

Sarujan Piranavarupan, Sivert Christoffer Skålin
og Tobias Ohna Harjo

Fra skog til gulv – mulighetene og barrierene med trebaserte plater for vannbåren gulvvarme

Kartlegging av prosedyrer og praksis, og forslag
til forbedringer av dagens løsninger

Bacheloroppgave i ingeniørfag - bygg

Veileder: Jan Steinar Egenes

Medveileder: Federica Mudu, Thomas Løkken og Christian Sørлие

Mai 2023



NTNU

Kunnskap for en bedre verden



Sarujan Piranavarupan, Sivert Christoffer Skålin og
Tobias Ohna Harjo

Fra skog til gulv – mulighetene og barrierene med trebaserte plater for vannbåren gulvvarme

Kartlegging av prosedyrer og praksis, og forslag til
forbedringer av dagens løsninger

Bacheloroppgave i ingeniørfag - bygg

Veileder: Jan Steinar Egenes

Medveileder: Federica Mudu, Thomas Løkken og Christian Sørлие

Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for vareproduksjon og byggtknikk



Kunnskap for en bedre verden



Kunnskap for en bedre verden

Fra skog til gulv – mulighetene og barrierene med trebaserte plater for vannbåren gulvvarme

Kartlegging av prosedyrer og praksis, og forslag til forbedringer av dagens løsninger

Sarujan Piranavarupan, Sivert Christoffer Skålin og Tobias Ohna Harjo

[Gradering: Åpen]

Bachelor i ingeniørfag - bygg

Innlevert: mai 2023

Veileder: Jan Steinar Egenes

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggingteknikk

Oppgavens tittel:	Dato: 21.05.2023		
Fra skog til gulv – mulighetene og barrierene med trebaserte plater for vannbåren gulvvarme	Antall sider: 68		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Navn:	Sarujan Piranavarupan, Sivert Christoffer Skålin, Tobias Ohna Harjo		
Veileder:	Jan Steinar Egenes		
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere:	Federica Mudu, Thomas Løkken, Christian Sørлие		

Sammendrag:

I denne bacheloroppgaven har vi utforsket mulighetene for å forbedre dagens bruk av trebaserte plater i kombinasjon med vannbåren gulvvarme for å oppnå en mer bærekraftig og kostnadseffektiv løsning som støtter FNs bærekraftsmål. Vi har kartlagt dagens praksis og identifisert barrierer samt foreslått løsninger for smartere planlegging og utføring av vannbåren varme i trebaserte plater i etasjeskillere.

Vi benyttet kvalitative metoder for datainnsamling, inkludert intervjuer med entreprenører, prosjektledere, produsenter og arkitekter. Vi vurderte validiteten av datainnsamlingen og analysen ved å triangulere funnene med andre datakilder, som observasjoner og dokumenter.

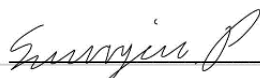
Hovedfunnene i oppgaven inkluderer identifisering av flere barrierer som påvirker valget av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme, inkludert kostnader, tid, materialvalg, tekniske utfordringer, ombruk, regelverk og krav. For å gjøre trebaserte plater mer attraktive og kostnadseffektive, er det nødvendig å adressere disse barrierene ved å forbedre tekniske egenskaper, redusere installasjonstid, øke ombruksmulighetene og tilpasse seg eventuelle nye krav i regelverket.

Vi foreslår flere tiltak for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved trebaserte plater, inkludert implementering av prefabrikasjon, Building Information Modeling (BIM), forbedring av veiledning og potensielle insentiver. Kommunikasjon mellom aktører, utvikling av nye produkter og samarbeid mellom industri og forskning er også viktige aspekter som kan bidra til å øke effektiviteten i hele byggeprosessen.

Ved å implementere disse tiltakene og forbedringsmulighetene, kan byggebransjen redusere material- og energiforbruket, øke ressursutnyttelsen og dermed redusere miljøpåvirkningen av byggprosjekter. Dette vil bidra til en mer bærekraftig byggebransje og støtte opp under målet om å redusere klimagassutslipp og ressursbruk i byggektoren.

Stikkord:

Trebaserte plater
Bærekraft
Vannbåren gulvvarme



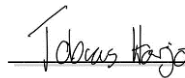
21.05.2023/Gjøvik

Sarujan Piranavarupan



21.05.2023/Gjøvik

Sivert Christoffer Skålin



21.05.2023/Gjøvik

Tobias Ohna Harjo

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet våren 2023 ved institutt for vareproduksjon og byggteknikk på Norges teknisk-vitenskapelige universitet (NTNU) på Gjøvik. Bacheloroppgaven utgjør 20 av totalt 180 studiepoeng i bachelorgraden vår. Gjennom dette prosjektet har vi fått muligheten til å dykke ned i et viktig og relevant tema innen byggebransjen og utforske bærekraftige løsninger for vannbåren gulvvarme i kombinasjon med trebaserte plater.

Oppgaven er en del av delprosjektet SirkPLATE, som igjen er en del av det større SirkTRE-prosjektet. SirkTRE-prosjektet fokuserer på bærekraftig og sirkulær bruk av trebaserte materialer i bygg- og anleggssektoren. Vi er stolte av å kunne bidra til dette viktige arbeidet gjennom vår bacheloroppgave. Samarbeidet med NWC, Hunton og Forestia har vært svært verdifullt og lærerikt, der alle parter har vært hjelpsomme og kommet med innspill til oppgaven vår.

Vi ønsker å uttrykke vår takknemlighet til vår veileder ved NTNU, Jan Steinar Egenes, og våre eksterne veiledere, Federica Mudu, Thomas Løkken og Christian Sørli, for deres veiledning, støtte og verdifulle tilbakemeldinger gjennom hele prosessen med oppgaven. Deres ekspertise og innsikt har vært avgjørende for å forme vårt arbeid og sikre dets kvalitet.

Vi vil også takke alle intervjuobjektene som generøst delte sin kunnskap og erfaring i løpet av intervjuer og samtaler. Deres bidrag har beriket vår forståelse av emnet og hatt stor innflytelse på resultatet av vår forskning.

Til slutt ønsker vi å anerkjenne støtten og oppmuntringen fra våre venner og familier gjennom hele studiet, som har vært avgjørende for fullføringen av denne bacheloroppgaven.

Abstract

In this bachelor thesis, we have explored the possibilities of using wood-based panels in combination with hydronic floor heating to achieve a more sustainable and cost-effective solution that supports the UN's sustainability goals. We have mapped current practices and identified barriers as well as proposed solutions for smarter planning and execution of hydronic heating in wood-based floor panels.

We utilized qualitative methods for data collection, including interviews with contractors, project managers, manufacturers of wood-based panels, and architects. We assessed the validity of the data collection and analysis by triangulating the findings with other data sources, such as observations and documents.

The main findings of the thesis include the identification of several barriers affecting the choice of wood-based panels in hydronic floor heating, including costs, time, material selection, technical challenges, reuse, regulations, and requirements. To make wood-based panels more attractive and cost-effective, it is necessary to address these barriers by improving technical properties, reducing installation time, increasing reusability, and adapting to any new requirements in the regulations.

We propose several measures to optimize planning and production processes for wood-based panels, including the implementation of prefabrication, Building Information Modeling (BIM), improving guidance, and potential incentives. Communication between stakeholders, development of new products, and collaboration between industry and research are also important aspects that can contribute to increasing efficiency throughout the construction process.

By implementing these measures and improvement opportunities, the construction industry can reduce material and energy consumption, increase resource utilization, and thus reduce the environmental impact of construction projects. This will contribute to a more sustainable construction industry and support the goal of reducing greenhouse gas emissions and resource use in the building sector.

Innholdsfortegnelse

Forord	iii
Abstract	iv
Innholdsfortegnelse	v
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 SirkPLATE	2
1.3 Formål med oppgaven	3
1.4 Problemstilling.....	3
1.5 Avgrensninger	4
1.6 Oppgavens oppbygning	5
2 Teori	6
2.1 Vannbåren gulvvarme i trebaserte plater.....	6
2.1.1 Forestia sin løsning.....	8
2.1.2 Hunton sin løsning	9
2.2 Dagens byggeprosess.....	12
2.3 Lover, forskrifter og standarder	13
2.3.1 TEK17	13
2.3.2 Lyd	14
2.3.3 Brann	15
2.3.4 NS-EN 1264: veiledning for gulvvarme i boliger og næringsbygg	16
2.4 Gjenvinning og ombruk.....	17
2.5 BIM.....	18
2.6 CNC-fres.....	19
3 Metode.....	21
3.1 Befaring av fabrikk.....	21

3.1.1	Formål med befaring	22
3.1.2	Beskrivelse av fabrikken, produksjonsprosessen og informasjon fra fabrikkpersonal.....	22
3.1.3	Dokumentasjon av produksjonsprosessen.....	23
3.2	Befaring på byggeplass.....	28
3.2.1	Formålet med befaringen	28
3.2.2	Beskrivelse av byggeplassen og installasjonen av gulvvarmeløsning	29
3.3	Møte med arkitekt.....	31
3.3.1	Formålet med møtet med arkitekt	31
3.3.2	Beskrivelse av møtet med arkitekten	31
3.4	Intervju med utførende rørlegger.....	32
3.4.1	Formål med intervjuet	32
3.4.2	Informasjon fra intervjuet.....	32
3.5	Dokumentstudie.....	33
3.5.1	Formål med dokumentstudiet.....	33
3.6	Analyse av data.....	34
3.6.1	Formål med analysen	34
3.6.2	Beskrivelse av analysen	34
3.6.3	Beskrivelse av datamaterialet.....	34
3.6.4	Beskrivelse av analysemetoden.....	35
4	Analyse.....	36
4.1	Bærekraft	36
4.1.1	Bransjens syn på bærekraft	36
4.1.2	Miljøpåvirkning og CO2-avtrykk.....	38
4.1.3	BIM	38
4.1.4	Lover og forskrifter som påvirker bruk av trebaserte plater	39
4.1.5	Ombruk.....	39

4.2	Prosjektgjennomføring	41
4.2.1	Dagens praksis.....	41
4.2.2	Utfordringer.....	43
4.2.3	Planlegging og koordinering	44
4.3	Økonomi	46
4.3.1	Material- og arbeidskostnader	46
4.3.2	Investerings- og driftskostnader	46
4.3.3	Løsningsvalg og geografiske hensyn	47
4.3.4	Økonomisk potensial og attraktivitet	47
5	Drøfting	48
5.1	Hvilke barrierer finnes det for valg av trebaserte plater ved vannbåren gulvvarme? 48	
5.1.1	Kostnader og tid:	48
5.1.2	Materialvalg:	50
5.1.3	Tekniske utfordringer:.....	52
5.1.4	Gjenvinning og ombruk:	54
5.1.5	Regelverk og krav:	55
5.2	Hvordan gjøre trebaserte plater mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter? ... 56	
5.2.1	Prefabrikasjon.....	57
5.2.2	Bedre veiledere.....	58
5.2.3	Insentiver	60
5.3	Hvilke forbedringsmuligheter finnes for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved trebaserte plater?	60
5.3.1	Kommunikasjon mellom aktører.....	61
5.3.2	BIM	62
5.4	Kritisk vurdering av funn	64
6	Avslutning	66
6.1	Konklusjon.....	66

6.1.1 Forslag til videre arbeid.....	67
Litteraturliste	69
Referanser.....	69
Vedlegg 1 – Analyse/koding av datamateriell	74

Figurliste

Figure 1 Illustrasjon av tørr og våt (støpt) løsning (SINTEF, 2020).....	7
Figure 2 Thermogulv standardplate, foto: Forestia.....	8
Figure 3 Thermogulv Vendeplate, foto: Forestia.....	9
Figure 4 Silencio Thermo standardplate (Hunton, 2021).....	10
Figure 5 Silencio Thermo vendeplate (Hunton, 2021).....	11
Figure 6 Silencio Thermo Fordelingsplate (Hunton, 2021).....	11
Figure 7 Flis som brukes i Thermogulvet, foto: Privat.....	23
Figure 8 Flis lagt lag på lag, foto: Privat.....	23
Figure 9 Ovnens skal bake platene, foto: Privat.....	24
Figure 10 Platene blir kuttet, foto: Privat.....	24
Figure 11 Platene kjøles ned, foto: Privat.....	24
Figure 12 Platene får overflatebehandling, foto: Privat.....	25
Figure 13 Platene for sin form, foto: Privat.....	25
Figure 14 Klar til fresing, foto: Privat.....	25
Figure 15 Sponplatene fresers og Thermoplatene blir til, foto: Privat.....	26
Figure 16 Thermoplatene klar til salg, foto: Privat.....	26
Figure 17 Steico plater klare til liming, foto: Privat.....	27
Figure 18 Steico platene limes, foto: Privat.....	27
Figure 19 3 lag med Steico plater presses sammen, foto: Privat.....	27
Figure 20 Vendeplatene klar til fresing, foto: Privat.....	28

1 Innledning

Innledningen gir en kort oversikt over oppgavens oppbygging og hva som dekkes i de ulike delene. Først presenteres bakgrunnen for oppgaven med en beskrivelse av SirkPLATE-prosjektet, der gruppen er deltager. Deretter fremlegges formålet med oppgaven og den tilhørende problemsstillingen. Oppgaven knyttes til FNs bærekraftsmål og det samfunnsmessige perspektivet.

1.1 Bakgrunn

Prosjektet SirkTRE er et samarbeid mellom flere aktører i treindustrien der målet er å øke ombruk og gjenvinning av trematerialer, gjennom dette har prosjektet som mål å kutte utslipp tilsvarende 3 tonn CO₂ innen 2030, og med dette bygge oppunder en rekke av FNs bærekraftsmål (SirkTRE, 2022). I denne sammenhengen har vår gruppe blitt med i delprosjektet SirkPLATE, som er en del av det større SirkTRE-prosjektet. SirkPLATE har fokus på vannbåren gulvvarme integrert i trebaserte plater.

I de siste årene har det vært økende fokus på bærekraftige løsninger i byggebransjen, og dette gjenspeiles også i SirkTRE-prosjektet. Ved å bruke trebaserte plater for vannbåren gulvvarme i stedet for andre materialer kan man redusere klimafotavtrykket og samtidig skape et sunt innneklima. Vannbåren gulvvarme er en energieffektiv oppvarmingsløsning som kan bidra til å redusere utslippene av klimagasser ytterligere.

Det finnes i dag flere løsninger for vannbåren gulvvarme som ikke bruker trebaserte plater, de mest populære er sementbaserte løsninger, som avrettingsmasse og betong. Bruk av trebaserte plater til gulvvarme kan ha en rekke fordeler sammenliknet med avrettingsmasse og betong, som for eksempel ombrukbarhet og et lavere CO₂-avtrykk. Det finnes også en rekke utfordringer som gjør trebaserte plater mindre attraktivt, som for eksempel at monteringstiden er lengre og at det kan bli mer kostbart, i tillegg til at avrettingsmasse og betong kan være naturlig bedre på brann- og lydmotstand.

SirkTRE har definert bakgrunnen for SirkPLATE slik:

Trebaserte plater forberedt for vannbåren varme må ofte ytterligere prosjekt-tilpasses med ekstra fresing på byggeplass. Ekstra fresing på byggeplass og unødvendig kapp bør unngås. Kan dette gjøres på en smartere måte som gjør at trebaserte plater blir førstevalg av vannbåren varme i gulv? (SirkTRE, 2022).

I denne oppgaven vil vi undersøke bruken av trebaserte plater i kombinasjon med vannbåren gulvvarme og utforske mulighetene denne løsningen tilbyr. Videre vil vi vurdere om en slik løsning kan være mer kostnadseffektiv sammenlignet med alternative materialvalg og løsninger, samt hvordan den kan bidra til å oppnå FNs bærekraftsmål.

1.2 SirkPLATE

SirkPLATE er et delprosjekt i SirkTRE-prosjektet, som har som formål å øke ombruket og gjenvinningen av trematerialer for å redusere klimafotavtrykket og bidra til FNs bærekraftsmål. SirkPLATE spesifikt, handler om å gjøre trebaserte plater for vannbåren varme mer lønnsomt og redusere avfall fra platene.

SirkPLATE er delt inn i tre delprosjekter. Delprosjekt 1, som vil pågå fra andre kvartal 2022 til andre kvartal 2023, vil analysere markedet, kartlegge dagens praksis, identifisere barrierer og foreslå løsninger for smart planlegging og legging av vannbåren varme i trebaserte plater i gulv. Delprosjekt 2, som vil pågå fra andre kvartal 2023 til tredje kvartal 2024, vil vurdere, videreutvikle og teste alternative løsninger basert på resultatene fra delprosjekt 1 og bedriftens behov. Delprosjekt 3, som vil pågå fra tredje kvartal 2024 til fjerde kvartal 2024, vil utvikle en felles veileder for systemleverandører, planleggere og arkitekter.

Vår gruppe er involvert i delprosjekt 1 i SirkPLATE, der vi vil kartlegge dagens praksis, studere bruk av trebaserte plater i kombinasjon med vannbåren gulvvarme og se på mulighetene som ligger i denne løsningen. Vi vil også undersøke om en slik løsning kan være mer lønnsom enn andre materialvalg og løsninger, og hvordan den kan bidra til å oppfylle FNs bærekraftsmål, og da spesielt målene 12 (Ansvarlig forbruk og produksjon) og 13 (Stoppe klimaendringene).

1.3 Formål med oppgaven

Formålet med denne oppgaven er å studere mulighetene for å forbedre dagens bruk av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme. Det vil utforskes om en slik løsning kan være mer bærekraftig og kostnadseffektiv enn andre materialvalg og løsninger, samtidig som det oppfyller FNs bærekraftsmål. Vi ønsker å belyse viktigheten av å finne bærekraftige og miljøvennlige løsninger i byggebransjen, og hvordan trebaserte plater kan bidra til å redusere klimapåvirkningen og ressursbruken i bygg- og anleggssektoren.

Videre vil vi kartlegge dagens praksis for planlegging og utføring av vannbåren gulvvarme i trebaserte plater, identifisere eventuelle barrierer for å ta i bruk denne løsningen, og foreslå løsninger for smartere planlegging og utføring av vannbåren gulvvarme i trebaserte plater. Dette inkluderer en vurdering av hvordan teknologiske verktøy som BIM og CNC-fres kan forbedre monteringsprosessen og redusere avfall.

Formålet med vår oppgave er å bidra til økt kunnskap om bruken av trebaserte plater for vannbåren gulvvarme, og å gi anbefalinger for en mer bærekraftig praksis i byggebransjen. Resultatene fra vår oppgave vil være relevant inn i delprosjekt 2 og 3 i SirkPLATE-prosjektet, og for aktører i bransjen som ønsker å implementere mere bærekraftige løsninger i sine byggeprosjekter.

1.4 Problemstilling

Problemstillingen som er valgt er: *Hvordan kan vannbåren gulvvarme i lette og tunge etasjeskillere med trebaserte plater gjøres mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter, og hvilke forbedringsmuligheter finnes for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser i gulvvarmeinstallasjoner med slike materialer?*

For å besvare denne problemstillingen vil vi først se på de nåværende utfordringene og barrierene som bedriftene møter ved implementering av vannbåren gulvvarme med trebaserte plater. Dette skal gjøres ved å besøke byggeplasser og produsenter, og intervju aktører i bransjen, inkludert prosjektledere, produktansvarlige, arkitekter og utførende, for å identifisere utfordringer og tanker rundt vannbåren gulvvarme.

Videre skal det anvendes dokumentanalyse som metode for å sette oss inn i gjeldende veiledninger, lover, forskrifter, dokumenter og produktdatablader som er relevante for problemstillingen. Dette vil gi oss en dypere forståelse av rammebetingelsene og kravene knyttet til vannbåren gulvvarme og trebaserte plater i byggebransjen.

Med innsikt fra både feltarbeid og dokumentanalyse vil vi identifisere mulige forbedringsområder som kan bidra til å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser i gulvvarmeinstallasjoner med trebaserte plater. Vi vil analysere potensielle fordeler og utfordringer knyttet til hvert av forbedringsområdene og vurdere gjennomførbarhet og effektivitet i praksis.

Til slutt vil vi diskutere hvordan de identifiserte forbedringsmulighetene kan bidra til å gjøre vannbåren gulvvarme med trebaserte plater mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter. Dette vil innebære en vurdering av de potensielle økonomiske, miljømessige og praktiske fordelene som kan oppnås ved å implementere disse forbedringene, samt en diskusjon av hvordan dette kan bidra til å fremme bærekraft og miljøvennlighet i byggeprosjekter.

1.5 Avgrensninger

Målet med denne oppgaven er å kartlegge ulike aspekter ved vannbåren gulvvarme, men det er viktig å påpeke noen avgrensninger. Vi vil ikke utføre beregninger relatert til klimaregnskap og økonomi, ettersom oppgaven primært fokuserer på å utforske og forstå de underliggende barrierene og sammenhengene mellom dem.

Det foregår også en markedsundersøkelse parallelt med denne oppgaven innad i SirkPLATE-prosjektet, og denne oppgaven vil derfor ikke ta for seg dette, selv om det kunne vært interessant informasjon å ha med seg. Videre skal vi ikke vurdere, videreutvikle og teste alternative løsninger, da dette skal bli gjort i del 2 av SirkPLATE-prosjekter, og del 1 skal være grunnlag for dette.

Dette innebærer at oppgaven vil konsentrere seg om å samle og presentere relevant informasjon, i stedet for å kvantifisere eller evaluere de økonomiske og miljømessige konsekvensene av de ulike løsningene.

1.6 Oppgavens oppbygning

Denne bacheloroppgaven er en empirisk oppgave og strukturert på følgende måte:

1. Innledning: Innledningen presenterer bakgrunnen og formålet med oppgaven, introduserer problemstillingen, avgrensner oppgavens omfang og viser oppgavens struktur.
2. Teori: Denne delen dekker relevant teori og forskning rundt vannbåren gulvvarme i trebaserte plater. Videre beskrives dagens byggeprosesser samt aktuelle lover og forskrifter innen området. Til slutt beskrives ombruk, BIM og CNC-fres, og hvorfor dette er relevant for oppgaven.
3. Metode: Denne delen redegjør for de ulike metodene som er benyttet for å samle inn og analysere data, som befaringer, intervjuer og dokumentstudier, og forklarer hvordan analysen er gjort.
4. Analyse: I denne delen vil funnene bli delt opp og presentert i følgende hovedpunkter; bærekraft, prosjektgjennomføring og økonomi.
5. Drøfting: I denne delen drøftes funnene i lys av teori og forskning, samt i sammenheng med problemstillingen som ble presentert tidligere i oppgaven.
6. Avslutning: Denne delen oppsummerer oppgavens hovedfunn og gir en konklusjon basert på problemstillingen og resultatene. Forslag til videre arbeid blir også presentert i dette kapitlet.

2 Teori

Teoridelen i denne oppgaven vil ta for seg relevant teori knyttet til bruk av trebaserte plater for vannbåren gulvvarme. Hensikten å gi en grundig forståelse av konseptene som er involvert i prosjekteringen av denne type løsning.

Først vil vi forklare hva vannbåren varme er, hvorfor vi velger å fokusere på vannbåren gulvvarme i trebaserte plater i denne oppgaven, og løsningene til produsentene vi samarbeider med. Deretter vil vi forklare hvordan dagens byggeprosesser foregår, hvilke lover, forskrifter og veiledninger som er relevante, og hvorfor ombruk er relevant ved bruk av trebaserte plater. Vi vil også undersøke hvordan bruken av BIM og CNC-fres kan brukes i prosjekteringen av vannbåren gulvvarme i trebaserte plater.

2.1 Vannbåren gulvvarme i trebaserte plater

Vannbåren varme er en vanlig teknologi for oppvarming av bygninger og rom. Vann brukes som varmeoverføringsmedium, som sirkulerer gjennom rør og varmekilder som radiatorer og gulvvarme. Vannbåren varme kan brukes i både nye og eksisterende bygg og er ofte mer energieffektivt enn andre former for oppvarming, som for eksempel elektriske varmeovner. (Nordisk Energikontroll AS, u.å.)

Systemet fungerer ved at varmt vann pumpes gjennom rør fra varmekilden, og ut i rommet der varmen frigjøres, før vannet returnerer til varmekilden hvor vannet varmes opp igjen. Vannbåren varme gir jevn varmefordeling og temperaturen på vannet kan justeres for å oppnå ønsket romtemperatur (Standard Norge, 2020).

Disse egenskapene gjør at vannbåren varme egner seg godt som gulvvarme. Når det kommer til vannbåren gulvvarme, skiller man mellom våte og tørre gulvvarmeløsninger. Veiledningen for vannbåren gulvvarme forklarer litt om de forskjellige løsningene (Standard Norge, 2020):

Våte gulvvarmeløsninger

Våte gulvvarmeløsninger refererer til løsninger der rørene støpes ned i betong eller avrettingsmasse. Nedstøping av rør gir vanligvis den mest effektive varmeledningen, men også større termisk treghet på grunn av støpemassen. Derfor bør man prøve å minimere mengden støpemasse som brukes. Tykkelsen på støpen bestemmes ofte av støpemassen og kravene til overdekning og mekanisk styrke. Støpen er vanligvis forsterket med armeringsnett laget av metall eller glassfiber. Avrettingsmasse inneholder ofte gips eller fiberarmering. Bruk av metallpartikler i støpen kan også forbedre varmeledningsevnen. Betong har generelt bedre varmeledningsevne enn avrettingsmasse, mens avrettingsmasse er vanligvis tynnere og gir dermed mindre temperaturtap (Standard Norge, 2020).

Tørre gulvvarmeløsninger

Tørre gulvvarmesystemer refererer til løsninger der rørene ikke er nedsenket i betong eller avrettingsmasse, men heller integrert i selve gulvstrukturen. For å forbedre varmetransporten og fordelingen brukes ofte aluminiumsplater. Når slike aluminiumsplater har spor designet for å holde rørene på plass, kalles de ofte varmfordelingsplater. Disse platene skal ha minst 10 mm mellomrom mellom hver varmfordelingsplate og bør ikke overlape for å unngå knirkelyder. Samtidig bør de dekke minst 80 % av gulvoverflaten (Standard Norge, 2020).

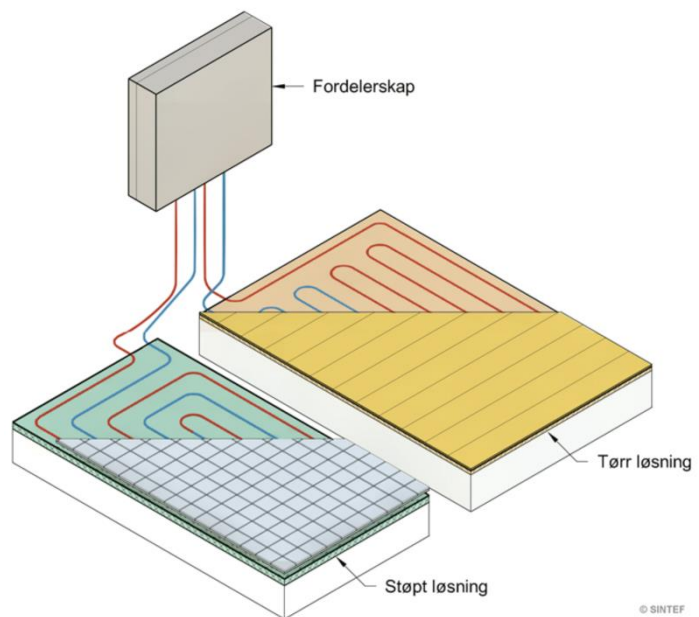


Figure 1 Illustrasjon av tørr og våt (støpt) løsning (SINTEF, 2020)

Tørre gulvvarmesystemer brukes vanligvis ikke i våtrom, selv om det finnes løsninger som tillater direkte legging av fliser. Største ulempen med tørre gulvvarmesystemer er økt termisk motstand, noe som fører til høyere vanntemperatur og redusert selvreguleringsevne. Fordelene med tørre gulvvarmesystemer inkluderer lav vekt, ofte lavere byggehøyde enn våte løsninger, og raskere responstid sammenlignet med tykkere, våte gulvvarmesystemer (Standard Norge, 2020). Som det fremgår, har begge løsningene sine fordeler og ulemper.

Både Hunton og Forestia sine produkter brukes i tørre gulvvarmeløsninger. Det er derfor denne oppgaven vil fokusere på denne type løsninger, og nytten disse produktene kan ha i et mer bærekraftig perspektiv. Det er allikevel viktig å nevne andre løsninger, som betong og avrettingsmasse, for å ha noe å direkte sammenlikne med. Vi vil videre forklare løsningene til begge produsentene for å gi en forståelse av produktene og et grunnlag til videre drøfting.

2.1.1 Forestia sin løsning

Thermogulv er et vannbårent gulvvarmesystem som tilbyr oppvarming av både gulv og rom. Dette produktet er designet for enkel installasjon og er velegnet for bruk i både nybygg og eksisterende bygninger. En av de viktigste fordelene med Thermogulv er at det bidrar til økt energieffektivitet i bygninger (Forestia, 2022).

Forestias sponplater produseres ved å bruke treflis og lim som bindemiddel. Treflisen kokes under høyt trykk for å mykne fibrene, og deretter blandes den med lim og presses sammen i en form til ønsket tykkelse. Platene blir deretter kuttet og slipt til ønsket størrelse og overflatekvalitet. Denne produksjonsprosessen resulterer i en holdbar og solid plate som kan brukes til en rekke byggeprosjekter. For å lage plass til rør i platene, freser Forestia spor i sponplatene ved hjelp av en spesialisert fres (Forestia, 2022).

Etter at platene er montert, er neste steg å legge ned varmfordelingsplatene i sporene. Disse platene er spesielt konstruert for å gi en jevn og komfortabel fordeling av varme. Ved å bruke varmfordelingsplatene blir varmen fordelt jevnt over hele rommet, og eliminerer kalde soner. I tillegg sikrer utformingen av varmfordelingsplatene en enkel installasjon.

Forestia Thermogulv Standardplate

Forestias Thermoplater er et gulvvarmesystem som benytter seg av vannbåren varme for å distribuere varme i ulike typer bygninger, deriblant boliger og større kommersielle bygg. Platene er et bærende undergulv, og tåler høy lastpåkjenning. (Grønnerud, 2021)



Figure 2 Thermogulv standardplate, foto: Forestia

Thermogulv fra Forestia tilbys i to kvalitetsnivåer, standard kvalitet (klimaklasse 1) og ekstra kvalitet (klimaklasse 2). Begge typene er utformet for å møte spesifikke bruks- og miljøkrav. Type P6, som tilhører klimaklasse 1, er ideell for tørre miljøer. Den egner seg i områder med jevn fuktighet og temperatur, og gir en pålitelig og langvarig løsning. Type P5/6, som tilhører klimaklasse 2, er konstruert for å tåle høye fuktighetsnivåer, noe som gjør den spesielt egnet for våtrom og bad. For å tilfredsstille ulike krav og sikre optimal effektivitet og holdbarhet på tvers av forskjellige bruksområder, tilbyr Forestia Thermogulv flere klimaklassifiseringer (Grønnerud, 2021).

Forestia Thermogulv Vendeplater



Figure 3 Thermogulv Vendeplate, foto: Forestia

Forestia har utviklet vendeplater for sitt standard kvalitet Thermogulv for å forenkle og effektivisere installasjonen av gulvvarme. Vendeplatene er en teknisk løsning som tilbyr en enklere metode for legging av gulvvarme, noe som potensielt kan redusere installasjonstiden og forhindre potensielle feil ved fresing av vendespor på byggeplass. (Vedlegg 1: Forestia)

I produksjonen av vendeplatene samarbeider Forestia med en nærliggende bedrift som freser sporene. Dette samarbeidet sikrer presisjon og kvalitet i produksjonen, og bidrar til en effektiv produksjonsprosess. Den nærliggende bedriften, som har maskiner som er godt egnet til fresing av sporene, bidrar til en produksjonsprosess med høy nøyaktighet og presisjon, noe som resulterer i vendeplater av høy kvalitet. Denne tekniske løsningen kan tilby en enkel og kostnadseffektiv måte å installere gulvvarme. (Vedlegg 1: Forestia)

2.1.2 Hunton sin løsning

Hunton Silencio Thermo er et innovativt produkt utviklet for å kombinere trinnlydsdemping og vannbåren gulvvarme. Platene i seg selv er ikke bærende, og er avhengig av et relativt plant og bærende underlag, som sponplater eller avrettete betongdekker. Platene kommer i to tykkelser, 36 mm og 24 mm, hvor 36 mm er utviklet for å tilfredsstille trinnlydskravene

mellom etasjer med lette etasjeskillere (Paustian, 2015). Silencio Thermo-plater er tilgjengelige i tre forskjellige typer: vendeplate, standardplate og fordelingsplate (Hunton, 2021).

Hunton Silencio Thermo er en miljøvennlig og energieffektiv lydisolasjonsløsning for gulv som benytter seg av vannbåren varme. Platene er fremstilt av granråvarer som kommer fra 100% PEFC-sertifisert skogdrift (Hunton, 2023). Silencio Thermo tilbyr en komplett løsning for gulvvarme og bidrar til å redusere støy.

Hunton produserer Silencio Thermo-plater ved å importere 12mm tykke plater fra Steico og lime sammen 2 eller 3 slike plater for å skape en 24mm eller 36mm tykk plate. Deretter freses det spor i platene, antall spor avhenger av om det er en standardplate eller en fordelingsplate som produseres (Hunton, 2023).

Produktene er bærekraftige, ettersom de er fremstilt av gjenvinnbart materiale. Produktene egner seg spesielt godt for bruk i boliger, men kan også brukes i større kommersielle bygg. Bruk av Silencio Thermo-plater muliggjør en reduksjon av støynivået og energisparing samtidig, noe som resulterer i en kostnadseffektiv løsning for bygninger.

Hunton Silencio Thermoplate

Silencio Thermo-standardplate er en trinnlydsplate med 2 eller 3 freste spor til vannbåren gulvvarme (Sintef, 2018).

Platens dimensjoner er 600 x 1800 x 36/24 mm, og den kan benyttes med forskjellige rørdimensjoner, inkludert 16 mm med en senteravstand på 200 mm, 17 mm med senteravstander på 200 mm eller 300 mm, samt 20 mm med en senteravstand på 300 mm. Disse dimensjonene gir fleksibilitet og tilpasningsmuligheter til ulike varmebehov (Hunton, 2021).

Silencio Thermo-standardplate er et pålitelig og effektivt produkt som bidrar til en mer komfortabel og støyreduert atmosfære i bygninger med gulvvarmesystemer.

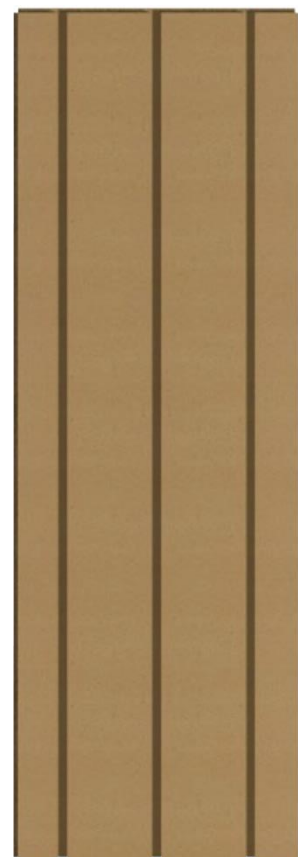


Figure 4 Silencio Thermo standardplate (Hunton, 2021)

Hunton Silencio Thermo-varmefordelingsplate

Varmefordelingsplate fungerer som et varmedistribusjonssystem, platene er nødvendige for å sikre jevn og rask varmefordeling i hele rommet (Meto Gruppen AS, u.å.).

Hunton Silencio Thermo Vendeplate

Silencio Thermo-vendeplater er et innovativt varmeløsningssystem utviklet for å forenkle installasjon av et slik



Figure 5 Silencio Thermo vendeplate (Hunton, 2021)

gulvvarmesystem, ved å fjerne behovet for fresing av vendespor. Disse vendeplatene er tilgjengelige i dimensjonene 300 x 1600/1800 x 36/24mm tilpasset for forskjellige rørtykkelser og senteravstand (Hunton, 2021). Platen kommer også med et spor for enklere føring av tur/retur-rør.

Hunton Silencio Thermo Fordelingselement

Fordelingselementet er en viktig del av systemet for Hunton Silencio Thermo, og brukes til rørføringer til og fra fordelingsskap der det er behov for plass til flere rørføringer. Fordelingsplaten har 6 spor, det er maks antall spor som platen kan ha før de faller fra hverandre. Ved at disse sporene kommer ferdig frest, fjerner man risiko for menneskelig feil ved tett fresing av spor, og man reduserer tidsbruk og avfall produsert på byggeplass (Vedlegg 1: Hunton).



Figure 6 Silencio Thermo Fordelingsplate (Hunton, 2021)

2.2 Dagens byggeprosess

Byggeprosessen for et bygg involverer flere aktører som samarbeider for å oppnå et ferdig produkt. Når man velger vannbåren varme, blir dette en del av oppbygningen av gulvet og installeres før installasjon av overgulv. I dagens byggeprosesser oppnås et jevnt undergulv vanligvis ved bruk av avrettingsmasse. Avrettingsmasse er en sementbasert masse som helles ut på underlaget og selvutjevner seg, noe som skaper en jevn og sømløs overflate (Store norske leksikon, u.å.).

Når det gjelder trebaserte plater, er det viktig å understreke at det kreves en jevn overflate før installasjon av platene. Dette oppnås vanligvis naturlig ved bruk av lette etasjeskillere, mens utfordringen ofte ligger i å oppnå en jevn overflate på tunge etasjeskillere som betongdekker. Dette skyldes ofte at betongdekkene legges med overhøyde, og derfor må det brukes avrettingsmasse uansett (Mollatt, 2019). Trebaserte plater for vannbåren varme finnes i ulike varianter med ferdigfreste spor, som for eksempel trinnlydsplatene fra Hunton og sponplatene fra Forestia. For å oppnå en optimal gulvvarmeløsning er det avgjørende å velge riktig type plate basert på konstruksjonsprinsippene som er brukt, samt relevante faktorer som økonomi, lydkrav og responstid.

Aktørene i byggeprosjektet, som arkitekter og entreprenører, vil i tillegg til å planlegge og installere vannbåren varme, også være involvert i valg av gulvbelegg og andre materialer som brukes i bygget. Det er derfor viktig at disse aktørene har kunnskap om vannbåren gulvvarme og hvilke materialer som egner seg sammen med denne løsningen.

Tegningene som benyttes i byggeprosessen spiller en vesentlig rolle når det gjelder planlegging og installasjon av vannbåren varme. Disse tegningene bør inneholde detaljert informasjon om rørsystemets plassering, herunder røravstander, leggemønstre og plassering av fordelingsskap. Videre bør tegningene inkludere høyde og oppbygning av gulvet og nødvendige konstruksjonselementer (Standard Norge, 2020). Dette vil sikre at alle involverte parter har en klar forståelse av kravene og forventningene til gulvvarmesystemet, og at det blir installert på en korrekt og effektiv måte.

For å kunne optimalisere planleggings- og produksjonsprosessene i gulvvarmeinstallasjoner med trebaserte plater, er det viktig å ha kunnskap om dagens byggeprosesser og utfordringene som finnes. I vår oppgave vil vi undersøke dagens praksis og identifisere barrierer for å ta i

bruk vannbåren varme i kombinasjon med trebaserte plater i gulv. Vi vil også foreslå løsninger for smartere planlegging og legging av vannbåren varme i trebaserte plater i gulv.

2.3 Lover, forskrifter og standarder

Lover, forskrifter og standarder spiller en essensiell rolle i byggeprosessen, da de sikrer at bygninger er trygge, funksjonelle og miljøvennlige for beboere og omgivelsene. Ved å følge gjeldende lover, forskrifter og standarder, sørger man for at byggeprosjekter oppfyller de nødvendige kravene til kvalitet, sikkerhet og bærekraft. I denne delen vil vi undersøke noen av de viktigste lovene, forskriftene og standardene som er relevante for vannbåren varme i trebaserte plater. Vi vil begynne med å se på TEK17, som er en sentral forskrift for byggetekniske krav i Norge, og deretter vil vi studere spesifikke forskrifter og standarder knyttet til lyd og brannsikkerhet.

2.3.1 TEK17

TEK17 (Byggeteknisk forskrift) er en sentral forskrift i Norge som regulerer byggetekniske krav for alle typer byggverk. Den er en del av plan- og bygningsloven og har som mål å sikre at byggverk oppfyller grunnleggende krav til helse, miljø, sikkerhet og funksjonalitet. TEK17 er viktig fordi den gir retningslinjer og minimumskrav som skal følges for å sikre at bygninger er trygge, funksjonelle og bærekraftige (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

TEK17 dekker et bredt spekter av temaer, inkludert lyd, brann og ombruk. Disse temaene vil bli diskutert i detalj senere i denne delen. Gjennom å følge kravene i TEK17, kan man sørge for at byggeprosjekter er i tråd med nasjonale mål for bærekraftig utvikling, og at bygninger er robuste, trygge og tilpasset fremtidens utfordringer.

For prosjekter som involverer vannbåren varme i trebaserte plater, er det viktig å være oppmerksom på de relevante kravene i TEK17 som påvirker både materialvalg og utførelse av arbeidet. Dette kan inkludere krav til energieffektivitet, lydisolering og brannsikkerhet. Ved å overholde TEK17, sikrer man at bygninger med vannbåren varme i trebaserte plater oppfyller lovpålagte krav og bidrar til en bærekraftig og trygg byggeskikk.

2.3.2 Lyd

Lydforhold i bygninger er en viktig faktor som påvirker beboernes komfort og livskvalitet. I konteksten av denne bacheloroppgaven, som fokuserer på vannbåren varme med trebaserte plater, er det nødvendig å vurdere lydisolasjonsegenskapene til de aktuelle materialene og konstruksjonsløsningene. Dårlig lydisolasjon kan redusere beboeres trivsel og tilfredshet med boligen, og dermed påvirke deres helse og velvære (Høsøien, 2016). For eksempel, i en horisontaldelt bolig med utilstrekkelig lydisolasjon, kan støy bli forstyrrende og føre til misnøye blant beboerne. Det er derfor viktig å følge kravene som er satt i forskriftene for å unngå dette.

For å sikre tilfredsstillende lydforhold i bygninger, er det i Norge etablert flere standarder og forskrifter som regulerer lydkrav. NS 8175 og TEK17 er to av de mest sentrale dokumentene som angir krav til lydisolering og lydforhold i byggverk (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.).

NS 8175:2012 er en norsk standard for lyd- og vibrasjonsforhold i bygninger. Den angir krav til luftlydisolering, trinnlydisolasjon, etterklangstid og støy fra tekniske installasjoner. Standarden er delt inn i ulike lydklasser (A, B, C og D) som representerer ulike nivåer av lydkomfort, hvor klasse A representerer den høyeste lydkomforten og klasse D det laveste akseptable nivået (Standard Norge, 2021). NS 8175 gir anbefalinger om hvilke lydklasser som bør benyttes for ulike typer bygg og rom. Det er luftlyd og trinnlydisolering som er de mest relevante lydutfordringene for vannbåren gulvvarme i trebaserte plater.

TEK17, på den annen side, er en forskrift som gir generelle krav til lydforhold i bygninger. I henhold til TEK17 skal byggverk prosjekteres og utføres slik at lydforholdene gir tilfredsstillende forhold for helse, trivsel, og tilgjengelighet for ulike brukergrupper. Dette innebærer at lydisolasjonen skal være tilstrekkelig for å unngå uønsket støy og forstyrrelser fra naboer, samt at støy fra tekniske installasjoner og utendørs kilder skal være på et akseptabelt nivå (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.).

Forskjellen mellom NS 8175 og TEK17 ligger i deres fokus og detaljeringsgrad. Mens TEK17 gir generelle krav til lydforhold, går NS 8175 mer i dybden og gir konkrete krav og anbefalinger for ulike lydklasser og bygningstyper. I praksis brukes NS 8175 som en veiledning for å oppnå de generelle kravene i TEK17. Det er vanlig å henvise til NS 8175 som

en del av kravspesifikasjonen i byggeprosjekter for å sikre at de tilfredsstillende både TEK17 og de forventede lydkravene for de aktuelle bygningene og rommene.

Produsentene har ofte utført egne tester med sine produkter og utviklet konstruksjonsløsninger basert på kravene i TEK17 og NS 8175. På nettsidene til Forestia og Hunton kan man finne hvordan man kan bruke de respektive platene i horisontale skillekonstruksjoner mellom boenheter for å overholde kravene.

I en samler rapport utført for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) undersøkes lydkravet mellom boenheter. Her konkluderer de med at det er betydelig misnøye med lydisolasjonskravet i horisontaldelte boliger, og da i hovedsak trinnlydisolasjon i lette konstruksjoner (Høsøien, 2016). Dette understreker at fokuset på lydisolering er et viktig aspekt i arbeidet med vannbåren varme med trebaserte plater, det er viktig å utforske og implementere konstruksjonsløsninger som gir gode lydisoleringsegenskaper.

2.3.3 Brann

Brannsikkerhet i bygninger er avgjørende for å beskytte mennesker og eiendom mot potensielle brannkatastrofer. I denne bacheloroppgavens kontekst, som fokuserer på vannbåren varme med trebaserte plater, er det viktig å vurdere brannmotstandsegenskapene til de aktuelle materialene og konstruksjonsløsningene. Uten tilstrekkelig brannmotstand kan det oppstå alvorlige konsekvenser for både mennesker og eiendom i tilfelle brann. For eksempel, hvis en horisontaldelt bolig med utilstrekkelig brannmotstand skulle oppleve en brann, kan flammene spre seg raskt mellom boenheter og forårsake betydelig skade og potensielle tap av liv.

Trebaserte materialer har naturlig nok en viss brannrisiko på grunn av deres brennbare natur, men ved å benytte riktig konstruksjonsløsning og behandling kan trebaserte løsninger oppfylle strenge krav til brannmotstand. Brannsikkerhet omfatter en rekke aspekter, inkludert materialvalg, konstruksjonsteknikker, brannalarmer, rømningsveier og slukkeutstyr (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.). Ved å følge relevante lover og forskrifter, samt anvende brannhemmende behandlinger og riktig konstruksjon, kan trebaserte løsninger med vannbåren varme oppnå tilstrekkelig brannsikkerhet og minimere risikoen for brannrelaterte hendelser. Dette understreker betydningen av å vurdere alle aspekter av brannsikkerhet i et byggeprosjekt.

I Norge er brannsikkerhet i bygninger regulert av TEK17, som setter krav til brannmotstand. Det er viktig at byggeprosjekter og materialvalg følger disse kravene for å sikre en tilstrekkelig brannsikkerhet. Forskriftene inkluderer krav til brannmotstandsklasser for ulike bygningsdeler og materialer, samt krav til røyk- og varmegjennomgang i konstruksjonen (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.). Det finnes i dag preaksepterte løsninger for både Hunton og Forestia sine plateprodukter som er innenfor dagens krav. Det er likevel viktig å ta hensyn til oppbygningen når man sammenlikner utslipp, tidsbruk og økonomi med andre løsninger som flytsparkel eller betong. Dette viser viktigheten av å være bevisst på brannsikkerhetskrav ved valg av materialer og konstruksjoner.

For å forbedre brannmotstanden til trebaserte materialer, kan de behandles med brannhemmende midler. Disse midlene reduserer brennbarheten og flammespredningen, og kan forsinke antenning og brannutvikling. Det finnes ulike metoder for brannhemmende behandling av tre, som for eksempel impregnering med kjemikalier, belegning med brannhemmende maling eller påføring av brannbeskyttende plater. I moderne bygg brukes ofte sistnevnte i himlingen for å forebygge brann i lette konstruksjoner (SINTEF, 2020). Valget av metode avhenger av kravene til det aktuelle prosjektet og egenskapene til de trebaserte materialene. Det er derfor essensielt å velge den mest egnede behandlingen for å optimalisere brannsikkerheten i trebaserte konstruksjoner.

2.3.4 NS-EN 1264: veiledning for gulvvarme i boliger og næringsbygg

NS-EN 1264 er en europeisk standard som gir veiledning for design, installasjon og ytelse av vannbårne gulvvarmesystemer i boliger og næringsbygg. Det er viktig å følge denne standarden for å sikre at vannbårne varmesystemer blir installert og driftet på en effektiv og sikker måte, samt for å oppnå optimal komfort for brukerne av bygningen.

Ved å følge anbefalingene i NS-EN 1264 ved installasjon av vannbåren varme i en bolig, sikrer man at varmen distribueres jevnt og effektivt gjennom gulvet. Dette bidrar til bedre energiutnyttelse og lavere energikostnader for beboerne, samt økt komfort og velvære. I tillegg reduseres risikoen for tekniske feil og potensielle problemer som kan oppstå dersom systemet ikke er riktig dimensjonert eller installert (Standard Norge, 2020).

Sammenfattende bidrar overholdelse av NS-EN 1264 til at vannbårne varmesystemer fungerer optimalt og oppfyller kravene til energieffektivitet, komfort og sikkerhet når man planlegger og installerer slike systemer.

2.4 Gjenvinning og ombruk

Gjenvinning i Norge er regulert i kapittel 5 i forurensningsloven, som beskriver bestemmelser rundt gjenvinning og definerer det som «ethvert tiltak der hovedresultatet er at avfall kommer til nytte ved å erstatte materialer som ellers ville blitt brukt, eller at avfall har blitt forberedt til dette» (Forurensningsloven, 2023). Forurensningsloven definerer også gjenvinning som et overordnet begrep for nyttiggjøring av avfall i form av ombruk, materialgjenvinning og energiutnyttelse (Aune, u.å.).

Ombruk, også kjent som gjenbruk, er en bærekraftig praksis som innebærer å ombruke materialer, komponenter eller hele bygninger i stedet for å produsere nye. Gjennom ombruk av bygningsmaterialer kan man minske mengden avfall og redusere utslipp innenfor den norske bygge-, anlegg- og eiendomssektoren (Kvellheim & Sandberg, 2021). Dette konseptet blir stadig mer populært i byggeindustrien som en del av sirkulær økonomi og bærekraftige byggepraksiser, og byr på flere fordeler, inkludert nedgang i material- og ressursforbruk, mindre avfall, samt kutt i energibruk og klimagassutslipp (Grønn Byggallianse, u.å.).

Det finnes ulike byggepraksiser som legger vekt på ombruk i prosjekteringen. Man kan designe konstruksjonselementer på en måte som gjør dem enkle å demontere, reparere og gjenbruke. Videre kan man fokusere på avfallshåndtering etter byggets levetid, noe som kan føre til at ressursene blir gjenbrukt til andre formål. Man kan også sette søkelys på forretningsmodeller som prefabrikasjon, der man kan bidra til å redusere avfall og utnytte eksisterende ressurser på en mer bærekraftig måte.

Prefabrikasjon innebærer produksjon av bygningsdeler eller moduler i en fabrikk før de transporteres til byggeplassen og monteres sammen. «Bruk av prefabrikkerte bygningselementer reduserer eller fjerner behovet for tilpasning og avfallsproduksjon på byggeplassen i forhold til plassbygde konstruksjoner» (Oldertrøen, 2020). Dette innebærer at prefabrikasjon kan minimere materialavfall og energiforbruk, samt redusere byggetiden og arbeidskraftbehovet.

Et eksempel på ombruk av trebaserte plater kan være å demontere og gjenbruke dem i nye byggeprosjekter, noe som kan redusere behovet for nye materialer og bidra til mindre avfall. Dette kan også ha økonomiske fordeler, da kostnadene for materialer kan reduseres ved gjenbruk. For å sikre at de gjenbrukte platene oppfyller nødvendige kvalitets- og sikkerhetskrav, bør det utføres en grundig inspeksjon og eventuell behandling eller reparasjon før de brukes i nye konstruksjoner (Grønn Byggallianse, 2021).

Å inkludere ombruk i byggeprosessen krever en mer grundig planlegging og koordinering mellom ulike aktører i byggebransjen. Arkitekter, ingeniører, byggtreprentører og materialleverandører må samarbeide tett for å finne løsninger som reduserer ressursforbruket og avfallet, og som sikrer at de gjenbrukte materialene og komponentene oppfyller nødvendige kvalitets- og sikkerhetskrav.

Ombruk og bærekraftige byggepraksiser bidrar til å fremme en sirkulær økonomi i byggebransjen, der materialer og ressurser holdes i bruk så lenge som mulig, og deres verdi bevares gjennom flere livssykluser. Dette kan bidra til å redusere miljøpåvirkningen fra byggeprosjekter og skape en mer bærekraftig og ressursbevisst bransje. Implementering av ombruk i byggeprosesser sikrer en bærekraftig fremtid for byggebransjen og skaper en mer miljøvennlig og ressurseffektiv sektor.

2.5 BIM

BIM (Building Information Modeling) er en moderne tilnærming som muliggjør digital opprettelse, administrasjon og deling av bygnings- eller konstruksjonsinformasjon. Ved å benytte 3D-modellering og datahåndtering, bidrar BIM-modellering til å utvikle en nøyaktig digital kopi av et byggeprosjekt. Denne digitale tvillingen inneholder omfattende informasjon om prosjektet, som bygningskomponenter, materialer, geometri og andre relevante detaljer (Nilssen & Stick, 2022).

I moderne konstruksjonspraksis benyttes BIM-modellering for å forbedre design- og konstruksjonsprosesser, samt drift og vedlikehold av konstruksjon. Modelleringsteknikken bidrar til å fremme energieffektivitet og bærekraft, samtidig som den reduserer byggekostnader og tidslinjer ved å avdekke og utbedre problemer på et tidlig stadium.

BIM-modellering er en effektiv måte å fremme samarbeid og kommunikasjon mellom ulike interessenter i byggebransjen. Dette inkluderer arkitekter, ingeniører, entreprenører og leverandører. Plattformen som tilbys av BIM-modellering sikrer at alle relevante parter jobber sammen mot et felles mål, og minimerer feil og forsinkelser. Som et resultat bidrar BIM-modellering til bedre bygninger som tilbyr forbedret funksjonalitet, lang levetid og verdi for alle involverte (Nordic BIM Group, u.å).

I tilfelle av Hunton og Forestias løsninger for vannbåren varme, kan BIM være svært relevant for både salg og produksjon. Ved å bruke BIM-teknologi kan fabrikker effektivt vise frem produktene sine til kundene ved å presentere digitale bygningsmodeller som illustrerer integreringen av Hunton Silencio Thermo og Forestia Thermogulv i en struktur. Arkitekter, entreprenører og andre parter kan visualisere produktenes funksjonelle nytte i en bygnings design. I tillegg kan denne tilnærmingen fremheve produktenes ulike egenskaper og verdiforslag, og dermed muliggjøre effektive demonstrasjoner for potensielle kunder.

BIM kan hjelpe fabrikkene ved å effektivisere produksjonsprosessen. Ved å utnytte digitale modeller kan fabrikker planlegge og effektivisere produksjonen, forutsi materialbehov og identifisere potensielle feil i produksjonen. Dette kan bidra til å vise produktets verdier og egenskaper for potensielle kunder. (Prodsys, u.å.)

BIM kan være et verdifullt verktøy for fabrikker som Hunton og Forestia. Det kan hjelpe dem med å selge produktene ved å visualisere deres funksjon i et bygg, samtidig som det kan bidra til å forbedre produksjonsprosessen. Ved å benytte BIM i både salgs- og produksjonsprosesser, kan fabrikkene oppnå økt effektivitet og styrke konkurransekraften i markedet.

2.6 CNC-fres

En svært allsidig CNC-fresemaskin er i stand til å kutte og forme ulike materialer som plast, metall og tre ved hjelp av et roterende skjæreverktøy. Disse maskinene styres av en datamaskin som er forhåndsprogrammert for å utføre nøyaktig skjæring og forming av materialer. CNC-fresemaskiner finnes i ulike størrelser og funksjoner, noe som gjør det mulig å utføre både enkle og komplekse oppgaver.

Disse maskinene er svært fordelaktige for produksjonsindustrien, ettersom de kan automatisere skjære- og formingsprosessen. CNC-fresemaskiner kan produsere store mengder identiske deler raskt og nøyaktig, noe som gjør dem ideelle for masseproduksjon. De kan også lage enkeltdeler og spesialdesignede komponenter. Denne teknologien øker effektiviteten, hastigheten og nøyaktigheten i produksjonsprosessen. Ved å automatisere skjæring og forming av materialer, kan bedrifter redusere kostnader, forbedre produksjonsvolumet og øke kvaliteten på produktene sine (McCarthy & McGeough, u.å).

3 Metode

I dette kapittelet vil vi presentere de metodene som er benyttet for å samle inn og analysere data i denne studien. Hensikten med metodekapittelet er å gi en oversikt over de ulike tilnærmingene som er brukt for å samle inn informasjon og beskrive hvordan dataene er behandlet og analysert. Kapittelet er strukturert i seks underkapitler, som hver fokuserer på en bestemt metode eller kilde til datainnsamling og analyse.

Først presenteres befaringene av fabrikkene, som inkluderer formålet med befaringene, en beskrivelse av fabrikken og produksjonsprosessen, samt dokumentasjon av produksjonsprosessen i form av bilder og notater. Deretter presenteres befaringene på byggeplassene, som beskriver formålet med befaringene, samt en beskrivelse av byggeplassen og installasjonen av gulvvarmeløsningen.

Videre beskrives møtet med arkitekten, der formålet med møtet og en beskrivelse av møtet presenteres. Dette følges av et intervju med utførende, hvor formålet med intervjuet og informasjon fra intervjuet blir presentert.

Deretter presenteres dokumentstudiet og formålet med dette. Til slutt presenteres analysen av dataene, inkludert formålet med analysen, beskrivelsen av analysen og analysemetoden som er brukt.

Gjennom denne metodiske tilnærmingen har vi samlet et bredt spekter av data for å kunne besvare forskningsspørsmålene på en grundig og helhetlig måte.

3.1 Befaring av fabrikk

For å få innsikt i produksjonen av platene, var det viktig for gruppen å besøke fabrikkene. Befaringen ga en god oversikt over eksisterende produksjonsprosesser og fabrikkens kapasiteter. Samtaler med fabrikkpersonalet bidro også til å gi innsikt i fremtidige planer.

3.1.1 Formål med befarings

Gruppen besøkte Forestias fabrikk, hvor sponplater med spor for vannbåren varme produseres, og en av Hunttons fabrikker, som produserer trinnlydsplater med spor for vannbåren varme. Befaringen hadde som formål å gi en bedre forståelse av fabrikkenes produksjonskapasiteter sammenlignet med det som kunne oppnås gjennom litteraturstudier alene

3.1.2 Beskrivelse av fabrikken, produksjonsprosessen og informasjon fra fabrikkpersonal

Forestia

Forestias fabrikk ligger i Braskereidfoss i Våler kommune. Her produseres alle Forestias produkter, inkludert Forestia Thermogulv. Thermogulvplatene produseres som vanlige sponplater før sporene freses ut. Fresemaskinen som benyttes kan kun lage rette spor i platene. Dermed har Forestia begrensede muligheter for å tilpasse platene til individuelle prosjekter. To ulike Thermogulv-plater produseres – én for det norske markedet med tre spor og én for det danske markedet med to spor.

Under fabrikkbesøket fikk gruppen vite om Forestias fremtidsplaner. De skal bygge et renseanlegg for returtrevirke, da de har erfart at renseanlegg fra andre aktører ikke renser tilstrekkelig. Gruppen ble også informert om at Forestia planlegger å lansere en vendeplate for sitt Thermogulv. Forestia har ingen CNC-fres til å frese sporene i vendeplatene, så en annen lokal bedrift med en CNC-fres skal gjøre dette.

Hunton

Hunton har flere fabrikker, men den fabrikken gruppen besøkte ligger i Gjøvik kommune. Her produseres tak- og veggplatene Hunton Vindtett, Vindtett Pluss og Undertak, samt trinnlydsplatene Silencio og Silencio Thermo. Silencio Thermo produseres ved å lime sammen to eller tre trefiberplater fra Steico, som produseres i Polen, deretter freses sporene. Platene kommer i tre versjoner: standard, fordeling og vendeplate. Standard- og

fordelingsplatene produseres i samme maskin, men med forskjellig c/c-avstand, mens vendeplatene produseres i en egen maskin. Fabrikken har ingen CNC-fres.

I samtaler med fabrikkpersonalet fikk gruppen vite at Hunton ønsker å bli mer sirkulære i sin produksjon. Det ble også opplyst at antallet spor som er frest i fordelingsplaten til Silencio Thermo er det maksimale antallet som kan freses før platene faller fra hverandre.

3.1.3 Dokumentasjon av produksjonsprosessen

Forestia

Dette er starten av produksjonsfasen til Forestia sine sponplater. Bildet viser treflis som er lagt på et bånd i starten av produksjonslinjen. Treflisen blir lagt på i flere lag, bilde viser det første laget. Når alle lagene med flis er lagt på vil den ukomprimerte platen være vesentlig tykkere enn sluttproduktet.



Figure 8 Flis lagt lag på lag, foto: Privat

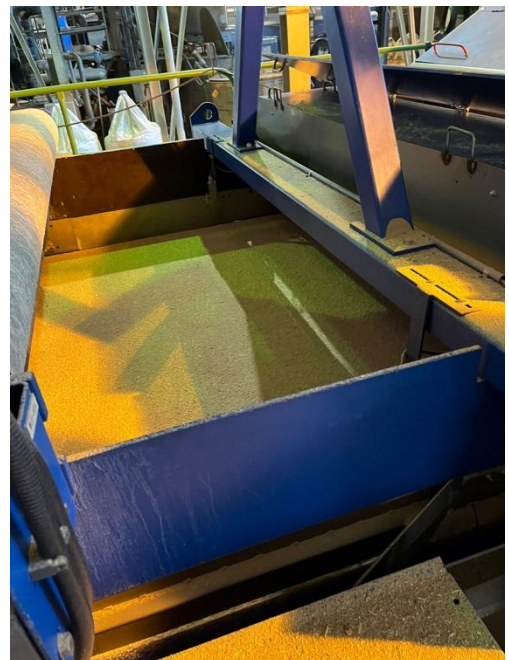


Figure 7 Flis som brukes i Thermogulvet, foto: Privat

Her ser vi den ukomprimerte platen med alle lagene flis påført.

Platen er nå presset sammen til nesten 22mm og skal videre inn i ovnen for baking. Under bakeprosessen vil platen slippe ut noe væske og vil da få en endelig tykkelse på 22mm.



Figure 9 Ovnene skal bake platene, foto: Privat



Figure 10 Platene blir kuttet, foto: Privat

Platene kommer ut fra ovnen som er på høyre siden av bildet og skal rett inn i et kjøleanlegg. Her er platen 22mm tykk. Når platen kommer ut av ovnen vil den ha en glatt overflate. Her blir også platene kuttet opp i rektangler, og skal videre til et kjøleanlegg.

Dette er kjøleanlegget Forestia bruker. Dette anlegget bygger på to halvsirkler, som langsomt roterer, hver plate vil gå gjennom halvsirkelen to ganger. Dette sikrer en langsom nedkjøling. Den ferdige nedkjølte platen vil nå gå videre i prosessen.



Figure 11 Platene kjøles ned, foto: Privat



Figure 12 Platene får overflatebehandling, foto: Privat

Her kommer platene som er ferdig nedkjølte, over til et nytt bånd. Ved det nye båndet blir platene overflatebehandlet slik at platene får en mindre glatt overflate.

Dette er et bilde av båndet hvor platene kommer etter overflatebehandlingen. Her blir platene delt opp til riktig størrelse og blir påført en grønnfarge for å skille vanlig plater med plater som er motstandsdyktig mot fuktighet.

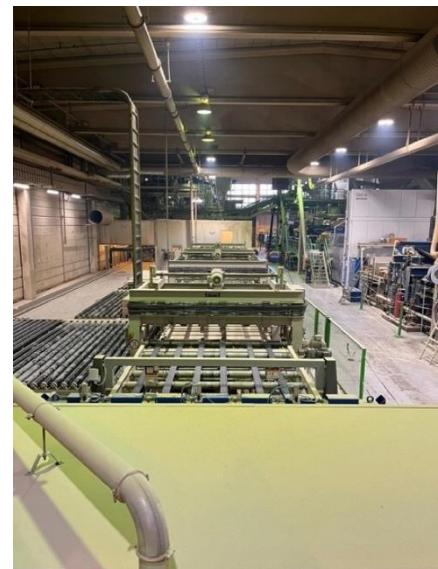


Figure 13 Platene for sin form, foto: Privat



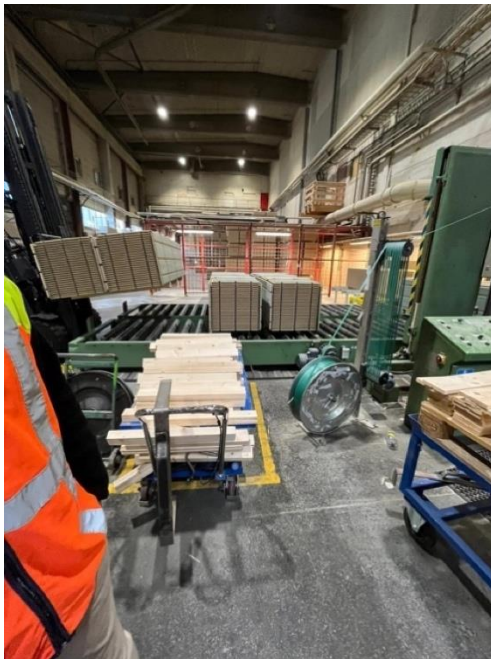
Figure 14 Klar til fresing, foto: Privat

Her har sponplatene får frest ferdig not og fjær, og de platene som kun skal bli standard sponplater vil være ferdige. Platene som skal bli Thermoplater går videre til neste steg i prosessen.

Platene som er stablet oppå hverandre vil bli sendt en etter en inn i fresen. Fresen kan frese ut to eller tre spor avhengig av hva den er innstilt til. Plater med tre spor brukes i det norske og det svenske markedet, mens plater med to spor brukes i det danske markedet.



Figure 15 Sponplatene fresers og Thermoplatene blir til, foto: Privat



Her kommer de ferdigfresede plater ut stablet oppå hverandre. Deretter pakkes de, og gjøres klar til utsending.

Figure 16 Thermoplatene klar til salg, foto: Privat

Hunton

På bildet ser man Steico-plater som er klare til sammenliming. Disse platene skal videre sendes til båndet.



Figure 17 Steico plater klare til liming, foto: Privat



Figure 18 Steico platene limes, foto: Privat

Bildet viser Steico-platene som limes sammen til Silencio-plater. Steico platene er 12mm tykke. Denne delen av maskinen har i oppgave å lime to eller tre Steico-plater sammen avhengig av ønsket tykkelse på Silencio plater.

Platene som ble limt sammen i forrige prosess blir deretter presset sammen slik at limet blir fordelt og godt heftet. Etter denne prosessen velger Hunton om platene skal videre bearbeides til Silencio Thermo plater eller om de skal være vanlige Silencio plater og bli fraktet over til pakkestasjonen.

Disse 24mm eller 36mm tykke Silencio-platene blir frest ut i neste prosess av produksjonen, og slik blir Silencio Thermo-plater til.



Figure 19 3 lag med Steico plater presses sammen, foto: Privat



Figure 20 Vendeplatene klar til fresing, foto: Privat

Vendeplatene har samme produksjonsmetode som standardplatene til Silencio Thermo frem til det blir frest ut spor. Vendeplatene har en egen fres som freser ut vendesporene til platen. Bildet her viser maskinen som freser sporene til vendeplatene.

3.2 Befaring på byggeplass

Befaring på byggeplass er en viktig metode for å samle informasjon om hvordan vannbåren varme i trebaserte plater blir brukt i dagens byggeprosjekter. Gjennom en befaring kan man få innsikt i arbeidsprosesser, materialer og utstyr som benyttes. I tillegg gir det muligheten til å snakke med ulike aktører i byggebransjen og høre deres meninger og erfaringer.

3.2.1 Formålet med befaringen

BoligPartner

BoligPartner-prosjektet er et boligprosjekt der man prøver å utarbeide boliger der tre som byggemateriale kombineres med miljøvennlige løsninger. I dette prosjektet benyttes Hunton Silencio Thermo som trinnlydsplater og til vannbåren gulvvarme. Prosjektet består av 11 leiligheter som varierer i størrelse fra 60 til 104 kvadratmeter.

Formålet med befaringen på byggeplassen er å samle informasjon om installasjon av Hunton Silencio Thermo og hvordan dette er integrert i byggeprosjektet. Befaringen vil gi en dypere forståelse av materialvalg og valg av varmekilde. Ved å observere installasjon av produktet på byggeplass, er formålet å identifisere eventuelle utfordringer eller problemer som kan påvirke byggeprosjektet. Dette vil gi verdifull informasjon for å besvare problemstillingen og gi en mer grundig analyse av byggeprosjektet. Observasjonene vil bidra til å identifisere områder

hvor det kan være behov for forbedringer eller endringer og kan gi konkrete anbefalinger for å optimalisere installasjonsprosessen.

Backe

I motsetning til BoligPartner-prosjektet, er det planlagt å bruke vannbåren gulvvarme nedstøpt i avrettingsmasse på Backe-prosjektet. Ved å besøke prosjekter med ulike løsninger kan man få dypere innsikt i valg av løsning. Befaringen på Backe-prosjektet skjer etter befaringen på BoligPartner-prosjektet, og informasjonen fra den første befaringen vil bli tatt med videre i denne befaringen.

Formålet med befaringen er å samle informasjon om den valgte løsningen og hvordan installasjonen foregår. Det er også ønskelig å finne ut hvem som tar valget om gulvvarmeløsning og hvorfor den aktuelle løsningen ble valgt. I tillegg vil det gi informasjon om eventuelle fordeler og ulemper ved denne løsningen og om det finnes mulige forbedringspotensialer ved valg av gulvvarmeløsning. Fordi oppgavens fokus er på trebaserte plater og dette prosjektet bruker avrettingsmasse, er det ønskelig at befaringen og intervju med prosjektleder og utførende er så nøytralt som mulig. Denne befaringen vil gi oss verdifull informasjon til å besvare problemstillingen.

3.2.2 Beskrivelse av byggeplassen og installasjonen av gulvvarmeløsning

BoligPartner

Befaringen på byggeplassen ga oss muligheten til å observere installasjonen av Hunton Silencio Thermo, samt oppbygningen av et trehus på tre etasjer. Vi ble mottatt av prosjektleder og gikk gjennom plantegninger og diskuterte dagens byggepraksiser og løsningene som var valgt i dette prosjektet.

Under befaringen fikk vi se hvordan platene var montert, og prosjektlederen påpekte at det ble mange lag ved valg av denne løsningen på grunn av brann- og lydkrav. Prosjektlederen nevnte at de derfor vurderer å bruke flytsparkel i stedet for trebaserte plater til vannbåren varme i neste prosjekt. Prosjektlederen valgte å ikke bruke vendeplatene til Hunton fordi hen mente det var mer kostbart enn å frese spor selv.

Vi diskuterte også mulige forbedringer i installasjonsprosessen for trebaserte plater med prosjektlederen, og nevnte ideen om en prefabrikasjon-løsning, der alle platene kommer ferdig tilpasset og frest fra fabrikk. Hen mente at en slik løsning kunne gjøre det mer aktuelt å velge trebaserte plater.

Denne befaringen ga oss verdifull innsikt i installasjonen av trebaserte plater og potensielle utfordringer og muligheter knyttet til dette produktet. Informasjonen som er samlet inn er nyttig for å besvare problemstillingen i bacheloroppgaven og gi en mer helhetlig forståelse av byggeprosjektet.

Backe

To uker før befaringen gjennomførte vi et Teams-møte med prosjektleder og en representant fra underentreprenøren som leverer vannbåren gulvvarme i flytsparkel. På møtet ble det snakket om hva gruppen ønsket å observere på byggeplass og litt om prosjektet.

Under vår påfølgende befaring på byggeplassen, kunne vi observere to distinkte faser av installasjonen av vannbåren gulvvarme i flytsparkel. I én del av bygget hadde sparklingsarbeidet blitt fullført, og overflaten var tørr nok til å ferdes på. I en annen del av bygget var et lag Rockwool isolasjon nylig lagt, med en trinnlydsplate spesielt tilpasset for vannbåren gulvvarme oppå. Det ble forklart at rør til vannbåren varme ville bli lagt ut på trinnlydsplaten og festet med kramper, etterfulgt av en sparklingsprosess.

Vår dialog med prosjektlederen antydte at løsninger med flytsparkel er mer kostnadseffektive enn trebaserte plater i større prosjekter, med en estimering på 9 av 10 tilfeller. Videre ble det opplyst at varmeisolasjon benyttes over rørføringer til og fra fordelingsskapet for å minimere varmetap og hindre oppvarming av feil rom. Utførende part delte med oss at flytsparkel vanligvis legges i to omganger for å sikre optimal høyde og et jevnt resultat. En samtidig støping er mulig, men bærer med seg en økt risiko for feil. Det ble også informert om at flytsparkel er gangbar omtrent 2 timer etter støping, og at en ventetid på omtrent 20 dager er nødvendig før legging av gulvbelegg kan påbegynnes. Prosessen med rørlegging beskrives som en to-manns jobb; én person plasserer rørene, mens en annen fester dem. Samtaler med både utførende part og prosjektleder opplyste oss om at vekten på flytsparkel er 17 kg per cm tykkelse per kvadratmeter.

3.3 Møte med arkitekt

Innenfor arkitekturfeltet spiller valg av materialer en sentral rolle i utformingen av bygninger. Arkitekter er ofte med på å ta beslutninger om materialvalg i byggeprosjekter, og deres perspektiv og innsikt kan være verdifullt for å forstå bruken av trebaserte plater i byggeprosjekter. I denne delen vil vi beskrive møtet med en arkitekt som er involvert i SirkPLATE-prosjektet og diskutere formålet med møtet.

3.3.1 Formålet med møtet med arkitekt

Det var arkitekten som kom med den grunnleggende ideen, som NWC utviklet videre til SirkPLATE-prosjektet. Formålet med møtet var å diskutere rundt denne ideen og hvilke tanker arkitekten har rundt bruk og prosjektering av trebaserte plater i byggeprosjektet. Dette vil hjelpe å bedre forstå bruken av trebaserte plater i ulike byggeprosjekter og identifisere mulige utfordringer og løsninger ved dette. Vi vil også bruke dette møtet til å få mer informasjon om krav eller begrensninger som kan påvirke bruken av trebaserte plater i ulike byggeprosjekter.

3.3.2 Beskrivelse av møtet med arkitekten

Møtet med arkitekten fant sted våren 2023. Møtet hadde en uformell tone og målet var å diskutere ulike aspekter ved bruk av trebaserte plater med vannbåren varme.

Under møtet ble det diskutert flere temaer, blant annet valg av forskjellige plater til vannbåren varme, BIM-modellering, muligheten for en løsning med ferdigfreste spor på platene slik at de ikke trenger mer fresing på byggeplass, plassering av fordelingsskap, kostnader, samt lyd- og brannkrav. Vi delte også våre erfaringer fra befaringen hos BoligPartner.

Gjennom samtalen fikk vi verdifulle perspektiver fra arkitekten som vil hjelpe oss med å bedre forstå bruken av trebaserte plater i byggeprosjekter, samt identifisere mulige utfordringer og løsninger knyttet til dette. Informasjonen fra dette møtet vil bli benyttet i det videre arbeidet med bacheloroppgaven.

3.4 Intervju med utførende rørlegger

3.4.1 Formål med intervjuet

Formålet med intervjuet var å samle informasjon om installasjon av vannbåren gulvvarme i byggeprosjekter, og hvordan dette er integrert i byggeprosjektet. Intervjuet skulle gi en dypere forståelse av valg av varmekilde og arbeidsprosessen, samt identifisere eventuelle utfordringer og problemer som kan påvirke et byggeprosjekt. Ved å intervju en rørlegger med erfaring innen installasjon av vannbåren varme, ønsket gruppen å få verdifull informasjon for å besvare problemstillingen i oppgaven og gi en mer grundig forståelse av installasjonsdelen av byggeprosjekter. Intervjuet vil bidra til å identifisere områder hvor det kan være behov for forbedringer eller endringer, og kunne gi konkrete anbefalinger for å optimalisere installasjonsprosessen.

3.4.2 Informasjon fra intervjuet

Under intervjuet fikk gruppen innsikt i rørleggerens erfaringer med installasjon av vannbåren gulvvarme, spesielt i forbindelse med sponplater. Rørleggeren forklarte at de jobber med både eneboliger og leilighetsbygg, og bruker både trebaserte og sementbaserte løsninger. De opplyste at valg av vannbåren varme i stedet for elektriske varmekabler ofte er basert på økonomi og råd, og at vannbåren varme gir flere fleksible løsninger. Rørleggeren fortalte også at de har opplevd noen problemer med knirk i gulvet, grunnet monteringsfeil av varmefordelingsplater, men at de generelt ikke ser på trebaserte plater som problematiske. De nevnte også at valg av leggemønster for kablene i trebaserte plater ikke er ansett som et stort problem, ettersom senteravstanden i platene er liten nok. Det er heller ikke stor nok forskjell i temperatur på tur og retur-rør til at dette er en utfordring. Dette intervjuet ga verdifull innsikt i praktiske erfaringer med installasjon av vannbåren varme i byggeprosjekter, og vil bidra til å styrke analysen og anbefalingene i bacheloroppgaven.

3.5 Dokumentstudie

For å undersøke relevante lover, forskrifter, veiledere, standarder, rapporter og bedrifters egne dokumenter, gjennomføres en dokumentstudie. Dette innebærer en systematisk gjennomgang og analyse av skriftlig materiale som er relevant for problemstillingen (Jacobsen, 2005). Studien vil bidra til en bred forståelse av problemstillingen og hjelpe med å identifisere eventuelle kunnskapsgap.

Vi vil benytte produktleverandørenes hjemmesider, Hunton og Forestia, for å samle informasjon om produktenes egenskaper, bruksområder og installasjon. Vi vil også benytte oss av veiledningen til legging av vannbåren varme, NS-EN 1264, for å samle informasjon om kravene til legging av vannbåren varme og eventuelle spesifikke krav som gjelder trebaserte plater. Videre vil vi undersøke Byggingteknisk forskrift (TEK17), som fastsetter kravene til byggingverkets tekniske egenskaper, inkludert brannsikkerhet, akustikk og energieffektivitet. Til slutt vil vi gå gjennom relevante rapporter om lyd og ombruk som vi finner på nettet.

3.5.1 Formål med dokumentstudiet

Formålet med studien er å finne og benytte relevant informasjon om trebaserte plater og vannbåren varme fra pålitelige og troverdige kilder. Ved å bruke denne informasjonen vil vi oppnå en bedre forståelse av produktene, deres egenskaper, bruksområder og installasjon. Vi vil i tillegg kunne tilegne oss informasjon om gjeldende lover og forskrifter, som kan brukes som en bakgrunn for å besvare problemstillingen. Vi vil også undersøke eventuelle utfordringer knyttet til bruk av trebaserte plater sammen med vannbåren varme, og hvilken informasjon som eventuelt mangler eller kan forbedres.

3.6 Analyse av data

3.6.1 Formål med analysen

Formålet med analysen av dataene er å identifisere og evaluere informasjonen som er samlet inn gjennom befaringene på fabrikkene, på byggeplassen og dokumentanalyse. Målet er å få en dypere forståelse av bruksområdene, egenskapene og installasjonen av vannbåren varme i trebaserte plater, samt å identifisere eventuelle utfordringer og muligheter knyttet til produktet. Analysen vil bidra til å besvare problemstillingen ved å sammenstille og tolke funnene fra de ulike datakildene

3.6.2 Beskrivelse av analysen

Analysen vil være en kvalitativ analyse, hvor informasjonen som er samlet inn fra befaringene, intervjuene og dokumentasjonen vil bli tolket og analysert for å identifisere mønstre, temaer og sammenhenger. Dataen som blir analysert vil bli kategorisert i tre hovedkategorier; bærekraft, prosjektgjennomføring og økonomi, og funnene blir presentert i analyse-kapittelet. Kvalitativ analyse vil bli brukt for å forstå de underliggende årsakene, meningene og motivasjonene bak de ulike aspektene ved bruk av vannbåren varme i trebaserte plater. Ved å benytte kvalitative analysemetoder vil vi kunne trekke konklusjoner og gi anbefalinger basert på den samlede informasjonen fra forskningsprosessen.

3.6.3 Beskrivelse av datamaterialet

Datamaterialet som vil bli analysert, inkluderer informasjon vi tilegnet oss på befaringene på fabrikkene og byggeplassene, informasjon hentet fra arkitekt og rørlegger, samt relevante kilder fra dokumentstudiet. Dette vil gi en bredde av informasjon og perspektiver som vil bidra til en dypere og mer helhetlig forståelse av problemstillingen. Datamaterialet vil også gi innsikt i de tekniske, økonomiske og miljømessige aspektene ved bruk av vannbåren varme i trebaserte plater, samt utfordringer og muligheter knyttet til installasjon, drift og vedlikehold.

3.6.4 Beskrivelse av analysemetoden

I denne studien vil tematisk analyse bli benyttet som analysemetode for å undersøke og evaluere dataene som er samlet inn gjennom befaringer, intervjuer og dokumentstudier. Vi vil følge metoden for tematisk analyse etter «How to do thematic analysis», som gir et steg for steg forklaring av hvordan utføre en tematisk analyse (Caulfield, 2022). Tematisk analyse er en kvalitativ metode som innebærer å identifisere, analysere og rapportere mønstre eller temaer som er funnet i datamaterialet. Denne metoden er valgt fordi den er fleksibel og passer godt til å analysere data fra forskjellige kilder, samtidig som den gir en systematisk og grundig analyse av innholdet.

Analysen vil følge seks trinn:

1. Familiarisering med data: Gjennomgå datamaterialet nøye for å bli kjent med innholdet og få en generell forståelse av informasjonen.
2. Generering av initiale koder: Identifisere meningsfulle elementer i datamaterialet og tildele koder til disse elementene. Kodingen vil bli gjort både deduktivt, basert på de tre hovedkategoriene (bærekraft, prosjektgjennomføring og økonomi), og induktivt, basert på nye temaer og mønstre som oppdages i dataene.
3. Søke etter temaer: Gruppere kodede elementer sammen i potensielle temaer og subtemaer som er relevante for forskningsspørsmålene.
4. Gjennomgå temaer: Kontroller og sammenligne temaene for å sikre at de er konsistente og relevante, og omorganisere eller kombinere temaer ved behov.
5. Definere og navngi temaer: Gi hvert tema en klar og konsis beskrivelse og navn som reflekterer dets innhold og betydning i forhold til problemstillingen.
6. Skrive analysen: Sammenstille og diskutere funnene fra temaene og subtemaene i analyse- og drøftingskapitlene, med henvisning til relevant teori og tidligere forskning.

Gjennom å følge disse trinnene, vil tematisk analyse gi en systematisk og grundig gjennomgang av dataene, og bidra til å identifisere viktige innsikter og funn knyttet til bruken av vannbåren varme i trebaserte plater. Denne metoden vil også gi en solid basis for å trekke konklusjoner og gi anbefalinger for videre forskning og praksis.

4 Analyse

I dette kapitlet presenteres hovedfunnene fra undersøkelsen av vannbåren varme i trebaserte plater og deres bruk i byggeprosjekter. Resultatene er delt inn i tre hovedkategorier: bærekraft, prosjektgjennomføring og økonomi. Disse kategoriene gir en helhetlig forståelse av de mulige fordelene og utfordringene knyttet til deres bruk. Gjennom en grundig analyse vil funnene kunne hjelpe å besvare problemstillingen og vurdere om trebaserte plater er en bærekraftig og praktisk løsning for byggebransjen.

4.1 Bærekraft

4.1.1 Bransjens syn på bærekraft

I analysen av bærekraft ble det identifisert flere interessante aspekter når det kommer til bransjens syn på bærekraft. For det første ble det funnet at det foregår en indirekte sirkulær tilnærming i produksjonen til Hunton, hvor feilprodusert materiale og avfall fra fabrikken blir gjenbrukt i fremstillingen av nye plater. Samtidig kjører lastebilene aldri tomme til og fra fabrikken (Vedlegg 1: Hunton). Dette bidrar til å redusere materialavfall, øke effektiviteten i produksjonsprosessen og minimere utslipp fra lastebilene. Hunton bruker et intelligent system for feilprodusert og avfall som kommer i produksjonslinjen, hvor det blir vasket og sendt tilbake til beholderen for å bli et nytt produkt (Vedlegg 1: Hunton). Til produksjonen av platene blir det brukt trevirke fra 100% PEFC-sertifisert skogbruk (Vedlegg 1: Hunton). Videre ønsker Hunton å bli 100% sirkulær og ser frem til en ny og mer bærekraftig produksjon ved å gjenbruke og få mest mulig inn i en sirkulær gjenbruk (Vedlegg 1: Hunton).

Videre ble det oppdaget at Forestia planlegger å bygge en returfabrikk, som tar imot brukt trevirke og gjenvinner dem for å lage nye produkter (Vedlegg 1: Forestia). Fabrikken har som mål å gjenvinne 100.000 tonn treavfall i året, og vil kunne føre til et redusert CO₂-utslipp (Innovasjon Norge, 2023). Dette vil også gjøre produksjonen mer bærekraftig med fokus på gjenvinning. De har allerede fått tilskudd til dette fra Innovasjon Norge (Innovasjon Norge, 2023). Årsaken til at Forestia velger å bygge en egen returfabrikk er at de opplevde at returtrevirke fra andre rensaneanlegg ikke var godt nok rensset, og at de derfor ikke kan bruke det i sine produksjonsprosesser (Vedlegg 1: Forestia). Forestia satser på kortreiste produkter og

henter mesteparten av materialene fra Moelven Våler eller skogeiere nære Våler området (Vedlegg 1: Forestia). Fabrikken er også lokalisert i dette området.

Også ute på prosjekter viser det tegn til økt fokus på bærekraft. På prosjektet til BoligPartner fortalte prosjektlederen at valget av trebaserte plater var viktig når det gjaldt materialbruk, da man ønsker mest mulig trevirke i bygget og best mulig miljøprofil (Vedlegg 1: BoligPartner). I tillegg fortalte prosjektlederen at det er mer energibesparende å bruke trebaserte plater enn betong (Vedlegg 1: BoligPartner). Prosjektlederen på Backe hadde ingen informasjon om miljøavtrykk på det pågående prosjektet, og hadde heller ingen formening om ombruk (Vedlegg 1: Backe). Dette kan tyde på at ikke alle i byggebransjen har like stort fokus på bærekraft inn i sine prosjekter.

Arkitekten uttrykket også et ønske om å øke bruken av trebaserte plater, på grunn av miljøprofilen, men også fordi trebaserte plater kan brukes om igjen noe som ikke gjelder flytsparkel og betong (Vedlegg 1: Arkitekt). Arkitekten er lokalisert i Gjøvik og fortalte at ved bruk av trebaserte plater i prosjektene sine, ønsket hen å bruke Hunton sine plater fordi det er kortreiste materialer og fordi de tar trinnlyd (Vedlegg 1: Arkitekt). Dette gir inntrykk av at arkitekten bevisst velger bærekraftige løsninger der det er mulig.

Det kom også fram i samtalen med arkitekten at hen også i noen tilfeller velger å bruke flytsparkel i stedet for trebaserte plater på grunn av tidsbruk og kostnader (Vedlegg 1: Arkitekt). Det samme kom fram i samtalen med rørleggeren. Rørleggerens oppfatning var at de prosjekterende helst ønsker å bruke isolasjon og sparkel i stedet for trebaserte plater til vannbåren gulvvarme, dette er også i hovedsak fordi det sparer kostnader og tid (Vedlegg 1: Rørlegger).

Det virker som flere aktører i bransjen er klare over de positive fordelene med trebaserte plater med tanke på miljø og ombruk, men at det ofte velges andre løsninger på grunn av kostnader og tid.

4.1.2 Miljøpåvirkning og CO₂-avtrykk

Både Forestia og Hunton legger vekt på kortreiste produkter og sirkulær økonomi. Selv om Silencio-platene fra Hunton er laget av Steico-plater fra Polen, noe som innebærer en lengre transportavstand, fokuserer selskapene generelt på å redusere transportavstanden og dermed CO₂-utslippene (Vedlegg 1: Hunton). Hunton sier at trebaserte plater generelt har et lavere CO₂-fotavtrykk sammenlignet med andre løsninger som betong og flytsparkel (Vedlegg 1: Hunton). Det er imidlertid verdt å merke seg at CO₂-fotavtrykket for hele oppbygningen av etasjeskiller varierer, og at man kunne utført en mer omfattende analyse over forskjellige løsninger, for å si noe om helheten.

Geovarme som oppvarmingsløsning bidrar til et positivt bærekraftig CO₂-fotavtrykk og er mer energieffektivt enn luftvarmepumper (Vedlegg 1: BoligPartner). Dette gjelder for alle typer løsninger når det kommer til vannbåren gulvvarme.

Produksjonen av trebaserte plater krever mindre energi og ressurser, og har i tillegg mindre utslipp av ulike gasser sammenlignet med betong og flytsparkel (Vedlegg 1: Forestia). Dette forsterker ytterligere deres bærekraftige profil.

Et annet argument Hunton poengterer er treghetstiden på de forskjellige løsningene. Det kreves mer energi for å varme opp betong, dette kommer av at betong har høyere termisk masse og ved trebaserte løsninger er vannrørene ofte nærmere gulvflaten. Vanntemperaturen kan da holdes lavere for å oppnå samme komfort, og dermed spare energi (Vedlegg 1: Hunton).

4.1.3 BIM

Et interessant aspekt som ble fremhevet, var integrasjonen av BIM i produksjonsprosessen for å redusere avfall og tidsbruk på byggeplassen (Vedlegg 1: Hunton). Ved å implementere BIM i planleggingen av vannbåren varme kan man på forhånd tegne leggemønstre og vite hvordan platene skal utformes med tanke på spor til vannrørene (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Ved bruk av BIM i planleggingen, kan man sende inn planløsning og leggemønstre i en BIM-fil til produsentene, slik at kunden får levert alt ferdig frest, nummerert og klart til å legges (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Produsentene Hunton og Forestia har ikke mulighet til dette per dags dato, men kan ta i bruk denne teknologien og tilby ferdige pakker til kundene sine

hvis det blir stor nok etterspørsel. Med dette kan man enklere legge platene på byggeplass og i tillegg spare avfall og tid ved at kundene ikke trenger å gjøre tilpasninger av platene på byggeplass.

4.1.4 Lover og forskrifter som påvirker bruk av trebaserte plater

Fra 1. juli 2022 ble det gjort endringer i energi-, klima- og miljøkravene i byggteknisk forskrift, og disse endringene kan være gunstige for produkter egnet for ombruk og materialgjenvinning. En av endringene omhandler ombruk, og punktet går som følger: «§9-5. (2) Det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning. Byggverk skal prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme» (Direktoratet for byggkvalitet, 2022). Et slikt krav vil fremme valget av materialer som forenkler demonteringsprosessen og kan ombrukes og gjenvinnes. Strengere krav til ombruk i den nye tekniske forskriften kan bidra til økt bruk av trebaserte materialer i byggebransjen. Dette er et resultat av myndighetenes innsats for å redusere miljøbelastningen fra byggenæringen og fremme mer bærekraftige byggemetoder.

Trebaserte plater kan være et attraktivt alternativ for å oppfylle disse kravene, da de har en rekke miljømessige fordeler, som lavere CO₂-utslipp og fornybarhet (Vedlegg 1: Hunton). Det er viktig for byggebransjen å være oppdatert på gjeldende lover og forskrifter for å sikre at byggematerialer og metoder er i tråd med bærekraftsmålene.

4.1.5 Ombruk

Gjennom analyseprosessen er det fremkommet at ombruk av materialer er et viktig aspekt ved vurdering av trebaserte plater. I forskriften TEK17 §9-5 (2) står det:

For å identifisere produkter og komponenter som er egnede for ombruk og resirkulering, kan man ta hensyn til følgende miljømerker og vurderinger:

1. Svanemerket eller EU-Blomsten, som er anerkjente miljøsertifiseringer i Europa.
2. Produkter som har blitt vurdert av ECOproduct og har oppnådd bestemte karakterer:

- Grønn eller hvit under kategorien "helse- og miljøskadelige stoffer".
- En score på 6 eller høyere under kategorien "avfall". (Direktoratet for byggkvalitet, 2022)

Både Hunton og Forestia har blitt vurdert av ECOproduct med en score bedre enn 6, i tillegg har Forestia oppnådd Svanemerket (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Dette betyr at begge produktene kan egne seg for ombruk og resirkulering i henhold til forskriftene.

Ifølge en rapport om anbefalinger ved ombruk av byggematerialer, kan ombruk gjennom ulike faser av et produkts levetid føre til redusert energibruk, redusert forurensning, redusert bruk av arealer til materialutvinning og redusert bruk av arealer til deponering av avfall (Sørnes, et al., 2014). Hele kryssfinerplater og diverse typer trefiberplater med intakt not og fjær, og plater der festemidlene ikke har forårsaket utrivning av platekant eller på annen måte forårsaket vesentlig forringelse av platens skivevirkende ytelse, kan ombrukes direkte (Sørnes, et al., 2014).

Historien viser at ombruk var mer utbredt tidligere fordi det var mer lønnsomt å investere i arbeidstimer enn i materielle ressurser, det ble derfor billigere å ombruke komponenter enn å kjøpe nytt (Sørnes, et al., 2014). Laftede tømmerhus er et kjent eksempel på ombruk av tre i historien. I dag er dette regnestykket snudd om, det er nærmest alltid mer kostnadseffektivt å kjøpe nytt på grunn av høye kostnadene knyttet til arbeidskraft. I tillegg er det stor etterspørsel etter returvirke til energigjenvinning, noe som kan skape lavere interesse for ombruk (Sørnes, et al., 2014).

I rapporten «Ombrukskartlegging og bestilling – slik gjør du det» står det at for at en bygningskomponent skal kunne ombrukes, er det viktig at det har visse kjennetegn, som robuste materialer, fleksible forbindelser og tilhørende dokumentasjon (Grønn Byggallianse, 2021). Ved identifisering av ombrukbare bygningskomponenter, ser ombrukskartlegger spesielt etter demonterbarhet og restlevetid (Grønn Byggallianse, 2021).

Trebaserte plater fra Hunton og Forestia oppfyller flere av disse kjennetegnene, men platene kan allikevel ikke ombrukes direkte. Forestia forteller at platene deres ikke kan ombrukes direkte på grunn av not og fjær systemet på platen som vil bli ødelagt gjennom rivning (Vedlegg 1: Forestia). Hunton forteller at de ikke vet hvordan trinnlydsegenskapene på platene sine er etter 60 år, og de er også usikre på om platene deres kan ombrukes direkte

(Vedlegg 1: Hunton). Begge produsentene forteller at platene kan males opp og brukes til å produsere identiske produkter. Dette bidrar til å redusere miljøpåvirkningen fra byggebransjen, og støtter opp under myndighetenes ønske om å fremme mer bærekraftige byggemetoder.

4.2 Prosjektgjennomføring

4.2.1 Dagens praksis

Byggebransjen benytter ulike materialer og metoder for konstruksjon av etasjeskillere og installasjon av vannbåren gulvvarme. Betong og flytsparkel er blant de mest brukte materialene, mens trebaserte løsninger som Hunton Silencio-platene og Forestia Thermogulv også er populære. Materialvalg avhenger ofte av kundepreferanser, kostnader, lydkrav og brannkrav. Betong og flytsparkel er ofte foretrukket på grunn av deres bedre lyd- og brannegenskaper (Vedlegg 1: Forestia). Samtidig ser man at ved boligbygg skal det være lett og raskt å varme opp bygget, så derfor foretrekker man trebaserte plater (Vedlegg 1: Arkitekt). Når det kommer til kontorbygg som skal ha samme temperatur hele året, er ikke valget så betydningsfullt (Vedlegg 1: Arkitekt).

For førsteetasjer legges vanligvis vannrør direkte i betongen før støping, noe som gjør trebaserte plater mindre hensiktsmessige. I tilfeller der hulldekkeelementer benyttes i etasjeskillere, plasseres vannrørene på elementene og flytsparkel legges oppå for å avrette gulvet (Vedlegg 1: Hunton og NWC). I prosjekter med lette etasjeskillere er det mer aktuelt å bruke trebaserte plater til vannbåren gulvvarme, men også i noen slike prosjekter brukes flytsparkel (Vedlegg 1: Arkitekt). Et eksempel på en lett etasjeskiller der det ble brukt flytsparkel, er på prosjektet til Backe. Bakgrunnen for dette valget var lydkravene, og det ble nevnt at det er vanskelig å klare lydkravene uten flytsparkel (Vedlegg 1: Backe)

Til spørsmål om leggemønster på trebaserte plater forteller rørleggeren at det ikke er et problem å bruke standardsporene i platene. Det eneste stedet det kan være problematisk er på rom som bad og vaskerom, men her brukes ofte sementbaserte løsninger (Vedlegg 1: Rørlegger). Rør til og fra fordelingsskapet kan også legges i bjelkelagene, så lenge de ikke bryter lyd- og brannskille i himlingen i underetasjen. Dette kan redusere fresing i treplatene og forenkle installasjonen (Vedlegg 1: Rørlegger).

Et eksempel på en alternativ praksis kommer fra et prosjekt til BoligPartner, der prosjektlederen valgte å frese spor selv i stedet for å bruke ferdige vendeplater fra Hunton. Begrunnelsen var at det tok like lang tid å tilpasse platene som å frese spor selv, og at vendeplatene ble ansett som dyrere enn standard platene (Vedlegg 1: BoligPartner). Hunton kunne imidlertid fortelle at platene koster det samme, men de hadde ingen oversikt over hva byggevareforhandlere selger varene for (Vedlegg 1: Hunton). Prosjektlederen kunne også fortelle at det ble vurdert forskjellige løsninger for vannbåren gulvvarme og varmekilder. Denne vurderingen tas i prosjektgruppe, og for dette prosjektet ble Hunton sine plater valgt i hovedårsak på grunn av motstanden mot lyd (Vedlegg 1: BoligPartner).

Uenigheter angående tidsrammer for legging av plater og rør, samt fresing i forbindelse med vannbåren gulvvarme, synes å eksistere. Prosjektlederen hos BoligPartner estimerte at én arbeider ville bruke 2-3 timer på fresing av spor i en 60 kvadratmeter. leilighet (Vedlegg 1: BoligPartner), mens rørleggeren antydte at to arbeidere ville kreve 2-3 dager for å fullføre fresing av spor, legging av varmfordelingsplater og legging av rør i en 100 kvadratmeter. bolig (Vedlegg 1: Rørlegger). Rørleggeren informerte om at legging av varmfordelingsplater og fresing av spor var det som tok lengst tid (Vedlegg 1: Rørlegger). Dette antyder at ulike erfaringer og forutsetninger påvirker tidsbruken for installasjon av vannbåren gulvvarme. Det er derfor viktig å innhente flere synspunkter og erfaringer for å få et mer nyansert bilde av realistisk tidsforbruk for ulike prosjekter og situasjoner.

På befaringen hos Backe, som har en løsning med massivtre og flytsparkel, fikk gruppen vite at det ble brukt vesentlig mindre tid på gulvvarmesystemet. De beregnet at 2 mann ville bruke 8 timer på å legge Rockwool, trinnlydspalter, teiping, legging av rør og avrettingsmasse på 100 kvadratmeter (Vedlegg 1: Backe). Dette er under halvparten av tiden rørleggeren antok det ville ta med trebaserte plater. I motsetningen til trebaserte plater, der man kan legge overgulv med en gang, fortalte prosjektlederen at de må vente 2 timer før man kan gå på gulvet og 21 dager før man kan legge overgulv (Vedlegg 1: Backe). Er prosjektet godt planlagt kan de bruke denne tiden på å utføre andre oppgaver i mellomtiden.

Byggebransjen er i stadig endring, og nye løsninger og teknologier utforskes og implementeres for å forbedre byggeprosessen og oppnå bærekraftsmål. Det er viktig å forstå og vurdere dagens praksis for å identifisere muligheter for forbedring og potensielle hindringer for implementering av nye materialer og teknikker.

4.2.2 utfordringer

Trebaserte plater kan potensielt være enklere å montere enn betong (Vedlegg 1, Forestia). Imidlertid kreves det ytterligere data for å trekke konklusjoner, ettersom informasjonen gruppen fikk fra BoligPartner antydte det motsatte. Ved montering av trebaserte plater kan man få fuktighet i sponplatene. Fuktighet i sponplatene for vannbåren varme kan også forårsake at sporene fliser på Forestia-platene, flisene kan gnisse mot varmfordelingsplatene, noe som kan føre til knirk i konstruksjonen (Vedlegg 1, BoligPartner). Ifølge arkitekten kan gips over platene bidra til å hindre knirk, men dette vil samtidig påvirke varmegjennomgangen (Vedlegg 1: Arkitekt).

Hunton forteller at informasjonsbarrierer er en av de sentrale utfordringene, og påpeker at markedet generelt har bedre kjennskap til sementbaserte løsninger. Dette fører til at betong avrettingsmasse ofte blir foretrukket på grunn av den eksisterende kunnskapen og erfaringen med materialet (Vedlegg 1: Hunton). Videre er det observert at prosjektering av konstruksjoner ofte fokuserer på avrettingsmasse, noe som kompliserer valget av trebaserte plater som alternativ (Vedlegg 1: Hunton). BoligPartner forteller at erfaringer man har med seg fra tidligere prosjekter teller tungt (Vedlegg 1: BoligPartner).

Som nevnt i forrige kapittel er tidsbruken en annen stor utfordring. Rørleggeren forteller at ved å legge trefiberplater vil det gjøre at konstruksjonen vil få et ekstra lag, noe som medfører ekstra tidsbruk (Vedlegg 1: Rørlegger). Arkitekten forteller at ofte blir trebaserte plater valgt bort ovenfor mer raske løsninger som flytsparkel og betong (Vedlegg 1: Arkitekt). Hunton anerkjenner også problemet med tidsbruk ved bruk av trefiberplater (Vedlegg 1: Hunton). Samtidig er det enighet om at ved bruk av teknologiske løsninger som BIM og CNC-fres kan man spare tidsbruken på byggeplass. Estimering av tidsrammer for montering og installasjon av trebaserte plater, inkludert tid for eventuell tilleggsisolasjon for lyd, er viktig for å adressere usikkerhet knyttet til hvor lang tid dette tar sammenlignet med flytsparkel.

For å møte disse utfordringene, må produsenter av trebaserte plater utvikle effektive og økonomisk gunstige løsninger (Vedlegg 1: Forestia). Prefabrikkerte plater kan spare tid for både snekkere og rørleggere (Vedlegg 1: Hunton). En veileder som omhandler fakta og myter om knirk, samt hvordan man unngår dette problemet, kan også være til hjelp (Vedlegg 1: NWC). Korrekt bruk av lim og følge veiledningen er essensielt for å minimere risikoen for

knirk (Vedlegg 1: NWC). Forestia har allerede utarbeidet en slik veileder i samarbeid med Treteknisk (Vedlegg 1: Forestia).

Når det gjelder lydkrav, er det for øyeblikket ingen endringer i TEK (Vedlegg 1: NWC). Det forventes imidlertid at DiBK vil gjennomføre en konsekvensutredning før nye krav implementeres (Vedlegg 1: NWC). Flere av dagens lette etasjeskillere vil trolig ikke være foretrukket ved innføring av nye krav (Vedlegg 1: NWC). I prosjektet til Backe kom det fram at høy vekt i kombinasjon med trinnlydsplater var viktig for å klare lydkravene, derfor valgte de en løsning med avrettingsmasse (Vedlegg 1: Backe). Noen ulemper med trebaserte plater kan være dårligere lydegenskaper sammenlignet med betong og avrettingsmasse. Dette kan imidlertid kompenseres ved å bruke tilleggisolasjon for lyd ved behov, men dette betyr flere lag og større tidsbruk.

Analysen viser at dagens praksis for installasjon av vannbåren gulvvarme er variert og at det finnes betydelig potensial for forbedring og innovasjon. Det er avgjørende å fortsette å utforske og implementere nye materialer, teknikker og løsninger for å forbedre byggeprosessen og oppnå bærekraftsmål.

4.2.3 Planlegging og koordinering

Effektiv planlegging og koordinering i byggeprosjekter krever fokus på flere aspekter. Nøyte planlegging av logistikk er avgjørende for å minimere transportkostnader og miljøpåvirkning. Planlegging og koordinering er også viktig når det kommer til trebaserte plater, hvis materialene kommer på feil tid eller blir plassert på en ugunstig plass, kan det bli unødvendig mye flytting av materialer (Vedlegg 1: NWC). Implementering av prefabrikasjonsløsninger ved hjelp av BIM og CNC-fresing kan optimalisere materialbruk, redusere avfall og øke presisjonen i monteringsprosessen (Vedlegg 1: Hunton, Forestia).

En effektiv kommunikasjonsstruktur mellom ulike aktører i byggeprosjektet, som arkitekter, ingeniører og entreprenører, er nødvendig for å sikre en sømløs og velkoordinert arbeidsflyt, noe som resulterer i økonomiske besparelser og tidsbesparelser (Vedlegg 1: Arkitekt). Et eksempel arkitekten drar frem er at arkitekten burde få lov til å velge hvor fordelingsskapet skal bli plassert, spesielt når entreprenøren kommer ganske seint inn i prosjektet, og skal gjøre endringer. Det må da beregnes og tegnes om på nytt fra starten, som medfører ekstra tid og store kostnader (Vedlegg 1: Arkitekt).

Et forslag fra arkitekten innebærer å plassere fordelingsskap i rom der flytsparkel uansett skal brukes, noe som eliminerer problemet med for mange føringer inn mot skap (Vedlegg 1: Arkitekt). Dette kan gjelde rom der fliser eller linoleumsbelegg skal brukes, som for eksempel en gang i boenheter. Fordelingsplater er fortsatt nyttige for å få nok føringer gjennom døråpninger (Vedlegg 1: Arkitekt). Et annet forslag er at fordelingen av varmerør kan gjøres under lettvegger der det blir trangt i døråpninger (Vedlegg 1: Arkitekt).

«NS-EN 1264: Veiledning for vannbåren gulvvarme i boliger og næringsbygg» beskriver utfordringer knyttet til uheldig valg av installasjonsmetode og drift, som kan resultere i problemer med romtemperaturregulering og høye installasjonskostnader. En stabil innetemperatur kan være vanskelig å opprettholde når intern varmetilførsel varierer, spesielt ved plutselige endringer i internvarme fra eksempelvis sollys eller mange mennesker i rommet. Dette kan skyldes for høy vanntemperatur eller uheldig installasjon av gulvvarmerør (Standard Norge, 2020).

For å unngå disse problemene er det viktig å velge riktige materialer og installasjonsmetoder som gir god varmeledningsevne og minimerer varmemotstand. I tillegg bør kaldras-problemer adresseres ved å legge gulvvarmerør tett og med varmeste tilførselsvannet mot yttervegg for å bremse kald luft og hindre kaldras. Installatører bør også vurdere kostnadseffektive løsninger, ettersom installasjonskostnadene for vannbåren gulvvarme kan variere betydelig avhengig av valgt løsning og gulvoppbygning (Standard Norge, 2020).

NS-EN 1264 fremhever også fordelene ved vannbåren gulvvarme, som inkluderer energifleksibilitet, høy termisk komfort, stor møbleringsfrihet, lavere driftstemperatur og bedre driftsforhold for lavtempererte energikilder som varmepumper og solvarme. Den har også høyere selvregulerende egenskaper, evne til energilagring og gir en bolig høyere verdi og attraktivitet på markedet (Standard Norge, 2020).

Vannbåren gulvvarme fremstår som en usynlig og hærverksikker løsning, noe som gjør den særlig egnet for offentlige bygg og institusjoner. I motsetning til elektrisk gulvvarme, inkludert varmekabler og folie, tilbyr vannbåren gulvvarme et sikrere alternativ. Den minimerer risikoen for sprekker i parkett og tregulv samt svimerker på gulvbelegg. Elektriske gulvvarmesystemer har ofte en høyere effekt, noe som kan medføre varmeoppbygging under tepper og møbler og dermed forårsake skader. Vannbåren gulvvarme unngår imidlertid dette

problemet, ettersom den maksimale gulvtemperaturen begrenses av vanntemperaturen, som kun er noen få grader over romtemperaturen (Standard Norge, 2020).

4.3 Økonomi

4.3.1 Material- og arbeidskostnader

Et viktig aspekt ved valg av vannbåren gulvvarme er balansen mellom materialkostnader og arbeidskostnader. Rørleggeren forteller at i Norge er arbeidskostnadene generelt høyere enn materialkostnadene (Vedlegg 1: Rørlegger). Trebaserte løsninger kan være billigere når det gjelder materiale, men arbeidskostnadene er høyere på grunn av ekstra monteringsstid (Vedlegg 1: Forestia, Hunton, BoligPartner). På den andre siden er betongbaserte løsninger dyrere når det gjelder materialer, men mer økonomisk når det gjelder arbeidskostnader (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Hunton har erfart at den ekstra monteringsstiden som trebaserte plater krever kan være et problem ved valg av løsning (Vedlegg 1: Hunton).

4.3.2 Investerings- og driftskostnader

Investeringen i vannbåren gulvvarme avhenger av økonomi og råd (Vedlegg 1: Rørlegger). Det er kostnadene knyttet til varmpumpe som koster mest i eneboliger og mindre boligbygg, så det rørleggeren pleier å foreslå for kundene er å legge rør til vannbåren gulvvarme når bygget blir bygd, så kan man sette inn varmpumpe når man har økonomi til det (Vedlegg 1: Rørlegger). Vannbåren varme er en fordyrende løsning som velges der man har økonomi til det (Vedlegg 1: BoligPartner). Valget av vannbåren varme kan gi et salgsfortrinn i forhold til konkurrerende prosjekter (Vedlegg 1: BoligPartner). På prosjektet til BoligPartner ble det valgt vannbåren gulvvarme, da kvadratmeterpris tillot det og det ble ansett som positiv for salgsmuligheter (Vedlegg 1: Boligpartner). Kostnadene for avretting og tilleggsfresing varierer, men det er generelt enighet om at det brukes store summer på avretting av gulv i byggeprosjekter (Vedlegg 1: NWC)

4.3.3 Løsningsvalg og geografiske hensyn

Trebaserte løsninger har stort markedspotensial, spesielt i leilighetsbygg og distriktsprosjekter (Vedlegg 1: NWC). Geografi er en problemstilling, da tilgjengeligheten av avrettingsmasse og antall leiligheter påvirker lønnsomheten av ulike løsninger (Vedlegg 1: NWC). Samtidig kan bruken av BIM og prefabrikasjon spare tid og penger i byggeprosessen (Vedlegg 1: NWC). I prosjektet til BoligPartner ble det svært mange lag i konstruksjonen, og prosjektlederen fortalte at de vurderer å bruke flytsparkel på neste prosjekt på grunn av tidsbruk og kostnader (Vedlegg 1: BoligPartner). I samtalen med prosjektlederen til Backe ble det fortalt at i større bygg ble avrettingsmasse valgt 9 av 10 ganger mot trebaserte løsninger på grunn av økonomien (Vedlegg 1: Backe).

4.3.4 Økonomisk potensial og attraktivitet

Kostnader representerer et kritisk aspekt ved implementering av vannbåren gulvvarme, noe som ofte gjør at private aktører overser dens potensiale (Vedlegg 1: Arkitekt). Imidlertid har større kommuner og statsbygg anerkjent verdien av denne teknologien og har implementert den i flere prosjekter (Vedlegg 1: Arkitekt).

En strategi som har vist seg å være effektiv er involvering av alle parter fra begynnelsen av prosjektet. Dette kan bidra til en mer effektiv bruk av tid og ressurser (Vedlegg 1: Arkitekt).

En annen strategi for å redusere kostnadene og tidsforbruket er bruk av prefabrikkerte plater. Disse løsningene kan forenkle monteringsprosessen og potensielt redusere kostnadene ved installasjon på byggeplassen (Vedlegg 1: BoligPartner). Det må imidlertid bemerkes at innføring av en løsning med prefabrikkerte plater kan representere en betydelig investering for produsenter, med potensielle innvirkninger på produksjon og leveranse (Vedlegg 1: Arkitekt).

Til slutt gir NS-EN 1264, en veiledning for gulvvarme i boliger og næringsbygg, en indikasjon på at vannbåren gulvvarme kan bidra til en verdiøkning av eiendommen. Dette kan potensielt gjøre boligen mer attraktiv på markedet (Standard Norge, 2020).

5 Drøfting

I dette kapittelet skal resultatene fra studien drøftes i lys av den teoretiske bakgrunnen og problemstillingen som ble introdusert tidligere i oppgaven: «Hvordan kan vannbåren gulvvarme i lette og tunge etasjeskillere med trebaserte plater gjøres mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter, og hvilke forbedringsmuligheter finnes for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser i gulvvarmeinstallasjoner med slike materialer?». Målet med kapitelet er å kritisk vurdere funnene, forstå deres betydning for problemstillingen, samt å sammenlikne med eksisterende litteratur og teori.

5.1 Hvilke barrierer finnes det for valg av trebaserte plater ved vannbåren gulvvarme?

Selv om trebaserte plater har sine miljøfordeler og potensial for materialgjenvinning, står de overfor flere hindringer som påvirker deres popularitet og konkurranseevne i markedet. Analysen viser at det finnes flere barrierer for valg av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme, blant annet knyttet til kostnader, tid, materialvalg, tekniske utfordringer, ombruk, regelverk og krav. I dette kapittelet vil vi drøfte disse barrierene og vurdere deres betydning for problemstillingen.

5.1.1 Kostnader og tid:

Kostnader og tidsbruk er viktige faktorer som påvirker valg av materialer og løsninger i byggeprosjekter. Dette underkapittelet vil drøfte hvordan disse faktorene påvirker bruken av trebaserte plater og alternative løsninger for vannbåren gulvvarme.

Flere intervjuobjekter påpekte at det ofte blir valgt andre løsninger enn trebaserte plater på grunn av tidsbruk og kostnader (Vedlegg 1: Arkitekt, Backe, Rørlegger). Dette indikerer at selv om flere aktører i bransjen er klar over de positive fordelene med trebaserte plater når det gjelder miljø, vil økonomiske hensyn ofte påvirke valget av løsning.

Når det gjelder kostnader, er det enighet om at trebaserte løsninger kan være billigere med tanke på materialkostnader, men arbeidskostnadene kan være høyere på grunn av ekstra

monteringstid (Vedlegg 1: Forestia, Hunton, BoligPartner). I motsetning til dette, kan sementbaserte løsninger være dyrere med hensyn til materialkostnader, men mer økonomiske når det gjelder arbeidskostnader (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Det er dermed tydelig at det ikke er materialkostnadene som er en barriere, men heller kostnadene knyttet til ekstra monteringsstid.

Tidsbruk varierer mellom ulike løsninger og prosjekter, og det synes å være uenighet om hvor lang tid ulike installasjonsmetoder tar (Vedlegg 1: BoligPartner, Rørlegger, Backe). For eksempel, under befaringen hos Backe, som har en løsning med massivtre og avrettingsmasse, ble det beregnet at 2 personer ville bruke 8 timer på å legge Rockwool, trinnlydsplater, teip, legging av rør og avrettingsmasse på 100 kvadratmeter. Dette er under halvparten av tiden rørleggeren antok det ville ta med trebaserte plater, og da er ikke platelegging og eventuelle andre sjikt tatt med i beregningen. Det kan dermed tyde på at løsningen med trebaserte plater tar lengre tid enn avrettingsmasse, men for å enklere forstå hvor stor forskjell det er på tidsbruk, er man avhengig av å innhente mer data for å få mer konkrete tall.

Investering i teknologiske løsninger som BIM og CNC-fres kan bidra til å redusere tidsbruk på byggeplass og dermed kostnader ved bruk av trebaserte plater (Vedlegg 1: Hunton, Arkitekt, BoligPartner). Ved BIM-modellering kan man utvikle en nøyaktig kopi av et byggeprosjekt. Svært forenklet kan man forestille seg at med denne BIM-modellen, kan man legge inn treplatene til vannbåren gulvvarme og leggetegning, slik at produsentene kan bruke denne modellen og en CNC-fres til å lage produktene skreddersydd til prosjektet. Ved implementering av slik teknologi i produksjonen, vil tidsbruken på legging av treplatene og fresing av spor på byggeplass bli redusert, og dermed føre til at kostnadene går ned. I tillegg til dette er BIM-modellering en effektiv måte å fremme samarbeid og kommunikasjon mellom ulike aktører i byggebransjen.

En effektiv kommunikasjonsstruktur mellom ulike aktører i byggeprosjektet er også nødvendig for å sikre en sømløs og velkoordinert arbeidsflyt, noe som kan medføre økonomiske og tidsmessige besparelser. Dette kan inkludere et nært samarbeid mellom systemleverandører, planleggere og arkitekter. For å oppnå dette, anbefales det å ha klare kommunikasjonskanaler og et effektivt informasjonssystem for å dele oppdateringer og endringer raskt og effektivt (Vedlegg 1: BoligPartner, Arkitekt, Backe). Det er viktig å merke seg at manglende kommunikasjon og samordning mellom aktørene kan føre til forsinkelser,

feil og unødvendig ressursbruk, noe som igjen kan ha negativ innvirkning på prosjektets totale kostnader og ytelse. Dette vil bli forklart mer under 5.3.1.

Selv om trebaserte plater kan innebære høyere kostnader og tidsbruk i forhold til andre løsninger, er det viktig å merke seg at det også finnes økonomisk potensial og attraktivitet i bruk av disse platene. For eksempel, i tilfeller der byggeprosjekter er fokusert på miljømessig bærekraft og ombruk, kan trebaserte plater være en attraktiv løsning på grunn av deres lavere karbonavtrykk og bedre muligheter for gjenbruk sammenlignet med andre materialer som betong og avrettingsmasse. I tillegg kan bruk av trebaserte plater øke bygningens verdi ved salg, spesielt i et marked der bærekraft og miljøvennlige løsninger blir mer og mer verdsatt (Vedlegg 1: Arkitekt, BoligPartner).

Selv om investeringskostnadene er høyere, kan trebaserte plater potensielt være en lønnsom investering fremover i tid. Dette er spesielt relevant i et marked som verdsetter miljømessige fordeler og muligheten for økt bygningsverdi. Derfor bør aktører i byggebransjen vurdere både direkte kostnader og det potensielle økonomiske bidraget trebaserte plater kan gi til prosjektet.

5.1.2 Materialvalg:

Kostnader og tidsbruk er to viktige faktorer når det gjelder valg av materialer. Valg av materialer i byggprosjekter er et komplekst område som krever en grundig vurdering av flere faktorer, inkludert ytelseskrav og miljøpåvirkning. Spesifikke krav og reguleringer, som for eksempel TEK17, spiller også en betydelig rolle ved at de stiller krav til energieffektivitet, lydisolering og brannsikkerhet.

Betong og flytsparkel er to populære materialvalg, ofte foretrukket på grunn av deres gode lyd- og brannegenskaper (Vedlegg 1: Forestia). Dette er spesielt relevant i bygg med strenge lyd- og brannkrav, som for eksempel mellom boenheter. Eksempelvis ble flytsparkel valgt i et prosjekt av Backe på grunn av lydkravene (Vedlegg 1: Backe).

På den andre siden er trebaserte plater, som Hunton Silencio-platene og Forestia Thermogulv, også populære, men i mindre boligbygg og distriktsbygg. Disse krever imidlertid flere lag med materialer for å oppfylle lyd- og brannkrav. Dette kan øke monteringstiden og kostnadene, men fordelene, som miljøprofil og potensialet for gjenbruk, kan veie opp for

disse utfordringene. Når man sammenligner forskjellige løsninger, er det viktig å utføre miljøregnskap for hele oppbygningen og ikke bare for selve treplatene.

Når det gjelder lydforhold, er det for øyeblikket ingen endringer i TEK (Vedlegg 1: NWC), men DiBK forventes å gjennomføre en konsekvensutredning før nye krav implementeres. Strengere krav for lydforhold vil være ugunstig for trebaserte plater, ettersom det allerede er utfordrende å finne økonomisk fordelaktige løsninger som oppfyller dagens krav. Med potensielle nye krav kan det være nødvendig med mer avanserte løsninger, som spesielle trinnlydssystemer eller lydabsorberende materialer, for å imøtekomme strengere lydkrav (Vedlegg 1: NWC).

Brannsikkerhet er en annen sentral faktor i materialvalget. For å forbedre brannsikkerheten i bygninger med trebaserte plater, kan man vurdere å implementere forbedrede brannsikringssystemer, som for eksempel brannhemmende maling eller brannsikre plater. Funnene gir inntrykk av at dagens brannkrav ikke er et stort problem for trebaserte plater, siden gips vanligvis brukes i himlingen for å oppfylle disse kravene. Det gir heller ikke inntrykk av at forskriftene om brannkrav vil endres i nær fremtid.

For å gjøre trebaserte plater mer attraktive, må man håndtere lyd- og brannkravene på en enklere måte. Dagens praksis går ut på å inkludere flere lag og materialer med bedre lyd- og brannegenskaper, som for eksempel gips, mineralull eller tekniske plater, i byggeprosessen. En kombinasjon av forskjellige materialer kan bidra til å oppfylle både brann- og lydkravene, samtidig som de beholder de positive egenskapene til trebaserte plater, som miljøvennlighet og potensialet for gjenbruk. Vi observerer at det kan være utfordrende å unngå flere sjikt ved bruk av trebaserte løsninger, noe som fører til økt tidsbruk og økte kostnader. Derfor kan det være nødvendig å se etter nye, tidsbesparende metoder for montering av disse sjiktene for å redusere tidsbruken.

I tillegg til de tekniske kravene for brann og lyd, er det viktig å vurdere brukerens termiske komfort ved valg av materialer. NS-EN 1264 tar for seg både tørre og våte gulvvarmeløsninger i veiledningen sin, og forklarer fordeler og ulemper med begge løsningene. Våte løsninger gir ofte den beste varmeledningen, men også stor termisk treghet. Tørre løsninger gir lav termisk treghet og er gunstige å bruke i bygg som skal varmes opp raskt, som boligbygg. I bygg som skal ha jevn temperatur hele året, som kontorbygg, trenger man ikke den raske responstiden, og våte løsninger brukes ofte her. Dette kan være et

argument for trebaserte plater i boligbygg, da det kan øke komforten, men også kostnadsbesparelser for brukerne.

En annen fordel med tørre løsninger, ifølge NS-EN 1264, er lav vekt og ofte lavere byggehøyde. Det kan bety at det er mulig å benytte mindre bæring ved bruk av tørre løsninger grunnet den lave vekten. Når det kommer til lydegenskaper, er ikke nødvendigvis den lave vekten en fordel, men heller en utfordring, ettersom det i intervjuene ble nevnt flere ganger at man la stor vekt på tyngde i etasjeskilleren for å oppfylle lydkravene. Videre viser funnene våre at for å oppfylle brann- og lydkrav med trebaserte plater, må man benytte flere lag med materialer. Dette medfører at byggehøyden potensielt kan bli like stor som ved våte løsninger

Siden oppbygningen av tørre gulvvarmeløsninger krever flere lag for å imøtekomme lydkrav, kan dagens veiledning være misvisende, spesielt siden det ser ut til at det kun er tatt hensyn til eneboliger uten brann- og lydkrav. Det er viktig med en veileder som også tar for seg mer komplekse løsninger der det stilles krav, og hvordan disse løsningene kan påvirke kostnadene, byggetiden og responstiden. Dessuten er bærekraft og ombruk ikke inkludert i veiledningen, noe som kunne styrket argumentet for trebaserte løsninger.

Til syvende og sist krever valget av materialer en balanse mellom mange variabler og hensyn. Ved å forstå de spesifikke kravene og mulighetene som hvert materiale gir, kan man lage en effektiv og bærekraftig byggeløsning.

5.1.3 Tekniske utfordringer:

Tekniske utfordringer knyttet til installasjon og bruk av trebaserte plater kan påvirke deres attraktivitet i byggeprosjekter. NS-EN 1264 er en europeisk standard som gir retningslinjer for design, installasjon og ytelse av vannbårne gulvvarmesystemer i boliger og næringsbygg. Standarden understreker betydningen av riktig installasjon for å sikre effektiv og sikker drift og for å oppnå optimal komfort for brukerne av bygningen (Standard Norge, 2020).

Trebaserte plater kan ha begrenset fleksibilitet og tilpasningsevne når det gjelder å legge rør for vannbåren gulvvarme. Dette kan føre til utfordringer med å finne en optimal løsning for plassering av fordelingsskap, rør og varmfordeling. Dette skyldes at ved fordelingsskapet blir det en stor samling av rør, og det kan være praktisk vanskelig å få alle rørene inn til

fordelingsskapet i trebaserte plater. Dette problemet lar seg lettere løse ved bruk av andre løsninger som betong og avrettingsmasse, da man ikke trenger å adressere problemet med mange rørføringer i treplatene, da rørene stiftes ned i for eksempel trinnlydsplater og avrettingsmasse eller betong helles over.

Plasseringen av fordelingsskap og rørføringer til fordelingsskap kan være en utfordring i prosjekter som bruker trebaserte plater. En løsning kan være å plassere skap i rom der det uansett skal legges flytsparkel, som ganger og bad, for å redusere antallet spor i platen (Vedlegg 1: Arkitekt). Rør til og fra fordelingsskapet kan også legges i bjelkelagene, så lenge de ikke bryter lyd- og brannskille i himlingen i underetasjen. Ved smart plassering av fordelingsskapet, kan man redusere fresing i treplatene og forenkle installasjonen (Vedlegg 1: Arkitekt).

Tegningene som benyttes i byggeprosessen spiller en vesentlig rolle når det gjelder planlegging og installasjon av vannbåren varme. Disse tegningene bør inneholde detaljert informasjon om rørsystemets plassering, inkludert rørvastander, leggemønstre og plassering av fordelingsskap (Standard Norge, 2020). Ved å bruke gode tegninger, eventuelt bruke BIM, kan man enklere se på forhånd hvor problemer kan oppstå, og dermed unngå dette og potensielt spare kostnader og tid. Ved utforming av tegninger til legging av rør, er det viktig at alle relevante parter i prosjektet deltar for å unngå potensielle feil eller kostbare endringer senere i prosjektet.

Sist, men ikke minst, kan effektiv kommunikasjon mellom de ulike aktørene i et byggeprosjekt, som arkitekter, rådgivende ingeniører og entreprenører, bidra til å overvinne tekniske utfordringer. Dette kan sikre en sømløs og velkoordinert arbeidsflyt, noe som kan resultere i økonomiske besparelser og tidsbesparelser (Vedlegg 1: Arkitekt). For eksempel kan det være tilfeller hvor arkitekten burde få lov til å velge hvor fordelingsskapet skal plasseres, spesielt når entreprenøren kommer sent inn i prosjektet og skal gjøre endringer. Dersom det forekommer uforutsette endringer underveis, som for eksempel at fordelingsskapet skal plasseres på nytt, kan det medføre store unødvendige kostnader og ekstra tidsbruk (Vedlegg 1: Arkitekt). Ved bruk av effektiv kommunikasjon og planlegging kan man potensielt spare disse kostnadene.

Som konklusjon krever håndtering av tekniske utfordringer knyttet til bruk av trebaserte plater en helhetlig tilnærming som involverer effektiv planlegging og koordinering, riktig

installasjon i samsvar med standarder, tilpasning til prosjektspesifikke krav og forhold, og god kommunikasjon mellom prosjektaktørene.

5.1.4 Gjenvinning og ombruk:

Gjennom studien har det kommet frem at treplatene kan gjenvinnes og brukes til å produsere identiske plater, men det er begrenset mulighet for direkte ombruk (Vedlegg 1: Hunton, Forestia). Dette begrenser potensialet for å fremheve trebaserte plater som et mer bærekraftig alternativ. Imidlertid fremstår trebaserte plater som et mer bærekraftig valg sammenlignet med alternativer som betong og sparkel, som ikke kan ombrukes eller gjenvinnes til å produsere identiske produkter. Dette gjelder spesielt når man tar hensyn til det nye kravet i teknisk forskrift, §9-5.2, som fremmer ombruk og materialgjenvinning (Direktoratet for byggkvalitet, 2022).

Studier viser at ombruk av bygningsmaterialer kan redusere avfallsproduksjonen og utslippene fra bygge-, anlegg- og eiendomssektoren betydelig (Kvellheim & Sandberg, 2021). Dette gjelder også trebaserte plater, som enklere lar seg demonteres og gjenvinnes for bruk i nye byggeprosjekter, noe som kan redusere behovet for nye materialer og bidra til mindre avfall (Grønn Byggallianse, u.å.). Dette har også økonomiske fordeler, ettersom kostnadene for materialer kan reduseres ved gjenbruk (Grønn Byggallianse, 2021).

I lys av det nye kravet om ombruk i TEK17, er det mest hensiktsmessige produktet å bruke et som enkelt kan demonteres og leveres til en gjenvinningsstasjon for produksjon av nye materialer. Trebaserte plater passer godt inn i denne beskrivelsen. Alternative løsninger som betong og flytsparkel er derimot vanskelige å demontere og kan ikke brukes om igjen i nye prosjekter. Når Forestia i tillegg planlegger å etablere returfabrikk, styrkes bærekraftperspektivet og sirkulariteten til trebaserte plater ytterligere.

Forestia viser hvordan industrielle løsninger kan bidra til sirkulær økonomi, med planer om en returfabrikk som tar imot brukt trevirke og gjenvinner det for å lage nye produkter (Innovasjon Norge, 2023). Dette viser hvordan produsenter kan ta ledelsen i å fremme bærekraftig bruk og gjenvinning av trebaserte plater. Ved å etablere returfabrikker eller lignende løsninger, kan produsentene aktivt støtte og oppmuntre til økt gjenvinning av trebaserte plater. Dette vil ikke bare redusere miljøpåvirkningen, men også styrke produsentenes omdømme og bidra til at trebaserte plater anerkjennes som et bærekraftig

alternativ i byggebransjen. Å oppmuntre til sirkulære løsninger og økt gjenvinning er viktig for å minimere miljøbelastningen og skape en mer bærekraftig fremtid for byggenæringen. Derfor bør trebaserte plater vurderes som et mer bærekraftig og miljøvennlig alternativ sammenlignet med tradisjonelle materialer som betong og sparkel, spesielt når man tar i betraktning deres manglende potensial for ombruk og gjenvinning.

5.1.5 Regelverk og krav:

For å sikre at byggverk oppfyller grunnleggende krav til helse, miljø, sikkerhet og funksjonalitet, er det nødvendig å overholde gjeldende forskrifter og standarder, samt følge veiledninger som TEK17, NS 8175 og NS-EN 1264. TEK17 påvirker trebaserte plater gjennom krav til energieffektivitet, lyd- og brannkrav, mens NS 8175 stiller krav til lydisolering og lydforhold. NS-EN 1264 angir tekniske spesifikasjoner for vannbåren gulvvarme og hvordan den skal integreres i byggeprosjekter, noe som direkte påvirker bruken av trebaserte plater i slike installasjoner.

Når det gjelder lydkrav, er det for øyeblikket ingen endringer i TEK17 som regulerer byggetekniske krav for alle typer byggverk i Norge. Det kan imidlertid komme en endring i lydkravet, en slik endring vil mest sannsynligvis komme med enda strengere lydkrav. DiBK vil gjennomføre en konsekvensutredning før eventuelle krav implementeres. Flere av dagens lette etasjeskillere som bruker trebaserte plater, vil muligens ikke være foretrukket hvis nye krav innføres. Dette understreker behovet for kontinuerlig innovasjon og utvikling av trebaserte plater for å møte eventuelle nye krav og styrke sin konkurransevne i markedet.

For å oppnå tilfredsstillende lydforhold i bygninger, er det viktig å følge kravene i TEK17 og NS 8175, som regulerer lydisolering og lydforhold i byggverk (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.). Disse reglene kan innebære at trebaserte plater må videreutvikles for å oppfylle disse kravene. I tillegg er det viktig å være oppmerksom på brannmotstandsegenskapene til trebaserte materialer og konstruksjonsløsninger, samt å følge brannsikkerhetskravene i TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, u.å.). Både lyd- og brannkravene utgjør en barriere for trebaserte plater, siden platene ikke naturlig oppfyller alle kravene, og det kreves flere lag for å møte dem. Sementbaserte løsninger har ofte en naturlig evne til å oppfylle disse kravene og er et godt alternativ i bygg der det stilles strenge lyd- og brannkrav. Teknologisk innovasjon i trebaserte plater kan bidra til å møte disse kravene.

Til slutt er det viktig å vurdere veiledningen og kravene i NS-EN 1264, som angir de tekniske spesifikasjonene for vannbåren gulvvarme i rom (Standard Norge, 2021). Denne standarden inneholder krav til design, installasjon, testing og vedlikehold av vannbåren gulvvarme, og gir retningslinjer for hvordan disse systemene skal integreres i byggeprosjekter for å sikre optimal ytelse og effektivitet. Denne oppgaven er en del av et større prosjekt som har som mål å videreutvikle eller lage en ny veileder, noe som tyder på at den eksisterende veiledningen ikke er så omfattende som den bør være. Dette blir diskutert videre i 5.2.2.

Gitt de identifiserte barrierene, er det klart at det finnes flere utfordringer som må overvinnes for å gjøre trebaserte plater mer attraktive og kostnadseffektive for bedrifter. Faktorer som forbedring av tekniske egenskaper, reduksjon av installasjonstid, økte ombruksmuligheter og tilpasning til eventuelle nye krav i regelverket, vil alle kunne bidra til å øke populariteten og konkurransedyktigheten til trebaserte plater i vannbårne gulvvarmeinstallasjoner. Det kan for eksempel være nødvendig å utvikle nye teknologier og metoder for å oppnå bedre lydisolering og brannmotstandsegenskaper med trebaserte plater. Dette krever samarbeid mellom forskjellige aktører i bransjen, inkludert produsenter, arkitekter, ingeniører og entreprenører, for å sikre en helhetlig og bærekraftig tilnærming til utviklingen av trebaserte plater og deres anvendelse i byggeprosjekter.

5.2 Hvordan gjøre trebaserte plater mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter?

For å gjøre trebaserte plater mer attraktive og kostnadseffektive for bedrifter, er det flere faktorer som kan tas i betraktning, inkludert implementering av ny teknologi, forbedring av veiledning og informasjon, samt endringer i lover, forskrifter og insentiver. I dette kapitlet vil vi drøfte disse faktorene og deres potensielle innvirkning på bruken av trebaserte plater i vannbårne gulvvarmeinstallasjoner.

5.2.1 Prefabrikasjon

Prefabrikasjon er en metode som reduserer installasjonstid, arbeidskostnader og avfall i byggeprosessen. Dette er et viktig element for å øke attraktiviteten og kostnadseffektiviteten til trebaserte plater (Oldertrøen, 2020). I dette kapittelet vil vi diskutere prefabrikasjon i sammenheng med BIM og vurdere potensialet for denne tilnærmingen med trebaserte plater.

Prefabrikasjon bidrar til å redusere material- og ressursforbruk, avfall, energibruk og klimagassutslipp, samtidig som den minimerer byggetiden og arbeidskraftbehovet. Bruk av prefabrikasjon kan bidra til å oppfylle FNs bærekraftsmål 12, "Ansvarlig forbruk og produksjon", og mål 13, "Stoppe klimaendringene". Ved å redusere ressursforbruket og avfall, kan prefabrikasjon bidra til en mer bærekraftig byggenæring. Dette understreker behovet for å utvikle effektive og økonomisk gunstige løsninger for produsenter av trebaserte plater.

Prefabrikasjon kan spare tid for både snekkere og rørleggere, som er nødvendige for å installere trebaserte plater på byggeplassen (Vedlegg 1, Hunton, Forestia). Ved å implementere BIM og CNC-fresing sammen med prefabrikasjon, kan produsenter optimalisere materialbruk, redusere avfall og øke presisjonen i monteringsprosessen (Vedlegg 1: Hunton, Forestia).

Økonomisk potensial og attraktivitet er viktige faktorer for prefabrikasjon. Ved bruk av prefabrikasjon kan man spare tid på montering og potensielt redusere kostnadene ved installasjon på byggeplassen (Vedlegg 1: BoligPartner). Imidlertid krever prefabrikasjon en stor investering for produsenter og kan påvirke produksjon og leveranse (Vedlegg 1: Arkitekt). For at det skal lønne seg for produsentene å investere i denne teknologien, må de vite at det finnes et marked for slike løsninger.

Det er viktig å merke seg at denne strategien kanskje ikke passer for alle prosjekter, spesielt mindre prosjekter der kostnadene ved prefabrikasjon kan være uforholdsmessig høye. Geografiske hensyn og tilgjengeligheten av ressurser, som avrettingsmasse, kan også påvirke konkurransedyktigheten for disse løsningene.

Til tross for potensielle fordeler, har ikke produsentene implementert CNC-fresing og prefabrikasjonsteknologi i sine produksjonsprosesser, delvis på grunn av kostnadene og nødvendige endringer i produksjonsprosessen, samt et usikkert marked (Vedlegg 1: Hunton, Forestia). Det er også viktig for produsenter å tilegne seg kunnskap om BIM-teknologi for å

forbedre produksjonsprosessen og øke kundetilfredshet. Derfor er det avgjørende at produsentene gjennomfører grundige analyser av markedet og konkurrentene for å oppnå konkurransefortrinn ved investeringer (Vedlegg 1: Hunton, Forestia).

Til tross for utfordringene og den betydelige investeringen, kan prefabrikasjon og tilhørende teknologier som BIM og CNC-fresing være en vei fremover for industrien. Økt effektivitet, redusert avfall og forbedret presisjon i monteringsprosessen kan potensielt oppveie de opprinnelige investeringskostnadene.

Samlet sett representerer prefabrikasjon en mulighet for å forbedre attraktiviteten og kostnadseffektiviteten til trebaserte plater, men det krever nøye vurdering og planlegging fra produsentene for å sikre at investeringen gir avkastning og skaper verdi for kundene.

5.2.2 Bedre veiledere

Det kan konkluderes med at mer robuste og informative veiledere kan være en vesentlig faktor for å øke bruken av trebaserte plater i byggebransjen. Dette bør omfatte både praktisk og teoretisk veiledning, samt fokusere på bærekraftige aspekter av bruken av trebaserte plater.

SirkPLATE-prosjektet fremhever viktigheten av å forstå dagens praksis og identifisere barrierer for implementering av trebaserte plater. Utvikling av veiledning for å adressere disse barrierene vil sannsynligvis bidra til å gjøre trebaserte plater mer attraktive i byggeprosjekter. En omfattende veileder kan hjelpe systemleverandører, planleggere og arkitekter til å forstå hvordan de ideelt sett kan bruke disse produktene for å oppnå optimal ytelse og forstå det bærekraftige perspektivet.

Det er en generell forståelse i bransjen at vannbåren gulvvarme er en effektiv og komfortabel oppvarmingsløsning. Veiledningen for vannbåren gulvvarme, NS-EN 1264, forklarer ulike metoder for implementering av vannbåren gulvvarme, inkludert både våte og tørre løsninger. Ved å følge denne veiledningen sikres det at vannbåren varme blir installert og driftet på en måte som oppfyller kravene til energieffektivitet, komfort og sikkerhet. Ved å inkludere allerede eksisterende informasjon fra NS-EN 1264 i veiledningsmaterialet, kan man sikre at vannbåren varme blir installert og driftet på en måte som oppfyller kravene til energieffektivitet, komfort og sikkerhet.

Analysen viser at det er ulike utfordringer forbundet med bruken av trebaserte plater, som kan løses ved hjelp av riktig veiledning. For eksempel viser analysen at riktig bruk av lim og følgning av veiledningen er essensielt for å minimere risikoen for knirk (Vedlegg 1: NWC). Forestia har allerede utarbeidet en slik veileder i samarbeid med Treteknisk. Ved å inkludere nyttig kunnskap fra denne veiledningen i det generelle veiledningsmaterialet, kan man bidra til å løse dette problemet og øke tilfredsheten med bruk av trebaserte plater.

Dagens veiledning fokuserer hovedsakelig på tidsbruk, økonomi og treghetstid/responstid ved forskjellige løsninger. For å fremme bærekraft i byggebransjen, kan det være lurt å utvide veiledningen til å også inkludere bærekraftsaspekter. Dette kan omfatte informasjon om hvordan trebaserte plater bidrar til reduserte CO₂-utslipp, redusert avfall, og hvordan de kan bidra til en mer sirkulær økonomi. For å oppnå dette er man nødt til å gjøre beregninger av klimagassutslipp for forskjellige løsninger, og sammenligne disse. Ved å inkludere informasjon om bærekraft i veiledningsmaterialet, kan man motivere til å velge trebaserte plater som et bærekraftig alternativ.

Videre kan samarbeid mellom ulike aktører i bransjen, som produsenter, arkitekter, ingeniører og entreprenører, være nøkkelen til å utvikle en omfattende og effektiv veileder. Slik samarbeid kan bidra til å identifisere optimal praksis og dele kunnskap om hvordan man mest effektivt kan implementere trebaserte plater for å oppnå både økonomiske og bærekraftige mål.

Som konklusjon er forbedring av veiledning og informasjon om trebaserte plater er en viktig faktor for å øke deres bruk i byggebransjen. En omfattende veileder som inkluderer praktiske, økonomiske og bærekraftige aspekter, samt fokuserer på barrierer og muligheter identifisert i SirkPLATE-prosjektet, kan bidra til å øke bevisstheten om fordelene med trebaserte plater. Dette vil i sin tur hjelpe bedrifter og fagfolk i bransjen til å vurdere og implementere slike løsninger i deres prosjekter, og dermed bidra til en mer bærekraftig byggeindustri.

5.2.3 Insentiver

Insentiver kan ha en grunnleggende innflytelse på bruken av trebaserte plater til vannbåren gulvvarme i byggeprosjekter. Disse insentivene kan forme kravene og mulighetene som virksomheter møter når de vurderer bruk av trebaserte plater.

Insentiver i form av skattelettelser eller økonomisk støtte kan oppmuntre bedrifter til å velge mer bærekraftige materialer, som trebaserte plater. Dette kan være spesielt viktig gitt de potensielle kostnadene ved å implementere slike plater. Ved å redusere disse kostnadene, kan insentiver bidra til at trebaserte plater blir et mer kostnadseffektivt alternativ for bedrifter.

Samlet sett kan insentiver spille en viktig rolle i å gjøre trebaserte plater mer attraktive for bedrifter som vurderer bruk av vannbåren varme i byggeprosjekter. Ved å stille krav til bærekraft og energieffektivitet, kan slike insentiver bidra til å skape en større etterspørsel etter trebaserte plater. Insentiver som skattelettelser og økonomisk støtte kan hjelpe bedrifter med å dekke kostnadene ved å implementere trebaserte plater, noe som kan gjøre dem mer kostnadseffektive og tiltalende for bedrifter.

I tillegg kan det å overholde bransjekrav og følge beste praksis for bruk av trebaserte plater bidra til å forbedre bygningers sikkerhet, funksjonalitet og bærekraft, noe som kan være et konkurransefortrinn for bedrifter som ønsker å tiltrekke seg kunder og øke sin markedsandel.

Til slutt er det viktig å merke seg at insentiver ikke er den eneste faktoren som påvirker bruken av trebaserte plater. Markedsfaktorer, teknologiske fremskritt og endringer i forbrukernes etterspørsel og preferanser vil også spille en rolle i å forme fremtiden for trebaserte plater og deres bruk i byggeprosjekter

5.3 Hvilke forbedringsmuligheter finnes for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved trebaserte plater?

I dette avsnittet vil vi diskutere forbedringsmuligheter for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved bruk av trebaserte plater i forbindelse med vannbårene gulvvarmeinstallasjoner.

5.3.1 Kommunikasjon mellom aktører

Kommunikasjon mellom aktører er en kritisk faktor for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved bruk av trebaserte plater. Målet med effektiv kommunikasjon er å redusere feil og misforståelser som kan oppstå gjennom prosjektering, utførelse og prosjektets levetid, og dermed minske tidsbruken og kostnadene.

Innen byggeprosjekter er det ofte flere involverte parter, inkludert produsenter, entreprenører, rådgivere og arkitekter. Hver av disse aktørene har sin egen kunnskap, ferdigheter og interesser, noe som kan føre til misforståelser og konflikter hvis ikke håndtert riktig. Dette blir tydelig i eksemplet fra arkitekten, der valget av plassering for fordelingsskapet førte til ekstra kostnader og tid, fordi det ble gjort endringer i ettertid (Vedlegg 1: Arkitekt). Dette illustrerer betydningen av å involvere alle relevante parter tidlig i prosjektet og opprettholde klar kommunikasjon gjennom hele prosessen.

En løsning for å forbedre kommunikasjonen kan være å utvikle standardiserte prosedyrer og rutiner for samarbeid mellom de involverte partene. Dette kan inkludere regelmessige møter, klare ansvarsområder og tydelige kommunikasjonskanaler. Ved å etablere en klar struktur for kommunikasjon og samarbeid, kan aktørene jobbe mer effektivt sammen mot et felles mål, noe som bidrar til en mer sømløs og velkoordinert arbeidsflyt.

Videre kan BIM-modellering være et effektivt verktøy for å fremme samarbeid og kommunikasjon mellom ulike interessenter i byggebransjen (Nordic BIM Group, u.å.). Ved å tilby en felles plattform for alle aktører å jobbe på, kan BIM-modellering hjelpe med å minimere feil og forsinkelser, og bidra til å skape bedre bygninger med forbedret funksjonalitet, lang levetid og verdi for alle involverte.

En annen strategi kan være å utvikle veiledninger og prosedyrer for å hjelpe aktørene med å unngå vanlige problemer. For eksempel kan en veileder for korrekt bruk av lim bidra til å minimere risikoen for knirk (Vedlegg 1: NWC). Slike veiledninger kan fungere som et felles referansepunkt for aktørene, noe som kan bidra til å sikre at alle følger samme prosedyrer og standarder.

Til slutt kan samarbeid og kommunikasjon mellom aktørene spille en viktig rolle i å fremme bærekraft. I prosjektet SirkTRE samarbeider flere aktører i treindustrien for å øke ombruk og gjenvinning av trematerialer, med målet om å redusere utslipp tilsvarende 3 tonn CO₂ innen

2030 (SirKTRE, 2022). Slike initiativer kan bidra til å skape en mer bærekraftig fremtid for byggeindustrien ved å optimalisere bruken av trebaserte plater og ved å fremme utviklingen av mer energieffektive bygninger. Dette prosjektet illustrerer hvordan kommunikasjon og samarbeid mellom aktører kan bidra til å fremme bærekraftige løsninger.

Å forbedre kommunikasjonen mellom aktørene i byggeprosjekter er ikke en enkel oppgave. Det krever kontinuerlig innsats og engasjement fra alle parter. Imidlertid kan kommunikasjonen mellom aktørene forbedres betydelig med riktig tilnærming og de riktige verktøyene, som standardiserte prosedyrer, BIM-modellering, og veiledninger, noe som kan resultere i mer effektive og kostnadseffektive planleggings- og produksjonsprosesser ved bruk av trebaserte plater.

5.3.2 BIM

Som tidligere diskutert, kan bruk av BIM i planleggings- og produksjonsprosesser for trebaserte plater tilby flere fordeler. BIM er en digital representasjon av bygningens fysiske og funksjonelle egenskaper og fungerer som en ressurs gjennom hele byggeprosessen – fra design til drift og vedlikehold (Nilssen & Stick, 2022).

Ved å integrere BIM i disse prosessene kan aktørene få en mer helhetlig forståelse av bygningens egenskaper, inkludert hvordan ulike komponenter, som trebaserte plater og vannbåren gulvvarme, passer sammen. Dette kan bidra til å redusere feil og ineffektiviteter, forbedre koordineringen mellom aktørene og skape mer detaljerte og nøyaktige produksjons- og monteringsinstruksjoner (Vedlegg 1: Hunton, Forestia).

En av de mest betydningsfulle fordelene med BIM er dens evne til å forbedre samarbeid og kommunikasjon mellom de ulike aktørene i byggeprosjektet, som arkitekter, ingeniører, entreprenører og leverandører. Ved å tilby en felles plattform for alle aktører, kan BIM minimere feil og forsinkelser og dermed skape bedre bygninger med forbedret funksjonalitet, lang levetid og verdi for alle involverte (Nordic BIM Group, u.å.).

Når det gjelder trebaserte plater, kan BIM brukes til å visualisere produktene i en bygningsmodell, fremheve produktets ulike egenskaper og verdiforslag, og dermed muliggjøre effektive demonstrasjoner for potensielle kunder (Vedlegg 1: Hunton, Forestia). I tillegg kan BIM effektivisere produksjonsprosessen ved å forutsi materialbehov og

identifisere potensielle feil. BIM kan også brukes til å planlegge og optimalisere logistikken, noe som kan redusere transportkostnader og miljøpåvirkning (Vedlegg 1: NWC).

Et interessant aspekt som kom frem i analysen, er potensialet for bruk av BIM i produksjonen for å redusere avfall og tidsbruk på byggeplassen (Vedlegg 1: Hunton). Ved å implementere BIM i planleggingen av vannbåren varme kan man tegne leggemønstre på forhånd og vite hvordan platene skal utformes med tanke på spor til vannrørene (Vedlegg 1: Forestia, Hunton). Ved bruk av BIM i planleggingen kan man sende inn planløsning og leggemønstre i en fil til produsentene, slik at kunden får levert alt ferdig frest, nummerert og klart til å legges (Vedlegg 1: Forestia, Hunton).

Både Hunton og Forestia har identifisert muligheten for å utnytte BIM-teknologien for å forbedre sine produksjonsprosesser og tilby ferdige pakker til sine kunder, gitt tilstrekkelig etterspørsel. Dette kan potensielt gjøre det enklere å legge platene på byggeplassen, samtidig som det kan spare avfall og tid ved at kundene ikke trenger å gjøre tilpasninger av platene på byggeplassen.

Til tross for de potensielle fordelene, er det viktig å merke seg at implementering av BIM kan kreve betydelige investeringer i tid, penger og opplæring. Dette kan være en hindring for noen aktører, spesielt de med begrensede ressurser. Imidlertid kan det være verdt å vurdere å gjøre disse investeringene. Som nevnt av Hunton, kan en grundig analyse av markedet og konkurrenter være avgjørende for å oppnå et konkurransefortrinn (Vedlegg 1: Hunton).

Til slutt, selv om implementeringen av BIM innebærer betydelige investeringer, kan fordelene ved økt effektivitet, reduserte kostnader, bedre koordinering og samarbeid mellom aktører, og en mer sømløs installasjonsprosess, gjøre det til en verdifull investering for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved trebaserte plater.

5.4 Kritisk vurdering av funn

En kritisk vurdering av funnene er avgjørende for å sikre at resultatene fra studien er troverdige og relevante i lys av teorien og problemstillingen. I dette kapittelet vil vi kritisk vurdere funnene fra analysen og diskutere styrker, svakheter og implikasjoner av disse funnene i lys av teorien og problemstillingen. Vi vil også reflektere over metodene som er brukt i studien og vurdere deres egnethet og effektivitet for å svare på problemstillingen.

Det er viktig å anerkjenne at studien ble utført med et begrenset antall deltakere, og at funnene derfor ikke nødvendigvis kan generaliseres til større populasjoner. Allikevel har utvalget av deltakere vært bredt, med plateprodusentene, arkitekt, utførende, prosjektleder som velger trebaserte plater og prosjektleder som velger flytsparkel. Dette er positivt for studien for å unngå potensielle skjevheter i resultatene. En større studie med et bredere utvalg av deltakere kunne imidlertid ha gitt en mer nyansert forståelse av problemstillingen.

Når det gjelder de anvendte metodene, er det nødvendig å vurdere validiteten av datainnsamling og analyse. Selv om intervjuer kan gi verdifull innsikt, kan de også være utsatt for subjektivitet og feilkilder, som sosial ønskelighet og hukommelsesfeil. Et eksempel på dette er at det kom motstridende data angående tidsbruk på fresing av spor i platene, der prosjekterende og utførende hadde forskjellig oppfatning over hvor lang tid det ville ta. For å øke validiteten av funnene, ble det benyttet triangulering med andre datakilder, som observasjoner og dokumenter. Dette bidrar til å styrke forskningens pålitelighet og validitet ved å redusere risikoen for feil og bias.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med to produsenter av trebaserte plater, noe som kan ha medført en skjevhet i tilgangen til informasjon. Vi hadde større tilgang til data fra disse produsentene sammenlignet med deres konkurrenter som leverer alternative løsninger. Dette kan ha resultert i en utilsiktet bias og redusert nøytraliteten i vår analyse. Vi forsøkte å minimere denne skjevheten ved å innhente data fra en rekke forskjellige kilder, inkludert uavhengige fagfolk, standarder og publiserte rapporter.

Våre funn bidrar til den eksisterende litteraturen ved å gi en detaljert undersøkelse av bruken av trebaserte plater i byggeprosjekter. Imidlertid er det nødvendig med mer forskning for å bekrefte og utvide våre resultater. Fremtidige studier bør for eksempel undersøke mer

objektive målinger av tidsbruk, kostnader og andre faktorer som påvirker valget av materialer i byggeprosjekter. Dette vil også bidra til å forbedre sammenlignbarheten mellom forskjellige materialalternativer. Videre vil det være nyttig å utføre lignende studier i andre geografiske områder for å se om funnene våre også gjelder i andre kontekster

Til tross for disse begrensningene, mener vi at våre funn gir verdifulle innsikter i bruken av trebaserte plater i byggeindustrien og bidrar til en bedre forståelse av fordelene og utfordringene ved å bruke dette materialet i praksis. Vi håper at dette vil inspirere til videre forskning og diskusjon om dette viktige temaet.

6 Avslutning

6.1 Konklusjon

I dette kapittelet oppsummeres oppgavens hovedfunn, og en konklusjon trekkes basert på problemstillingen og resultatene. Implikasjonene av funnene for videre arbeid i SirkPLATE-prosjektet og hvordan anbefalingene kan hjelpe bedrifter og prosjektledere med å implementere mer bærekraftige og kostnadseffektive løsninger for vannbåren gulvvarme med trebaserte plater, vil også bli diskutert. Til slutt vil vi påpeke potensielle begrensninger i vår studie og foreslå retninger for videre forskning.

Denne bacheloroppgaven har undersøkt følgende problemstilling: «Hvordan kan vannbåren gulvvarme i lette og tunge etasjeskillere med trebaserte plater gjøres mer attraktivt og kostnadseffektivt for bedrifter, og hvilke forbedringsmuligheter finnes for å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser i gulvvarmeinstallasjoner med slike materialer?». Gjennom en grundig drøfting av ulike barrierer og potensielle forbedringsmuligheter har oppgaven bidratt til økt forståelse av hvordan trebaserte plater kan bli et mer konkurransedyktig alternativ i markedet for vannbåren gulvvarme.

Opgaven har identifisert flere barrierer som påvirker valget av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme, inkludert kostnader, tid, materialvalg, tekniske utfordringer, ombruk, regelverk og krav. For å gjøre trebaserte plater mer attraktive og kostnadseffektive, er det nødvendig å adressere disse barrierene. Dette kan gjøres ved å forbedre tekniske egenskaper, redusere installasjonstid, øke ombruksmulighetene og tilpasse seg eventuelle nye krav i regelverket.

For å optimalisere planleggings- og produksjonsprosesser ved trebaserte plater har oppgaven foreslått flere tiltak. Disse inkluderer implementering av prefabrikasjonsteknologi, BIM, forbedring av veiledning og informasjon, samt endringer i lover, forskrifter og insentiver. Kommunikasjon mellom aktører, forbedring av eksisterende produkter og samarbeid mellom industri og forskning er også viktige aspekter som kan bidra til å øke effektiviteten i hele byggeprosessen.

Ved å implementere disse tiltakene og forbedringsmulighetene kan byggebransjen redusere material- og energiforbruket, øke ressursutnyttelsen og dermed redusere miljøpåvirkningen av

byggprosjekter. Dette vil bidra til en mer bærekraftig byggebransje og støtte opp under FNs bærekraftsmål om å redusere klimagassutslipp og ressursbruk.

Videre forskning kan undersøke hvordan disse forbedringsmulighetene kan implementeres i praksis og hvordan de påvirker trebaserte platers konkurranseevne over tid. Det kan også være interessant å se på hvordan endringer i regelverk og krav påvirker markedet for trebaserte plater og andre materialer, og hvordan dette kan bidra til en mer bærekraftig byggebransje.

Denne oppgaven har bidratt til faget ved å gi en dypere forståelse av barrierer og muligheter for trebaserte plater i vannbårne gulvvarmeinstallasjoner. Den har også pekt på potensielle tiltak som kan forbedre planleggings- og produksjonsprosesser, og dermed gjøre trebaserte plater mer attraktive og kostnadseffektive for bedrifter. Oppgaven har satt problemstillingen i et større perspektiv og pekt på muligheter for videre forskning og oppfølging, noe som kan bidra til en mer bærekraftig og innovativ byggebransje.

6.1.1 Forslag til videre arbeid

I denne delen presenterer vi forslag til videre arbeid basert på funnene og diskusjonene i denne oppgaven. Forslagene er rettet mot å ytterligere forstå og utvikle løsninger for å implementere trebaserte plater i vannbåren gulvvarme på en mer bærekraftig og kostnadseffektiv måte.

Utforskning av prefabrikasjonsteknologi og digitalisering: Videre arbeid kan utforske i dybden hvordan prefabrikasjonsteknologi og digitalisering kan bidra til å redusere installasjonstid og kostnader i vannbårne gulvvarmeinstallasjoner med trebaserte plater. Dette kan inkludere case-studier og sammenligninger av ulike teknologiske løsninger som kan bidra til økt effektivitet og reduserte kostnader.

Livssyklusanalyse (LCA) for trebaserte plater: Gjennomføre en livssyklusanalyse (LCA) for trebaserte plater i vannbåren gulvvarme i oppbygningen av en hel etasjeskiller for å kvantifisere miljøfordelene og bærekraftsaspektene ved bruk av dette materialet sammenlignet med andre oppbygninger av etasjeskillere som er vanlig i markedet. Dette vil gi en bedre forståelse av de miljømessige fordelene ved trebaserte plater i forhold til alternative materialer.

Effekten av endrede lover, forskrifter og insentiver: Studere effekten av endrede lover, forskrifter og insentiver på implementeringen av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme og i byggebransjen generelt. Dette kan bidra til å identifisere effektive politiske tiltak for å fremme mer bærekraftige byggematerialer og styrke konkurranseposisjonen for trebaserte plater i markedet.

Samarbeid mellom industri og forskning: Fortsette samarbeidet mellom industri og forskningsintuisjoner for å forbedre eksisterende løsninger, samt utvikle nye løsninger for å overkomme utfordringer for trebaserte plater med vannbåren gulvvarme. Dette kan føre til bedre materialer, teknikker og løsninger som øker adopsjonen av trebaserte plater i vannbårne gulvvarmeinstallasjoner og styrker deres konkurranseposisjon i markedet.

Utvikle felles veileder for systemleverandører, planleggere og arkitekter: Utvikling av felles veileder er delmål 3 av SirkPLATE-prosjektet, så vil dette være et naturlig punkt å ha med i videre arbeid. Denne bacheloroppgaven er en del av delmål 1 der vi skal kartlegge dagens praksis, identifisere barrierer og foreslå løsninger for smart planlegging og legging av vannbåren varme i trebaserte plater i gulv, som videre vil bli brukt til utviklingen av veilederen.

Ved å bruke disse forslagene til videre arbeid, kan forskere, prosjekterende og utførende bidra til å forbedre forståelsen og adopsjonen av trebaserte plater i vannbåren gulvvarme, og dermed støtte en mer bærekraftig og kostnadseffektiv byggebransje.

Litteraturliste

Referanser

Aune, I., u.å.. *Gjenvinning, ombruk eller gjenbruk?*. [Internett]

Available at: <https://sirken.no/blogg/gjenvinning-ombruk-eller-gjenbruk>

[Funnet 27 April 2023].

Caulfield, J., 2022. *How to Do Thematic Analysis / Step-by-Step Guide & Examples*.

[Internett]

Available at: <https://www.scribbr.com/methodology/thematic-analysis/>

[Funnet 28 April 2023].

Direktoratet for byggkvalitet, 2017. *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. [Internett]

Available at: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>

Direktoratet for byggkvalitet, 2022. *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning - § 9-5.*

Byggavfall og ombruk. [Internett]

Available at: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-5>

[Funnet 24 April 2023].

Direktoratet for byggkvalitet, u.å.. § 13-6. *Lyd og vibrasjoner*. [Internett]

Available at: https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/13/iv/13-6?_t_q=lyd

Direktoratet for byggkvalitet, u.å.. *Generelle krav til sikkerhet ved brann*. [Internett]

Available at: [https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-](https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning?_t_q=brann)

[tek17/11/i/innledning?_t_q=brann](https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/11/i/innledning?_t_q=brann)

Forestia, 2022. *Monteringsveiledning Forestia Thermogulv*. [Internett]

Available at: <https://proff.forestia.no/media/3033/102022-montanvisning-forestia-thermogulv-no.pdf>

[Funnet 18 April 2023].

Forurensningsloven, 2023. *Lov om vern mot forurensninger og om avfall*. [Internett]

Available at: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6/KAPITTEL_5#%C2%A733

[Funnet 15 Mai 2023].

Grønn Byggallianse, 2021. *Ombrukskartlegging og bestilling – slik gjør du det.* [Internett]

Available at: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2021/08/Veilder_ombrukskarlegging_med_vedlegg.pdf

[Funnet 24 April 2023].

Grønn Byggallianse, u.å.. *Ombruk i byggeprosjekter.* [Internett]

Available at: <https://byggalliansen.no/kunnskapssenter/ombruk-i-byggeprosjekter/>

[Funnet 27 April 2023].

Grønnerud, V., 2021. *Forestia thermogulv plater ytelseserklæring.* [Internett]

Available at: <https://proff.forestia.no/media/3071/ytelseserklæring-yt-08-22-25-mm-std-og-ekstra-thermogulv.pdf>

[Funnet 10 Mai 2023].

Hunton, 2021. *Monteringsanvisning Silencio Thermo.* [Internett]

Available at: <https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/silencio-thermo-monteringsanvisning-web-2.pdf>

[Funnet 18 April 2023].

Hunton, 2023. *Håndbok Hunton Siliencio.* [Internett]

Available at: <https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/hunton-silencio-handbok-samlebrosjyre-rev0323-no-2korr.pdf>

[Funnet 18 April 2023].

Høsøien, C. O., 2016. *Lydforhold i boliger. Evaluering av byggtekniske krav til lydforhold.*

[Internett]

Available at: https://dibk.no/globalassets/byggeregler/tek10-til-tek17/rapporter/lydforhold-i-boliger_samlerapport_sintef_toi_multiconsult_mars-2016.pdf

[Funnet 24 april 2023].

Innovasjon Norge, 2023. *Forestia får 80 millioner kroner til å bygge ny fabrikk.* [Internett]

Available at: <https://www.innovasjon norge.no/no/om/nyheter/2022/forestia-far-80-millioner-til-ny-fabrikk/>

[Funnet 27 April 2023].

Jacobsen, D. I., 2005. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?.* 2 red. s.l.:Høyskoleforlaget.

Kvellheim, A. K. & Sandberg, E., 2021. *Ombruk av byggematerialer – MARKED, DRIVERE OG BARRIERER*, Oslo: SINTEF akademisk forlag.

McCarthy, W. J. & McGeough, J. A., u.å. *Machine tool - Computer-aided machining*.

[Internett]

Available at: <https://www.britannica.com/technology/machine-tool/Boring-machines#ref424347>

[Funnet 24 April 2023].

Meto Gruppen AS, u.å.. [Internett]

Available at: <https://cdn.byggjeneste.no/nobb/f63f2eae-ffe1-4057-a7e4-b0c72e2557cc>

[Funnet 12 Mai 2023].

Mollatt, N., 2019. *Deformasjoner av hulldekker*. [Internett]

Available at: <https://www.betong.no/for-studenter/oppgaveforslag/deformasjoner-av-hulldekker/test-def.hd/>

[Funnet 27 April 2023].

Nilssen, T. E. & Stick, M. W., 2022. *Hva er BIM?*. [Internett]

Available at: <https://ndla.no/nb/subject:1:0d67724e-d9fa-4365-9839-4cc91c012855/topic:2:3d79c5be-7830-49b5-8e6d-55c90e6c4f94/topic:1:a8cf7ae9-2438-4143-8f3c-92e19d706623/resource:50f8f118-86f8-4402-8147-b54273942d4d>

[Funnet 24 April 2023].

Nordic BIM Group, u.å. *Building Information Modeling*. [Internett]

Available at: <https://www.nordicbim.com/no/alt-om-bim-bygningsinformasjonsmodellering-fra-vugge-til-grav>

[Funnet 24 April 2023].

Nordisk Energikontroll AS, u.å.. [Internett]

Available at: <https://noen.no/tjenester/vannbåren-varme>

[Funnet 10 Mai 2023].

Oldertrøen, J. O., 2020. *Mulig å redusere avfallet fra byggebransjen*. [Internett]

Available at: <https://www.nibio.no/nyheter/mulig-a-reducere-avfallet-fra-byggebransjen>

[Funnet 27 April 2023].

Paustian, R., 2015. *Hunton Silencio Thermo Ytelseserklæring*. [Internett]

Available at: https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/ytelseserklæring_hunton-silencio-24_36_no.pdf

[Funnet 10 Mai 2023].

Prodsys, u.å.. [Internett]

Available at: <https://www.prodsys.no>

[Funnet 10 Mai 2023].

Sintef, 2018. *Teknisk Godkjenning 2330*. [Internett]

Available at: <https://www.hunton.no/wp-content/uploads/2018/08/2330g.pdf>

[Funnet 18 April 2023].

SINTEF, 2020. *Byggforskserien*. [Internett]

Available at:

https://www.byggforsk.no/dokument/2958/vannbaaret_gulvvarme_oppbygging_av_gulv#

[Funnet 10 Mai 2023].

SINTEF, 2020. *Byggforskserien*. [Internett]

Available at:

https://www.byggforsk.no/dokument/1538/brannmotstand_for_etasjeskillere_av_tre_og_betonng

[Funnet 10 Mai 2023].

SirkTRE, 2022. *SirkTRE*. [Internett]

Available at: <https://www.sirktre.no/>

[Funnet 26 April 2023].

Standard Norge, 2020. *NS-EN 1264 del 1 til 5 - Veiledning for vannbåren gulvvarme i boliger og næringsbygg*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=117100>

[Funnet 24 April 2023].

Standard Norge, 2021. *NS 8175:2019/AC:2021 - Lydforhold i bygninger — Lydklasser for ulike bygningstyper*. [Internett]

Available at:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1353241>

[Funnet 24 April 2023].

Store norske leksikon, u.å.. *Avrettingsmasse*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/avrettingsmasse>

[Funnet 28 April 2023].

Sørnes, K. et al., 2014. *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*. [Internett]

Available at:

https://www.sintefbok.no/book/index/985/anbefalinger_ved_ombruk_av_byggematerialer

[Funnet 24 April 2023].

Vedlegg 1 – Analyse/koding av datamateriell

I dette vedlegget er dataene fra befaringer, intervjuer og dokumentanalyse analysert og kodet etter hovedkategoriene bærekraft, prosjektgjennomføring og økonomi. Det er videre kategorisert etter hvor informasjonen er hentet fra. Denne kodingen er brukt som utgangspunktet for analysekapittelet i bacheloroppgaven.

For å beskytte intervjuobjektens personvern har vi brukt pseudonymer for å gi beskrivende navn. Under blir intervjuenes og befaringens pseudonym, dato for gjennomføring og hvilken underkategori som er brukt i kodingen. Eksempel: pseudonym, dato intervju/befaring ble gjennomført, «kategori som blir brukt i kodingen».

1. Rørlegger, 17. April 2023, «Notater fra telefonintervju med rørlegger».
2. Forestia, 2. Februar 2023, «Notater fra befaring på fabrikk, Forestia»
3. Hunton, 10. Februar 2023, «Notater fra befaring på fabrikk, Forestia»
4. BoligPartner, 16. Mars 2023, «Notater fra befaring på byggeplass (BoligPartner)»
5. NWC, 12. April 2023, «Notater fra prosjektmøte med NWC på Mjøstårnet»
6. Arkitekt, 24. Mars 2023, «Notater fra intervju med arkitekt»
7. Backe, 04. Mai 2023, «Notater fra befaring på byggeplass (Backe)»

Bærekraft

Notater fra telefonintervju med rørlegger:

- De mener det er lettere for rørlegger når det brukes isopor og sparkel istedenfor trebaserte plater, dette har med at de på isopor og sparkel kun trenger å legge ut rørene og så krampe de fast.

Notater fra befaring på fabrikk:

- **Forestia:**
 - o Forestia planlegger å bygge en Returfabrikk. Målet er å rense absolutt alle tre-materialer (tidligere brukte trefiberplater, stender, osv.). Kapasiteten er 1,3 millioner tonn. Årsaken til at den ikke er bygd enda: leveransene er ikke alltid

å stole på, ikke alltid 100% treverk (stål o.l. kan være igjen i treverket). Det krever mer teknologi.

- Kan ta tilbake brukte plater etter levetiden og gjenvinne til nye produkter med returfabrikk.
- Forestia forteller at det er mindre utslipp av ulike gasser ved bruk av trebaserte plater enn andre løsninger.
- Forestia satser på kortreist produkter. Forestia henter derfor mesteparten av materialene fra Moelv Våler eller skogeiere nære våler området. Fabrikken er også plassert i dette området.
- Innehar miljømerket Svanen og er vurdert av Ecoprodukt.
- Platene til Forestia kan ikke ombrukes direkte på grunn av not og fjær systemet på platen som vil bli ødelagt ved rivning.

- **Hunton:**

- Hunton bruker 100% PEFC-sertifisert skogbruk (granflis).
- Ønsker å bli 100% sirkulær i sin produksjon.
- Hunton forteller at tre har lavere CO2 fotavtrykk enn andre løsninger.
- Hunton poengterer at treghtets tid er et viktig argument (mer energi tappes for å varme opp betong, tre er mer effektiv til å lede varme).
- Strengere krav for bærekraft i den nye tekniske forskriften, som kan være et godt argument til å velge trebaserte plater.
- Hunton er indirekte sirkulært (gjenbruk av materialer som blir feilprodusert og avfallet som oppstår i fabrikken, til å lage nye produkter. Lastebilene går aldri tomme til og fra fabrikken.).
- Hovedmaterialene til Hunton Silencio kommer fra Steico i Polen.
- De vet ikke hvordan trinnlysegenskapene til platene er etter 60 år, og kan ikke si klart om platene kan ombrukes direkte. Likevel, kan gamle plater gjenvinnes og lages nye produkter av.

- Produktet har utslippstall A1-A3.
- Fra FDV: Produktet skal sorteres som treverk og metall på byggeplass/ved avhending, og leveres til godkjent avfallsmottak der det kan energigjenvinnes
- Fra EPD: Referanselevetid er den samme som for byggverket, og som regel settes den til 60 år. Dette er basert på FDV for produktet og de forutsetningene der.
- Hunton har blitt vurdert av Ecoproduct på vanlig Silencioplater som videre blir brukt til å produsere Thermoplater.
- Ved bruk av BIM ønsker de å sette opp ferdig elementer etter behov og ferdig pakket til kunden. Hunton mener at dette kan redusere avfall og tiden på byggeplass.
- Hunton bruker et intelligent system for feilprodusert og avfall som kommer i produksjonslinjen, hvor det blir vasket og sendt tilbake til beholderen for å bli et nytt produkt.
- Hunton ser frem til en ny og mer bærekraftig produksjon med en ved å gjenbruke og få mest mulig inn i en sirkulær gjenbruk.

Notater fra befaring på byggeplass (BoligPartner):

- Valg av trebaserte plater var viktig for BoligPartner når det gjelder materialbruk, der man ønsker i utgangspunktet mest mulig trevirke og best mulig miljøprofil.
- Prosjektlederen forteller at det er mer energibesparende å bruke trebaserte plater enn betong.
- Hvorfor velge geovarme i stedet for luftvarmepumpe som en oppvarmingsløsning? Geovarme fungerer 365 dager. Lite behov for vedlikehold. Mye mindre støy. Sparer mye penger og strøm i fremtidig drift. Gir et positiv bærekraftig CO2 foravtrykk.

Notater fra befaring på byggeplass (Backe):

- Hadde ikke info om klima.
- Hadde ingen formening om ombruk.

Notater fra prosjektmøte med NWC på Mjøstårnet:

- Mye fokus på ombruk, og fleksible løsninger som kan komme i nye bygg.
- Oppdatering i §9-5 på TEK17, som kan være fordelaktig for trebaserte plater. Dette gjelder produkter som skal brukes.
- Bygge videre opp på syklusen til SirkTRE. Som fokuserer på økt ombruk og mer effektiv gjenvinning av trematerialer.
- Det er lettere å gjenbruke trebaserte produkter tilbake i et annet prosjekt, men også tilbake i reproduksjon

Notater fra intervju med arkitekt:

- Trinnlyd en viktig årsak til at man bruke trebaserte plater, derfor lander valget ofte på Hunton Silencio Thermo fordi de er lokale (kortreist).
- Men i enkelte tilfeller blir det flytsparkel, det varierer ut ifra situasjonen (lette eller tunge etasjeskillere, kostnader, tidsbruk).
- Uttrykker et ønske om å øke bruken av trebaserte plater.
- Oppstår det et problem med vannrørene eller noe annet i gulvkonstruksjonen, må flytsparkel pigges for å løse dette problemet, dette unngår man med trebaserte plater. Ved tregulv kan man ta gulvet for å se etter feil. Har ikke tenkt på om dette utgjør noen forskjell på valg av løsning.
- Trebaserte plater kan brukes om igjen, noe som ikke gjelder flytsparkel.

Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning:

- 1. juli 2022 ble det gjort endringer i energi-, klima- og miljøkravene i byggtknisk forskrift, og dette kan være gunstig for produkter egnet for ombruk og materialgjenvinning.
- § 9-5. Byggavfall og ombruk: (2) Det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning. Byggverk skal prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme.
- Produkter og elementer med følgende merking eller vurdering kan være egnet for ombruk og gjenvinning:
 1. Svanemerket/EU-Blomsten
 2. Produkter vurdert i ECOproduct med følgende karakterer:
 - grønn eller hvit under kategori «helse- og miljøskadelige stoffer»
 - 6 eller høyere under kategorien «avfall».

Rapport: Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer:

- Gjennom ulike faser av et produkts levetid kan ombruk føre til redusert energibruk, redusert forurensning, redusert bruk av arealer til materialutvinning og redusert bruk av arealer til deponering av avfall
- Med tanke på incentiver for økt ombruk- sjekke om BREEAM nor tar for seg ombruk av undergulv/trinnlydsplater
- Hele kryssfinerplater og diverse typer trefiberplater med intakt not og fjær, og plater der festemidlene ikke har forårsaket utrivning av platekant eller på annen måte forårsaket vesentlig forringelse av platens skivevirkende ytelse, kan ombrukes direkte.
- Historien viser at ombruk var mer utbredt tidligere fordi at det var mer lønnsomt å investere i arbeidstimer enn i materielle ressurser. Det ble derfor billigere å ombruke komponenter enn å kjøpe nytt. Laftede tømmerhus er et kjent eksempel på ombruk av tre i historien. I dag er dette regnestykket snudd om, det er nærmest alltid mer kostnadseffektivt å kjøpe nytt. I tillegg er det stor etterspørsel etter returvirke til energigjenvinning, noe som kan skape lavere interesse for ombruk.

Rapport: Ombrukskartlegging og bestilling – slik gjør du det

- Hva kjennetegner ombrukbare bygningskomponenter? Ombrukbare bygningskomponenter har egenskaper som gjør at de kan brukes om igjen når de ikke lenger kan brukes der de er. Noen bygningskomponenter kan brukes igjen til samme formål og funksjon som de opprinnelig var tiltenkt (direkte ombruk), mens andre kan omarbeides til et nytt bruksområde (oppsirkulering).
- Kjennetegn ved ombrukbare bygningskomponenter:
 - o Robuste materialer: Bestandige og homogene materialer og komponenter som kan ombrukes i flere generasjoner av bygg.
 - o Fleksible forbindelser: Reversible forbindelser mellom komponenter og bygningsdeler som forenkler demontering ved rivning av hele eller deler av bygget. Dette kan være mekaniske koblinger som for eksempel bolter.
 - o Tilhørende dokumentasjon: Tilgjengelig informasjon om produkter og materialer, bl.a. ytelseserklæring/ produktdokumentasjon, vedlikeholdsråd og informasjon om byggesystem med demonteringsanvisning.
- Ved identifisering av ombrukbare bygningskomponenter ser ombrukskartlegger spesielt etter følgende:

- Demonterbarhet: Bygningskomponenter som er enkle å demontere og remontere (som for eksempel har fleksible forbindelser)
 - Restlevetid: Bygningskomponenter med lang restlevetid, det vil si høy teknisk kvalitet, lite slitasje og skader og lang levetid.
 - Volum: Større partier av en bygningskomponent gir større effekt av innsatsen for å demontere for ombruk
 - Etterspørsel: Bygningskomponenter det er etterspørsel etter. Komponenter med kulturhistorisk verdi, lokal identitet, høy økonomisk verdi eller andre spesielle egenskaper, kan øke attraktiviteten for ombruk.
 - Miljøeffekt (LCA): Bygningskomponenter som gir store miljøbesparelser ved ombruk, for eksempel der produksjon eller transport forårsaker store utslipp eller andre miljøproblemer.
 - Kost/nytte: Bygningskomponenter som gir kostnadsbesparelse ved ombruk sammenlignet med kjøp av nytt produkt, det vil si bygningskomponenter med høy økonomisk verdi.
- Eksempler på bygningskomponenter som kan være uegnet til direkte ombruk, men egnet til oppsirkulering er: Bygningskomponenter som gjennom montering, bruk eller demontering får redusert eller mister nødvendige egenskaper
 - Selv om det ofte bare er kreativiteten som setter grenser for hva brukte bygningskomponenter kan ombrukes og oppsirkuleres til, er det noen bygningskomponenter som ikke kan eller bør ombrukes. Egenskaper som kan bidra til at en bygningskomponent ikke er aktuell for ombruk er: Fundamenter og andre plasstøpte bygningskomponenter som ved rivning av bygg ikke kan demonteres på grunn av lite fleksible knutepunkter. Knusing og bruk som fyllmasser (materialgjenvinning) vil vanligvis være eneste alternativet for ny bruk.

Prosjektgjennomføring

Notater fra telefonintervju med rørlegger:

- Spørsmål om leggemønster i trebaserte plater kan være et problem: Nei, ser ikke på det som et problem, senteravstanden på de ferdige freste sporene dekker det problemet. Rom som vaskerom og bad kan det være et problem, men der bruker man som oftest betong.

- 2-3 grader i forskjell på tur- og returledningen vann når det er en kabel på 100 til 110 meter, per kurs. Det kjenner man ikke forskjell på når man går på gulvet.
- Prøver å legge tur-rør langs yttervegg for å adressere kuldebro og kaldras.
- De legger tilførselsrørene i bjelkelagene. Så lenge med ikke bryter lyd- og brannskille i himlingen i underetasjen. Det blir mindre fresing i treplatene når de legger rørene i bjelkelagene. Ved åpent bjelkelag kan legging av kablene bli enklere, fordi man kan borre hull og legge kablene under platene.
- En bolig på 100KVM, legge varmfordelingsplater, fresing og legging av rør tar totalt ca. 2-3 arbeidsdager. På sponplater. Det er beregnet med 2 personer på jobb.
- Det å legge på trefiberplater vil gjøre at konstruksjonen får et ekstra lag, og det tar tid å legge platene.

Notater fra befaring på fabrikk:

- **Forestia**
 - Betong brukes på fleretasjes bygg grunnet brannkrav og er vanntett.
 - Hulldekke er mye brukt, og det blir foretrukket å bruke sparkel på betong.
 - Prefabrikasjonsløsning på trebaserte plater. Bestiller oppgitt areal og planløsning (Mulig å sende inn planløsning med leggemønster i en BIM-fil), slik at kunden får levert alt nummerert og klart til å legges. Slipper å frese spor på byggeplass, vil spare tid på dette.
 - Produsentene kan forbedre måten produktet blir reklamert og lage en bedre nettside som gjør det lettere å finne informasjon om materialene med fordeler og ulemper for enhver kunde.
 - Monteringen av trebaserte plater er lettere.
 - Produsentene må komme med løsninger som er effektive og økonomisk billigere.
 - Forestia sin fabrikk har for øyeblikket kun maskiner som kan lage rette spor i sponplaten. Denne maskinen kan produsere trebaserte plater med 2 eller 3 spor, hvor plater med 2 spor brukes i Danmark og 3 spor brukes i Norge og Sverige.

- Forestia har ennå ikke sett behovet for å investere penger på en CNC-fresemaskin, og har derfor startet et samarbeid med annen produsent med denne maskinen. Hvis Forestia ser økt behov for ferdig freste endeplater, og produksjonen ikke holder har Forestia kapasiteten til å kjøpe inn maskiner og øke produksjonskapasiteten.

Hunton:

- Hunton sin løsning er en trinnlydsplate. Som kan brukes til å klare dagens trinnlydskrav
- Det er mye mer fukt i avretningsmasse og sparkel sammenlignet med tre. Kan være et problem med mye fukt i konstruksjonen. Fører til behov for uttørking og venting på dette.
- Markedet har bedre kjentskap til løsninger som betong. Betong blir foretrukket pga. kunnskapen og erfaringen.
- De forteller at de vil endre salgskanaler (Hunton fokuserer mest på byggevarehandler), og vil prøve å sette mer fokus på arkitekter og byggherren.
- Hunton erfarer at informasjonen er en barriere (konstruksjoner blir prosjektert med fokus på avretningsmasse, dette gjør at det er vanskelig å velge trebaserte plater).
- Hunton Silencio Thermo oppfyller trinnlydskravet på 53dB
- Sporene på platene kan freses til rørradius på 16, 17 og 20mm
- Hunton nevner også at de ønsker en prefabrikasjonsløsning som er skreddersydd for et prosjekt (ferdig for enhver boenhet, ferdig pakket på en pall og nummerert). Bruke BIM og CNC-fres. Sparer tiden til snekkere og rørleggere
- Produkt kapasitet begrenser antall spor som kan bli frest ut. Tilførselselementet kan ikke ha flere spor enn det som er, det skyldes dårlig heft på produktene og at produktet vil gå i oppløsning ved flere spor. Dårlig heft fører til at produktet ikke er optimalt.
- Av erfaring kan tid være et problem.
- Hunton ønsker å se mer på den digitale siden av produksjon, blant annet ved bruk av BIM. Se på muligheten får en prefabrikasjonsløsning.

- Silensio Thermo er plater produsert av Steico som blir hentet til Norge. Disse platene blir kjøpt inn i 12mm tykkelse, Hunton limer 2 eller 3 plater sammen og danner Silensio trinnlydsplater. Disse blir igjen satt videre i en freser som freser ut spor etter behovet. Hunton har til nå tre ulike plater som er vendeelement, fordelingselement og standardelement.
- Hunton bruker ganske gamle maskiner, men Hunton har planer om å oppgradere anlegget. Hunton ønsker å se mer på den digitale siden av produksjon, blant annet bruk av BIM. Ved bruk av BIM ønsker de å sette opp ferdig elementer etter behov og ferdig pakket til kunden. Hunton mener at dette kan redusere avfall og tiden ved byggeplassen.

Notater fra byggeplass (Boligpartner):

- Det ble vurdert forskjellige type løsninger i dette prosjektet for installasjon av vannbåren varme og varmekilde. Denne vurderingen tas i prosjektgruppa til BoligPartner, hvor erfaringer man har med seg fra tidligere prosjekter teller tungt.
- Hunton sine plater ble valgt pga. de lyddempende egenskapene, dette var ikke et funksjonskrav i den spesifikke konstruksjonen da lydkrav er ivaretatt med Sylodyn gummiklosser, men ett ønske om å teste muligheter for ytterligere lyddemping i de lavfrekvents områder. Lydmålinger ble gjennomført i pilotbygg, og skal gjennomføres på dette prosjektet også.
- Prosjektlederen hos BoligPartner estimerte at én arbeider ville bruke 2-3 timer på fresing av spor i en 60 kvm. leilighet
- Valgte Hunton sine plater i hovedårsak på grunn av motstanden mot lyd.
- Dårlig erfaring med Thermo platene til Forestia pga. fibre i sporene som danner friksjon mot varmfordelingsplater av metall som kan føre til knirk, som igjen ble grunnlag for klage fra sluttbrukere.
- Fordelingsskapet sitter inne på de prefabrikkerte badene og leveres sammen med badene med det ønsket oppsett fra BoligPartner. Det går totalt 6 rør inn og ut fra sentralen.
- Det er ikke brukt vendeplatene til Hunton, relatert til kostnader og de mener det er lettere å frese spor selv. Bruk av vendeplatene gjorde ikke stor forskjell mot å frese vendingene, mente prosjektlederen. Årsak: Tid og kost.

- Hvis sponplatene blir utsatt for fukt, kan det oppstå fliser som kan gnisse mot varmfordelingsplatene og forårsake knirk.

Notater fra befaring på byggeplass (Backe):

- Oppbygning av gulvkonstruksjonen: Bygget er bygd av massivtre. For å klare lydkrav bruker de 30 mm Rockwool-isolasjon over massivtre-elementet, så en trinnlydsplate av EPS for å krampe fast rør. Platen teipes for å bli tett før det sparkles. Rørene legges ut før det kommer et lag med sparkel på 4-5 cm.
- Tidsbruk 100 kvm: to lag plater, teiping og legging av rør og sparkel, tar ca. 8 timer på 2 mann.
- Kan gå på sparkel etter ca. 2 timer etter støp. Etter 21 dager tørk kan gulvbelegg legges. Backe ventet 4 uker.
- Sparkel legges i to omganger. La først et lag 40 mm for mesteparten av tykkelse og så et lag 18 mm for å få gulvet helt flatt.
- Vekten av sparkel er 17 kg per cm tykkelse per kvm gulv.
- Har varmeisolasjon over rør til/fra fordelingskap for å forhindre at varmen slippes ut i feil rom.
- To mann utfører arbeidet med å legge rør til gulvvarme. En mann legger ut rør og en mann kramper de fast.
- Var vanskelig å klare lydkrav uten å bruke flytsparkel.

Notater fra prosjektmøte med NWC på Mjøstårnet:

- Løsning for vannbåren varme kan komme i forbindelse med at man trenger vekt eller må sette inn tiltak for å få plant golv; Er etasjeskillene hulldekker i betong som må avrettes, så er det gitt at man legger vannrørene i avrettingsmassen.
- Fint om dere pirker litt borti i temaet ombruk. Hvor fleksible løsninger vi har med trebaserte plater sammenliknet med sementstøpte, jf. SirkTRE.
- Den dårlige erfaringen huskes, ikke alle de gode.
- Har ikke tidligere tenkt på at det er problematisk med bæring av plater inn og ut av bygget.
- Har brukt nedstøpte rør i mange år. Ikke opplevd problem så langt med dette. Ved vannskader må man bytte alle treplatene, mens ved nedstøpte rør så er det enklere.

Ved en forsikrings-skade vil det være en problemstilling. Verken Forestia eller Hunton har hørt om dette som et problem. Tror generelt det er sjelden skader ved vannbåren varme.

- Foreløpig har ikke TEK blitt endret til nye lydkrav. Før det skjer vil DiBK trolig kjøre en konsekvensutredning. Mange av dagens lette etasjeskillere vil ikke bli favorisert når det nye kravet innføres.
- Veilederen bør bl.a. ha med fakta og myter mht. knirk. Hvordan unngå knirk. Det er for eks viktig å bruke riktig lim. Det betyr mye for å unngå knirk. Følger man veiledningen, er risikoen liten for knirk -> det finnes en veileder som Forestia har laget med Treteknisk om saken.

Notater fra intervju med arkitekt:

- Trinnlyd en viktig årsak til at man bruke trebaserte plater, derfor lander valget ofte på Hunton Silencio Thermo fordi de er lokale (kortreist).
- Men i enkelte tilfeller blir det flytsparkel, det varierer ut ifra situasjonen.
- Entreprenørene må bli med på vurdering og diskusjon under prosjekteringen. Entreprenørene er ikke med i prosjekteringsfasen, men kan påvirke prosjektet med erfaringen og kunnskapen.
- Arkitekten kommer med innspill og entreprenøren må godkjenne. Arkitekten er den som tegner og oppfyller kravene.
- Ved boligbygg skal det være lett og raskt å varme opp bygget, så derfor foretrekker man trebaserte plater. Men når det er kontorbygg som skal ha samme temperatur og hele året, har ikke valget så mye å si.
- Positiv til bruk av BIM til prefabrikasjonsløsninger. Det er mulig å spare noen kroner på dette, men det går ut på oppsettet fabrikken har på produksjon og leveranse.
- Fordelingen av varmerør kan gjøres under lettvegger der det blir for trangt gjennom døråpninger.
- Det er ikke et problem å legge trinnlyd med vannrør og sparkle over. Lettere og billigere med trinnlydsmatte og isopor.
- Kunnskapen/vanen som prosjekterende/entreprenøren har er et problem.
- Gipsen påvirker varmegjennomgangen. Bruk heller 23mm parketter. Det er basert på erfaring og reklamasjon.

- Arkitekten kan diskutere med en av ingeniørene om hvor ulike ting skal være, som fordelingsskap osv. Entreprenøren kommer sent inn og gjør endringer for å tilpasse til systemet de er vant til. Entreprenøren får ikke nok utnytte av forarbeid gjort av arkitekten og ingeniøren. Samarbeid burde komme tidligere inn i prosessen.
- Arkitekten burde få lov til å velge hvor fordelingsskapet skal bli plassert. Spesielt når entreprenøren kommer ganske seint inn i prosjektet, og skal gjøre endringer. Det må da regnes på nytt fra starten, som medfører store mengder med kostnader. Samfunnsmessige store summer kan spares. Sparer tid og store summer.
- Søknadsprosessen skal inneholde ventilasjon, lyd, og andre deler, men vannbåren varme er ikke med i prosessen. Men det burde vært med det også.
- Raske løsninger som entreprenøren finner, påvirker byggeprosessen.
- Vil en BIM-modell av produktene gjøre at det er mer sannsynlig at platene blir brukt? For de som tegner ser hen potensialet i å forbedre produktet.
- Gipsen hindrer mot knirk.
- trinnlyd på fordelingsplatene kan bli svekket.
- Kom med innspill om at vendeplatene kan komme med spor på begge sidene av platen. Vendeplatene kan jo komme med spor frest i begge veier.
- Arkitekten er positiv til løsning med ferdigfreste spor, hadde vært noe som kan gjøre ting lettere.
- Hunton og Forestia burde lage en egen standard når et bygg skal tegnes og konstruert fra byggen av.
- Et forslag fra arkitekten er å plassere fordelingsskap i rom der flytsparkel uansett skal brukes, noe som eliminerer problemet med for mange føringer inn mot skap.
- Fordelingsplater er fortsatt nyttige for å få nok føringer gjennom døråpninger.

NS-EN 1264; veiledning for gulvvarme i boliger og næringsbygg:

- Vannbåren varme er en energifleksibel oppvarmingsløsning som kan veksle mellom mange ulike energikilder, og som kan installeres både i eksisterende bygg og i nybygg.
- Vannbåren varme gir høyest termisk komfort.
- Vannbåren varme gir størst møbleringsfrihet.

- Vannbåren varme klarer seg med lavest vanntemperatur for å gi ønsket komfort, og gir derfor de beste driftsforholdene for en lavtemperert energikilde som varmepumpe og solvarme.
- Vannbåren varme har høyest selvregulerende egenskaper. Avgitt varmeeffekt avtar med økende romtemperatur og motsatt.
- Vannbåren varme har høyest evne til energilagring, slik at det kan lagres energi til tider på døgnet hvor energikostnaden er høyere.
- Vannbåren varme er «usynlig» og den mest hærverksikre oppvarmingsløsningen i offentlige bygg og institusjoner.
- Den største utfordringen med vannbåren gulvvarme er å holde innertemperaturen stabil når intern varmetilførsel varierer. Det gjelder spesielt hvis et rom brått får mye varme fra «interne» kilder (internvarme), for eksempel hvis det raskt fylles av mange folk eller hvis sola stråler sterkt inn. Problemet med å holde temperaturen stabil skyldes enten at vanntemperaturen er innstilt for, eller at gulvvarmerørene er uheldig installert.

En uheldig installasjon kan være:

- Kombinasjonen av for høy vanntemperatur og et gulv som har stor termisk treghet, eksempelvis en betongplate. Gulvet vil da avgi varme i lang tid etter at termostaten sørget for å stanse sirkulasjonen. Det vil i tillegg ta lang tid å varme opp et kaldt rom. Unntaket er rom med jevn effektbelastning som badegulv.
- Uheldig materialvalg slik at det blir stor varmemotstand fra vannet til gulvoveflaten. Da må vanntemperaturen heves for å oppnå nødvendig varmeeffekt, noe som igjen øker lagret energimengde i gulvet og reduserer evnen til rask regulering. Varmemotstanden påvirkes av varmeledning mellom og gjennom ulike materialer, samt tykkelsen. Vi må derfor bruke materialer med god varmeledningsevne, og avstanden til gulvoverflaten må være minst mulig.
- Kaldras: Når romluft blir kjølt ned av en kald overflate som et vindu, blir luften tyngre og faller ned mot gulvet. Dersom denne luftstrømmen blir kraftig nok, oppleves den som kald trekk, og kalles for kaldras. I nye bygg har vinduene så god isolasjonsevne at kaldras normalt ikke er et problem. Unntaket er høye vinduer som går fra gulv til tak, og terrassedører i glass. Gulvvarme er ikke den beste metoden for å stoppe store kaldras, da er eksempelvis konvektorer bedre. Ved å legge gulvvarmerør ekstra tett og

med det varmeste tilførselsvannet (turledning) mot yttervegg, kan gulvvarme bremse kald luft og hindre mindre kaldras.

- Installasjonskostnadene for vannbåren gulvvarme varierer svært mye, og det blir ofte ansett som en kostbar installasjon. Prisene varierer helt fra betydelig billigere enn elektriske varmekabler, og opp til flere tusen kroner per kvadratmeter. Variasjonen skyldes at det finnes mange ulike løsninger for å legge vannbåren gulvvarme. Materialkostnadene for de ulike løsningene varierer mye, men tidsbruken for selve installasjonen varierer enda mer. Hvilken løsning som er best, avhenger av hvordan gulvet i et rom eller en bygning er bygget opp. Dersom vannbåren gulvvarme blir kostbart, er den vanligste årsaken feil valg av gulvvarmeløsning. I kap. 7 Gulvoppbygninger er de vanligste løsningene vist og forklart.
- De vanligste metodene for å bygge opp vannbåren varme deles opp i to kategorier: våte og tørre. Med våte metoder støpes rørene ned i en type sementbasert masse, og med tørre ligger rørene integrert i gulvkonstruksjonen. Når vi velger gulvoppbygging, er det viktig å holde installasjonskostnadene lavest mulig og sørge for at kunden opplever best mulig termisk komfort. Derfor forsøker vi å oppnå:
 1. Lave materialkostnader.
 2. Kort montasjetid.
 3. Lite varmemotstand fra sirkulerende vann til gulvoverflaten.
 4. Jevn gulvtemperatur.
 5. Høyere gulvtemperatur på steder utsatt for kaldras.
 6. Høyere gulvtemperatur i våtrom på grunn av termisk komfort.
 7. Best mulig reguleringsegenskaper.
- I noen unntakstilfeller kan eller skal du velge termisk trege gulv (med stor overdekning):
 1. Våtrom skal ofte ha stabil gulvtemperatur, og da er det vanligvis ikke noen ulempe med stor termisk treghet.
 2. Selvregulerende gulvvarmeanlegg (stor termisk treghet er ikke kritisk).
 3. Anlegg med termisk aktive dekker (TABS) har fordel av stor termisk masse for å jevne ut effektbehov over døgnet.
- Veiledningen gir også forskjellige løsninger karakter 1-6 basert på tidsbruk, materialkostnad og varmemotstand, men tar ikke for seg bærekraft.

Økonomi

Notater fra telefonintervju med rørlegger:

- Et viktig aspekt er materialkostnader versus arbeidskostnader. I Norge er arbeidskostnadene høyest sammenliknet med materialkostnader.
- Valg av vannbåren gulvvarme avhenger av økonomi og råd. Prisen til en varmepumpe er det koster som oftest mest i en enebolig.
- Trenger ikke å montere varmepumpe med engang, så lenge man legger rør når bygget blir bygd kan man sette inn varmepumpe når man har økonomi til det.
- Flere som har elektrisk varmekabler i boligen sin, ønsker nå å legge om til vannbåren gulvvarme. Og det er da mer kostbart.
- Det er flere lettere løsninger med vannbårne gulvvarme-løsninger. Vannbåren gulvvarme kan man koble opp løsninger med oppvarming av ved, olje eller strøm. Så når økonomien tillater det kan, men lett bytte varmekilde.

Notater fra befaring på fabrikk:

- **Forestia:**
 - Billigere kostnader å bruke trebaserte plater. Forestia er plassert utenfor våler grunnet kort reist tre.
 - Kostnadene for platene er mye billigere. Armering og andre materialer til betongløsninger må bli importert for bruk. Dette fører til økte kostnader for betongbaserte løsninger.
 - Økonomisk er det billigere å bruke betongbaserte løsninger for vannbåren gulvvarme, men bærekraft er ikke tatt til perspektivet.
- **Hunton:**
 - Konstruksjonspris. De materielle kostnadene kan være billigere med trebaserte løsninger sammenliknet med betong, men arbeidskostnaden er høyere.
 - Hunton har erfart at den ekstra monteringstiden det tar for trebaserte plater kan være et problem med tanke på valg av løsning.

Notater fra befaring på byggeplass (Boligpartner):

- Vannbåren varme er en fordyrende løsning som velges der man har økonomi til det, og der man ser at det kan gi et salgstrinn mot konkurrerende prosjekter i samme område.
- På prosjektet til BoligPartner ble det valgt vannbåren gulvvarme, da kvm. pris tillot det og det ble ansett som positiv for salgsmuligheter.
- Det er billigere å bruke treprodukter enn betong.
- Positiv til en prefabrikasjonsløsning: Produsentene kunne tilbudt en prefabrikasjonsløsning på paller, kunne bli billigere å kjøpe og legge på byggeplassen.
- I dette prosjektet ble det veldig mange lag, vurderer å bruke flytsparkel på neste prosjekt pga. tid og kostnader.
- Ved valg av varmekilde til vannbåren varme vil varmesystemet vurdert ut fra hvert enkelt prosjekt da det avhenger i stor grad av lokale forhold som markedspris, tilgjengelighet av fjernvarme etc.

Notater fra befaring på byggeplass (Backe):

- Kostnad: er i 9 av 10 tilfeller billigere med avrettingsmasse en trebaserte plater i større bygg.

Notater fra prosjektmøte med NWC på Mjøstårnet:

- Det brukes store summer for å avrette gulvet i byggeprosjekter.
- Det er ulike svar på spørsmålet om tilleggsfresing er for kostbart. Syljuåsen sa det ble for dyrt. På prosjektet til boligpartner sa de det motsatte.
- Trebaserte løsninger har stort markedspotensial, spesielt på leilighetsbygg.
- BoligPartner ser at prosjektet deres er et bra konsept i distriktene. Krever ikke like mange leiligheter som det stål og betongbygg krever.
- Geografi er en problemstilling; Er det snakk om leiligheter i sentrale strøk, er det ikke noe problem å få inn avrettingsmasse. Men skal Mjøsprodukter dra til Otta, må det være et minimum av leiligheter til for at det skal lønne seg. Ellers får man heller bruke

snekkere. Det er interessant å finne krysningspunktet mht. geografisk fordeling og valg av løsninger.

Notater fra intervju med arkitekt:

- Positiv til bruk av BIM til løsninger med ferdigfreste spor. Det er mulig å spare noen kroner på dette, men det går ut på oppsettet fabrikken har på produksjon og leveranse.
- Hunton Silencio sin løsning er for dyr, det er billigere å bruke flytesparkel.
- Det er kostnadene som er problemet, de private ser ikke potensialet i dette, men store kommuner og statsbygg har sett potensialet. Alle må bli med fra begynnelsen.

NS-EN 1264; veiledning for gulvvarme i boliger og næringsbygg:

- Gir en bolig høyest verdiøkning og gjør den mer attraktiv på markedet.

