

Vegar Tiller
Johannes Bordal
Andreas Strøm Hansen

Fremtidens Idrettshaller: Veien mot Bærekraftige Løsninger

Future Sports Halls: The Path towards
Sustainable Solutions

Bacheloroppgave i BIBYGG
Veileder: Olav Torp
Mai 2024

Vegar Tiller
Johannes Bordal
Andreas Strøm Hansen

Fremtidens Idrettshaller: Veien mot Bærekraftige Løsninger

Future Sports Halls: The Path towards Sustainable
Solutions

Bacheloroppgave i BIBYGG
Veileder: Olav Torp
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim. Oppgaven tar for seg arbeidet som er blitt utført i emnet BYGT2900 Bacheloroppgave bygg, og utgjør 20 studiepoeng. Oppgaven er skrevet våsemesteret 2024, og markerer avslutningen på bachelorgraden.

I arbeidet med oppgaven ønsker vi å rette en stor takk til vår veileder Olav Torp ved Institutt for bygg- og miljøteknikk for gode innspill og tips. Vi har hatt stor nytte av hans kunnskaper og forbindelser gjennom Senter for idrettsanlegg og teknologi. Gjennom arbeidet har vi opparbeidet oss kunnskap om det dagsaktuelle temaet bærekraft, og kompleksiteten av dette.

Avslutningsvis vil vi takke hverandre for et godt samarbeid i arbeidet med oppgaven.

Trondheim, 21.05.2024



Vegar Tiller



Johannes Bordal



Andreas Strøm Hansen

Sammendrag

Hensikten med oppgaven er å øke den generelle kunnskapen rundt bygging av bærekraftige idrettshaller. Dette gjøres ved å studere noen utvalgte faktorer som spiller inn på bærekraften til anleggene. Analysen av faktorene gir en verdifull innsikt i potensielle forbedringer til bruk i fremtidens idrettshaller.

Studien har benyttet en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder for å gi en helhetlig analyse. Det er blant annet gjort beregninger og simuleringer for å synliggjøre gevinsten av bærekraftige materialvalg og solceller. Gjennom intervjuer med relevante personer i prosjektene Melhushallen og Halden arena, er det kartlagt erfaringer ved de nevnte faktorene. Videre er det også gjort intervju i forbindelse med Trondheimsmodellen i den hensikt å få innsikt i hvordan finansieringsmetoden praktiseres, og hvordan den påvirker bærekraften i idrettshallene.

Resultatene fra studien peker på et varierende fokus rundt bærekraft i de aktuelle prosjektene. Mye av utfordringen viser seg å ligge i mangel på involverende planlegging i tidligfase for å få løftet frem bærekraftige løsninger. Videre viser studien at bruk av trevirke sammen med integrasjon av solcelleteknologi, kan spille en sentral rolle i å redusere miljøpåvirkningen fra idrettshaller. Hovedutfordringen rundt implementering av disse bærekraftige løsningene viser seg å ligge i finansieringen.

Finansiering gjennom Trondheimsmodellen innebærer at idrettslagene selv bygger hallene, med støtte fra kommunen. Dette viser seg å være hensiktsmessig for å treffe behovene til idrettslagene best, men fører imidlertid til mindre bærekraftige løsninger. Derfor konkluderes det med at modellen burde revideres i den hensikt å muliggjøre finansiering av bærekraftige tiltak. Det samme gjelder spillemiddelordningen som per i dag fungerer som en administrativ køordning, fremfor å møte idrettslagenes behov. For å lykkes med denne omstillingen er politisk vilje en avgjørende faktor ettersom det legger føringer for overnevnte punkter.

Abstract

The purpose of this thesis is to increase general knowledge about the construction of sustainable sports halls. This is achieved by studying some selected factors that influence the sustainability of this facility. The analysis of these factors provides valuable insights into potential improvements for future sports halls.

The study employs a combination of qualitative and quantitative methods to provide a comprehensive analysis. Calculations and simulations have been conducted to highlight the benefits of sustainable material choices and solar cells. Interviews with relevant individuals from the projects Melhushallen and Halden Arena have been conducted to gather experiences related to the mentioned factors. Furthermore, interviews have also been conducted in connection with Trondheimsmodellen to gain insight into how the financing method is practiced and how it affects the sustainability of sports halls.

The results of the study indicate a varying focus on sustainability in the examined projects. Some of the challenge seems to be the lack of inclusive planning in the early phases to promote sustainable solutions. Furthermore, the study shows that the use of timber combined with the integration of solar technology can play a central role in reducing the environmental impact of sports halls. The main challenge in implementing these sustainable solutions appears to be financing.

Financing through Trondheimsmodellen involves sports clubs building the halls themselves, with support from the municipality. This approach seems to be effective in meeting the needs of the sports clubs but leads to less sustainable solutions. Therefore, the study concludes that the model should be revised to enable the financing of sustainable measures. The same applies to the funding scheme, which currently functions as an administrative queue system, rather than meeting the needs of the sports clubs. Political will is a final factor that influences the success of this transition.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	I
Sammendrag.....	II
Abstract.....	III
Figurliste.....	VI
Tabelliste	VI
1 INTRODUKSJON.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål	2
1.3 Problemstilling	2
1.4 Avgrensninger	2
1.5 Struktur.....	3
2 METODE	4
2.1 Valg av metode	4
2.2 Intervju	4
2.2.1 Intervjukandidater.....	5
2.2.2 Analyse av intervju	5
2.3 Andre kvalitative metoder	6
2.4 Simulering og beregning	7
2.5 Revidering av problemstilling	8
2.6 Reliabilitet og validitet	8
3 TEORI	10
3.1 Bærekraft	10
3.2 Bærekraft i bygge bransjen.....	13
3.3 Idrettshaller i dag	14

3.4	Prosjektmodell	14
3.5	Miljødeklarasjon	16
3.6	Materialvalg i hovedbæresystem	17
3.6.1	Trevirke	17
3.6.2	Stål	18
3.6.3	Miljøegenskaper og brannsikkerhet	19
3.7	Solceller.....	20
3.8	Finansiering.....	22
4	RESULTATER	25
4.1	Aktuelle prosjekter	25
4.2	Bærekraft i prosjektene	27
4.2.1	Materialvalg.....	27
4.2.2	Solceller.....	31
4.3	Finansieringsmodell	33
5	DISKUSJON.....	36
5.1	Bærekraftige idrettsanlegg.....	36
5.1.1	Materialvalg	36
5.1.2	Solceller.....	38
5.1.3	Finansieringsmodell.....	40
5.2	Fremtidens idrettshall	42
6	KONKLUSJON	44
7	VIDERE ARBEID	46
	REFERANSER.....	47
	VEDLEGG.....	52

Figurliste

Figur 1: Byggenæringens globale påvirkning	3
Figur 2: FNs Bærekraftsmål (FN-Sambandet, 2023).	11
Figur 3: Tre dimensjoner på bærekraftig utvikling (FN-Sambandet, 2023).....	11
Figur 4: Livsløpsanalyse (SINTEF, 2015)	16
Figur 5: Limtre (Moelven, 2024) vs. Massivtre (WandS, 2024)	18
Figur 6: 3D-modell av Melhushallen (Nakrem, 2021).	26
Figur 7: Skisseprosjekt av Halden Arena (behance, 2019).	26
Figur 8: Grafisk fremstilling av norsk- og latvisk massivtre, og stål	30
Figur 9: Simuleringsresultat (PVGIS.com, 2024)	32

Tabelliste

Tabell 1: Verdier for utregning av fase A4	29
Tabell 2: Klimagassutslipp av norsk massivtre, latvisk massivtre og stål	30
Tabell 3: Simuleringsforutsetninger	31
Tabell 4: Beregning av tilbakebetalingstid på solceller (Solcellespesialisten, personlig kom., 29.04.2024).....	32
Tabell 5: Tilbakebetalingstid på solceller med varierende strømpris	33

1 INTRODUKSJON

Introduksjonen presenterer først bakgrunnen for valg av oppgave og målsetningene knyttet til den. Videre gjøres det rede for problemstillingen, i tillegg til noen nødvendige avgrensninger og strukturen på oppgaven.

1.1 Bakgrunn

Bærekraftig utvikling har blitt et sentralt begrep i en verden som stadig endres. For å finne løsninger som er bærekraftig både for mennesker og miljøet må ressursene fordeles på en bedre måte, og belastningen på miljøet balanseres (FN-Sambandet, 2023). I bygg- og anleggsbransjen kreves det også en omstilling for å lykkes med det grønne skiftet. Næringen står for nesten halvparten av verdens CO₂-utslipp, noe som gir et enormt forbedringspotensial (SINTEF, u.å.). I Norge utgjør utslippene 16% av klimagassutslipp, og noe av disse utslippene kan knyttes til bygging av idrettshaller.

Det bygges idrettsanlegg i Norge for omtrent 5 milliarder kroner hvert år, uten store krav til bærekraftige løsninger (Ørke et al., 2023). Mye av utfordringen ligger i finansieringen av prosjektene ettersom bærekraftige løsninger ofte har en høyere kostnad. For å endre på denne trenden er det interessant å se nærmere på hvordan finansieringen kan kombineres med andre faktorer over en lengere tidshorisont.

Bacheloroppgaven «Bærekraft i bygging av idrettshaller» fra 2023 trekker frem følgende faktorer for bærekraftig bygging av idrettshaller: materialvalg, energieffektivitet, plassering, energiutveksling, sette krav til bærekraftige løsninger og gjennomføringsmodell (Jonsson, 2023). Ved å studere de ulike faktorene i et langsiktig perspektiv kan kunnskapen økes rundt hvordan fremtidens idrettshaller kan bli mer bærekraftig. Ses denne kunnskapen i sammenheng med finansieringen av prosjektene, dannes et grundigere vurderingsgrunnlag for å velge bærekraftige løsninger.

1.2 Formål

Oppgaven har til hensikt å øke fokuset på bærekraftig bygging av idrettshaller. Gjennom å se på utvalgte faktorer som bidrar til bærekraftig bygging av idrettshaller, vil det bli forsøkt å øke den generelle kunnskapen knyttet til temaet. Bærekraft inneholder mange aspekter og ulike vinklinger, dermed er det et spesielt ønske om å belyse faktorer som kan bli viktige for fremtidig bygging.

1.3 Problemstilling

Problemstillingen er utviklet i samråd med intern veileder på NTNU, Olav Torp. I tillegg til å være nestleder for institutt for bygg- og miljøteknikk er Torp også senterleder på Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT). Gjennom flere kontaktpunkter i idretts-Norge, fikk han koblet Norges Håndballforbund på denne prosessen. Følgende problemstillinger ble deretter definert:

1. *Hvilke utfordringer er knyttet til bygging av bærekraftige idrettshaller?*
2. *Hvilke faktorer kan bidra til mer bærekraftige idrettshaller?*

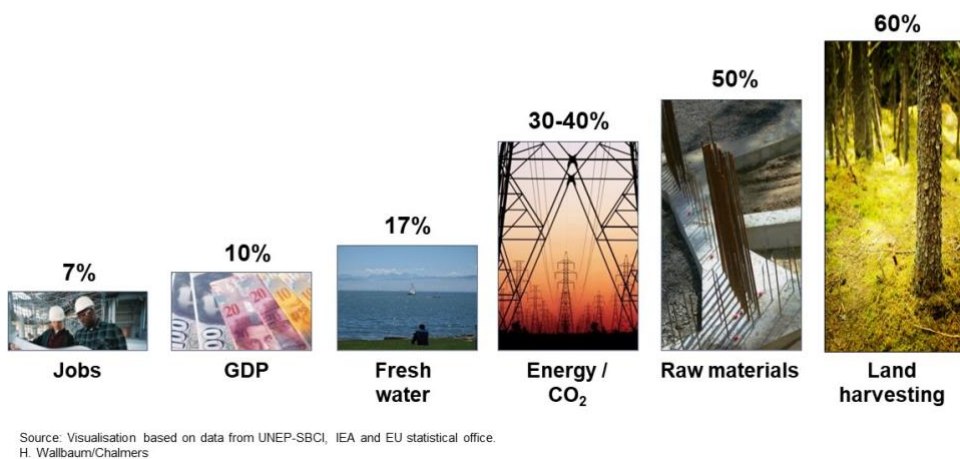
Innledningsvis skal det kartlegges hvilke faktorer som i størst grad kan være med på å bidra til mer bærekraftige idrettshaller. Videre skal eventuelle utfordringer knyttet til de bærekraftige faktorene løftes frem, blant annet gjennom erfaringer fra eksisterende anlegg. Med bakgrunn i dette er det ønskelig å bidra til at fremtidens idrettshaller kan bygges mest mulig bærekraftig.

1.4 Avgrensninger

Bærekraft er et vidt begrep og kan omfatte mange ulike aspekter. Bærekraft er likevel definert innenfor de tre dimensjonene: klima og miljø, økonomi og sosial bærekraft. Oppgaven vektlegger ikke den sosiale bærekraften i spesielt stor grad, da dette er ansett som mindre relevant for studieretningen innen bygg. Det er allikevel essensielt at krav til funksjonalitet tilfredsstilles og at idrettshallene medfører aktivitet.

Videre avgrenses oppgaven ved å fokusere på noen betydningsfulle faktorer som påvirker bærekraften i prosjektene. Faktorene er identifisert gjennom bacheloroppgaven «Bærekraft i bygging av idrettshaller» fra 2023. Materialvalg og solceller er trukket frem i denne oppgaven, og figur 1 underbygger at dette er to av de tre mest betydningsfulle faktorene i byggenæringen globalt. Ved å fokusere på noen utvalgte faktorer er det ønskelig å gi et grundig og meningsfullt bidrag til emnet, samtidig som begrensningene i tid og omfang respekteres.

Worldwide importance of the construction industry



Figur 1: Byggenæringens globale påvirkning

1.5 Struktur

I første del av rapporten gjøres det rede for metodene som er benyttet i prosessen, og intervju kandidatene blir introdusert. Videre sees det nærmere på relevant teori som underbygger resultatene fra studien. Under resultater presenteres funnene, før de diskuteres nærmere i diskusjonsdelen av rapporten. Her er det fokusert på å overholde rekkefølge på temaene fra resultat over i diskusjonsdelen, i den hensikt å skape en tydelig struktur. Avslutningsvis konkluderes det med bakgrunn i problemstillingen, før svakheter presenteres som et grunnlag for videre arbeid.

2 METODE

I dette kapittelet presenteres anvendte metoder for å besvare problemstillingen på en god måte. Videre gjøres det rede for en revidering av problemstillingen underveis i prosessen, før det avsluttes med reliabilitet og validitet av anvendte metoder.

2.1 Valg av metode

Forskningsmetoder er ulike fremgangsmåter som benyttes i en vitenskapelig forskning, der det skilles mellom kvalitative og kvantitative metoder (Andersen, 2019). Kvalitative metoder baserer seg i stor grad på data som fremstilles på tekstform, mens kvantitative metoder i stor grad er tallfestet. I denne oppgaven er det valgt å basere seg på en kombinasjon av kvalitative og kvantitative metoder. Dette er vanlig i større studier for å få dybdekunnskap og en helhetlig forståelse av spesifikke kontekster, men samtidig etterprøve med mer objektive data (Andersen, 2020). Metodene i denne oppgaven er kvalitative i form av intervjuer, litteratursøk, seminar og befarings, og kvantitative i form av simuleringstøytøy og beregninger.

2.2 Intervju

Det ble benyttet semistrukturerte intervjuer med ulike intervju kandidater som på hver sin måte har en innvirkning på problemstillingen. Med utgangspunkt i noen planlagte spørsmål og samtaler rundt disse, ble det enklere å innhente informasjon om intervjuobjektene meninger og erfaringer knyttet til problemstillingen. I etterkant har intervjuene blitt analysert i den hensikt å finne sammenhenger på tvers av kandidatene. Gjennom analyse av intervjuene har det kommet frem informasjon som har medført en revidering av problemstillingen, noe som ikke er uvanlig ved bruk av et kvalitativt forskningsopplegg.

2.2.1 Intervjukandidater

Innledningsvis ble flere aktuelle intervjukandidater vurdert. Det ble spesielt fokusert på å finne kandidater som hadde noen års erfaring fra bransjen, og dermed hadde formeninger om bærekraft i idrettshaller. Det ble tidlig besluttet at Melhushallen Nord og Halden arena var to prosjekter som passet denne oppgaven bra. Dette som følge av at hallene har en såpass forskjellig utforming til tross for at de skal fylle samme funksjon. I tillegg har de to ulike geografiske lokasjoner, noe som fremmer flere interessante aspekt.

For å skape et nyansert bilde var det viktig å intervju prosjektleder både på byggherre- og entreprenørsiden på Halden arena. På Melhushallen ble derimot bare prosjektleder hos utførende entreprenør intervjuet, ettersom vedkommende satt med utdypende kunnskaper om prosjektet. Ettersom oppgaven også inkluderer finansiering, ble det i samråd med Norges Håndballforbund avgjort å intervju en representant fra Trondheim kommune om en finansieringsmodell de har brukt i flere prosjekter. En kontaktperson knyttet til "Trondheimsmodellen" ble derfor intervjuet.

2.2.2 Analyse av intervju

Det ble som tidligere nevnt benyttet semistrukturert intervju, der det er laget en intervjuguide på forhånd (Andersen, 2020). Denne intervjuguiden er en plan for hvilke temaer som skal tas opp i intervjuet og er utformet på forhånd med utgangspunkt i problemstillingen. Hovedspørsmålene har vært de samme hos intervjukandidatene vedrørende de aktuelle idrettshallene, men med forskjellige oppfølgingsspørsmål ut fra svaret. Da blir det heller en samtale styrt fra intervjuer i motsetning til en ren utspørring av kandidaten.

Teoridelen ble innhentet etter at problemstillingen var definert. Målet med teorien er å være mest mulig spesifikk og relevant for det som undersøkes gjennom studien. Hvordan intervjuene har blitt gjennomført og spørsmålene som er stilt under disse har også hatt sitt opphav i relevant teori, som gjør at intervjuene ble påvirket i denne retningen. Deretter har resultatene fra intervjuene blitt satt opp mot teorien, og analysert ut fra dette.

Etter gjennomført studie, har det vist seg at intervjuopprosess, samt datainnsamling kunne vært utført på en bedre måte. Målet under intervjuene var å få et bredt fokus på bærekraft innenfor idrettshallene, samt fokusere på problemstillingene som var satt. Åpne spørsmål kunne heller blitt stilt på en mer ledende måte, slik at det enklere kunne vært hentet ut relevant data. På den andre siden er det nødvendig med en viss balanse. Dersom hvert spørsmål blir stilt for ledende, kan oppgaven formes ut fra hva som ønskes til svar, som igjen vil kunne stille spørsmål ved studiens troverdighet. Det ble derfor lagt fokus på å se helheten under disse intervjuene og hente ut den mest sentrale informasjonen. Det ble også gjort opptak av det første intervjuet, ettersom bakgrunnskunnskapen om dette temaet var nytt. Det har gjort at det i ettertid har vært enklere å bruke i analysen. De andre intervjuene ble gjennomført samtidig som det ble transkribert. Det kunne med fordel vært gjort opptak også av disse intervjuene ettersom dette ville gitt en mer presis analyse.

2.3 Andre kvalitative metoder

Litteratursøk har blitt aktivt benyttet gjennom hele prosessen, og har vært en viktig kilde til informasjon. Blant annet ble det oppdaget en lignende type bacheloroppgave fra 2023, som det etter hvert ble besluttet å ta utgangspunkt i. Videre har diverse rapporter, forskningspublikasjoner og andre kilder som er nevnt i bibliografien gitt denne oppgaven den helt nødvendige forankringen. Forskningspublikasjoner har i hovedsak blitt hentet fra søkemotoren Scopus, som er en fagfelleverdert kilde. De har ikke blitt brukt direkte i oppgaven, men for å skaffe et overblikk over deler av oppgaven. Søkeordene «bærekraft», «bygninger», «solceller» og «materialer» ble blant annet brukt til å finne relevante artikler som kunne gi en bredere forståelse tidlig i prosessen. TONE-prinsippet ble benyttet for litteratursøk utenfor Scopus (Overland, 2018). Prinsippet omhandler en vurdering av kilder etter fire nøkkelord; Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet og Egnethet. Dersom kilden består nøkkelordene i TONE-prinsippet, kan det konkluderes med at kilden er egnet til bruk.

Befaring på Melhushallen Nord ble en sentral del av metoden, ettersom dette ga mer innsikt enn for eksempel et litteratursøk. Her ble det gitt en omvisning av tidligere prosjektleder fra utførende entreprenør, noe som ga et godt innblikk i byggeprosessen og materialvalgene. Dette var med på å gi en bred forståelse av hva som skal til for å lykkes med å implementere mer bærekraftige løsninger i bygging av idrettshaller.

Seminaret til Tverga «Hvordan skape fremtidens flerbrukshall?» var også viktig for å tilegne seg bredere kunnskap om idrettshaller generelt. Tverga veileder kommuner og frivillige i utviklingen av møteplasser for egenorganisert idrett, mens vinklingen av oppgaven i større grad er rettet mot den organiserte idretten. Til tross for dette ble det sett på som relevant for å skaffe seg en god oversikt over tema og se problemstillingen fra ulike vinkler.

2.4 Simulering og beregning

Simuleringsprogrammet Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) ble benyttet for å teste den teoretiske effekten et solcelleanlegg kan gi. Dette ble gjort for å danne et bedre grunnlag for å kunne vurdere solceller som en bærekraftig faktor. Det kreves kunnskaper om input verdiene til en slik modell, for å få pålitelige resultater. Oppgaven har tatt for seg ett prosjekt i Melhus og ett i Halden. Simuleringen baserer seg på prosjektet i Melhus, og med utgangspunkt i disse verdiene er det gjort antagelser for Halden.

Environmental Product Declaration (EPD) fra EPD-Norge ble benyttet for å innhente aktuelle og troverdige miljøtall til sammenligning av to ulike materialer. Beregningene er gjennomført med to materialer med forskjellig deklarerert enhet, som innebærer at omregning for et av materialene må gjøres for å kunne sammenligne med samme enhet. Det er da valgt to norske produkter med tilhørende EPD, som har vært utgangspunktet i beregningene som har blitt gjort.

2.5 Revidering av problemstilling

I løpet av forskningsprosessen er det ikke uvanlig at den opprinnelige problemstillingen tilpasses ut ifra ny innsikt og generelle vurderinger. Dette prosjektet startet opprinnelig med en tanke om å standardisere en flerbrukshall til det som skulle bli den nye «Folkehallen». Baktanken var å adressere dagens store variasjon i byggepraksis og utforming. Ettersom oppgaven ble noe generell og altomfattende, ble det besluttet å gjøre noen avgrensninger. Intervjuer og diverse litteratursøk ledet videre til en tidligere bacheloroppgave “Bærekraft i bygging av idrettshaller”, hvor det ble oppsummert med seks punkter for bærekraftig bygging av idrettshaller. Punktene omhandlet materialvalg, energieffektivitet, plassering, energiutveksling, sette krav og gjennomføringsmodell. For å kunne gå mer i dybden på enkelte punkter ble det valgt å fokusere på materialvalg og energiutveksling. Ettersom det tidlig ble avdekket at disse faktorene krevde en vesentlig finansiering ble det utforsket hvilke finansieringsmodeller som anvendes i dag. «Trondheimsmodellen» ble i den sammenheng trukket frem som innovativ, og vekket interesse for videre arbeid.

2.6 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet i en studie går ut på om dataene som brukes kommer fra pålitelige og nøyaktige kilder (Svartdal, 2020). Reliabilitetsgraden, altså om den er høy eller lav, forteller om studien og dens konklusjon er til å stole på. Derfor har det stor betydning at datainnhenting og anvendelsen av dataen er gjort med et kritisk blikk. Flere studier innenfor samme fagfelt som underbygger hverandre er et tegn på høy reliabilitet ettersom det er mer pålitelig om flere kommer frem til samme svar.

Denne studien baserer seg på de intervjuene som er gjort med flere ulike aktører. Det vil derfor være vanskelig å få faktasjekket opplysninger, noe som igjen går på bekostning av reliabilitetsgraden. Det gjør at en slik studie kan endre seg ut ifra hvordan intervjuene er vinklet, som igjen kan gi store avvik i svarene. Selv om intervjuene har sine svakheter, ligger det til grunn at begge hallene som det er gjort intervjuer med er bygd av kommunen

det står i. Det betyr at de har fulgt kommunens krav og funksjonsbeskrivelser i byggingen av disse hallene slik det er beskrevet i anbudene. Det gir en viss sikkerhet i at det ikke tilbakeholdes informasjon i stor grad som kunne vært nyttig for denne studien.

Validitet tar for seg om studien er gyldig eller holdbar. Ved datainnsamling er det viktig å innhente data som er relevant for studie, slik at studie treffer det problemstillingen faktisk spør om (Grønmo et al., 2024). I kvalitative studier omtales dette som troverdigheten til studien. Begrepsvaliditet er sentralt ettersom det undersøker om funnene samsvarer med det som allerede er kjent. Det er derfor en fordel med god bakgrunnskunnskap til det som skal studeres. På denne måten kan informasjon og variabler som er overflødig fases ut, og begrepsvaliditeten styrkes.

Bakgrunnskunnskapen under denne studien er opparbeidet gjennom et treårig bachelorstudie. Enkelte emner har hatt fokus på materialer og deres utslipp, samt effekten av solceller. Dette har gitt gode forutsetninger for å hente ut relevant informasjon og kvalitetssikre den, noe som igjen styrker begrepsvaliditeten.

3 TEORI

I dette kapitlet presenteres nødvendig teori for å besvare problemstillingen, og samtidig gi et større innblikk i temaene som oppgaven tar for seg. Kapitlet er delt inn i åtte underkapitler som på hver sine måter inneholder teori knyttet opp imot problemstillingen.

3.1 Bærekraft

«Bærekraft er et ord som i dag vanligvis betyr at noe passer med idealet om bærekraftig utvikling. En bærekraftig utvikling vil si en utvikling som tilfredsstiller behovene til menneskene som lever nå, uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine behov.»

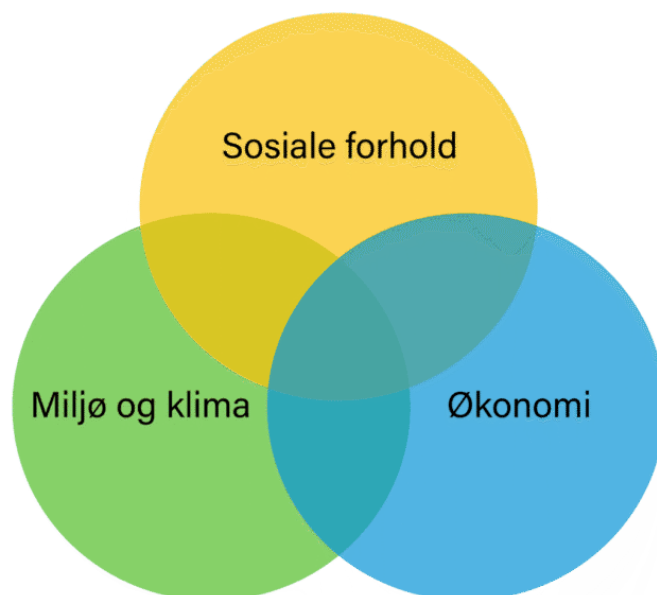
(Tjernshaugen, 2023)

Utvikling er et nøkkelord i definisjonen av bærekraft, og det fokuseres på at fremtidige generasjoner skal ha like muligheter som det er i dag. I følge Store norske leksikon fikk ordene bærekraft og bærekraftig utvikling sin betydning gjennom diskusjonene rundt Brundtlandkommisjonens rapport på 1980-tallet (Tjernshaugen, 2023). Intensjonen bak var i hovedsak å løse problemer knyttet til klima, fattigdom og andre sosiale problemer. Med bakgrunn i dette ble det gjennom flere år jobbet med å definere bærekraft. Dette arbeidet resulterte i FNs bærekraftsmål som er presentert i figur 2. Disse 17 målene fungerer i dag som en viktig referanse i diskusjoner om bærekraft på flere ulike plan.



Figur 2: FNs Bærekraftsmål (FN-Sambandet, 2023).

FN-Sambandet viser til tre hovedområder verden må videreutvikle for å sikre bærekraftig utvikling (FN-Sambandet, 2023). Disse tre dimensjonene som fremgår av figur 3, er klima og miljø, økonomi og sosiale forhold.



Figur 3: Tre dimensjoner på bærekraftig utvikling (FN-Sambandet, 2023).

Klima og miljø er en avgjørende dimensjon i bærekraftig utvikling, og FN-sambandet understreker alvorligheten av denne utfordringen (FN-Sambandet, 2023). Endringer i klimaet, som økt tørke, hetebølger, kraftige stormer, og andre naturkatastrofer går ofte utover de fattigste landene med dårligst levekår. Dette er med på å øke forskjellen til de rike landene som i hovedsak står ansvarlig for den økende mengden klimagassutslipp. Dette er et svært problematisk aspekt i en verden hvor klimaendringene forekommer raskere enn tidligere, og intensiteten øker. Klimaødeleggelser fører også til endringer i økosystemene, som er kritiske da mennesker er direkte avhengige av disse for å opprettholde livskvalitet og sikre nødvendige ressurser. FN-sambandet peker på at for å sikre en bærekraftig fremtid, må det internasjonale samfunnet lykkes med et globalt samarbeid.

Økonomisk bærekraft er også en sentral dimensjon i bærekraftig utvikling, og FN-sambandet belyser viktigheten av økonomisk stabilitet og vekst som samsvarer med miljømessige og sosiale mål (FN-Sambandet, 2023). Økonomisk bærekraft handler om å fremme inkluderende og bærekraftig økonomisk vekst. Det fokuseres på at økonomisk vekst må være rettferdig slik at ulikhetene mellom fattige og rike kan minkes. Integrering av bærekraftsprinsipper i landenes økonomiske politikk og praksis, vil være helt avgjørende for å lykkes med grønn vekst i fremtiden.

Sosiale forhold spiller en nøkkelrolle i bærekraftig utvikling, ifølge FN-sambandet (FN-Sambandet, 2023). Dette området fokuserer på å fremme sosial rettferdighet, likestilling og inkludering, og sikre at alle mennesker har tilgang til grunnleggende tjenester som utdanning og helse. Viktigheten av sterke og velfungerende samfunn er understreket, hvor alle individer har muligheten til å bidra og dra nytte av samfunnets fremskritt. FN-sambandet poengterer at sosiale forhold «sier dermed noe om hvordan mennesker har det i et samfunn, om de får oppfylt rettighetene sine, og om de har mulighet til å påvirke egne liv og samfunnet de lever i» (FN-Sambandet, 2023).

3.2 Bærekraft i bygge bransjen

«Skal vi lykkes med det grønne skiftet, er det helt nødvendig med en omstilling i byggenæringen. Vi må utvikle energieffektive bygg med lavt klimaavtrykk og klimatilpasset utforming.»

(SINTEF, 2023)

I rapporten Framsikt 2050 skriver SINTEF at bygg- og anleggsnæringen globalt står for 40 prosent av utslippene, ressursbruken og energibruken (SINTEF, u.å.). Dette er en betydelig prosentandel, og det er liten tvil om at det bransjen har noen store utfordringer knyttet til bærekraft, spesielt når det kommer til klima og miljø.

I Norge er sektoren ansvarlig for om lag 16% av klimagassutslipp, og det er derfor essensielt at alle aktører i bransjen tar aktiv del i å oppnå bærekraftsmålene satt i Parisavtalen (Otterstad, 2023). Her har Norge forpliktet seg til å kutte klimagassutslippene med 55% innen 2030 og å nå netto nullutslipp innen 2050. Et viktig ledd i å nå disse målene er materialvalget i byggeprosjekter, som stål og betong, som i dag står for mer enn 50% av klimagassutslippene fra bygg og anlegg i Norge.

I tillegg til reduksjon av utslipp, spiller forvaltning av eksisterende bygg en kritisk rolle i bransjens bærekraftsambisjoner. Med 9 av 10 eksisterende bygg som fortsatt vil være i bruk i 2050, og mange av disse med dårlig teknisk stand, understreker behovet for rehabilitering og oppgradering fremfor nybygg. Dette kan både redusere utslipp og avfall, samt være mer økonomisk fordelaktig. EU har et bindende mål om at minimum 70% av bygg- og anleggsavfallet skal sorteres og forberedes til ombruk eller materialgjenvinning innen 2020, et mål Norge har overgått ved å oppnå 80% i 2021 (Otterstad, 2023). Dette viser at fokus ikke bare ligger på å bygge nytt, men også på å opprettholde og forbedre det eksisterende, noe som krever kunnskap og kvalitet i utførelsen fra hele bransjen. Fra og med 2024 er det dessuten lagt til at offentlige anskaffelser skal vektles minimum 30 % basert på klima og miljø, for å kutte utslippene i den norske byggebransjen (Nærings- og fiskeridepartementet, 2023).

3.3 Idrettshaller i dag

«Med begrepet idrettshall eller fleridrettshall menes en hall som brukes vekselvis til ulike idrettsaktiviteter uten spesiell klargjøring eller omgjøring med tap av brukstid mellom ulike aktiviteter» (Gode idrettsanlegg, 2020). Det som i hovedsak skiller idrettshaller fra andre bygg er at spilleflatene ofte krever store spenn på bærende konstruksjoner. Videre legger disse hallene ofte beslag på store arealer, og det har generelt vært litt for lite fokus på bærekraft ifølge Norges Håndballforbund. Bærekraftsansvarlige i forbundet forteller videre at det bygges veldig mange forskjellige idrettshaller i dag. Erfaringene deres er blant annet at en stor andel av prosessen som kunne vært standardisert, gjøres på nytt i hvert enkelt prosjekt.

Det er allikevel utgitt en veileder for bygging av idrettshaller av Kulturdepartementet i februar 2016. Formålet med denne veilederen for planlegging og bygging av idrettshaller er å bistå initiativtakere og tiltakshavere (bygherrer) av idrettshaller slik at de kan opptre som bedre og mer bevisste bestillere (Kulturdepartementet, 2016). Den er også ment å være en hjelp for planleggere, prosjekterende og entreprenører ved å tilby viktig informasjon om krav og anbefalinger for bygging av idrettshaller. Veilederen legger vekt på at idrettshaller bør utformes for å tilfredsstille både breddeidrett og undervisningsformål, og ikke kun fokusere på anlegg som tilfredsstiller krav for nasjonale eller internasjonale arrangementer. Det fremheves at veilederen ikke skal brukes ukritisk som en kravspesifikasjon, men som en støtte i planleggingsprosessen.

3.4 Prosjektmodell

En prosjektmodell beskriver hvordan prosessen til prosjekter gjennomføres fra start til slutt (Sander, 2023). Prosjektmodellen viser til prosjektets livsløp, fra ideen oppstår til endt levetid. Modellen viser hvordan en organisasjon gjennomfører prosjekter, og anvendes blant annet i større organisasjoner (Klakegg, 2022). Selv om hver enkelt organisasjon kan ha sin egen prosjektmodell, er det klare fellestrekk mellom de ulike organisasjonene. Som regel med utgangspunkt i de tre fasene: tidligfase, prosjektgjennomføring og driftsfase.

Gode idrettsanlegg har gjennom NTNU Senter for idrettsanlegg og teknologi (SIAT) utarbeidet en egen prosjektveileder da det kommer til utbygging av idrettsanlegg. Denne veilederens mål er å gi kompetanseheving og bevisstgjøring i prosessen av byggingen av idretts- og næringsmiljøanlegg (Gode idrettsanlegg & NTNU SIAT, 2023). Oppbygningen av veilederen er etter «stagegateprinsippet» og innebærer at en beslutningsport med et sett gjøremål og viktige punkter gjennomføres etter hver delfase. Det fungerer da som en kvalitetssikring ettersom en slik oppbygning sikrer at prosessen ikke går videre før hver fase er ferdig. Prosjektveilederen har delt prosjekter opp i fem ulike hovedfaser: ide, konseptutredning, prosjektering, utførelse og drift. Disse fem fasene skal da redegjøre for hele prosjektets levetid. Videre har hver hovedfase flere underfaser som gjør det enklere å sette prosjektarbeidet opp mot andre prosesser, og finne hva som berører hvor.

Det som hovedsakelig skiller denne veilederen fra andre lignede modeller i bygg- og anleggsbransjen, er at den har et større fokus på de to første fasene; idefasen og konseptutredningsfasen. Bakgrunnen til at disse har stor prioritering kommer av at det er under disse fasene tas valg som har stor innvirkning på hvordan prosjektet utvikler seg videre, noe som i stor grad påvirker kostnadene (Gode idrettsanlegg & NTNU SIAT, 2023). Idefasen for idrettsanlegg gjennomføres hovedsakelig innad i idrettslagene, og vil i de fleste tilfeller være helt kostnadsfritt dersom ikke rådgiver leies inn. Denne fasen kan dermed gjennomføres flere ganger dersom ikke prosjektet kan realiseres umiddelbart.

Konseptutredningsfasen bygger videre på idefasen og de konseptene som ble dannet her. Det skal her velges konsept og det avsluttes med en politisk avgjørelse og en investeringsbeslutning (Gode idrettsanlegg & NTNU SIAT, 2023). Under konseptutredningsfasen er det aktuelt å benytte seg av tidlig involvering av entreprenører, som ofte er en fordel da entreprenøren kan bistå med kunnskap og relevante erfaringer knyttet til utvikling av prosjektet. Dette kan resultere i mindre kostnader og virke tidsbesparende ettersom det kan belyse uforutsette hindringer tidligere i prosessen.

3.5 Miljødeklarasjon

Miljødeklarasjon, også kjent som EPD, er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste (EPD-Norge, u.å.). Det er også gjort på en standardisert og objektiv måte, som gjør at hver enkelt EPD kan leses på samme måte. Livsløpsanalysen (LCA) til produktet danner grunnlaget for EPD. Ved å benytte seg av EPD til ulike produkter innenfor samme produktkategori kan miljøinformasjonen dem imellom enkelt sammenlignes. På denne måten kan det lettere gjøres en vurdering av hvilket produkt som gir lavest belastning på miljøet basert på miljøprofilen. En godkjent EPD vil være gyldig de fem neste årene før den må opp til godkjenning igjen.

Livsløpsfasene er delt inn i 4 ulike faser, der hver fase er delt opp i underfase. Figur 4 viser de ulike fasene der A1-A3 er produksjonsfase og A4-A5 er byggefasen (SINTEF, 2015). Videre er B1-B7 bruksfase og C1-C4 avhendingsfase, i tillegg til en siste fase D som tar for seg resirkulering. I en EPD har hver av disse fasene sin egen miljøprofil hvor det er mulig å se totalt utslipp i de ulike fasene. Dette er gjengitt som Global Warning Potential (GWP) og viser totalt utslipp i de ulike fasene for det gitte produktet. Det gjør det enkelt å sammenligne med andre produkter for å se hvilke faser som gir størst forskjell i utslipp. Ved uthenting av tall fra forskjellige EPDer er det viktig å kontrollere at EPDene henviser til standarden EN 15804 for å sikre at tallene er sammenlignbare med andre EPDer (EPD-Norge, u.å.). Videre er det viktig at EPDene er registrert av en EPD-operatør og har et deklarasjonsnummer, som gir god sikkerhet om produktet er pålitelig med tanke på miljøprofilen.

Produksjonsfase	A1	Råvarer – utvinning og bearbeiding
	A2	Transport av råvarer til byggeplass
	A3	Produksjon
Byggefase	A4	Transport til byggeplass
	A5	Bygging/installering
Bruksfase	B1	Bruk
	B2–B5	Vedlikehold
	B6–B7	Forbruk av energi og vann ved drift
Avhending	C1–C4	Riving, transport og avfallsbehandling

Figur 4: Livsløpsanalyse (SINTEF, 2015)

3.6 Materialvalg i hovedbæresystem

Hovedbæresystemet er selve ryggraden i ett bygg, og helt nødvendig for at lastene bygget utsettes for skal kunne føres ned i grunnen. Trevirke og stål er to materialer som anvendes i bæresystemer og under kommer det en redegjørelse for deres egenskaper.

3.6.1 Trevirke

I lys av økende behov for rasjonelle og miljømessige konstruksjonsløsninger i dagens byggebransje, har bruken av tre fått økende oppmerksomhet i de senere årene. Skog dekker omlag 38% av landets areal og på denne måten god tilgang på trær som råvare til materialer (Nasjonal digital læringsarena, u.å.). Tre som bygningsmateriale er også en fornybar ressurs, som kan gjenbrukes og har god holdbarhet. Det økende fokuset på tre har åpnet muligheter for limtreteknologien. Teknologien anvendes i dag hovedsakelig i produksjon av limtre og massivtre.

Limtre defineres som «bærende komponent hvor tverrsnitt er bygd opp av minst fire lameller med tilnærmet parallell fiberretning, som ved hjelp av lim har full statisk samvirke» (Trefokus, u.å.). I hovedsak produseres norsk limtre av gran eller furu, hvor lamellene er minst 45mm tykke. Hvilket materiale man benytter bestemmes i stor grad av pris, krav til utseende og behovet for impregnering. Limtre har mange bruksområder og kan blant annet brukes som enkle forsterkninger i bygg, hoved- og/eller sekundærkonstruksjon i trebruer eller hoved- og/eller sekundærkonstruksjon i store bygg.

Massivtre er elementer av sammenkoblede lameller, sammenkoblingen skjer ved hjelp av spiker, skruer, tredybler, lim eller stålslag (Aarstad et al., u.å.). Funksjon og bruksområde til massivtreet bestemmer hvor stor tykkelsen og antall sjikt man trenger. De to hovedgruppene massivtre er kantstilte og krysslågte elementer. Krysslåging av massivtre er bygget opp av flere lameller hvor hvert sjikt er 45- eller 90 grader på hverandre. Massivtre og limtre skiller seg fra hverandre på dette området, ved at limtre har parallelle lameller som illustreres til venstre i figur 5. Til tross for at massivtre gjenbrukes i liten grad i dag, forventes det en økning av dette i fremtiden.



Figur 5: Limtre (Moelven, 2024) vs. Massivtre (WandS, 2024)

3.6.2 Stål

Det finnes nærmere 3500 ulike ståltyper med ulike fysiske, kjemiske og miljømessige egenskaper (Nordic Steel, u.å.) Stål består i hovedsak av jern og karbon, hvor karboninnholdet varierer fra 0,1 % til 1,5%, men vanligvis 0,1% til 0,25%. Alle typer stål inneholder mangan, fosfor og svovel. Mangan øker styrken til stålet, men vil kunne redusere duktilitet og herdbarhet. Fosfor og svovel er derimot skadelig for stålets styrke og holdbarhet. Som byggemateriale vil stål inneha mange gode kvaliteter. Ofte velges stål både på små og store konstruksjoner, basert på høy styrke til vekt ratio, relativt miljøvennlige, fleksible og kostnadseffektive.

De to hovedmetodene for produksjon av stål i dag er masovn og oksygen konverter eller elektrisk lysbueovn. Masovn benytter seg i hovedsak av malm, kalk og kull, mens elektrisk lysbueovn benytter elektrisitet og skrap fra resirkulering. I dag er fordeling 70/30 til fordel for masovn, men utviklingen går i retning av stadig mer bruk av lysbueovn. Fra 2026 blir det tilgjengelig hydrogenreduert jernmalm, som virker å ta over mye av produksjonen fra masovn. Grønn elektrisk energi vil dermed være en viktig kilde. En slik elektrisk lysbueovn vil i gjennomsnitt bruke 60% mindre energi og 70% mindre utslipp av karbondioksid sammenlignet med malmbasert.

3.6.3 Miljøegenskaper og brannsikkerhet

Miljøegenskaper til treverk inkluderer dets evne til å lagre karbon gjennom hele sin levetid, noe som bidrar til å redusere atmosfærisk karbondioksid og bekjempe klimaendringer. Dette gjør trevirke til et fornybart materiale som går tilbake til naturens kretsløp etter endt levetid (Aarstad et al., u.å.). Når nye trær plantes, bidrar de til karbonbinding og reduserer klimaavtrykket, noe som er viktig i dagens miljødebatt. Massivtre er spesielt omtalt for sin energieffektivitet i produksjonen, hvor det binder mer karbondioksid enn hva som benyttes, noe som bidrar positivt til materialvalgets miljøregnskap (Aarstad et al., u.å.). En annen positiv faktor er den store graden av prefabrikasjon, noe som resulterer i raskere og mer forutsigbar bygging med mindre avfall (Byggforskserien, 2023). Massivtreets lavere egenvekt sammenlignet med dens bæreevne er også en fordel, men dette kan lede til utfordringer knyttet til vindfølsomhet og svingninger i konstruksjonen. Vanlig tykkelse ligger som regel mellom 60-320mm, til tross for at det ikke er noen teoretiske begrensninger, er det noen praktiske begrensninger knyttet til transport og produksjons tilpasninger.

Stål har på sin side høyere egenvekt enn massivtre, men grunnet stålets styrke kan det som regel nyttes betydelig mindre dimensjoner. Dette gir en mer akseptabel totalvekt med hensyn til transport og montering. Samtidig er stål et resirkulerbart materiale som enkelt kan smeltes om og anvendes på andre måter. Omkring 30% av verdens stålproduksjon kommer fra resirkulert stål, og kvaliteten påvirkes ikke av resirkuleringsprosessen. Dette resirkuleringspotensialet er viktig å inkludere i miljøregnskapet for stål, spesielt hvis det brukes EPD A1-A4 i stedet for LCA som ikke tar høyde for dette potensialet.

Brannsikkerhet vurderes ut fra massivtreets evne til å danne en beskyttende forkullingshinne når det eksponeres for flammer, noe som bidrar til å bevare bæreevnen over tid (Splitkon, u.å.). Denne overflatehinne hindrer oksygenet i å nå det brennbare materialet, noe som kan forsinke strukturens kollaps i en brannsituasjon. Det er verdt å merke seg at brannsikkerheten til massivtre også er avhengig av typen lim som brukes. MUF-lim vil kunne bidra til økt brannsikkerhet, mens PUR-lim er derimot mer brannfarlig.

Stål har på sin side en tendens til å miste cirka 50% av sin fasthet ved 500°C, med normal brannmotstand på 10-15 minutter (Byggforskserien, 2004). Dette viser at stål uten beskyttelse ikke er spesielt brannsikkert. Vanligvis benyttes brannisolering for å øke stålkonstruksjoners brannmotstand betydelig, opptil 60-90 minutter.

3.7 Solceller

Norge har tatt betydelige skritt for å redusere avhengigheten av fossile brennstoffer og øke bruken av fornybare energikilder, etter innføringen av oljefyrforbudet i 2020 (NVE, u.å.-a). Solenergi er en av disse og ses på som en stadig voksende fornybar energikilde. Dette er en del av en bredere nasjonal strategi for å møte fremtidige energibehov på en bærekraftig måte. Solkraftens installerte effekt i Norge nådde over 600 MW ved utgangen av 2023, noe som indikerer en sterk vekst sammenlignet med 20 MW i 2016 (NVE, u.å.-b).

Solcelleteknologien baserer seg på den fotovoltaiske effekten, hvor sollys omdannes direkte til elektrisitet gjennom solceller (Hofstad, 2023). Denne prosessen innebærer ikke utslipp av klimagasser, noe som bidrar til reduserte miljøbelastninger sammenlignet med fossile brennstoffer, som har betydelige CO₂-utslipp (solenergi.no, u.å.). Til tross for at det stadig stilles spørsmålstegn ved effektiviteten av solkraft i Norge, er det slik at solcelleteknologien fungerer overraskende godt i nordiske forhold (Otovo, 2022). Kjøligere forhold hindrer overoppheting og gir en mer effektiv utnyttelse av solcellepanelene ettersom det forhindrer at elektroner forsvinner til omgivelsene. I tillegg til dette åpner ny teknologi for å utnytte solenergien til tross for at det ikke er sol fra klar himmel.

Effektivitet og virkningsgrad til solceller brukes litt om hverandre. Effektivitet er solcellens generelle ytelse og evne til å omdanne sollys til elektrisitet under like forhold, med tanke på vær, temperatur, lysintensitet og plassering (UngEnergi, u.å.). I Norge ligger effektiviteten til solceller oftest mellom 16-20%. Virkningsgraden beskriver i prosent hvor mye solenergi som omdannes til elektrisk energi under gunstige forhold. Dermed er virkningsgraden spesifikk under kontrollerte forhold, mens effektivitet i større grad tar hensyn til praktiske forhold. Effektiviteten kan også optimaliseres gjennom følgende

faktorer: Solinnstråling og solenergi, innstrålingsvinkel og helling, temperatur, solcelleteknologien, breddegrad/retning og værforholdene generelt. Solinnstråling er den viktigste faktoren som påvirker effektiviteten til solceller, dette omhandler hvor mye solenergi et område mottar per kvadratmeter. Solvarmen er altså ikke det sentrale, men derimot solens posisjon på himmelen og energien som ligger i denne. Ideell helling på solcellene er cirka 40 grader vendt mot sør, men kan variere mellom 10 og 60 grader sørøst til sørvest uten signifikant effektreduksjon.

Integrering av solcellepaneler i det lokale nettet gjør at eventuell overskuddsstrøm kan selges direkte ut på strømmettet til nettleverandør (Solarpanelsno, 2023). Dette er en såkalt «on-grid» løsning, som forutsetter tilgang på et lokalt strømmett. I områder utenfor strømmettet nyttes «off-grid» løsninger. Her vil det være fordelaktig å integrere ett batteri i systemet, slik at man kan lagre overskuddsstrøm. En siste løsning omhandler hybrid tilkobling, hvor man både er koblet til strømmettet og samtidig har lokal lagring av strøm. I dag er det regelverk som hindrer salg av overskuddsstrøm til naboer eller andre utenfor sin egen energimåler (Andresen et al., 2022).

Økt fokus på solenergi og solcelleteknologien har bidratt til å se på muligheter knyttet til salg av overskuddsstrøm. Her har hensikten vært å øke lønnsomheten, i tillegg til å tilrettelegge for mer bærekraftige lokalsamfunn (Andresen et al., 2022). Dette innebærer at det skal kunne benyttes overskuddsstrøm til salg i nabolag og lokalsamfunn. En vinn-vinn-situasjon for utbygger og lokalsamfunn, hvor bygg med store ubenyttede takflater kan bidra til bærekraft på flere områder. Fra 2030 har EUs bygningsdirektorat også sendt ut på høring, at alle nybygg skal ha solceller fra 2030 (NTB, 2024). Samtidig som rehabiliteringsprosjekter skal opp til høyere energistandard innen 2030 og 2040, som er med på å bygge opp under solcelleteknologien sitt økende fokus i samfunnet.

3.8 Finansiering

Finansiering av et idrettsanlegg kan være en lang prosess, som har visse krav som må oppfylles for å få statlig støtte gjennom spillemidler (Gode idrettsanlegg, 2024). Derfor er det viktig å legge en god plan for å få utbytte av de statlige støtteordningene. I Trondheim er det tatt i bruk en modell der idrettslagene selv eier hallene, men de fleste idrettsanlegg i dag er imidlertid finansiert av kommunen det står i (Norges idrettsforbund, u.å.).

Tradisjonell finansiering går hovedsakelig ut på at nettopp kommunen finansierer idrettsanlegget gjennom offentlige budsjettmidler (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2023). Dette er en direkte måte å finansiere på, der idrettsanlegget er lagt inn i kommunens årlige budsjett. Midlene til idrettshallen kan komme fra flere kilder, som skatter og avgifter eller andre inntektskilder hos kommunen. Vanligvis finansierer kommunen idrettshallen gjennom lån eller utstede obligasjoner som tilbakebetales over tid. Det er heller ikke uvanlig at kommunen får midler fra statlige ordninger, private aktører, sponsorer og stipender eller andre donasjoner.

Trondheimsmodellen er en annen finansieringsmulighet som kan benyttes. Denne er spesielt utbredt i Trondheim, og går ut på at idrettslaget bygger hallene selv og får økonomisk støtte fra kommunen (Trondheim kommune, 2024). Ettersom idrettslagene selv står som eier kan de ta kostnadseffektive valg som samsvarer med egne behov. På denne måten styres det unna mer omstendelige politiske prosesser, noe som kan gjøre byggingen av nye idrettsanlegg billigere enn ved offentlige anskaffelser.

Gjennom denne modellen får eierne av anlegget, altså idrettslagene, kapitaltilskudd samt investeringstilskudd og spillemidler. Kapitaltilskuddet som tildeles fra kommunen tilsvarer det beløpet som kommunen selv ville betalt for et lån på opptil 15 millioner (Trondheim kommune, 2024). Dette tilskuddet utbetales i maksimalt 15 år, og det skal dokumenteres av idrettslaget at tilskuddet brukes til nedbetaling av lån. En avtale gjennom Trondheimsmodellen festes over 40 år, da det etter 30 år skal bestemmes om idrettslaget fortsatt skal eie det etter 40 år eller om kommunen skal benytte seg av sin rett til tilbakefall (Trondheim kommune, 2016).

Spillemidler er en tilskuddsordning som er blant de viktigere finansieringskildene til idrettslag i Norge. Idrettslag og -foreninger tilknyttet Norges Idrettsforbund, kommune og fylkeskommune har mulighet til å søke om tilskudd fra spillemidler til bygging og rehabilitering av anlegg for idrett og fysisk aktivitet (Kulturdepartementet, u.å.). Kravet fra Kulturdepartementet er at den som søker om spillemidler også står som eier av bygget. Disse spillemidlene er overskuddet fra de ulike spillene som Norsk Tipping innehar og administrerer. Mye av overskuddet fordeles til idretten av Kulturdepartementet, hvor store deler er øremerket bygging og rehabilitering av idrettsanlegg og nærmiljøanlegg.

Hovedregelen for hvor mye tilskudd som kan søkes om til prosjektet er inntil 1/3 av godkjente kostnader, som da er kostnader som knyttes til selve anlegget (Kulturdepartementet, u.å.). Tribuneanlegg, veier og parkeringsplasser, kjøp av eiendom, gjerder og forskjellige avgifter er kostnader som ikke er kvalifisert til å få tilskudd for. Alle søknader om tilskudd til idrettsanlegg har en øvre grense, som bestemmes av bruksområde. Bestemmelsene for makstilskudd kan finnes i Kultur- og likestillingsdepartementet sitt dokument «*Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet – 2023*» under kap. 2.6 (Kultur- og likestillingsdepartementet, 2023), som oppdateres hvert år.

Det er krav om finansieringsplan dersom det søkes om spillemidler fra staten (Gode idrettsanlegg, 2024). Denne finansieringsplanen skal beskrive kapitalbehovet for anlegget og hvordan dette skal finansieres. Dokumentene som finansieringsplanen skal inneholde er:

- Egenkapital og aksjekapital
- Vedtak om tilskudd fra kommune og/eller fylkeskommune
- Andre offentlige tilskudd
- Private tilskudd og gaver (sponsorer)
- Kostnadsoverslag av verdi på dugnadsarbeid
- Lånetilsagn med eventuelle lånevilkår
- Andre tilskudd

Disse dokumentene viser planen for hvordan idrettsanlegget skal finansieres. Før tilskuddet tildeles må prosjektet være fullfinansiert. Med det menes at alle kostnader som ikke vil bli dekket av et eventuelt tilskudd gjennom tilskuddsordningen er dekket (Kultur- og likestillingsdepartementet, 2023). Videre bør idrettslag og kommuner som ønsker å søke om spillemidler kontakte sin idrettskrets og særvidrettskrets for hvilke muligheter som ligger i grunn og om det er særegne krav eller goder i deres krets (Gode idrettsanlegg, 2024).

Denne dialogen mellom særforbundene og idrettslag er ett av funnene Oslo economics peker på i sin evaluering av spillemiddelordningen (Oslo Economics, 2020). På oppdrag fra Kulturdepartementet var formålet med denne evalueringen å vurdere tilskuddenes effekt på anleggsrealisering og foreslå forbedringer i ordningen. Samtidig som den undersøkte konsekvenser av endringer for ulike anleggstyper og eiere.

Evalueringen avdekker at Norges idrettsforbund i 2019 mottok om lag 1,5 millioner kroner i tilskudd til bygging og rehabilitering av idrettsanlegg, med et samlet søknadsbeløp på nesten 6 milliarder kroner. Dette viser en trend i økning av søknader og søknadsbeløp. Særforbundene har en sentral rolle og understreker viktigheten av deres innsikt i prioriteringen av midler, fremfor overdreven rapportering til Kulturdepartementet. Videre diskuteres det hvordan anleggsprioritering gjennomføres via en administrativ køordning, der ubehandlede søknader prioriteres i kommende år.

Videre foreslår rapporten tiltak for å øke måloppnåelsen av tilskuddene ved å vurdere hele verdikjeden i fordelingen av spillemidler. Det foreslås differensiering av tilskudd basert på anleggstype og maksimumssatser for å optimalisere fordelingen. Denne prosessen krever imidlertid grundig nasjonal oversikt over lokale behov, og kommunene spiller en viktig rolle i å formidle disse behovene effektivt.

4 RESULTATER

Resultatene er innhentet i henhold til metodedelen, og blir sett opp mot den aktuelle problemstillingen. Det fokuseres både på generell bærekraft i prosjektet i Melhus og i Halden, i tillegg til noen utvalgte faktorer. Videre presenteres funnene gjort i forbindelse med intervju angående «Trondheimsmodellen» som finansieringsmodell for bygging av idrettshaller, samt Tverga seminaret: «Hvordan skape fremtidens flerbrukshall?»

4.1 Aktuelle prosjekter

Bacheloroppgaven «Bærekraft i bygging av idrettshaller» peker på materialvalg og energiproduksjon som to av flere viktige faktorer for bærekraft i idrettshaller (Jonsson, 2023). I den hensikt å fremme de ulike tilnærmingene til disse bærekraftige faktorene, ble det valgt å se nærmere på to ulike idrettshaller. Melhushallen og Halden arena ble trukket frem som to prosjekter ettersom de har to ulike hovedbæresystemer. Gjennom medstudenters bekjentskap ble det opprettet dialog med tidligere prosjektledere for idrettshallene som er presentert under.

Melhushallen ble ferdigstilt høsten 2022 og er bygget i tilknytning til den gamle Melhushallen Sør. Den nye delen heter opprinnelig Melhushallen Nord, men omtales videre som Melhushallen i denne oppgaven. Hallen har i realiteten et hovedbæresystem av limtre, men ettersom dette langt ut i prosessen ble omtalt som massivtre ble dette lagt til grunn for beregningene. Ettersom materialegenskapene er tilnærmet like ble det ikke korrigert underveis, men tas med som en svakhet i oppgaven. Figur 6 viser hallen på 2 100 kvadratmeter som er plassert på toppen av et tre etasjer høyt parkeringshus i betong.



Figur 6: 3D-modell av Melhushallen (Nakrem, 2021).

Halden arena ble ferdigstilt i starten av 2024 og består av flere spilleflater. Idrettshallen som det fokuseres på i denne oppgaven har et grunnareal på 6 500 kvadratmeter. Hallen har bærende konstruksjon i stål som er plassert på toppen av 6 meter høye betongvegger som går ned i grunnen. Slik figur 7 viser er hallen plassert relativt lavt i terrenget.



Figur 7: Skisseprosjekt av Halden Arena (behance, 2019).

4.2 Bærekraft i prosjektene

Det kommer tydelig frem av intervjuene som er gjennomført at bærekraft har hatt ulik betydning i de aktuelle prosjektene. Dette til tross for at sluttproduktet som bygges er nokså likt. Felles for idrettshallene er stor bruk av betong, noe som er med på å gi ett større klimaavtrykk. Prosjektleder hos entreprenørene er samstemte om at dette ansvaret i størst grad hviler på skuldrene til byggherre. Det uttales blant annet følgende:

«Når man bygger for en kommune legges de fleste premisser før vi som entreprenør kommer inn i bildet. Utfordringen her er at mange gode løsninger som kunne bidratt til mer bærekraft blir ekskludert.»

Halden kommune sier på sin side at det ble valgt å grave ned hallen for å gi et lavere bygg tilpasset omgivelsene. Til tross for miljøkonsekvensene dette får, mener han at det er nødvendig for at slike bygg skal passe inn i bymiljøet. Videre sier han at spillemidlene legger tydelige føringer for hvor store flater det skal legges opp til og hvilke høyder man må forholde seg til. Han avslutter stolt med å fortelle at BREEAM-manualen er brukt i gjennomføring, men ikke valgt å sertifisere ettersom kommunen ikke ser verdien av denne sertifiseringen.

4.2.1 Materialvalg

Halden arena har en bærende konstruksjon av stål. Dette ble valgt nesten utelukkende på grunn av lavere kostnader. Prosjektlederen hos utførende entreprenør uttaler at «massivtre ville gitt et bedre inneklima i hallen, men var aldri aktuelt ettersom det ikke var et krav fra byggherre». I intervju med prosjektleder på Melhushallen sier vedkommende at hallen var priset opp i fire alternativer, hvorav alternativene bestod mellom stål med sandwich-elementer og massivtre. Han forteller videre at massivtre var en mer kostbar løsning, men at den allikevel var ønsket av Melhus kommune på grunn av de miljømessige gevinstene. Entreprenøren for Melhushallen tok da kontakt med norske leverandører av massivtre, men fant raskt ut at ingen norske leverandører var konkurransedyktige på pris. Det ble derfor tatt beslutning om å importere massivtre fra Latvia.

De to hallene er bygd i stål og massivtre, og det ble derfor benyttet EPDer som kunne brukes som utgangspunkt for sammenligningen av de to materialenes miljøprofil. Ettersom EPD til massivtre fra Latvia ikke var å oppdrive ble det derfor tatt utgangspunkt i norsk leverandør av massivtre. Det tas dermed forbehold om mulige feilmålinger i sammenligning av de to materialene. Fra EPD-Norge ble det valgt ut en EPD for hvert av materialene. Disse ble valgt ettersom begge EPDene er av bærende konstruksjoner, og samsvarer med EN 15804 som gir sikkerhet i at de kan sammenlignes. Ettersom at de skal sammenlignes er det gjort omregning for EPDen for massivtre til deklart enhet som 1 kg da den har opprinnelig 1 m³. Denne prosessen vil være enklere enn å endre stål fra 1 kg til 1 m³ da stål har lite volum.

EPD for massivtre er hentet fra det norske selskapet Splitkon AS og har deklarasjonsnummer NEPD-6304-5563-NO med gyldighet til 2029 (Soldal, 2024). Dette produktet er av krysslåst treverk med høy stivhet og bæreevne, og er prefabrikkerte elementer som leveres etter bestilling. Treverket som brukes er gran fra norske sagbruk, og produktet har en levetid på 60 år. I tabell 2 er GWP-total verdien til produktet vist. Denne verdien er omgjort fra kg CO₂-eq/m³ til kg CO₂-eq/kg via bruk av densiteten, kg/m³, til massivtre. Dette er gjort ved å dividere den gjeldene GWP-totalen på densiteten til massivtreet (EPD-Norge, u.å.). Ettersom massivtre vanligvis har en densitet mellom 420 og 500 kg/m³, er det gjort en vurdering om å bruke medianen på 460 kg/m³ til omregning da dette ikke er oppgitt i EPDen (Byggforskserien, 2023). Her er det dessuten en gunstig miljøpåvirkning som ikke er tatt med i livsløpsanalysen, nemlig at overskuddsmateriale under produksjon av massivtre-elementene blir omgjort til flis og brukt som biprodukt.

Ettersom Melhushallen har benyttet seg av massivtre-elementer fra Latvia er det naturlig å stille spørsmål rundt hvor mye ekstra utslipp det vil gi å frakte det derfra. Prosjektleder fra Melhushallen Nord forteller at massivtreet i hallen ble fraktet fra Latvia over ti turer med trailere. I tillegg ble gitterdragerne transportert over ni turer med ekstra lange trailere, grunnet store dimensjoner på bjelkene. Derfor er det interessant å studere tilleggsutslippet denne transporten medfører. Formel 1 viser hvordan utslippet av transport kan beregnes, med hensyn til typen transport som er benyttet. Denne verdien

vil da erstatte A4-fasen til det latviske massivtre-produktet. De resterende verdiene i de andre fasene antas å være tilnærmet like.

$$A4 = \text{Antall km} * \text{Antall tonn materiale} * \text{Utslippsfaktor transport}$$

Formel 1: Utrekning av CO₂-eq for fase A4

Formelen gir totalutslippet i form av antall kilo karbondioksid ekvivalenter. Faktoren «*antall tonn materiale*» utelates i denne utregningen, ettersom verdiene til de ulike produktene skal kunne sammenlignes. Videre viser tabell 1 hvilke verdier som blir benyttet i utregningen. Verdien for antall kilometer er hentet fra Osacargo, som er et transportfirma som driver transport mellom Norge og Latvia (OsaCargo, u.å.). Utslippsfaktor for transportmiddelet er hentet fra rapport av transportøkonomisk institutt, som omhandler energieffektivisering og CO₂-utslipp (Thune-Larsen et al., 2009). Det antas at traileren som frakter massivtre-elementene har en vekt på over 11 tonn, som gir

Fase A4		
Antall kilometer	1 240	km
Utslippsfaktor transport	55	g CO ₂ -eq/tkm

den gitte utslippsfaktoren i tabell 1.

Tabell 1: Verdier for utregning av fase A4

EPD for stål er hentet fra Trondheim Stål AS og har deklarasjonsnummeret NEPD-3838-2791-NO med gyldighet til 2027 (Sand, 2022). Dette er ferdig konstruksjonsstål, som er klart for montasje på byggeplass. Stålkvaliteten er 355 og 235 og dette har levetid på minst 60 år. Også her er GWP-total verdien til produktet vist i tabell 2. Dette produktet har allerede ønsket enhet, kg CO₂-eq/kg, for sammenligningen og er derfor ikke endret fra EPD-verdiene.

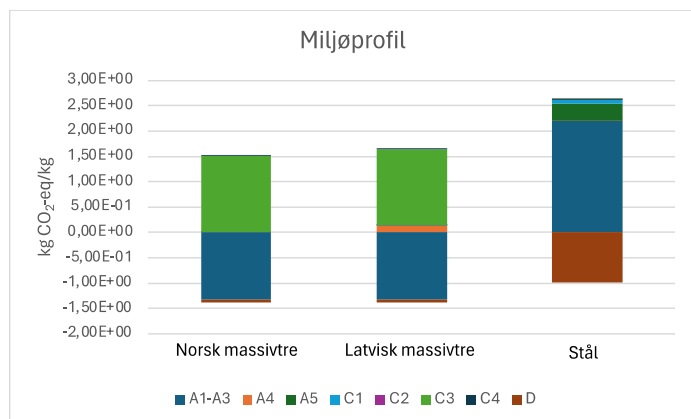
Klimagassavtrykk											
Materiale	Indikator	Enhet	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	Totalt pr. kg
Norsk massivtre	GWP-total	kg CO ₂ -eq/kg	-1,33E+00	8,07E-03	6,39E-03	2,10E-05	4,04E-04	1,50E+00	6,02E-04	-5,74E-02	1,25E-01
Latvisk massivtre	GWP-total	kg CO ₂ -eq/kg	-1,33E+00	1,36E-01	6,39E-03	2,10E-05	4,04E-04	1,50E+00	6,02E-04	-5,74E-02	2,54E-01
Stål	GWP-total	kg CO ₂ -eq/kg	2,21E+00	1,27E-03	3,41E-01	5,67E-02	1,27E-03	1,94E-04	5,06E-05	-9,97E-01	1,61E+00

Tabell 2: Klimagassutslipp av norsk massivtre, latvisk massivtre og stål

Av tabell 2 kan det leses av en stor forskjell på de tre materialene i utslipp per kilo. Utslipet fra norsk massivtre er på 0,125 kg CO₂-eq/kg, latvisk massivtre er på 0,254 kg CO₂-eq/kg, mens stål har et utslipp på 1,61 kg CO₂-eq/kg. Massivtre kommer spesielt gunstig ut i produksjonsfasen, A1-A3, som har sammenheng med fotosyntesen og trevirkets evne til å lagre karbondioksid. Det høye utslippet til latvisk massivtre under A4-fasen kommer av den lange transportveien fra Latvia til Norge.

Stål trenger derimot mye energi i produksjonsfasen da det blant annet kreves høye temperaturer og mye varme for å forme. Til gjengjeld har stål et lavt utslipp under avhending, C1-C4, da spesielt under avfallsbehandling, C3. Det kommer av at stålkonstruksjoner er nokså simple og enkelt kan skilles fra andre bygningselementer. Begge materialene har også mulighet til å bli resirkulert og gjenbrukt, noe som gir en positiv effekt på miljøprofilen til materialene. Det er viktig å legge til at dette er per kilo materiale. Et hovedbæresystem av massivtre i en idrettshall har betydelige større dimensjoner enn stål grunnet de store spennviddene. Vekten er derfor et viktig aspekt å ta med i betraktningen ved sammenligning av bæresystem i massivtre med stål.

Figur 8 viser hvordan utslippene fordeler seg på de ulike fasene. Det kommer tydelig frem at stål har et betydelig høyere utslipp enn massivtre. Forskjellen i transportutslipp mellom latvisk og norsk massivtre er relativ liten i forhold til stål, og derfor kommer den i liten grad frem av figuren.



Figur 8: Grafisk fremstilling av norsk- og latvisk massivtre, og stål

4.2.2 Solceller

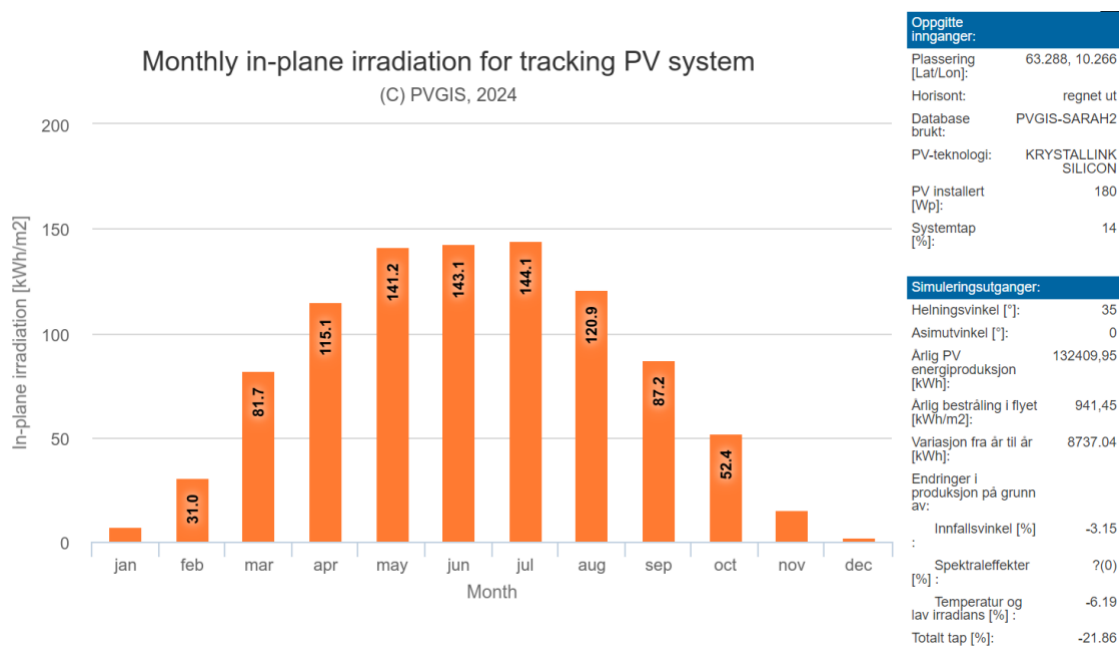
På Halden arena var solceller på taket lagt inn som en opsjon slik at byggherre kunne gjøre dette tilvalget hvis det var ønskelig. Det ble ifølge prosjektlederen i Halden kommune aldri aktuelt ettersom opsjonen ble for dyr. Under byggingen av Melhushallen var det derimot aldri noe tema med solceller på taket ifølge prosjektleder hos utførende entreprenør. Det er derfor interessant å se på den potensielle merverdien solceller kunne gitt med utgangspunkt i enkle simuleringer.

For å simulere hvor stor solinnstrålingen som kan oppnås på Melhushallen er simuleringsprogrammet PVGIS benyttet. Her spiller innstrålingsvinkel og helning en avgjørende rolle for mengden solenergi som blir omgjort til elektrisitet. Andre påvirkningsfaktorer er naturligvis mengden solinnstråling og energi i sola, temperatur, solcelletype, breddegrad og værforholdene (PVGIS, u.å.). For å estimere solinnstrålingen på Melhushallen tar programmet utgangspunkt i valgt lokasjon og inputverdiene i tabell 3.

Inputverdier simulering	
Kategori	Detaljer
Type solcelleanlegg	Nett tilkoblet PV-system
Grafisk posisjon og areal	Melhushallen Nord. <i>Martin Tranmæls veg 38, 7224 Melhus</i> (benyttet kart i PVGIS for å markere lokasjon). Areal hentet fra IFC-fil og antagelser = 1000m ² .
Helling og orientering	35 grader helling, orientering mot sør (0 grader i programmet)
Installert topp solcelleeffekt (kWh): (1 kW/m ² * areal * effektivitet) / 100)	Med effektivitet på standardverdi 18%, fra teoridel og antagelse om 1000 m ² av takareal til solceller. Gir topp solcelleeffekt= 180 kWh
Systemtap	14% (skyggelegging, ineffektive omformere, etc.)
Solcelleteknologi	Krystallinsk silisium

Tabell 3: Simuleringsforutsetninger

Inputverdiene muliggjør en estimering av gjennomsnittlig, månedlig og årlig energiproduksjon av et solcellesystem tilkoblet strømmettet, som ikke inkluderer batterilagring. En annen forutsetning for simuleringen er at solcellene blir montert på braketter. Videre er også antall soltimer i døgnet for Melhus lagt til grunn for simuleringen, og ytterligere systemtap er neglisjert ettersom det ikke er store skyggeområder. Dette må vurderes spesifikt i hvert enkelt prosjekt avhengig av lokale skyggeforhold.



Figur 9: Simuleringsresultat (PVGIS.com, 2024)

Figur 9 viser årlig solinnstrålingen for Melhus på 940 kWh/m², samtidig som grafen viser fordelingen på hver enkelt måned i løpet av året. November, desember og januar har tilnærmet ingen bidrag til innstråling, mens sommermånedene dominerer. Beregning av hvor mye energi (kWh) solcellene genererer i løpet av året, sammen med økonomisk vurdering, blir presentert i tabell 4.

Tilbakebetalingstid			
Parameter	Verdi	Beregning/metode	Resultat
Årlig innstråling (H(i))	940 kWh/m ² /år	Simuleringsresultat	
Areal	1 000 m ²	IFC-fil og Revit modell	
Effektivitet	18 %	Basert på 16-20% i Norge	
Energi (kWh/år)		940 kWh/m ² /år × 1 000 m ² × 18%	170 000 kWh/år
Total installasjonskostnad		3 500 kr/m ² × 1 000 m ²	3 500 000 kr
Årlig besparelse		170 000 kWh/år × 0.5 kr/kWh	85 000 kr/år
Tilbakebetalingstid uten batterilagring (On-grid system)		3 500 000 kr / 85 000 kr/år	41 år
Tilbakebetalingstid med batterilagring (Hybrid system)	Min. 50% økning i kostand med hybrid system	5 000 000 kr/ (85 000 + 50 000) kr/år	37 år

Tabell 4: Beregning av tilbakebetalingstid på solceller (Solcellespesialisten, personlig kom., 29.04.2024)

Beregningene forutsetter en strømpris på 0,5 kr/kWh, ettersom dette var gjennomsnittet for Trondheim i 2023 (NorgesEnergi, u.å.). Installasjonskostnader estimeres til 3 500 kr/kWh, med bakgrunn i Otovos priser på rett i overkant av 3 000 kr/kWh, inklusiv installasjon (Skildrud, 2024). Videre er det tatt utgangspunkt i en besparelse på 50 000 kr ved batteri lagring. Dette er beregnet ut i fra et anslag Solcellespesialisten har om 70 000 kr i besparelse for et vanlig næringsbygg, ved en strømpris på 1 kr/kWh (Solcellespesialisten, u.å.). Beregningen forutsetter videre en strømprisen for Melhus på 0,5 kr/kWh, i tillegg til et noe større takareal på en idrettshall. Vedlikeholdskostnader, eventuelle subsidier og økning i strømpriser er ikke hensyntatt.

Tabell 5 viser hvordan en eventuell økning av strømpriser kan påvirke tilbakebetalingstiden for solcelleanlegget. Det kommer tydelig frem at lønnsomheten av solceller øker i takt med strømprisene. Dette forutsetter naturligvis at solinnstrålingen er konstant. Samtidig vil batterilagring gi noe ekstra lønnsomhet uavhengig av strømprisen.

Tilbakebetalingstid med varierende strømpris				
Strømpris (kr/kWh)	Årlig besparelse uten batterilagring (kr/år)	Tilbakebetalingstid uten batterilagring	Årlig besparelse med batterilagring (kr/år)	Tilbakebetalingstid med batterilagring
0,5	85 000	41 år	135 000	37 år
1	170 000	21 år	270 000	19 år
1,5	255 000	14 år	405 000	12 år

Tabell 5: Tilbakebetalingstid på solceller med varierende strømpris

4.3 Finansieringsmodell

Gjennom intervju med en representant fra enhet for idrett og friluftsliv i Trondheim kommune, kommer det frem at flesteparten av dagens idrettsanlegg har blitt finansiert gjennom den tradisjonelle modellen. Dette betyr at kommunen bygger, drifter og vedlikeholder anleggene. Representanten fra kommunen forteller videre at de over en periode har testet en ny modell, hvor idrettslagene selv står for finansieringen og dermed velger mer kostnadseffektive løsninger enn kommunen tradisjonelt har gjort. I intervjuet ble den såkalte «Trondheimsmodellen» introdusert som en løsning på utfordringen med høye kostnader ved bygging av idrettshaller.

«Idrettslagene har gjennom denne modellen muligheten til å tilpasse anleggene nærmere egne behov og prioriteringer, som ofte ikke inkluderer de samme strenge kravene til utforming og utførelse som kommunen setter»

Intervjuobjektet fortsetter med å fortelle at kommunen ikke legger seg ikke opp i hva som bygges av idrettslagene, men de følger opp økonomien i prosjektene i tett. Det eneste kravet kommunen har er at alt må ut på tilbud ettersom kommunen gir støtte på over 50 prosent av prosjektene. Han føyer også til at økonomiansvarlig i kommunen har strekt seg langt og vært dedikert i sitt arbeid med å understøtte idrettslagene, noe som pekes på som en suksessfaktor i dette samarbeidet.

Trondheimsmodellen har ifølge Trondheim kommune gjort finansieringen av nye haller enklere. Til tross for dette utsagnet forteller intervjukandidaten følgende angående aktiviteten i hallene:

«Tall fra idrettsrådet på de nyeste anleggene bygget med Trondheimsmodellen viser lik eller svak nedadgående trend på aktivitetsfronten, tidligere byggede anlegg har over tid fått et positivt oppsving på aktivitetsfronten.»

Denne uttalelsen kan knyttes tett opp mot den sosiale bærekraften i Trondheimsmodellen. Klima og miljø aspektet ved bærekraft vil derimot bli ivaretatt på en god måte etter kommunens synspunkter. De peker på at byggingen av idrettshaller i nærhet til store idrettslag gjør hallene mer tilgjengelig for mange, noe som vil være med på å redusere transportbehovet til hallene.

Med unntak av ustabile tall på aktivitetsfronten forklarer intervjuobjektet at Trondheimsmodellen har fungert godt på samtlige prosjekter, uten de store utfordringene. Det viser seg imidlertid litt lengre ut i intervjuet at høye renter og dyr strøm har komplisert finansieringen de siste par årene, hvor Trygg Lade og Myrahallen trekkes frem i den sammenheng. Mye av utfordringene ligger også i at spillemidler og momsfradrag tar 2-3 år å få utbetalt. Representanten fra Trondheim kommune trekker også frem denne

problematikken og forteller om at dyre mellomfinansieringer er en utfordring for idrettslagene.

Trondheimsmodellen er primært rettet mot den organiserte idretten, men det fremgår av et bystyrevedtak fra 2015 at kommunen hadde en ambisjon om 2 nye basisflater i tillegg til 15 hallflater (Trondheim kommune, 2015). 17 hallflater er bygget, men ingen basisflater. Den generelle mangelen på slike basisflater stod på dagsorden under Tverga sitt seminar «Hvordan skape fremtidens flerbrukshall?». Her ble det presentert en mulighetsstudie for etablering av innendørs flerbruksanlegg for egenorganisert aktivitet, gjort av Universitetet i Sør-Øst Norge (Bergsgard, Nils Asle et al., 2024). Mangelen på midler i tidlig fase ble trukket frem som en viktig faktor. Videre påpekte en representant fra den danske spillemiddelordningen, LOA, viktigheten av en grundig utredning av behovene før det bygges idrettshaller. Det var stor enighet blant deltakerne i paneldebatten om at påvirkningsmuligheten er størst i tidlig fase, og at det er her det burde brukes mer tid og penger for å kunne gjøre en grundigere jobb.

5 DISKUSJON

I denne delen av oppgaven skal resultatene som har kommet frem gjennom de anvendte metodene drøftes. Funnene skal sees i sammenheng med den bakenforliggende teoridelen, med en målsetning om å komme nærmere et svar på problemstillingene.

5.1 Bærekraftige idrettsanlegg

Til tross for en ulik tilnærming til bærekraft i de to prosjektene som er sett på i denne oppgaven, gjør gjennomføringsmodellen i prosjektene at ansvarsfordelingen mellom ulike aktører i byggeprosessen er nokså lik. På den ene siden har entreprenørene en viktig rolle i å gjennomføre prosjektene, men de opplever at begrensninger og premisser fra byggherren reduserer deres mulighet til å implementere mer bærekraftige løsninger. På den andre siden har byggherren ansvaret for å sette rammene og premissene for prosjektet, inkludert estetiske og økonomiske hensyn.

Med bakgrunn i dette kan det stilles spørsmål om hvorvidt byggherren bør ta et større ansvar for å legge til rette for bærekraftige løsninger, og hvordan dette kan gjøres uten å gå på bekostning av andre hensyn. Vår oppfatning er at det finnes få byggherrer som ønsker å betale mer enn nødvendig, og at det dermed er nødvendig med et rammeverk som gir føringer for implementering av bærekraftige løsninger, ved for eksempel materialvalg.

5.1.1 Materialvalg

I denne studien ble det gjennomført en sammenligning av CO₂-utslipp gjennom livssyklusen til massivtre og stål. For å sikre en nøyaktig sammenligning ble det benyttet oppdaterte EPDer som grunnlag for utslippene. Resultatene indikerer at massivtre er et mer miljøvennlig valg, med betydelig lavere klimagassutslipp enn stål. Studien viser at stål har omtrent 13 ganger høyere utslipp per kilo sammenlignet med massivtre når norske produkter benyttes. Selv med transportutslippene fra Latvia, utgjør dette kun en sjettedel av stålets totale utslipp.

Massivtre medfører også andre miljøfordeler. Blant annet ved at det er en fornybar ressurs og lagrer karbondioksid i trevirket. Videre gir massivtre et godt inneklima, samt at det medfører lite avfall på byggeplassen under byggefasen. I tillegg til dette har også massivtre en fordel i at det er brannsikket, i motsetning til stål som ikke har de samme brannsikre egenskapene. Det er allikevel mulig å oppnå en konkurransedyktig brannmotstand ved enkel isolering av stålet. På den andre siden kan stål vise til en resirkulering som er særegen. Tilnærmet alt av stål kan resirkuleres og brukes til nye produkter uten å gå på bekostning av kvaliteten.

En av utfordringene i Norge er at massivtreet fra norske produsenter er dyrt, og prisen for høyt til at materialet kan benyttes i allerede smale budsjetter. Det gjør at import blir en ettertraktet løsning da det er mulig å spare store summer. På denne måten blir noe av poenget med å velge klimavennlige løsninger svekket. Ved å benytte transport fra Latvia til Norge viser utregningen at klimagassutslippet som følge av transport øker betraktelig. Dette kunne altså vært unngått dersom norske produsenter hadde blitt benyttet.

Et annet problem ved bruk av massivtre til bygging av idrettshaller er de store dimensjonene. Med spennvidder på over 30 meter krever det dimensjoner som er i stand til å bære store laster. Det gjør massivtre til et krevende materiale å bygge med, og montering av en enkel gitterdrager kan ta opptil en dag. Det er altså ikke bare materialet i seg selv som er dyrt, men også monteringen av komponentene vil kunne være kostnadsdrivende. De store dimensjonene gjør det dessuten krevende å transportere elementene. Dette resulterer ofte i større transportmidler og flere transportetapper.

Stål har på sin side en stor fordel ettersom det trengs mindre dimensjoner for å bære tilsvarende laster. Materialets styrke gjør det velegnet for bygg med store spennvidder og komplekse utforminger. Dette i kombinasjon med mulighet for prefabrikkerte elementer kan gjøre monteringen av hovedbæresystemet svært effektiv. Den raske byggetiden vil igjen kunne redusere kostnaden for prosjektene betraktelig.

På grunn av de store dimensjonsforskjellene for de to materialene er det viktig å legge til grunn at vekten vil bli forskjellig dersom hovedbæresystemet bygges i massivtre eller stål. Differansen i utslipp per kilo virker overveldende for massivtre, men med betydelig større totalvekt vil ikke massivtre komme seirende ut av det totale klimagassutslippet på like overbevisende måte.

Fremover vil trolig stål også bli betydelig mer miljøvennlig. Fra 2026 vil hydrogenreduisert jernmalm være tilgjengelig, noe som kan redusere utslippene med opptil 70 %. Med en slik drastisk reduksjon i utslippene vil sannsynligvis stål bli benyttet i enda større grad enn før. Hovedutfordringen med stål har vært den ekstremt energikrevende produksjonsfasen. Dersom denne problematikken kan reduseres betydelig, vil det sannsynligvis gjøre stål mer konkurransedyktig, og bidra til at stål kan velges foran andre materialer i hovedbæresystemet.

5.1.2 Solceller

Solcelleteknologien har vist seg å være mer effektiv i nordisk klima enn tidligere antatt. Ifølge simuleringer og enkle beregninger utført for Melhushallen, anslås det at implementering av solceller vil resultere i en årlig kostnadsbesparelse på omtrent 85 000 kr. Investeringen vil dermed være tilbakebetalt etter ca. 41 år uten batterilagring. Dersom det inkluderes et batteri i system, kan det kutte nedbetalingstiden til ca. 37 år. Med en lignende simulering for Halden Arena ville det blitt brukt gjennomsnittspris på nærmere 1 kr/kWh, som gir tilbakebetalingstid på henholdsvis 21 og 19 år. Dette illustrerer de lokale forskjellene og hvordan lønnsomheten til solceller er påvirket av strømprisene. Med stadig høyere strømpriser er det en tydelig tendens til at byggherre ser på solceller som en mulighet til å være selvforsynt på strøm. Dette kommer tydelig frem av de aktuelle prosjektene, hvor Halden Arena som ble ferdigstilt i 2024, ble prosjektert med solceller. På Melhushallen som stod ferdig to år tidligere, var derimot ikke solceller et tema, noe som kan gjenspeile den økte oppmerksomheten på solcelleteknologien bare de siste årene.

Forbedret teknologi, fornybar ressurs og økning i strømpriser virker å være noe av årsaken til denne økte oppmerksomheten rundt solceller. Selv om solceller er et bærekraftig alternativ med større potensiale ved høye strømpriser, ser det ut som finansieringen fortsatt er et hinder for implementering. Med tanke på EUs økende krav til bruk av solceller, er det nærliggende å anta solceller vil fungere som en standard praksis i fremtiden. Dersom EU og myndigheter skal lykkes med lovforslagene sine, kan det virke som subsidier eller andre incentiver spiller en nøkkelrolle for implementering. Samtidig vil økende bruk av solceller gi incentiver for flere private aktører til å satse på dette segmentet. På denne måten vil det generelle tilbudet på markedet kunne øke, som videre kan medføre lavere kostander for konsumentene. Det er uansett viktig å poengtere at solcelleanlegg medfører en betydelig investering, med risiko knyttet til antall år før det vil være lønnsomt.

En annen kritisk faktor for realisering av de simulerte resultatene, er effektivitet. Det er bevist at skyggelegging kan redusere effektiviteten betydelig, noe som krever individuell vurdering for hvert enkelt prosjekt. Videre kan snø og is på panelene redusere effekten med opptil 100% og samtidig kreve vedlikeholdstiltak for snø- og isfjerning. Det er imidlertid at månedene med mest snøfall, desember-februar, også er månedene med minimal solinnstråling i Norge, slik det fremgår av figur 9. Selv om innstrålingen og effekten reduseres i disse månedene, vil ikke dette nødvendigvis ha en signifikant innvirkning på den samlede årlige produksjonen fra solcellene.

Sammen med det økende fokuset på solenergi, virker energilagring å være et konsept som gir store muligheter for utnyttelse av solcelleteknologien. Energilagring er bærekraftig ettersom det kan bidra til å redusere effekttoppene på strømnettet, samtidig som det muliggjør deling av overskuddsstrøm i nabolag. Både Halden Arena og Melhushallen kunne utnyttet de store takflatene mer effektivt og på denne måten bidratt med overskuddskraft til lokalsamfunnet. For å optimalisere denne energidelingen, og samtidig ivareta eget energiforbruk i idrettshallen kan hybrid tilkobling benyttes. Solcellespesialisten påpeker at kostandene for et slikt batteri-system mest sannsynlig vil reduseres i fremtiden, dersom flere aktører ser mulighetene det gir i markedet.

Det er imidlertid utfordrende å realisere solcelleprosjekter uten tydelige eksempler på at de kan være økonomisk lønnsomme over tid. På bakgrunn av solcelleteknologiens relativt korte historie, er det få anlegg som har gjennomgått hele sin forventede levetid. Dette medfører høyt fokus på investeringskostnadene uten tilstrekkelig hensyn til de økonomiske fordelene over anleggets levetid. Det kan videre føre til en skepsis rundt investeringer i bærekraftige tiltak som solceller. Samtidig er kommunale retningslinjer ofte underlagt økonomiske begrensninger fra overordnede myndigheter. Dette innebærer at en endring i nasjonale retningslinjer eller subsidieordninger potensielt kan ha stor innflytelse på lokal bruk av bærekraftige teknologier som solceller. Politiske beslutninger er sentrale for å fremme bruk av bærekraftige energiløsninger og sikre overgang til mer bærekraftig bygging.

En annen sentral faktor for at solceller skal kunne anvendes på mest hensiktsmessig måte, er inkludering av temaet allerede i tidligfase. På denne måten sikres det at arkitektur, elektriske systemer og bæresystem er tilpasset solcellesystemet. Samtidig vil et fokus på tidligfase og inkludering av relevante faggrupper, kunne identifisere og håndtere utfordringer før kostander av endringer akkumulerer. Dette kan naturligvis komplisere prosjekteringsfasen, men vil allikevel være viktig for å integrere solcellene i bygget på en mest hensiktsmessig måte. I tillegg bidrar denne involveringen i tidligfase til at sentrale beslutninger knyttet til finansiering vil kunne bli avklart og diskutert på et tidligere tidspunkt.

5.1.3 Finansieringsmodell

Bystyret i Trondheim besluttet i 2015 å utforske alternative finansieringsmodeller for utvikling av idrettsanlegg. Med en overordnet målsetning om at kommunen og idretten skal legge til rette for idrett og fysisk aktivitet for alle, ble «Trondheimsmodellen» presentert. Modellen representerer et skifte fra den tradisjonelle metoden hvor kommunen står for finansiering, drift og vedlikehold av idrettsanlegg. Modellen bygger på at det er idrettslagene selv som bygger hallene i den hensikt å kunne tilpasse utformingen bedre etter egne behov og prioriteringer. Trondheim kommune mener at ordningen ofte

leder til mer kostnadseffektive og målrettede løsninger, men her stiller vi spørsmålet: hvordan påvirker dette det bærekraftige aspektet knyttet til bygging av idrettshaller?

Det er liten tvil om at Trondheimsmodellen har gjort det enklere for idrettslag å bygge nye haller. Dette som en følge av at de i større grad kan styre prosessene selv og ta egne avgjørelser som treffer idrettens behov bedre. Til tross for noe mangelfull informasjonsinnhenting fra idrettslagene som har vært involvert i disse prosjektene, er det nærliggende å tro at ordningen krever betydelig større innsats og kompetanse fra idrettslagene selv. Det faktum at de er helt avhengig av en real dugnadsinnsats trenger ikke i seg selv å være bærekraftig, ettersom det favoriserer de store klubbene med mange engasjerte medlemmer. Det viser seg også at det ikke er noen helhetlig plan på hvilke lag som skal prioriteres i denne finansieringsmodellen. Det er derimot ofte de idrettslagene med størst politisk innflytelse som når frem med sine behov.

Mangelen på en køordning som prioriterer etter idrettslagenes behov, vitner om kortsiktig tenking og lite fokus på bærekraft. Ved å legge mer tid og penger i en tidligfase kan reelle behov avdekkes, slik at det bygges etter behov. Når det da viser seg at aktiviteten også har hatt en negativ trend, de første årene vel og merke, kan det stilles spørsmålsteget rundt den sosiale bærekraften i modellen. Til tross for at finansieringen ikke nødvendigvis bidrar til mer aktivitet i klubbene, vil nye idrettshaller kunne gi aktive medlemmer en kortere reisevei. Dette vil kunne sees på som positivt ettersom det minker transportbehovet, og kan derfor anses som bærekraftig for klima og miljø.

Den økte tilgjengelighet på idrettshallene ble også trukket frem som positivt under Tverga seminaret. Et annet hovedpoeng som ble løftet frem var påvirkningsmulighetene i tidligfasen. De viser til en nedgang i den organiserte idretten, og en oppblomstring av uorganisert aktivitet blant unge. Dette stemmer godt overens med resultatene i oppgaven som peker på en nedgang i aktivitet ved nye anlegg. Det kan virke som om det hersker stor optimismen rundt at denne trenden vil snu i Trondheim kommune. Spesielt ettersom de har bygget 17 idrettshaller for organisert idrett siden 2015 og ingen basisflater for den

uorganiserte idretten. Dette belyser etter vår mening et tydelig behov for en grundigere utredning av behovene i et idrettslag, før det bygges nye idrettshaller.

En slik utredning i forkant av bygging av nye idrettshaller ville også gjort det enklere å prioritere spillemidlene dit behovet er størst. Det virker som om dagens ordning har blitt en administrativ køordning, der ubehandlede søknader prioriteres i kommende år, noe som ikke nødvendigvis reflekterer de reelle behovene. Til tross for at ordningen er et privilegium få andre land har, er det noe oppsiktsvekkende hvordan den ikke ser ut til å ha noe fokus på å fremme bærekraftige løsninger eller innovative tiltak. Prosjektene vurderes altså utenom potensiale for å være miljøvennlige eller nyskapende. Vi mener at det er på høy tid at spillemiddelordningen begynner å belønne de som tar bærekraftige valg, for eksempel ved å gi prioritet til prosjekter som inkluderer solceller eller dokumenterte bærekraftige materialer.

Rapporten fra Oslo Economics understreker nettopp dette behovet for reform, og det pekes på å vurdere hele verdikjeden før fordelingen av spillemidler. Dette vil naturligvis kreve betydelig mer av hver enkelt kommune for å få formidlet de lokale behovene, men er etter vår mening et viktig steg i retning av mer bærekraftig bygging av idrettshaller.

5.2 Fremtidens idrettshall

Å bygge fremtidens idrettshall innebærer en balanse mellom miljømål, økonomiske hensyn og sosiale forhold. Bærekraftig idrettshaller bør være mest mulig miljøvennlige, skape aktivitet og samtidig være økonomisk forsvarlig. For å lykkes med dette er det helt essensielt med tydelig rammebetingelser som legger føringer for, og oppfordrer til bærekraftige løsninger.

Med bakgrunn i denne studien mener vi at fremtidens bærekraftige idrettshaller skal bruke mest mulig tre og samtidig ha solceller på tak. Store deler av utfordringen ligger i finansieringen av slike løsninger. For at fremtidens idrettshaller skal kunne imøtekomme dette, er støtteordninger og subsidier sentrale faktorer. Det er derfor relevant å se på

hvordan disse støtteordningene i kombinasjon med finansieringsmodell kan danne grunnlaget for bærekraftige valg.

Trondheimsmodellen åpner for en finansieringsmodell hvor idrettslaget selv eier hallen og kommunene har mulighet til å gi ekstra støtte for bærekraftig tiltak. Kommunene får på denne måten muligheten til å installere solceller på et stort areal, som kan genere energi til lokalt bruk. En annen positiv faktor med denne modellen er at idrettslagene påtar seg mindre risiko. utfordringen er allikevel, som flere eksempler viser i dag, den dyre mellomfinansieringen før spillemidlene tildeles. Dersom spillemiddelordningene revideres til å prioritere bærekraftig tiltak lengere frem i finansieringskøen, kan det realiseres flere haller med økt bærekraft.

Dersom det ikke er tilstrekkelig med midler til å finansiere både solceller og massivtre, vil en annen mulig løsning være å benytte stål i bygging av fremtidens idrettshall. Dette vil kunne føre med seg positive effekter som blant annet økt resirkulerbarhet, enkel montering og stadig mer miljøvennlig produksjon. Hovedargumentet er allikevel at dette vil være et betydelig rimeligere alternativ, noe som igjen kan bidra til bygging av flere idrettshaller. Samtidig kan det tenkes at solceller enklere kan finansieres som en følge av besparelsen på stål kontra tre. På denne måten kan det oppnås en relativt bærekraftig idrettshall som kan gjøre finansieringen enklere.

6 KONKLUSJON

Bacheloroppgaven har hatt som formål å øke fokuset på bærekraftig bygging av idrettshaller i fremtiden. Konklusjonsgrunnlaget bygger på informasjonsinnhenting gjennom blant annet teori, og intervjuer i forbindelse med aktuelle prosjekter. Målsetningen har siden oppstart vært å komme nærmere et svar på problemstillingene:

1. *Hvilke utfordringer er knyttet til bygging av bærekraftige idrettshaller?*
2. *Hvilke faktorer kan bidra til mer bærekraftige idrettshaller?*

Fremtidens idrettshaller står overfor komplekse utfordringer knyttet til bærekraft. Analysen har identifisert flere nøkkelområder som påvirker veien mot mer bærekraftige løsninger. Først og fremst er det tydelig at materialvalg spiller en avgjørende rolle. Studien indikerer at massivtre, til tross for visse utfordringer, er et mer miljøvennlig alternativ enn stål. Imidlertid er det viktig å belyse at kostnader og tilgjengelighet kan påvirke materialvalget. Ny teknologi som reduserer stålproduksjonens utslipp er også en faktor som vil gi materialvalget et nytt perspektiv.

Solcelleteknologi har vist seg å være en annen lovende faktor som kan bidra til mer bærekraftige idrettshaller. Ettersom hallene har store takarealer, vil det være gode muligheter for økonomiske besparelser på lang sikt. Allikevel må utfordringer som skyggelegging og vedlikehold tas på alvor og vurderes individuelt for hvert prosjekt. Videre er det liten tvil om at politiske incentiver og støtteordninger vil være avgjørende for å øke implementeringen av solcelleløsninger.

I tillegg til støtteordninger er det nødvendig med gode finansieringsmetoder for å lykkes med implementering av bærekraftige materialvalg og solceller i idrettshaller. Finansieringsmodeller som "Trondheimsmodellen" gir idrettslagene større kontroll og fleksibilitet i byggeprosessen, men kan kreve betydelig innsats og risiko fra idrettslagene selv. For å sikre at slike modeller ikke bare prioriterer de mest politisk innflytelsesrike, bør det vurderes å stille strengere krav til bærekraftige valg ved denne typen modeller.

Strengere krav til bærekraft burde også legges til grunn før tildeling av spillemidler og momskompensasjon. Ordninger som i dag betegnes som administrative kordninger, anbefales revidert for å belønne idrettslagene for bærekraftige løsninger. Dette kunne vært gjort ved å fremskynde utbetalinger i den hensikt å begrense mellomfinansieringen, og eventuelt en økning av støtten. Dette ville oppmuntre til mer proaktivitet i valget av materialer og teknologier som fremmer bærekraft i byggingen av idrettshaller.

Oppsummert konkluderes det med at fremtidens bærekraftige idrettshaller bør ta i bruk en kombinasjon av massivtre, solcelleteknologi, finansieringsmodell og støtteordninger som fremmer økonomisk og miljømessig bærekraft. Dette krever et samspill mellom det offentlige og idrettslagene for å balansere behovene for bærekraft, aktivitet og økonomi. Med riktig politisk vilje og støtte vil fremtidige idrettshaller ikke bare være et sted for fysisk aktivitet, men også bærekraftige sentre for lokalsamfunn.

7 VIDERE ARBEID

Bacheloroppgaven inneholder enkelte begrensninger og svakheter som det gjøres rede for i dette kapittelet. Gjennom arbeidet med oppgaven er det gjort avgrensninger i ulike deler grunnet tids- og ressursbegrensning. Underveis har det dukket opp interessante vinklinger som ikke har latt seg utforske tilstrekkelig grunnet det begrensede omfanget av oppgaven.

Det er forutsatt i resultatdelen at hovedbæresystemet består av massivtre, men i realiteten brukes det i hovedsak limtre. Dette medfører noen små avvik på EPD beregninger, og kan ha betydning for vekten av konstruksjonselementene. Ettersom vekten ikke er hensyntatt i denne oppgaven ville et annet interessant aspekt vært å sammenligne den faktiske vekten på et hovedbæresystem i limtre kontra stål.

Videre ble det i beregningene av solceller benyttet et simuleringsprogram som ikke tar hensyn til vedlikehold og merkostnader knyttet til prosjektering. Derfor ble estimerte kostnader lagt til grunn, noe som gir en usikkerhetsfaktor på dette punktet. For videre studier ville det vært interessant med ytterligere erfaringstall på livsløpskostnader og den faktiske tilbakebetalingstiden for et tilsvarende anlegg.

Merkostnadene de bærekraftige løsningene fører med seg har vært en sentral del av oppgaven. Tradisjonell finansiering og Trondheimsmodellen er benyttet som eksempler på hvordan idrettshaller i dag finansieres. Vedrørende Trondheimsmodellen ble det ikke utført intervjuer av idrettslagene som har vært involvert i denne modellen, og det er dermed ingen datagrunnlag på deres perspektiver. Derfor ville det vært interessant for videre studier å gå mer i dybden på hvordan modellen har fungert i praksis for idrettslagene.

REFERANSER

- Andersen, G. (2019, januar 31). Valg av forskningsmetode. ndla.no.
<https://ndla.no/subject:1:54b1727c-2d91-4512-901c-8434e13339b4/topic:2:432baee9-5671-47ce-870e-48b8fc3b7a42/topic:2:7d43618f-5198-4b32-9e3f-74c7d73ffb27/resource:1:56937>
- Andersen, G. (2020, april 16). Kvalitative intervjuundersøkelser. ndla.no.
<https://ndla.no/nb/subject:1:9bb7b427-3f5b-4c45-9719-efc509f3d9cc/topic:1:432baee9-5671-47ce-870e-48b8fc3b7a42/topic:1:1db7bf3c-3a7b-44af-b632-e3c5ff2a999e/resource:201ce19e-7011-49a6-b415-91fd42d5dfe9>
- Andresen, I., Sørensen, Å., & Agdestein, M. (2022, oktober 31). Nå kan vi snart dele solstrøm med naboen. NTNU TekNat.
<https://www.ntnu.no/blogger/teknat/2022/10/31/na-kan-vi-snart-dele-solstrom-med-naboen/>
- Bergsgard, Nils Asle, Langseth, Tommy, & Flaata, U. (2024). Det kommer aldri noen bestilling om det ikke er noen som skriker. https://openarchive.usn.no/usn-xmllui/bitstream/handle/11250/3115587/2024_138.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Byggforskserien. (2004). 520.315 Brannbeskyttelse av stålkonstruksjoner— Byggforskserien.
https://www.byggforsk.no/dokument/314/brannbeskyttelse_av_staalkonstruksjoner
- Byggforskserien. (2023). 520.205 Planlegging av bygninger med KLT-elementer— Byggforskserien.
https://www.byggforsk.no/dokument/3009/massive_treelementer_typer_og_bruk_somraader
- EPD-Norge. (u.å.). BRUKSANVISNING for hvordan tolke EPD'er. <https://www.epd-norge.no/getfile.php/136570-1470750719/Dokumenter/Bruksanvisninger%20tolke%20EPDer/Bruksanvisning%20for%20EPD%20-%20byggevarer.pdf>
- FN-Sambandet. (2023, juni 28). Bærekraftig utvikling. <https://fn.no/tema/baerekraftig-utvikling-fattigdom-og-befolkning/baerekraftig-utvikling#B%C3%A6rekraftigutviklinghartredimensjoner%3Cbr%3E-1>
- Gode idrettsanlegg. (2020, februar 4). Idrettshall | Gode idrettsanlegg.
<https://www.godeidrettsanlegg.no/anleggstype/idrettshall>
- Gode idrettsanlegg. (2024, januar 23). Finansiering og spillemidler.
<https://www.godeidrettsanlegg.no/tema/finansiering-og-spillemidler>

- Gode idrettsanlegg, & NTNU SIAT. (2023). Prosjektveileder.
https://www.godeidrettsanlegg.no/sites/default/files/bilder/Prosjektveileder_1.pdf
- Grønmo, S., Dahlum, S., & Svartdal, F. (2024). Validitet. I Store norske leksikon.
<https://snl.no/validitet>
- Hofstad, K. (2023). Fotovoltaisk effekt. I Store norske leksikon.
https://snl.no/fotovoltaisk_effekt
- Jonsson, E. J. (2023). Bærekraftig i bygging av idrettshaller.
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/3077384/no.ntnu%3ainspera%3a146719958%3a50491694.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Klakegg, O. J. (2022). Prosjektmodell (bygg, anlegg og eiendom). I Store norske leksikon.
https://snl.no/prosjektmodell_-_bygg,_anlegg_og_eiendom
- Kommunal- og distriktsdepartementet. (2023, januar 27). Finansiering av kommunesektoren [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/kommuner-og-regioner/kommuneokonomi/finansiering-av-kommunesektoren/finansiering-av-sektoren-samlet-herunder/id552048/>
- Kultur- og likestillingsdepartementet. (2023). Bestemmelser om tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet – 2023.
- Kulturdepartementet. (u.å.). Anlegg for idrett og fysisk aktivitet. Hentet 10. april 2024, fra <https://www.anleggsregisteret.no/anlegg-for-idrett-og-fysisk-aktivitet/vanlige-sporsmal/>
- Kulturdepartementet. (2016). Idrettshaller—Planlegging og bygging.
https://www.regjeringen.no/contentassets/dee978d794694506bba23a57d8a76ea8/v-0989b_idrettshaller_planleging_og_bygging_2016.pdf
- Nakrem, G. H. (2021, februar 23). (+) Flertall for å bygge parkeringshallen. tronderbladet.no. <https://www.tronderbladet.no/nyheter/i/g0w4e5/flertall-for-a-bygge-parkeringshallen>
- Nasjonal digital læringsarena. (u.å.). Tre som byggemateriale—Praktisk yrkesutøvelse (BA-BAT vg1)—NDLA. ndla.no. Hentet 15. april 2024, fra <https://ndla.no/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:1:eaf487bb-a2ad-4725-8e57-fd709dd4cade/topic:2:158644/resource:1:169558>
- Norges idrettsforbund. (u.å.). Anlegg. Hentet 10. april 2024, fra <https://www.idrettsforbundet.no/tema/idrettensvalgsaker/anlegg/>
- NTB. (2024, januar 16). Nå kommer EU-krav til oppgradering av boliger.
<https://www.bygg.no/article/1544294!/>

- NVE. (u.å.-a). Energibruk i bygg. Hentet 11. april 2024, fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/energibruk-i-bygg/>
- NVE. (u.å.-b). Solkraft. Hentet 10. april 2024, fra <https://www.nve.no/energi/energisystem/solkraft/>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2023, august 4). Nå skal klima og miljø vektes minst 30 % i offentlige anskaffelser [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-endring-na-skal-klima-og-miljo-vektes-minst-30-i-offentlige-anskaffelser/id2990427/>
- OsaCargo. (u.å.). Transport fra Norge—Latvia—Norge. OsaCargo. Hentet 4. mai 2024, fra <https://www.osacargo.com/nb/latvia/transport-norge-latvia/>
- Oslo Economics. (2020). Evaluering av tilskudd til anlegg for idrett og fysisk aktivitet. <https://www.idrettsforbundet.no/siteassets/viken/dokumenter/anlegg/oslo-economics-evaluering-av-tilskudd-til-anlegg-rapport-2020-30-endelig-1789953-1.pdf>
- Otovo. (2022, april 11). Stort potensial for Solenergi i Norge. Otovo-bloggen. <https://www.otovo.no/blog/solenergi/solenergi-og-solcellepaneler-norge/>
- Otterstad, A. (2023, mai 23). Klima, miljø og bærekraft A4-hefte.indd.
- Overland, J.-A. (2018, oktober 26). TONE - strategi for kildekritikk—Konseptutvikling og kommunikasjon (IM-MED vg2)—Ressurssamling—NDLA. ndla.no. <https://ndla.no/subject:a453ed64-da44-4d85-93a1-2962e597ff6a/topic:efcc525e-967f-4ec0-b0b0-89a55e5c50a3/resource:1:169741>
- PVGIS. (u.å.). PVGIS.COM - Online simulator to calculate photovoltaic system energy production. Hentet 11. april 2024, fra <https://pvgis.com>
- Sand, L. A. (2022). Environmental Product Declaration—Stålkonstruksjoner. EPD-Norge. https://www.epd-norge.no/getfile.php/1326419-1666344101/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-3838-2791_Stalkonstruksjoner%281%29.pdf
- Sander, K. (2023, juni 4). Prosjektmodell. eStudie.no. <https://estudie.no/prosjektmodell/>
- SINTEF. (u.å.). Framsikt 2050. <https://www.sintef.no/contentassets/ccf2bfe7339a4a75af3a5a8bfafdccff/framsikt-2050-rapport.pdf>
- SINTEF. (2015, juni 26). Hvordan prosjektere miljøvennlig med livsløpsvurdering (LCA). SINTEF. <https://www.sintef.no/siste-nytt/2015/hvordan-prosjektere-miljovennlig-med-livslopsvurde/>
- SINTEF. (2023, januar 16). Hva er et bærekraftig bygg. SINTEF. <https://www.sintef.no/fagomrader/energieffektivisering-bygg/hva-er-et-barekraftig-bygg/>

- Skildrud, V. C. (2024, april 25). Lønnsomhet og økonomi for solceller 2024—Otovo. Otovo-bloggen. <https://www.otovo.no/blog/solcellepanel-solceller/lonnsomhet-og-tilbakebetalingstid-for-solceller/>
- Solarpanelsno. (2023, september 20). Solsystem på nettet vs. Solsystem utenfor nettet. Solsystem på nettet vs. solsystem utenfor nettet. <https://www.solarpanelsno.com/blog/solsystem-pa-nettet-vs-solsystem-utenfor-nettet>
- Solcellespesialisten. (u.å.). Energilagring. Energilagring; slik får du mest mulig ut av solstrømmen du produserer. Hentet 11. april 2024, fra <https://www.solcellespesialisten.no/energilagring>
- Soldal, E. (2024). Environmental Product Declaration—Krysslimt tre. EPD-Norge. solenergi.no. (u.å.). Solceller. Norsk Solenergiforening. Hentet 10. april 2024, fra <https://www.solenergi.no/solstrm>
- Splitkon. (u.å.). Massivtre—Brannsikkerhet. Splitkon. Hentet 15. april 2024, fra <https://splitkon.no/massivtre/massivtre-brannsikkerhet/>
- Svartdal, F. (2020). Reliabilitet. I Store norske leksikon. <https://snl.no/reliabilitet>
- Thune-Larsen, H., Hagman, R., Hovi, I. B., & Eriksen, K. S. (2009). Energieffektivisering og CO2-utslipp for innenlands transport 1994-2050. Transportøkonomisk institutt. https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=13916&fbclid=IwAR3q2QwPOf-khUCCG523xVZVzvhrGLixzKY6mIMbl7fcQaligMliKsUX_U
- Tjernshaugen, A. (2023, november 17). Bærekraft. <https://snl.no/b%C3%A6rekraft>
- Trefokus. (u.å.). Limtre | Trefokus. Hentet 15. april 2024, fra <http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/limtre>
- Trondheim kommune. (2015). Saksprotokoll: Plan for idrett og fysisk aktivitet—2015-2020, med handlingsprogram for 2015-2020. <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/07-kultur-og-idrett/idrett-og-friluftsliv/dokumenter/pif--2015-2020--protokoll-bystyret-30-04-15.pdf>
- Trondheim kommune. (2016). Saksdokumenter—Sak PS 0153/16. https://innsyn.trondheim.kommune.no/motedag/render_behandling_pdf?behid=1003379726
- Trondheim kommune. (2024). «Trondheimsmodellen»—Avtaler med idrettslag ved bygging av idrettshall.
- UngEnergi. (u.å.). Solcellers effektivitet | UngEnergi. Hentet 10. april 2024, fra <https://ungenergi.no/energikilder/solenergi/solcellers-effektivitet-2/>
- Ørke, J. C., Malvik, T. O., Torp, O., & Fossheim, T. K. (2023). Life Cycle Cost and Value of Norwegian Sports Facilities. 285–296. <https://doi.org/10.24928/2023/0158>

Aarstad, J., Glasø, G., & Bunkholt, A. (u.å.). Massivtre.

<http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/20-Massivtre.pdf>

VEDLEGG

A Intervjuguide idrettshall

Innledning

- Presentasjon av oss selv og oppgaven
- Hvorfor intervjuobjektet er relevant
- Praktisk info

Spørsmål

1. Kan du gi en generell innføring i hallen, og litt om din rolle i denne prosessen?
2. Hvordan er hallen bygd opp, og hvilke materialer er benyttet?
3. Hvilke konkrete fordeler og ulemper ser du ved valgte materialer?
4. Hvordan har valg av materiale påvirket byggeprosessen?
5. Hvilke bærekraftige løsninger har blitt vurdert, og har det vært vurdert solceller som et energiutvekslingstiltak?
6. Hvilke fordeler og eventuelle hindringer ser du ved å benytte solceller til energiproduksjon?
7. Hvilke valg i byggeprosessen tror du kunne vært standardisert for å fremme bygging av flere bærekraftige idrettshaller?

B Intervjuguide Trondheimsmodellen

Innledning

- Presentasjon av oss selv og oppgaven
- Hvorfor intervjuobjektet er relevant
- Praktisk info

Spørsmål

1. Kan du gi en generell innføring i "Trondheimsmodellen" og si litt om hva den innebærer og hvordan den har blitt implementert i praksis?
2. Hva var de viktigste motivasjonene bak innføringen av "Trondheimsmodellen"?
3. Hvilke konkrete fordeler har Trondheimsmodellen ført med seg sammenlignet med mer tradisjonelle finansieringsmetoder?
4. Hvilke typer idrettsanlegg har blitt utviklet gjennom Trondheimsmodellen?
5. Hvordan bidrar "Trondheimsmodellen" til mer bærekraftige idrettshaller? Har det vært spesielle tiltak eller strategier implementert for å redusere miljøpåvirkningen eller øke bærekraften til idrettsanleggene?
6. Hvordan har samarbeidet mellom idrettsklubbene og kommunen fungert i praksis?
7. Hvordan håndteres eventuelle uenigheter eller utfordringer som oppstår mellom idrettsklubbene under prosessen med å planlegge, bygge og drifte anlegg?
8. Hvordan evalueres suksessen til "Trondheimsmodellen"? Finnes det konkrete målinger eller indikatorer som brukes for å vurdere effektiviteten og nytten av denne tilnærmingen?
9. Hvordan tror du "Trondheimsmodellen" kan utvikle seg videre i fremtiden? Finnes det planer om å utvide eller justere tilnærmingen basert på erfaringer så langt?

