktighet for endrede behov. Campus skal basere seg på resursvennlig livsløp som minimaliserer vare- og materialflyt og utnytter varer og materialer maksimalt før de avhendes. Gjenbruk og omdanning av eksisterende bygningsmasse skal prioriteres. Grønne lunger, parkdrag og kulturarv skal ivaretas og integreres i campusutviklingen.

2.2 Trondheim kommune: Mål for utbygging av Trondheim bycampus

Trondheim kommunes fire hovedmål er gitt slik:

1. Utvikle et attraktivt og levende bycampus
2. Skape et bærekraftig bymiljø
3. Styrke sosial bærekraft og folkehelse
4. Utvikle samarbeidet

2.2.1 Bærekraftig bymiljø

- Det er et premiss at personbiltrafikken på hovedvegnettet og i boligater ikke skal øke. Persontrafikk skal i størst mulig grad skje som gange, sykling og kollektivreise.
- Fremkommelighet for gående og syklende skal prioriteres i bycampus.
- Fremkommelighet for kollektivtrafikken skal tilfredsstillende vedtatte mål.
- Arbeidsplassparkeringen i bycampus skal reduseres.
- Flom som følger av ekstremvær skal forebygges.

2.3 Brev fra Kunnskapsdepartementet til NTNU

I brev til NTNU fra Kunnskapsdepartementet datert 6. juni 2016 er bærekraft, energieffektivitet og miljøkrav særlig nevnt:

Universitetsarealer bør ha god teknisk kvalitet, være tilpasset virksomhetens behov og være fleksible for å kunne møte endringer framover i tid. Investering i campus NTNU bør resultere i gode løsninger med hensyn til livssyklus-kostnader, energieffektivitet og andre miljøkrav. Kunnskapsdepartementet støtter universitetets ambisjoner for prosjektet om å flytte kunnskapsfronten i Norge for bærekraftige bygninger og campusområder.

Effektiv bruk av arealer er et sentralt virkemiddel både i et klimaperspektiv og et samfunnsøkonomisk perspektiv. Areal effektivitet i eksisterende og nye arealer er viktig også for campusprosjektet i Trondheim.

2.4 Stortingsinnstilling 87 S (2016-17)

Representantforslag fra stortingsrepresentant Rasmus Hansson om å gjøre ny campus for NTNU til en spydspiss for bærekraftsløsninger, behandlet i kirke-, utdannings- og forskningskomiteen med følgende innstilling til vedtak:

- I Stortinget ber regjeringen legge til rette for at den nye campusen på NTNU utvikles med ambisiøse miljøløsninger inkludert bygningsmasse som produserer mer energi enn den bruker, utslippsfrie transportløsninger og annen infrastruktur som kan stimulere til både ny forskning og nye arbeidsplasser.

- II Dokument 8:128 S (2015–2016) – om Representantforslag fra stortingsrepresentant Rasmus Hansson om å gjøre ny campus for NTNU til en spydspiss for bærekraftsløsninger – vedlegges protokollen.

Dette ble vedtatt i stortinget etter en diskusjon hvor bla. følgende momenter ble lagt fram av Statsråd Torbjørn Røe Isaksen:

- I visjonsrapporten «NTNU 2060 Visjoner for campusutvikling» har universitetet trukket opp hovedlinjer for miljøambisjonen. Visjonen er en bygningsmasse som samlet er på nullenerginivå.
- Kunnskapsdepartementet har klare krav til prosjektet når det gjelder effektive og fleksible bygninger
- Samling av fagmiljøene rundt Gløshaugen er i seg selv også et miljøtiltak som bidrar til redusert CO₂-utslipp gjennom kortere avstander og lettere tilgang til kollektivtransport
- Foreløpige anslag viser at miljøtiltak som innebærer nullutslipp, kan utgjøre 10–15 pst. i økte kostnader på kostnadsrammen for campusprosjektet. Planlegging av campus NTNU er ennå i en tidlig fase, og satsing på bærekraftige tiltak må derfor vurderes i en helhet, sett i sammenheng med ambisjonene for klimautslipp, utvikling på teknologi- og miljøfeltet og samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

2.5 Oppsummert ambisjonsnivå klimagassutslipp, energi og miljø

Med bakgrunn i ovennevnte har en løftet ut følgende ambisjonsnivå for NTNUs Campusutvikling:

NTNU Campus skal ha et lavt klimafotavtrykk, utvikles som en nullutslippscampus (ZEN) og legge til rette for utslippsfri transport. Campus skal bidra til å øke det biologiske mangfoldet og gi attraktive utearealer for nærmiljøet. Nye bygg skal være nullutslippsbygg (ZEB). Campus skal være energieffektiv med stor fleksibilitet knyttet til energidistribusjon. Dette åpner for at eksisterende bygningsmasse ved Campus kan utnyttes for at en skal kunne optimalisere energiproduksjon og energiforbruk på områdenivå.

3 Planalternativene i Fysisk Plan

I Fysisk Plan for samlokalisering av NTNU er det utredet tre forskjellige planalternativ:

- Alternativ 1:** En videreutvikling av vinnerkonseptet fra konkurransen – «Veien videre». Ny bebyggelsen legges langs Klæbuveien med tydelige knutepunkter i nord og sør. I nord omkranser bebyggelsen Elgeseter park og Høgskoleparken, i sør bygges Hesthagen. Klæbuveien aktiveres som universitetsgate med utadrettede fasader og aktiviserende program.
- Alternativ 2:** En variant av vinnerkonseptet. Alternativet fokuserer på en utvidelse vestover fra eksisterende campus på Gløshaugen og østover fra medisinmiljøene på St. Olav. Alternativet viser mindre bygging i park, og i fredet sone. Elgeseter park bygges ikke.
- Alternativ 0:** Utnyttelse innenfor planavgrensningen som ikke bygger i park, og som belager seg på allerede regulerte tomter fra KPA som ansees relativt uproblematisk. For å oppnå tilstrekkelig areal som tilfredsstillende forutsetningene er det nødvendig å forskyve utviklingen til den sørlige utløperen av området.

De tre alternativene er vist Figur 2. Her er det også vist mulige arealer for de forskjellige områdene, samt eierstruktur på aktuelle tomter.



Figur 2 Planalternativer presentert i Fysisk Plan. (Illustrasjon fra presentasjon av Fysisk Plan, KHOT)

4 Vurdering av alternativene – innspill til Fysisk Plan

Klimagassutslipp vurderes i et livsløpsperspektiv hvor en ser på utslippet fra transport, materialbruk og energibruk gjennom hele levetiden for prosjektet.

Det er rimelig å anta/forutsette at arealer, volumer, materialkvalitet, energibehov og energiproduksjon vil være det samme for alle planalternativene gitt at en i Fysisk Plan stiller de samme kravene til disse egenskapene/kvalitetene ved byggene uavhengig av lokasjon.

Faktorer hvor en vil kunne se en forskjell mellom alternativene og som har betydning for klimagassutslippet, og som må vurderes:

- Energiforsyning
- Samlet campus
- Geotekniske forhold
- Utbyggingsrekkefølge

Energiforsyning

Det er fordelaktig å ligge innenfor konsesjonsområde slik at en kan utnytte den fleksibiliteten det gir å forsynes fra/levere til NTNU sine energinett (el, varme og kjøling). Her vil det være forskjell mellom alternativene og dette må vurderes for hvert alternativ. Temaet må også utredes videre i de neste planleggings-/prosjekteringsfasene.

Samlet campus

Det er gunstig for transport, mobilitet og arealeffektivitet at campus er mest mulig samlet, og alle disse forholdene har betydning for klimagassutslippet. Her vil det kunne være en forskjell mellom alternativene, både med tanke på hvor samlet ny bebyggelse er i seg selv, men først og fremst hvor samlet hele campus blir/oppleves. Temaet må uansett utredes nærmere i de neste planleggings-/prosjekteringsfasene.

Geotekniske forhold

Krevende geotekniske forhold vil kunne medføre økt materialbruk i forbindelse med fundamentering (stål og betong, som begge har store CO₂ kostnader). Dette vil være viktig for klimagassutslippet, og plassering av bygg og bygningstype på de forskjellige tomtealternativene vil ha en betydning.

Gitt detaljeringsgraden i planalternativene er det vurdert å være vanskelig å skille mellom alternativene på dette kriteriet, men det er en viktig problemstilling som må belyses i de neste planleggings-/prosjekteringsfasene.

Utbyggingsrekkefølge

Det vil være gunstig å bygge ut nærmest eksisterende infrastruktur først for å få til lavere utslipp i bygge-/anleggsperioden ved å kunne knytte seg til el- og varmenett slik at ny fornybar energi kan benyttes i byggeperioden. Etter hvert som en bygger utover vil så nettet utvides og fordelene videreføres. Det er ikke gjort noen vurdering av utbyggingsrekkefølgen mellom alternativene, men dette må utredes nærmere i de neste planleggingsfasene.

4.1 Alternativ 1

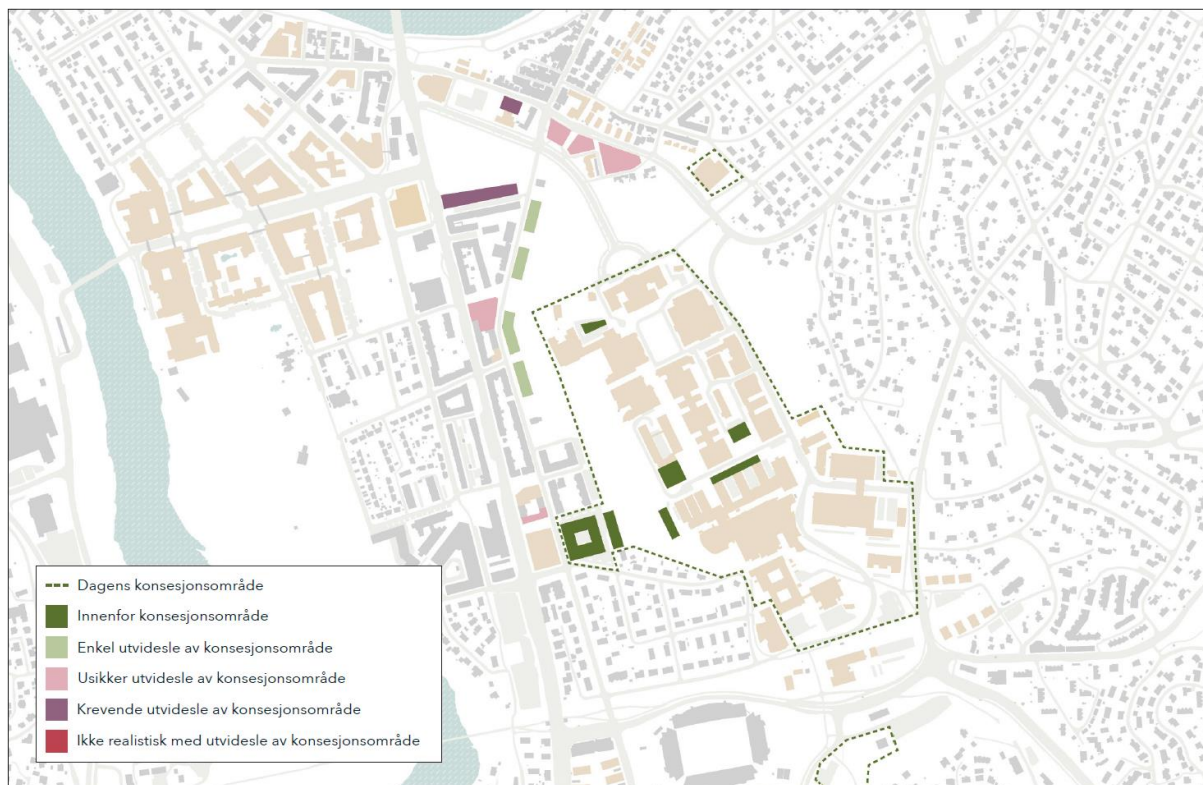
I alternativ 1 legges ny bebyggelse langs Klæbuveien med tydelige knutepunkter i nord og sør. I nord omkranser bebyggelsen Elgeseter park og Høgskoleparken, i sør bygges Hesthagen.

4.1.1 Energiforsyning

I Figur 3 er alternativ 1 vist i forhold til NTNU sitt konsesjonsområde for høyspent el. (på selve Gløshaugen platået har NTNU også egne nærvarmenett for oppvarming og sløyfe for kjøling). Videre er det gjort en grov vurdering av mulighetene for å utvide konsesjonsområdet:

Enkel utvidelse	Utvidelse på område som NTNU eier og som i dag ikke er bebygd. Det er rimelig å anta at en kan benytte samme argumentasjon for utvidelse som ved utvidelsen i 2016. En er fortsatt avhengig av søknad til NVE og samarbeid med Trønderenergi nett.
Usikker utvidelse	Utvidelse på område som ligger tett inntil dagens konsesjonsområde (eller enkel utvidelse) og hvor det er få tekniske hindringer tilstede. Avhengig av søknad til NVE og samarbeid med Trønderenergi nett.
Krevende utvidelse	Utvidelse på område som ligger i nærhet til dagens konsesjonsområde (eller enkel utvidelse), men hvor det er betydelig større tekniske hindringer. Avhengig av søknad til NVE og samarbeid med Trønderenergi nett.
Ikke realistisk utvidelse	Utvidelse på område som ligger langt fra dagens konsesjonsområde og som krever kryssing av Elgeseter gate. Lite realistisk at en vil kunne inkorporere dette i NTNU sitt konsesjonsområde for el og eksisterende nærvarme.

Ved å legge ny bebyggelse innenfor NTNUs eget konsesjonsområde vil en ha større mulighet for å få til en optimal distribusjon av energi på Campus, slik at overskuddsenergi (både varme, kjøling og el) kan flyttes mellom byggene uavhengig av «prisstruktur» og de enkelte byggene og tilhørende energiproduksjon (ZEB krav) vil kunne optimaliseres for hele campus (ZEN krav). Videre vil NTNU kunne utjevne egne effekttopper ved å benytte seg av lagring i nettene sine (både el og termisk) og dermed også bedre balansen mot det eksterne el nettet (Trønderenergi) og fjernvarmenettet (Statkraft Varme).



Figur 3 Alternativ 1 vist i forhold til NTNUs konsesjonsområde for høyspent el og en overordnet/grov vurdering av mulige utvidelser av dette. Jo større andel av ny bebyggelse som legges innenfor dette området jo bedre. (Illustrasjon fra Fysisk Plan, KOHT)

Nybygg i alternativ 1 fordeler seg slik mellom områdene:

- 41 % innenfor dagens konsesjonsområde
- 23 % på «enkel utvidelse»
- 26 % på «usikker utvidelse»
- 9 % på «krevende utvidelse»
- 0 % på «ikke realistisk»

Dette er det mest gunstige alternativet og vil således slå positivt ut for energiforsyning og også for totalt klimagassutslipp for campus i forhold til de øvrige alternativene.

4.1.2 Samlet campus

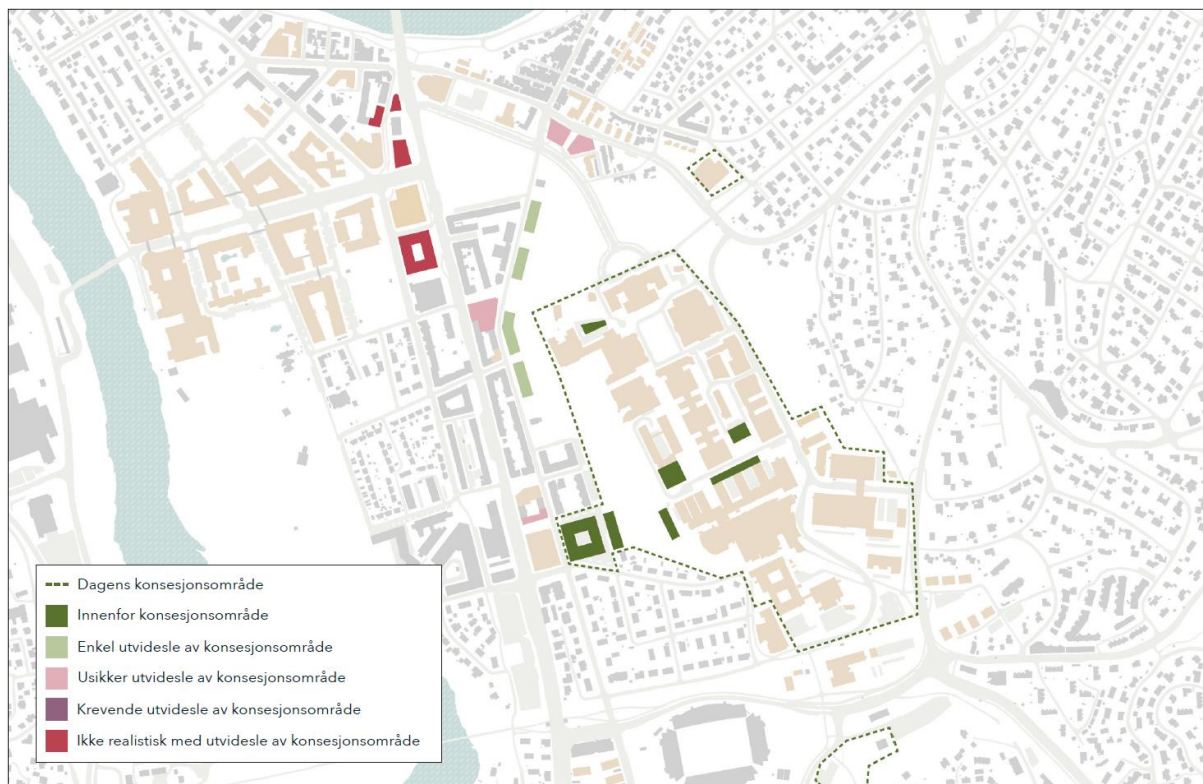
Ny bebyggelse i alternativ 1 er i stor grad enten lagt til Gløshaugen platået eller langs Klæbuveien, bebyggelsen er noe spredt, men konsentrert i «klynger» og i nær tilknytning til eksisterende campus på Gløshaugen. Dette vil være gunstig med tanke på transport, mobilitet og arealeffektivitet. Det er vanskelig å si om dette gir en klimagassutslippsfordel i forhold til de øvrige alternativene, men trolig er det noe mer gunstig enn alternativ 0.

4.2 Alternativ 2

Alternativ 2 er en variant av vinnerkonseptet hvor en fokuserer på en utvidelse vestover fra eksisterende campus på Gløshaugen og østover fra medisinmiljøene på St. Olav. Alternativet viser mindre bygging i park, og i fredet sone og Elgeseter park bebygges ikke.

4.2.1 Energiforsyning

I Figur 4 alternativ 1 vist i forhold til NTNU sitt konsesjonsområde for høyspent el. (på selve Gløshaugen platået har NTNU også egne nærvarmenett for oppvarming og sløyfe for kjøling).



Figur 4 Alternativ 2 vist i forhold til NTNUs konsesjonsområde for høyspent el og en overordnet/grov vurdering av mulige utvidelser av dette. Jo større andel av ny bebyggelse som legges innenfor dette området jo bedre. (Illustrasjon fra Fysisk Plan, KOHT)

Nybygg i alternativ 2 fordeler seg slik mellom områdene:

- 41 % innenfor dagens konsesjonsområde
- 14 % på «enkel utvidelse»
- 18 % på «usikker utvidelse»
- 0 % på «krevende utvidelse»
- 27 % på «ikke realistisk»

Dette er mindre gunstig enn for alternativ 1, men samtidig mer gunstig enn alternativ 0. Alternativ 2 er således det nest mest gunstige alternativet.

4.2.2 Samlet campus

Ny bebyggelse i alternativ 2 er lagt til Gløshaugen platået, langs Klæbuveien, og i nærhet til campus Øya (St. Olavs). Bebyggelsen er litt mer konsentrert enn for alternativ 1 og knyttes opp mot både

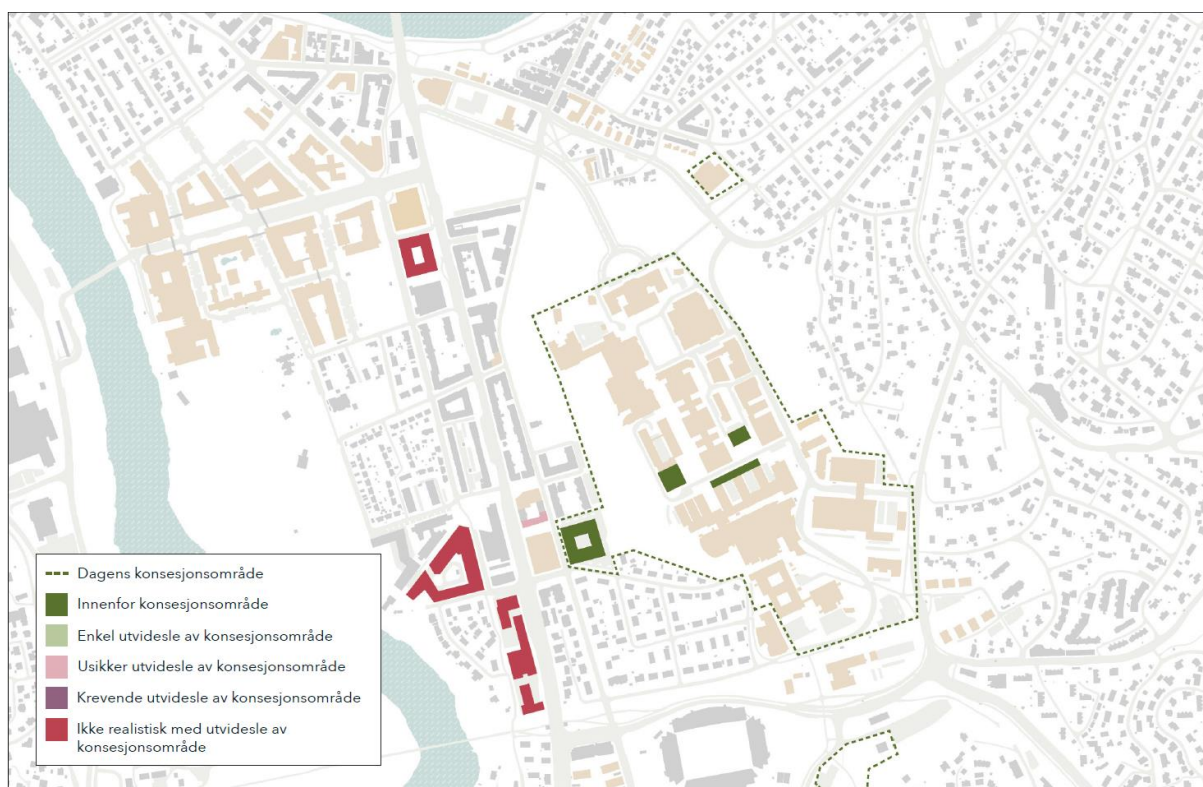
campus Gløshaugen og campus Øya. Dette vil være gunstig med tanke på transport, mobilitet og arealeffektivitet. Det er vanskelig å si om dette gir en klimagassutslippsfordel i forhold til de øvrige alternativene, men trolig er også alternativ 2 noe mer gunstig enn alternativ 0.

4.3 Alternativ 0

Alternativ 0 viser en utnyttelse innenfor planavgrensningen som ikke bygger i park, og som belager seg på allerede regulerte tomter fra KPA som ansees relativt uproblematisk.

4.3.1 Energiforsyning

I Figur 5 alternativ 1 vist i forhold til NTNU sitt konsesjonsområde for høyspent el. (på selve Gløshaugen platået har NTNU også egne nærvarmenett for oppvarming og sløyfe for kjøling).



Figur 5 Alternativ 0 vist i forhold til NTNUs konsesjonsområde for høyspent el og en overordnet/grov vurdering av mulige utvidelser av dette. Jo større andel av ny bebyggelse som legges innenfor dette området jo bedre. (Illustrasjon fra Fysisk Plan, KOHT)

Nybygg i alternativ 0 fordeler seg slik mellom områdene:

- 27 % innenfor dagens konsesjonsområde
- 0 % på «enkel utvidelse»
- 3 % på «usikker utvidelse»
- 0 % på «krevende utvidelse»
- 71 % på «ikke realistisk»

Alternativ 0 vurderes som det minst gunstige alternativet da det meste av den nye bygningsmassen vil ligge utenfor NTNUs egen infrastruktur for energi og dermed blir samspillet med eksisterende campus dårlig.

4.3.2 Samlet campus

Ny bebyggelse i alternativ 0 er i stor grad lagt til området rundt Teknobyen på vestsiden av Elgesetergate i tillegg til noe konsentrert bebyggelse i Hestehagen, på Gløshaugen platået og ved campus Øya (St. Olavs). Den nye bebyggelsen er mer konsentrert enn for de andre alternativene, men ligger lenger unna eksisterende campusområder. Dette er ikke nødvendigvis gunstig med tanke på transport, mobilitet og arealeffektivitet, og ut fra et klimagassutslippsperspektiv er alternativ 0 vurdert å være mindre gunstig enn de øvrige alternativene.

5 Tema for videre utredning

I tillegg til å vurdere klimagassutslippet og energisituasjon for de forskjellige planalternativene presentert i Fysisk Plan har det dukket opp temaer som enten er av en mer overordnet art, eller som det ikke vil være hensiktsmessig å utrede i særlig detalj på dette stadiet i utbyggingen.

Tema som har vært diskutert og som det har kommet innspill på i prosessen så langt:

- Klimagassregnskap – metodikk
- ZEN – definisjon, nivåer, innhold og systemgrenser
- Energibehov
- Energidistribusjon
- Energiproduksjon
- Materialbruk

Dette er på ingen måte en uttømmende liste over aktuelle tema med tanke på energi og miljø og flere vil helt sikkert dukke opp i det videre utredningsarbeidet i de neste fasene.

5.1 Klimagassregnskap – metodikk

Det er etter hvert etablert en «bransjestandard» for å lage et klimagassregnskap for byggeprosjekt, i stor grad med utgangspunkt i arbeidet i ZEB og konkretisert gjennom Statsbyggs www.klimagassregnskap.no. Dette «formaliseres» nå gjennom at det kommer en egen Norsk Standard, men «kompliseres» litt ved at tjenesten www.klimagassregnskap.no avvikles.

Hvordan kan en best overføre/videreføre denne metodikken for områdeutvikling?

Asplan Viak har utviklet en metode for å regne på dette (<https://www.asplanviak.no/klimavurdering-pa-omradeniva/>).

NTNU har/utvikler metoder for både å rapportere og styre klimagassutslippet for eksisterende Campus.

NTNU har svært gode forsknings- og fagressurser på området og det er også et tematisk satsningsområde gjennom NTNU Bærekraft.

Utslippsfaktorer

For selve byggene og byggeprosessen kan eksisterende metodikk for bygg være ok, men NTNU har endel forutsetninger knyttet til eksisterende infrastruktur og bygningsmasse, samt utslippsfaktorer for energi, fjernvarme, biogene CO₂-utslipp mm, som bør være konsistent i beregningene. Dette gjør at utslippsfaktorer kan variere i forhold til andre standarder/organisasjoner/metoder.

5.2 ZEN – definisjon, nivåer, innhold og systemgrenser

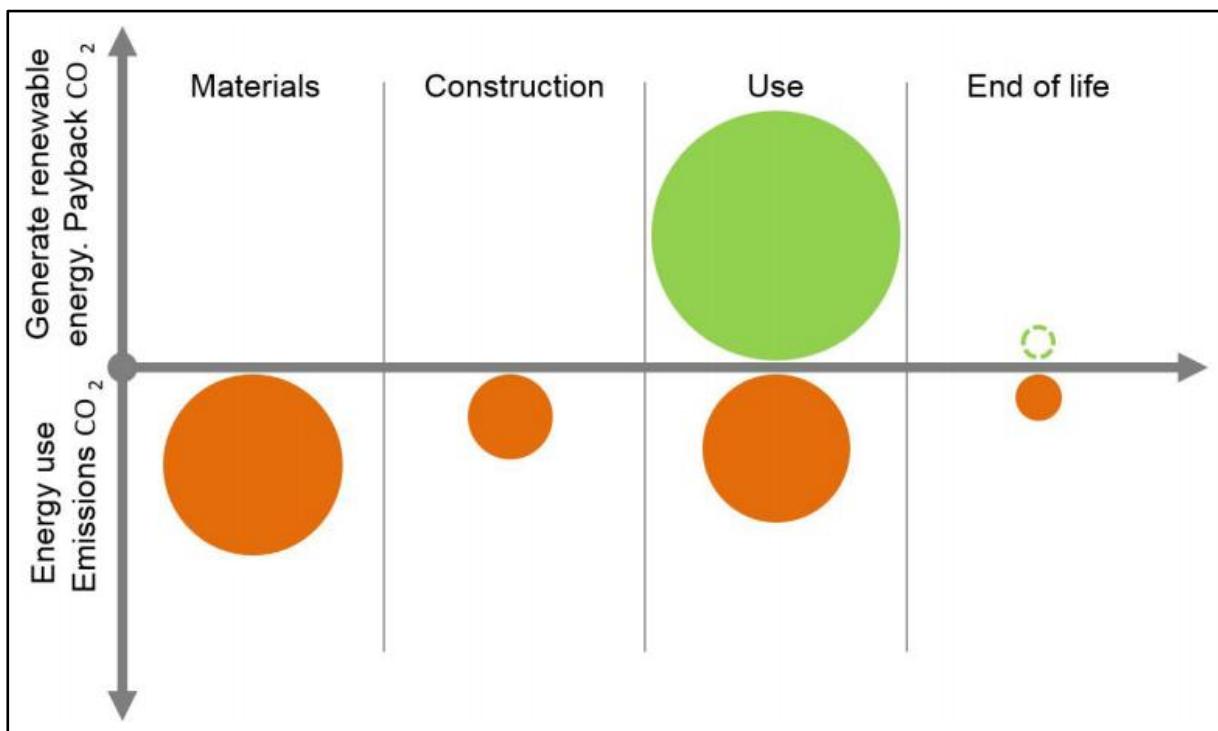
Det er en overordnet målsetning om at Campus skal være energieffektiv og ha et lavt karbonfotavtrykk og utvikles som en ZEN campus. Det vil si at campus skal utvikles som et Zero Emissions Neighborhood, men hva betyr det? Hva er innholdet i ZEN, hvilke definisjoner nivåer og systemgrenser gjelder?

Som et ledd i denne målsetningen er Campus en pilot i ZEN prosjektet gjennom å være en del av kunnskapsaksen i Trondheim, og gjennom arbeidet i ZEN vil en etter hvert få gode svar på disse spørsmålene. Utviklingen av campus skjer parallelt med arbeidet i ZEN og en er derfor avhengig av å lage definisjoner i forkant av de endelige for å ha noe å styre etter og måle i forhold til.

Det vil være naturlig å spille på den faglige kompetansen som befinner seg på NTNU i tillegg til et tett samarbeid med ZEN i dette arbeidet.

Dette bør være tema for en workshop og som utgangspunkt kan bruke metodikk og tanker fra ZEB – Zero Emission Buildings.

På bygningsnivå tar ZEB definisjonen utgangspunkt i et likevektsprinsipp hvor alle klimagassutslippene som oppstår i forbindelse med materialer, bygging, drift og avhending av bygget skal kompenseres ved å produsere like mye ny fornybar energi. Dette er illustrert i Figur 6



Figur 6 Illustrasjonen viser de ulike fasene av et byggs levetid, som inngår i de ulike ambisjonsnivåene. Likevektsprinsippet i ZEB oppnås ved at fornybar energiproduksjon (grønn sirkel) kompenseres for alle klimagassutslipp over bygningens totale levetid (oransje sirkler). (Illustrasjon fra ZEB Project report 29-2016)

Nivå

Det er også definert fem forskjellige nivå av ZEB bygg, avhengig av ambisjonsnivå:

- ZEB - O ÷ EQ** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra drift av bygningen, men uten medregnet den energien som går til bruk av utstyr.
- ZEB – O** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra drift av bygningen. Dette nivået tilsvarer en nullenergibygning.
- ZEB – OM** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra drift og produksjon av byggematerialer.
- ZEB – COM** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra bygging, drift og produksjon av byggematerialer.
- ZEB – KOMPLETT** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippene fra absolutt hele levetiden til bygningen. Dette gjelder byggematerialer, konstruksjon, drift og produksjon, samt riving og gjenvinning.

Systemgrenser.

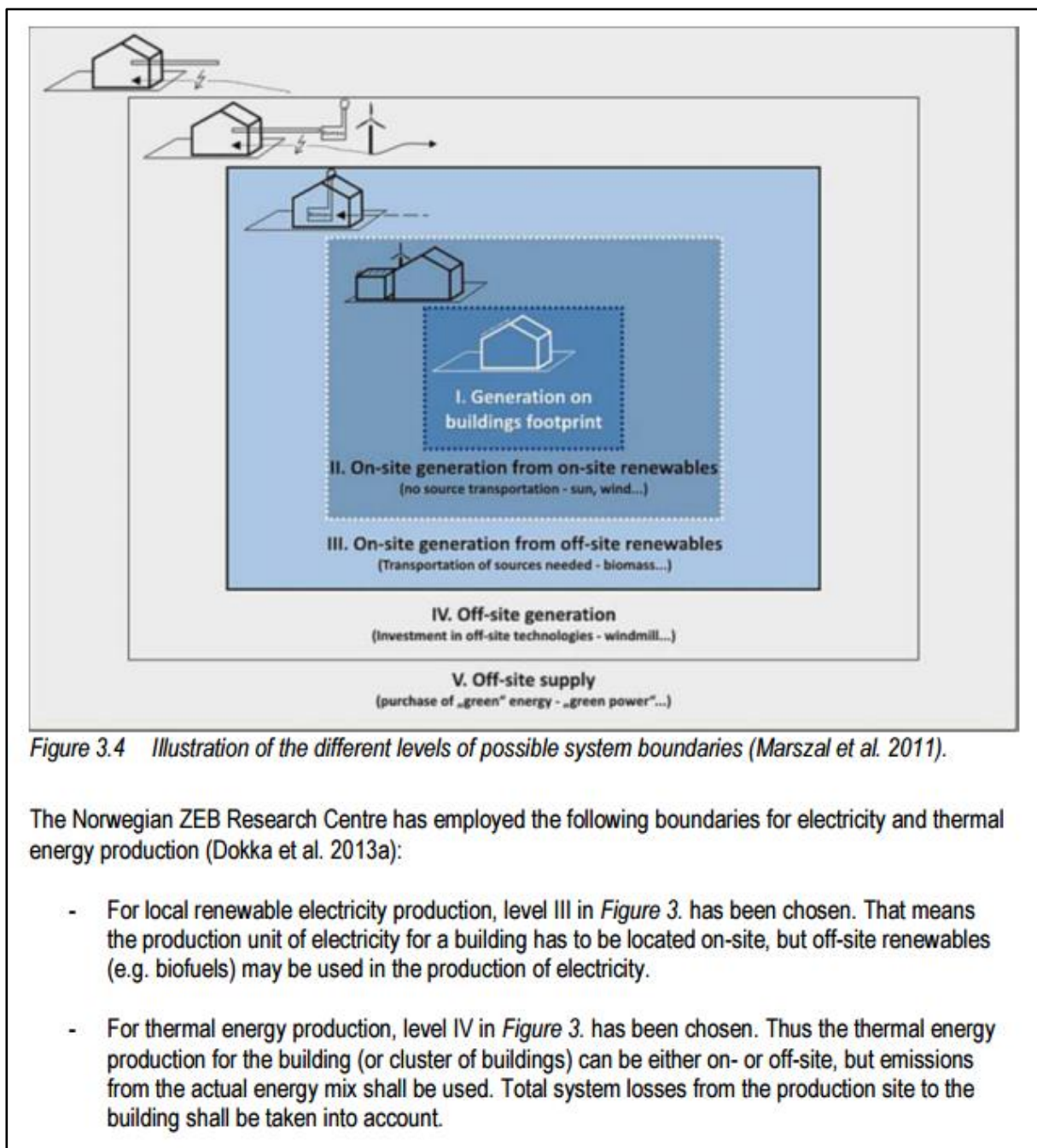
Skal en bare vurdere nybygg eller hele området?

Er det greit å legge solceller på eksisterende tak?

I ZEB har en definert systemgrensene for energiproduksjon og bl.a differensiert mellom elektrisk og termisk energi. Dette er vist i Figur 7, hvor en ser at for elektrisitetsproduksjon forutsettes det at produksjon foregår på bygget/tomten, mens for termisk energi kan produksjon også foregå utenfor tomten, men faktisk CO₂ utslipp inkludert alle systemtap skal brukes i klimagassregnskapet.

Hvis en skal holde seg til samme systemgrenser for ny bebyggelse på campus vil en risikere en suboptimalisering for området ved å optimalisere hvert enkelt bygg (særlig med tanke på elektrisitetsproduksjon). Egen definisjon for ZEN. Kan en benytte eksisterende bygg i campus til energiproduksjon for nye? Krav til distribusjonsnett?

Hele nye campusen bør sees under ett, inkludert potensial for solceller på eksisterende bygg, urban vind(?), BIPV-fasader/vinduer/solskjerminger etc.



Figur 7 Systemgrenser for energiproduksjon i ZEB. For elektrisitetsproduksjon forutsettes det at produksjon foregår på bygget/tomten. For termisk energi kan produksjon foregå av tomten, men faktisk CO₂ utslipp inkludert alle systemtap skal brukes. (Illustrasjon fra ZEB Project report 29-2016)

5.3 Energibehov

Alle nye bygg skal bygges med minst mulig energibehov og produsere mer energi enn det bruker i drift. De skal være ZEB bygg.

Samtidig skal energibehovet for hele campus minimeres/optimaliseres.

Strategi for å oppnå begge må utredes nærmere.

5.4 Energidistribusjon

NTNU har eget konsesjonsområde for høyspent elkraft og i tillegg nærvarmeanlegg og kjølesløyfe på Gløshaugen platået. Dette gir store muligheter med tanke på å optimalisere hele campus, og må utredes videre.

Viktige momenter for både elkraft og vannbåren energidistribusjon:

- En konsentrert utbygging med nærhet mellom byggene og nærhet til eksisterende Campusområde med tilhørende infrastruktur vil være den viktigste faktoren ved prioritering av alternativene. I dette må også nærhet mellom bygg med lik/ulik funksjon vurderes, dvs. hvordan ulike bygg kan utnytte hverandres kjøle/varmeproduksjon. Ulike bygg vil ha varme- eller kjølebehov på ulike tider av døgnet eller året.
- Med en desentralisert Campusløsning med tyngdepunktet nærmere bykjernen og lang avstand fra eksisterende bygningsmasse blir det mindre muligheter til energiutveksling i egen infrastruktur. NTNU har ikke heller ikke konsesjon til levering av energi til andre byggeiere dersom den ikke kan utnyttes i egen bygningsmasse.
- Driftsforhold: NTNU eid bygningsmasse og egen infrastruktur er gunstig med tanke på en effektiv drift av infrastruktur og kontroll på energibruk. Dette forutsetter også et felles styringssystem og kommunikasjon mellom byggene og de tekniske anleggene.
- Framdrift og rekkefølgen på byggingen av Campusutviklingen vil også ha betydning for energibruk og infrastruktur. Bl.a. bør teknisk infrastruktur komme tidlig på plass slik at den kan benyttes til byggvarme.
- Lang levetid på den nye bygningsmassen vil medføre at drifts- og energikostnadene vil kunne vektlegges i mye større grad en f.eks. investeringskostnadene for ny infrastruktur. Er 60 år et fornuftig beregningstall?
- Muligheter til magasinering av energi er viktig for bl.a. å kunne begrense effektuttak og muliggjøre utveksling av energi mellom byggene. Bruk av fornybar energi og alternative energikilder forutsetter også en god infrastruktur for energiutveksling mellom byggene
- Ny infrastruktur må etableres på en måte som gir lave drifts –og vedlikeholdsutgifter. Dvs. f.eks. bygging av kulvertløsninger med lett adkomst, korte føringsveier som gir lavt energiforbruk til transport av varme/kjølevann etc.
- Den eksisterende bygningsmassen har potensiale til å gjenvinne mye mere energi enn det som gjøres i dag, dvs. at leveransen av varme til nye bygg for en stor del vil kunne komme fra overskuddsvarme/gjenvunnet varme i eksisterende bygningsmasse. Dette forutsetter også en felles infrastruktur.
- Fleksibelt og sikkerhet i energiforsyning er viktig og en stor, felles infrastruktur bidrar til dette. Desto flere bygninger og energimengde som tilknyttes en felles infrastruktur, desto bedre fleksibilitet og større muligheter for energiutnyttelse.
- Forskningsprosjektene vil ha mulighet for en gunstig økonomisk og miljømessige energileveranse. En stor felles infrastruktur gir også muligheter til at produksjon av energi fra

forskning kan utnyttes i bygningsmassen også i en tidsbegrenset periode. Dette er momenter som bidrar til konkurransedyktige forskningsprogram.

- Hvis NTNU har en infrastruktur med mulighet for energigjenvinning på plass åpner det også opp for muligheter til etablering av andre energikrevende/produserende aktiviteter, f.eks. Tungregnesenteret på Gløshaugen. Dette er et eksempel på levering og utnyttelse av grønn energi i bygningsmassen.
- En felles infrastruktur kan benyttes som en storskala Living lab.

Elkraft

Tilleggsmomenter som gjelder for elkraftforsyningen:

- Hvis ny bygningsmasse ligger innenfor eller nært NTNUs konsesjonsområde på elektriske forsyningsanlegg (høyspenning), muliggjør dette at NTNUs infrastruktur på høyspenningsnettet kan bygges på en slik måte at det ivaretar den fleksibilitet i strømforsyningen NTNU ønsker.
- Ved at NTNU eier og forvalter sitt eget strømnnett forenkler det mulighetene for etablering av høyspennings ringnett (og ring i ringen) som gjør forsyningsikkerheten mye bedre.
- Drift og vedlikeholdsoppgaver innlemmes i eksisterende prosedyrer som for det øvrige strømnettet som NTNU eier, og en vil ha en bedre kontroll på tilstand av strømnettet i «eget hus», og kan planlegge nødvendige tiltak før et eventuelt havari oppstår. Dette betyr at en kan planlegge tidspunkt for rehabiliterings- og vedlikeholdsoppgaver mere etter universitetets ønsker og behov.
- Energiflyten mellom ny og gammel bygningsmasse vil kunne utnyttes i eget høy- og lavspenningsnett, noe som i tillegg til klimagevinst også vil gi en økonomisk gevinst i og med at NTNU forbruker eventuell overskuddsenergi i egne bygg.
- Dette gjelder også for tilkobling av NTNUs eksisterende fjernvarme ring som ligger innenfor NTNUs eiendomsgrenser som er tilsvarende NTNUs konsesjonsområde på elektriske forsyningsanlegg.
- Enkel tilkobling av fornybare energikilder i eksisterende infrastruktur elektrisk og termisk, både kjente og ikke oppfunnet fornybare energikilder.
- Utvidelse av eksisterende høyspenningsnett som NTNU eier.
- Muliggjør videreføring av 1 målepunkt mot Trønderenergi
- Krav fra NVE om egen driftsleder høyspenning i konsesjonsbestemmelsene (NTNU har dette i dag), NTNU har områdekonsesjon fram til 01.04.2046.
- Stor fleksibilitet til å flytte overskuddskraft fra et bygg til et annet.

Varme

Må bygge videre på det gode arbeidet som NTNU har gjort med tanke på å effektivisere systemer og redusere energiforbruk til oppvarming.

NTNU campus Gløshaugen har i dag et relativt effektivt energisystem når det gjelder energibruk til oppvarming (gitt alder og kompleksitet). Alle byggene er knyttet til nærvarmenettet som igjen er

knyttet til fjernvarmenettet i Trondheim. Systemet utnytter overskuddsvarme fra utallige kjøleanlegg for regnesentraler og laboratorier på campusen. (NTNU har bl.a. blitt premiert med Trondheim kommunes energipris for sitt gode arbeid og resultater)

Sentralisert kontrollsystem (SD-anlegg) er en forutsetning, som gjør det mulig for driftspersonalet å ha god oversikt over driftssituasjonen for hele campusen og foreta driftsoptimalisering.

All ny bebyggelse bør kobles til det eksisterende nærvarmenettet.

5.5 Energiproduksjon

Tema må utredes nærmere i de videre planleggings-/prosjekteringsfasene.

Momenter som har dukket opp så langt:

- Det bør legges til rette for produksjon av så mye ny fornybar energi som mulig, både termisk og elektrisk.
- Utnytte hele campus til produksjon, ikke bare ny bebyggelse.
- Temperaturnivå viktig med tanke på termisk energiproduksjon – hvordan utnytte enda mer lavtemperatur?
- Elektrisitetsproduksjon: PV, BIPV, Vindmøller, CHP
- Kjent og ukjent (forskning) teknologi for elektrisitetsproduksjon
- Forskjellige produksjonsteknologier – living labs.
- Lagring av energi – termisk og elektrisk

5.6 Materialbruk

Ikke vurdert så langt, men viktig for klimagassutslippet og må utredes nærmere i neste fase.

6 Veien videre – miljøambisjoner i Campusutviklingen

For å sikre et mål om et lavest mulig klimagassutslipp må en i neste fase av prosjektet utarbeide en overordnet Miljøplan for Campusutviklingen med bl.a. et eget klimagassbudsjett for Campus som helhet og for de enkelte delprosjekter. Her må en definere beregningsmetode, grensebetingelser, utslippsfaktorer og levetider som skal brukes i hele prosjektet. Dette gjøres i tett samarbeid med ZEN.

Første fase i dette arbeidet vil være en workshop med en utvidet ressursgruppe (se kapittel 7.2) hvor følgende tema bearbeides:

- Rammeverk for en miljøplan
- Utredningstema, forskningstema og utviklingstema
- Metodevalg
- Campus som en ZEN pilot

For etterfølgende delplaner/reguleringer må det så utarbeides egne mer spesifikke miljøplaner som konkretiserer ambisjoner for dette prosjektet og som bl.a. gir føringer for utarbeidelse av klimagassbudsjett og regnskap som inkluderer utslipp fra materialer, byggeprosess, energiforbruk i drift og transport.

7 Kilder

7.1 Skriftlige

- Grunnlagsdokumenter fra NTNUs Campusutviklingsprosjekt
<https://www.ntnu.no/web/campusutvikling/presentasjoner>
- Planprogram og Fysisk Plan med underlagsdokumenter
- ZEB – The Reserch Centre on Zero Emission Buildings)
<http://www.zeb.no/index.php/no/>
<https://www.forskningsradet.no/prosjektbanken/#/project/NFR/193830>
- ZEN – The Research Centre on Zero Emission Neighborhoods in Smart Cities
<https://www.ntnu.edu/zen>
<https://www.forskningsradet.no/prosjektbanken/#/project/NFR/257660>
- A Norwegian ZEB Definition Guideline, ZEB Project report 29 – 2016
https://www.sintefbok.no/book/index/1092/a_norwegian_zeb_definition_guideline
-

7.2 Personer

Gjennom prosessen med dette notatet er det er opprettet en referansegruppe for «bærekraft og energi» som består av nøkkelpersonell fra forskning, fag og virksomhet ved NTNU samt ressurser fra Campusutviklingen:

- Christian Solli, miljørådgiver, NTNU Eiendomavdeling
- Frode Dahl, fagansvarlig elektro ved NTNU Campusservice
- Trond Rikhard Haugen, fagansvarlig VVS ved NTNU Campusservice
- Arild Gustavsen, professor, senterleder ZEN
- Inger Andresen, professor, arbeidspakkeleder pilot og demonstrasjonsbygg i ZEN
- Helge Brattebø, professor, leder for NTNU Bærekraft (TSO)
- Johan Hustad, professor, leder for NTNU Energi (TSO)
- Christina Jenkins Slutås, seniorrådgiver, koordinering av FoU Campusutvikling NTNU
- Dagfinn Bell, rådgiver, WSP Norge AS

Det anbefales at denne ressursgruppen involveres i det videre arbeidet og eventuelt utvides med representanter fra Statsbygg og Trondheim kommune ved f.eks. Miljøenheten.

I tillegg til ressursgruppen har følgende fagpersoner gitt innspill i prosessen:

- Vojislav Novakovic, professor, fagekspert ZEN
- Natasa Nord, førsteamanuensis, fagekspert ZEN
- Armin Hafner, professor, fagekspert ZEN
- Kristian Stenerud Skeie, stipendiat, fagressurs ZEN

Deltagerne i prosjektmøtene i Fysisk Plan har også bidratt med spørsmål, diskusjoner og innspill gjennom hele prosessen.