

# **kjeldsberg**

EIENDOMSFORVALTNING

Til: R. Kjeldsberg AS

Utarbeidet av: Kristoffer W. Lie

Dato: 21.05.2025



# Notat Energi og Klimagassutslipp

Vedlegg til planforslag Sluppenvegen 3, 5, 6, 7, 9 og Leirfossvegen 5 m.fl.

## Bakgrunn og hensikt

Detaljplanen for Sluppen skal legge grunnlaget for en transformasjon av området fra lagervirksomhet og store asfaltflater med parkering til en 15-minutters by med høy tetthet av boliger og arbeidsplasser. Det vil være korte avstander til kollektivtilbud, grønne rekreasjonsområder, skole, barnehage, handel og kulturtilbud. Forslagsstiller R. Kjeldsberg har høye ambisjoner for en bærekraftig bydel og det jobbes med dette kontinuerlig i alle faser og med alle eksisterende og nye bygg.

Dette notatet er et vedlegg til planforslaget for Sluppenvegen 3, 5, 6, 7, Leirfossvegen 5 m.fl., og søker å gi underlag for hvordan energi- og effekt er hensyntatt i reguleringsprosessen. Notatet viser også foreslåtte rammer og ambisjon for klimagassutslipp fra materialbruk i byggeprosjekter.

Som del av reguleringsprosessen, gjennomførte R. Kjeldsberg og samarbeidspartnere i 2022-2024 en konseptutredning for fremtidens tekniske infrastruktur på Sluppen, støttet av Enova. Hensikten med utredningen var å undersøke muligheter og konsekvenser av å utvikle et helhetlig energisystem som støtter opp under målsetningen om en nullutslippsbydel, i tråd med Klimanorm for Sluppen og Trondheim kommunes klimaambisjoner.

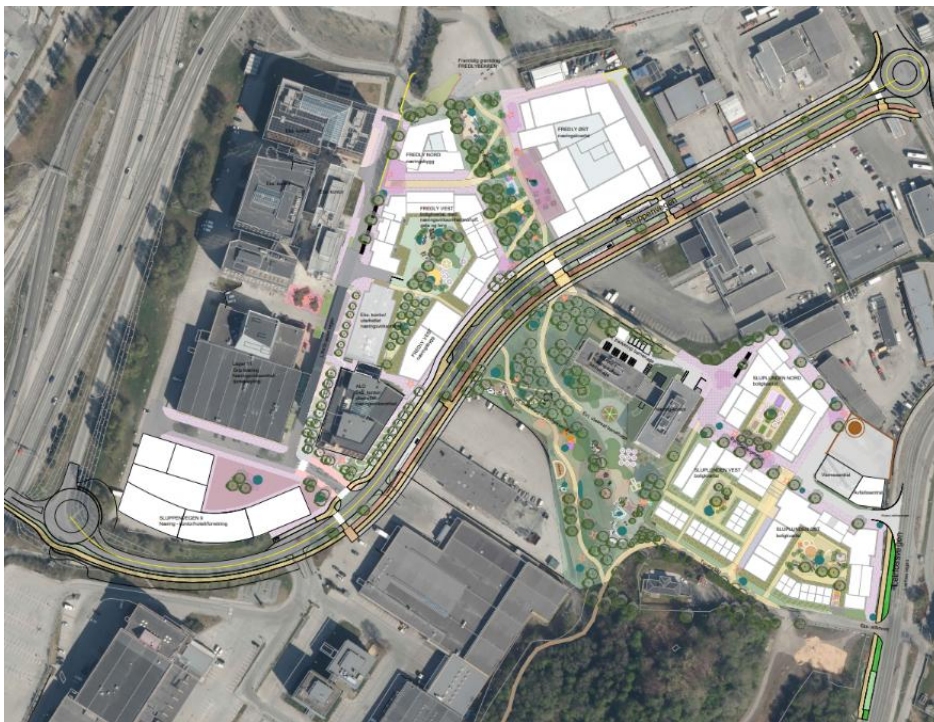
---

## Område og omfang

Planforslaget omfatter 137 700 m<sup>2</sup> BRA ny bebyggelse totalt, og illustrasjonsplan vises i Figur 1.

Konseptutredningen som ble gjennomført i 2022-2024 omfattet tre delplanområder: Fredlytorget, Slupplunden og Smidalsbyen, med totalt ca. 114 000 m<sup>2</sup> oppvarmet areal.

I dette notatet fremheves hovedfunn fra konseptutredningen generelt, og betraktninger spesifikt for planområdet (Figur 1). Smidalsbyen, som omtalt i konseptutredningen, omtales ikke videre spesifikt, da det ikke er del av planforslaget.



Figur 1. Foreløpig illustrasjonsplan av området.

## KPA Trondheim 2022–2034

Kommuneplanens arealdel 2022–2034 er Trondheim kommunes overordnede styringsverktøy for arealbruk og byutvikling. Planen har et sterkt fokus på bærekraft og klimavennlig utvikling, og er tett koblet til byens klimamål og nullutslippsambisjoner

Relevante føringer for energi og klima i KPA:

- **Nullutslippsområder** er et eksplisitt mål i KPA, og det stilles krav til at nye utbyggingsområder skal bidra til lavere klimagassutslipp.
- **Energiløsninger** skal være basert på fornybare kilder og bidra til redusert effektbelastning på strømmettet.
- **Arealnøytral utvikling** og bevaring av grønnstruktur er viktige prinsipper, som også påvirker energibruk indirekte gjennom mikroklima og redusert transportbehov.
- **Klimaveileder for plan- og byggesaker** er et sentralt verktøy som skal brukes i vurdering av tiltak, og denne peker på løsninger som lavtemperatur nærvarme, lokal energiproduksjon og fleksible energisystemer.

## Klimanorm for Sluppen

Klimanorm for Sluppen er presentert og forklart i hovednotat for Klimanorm i planforslaget, og forklares ikke i detalj her.

## Metodikk og vurderte konsepter

# Hva har vi gjort og hva gjør vi?

## – Klimanorm og konseptutredning energi Sluppen



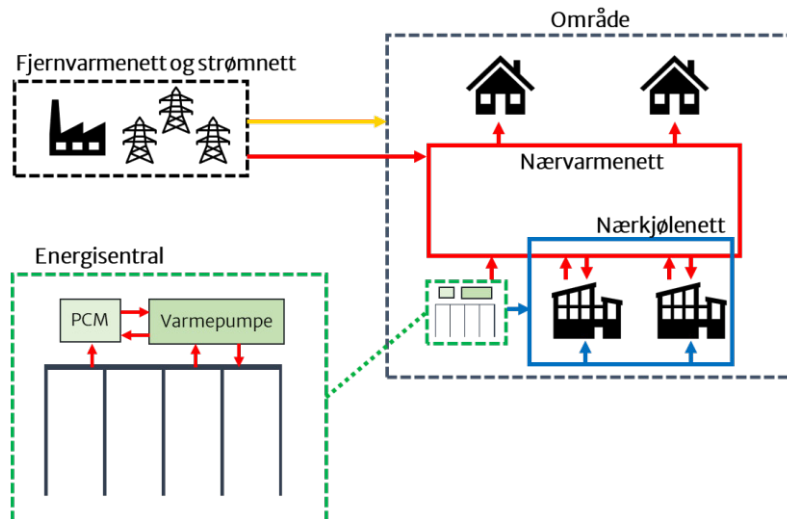
- Energi- og effektbehov beregnet for alle delplanområder separat.
  - Etter metodikk i Klimanorm og FME ZEN (Zero-Emission Neighbourhood)
  - Bruk/Test av verktøy fra Sintef for tidligfase områdeberegninger
  - Behov til ladeløsninger inkludert
  - Opprettelse av lastprofiler og varighetskurver
- Vurdering av mulighet for bruk og deling av overskuddsvarme
- Anslått maks. solpotensial



- Definert 4 konsepter for energiforsyning
  1. Referanse/Nullalternativ:  
Tradisjonell utbygging med fjernvarme til all oppvarming og strøm fra nettet.
  2. Tradisjonelle varmepumper:  
Varmepumper/kjølemaskiner separat på hvert enkelt bygg, med elektrisitet/fjernvarme som spisslast.
  3. Lokalt nærvarmenett:  
Energisentral med varmepumpe, energibrønner, spisslast og lavtemperatur distribusjonsnett. Kjølemaskiner på hvert bygg
  4. Lokalt nærvarme- og kjølenett m/lagring i samspill med fjernvarmenett:  
Sentralisert varmepumpe/kjølemaskin, energibrønner, varme-/kuldelagring i PCM (faseendingsmateriale), og overskuddsvarme fra bygg.
- Involverte aktører:
  - Kjeldsberg
  - Asplan Viak
  - Cartesian
  - Statkraft Varme
  - Tensio

Vurderte konsepter:

1. **Referanse:** Tradisjonell fjernvarme og strøm
2. **Konsept 1:** Lokale varmepumper per bygg
3. **Konsept 2:** Lokalt nærvarmenett
4. **Konsept 3:** Lavtemperatur nærvarme- og kjølenett (anbefalt)



Figur 2. Konseptskisse lavtemperatur nærvarme- og kjølenett med kobling mot fjernvarmenettet (Konsept 3).

### Hovedfunn for området

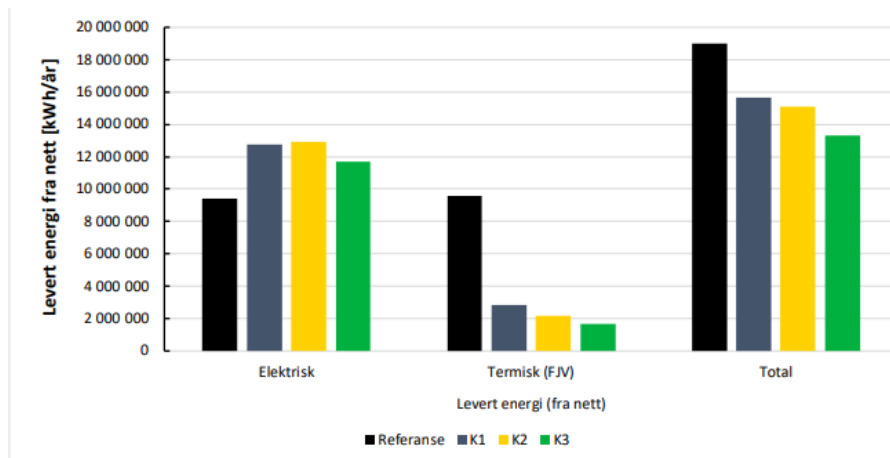
- **Beregnet årlig energibehov:** 19 GWh (9,4 GWh elektrisk, 9,5 GWh termisk)
- **Beregnet maksimalt effektbehov:** 4,3 MW (1,5 MW elektrisk, 3,0 MW termisk)
- **Konsept 3 – Case på Fredlytorget:**  
**Lavtemperatur nærvarme- og kjølenett med varmepumpe, energibrønner og varmelagring i PCM<sup>1</sup>:**
  - Reduserer årlig levert energi med 30 % (5,6 GWh) (Figur 3).
  - Reduserer maksimalt effektuttak med 30 % (1,4 MW).
  - Lokal fornybar energiproduksjon: 7,1 GWh (1,8 GWh solceller, 5,3 GWh grunnvarme).
  - Effektbehov til oppvarming reduseres med 58 %.
  - Hele kjølebehovet kan dekkes med frikjøling og kjølelagring i PCM. Dvs. at det ikke er behov for tørrkjølere på tak, som dermed frigjør takareal til andre formål.
    - Frigjør takareal til grønne tak, solceller eller utearealer.

Konseptet vil være med på å avlaste energinettene, spesielt de kaldeste dagene, da belastning på strømnett er stort. Fjernvarmeleverandør må også da fyre med topplast som er mindre klimavennlig enn overskuddsvarme fra avfallsforbrenning, som elektrisitet, gass, olje og

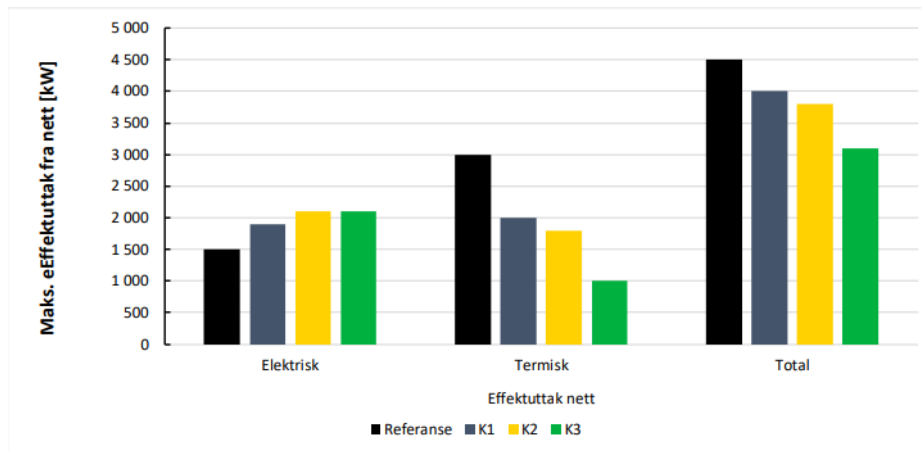
<sup>1</sup> PCM = Phase-change-materials, faseendingsmaterialer. Ny innovativ teknologi utviklet ved Sintef i 10 år. Mer info her <https://cartesian.no/technology/>.

bioenergi. For Sluppen er dette spesielt relevant pga. gasskjeler som står på området i dag og forsyner fjernvarmenettet

Resultater på energi og effekt er presentert i Figur 3.



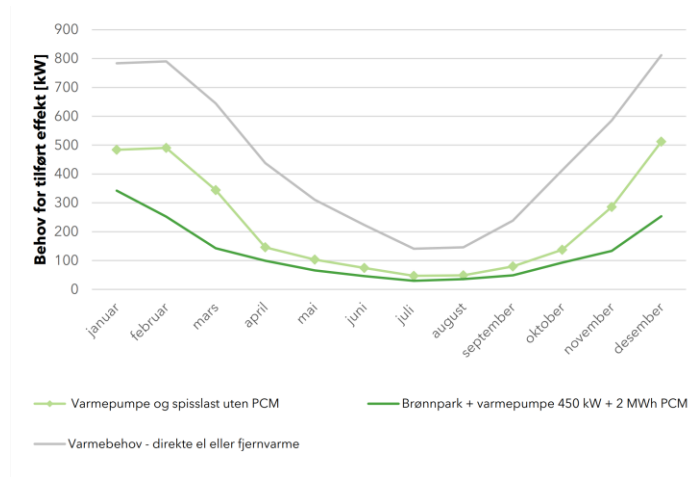
Figur 3. Årlig energibehov fra strøm- og fjernvarmenett.



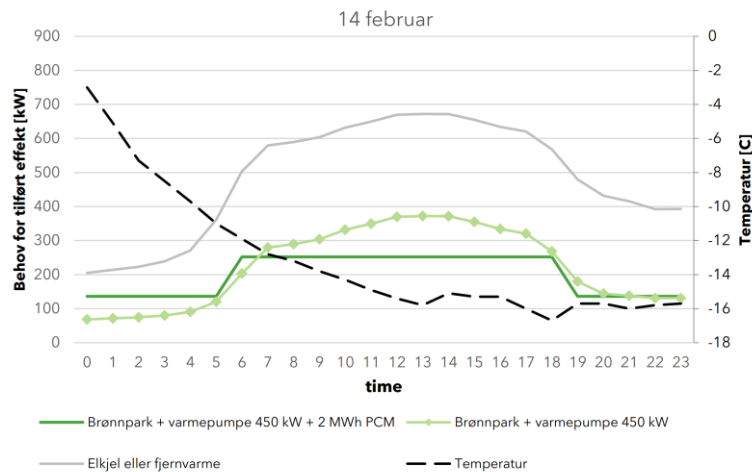
Figur 4. Maks effektbehov fra strøm- og fjernvarmenett.

Som del av konseptutredningen ble det gjennomført en casestudie på delområdet Fredlytorget. Dette innebar mer detaljerte beregninger på energiforsyningssystemet, da spesielt varmepumpe, energibrønner og varmelagring i PCM. Resultatene på effektuttak vises i Figur 5 og Figur 6. Konseptet presterer bra mht. effektuttak fra strøm- og fjernvarmenett, og spesielt bra i kalde perioder.

Casestudiet av Konsept 3 på Fredlytorget viser at bruk av varmepumpe med energibrønner i samspill med fjernvarme som spisslast og PCM, kan redusere (avlaste) behovet for tilført effekt fra nett betydelig. Systemet sørger også for en jevn lastkurve gjennom døgnet, noe som fører til avlastning fra nettet i høylasttimer, men også forutsigbarhet og fleksibilitet mht. effektbehov. Dersom dette gjennomføres, vil det bidra til å avlaste strømmettet betydelig sammenlignet med referanse.



Figur 5. Maks tilført effekt for caseområdet Fredlytorget pr. måned gjennom et år. Utredet konsept i mørkegrønn.



Figur 6. Tilført effekt for caseområdet Fredlytorget den kaldeste dagen i året. Utredet konsept i mørkegrønn.

En annen viktig konsekvens ved opprettelse av et lignende konsept som vist i casestudien for Fredlytorget er at man frigjør takarealer siden tørrkjølere ikke trengs å benyttes på tak. Dette arealet kan da brukes til andre formål som grønne eller blågrønne tak, til energiproduksjon i form av solceller eller solfangere, eller til utearealer for beboere/besøkende på Sluppen.

## Klimanorm og bærekraft

Oppsummert svarer utredningen for reguleringsområdet godt ut føringene i Klimanorm og KPA gjennom:

- Konsept 3 oppnår høy score (3–3,5 poeng) i Klimanormens energikategori
  - Konsept 3 gir størst reduksjon i klimagassutslipp og best fleksibilitet i energisystemet
  - Et helhetlig energikonsept (Konsept 3) med lavtemperatur nærvarme- og kjølenett.
  - Bruk av varmepumper, energibrønner og PCM-lagring som reduserer både energibehov og effektuttak.

- Lokal produksjon av elektrisitet via solceller og termisk energi fra grunnvarme.
- Potensial for å skape en lavtemperatur-øy i fjernvarmenettet, som gir fleksibilitet og robusthet.
- Avlaster lokal energisentral på Sluppen, drevet med gass i dag. Vil dermed også fjerne lokale utslipp til luft i nærmiljøet/området.
- En utbygging med ren fjernvarme til oppvarming (Referanse) vil ikke være tilstrekkelig for å jobbe mot målet om en nullutslippsbydel iht. Klimanorm for Sluppen, kategori Energi.

I avsnittene under vil hvert underemne i kategorien Energi i Klimanormen svares ut, i tillegg til emne 6.1 Lavutslipps Materialer.

### 5.1 Energieffektive bygg

Ambisjonsnivå 4 for nye bygg, og 1 for eksisterende bygg. Dette betyr passivhusnivå eller energibehov 30% lavere enn TEK-nivå for nye bygg, og 10% reduksjon i energibehov for eksisterende bygg.

### 5.2 Lavutslipp Energiforsyning

Ambisjonsnivå 3. Denne anses som realistisk på bakgrunn av beregninger gjennomført i konseptutredningen.

### 5.3 Lokal fornybar energiproduksjon

Det er gjennomført en konseptutredning som svarer på utredningskravene i emnet.

### 5.4 Felles infrastruktur for energi

Tre scenarier har blitt utarbeidet i samarbeid med Statkraft Varme på felles infrastruktur for energi, i form av et lokalt termisk distribusjonsnett.

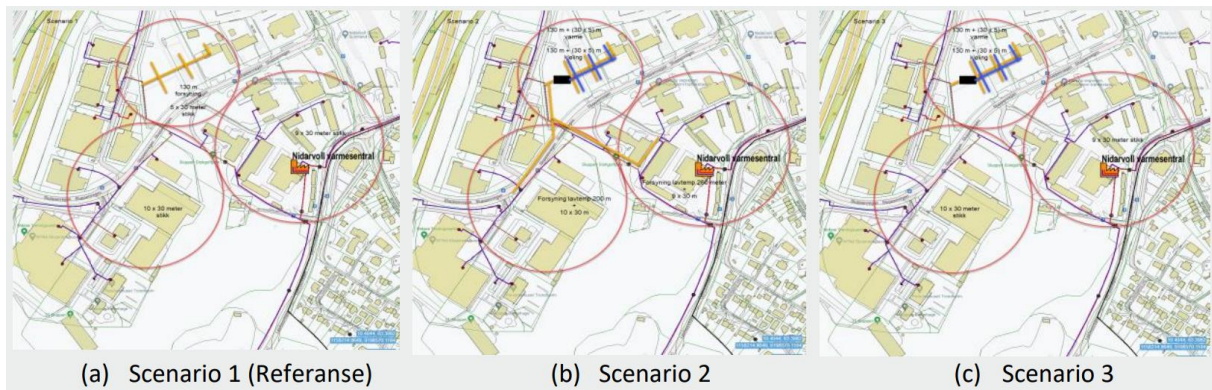
Tre scenarier for utbygging i området er evaluert og beregnet estimerer på:

- **Scenario 1:** Tradisjonell etablering av fjernvarme for hele området. All varme fra fjernvarme.
- **Scenario 2:** Etablering av lavtemperatur nærvarmenett for alle 3 områder. Nærkjølenett for Fredlytorget.
- **Scenario 3:** Etablering av lavtemperatur nærvarme- og kjølenett for Fredlytorget. Tradisjonell tilkobling for Smidalsbyen og Slupplunden.

For scenario 2 kan det enten opprettes en lokal energisentral, eller så kan fjernvarme også være varmekilde til en energisentral hvor det veksles ned til et lavtemperaturnett for området.

Dersom man finner forretningsmodeller mellom fjernvarmeleverandør og grunn-/gårdeier som muliggjør at energisentralen knyttes til fjernvarmenettet, kan nærvarme- og kjølenettet bli en lavtemperatur-øy i fjernvarmenettet i Trondheim. Dette kan føre til økt leveringssikkerhet og større fleksibilitet.

---



Ambisjonsnivå settes til 4 poeng i planforslaget, basert på foreliggende energikonsept.

### 5.5. Infrastruktur for å redusere effektbehov

Energikonseptet inneholder løsninger som i stor grad reduserer effektbehovet. Se hovedfunn fra utredning, Figur 4 - Figur 6. Alle tre punktene i sjekklisten er utført ifm. Konseptutredningen og da spesielt casestudien ved Fredlytorget. Effektbehovet fra strøm- og fjernvarmenett vil bli lavere, mer stabilt, og mer fleksibelt med foreliggende konsept.

Ambisjonsnivå settes til 4 poeng.

### 5.6 Lavutslipps energibruk i anleggsfasen

Ambisjonsnivå 4 poeng. Se til hoveddokument for Klimanorm i planforslaget.

### 5.7 Innovasjonspoeng for energi

Ambisjonsnivå 3 eller 4 poeng. Innovative tiltak:

- Utredning av energiforsyningsløsninger for området i tidlig reguleringsfase.
- Beregning av effektreduksjon i en casestudie ved bruk av energikonseptet.
- Bruk av energibrønner, varme- og kuldelagring i faseendringmateriale.

### 6.1 Lavutslipp materialer

For å vurdere utslipp fra materialer, er DFØs verktøy for å beregne referansenivå og utslippsrammer benyttet. I Klimanorm er det lagt til grunn versjon 2 (februar 2022) av DFØ sitt beregningsverktøy. Dette har nå blitt utviklet videre i to nye versjoner, og vi velger derfor i stedet å benytte nyeste versjon, v4 (oktober 2023). De nye versjonene har fjernet reduksjonsnivåene «Avansert» og «spydspiss» og erstattet de med valgfri prosentvis reduksjon. «Avansert» tilsvarer omtrent 20% reduksjon, og «spydspiss» tilsvarer omtrent 40% reduksjon mot referansenivå.

Verktøyet er brukt for å beregne referansenivå og ambisjon pr. m<sup>2</sup>BTA fordelt på bygningskategori og kjeller/mobilitetsareal, totalt 6 stk. rammenivå. Grunn og fundamentering er ikke inkludert, og derfor er ikke bebyggt areal og dybde til fjell fylt inn i verktøyet. Tabell 1 viser systemgrenser for nyeste versjon av verktøyet.

Tabell 1. Sammenligning av systemgrenser for ulike krav/sertifiseringer. Hentet fra DFØs verktøy.

**Figur 5.1 Systemgrense bygningsdeler i ulike krav/sertifiseringer**

B.del	Bygningselement	TEK	Breeam	DFØ	FBZero
21	Grunn og fundamenter	215/216	(X)	(x)	(x)
22	Bæresystemer	X	X	X	X
23	Yttervegger	X	X	X	X
24	Innervegger	X	X	X	X
25	Dekker	X	X	X	X
26	Yttertak	X	X	X	X
27	Fast inventar		-		X
28	Trapper, balkonger		X	X	
29	Andre bygningsmessige tettinger				X
31	Sanitær				(X)
32	Varme				(X)
35	Varme og kulde installasjoner				(X)
36	Ventilasjon				(X)
37	Komfortkjøling				(X)
47 (49*)	Lokal elkraft produksjon		X		X
61	Prefabrikkerte rom				(X)
64	Lokal varmeproduksjon				(X)
71	Utendørs				(X)

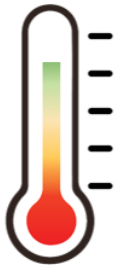
Ambisjon for bygninger i reguleringsområdet settes til «spydspiss»/40% reduksjon mot referansenivå. Det vil videre i prosessen brukes det nye verktøyet til DFØ (v4) og 40% som ambisjon. Beregnede referanser og ambisjonsrammer er angitt i **Tabell 2**. Ambisjonsnivået er høyt, og om det oppnås vil i stor grad bidra til å minimere klimagassutslipp.

Tabell 2. Referansenivåer og utslippsrammer for klimagassutslipp fra bygninger. Angitt i enheten «kg CO2 ekv./m2 BTA over 50 år ekskl. grunn og fundamenter».

Bygningskategori	Referanse	Ambisjon - 40%	Merknad
Boligblokk	370	222	
Småhus	200	120	
Kontor	328	197	
Forretning/Næring	281	169	
Kjeller (Oppvarmet)	261	157	
Kjeller (Uoppvarmet)	183	110	

## Oppsummering Klimanorm – Kategori Energi

Oppsummert gir valgte ambisjonsnivå i Klimanorm – Kategori Energi, score som gitt her:



### Energi

3,3 poeng

vektet total poengsum

#### Energieffektive bygg

Begrense byggenes netto energibehov. Skalaen for nybygg er noe mer ambisiøs enn skalaen for eksisterende bygg, da det som regel er enklere å redusere energibehovet ved nybygg. Velg bygningstype for skalaen under.

4 poeng

x 18 %

##### Nybygg

- 0 poeng Netto energibehov for byggene tilsvarer nivå i gjeldende TEK.
- 1 poeng Netto energibehov er minst 5% lavere enn gjeldende TEK.
- 2 poeng Netto energibehov er minst 10% lavere enn gjeldende TEK.
- 3 poeng Passivhusnivå eller energibehov 30% lavere enn TEK-nivå (hvis lavere).
- 4 poeng Passivhusnivå og system for formålsdelt energimåling og visualisering av energibruk i drift.

1 poeng

x 2 %

##### Eksisterende bygg

- 0 poeng Ingen tiltak.
- 1 poeng Minst 10% lavere energibehov enn før transformasjon.
- 2 poeng Minst 20% lavere energibehov enn før transformasjon.
- 3 poeng Oppgradert til TEK-nivå eller bedre.
- 4 poeng Oppgradert til passivhus-nivå eller bedre. System for formålsdelt energimåling og visualisering av energibruk i drift.

3 poeng

x 30 %

#### Lavutslipp energiforsyning

Oppfordre til bruk av energiforsyningsløsninger som har lav klimaeffekt i et livsløpsperspektiv.

- 0 poeng Ingen spesielle tiltak for reduksjon av utslipp fra energiforsyning utover krav i TEK.
- 1 poeng Løsninger for lavutslipp energiforsyning er utredet iht. BREEAM-NOR Ene04 (1 poeng)
- 2 poeng Løsninger for lavutslipp energiforsyning er utredet iht. BREEAM-NOR Ene04 (2 poeng)
- 3 poeng Nivået ZEB-O-EQ eller bedre er oppnådd for området som helhet
- 4 poeng Nivået ZEB-O eller bedre er oppnådd for området som helhet

3 poeng

x 10 %

#### Lokal fornybar energiproduksjon

Oppfordre til utnyttelse av fornybare energikilder og spillvarmekilder i området.

- 0 poeng Ingen lokal fornybar energiforsyning
- 1 poeng Lokal fornybar energiforsyning og/eller spillvarme dekker minst 10% av energibruken i området
- 2 poeng Lokal fornybar energiforsyning og/eller spillvarme dekker minst 20% av energibruken i området
- 3 poeng Lokal fornybar energiforsyning og/eller spillvarme dekker minst 50% av energibruken i området
- 4 poeng Lokal fornybar energiforsyning og/eller spillvarme dekker 100% av energibruken i området

4 poeng

x 10 %

#### Felles infrastruktur for energi

Legge til rette for bruk av felles infrastruktur for energi i området. Basert på sjekkliste med tiltak beskrevet i veiledningen:

- 0 poeng Ingen spesielle tiltak utover krav i KDP.
- 1 poeng n/a
- 2 poeng Punkt 1 i sjekklisten er utført.
- 3 poeng Punkt 1 og 2 i sjekklisten er utført.
- 4 poeng Punkt 1, 2 og 3 i sjekklisten er utført.

4 poeng

x 10 %

#### Infrastruktur for å redusere effektbehov

Reduksjon av effektbehovet for å begrense behovet for utbygging av mer nettkapasitet. Basert på sjekkliste med tiltak beskrevet i veiledningen:

- 0 poeng Ingen effektreduserende tiltak.
- 1 poeng Punkt 1 i sjekklisten er utført.
- 2 poeng Punkt 1 i sjekklisten er utført og for punkt 2 er det spesifisert løsninger som i noen grad reduserer effektbehovet.
- 3 poeng Punkt 1 i sjekklisten er utført og for punkt 2 er det spesifisert løsninger som i ganske stor grad reduserer effektbehovet.
- 4 poeng Punkt 1 i sjekklisten er utført og for punkt 2 er det spesifisert løsninger som i stor grad reduserer effektbehovet. I tillegg er punkt 3 i sjekklisten utført.

3 poeng

x 10 %

#### Lavutslipp energibruk i anleggsfasen

Oppfordre til å minimere utslipp fra energibruk i anleggsfasen. Basert på sjekkliste med tiltak beskrevet i veiledningen:

- 0 poeng Ingen spesielle tiltak
- 1 poeng Punkt 1 og 2 i sjekklisten er valgt
- 2 poeng Punkt 1-3 i sjekklisten er valgt
- 3 poeng Punkt 1-4 i sjekklisten er valgt
- 4 poeng Punkt 1-5 i sjekklisten er valgt

3 poeng

x 10 %

#### Innovasjonspoeng: Energi

Oppmuntre til innovative løsninger for å redusere klimagassutslipp fra energibruk.

- 0 poeng Ingen spesielle tiltak
- 1 poeng 1 eller flere innovative tiltak
- 2 poeng 2 eller flere innovative tiltak
- 3 poeng 3 eller flere innovative tiltak
- 4 poeng 4 eller flere innovative tiltak

Tabell 3. Resultater i "Klimanorm for Sluppen" for konseptene. Referanse; Score dersom ingen tiltak gjennomføres utover «vanlig/tradisjonell» utbygging.; Forventet, Forventet oppnådd score for området utvikles med lokale luft-vann varmepumper; Brønner+PCM, Score ved gjennomføring av Konsept 3.

Ambisjonsnivå:		Referanse	Lokale VP	Brønner + PCM
#	Kategori	Poeng	Poeng	
<b>Mål Energi Klimanorm:</b>		<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>
5.1	Energieffektive bygg	4	4	4
		18%	2%	
		0	1	1
5.2	Lavutslipp energiforsyning	0	1	3
5.3	Lokal fornybar energiproduksjon	0	1	2
5.4	Felles infrastruktur for energi	0	2	4
5.5	Infrastruktur for å redusere effektbehov	1	2	4
5.6	Lavutslipps energibruk i anleggsfasen	3	3	3
5.7	Innovasjonspoeng for energi	0	1	4

## Økonomi / Risikoforhold

Investeringskostnaden for konseptet anses usikkert og bør utredes nærmere. Lønnsomheten til systemet for den som skal eie det er sårbar for eksterne faktorer som energipris, regulatoriske endringer, byggekostnader, rentekostnader, prosjektid mv. Å realisere et slikt energisystem anses derfor som en økonomisk risiko for utbygger.

Kompleksiteten til systemet anses også som en risiko og det er behov for å videre utrede den faktiske gjennomførbarheten mht. grunnforhold, føringsveier, tilknytning til fjernvarmenett og strømmnett mv.

## Videre arbeid

- Dialog med Statkraft Varme og Tensio tilknytning til strøm- og fjernvarmenett og mulige forretningsmodeller.
- Vurdere pilotering av konseptet.
- Videre detaljering av konseptet i forprosjekter for eiendommene.
- Risikoanalyse og vurdering av regulatoriske forhold.

## Anbefaling

Konsept 3 anbefales som fremtidig løsning for teknisk infrastruktur på Sluppen mht. energiforbruk, effektbehov og klimagassutslipp. Det gir betydelige miljømessige, økonomiske og byutviklingsmessige gevinster, og støtter opp under kommunens mål om en energipositiv og bærekraftig bydel.