

Beregnet til
Bergen kommune

Dokument type
Notat

Dato
Mai, 2022

KLIMAGASSBEREGNING RAMMESØK TEIGANE BOFELLESSKAP

KLIMAGASSBEREGNING RAMMESØK TEIGANE BOFELLESSKAP

Oppdragsnavn **Teigane bofelleskap**
Prosjekt nr. **1350051096-006**
Mottaker **Mona L. Tøsdal**
Dokument type **Notat klimagassberegning til rammesøknad**
Versjon **01**
Dato **23.05.2022**
Utført av **Kristin Kvalø Heggøy**
Kontrollert av **Vegard Selvåg Ulvan**
Godkjent av **Kristin Kvalø Heggøy**
Beskrivelse **Notatet sammenfatter resultatene av klimagassberegningen som er gjort i forbindelse med rammesøknad for oppføring av Teigane bofelleskap. Klimagassberegningene er gjort i henhold til Bergen kommune sin «veileder for klimagassberegninger».**

Rambøll
Folke Bernadottes vei 50
PB 3705 Fyllingsdalen
5845 Bergen

T +47 55 17 58 00
F +47 55 17 58 10
<https://no.ramboll.com>

INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	2
2.	Klimaeffekt av terrenginngrep	3
2.1	Resultater	4
3.	Klimagassberegning for bygningen	5
3.1	Forutsetninger	5
3.1.1	Systemgrenser	5
3.1.2	Inndata	5
3.2	Resultater	7
3.2.1	Resultat referansebygg	7
3.2.2	Resultat tilpasset bygg	8
3.2.3	Strømscenarier	10
4.	Vurderinger	11
4.1	Eiendommens egnethet med tanke på å unngå nedbygging av karbonlager, reduksjon av biologisk mangfold	11
4.2	Mulighet for egenproduksjon av energi	11
4.3	Planområdets beliggenhet i forhold til kollektivtransport og sentrumsfunksjoner	11
4.4	Funksjonalitet som gir merverdi, som gode etasjehøyder Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk	11
4.5	Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk	12
4.6	Mulighet for rehabilitering og ombruk av bygg og byggematerialer	12
4.7	Tilrettelegging for mobilitetsløsninger og parkering for bil og sykkel.	12

1. INNLEDNING

I forbindelse med søknad om rammetillatelse for Bergen kommune sitt bygg Teigane bofelleskap er det ifølge kommuneplanens arealdel (KPA2018) § 18.4 skissert at klimagassregnskap kreves ved:

- Vesentlige naturinngrep
- Nybygg større enn 1000 m² BRA
- Valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg (ikke aktuelt for denne tomten)

Ifølge Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger» stilles det krav om at det minimum skal utføres tre klimagassberegninger i løpet av prosjektet.

- Planinitiativ – En innledende klimagassberegning som skal redegjøre for målsetning om klimagassreducerende tiltak i planforslaget.
- 1. gangs behandling – En bearbejdet klimagassberegning som skal redegjøre for konkrete tiltak for å redusere utslippene.
- 2. gangs behandling – En revidert klimagassberegning med redegjørelse dersom det har forekommet endringer før 2. gangs behandling.

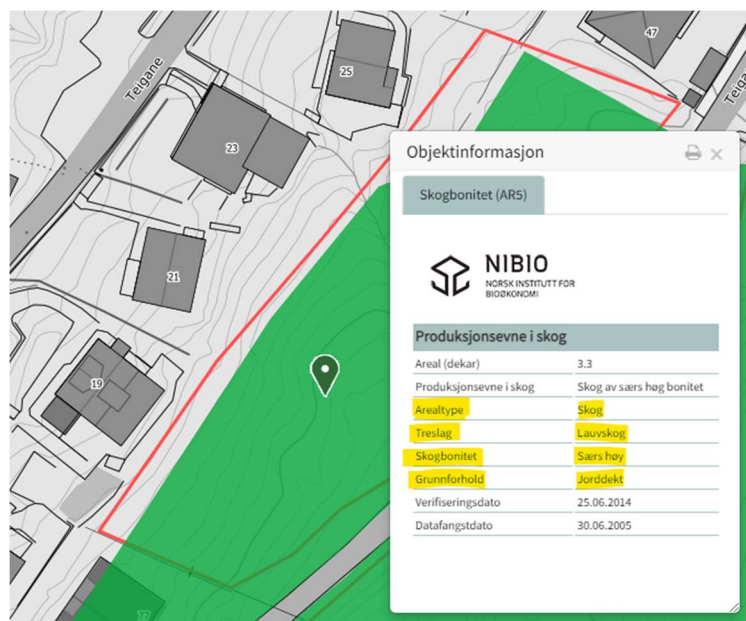
Rambøll har fått i oppdrag å utføre klimagassberegningene som leveres Bergen Kommune i forbindelse med innsending av søknad om rammetillatelse. Dette notatet er delt opp i tre deler som gjenspeiler oppbygningen i Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger»:

1. Klimaeffekt av terrenginngrepene - redegjørelse ved vesentlige naturinngrep
Beregningene er utført i miljødirektoratets arealkalkulator for arealbruksendringer. Resultatene fra klimagassberegningen er presentert i delkapittel 2.1 Resultater.
 - a. Hvilke klimagassutslipp naturinngrepet gir, inkl. tap av/økt lagringskapasitet.
 - b. Hvilke alternativer med mindre påvirkning som er vurdert, og hvilke utslipp og tap av/økt lagringskapasitet disse alternativene vil gi.
 - c. Dokumentasjon av klimaeffekten av terrenginngrepene.
2. Klimagassberegning for bygningen – ved nybygg større enn 1000 m² BRA
Beregningene er utført i beregningsprogrammet One Click LCA. Resultatene fra klimagassberegningen blir presentert i delkapittel 3.2 Resultater. Resultatene er presentert med følgende enheter:
 - Totalt utslipp tonn CO₂e i livsløpet
 - Totalt utslipp tonn CO₂e fordelt på de ulike modulene
 - Som enhetsutslipp i kg CO₂e/m²
 - Som enhetsutslipp kg (CO₂e/år)/person
 - Som enhetsutslipp kg CO₂e/bygningsdel
3. Forhold som inngår i vurderingen.
 - Eiendommens egnethet med tanke på å unngå nedbygging av karbonlager, reduksjon av biologisk mangfold
 - Mulighet for egenproduksjon av energi
 - Planområdet beliggenhet i forhold til kollektivtransport og sentrumsfunksjoner
 - Mulighet for rehabilitering og ombruk av bygg og byggematerialer
 - Funksjonalitet som gir merverdi, som gode etasjehøyder
 - Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk
 - Tilrettelegging for mobilitetsløsninger og parkering for bil og sykkel.

2. KLIMAEFFEKT AV TERRENGINNGREP

I henhold til Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger skal det utarbeides klimagassberegninger i plan- og byggesaker som medfører vesentlige inngrep i natur som fungerer som CO₂ -lager. På aktuell tomt for utbygging er det i dag skog. Både jordsmonn og vegetasjon inneholder karbon naturlig, i tillegg til å fungere som et karbonsluk som en del av karbonkretsløpet.

Ifølge kartdatabasen på Kilden (NIBIO) består området av lauvskog med særs høy bonitet. Bonitet sier noe om produksjonsevnen til skogen. Videre er grunnforholdet beskrevet som «jorddekt» som tilsvarer mineraljord.



Figur 1 Utklipp fra kilden og tomt med kartdata fra AR5



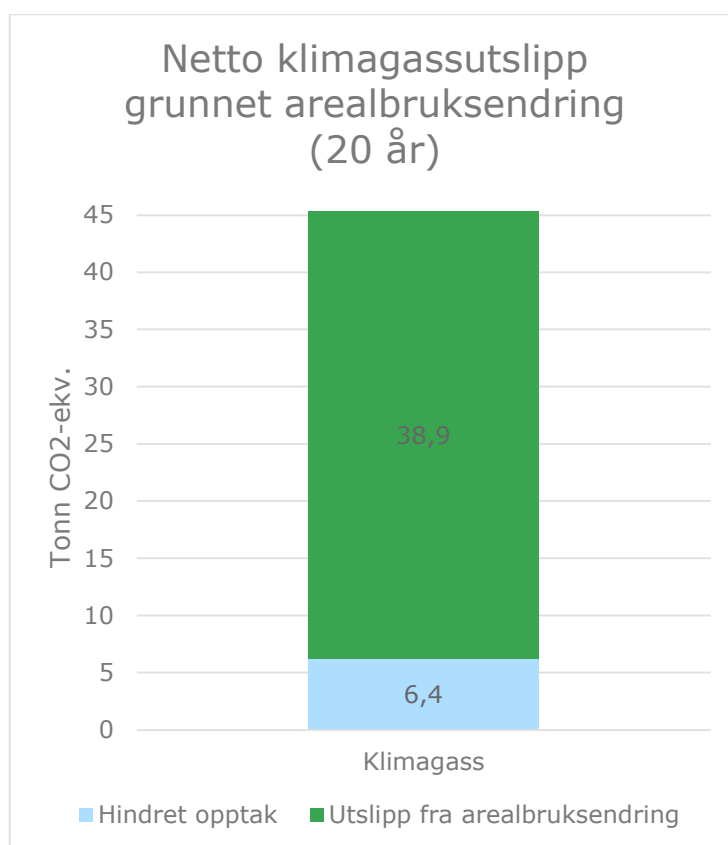
Figur 2 Utklipp fra IFC-modell per 16.02.2022

Ved hjelp av verktøyet «Arealbruksendringer» fra Miljødirektoratet er det mulig å klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer. Kalkulatoren regner både karbonopptak dersom

arealendringene ikke har skjedd, og utslipp som direkte følge av arealendringen. Det tas utgangspunkt i effekter over 20 år. Bebygd areal utgjør ca. 1,2 dekar ifølge modell av utbygging og uteområdeskisser. Inngangsdata til kalkulator og alle resultater kan ses i vedlegg «Utfylt arealbruksendringkalkulator».

2.1 Resultater

CO₂-opptak i skog som ikke vil skje grunnet arealbruksendring tilsvarer 6,4 tonn CO₂-ekv. Videre er det utslipp fra arealendringen tilsvarende 38,9 tonn CO₂-ekv. Totalt blir dette ca. **46 tonn CO₂-ekv.**



Figur 3 Resultat klimagassutslipp grunnet arealbruksendring

Tomten er homogen med tanke på bonitet, skogtype og grunnforhold. Det betyr at alternative plasseringer innenfor tomten ikke vil ha noen innvirkning på utslippet så lenge totalt bebygd areal er likt. Fokus i prosjektet har derfor vært å arealeffektivisere utbyggingen og utnytte tillatt byggehøyde. I tillegg har det blitt prosjektert med tanke på å bevare mest mulig utomhusareal og legge til rette for skånsom utbygging. Utslipp grunnet arealbruksendringer er direkte proporsjonale med areal, så det vil være mulig å beregne effekten av mindre berørt areal ved å bruke resultatene presentert. Da tiltak er implementert fra starten av er det ikke mulig å fastslå hvor mye areal som ville blitt berørt med original plan for utbygging.

3. KLIMAGASSBEREGNING FOR BYGNINGEN

3.1 Forutsetninger

3.1.1 Systemgrenser

Systemgrensen for klimagassregnskapet er A1-C4 i henhold til NS 3720:2018. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning for referansebygg kan ses i Tabell 1. Klimagassberegningen for referansebygget omfatter minst følgende poster som er et krav fra Bergen Kommune:

- Produktstadiet til bygget (A1-A3)
- Energibruk i driftsfasen (B6)
- Transport i driftsfasen (B8)
- Bruk, vedlikehold, reparasjon og utskiftning (B1-B5)
- Byggefase/ oppføring av bygget (A4-A5)
- Rivning og avhending (C1-C4)

Tabell 1. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning for referansebygg (x = inkludert)

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport råvarer	Produksjon	Transport til byggeplass	Anleggs- bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskifting	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	

3.1.2 Inndata

Referansebygg er opprettet i OneClickLCA (versjon 12.05.2022) ved hjelp av Carbon Designer. Referansebygg tilfredsstiller passivhus og har geometri som bolig. Bolig vurderes som den mest nærliggende bygningskategorien som den funksjonen som det er planlagt å bygge, da brukerne i stor grad er fungerende selvstendige personer og tjenestebasen er redusert. Det er også besluttet å benytte bygningskategori bolig i energiberegningene. Referansebyggets energibruk i drift, materialbruk og mengder, og transport i drift blir generert i programvaren basert på inngangsdataene angitt i Tabell 2 og Tabell 3

Beregningsperioden er satt til 60 år som er Bergen kommune sitt krav for bygningens levetid. Det er ikke gjort noen endringer i mengder eller materialer generert i Carbon Designer.

Tabell 2. Input nøkkeldata for referansebygg

Input nøkkeldata	
Bygningskategori	15 - Boligblokk
Tekniske og funksjonelle krav	Passivhus
BTA	933 m ²
BRA	862 m ²
BRA oppvarmet	862 m ²
Etasjer	2 etasjer
Antall åpningsdager	365 dager
Levetid/Analyseperiode	60 år
Antall brukere	15 stk

Tabell 3. Input nøkkeldata for transport i drift

	Antall turer per person per dag	Antall brukere	Antall åpningsdager
Arbeid - Bergen kommune utenom indre by	1,6	15	
Tjeneste - Bergen kommune utenom indre by	0,6	15	
Private turer - Bergen kommune utenom indre by	0,2	15	365
Besøkende og brukere - Bergen kommune utenom indre by	1,0	15	

Under utslippsfaktorer for transportmidler er det lagt til grunn følgende valg fra OneClickLCA:

- Personbil (privat) – forventet gjennomsnitt over neste 60 år
- Personbil (bildeling) – forventet gjennomsnitt over neste 60 år
- Buss – forventet gjennomsnitt over neste 60 år.
- Jernbane – forventet gjennomsnitt over neste 60 år
- Varetransport – forventet gjennomsnitt over neste 60 år

Iht. veilederen fra Bergen kommune, skal det legges fram to scenarier for utslippsfaktor knyttet til elektrisitetsforbruk. I utgangspunktet skal det benyttes utslippsfaktorer fra NS 3720, men disse samsvarer ikke helt med valgmulighetene i programvaren One Click LCA. Referansebygget legger til grunn europeisk forbruksmiks, med projeksjon fra 2015-2017 gjennomsnitt. Vi har derfor valgt å benytte dette for scenario 2 i det tilpassede bygget. For scenario 1 har vi da også endret til norsk forbruksmiks med projeksjon fra 2015-2017 for å ha det samme utgangspunktet som ved europeisk miks.

Tallene som er lagt inn i beregningsmodellene, både for referansebygg og prosjektert bygg, er det knyttet usikkerhet til på nåværende stadium av prosjektet. Alle mengder er mottatt fra BH og entreprenør, flere av verdiene er anslag. Mer nøyaktige tall vil kunne beregnes ved senere oppdateringer av klimagassberegningen.

3.2 Resultater

3.2.1 Resultat referansebygg

Resultatene fra klimagassberegningen av referansebygget viser et totalt klimagassutslipp på 1 563 469 kg CO₂e. Det er utslipp knyttet til transport i drift som står for den største andelen av klimagassutslippet med 760 097 kg CO₂e. Klimagassutslipp knyttet til energibruk i drift (B6) er nest størst med 449 919 kg CO₂e og byggematerialer (A1-A3) som tredje største utslipp på 269 259 kg CO₂e.

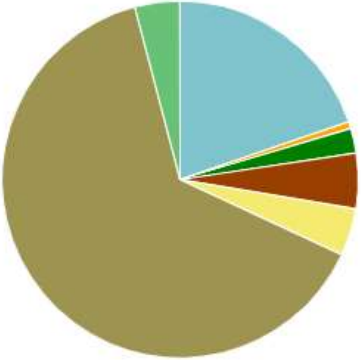
Tabell 4. Utskrift av resultater for referansebygg i OneClickLCA

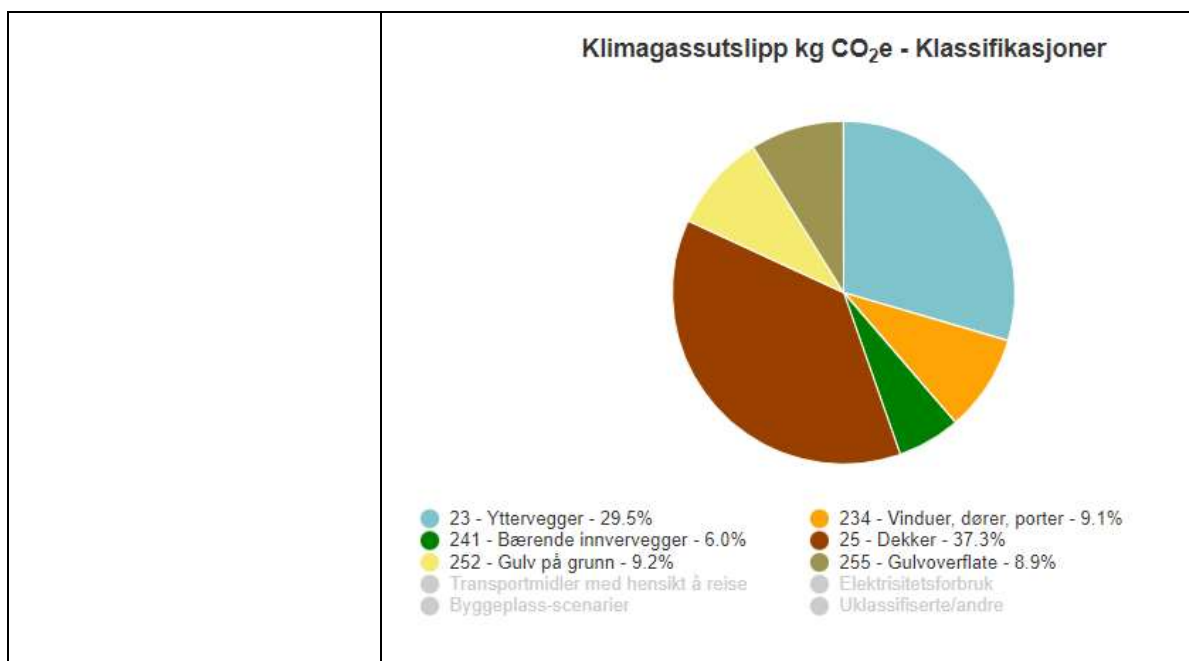
Resultatkategori	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio	Klimagassutslipp, LULUC kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	269 259	44 921	0
A4 Transport til byggeplassen	19 351	0	0
A5 Byggeplass	14 057		0
B1 Bruk			Skjul tomme
B3 Reparasjon	0		0
B4-B5 Utskiftning og renovering	32 493		0
B6 Energibruk i drift	449 919		0
B8 Transport i drift	760 097		0
C1-C4 Slutten på livet	18 293		0
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-128 307		0
Total	1 563 469	44 921	0
Resultater per nevner			
Per år	26 057,81	748,69	0
Per m ² BTA	1 675,74	48,15	0
Per m ² BTA per år	27,93	0,8	0
Per bruker per år	1 737,19	49,91	0

3.2.2 Resultat prosjektert bygg

Punkt 3.1 i Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger» beskriver resultater som skal presenteres i klimagassberegninger for relevante byggeprosjekter. Tabellen under viser en oversikt over disse resultatene.

Tabell 5. Resultatoversikt iht punkt 3.1 i veileder for klimagassberegninger

Totalt utslipp tonn i livsløpet	864 tonn CO ₂ e
Totalt utslipp tonn fordelt på de ulike modulene	<p>A1-A3: 171 tonn CO₂e A4-A5: 25 tonn CO₂e B6: 37 tonn CO₂e B8: 553 tonn CO₂e B1-B5: 43 tonn CO₂e C1-C4: 35 tonn CO₂e</p> <p style="text-align: center;">Klimagassutslipp kg CO₂e - Livssyklus-stadier</p>  <p style="text-align: center;"> ● A1-A3 Materialer - 19.8% ● A4 Transport - 0.6% ● A5 Konstruksjon - 2.3% ● B4-B5 Utskiftning - 5.0% ● B6 Energi - 4.3% ● B8 Transport i drift - 64.0% ● C1-C4 Slutten på livet - 4.1% </p>
Klimagassutslipp pr BTA	12 kg CO ₂ e/m ² BTA
Klimagassutslipp pr bruker	960 kg (CO ₂ e/år)/person
Klimagassutslipp pr bygningsdel	<p>Yttervegger: 76 448 kg CO₂e Bærende innervegger: 15 458 kg CO₂e Gulv på grunn: 23 923 kg CO₂e Vinduer, porter, dører: 23 661 kg CO₂e Dekker: 96 461 kg CO₂e Gulvoverflate: 22 965 kg CO₂e</p>



Resultatene fra klimagassberegningen av tilpasset bygg viser et totalt klimagassutslipp på 864 386 kg CO₂e. For denne beregningen er det transport i drift som står for mesteparten av klimagassutslippet med 553 227 kg CO₂e. Utslipet fra materialer (A1-A3), nr. 2, har et beregnet utslipp på 170 918 kg CO₂e og utslipp knyttet til utskiftning og renovering, nr. 3, med 43 263 kg CO₂e.

Tabell 6. Utskrift av resultater for prosjektert bygg i OneClickLCA

Resultatkategori	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Biogent karbonlagring kg CO ₂ e bio	Klimagassutslipp, LULUC kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	170 918	193 598	11 Detaljer
A4 Transport til byggeplassen	5 238		0 Detaljer
A5 Byggeplass	19 491		1 Detaljer
B1 Bruk			Skjul tomme
B3 Reparasjon	0		0 Detaljer
B4-B5 Utskiftning og renovering	43 263		0 Detaljer
B6 Energibruk i drift	37 003		0 Detaljer
B8 Transport i drift	553 227		0 Detaljer
C1-C4 Slutten på livet	35 245		0 Detaljer
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-151 438		0 Detaljer
Total	864 386	193 598	12
Resultater per nevner			
Per år	14 406,43	3 226,63	0,21
Per m2 BTA	926,46	207,5	0,01
Per m2 BTA per år	15,44	3,46	0
Per bruker per år	960,43	215,11	0,01

3.2.3 Strømscenarier

Iht. Bergen kommune sin veileder, er resultatene i kap. 3.2 beregnet ved bruk av norsk forbruksmiks for strøm (Scenario 1). Dette er hovedårsaken til den store forskjellen i totalt utslipp mellom referansebygget og det tilpassede bygget. I referansebygget generert i «Carbon Designer» ligger europeisk forbruksmiks som standard. Denne har et mye høyere klimagassutslipp enn den norske forbruksmiksen. Dette fremkommer også av resultatene fra de ulike scenarioene for elektrisitetsforsyning som skal utarbeides, ref «veileder for klimagassberegninger», se Tabell 4

Tabell 4. Resultatsammenligning norsk og europeisk forbruksmiks for prosjektert bygg

	Kg CO_{2e}	%-vis forskjell i norsk vs europeisk forbruksmiks
Scenario 1 – Norsk forbruksmiks - Energibruk	37 003	95 %
Scenario 2 – Europeisk forbruksmiks - Energibruk	388 961	

4. VURDERINGER

Bergen kommune sin veiledning for klimagassberegninger angir en del forhold som skal vurderes ifm. planlegging av nye bygg. I dette kapitlet er disse omtalt. Det er byggherre som har svart ut vurderingskriteriene.

4.1 Eiendommens egnethet med tanke på å unngå nedbygging av karbonlager, reduksjon av biologisk mangfold

Eiendommen er i gårdskart på www.nibio.no definert med produktiv skog. Refererer til vurderinger gjort i kap. 2 i dette notatet.

En økolog har i tillegg utarbeidet en økologirapport for tomten. Økologen definerer området som lav økologisk verdi.

4.2 Mulighet for egenproduksjon av energi

Det er sett på mulighetene for egenproduksjon av varme fra luft og grunnvarme ved hjelp av varmepumpe og produksjon av elektrisitet fra av solceller på taket. Her skal uansett bygget tilrettelegges både med vannbåren (lavtemperatur) varme og for solceller på taket (konstruksjon og infrastruktur skal være klargjort).

4.3 Planområdets beliggenhet i forhold til kollektivtransport og sentrumsfunksjoner

Tomten ligger i gangavstand til kollektivknutepunkt som buss og tog, ved Arna sentrum. Her finnes også diverse sentrumsfunksjoner butikker, post, restauranter, helsesenter osv.

I bakkant av bofellesskapet ligger Litleåsen og Høgåsen med friluftsområder. Det finnes også som skole og barnehage, og aktivitetsområder i nærheten.

4.4 Funksjonalitet som gir merverdi, som gode etasjehøyder, arealeffektivitet og mulighet for flerbruk

Saltakene benyttes som et viktig element for byggets eksterne uttrykk, men har også interiørmessige kvaliteter. Man oppnår en generøs takhøyde i tjenestebasens fellesarealer, samtidig som det også blir mulig for boenhetene i 2. etasje å få en spennende himlingsutforming i stue og soverom. Ellers skal samtlige leiligheter ha himlingshøyde på minimum 2,6 m i stue og soverom.

Siktlinjer har vært et svært viktig element for prosjektet, og planen er tegnet slik at man alltid skal kunne skimte dagslys i enden av hver korridor. Inngangspartiet har blitt utformet med mye omtanke, og skal oppleves som åpent og lyst. Av den grunn legges det en stor glassfasade i kontakt med trappen rett ved inngangsdøren, som også skal belyse korridoren nede i 1. etasje. Prinsippet om siktlinjer er også ivaretatt i boenhetene, hvor man skal kunne se rett gjennom leiligheten ut mot naturen med en gang man kommer inn inngangsdøren. Det legges vekt på at utsikten mot vest skal være rolig og uforstyrret slik at det blir mulig med store vinduer i leilighetene som vil berikes med mye naturlig lys, uten at det går på bekostning av ro og privathet. Det har også vært essensielt at boenhetene ikke blir for smale og dype slik at oppholdsrommene får inn tilstrekkelig mengde med dagslys. Felles møterom i tjenestebasen legges i hjørnet av bygget og har direkte tilgang til felles uteoppholdsareal. I tillegg vil to fasader være disponible for både utsyn og dagslysinnslipp, og man vil kunne oppnå et lyst og luftig fellesareal.

4.5 Arealeffektivitet og mulighet for flerbruk

I forbindelse med arealeffektivitet har mottatt romprogram blitt godt gjennomarbeidet i samarbeid med bestiller, og muligheter for å slå sammen rom har blitt undersøkt. Et eksempel på dette er at konsentrasjonsarbeidsplassen som kun brukes om dagen kombineres med vaktrommet som kun brukes om natten. I tillegg slås printerrommet sammen med datarommet.

Leilighetene er tegnet etter Husbankens minstestandard samtidig som de oppfyller krav for omsorgsboliger og universell utforming. Rommene er generøse i størrelsen og skaper en fleksibilitet hvor beboeren har anledning til å møblere etter egne ønsker og livssituasjon. Stuen er utformet med plass til pleiesone samtidig som badet er tilrettelagt for assistanse dersom behovet skulle oppstå. Dette gjør det mulig for beboeren å bo i samme leilighet gjennom hele livet. Leilighetene har i tillegg en god bredde mellom bæreaksene slik at det vil være mulig å omgjøre leilighetene til annet bruk i fremtiden dersom det skulle oppstå ønske eller behov.

4.6 Mulighet for rehabilitering og ombruk av bygg og byggematerialer

Det er ikke eksisterende bygg på tomten. Det er ikke foretatt undersøkelser med tanke på bruk av eksterne ombruksmaterialer. Kan være aktuelt på løst inventar

4.7 Tilrettelegging for mobilitetsløsninger og parkering for bil og sykkel.

Det er lagt opp til sykkelparkering med mulighet for lading og bilparkering med ladestasjoner. For de ansatte på tjenestebasen er det tilrettelagt med garderober, dusj og tørkemulighet for våte klær.