

Beregnet til
Bergen kommune

Dokumenttype
Rapport

Dato
April 2023

KLIMAGASSBEREGNING SKISSEPROSJEKTER BYGG SANDDALSRINGEN



Dato **12.04.2023**
Prosjekt nr. **1350040231-002**
Utført av **Andres Salazar/ Hui Tong**
Kontrollert av **Laurence Gibbons**
Godkjent av **Tore Fauskanger**

INNHold

1.	INNLEDNING	3
2.	FORUTSETNINGER	4
2.1	Systemgrenser	4
2.2	Inndata	5
3.	RESULTATER	6
3.1	Resultatet oversikt	6
3.2	Materialvurdering	8
4.	OPPSUMMERING	10
5.	VEIEN VIDERE OG KLIMATILTAK	11
6.	REFERANSER	12
	VEDLEGG - SENTRALE INNDATA TIL KLIMAGASSBEREGNINGEN	13

1. INNLEDNING

Sanddalsringen består av 12 leiligheter med personalbase, og er et botilbud for brukere med vedvarende rusproblematikk, samt utfordrende psykisk og fysisk helse. Prosjektet er del av Boligprogrammet vedtatt av bystyret i Bergen for å fremskaffe differensierte boliganlegg som gir gode og tilpassede boliger for de som trenger det mest. Botilbudet består av utleieboliger som hver enkelt beboer styrer selv og en personalbase. Personalbasen skal være med på å tilby viktige støttefunksjoner som botrening og hjelp til offentlige tjenester, og å skape gode og trygge rammer for beboerne. I tillegg skal personalbase være trygghetsskapende for nabolaget rundt.

Rambøll Norge AS er engasjert av Bergen kommune til å utføre klimagassberegninger for nytt bosenter i Sanddalsringen under skisseprosjektfasen.

Hensikten med klimagassberegningene er å:

- Gi utbygger et grunnlag for å gjøre gode materialvalg for å minimere klimapåvirkninger
- Gi et grunnlag for diskusjon mellom kommunen og utbygger om klimapåvirkningen av ulike tiltak
- Bidra til å finne de beste løsningene som gir lavest mulig utslipp
- Gi erfaringstall og grunnlag for statistikk og økt kunnskap i kommunen
- Inspirere alle som bygger Bergen til å være med å bidra til målet om et klimanøytralt samfunn

Klimagassberegningene omfatter både direkte og indirekte utslipp for alle innsatsfaktorer og aktiviteter knyttet til et byggs livsløpsstadier med fokus på følgende områder:

- Materialer i bygget
- Energiforbruk under drift av bygget

Det er i denne rapporten utarbeidet en klimagassberegning for skisseprosjektert bygg for Bergen kommune Boligprogrammet Sanddalsringen. Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720:2018 Metodikk for klimagassberegning for bygninger* og *Regneregler for klimagassberegninger i Future Built bygg og områder*. Gjennom mailkommunikasjon har Bergen kommune stilt krav til at klimagassberegningen for prosjektert bygg skal være innenfor **912 kgCO₂e/m²** som er «Dagens praksis» for år 2023 iht. FutureBuilt Zero referansebane.

2. FORUTSETNINGER

2.1 Systemgrenser

Bergen kommune har stilt krav til at klimagassberegningen skal være innenfor 912 kgCO₂e/m² som er «Dagens praksis» for år 2023 iht. FutureBuilt Zero referansebane.

Systemgrensen for klimagassberegningen for skisseprosjektet bygg Sanddalsringen er A1-A5, B1-B6, B8, C1-C4, og D i henhold til NS 3720:2018. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegningen er vist i Tabell 1. Klimagassberegningen for prosjektert bygg omfatter følgende poster:

- Materialer, produkter og byggevarer i bygget
- Energibruk i driftsfasen
- Byggefase/ oppføring av bygget
- Riving og avhending

Tabell 1. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning for skisseprosjektet bygg

Produkt-stadiet			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 bygge-plass	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	x

* B1-B3 er inkludert i Tabell 1 selv om det ikke er noen utslipp fra disse.

2.2 Inndata

Skisseprosjektert bygg er opprettet i One Click LCA (versjon 31.03.2023). Materialmengder i skisseprosjektert bygg er basert på input fra ARK og RIB. Levert energi er basert på Sanddalsringen energiberegning. Nøkkeldata finnes i Tabell 2, Tabell 3 og andre inndata for skisseprosjektert bygg finnes i Vedlegg - Sentrale inndata til Klimagassberegningen.

Tabell 2. Nøkkeldata for skisseprosjektert bygg

Input nøkkeldata	
Bygningskategori	Sykehjem
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17/Passivhus
BTA	1 393 m ²
BRA	1 203,2 m ²
BRA oppvarmet	1 166 m ²
Etasjer	3 etasjer
Levetid/Analyseperiode	60 år
Parkering	5 plasser + 1 HC plass
Brukere	12 beboere

Tabell 3. Input nøkkeldata for transport i drift

	Antall turer per person per dag	Antall brukere	Antall åpningsdager
Arbeid - Bergen kommune	2	11	
Tjenneste - Bergen kommune	2,4	3	365
Private turer - Bergen kommune	2	12	

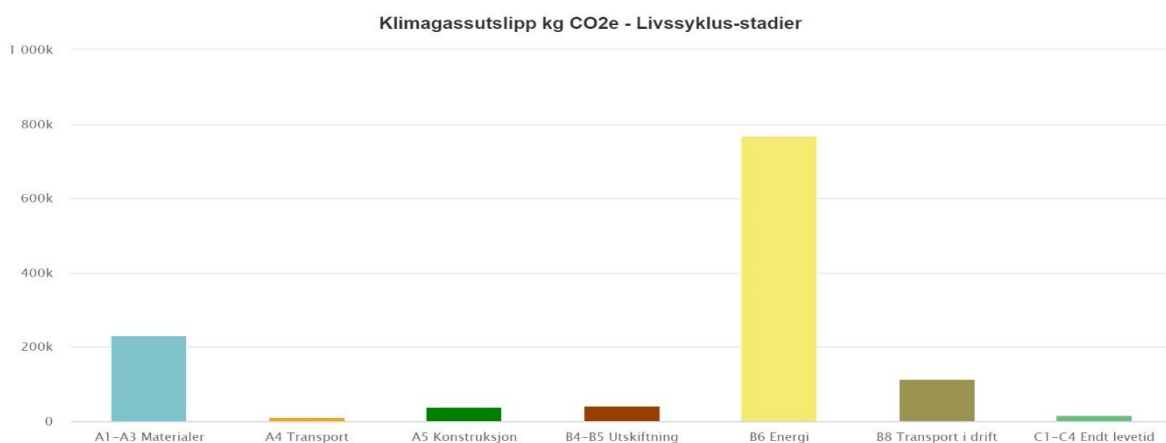
3. RESULTATER

3.1 Resultatet oversikt

Utslippsfaktoren for energi scenario 2 «elektrisitet, EU28 + Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2016-2018 gjennomsnitt)» er 0,12 kgCO_{2e} /kWh. Energi scenario 2 er hoved energi scenario iht. FuturBuilt's zero referansebane.

Resultatene fra beregninger gjort i One Click LCA gir følgende fordeling på de ulike utslippspostene se Figur 1 og Figur 2.

- Energiforbruket fører til at kategorien B6 Energi i drift bidrar mest til klimautslippene og står for ca 62,7 % av utslippene fra bygget i løpet av 60 år.
- Sanddalsringen ligger tett på vei med gode bussforbindelser. Beboeres reiser utføres ikke med bil, men kollektiv og gående/syklende. Tjenestereiser forventes gjennomført via kollektivtransport. Derfor står B8 Transport i drift for ca. 9,4% av utslippene fra bygget i løpet av 60 år.

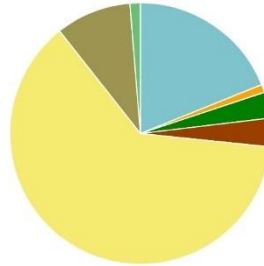


Figur 1. Fordeling av utslipp på de ulike utslippspostene for skisseprosjektert bygg (Scenario 2)

Tabell 4. Klimagassutslipp for skisseprosjektert bygg (Scenario 2)

Livsløpsstadier		Klimagassutslipp [kgCO _{2e}] over et 60 år livsløp	
		Inkl. B8 Transport i drift	Ekskl. B8 Transport i drift
A1-A3	Byggematerialer	231 092	231 092
A4	Transport til byggeplassen	12 151	12 151
A5	Byggeplass	39 332	39 332
B1	Bruk	0	0
B2	Vedlikehold	0	0
B3	Reparasjon	0	0
B4-B5	Utskiftning og renovering	43 228	43 228
B6	Energibruk i drift	767 004	767 004
B8	Transport i drift	114 468	0
C1-C4	Slutten på livet	15 570	15 570
D	Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-86 795	-86 795
Total		1 222 845	1 108 377
Per år		20 381	18 473
Per m ² BTA		878	796
Per m ² BTA Per år		15	13

Klimagassutslipp kg CO₂e - Livssyklus-stadier

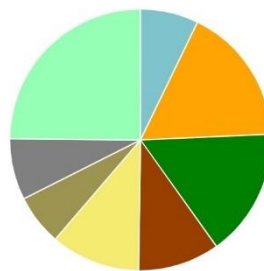


Figur 2. Fordeling av utslipp på de ulike utslippspostene for skisseprosjektert bygg (Scenario 2)

Figur 3 illustrerer utslippspostene fordelt på klassifikasjoner.

- Bygningsdeler 241-Bærenede innervegg og 25-Dekker står for en tredjedel av total utslipp på grunn av betongmengde og armeringsstålmengde.

Klimagassutslipp kg CO₂e - Klassifikasjoner

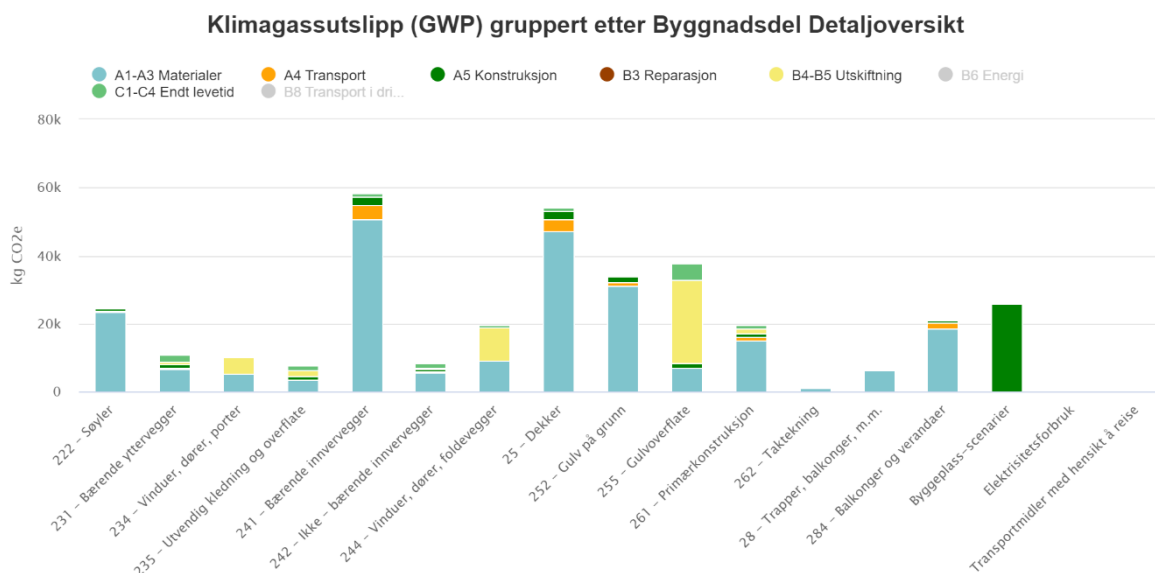


Figur 3. Fordeling på klassifikasjoner for skisseprosjektert bygg (Scenario 2)

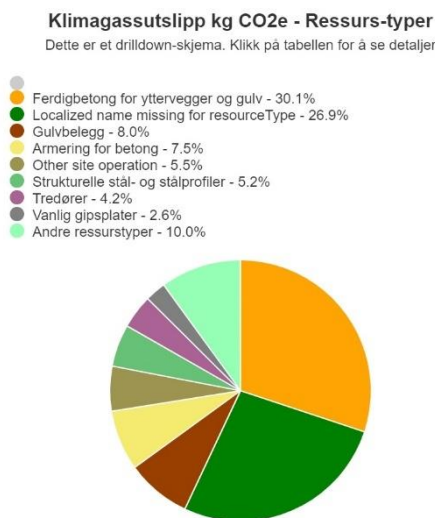
Tabell 4 gir utslippene fra skisseprosjektert bygg over et 60 år livsløp. Inkl. B8 Transport i drift blir det totalt 1 223 tonnCO₂e utslipp og ekskl. B8 Transport i drift blir det totalt 1 108 tonnCO₂e utslipp. Utslipet per m² BTA er 796 kg CO₂e ekskl. B8 Transport i drift og derfor innenfor måltallet 912 kgCO₂e/m² som er «Dagens praksis» for år 2023 iht. FutureBuilt Zero referansebane. Bruk av bergevarmepumper og bruk av armeringsstål med høyere resirkulert innhold har hjulpet med å holde klimagassberegning under «Dagens praksis».

3.2 Materialvurdering

Ifølge NS 3720:2018, skal livsløpsfasene A1-A5, B4-B5, og C1-C4 og ev. D inkluderes når valg av materialer, produkter og byggevarer skal vurderes. Figur 4 viser klimagassutslipp per bygningsdel for skisseprosjektert bygg (A1-A5, B4-B5 og C1-C4). Figur 5 viser mest medvirkende materialer for skisseprosjektert bygg (A1-A5, B4-B5 og C1-C4).



Figur 4. Klimagassutslipp per bygningsdel for skisseprosjektert bygg (A1-A5, B4-B5 og C1-C4)



Figur 5. Klimagassutslipp mest medvirkende materialer for skisseprosjektert bygg (A1-A5, B4-B5 og C1-C4)

Tabell 5. Klimagassutslipp mest medvirkende materialer for skisseprosjektet bygg (A1-A3)

▼ Mest medvirkende materialer (Klimagassutslipp)		📄 Sammenlign data			
No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)	Bærekraftige alternativer	
1.	B30M60 - UN53A-B000 Lavkarbon, C30/37 (B30 M60) 🌱 ?	120 tonn CO ₂ e	52.1 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
2.	Forsterkning stål (armering), generisk, 97% recycled content (typical), A615 🌱 ?	33 tonn CO ₂ e	14.2 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
3.	Strukturelle hule stålprofiler, kaldvalsete, generiske, 10 % recycled content, circular, square and rectangular profiles, S235, S275 and S355 🌱 ?	24 tonn CO ₂ e	10.2 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
4.	Climate door, 809x2053 mm, 42x92 mm frame, 52 mm door leaf 🌱 ?	9 tonn CO ₂ e	3.9 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
5.	EPS-isolasjon, T: 10-2400 mm, 600 x 1200 mm, 0.031 W/m2K, 16 kg/m3 🌱 ?	8,9 tonn CO ₂ e	3.8 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
6.	Gipsplater, vanlig, generisk, 6.5-25 mm (0.25-0.98 in), 10.725 kg/m2 (2.20 lbs/ft2) (for 12.5 mm/0.49 in), 858 kg/m3 (53.6 lbs/ft3) 🌱 ?	7,6 tonn CO ₂ e	3.3 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
7.	Vinyl flooring, ?	7 tonn CO ₂ e	3.0 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
8.	Self levelling mortar, for floors, walls and overhead appl., 3-50 mm, 1400 kg/m3 🌱 ?	5,8 tonn CO ₂ e	2.5 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
9.	Planglass, enkeltglasert, generisk, 3-12 mm (0.12-0.47 in), 10 kg/m2 (2.05 lbs/ft2) (for 4 mm/0.16 in), 2500 kg/m3 (156 lbs/ft3) 🌱 ?	3,6 tonn CO ₂ e	1.5 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne
10.	Terrassebord, kledning, og hevellast for tømring, 540kg/m3, Moistr. 3-5% 🌱 ?	3,3 tonn CO ₂ e	1.4 %	Vis bærekraftige alternativer	Legg til for å sammenligne

4. OPPSUMMERING

Det er i denne rapporten utarbeidet en klimagassberegning for skisseprosjektert bygg for prosjekt Sanddalsringen. Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720:2018 Metodikk for klimagassberegning for bygninger og regneregler for klimagassberegninger i Future Built bygg og områder*.

Resultatet av klimagassberegningen for skisseprosjektert bygg viser et utslipp på 1 108 tonnCO₂e/60 år for energi scenario 2 - europeisk forbruksmiks for elektrisitet fra nett. Utslipper per m² BTA er på 796 kgCO₂e og dette er innenfor måltallet 912 kgCO₂e/m² som er «Dagens praksis» for år 2023 iht. FutureBuilt Zero referansebane.

Når man inkluderer transport i drift, blir utslippet på 1 223 tonnCO₂e/60 år. Sanddalsringen ligger tett på vei med gode bussforbindelser. Beboeres reiser utføres ikke med bil, men kollektiv og gående/syklende. Tjenestereiser forventes gjennomført via kollektivtransport. Derfor står B8 Transport i drift for ca. 9,4% av utslippene fra bygget i løpet av 60 år.

Bruk av bergevarmepumper og bruk av armeringsstål med høyere resirkulert innhold har hjulpet med å holde klimagassberegning innenfor «Dagens praksis».

5. VEIEN VIDERE OG KLIMATILTAK

Klimagassberegningen er basert på input fra ARK, RIB og RIEN under skisseprosjektfasen. Det betyr at bl.a. materialvalg, materialermengder, og energiberegning kommer til å oppdateres og derfor bør klimagassberegningen oppdateres i senere faser.

Noen klimatiltak som kan vurderes i senere faser:

- Gjenbruk eller ombruk av bygningsmaterialer fra bygg (i nærområdet) som skal rives i området
- Vurdering av valg av betong lavkarbon-klasse A i stedet for lavkarbon-klasse B
- Valg av overflatebehandling, linoleum i stedet for vinyl
- Valg av isolasjon, glassull i stedet for steinull for innervegg
- Valg av brensel, biodiesel, biogass, eller nullutslippsteknologi i stedet for vanlig diesel (mye diskusjon om ytterlige klimapåvirkninger)
- God planlegging og avtaler for å sikre reduksjon av kapp og svinn f.eks. for gips, treverk, og betong
- Redusere plastikk og trevirke til emballasje dersom det er mulig
- I konkurransen, premiere i forhold til avfallsmengde/m² i byggefasen
- Prosjekthotell for god planlegging og samarbeid og sikring av (FDV)-dokumentasjon over flere år for å sikre dokumentasjon på bygningens 'materialbank' for å kunne gjenbruke disse på slutten av bygningens livsløp
- Velge lokale materialer produsert i Norge eller helst i nærområdet for å redusere utslipp fra transport

6. REFERANSER

NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.

Regneregler for klimagassberegninger i Future Built bygg og områder. Future Built. 2019.

Sanddalsringen energiberegning. Rambøll. 2022.

VEDLEGG - SENTRALE INNDATA TIL KLIMAGASSBEREGNINGEN

Omrisset av bygningen	141 m
BRA (Oppvarmet bruksareal)	1 203,2 m ²
BTA (Bruttoareal)	1 393,0 m ²
Underjordiske etasjer	0 antall
Etasjer over bakken	3 antall

Inkl.	Structures	Bygningsstrukturer	
-	Foundation	Fundament	0,00 m ³
-	Frost insulation	Frostisolering	0,00 m ²
✓	Floor on the ground	Gulv på grunn	500,00 m ²
✓	Midfloors	Dekke	800,00 m ²
✓	Tiling	Våtrom gulvbelegg	82,00 m²
✓	Steel column	Stålsøyle	0,83 m ³
✓	Wooden column	Tresøyle	1,32 m ³
-	Beams	Bjelker	0,00 m
✓	Load-bearing inner wall	Lastbærende innervegg	620,00 m ²
✓	Balconies	Balkonger	265,00 m ²
✓	Stairs and lift shaft	Trapp og heissjakt	22,00 m ³
-	Underground walls	Underjordiske vegger	0,00 m ²
✓	Outer walls	Yttervegger	950,00 m ²
✓	Cladding	Kledning	950,00 m ²
✓	Windows	Vinduer	115,00 m ²
✓	Exterior doors	Ytterdører	8,00 antall
✓	Interior doors	Innerdører	155,00 m²
✓	Glass fields	Glassfelter	110,00 m ²
✓	Roof covering	Takdekke	200,00 m ²
✓	Interior walls	Innervegger	850,00 m ²

Natursteinene blir benyttet som støttekonstruksjoner for masseoppbygging over fjell og vil i så måte være en del av utomhuskonstruksjoner og inngår ikke som en del av fundamentering til bygg. For fundamentering av bygg er det benyttet vegger som støpes til fjell. Det er mulig det blir en økning av volumer her når vi vet kotene på fjellet vi skal støpe mot.

3.2 Alternativ 1: Bergvarmepumpe

Varmebehovet til bygget skal dekkes av varmpumper plassert i teknisk rom i bygget.

For bergvarmepumpe er kildetemperaturen mye jevnere enn for luft/vann-varmepumpe, og systemet får derfor en høyere virkningsgrad. Spesielt vinterstid, med lave utelufttemperaturer, vil en bergvarmepumpe kunne levere mer effekt med høyere virkningsgrad enn luft/vann-varmepumpe.

Det antas at varmpumpen dimensjoneres for å kunne dekke ca. 95% av oppvarmingsbehovet og ca. 50 % av tappevannsbehovet. Maksimal effekt er satt til 30 kW, og årsvarmefaktoren til 3,3.

Levert energi til bygningen (beregnet)		
Energivare	Levert energi	Spesifikk levert energi
1a Direkte el.	102202 kWh	72,6 kWh/m ²
1b El. til varmepumpesystem	19230 kWh	13,7 kWh/m ²
1c El. til solfangersystem	0 kWh	0,0 kWh/m ²
2 Olje	0 kWh	0,0 kWh/m ²
3 Gass	0 kWh	0,0 kWh/m ²
4 Fjernvarme	0 kWh	0,0 kWh/m ²
5 Biobrensel	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6. Annen energikilde	0 kWh	0,0 kWh/m ²
7. Solstrøm til egenbruk	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Totalt levert energi, sum 1-7	121432 kWh	86,3 kWh/m ²
Solstrøm til eksport	-0 kWh	-0,0 kWh/m ²
Netto levert energi	121432 kWh	86,3 kWh/m ²

Beregnet levert energi (iht. energimerking) **86,3 kWh/m²år**

Dette alternativet gir energimerke **A**, med **GUL** oppvarmingskarakter. Grunnen til at varmepumpe ikke får bedre enn gul oppvarmingskarakter er at elektrisiteten som benyttes til å drive den ikke behandles som fornybar energi, i likhet med direkte elektrisitet til oppvarming. Dette er derfor en normal, og god, oppvarmingskarakter for et bygg med varmepumpe.

Utklippet over er for oppv.BRA 1 407 m² under skisseprosjekt fasen. Etterpå blir oppv. BRA oppdatert til 1 166 m². Derfor levert energi har brukt faktoren 1166/1407 for justering.

2. Transportmiddelfordeling for ansatte, beboere og besøkende

Velj transportmidler med hensikt på reise: Arbeid (Ufra bopel), Tjeneste (i arbeidstid), Private turer (i arbeidstid) og/eller Besøkende og brukere (inkludert studenter).

Transportmidler med hensikt å reise [Vis andre svar](#)

Med 'mengde' menes = Antall turer per person per dag. Velj antall brukere

Begynn å skrive eller klikk på pilen

Ressurs	Mengde	Antall brukere	Bil %	Bildegning %	Buss %	Skinnegående %	Gang/sykkel %	Turlengde bil, km	Turlengde kollektiv, km	
Arbeid - Bergen, < 1 km fra Danmark ?	2	11	10.68	Ingen	30.93	7.73	49.94	12.9	12.3	endring -
Tjeneste - Bergen, < 1 km fra Danma ?	2.4	3	4	Ingen	48	48	0	12.9	12.3	endring -
Private turer - Bergen, < 1 km fra ?	2	12	Ingen	Ingen	20	40	40	12.9	12.3	endring -
Besøkende og brukere - Bergen, < 1 ?	0		32.17	Ingen	11.78	2.95	52.82	12.9	12.3	endring -

3. Innstillinger for transportberegning

Spørsmål	Svar	Kommentar
Antall åpningsdager (for ansatte, for boliger angis 365 dager)	365 dager Vis andre svar	
Årlig antall reisedager for besøkende	0 dager Vis andre svar	
Parkeringsstigningskapasitet	Maksimumsnorm 4-6 P-plasser per 1000 Vis andre svar	
Gjennomsnittlig reiselengde for varetransport	12,9 km Vis andre svar	
Antall brukere som krever varetransport	0 per dag Vis andre svar	
Varetransportfrekvens	Ingen varetransport Vis andre svar	