

Tiltak og merkostnader for å bygge en mer miljøvennlig, svanemerket bolig

Measures and Additional Costs to Build a More Environmentally Friendly, Nordic Swan Ecolabelled Certified Home

Trondheim Mai 2023

Stine Elise Lie Aarøe
Pernille Skrettingland

Intern veileder:
Bozena Dorota Hrynyszyn

Ekstern veileder:
Snorre Bjørkum og Ben Toscher
v/ Norgeshus

Prosjektnummer:
2023 - 31

Rapporten er:
ÅPEN



Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Prosjektbeskrivelse

Gruppen har i løpet av våren 2023 omprosjektert et kataloghus, etter byggteknisk forskrift, TEK17, til en mer miljøvennlig, svanemerket bolig. Det blir først diskutert ulikheten mellom de to mest brukte miljøsertifiseringene i Norge i dag, BREEAM-NOR og Svanemerket, for så å forklare hvorfor Norgeshus ønsker å benytte seg av Svanemerket.

I denne oppgaven er det satt fokus på de mest relevante kravene. Sammen med boligleverandøren Norgeshus er det avklart hvilke krav som bør prioriteres. Økonomiske forskjeller, samt fordeler og utfordringer, mellom den eksisterende boligen og den anbefalte, svanemerkede boligen er belyst.

Resultatmål

- Tiltak for omprosjektering av en vanlig enebolig til en svanemerket bolig.
- Simplifisere, samt tydeliggjøre prosessen ved å velge svanemerket.
- Fremme miljøsertifisering av boliger.
- Enkelt presentere kostnader og hva man oppnår ved ulike tiltak.

Stikkord

Klimamål

Miljøsertifisering

Miljøvennlige produkter og materialer

Energisimulering

Svanemerket bolig

Kostnadsanalyse

Keywords

Climate goals

Environmental certification

Environmentally friendly products and materials

Energy simulation

Nordic Swan Ecolabelled building

Cost analysis

Forord

Denne bacheloroppgaven er utformet våren 2023 som en avslutning på vår byggingeniør grad, med fordypning innen Husbyggingsteknikk. Oppgaven er utført i samarbeid med husleverandøren Norgeshus, avdeling Midt-Norge, og utgjør 20 studiepoeng ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, i Trondheim.

Tema for oppgaven har vært motivert av vår felles interesse for bærekraftig utvikling og miljøvennlige løsninger innen bygg- og anleggssektoren. Det var også et ønske om å tilegne oss mer kunnskap og å lære mer om sertifiseringer, EUs taksonomi og å tilpasse bygg til mulige klimaendringer.

Det er flere som fortjener en takk etter prosessen og for utforming av denne bacheloroppgaven. Først og fremst må vi takke hovedveilederen vår, Bozena Dorota Hrynyszyn ved Norges Teknisk-naturvitenskapelige universitet, for gode, jevnlige og konstruktive samtaler, noe som har vært til stor hjelp med utforming og utbedring av denne oppgaven. Hrynyszyn sin faglige kompetanse, sitt gode humør og tiltro til oss har vært til stor hjelp for å holde motivasjonen og selvtilliten oppe i løpet av dette vårsemesteret.

Det rettes også en takk til Snorre Bjørkum og Ben Toscher ved Norgeshus som har bistått med veiledning og kompetanse ved denne oppgaven. Dere har vist stort engasjement og har hjulpet oss uansett hva vi har kommet med av spørsmål.

Vi ønsker også å takke alle vi har kontaktet i løpet av denne våren, både leverandører og andre fagfolk, for deres engasjement, samt villighet til å hjelpe oss med all informasjon vi har behovd underveis. Dere har vært til utrolig stor hjelp. Til slutt ønsker vi også å takke familie, medstudenter og nære venner for oppmuntring, støtte og nysgjerrighet gjennom hele prosessen.

Vi håper dere som lesere synes dette emnet er like interessant som oss, og håper oppgaven kan være med å bidra til at flere ønsker å velge miljøsertifiserte bygg.

Trondheim, mai 2023



Stine Elise Lie Aarøe



Pernille Skrettingland

Sammendrag

Bacheloroppgavens formål er å tydeliggjøre nytten, samt merkostnaden, ved å velge mer miljøvennlige bygg og byggemetoder for både privatpersoner og utbyggere. Ved omprosjektering av katalogboligen Dråpen, fra Norgeshus, beholdes form på bygningskroppen, og kravene som er mest relevant med tanke på studentenes utdanning blir prioritert.

Oppgaven tar for seg viktigheten av å tilpasse bygg til klimaendringer, samt hvordan EUs taksonomi og miljøsertifisering av boliger kan bidra til å fremme bærekraftige løsninger i byggeprosjekter.

Det blir benyttet de nye kravene til Svanemerket publisert mars 2023 for å sikre at omprosjektering oppfyller de nye retningslinjene med tanke på blant annet energibehov og materialbruk i boliger. Programvarer som Simien og Archicad, blir benyttet for å analysere energibehov, samt tegne detaljtegninger etter utførte tiltak knyttet til boligens byggteknikk. Cobuilder benyttes for å finne godkjente materialer som oppfyller kravene til Svanemerkets husproduktportal. Merkostnader beregnes ved hjelp av priser gitt fra leverandører, samt nettsider hos typiske byggforhandlere.

Kravene som allerede er oppfylt presenteres i rapporten og inneholder ingen merkostnader. Endringene som derimot utføres, gjøres med tanke på reduisering av energibehov, benyttelse av mer miljøvennlige materialer og forbedring av inneklimate. Boligens årlige netto energibehov ble redusert med 16,1 kWh/m², for å tilfredsstille krav om 15% reduksjon i forhold til TEK17, og flere materialer blir byttet ut med miljømerkede. Det blir også sett på utslippsforskjeller for ulike oppvarmingsmetoder, samt forskjell på ulike betongklasser. Ikke alle kravene ble derimot undersøkt, og det står igjen fire poeng for å oppnå minimumskravet til antall poeng. Anbefalinger for valg av disse presenteres også i oppgaven.

Ved endring av de utvalgte kravene, kommer merkostnaden på i underkant av 200 000kr. Det er verdt å bemerke at største andelen her er holdbart trevirke utendørs, som står for omtrent 170 000kr. Muligheter for å redusere denne merkostnaden er diskutert.

Viktigheten med å implementere Svanemerket så tidlig som mulig i prosjekteringsfasen blir beskrevet, samt hvorfor dette er sentralt for å redusere tidsbruk og merkostnader.

Abstract

The purpose of the bachelor's thesis is to clarify the benefits, as well as the additional costs, of choosing more environmentally friendly buildings and construction methods, for both individuals and developers. In the redesign of the catalogue home "Dråpen" from Norgeshus, the shape of the building is retained, and the requirements that are most relevant to the students' education are prioritized.

The thesis addresses the importance of adapting buildings to climate change, as well as how the EUs taxonomy, and environmental certification of homes, can contribute to promoting sustainable solutions in construction projects.

The new requirements for the Nordic Swan Ecolabel certification, published in March 2023, are used to ensure that the redesign complies with the new guidelines, including energy requirements and material usage in homes. Software such as Simien and Archicad is used to analyse energy demand and create drawings based on the implemented measures related to the building techniques of the residence. Cobuilder is used to find approved materials that meet the requirements of the Nordic Swan Ecolabel house product portal. Additional costs are calculated using prices provided by suppliers and typical building retailers' websites.

The requirements that have already been fulfilled, are presented in the report, and do not have any additional costs. However, the changes that were made are aimed at reducing energy demand, using more environmentally friendly materials, and improving indoor climate. The yearly energy demand of the residence was reduced by 16.1 kWh/m² to meet the requirement of a 15% reduction compared to TEK17, and several materials were replaced with environmentally certified ones. The differences in emissions for various heating methods and different concrete classes are also examined. However, not all requirements were investigated, and there are still four points remaining to achieve the minimum point requirement. Recommendations for the selection of these remaining points are also presented in the thesis.

By modifying the selected requirements, the additional cost amounts to just under 200,000 NOK. It is worth noting that the largest portion here is durable outdoor timber, accounting for approximately 170,000 NOK. How to reduce this additional cost are discussed.

The importance of implementing the Nordic Swan Ecolabel as early as possible in the design phase is described, as well as why this is important for reducing time consumption and additional costs.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag.....	II
Abstract.....	III
Figurer	VIII
Tabeller	IX
Ordforklaringer og forkortelser	X
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemdefinering.....	1
1.3 Formål med oppgaven.....	2
1.4 Avgrensing.....	2
1.5 Oppdragsgiver.....	3
2. Bakgrunnsteori	4
2.1 Energi.....	4
2.1.1 Energikrisen i Europa	4
2.1.2 Energikilder	4
2.1.3 Energiforbruk i eneboliger.....	5
2.1.4 Beregning av energibehov	5
2.1.5 Energimerking	6
2.2 Klima og miljø.....	8
2.2.1 Klimaet i Norge	8
2.2.2 Inneklima	8
2.2.3 Klimaendringer.....	9
2.3 Bærekraftig utvikling.....	10
2.3.1 Klimamål	10
2.3.2 Sirkulær økonomi	10
2.3.3 EUs taksonomi.....	11
2.3.4 Byggebransjens rolle og byggeteknisk forskrift (TEK 17).....	12
2.4 Miljøsertifisering.....	13
2.4.1 Svanemerket	13

2.4.2	BREEAM-NOR.....	14
2.4.3	Sammenligning Svanemerket og BREEAM-NOR.....	15
2.5	Kravene til Svanemerket.....	16
2.5.1	Oppsummering av endringer fra forrige versjon (generasjon 3.15).....	16
2.5.2	Obligatoriske krav	17
2.5.3	Poengkrav	19
2.6	Økonomi	20
2.6.1	Bygningsmaterialer.....	20
2.6.2	Miljøvennlige produkter	21
3.	Casestudie: Katalogboligen Dråpen.....	22
3.1	Presentasjon av boligen.....	22
3.2	Byggteknikk.....	23
4.	Metode	25
4.1	Litteraturstudie.....	25
4.2	Programvare.....	25
4.2.1	Simien 6.....	26
4.2.2	Archicad 24.....	26
4.2.3	Cobuilder og Husproduktportalen (HPP)	26
4.2.4	Microsoft Excel	27
4.3	Fremgangsmåte for omprosjektering	27
4.4	Metode for de valgte kravene	29
5.	Resultater	36
5.1	Oppnådde krav før omprosjektering	36
5.2	Omprosjektering av Dråpen opp mot kravene til Svanemerket.....	40
5.2.1	Obligatoriske krav	41
5.2.2	Poengkrav	44
5.3	Total merkostnad for utvalgte tiltak.....	45
6.	Forskning og utvikling (FoU)	47
6.1	Svanemerkets miljøpåvirkning	47
6.2	Isolasjonsmaterialer	47

6.3 Tilskuddsordning for grønne bygg.....	48
6.4 Svanemerkets neste generasjon.....	48
7. Diskusjon	49
7.1 Oppnådde krav før omprosjektering	49
7.2 Omprosjektering	51
7.2.1 Obligatoriske krav	51
7.2.2 Poengkrav	55
7.2.3 Bemerkelsesverdige resterende krav	58
7.3 Merkostnad ved utførte tiltak.....	59
7.4 Feilkilder og avgrensninger	60
7.5 Vurdering av Svanemerket opp mot TEK17	61
7.6 Videre tanker om svanemerket	61
8. Konklusjon	63
Referanseliste.....	64
Vedlegg.....	70

Figurer

Figur 1: Logoen til Norgeshus [2]	3
Figur 2: Effektivitetsskalaen [13]	7
Figur 3: Temperatur og nedbørsmengder i Norge [16].....	8
Figur 4: Sammenligning av lineær og sirkulær økonomi [29].....	11
Figur 5: Logoen til Svanemerket [42].....	13
Figur 6: Søknadsprosess Svanemerket.....	14
Figur 7: Logoen til BREEAM-NOR [45]	14
Figur 8: Prosess for BREEAM-NOR sertifisering.....	15
Figur 9: Dråpen (Norgeshus, u.d.)	22
Figur 10: Byggteknikk Dråpen	24
Figur 11: Logoen til Simien [56]	26
Figur 12: Logoen til Archicad [57]	26
Figur 13: Logoen til Cobuilder [58].....	26
Figur 14: Logoen til Excel [60]	27
Figur 15: Fremgangsmåte	28
Figur 16: Detaljtegning yttervegg/yttervegg før tiltak.....	42
Figur 17: Detaljtegning yttervegg/yttervegg etter tiltak	43
Figur 18: Oppbygging av yttervegg i henhold til Tiltakspakke 1	52

Tabeller

Tabell 1: Krav for totalt netto energibehov for eneboliger (TEK17 § 14-2 (1)).....	6
Tabell 2: Minstekrav TEK 17 § 14-3 (1)	6
Tabell 3: Krav til energiltaksmetoden TEK17 § 14-2 (2).....	6
Tabell 4: Antall svanemerkede boliger i 2019 i noen av de nordiske landene [44].....	14
Tabell 5: Sertifiseringsnivå BREEAM-NOR.....	15
Tabell 6: Sammenligning Svanemerket og BREEAM-NOR	16
Tabell 7: Obligatoriske krav	17
Tabell 8: Poengkrav	20
Tabell 9: Beskrivelse av Dråpens bygningskropp	22
Tabell 10: Byggteknikk Dråpen i henhold til NS	23
Tabell 11: Metode for obligatoriske krav	30
Tabell 12: Metode for poengkrav	33
Tabell 13: Redusert energibehov	34
Tabell 14: Ulike scenario for simuleringer	34
Tabell 15: Oppnådde poeng før omprosjektering	36
Tabell 16: Energieffektive hvitevarer	37
Tabell 17: Sanitærarmaturer	38
Tabell 18: Beregning av utslipp for ulike typer byggoppvarming.....	39
Tabell 19: Kostnader for ulike typer byggoppvarming.....	39
Tabell 20: Miljømerkede produkter før omprosjektering, % antall allerede oppnådd	40
Tabell 21: Reduksjon av netto energibehov ved ulike scenarioer	41
Tabell 22: Reduksjon av netto energibehov for Tiltakspakke 4	42
Tabell 23: Kostnad og utslippsforskjeller for ulike betongtyper	44
Tabell 24: Andel svanemerkede produkter, prisforskjeller og poeng oppnådd etter tiltak.....	45
Tabell 25: Oppsummering av merkostnader ved valg av miljømerkede produkter.....	45
Tabell 26: Total merkostnad og poeng oppnådd for utvalgte tiltak.....	46
Tabell 27: Beskrivelse av ulike isolasjonsmaterialer [64, 65]	48
Tabell 28: Tiltak som unngår utvidelse av vegg.....	52
Tabell 29: Netto energibehov for Tiltakspakke 1	53

Ordforklaringer og forkortelser

<i>BRA</i>	[m ²] Bruksareal, bruttoareal minus yttervegger.
<i>BREEAM-NOR</i>	Building Research Establishment Environmental Assessment Method.
<i>BTA</i>	[m ²] Bruttoareal, sum av alt areal inkludert yttervegg.
<i>BYA</i>	[m ²] Bebygd areal, sum av bebygd areal for alle bygninger over bakken.
<i>Cobuilder</i>	En digital plattform som gjør det lettere for aktører i byggebransjen å innhente data ved bruk av internasjonale standarder.
<i>CO₂-ekvivalent</i>	[tonn] Enhet for klimagassregnskap.
<i>Drivhuseffekt</i>	Gasser i atmosfæren fanger opp varmestråling og sender noe tilbake igjen på jorden. Dette gjør at gjennomsnittstemperaturen på jorda øker.
<i>EPD</i>	En miljødeklarasjon for et produkt.
<i>EU</i>	Den europeiske union. En regional samarbeidsorganisasjon i Europa med 27 medlemsland.
<i>EU Ecolabel</i>	Det offisielle miljømerket i EU
<i>EUs taksonomi</i>	Et klassifiseringssystem for finansmarkedene som gjør det enklere å identifisere bærekraftige investeringer.
<i>EØS</i>	Det europeiske økonomiske samarbeidsområde.
<i>FN</i>	Forente nasjoner. En internasjonal organisasjon som jobber for å sikre fred og sikkerhet i verden.
<i>Gråvann</i>	Avløpsvann som kommer fra kjøkken, bad og vaskerom, ikke toalett.
<i>HPP</i>	Husproduktportalen
<i>Kuldebro</i>	Et begrenset parti av en bygningsdel med vesentlig dårligere varmeisolasjonsevne (høyere U-verdi).
<i>LCA</i>	Life Cycle Assessment Livssyklusanalyse
<i>Lekkasjetall</i>	[h-1] Luftutskifte per time ved et trykk på 50 Pascal.
<i>Levert energi</i>	Netto energibehov, pluss varmesystemets systemtap, minus eventuell egenprodusert energi.
<i>Listet produkt</i>	Godkjent produkt i HPP, ikke nødvendigvis miljømerket.
<i>Mva</i>	Merverdiavgift
<i>NB37</i>	Norsk betongforening sin publikasjon 37 som omhandler Lavkarbonbetong.
<i>Netto energibehov</i>	[kWh/m ²] Bygningens energibehov. Tar ikke hensyn til energisystemets

	virkningsgrad eller tap i energikjede.
<i>Normalisert kuldebroverdi, ψ</i>	[W/(m ² K)] Summen av varmetap for alle kuldebroene delt på oppvarmet bruksareal.
<i>NS3031:2014</i>	Standard for beregning av bygningers energiytelse. Benyttes i TEK17.
<i>Miljøsertifisering</i>	I denne sammenheng: En ekstern vurdering av miljøprestasjonen til en virksomhet eller bygning.
<i>Ox</i>	Forkortelse for obligatorisk krav. «x» vil være et tall mellom 1 og 42 og indikerer hvilket krav det gjelder.
<i>Px</i>	Forkortelse for poengkrav. «x» vil være et tall mellom 1 og 23 og indikerer hvilket krav det gjelder.
<i>Simien</i>	Energiberegningsprogram for bygg. Brukes for energimerking, energianalyse og evaluering opp mot forskrifter og standarder.
<i>Sommersimulering</i>	Simuleringen med dimensjonerende sommerforhold, 5 driftsdøgn i juli. Brukes til å dimensjonere ventilasjonsanlegget og validere inneklimate.
<i>Svanemerket</i>	Nordens offisielle miljømerke
<i>TEK 17</i>	Byggteknisk forskrift. Regler for minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge.
<i>U-verdi</i>	[W/(m ² K)] Varmegjennomgangskoeffisient. Brukes for å angi en bygningsdels varmeisolerende evne.
<i>Varmekonduktivitet</i>	[W/(mK)] Varmeledning
<i>Vintersimulering</i>	Brukes vanligvis for å dimensjonere oppvarmingsanlegget og å validere inneklimate ved 3 driftsdøgn med dimensjonerende vinterforhold.

1. Innledning

Dette kapitlet introduserer bakgrunn for oppgaven, samt problemdefinering og dens formål. Her presenteres også oppdragsgiver.

1.1 Bakgrunn

Fokuset på miljø og bærekraft har blitt mer aktuelt de siste årene, da flere mennesker innser at valg man gjør i hverdagen har stor påvirkning på miljøet. FNs bærekraftsmål har her vært sentrale i rollen om å snu klimakrisen innen 2030.

En rapport fra United Nations Environment Programme, FNs organisasjon for bevaring av klima og miljø, viser at byggsektoren står for omtrent 37% av det totale globale energi- og prosessrelaterte CO₂ utslippene, samt over 34% av totalt energibehov globalt.¹ Et tiltak byggebransjen har satt i gang er miljøsertifisering av boliger, med for eksempel BREEAM og Svanemerket. Svanemerket er godt kjent i Norden, og våren 2023 kom de med nye og strengere retningslinjer for å oppnå sertifisering av boliger.

1.2 Problemdefinering

Bozena Dorota Hrynyszyn, førsteamanuensis ved NTNU, publiserte eventuelle eksterne og interne oppgaver man kunne velge mellom. Opprinnelig valgte gruppen “kostnadsanalyse av mer miljøvennlige/miljømerket byggematerialer”, hvor Norgeshus var ekstern oppdragsgiver. Etter et møte med Norgeshus, ble det bestemt at et av deres kataloghus skulle omprosjekteres i samsvar med de nye kravene for svanemerking, og at det skulle utføres en kostnadsberegning av omprosjekteringen. Definerings av oppgaven ble valgt på grunnlag av de nye kravene til Svanemerket publisert vår 2023 og man legger til grunn følgende spørsmål som vil besvares:

Hvilke tiltak må til for å oppnå utvalgte Svanemerkede krav og er det mer kostbart?

Er miljømerkede materialer dyrere enn tradisjonelle?

Hvordan påvirker Svanemerket kvaliteten på boligen?

I oppgaven blir det også beregnet utslippsforskjeller for ulike oppvarmingsmetoder, samt sement og betong.

1.3 Formål med oppgaven

Formålet med oppgaven er å gjøre det lettere for privatpersoner og utbyggere å velge mer miljøvennlige bygg og byggemetoder, og dermed bidra til det grønne skiftet. Ved å presentere konkrete tiltak, utslipp- og kostnadsforskjeller ønsker man å fremme bærekraftige løsninger, samt vise at alle tiltak ikke er like kostbare.

1.4 Avgrensing

Grunnet bachelorens omfang på 20 studiepoeng, med begrenset ressurs- og tidsbruk, er det satt visse rammer for å begrense omfanget på oppgaven. Oppgaven har også blitt begrenset til et konkret boligprosjekt. For å begrense oppgaven ytterligere er det valgt å prioritere kravene som er mest aktuelle for studentenes utdanning, samt ivaretar Norgeshus' interesse. En rekke av Norgeshus sine leverandører og andre fagfolk, kontaktes med tanke på priser, løsninger og andre relevante spørsmål. Av hensyn til konfidensialitet, og andre grunner, vil ikke identitetene oppgis. Informasjonen vil ikke legges ved som vedlegg. Prisene på enkelte materialer og produkter vil heller ikke offentliggjøres.

Svanemerket publiserte nye krav til boliger i mars, noe som har laget et tidspress på studentene. Etersom de nye kravene til Svanemerket gjelder for alle nye bygninger, er det valgt å ikke nevne kravene som ikke omfatter eneboliger. Kravene var noe endret i forhold til høringsdokumentet som ble publisert i 2022. Dette førte til at gruppen måtte bruke mer tid på å sette seg inn i kravene og tiltakene som måtte utføres.

Med begrenset tilgang til programvaren Cobuilder, nærmere beskrevet i kapittel 4.2.3, får man et redusert tilgjengelig tidsrom til utskifting av materialer. Programvarene benyttet i denne oppgaven er brukt med studentlisens fra NTNU eller tilgang gitt av Norgeshus.

Studentene får ingen økonomisk godtgjørelse for oppgaven fra Norgeshus.

1.5 Oppdragsgiver

Norgeshus er en hus-leverandør, som tilbyr kataloghus og -hytter tilpasset kundens behov. De ble etablert i 1979 og har hovedkontor på Melhus. Bedriften har samarbeid med entreprenører over hele landet, noe som gjør dem til en samfunns viktig aktør innen byggebransjen.



Figur 1: Logoen til Norgeshus [2]

Norgeshus er opptatt av miljøet, og har vært sertifisert med miljøfyrtårn siden 2009.² FN's bærekraftsmål har også preget Norgeshus sin utvikling. På nettsiden deres har de listet opp de målene de ønsker å prioritere:

- 8 - Anstendig arbeid og økonomisk vekst
- 9 - Industri, innovasjon og infrastruktur
- 12 - Ansvarlig forbruk og produksjon
- 13 - Stoppe klimaendringene
- 17 - Samarbeid for å nå målene

Med disse bærekraftsmålene i sentrum, fokuserer Norgeshus på klimakutt, økonomisk vekst, innovasjon, natur og samarbeid.³ Nå ønsker de også å se på muligheten for å tilby miljøsertifisering av boligene deres, og kom fram til at de ønsket å fokusere på Svanemerket (nærmere beskrevet i delkapittel 2.4.1). Dette er på grunnlag av at sertifiseringen er det offisielle miljømerket i Norden, samt mest kjent for folk flest⁴, noe som de mener vil gjøre at flere vil velge denne sertifiseringen fremfor andre.

For å bidra med kjennskap til Svanemerket, omprosjekterer man i denne oppgaven en av deres katalogboliger, Dråpen. Denne er beskrevet nærmere i kapittel 3.

2. Bakgrunnsteori

I dette kapitlet presenteres grunnleggende teori som er bakgrunnen for oppgavens metodevalg.

2.1 Energi

Energi, klima og miljø er tre faktorer som er nært knyttet sammen, og som har stor betydning for dagens samfunn. Det blir stadig mer fokus på miljøvennlige løsninger og å jobbe mot å stoppe klimaendringene. Både Norge og EU har satt krav til reguleringer i byggsektoren for å sikre en bærekraftig utvikling. Disse skal være til hjelp for å oppnå FNs bærekraftsmål.

2.1.1 Energikrisen i Europa

Russland har tidligere vært den største eksportøren av olje, kull og gass til resten av Europa. Da krigen mellom Russland og Ukraina brøt ut i februar 2022, og sanksjonene mot Russland startet, reduserte de den nevnte eksporten. FNs klimamål har ført til at resten av Europa har redusert forbruket av olje, kull og gass, og heller erstattet dette med fornybar energi. Dagens bruk av fornybar energi dekker derimot ikke hele energibehovet, og Europa er fortsatt avhengig av importering fra Russland. Dette har ført til energimangel og høye strømpriser i Europa.⁵

I møte med denne krisen er det viktig å se på hvordan energibruken kan reduseres. Dagens boliger har et stort potensial til å bli mer energieffektive. Dette kan oppnås med bedre isolering, noe som sørger for et lavere oppvarmingsbehov. Andre tiltak kan være energieffektiv belysning, godt isolerte dører og vinduer, bruk av fornybare varmekilder som for eksempel varmepumpe, solceller og solfangere, og mer.⁶

2.1.2 Energikilder

Som nevnt er det mangel på energi i Europa, og det er derfor viktig å se på alternative løsninger til både energikilder og drivstoff, både for eneboliger og i selve byggeperioden. Lenge har det vært vanlig med bruk av både oljefyr og diesellaggregat. I senere tid har det derimot dukket opp flere miljøvennlige alternativer. Miljødirektoratet omtaler metoder som: fjernvarme, biodiesel og elektrisitet.⁷

Fjernvarme kan bli benyttet i både byggeperioden og etter ferdigstillelse. Metoden er en god måte å gjenbruke energi og overskuddsvarme til oppvarming av boligen, samt knytte energien

til et sirkulært system. Denne oppvarmingskilden ansees å være rimeligere, men derimot ikke alltid mer miljøvennlig da det ofte benyttes fossilt drivstoff for å fylle behovet ved spisslast.⁸

Det finnes flere ulike former for biodiesel og HVO100 er en av disse. Drivstoffet har både fordeler og ulemper da det er et godt miljøvennlig alternativ, men ansees som en farlig kjemikalie. Drivstoffet kan benyttes i vanlige dieselmotorer og gir renere luft ved forbrenning.⁹

Elektrisitet er lett tilgjengelig, og varmpumper og gulvvarme har blitt mye mer effektiv til å utnytte energien ved romoppvarming.

2.1.3 Energiforbruk i eneboliger

Det er mange faktorer som spiller inn på energibehovet i en bolig, blant annet byggeår, byggeteknikk, og tettheten i bygningskroppen. I tillegg påvirkes energibehovet av temperaturforskjeller og kuldebroer.

U-verdi er en måleenhet som brukes for å beskrive hvor godt en bygningsdel isolerer mot varme, målt i watt per kvadratmeter-Kelvin ($W/(m^2K)$). Jo lavere U-verdi, desto bedre isolasjonsevne, bedre inn klima og lavere energiforbruk. Materialets isolasjonsklasse indikerer hvor effektivt det hindrer varmetap. Jo lavere klasse, desto bedre isolasjonsevne. God isolasjon bidrar til at temperaturen i boligen holdes stabil, og dermed reduseres behovet for oppvarming

Høye strømpriser om vinteren, samt mange kuldegrader og økt energibehov, fører til høye strømregninger. Statistisk sentralbyrå (SSB) har regnet ut et gjennomsnittlig energiforbruk i eneboliger på omtrent 16 000 kWh per år, men Forbrukerguiden har også tall på boliger opp til 40 000 kWh i året.¹⁰

I Norge har de fleste boligene oppvarming ved hjelp av elektrisitet. Tall fra NVE sin klimadeklarasjon viser at 98% av norsk strømforbruk er dekket av fornybar strøm.¹¹

2.1.4 Beregning av energibehov

Det kreves beregning av energibehov i boliger, etter metoder gitt i byggeteknisk forskrift, TEK17. Her kan man velge å oppfylle en av to gitte krav: Energirammemetoden eller energitiltaksmetoden. Energiberegningene skal utføres i samsvar med Norsk Standard NS 3031:2014.¹²

Energirammemetoden

Energirammemetoden tar for seg krav om totalt netto energibehov per år for en bygning. Energibehovet skal ikke overstige rammene gitt i § 14-2 (1) energiramme i TEK 17. Utdrag av nevnt tabell:

Bygningskategori	Totalt netto energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA per år]
Småhus, samt fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA	100 + 1600/m ² oppvarmet BRA

Tabell 1: Krav for totalt netto energibehov for eneboliger (TEK17 § 14-2 (1))

Minstekrav § 14-3 (1)	Småhus	Enhet
U-verdi yttervegg	≤ 0,22	W/(m ² K)
U-verdi tak	≤ 0,18	W/(m ² K)
U-verdi gulv	≤ 0,18	W/(m ² K)
U-verdi vinduer og dører	≤ 1,2	W/(m ² K)
Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 1,5	-

Tabell 2: Minstekrav TEK 17 § 14-3 (1)

Energiltaksmetoden

Energiltaksmetoden er et alternativ til rammemetoden og det stilles krav til å oppfylle ulike energiltak i boligen. Utdrag av tabellen § 14-2 (2) er gitt nedenfor. Det er også mulig med omfordeling av energiltak, der totalt varmetapstall avgjør om kravet oppfylles.

Energiltak	Småhus	Enhet
U-verdi yttervegg	≤ 0,18	W/(m ² K)
U-verdi tak	≤ 0,13	W/(m ² K)
U-verdi gulv	≤ 0,10	W/(m ² K)
U-verdi vinduer og dører	≤ 0,80	W/(m ² K)
Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA	≤ 25	%
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	≥ 80	%
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP)	≤ 1,5	kW/(m ³ /s)
Luftlekkasjetall per time ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 0,6	-
Normalisert kuldebroverdi, der m ² angis som oppvarmet BRA	≤ 0,05	W/(m ² K)

Tabell 3: Krav til energiltaksmetoden TEK17 § 14-2 (2)

2.1.5 Energimerking

Fra 1. juli 2010 ble det obligatorisk å energimerke alle bygg over 50 m² som skal selges eller leies ut. Energimerking er en metode, gitt i standarden NS 3031, som brukes for å beskrive hvor energieffektivt et bygg er. Karakteren har variasjon i både bokstav, A til G, og farge, grønn til rød. Bokstaven beregnes ut fra mengden levert energi til bygget, hvor A er best og G

er verst. Fargen beskriver hvor stor andel av energien til oppvarming som kommer fra ikke-fornybare kilder. Jo grønnere merket er, desto mer fornybare kilder er benyttet. Nye bygninger må i hovedsak oppnå minst klasse C for å tilfredsstille TEK17.¹³

Energimerking benyttes også for hvitevarer og andre elektriske apparater. I 2021 kom EU med effektivitetsskalaen som går fra A til G. Tidligere ble andre kategorier brukt, se figur 2 nedenfor. Produktene som tidligere tilsvarte klasse A til A++, trenger ikke nødvendigvis tilsvare klasse A i det nye systemet. Det er flere faktorer som bestemmer hvor på skalaen produktet skal plasseres, ut fra produktkategori. Eksempler på faktorer kan være støynivå, vannforbruk, energiforbruk, programlengde og mer. Det er mye å spare på produkter med gode energiklasser. En undersøkelse fra Enova viser at et apparat med klasse A bruker omtrent 25% mindre strøm enn et B-apparat (gamle krav).¹⁴



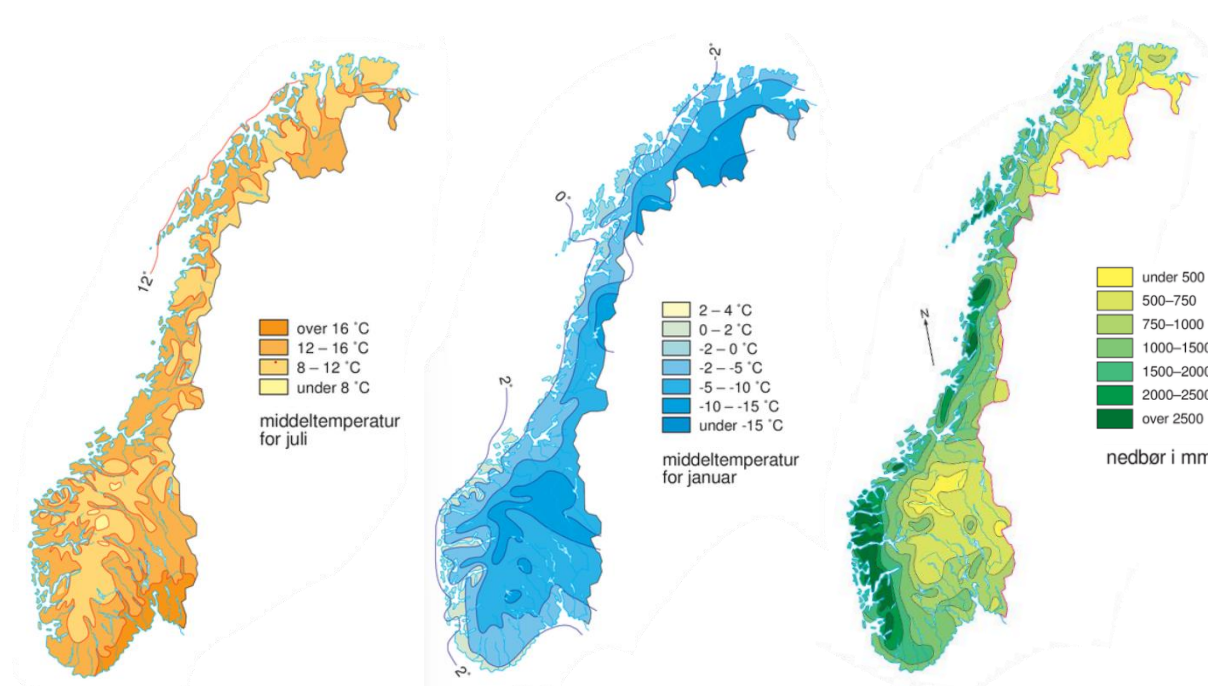
Figur 2: Effektivitetsskalaen [13]

Denne ordningen gjør det enkelt for forbrukere å sammenligne energieffektiviteten til bygg og produkter. Samtidig utfordres entreprenører og produsenter til å prosjektere og utvikle stadig mer energieffektive løsninger for å oppnå best mulig resultat.¹⁵

2.2 Klima og miljø

2.2.1 Klimaet i Norge

Norge er et langstrakt land med store forskjeller i topografi. På bakgrunn av dette er klimaet i Norge preget av store variasjoner. Generelt har landet et temperert klima med tydelige årstider. Langs kysten er det et maritimt klima med milde vintre og kjølige somre som følge av Golfstrømmen. Videre er det mye nedbør og vind. Østlandet og innlandet har et kald-temperert klima med generelt kalde vintre med mye snø og varme somre. I Finnmark og Troms, er det derimot polarklima med lange, kalde vintre og korte, kjølige somre.¹⁶



Figur 3: Temperatur og nedbørsmengder i Norge [16]

2.2.2 Inneklima

Godt inneklima er sentralt for en god helse og trivsel, samt for å avverge allergi og sykdom. Man tilbringer mye av dagen i en bolig og derfor er kvaliteten på klimaet svært betydelig. Ulike faktorer som må legges til grunn for å oppnå et godt inneklima er termiske, akustiske, mekaniske, atmosfæriske, og aktiniske miljøer.¹⁷ Termisk inneklima omfatter temperatur og fuktighet i luften. Både for høy og lav temperatur, samt en utett bygningskropp med kald trekk, oppleves ubehagelig, da anbefalt innetemperatur er mellom 20 til 24 grader. Dagslys vil også påvirke det termiske inneklimaet, samt det atmosfæriske og det aktiniske miljøet. Det atmosfæriske miljøet tar for seg luftkvaliteten i boligen med tanke på kjemikalier,

luftutskiftninger, radon og fuktskader, som mugg og råte. Nevnte faktorer er sentrale og det er derfor viktig å tenke godt gjennom, samt utføre gode tiltak for å opprettholde et godt inneklima. Det aktiniske miljøet tar for seg alle faktorer innen elektromagnetisk stråling.¹⁸

2.2.3 Klimaendringer

De fleste klimaforskere konkluderer med at dagens klimaendringer hovedsakelig skyldes menneskers klimagassutslipp, særlig karbondioksid (CO₂). FNs klimakonvensjon definerer klimaendringer som «endringer i klimaet som enten direkte, eller indirekte, kan tilskrives menneskelig aktivitet som endrer sammensetningen av den globale atmosfæren. I denne definisjonen observeres endringen i tillegg til naturlig klimavariabilitet over sammenlignbare tidsperioder.»²⁰

Drivhusgasser fører til en sterkere drivhuseffekt hvor mindre varme slipper ut gjennom jordens atmosfære, og dermed stiger temperaturen og klimaet endres.¹⁹ Jordens klima har vært i stadig endring gjennom historien, men aldri så raskt som nå. Siden førindustriell tid (1750) har den globale middeltemperaturen økt med 1,1°C. Dette medfører at snø og is smelter, havet blir varmere og surere, samt at havnivået stiger. Det oppstår også mer ekstremvær. Slike drastiske endringer har store konsekvenser for blant annet naturmangfold, infrastruktur, matproduksjon og menneskers helse.²⁰

I Norge har klimaendringene til nå medført økende temperaturer og endringer i nedbørsmønster. Dette kan igjen føre til hyppigere og mer intense flom- og skredhendelser, samt økt risiko for skogbrann. Videre kan høyere fuktighet, mer slagregn og mer ekstremvær påvirke bygg og infrastruktur direkte med økt risiko for blant annet fuktskader og råte, noe som bryter ned bygget. Av denne grunn blir det stadig viktigere å bygge robuste bygninger som er både bærekraftige og energieffektive. For å bygge klimatilpassede bygninger kreves det kunnskap om lokalklima og byggteknikk. Byggene er avhengig av et klimarobust design, med tiltak som bedre isolasjon, bruk av robuste materialer med lavt karbonfotavtrykk, utnyttelse av solenergi, jevnlig vedlikehold og mer.²¹ Det er viktig å ta hensyn til klimaendringene ved prosjektering av nybygg og ny infrastruktur, samt ta i bruk tiltak som kan redusere miljøpåvirkningen og dermed bidra til en mer bærekraftig fremtid.

2.3 Bærekraftig utvikling

Gro Harlem Brundtland presenterte i 1987 en viktig definisjon av bærekraftig utvikling, hvor det beskrives som «en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov».²² Definisjonen legger vekt på menneskelig velferd, men understreker også nødvendigheten av å ta vare på planeten vår. Imidlertid er definisjonen begrenset, ettersom den ikke spesifiserer hvilke behov som må imøtekommes og hvordan det skal gjøres. En mer omfattende forståelse av bærekraft inkluderer faktorer som miljøvern, helse, økonomi, ressursbruk og velferd.²³ For å utvikle en mer konkret definisjon, introduserte FN i 2015 17 overordnede bærekraftsmål, med 169 tilhørende delmål, som skal oppnås innen 2030. Dette gir en felles global arbeidsplan og er et viktig verktøy for å oppnå bærekraftig utvikling.²⁴

2.3.1 Klimamål

I Paris, 2015, ble det signert en internasjonal avtale for å styrke den globale responsen mot klimaendringene. Denne avtalen kom på bakgrunn av data fra FNs klimapanel (IPCC) som fremstiller de ekstreme konsekvensene av klimaendringene; stigning i havnivå, mer ekstremvær, og dermed også økt antall klimaflyktninger, samt tap av naturmangfold.²⁵ Parisavtalen omtaler blant annet et mål om å begrense temperaturstigningen betraktelig - det velkjente togradersmålet. Målet er å ikke overgå en stigning på 2 grader, men helst holde seg under 1,5.²⁶ FN har en sentral rolle i de internasjonale klimaforhandlingene, og her er særlig bærekraftsmålene viktige for å stoppe klimaendringene innen 2030. Målene omfatter blant annet reduksjon i ressursforbruk, klimagassutslipp og stoppe klimaendringene.

2.3.2 Sirkulær økonomi

12. april i år, 2023, var Norges overshoot day. Dette er dagen landet har brukt opp sin del av jordens naturressurser for 2023. Norge er, ifølge WWF, en av de verste i verden og fremstiller at kun 2,4 prosent av varene er i et sirkulært system. Videre beskrives det at dersom alle skulle vært som nordmenn, ville man ha behov for 3,6 jordkloder. Til sammenligning var Earth overshoot day, da man har brukt opp verdens ressurser, 28.juli i 2022. Denne datoen blir også forskjøvet bakover hvert år.²⁷

Tradisjonelt sett har verden hatt en lineær tilnærming til økonomien hvor man kjøper, bruker og deretter kaster en vare. Etter hvert som jordens befolkning og ressursforbruket har økt, har også behovet for å utnytte allerede utvinnede ressurser økt. Det er behov for en omstilling til

sirkulær økonomi. Sirkulær økonomi er en måte å utnytte ressurser mer effektivt. Man ønsker å kvitte seg med bruk og kast holdninger og heller gjenbruke, reparere og resirkulere ressurser i et lukket kretsløp. På denne måten reduseres både mengden av avfall og utslipp.²⁸



Figur 4: Sammenligning av lineær og sirkulær økonomi [29]

2.3.3 EUs taksonomi

EU har nylig kommet med en taksonomi angående bærekraftig økonomisk aktivitet. Taksonomien danner et klassifiseringssystem for finansmarkedene, som gjør det enklere å identifisere bærekraftige investeringer. Tidligere har det ikke vært noe felles system, noe som har gjort det vanskelig å sammenligne ulike produkter, hindre grønnvasking og vurdere om investeringene er i tråd med klimamålene.³⁰

En del av EUs taksonomi omhandler bygg og anleggssektoren. Ved å gjøre det mer økonomisk gunstig å investere i grønnere og mer energieffektive byggeprosjekter, vil slike prosjekter bli prioritert. Kriteriene knytter seg til følgende aktiviteter:

1. Oppfølging av nye bygninger
2. Anskaffelse av eiendom
3. Rehabilitering av eksisterende bygninger
4. Miljøtiltak i eksisterende bygninger.

Videre stilles det krav til blant annet lokasjon av bebyggelse, jordgrunnen, materialer, energibehov, vannbruk, bygningsavfall og mer.³¹

Taksonomien ble gjeldende i EU fra 1. januar 2023, men er foreløpig ikke inkludert i EØS-avtalen. Av den grunn gjelder ikke kravene for Norge. Til tross for dette, bruker stadig flere

bedrifter og investorer taksonomien som retningslinjer. I fremtiden vil kravene kunne bli absolutte krav for å få godkjent finansiering og forsikring i Norge.³²

2.3.4 Byggebransjens rolle og byggteknisk forskrift (TEK 17)

Byggebransjen spiller en viktig rolle i arbeidet med å redusere klimagassutslipp og å nå klimamålene. Byggteknisk forskrift (TEK17) beskriver minimum egenskaper et byggverk skal ha for å kunne oppføres lovlig i Norge. Det stilles krav til blant annet konstruksjonssikkerhet, planløsning, inneklimate, energi, og brann.³³ På denne måten bidrar forskriften til å sikre trygge byggverk, av god kvalitet, i samsvar med plan- og bygningsloven.

Norge forpliktet seg i 2022 til å redusere klimagassutslippene med 55% innen 2030, og har lagt fram en klimaplan for hvordan dette kan oppnås.³⁴ Planen omfatter blant annet utslipp fra byggsektoren og støtteordning til Enova, som bidrar med midler til klimavennlige løsninger i byggeprosjekter.³⁵ Ifølge regjeringen, står bygg- og anleggsbransjen for omtrent 15% av klimagassutslippene i Norge, og er landets største kilde til avfall. På bakgrunn av dette har regjeringen satt i gang flere tiltak. Tiltakene inkluderer økte krav til sortering av avfall på byggeplass fra 60 til 70%, nye bygg skal bygges slik at de senere kan demonteres og klimagassregnskap skal føres for blokker og yrkesbygg.³⁶

Standardisert dokumentasjon av miljøvennlige produkter er særlig etterspurt i byggenæringen.³⁷ Slik informasjon kan brukes til å vurdere produktenes miljøegenskaper og bidra til en komplett dokumentasjon av miljøbelastningen til et bygg. Produktene dokumenteres gjennom LCA-analyser og EPD dokumenter.

“Life Cycle Assessment” (LCA), eller livsløpsanalyse på norsk, er en analyse som brukes for å vurdere miljøpåvirkningen av et produkt gjennom hele livsløpet, fra ressursuttak til avfallshåndtering eller eventuell resirkulering. Dette kalles gjerne vugge til grav-prinsippet, eventuelt vugge til vugge.³⁸ LCA kan brukes til å sammenligne utslippet for flere produkter og avgjøre hva som gir minst miljøbelastning, og dermed redusere den totale miljøpåvirkningen til et bygg.³⁹ Resultatene fra en LCA kan presenteres gjennom en miljødeklarasjon (EPD). EPD står for Environmental Product Declaration, og er en type dokumentasjon som kort beskriver et produkts miljøpåvirkning gjennom livsløpet, fra produksjon til avfallshåndtering. I tillegg kan resultatene fra en LCA analyse brukes til å bedre produktutviklingen eller utforme politiske tiltak som fører til et lavutslippssamfunn og en sirkulær økonomi.

Et annet tiltak er miljøsertifiseringsordninger som tydeliggjør miljøvennligheten for kunden og oppfordrer entreprenører til å bygge mer miljøvennlig.

2.4 Miljøsertifisering

Miljøsertifisering, i denne sammenheng, er en ekstern vurdering av miljøprestasjonen til en virksomhet eller bygning. Sertifiseringen er frivillig og omfatter vanligvis energiforbruk, innemiljø og bruk av materialer. Ordningen gir en sikkerhet for at virksomheten tar miljøansvar på alvor.⁴⁰

De siste årene har det kommet strengere krav for klimafotavtrykk, samt EUs taksonomi. Dette har medført en økende interesse for miljømerking. Svanemerket og BREEAM-NOR er de vanligste miljøsertifiseringssystemene for bygg i Norge. Begge sertifiseringsordningene har som formål å fremme bærekraftig utvikling og redusere miljøbelastningen fra byggebransjen. Det er imidlertid vanskelig å si om det er en direkte korrelasjon mellom sertifiseringene og byggenes bransjeverdi. Dette avhenger av blant annet faktorer som beliggenhet og byggets egenskaper. Sertifiseringene kan derimot ha en økonomisk verdi for virksomhetene ved at det kan øke kundens tillit og gi en konkurransefordel i markedet.⁴¹

2.4.1 Svanemerket

Svanemerket ble innført i 1990 og er det offisielle miljømerket i Norden. Sertifiseringen er basert på et samarbeid mellom Norge, Sverige, Danmark, Finland og Island. I Norge er det stiftelsen Miljømerking Norge som står for å forvalte og kontrollere bruken av sertifiseringen.⁴²



Figur 5: Logoen til Svanemerket [42]

I 2003 ble de første kravene til Svanemerkede boliger vedtatt, og i 2005 ble den første sertifiserte boligen bygget. Per nå er det Sverige som står for den største andelen svanemerkede boliger (tabell 4), men man kan se en økende interesse for å bruke det offisielle miljømerket i Norge.⁴ Svanen stiller krav til alt fra effektivisering av løsninger til produkter og materialer. Kravene baseres på et livssyklusperspektiv fra krybbe-til-grav.

For å bli sertifisert av Svanemerket må man tilfredsstille både obligatoriske og valgbare krav, innen blant annet valg av material, energibruk og inneklimate. Kravene varierer ut fra hvilket land bygget er plassert i, samt hvilken type bygg det er. De obligatoriske kravene refereres gjerne til som «Ox» og poengkravene som «Px», hvor x angir hvilket krav det gjelder. I tillegg

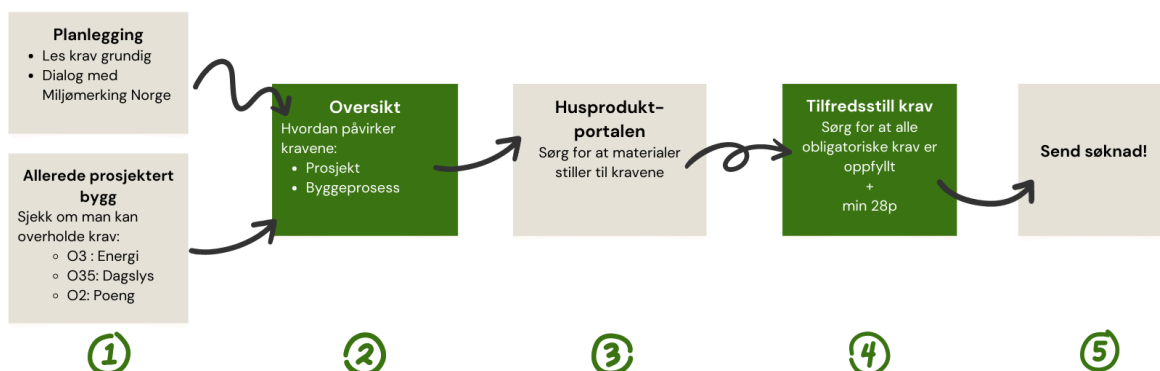
til de obligatoriske kravene, trengs det å oppnå minimum 28 av 64 poeng for eneboliger i Norge.

Svanen har ingen ulike grader av sertifiseringen sin, og så lenge man oppnår minstekravet, vil man bli sertifisert. For å få et godkjent prosjekt kreves det god dokumentasjon som sendes inn. Det gjennomføres også som regel en kontroll på stedet før sertifiseringen blir overlevert.⁴³

Land	Antall svanemerkeede boliger
Sverige	22 000
Norge	2 600
Danmark	1 250
Finland	450

Tabell 4: Antall svanemerkeede boliger i 2019 i noen av de nordiske landene [44]

SVANEMERKET



Figur 6: Søknadsprosess Svanemerket

2.4.2 BREEAM-NOR

BREEAM er en miljøsertifisering etablert i 1990 i Storbritannia av BRE-group. Sertifiseringen har blitt godt utbredt i hele verden og er per dags dato blitt tatt i bruk i 89 land. I tillegg til de generelle kravene, tilpasser de seg lokale forhold i ulike land, som for eksempel BREEAM-NOR (Norge), BREAAM-NL (Nederland) og BREEAM-SE (Sverige).⁴⁵



Figur 7: Logoen til BREEAM-NOR [45]

BREEAM-NOR er utarbeidet av Grønn Byggallianse og har blitt tilpasset norske forhold. Målet er å være “en driver for nytenkning i planlegging og bygging for miljø og økt bærekraft”, samt “sikre bred forankring og engasjement”.⁴⁶

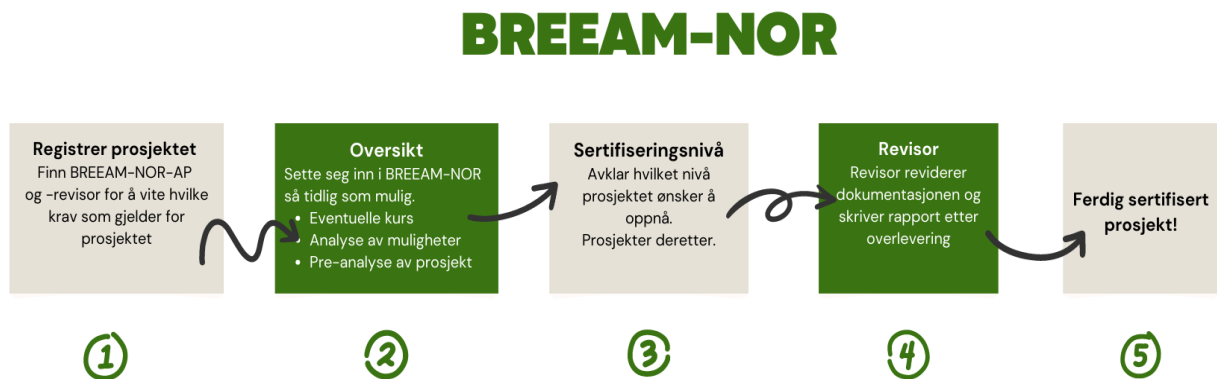
Alle kriteriene i taksonomien gir poeng i BREEAM, noe som gjør det mulig å benytte de som dokumentasjon. Det er derimot ikke gitt at et BREEAM-sertifisert bygg tilfredsstiller alle kriteriene i taksonomien ettersom BREEAM er et poengbasert system hvor utbygger selv bestemmer hvilke krav de ønsker å oppfylle.

Sertifiseringen er som nevnt et poengbasert system og dekker ni kategorier med ulike tiltak som kan gjøres for å redusere miljøpåvirkningen. Det eksisterer minstekrav som må oppnås for å få et sertifisert bygg. Disse minstekravene blir strengere for hvert nivå man velger. Sertifiseringsnivåene har et stort spenn, da antall prosentpoeng for å få godkjent varierer fra 30-100%.⁴⁷

Unclassified	Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstanding
< 30%	≥ 30%	≥ 45%	≥ 55%	≥ 70%	≥ 85%

Tabell 5: Sertifiseringsnivå BREEAM-NOR

For å få godkjent et prosjekt trengs det en egen BREEAM-NOR assessor med godkjent opplæring av Grønn Byggallianse. Det kreves også en ekstern revisor, som reviderer dokumentasjonen, skriver rapport og godkjenner prosjektet. Bruk av assessor og revisor omfatter derfor ekstra kostnader.



Figur 8: Prosess for BREEAM-NOR sertifisering

2.4.3 Sammenligning Svanemerket og BREEAM-NOR

Prisene benyttet i tabellen nedenfor tar kun hensyn til BRA og eneboliger i samsvar med Dråpen.

	Svanemerket 4.0	BREEAM-NOR 6.0
<i>Fokusområder</i>	-Brede krav tilknyttet temaer som energi, vannforbruk, materialbruk, avfallshåndtering, helse og miljø. ⁴⁸	- Hovedfokus på energieffektivitet, materialbruk, avfallshåndtering, transport og helse/miljø. - Større mulighet for byggherre å velge fokusområde selv.
<i>Sertifisering</i>	Godkjent/ikke godkjent	6 ulike sertifiseringsnivå som varierer fra 30 ≥ 85%
<i>Krav</i>	-Obligatoriske og valgbare krav -Mer krav til produkt	- Poengbasert, varierer ut fra sertifiseringsnivå - Mer valgfrihet på fokusområdet. Lettere å tilpasse hvert enkelt prosjekt. - Mer krav til prosessutførelse
<i>Administrasjon</i>	Miljømerking Norge	Norsk Byggallianse
<i>EUs taksonomi</i>	Neste generasjon (5) ønsker å tilfredsstillende EUs taksonomi	- Ikke gitt at det oppfyller taksonomien da prioritering av kriterier er valgfritt. - BREEAM-NOR 6.0 jobbet tett opp mot taksonomikriterier - Ønsker å tilby veiledning til taksonomi ilar våren 23.
<i>Sertifiseringskostnad</i>	Småhus grunnlisens: 100 000,- * Utvidelse per bolig: 45,- pr m² BRA Årlig minimumsavgift grunnlisens: 25 000,- **	Registrering: Alle størrelser: 24 000,- (32 000,-) Sertifisering: Inntil 5.000 m ² : 52 000,- *** (68 000,-) <i>Pris i parentes: utviklere som ikke er medlem i Grønn Byggallianse. Medlemskap krever ekstra kontingent</i>

*For ny modell kreves en ekstra utvidelse av grunnlisens⁴⁹

**For kunder med kataloghus: minimumsavgift per husmodell dersom kunden ikke har hatt byggestart eller overlevering av et svanemerket bygg ilar et kalenderår

***Pris omfatter ikke kostnad til revisor og plakett⁵⁰

Tabell 6: Sammenligning Svanemerket og BREEAM-NOR

2.5 Kravene til Svanemerket

Svanemerket har ulike krav tilpasset ulike land i Norden, samt ulike bygg. Verdiene som omtales i denne rapporten, vil være fra kravene som stilles til norske eneboliger, oppsummert i avsnitt 2.5.2 og 2.5.3. Hvert enkelt krav er oppsummert i vedlegg 5.1.

2.5.1 Oppsummering av endringer fra forrige versjon (generasjon 3.15)

I løpet av årene fra 2020 til 2022 ble kriteriene revidert. De nye kravene gjør det mulig å svanemerke kontorbygg, mens fritidsboliger er fjernet. Antall obligatoriske krav er endret fra 41 til 42, og antall poengkrav er økt fra 14 til 23. Tidligere var det krav for småhus om å oppnå minst 16 av 42 mulig poeng. I den nye versjonen er flere nye poengkrav er lagt til, særlig innen kategoriene klima og sirkulær økonomi. Hoved-endringene til de nye kravene er knyttet til temaene: Klima, sirkulær økonomi og biologisk mangfold.⁵¹

2.5.2 Obligatoriske krav

Krav	Delområde	Område
O1	Beskrivelse av bygningen og tomten	Generelle krav
O2	Oppnådde poeng	
O3	Energiforbruket til bygningen	Energi
O4	Lysstyringsløsninger	
O5	Energisparende hvitevarer	
O6	Klimaberegning av bygningen	Klima
O7	Sement og betong	
O8	Stålproduksjon	
O9	Aluminiumsproduksjon	
O10	Håndtering av byggeavfall	Ressurseeffektivitet, sirkulær økonomi
O11	Avfallssortering inne i bygningen	
O12	Farlige stoffer i gjenbrukte byggeprodukter og materialer	
O13	Loggbok	Produkter
O14	Klassifisering av kjemiske produkter	
O15	CMR-stoffer	
O16	Konserveringsmidler i innendørs maling og innvendig lakk	
O17	Konserveringsmidler i andre kjemiske produkter, inne	
O18	Forbudte stoffer	
O19	Nanopartikler i kjemiske produkter	
O20	Halogenfrie kabler	
O21	Overflatebelegg på gulv, tak, vegger, dører og vinduer	
O22	Holdbart treverk for utendørs bruk	
O23	Kobber	
O24	Plast- og gummioverflater på lekeplasser og utendørs områder	
O25	Utelukkede stoffer i byggeprodukter, byggevarer og materialer	
O26	Antimikrobielle overflatebehandlinger	
O27	Formaldehydemisjon	
O28	Miljømerkede produkter	Biologisk mangfold, tre-råstoff
O29	Trearter med begrenset bruk	
O30	Tre og bambus, sporbarhet og sertifisering	
O31	Vurdering av biologisk mangfold på prosjektområdet	
O32	Tiltak for å bevare og forbedre biologisk mangfold	
O33	Styringsplan for biologisk mangfold	Inneklima
O34	Akustikk (for utdannings- og kontorbygg)	
O35	Dagslysinnslipp	
O36	Termisk komfort og overoppheting	
O37	Radon (kun relevant for Finland)	Kontroll av kvalitet
O38	Luftgjennomtrengelighet	
O39	Forebygging av fuktighet	
O40	Overholdelse av krav til materialer og kjemikalier	
O41	Informasjon for de involverte i byggeprosessen	
O42	Entreprenørens selvovervåkningssystem	

Tabell 7: Obligatoriske krav

Det stilles 42 ulike obligatoriske krav som må være oppnådd for å få bygget svanemerket.

Generelle krav 01-02

Det første kravet omhandler en generell beskrivelse av bygget som skal svanemerkes. Lisensinnehaver har ansvar for at alle gjeldende krav er oppfylt innen bygget er klar for overtakelse. Det andre kravet frem stiller poengkravene, hvor 28 av 64 poeng må være oppfylt for eneboliger i Norge.

Energi 03-05

Videre stilles det krav til byggets energibruk. Eneboliger skal oppnå 15% bedre verdier enn det som kreves ved bruk av Energirammemetoden i TEK17. Det stilles krav til automatisk lysstyring for større byggverk og leilighetsblokker, men ikke eneboliger. Deretter stilles det krav til at byggets hvitevarer skal være energieffektive og oppfylle en viss energimerking, beskrevet i kravene (vedlegg 3.1). Generelt stilles det krav til at produktene skal ha et lavt energiforbruk både i produksjonsprosessen og bruksfasen.

Klima 06-09

Det må utarbeides en klimaberegning i henhold til TEK17. Per dags dato er det ingen grense for utslipp av CO₂-ekv/m² i Norge. Det stilles videre krav til bruk av sement, betong, stål og aluminium. Minimum 70% av sement og betong i bygget skal være av lavkarbonklasse A, eller bedre. Kravene som stilles i henhold til stål og aluminium må oppfylles dersom man har >20% av fasaden (ekskludert vindu og dører), vekt eller areal, i stål og/eller aluminium. Vinduer i aluminium må kontrolleres dersom det ikke er svanemerket.

Ressurseeffektivitet, sirkulær økonomi 010-012

Det stilles strenge krav til avfallshåndtering, med fokus på gjenbruk. Minst 70 vekt-% av konstruksjons-avfallet generert på byggeplassen må bli klargjort for ombruk og resirkulering. Samtidig kreves det en risikoanalyse, utført av en ekspert, for å detektere farlig avfall. Produktene skal dermed være enkle å resirkulere eller gjenbruke slik at det gjør minst mulig skade på miljøet etter endt levetid. Videre skal det være avfallssortering med minimum fire fraksjoner i alle boenheter.

Material O13-O28

En rekke krav stilles til byggets materialer og produkter. Kravene gjelder både klassifisering, kjemikalier, holdbarhet og mer. Alle produktene skal dokumenteres i en digital loggbok som overleveres til kunde/bruker. Det legges også stor vekt på å redusere produktenes transportbelastning. Produktet skal produseres så nært byggeplassen som mulig, og med en transportplan som tar hensyn til miljøet.

Biologisk mangfold, tre-råstoff O29-O33

For å beskytte og bevare det biologiske mangfoldet på byggeplassen, stilles det blant annet krav til hvor biologiske materialer er hentet fra. Det må leveres dokumentasjon som beskriver planlagte tiltak for å ivareta det biologiske mangfoldet. Uttak og bruk av naturens ressurser skal foregå på en måte som gir minst mulig skade på naturen - en bærekraftig måte. Ressursene skal brukes, men ikke brukes opp.⁵²

Inneklima O24-O37

Svanemerket har et stort fokus på boligens inneklima. Kravene omfatter blant annet ventilasjon, luftkvalitet, støyreduksjon og fukt- og kondenskontroll. Samtidig vil håndtering av kjemikalier og materialer, nevnt i avsnittet over, bidra til et bedre innemiljø for beboerne. Inneklima-forholdene skal dokumenteres, samt tiltak for å sikre at disse opprettholdes over tid.

Kontroll av kvalitet O38-O42

Til slutt skal bygningsprosessen kontrolleres. For å sikre at kravet om lufttetthet er oppfylt, skal det utføres en luftlekkasjetest i henhold til byggt teknisk forskrift. Resultatet skal brukes i energiberegningen av bygget. Videre skal det leveres en plan for hindring av fukt. Det skal også utvikles flere rutiner og planer for både ansvarsfordeling av materialer, informering av ansatte, samt kontrollering av hele byggeprosessen.

2.5.3 Poengkrav

Utover de obligatoriske kravene, finnes det 23 valgbare krav som gir ulik poengoppnåelse. Disse kravene går under de samme hovedkategoriene som de obligatoriske kravene. O2 krever at man må oppnå minst 28 av totalt 64 poeng for en norsk enebolig. Utbygger kan selv velge hvilke poengkrav de ønsker å oppfylle, og dermed hvilke områder de ønsker å ha fokus på i forhold til hva som passer til byggeprosjektet.

Krav	Delområde	Poeng	Område
P1	<i>Hvitevarer</i>	2	Energi
P2	<i>Sanitær, offentlige bygg</i>	1	
P3	<i>Sanitær</i>	2	
P4	<i>Elektrisitet</i>	2	
P5	<i>Lokal fornybar energi</i>	3	
P6	<i>Kvalitet klima</i>	2	Klima
P7	<i>Risikoanalyse, klimaendringer</i>	1	
P8	<i>Tilpasning klimaendringer</i>	1	
P9	<i>Drivstoffrestriksjoner byggeplass</i>	2	
P10	<i>Maskiner på byggeplass</i>	2	
P11	<i>Sykeltransport</i>	2	
P12	<i>Optimalisering av byggeavfall</i>	3	Ressurseeffektivitet, sirkulær økonomi
P13	<i>Redusering av byggeavfall</i>	3	
P14	<i>Retursystem produsent</i>	2	
P15	<i>Gjenbruk av byggevarer og materialer</i>	4	
P16	<i>Fornybar isolasjon</i>	2	
P17	<i>Fornybar ramme, fasade eller innvendige vegger</i>	2	
P18	<i>Design for demontering og tilpasningsevne</i>	2	
P19	<i>Miljøvennlige produkter</i>	14	Produkter
P20	<i>Biologisk mangfold og økosystemtjenester</i>	6	Biologisk mangfold, tre-råstoff
P21	<i>Akustikk</i>	1	Inneklima
P22	<i>Solskjerming og kjøling</i>	2	
P23	<i>Innovasjon og grønne initiativ</i>	3	Innovasjon, grønne initiativ
Antall mulige poeng		64	

Tabell 8: Poengkrav

2.6 Økonomi

Økonomi er en viktig faktor knyttet til byggeprosjekter. Materialene i byggeprosjektene utgjør en vesentlig stor andel av total kostnadene.

2.6.1 Bygningsmaterialer

De siste årene har koronapandemien og konflikten i Ukraina ført til økte energikostnader, dyrere frakt og redusert varetilgang, særlig i forbindelse med trelast og trevirke. Dette har resultert i økte priser blant bygningsmaterialer. I tillegg har verdien på den norske kronen sunket betydelig det siste året, noe som har ført til høyere priser på importerte varer. Maxbo har presentert prisendringer som viser store økninger på inntil 15% i ulike NOBB overgrupper.⁵³

2.6.2 Miljøvennlige produkter

Miljømerkede produkter har lenge blitt sett på som kostbare. En markedsundersøkelse utført i en Bacheloroppgave i 2022, viste at flere opplevde at prisene på miljømerkede produkter var mye høyere enn alternative produkter. Dette er en økonomisk hindring som kan føre til at forbrukerne velger andre, rimeligere og mindre miljøvennlige produkter.⁵⁴ Imidlertid har miljømerkede produkter ofte høyere kvalitet, lengre levetid, er bedre for helsen og mer bærekraftige enn tilsvarende tradisjonelle produkter. En dansk studie har undersøkt ulike grønne alternative produkter. Av 15 utvalgte produkter, var det bare fire som var dyrere. Dette underbygger at miljømerkede produkter ikke alltid er mer kostbare.⁵⁵ Miljømerker, som Svanemerket, kan ha en positiv verdiøkning av eiendommer og dermed føre til en økonomisk fordel på lang sikt. Av denne grunn kan miljømerkede produkter være en god investering, både for den enkelte forbruker og for samfunnet som helhet.

3. Casestudie: Katalogboligen Dråpen

Kapittelet omfatter en presentasjon katalogboligen benyttet i denne oppgaven, samt beskrivelse av dens form og byggteknikk.

3.1 Presentasjon av boligen

Ut fra huskatalogen til Norgeshus ble boligen “Dråpen”, figur 9, valgt som et grunnlag for omprosjekteringen. Eneboligen er plukket ut på bakgrunn av at boligen er populær blant Norgeshus sine kunder, samt at den er brukt i tidligere analyser og bacheloroppgaver.



Figur 9: Dråpen (Norgeshus, u.d.)

Det finnes også to andre utgaver av boligtypen Dråpen; Dråpen Moderne og Dråpen Tradisjon. Alle utgavene har samme planløsning med oppholdsrommene i første etasje, og soverom, bad og loftstue i andre etasje. Det som skiller dem fra hverandre er det fasadeutformingen. Dråpen er preget av en enkel bygningskropp, noe som er gunstig for energieffektivisering i boligen. Tabell 9 viser en beskrivelse av bygningskroppen.

Lengde	12 m
Bredde	8,4 m
Høyde	Etasjehøyde 2,4m Mønehøyde 7,5m
Etasjer	2
Planløsning	1.etg: Stue, bad, kjøkken 2.etg: Soverom, bad, loftstue
Bebygd areal (BYA)	89,1 m ²
Bruksareal (BRA)	139,9 m ²
Netto energibehov	110,8 kWh/m ²

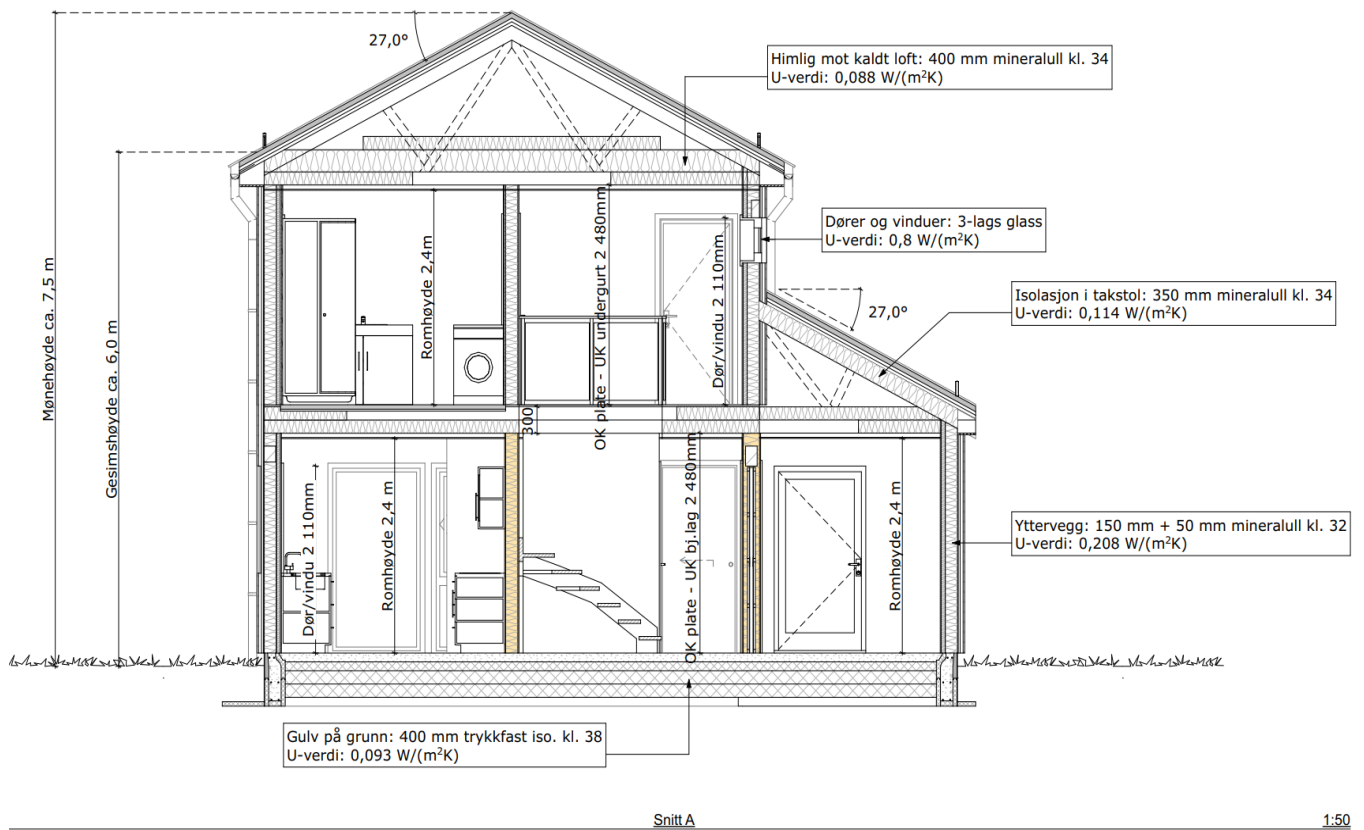
Tabell 9: Beskrivelse av Dråpens bygningskropp

3.2 Byggteknikk

I tabell 10 er byggteknikken til Dråpen beskrevet ut fra NS 3451 sin bygningsdelstabell.

	Bygningsselement	Bygningsdel	Beskrivelse
21	<i>Grunn og fundamenter</i>	<i>216 Direkte fundamentering</i>	Størrelsen på fundamenter dimensjoneres etter lokale grunnforhold og opptredende laster.
22	<i>Bæresystem</i>	<i>222 Bjelker</i>	Stålbjelke HEB 140/HEB 180 Limtre
23	<i>Yttervegger</i>	<i>231 Bærende</i>	Innvendig: Kryssfinerplate og OSBPL 3 Dampsperre: 0,20x2600x15000 mm Isolasjon: 150 + 50 mm mineralull kl.32 Bindingsverk: Gran 48x148 K-virke C24 Gran 48x098 K-virke C24 Vindtetting: Gipsplate 9,5 mm
		<i>234 Vinduer og dører</i>	Vindu og dører: 3-lags glass, U-verdi 0,8 Blindkarm: Gran 48x148 K-virke C24 Tetting: Dyttestrimmel i sekk 25 mm Utføring: Furu 18x170 lam malt Belistning: Furu 12x058 Beslag: under: 92 sort 1,5 over: 72 sort 1,25 Vannbrett: Furu 45x070 KL1 CUIMP
		<i>235 Utvendig kledning</i>	Gran 19x098 Rekt kledning Gran 19x148 Dfals kledning
24	<i>Innervegger</i>	<i>246 Kledning og overflate</i>	Isolasjon: 98 mm Kryssfinerplate OSBPL 3
25	<i>Dekker</i>	<i>251 Frittstående dekker</i>	Etasjeskiller, isolert bjelkelag 250 mm, cc 300 36mm nedforing og 12mm innvendig himling gips
		<i>252 Gulv på grunn</i>	Ringmur, gulv på grunn, 400 mm trykkfast isolasjon, kl.38. Radonmembran
26	<i>Yttertak</i>	<i>261 Primærkonstruksjon for yttertak</i>	Skråtak, takvinkel 27° Takstol Kaldt loft Isolasjon: 400 mm mineralull, kl.34 Over inngangsparti: 350 mm isolasjon, kl.34
		<i>262 Tekking</i>	Mønestein sort Takstein sort

Tabell 10: Byggteknikk Dråpen i henhold til NS



Figur 10: Byggteknikk Dråpen

4. Metode

I dette kapitlet vil det bli presentert ulike metoder benyttet i utførelsen av oppgaven. Kapitlet inneholder metode for litteratursøk, beskrivelse av programvare, samt metode for utførelse av kravene.

4.1 Litteraturstudie

Litteratursøk utføres ved hjelp av ulike databaser. NTNU Open er NTNUs institusjonelle vitenarkiv hvor universitetets bachelor- og masteroppgaver blir lastet opp og gjort tilgjengelige for alle. Søkemotoren Google Scholar brukes også til å finne akademisk litteratur fra andre universiteter og ulike fagfelt. Videre ble den svenske tilsvarende databasen DiVA Portal mye brukt ettersom svanemerkede boliger er mer utbredt i Sverige.

I tillegg tas det utgangspunkt i tilsendt litteratur fra intern veileder, slik som tidligere bachelor- og masteroppgaver, artikler og rapporter med relevant faglig innhold og god struktur. Litteraturen benyttes som inspirasjon til oppbygging av rapporten. Videre bidrar Norgeshus med kunnskap om bransjen, materiell, tidligere svanemerkede krav og mer. Kommunikasjonen med Norgeshus har baserer seg i hovedsak på fysiske og digitale møter, samtaler via e-post og deling av filer og informasjon via Microsoft Teams.

De nye kravene til Svanemerket (versjon 4.0) ble offentliggjort i mars 2023. Av denne grunn er det ikke utført noen prosjekteringer tidligere, men det er skrevet en rekke artikler, bachelor- og masteroppgaver knyttet til grønne bygninger, miljøsertifiseringer og tidligere krav. Slik litteratur er svært hjelpsom ved strukturering av oppgaven, samt ved definering av fokusområde. På den andre siden vil artiklene inneholde avvik fra dagens krav. Tiltak som tidligere kunne utføres for å oppnå kravene til Svanemerket, vil ikke nødvendigvis oppfylle dagens krav.

4.2 Programvare

Det er brukt en rekke digitale verktøy for å utføre omprosjekteringen av eneboligen "Dråpen". Dette delkapitlet omtaler programvarene benyttet i utforming av oppgaven.

4.2.1 Simien 6

Simien er en programvare utviklet av Simenergi AS. Den er basert på NS3031:2014 og blir benyttet for å energiberegne boliger opp mot standarder inkludert TEK17 og energimerke. Programmet



Figur 11: Logoen til Simien [56]

er ledende for energiberegning av bygninger i Norge. Det har eksisterende data som gjør det mulig å beregne energibehovet opp mot det norske klimaet. Dette er noe som gjør det gunstig å benytte Simien i denne oppgaven der man benytter programvaren for å beregne energibehov for bygningen både før og etter oppgradering i henhold til Svanemerket sine krav. Studentene er kjent med programvaren fra før av og det benyttes en studentlisens gitt fra NTNU.⁵⁶

4.2.2 Archicad 24

Archicad er et verktøy laget av Graphisoft for å tegne tredimensjonale modeller og arbeidstegninger. Programmet er godt kjent for studentene fra før av, noe som reduserer tidsbruken betraktelig. Her benyttes også studentlisens ved NTNU for å fremstille endringer i detaljtegningene til prosjektboligen.⁵⁷



Figur 12: Logoen til Archicad [57]

4.2.3 Cobuilder og Husproduktportalen (HPP)

Cobuilder er en plattform som gjør det lettere for aktører i byggebransjen å innhente data ved bruk av internasjonale standarder. De har som mål å hjelpe ved digitalisering for å redusere tidsbruk, kostnader og miljøpåvirkning. Plattformen gjør det lett å innhente informasjon om materialene oppført er godkjent eller ikke ved å sette krav til prosjektet - for eksempel Svanemerket eller BREEAM-NOR.⁵⁸



Figur 13: Logoen til Cobuilder [58]

Cobuilder benytter blant annet informasjon hentet fra Husproduktportalen.⁵⁸ Husproduktportalen er en produktdatabase gitt av Svanemerket som gir brukeren mulighet til å finne godkjente materialer og produkter ved sertifiseringen av en bolig. I denne databasen kan listede produkter søkes opp. Et listet produkt refererer til godkjente produkter for å bruke i boligen. Et ikke-listet produkt betyr derimot ikke nødvendigvis at det ikke er godkjent, men at det ikke er benyttet i tidligere prosjekt. Ved bruk av HPP kan brukeren derfor kontrollere om produktene kan benyttes, eller om de må erstattes for å oppnå de obligatoriske kravene. Svanemerkede produkter, samt produkter merket med EU Ecolabel, kan også søkes opp her. Dette gir mulighet for å sjekke om materialene kan oppfylle poengkrav.

Listede produkter kan derimot ikke reklameres for. Derav er det strenge rammer knyttet til bruken av HPP. Ettersom tilgangen til HPP er begrenset ble det, i samarbeid med Norgeshus, besluttet å bruke Cobuilder i stedet for HPP.⁵⁹

4.2.4 Microsoft Excel

Microsoft Excel er et regneark fra Microsoft der man kan utføre beregninger, behandle lister og analysere informasjon. Dette programmet ble valgt da studentene har kjennskap til det fra før og det er et ryddig program som gjør det lett å beregne kostnader, samt utforme ryddige tabeller.⁶⁰



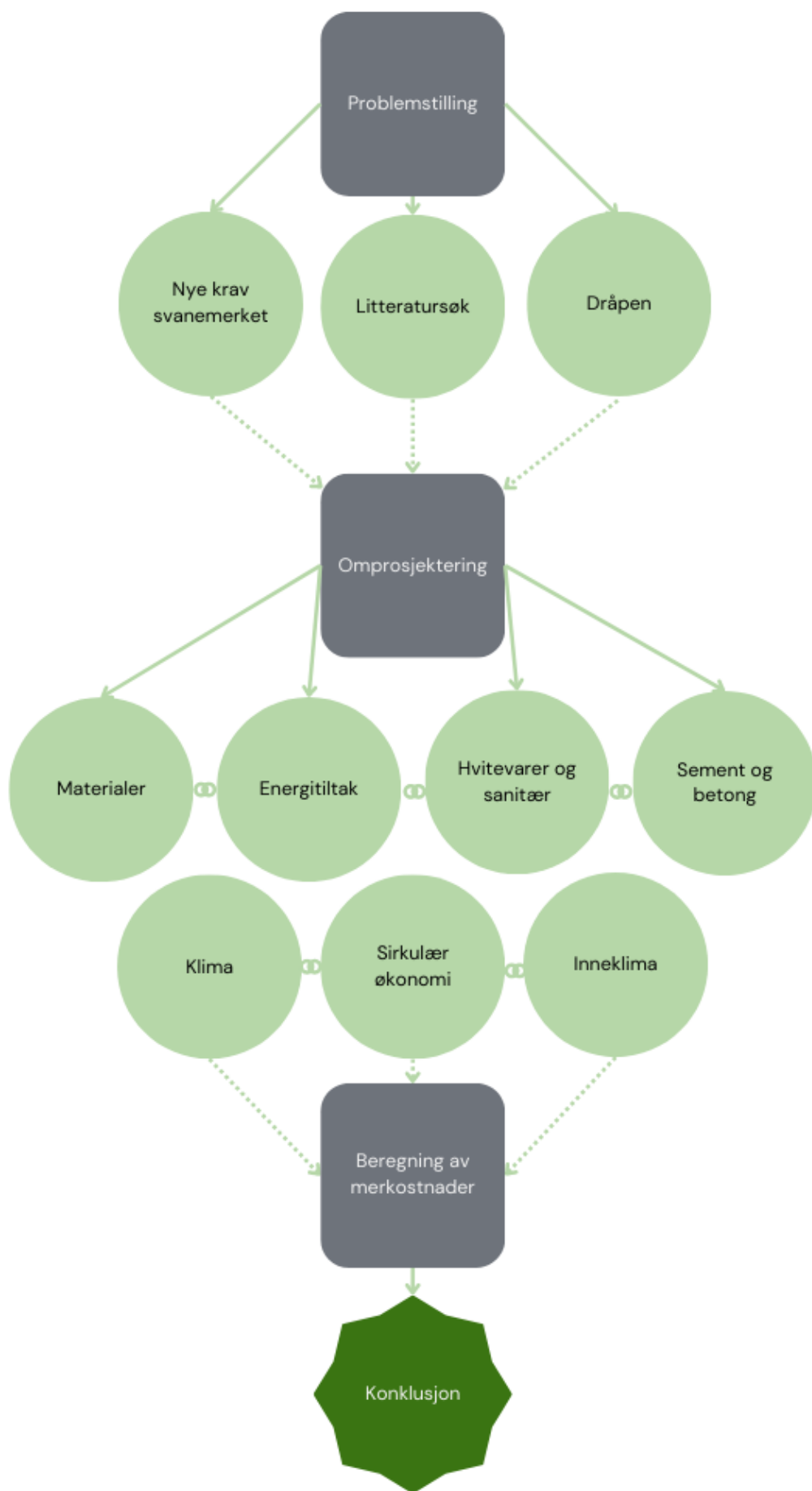
Figur 14: Logoen til Excel [60]

4.3 Fremgangsmåte for omprosjektering

Rapporten tar først for seg en studie av katalogboligen for å kartlegge boligens byggeteknikk, materialer og energibruk. Samtidig må kravene til Svanemerket analyseres. Dette vil gi en god oversikt over hvilke krav boligen tilfredsstillter fra før av, samt hvilke tiltak som må iverksettes for å få eneboligen svanemerket. I tillegg studeres relevant litteratur knyttet til miljøsertifisering av boliger, noe som vil gi en grundig forståelse av temaet. Litteraturstudiet vil også samle relevant informasjon og data som kan støtte opp under oppgaven.

Videre analyseres dataene. Ettersom kravene er mange og omfattende, velges det ut noen krav som skal analyseres nærmere. Metode for de utvalgte kravene, samt metode for beregning av merkostnad, er beskrevet nedenfor i delkapittel 4.4. Merkostnad beregnes for å enkelt fremstille økonomiske konsekvenser knyttet til tiltakene som utføres.

Oppgavens fremgangsmåte er vist i figur 15.



Figur 15: Fremgangsmåte

4.4 Metode for de valgte kravene

Tabellen nedenfor beskriver *kun* kravene til prosjektet benyttet i denne oppgaven: Enebolig med beliggenhet i Norge. I kravene fra svanemerket finnes egne vedlegg som kan brukes ved dokumentering av kravoppnåelse. For å ikke forveksle vedleggene, med vedleggene tilhørende denne rapporten, refereres det til “Appendix” om Svanemerket sine. Resterende krav som ikke er nevnt nedenfor er beskrevet i vedlegg 3.1.

Obligatoriske krav	Krav	Metode		Nødvendig dokumentasjon som må leveres
		Tiltak	Kostnad	
<i>O2 - Oppnådde poeng</i>	Minimum 28 poeng i tillegg til å oppnå alle obligatoriske krav	- Forsøke å oppnå 28 poeng	- Total kostnad vil beregnes ved å summere alle merkostnader i de utførte tiltakene	- Oppsummering av poeng som lisensen inneholder - Kan bruke “Appendix 2” fra Svanemerket
<i>O3 - Byggets energibehov</i>	Benytte energirammemetoden for å oppnå 15% lavere energibehov enn kravet i TEK17, se tabell 13.	- Benytte allerede utførte Simien beregninger, samt analysere ulike scenarioer beskrevet i tabell 14 og vedlegg 5.2. Disse inkluderer blant annet rotering av bolig, øke isolasjonstykkelse, redusere vindusareal - Beregne energibehov ut fra energirammemetoden i Simien (tabell 2).	- Oppdatere materiallisten i henhold til utførte tiltak - Beregne merkostnader ved hjelp av pris på materialer før og etter tiltak	- Energiberegning i henhold til nasjonale krav (NS 3031) - “Appendix 3”
<i>O5 -Energi-effektive hvitevarer</i>	Det stilles ulike krav til energiklasser for hvitevarer. Se tabell 16.	- Kontakte leverandør av hvitevarer for å bekrefte hva som leveres til boligen per dags dato. - Erstatte varer som ikke oppfyller krav	- Beregne gjennomsnittlige priser for ulike produkter	- Produktspesifikasjon for produktene som er installert i boligen - Leverandør leverer

<i>O7 - Sement og betong</i>	Minimum 70% av vekt/volum av betong og sement må være minst lavkarbon klasse A	<ul style="list-style-type: none"> - Benytte tabell i NB37 Lavkarbonbetong (Norsk betongforening) for verdier for utslipp. - Antall m³ betong hentes fra Dråpens materialliste - Erstatte betong som ikke oppfyller krav - Sammenligne utslipp 	<ul style="list-style-type: none"> - Prisanslag ved hjelp av priser på betongsentrum.no, samt kontakt med leverandør for sement og betong - Beregne kostnadsforskjeller - Beregne pris på total m³ betong hentet fra Dråpens materialliste 	<ul style="list-style-type: none"> - Produktspesifisert EPD fra betongprodusent som viser at det stiller til krav. - Total mengde levert, ferdigblandet betong og prefabrikkerte elementer, og levert sement som oppnår krevd betongklasse.
<i>O22 - Holdbart trevirke utendørs</i>	Krav til ulike typer behandling for trevirke utendørs, samt ulike klasser. Vinduer og dører er ekskludert.	<ul style="list-style-type: none"> - Metode for dette er beskrevet nærmere i P19, da poengkravet er strengere 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnadsberegning utføres i P19 	<ul style="list-style-type: none"> - Beskrivelse og tegning av hvor trevirket er brukt.
<i>O28 - Miljømerkede produkter</i>	Minimum 8 poeng i P19	<ul style="list-style-type: none"> - Opprette tabell for oppnådde poeng - Fremgangsmåte beskrevet nærmere i P19 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnadsberegning utføres i P19 	<ul style="list-style-type: none"> - Bekreftelse at minimum 8 poeng er oppnådd

Tabell 11: Metode for obligatoriske krav

Poengkrav	Krav	Metode		Nødvendig dokumentasjon som må leveres
		Tiltak	Kostnad	
<i>P1 - Hvitevarer med bedre energiklasse</i>	<p>1 poeng for hver energiklasse høyere enn O5, innenfor en produktkategori.</p> <p>1 poeng knyttet til profesjonelle kjøkken.</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrollere energiklassen på produkter fra leverandør (O5). - Ved behov; øke energiklassen for en produkttype. - Vil kun være mulig med 1 poeng for Dråpen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utføre kostnadsberegning om det er behov for utbedring. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produktspesifikasjon for produktene som er installert i boligen. Må vise energiklasse eller lignende teknisk spesifikasjon. Leverandør leverer.
<i>P3 -Energi-effektive og vannbesparende sanitære armaturer og teknologier</i>	<p>1 poeng dersom alle sanitære armaturer innenfor en kategori oppfyller relevant energiklasse, eller har berøringsfri funksjon, se tabell 17.</p> <p>2 poeng dersom man bruker gråvann eller regnvann for toaletter</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrollere energiklassen på standardprodukter fra leverandør. - Ved behov; øke energiklassen for produkttypene. - Sjekke muligheten/markedet for gjenbruk av gråvann. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utføre kostnadsberegning om det er behov for utbedring. - Se på eventuelle kostnader ved installasjon av system for gjenbruk av gråvann. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produktdokumentasjon fra leverandør.
<i>P4 - Styring av strømforbruk og energitopper</i>	<p>Styring som bidrar til reduisering av toppene i strømmettet belønnes.</p> <p>1 poeng: kontroll for alle individuelle elektriske varmtvannsberedere 1 poeng: kontroll for alle billadere 1 poeng: kontroll for alle elektriske oppvarmingskilder*</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng</i></p>	<p>Alle katalogboligene til Norgeshus er levert med Autobolig grunnpakke. Denne løsningen inneholder smartstyring av varmtvannsbereder, elbillader og elektrisk oppvarming, noe som reduserer belastningen på strømmettet samt strømtoppene. Oppfyller P4, gir 2p</p>	<p>Ingen merkostnad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Produktdokumentasjon fra leverandør

<p><i>P6 - Kvalitetskontroll av klimaberegning</i></p>	<p>Et poeng for hvert kvalitetstiltak a-d i klimaberegningen for bygningen.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Kvalitet på klimadeklarasjon. Må være verifisert av en ekstern tredjepart b) Fullstendighet av beregning (...) c) Datakvalitet: Minst 50% av totalt bidrag til drivhusgassutslipp fra materialene inkludert i beregning er basert på produktspesifikke EPD-er d) Beregning av minst to oppgitte stadier: <ul style="list-style-type: none"> i) Spesifikk, prosjektert bygning ii) Ferdigbygget bygning <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng</i></p>	<p>Dette er en utvidelse av O6. Punkt c og d prioriteres her. Disse utføres av Norgeshus.</p>	<p>Ingen merkostnad beregnes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Klimadeklarasjon: Signert kvalitetssertifisering og beskrivelse av utdanning og/eller erfaring av tredjepart. - Fullstendig beregning. - Produktspesifisert EPD for relevante materialer.
<p><i>P9 - Drivstoff Restriksjoner på byggeplassen</i></p>	<p>Oppvarming av byggeplass ved hjelp av elektrisitet, fjernvarme, hydrogen eller biobasert drivstoff. Omfatter størkning, herding, tørking, frostsikring av betong, samt oppvarming av brakker på byggeplasser. Oppvarming skal ikke startes før bygningskroppen er lukket.</p> <p>1 poeng: >50% av total kWh 2 poeng: >90% av total kWh</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Beregne totalt varmebehov, ved hjelp av transmisjonstap og infiltrasjonstap. - Basere utslippsberegningene på verdier hentet fra miljødirektoratet, samt leverandør. <ul style="list-style-type: none"> - Vedlegg 5.3 viser komplett metode for beregning 	<ul style="list-style-type: none"> - Beregning av prisforskjeller for oppvarming av bolig for både en time og en uke med utgangspunkt i tall fra totalt varmebehov. - Variere beregningene med tanke på utetemperatur - Pris for leie av utstyr vil ikke tas med i beregningene. 	<ul style="list-style-type: none"> - Beskrivelse av energikilder som er brukt til oppvarming. - Prosjektplan med tidsbruk. - Totalt oppvarmingsbehov (kWh) fra hver kilde.

<p><i>P14 - Retursystem produsent</i></p>	<p>Retursystem fra produsent av bygningsmaterialer benyttet i konstruksjonsfasen. Må forsikre at brukt eller overskuddsmaterialene blir enten ombrukt og/eller resirkulert av produsenten.</p> <p>1 poeng: minimum en kategori/type 2 poeng: minimum tre kategorier/typer</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 2 poeng</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Undersøke muligheten for retursystemer blant ulike kategorier 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnader knyttet til transport og retur 	<ul style="list-style-type: none"> - Dokumentasjon fra leverandør som beskriver retursystemet.
<p><i>P19 - Miljømerkede produkter</i></p>	<p>Ulik andel svanemerkede eller EU miljømerkede produkter benyttet i boligen gir ulik mengde poeng. Disse er listet opp i tabell 27 i kravene til svanemerket (vedlegg 3.1).</p> <p style="text-align: right;"><i>Maks 14 poeng</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Benytte Cobuilder for å sjekke hvilke produkter i materiallisten som allerede er svanemerket eller miljømerket av EU. - Prioritere hvilke materialer man ønsker å erstatte. - Erstatte produkt som ikke oppfyller disse kravene for å oppnå minimumskravet i antall poeng. - Benytte Svanemerket sin nettside for å finne tilsvarende produkter som blir skiftet ut - Forsøke å oppfylle maksimalt antall poeng 	<ul style="list-style-type: none"> - For produkter som erstattes vil pris på eksisterende produkt sammenlignes med det nye, godkjente produktet. - Priser hentes fra forhandler samt ved kontakt med leverandører for svanemerkede produkter 	<ul style="list-style-type: none"> - Komplette beregning av andel svanemerkede produkter. - Dokumentasjon av mengde produkt.
<p><i>Bemerkelsesverdige krav</i></p>	<p style="text-align: center;">Se vedlegg 5.1, samt vedlegg for kravene til Svanemerket (3.1), for utdypelse av krav, metode og krav for nødvendig dokumentasjon</p>			

Tabell 12: Metode for poengkrav

Ulike scenarioer ved beregning av redusert energibehov i O3:

Krav	Enhet	Før	TEK17	Svanen: 15% bedre enn TEK17
Yttervegg	W/(m ² K)	0,21	≤ 0,22	Minstekravene til TEK17 gjelder
Tak	W/(m ² K)	0,09	≤ 0,18	
Gulv	W/(m ² K)	0,08	≤ 0,18	
Vindu og dører	W/(m ² K)	0,8	≤ 1,2	
Vindus og dørareal	m ²	36,3	-	
Lekkasjetall	h-1	0,6	≤ 1,5	
Netto energibehov	(kWh)/m ² pr år	110,8 kWh/m² 15495kWh	100+1600/m ² oppvarmet BRA pr år 100 + 1600/140 = 111,428kWh/m²	111,428/m ² * 0,85 = 94,71 kWh/m² 15600*0,85 = 13260 kWh

Tabell 13: Redusert energibehov

Minstekravene til TEK17 er oppnådd og det kreves ingen ytterlige tiltak knyttet til bygningsdelene. Svanemerket stiller kun krav til 15% bedre netto energibehov enn TEK17, noe som betyr at Dråpens opprinnelige energibehov må reduseres med 16.1 kWh/m² per år, se tabell 13. Eksisterende energisimuleringer i Simien for Dråpen er utført av Norgeshus. Videre vil det utføres nye simuleringer for ulike scenarioer. I tabellen nedenfor, tabell 14, presenteres de ulike tiltakene som skal analyseres.

Scenario	Variasjon
Rotasjon	90 grader
	180 grader
	270 grader
Isolasjon tak og gulv	50 mm mer
	Bedre isolasjonsklasse (gulv: fra 38 til 33, tak: fra 34 til 32)
	Begge deler
Isolasjon vegg	250 mm
	300 mm
Kuldebro	Redusere normalisert kuldebroverdi fra 0,05 til 0,03
Oppvarmingssystem	Redusere kapasitet til 40
	Redusere kapasitet til 30
	Redusere kapasitet til 25
Vindu	Redusere arealet mot nord
	Øke arealet mot sør
	Redusere U-verdi til 0,7
Varmepumpe	50%
	100%

Tabell 14: Ulike scenario for simuleringer

Ettersom kravet gjelder netto energibehov, vil ikke type varmekilde ha noe betydning. Videre brukes det faste normerte verdier for internlaster. Internlaster inkluderer personvarme, belysning, teknisk utstyr og varmtvann. Tiltak knyttet til disse verdiene vil derfor ikke ha noen hensikt. For å redusere boligens netto energibehov må det dermed gjøres tiltak knyttet til bygningskropp og oppvarmingssystem

Norgeshus bruker 200 mm isolasjon i deres yttervegger. Bedriften ønsker å beholde deres opprinnelige veggtykkelse, da endring av tykkelsen vil få store konsekvenser ettersom boligen er ferdig prosjektert. Ved innvendig utvidelse, vil boligens BRA og dermed salgsverdi bli lavere. Utvendig utvidelse vil kreve mer materialer til både fundament, gulv, etasjeskiller og tak. I tillegg må bæresystemet kontrolleres.

Det må kontrolleres at oppvarmingssystemet klarer å holde innnetemperaturen på minimum 19 °C på de kaldeste dagene i året. Den maksimale avgitte effekten til oppvarmingssystemet kan kontrolleres ved hjelp av Simien's vintersimulering.

5. Resultater

Dette kapittelet tar for seg resultatene i oppgaven, samt presenterer hvilke tiltak som er gjort for å oppfylle de valgte kravene. Til slutt presenteres også totalt oppnådde poeng, samt merkostnadene.

5.1 Oppnådde krav før omprosjektering

Generelle krav om kravstilte listede produkter

En rekke av kravene er knyttet til valg av materialer. Ved å benytte Cobuilder, oppdaget man at omtrent 60% av de kravstilte produktene i Dråpen er listet eller godkjent i HPP. Det vil si at disse allerede er godkjent til å bygges i en Svanemerket bolig. Et listet/godkjent produkt i HPP kan ikke forveksles med et Svanemerket produkt og disse inngår derfor nødvendigvis ikke senere i P19. Resterende prosentandel som ikke er godkjent i HPP, og stilt krav til, må senere endres av oppdragsgiver.

O3 – Oppnådde poeng

Krav	Delområde	Poeng	Før
P1	Hvitevarer	2	1
P2	Sanitær, offentlige bygg	1	-
P3	Sanitær	2	1
P4	Styring av strømforbruk og energitopper	2	2
P5	Lokal fornybar energi	3	-
P6	Kvalitetskontroll av klimaberegning	2	2
P7	Risikoanalyse, klimaendringer	1	-
P8	Tilpasning klimaendringer	1	-
P9	Drivstoffrestriksjoner byggeplass	2	2
P10	Maskiner på byggeplass	2	-
P11	Sykeltransport	2	-
P12	Optimalisering av byggeavfall	3	-
P13	Redusering av byggeavfall	3	-
P14	Retursystem produsent	2	0
P15	Gjenbruk av byggevarer og materialer	4	-
P16	Fornybar isolasjon	2	-
P17	Fornybar ramme, fasade...	2	-
P18	Design for demontering og tilpasningsevne	2	-
P19	Miljøvennlige produkter	14	8
P20	Biologisk mangfold og økosystemtjenester	6	-
P21	Akustikk	1	-
P22	Solskjerming og kjøling	2	1
P23	Innovasjon og grønne initiativ	3	-
Totalt		64	17

Tabell 15: Oppnådde poeng før omprosjektering

Totalt har Dråpen oppnådd 17 poeng før omprosjektering. Dette betyr at det må gjøres tiltak som oppfyller ytterligere 11 poeng.

O5 og P1 - Energieffektive hvitevarer

Produkt	Energimerke krav		Standard	Merkostnad
	2017	2010		
<i>Vaskemaskin</i>	B		A	0
<i>Kjøleskap</i>	E		E	-
<i>Fryser</i>	E		E	-
<i>Kombiskap</i>	E		E	0
<i>Kjøleskap ≤80cm</i>	F		-	-
<i>Tørkeskap</i>	Energiforbruk >0,4 kWh/kg klær		-	-
<i>Tørketrommel</i>		A+++	A	0
<i>Kombinert vask/tørk</i>	D		A	-
<i>Oppvaskmaskin</i>	C		C	0
<i>Integrert stekeovn</i>		A+	A+	0
<i>Stekeovn</i>		A	-	-
<i>Elektrisk varmtvannsbereder</i>		C	C	0

Tabell 16: Energieffektive hvitevarer

De grønne radene i tabell 16 representerer produktene som er prosjektert for Dråpen. Energiklassen til de standard produktene er oppgitt etter energimerkingssystemet fra 2017, med unntak av integrert stekeovn hvor energimerkingen ikke er oppdatert enda. Av denne grunn vil kravene oppfylles med standard produkter fra kjøkkenleverandøren til Norgeshus, samt varmtvannsbereder fra rørlegger. Dette medfører at det ikke vil være behov for ytterligere tiltak for å oppnå kravet, ei heller noen merkostnad.

Poeng oppnås med standard vaskemaskin, som har høyere energiklasse enn kravet. Eventuelt er det også mulig å erstatte vaskemaskin og tørketrommel med en kombinert maskin. Dette vil også kunne gi poeng, grunnet høyere energiklasse. For private kjøkken er det kun mulig å oppnå ett poeng.

P3 - Energieffektive og vannbesparende sanitære armaturer og teknologier

Etter samtaler med en av Norgeshus' rørleggere for Dråpen, og deres leverandør, kan det konkluderes med at det finnes en rekke kjøkkenkraner og dusjgarnityr som oppfyller energiklasse B og dermed svanens krav. Videre finnes flere servantbatterier i klasse A, men behøves ikke da det kun er mulig å oppnå to poeng, se tabell 17. Gråvann er derimot ikke noe de leverer per dags dato. De informerer om at Trondheim kommune fører gråvann og kloakk i samme rørnett tilbake til kommunal avløpsledning. Derav vil det være vanskelig å innføre

systemer for bruk av gråvann i boliger. Videre opplyses det om at det er tilfeller hvor det ikke er tilgang til kommunal avløpsledning, hvor kloakk kan gå til en lukket tank og gråvann kan filtreres i en gråvannsgroft. Da avskilles rør som går til toalett og servant/dusj fra hverandre, og gråvannet kan gjenbrukes. Dette gjelder gjerne hytter og private boliger litt utenfor allfarvei.

Sanitærarmatur kategori	Svanemerket krav Energiklasse ift. SS 820000 og SS 820001	Mulige poeng	Energiklasse	Tiltak	Oppnådde poeng	Merkostnad
Servantbatteri	A	1	A	Ingen	1	-
Kjøkkenkran	B	1	B	Ingen	1	-
Termostatbatteri inkl. dusjgarnityr	B	1	B	Ingen	1	-
System for bruk av gråvann eller regnvann til toalettspyling		2	-	Krevende	0	-
Totalt		2	OK	Ingen	2	-

Tabell 17: Sanitærarmaturer

Det er store variasjoner knyttet til pris på sanitære armaturer. Prisene er avhengig av materiale, farge, fasong, vannmengde og andre tekniske egenskaper. På bakgrunn av dette vurderes prisen, av produktene med tilstrekkelig energiklasse, til å være omtrent lik gjennomsnittlig pris av de andre produktene på markedet. Av denne grunn er det ikke medregnet noen ekstra kostnader ved dette poengkravet.

P4 – Styring av strømforbruk og energitopper

Alle katalogboligene til Norgeshus er levert med Autobolig grunnpakke. Denne løsningen inneholder smartstyring av varmtvannsbereder, elbillader og elektrisk oppvarming, noe som reduserer belastningen på strømmettet samt strømtoppene.⁶¹ Dette medfører at boligene oppfyller kravet P4 og det gis to poeng.

P6 – Kvalitetskontroll av klimaberegning

Poengkravet er en videre kontroll av det obligatoriske kravet O6. Delene av kravet som omhandler EPD og massebalanse vil utføres av Norgeshus. Dette gis det to poeng for.

P9 - Drivstoff Restriksjoner på byggeplassen

Da det er mest vanlig å benytte elektrisitet som oppvarming på byggeplass til boliger, er kravet oppnådd fra før av. Til tross for dette er det valgt å se på alternative oppvarmingsmetoder for å se på forskjellen i utslipp, samt kostnader, vist i tabell 18 og 19. Se vedlegg 5.3 for kilder, samt beregningene av utslipp, energibehov og kostnader. Beregningene tar ikke for seg leie/kjøp av diverse utstyr.

Beregning av utslipp

Drivstoffpris hentet 18.04.23

Drivstoff	Pris eks mva	Pris inkl mva	Utslipp	Utslipp per time	Utslipp en uke
Anleggsdiesel	13,22 nok/L	16,52 nok/L	2.66 kg CO ₂ e/liter	1.43	240.96
	1.31 nok/kWh		0.265 kg CO₂e/kWh		
Anleggsbio HVO100	25,24 nok/L	31,55 nok/L	6,52 g CO ₂ e/MJ	0.12	20.00
	2.629 nok/kWh		0.022 kg CO₂e/kWh*		
Elektrisitet	1,62 nok/kWh**		0.008 kg CO₂/kWh	0.04	7.27
Biogass		24,69 nok/kg***	0.01 kg CO ₂ e/liter	0.01	0.91
			0.001 kg CO₂e/kWh		

Tabell 18: Beregning av utslipp for ulike typer byggoppvarming

Beregning av kostnader

Pris oppvarming ved -19.8 grader

	Pris eks mva per kWh	Pris per time	Virkningsgrad	Pris etter virkningsgrad per time	Pris en uke
Dieselaggregat	1.31	7.10	90%	7.89	1325.01
HVO100	2.63	14.23	90%	15.81	2656.24
Biogass, kogenerering	1.76	9.54	85%	11.23	1886.54
Elektrisk	1.62	8.77	100%	8.77	1473.01

Pris oppvarming ved 6.1 grader

	Pris eks mva per kWh	Pris per time	Virkningsgrad	Pris etter virkningsgrad per time	Pris en uke
Dieselaggregat	1.31	1.82	90%	2.02	338.87
HVO100	2.63	3.64	90%	4.04	679.33
Biogass, kogenerering	1.76	2.44	85%	2.87	482.48
Elektrisk	1.62	2.24	100%	2.24	376.72

Tabell 19: Kostnader for ulike typer byggoppvarming

Da lengden på perioden for byggoppvarming varierer fra prosjekt til prosjekt, er ikke dette tatt hensyn til i beregningene. Oppvarmingsbehovet avhenger også av årstid og temperaturer utendørs. Variasjon av disse parameterne har ikke blitt analysert, og det er derfor blitt beregnet for verst tenkelige scenario ved lavest gjennomsnittlig utelufttemperatur i en tredøgnsperiode, vist i tabell 19. Prisene tar heller ikke forbehold om eventuelle kjøp og/eller leie av utstyr.

O28 - Miljøvennlige produkter

Produkt kategori	Mengde	Enhet	Andel svanemerket	%	Poeng
Konstruksjon og fasadeplater, utendørs (ekskl trevirke)	-	-	-	0	0
Konstruksjonsplater, veggplater, lister og panel, innendørs	-	-	-	0	0
Gulv (Synlig lag, ekskl flis)	143.88	m2	143.88	100	3
Flis(gulv og vegg)	9.24	m2	0	0	0
Baderomsinnredning (fronter, rammer og benkeplater)	Avhengig av ønsket til kunden				
Garderobe	Avhengig av ønsket til kunden				
Kjøkken	Avhengig av ønsket til kunden				
Vindu	-	-	-	-	-
Dører, ute	2	stk	0	0	0
Dører, inne	11	stk	0	0	0
Møbler, ute	Ikke prosjektert				
Lekeplass	Ikke aktuelt for eneboliger				
Ovn / peis	Ikke prosjektert				
Slitesterkt treverk (terrasse og trepanel)	-	-	-	0	0
Maling, inne	52.56	L	52.56	100	3
Sparkel	13,52	SPA	13,52	100	2
Maling, ute	-	-	-	-	0
Tetningsmiddel f.eks. fugemasse	-	-	-	-	0
Lim og mikrodispenser	-	-	-	-	-
Andre kjemiske bygningsprodukter	-	-	-	-	-
Andre produkter	Definert når det er relevant				
Poeng oppnådd					8

Tabell 20: Miljømerkede produkter før omprosjektering, % antall allerede oppnådd

Dråpen har oppnådd 8 poeng ved dette kravet før omprosjektering.

P22 – Solskjerming og energieffektiv kjølingsteknologi

Autobolig leverer automatisk natt-ventilasjon, noe som gir ett poeng. Ingen merkostnad.

5.2 Omprosjektering av Dråpen opp mot kravene til Svanemerket

I dette delkapittelet presenteres resultater ved utførte tiltak for å oppnå utvalgte obligatoriske krav og poengkrav.

5.2.1 Obligatoriske krav

O3 - Byggets energibehov

Scenario	Variasjon	Reduksjon av netto energibehov*	Kommentar
Rotasjon	90 grader	-0,5	Kostnadsfritt tiltak
	180 grader	+1,6	Fører til større energibehov og høyere innnetemperatur om sommeren
	270 grader	+2,4	
Isolasjon tak og gulv	50mm mer	-0,8	Fører til veldig tykt lag med isolasjon, men har betydning for energibehovet
	Bedre isolasjonsklasse (gulv: kl.33, tak: kl.32)	-0,8	
	Begge deler	-1,6	
Isolasjon vegg	250 mm	-3,9	Mye energi å spare, men kostbart
	300 mm	-8,5	
Kuldebro	Redusere normalisert kuldebroverdi fra 0,05 til 0,03	-1,8	Må beregnes/dokumenteres
Oppvarmings-system	Redusere kapasitet til 40	-1,3	Mer isolasjon gir mindre behov for oppvarming. Reduksjonen vil derimot påvirke vinter- og sommersimuleringene.
	Redusere kapasitet til 30	-3,2	
	Redusere kapasitet til 25	-4,6	
Vindu	Redusere arealet mot nord	-0,3	Lite virkning
	Øke arealet mot sør		Lite virkning, varmt om sommeren
	Redusere U-verdi til 0,7	-3,1	Ikke skyvedør
Varmepumpe	50%	Installasjon av varmpumpe har ingen betydning for netto energibehov.	
	100%		

*Reduksjonen gjelder for det enkelte tiltak. Dersom flere tiltak blir gjort, vil reduksjonen endres. Tiltakene kan dermed ikke summeres uten å energiberegne på ny.

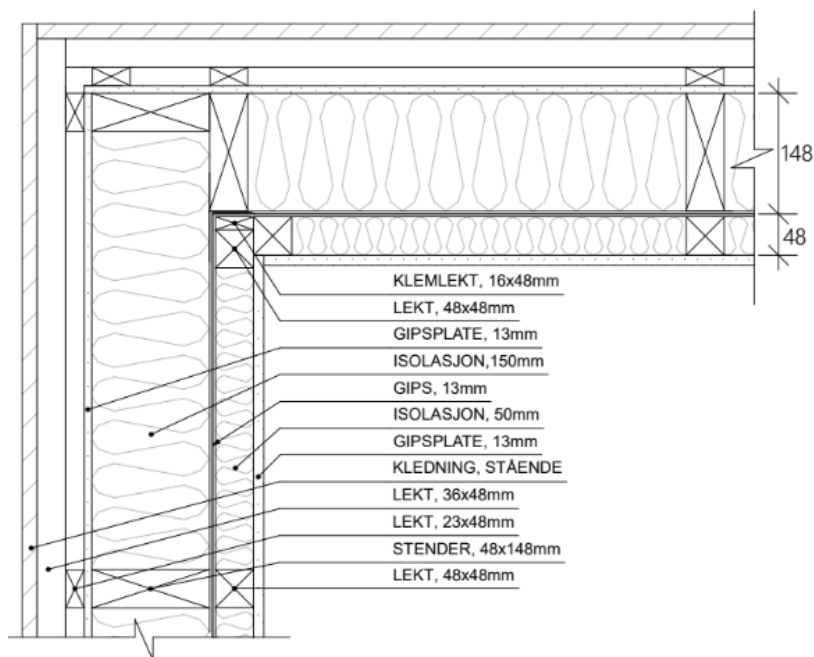
Tabell 21: Reduksjon av netto energibehov ved ulike scenarier

Tabell 21 viser at energibehovet kan reduseres betraktelig ved økt veggtykkelse, redusert kuldebroverdi, redusert kapasitet for oppvarmingsystemet og reduksjon av varmetapet til vinduer. Ut fra dette er det utført flere tiltakspakker, med ulike måter å oppnå kravet om årlig netto energibehov $\geq 94,71 \text{ kWh/m}^2$, som er $16,1 \text{ kWh/m}^2$ lavere enn ved Dråpens opprinnelige prosjektering. Denne reduksjonen fører til at Dråpens energimerke går fra B til A, se vedlegg 6.2. De ulike tiltakspakkene er beskrevet i vedlegg 5.2 og diskuteres i delkapittel 7.2.1. Ut fra analysen av tiltakene, er det besluttet å bruke Tiltakspakke 4, vist i tabell 22, som grunnlag for videre beregning av merkostnad.

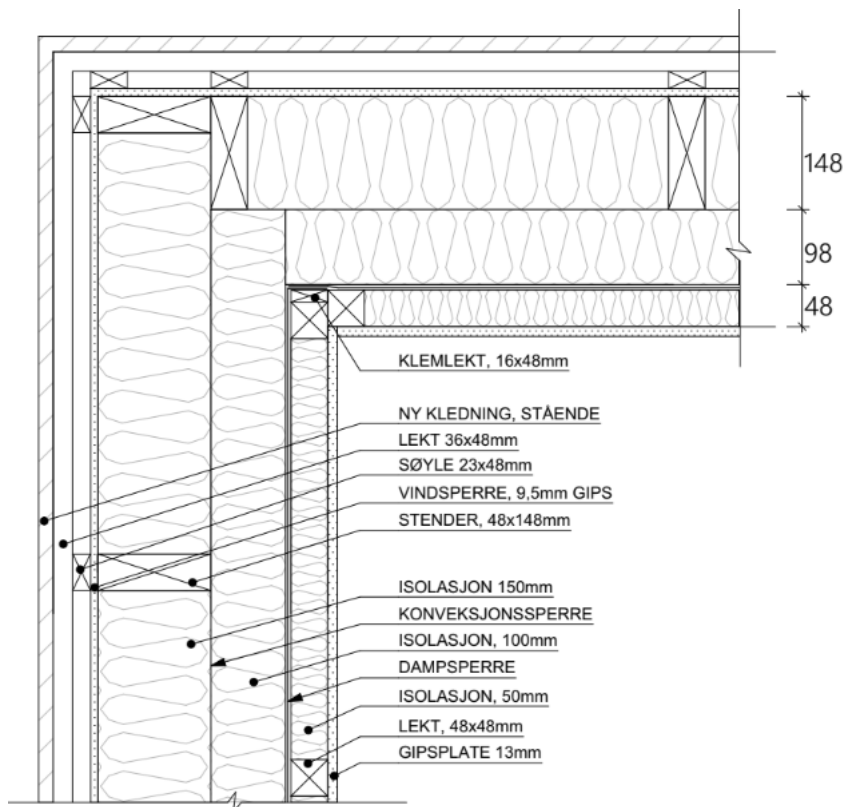
Tiltak 4	Netto energibehov	Reduksjon for hvert tiltak
U-verdi vinduer settes til 0.7 (ikke skyvedør)	107.7	-3.1
Endre til 300mm isolasjon i vegg, kl.32 (148x98x48). U-verdi 0.13	100.1	-7.6
Redusere kuldebro fra 0.05 til 0.03	98.3	-1.8
Redusere kapasiteten for oppvarmingssystemet fra 50 til 25 W/m ²	94.3	-4
Totalt	94.3	-16.5

Tabell 22: Reduksjon av netto energibehov for Tiltakspakke 4

Tabell 22 viser at det er mulig å redusere energibehovet betydelig ved å øke veggtykkelsen. Til denne løsningen er det valgt dobbelt bindingsverk. På denne måten kan den originale løsningen og materialene beholdes. Eneste forskjellen er et 100 mm isolasjonslag som legges mellom stenderne og påføringen. Videre må kledningen byttes som følge av det obligatoriske kravet O28 og poengkravet P19. Ytterveggløsningen før og etter tiltak er vist i figur 16 og 17. Som nevnt tidligere i metodedelen, vil økt veggtykkelse prege andre deler av bygningen, med tanke på material og BRA. Ved å utvide veggen innover, vil boligens BRA reduseres med omtrent 7 m², noe som vil redusere salgsværdien betydelig. Utvidelse utover er et krevende tiltak som påvirker resten av bygningskroppen og bæresystemet, og vil føre til store merkostnader. Dette er en omfattende prosess og blir ikke medberegnet i denne rapporten. Det er kun beregnet merkostnader knyttet til materialene i ytterveggløsningen, som her er et 100 mm isolasjonslag. Merkostnaden er dermed beregnet til 18 152 kr.



Figur 16: Detaljtegning yttervegg/yttervegg før tiltak



Figur 17: Detaljtegning yttervegg/yttervegg etter tiltak

Norges hus sin leverandør for vinduer opplyser om at utskifting av vinduene i Dråpen vil føre til en prisøkning på 2,8%. Merkestnad er ikke oppgitt i kroner, og er derfor ikke tatt med i beregningene. De informerer videre at «dersom huset hadde hatt flere store fast-vinduer og mindre inndeling på noen av de andre vinduene, hadde vi klart å forbedre U-verdi enda mer». Videre antas det at kuldebroverdien kan reduseres fra standardverdien for trehus; 0,05 til 0,03 W/m²K da løsningen har et 100 mm kontinuerlig isolasjonssjikt mellom bærende stender og innvendig stender, noe som vil opptre som en kuldebrobryter.

Reduksjon av effekten til oppvarmingssystemet fører til et betydelig lavere energibehov. Den maksimale avgitte effekten til oppvarmingssystemet er kontrollert opp mot minimum innnetemperatur på 19 °C, ved hjelp av Simien's vintersimulering, se vedlegg 6.2. Svaret er nærmere diskutert i delkapittel 7.2.1.

O7 - Sement og betong

	Bransje-referanse		Lavkarbon A		Lavkarbon pluss	
Type	B30/M60	B35/M45	B30	B35	B30	B35
Tilgjengelighet	Alle deler av landet		Alle deler av landet i vanligste betongtyper		Alle deler av landet, ikke alle bestandighetsklasser	
Utslipp [kg CO ₂ -ekv pr m ³]	280	330	200	210	150	160
Pris [kr/m ³]	2146	2422	+88	+88	+224	+224
Pris dråpen	2146*8.82= 18927.72	2422*3.49= 8452.78	88*8.82= +721.6	88*3.49= +307.12	224*8.82= +1975.68	224*3.49= +781.76
Svanen	Ikke godkjent		Godkjent		Godkjent	

Tabell 23: Kostnad og utslippsforskjeller for ulike betongtyper

Etter samtale med betongsentrum per e-post, samt en betongleverandør på Østlandet, ble det avklart at man må benytte annen type sement med mer slaggstoffer ved lavkarbonbetong. Her behøves det også mindre blandeverk for å erstatte silo med sementtype Standard FA eller lignende. Eventuelle merkostnader på dette er ikke tatt med i beregningene og må sees nærmere på. Ved nevnte samtaler ble det også opplyst om at variasjon av pris på lavkarbonbetong ofte avhenger av tilgjengelighet på råvarer og silokapasitet.

Merkostnad for å benytte betong av lavkarbon klasse A på hele prosjektet, er på henholdsvis 721.6 og 307.12 kr totalt (tabell 23). Dermed en total merkostnad på litt over 1000kr. I tillegg er det visualisert, dersom det ønskes å gå opp enda en klasse, priser og utslipp for lavkarbon pluss. Dette reduserer utslippet noe, men har en sterk økning i merkostnad.

O22 - Holdbart treverk for utendørs bruk

Kravet stilles strengere i P19, og siden kategorien er prioritert der, med svanemerket, vil dette kravet oppfylles. Der vil også endring i pris presenteres.

5.2.2 Poengkrav

P14 - Retursystem produsent

Etter samtale med leverandør for isolasjon, er det avklart at det er forsøkt å starte med et slikt retursystem, men at det har ikke fungert. Dette er grunnet at det leveres store mengder avfall og lite isolasjon som kan gjenbrukes. Deres ordning er under revidering, og det er startet prosesser for å skape nye nedstrøms ordninger. Leverandøren opplyser at de «har startet en testperiode hvor de samler inn avkapp fra et utvalg industrikunder, renser det for eventuelle fremmedlegemer og viderefordeler til ny råvare. Dette vil gi oss nyttig erfaring til fremtidige ordninger som også vil kunne tenkes å omfatte byggeplass av rivningsavfall».

På bakgrunn av svaret fra leverandøren, vil dette poengkravet kunne være aktuelt i senere tid.

P19 - Miljømerkede produkter

Produkter som har blitt prioritert ved endring, er valgt for å samsvare med andre obligatoriske krav. Disse vil nå være svanemerket og også godkjent i HPP. De som derimot ikke er endret, kan ikke godkjennes uten videre vurdering, da det er en mulighet for at de avviker fra HPP. Kolonnen for «andel» viser til andel svanemerkede produkter etter endring. De grønne kolonnene i tabell 24 viser til materialene som er valgt i forhold til kravet om maksimalt 14 mulige poeng. Merkostnaden for disse materialene tilsvarer 178 250 kr, vist i tabell 25.

Kategori	Før	Etter	Endring	Andel	Poeng
<i>Bygg og fasadepanel utendørs</i>		Uendret		0 %	0
<i>Innendørs konst.plater, veggplater, listverk..</i>	136277	145212	8935	100 %	2
<i>Gulv (synlig lag ekskl. flis)</i>		Uendret		100 %	3
<i>Fliser</i>	3696	7383	3687	100 %	2
<i>Dører, ute</i>		Uendret		0 %	0
<i>Dører, inne</i>	11635	18464	6829	100 %	2
<i>Slitesterkt treverk (terrasse og panel)</i>	64247	231981	167734	100 %	2
<i>Maling, inne</i>		Uendret		100 %	3
<i>Innendørs sparkel</i>		Uendret		100 %	2
<i>Maling, ute</i>	0	5697	5697	100 %	2
<i>Fugemasse</i>		Uendret		0	0
		Totalt:	192882		18

Tabell 24: Andel svanemerkede produkter, prisleforskjeller og poeng oppnådd etter tiltak

Kategori	Før	Etter	Endring	Poeng
<i>Gulv (synlig lag ekskl. flis)</i>		Uendret		3
<i>Fliser</i>	3696	7383	3687	2
<i>Dører, inne</i>	11635	18464	6829	2
<i>Slitesterkt treverk (terrasse og panel)</i>	64247	231981	167734	2
<i>Maling, inne</i>		Uendret		3
<i>Innendørs sparkel</i>		Uendret		2
Totalt:	79578	257828	178250	14

Tabell 25: Oppsummering av merkostnader ved valg av miljømerkede produkter

5.3 Total merkostnad for utvalgte tiltak

Tiltakene som er beskrevet tidligere i resultatdelen, resulterer i 24 oppnådde poeng og fører til en merkostnad på totalt 197 931 kr. Merkostnaden knyttet til O22 er ikke medregnet i totalsummen, da den inngår i P19. Da det ikke har blitt oppnådd 28 poeng blant de analyserte kravene, diskuteres andre mulige krav for å oppnå O2 i delkapittel 7.2.3.

Krav	Delområde	Poeng		Kostnad		
		Før	Etter	Før	Etter	Endring
O3	Byggets energibehov	-	-	-	-	18152
O5	Energieffektive hvitevarer	-	-	Uendret		
P1	Hvitevarer med bedre energiklasse	1	1	Uendret		
P3	Energieffektive og vannbesparende sanitære armaturer	1	2	Uendret		
P4	Styring av strømforbruk og energitopper	2	2	Uendret		
P6	Kvalitetskontroll av klimaberegning	2	2	Uendret		
O7	Sement og betong	-	-	27381	28409	1029
P9	Drivstoffrestriksjoner byggeplass	2	2	Uendret		
P14	Retursystem produsent	0	0	Uendret		
O11	Avfallssortering i bygningen	-	-	-	-	500
O22	Holdbart treverk utendørs	-	-	64247	231981	167734
O28	Miljømerkede produkter	-	-	Uendret		
P19	Miljømerkede produkter	8	14	79578	257828	178250
P22	Solskjerming og kjøling	1	1	Uendret		
Andre mulige poengkrav diskuteres i delkapittel 7.2.3		-	4	Ikke beregnet		
Sum		17	28	106958.5	286237	197931.06

* Se O3 i resultater

Tabell 26: Total merkostnad og poeng oppnådd for utvalgte tiltak

Prisene beregnet her tar ikke for seg merarbeid ved miljømerking av boligen. Dette vil også føre til økte kostnader ved lønning av ansatte. Da antall timer som behøves, samt lønnsnivå på ansatte er ukjent, er ikke dette betraktet i beregningene.

De ulike sertifiseringskostnadene som er nevnt tidligere i kapittel 2.4.3 er heller ikke tatt med i beregningene over. Norgeshus ønsker derimot å opprette en grunnlisens, som vil koste de 100 000,- ekstra. Dersom de også ønsker å utvide grunnlisensen til andre typer boliger, vil dette også føre til merkostnader.

6. Forskning og utvikling (FoU)

Forskning og utvikling er sentralt i arbeidet om en bærekraftig utvikling. Kapittelet tar for seg nye isolasjonsmetoder og utviklingen av Svanemerkets neste generasjon.

6.1 Svanemerkets miljøpåvirkning

Svanemerket har som mål å redusere klimafotavtrykk ved å redusere energiforbruk, bruk av bærekraftige materialer, øke kvaliteten på produktene og fremme sirkulær økonomi. Ved stadig strengere krav for å oppnå Svanemerket, til både materialer og produkter, forsikrer de seg å være oppdaterte til de nye internasjonale kravene. Kravene bidrar også til sirkulær økonomi, samt pålitelighet ved bruk av EPD og strengere krav i byggesektoren.

Et svanemerket produkt har blitt vurdert fra råvare, produksjon, bruk til gjenbruk. De reduserer klimafotavtrykket ved redusert energiforbruk, bruk av bærekraftig fornybar energi, bruk av bærekraftige materialer med økt levetid, samt ved å stille krav til resirkulasjon. Alt dette resulterer i lavere miljøbelastning, og er sentral for en mer bærekraftig utvikling.⁶²

6.2 Isolasjonsmaterialer

Kravene til boligens varmetapstall og energibehov blir stadig strengere, noe som igjen stiller store krav til isolasjonsmaterialene som brukes. Med dagens isolasjonsmaterialer må det bygges vegger med isolasjonstykkelser fra 20 til 40 cm. For å oppnå dagens passivhusstandard kreves 40 cm mineralull. Ved etterisolering av gamle boliger, er det svært kostbart og krevende med utvendig etterisolering. Samtidig vil innvendig etterisolering redusere boligens BRA, noe som igjen kan redusere boligens verdi.

Det er behov for nye, forbedrede isolasjonsmaterialer som kan redusere veggtykkelsen og samtidig oppfylle de strenge energikravene, samt bevare et godt inn klima og god komfort. Tabell 27, nedenfor, viser noen materialer som er under utvikling, samt de tradisjonelle isolasjonsmaterialene:

Material	Beskrivelse	Fordeler	Varme-konduktivitet	Ulemper
<i>Tradisjonell isolering</i>	Mineralull Glassull	Rimelig	0,032 -0,043 W/(mK)	Strengt krav til varmetap, krever mye isolasjon og fører til svært tykke vegger.
<i>Skumglass</i>	Resirkulert glass blandet med en aktivator for gassutvikling	Sterk struktur. Vannrett. Kan brukes både inne og ute. Lavt fuktopptak Høy trykkfasthet Kan gjenvinnes	0,036-0,05 W/(mK)	Relativt tungt materiale. Utfordrende å installere på store flater.
<i>Aerogel</i>	Konstruert materiale. Stivt skum	Opptil ti ganger så effektivt som tradisjonell isolasjon. Kan brukes i smale sjikt for å begrense kuldebroer. ⁶³ Kan lages som transparent, semi-transparent og ugjennomsiktig	0,015 W/(mK)	Dyrt å produsere Veldig skjørt på grunn av lav strekkfasthet
<i>Vakuuminolasjonspanel (VIP)</i>	Folie beskyttet åpent porøst materiale, silika og vakuum	Svært god isoleringsevne. Mulighet for tynne vegger.	0,007-0,010 W/(mK)	Kuldebro Dyrt Aldringseffekt Skjør, kan punkteres

Tabell 27: Beskrivelse av ulike isolasjonsmaterialer [64,65]

6.3 Tilskuddsordning for grønne bygg

Enova er en organisasjon som bidrar økonomisk for grønne og klimavennlige bygg.⁶⁶ Organisasjonen arbeider for å kutte klimagassutslippet og at nye miljøvennlige løsninger skal bli utviklet. De tilbyr med støtte til blant annet energirådgivning, smartsystemer og andre miljøvennlige løsninger for boliger. Ved hjelp av slike ordninger sikrer de at flere kan bygge mer miljøvennlig.⁶⁷

6.4 Svanemerkets neste generasjon

Svanemerket kan ikke garantere for at en svanemerket bolig oppfyller EUs taksonomi. Derimot har de som mål for deres neste generasjon å bli et verktøy som kan brukes som dokumentasjon for taksonomien. Videre har de en visjon om å bidra til en bærekraftig utvikling, øke naturmangfold og redusere miljøbelastningen i samfunnet. Derfor vil de hele tiden sette nye og strengere krav til bærekraftige løsninger.⁶⁸

7. Diskusjon

Her vil det bli diskutert resultatene fra kapittel 4, samt noen av de resterende kravene som ikke ble omprosjektert i denne oppgaven. Det blir også drøftet hvilke tiltak som er mest gunstig å prioritere i henhold til prisforskjellene.

7.1 Oppnådde krav før omprosjektering

Resultatene viser at det generelt er veldig god standard på nye norske boliger og at det har blitt et stort fokus på bærekraftige løsninger. Delkapittelet tar for seg allerede oppnådde krav før omprosjekteringen.

Generelle krav om kravstilte listede produkter

Det å endre alle de ikke-listede materialene var en prosess som ble startet på, men var svært omfattende og tidkrevende da studentene ikke selv hadde tilgang til HPP. På grunnlag av dette, samt komplikasjoner ved å endre et produkt som krever tilpasning av andre materialer for å fungere optimalt, har dette blitt nedprioritert. Dette er derimot noe som må sees på ved videre prosjektering av boligen.

O5 og P1- Energieffektive hvitevarer

Norgeshus' leverandør leverer hvitevarer som oppfyller kravene til svanemerket. Av den grunn er det ikke behov for tiltak eller oppgradering av energiklassene for å oppnå kravet. Generelt har energimerking av hvitevarer ført til stadig mer energieffektive produkter, som er rimelige og lett tilgjengelige. Derfor vil de fleste nye eneboliger oppfylle både dette kravet og poengkravet P1 uten noe merkostnad.

P3 - Energieffektive og vannbesparende sanitære armaturer og teknologier

Markedet har en økende interesse for energieffektive og bærekraftige produkter. Av den grunn finnes det en rekke armaturer som oppfyller kravene til energiklasse B og A, uten å være noe særlig dyrere enn andre produkter. Eventuelle merkostnader vil også kunne spares inn da høyere energiklasser bruker mindre energi. Gråvann er derimot mindre utbredt i dagens marked.

P4 – Styring av strømforbruk og energitopper

Ved smart styring av strømforbruket kan strømmettet utnyttes når det er minst belastet, samt minske unødvendig oppvarming om natten. Som følge av dette, vil totalkostnaden minke. Da kravet er oppfylt ved bruk av Autobolig, og man ikke har tanker om forbedring, diskuteres ikke dette nærmere.

P6 - Kvalitetskontroll av klimaberegning

Bruk av EPD ved klimaberegning sikrer en god og pålitelig kilde for utslippene.

P9 - Drivstoff Restriksjoner på byggeplassen

Det stilles krav til at bygningen skal være lukket før oppvarmingen starter. Dette forventes å bli opprettholdt og vil ikke kommenteres nærmere i oppgaven. Resultatet i beregningen er ikke veldig uventet, men viser en god oversikt over forskjellen i pris og utslipp ved ulike oppvarmingsmetoder på byggeplassen.

Dieselaggregat er en noe utdatert metode for oppvarming, men ble tatt med for å vise utslippsforskjellene i forhold til de mer miljøvennlige alternativene. Denne oppvarmingsmetoden har et betraktelig høyere utslipp enn de andre og er også det billigste alternativet. Dette er noe som antas å være grunnen til hvorfor metoden har blitt prioritert tidligere, før restriksjonene mot oppvarming ved bruk av fossilt drivstoff kom.

HVO100 er et lett tilgjengelig drivstoff, men er helt klart dyrere enn vanlig anleggsdiesel og de andre alternativene tatt med i beregningene. Da HVO100 ansees som en farlig kjemikalie, kreves det ulike tanker enn de man benytter for vanlig diesel. Dette kan øke merkostnaden noe, men leie eller kjøp av slikt utstyr er ikke blitt medberegnet. Drivstoffet kan derimot benyttes i vanlige dieselmotorer dersom det ikke blir oppbevart der over en lengre periode.⁶⁹ Forbrenningen av HVO fremfor vanlig diesel gir også et betraktelig bedre inn klima.

Ved bruk av strøm fra strømmettet oppnår man lavest pris, sett bort fra diesel, samt lavest utslippsmengde i forhold til de andre alternativene. Det lille utslippet kommer av strømmettets tilknytning til resten av Europa, og deres gassproduksjon. Det er derfor ingen mulighet å forsikre om hvor strømmen kommer fra til enhver tid. På grunn av dens lave pris, samt lave utslipp er denne oppvarmingsmetoden foretrukket. Da de fleste benytter dette fra før av, blir det ingen merkostnad dersom denne metoden velges videre.

Biogass er en løsning som har blitt forsøkt å utnytte som energikilde istedenfor propan, men ikke lyktes enda. Dersom dette utvikles kan det derimot være et godt alternativ da det har mindre utslipp og er billigere enn HVO100. Til tross for dette, slår det ikke prisen for elektrisitet, som blir å foretrekke per dags dato.

P22 – Solskjerming og energieffektiv kjølingsteknologi

Det har allerede blitt oppnådd ett poeng ved hjelp av Autobolig. Det kan oppnås enda ett poeng ved hjelp av å installere utvendig solskjerming. Dette vil også bedre inneklimateet i boligen da man får optimalisert utnyttelse av solenergien, samt reflektert bort uønsket solstråling for å unngå overoppheting innvendig.

7.2 Omprosjektering

7.2.1 Obligatoriske krav

O2 - Oppnådde poeng

Etter omprosjekteringen av boligen, ble 24 poeng oppnådd. Videre er det behov for fire poeng ekstra, for å oppnå kravet for en norsk enebolig. Det er mange krav som er mulig å vurdere, noen av disse vil bli diskutert senere i dette kapitlet, nærmere bestemt kapittel 7.2.3.

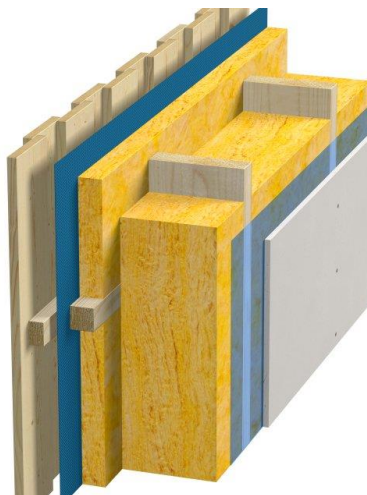
O3 - Byggets energibehov

Ved energiberegning av eneboliger og andre bygg, brukes det faste normerte verdier fra NS3031:2014, for internlaster. Standarden NS3031:2014 er derimot trukket tilbake og erstattet med NS3031:2021. Den nye versjonen tillater en lavere verdi for energibehovet knyttet til varmtvann. Verdien reduseres fra 29,8kWh/m² til 25,1kWh/m² per år. En slik reduksjon vil gjøre en betydelig forskjell ved beregning av netto energibehov. Til tross for at 2014-versjonen er tilbaketrasket, skal denne fortsatt benyttes ved kontroll opp mot TEK17 inntil videre. Av den grunn vil det ikke være mulig å redusere Dråpens energibehov knyttet til varmtvann. Dette stiller større krav til oppgradering av bygningskroppen for å redusere energibehovet. Derav er det ikke funnet noen løsning hvor den opprinnelige veggtykkelsen bevares. Den nyeste standarden antas derimot å bli implementert i en ny og forbedret TEK. En slik oppdatering vil gjøre det lettere å redusere netto energibehov for fremtidig beregning. Derfor kan dette vurderes ved ny byggeteknisk forskrift. Dersom NS3031:2021 vil bli benyttet ved kontroll opp mot TEK17 i senere tid, vil det være mulig å oppnå kravet fra svanemerket med Norgeshus sin originale veggtykkelse med 200 mm isolasjon. Belysningen kan reduseres med 20% ettersom Norgeshus benytter Autobolig, hvor det benyttes smartstyring av belysningen.

Tiltak - unngår utvidelse av vegg	Netto energibehov	Reduksjon for hvert tiltak
U-verdi vinduer settes til 0.7 (ikke skyvedør, eller ytterdør)	107.7	-3.1
rotasjon - nord blir vest	107.3	-0.4
Redusere kuldebro fra 0.05 til 0.03	105.5	-1.8
+50mm iso. i tak og gulv, samt bedre iso.klasse	103.9	-1.6
Redusere kapasiteten for ommvarmingssystemet fra 50 til 30W/m ²	101.0	-2.9
Endre varmtvann fra 29.8 til 25.1 (etter NS3031:2021)	96.3	-4.7
20% reduksjon belysning NS3031	94.48	-1.82
Totalt	94.48	-16.3

Tabell 28: Tiltak som unngår utvidelse av vegg

Det er utarbeidet flere tiltakspakker, vist i vedlegg 5.2. Tiltakspakke 1 viser en løsning hvor isolasjonen i vegg, tak og gulv økes med 50 mm. Dette medfører en isolasjonstykkelse på hele 450 mm i gulv og tak, samtidig som isolasjonsklassen endres fra 38 til 34 mot grunnen og fra 34 til 32 i taket. Dette vil medføre merkostnader. For Tiltakspakke 1 er det mulig å endre ytterveggløsningen slik som vist i figur 18. I denne løsningen fjernes den opprinnelige innvendige påføringen, og stenderne endres fra 148 til 198 mm. Deretter utføres en utvendig påføring for å unngå en reduksjon i boligens BRA. Dette vil gi veggen en U-verdi = 0,17 W/m²K. Det er imidlertid ikke beregnet merkostnader for denne tiltakspakken.



Figur 18: Oppbygging av yttervegg i henhold til Tiltakspakke 1

Tiltak 1	Netto energibehov	Reduksjon for hvert tiltak
U-verdi vinduer settes til 0.7 (ikke skyvedør)	107.7	-3.1
Rotasjon - nord blir vest	107.2	-0.5
Endre til 250mm isolasjon i vegg, kl.32. U-verdi 0.17	103.4	-3.8
Redusere kuldebro fra 0.05 til 0.03	101.6	-1.8
+50mm iso. i tak og gulv, samt bedre iso.klasse	100.0	-1.6
Redusere kapasiteten for oppvarmingssystemet fra 50 til 20W/m ²	94.7	-5.3
Totalt	94.7	-16.1

Tabell 29: Netto energibehov for Tiltakspakke 1

Reduksjon av effekten til oppvarmingssystemet fører til et betydelig lavere energibehov. Reduksjonen vil påvirke vintersimuleringen av boligen, men det ser derimot ut til å være liten forskjell på vintersimuleringene til de ulike reduseringene ettersom veggtykkelsen øker. Ved økt isolasjonsmengde i ytterveggen, vil det være mindre behov for oppvarmingssystemer. Den største forskjellen er tidspunkt for minimum innetemperatur. Alle tiltakspakkene vil opprettholde minimum innetemperatur på 19 °C. Tidspunktet kan derimot påvirke det termiske inneklimaet og komforten til beboerne. Konsekvensene og effekten av dette tiltaket må undersøkes nærmere.

Reduksjon av normalisert kuldebroverdi fra 0,05 til 0,03 W/m²K antas å være mulig med inntrekning av vinduer for Tiltakspakke 1, der det ikke er et kontinuerlig isolasjonssjikt slik som i Tiltakspakke 4. En bacheloroppgave fra 2022 viser at ved å installere vinduene 20-40 mm lenger inn i veggen enn i forhold til tradisjonell løsning, vil kuldebroen reduseres betraktelig.⁷⁰ Det må imidlertid utføres en egen kuldebroberegning, med for eksempel programvaren THERM, for å forsikre at verdien samsvarer. Dette gjelder alle tiltakspakker.

Reduksjon av vindusareal har vist seg å ha liten betydning for boligens netto energibehov. Dette er grunnet store vindusareal mot sør og vest, noe som bidrar til mye dagslys og oppvarming grunnet solstråling. Ved å fjerne vinduer mot nord, vil energibehovet reduseres omtrent like mye som ved å rotere boligen 90 grader med klokken, slik at nord-fasaden nå blir vest. For å unngå tiltak knyttet til boligens oppbygging, er det valgt å rotere boligen i Tiltakspakke 1, i stedet for å fjerne vinduer. Dette fører imidlertid til enda mer dagslys, noe som igjen fører til svært varme temperaturer om sommeren. Særlig soverommene, som nå vil ha vindu mot vest, vil få betydelig økt solvarme. Av denne grunn vil gjerne en reduksjon av vindusareal være det beste tiltaket. I tillegg kan utvendig solskjerming, som gir poeng i P22, bidra til et mer behagelig inneklima.

På bakgrunn av større usikkerhet knyttet til oppnåelse av verdiene som er satt i Tiltakspakke 1, samtidig som denne løsningen krever større endringer knyttet til materialer, er Tiltakspakke 4 valgt i denne oppgaven. Dette på tross av at Tiltakspakke 4 krever større endringer knyttet til utvidelse av yttervegg.

Ettersom netto energibehov ikke er avhengig av varmekilde, vil ikke innstallering av varmepumpe eller andre varmekilder ha noen betydning. Type varmekilde vil derimot ha betydning for levert energi til boligen og derav boligens oppnådde energimerke. Fargen på energimerket beskriver hvor stor andel av energien til oppvarming som kommer fra ikke-fornybare kilder. Jo grønnere merket er, desto mer fornybare kilder er benyttet. Elektrisitet vil gi rød farge. Varmepumpe kan også bidra til et bedre inneklima da den kan bidra med både kjøling og oppvarming.

O7 - Sement og betong

Forskjellen i karbonutslipp i de ulike klassene er store. Ved å investere omtrent 90 kr ekstra per m³, reduseres antall kg CO₂-ekv med 80 per m³ for B30, og hele 120 per m³ for B35. Lavkarbonklasse A er tilgjengelig i de vanligste betongtypene i hele Norge, noe som gjør at de fleste kan ta i bruk denne klassen.

En klasse opp, til lavkarbon pluss, gir mulighet for å redusere karbonutslippet mer, med henholdsvis 50 og 70 kg CO₂-ekv per m³. Prisforskjellen ved dette hoppet er derimot noe større og det må investeres 136 kr ekstra per m³ opp fra lavkarbon A. Tilgjengeligheten på denne klassen avhenger derimot for de ulike bestandighetsklassene, og en kan derfor anta at denne kan bli mer nedprioritert. Pris og utslippsreduksjon ikke er korrelert. Det antas derfor å ikke være prismessig gunstig å prioritere å gå opp enda en klasse, da det heller ikke er mulig å oppnå poeng innenfor dette området.

I denne beregningen tas det ikke hensyn til at man kan benytte bare 70% av totalt volum som lavkarbonbetong, slik som kravet tilsier. Det har derfor ikke blitt beregnet hva utslippsforskjellene og prisforskjellene ved et slikt tilfelle grunnet tidsbegrensning. Betongklassene kan ikke blandes, men det kan være en mulighet å benytte de på ulike elementer i konstruksjonen dersom det er et ønske om å benytte kun 70% lavkarbonbetong. Her må man derimot tenke på at det kan kreves ulikt type utstyr for de to klassene, og da vil det heller være lettere å prioritere kun lavkarbonbetong. Dette kan derimot ikke bekreftes uten videre

undersøkelse med leverandøren. Det kan også være en mulighet å benytte resirkulerte slaggstoffer for å bidra til mer gjenbruk og sirkulær økonomi. Etter samtale med leverandør, er dette en mulighet også med lavkarbon ekstrem.

O22 - Holdbart treverk for utendørs bruk

Dette kravet ble prioritert under P19 og det kreves ikke videre vurdering.

7.2.2 Poengkrav

P14 - Retursystem produsent

Byggebransjen i Norge har et ansvar for å bidra til sirkulær økonomi, da de står for stor andel av avfallet. Retursystem ved hjelp av produsenten er en løsning på dette. For å få til en slik ordning må materialene sendes fra byggeplassen til spesialiserte resirkuleringsanlegg eller gjenbruksstasjoner. En slik løsning vil kunne være et viktig steg for å få til sirkulær økonomi, da det vil minimere avfall og utnytte ressursene på en mer bærekraftig måte.

En annen mulighet kan være at leverandørene selv iverksetter et eget retursystem for sine produkter, hvor de samles inn, sorteres og gjenbrukes. Denne løsningen har Norgeshus' leverandør for isolasjon testet ut. Deres ordning går ut på å levere ut sekker på byggeplassen, hvor overflødig materiale kan samles og hentes igjen. Ordningen viser seg derimot å være vanskelig å få til i praksis, da sekkene ofte inneholder annet avfall og ikke bare isolasjon.

Videre er det mulig å kontakte leverandører for andre varer, som for eksempel gips, for å se på mulighetene for opprettelse av retursystemer og dermed oppnå poengkravet.

P19 - Miljømerkede produkter

Det ble valgt å prioritere maksimalt tilgjengelige poeng, da poengkravet samsvarer med flere av de obligatoriske kravene. Det er tatt utgangspunkt i å benytte 100% andel miljømerkede produkter, enten Svanemerket eller EU Ecolabel, i hver delkategori. Kravet gir derimot også mulighet for å supplementere med ulik andelsprosent i de ulike kategoriene for å oppnå ønsket poengsum.

Ved å tilfredsstillte ulike delkategorier har man også oppfylt obligatoriske krav, som for eksempel O22, samt endret på produkter som uansett måtte skiftes ut i henhold til HPP. Flere av materialene i de valgte kategoriene hadde derimot allerede listede produkt. Derfor kan det

være en mulighet å revurdere prioriteringen av de utskiftede materialene, og heller prioritere produkter som ikke allerede er godkjent.

Priser på noen av kategoriene var krevende å finne, da ikke alle har norske eller nordiske forhandlere. Da priser for entreprenører er unntatt offentligheten, samt variasjon av priser med og uten merverdiavgift, kan resultatet herfra være noe avvikende. Til tross for dette ansees resultatet i merkostnad å være representativ.

Ved utskifting av materialene var det noe begrenset utvalg i noen undergrupper, som for eksempel dører, fugemasse og fasadeplater. Noen av produktene produseres, og selges, på begrensede områder i utlandet. Derav er det forventet et større utslipp ved frakt av produktet. Hvor miljøvennlig transportering av et miljømerket produkt, fremfor å velge en lokal produsent, har man ikke konkrete tall på. Det kan derfor være en mulighet for Svanen å se på tiltak for å fremme lokale produsenter for å minske utslipp ved transport.

Gulv, maling og sparkel innendørs var allerede miljømerkede og det ble derfor ikke gjort noen endringer her. I disse kategoriene har man sett at flere av de mest brukte produktene er svanemerket, samt har et stort sortiment, noe som gjør det lett for kunden å velge miljømerkede produkt. Prisene på disse er heller ikke nødvendigvis dyrere enn ikke-miljømerkede produkter. Tilsvarende fugemasse som er brukt i boligen var derimot vanskeligere å finne, og ble tilsidesatt i denne omgang. Derimot kan det være alternativer som ikke har blitt sett på og kreves videre vurdering.

Fliser er en av kategoriene som har noe begrenset utvalg. Her er det kun en leverandør som leverer EU ecolabel produkt, RAKO. Produktene produseres i Tsjekkia og må fraktes opp til Norge. Derimot har man sett at de tilbys hos flere leverandører her i Norge.

Et annet produkt som har begrenset utvalg er innvendig dørblad og tilbys kun av to produsenter, RAW og Viljandi. Disse leverandørene holder til i henholdsvis Danmark og Estland. Dermed må også disse produktene fraktes over lengre avstander. Ingen norske leverandører av disse produktene har per dags dato blitt miljøsertifisert med Svanemerket. Utvendige dører har ingen miljømerkede produkter, annet enn balkongdører.

Utskifting av kledningen og terrassebordene står for den største andelen i pris ved dette kravet. Med en nesten firedobling av pris i forhold til de originale materialene, kan man anse at denne kategorien senere kan bli nedprioritert. I oppgaven ble dette derimot valgt for å kunne tilfredsstillte O22 uten videre dokumentasjon. Denne kategorien har omtrent 70 varer med ulike leverandører å velge mellom på Svanemerket sine nettsider. Et annet alternativ til de valgte produktene for terrassebord, er å benytte ubehandlet treverk for deretter å etterbehandle selv med miljømerket beis eller maling. Som med innendørs maling, finnes det gode alternativer til disse. Den originale Dråpen har derimot ingen utendørs maling eller beis, og derfor ble denne kategorien ikke prioritert, men ansees å være lett oppnåelig dersom man ønsker en annen farge på boligen.

Innendørs konstruksjonsplater, veggplater og listverk kan være et mulig alternativ å prioritere fremfor kategorien for utendørs holdbart trevirke, da merkostnaden vil være mye lavere. Nedprioriteringen i denne oppgaven ble derimot gjort på grunnlag av eventuell brannfare ved å skifte ut gipsplatene med sponplater, dersom det er mindre enn 8 meter til nabobygget. Hvis dette likevel ønskes å prioriteres, uten nødvendig avstand til nabobygg, bør man konsultere med en brannrådgiver. Det er også mulig å velge å beholde gipsplaten i innerveggene for en begrenset poengsum, og heller hente inn flere poeng hos andre kategorier.

Ved materialutskifting kan det være behov for å endre andre produkter slik at de samsvarer og opprettholder god byggteknikk. Dette omfattende arbeidet er ikke tatt hensyn til i denne oppgaven på grunn av tilgjengelig tid. Derimot er dette noe som er svært viktig å tenke på ved videre prosjektering, da en god byggteknikk er sentralt for å opprettholde blant annet en tett bygningskropp, bære- og brannevne.

Andre aktuelle kategorier, som ble nedprioritert i denne oppgaven og kan vurderes, er miljømerkede garderobe-, badrooms- og kjøkkeninnredninger. Tilsidesettelsen av disse kategoriene er gjort på grunnlag av at materialene og varene avhenger av kundens ønske. Til tross for dette, ansees de å være relativt lett oppnåelig da det kan inkluderes i salgsoppgaven til katalogboligen. Priser på dette har ikke blitt beregnet.

7.2.3 Bemerkelsesverdige resterende krav

Da det ikke har blitt oppnådd 28 poeng i denne oppgaven, presenteres andre potensielle krav for å oppnå det obligatoriske kravet O2. Her beskrives også noen valgbare krav som har blitt sett på og ansees lettoppnåelig og/eller viktige. Videre presenteres noen bemerkelsesverdige obligatoriske krav.

P5: Lokal fornybar energi

Det gis poeng ut ifra hvor effektivt solcellepanel, solfangere, gjenvinnelse av avløpsvann, samt væske-til-vann varmpumper er. Dersom kjøper velger å benytte solcellepanel i boligen, som kan tilbys fra husleverandøren, kan man oppnå poeng her. Da oppdragsgiver ønsker å kunne tilby svanemerket bolig uten å benytte solcellepanel, har man sett bort fra dette kravet.

Maks 3 poeng

P10 - Anleggsmaskiner

Til tross for at dette poengkravet har blitt nedprioritert, er det fullt mulig å oppnå og krever muligens ikke så mye endringer. Poengkravet henger litt sammen med P9 på grunn av drivstoff. Som nevnt tidligere kan man fint erstatte drivstoff i for eksempel dieseldrevet anleggsmaskiner med HVO100, selv om dette blir en dobling i pris. Et annet alternativ er å investere i elektriske maskiner.

Maks 2 poeng

O11 - Avfallssortering inne i bygningen

1. januar 2023 kom det krav om at mat- og plastavfall skal sorteres ut fra alle landets husholdninger.⁷¹ Svanemerket stiller derimot krav til minst fire sorteringsfraksjoner for boliger. Dette gjelder ikke kjøkken uten ovn og stekeplate. Det kreves dokumentasjon på sorteringsfraksjonene og kan være beskrivelse, bilde eller dokumenter. Avfallssortering kan leveres med kjøkken, noe som sikrer at alle boligene leveres med dette. Prisendringene på å opprette avfallssorteringen er minimal og vil ikke ha særlig innvirkning i den totale merkostnaden.

Kravet er rettet mot forbruker, noe som gjør det vanskelig å kontrollere om det faktisk blir overholdt. Flere kommuner praktiserer kildesortering i dag, gjerne med fire fraksjoner (restavfall, papp, plast og matavfall), men ikke alle. Dette gjør kravet mulig å oppfylle, men kan i noen kommuner være vanskelig. For å sikre at dette kravet blir overholdt, kreves strengere retningslinjer fra regjeringen og kommunene i Norge.

O27 - Formaldehyd Emisjon

Kravet omfatter alle tre-baserte eller laminerte plater for innendørs bruk som inneholder formaldehyd baserte tilsetningsstoffer. Da man valgte å ikke prioritere utskifting av alle materialer som stiller til kravene i svanen, valgte man også å se bort fra dette kravet. Da formaldehyd er sterkt helsefarlig ansees dette kravet som svært viktig for inneklime og personers helse, og er verdt å trekke frem.⁷²

P20 - Biologisk mangfold og økosystemtjenester

O31 krever landskapsarkitekt eller tilsvarende til å utføre en økologi-rapport. Ettersom en landskapsarkitekt må kontaktes uansett, kan P20 være et aktuelt poengkrav som ikke er for ressurskrevende. Flere av de mulige poengene knytter seg direkte opp mot O31. Det er blant annet mulig å oppnå ett poeng for å sette opp en plantekasse, uavhengig av størrelsen.

På den andre siden kan det være vanskelig for eneboliger å oppnå poeng her, ettersom det vanligvis ikke er et så stort uteområde. Ved eneboliger er det heller ikke vanlig å kontakte egne landskapsarkitekter.

Maks 6 poeng

O35 - Dagslys

Tiltakene som er gjort for å oppfylle energikravet O3 vil påvirke dagslyset i boligen. Vinduer med lavere U-verdi, samt tykkere vegger, fører til at det slippes inn mindre lys. Da Dråpen allerede har et stort vindusareal, og at det kun er aktuelt å fjerne vinduer mot nord, ansees dette ikke å være et stort problem. Kravet som stilles her er derimot også lavere enn anbefalt krav i TEK17. Derav skal dette kravet være oppfylt uten noen ytterlige tiltak. Beregning av dagslys må allikevel utføres for å kontrollere etter tiltak. Ettersom studentene ikke har tilgang til programvare for å utføre en slik beregning, ble ikke dette utført.

7.3 Merkostnad ved utførte tiltak

Flere av kravene var allerede oppnådd før omprosjekteringen, og dermed blir det ingen merkostnad på disse punktene. Største kostnadsforskjellen her er P19, der den største andelen representeres av holdbart trevirke utendørs. Dersom denne kategorien senere vil bli nedprioritert, vil ikke denne utgiftsposten være like stor og total merkostnad blir også redusert betraktelig.

Tiltakene ved å svanemerke en bolig, trenger dermed ikke å være så kostbart, men det er sentralt å se etter tilsvarende alternativer til både materialer og løsninger. Dette er dog en krevende jobb og som nevnt vil det kreve økt antall arbeidstimer.

Da begrensninger er gjort, samtidig som ikke alle kravene har blitt analysert og tilfredsstilt, kan ikke total beregnet merkostnad representere en hel omprosjektering for å oppnå Svanemerket. Det gjenstår fortsatt en del obligatoriske krav. Summen som presenteres, på i underkant av 200 000kr, kan allikevel være en god pekepinn på hvor kostbart det er å investere i en miljøsertifisering.

7.4 Feilkilder og avgrensninger

Da mye av arbeidet har blitt utført manuelt kan det være flere feilkilder i denne rapporten, blant annet feil materialer satt inn i Cobuilder, feil kostnad ut fra nettsider grunnet merverdiavgifter, feil beregning av energibehov, samt språkforvirringer ved oversettelse av kravene.

Cobuilder har et stort bibliotek av produkter og materialer. Her varierer de mellom ulike dimensjoner og farger. Man har sett at samme produktet, men med ulik dimensjon, kan være oppgitt som "listet" i det ene produktet, men ikke "listet" i det andre. Dette skaper usikkerhet og gjør prosessen mer komplisert. Derfor kan man ikke være helt sikker på om disse er korrekte og bør dobbeltsjekkes opp mot HPP. Det er også usikkert om Cobuilder er blitt oppdatert i henhold til de nye kravene.

Da de svanemerkede kravene ikke eksisterer på norsk, kan det ha oppstått misforståelser ved oversettelse. Dokumentet eksisterer både på svensk og engelsk, og man har oppdaget flere formuleringsulikheter med de to versjonene. Dette kan derfor også ha ført til misforståelse. Det er noen krav som heller ikke er særlig spesifiserte, og det er derfor sentralt å ha en god dialog med Svanemerket ved gjennomføring av kravene for å forsikre at gjennomføringen blir utført riktig.

Flere av de ikke-listete produktene har ikke blitt endret ved omprosjekteringen. Derfor er ikke merkostnaden ved å bygge en svanemerket bolig, beregnet i denne oppgaven, komplett. Noen produkter var også vanskeligere å finne enn andre, her spesielt de svanemerkede produktene.

Pris på materialer endrer seg og kan føre til at prisene oppført her, ikke er korrekte ved et senere tidspunkt.

Det er ikke utført noen analyse om markedet for energieffektive produkter og ulike energiklasser. Svarene baserer seg på svar fra Norgeshus sine leverandører.

Kostnadene kan også ha en feil med tanke på merverdiavgift (mva.). Da noen av produktene ikke har oppgitt pris både med og uten mva., kan det ha oppstått feil her ved beregningen. Prisene vil også avvike fra tilbudene entreprenørene får direkte fra forhandler.

7.5 Vurdering av Svanemerket opp mot TEK17

Svanemerket stiller helt klart flere og strengere krav med tanke på miljø, energibehov og kjemikalier i forhold til TEK17. De stiller også krav byggeprosessen.

Da TEK17 legges til grunn i alle norske byggeprosjekt, og er noe utdatert, ville det vært en ide å oppdatere kravene til å samsvare med det grønne skiftet for å fremme miljøvennlige byggemetoder. De har mulighet til å hente inspirasjon fra miljømerker som BREEAM og Svanemerket, men må samtidig tenke på merkostnadene for hvert enkelt tiltak. Derfor ville en analyse av ulike tiltak, samt merkostnader og utslippsforskjeller, være en god måte å se på hvordan de kan bidra til en mer bærekraftig framtid - uten at det nødvendigvis vil koste så mye mer.

Totalt sett vil implementering av svanemerket føre til økte kostnader, men bidra med å redusere miljøbelastningen. For å kutte klimagassutslippet og nå klimamålene for 2030 er det svært sentralt at byggebransjen, som står for en svært stor andel av utslippene, bidrar. Man har sett at ved å utføre enkle tiltak kan man bedre innklimaet, samt hjelpe til med en bærekraftig utvikling. Det forventes derfor at man vil se slike krav i den neste TEK.

7.6 Videre tanker om svanemerket

Ved omprosjekteringen og dypdykking inn i de nye kravene til Svanemerket, har man kommet over noen tanker som er verdt å dele for en videre utvikling av kravene, samt tiltak for å fremme miljøvennlige byggemetoder.

Første tiltak er en bedre produktportal for å finne lignende materialer som de det er behov for å skifte ut. Dersom HPP og Cobuilder hadde en funksjon der en lett kan se hvilke produkter man kan erstatte det eksisterende med, vil det gjøre prosessen ved å svanemerke en bolig mye lettere. Å opprette en slik funksjon vil være en omfattende prosess, men vil være en gunstig investering for å fremme og simplificere prosessen for utbygger.

En oppgradering av de ulike poengkravene er også et tiltak som kan være interessant. For poengkravet som gjelder sement og betong, kunne det vært aktuelt å gi poeng for hver klasse over den godkjente klassen som benyttes i prosjektet. Dette ansees som en viktig faktor da bedre lavkarbonklasser kan redusere utslippet betraktelig. På den andre siden er prisene på slike betongtyper svært høye, noe som kan hindre utbygger å velge et slikt poengkrav.

Et annet poengkrav som kunne vært aktuelt er poeng for å ikke benytte maling og beis på materialer som er velfungerende uten, som for eksempel fasade i ubehandlet trevirke. Reduksjon i produkter på slike områder, som ikke påvirker byggteknikken og forsikrer fortsatt god levealder, bør vurderes. Selv om det eksisterer mange svanemerkede produkter og materialer, er det mangel på konkurranse og utvalg i visse kategorier. Derfor er det sentralt å jobbe for at flere ønsker å sertifisere materialene sine.

Da flere av kravene omfatter alle beboelige bygg, er det i noen tilfeller umulig å oppnå noen av kravene for enebolig. Dette er grunnet at noen krav kun setter krav til leilighetskompleks og ikke andre boligtyper.

Tiltak for å fremme miljømerkede boliger bør gis fra regjeringen eller EU/EØS. Her ville tiltak som kan redusere kostnadene og tidsbruk for kunden og utbygger, som for eksempel reduksjon i pris på disse produktene være gunstig. Krav om at et bygg må være miljømerket, slik Regjeringen har satt i gang for offentlige bygg, viser en god utvikling på dette området og forhåpentligvis vil det utvides til andre typer. EUs taksonomi baner også en god vei for myndighetene.

8. Konklusjon

I dette siste kapitlet vil hovedfunnene i bacheloroppgaven fremstilles i korte trekk. Erfaringer og observasjoner presenteres med tanke på kravene til Svanemerket, samt en kort anbefaling for videre arbeid for Norgeshus.

Det å omprosjekttere en allerede prosjektert bolig til svanemerket, er en svært omfattende prosess, da det er mye å sette seg inn i og mange krav som påvirker hverandre. Flere av kravene var allerede oppfylt før omprosjektering, noe som tyder på at TEK17 allerede stiller gode krav til god byggeteknikk og at byggebransjen har fått et øye for bærekraftige løsninger.

Da Svanemerket stiller krav til 15% reduksjon i energibehov, måtte man redusere det allerede lave energibehovet med 16,1 kWh/m². Dette ble gjort med tiltak som økning av isolasjon, rotering av boligen, oppgradering av vinduer, samt redusering av effekten til oppvarmingssystemet. Det ble funnet ut at fjerning av vindu ikke hadde like stor innvirkning på energibehovet som utvidelse av boligens yttervegger.

Noen av kravene er lettere å oppnå enn andre. Selv om endring av materialer er en tidkrevende prosess, er dette sentralt da flere av de obligatoriske kravene stiller krav til akkurat dette. Cobuilder og Husproduktportalen er verktøy som gjør denne prosessen lettere. Merkostnadene på miljømerkede produkter er ikke alltid store, og produkt som gulv, maling og sparkel har et godt sortiment og er vanlige å bruke. Produktene er også av god holdbarhet og bidrar til et godt inneklima. Derimot var det flere av kategoriene som ikke hadde like gode alternativer.

Total merkostnad beregnet ble i underkant av 200 000kr. Største andelen her er derimot holdbart trevirke utendørs, som står for omtrent 170 000kr. Ved å heller prioritere andre kategorier i P19 og benytte ubehandlet trevirke, vil denne merkostnaden reduseres betraktelig.

Ved videre omprosjektering av boligen bør oppdragsgiver se på materialene slik at de er godkjent i HPP, prioritere videre poeng, samt gå gjennom resterende obligatoriske krav. Det kan også være en mulighet å omprioritere kategoriene ved poengkrav P19. Prosessen ved å miljøsertifisere boliger bør iverksettes så tidlig som mulig i prosjektfasen, for å redusere tidsbruk og merkostnader. Nær kontakt med Svanemerket anbefales fra tidlig prosjektfase for prioritering av tiltak, samt for å avklare eventuelle usikkerheter som skulle oppstå.

Referanseliste

- ¹ United Nations. (2022). *Global Status Report for Buildings and Construction*. United Nations Environment Programme. Hentet fra https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2022%20Global%20Status%20Report%20for%20Buildings%20and%20Construction_4.pdf
- ² Norgeshus. (2023). *Norgeshus*. Hentet fra Om Norgeshus: <https://norgeshus.no/no/om+norgeshus/miljc3b8profil>
- ³ Norgeshus. (2023). *Norgeshus*. Hentet fra Miljø og Bærekraft: <https://norgeshus.no/no/miljc3b8+og+bc3a6rekraft>
- ⁴ Svanemerket. (2023). *Svaneriket*. Hentet fra Markedsføring og kommunikasjon med Svanemerket: <https://svanemerket.no/markedsforing-og-kommunikasjon/>
- ⁵ Olje- og energidepartementet. (2022). *Regjeringen*. Hentet fra Prop. 97 S (2022-2023): <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-97-s-20222023/id2969299/?ch=1>
- ⁶ GLAVA. (2023). *GLAVA*. Hentet fra Tiltak for mer energieffektiv bolig: <https://www.glava.no/aktuelt/tiltak-for-mer-energieffektiv-bolig>
- ⁷ Hepsø, M., Haarsaker, V., Høydal, L. T., Håmsø, B., Birkeli, K., & Stene, I. (2018). *Utredning om bruk av mineralolje til byggvarme på bygge- og anleggsplasser*. Miljødirektoratet. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M970/M970.pdf>
- ⁸ Stensrud, G. (2019). *Strøm*. Hentet fra Fjernvarme - noe å vurdere?: <https://xn--strm-ira.no/fjernvarme>
- ⁹ Vera tank. (2022). *veratank*. Hentet fra Oljeforbud på byggeplasser i 2022: <https://veratank.no/oljeforbud-pa-byggeplasser-i-2022/>
- ¹⁰ Forbrukerrådet. (2022). *Forbrukerrådet*. Hentet fra Normalt strømforbruk: <https://forbrukerguiden.no/normalt-stromforbruk/>
- ¹¹ Eliston, A. (2021). *NVE*. Hentet fra Lavt klimagassutslipp knyttet til norsk strømforbruk i 2020: <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/lavt-klimagassutslipp-knyttet-til-norsk-stromforbruk-i-2020/>
- ¹² Direktoratet for byggkvalitet. (2020). *Dibk*. Hentet fra Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning: https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-2? t_q=energibehov
- ¹³ Direktoratet for Byggkvalitet. (2018). *Dibk*. Hentet fra Hva sier energimerket om boligen din: <https://dibk.no/bygge-eller-endre/puss-opp-energismart/hva-sier-energimerket-om-boligen-din>
- ¹⁴ Enova hjemme. (u.d.). *Enova*. Hentet fra Hjelp til deg som skal kjøpe hvite- og brunevarer: https://www.enova.no/upload_images/07550f5eb2ea4ef39c1e9113e860a9db.pdf

-
- ¹⁵ Power. (2023). *Power*. Hentet fra Hva betyr energimerking:
<https://www.power.no/magasinet/informasjon-og-teknologi/nytt-energimerke-hva-betyr-dette/>
- ¹⁶ Dannevig, P., & Hastveit, K. (2022, Oktober). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Klima i Norge:
https://snl.no/klima_i_Norge
- ¹⁷ Levy, Finn E. S.; Moen, Bente; (2022, Desember). *Store Medisinske Leksikon*. Hentet fra Inneklima: Store Medisinske Leksikon <https://sml.snl.no/inneklima>
- ¹⁸ Byggforsk. (2016, Januar). *Byggforsk*. Hentet fra 421.510 Godt inneklima i nye boliger:
<https://www.byggforsk.no/dokument/197>
- ¹⁹ FN-sambandet. (2022). *FN*. Hentet fra Klimaendringer: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- ²⁰ Miljødirektoratet. (u.d.). *Miljøstatus Miljødirektoratet*. Hentet fra Klimatilstand:
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/>
- ²¹ Direktoratet for byggkvalitet. (2019, Desember). *Miljødirektoratet*. Hentet fra Klimatilpasning av bygg og anlegg: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-i-sektorer/bygg-og-anlegg/>
- ²² FN-Sambandet. (2021). *FN*. Hentet fra Bærekraftig utvikling:
<https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- ²³ Norsk Eiendom. (u.d.). *Norsk Eiendom Publikasjoner*. Hentet fra Bærekraftsstrategi:
<https://www.norskeiendom.org/publikasjoner/baerekraftstrategi>
- ²⁴ FN-sambandet. (2023). *FN*. Hentet fra FNs bærekraftsmål: <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- ²⁵ United Nations. (2023). *UN*. Hentet fra Climate Reports:
https://www.un.org/en/climatechange/reports?gclid=Cj0KCQjw6cKiBhD5ARIsAKXUdyYaKH_W7P4qh8q3QdH367xSz1AnRNAUggawrVe6coW736ex4WLsdKkaAoY2EALw_wcB
- ²⁶ Lahn, B. (2021). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Parisavtalen:
https://snl.no/Parisavtalen?gclid=Cj0KCQjw6cKiBhD5ARIsAKXUdyYrgkh5NGUIRnrf09xS7NCHxReKbDJhz90adAnwWLIIm2rNs-3VVMi4aAhYTEALw_wcB
- ²⁷ World Wildlife Fund for Nature. (2023). *WWF*. Hentet fra Earth overshoot day:
<https://www.wwf.no/klima-og-energi/earth-overshoot-day>
- ²⁸ Miljødirektoratet. (2022, November). *Miljødirektoratet*. Hentet fra Hva er sirkulær økonomi?:
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- ²⁹ Marketing Summit. (u.d.). *Marketingsummit*. Hentet fra Sirkulærøkonomi og markedsføring:
<https://marketingsummit.no/sirkulaerokonomi-og-markedsforing/>

-
- ³⁰ Regjeringen. (2023, Mai). *Regjeringen*. Hentet fra Taksonomien for bærekraftig økonomisk aktivitet: <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/taksonomien-for-barekraftig-okonomisk-aktivitet/id2924859/>
- ³¹ Redaksjonen Greenbuilt. (2023, Mars). *Greenbuilt*. Hentet fra EU taksonomien i praksis for bygg- og eiendomssektoren: <https://www.greenbuilt.no/2023/03/06/eu-taksonomien-for-bygg-og-eiendomssektoren-varen-2023/>
- ³² Grønn Byggallianse. (2023, Februar). *Byggalliansen*. Hentet fra EUs taksonomi - nye rammebetingelser for bærekraft: <https://byggalliansen.no/kunnskapscenter/nye-rammebetingelser-for-baerekraft-i-bygg-og-eiendom/>
- ³³ Direktoratet for Byggkvalitet. (u.d.). *Byggforsk*. Hentet fra Byggeregler: <https://www.byggforsk.no/byggeregler>
- ³⁴ Regjeringen. (2022, November). *Regjeringen*. Hentet fra Nytt norsk klimamål på minst 55 prosent: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nytt-norsk-klimamal-pa-minst-55-prosent/id2944876/>
- ³⁵ Klima- og miljødepartementet. (2021, Januar). *Regjeringen*. Hentet fra Heilskapeleg plan for å nå klimamålet: <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/kld/nyheter/2021/heilskapeleg-plan-for-a-na-klimamalet/id2827600/?expand=factbox2827603>
- ³⁶ Regjeringen. (2022, Juni). *Regjeringen*. Hentet fra Fleire tiltak for å auke ombruk og redusere klimautslipp fra byggenæringa: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fleire-tiltak-for-a-auke-ombruk-og-reducere-klimautslipp-fra-byggenaringa/id2916781/>
- ³⁷ Epd-norway. (u.d.). *EPD-Norge*. Hentet fra Hva er en EPD?: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>
- ³⁸ SINTEF. (2015, juni). *SINTEF*. Hentet fra Hvordan prosjektere miljøvennlig med livsløpsvurdering (LCA): <https://www.sintef.no/siste-nytt/2015/hvordan-prosjektere-miljovennlig-med-livsløpsvurde/>
- ³⁹ Nestaas, I., & Grønmo, S. (2020, desember). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Livsløpsanalyse: <https://snl.no/livsl%C3%B8psanalyse>
- ⁴⁰ Karlsen, T. (2022, November). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra Miljøsertifisering - bygg og anlegg: https://snl.no/milj%C3%B8sertifisering_-_bygg_og_anlegg
- ⁴¹ Hæhre, A. (2019). *Verdien av en miljøvennlig eiendomsutvikling for boligkjøpere*. NTNU. Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmli/bitstream/handle/11250/2632954/Masteroppgave%20Anne%20H%c3%a6hre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

-
- ⁴² Miljømerking Norge. (u.d.). *Svanemerket*. Hentet fra Om Miljømerking Norge: <https://svanemerket.no/om-miljomerking-norge/>
- ⁴³ Linnås, G.-E. (2023). *Svanemerket*. Hentet fra Slik får du et bygg svanemerket: <https://svanemerket.no/mer-miljovennlige-produkter/bolig-og-andre-bygg/slik-far-du-et-bygg-svanemerket/>
- ⁴⁴ Nordisk ministerråd. (2019). *Svanemerket*. Hentet fra Svanemerket 30 år: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1372567/FULLTEXT02.pdf>
- ⁴⁵ Bre-group. (2023). *Bregroup*. Hentet fra BREEAM: <https://bregroup.com/products/breeam/breeam-case-studies/>
- ⁴⁶ Norsk grønn byggallianse. (2023). *Byggalliansen*. Hentet fra Nysgjerrig på BREEAM-NOR: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/nysgjerrig-pa-breeam-nor/>
- ⁴⁷ Tekna. (2022, april). BREEAM-NOR v6.0 - et verktøy for å sikre mer bærekraftige prosjekt. Hentet fra <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/breeam-nor-v6.0-et-verktoy-for-a-sikre-barekraft-i-prosjekt/>
- ⁴⁸ Svanemerket. (2022). *Svanemerket*. Hentet fra Miljøsertifisering av bygg: Ofte stilte spørsmål: <https://svanemerket.no/mer-miljovennlige-produkter/bolig-og-andre-bygg/miljosertifisering-av-bygg-ofte-stilte-sporsmal/>
- ⁴⁹ Miljømerking Norge. (2022). *Svanemerket*. Hentet fra Søknads- og lisensavgifter for småhus, leilighetsbygg, bygninger for barnehage og skole samt kontorbygg: https://svanemerket.no/content/uploads/2022/12/Avgifter_bolig-og-andre-bygg_2023.pdf
- ⁵⁰ Grønn Byggallianse. (2023). *Byggalliansen*. Hentet fra Skal sertifisere: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/skal-sertifisere-med-breeam-nor/#1606744177338-9381d752-bb18>
- ⁵¹ Nordic Ecolabelling. (2023). *About Nordic Swan Ecolabelled New buildings*. Nordic Ecolabelling. Hentet fra <https://api.svanemerket.no/api/docs/CriteriaDocuments/ProductGroup/089?fileType=2&language=e>
- ⁵² Linnås, G.-E. (2022). *Svanemerket*. Hentet fra Miljøkrav som tar vare på biologisk mangfold: <https://svanemerket.no/svanemerket-og-miljomerking/miljokrav-som-ivaretar-biologisk-mangfold/>
- ⁵³ Maxbo. (2022). *Maxbo*. Hentet fra Varsel om prisendring 1. januar 2023: <https://proff-qa2.maxbo.no/artikler/prisinformasjon2>
- ⁵⁴ Ahmed, M. O. (2022). *En eksplorativ kvalitativ studie av unges holdninger til grønn markedsføring*. Trondheim: NTNU. Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu->

xmlui/bitstream/handle/11250/2998771/no.ntnu%3Ainspera%3A108384146%3A110051420.pdf?sequence=1

- ⁵⁵ Rambøll Management Consulting A/S. (2018). *Undersøgelse af prisen for det offentliges grønne valg*. Miljø- og Fødevareministeriet. Hentet fra <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/06/978-87-93710-17-7.pdf>
- ⁵⁶ Simenergi AS. (2023). *Simien*. Hentet fra Simien 6: <https://simien.no/simien-6/>
Hentet fra Om Oss: <https://simien.no/om-oss/>
- ⁵⁷ Graphisoft. (2023). *Graphisoft*. Hentet fra Archicad 26 Stay focused, design more: <https://graphisoft.com/solutions/archicad/archicad-26>
- ⁵⁸ Cobuilder. (2023). *Cobuilder*. Hentet fra Hvem vi er: <https://cobuilder.com/nb/digitale-loesninger-for-bygg-og-anleggsnaeringen/>
- ⁵⁹ Svanemerket. (2023). *Svanemerket*. Hentet fra Husproduktportalen for lisensinnehavere: <https://svanemerket.no/husproduktportalen/for-lisensinnehavere/>
- ⁶⁰ Microsoft. (2023). *Microsoft*. Hentet fra Microsoft Excel: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>
- ⁶¹ Norgeshus. (2023). *Norgeshus*. Hentet fra Hva menes med en Autobolig grunnpakke: <https://www.autobolig.no/norgeshus>
- ⁶² Svanemerket. (2023, Mars 22). *Svanemerket*. Hentet fra Svanemerket og Klima: <https://svanemerket.no/klima-og-energi/svanemerket-og-klima/>
- ⁶³ GLAVA . (u.d.). *glava*. Hentet fra Aerogel til bygg: <https://www.glava.no/losninger/aerogel-til-bygg>
- ⁶⁴ Jelle, B. P. (2022). Student lecture: The high performance thermal building insulation materials of beyond tomorrow - from concept to experimental investigations. NTNU Trondheim.
- ⁶⁵ Direktoratet for byggkvalitet. (2020, September). *Byggforsk*. Hentet fra 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper: https://www.byggforsk.no/dokument/604/varmeisolasjonsmaterialer_typer_og_egenskaper
- ⁶⁶ Enova. (u.d.). *Enova*. Hentet fra Om Enova: <https://www.enova.no/om-enova/>
- ⁶⁷ Enova. (u.d.). *Enova*. Hentet fra Smarte energi- og klimatiltak: <https://www.enova.no/privat/alle-energitiltak/>
- ⁶⁸ Svanemerket. (2023, April). *Svanemerket*. Hentet fra Svanemerket lanserer sterkt skjerpede krav til nybygg: <https://svanemerket.no/nyheter/svanemerket-lanserer-sterkt-skjerpede-krav-til-nybygg/>

⁶⁹ Vera tank. (2022). *veratank*. Hentet fra Oljeforbud på byggeplasser i 2022:

<https://veratank.no/oljeforbud-pa-byggeplasser-i-2022/>

⁷⁰ Rygge, M. K., & Hogstad, S. (2022). *Systemanalyse og utbedring av en katalogbolig for å oppnå høyere energieffektivitet*. Trondheim: NTNU. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3001595/no.ntnu%3ainspera%3a106805903%3a106810207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁷¹ Klima- og miljødepartementet. (2022, Juni). *Regjeringen*. Hentet fra Strengere krav til kildesortering av avfall: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/strengere-krav-til-kildesortering-av-avfall/id2917708/>

⁷² Spillum, B. J. (2023, Mars). *Store medisinske leksikon*. Hentet fra Formaldehyd:

<https://sml.snl.no/formaldehyd>

Vedlegg

1. Poster A3
2. Populærvitenskapelig artikkel
3. Diverse
 - 3.1. Svanemerket bolig krav (v4.0)
 - 3.2. Produktdatablad HVO100 Circle K
4. Katalogboligen Dråpen
 - 4.1. Fra Norgeshus
 - 4.1.1. Arbeidstegninger
 - 4.1.2. Materialliste
 - 4.2. Egne tegninger
 - 4.2.1. Detaljtegning hjørne før tiltak
 - 4.2.2. Detaljtegning hjørne etter tiltak
5. Oversiktsark Excel
 - 5.1. Oversikt over alle krav
 - 5.2. O3 – Byggets energibehov
 - 5.3. P9 – Byggoppvarming
 - 5.4. P19 – Miljømerkede produkter og materialer
6. Energiberegninger Simien:
 - 6.1. Før tiltak
 - 6.2. Etter tiltak

Tiltak og merkostnader for å bygge en mer miljøvennlig, svanemerket bolig

Measures and Additional Costs to Build a More Environmentally Friendly, Nordic Swan Ecolabelled Certified Home

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Prosjektnummer: 2023 – 31
Pernille Skrettingland og Stine Elise Lie Aarøe

Intern veileder: Bozena D. Hrynyszyn
Ekstern veileder: Snorre Bjørkum og Ben Toscher

Ved hjelp av de nye svanemerkede kravene, omprosjekteres en allerede prosjektert katalogbolig. Her beskrives det krav og tiltak som må oppfylles, samt merkostnaden for endringene.

Beslutningen med å bygge svanemerket bolig bør tas i prosjekteringsfasen, da det vil redusere tidsbruk og ressurser betraktelig.



Dråpen av Norgeshus

Miljøvennlige løsninger er ikke alltid dyrere enn tradisjonelle, og noen tiltak er allerede oppfylt ved kravene som stilles i TEK17.



De nye oppgraderte kravene til Svanemerket har kommet!



NTNU, Trondheim 22.mai 2023, av Stine Elise Aarøe og Pernille Skrettingland

I mars 2023 kom de nye kravene til svanemerkede boliger. I den sammenheng har en katalogbolig blitt omprosjektert for å kunne oppfylle de nye kravene, samt for å finne ut hvor mye det koster å bygge mer miljøvennlig.

Miljømerking innebærer en ekstern vurdering av miljøprestasjonen til et produkt, en virksomhet eller en bygning med formål om å fremme bærekraftig utvikling og redusere miljøbelastningen.

DET OFFISIELLE MILJØMERKET I NORDEN

Svanemerket er mest kjent for sine miljømerkede produkter som man finner i hyllene på matbutikken. Logoet til Svanemerket er anerkjent av hele 93% av den nordiske befolkningen. Det som er mindre kjent, er at de også har miljømerkede bygg.

Siden 2005 har det blitt bygd svanemerkede boliger i Norden. Per nå er det Sverige som står for den største andelen, men man har sett en økende interesse for bruk av sertifiseringen i Norge også.

Svanemerket stiller både poengkrav(P) og obligatoriske krav(O) innen tema som: materialer, energibehov og inneklima. Kravene er tilpasset ulike land og bygningstyper.



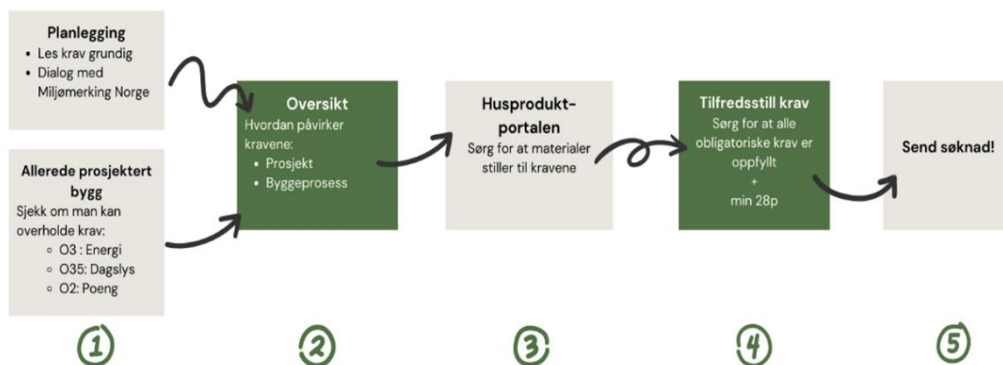
Illustrasjon: katalogboligen Dråpen, Norgeshus.

For å kunne miljømerke boligen i Norge må man oppfylle minimum 28 av 64 mulige valgbare poeng, i tillegg til de obligatoriske kravene.

HUSLEVERANDØREN NORGESHUS

Norgeshus er opptatt av miljøet, og har vært sertifisert med miljøfyrtårn siden 2009. Nå ønsker de også å se på muligheten for å iverksette miljøsertifisering av boligene deres, og vil fokusere på Svanemerket. Da dette miljømerket er mest kjent, mener de at flere vil være interessert i å sertifisere boligen sin.

SVANEMERKET



Kilde: Bacheloroppgave 2023-31, NTNU

NYTTIGE FUNN FØR TILTAK

Flere av kravene var allerede oppnådd før omprosjektering av katalogboligen, Dråpen. Dette tyder på at TEK17 allerede stiller gode krav til byggeteknikk og at byggebransjen har fått et øye for bærekraftige løsninger. Hele 17 poeng er oppnådd med opprinnelig prosjektering.

Energieffektive hvitevarer og armaturer, enkelte miljømerkede produkter, samt smartstyring av strømforbruk er noen av kravene som allerede var oppnådd. 60% av Dråpens materialer, som det stilles krav til, er godkjent.



HOVEDFUNN VED OMPROSIKTERING

Da kravene er omfattende og avhenger av hverandre, er det valgt å kun prioritere deler av disse i rapporten. Hovedfokuset er å oppnå poengkravene.

Ved analyse av kravene kommer det fram at svanemerkede bygg har et lavt energibehov og miljøvennlige produkter. Videre er det minimalt med helse- og miljøskadelige kjemikalier, samt god ventilasjon, noe som fører til et godt inn klima. I tillegg vil tiltakene føre til redusert klimagassutslipp, effektiv ressursbruk og verne om biologisk mangfold.

Boligens netto energibehov ble redusert med 16,1 kWh/m² per år, for å tilfredsstille krav om 15% reduksjon i forhold til TEK17. I rapporten beskrives ulike tiltak for hvordan denne reduksjonen kan oppnås. Det konkluderes med at den opprinnelige veggtykkelsen ikke kan beholdes. Det kreves minst 50 mm mer isolasjon i veggen. Videre må vinduene skiftes ut. Leverandør for vinduer opplyser at Dråpens vinduer kan skiftes fra U-verdi 0,8 til 0,2 for en prisøkning på 2,8%.



Total merkostnad av utvalgte tiltak ble beregnet til underkant av 200 000kr. Største andelen her er derimot holdbart trevirke utendørs, som står for omtrent 170 000kr. Ved å heller prioritere andre kategorier i poengkravet P19, og benytte ubehandlet trevirke, vil denne merkostnaden kunne reduseres betraktelig. Ikke alle kravene ble derimot undersøkt, og det står igjen 4 poeng for å oppnå minimumskravet til antall poeng.

Miljøvennlige løsninger er ikke alltid dyrere enn tradisjonelle, og noen tiltak er allerede oppfylt ved kravene som stilles i TEK17

Det er en krevende prosess å svanemerke en allerede prosjektet bolig. For å redusere tidsbruk og kostnader er det sentralt å inkludere Svanemerket så tidlig som mulig i prosjektfasen. Slik kan man unngå komplikasjoner, samt få hjelp og rådgøring dersom utfordringer skulle oppstå underveis.

VEIEN VIDERE

Med tanke klimaendringene, og at Norge har forpliktet seg til å redusere klimagassutslippene med 55% innen 2030, er det sentralt at byggebransjen tar sin del. Miljømerking av boliger er et viktig tiltak. Videre kreves det strengere, nasjonale retningslinjer og forskrifter knyttet til miljø og bærekraft. Dette bør tas hensyn til ved utforming av den neste versjonen av byggt teknisk forskrift, TEK.