




Del av studentbyen på Moholt, detaljregulering


Temarapport: Klimagassberegning Powerhouse Paris Proof



Studentsamskipnaden i Gjøvik, Ålesund og Trondheim

Rapport nr.	Klimagassberegning Powerhouse Paris Proof
Dato:	22.03.2024
Konsulent:	asplan viak 

Revisjonshistorikk

					
Rev.	Dato	Beskrivelse	Sign.	Kont.	Godkj.
00	22.03.2024	Foreløpig klimagassberegning Powerhouse Paris Proof til planinitiativ, skisseprosjekt	ODA	AAN	MS

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1. Innledning og hensikt	6
2. Prosjektinformasjon	7
3. Forutsetninger og antakelser	8
3.1. Systemgrenser og forutsetninger	8
3.2. Materialer til bygg (A1-A3)	9
3.2.1. Grunn og fundament	10
3.2.2. Bæresystem og dekker	10
3.2.3. Energiproduserende utstyr (solceller og energibrønner)	10
3.2.4. Tekniske systemer	11
3.3. Transport til byggeplass (A4)	11
3.4. Anleggsfase (A5)	12
3.5. Levetider (B1-B5)	13
3.6. Energi til driftsfasen (B6)	14
3.7. Landskap og uteområde	14
3.8. Avhending (C1-C4)	16
3.9. Utslippsfaktorer	17
4. Klimagassberegninger	19
4.1. Energi	20
4.2. Landskap og uteområde	22
5. Powerhouse Paris Proof	24
5.1. Definisjon	24
5.2. Omfang av beregninger for Powerhouse Paris Proof	25
5.3. Referanse 2010	26

6. Resultat Paris Proof Powerhouse Moholt	27
6.1. Scenario 1	28
6.2. Scenario 2	29
6.3. Scenario 3	30
6.4. Scenario 4	31
6.5. Oppsummering	32

Sammendrag

Hensikten med prosjektet er å kunne etablere innovative og klimavennlige studentboliger etter Powerhouse Paris Proof standard på Moholt i Trondheim. Planområdet ligger på Moholt i Trondheim og grenser mot eksisterende bebyggelse i Moholt studentby mot nord og nordøst. Planområdet vil bli en del av Moholt studentby.

Rapporten omfatter klimagassberegninger og en vurdering av Powerhouse Paris Proof for planlagt utbygging.

Denne rapporten er et vedlegg til planbeskrivelsen: detaljregulering del av studentbyen på Moholt gnr./bnr. 54/52, 54/80 mfl.

Trondheim kommune har ambisiøse mål om å redusere direkte og indirekte klimagassutslipp i kommuneplanens samfunnsdel. I denne rapporten er det gjort beregninger av klimagassutslipp ifm. bygg og uteområder fra materialproduksjon og -transport (A1-A4), energibruk ved byggeplassdrift (A5), tomtebearbeiding (A5), kapp og svinn fra montering (A5), fremtidig opptak av biogent karbon fra uteområde (jord og biomasse, B1) , forventet utskifting av materialer over beregningsperioden (B1-B5), energibruk i drift (B6) og avfallshåndtering (C1-C4).

Klimaberegningene er regnet etter NS 3720 (Klimagassberegninger for bygninger), hvor beregningsperiode er justert fra 60 år til 50 år (iht. analyseperiode i TEK17 § 17-1). Klimaberegningene inkluderer flere punkter enn det som er obligatorisk etter krav i TEK17 § 17-1 i Byggeteknisk forskrift (TEK17): *Klimagassregnskap fra materialer*

Prosjektet oppnår kriteriene for Powerhouse Paris Proof med åpningsår i 2028 når det benyttes materialer med lavt klimagassutslipp, utføres tiltak på uteområder, benyttes utslippsfri anleggsfase og ved bruk av ombrukte produkter.

Et åpningsår for prosjektet senere enn 2028 kan også være oppnåelig, da med ytterligere fokus på tiltak for redusert utslipp og økt bruk av ombrukte materialer.

1. Innledning og hensikt

Trondheim kommune har ambisiøse mål om å redusere direkte og indirekte klimagassutslipp i kommuneplanens samfunnsdel, og skal være en internasjonal foregangskommune for utvikling av gode klima- og miljøløsninger. Trondheim kommunes energi- og klimapolitikk støtter opp om Parisavtalen og FN's bærekraftsmål. Som Norges teknologiske hovedstad, har Trondheim en særskilt mulighet til å gå foran i det grønne skiftet. Utslippsreduksjoner skal gjennomføres gjennom samhandling mellom offentlige aktører, næringsliv, organisasjoner og Trondheims innbyggere. Det er summen av alle enkeltvalgene som er "litt smartere" som i praksis gjør Trondheim til en bedre by i lavutslippssamfunnet.¹

Powerhouse Paris Proof tar utgangspunkt i Paris-avtalens 1,5 graders mål. Standarden angir et maksimalt og totalt CO₂-utslipp for bygget, inklusiv byggefase, energi i drift, materialer og avhending. Futurebuilt sin plusshus definisjon legges til grunn for energiproduksjon

Denne rapporten omfatter klimagassberegning ved realisering av nye studenthybler på Moholt, bygget som Powerhouse Paris Proof. Beregningene er basert på skisseprosjekt og er et vedlegg til planbeskrivelsen: detaljregulering del av studentbyen på Moholt gnr./bnr. 54/52, 54/80 mfl.

Rapporten vil peke på de viktigste bidragsyterne til klimagassutslipp, fordelt på materialbruk og energibruk i byggene samt uteområder.

Asplan Viak AS er engasjert som RIMat for å beregne prosjektets klimagassutslipp og beregning av oppnåelse av Powerhouse Paris Proof.

¹ <https://www.trondheim.kommune.no/klimaplan/>

2. Prosjektinformasjon

Det er planlagt ni punkthus med totalt ca. 800 studentboliger. Punkthusene vil ha buede former og være spredt utover planområdet.



Figur 1: Illustrasjon av nye studenthybler på Moholt. Kilde: Snøhetta

Bygningenes form og uttrykk er et resultat av flere faktorer. Formen tar utgangspunkt i å minimere energibehov og energibruk. Den buede formen gir effektivt forhold mellom gulvareal og veg, samtidig som det sikrer dagslyseksponering for innendørsareal.

Som et resultat av områdets eksponering for vind har bygningene delvis buede former. Buede former vil redusere hjørneeffekten og kanaliseringseffekten av vind.

Buede fasader gir interessant utforming av uterom, og gir brukeren en annen opplevelser enn ved rette fasader.

Bebyggelsen er også planlagt med tiltak innendørs som sørger for interne varmegevinster og passive oppvarmingstiltak.

Regulert areal:

- BTA: 24 429 m²
- BRA: 22 073 m²
- Antall bygg: 9
- Antall hybelenheter: 767

3. Forutsetninger og antakelser

I dette kapitlet er det først redegjort for systemgrenser og forutsetninger for beregningene. Klimagassberegningene er inndelt i beregninger for materialbruk for bygg og uteområder, samt energibruk i drift.

Beregninger for transport i drift (B8) er ikke inkludert i klimaberegningene i denne rapporten.

3.1. Systemgrenser og forutsetninger

Det er beregnet klimagassutslipp fra materialbruk og energibruk i prosjekteringsfasen. Klimagassregnskapet er utarbeidet iht. NS 3720. Forhåndsdefinert omfang for helhetlig klimaberegning iht. NS3720 er *avansert, med lokalisering*, men hvor beregninger for transport i drift (B8) er utelatt.

Klimaberegningene i denne rapporten oppfyller krav til omfang som gitt i § 17-1 i Byggteknisk forskrift (TEK17): *Klimagassregnskap fra materialer*². Som en forenkling (da prosjektet er i skissefase) er utslipp under drift og vedlikehold samlet til B1-B5, og ikke fordelt på B2 og B4 som beskrevet i § 17-1 .

Det er etter § 17-1 utført klimaberegninger med en beregningsperiode (levetid) på 50 år.

Omfanget av klimaberegningene er som følger:

- A1-A3: Produksjon av materialer
- A4: Transport til byggeplass
- A5a: Tomtebearbeiding/arealbruksendring (*utslipp av biogent karbon fra biomasse og jord*)
- A5b: Byggeplassdrift
- A5c: Kapp og svinn, avfallshåndtering
- B1: Fremtidig opptak av biogent karbon fra uteområde (*opptak av biogent karbon fra biomasse og jord*)
- B1-B5: Forventet utskifting av materialer over en analyseperiode på 50 år
- B6: Forbruk og produksjon av energi i driftsfasen

² <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1>

- C1-C4: Riving og avfallshåndtering

Bygningsdeler inkludert i beregninger er:

- 21 - Grunn og fundamenter
- 22 - Bæresystemer
- 23 - Yttervegger
- 24 - Innervegger
- 25 - Dekker
- 26 - Yttertak
- 28 - Trapper og balkonger
- 3 - VVS
- 4 - Elkraft
- 7 - Utendørs
- Materialer som inngår til lokalt energiproduksjonsutstyr (solceller, grunnbrønner)

3.2. Materialer til bygg (A1-A3)

Det benyttet beregnet materialmengder fra prosjektets kostnadsestimat. Det vil si at det er benyttet samme mengder til kostnadsestimering av prosjektet og til klimagassberegningene, som sikrer samme omfang i beregningene.

Følgende arealer som vist i Tabell 1 legges til grunn for regnskapet.

Tabell 1: Følgende arealer for Powerhouse Moholt.

BTA, over bakken	24 429	m2 BTA
BRA, over bakken (oppvarmet)	22 073	m2 BRA
BTA, under bakken	0	m2 BTA
Antall hybelenheter (HE)	767	enheter
Antall bygg	9	stk

3.2.1. Grunn og fundament

Ut fra undersøkelser som foreligger antas det forholdsvis gode grunnforhold på tomten. Nybygg antas derfor og kunne fundamenteres direkte på masser eller fjell. Eneste unntaket er området mot vest hvor det er påtruffet noe større dybde til fjell.

RIB har regnet på behov for materialmengder til fundamentering av byggene.

3.2.2. Bæresystem og dekker

Byggets form og struktur gjør det i stor grad egnet for ulike valg av bæresystem.

Materialmengder for dekker og bæresystem er beregnet av RIB, for 3 ulike alternativer:

- Bæresystem og dekker av limtre og massivtre
- Bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker
- Bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og plasstøpt betong

3.2.3. Energiproduserende utstyr (solceller og energibrønner)

3.2.3.1 Solceller og festesystem

I klimaberegningene er det inkludert solceller og festesystem for følgende areal solceller:

- Tak: 3 603 m²
- Sykkelskur: 850 m²
- Fasader: 1 300 m²
- **Sum: 5 756 m²**

Totalt årlig produsert strøm fra solceller: 860 832 kWh/år.

Det er tatt utgangspunkt i materialmengder til Powerhouse Gartnersletta for følgende materialer. Materialmengdene er justert til 5 756 m² solceller:

- Festesystem i aluminium
- Festesystem i stål
- Kabler fra panel til inverter
- Inverter

3.2.3.2 Energibrønner

Det er estimert et behov for 51 brønner à 275 meter, totalt 14 000 løpemeter brønn, og 9 stykk varmepumper à 40 kW. I klimaberegningene er det benyttet databasetall for materialmengder som er nødvendig til å etablere brønner og fra produksjon av varmepumper.

Det er benyttet erfaringstall fra Powerhouse Gartnersletta for dieselforbruk (liter diesel pr m brønn) til å bore brønnparken.

3.2.4. Tekniske systemer

For tekniske systemer er beregninger fra Powerhouse Gartnersletta benyttet som grunnlag, basert pr m² BTA for følgende elementer:

- Vannrør til tappevann
- Avløpsrør
- Vannrør for varmedistribusjon
- Ventilasjonsaggregat med varmegjenvinner
- Ventilasjonskanaler

Referansetall (One Click LCA) er tilpasset omfang av tekniske systemer i prosjektet, hvor radiatorer er tatt ut iht. energikonseptet. Grunnet lite erfaring med materialmengder og utslippsberegninger for tekniske systemer i bygg må dette vurderes mer detaljert i senere prosjekteringsfaser.

3.3. Transport til byggeplass (A4)

Transportavstander til byggeplass er basert på antatte avstander fra produksjonssted til byggeplass, se Tabell 2 for oversikt over transportdistander. Generiske avstander er benyttet der produksjonssted er ukjent Det er antatt at alt av transport foregår med lastebil med en utslippsfaktor på 0,087kg CO₂ ekv/tkm (DFØ 2023³).

Tabell 2: Oversikt over transportavstander for materialer

Produktgruppe	Transportdistanse A4 [km]
Armeringsstål	472
Avrettingsmasse	474
Betong	10
Himlingsplate	500
Isolasjon EPS/XPS	500
Isolasjon, mineralull	500
Kledning, utvendig	500
Konstruksjonsstål	20
Konstruksjonsvirke	500

³Dokumentasjon av endringer i referansenivåer for klimagassutslipp fra materialbruk i DFØs verktøy for beregning av utslippsramme, 14.12.23, https://anskaffelser.no/sites/default/files/2023-09/Endring_referansenivaer_2_til_3.pdf

Linoleum	2000
Maling	500
Massivtre/limtre	500
Bygningsplater	500
Taktekking	650
Vinyl	500
Vinyl/linoleum	500

3.4. Anleggsfase (A5)

Klimaberegninger i anleggsfasen er inndelt i følgende aktiviteter:

- A5a: Tomtebearbeiding/arealbruksendring (utslipp av biogent karbon fra biomasse og jord)
- A5b: Byggeplassdrift
- A5c: Kapp og svinn, avfallshandtering

For A5a, tomtebearbeiding/arealbruksendring, er dette beskrevet i 3.7 *Landskap og uteområde*.

For A5b byggeplassdrift er det benyttet erfaringstall fra Powerhouse Gartnersletta (pr m² BTA) på forbruk av diesel og strøm for følgende aktiviteter:

- Generell byggeplass (diesel)
- Kontorrigg (strøm)
- Mannskapsrigg (strøm)
- Elforsyning øvrig (strøm)
- Avfuktere (strøm)
- Tårnkran (strøm)
- Oppvarming (strøm)

For landskap og uteområder er energiforbruk til graving og transport av masser ut og inn basert på forbrukstall for gravemaskin, planering av masser og massetransport fra VegLCA 5.13b⁴.

Det er utført scenario der diesel i anleggsmaskiner er erstattet med elektriske maskiner, basert på at en liter diesel erstattes med 4,8 kWh elektrisitet (VegLCA).

⁴ <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/utslipp-av-klimagasser/bruk-av-veglca/>

For A5c, kapp og svinn og avfallshåndtering, er det lagt til en % kapp og svinn for alle materialer som benyttes i prosjektet. Se Tabell 3 for andel kapp og svinn.

Tabell 3: Andel kapp og svinn ved montering

Produktgruppe	Andel kapp/svinn
Armeringsstål	5 %
Avrettingsmasse	2 %
Bygningsplater	15 %
Gulvbelegg	10 %
Isolasjon: EPS/XPS	5 %
Isolasjon: mineralull	10 %
Konstruksjonsstål	3 %
Konstruksjonsvirke	15 %
Limtre/massivtre	3 %
Maling	10 %
Plasstøpt betong	5 %
Taktekking	10 %
Trekledning	15 %

For materialmengder som er beregnet som kapp og svinn er utslipp fra produksjon (A1-A3), transport (A4) og avfallsbehandling (C1-C4) inkludert. Der mengde kapp og svinn er usikker er det benyttet samme mengde kapp og svinn i prosjektert bygg som for referansebygget.

3.5. Levetider (B1-B5)

Analyseperioden er i prosjektet satt til 50 år.

Det er benyttet følgende levetider for materialer, som vist i Tabell 4. Merk at levetider og frekvens for utskiftinger er usikkert og avhengig av videre prosjektering og valgt produkt. Materialer som ikke er angitt i Tabell 4 er antatt med levetid tilsvarende 50 år eller lengre.

Tabell 4: Levetider for materialer i prosjektet

Element	Levetid, år
PV panel	30, antar 50% redusert utslipp fra produksjon av nytt panel etter 30 år
Gipsplater (vegg og himling)	40
Maling, innvendig	10
Vinyl	20
Linoleum	20

Taktekking	20
Dører (inne og ute)	30
Kabler solceller	30
Inverter til solcelle	15
Varmepumpe	30
Vannrør til tappevann	30
Avløpsrør	30
Vannrør for varmedistribusjon	30
Ventilasjonsaggregat med varmegjenvinner	25
Kabler strømforsyning og fordeling	30

3.6. Energi til driftsfasen (B6)

Lvert energi og nødvendig areal av solceller er beregnet av RIEEn. Basert på energikonseptet er det beregnet at behov for levert energi til byggene er på 42 kWh strøm/m² BRA.

Med et oppvarmet areal (regulert) på 22 073 m² BRA er behov for levert energi til byggene beregnet til 927 066 kWh/år. Totalt årlig produsert strøm fra solceller: 860 832 kWh/år (se kapittel 3.2.3.1). Dette medfører et behov for innkjøpt energi utover produksjon fra solceller på 66 234 kWh/år.

Energikonsept:

- Fellesarealer varmes og svales etter Lowex-prinsippet
- Hybler varmes opp med ventilasjonsluft
- Grunnbrønner med varmpumpe
- Solceller

3.7. Landskap og uteområde

Det er utført klimaberegninger for landskap og uteområde basert på mengder oppgitt i Tabell 5. Metoden for klimaberegninger for landskap og uteområde er basert på FutureBuilt ZERO-L kriterier for klimagassberegninger for landskap⁵.

Klimaberegningene omfatter nedbygging av nødvendig areal og transport av masser ut, og behov for asfalt, pukk, masser og jord inn.

⁵ <https://www.futurebuilt.no/content/download/34308/187115>

I tillegg er det lagt inn omfang av arealer med vegetasjon bruksplen, stauder/blomstereng, busker og trær. Dette er inkludert for å beregne opptak av biogent karbon i biomassen. Dette er opptak som skjer via fotosyntesen og som lagrer karbon fra atmosfæren i biomasse. Opptak av biogent karbon skjer også i ny jord.

Standard transportavstand på masser som transporteres ut av området er satt til 50 km en vei og 50 km tom retur (FutureBuilt ZERO-L kriterier for klimagassberegninger landskap)

Arealregnskap:

- Nedbygging av eksisterende arealer bestående av vegetasjon (mest plen, noe busker): 3 210 m²
- Eksisterende arealer med vegetasjon til nytt areal med vegetasjon: 2 704 m²
- Eksisterende arealer impediment til nytt areal impediment (asfalt/bygg): 6 603 m²
- Eksisterende arealer impediment til nytt areal med vegetasjon: 2 704 m²

Det er utført scenario der diesel i anleggsmaskiner er erstattet med elektriske maskiner, basert på at en liter diesel erstattes med 4,8 kWh elektrisitet (VegLCA).

Det er også utført scenario med redusert massetransport (redusert transport av masser ut og redusert transportavstand fra 50 km) og ved bruk av riveavfall og biokull til produksjon av sirkulære jordblandinger, basert på beregninger i sluttrapport *Sirkulære jordblandinger*⁶.

⁶ <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2023/08/sirkulaerJordblandingSluttrapport.pdf>

Tabell 5: Mengdeberegning for masser, materialer, jord og trær/busker inn og ut av anleggsområdet i forbindelse med landskap og uteområdet.

			Forbruk	
Anleggsarbeid - nedbygging og masser ut				
Rive areal med asfalt	5 858	m2	1 386	liter anleggsdiesel
Masser: under bygg	10 364	m3	3 841	liter anleggsdiesel
Masser: under asfalt/faste dekker	3 911	m3		
Masser: fra vegetasjonsarealer	500	m3		
Sum volum transport ut	14 774	m3		
Transport masser ut 50 km	50	km	35 744	liter veitransportdiesel
Avfallshåndtering tre	25	stk	25	stk trær hugges
Anleggsarbeid - nytt og masser inn				
Betong til støttemur	47	m3	47	m3 betong
Stein til støttemur	125	m3	313	tonn stein
Asfalt inn	315	m3	788	tonn asfalt
Pukk inn	2 701	m3	4 187	tonn pukk
Lastebiltransport, 50 km	50	km	6 838	liter veitransportdiesel
Type jord: Ikke torv. 4-5 vektprosent av godt omdannet hagekompost.	2 919	m3	2 919	m3 jord
Lastebiltransport, 50 km	50	km	7 062	liter veitransportdiesel
Utgraving og planering av jord- og steinmasser	5 620	m3	5 620	liter anleggsdiesel
Nytt areal (fra impediment) med vegetasjon bruksplen. Opptak biomasse	0	m2	0	m2 plen
Nytt areal (fra impediment) med vegetasjon stauder/ blomstereng. Opptak biomasse	1 454	m2	1 454	m2 stauder/blomster
Arealer med vegetasjon busker. Opptak biomasse	1 250	m2	1 250	m2 busker
Nye trær. Opptak biomasse	150	stk	150	stk trær
Opptak i ny jord. Opptak jord	2 704	m2	2 704	m2 areal jord med opptak

3.8. Avhending (C1-C4)

Det er benyttet utslippsfaktor for C1-C4 tilsvarende referansebygget.

3.9. Utslippsfaktorer

Utslippsfaktorer som er benyttet i beregningen er vist i Tabell 6.

Tabell 6: Utslippsfaktor benyttet i beregningene

Materiale	kg CO2 ekv/enhet				Enhet
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	
Slakkarmering	0,60	0,34			kg CO2 e/kg
Spennarmering	2,70	1,10			kg CO2 e/kg
Betong B35	280	210		120	kg CO2 e/m3
Betong hulldekke	280	210		120	kg CO2 e/m3
Limtre	100	100			kg CO2 e/m3
Massivtre	150	100			kg CO2 e/m3
K-stål, valseprofil	1,50	1,00			kg CO2 e/kg
K-stål, hulprofil	3,00	2,50			kg CO2 e/kg
K-stål, HSQ	3,00	2,71		2,50	kg CO2 e/kg
K-stål, plate	3,00	2,50			kg CO2 e/kg
Hulldekke, 200	41,4	26,9		17,5	kg CO2 e/m2
Hulldekke, 265	56,2	37,5		23,8	kg CO2 e/m2
PV panel	198	115			kg CO2 e/m2
Gips, standard, 12,5	2,1	0,74			kg CO2 e/m2
Ultraboard, 13	2,10	2,00			kg CO2 e/m2
Isolasjon, yttervegg, mineralull	50,0	33,0			kg CO2 e/m3
Isolasjon, innervegg, mineralull	35,0	12,9			kg CO2 e/m3
Isolasjon, tak, mineralull	50,0	33,0			kg CO2 e/m3
EPS 150	73,7	73,7			kg CO2 e/m3
XPS 300	120	118			kg CO2 e/m3
Konstruksjonsvirke	60,0	59,5			kg CO2 e/m3
Vindu, 3 lags	91,0	91,7			kg CO2 e/m2
Kledning, utvendig	5,40	1,89			kg CO2 e/m2
Vinyl	6,80	6,15			kg CO2 e/m2
Linoleum	8,19	8,19			kg CO2 e/m2
OSB, 12 mm	5,00	2,57			kg CO2 e/m2
Taktekking	7,00	3,22			kg CO2 e/m2
Nedsenket himling,, plate	2,30	2,27			kg CO2 e/m2
Nedsenket himling, oppheng	2,30	2,31			kg CO2 e/kg
Sponplate gulv 22mm	8,00	8,03			kg CO2 e/m2
Diesel, anleggsdiesel	3,01		0,15		kg CO2e/liter
Diesel, biodiesel					kg CO2e/liter
Strøm byggeplass	0,034				Kg CO2 e/kWh

For scenario 3 og 4 er det antatt (utslippsfri) elektrifisering av anleggsplass, hvor utslippsfaktor for diesel i er erstattet med et forbruk på 4,29 kWh elektrisitet pr liter diesel.

Utslippsfaktor for drivstoff (bl.a. anleggsdiesel og diesel for veitransport) gjenspeiler gjeldende omsetningskrav for flytende biodrivstoff. Fra Miljødirektoratet:⁷

Et omsetningskrav betyr at en viss andel av fossilt drivstoff skal erstattes med biodrivstoff i løpet av et år. Det er den som omsetter drivstoff som skal sørge for dette. De som omsetter drivstoff velger fritt hvordan de vil selge biodrivstoff, så lenge de selger nok hvert år til å oppfylle kravet. Det betyr at det ikke nødvendigvis er blandet inn like mye biodrivstoff i alt drivstoff gjennom hele året. Noen ganger vil det kunne være mye biodrivstoff i tanken, andre ganger lite eller ingenting. Men i snitt skal alle omsettere ha solgt en viss andel biodrivstoff i løpet av et år.

For både anleggsdiesel og biodiesel er det beregnet med innblanding av biodiesel etter omsetningskrav. I 2024 er omsetningskrav på biodiesel i anleggsdiesel 10% avansert biodiesel. Dette medfører samme utslippsfaktor for anleggsdiesel og biodiesel, og det gis ikke noe ekstra gevinst hvis prosjektet benytter 100% biodiesel.

For PV panel er det antatt følgende panel: *Longi Solar LR5-72HTH-580M*. Longi har utarbeidet EPD for andre paneler i LR5 serien (EPD nr: S-P-09079, basert på (NPCR 029 version 1.2). Utslippstall fra denne EPDen er benyttet i beregningene i skisseprosjektet. Dette medfører et utslippstall på 115 kg CO₂ ekv/m² panel (A1-A3).

⁷ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/>

4. Klimagassberegninger

Resultater fra klimaberegninger vist i dette kapittelet er basert på scenario 3 som beskrevet i kapittel 6.3 : *Lavutslippsmaterialer + utslippsfri anleggs plass*. Med dette menes:

- Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong klasse A), inkludert lavt utslipp fra solceller
- Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding
- Utslippsfri anleggs plass

For alle scenario er det utført beregninger for alternativ med:

- bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker. Alternativ med plaststøpt betong er ikke inkludert i resultattabeller
- bæresystem og dekker av limtre og massivtre

Utslippsfaktor for strøm vist i resultater er basert på scenario 2 iht NS3720: NO+EU: 136 g CO₂ ekv/kWh.

Bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker

Tabell 7: Resultat fra klimagassberegningen for bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker.

Bygningsdel	Alternativ: Konstruksjonsstål/hulldekker									Sum
	tonn CO ₂ ekv									
	A1-A3: Produksjon av materialer	A4: Transport til byggeplass	A5a: Arealbruksendring	A5b: Byggeplass	A5c: Kapp og svinn	B1: Opptak biogent karbon	B1-B5: D/V materialer	B6: Energi i drift	C1-C4: Riving avfall	
21. Grunn og fund.	307	9			17		0	0	34	367
22. Bæresyst.	1 090	1			33		0	0	4	1 128
23. Yttervegg	435	35			36		145	0	62	713
24. Innervegg	555	45			66		305	0	142	1 113
25. Dekker	1 527	117			72		352	0	370	2 438
26. Yttertak	236	18			8		38	0	26	325
28. Trapper, balk. Solcelle (panel+tilbehør)	0	0			0		0	0	0	0
30. Generel vedr VVS	885	36			23		323	0	12	1 279
40. Elkraft generelt	164	10			22		179	0	44	418
A5b. Byggeplass bygg	547	32			53		520	0	3	1 154
B6. Energi i drift - behov	0	0		196			0	0	0	196
B6. Energi i drift - produsert	0	0			0			6 304	0	6 304
70. Uteområde								-5 854		-5 854
Sum, totalt, tonn CO ₂ ekv, 50 år	108	2	19	8		-392	1 862	450,7	695	-256
	5 853	305	18,9	203	331	-392,4	1 862	450,7	695	9 326
	9 326									
Pr m ² BTA, kg CO ₂ ekv/m ² BTA, 50 år	240	12,5	0,78	8,3	13,5	-16,06	76,2	18,45	28,5	382
	382									
Sum, bygningsdel kap 2, tonn CO ₂ ekv, 50 år	4 149	224	0	196	233	0	840	450,7	637	6 730
	6 730									
Kap 2 pr m ² BTA, kg CO ₂ ekv/m ² BTA, 50 år	170	9,17	0	8,0	9,5	0	34,4	18,45	26,1	276
	276									

Bæresystem og dekker av limtre og massivtre

Tabell 8: Resultat fra klimagassberegningen for bæresystem og dekker av limtre og massivtre.

Alternativ: Limtre/massivtre										
Bygningsdel	tonn CO2 ekv									
	A1-A3: Produksjon av materialer	A4: Transport til byggeplass	A5a: Arealbruksendring	A5b: Byggeplass	A5c: Kapp og svinn	B1: Opptak biogent karbon	B1-B5: D/V materialer	B6: Energi i drift	C1-C4: Riving avfall	Sum
21. Grunn og fund.	307	9			17		0	0	34	367
22. Bæresyst.	19	4			1		0	0	2	25
23. Yttervegg	435	35			36		145	0	62	713
24. Innervegg	568	81			55		371	0	139	1 214
25. Dekker	1 231	119			101		381	0	324	2 156
26. Yttertak	155	21			12		38	0	18	243
28. Trapper, balk. Solcelle (panel+tilbehør)	0	0			0		0	0	0	0
	885	36			23		323	0	12	1 279
30. Generel vedr VVS	164	10			22		179	0	44	418
40. Elkraft generelt	547	32			53		520	0	3	1 154
A5b. Byggeplass bygg	0	0		196			0	0	0	196
B6. Energi i drift - behov	0	0			0		0	6 304	0	6 304
B6. Energi i drift - produsert								-5 854		-5 854
70. Uteområde	108	2	19	8		-392				-256
Sum, totalt, tonn CO2 ekv, 50 år	4 418	348	18,9	203	320	-392,4	1 956	450,7	637	7 960
Pr m2 BTA, kg CO2 ekv/m2 BTA, 50 år	181	14,2	0,78	8,3	13,1	-16,06	80,1	18,45	26,1	326
Sum, bygningsdel kap 2, tonn CO2 ekv, 50 år	2 715	267	0	196	222	0	935	450,7	579	5 364
Kap 2 pr m2 BTA, kg CO2 ekv/m2 BTA, 50 år	111	10,93	0	8,0	9,1	0	38,3	18,45	23,7	220

Beskrivelse

Tabell 7 og Tabell 8 viser resultat fra klimagassberegningene for bæresystem og dekker med henholdsvis alternativ konstruksjonsstål og hulldekker og alternativ limtre og massivtre. Alle tall er for fossile utslipp, i tonn CO2 ekv, bortsett fra for A5 arealbruksendring og B1 opptak biogent karbon som er utslipp og opptak av biogent karbon.

Som vist i Tabell 7 og Tabell 8 er det beregnet at prosjektet har et klimagassutslipp på rundt 8 000 tonn CO2 ekv til 9 300 tonn CO2 ekv over 50 år, avhengig av løsninger for bæresystem. Dette basert på forutsetninger som beskrevet i kapittel 3. Ytterligere reduksjon av prosjektets klimagassutslipp kan være mulig med økt fokus på tiltak for redusert utslipp og økt bruk av ombrukte materialer.

4.1. Energi

Iht NS 3720 er det utført beregning med to forskjellige scenarier for utslippsfaktor for strøm i driftsfasen: norsk forbruksmiks (18 g CO2/kWh) og europeisk forbruksmiks (136 g CO2/kWh). Resultater er vist i Tabell 9.

Forskjellen i utslipp når det regnes på levert energi er relativt stor (834 tonn CO2 ekv til 6304 tonn CO2 ekv) når det gjøres beregning med NO strømmiks og NO+EU strømmiks. Når produsert energi inkluderes i beregningene blir konsekvensen av valg

av strømmiks lavere da strømmen som produseres regnes med samme utslippsfaktor som strømmen som brukes. Avhengig av valgt strømmiks utgjør klimagassutslipp fra forbruk og produksjon av strøm rundt 1% til 6% av prosjektets totale klimagassutslipp.

Tabell 9: Beregnet klimagassutslipp fra ulike scenario med utslippsfaktor for strøm

	NO: 18 g CO2 ekv/kWh	NO+EU: 136 g CO2 ekv/kWh	Enhet
B6. Energi i drift - behov	834	6 304	tonn CO2 e
B6. Energi i drift - produsert	-775	-5 854	tonn CO2 e
Sum	60	451	tonn CO2 e

4.2. Landskap og uteområde

Tabell 10 viser klimagassberegninger for landskap og uteområde. Tabellen er delt inn i fossile og biogene utslipp og opptak. Negativt tall betyr et opptak av CO₂. Tabellen er også inndelt i standard løsning og lavutslippsløsning med sirkulær jordblanding. Med lavutslippsløsning menes elektriske anleggsmaskiner istedenfor maskiner som går på diesel, og andre materialer med lavest mulig utslipp. Det er lagt inn bruk av sirkulær jordblanding, hvor valg av jordblandinger basert på riveavfall og innblanding av biokull vil medføre et negativt utslipp (opptak) og lagring av biogent karbon i jorden.

Ved standard løsning medfører transport av masser ut og inn, 50 km hver vei, et utslipp på 143 tonn CO₂ ekv.

Uteområde med standard løsning er beregnet til å ha et utslipp på 229 tonn CO₂ ekv. Ved å optimalisere løsninger og å velge materialer, produkter og jordblandinger med lavest mulig utslipp kan utslipp fra uteområdet reduseres til å ha et opptak og lagring på -256 tonn CO₂ ekv, en reduksjon på 485 tonn CO₂ ekv (rundt 6% av prosjektets totale klimagassutslipp).

Tabell 10: Klimagassberegninger for uteområde, for standard utslippsfaktor og

Klimaberegning	Standard				Lavutslipp og sirkulær jordblanding				
	Uteområde	Type	Fossilt	Biogent	tonn CO2 e	Type	Enhet	Fossilt	Biogent
Anleggsarbeid - UT									
Rive eksisterende bygg	1 917 m2								
Rive areal med asfalt	5 858 m2	Anleggsdiesel	4		1 %	Elektrisk maskin	kWh	0,2	
Antall trær som hugges/fjernes (middels til store)	25 stk	Avfallshåndtering tre		8		Området	stk		0,0
Arealregnskap									
Areal urørt	5 450 m2								
Nedbygging av eksisterende arealer besående av vegetasjon (mest plen, noe busker)	3 210 m2	Utslipp fra jord		18,9		Utslipp fra jord			18,9
Eksisterende arealer med vegetasjon til nytt areal med vegetasjon	2 704 m2								
Eksisterende arealer impediment til nytt areal impediment (asfalt/bygg)	6 603 m2								
Eksisterende arealer impediment til nytt areal med vegetasjon	2 704 m2								
Sum	20 670 m2								
Volum transport ut									
Under bygg	10 364 m3								
Under asfalt/faste dekker	3 911 m3								
Fra vegetasjonsarealer	500 m3								
Gravemaskin - masser ut	14 774 m3	Anleggsdiesel	12		4 %	Elektrisitet	kWh	0,6	
Transport masser ut 50 km	50 km	Diesel for veitransport	104		37 %	Elektrisitet	kWh	5,8	
Anleggsarbeid - INN									
Betong til mur	47 m3	Lavkarbonbetong B	10		4 %	Betong	Lavkarbonbetong A	10	
Stein til mur	125 m3	Knust stein	13		5 %	Stein	Gjenbruksstein	0	
Lastebiltransport, 50 km	50 km	Diesel for veitransport	1		0 %	Transport inn, 0 km	Gjenbruksstein	0,0	
Asfalt inn	315 m3	Asfalt, Agb	33		12 %	Gjenbruksasfalt, Gja	kg	3	
Pukk inn	2 701 m3	Pukk	13		5 %	Pukk	kg	13	
Lastebiltransport, 50 km	50 km	Diesel for veitransport	19		7 %	Elektrisitet	kWh	1,1	
Type jord: Ikke torv. 4-5 vektprosent av godt omdannet hagekompost.	2 919 m3	Anleggsjord	34		12 %	Sirkulær jordblanding med innblanding av biokull	m3	82	-147
Lastebiltransport, 50 km	50 km	Diesel for veitransport	20		7 %	Elektrisitet	kWh	1,2	
Utgraving og planering av jord- og steinmasser	5 620 m3	Anleggsdiesel	17		6 %	Elektrisitet	kWh	0,9	
Nytt areal (fra impediment) med vegetasjon bruksplen. Opptak biomasse	0 m2	Antatt ikke lagring i biomasse		0		Opptak bruksplen	Antatt ikke lagring		0
Nytt areal (fra impediment) med vegetasjon stauder/ blomstereng. Opptak biomasse	1 454 m2	Liten busk (antatt stauder), 15 år		-5		Liten busk (antatt stauder), 15 år	m2		-5
Arealer med vegetasjon busker. Opptak biomasse	1 250 m2	Medium busk, medium, 15 år		-11		Stor busk, rask hastighet, 15 år	m2		-11
Nye trær. Opptak biomasse	150 stk	Medium tre, medium hastighet, 50 år		-45		Stort tre, rask hastighet, 50 år	stk		-214
Opptak i ny jord. Opptak jord	2 704 m2	Opptak i jord, 20 år		-16		Opptak i jord, 20 år	m2		-16
Sum			280		-51	Sum		118	-373
Totalt				229		Totalt			-256
Utslipp UT									
			104		tonn CO2 ekv				
Massetransport INN									
			39		tonn CO2 ekv				
Ved transport 50 km									
			143		tonn CO2 ekv				

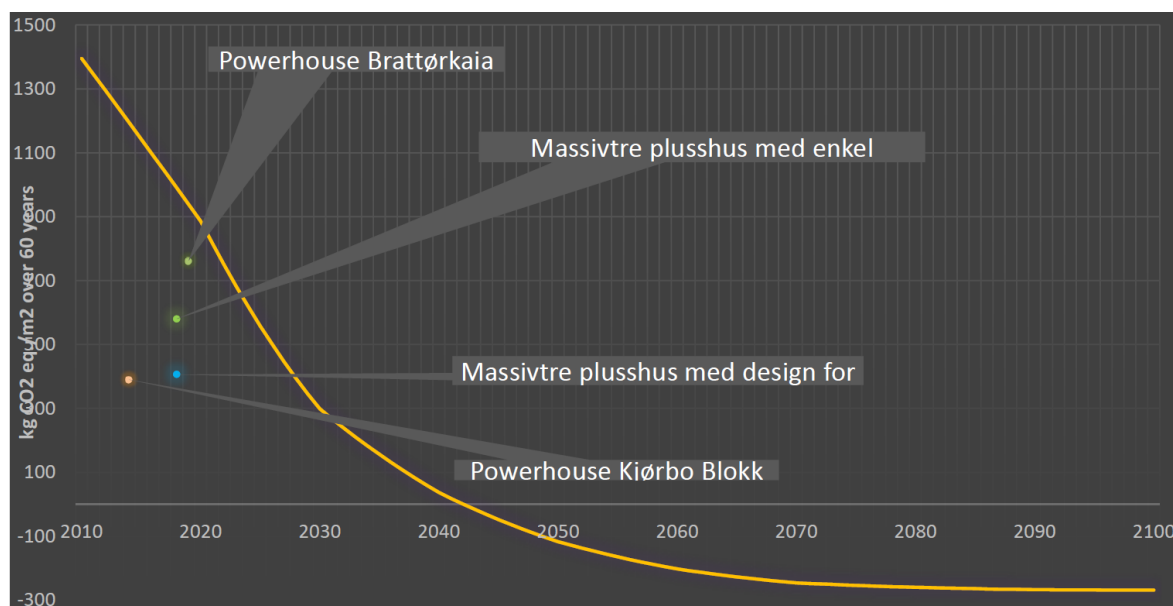
5. Powerhouse Paris Proof

5.1. Definisjon

Powerhouse Paris Proof tar utgangspunkt i Paris-avtalens 1,5 graders mål. Standarden angir et maksimalt og totalt CO₂-utslipp for bygget, inklusiv byggefase, energi i drift, materialer og avhending. Futurebuilt sin plussus definisjon legges til grunn for energiproduksjon.

For å oppnå Powerhouse Paris Proof må nullutslipps-byggeplasser i kombinasjon med klimavennlige materialer og ombruk og gjenbruk være en del av løsningen, i tillegg til fornybar energiproduksjon og energieffektivisering.

Powerhouse Paris Proof består av et klimabudsjett og klimaregnskap tilpasset det enkelte prosjektet.



Figur 2: Eksempel på Powerhouse Paris Proof beregning. Den oransje linjen viser klimabudsjettet for bygg med ulike åpningsår (åpningsår i X-aksen). Klimabudsjettet reduseres for hvert år basert på reduksjonsfaktor fra IPCC og Parisavtalen. Hvis byggets klimagassregnskap er under kurven i åpningsåret defineres bygget som Powerhouse Paris Proof.

Klimabudsjettet for prosjektet er definert som summen av årlige utslipp som oppstår fra materialer, byggeprosess, energi i drift og avhending for et standard bygg med åpningsår i 2010, multiplisert med reduksjonsfaktor fra IPCC. Klimabudsjettet angir en utslippsramme (maksimale utslipp) et prosjekt kan ha for å være i tråd med Paris-avtalens 1,5 graders mål. Åpningsåret for bygget definerer reduksjonsfaktoren fra IPCC.

Senere åpningsår medfører et høyre krav til reduksjon og derfor også en større reduksjonsfaktor.

Klimaregnskapet er beregnet klimagassutslipp fra materialer, byggeprosess, energi i drift og avhending for det konkrete prosjektet, basert på de løsningene og materialene som velges.

For å være et Powerhouse Paris Proof skal klimaregnskapet (totale utslipp av klimagasser for prosjektet) over en beregningsperiode på 50 være lik eller lavere en klimabudsjettet for prosjektets åpningsår. Både klimabudsjettet og klimaregnskapet er regnet etter NS 3720 (Klimagassberegninger for bygninger), hvor beregningsperiode er justert fra 60 år til 50 år.

Med åpningsår menes i utgangspunktet det året bygget får ferdigattest/midlertidig brukstillatelse. Tidligere åpningsår kan også benyttes hvis ferdigattest/midlertidig brukstillatelse ikke er på plass for hele bygningsmassen i prosjektet, men at hovedmengden av materialene for bygget er installert og deler av bygningsmassen er tatt i bruk.

5.2. Omfang av beregninger for Powerhouse Paris Proof

Som beskrevet i kapittel 2 er det prosjektet regulert med følgende areal:

- BTA: 24 429 m²
- BRA: 22 073 m²
- Antall bygg: 9
- Antall hybelenheter: 767

For å oppnå FutureBuilt sin plusshus definisjon er det i energiberegningene vurdert at det kun (på nåværende tidspunkt) er mulig å oppnå et Powerhouse etter FutureBuilt sin plusshus definisjon med følgende omfang, noe som er litt lavere enn regulert areal:

- BTA: 23 004 m²
- BRA: 20 747 m²
- Antall bygg: 9
- Antall hybelenheter: 722

Det er derfor dette omfanget som ligger til grunn for klimaberegninger og kontroll mot Paris Proof Powerhouse Moholt.

5.3. Referanse 2010

Utgangspunktet for reduksjonskurven til IPCC er 2010. Et tilsvarende bygg som er bygget i 2010 benyttes derfor til å definere klimabudsjettet. Siden studentboliger i stor grad består av ulike variasjoner av store og små kollektiv med og uten private bad er areal pr hybelenhet (HE) benyttet for å definere størrelsen på *tilsvarende bygg* i 2010. Arealbruk pr hybelenhet (HE) fra tidligere studentboliger i Trondheim er gjennomgått for å se hvordan årstall for ferdigstillelse påvirker arealbruk i boligene.

Tabell 11: Oversikt over arealbruk pr HE fra 1964 - 2025

Arealer er kun areal som er for studenter (uten næring, kontor osv), inkludert alt av fellesareal, korridor, sjakt, trapperom, teknisk rom osv								
	Ferdigstilt år	Nettoareal	Bruttoareal	Antall HE (sengeplasser)	NETTO BRA	m2 BRA/HE	BRUTTO BTA	m2 BTA/HE
Hybler HK	1964	20 288	23 610	865	23,5	m2 BRA/HE	27,3	m2 BTA/HE
Nedre Berg	1999	4 348	5 027	140	31,1	m2 BRA/HE	35,9	m2 BTA/HE
Teknobyen	2011	4 215	4 961	116	36,3	m2 BRA/HE	42,8	m2 BTA/HE
Lerkendal	2013	15 129	18 185	612	24,7	m2 BRA/HE	29,7	m2 BTA/HE
Sørmevågen	2014	5 542	6 615	168	33,0	m2 BRA/HE	39,4	m2 BTA/HE
MAL	2016	18 361	22 544	632	29,1	m2 BRA/HE	35,7	m2 BTA/HE
Sundebygget	2022	2 244	2 480	84	26,7	m2 BRA/HE	29,5	m2 BTA/HE
Røverdalen	Planlagt 2025	3 424	3 785	126	27,2	m2 BRA/HE	30,0	m2 BTA/HE
Snitt		73 550	87 208	2 743	26,8	m2 BRA/HE	31,8	m2 BTA/HE
Snitt uten høyest lavest		49 047	58 637	1 762	27,8	m2 BRA/HE	33,3	m2 BTA/HE
Parisavtalen: referanse 2010	Snitt 1999 - 2016	47 594	57 333	1 668	28,5	m2 BRA/HE	34,4	m2 BTA/HE

Som Tabell 11 viser varierer m2 BTA/HE fra 27,3 m2 BTA/HE i 1964 til 42,8 m2 BTA/HE i 2011. For å finne en referanse som er tilpasset 2010 er det beregnet et vektet gjennomsnitt basert på prosjekter med åpningsår - 11 år og + 6 år fra 2010. Dette er prosjekter merket med lys rød farge i Tabell 11. Dette gir et gjennomsnitt på 34,4 m2 BTA/HE for en referanse tilpasset 2010.

I Powerhouse Moholt er det 722 HE. Med et BRA på 20 747 m2 og BTA på 23 004 m2 gir dette følgende arealbruk pr HE: 28,7 m2 /BRA og 31,9 m2/BTA

Ved å sammenlikne Powerhouse Moholt med en tilsvarende utbygging i 2010 medfører en referanse i 2010 et økt arealbehov på 1 833 m2 BTA, som vist i Tabell 12.

Tabell 12: Utbygd areal for en tilsvarende utbygging i 2010 sammenliknet med PH Moholt.

Referanse 2010, 722 HE	34,4	m2 BTA/HE	Moholt studentby 722 HE	31,9	m2 BTA/HE	Økt arealbehov i 2010, m2
BTA studentby, referanse	24 837	m2 BTA	BTA, PH Moholt	23 004	m2 BTA	1 833
BRA studentby, referanse	22 400	m2 BRA	BRA, PH Moholt	20 747	m2 BRA	1 653

6. Resultat Paris Proof Powerhouse Moholt

Dette kapittelet viser resultater for beregninger Powerhouse Paris Proof. Beregningene omfatter 4 ulike alternativer og innstillinger (scenario 1 - 4). Alle beregninger er sammenliknet med 2010 referansen som beskrevet i kapittel 5.3.

For alle scenario er det utført beregninger med alternativ med:

- c) bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker
- d) bæresystem og dekker av limtre og massivtre

Scenario 1 - Energi og materialbruk tilpasset PH Moholt, standard utslipp

- Standard utslipp fra materialer
- Inkludert uteområde i beregningene, uten tiltak
- Standard anleggsfase

Scenario 2 - Energi og materialbruk tilpasset PH Moholt, lavutslippsmaterialer

- Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong klasse A), inkludert lavt utslipp fra solceller
- Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding
- Standard anleggsfase

Scenario 3: Scenario 2 + utslippsfri anleggsplass

- Lavutslippsmaterialer, inkludert lavt utslipp fra solceller
- Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding
- Utslippsfri anleggsplass

Scenario 4 - Scenario 3 + ekstra lavt utslipp betong og 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk

- Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong ekstrem / CCS betong) , inkludert lavt utslipp fra solceller
- Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding
- Utslippsfri anleggsplass
- 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk

Med 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk menes det at prosjektet søker å redusere klimagassutslipp fra A1-A2 for materialer i bygningsdel kapittel 2 med 15% ved å benytte ombrukte produkter. Omfang og hva som ombrukes detaljeres i videre prosjektering. Dette er også avhengig av hva som er tilgjengelig på markedet.

6.1. Scenario 1: Energi og materialbruk tilpasset PH Moholt, standard utslipp

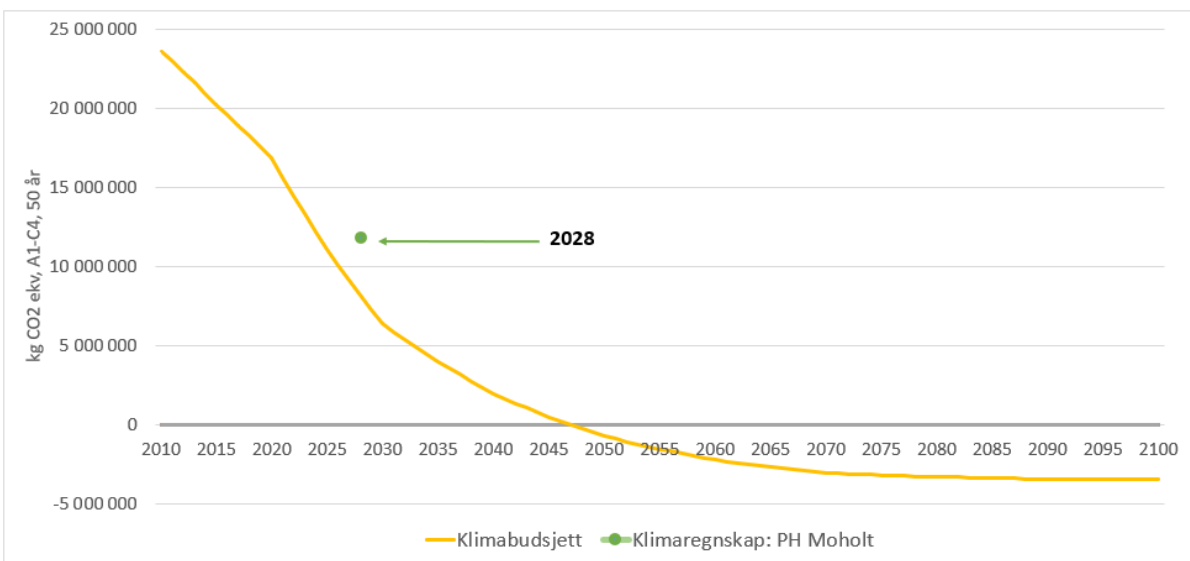
- Standard utslipp fra materialer
- Inkludert uteområde i beregningene, uten tiltak
- Standard anleggsfase

Klimaregnskap for Scenario 1 (grønn prikk) er beregnet med høyere utslipp enn budsjettet (gul linje) for begge alternativ. **Scenario 1 oppnår ikke Powerhouse Paris Proof i 2028.**

2028: The building is not Paris proof.

Alternativ: Konstruksjonsstål/hulldekker

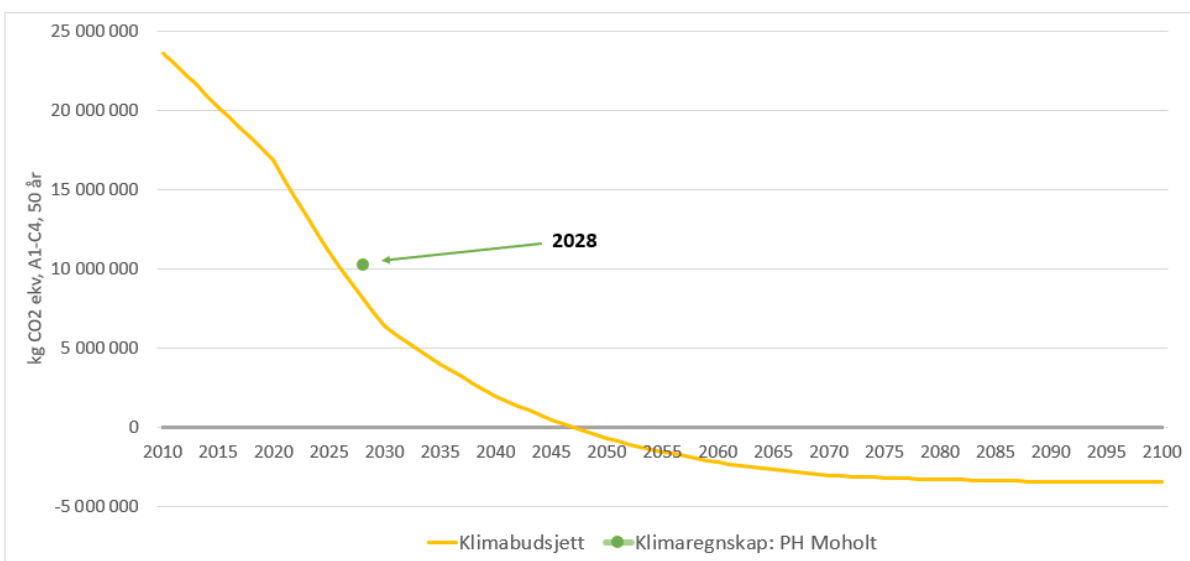
Reduksjon fra referanse	-45,1%
Margin, tonn COe ekv	-3673



2028: The building is not Paris proof.

Alternativ: Limtre/massivtre

Reduksjon fra referanse	-25,9%
Margin, tonn COe ekv	-2109



6.2. Scenario 2: Energi og materialbruk tilpasset PH Moholt, lavutslippsmaterialer

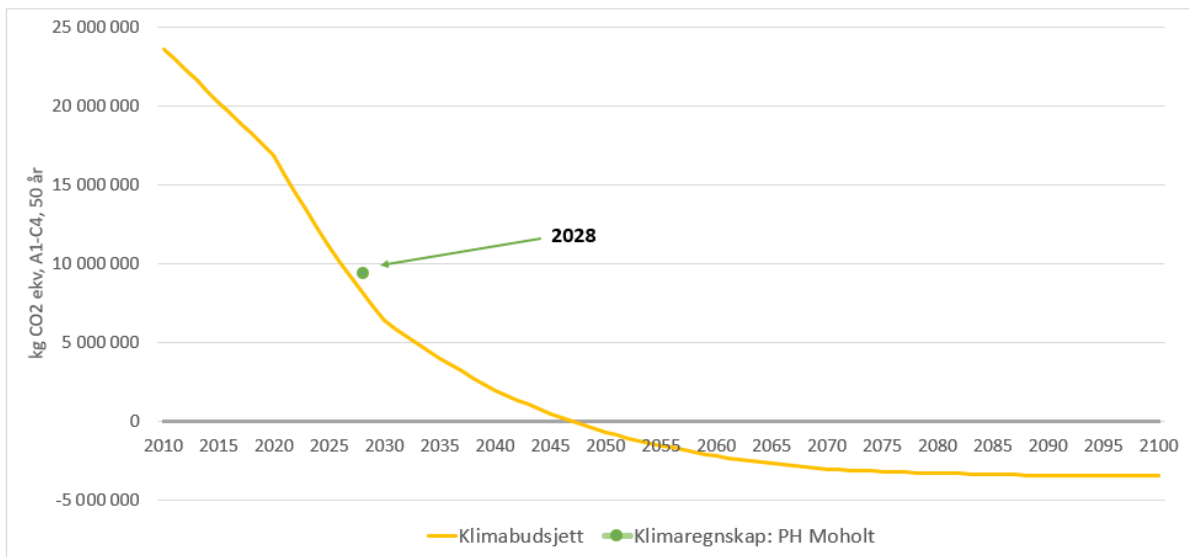
- Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong klasse A), inkludert lavt utslipp fra solceller
- Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding
- Standard anleggsfase

Klimaregnskap for Scenario 2 (grønn prikk) er beregnet med høyere utslipp enn budsjetten (gul linje) for begge alternativ. **Scenario 2 oppnår ikke Powerhouse Paris Proof i 2028.**

2028: The building is not Paris proof.

Alternativ: Konstruksjonsstål/hulldekker

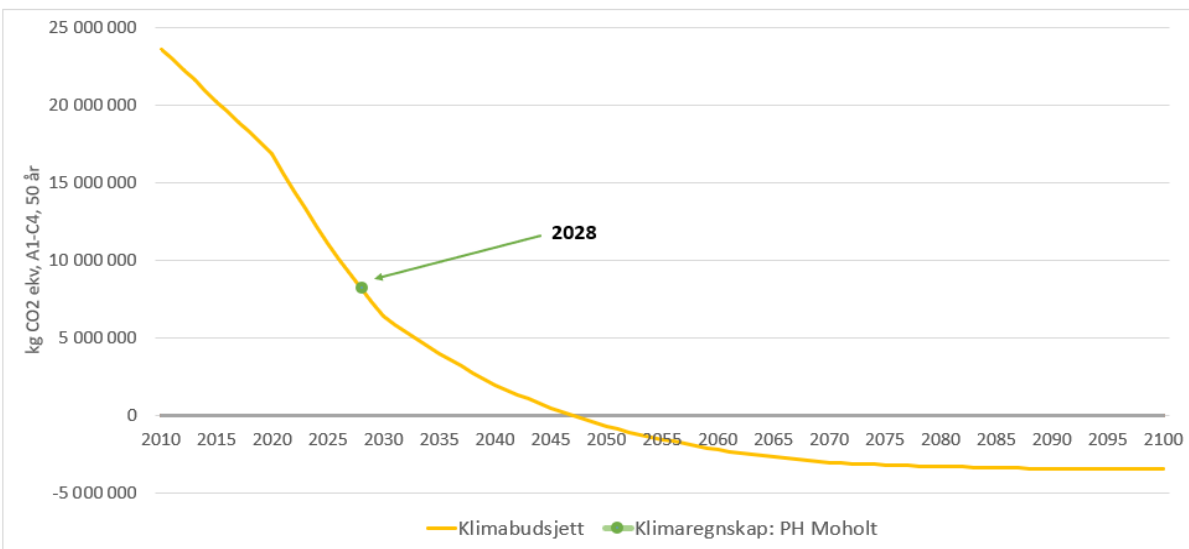
Reduksjon fra referanse	-15,1 %
Margin, tonn COe ekv	-1231



2028: The building is not Paris proof.

Alternativ: Limtre/massivtre

Reduksjon fra referanse	-0,7 %
Margin, tonn COe ekv	-61



6.3. Scenario 3: Scenario 2 + utslippsfri anleggsplass

Samme tiltak som scenario 2 inkludert

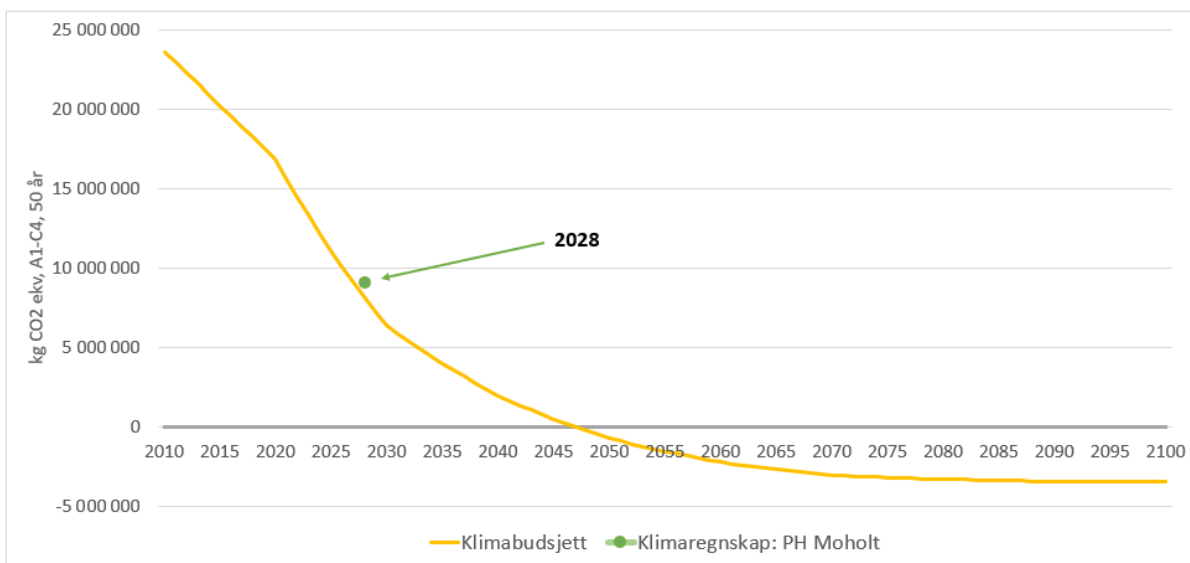
- Utslippsfri anleggsplass

Klimaregnskap for Scenario 3 (grønn prikk) er beregnet med lavere utslipp enn budsjettet (gul linje) for alternativ med limtre/massivtre. **Scenario 3 oppnår Powerhouse Paris Proof for alternativ med limtre/massivtre i 2028.**

2028: The building is not Paris proof.

Alternativ: Konstruksjonsstål/hulldekker

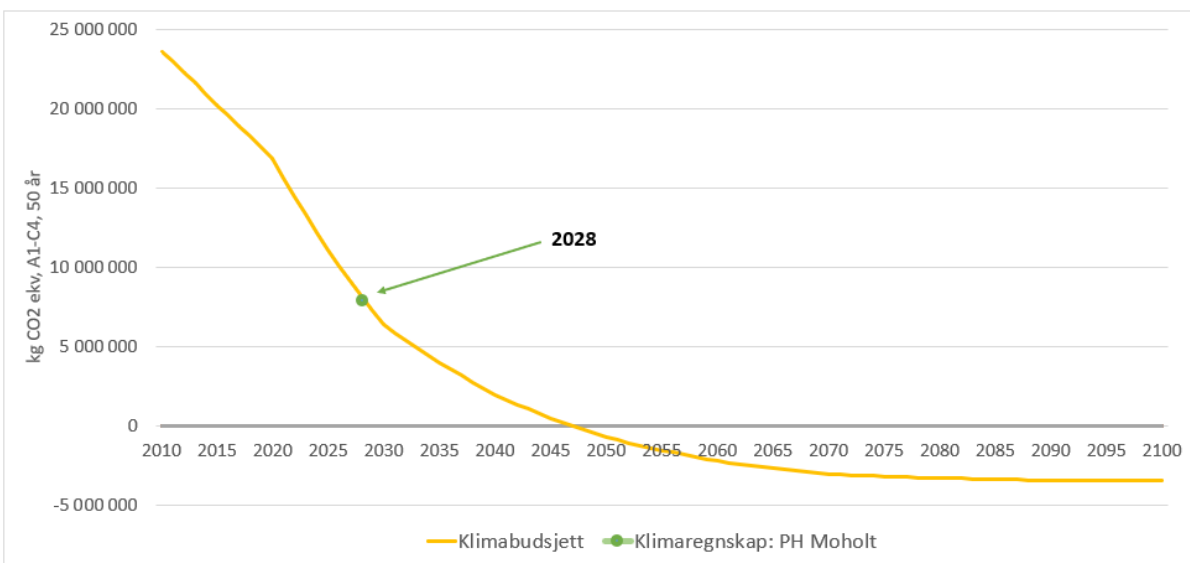
Reduksjon fra referanse	-11,5 %
Margin, tonn COe ekv	-940



2028: The building is Paris Proof!

Alternativ: Limtre/massivtre

Reduksjon fra referanse	2,8 %
Margin, tonn COe ekv	230



6.4. Scenario 4: Scenario 3 + ekstra lavt utslipp betong og 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk

Samme tiltak som scenario 3 inkludert

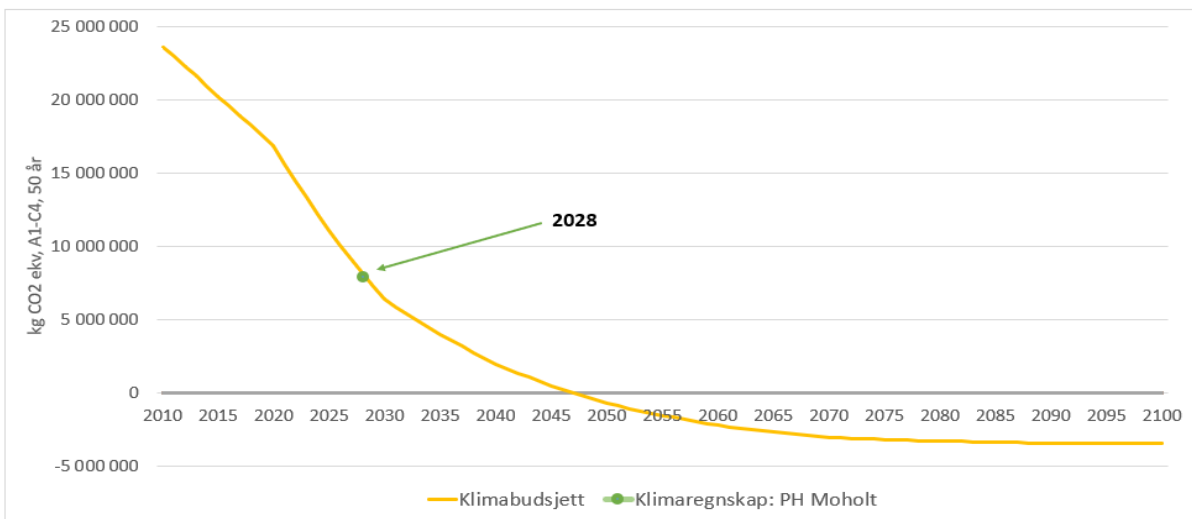
- Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong ekstrem / CCS betong)
- 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk

Klimaregnskap for Scenario 4 (grønn prikk) er beregnet med lavere utslipp enn budsjettet (gul linje) for begge alternativ. **Scenario 4 oppnår Powerhouse Paris Proof for begge alternativ i 2028.**

2028: The building is Paris Proof!

Alternativ: Konstruksjonsstål/hulldekker

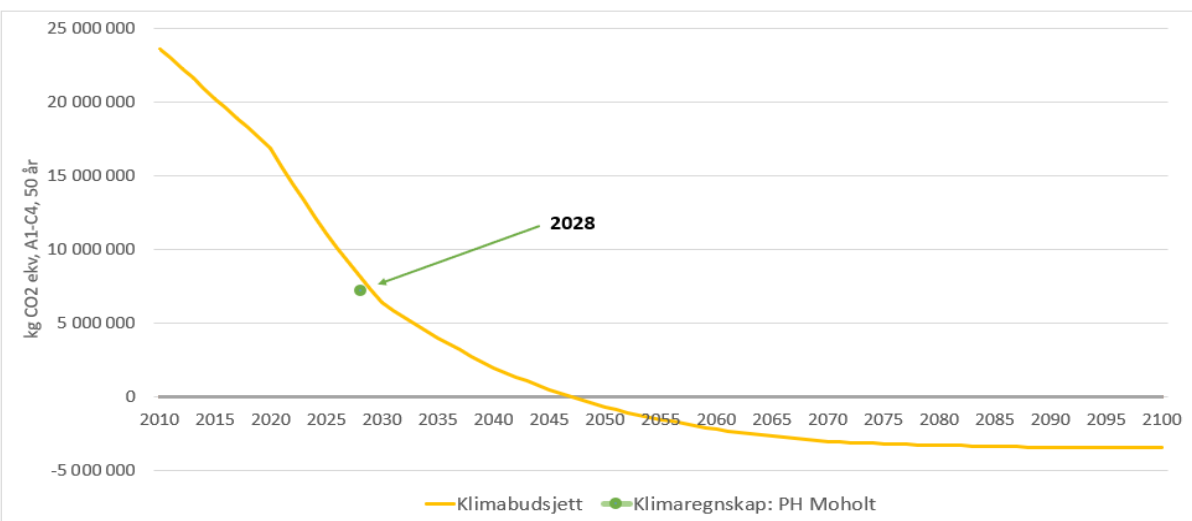
Reduksjon fra referanse	2,9 %
Margin, tonn COe ekv	234



2028: The building is Paris Proof!

Alternativ: Limtre/massivtre

Reduksjon fra referanse	11,5 %
Margin, tonn COe ekv	939



6.5. Oppsummering

Tabell 13 viser oppsummering for å oppnå kriterier for Paris Proof for Powerhouse Moholt.

Tabell 13: Seneste åpningsår for Paris Proof for Powerhouse Moholt

Powerhouse Paris Proof med åpningsår 2028		Bæresystem og dekker av konstruksjonsstål og hulldekker	Bæresystem og dekker av limtre og massivtre
Scenario 1	<ul style="list-style-type: none"> Standard utslipp fra materialer Inkludert uteområde i beregningene, uten tiltak Standard anleggsfase 	Scenario 1 oppnår ikke Powerhouse Paris Proof i 2028.	
Scenario 2	<ul style="list-style-type: none"> Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong klasse A), inkludert lavt utslipp fra solceller Inkludert uteområde i beregningene, med sirkulær jordblanding Standard anleggsfase 	Scenario 2 oppnår ikke Powerhouse Paris Proof i 2028.	
Scenario 3	Som scenario 2, med følgende tillegg: <ul style="list-style-type: none"> Utslippsfri anleggsplass 	Scenario 3 oppnår ikke Powerhouse Paris Proof i 2028.	Scenario 3 oppnår Powerhouse Paris Proof i 2028.
Scenario 4	Som scenario 3, med følgende tillegg: <ul style="list-style-type: none"> Lavutslippsmaterialer (lavkarbonbetong ekstrem / CCS betong) , inkludert lavt utslipp fra solceller 15% redusert klimagassutslipp fra materialer pga ombruk 	Scenario 4 oppnår Powerhouse Paris Proof i 2028.	

Generelt oppnår prosjektet kriteriene for Powerhouse Paris Proof med åpningsår i 2028 for scenario 3 for alternativ med bæresystem og dekker av limtre og massivtre, og for scenario 4 for begge alternativ.

Generelt må det benyttes materialer med lavt klimagassutslipp, utføres tiltak på uteområder, benyttes utslippsfri anleggsfase og bruk av ombrukte produkter for å oppnå Powerhouse Paris Proof med åpningsår 2028 og senere.

Et åpningsår for prosjektet senere enn 2028 kan også være oppnåelig, da med ytterligere fokus på tiltak for redusert utslipp og økt bruk av ombrukte materialer.

Generelt for å oppnå Powerhouse Paris Proof

- Optimalisere (redusere) materialbruk. Minst mulig doble materialer (kledning utenpå betong og trevirke)
- Isolert stendervegg istedenfor massivvegg

- Minst mulig og best mulig materialer i grunnarbeider
- Velg komponenter og materialer med lang levetid
- Materialer og utstyr med lavest mulig utslipp
- Kortreist massivtre og limtre der dette kan benyttes
- Solceller med lavt utslipp fra produksjon
- Lavkarbonbetong ekstrem og/eller betong fra sement med CCS, og stål (konstruksjon og armering) basert på mest mulig resirkulert stål
- Bygg for demonterbarhet
- Bygg for flerbruk og ombruk av mest mulig arealer



asplan viak