

# Tilstandsanalyse mot overflate og impregnering i tre

**Magnus Hagen Fraurud**  
**Håkon Kolden Farstad**

Bacheloroppgave i ingeniørfag – bygg

Hovedveileder: Kristine Nore

Innlevert: Mai 2022



Institutt for vareproduksjon  
og byggingteknikk



# Forord

Denne bacheloroppgaven er avslutningen på det treårige byggingeniør utdanningen på Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Universitet i Gjøvik. Oppgaven ble skrevet i perioden fra januar 2022 til mai, i samarbeid med Omtre. Hensikten med oppgaven var kartlegge hvilke farlige komponenter som finnes i overflatebehandlinger, og muligheter for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke.

Prosesen var spennende, engasjerende, krevende og lærerikt. Oppgaven vår var åpen og gjorde at gruppen selv kunne velge hvilken retning man skulle angripe den på. Vi valgt å skrive om en kategori innenfor gjenbruk av trevirke, hvor vi har fått muligheten til å møte mange personer med nyttig kunnskap og lang erfaring innenfor dette emne. Det var krevende å finne frem til riktig utstyr og hvilke bedrifter som hadde utstyret, men likevel spennende å begi seg ut på ukjent farvann med mye nytt og lærerikt. Samtidig har det vært en stor vekts i treindustrien der treprisene har skutt til himmels, derfor det vi skriver om viktig. Til slutt var prosessen engasjerende ved at oppgaven tar for seg et dagsaktuelt tema, som går på bærekraft og en verden som bruker for mye ressurser.

Problemstillingen i denne bachelor oppgaven ble valgt av gruppens medlemmer, med enkelte påvirkninger fra veileders syn på fremtidig gjenbruk av trevirke. Det var en egen interesse hos veileder og deres bedrift om å starte en gjenbruksprosess av trevirke. Her er det mange økonomiske ressurser å hente.

I forbindelse med denne oppgaven vil gruppen takke en rekke bedrifter og enkeltpersoner, som har gjort oppgaven til det den er i dag. Vi vi starte med å takke veilederen vår Kristine Nore, og bedriften Omtre, som har hjulpet oss. I tillegg til May Bagge-Lund for kursing og leie av miljøpistolen. Vi vil takke for hjelp til å finne steder å utføre målinger, som Byggmax Hunndalen, Gjøvik kommune, Horisont miljøpark IKS og Moelven. Til slutt en stor takk til alle som svarte på undersøkelsen.

NTNU Gjøvik, 16. mai 2022



Håkon Kolden Farstad



Magnus Hagen Fraurud

# Sammendrag

Dagens samfunn er preget av høy materialforbruk, og bærekraftig utvikling blir mer og mer aktuelt. På grunn av blant annet økte energipriser og høyere materialforbruk de siste årene, så har man sett en enorm prisstigning på trevirke. Hovedårsaken kommer av det er høy etterspørsel og mindre tilgang på nytt trevirke, som igjen har ført til økte priser.

Med en slik økning i prisene for nytt trevirke, er det viktig at man benytter seg av de store ressursene som finnes og er stor tilgang på i dag. Det er trevirke, eller sagt på en bedre måte «gjenbruk av trevirke». Det gjenvinnes hvert år store mengder trevirke, som for det mest går til forbrenningsanlegg. Der de brennes, og produserer strøm og varme. Her er det store ressurser å hente, både materielt og økonomisk, siden hvert år kastes mye trevirke. Dette er noe kunne vært brukt som gjenbruksmateriale, og ført til lavere materialforbruk av trevirke. En stor årsak til at det ikke brukes gjenbruksmaterialer i dag, er fordi det finnes for lite informasjon og kunnskap på området. Dermed er det sentralt at denne oppgaven skriver om gjenbruk av behandlet og ubehandlet trevirke.

Måten gruppen har jobbet seg frem mot målet, er ved å finne tilstrekkelig teori og gjøre målinger for å finne hvilke produkter som kan gå til gjenbruk, og ikke. Teorien er funnet ved å søke etter informasjon på relevante og troverdige nettsteder, samt å spørre ulike bedrifter som sitter på informasjon om hvilke overflatebehandlinger som finnes, og hva som blitt brukt tilbake i tid. Denne kartleggingen viser hvilke komponenter som finnes i trevirke, hva som kan være helseskadelige, og hva som ikke kan sendes til gjenbruk. Deretter er det utført målinger på ulike overflater og fra forskjellige steder, slik at man kan kartlegge hvilke verdier som er normalt å finne ute i markedet. Målingene ble gjort på kledninger fra 20- og 80- tallet, hos Byggmax Gjøvik, Horisont IKS og Moelven Langmoen. Disse målingene, sammen med teorien og undersøkelsen, skal bidra til å besvare denne oppgaven.

I oppgaven blir det sett på ulike farlige materialer som kan finnes i trevirke. Det ses også på ulike varianter av trevirke, alt fra impregnert trevirke til kledninger, også vanlig trevirke. Det blir diskutert en rekke målinger opp mot hverandre, samtidig som man ser på hvilke komponenter man har mulighet til å finne.

## **Konklusjon:**

Gruppen mener først og fremst med at det er prosjektavhengig, hvor god kvaliteten på treproduktene bør være. Likevel konkluderes det med at ubehandlet trevirke av en viss dimensjon og lengde, er mest egnet for gjenbruk. Dette på grunn av dets forutsigbarhet av innhold av farlige komponenter, muligheter for ny behandling, og at det stort sett benyttes innendørs med lavere fuktpåvirkning.

Gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke ser ut til å være en krevende øvelse, men gruppen konkluderer med at det finnes muligheter for dette også. Løsningen vil være en godt organisert gjenvinningsprosess, som på en god måte kan bedømme trevirkets kvaliteter, og kartlegge og luke unna de farlige komponentene. Mulighetene kan både ligge i å fjerne overflatebehandlingen ved mekanisk eller kjemisk behandling, eller videreføre overflateproduktet inn i det nye treproduktet om dette er i samsvar med krav fra myndighetene.

## Abstract

Today's society is characterized by a high material consumption and sustainable development is becoming more and more relevant. Due to higher energy prices and higher material consumption in recent years, there has been a huge rise in wood prices. The main reason is high demand and less supply of new wood, which in turn has led to higher prices.

With such an increase in prices for new wood, it is important to make use of the large resources that exist and are a great access to today. It is wood, or put in a better way "reuse of wood". Every year, large quantities of wood are recycled, which mostly goes to incineration plants. Where they are burned, producing electricity and heat. Here there are great resources to be gained, both materially and economically, since every year a lot of wood is thrown away. This could have been used as a reusable material, and led to lower material consumption of wood. A big reason why reuse wood is not used today is because there is too little information and knowledge in the area. Thus, it is important that this thesis writes about the reuse of processed and untreated wood.

The way the group has worked its way towards the goal is by finding sufficient theory and making measurements to find which products can go for reuse, and not. The theory is found by searching for information on relevant and credible websites, as well as asking various companies sitting on information about what surface treatments exist and what has been used back in time. This survey shows which components are found in wood, what can be harmful to health, and what cannot be sent for reuse. Measurements have then been carried out on different surfaces and from different locations, so that one can map which values are normal to find out in the market. The measurements were made on cladding from the 20s and 80s, at Byggmax Gjøvik, Horizon IKS and Moelven Langmoen. These measurements, together with the theory and the examination, will help to answer this thesis.

In this task it is looked at various hazardous materials that can be found in wood. It is also seen on various varieties of wood, ranging from impregnated wood to cladding, also ordinary wood. A number of measurements are discussed against each other, while at the same time looking at which components one has the opportunity to find.

### **Conclusion:**

The group believes first and foremost that it is project dependent, how good the quality of the wood products should be. Nevertheless, it is concluded that untreated wood of a certain dimension and length is most suitable for reuse. This is due to its predictability of the content of hazardous components, the possibility of new treatment, and the fact that it is mostly used indoors with a lower moisture impact.

Reuse of surface and wood treated wood seems to be a demanding exercise, but the group concludes that there are opportunities for this as well. The solution will be a well-organized recycling process, which can well judge the qualities of the wood, and map and weed away from the dangerous components. The possibilities may lie in removing the surface treatment by mechanical or chemical treatment, or passing on the surface product into the new wood product if this complies with government requirements.

# Innhold

Forord .....	2
Sammendrag .....	3
Abstract .....	4
Figurliste.....	7
1. Introduksjon .....	8
1.1. Problemstilling .....	8
1.2. Målsetting .....	8
2. Teori .....	10
2.1. Generelt om overflatebehandling .....	10
2.2. Generelt om trebehandling .....	12
2.3. Generelt om treets egenskaper.....	13
2.4. Farlige komponenter i overflate- og trebehandling .....	14
2.4.1. Overflatebehandlinger .....	14
2.4.2. Kjemikaler i impregnert trevirke .....	15
2.4.3. Brannfare i overflatebehandlingen .....	16
2.5. Potensialet for gjenbruk av materialer.....	16
3. Metode.....	18
3.1. Bakgrunn for forsøk .....	18
3.2. Hvordan ble skanningen utført .....	20
3.3. Bakgrunn for spørreundersøkelse.....	22
3.4. Hvordan ble spørreundersøkelsen gjennomført.....	22
3.5. Diskusjon av feilkilder .....	24
4. Resultater.....	26
4.1 Resultater fra målinger med XRF-miljøpistol.....	26
4.1.1 Resultater – Strømstolpe.....	27
4.1.2 Resultater – Moelven.....	28
4.1.3 Resultater – BYGGMAX .....	29
4.1.4 Resultater – 1980.....	32
4.1.6 Resultater – Horisont Miljøstasjon .....	34
4.1.7 Sammenligning mellom ulike overflatebehandlede elementer.....	40
4.2. Resultater fra spørreundersøkelse.....	42
4.2.1. Etterspørsel av ulike typer overflatebehandling og trebehandling .....	42
4.2.2. Farlige komponenter i overflatebehandling og trebehandling .....	43
4.2.3. Muligheter for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke .....	44
5. Utdypet diskusjon.....	46
5.1. Analyse av resultater .....	46

5.2. Sammenligning av målinger.....	47
5.3. Muligheter for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke.....	49
5.3.1. Rivning/demontering.....	51
5.3.2. Fjerning av overflateprodukter.....	52
6. Konklusjon .....	55
7. Veien videre .....	56
8. Litteraturliste .....	57
9. Vedlegg .....	59

# Figurliste

Figur 1 – Malemedier/bindemidler brukt fram til om lag 1960 .....	12
Figur 2 – Egenskaper hos ulike treslag .....	13
Figur 3 – Oppbygning av en trestamme .....	13
Figur 4 – Fordeling av skadekilder for prosessforårsakede byggskader for tiårsperioden 1993–2002.....	17
Figur 5 – Håndholdt XL5 med tilbehør.....	19
Figur 6 – Målinger av Cu-impregnert bordkledning .....	20
Figur 7 – Målinger av Cu-impregnert 48x98 .....	21
Figur 8 – Skanning av kledning fra 1980 .....	21
Figur 9 – Liste over farlige komponenter i overflatebehandlingen.....	23
Figur 10 – Energisignaturspekteret etter måling 21 .....	24
Figur 11 – Strømstolpe.....	27
Figur 12 – Kledninger fra Moelven.....	28
Figur 13 – To ulike kledninger.....	28
Figur 14 – Impregnert 48x98 .....	29
Figur 15 – Impregnert trevirke .....	29
Figur 16 – Hvit kledning .....	30
Figur 17 – Vanlig ubehandlet 48x98.....	30
Figur 18 – Impregnert 48x98 .....	31
Figur 19 – Trevirke av type 48x198.....	31
Figur 20 – Vedkubbe.....	32
Figur 21 – Rød kledning fra samme området.....	32
Figur 22 – Skiller seg ut fra de rød målingene .....	33
Figur 23 – Hvit kledninger fra 1920-bygg .....	33
Figur 24 – Impregnert trevirke .....	34
Figur 25 – Cu-impregnering av planker .....	34
Figur 26 – Mer impregnert produkter .....	35
Figur 27 – Mer impregnerte produkter.....	35
Figur 28 – Gammel stakk.....	36
Figur 29 – Ulike treprodukter.....	36
Figur 30 – Få kjemiske komponenter, vanlig trevirke .....	37
Figur 31 – Utvendig kledningstyper.....	37
Figur 32 – Trapp.....	38
Figur 33 – Vanlig 48x98 .....	38
Figur 34 – Utvendig kledning, høy titan verdi .....	39
Figur 35 – Sammenligning av impregnert 48x98.....	40
Figur 36 – Sammenligning av kledning .....	40
Figur 37 – Ulike kledninger .....	41
Figur 38 – Kledning med og uten behandling.....	41
Figur 39 – Resultat over farlige komponenter i overflatebehandlingen.....	43



# 1. Introduksjon

Første del vil bestå av en kartlegging av hvilke overflatebehandlinger som er benyttet opp gjennom historien, hva som benyttes i dag, og hvilke egenskaper disse produktene har. Primært vil dette omhandle overflatebehandling benyttet på utvendig trevirke. I denne delen vil det gis en fremstilling av både levetid, motstand mot vær og vind, og hvilke eventuelle farlige komponenter som finnes i disse produktene. Hvilke hensyn som blir tatt opp imot miljø og økonomi vil også være et aspekt som vil sees nærmere på i første del. Denne kartleggingen vil basere seg på teoriinnhenting fra relevante og troverdige nettsteder som SINTEF Byggforsk og Miljødirektoratet.

Den andre delen vil ta for seg mulighetene for gjenvinning av ulike treprodukter, og hvilken kvalitet materialene på ha for å kunne gjenvinnes. Her vil det både tas utgangspunkt i den tidligere teoriinnhenting, i tillegg til gjennomføringer av testing og forsøk av ulike materialer og overflatebehandlinger. Det vil også gjennomføres en spørreundersøkelse basert på teoriinnhenting, som vil samle relevant informasjon fra seriøse forskningsinstitutter som Nibio og Treteknisk institutt, og fra kjente leverandører i næringslivet. Undersøkelsen vil også ta for seg løsninger for fjerning av eventuelle farlige komponenter eller ikke-bærekraftige overflatebehandlinger ved gjenvinning.

## 1.1. Problemstilling

- *Hvor god må kvaliteten på trevirke som sendes til gjenbruk være, og hvilke muligheter finnes det for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke?*

## 1.2. Målsetting

### **Effektmål**

Det langsiktige målet med dette prosjektet er å bidra til en bærekraftig ressursforvaltning med innovative løsninger, gjennom helhetlig kunnskap av ressursgrunnlaget. Samtidig vil oppgaven ha som mål å skape en større bevissthet for hvilke faremomenter man har i ulike typer overflatebehandlinger, både i form av direkte helseskadelige produkter og produkter som ikke er bærekraftige. I tillegg vil det være et mål å kunne se på hvilke muligheter som ligger i gjenbruk av byggematerialer, med særlig vekt på ombruk av returtre i byggeprosjekter og returtre som råstoff i dagens treindustri.

## **Resultatmål**

Resultatmål med denne oppgaven er å kunne vise til en kartlegging av ulike typer overflatebehandlinger som finnes i bygninger i dag. Kartleggingen vil gi en oversikt over hvilke egenskaper de ulike behandlingstypene har i forhold til varighet, motstand mot vær og vind og miljøpåvirkninger. Videre er det et mål å kunne gi et godt svar på problemstillingen gjennom teoriinnhenting, analyser, i tillegg til testing og forsøk av ulike materialer og behandlinger. Målet er ikke å komme med en konkret løsning, men heller å gi en oversikt over hvilke utfordringer og muligheter som ligger i gjenbruk av disse materialene.

Det personlige målet er å lære mer om historien rundt ulike overflatebehandlinger som har blitt brukt, og hvilke egenskaper disse har. Videre skape en bredere forståelse for hvilke muligheter som ligger i materialgjenvinning, samt å tilegne seg erfaringer gjennom god kommunikasjon med næringslivet.

## 2. Teori

### 2.1. Generelt om overflatebehandling

Formålet med overflatebehandlingen på trevirke er å kunne gi trevirket et ønsket utseende og farge, samt beskytte trevirket mot ulike påkjenninger. Overflatebehandlingen bør beskytte trevirket mot sollys, oppfukning og påkjenninger (SINTEF Byggforsk, 2009).

Ut ifra SINTEF byggforsk forskningsblad om *Overflatebehandling av utvendig trevirke*, skal maling og lakk inneholde disse kjemikaliene:

- Løsemidler
- Epoksy (særlig bindemiddel, aminer og amider i herdere, og glycidyletere i tynner)
- Isocyanater
- Nanomaterialer
- Tungmetaller

Det finnes flere type overflatebehandlinger at trevirke, som er med på å beskytte og gi den ytreoverflaten en bedre visuell fremstilling. Noen av produktene som er med på å beskytte overflatene, er blant annet olje, maling, beis og lakk. Disse produktene brukes med samme hensikt, men har ulike bruksområder. Enkelte av produktene egner seg bedre på andre overflater enn andre. Det kommer helt an på hva forbruker har lyst på og hva fagkyndige mener er gunstig. Det første sjiktet i et overflatebehandlingssystem er grunning, som brukes for å forbedre heft mellom malingen og underlaget. I tillegg kan grunningen ha egenskaper som å hindre vanninntrenging i underlaget, forhindre vandring av stoffer fra underlaget ut gjennom malingslaget, beskytte mot råte- og svertesopper, beskytte mot algevekst, redusere ujevnt sug i underlaget, binde støv, binde løse trefibre og forbedre systemets dekkevne. Enkelte grunninger kombinerer flere egenskaper, mens andre er spesielt utformet for å løse ett problem (SINTEF Byggforsk, 2018).

En annen type overflatebehandling er oljebehandling av trevirke, som er med på å bevare den originale tilstanden til tre produkter, og samtidig ta vare på den originale strukturen til trevirket. Noen kjente oljebehandlinger er for eksempel hardvoksolje og treolje. De mest brukte treoljene er linolje, alkydolje og kinesisk treolje, enten alene eller i kombinasjon med en av de andre oljene (SINTEF Byggforsk, 2018).

Et produkt som ofte brukes på utendørs kledning er beis. Noen av egenskapene til beisen er at den tilfører farge til panel uten at den tar helt overhånd. Beisen er transparent (gjennomskinnelig), slik at man fortsatt har mulighet til å se strukturen i treverket etter at beisen er påført. All maling eller beis, blir kraftigere per lag som blir malt. Det vil si at mange lag med beis, vil føre til en kraftig mørk farge, med mindre synlig struktur. Det finnes flere

ulike typer beis som for eksempel tjærebeis, alkydbeis eller jernvitrol som er en form for kjemisk beis (SINTEF Byggforsk, 2018).

Det neste produktet er lakk, og mange tenker sikker at det er det man bruker på bilene sine. Det er riktig, men man kan også bruke det på trevirke, for å beskytte det mot vær og vind. Når man påfører lakk, blir det ofte en kraftig farge, enten i form av en blank eller matt overflate. Lakk finnes også i gjennomsiktige produkter, som ofte brukes på innendørs treverk som tregulv og parkett (SINTEF Byggforsk, 2018).

Den siste metoden som blir nevnt her er maling, som kan brukes på de fleste overflater og til de fleste formål. Det er en vanlig form for overflatebehandling med et veldig stort utvalg av varianter, både organiske og mineralske (uorganiske) varianter. For trevirke så er det det kun de organiske malingene som kan brukes. Noen eksempler på maling som har blitt brukt på trevirke er alkydmaling, linoljemaling og polyuretanmaling (SINTEF Byggforsk, 2018). Maling blir ofte brukt når man skal få rommet til å få samme farge, til tross for at det er forskjellige produkter er brukt i rommet. Et eksempel kan være at man har et rom, hvor den ene vegg er en åpen betongvegg og de andre tre overflatene er trevegger. Da kan ulike varianter av maling, bidra til at alle flatene får samme farge.

For å få de rette pigmentene i malingen, brukes det flere ulike komponenter som skal kunne gi den ønskelige fargen. En av fargene som sees nærmere på i denne oppgaven er rødfarge, som ofte har et høyt innhold av jern. Et pigment som antas å være et av de mest benyttede i Norge er *Engelskrødt* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), som er en jernoksidfarge med en dempet, brunlig rødtone. Et annen vanlig rødfarge som er meget utbredt i Sverige er *Falurødt* ( $\text{Fe}_2\text{O}_2 + \text{FeS}_2 + \text{div.}$ ), som lages av «rødmuld», et biprodukt ved svovel- og jernvitrolframstillingen ved blant annet Falu koppargruve. Fargen er også eksportert til Norge, særlig på Østlandet og i grensetraktene til Sverige.

Denne oppgaven tar også for seg ulike pigmenter av hvitt, der det har eksistert flere ulike fremstillingsmetoder opp gjennom tidene. Den best dekkende av de hvite pigmentene er *Titanhvitt* ( $\text{TiO}_2$ ), som for første gang ble framstilt 1914, og som fremstilles av mineralet ilmenitt. En annen variant er *Sinkhvitt* ( $\text{ZnO}$ ) som for første gang ble framstilt i 1845, og var en viktig erstatning av det tidligere, svært giftige pigmentet *blyhvitt* ( $2\text{PbCO}_3\text{Pb}(\text{OH})_2$ ).

Historisk sett har de fleste bygninger i Norge stått ubehandlet fram til siste del av 1600-tallet, og på bygdene ofte til langt inn på 1800-tallet. De vanligste utvendige overflatebehandlingene før den tid var *milebrent tretjære*, *emulsjonsmalinger* og muligens tranbaserte malinger som var utbredt langs kysten. Utvendig behandling med tjære var imidlertid ikke vanlig i Norge, unntatt på kirkene. Tran- og emulsjonsmalinger var vanlige helt fram til om lag 1950, linoljemalinger til slutten av 1950-årene (SINTEF Byggforsk, 2009).

Malingstype	Bindemiddel
Tørrende og ikke tørrende oljer	Kokt linolje, rå linolje, roeolje, rapsolje, olivenolje
Emulsjonsmalinger/ komposisjonsfarger	Hvetemel eller rugmel med eller uten tilsetning av jernvitriol
Kalkfarger	Lesket kalk med eller uten tilsetning av vann, sildelake eller melk
Tjærestoffer	Milebrent tretjære, vitriol og tretjære, tretjære og rå linolje, tretjære og kokt linolje
Jordoljeprodukter	Steinkulltjære, kreosot, spillolje
Animalske stoffer	Okseblod, tran, sildelake, dyreurin, spekk, fiskeolje, selolje, hvalolje, disse blandet innbyrdes, og blandet med linolje

Figur 1 – Malemedier/bindemidler brukt fram til om lag 1960

## 2.2. Generelt om trebehandling

Dagens impregneringsmidler inneholder hovedsakelig kobber, Cu, og mindre mengder med organiske sopp- og insektsmidler. Tidligere har det blitt brukt ulike typer tungmetaller og kreosot i impregneringen, men myndighetene har i senere tid innført restriksjoner på disse impregneringsmidlene.

Ulike impregneringsprosesser (SINTEF Byggforsk, 2017):

- Trykkimpregnering med vannløste midler utføres ved 10–12 atm. overtrykk i stålsylindere og et forbruk av impregneringsvæske på 200–600 kg/m<sup>3</sup> yteved. Dette gir trevirket en vektøkning på 5–10 % etter tørking.
- Royalimpregnert trevirke er en kombinasjon av trykkimpregnering med vannløste midler, vanligvis kobbersalter, og en etterfølgende oljebehandling der trelasten kokes i olje under vakuum. Det gir en trelast som er innoljet på alle sider og slik får vannavvisende egenskaper. Royalolje består av ca. 50 % petroleumbasert olje og 50 % linolje. I tillegg kan oljen være tilsatt fargepigmenter.
- Kreosotimpregnering gir et opptak av kreosot på ca. 110 kg/m<sup>3</sup> yteved, og celleveggene blir «bestrøket» med kreosot. Fullimpregnering med kreosot brukes i dag bare til stolper som skal stå i sjøvann, for å hindre angrep av marine borere.
- Vakuumimpregnering med oljeløste midler blir oftest brukt for å impregnere vinduer. Inntrengingen av midlet i yteveden er begrenset, i motsetning til trevirke som er trykkimpregnert med vannløste midler eller kreosot. Impregneringen er fargeløs og usynlig.

## 2.3. Generelt om treets egenskaper

Overflate- og trebehandling i seg selv er ikke ensbetydende på hvor holdbart et treprodukt er. Ifølge SINTEF så er det ulik holdbarhet for de forskjellige treslagene. På figur (2) ser man noen av egenskapene hos de ulike tresortene (SINTEF Byggforsk, 2015):

Klasse	Treslag
1 Meget holdbar	Teak
2 Holdbar	Eik kjerneved, mahogni, merbau
3 Middels holdbar	Furu kjerneved, lerk kjerneved, sapelli, valnøtt
4 Lite holdbar	Gran kjerneved, alm kjerneved, hickory
5 Ikke holdbar	Gran yteved, furu yteved, alm yteved, eik yteved, ask, bjørk, bøk, lind, lønn, osp, svartor, abachi, ramin

Figur 2 – Egenskaper hos ulike treslag

I Norge er det stort sett furu som brukes til materiale for impregnering. Den impregneres med at man får en fullstendig inntrenging i yteveden (splinten), mens kjerneveden (malmen) forblir ubehandlet. Dette er også noe forsøkene senere i oppgaven tar høyde for, når det for eksempel skal måles innhold av kobber. Ut ifra samtaler med fagpersoner i Moelven Langmoen AS, viser det seg at mengden yteved og kjerneved varierer med tanke på hvilken dimensjon som brukes. Kobberinnholdet kan derfor variere med tanke på hvilken struktur man har i det aktuelle materialet som skal impregneres. Derfor legger denne oppgaven mest vekt på vanlig konstruksjonsvirke (48x98-198), og materialer for ytterkledning (19x98-198).



Figur 3 – Oppbygning av en trestamme

Figuren over er et utsnitt av hvordan en trestamme vil se ut. Det har sin tradisjonelle utsende med kjerneveden/malmen midt i bildet, med den grønne sirkelen. Pluss at den har yteved i det lysere området som ligger utenfor den grønne kjerne og innenfor barken.

Til tross for at kjerneveden ikke blir impregnert har den fortsatt flere gode egenskaper. Spesielt til bruk over terreng har kjerneveden flere stoffer i seg som gjør den mer motstandsdyktig mot sopp, enn yteveden. I tillegg er kjerneveden motstandsdyktig mot insekter, med unntak av stokkmaur. Sammenliknet med impregnert yteved, har kjerneveden dårligere holdbarhet i kontakt med jord, og kjerneveden er heller ikke motstandsdyktig mot marine borere (SINTEF Byggforsk, 2017).

## 2.4. Farlige komponenter i overflate- og trebehandling

### 2.4.1. Overflatebehandlinger

De fleste overflatebehandlinger i seg selv utgjør ikke noen stor fare. Det er først når man arbeider med det, at man kan bli utsatt for kjemikalier som kan utgjøre en alvorlig helserisiko. Sprøyting er særlig vanlig i treindustrien, og det er også denne metoden det er knyttet størst risiko til, men det avhenger av sprøytemetode og hvilke kjemikalier malingen og lakken inneholder. Dersom arbeidet ikke er lagt til rette på en god måte, kan komponentene malingen utgjøre en alvorlig helserisiko både på kort og på lang sikt (Arbeidstilsynet, 2022).

Et av kjemikaliene som er vært å merke seg er *isocyanater*, som er en felles betegnelse på en gruppe kjemiske stoffer som brukes som bestanddel i polyuretanprodukter. Vanlige polyuretanprodukter er maling, lakk, lim, fugemasse, bygnings- og isolasjonsskum og skumgummi. Eksponering for isocyanater kan skje i forbindelse med arbeidsprosesser hvor polyuretanforbindelser dannes, brukes eller varmes opp. Et eksempel er om man skal skjære opp materialer som inneholder disse kjemikaliene, hvor polyuretanforbindelsen kan varmes opp til over 150 °C, slik at isocyanatene frigjøres. Selv små mengder isocyanater kan gi alvorlige helseskader, spesielt med tanke på pusten (Arbeidstilsynet, 2022).

Noen helse- og miljøskadelige stoffer man kan finne i maling er blant annet (SINTEF Byggforsk, 2021):

- Polyklorerte bifenyler (PCB)
- Bly (Pb)
- Krom (Cr)
- Kadmium (Cd)
- Kvikksølv (Hg)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Ftalater
- Kort- og mellomkjededede klorparafiner

PCB er betegnelsen på en gruppe klorholdige stoffer som ble brukt i maling mellom 1940 til 1975. PCB-holdig maling ble ofte brukt på konstruksjoner med spesielle krav til eksponering, som industribygg, fasader i værharde strøk og landbruksbygninger. PCB-stoffer ble brukt til en rekke tekniske formål fordi det var ytterst stabile stoffer med mange gode tekniske

egenskaper. Disse stoffene har senere vist seg å være vanskelig å få ut av kretsløpet på grunn av sin lange levetid, og har svært skadelige virkninger på helse og miljø.

Andre malingsprodukter som tjæremaling kan også inneholde svært giftige stoffer. Spesielt med tanke på tjære som er framstilt av jordoljer, som steinkulltjære, kreosot og karbolineum. Disse produktene kan være farlige om de kommer i kontakt med hud eller matvarer. De fleste av stoffene i disse produktene er ikke lenger tillatt å bruke av hensyn til miljøet, med noen få unntak som kreosot, som er det eneste impregneringsmiddelet som egner seg i marint miljø (SINTEF Byggforsk, 2017).

Listen over helse- og miljøskadelige stoffer i maling som blir nevnt ovenfor, er ikke uttømmende. Historien har vist at til og med framskaffelsen av pigmenter i malingen, kan gi flere farlige komponenter. Spesielt pigmenter som er framstilt av bly, som for eksempel *Blymønje* ( $Pb_3O_4$ ), som er en sterk rødoransje farge som framstilles ved at bly oksideres til blyoksid og deretter til fargen blymønje. Denne malingstypen er kjent fra oldtiden, og ble forbudt i Norge i 2005.

Tidligere var det også veldig vanlig å bruke bly til å framstille hvite pigmenter. *Blyhvitt* ( $2PbCO_3Pb(OH)_2$ ) var et produkt som hadde meget stort anvendelsesområde, og ble brukt som maling både til hus og skip. Dette produktet var det vanligste hvite pigmentet til utendørsmaling fra omkring 1700 og fram til 1860-årene, til tross for at framstillingen var helsefarlig, og at det ferdige produktet var svært giftig. Et annet giftig hvitt pigment var *Blyulfat* ( $PbSO_4$ ), og som også trolig var mye i bruk, ifølge SINTEF. Begge disse pigmentene ble forbudt i Norge i 1929.

Selv om de fleste giftige pigmenter er tatt ut av bruk i dag, finnes det fortsatt noen produkter som fremdeles er i bruk. Et eksempel er *Kromgult* ( $PbCrO_4$ ), som for første gang ble framstilt i 1809. Dette er et kraftig gult pigment som kan framstilles i mange varianter, og som blandet med pariserblått kan gi kromgrønt. Disse pigmentene inneholder giftige tungmetaller som bly og krom, som også navnet kommer av (SINTEF Byggforsk, 2009).

#### 2.4.2. Kjemikaler i impregnert trevirke

Ved miljøsanering av trevirke, er impregnert trevirke en egen kategori, og det med god grunn. I impregnert trevirke kan man finne flere ulike helse- og miljøskadelige stoffer (SINTEF Byggforsk, 2021):

- Arsen (As)
- Kobber (Cu)
- Krom (Cr)
- Sink (Zn)
- Pentaklorfenol (PCF)
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Benzen ( $C_6H_6$ )
- Tinnorganiske stoffer



Trykkimpregnert trevirke som blir produsert i dag inneholder lite giftige komponenter, og den vanligste metoden kalles *Cu-impregnering*, etter det kjemiske navnet til kobber. Tidligere ble trykkimpregnert trevirke produsert med krom og arsen i tillegg til kobber, og gikk under navnet *CCA-impregnering* (Cu, Cr og As). Denne impregneringsmetoden ble forbudt i Norge fra og med 2002, unntatt til spesielle forhold. Noen arsen- og kromforbindelser er kreftfremkallende, og akutt giftige. Krom og kromforbindelser er allergifremkallende og etsende, og kan skade mage, tarm, lever og nyrer.

Kreosot er tjære utvinnet fra steinkull, og er et impregneringsmiddel som har noen generelle bestemmelser. Produktforskriften stiller krav til import, eksport, produksjon, omsetning og bruk av kreosotbaserte impregneringsmidler og kreosotimpregnert trevirke. Trevirke impregnert med kreosot er kun tillatt brukt i næringsvirksomhet, og bruk av materialer med kreosot har siden 1996 vært forbudt på lekeplasser. Fra 2003 har også bruken av kreosotimpregnert trevirke blitt sterkt redusert. Faren med denne typen impregnering er at kreosoten inneholder flere kreftfremkallende stoffer som benzen, PAH og ulike typer fenoler.

Andre farlige komponenter i impregnert trevirke er tinnorganiske stoffer, som man kan finne i tinnimpregnert trevirke, som er en tidligere versjon av vakuumpregnert trevirke. Tinnimpregnering ble erstattet med organiske fungicider i 2003. Tinnorganiske forbindelser kan blant annet skade nervesystemet, hud, øyne og lunge (SINTEF Byggforsk, 2009).

### 2.4.3. Brannfare i overflatebehandlingen

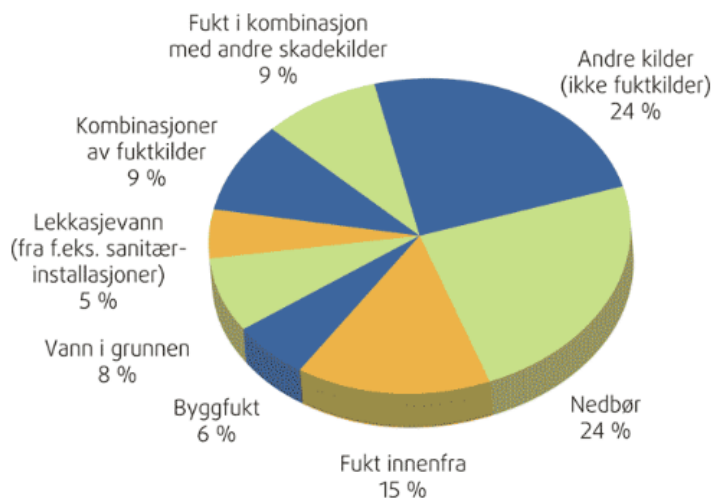
Generelt er alle typer organiske løsemidler brannfarlige. Det samme gjelder produkter som er løst i slike løsemidler. Løsemidler er også giftige å puste inn, men utendørs er det så god lufting at faren vanligvis er ubetydelig, unntatt for yrkesmalere.

Det kan også være brannfare ved bruk av olje- og alkydbindemidler. Disse bindemidlene herdner ved at de reagerer med oksygenet i lufta, som er en reaksjon som produserer varme. Varmeutviklingen i seg selv betyr ikke noe på en malt overflate, men det kan oppstå selvantennelse i filler som er brukt til å tørke opp olje- eller malingssøl (SINTEF Byggforsk, 2009).

## 2.5. Potensialet for gjenbruk av materialer

Det kastes store mengder trevirke i Norge. Det er alt fra panel på husveggen til stenderverk fra bygninger. Dette er treverk som per dags dato gjøres om til flis og brennes for energi. Mengden treverk som kastes hvert år i Norge ligger på 818 000 tonn (SSB, 2020). Det vil si at det er et stort potensial for gjenbruk trevirke. Ved å gjenbruke trevirke så har man muligheten til å bruke noen «nesten nye» produkter på nytt. Trevirke har tross alt en lang holdbarhet, i rette forhold og med riktig behandling kan treverk vare i flere tusen år. Det er noen forutsetninger for at trevirke skal holde i mange år. Det er viktig at de har stått i et godt og tørt miljø. Det kan være stenderverk som ikke har blitt påvirket av fukt eller som har stått skjermet.

Andre eksempler på mer utsatte produkter er kledning. De har ofte en stor påkjenning av været og vind, som kan føre at de lettere blir skadet og råtner hvis de ikke klarer å tørke opp. Fukt er derfor en stor faktor som påvirker, og i en undersøkelse av SINTEF i perioden 1993-2002, viste det seg at hele 76% av alle byggeskadene skyldtes fuktpåvirkning i en eller annen form (SINTEF Byggforsk, 2010).



Figur 4 – Fordeling av skadekilder for prosessforårsakede byggskader for tiårsperioden 1993–2002

## 3. Metode

### 3.1. Bakgrunn for forsøk

Målingene i denne bacheloroppgaven, ble gjort med tanke på oppgavens problemstilling. For at gruppen skulle danne seg et godt bilde av hvordan kvaliteten av treproduktene utviklet seg over tid, var det relevant å kunne se hvordan de kjemiske elementene endret seg fra produksjon til det var blitt avfall. I tillegg kunne målingene gi en indikasjon på hvilke farlige komponenter som fortsatt var i omløp. Ut ifra disse aspektene kunne også forsøkene svare bedre på hvor godt egnet de forskjellige materialene var for gjenbruk.

Først ble det gjort en god jobb ved å finne det riktige måleutstyret som var best egnet, for å finne de resultatene som, ga best svar på oppgaven. Valget falt til slutt på en håndholdt XRF-pistol, også kjent som en XRF-miljøpistol. Dette er et verktøy som blant annet har blitt brukt av Treteknisk institutt, som har kommet med lovende tilbakemeldinger, både av resultatene verktøyet gir, og av hvor enkelt det er å håndtere dette verktøyet.

I følge Treteknisk sine egne hjemmesider, har de testet dette verktøyet og sammenliknet det med mer anerkjente målemetoder, som referansemetoden (atomabsorpsjonsspektrometri). Resultatene de fikk fra begge målingene var nærmest sammenfallende, og de konkluderte dermed med at miljøpistolen var en pålitelig metode for å finne ut hva som hadde skjedd med et treprodukt. Treteknisk trekker frem håndterbarheten til dette verktøyet som en umiddelbar fordel. Videre i artikkelen skriver de at man raskt kan utføre målinger både i lab og ute i felten, og at man vil få resultater i løpet av noen få sekunder. Andre analysemetoder, som referansemetoden, er både mer tidkrevende og kan kun utføres i laboratorium (Treteknisk institutt, 2021).

Disse gode tilbakemeldingene var nok til å overbevise gruppen om at dette verktøyet kunne gjøre seg nyttig i forbindelse med denne oppgaven. Det neste steget var å få tak i et slikt verktøy. Flere ulike aktører ble kontaktet å håp om å få kunne lånt en sann type miljøpistol, men ingen hadde dette verktøyet i eierskap, og mange hadde aldri hørt om et slikt verktøy før. Noen som hadde god kjennskap til dette analyseverktøyet var Treteknisk institutt, og de kunne fortelle at de hadde samarbeidet med Holger Hartmann AS, som er en leverandør av analyseinstrumenter, materialprøver og forbruksvarer til laboratorier. Etter at gruppen hadde lagt frem problemstilling og målet med oppgaven ovenfor Holger Hartmann AS, ble det anbefalt å ta i bruk en håndholdt XL5. Dette var et instrument både var sprutsikkert og støvtett, og som ifølge leverandøren, egnet seg godt for analyser av overflatebehandling på ulike treprodukter. Miljøpistolen med tilbehør er illustrert på figur (5).



Figur 5 – Håndholdt XL5 med tilbehør

Miljøpistolen danner grunnlaget for at man kan finne hvilke komponenter et treprodukt består av. Dette kan skje på flere måter, ved at man måler på ulike steder og sammenligner de med konkrete verdier fra bransjen om hva som er akseptabelt eller ikke. Man kan veldig spesifikt finne komponenter som ikke egner seg for gjenbruk, relativt raskt i løpet av et forsøk.

Planen er å gjennomføre en rekke tester på ulike trevirker som er aktuelle for oppgaven. I den forbindelse velger gruppen å utføre målinger på blant annet en gjenvinningsstasjon, byggevareleverandør og en produsent av trevirke. På en gjenvinningsstasjon har man muligheten til å utføre målinger av mange forskjellige trevirker og dermed få et bredt utslagsfelt for alle målingene. Her vet man heller ikke hva man kan finne, det kan godt hende at det er flere produkter som ikke er bra, og bærekraftige.

Ved å utføre målinger på trevirke som selges hos en byggevareleverandør eller en trevareprodusent, får man muligheten til å danne seg et bilde av hvilken tilstand «fersk» trevirke er i, og hvilke komponenter produktene består av. Det kan også bli brukt som et oppslagsverk, der man har mulighet til å ta målinger av alle typer trevirke produkter. Det kan hende at målingene blir annerledes ved å gjennomføre målinger rett etter at trevirke er produsert, enn målingene hos en byggevareleverandør. Forskjellen er at hos en produsent vil trevirke være helt ferskt og ha en annen innhold, enn hos en selger. Hos en selger vil det noen av nivåene mest sannsynlig være veldig lik fabrikkene, men noen av verdiene kan være litt lavere. Her antar gruppen at fuktnivået kan være lavere, fordi produktene har vært lagret lenger. Uansett skal ikke dette ha mye å si, ettersom Miljøpistolen kun vil gi feil utslag hvis det er over 20 % fuktinnhold i trevirke, ifølge Holger Hartmann AS.

### 3.2. Hvordan ble skanningen utført

Før hver test ble overflaten hvor testen skulle gjennomføres rengjort, enten med en myk kost eller en fiberklut. Dette for at støv og lignende ikke skulle ødelegge prøven. Et viktig moment var også å være varsom med rengjøringen, slik at testobjektet ikke ble skadet. For eksempel ved at maling eller annen overflatebehandling ble skrapet vekk. Bruk av stålbørste kunne også muligens lagt igjen spor av jern i prøven, noe som gruppen derfor unngikk å bruke i dette forsøket.

For at miljøpistolen skulle være klar for bruk, måtte man vente 2 til 3 minutter før første skanning. Da fikk detektoren kjølt seg ned til et nivå som gjorde det mulig å gjennomføre testene korrekt. Om skanningene hadde blitt gjennomført for tidlig, så kunne dette gi feil resultat ved at verdiene på målingene hadde henvist til feil grunnstoff.

Når nedkjølingen var ferdig, ble det gjennomført en «system check», for å sjekke at skanneren fungerte. Etter at man hadde kontrollert at alt var som det skulle, kunne man sikre seg en god ergonomisk fotstilling, og presse inn avtrekkeren til alle filtrene på skanneren var gjennomgått. Dette tok litt i overkant av to minutter. Det var også viktig å holde god avstand til utslagsfeltet, med unntak av hånden som trekker av, for å unngå unødvendig radioaktiv stråling. Totalt 4 filtre ble gjennomgått på dette forsøket, der hvert filter tok for seg en gruppe med grunnstoffer.

På de fleste produktene ble forsøkene gjennomført både på overflaten og i endeveden, ettersom innholdet av tungmetaller varierer med tanke på om det er yteved eller kjerneved. Gruppen tok utgangspunkt i tre hovedtyper overflatebehandling, som ble undersøkt på alle lokasjonene. Disse var Cu-impregnert trevirke, royalimpregnert trevirke, og hvitt, forhåndsmalt trevirke. For å få en sammenlignbar enhet, så ble testene hovedsakelig gjennomført på dimensjonene for konstruksjonsvirke (48x98), og kledningsbord (19x98).



Figur 6 – Målinger av Cu-impregnert bordkledning

Ved at treproduktene ble testet så ferskt som mulig, kunne dette gi et godt utgangspunkt for videre testing. I kontakt med Moelven fikk gruppen nyttig informasjon om ulike overflatebehandlinger, og om hvordan materialene blir impregnert. Hos Moelven Langmoen AS i Brumunddal ble det blant annet gjort målinger av Cu-impregnert konstruksjonsvirke, Cu-impregnert kledningsbord, royalimpregnert kledningsbord og grunnet kledning. Ifølge fagpersoner som jobbet her, var det kun selve kledningen som ble produsert på dette anlegget. Konstruksjonsvirket kunne likevel sees på som meget ferskt, ettersom det hadde blitt importert til Brumunddal fra et annet Moelven-anlegg like etter produksjon. Materialene som ble produsert eller importert til dette anlegget, ble stort sett sendt videre til de store aktørene innenfor byggevarer. Før testingen kunne gjennomføres, måtte det gjennomføres noen HMS-tiltak etter reglene de hadde på denne arbeidsplassen. Gruppen fikk utlevert vester og hjelmer, og tok også i bruk medbrakte vernesko. I tillegg måtte hver besøkene registrere seg inn i et digitalt skjema, før man kunne entre fabrikkområdet.



Figur 7 – Målinger av Cu-impregnert 48x98

Videre ble det gjennomført tester hos Byggmax i Gjøvik, som er en byggevarerforhandler med et rikt utvalg av trevirke. Bakgrunnen for testene her, er som tidligere nevnt for å se om noen av verdiene forandrer seg, men også for å støtte opp om de verdiene som er funnet ved Moelven Langmoen AS.

De neste testene ble gjort på kledning som var i bruk ved boliger sør i Gjøvik. Gjennom et samarbeid med Gjøvik kommune, fikk gruppen lov å teste ytterkledningen på bygninger med forskjellige byggeår. De første testene ble gjennomført på et boligkompleks, med kledning som antas å være fra 1980-tallet ut ifra kommunens opplysninger. Fem tester på kledningen med rødmalt overflate, og to tester hvor malingen hadde flasket av for å få et bedre innblikk i den kjemiske sammensetningen bak malingen. I tillegg er overflatebehandlingen naturligvis nyere enn selve kledningen.



Figur 8 – Skanning av kledning fra 1980

Deretter ble det gjennomført tester på kledning som antas å være fra 1920-tallet. En av disse testene ble også gjort på overflate uten maling. Det er viktig å presisere at opplysningene om byggeår er basert på antagelser, siden det ikke var mulig å finne ut eksakt byggeår hos kommunen. Derfor kan det ligge en viss usikkerhet i disse tallene.

Underveis i forsøket, oppdaget gruppen en eldre strømstolpe av trykkimpregnert trevirke. For å teste teorien om høyere innhold av tungmetaller i yteved, ble den også testet. Det kan ses i figur 11 i resultatdelen.

Den mest omfattende testingen i dette forsøket ble gjennomført ved Horisont Miljøpark. Dette er en avfallsstasjon like sør for Gjøvik, og her ble det totalt gjort 22 tester. Bakgrunnen for den omfattende testingen var å kunne oppdage eventuelle farlige komponenter i trevirket. I tillegg var det viktig å se om verdiene av de lovlige tungmetallene hadde endret seg, sammenliknet med materialene ved fabrikk og byggevareforhandleren. Dette kunne igjen gi en god indikasjon på om materialene kunne egne seg til ombruk. Vernesko og godt synlige klær ble tatt i bruk i forsøkene ved denne avfallsstasjonen.

### 3.3. Bakgrunn for spørreundersøkelse

Bakgrunnen for spørreundersøkelsen i denne oppgaven var å kunne få et bredere spekter av kilder til denne oppgaven. Det meste av innhold i teoridelen er basert på info som gruppen har hentet inn fra troverdige kilder, som SINTEF byggforsk og Arbeidstilsynet for å nevne noen av dem. Informasjonen er hentet inn via målrettede søk på fagstoff som var relevante i forhold til oppgaven. Undersøkelsen blir kort og konkret for å gi bedriftene og instituttene tilstrekkelig tid til å komme med relevante og utfyllende svar på de spørsmålene som blir stilt.

Et annet mål for denne spørreundersøkelsen er å kunne fange opp viktige elementer som gruppen ikke har fanget opp gjennom teoriinnhenting og testingen. Spesielt med tanke på hvilken kjennskap andre bedrifter og institutter har til ulike overflatebehandlinger, og om de har noen tanker rundt muligheten for gjenbruk. I tillegg gir denne undersøkelsen muligheten til å komme i kontakt med flere dyktige fagfolk, og tilegne seg erfaring gjennom kommunikasjon med flere ulike bedrifter og virksomheter.

### 3.4. Hvordan ble spørreundersøkelsen gjennomført

Denne undersøkelsen tar for seg både private bedrifter som lever av produktet de selger, og forskningsinstitutter og organisasjoner som har som oppgave å se på egenskapene ved overflatebehandlingen, og hvilken påvirkning de ulike produktene har på miljøet rundt dem. Disse to hovedgruppene opererer såpass forskjellig at det ble satt opp to ulike spørreundersøkelser med tre like kategorier. Dette for å kunne innhente mest mulig relevant informasjon. Dette var kategoriene i spørreundersøkelsen:

- Etterspørsel av overflate- og trebehandling
- Farlige eller miljøskadelige komponenter i overflate- og trebehandling
- Muligheter for gjenbruk

Spørreskjemaet ble satt opp gjennom en nettside kalt *Nettskjema*, som er laget av UiO. Etter at det var satt opp to spørreskjemaer for de ulike hovedgruppene, ble de aktuelle bedriftene, institusjoner og organisasjoner som jobber med overflatebehandling kontaktet. Alle aktørene i undersøkelsen fikk tilsendt en epost med lenke til spørreskjemaet, med relevant info om hvilket formål denne undersøkelsen skulle brukes til.

For de private bedriftene tar undersøkelsen først for seg hvordan etterspørsel av ulike produkter har utviklet seg siden bedriftene startet sine virksomheter, og hvilke produkter som er mest etterspurt i dag. Deretter blir bedriftene spurt om de kjenner til farlige eller miljøskadelige kjemikalier som har vært i deres produksjon ut ifra en liste som er vist på figur (9). Dette er de farlige komponentene som gruppen har kartlagt gjennom teoriinnhenting.

Videre blir det spurt om bedriftene kjenner til andre farlige, helseskadelige eller miljøskadelige kjemikalier som ikke er tatt med i listen. Dette for å kunne fange opp eventuelle stoffer som gruppen ikke har kartlagt enda. Denne kategorien i undersøkelsen fokuserer mye på hvordan ulike produkter har utviklet seg på grunn av innhold av farlige komponenter, og det blir stilt en rekke spørsmål angående årsak til fjerning av produkter og tilsetninger i produkter. Avslutningsvis i denne kategorien blir bedriftene utfordret på mulige løsninger på å fjerne farlige komponenter på en best mulig og mest effektiv måte.

Den siste kategorien tar for seg bedriftenes tanker rundt hvilke produkter som egner seg best for gjenbruk, og hvor stor den eventuelle gevinsten kan være.

Det andre spørreskjemaet som tar for seg forskningsinstituttene og organisasjonene har en litt annen tilnærming, men berører likevel de samme temaene. Dette skjemaet starter med å finne ut organisasjonenes kjennskap til etterspørsel av ulike overflatebehandlinger og trebehandling. Den neste kategorien er heller ikke like omfattende som den er for bedriftene, og tar kun for seg hvilken kjennskap man har til ulike farlige komponenter, og om man har ideer eller kjenner til noen gode løsninger for fjerning av miljøskadelige og helseskadelige produkter. Kategorien som omhandler gjenbruk er i dette skjemaet derimot mye mer omfattende, og tar også for seg hvilke produkter som egner seg best til gjenbruk, og den mulige gevinsten av gjenbruk. I tillegg blir det spurt om hvilke tester som egner seg best til å bedømme egenskapene til forskjellige overflatebehandlingene og trebehandlingene, og en rekke spørsmål rundt det med å fjerne overflatebehandling fra treproduktene. Til slutt gis det rom for andre tanker rundt gjenbruk av overflatebeholdt trevirke.

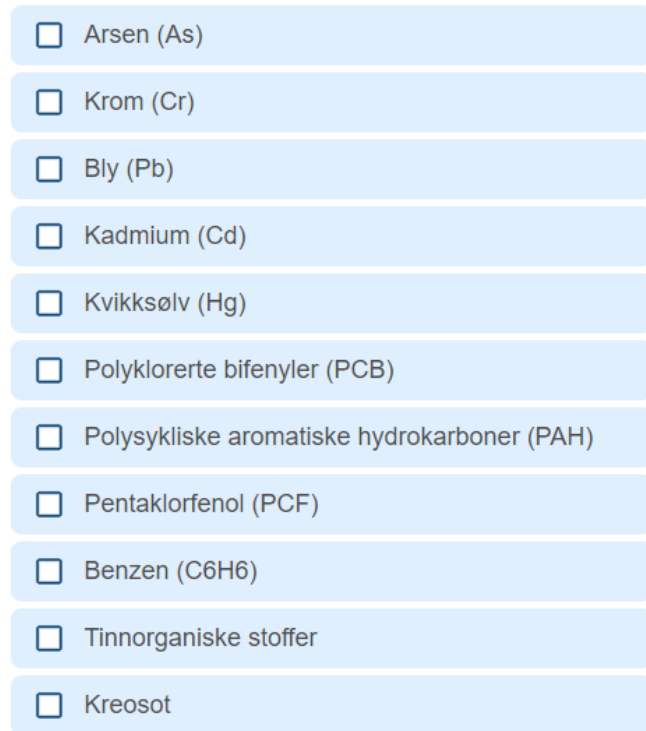


Figure 9 shows a list of ten hazardous components used in surface treatment, each with an unchecked checkbox. The components are: Arsen (As), Krom (Cr), Bly (Pb), Kadmium (Cd), Kvikksølv (Hg), Polyklorerte bifenyler (PCB), Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), Pentaklorfenol (PCF), Benzen (C6H6), Tinnorganiske stoffer, and Kreosot.

<input type="checkbox"/>	Arsen (As)
<input type="checkbox"/>	Krom (Cr)
<input type="checkbox"/>	Bly (Pb)
<input type="checkbox"/>	Kadmium (Cd)
<input type="checkbox"/>	Kvikksølv (Hg)
<input type="checkbox"/>	Polyklorerte bifenyler (PCB)
<input type="checkbox"/>	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
<input type="checkbox"/>	Pentaklorfenol (PCF)
<input type="checkbox"/>	Benzen (C6H6)
<input type="checkbox"/>	Tinnorganiske stoffer
<input type="checkbox"/>	Kreosot

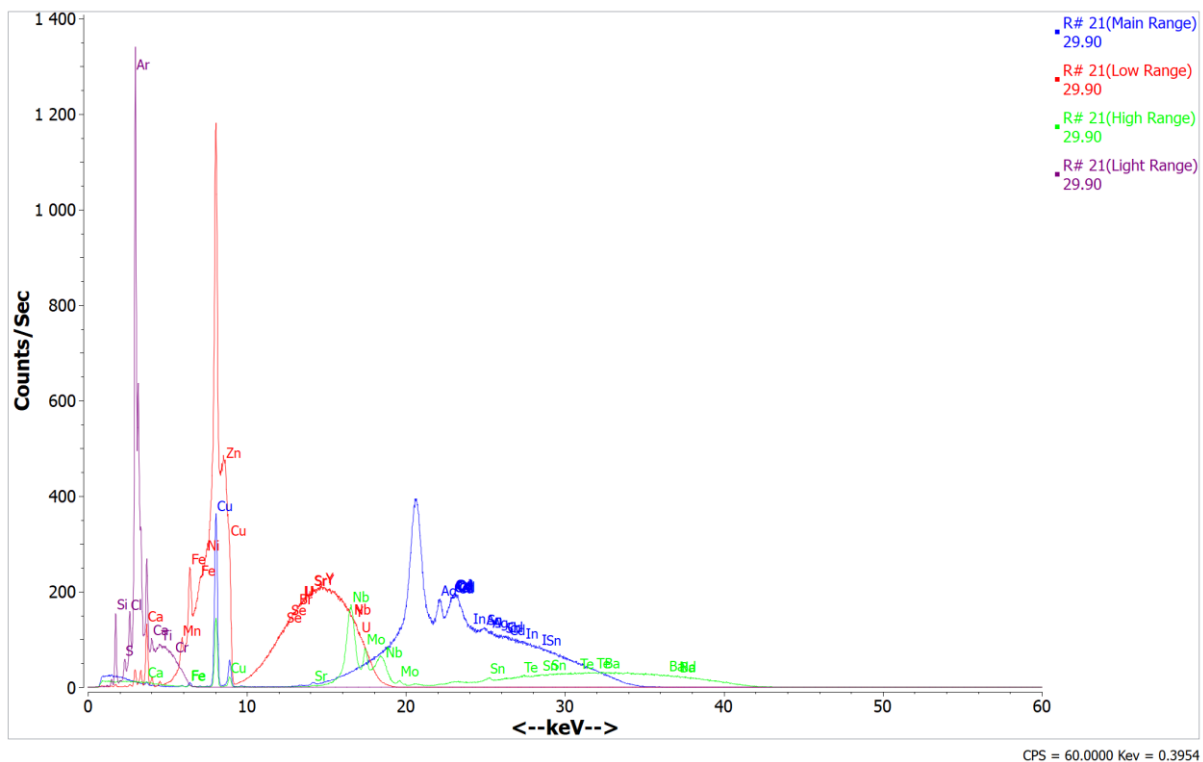
Figur 9 – Liste over farlige komponenter i overflatebehandling



### 3.5. Diskusjon av feilkilder

Det er gjort noen betraktninger i forhold til svarene som kommer ut i forsøket, med tanke på hvilke usikkerhetsmomenter som ligger i de ulike resultatene. Noe som kan bidra til at eventuelle fremtidige studier kan ha det lettere å etterprøve de ulike resultatene.

Først og fremst er plasseringen av sensoren som sitter ytterst på miljøpistol, avgjørende for hvilke svar som kommer ut i testene. Om ikke sensoren har vært helt inntil overflaten den skal måle, kan dette ha innvirkning på resultatet. Støy eller møkk på testobjektet kan også føre til dårlige målinger og resultere i høye silisium verdier. Et annet moment som gruppen har blitt gjort oppmerksom på gjennom kurset i forkant av testene, er at om noen av grunnstoffene har veldig lik energisignatur. Dette kan gjøre at miljøpistolene kun viser det ene grunnstoffet, eller at det viser feil grunnstoff. I den forbindelse gjennomføres det flere forsøk på hver post for å unngå i størst mulig grad at slike feil oppstår. Energisignaturspekteret blir illustrert på figur (10), og i dette tilfellet for måling 21.



Figur 10 – Energisignaturspekteret etter måling 21

På det samme kurset ble det også informert om at fuktinnhold over 20% på testobjektet kunne gi utslag på målingene. Andre mulige feilkilder er som tidligere nevnt, at skanneren blir startet for tidlig, slik at filteret ikke har rukket å kjøle seg ned. I tillegg kan plassering i forhold til yteved/kjerneved, mye å si med tanke på innholdet av tungmetaller som dukker opp i resultater. Elementer som er bak testobjektet, som for eksempel rørledninger eller spikerslag, kan potensielt gjøre utslag på målingene.

Det er også gjort noen betraktninger i forhold til spørreskjemaet som har blitt gitt til bedriftene og instituttene. Denne undersøkelsen er som tidligere nevnt ikke veldig omfattende, og har heller ikke mange deltagere. Dette er noe som kan føre til at svarene fra bedriftene og organisasjonene, ikke er ensbetydende for resten av markedet. En annen mulig feilkilde kan være at det er stilt for spesifikke spørsmål. I den forbindelse er det satt opp noen punkter hvor det gis rom for å komme med egne tanker og ideer rundt de ulike emnene. Spørsmålene i seg selv, eller konteksten av spørsmålene kan også misforstås, noe som kan føre til at intervjuobjektet svarer noe de ikke har hatt som intensjon å svare. I tillegg skal man ikke se bort ifra at spørsmålene som er stilt i de ulike skjemaene er preget av den informasjonen som gruppen har innhentet før dette stadiet i oppgaven.

## 4. Resultater

### 4.1 Resultater fra målinger med XRF-miljøpistol

Det er utført en rekke tester på ulike steder, som forklart i metoden. Dette er med på å kartlegge hvordan komponenter som finnes i ulike overflatebehandlingen og for ubehandlede materialer. Videre målingene bli brukt til å sammenligne med hverandre til tvers av byggeår og materialer.

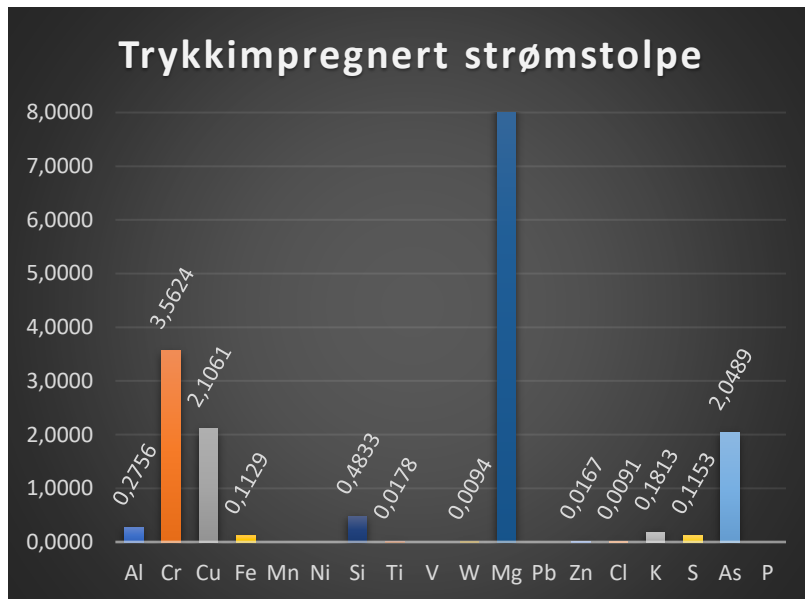
Alle resultatene som vises i tabellene vil være uten «BAL», som er de grunnstoffene som faller utenfor spekteret til miljøpistolen. Det er de første 11 atomene i periodesystemet. Innenfor denne kategorien kommer hydrogen, oksygen og karbon. Det er de atomene som trevirke består mest av, og gjør at denne prosentsetningen blir veldig høy. Den vil ligge på en verdi mellom 80-99 %. Om disse verdiene hadde blitt med, hadde skalaen blitt sprengt. De verdiene man er på jakt etter er de potensielle farlige/skadelige produktene, som er vesentlig mindre prosent, som f.eks. ulike tunge metaller som brukes mye i overflatebehandlingen som bly, arsen og krom.

Grunnen til at stoffene innenfor kategorien BAL ikke vises hver for seg, er fordi energi signaturen til de forskjellige komponentene er for små. Hadde de blitt tatt med, hadde det blitt vanskelig å skille grunnstoffene fra hverandre. Dette har likevel ingen påvirkning på resultatet i forsøket, ettersom det er de tyngre grunnstoffene man er ute etter.

Gruppen velger i denne oppgaven å rangere resultatene i formatet «vuggen til grav». Resultatene starter derfor først ved Moelven, Byggmax, kledning fra 1980 og 1920, før de avsluttede testene kommer fra avfallsstasjonen. Hver tabell under viser prosentvis andel av de ulike kjemiske komponentene. Forsøket ved strømstolpen faller utenom dette konseptet, og plasseres derfor først. Den blir ikke tatt med i selve oppgaven, fordi den ikke er relevant i forhold til overflatebehandlinger som benyttes i tilknytning til bygg. Den blir kun vist, som et konsept på utføring av målinger på en impregnert overflate som inneholder store mengder komponenter av Cu og Mg. Se vedlegg for mer detaljerte opplysninger rundt målingene.

#### 4.1.1 Resultater – Strømstolpe

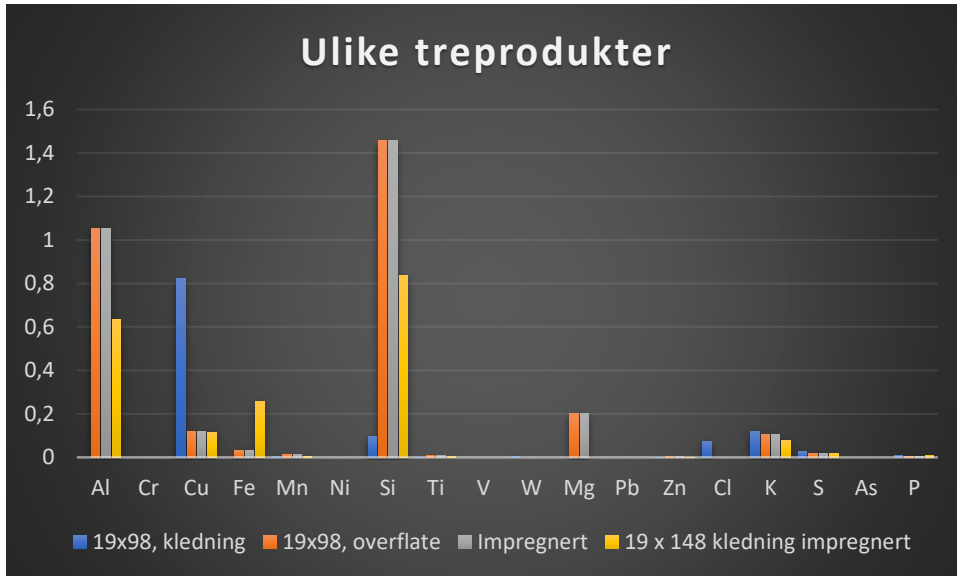
Stolpe:



Figur 11 – Strømstolpe

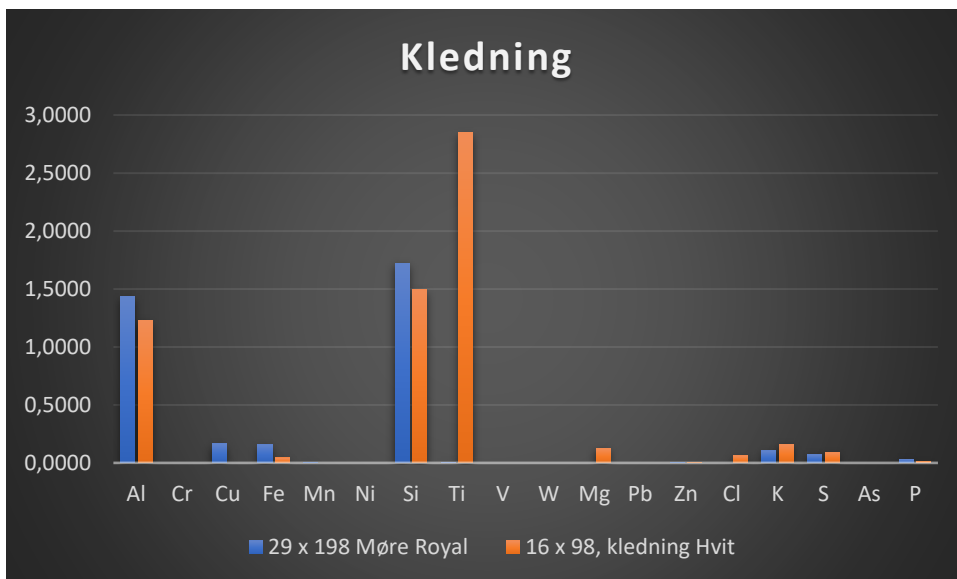
Tabell 11 over, tar for seg et eksempel på hvordan måleutstyret fungerer når man måler på en strømstolpe som helt tydelig består av Krom. Det var en grønn stolpe, som helt tydelig var impregnert. Det ble gjennomført et forsøk på denne strømstolpen for å teste ut teorien om det var et høyere innhold av impregnering i yteveden, enn det var i veden som man finner i kledning og konstruksjonsvirke som er nærmere kjernen. Ettersom dette var en rund stokk, var det mulig å skanne det som er helt ytterst av yteveden.

#### 4.1.2 Resultater – Moelven



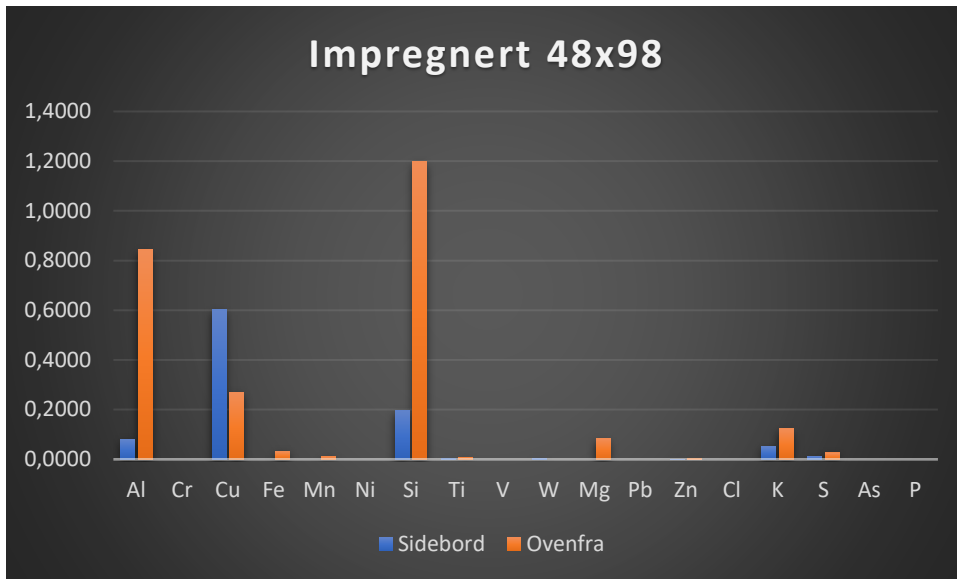
Figur 12 – Kledninger fra Moelven

Tabellen over tar for seg en rekke impregnerte produkter, hvor flertallet av produktene er kledning. Produktene har en felles tykkelse, mens det er bredden på produktene som varierer.



Figur 13 – To ulike kledninger

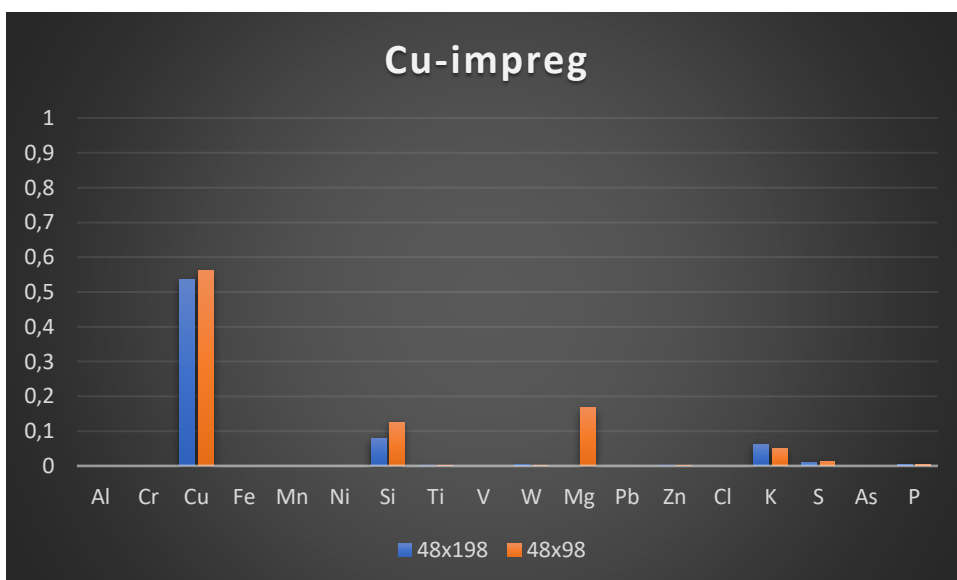
Figur 13 viser to forskjellige ytterkledninger, hvor det ene produktet er en hvit ytterkledning. Mens det andre produktet er en ytterkledning som er impregner med produktet møre Royal.



Figur 14 – Impregnert 48x98

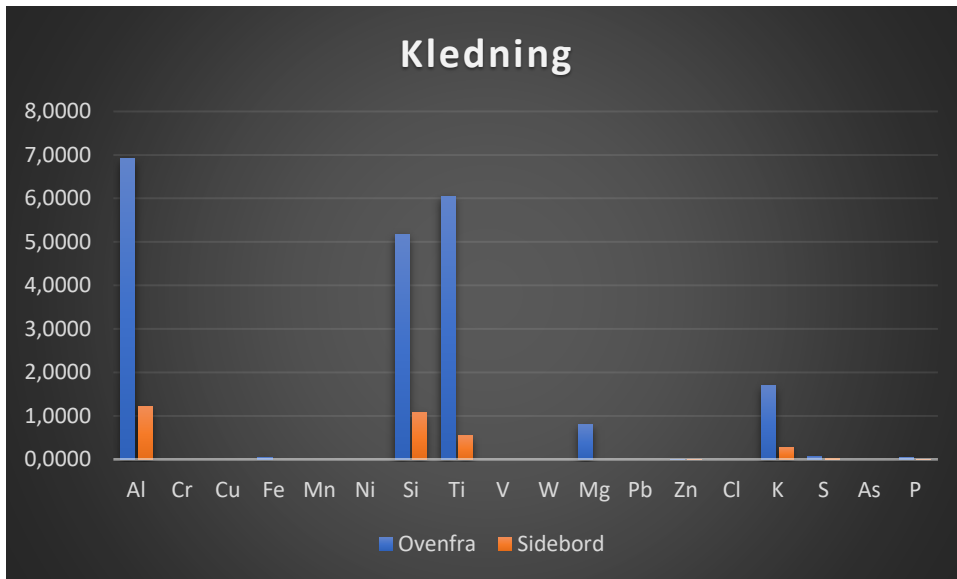
Over ser man to målinger utført på samme produkt. Det som skiller målingene er at den ene er tatt ovenfra, mens den andre er tatt fra sidebordet. Noe som kan gi forskjellige utslag på resultater.

#### 4.1.3 Resultater – BYGGMAX



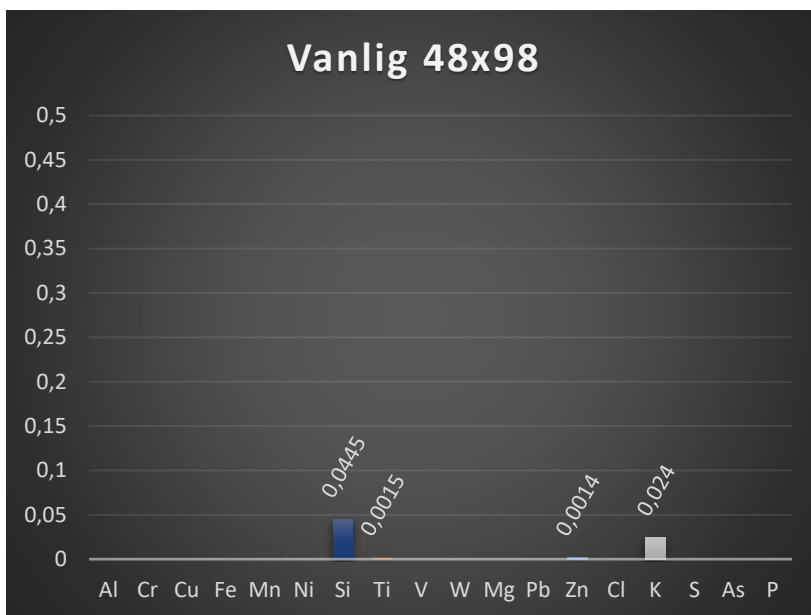
Figur 15 – Impregnert trevirke

Tabellen 15 over viser to typer trevirke, som er Cu-impregnert. Disse er forskjellig fordi de har forskjellige dimensjoner, det ene er en 2x4, mens den andre er en 2x8. Som på fagspråket har verdiene som står nederst på tabellen.



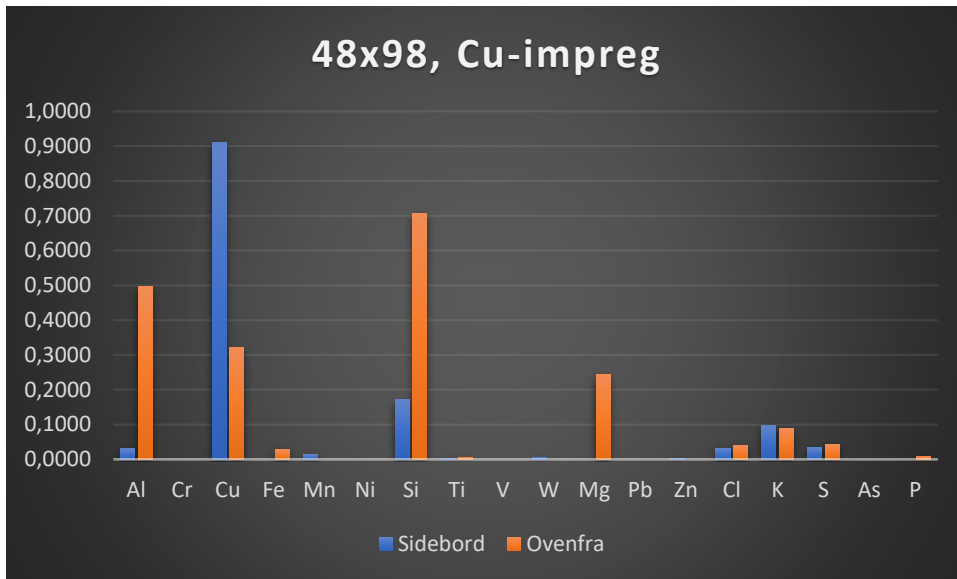
Figur 16 – Hvit kledning

Man ser over to målinger som er utført på en hvit kledning som ble solgt på Byggmax. Måten man ser at det er hvit maling, er på grunn av høye titan verdier. Det er både gjort målinger på oversiden, der kledningen er mettet av maling og på endestykket er det lite maling og fører til at verdiene er lavere.



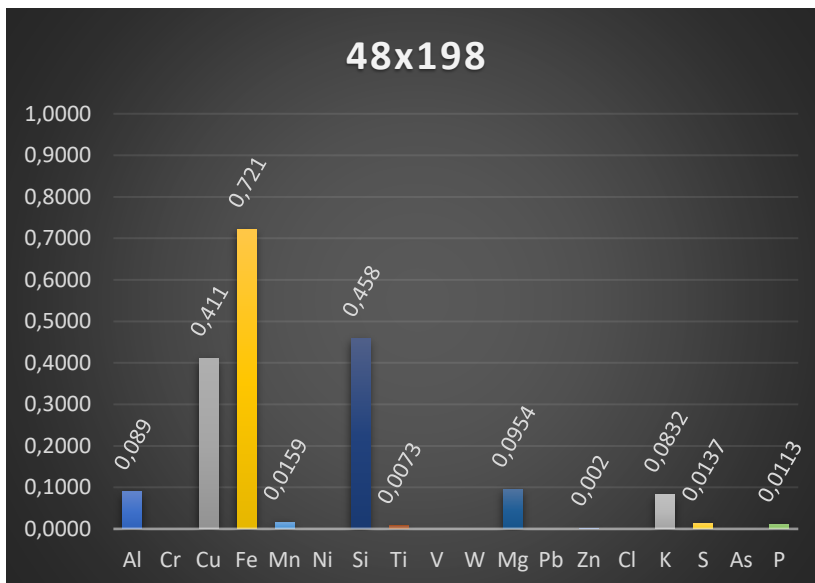
Figur 17 – Vanlig ubehandlet 48x98

Figur 17 over viser hvordan verdiene for en helt vanlig 48x98 vil være. Dette er et ubehandlet treprodukt som har som formål å bli brukt på innsiden av bygninger, enten som en stender i et bygg eller som noe annet.



Figur 18 – Impregnert 48x98

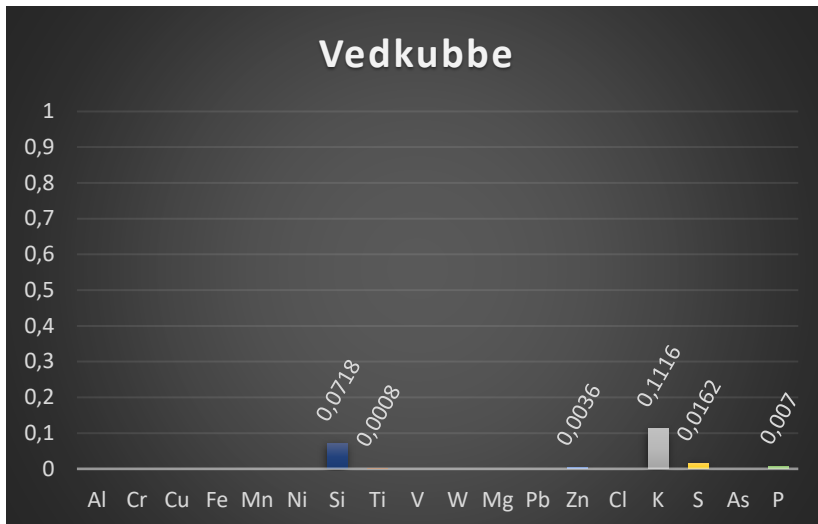
Sentralt er 48x98, i dette tilfelle impregnert 48x98 som vist over. De har følgende verdier utfra om testen ble gjort ovenfra og fra siden. De høye Cu verdiene, stemmer overens med at det er brukt en Cu-impregnering.



Figur 19 – Trevirke av type 48x198

Over kan man se enda et forsøk på impregner trevirke. Her er det vist en impregnert 48x198, som har store kobber og jern verdier.



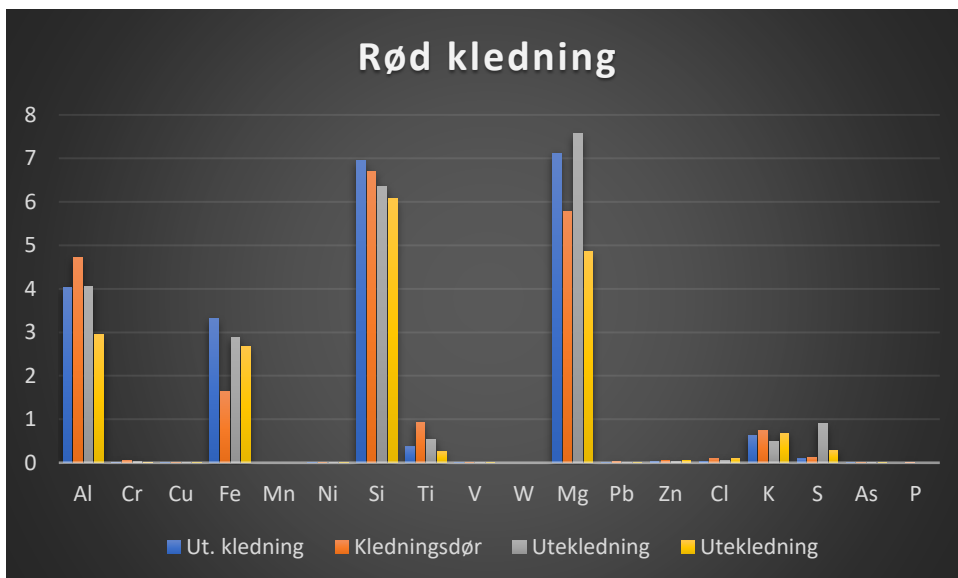


Figur 20 – Vedkubbe

For testens skyld tok gruppen en test av en helt vanlig bjørkekubbe. Resultatet viser svært lave verdier at de aktuelle kjemiske komponentene.

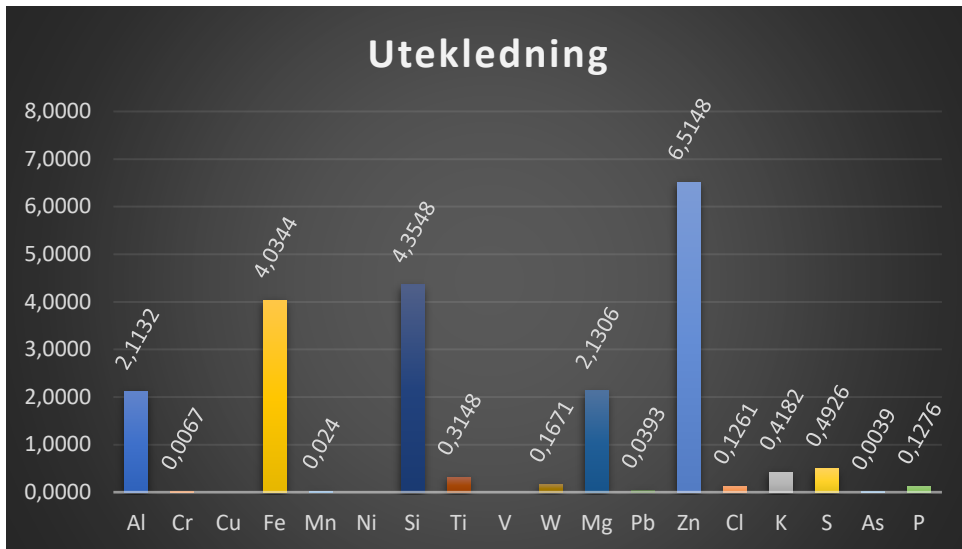
#### 4.1.4 Resultater – 1980

Ulike vinkler av rød kledning:



Figur 21 – Rød kledning fra samme området

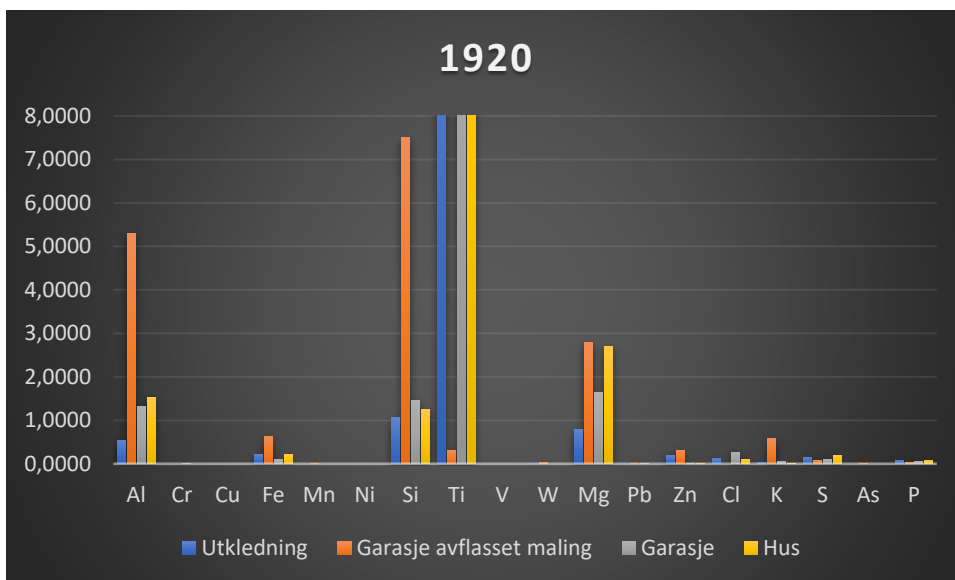
Tabellen over viser en rekke verdier som er utført på røde bolig blokker fra 80-tallet. De har mange like verdier og tyder på at det er samme type maling som er blitt brukt på overflaten. Alle verdiene er fra utsiden av blokkene.



Figur 22 – Skiller seg ut fra de rød målingene

Figur 22 over viser en rød vegg, tatt samtidig som målingene i tabellen tidligere. Den skiller seg ut fra de andre målingene, fordi den har så store sink verdier. Eller så har den like verdier som de andre målingene.

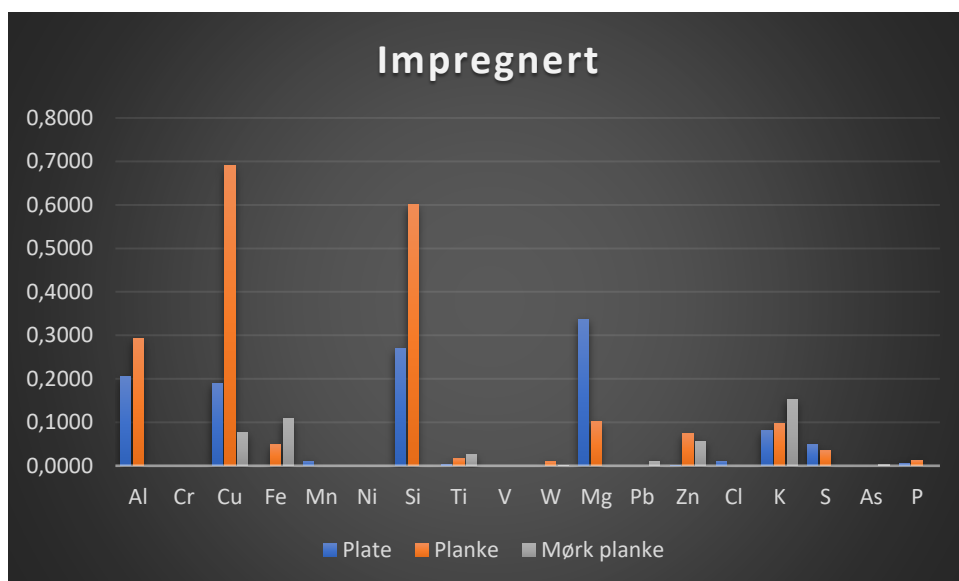
#### 4.1.5 Resultater – 1920



Figur 23 – Hvit kledninger fra 1920-bygg

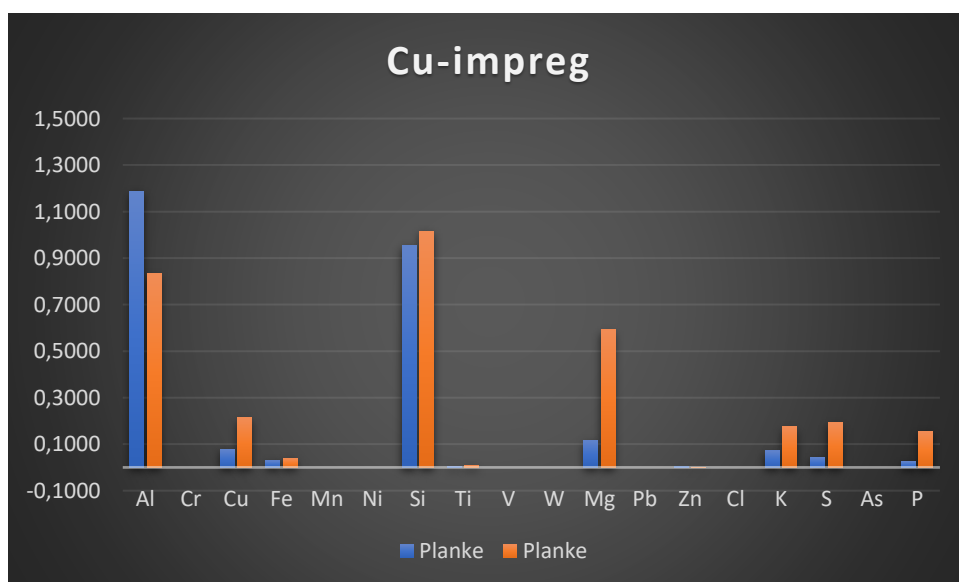
Huset fra 1920 vist i tabellen over viser fire målinger. Den viser høye verdier av titan, som stammer fra titanhvitt maling. Målingene varierer utfra hvor på bygget de er tatt og hvor mye av malingen som har flasket bort. Den oransje malingen viser lave titanverdier, fordi den delen innholdt nesten ikke maling.

#### 4.1.6 Resultater – Horisont Miljøstasjon Avfallsstasjonen (24-46)



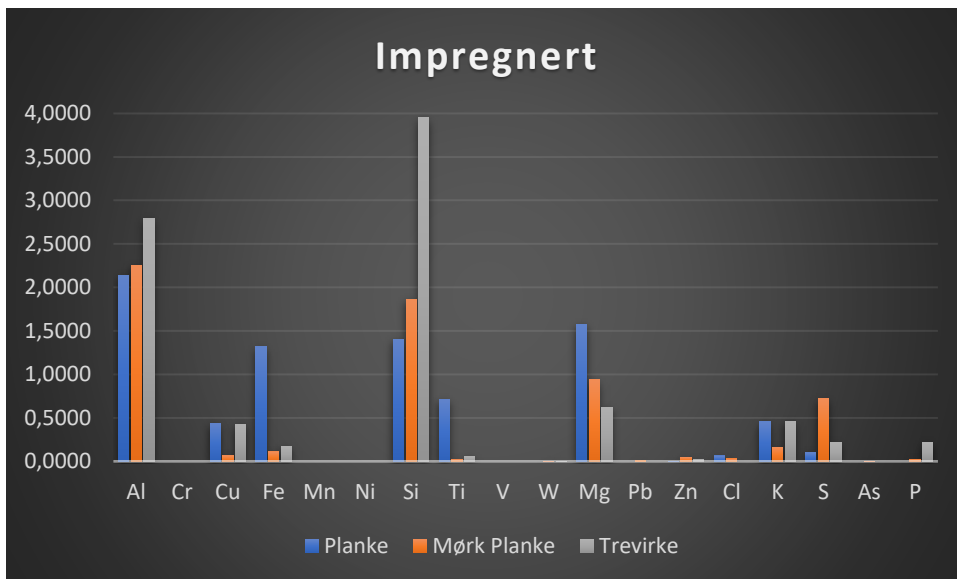
Figur 24 – Impregnert trevirke

Tabell 24 over viser en rekke forskjellige impregnerte produkter som ble teste på avfallsstasjonen.



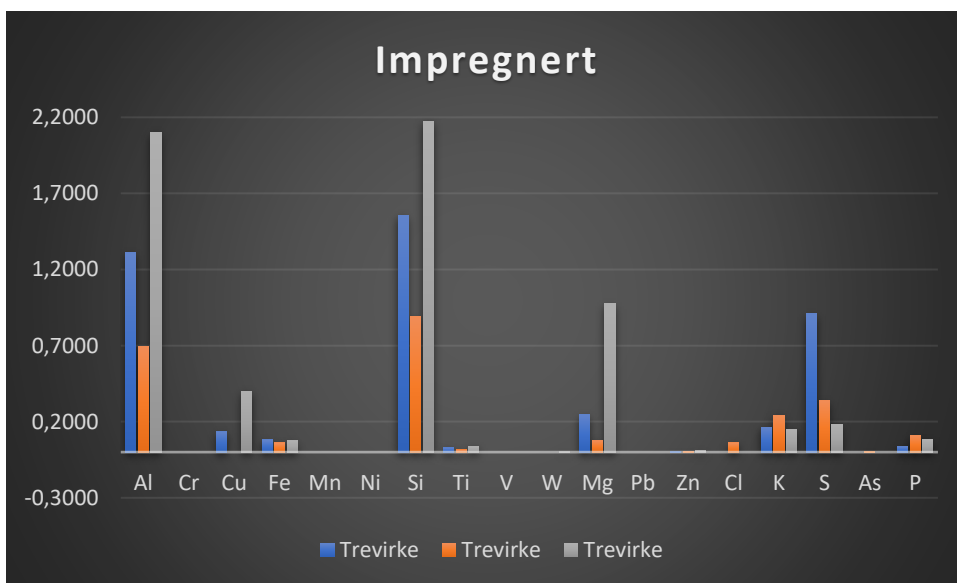
Figur 25 – Cu-impregnering av planker

Figur 25 over viser to produkter som er impregnert med Cu-impregnering. Her kommer det lave verdier frem, som kan tyde på at de har vært brukt lenge.



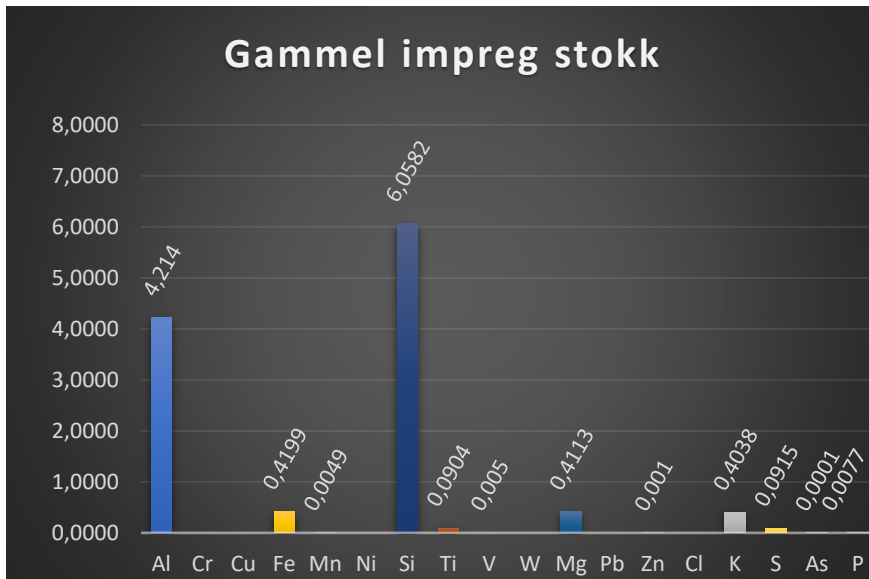
Figur 26 – Mer impregnert produkter

Over ser man flere impregnerte produkter som ble testet på avfallsstasjonen.



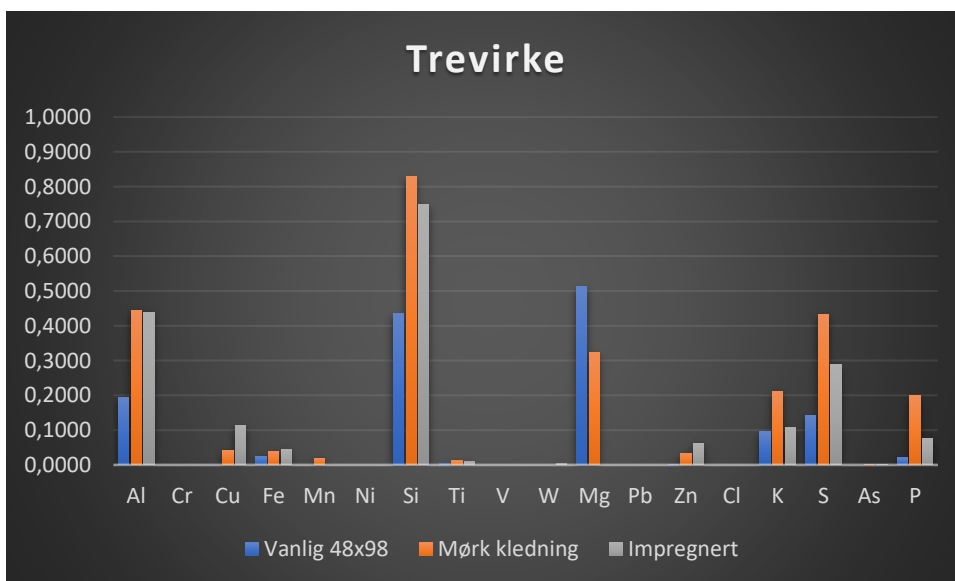
Figur 27 – Mer impregnerte produkter

Tabellen over viser flere trevirke produkter som er impregnerte.



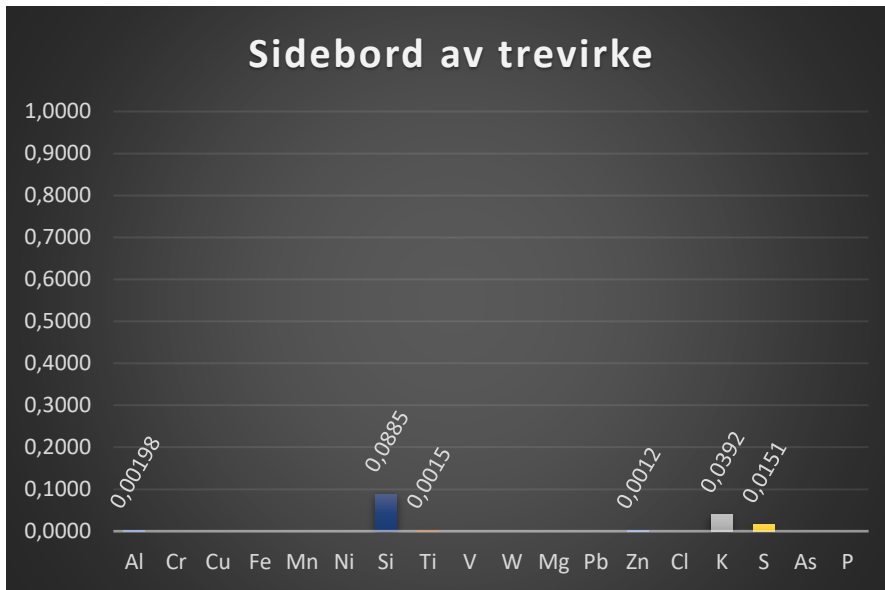
Figur 28 – Gammel stokk

Figur 28 over viser en stokk, som så ut til å være gammel og den har de verdiene som kommer frem i tabellen over.



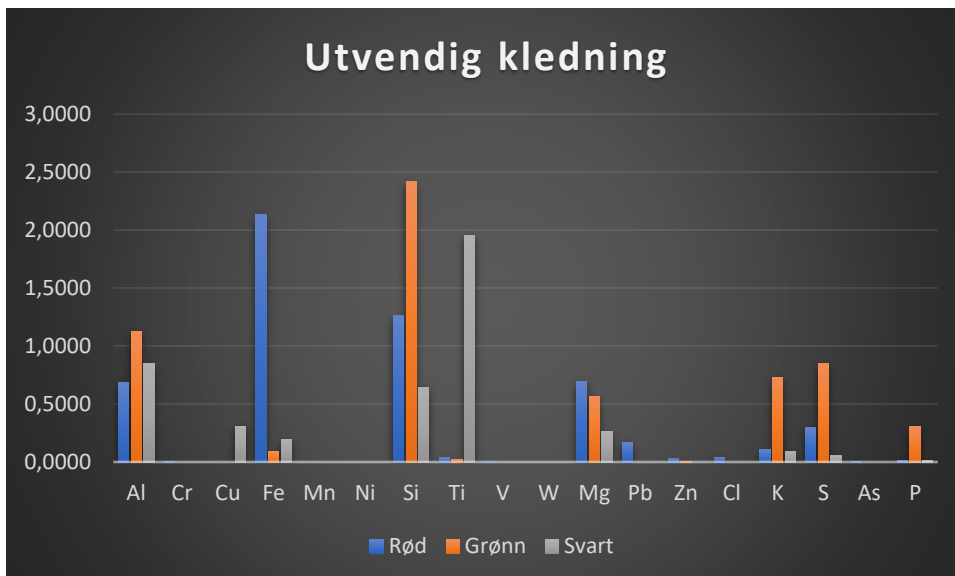
Figur 29 – Ulike treprodukter

Over ser man flere forskjellige målinger på tre produkter. De ble målt på Horisont IKS.



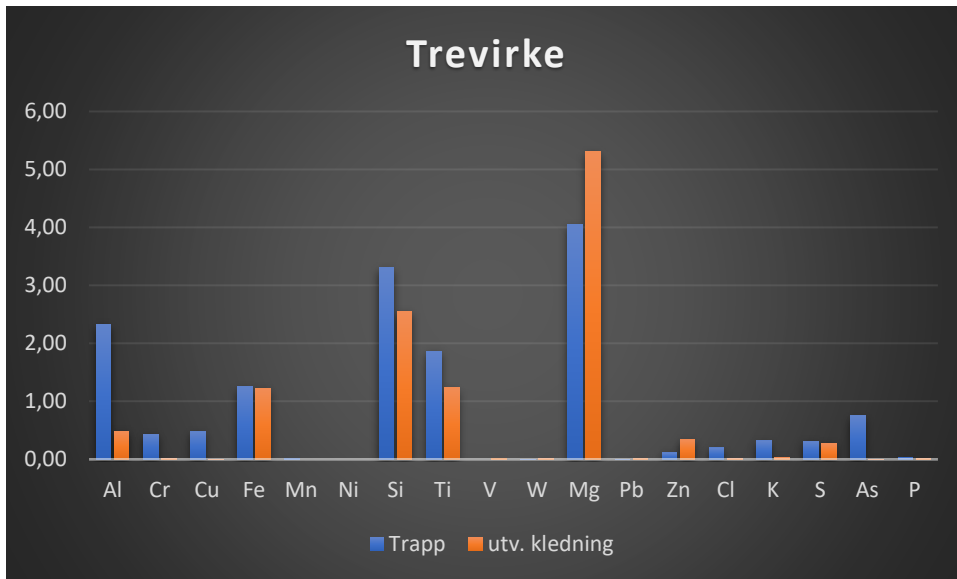
Figur 30 – Få kjemiske komponenter, vanlig trevirke

Tabell 30 over, viser at sidebordet av et trevirke inneholder svært få kjemiske komponenter, som tyder på at det er snakk om vanlig trevirke.



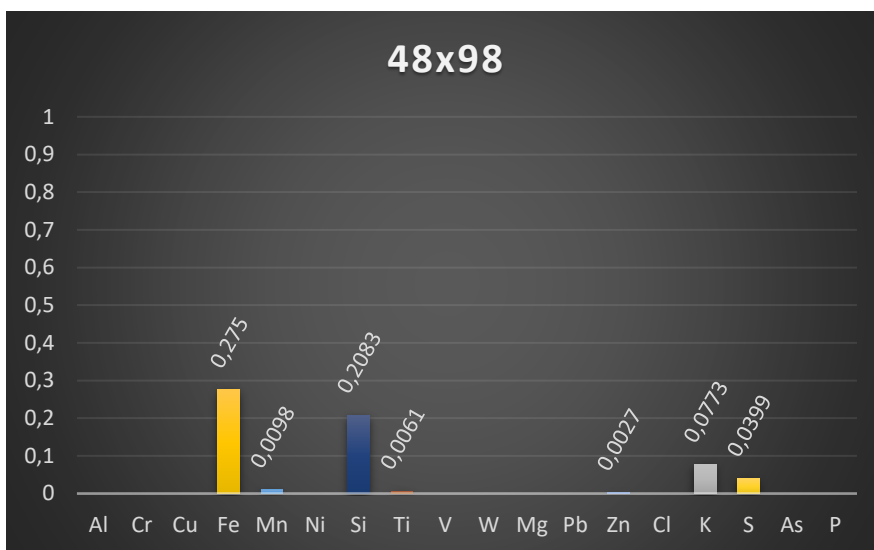
Figur 31 – Utvendig kledningstyper

Figur 31 over viser tre produkter som ble målt på Horisont IKS. Disse produktene er utvendig kledning som har forskjellig overflatebehandling. Det som skiller de fra hverandre er fargen på overflaten. Den ene er rød, den andre grønn og den siste er svart.



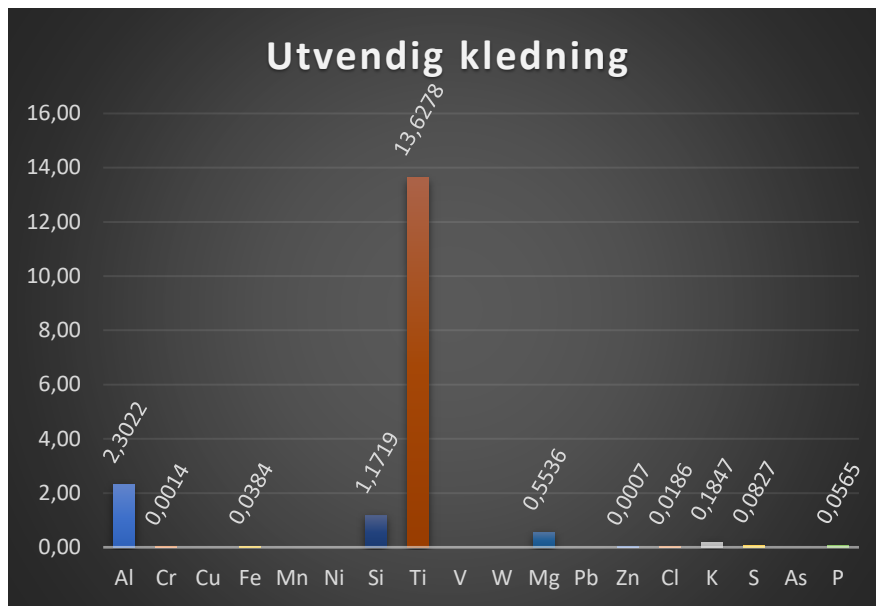
Figur 32 – Trapp

Over ser man en tabell som tar for seg utvendig kledning og en trapp. Disse produktene, sammen med alle andre produkter som er brukt i oppgaven har en forbindelse til bygninger. Det første objektet er en svart malt trapp, men det andre produktet er en utvendig kledning.



Figur 33 – Vanlig 48x98

Tabell 33 over tar for seg en vanlig 48x98, som ble funnet på avfallsstasjonen og som inneholder litt forskjellige verdier, enn det som er sett i en av tabellene over.



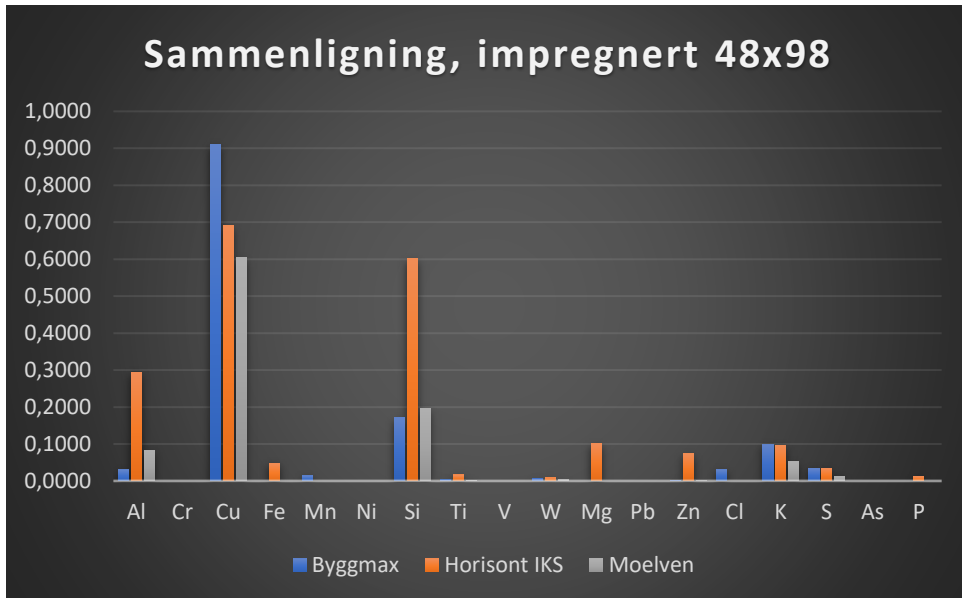
Figur 34 – Utvendig kledning, høy titan verdi

Figur 34, over viser en utvendig kledning med ekstremt høy titan innhold, som tyder på at dette er en kraftig hvit kledning.



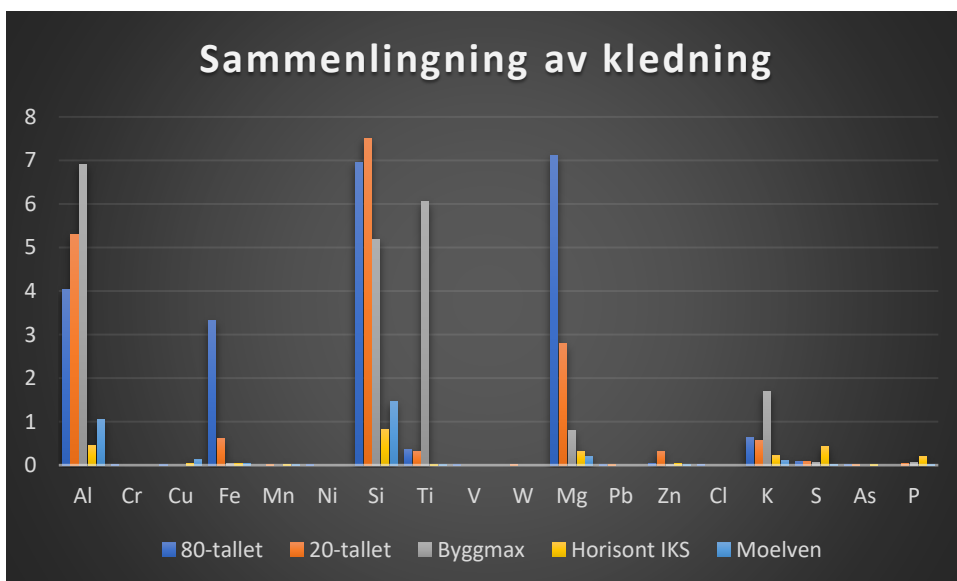
#### 4.1.7 Sammenligning mellom ulike overflatebehandlede elementer

Den neste delen tar for seg sammenligninger mellom ulike produkter som gruppen har funnet hos Byggmax, avfallsstasjon, 1920, 1980 og Moelven.



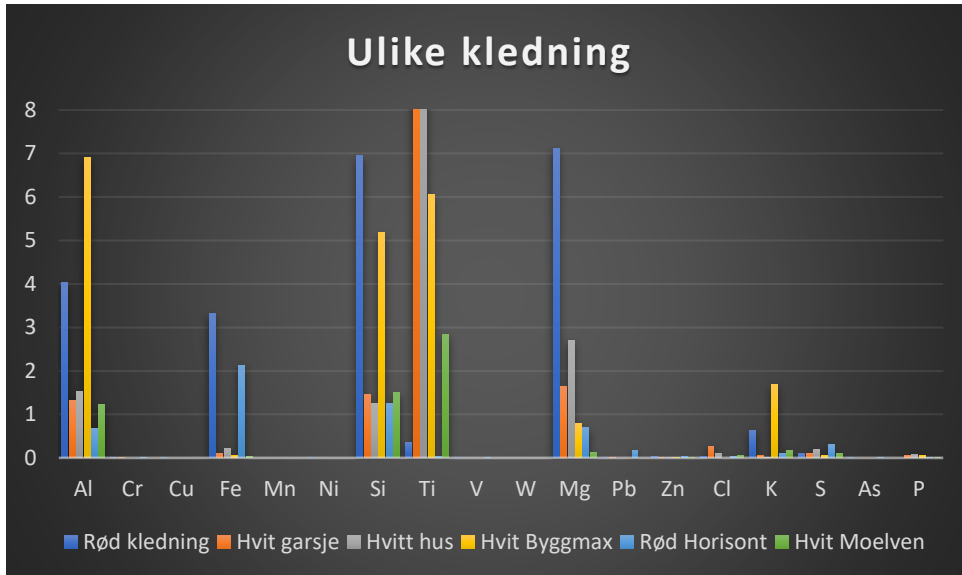
Figur 35 – Sammenligning av impregnert 48x98

Tabellen 35 over viser en sammenligning av et og samme produkt på 3 forskjellige steder. Produktet som blir sett på er en impregnert 48x98, og målingene ble utført på henholdsvis Byggmax, Horisont IKS og Moelven. Høye silisium verdier i 35, fordi den var møkkete og så ut som har ligget der en stund, mens måling 29 har ligget mer skjermet og har i sin levetid vært skjult.



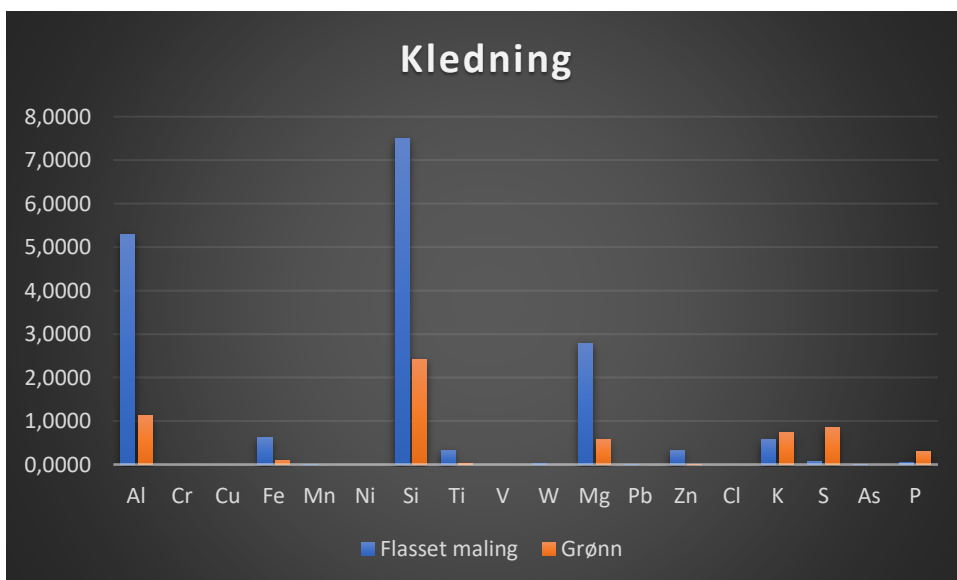
Figur 36 – Sammenligning av kledning

Figur 36 viser fem forskjellige kledninger som er satt sammen i en tabell. Fem målinger, for de fem forskjellige stedene som målingene ble utført. Dermed kan det være forskjellige farger på kledningene, men de faller alle under i samme kategori. Nemlig kledning.



Figur 37 – Ulike kledninger

Tabellen over viser en rekke målinger fra fargede kledninger. Noen av kledningene har samme farge, mens resten av fargene er ulike.



Figur 38 – Kledning med og uten behandling

Man kan se i tabellen 38 to målinger på kledning, hvor den ene har en grønn farge og den andre består av avflasket maling. Noe som kan føre til at enkelte verdier blir lavere når de ikke er malt, mens andre øker.

## 4.2. Resultater fra spørreundersøkelse

Gjennom nettsiden nettskjema.no har det blitt samlet inn mye nyttig informasjon, og her vil noen av de viktigste resultatene bli presentert. Se vedlegg for alt av informasjon som er hentet inn i denne undersøkelsen.

### 4.2.1. Etterspørsel av ulike typer overflatebehandling og trebehandling

De forskjellige bedriftene som ble spurt i denne undersøkelsen startet opp på forskjellige tidspunkt, og det er en stor variasjon på hvor lenge de har jobbet med overflatebehandling og trebehandling. Fellesnevneren er at etterspørselen på de ulike produktene de lager har endret seg siden de kom inn på markedet. Prisene på produktene de leverer har økt siden de startet opp, for det meste på grunn av økte råvarepriser. Det ser likevel ikke ut til at dette har påvirket etterspørselen på produktene, og i noen tilfeller har etterspørselen økt til tross for prisutviklingen. Noen av argumentene for endringen i etterspørsel er ønske om mer montasje og mindre håndverk på byggeplass.

Fra forskningsinstituttene var det en varierende kjennskap til markedet for overflateprodukter. Noen hadde god kjennskap til dette markedet, og visste om flere ulike varianter. Ett viktig poeng som ble trukket frem fra dette skjemaet var at markedet for overflatebehandling på treprodukter var mye større i Norge og Sverige, sammenlignet med utlandet hvor markedet var større for betong og mur. Videre var det vanskelig å svare på forskjellen i forbruk av de forskjellige produktene, ettersom det fantes så mange ulike enheter. Noen eksempler som ble nevnt var at maling ble levert i spann, mens impregnert materiale var ferdig behandlet på fabrikk. På spørsmålet om det var mulig å se en spesiell trend eller utvikling for etterspørsel av overflatebehandlinger, så ble det nevnt at folk ønsker mer og mer produkter som er miljø- og klimavennlige.

## 4.2.2. Farlige komponenter i overflatebehandling og trebehandling

Figur (9) viser listen som var satt opp i forhold til de farlige komponentene fra teoriinnhenting, etter at bedriftene har svart på undersøkelsen. Prosentandelen til høyre i figuren viser til hvor stor andel av de private bedriftene som har hatt de aktuelle kjemikaliene i sin produksjon.

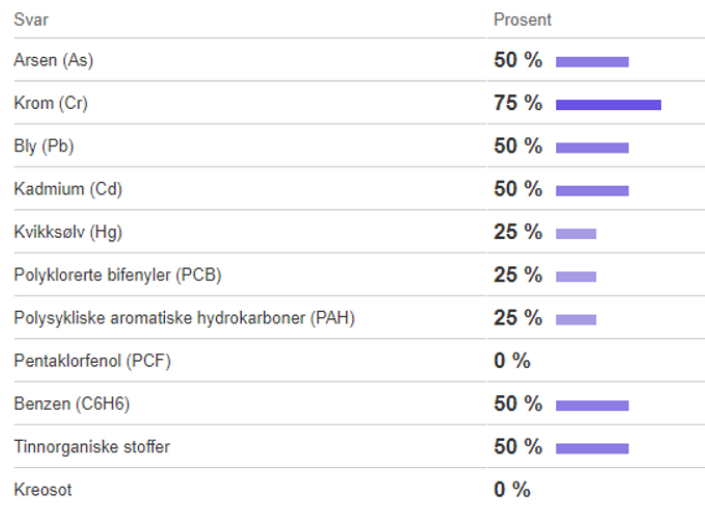
Etter å ha spurt bedriftene om andre farlige eller miljøskadelige kjemikalier enn de som var nevnt i listen ovenfor, dukket det opp flere kjemikalier som ikke hadde blitt nevnt i teoridelen:

- Borsyre (tilsats i impregneringsmidler)
- Propiconazol (tilsats i impregnering)
- Tebuconazol (tilsats i grunning)
- Biocider (fellesbetegnelse for kjemiske stoffer som dreper levende organismer)
- Nonylfenoler (tilsetning i maling)
- Etoksylater (tilsetning i maling)

Ifølge forskningsinstituttene inneholder overflatebehandlinger mange biocider. De hadde mindre kjennskap til hvor miljøskadelige de er, annet enn at de har en påvirkning på miljøet. Videre ble royal- og -impregnering nevnt som svar på hvilken kjennskap de hadde på farlige komponenter som brukes i overflatebehandlinger og trebehandlinger i dag. I tillegg til kreosot, som brukes på bruer og jernbanesviller fordi det ikke har kommet bedre alternativer i dag.

Flere av bedriftene sier at de har fjernet produkter som følge av innhold av farlige komponenter, som for eksempel silovern. Samtlige bedrifter som er spurt i denne undersøkelsen har tidligere endret tilsetning egne produkter. Noen eksempler på dette er krom og arsen i impregneringsmidler, og nonylfenoler, etoksylater og bly fra ulike typer maling. Det virker å være stor variasjon på når ulike produkter eller tilsetninger har blitt fjernet fra produksjon, men felles for de fleste er at de har jobbet jevnt og trutt med utfasing i tråd med krav fra myndighetene.

Andre reglement som trekkes frem er REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), og krav fra ECHA (The European Chemicals Agency). I nettskjemaet for forskningsinstituttene blir blant annet EUs biocidforordning nevnt, et regelverk som skal sikre at overflatebehandling og andre biocidprodukter ikke skal bidra til uakseptabel påvirkning på miljø, eller menneskers- og dyrs helse.



Figur 39 – Resultat over farlige komponenter i overflatebehandlingen

På spørsmålet om hvordan man best og mest effektivt kan fjerne de farlige komponentene fra produksjon, så er det flere som foreslår- eller som allerede har egne personer som jobber kontinuerlig og målrettet, med å fase ut og erstatte de farlige komponentene. I tillegg ble også tatt opp problemstillingen rundt det å kunne erstatte de farlige stoffene, ettersom det har direkte påvirkning på produktenes holdbarhet. Flere svarte også at en generell forskning for å utvikle alternativer som kan gi tilstrekkelig beskyttelse og mindre miljøpåvirkninger, kunne bidra i rett retning.

#### 4.2.3. Muligheter for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke

De private bedriftene har det svært vanskelig å se for seg overflatebehandlet trevirke kan brukes opp igjen, og de fleste så ikke på noe produkt som bedre egnet til gjenbruk enn andre produkter. Det eneste forslaget var innvendig panel, som kunne ha et større potensiale til gjenbruk på grunn av at det unngikk påvirkning av fukt. Likevel ble det tatt opp eksempler fra andre markeder, som overflatebehandlede stålprodukter der produktene i stor grad ble gjenvunnet.

Forskningsinstituttene hadde også vanskelig å se for seg gjenbruk av overflatebehandlet trevirke, der ubehandlet trevirke av en viss lengde ble sett på som det beste alternativet. Noen av forslagene var limtre, massivtre, konstruksjonsvirke og vanlig heltre. Et poeng som ble tatt opp var at det meste av fokuset på gjenbruk i Norge i dag, lå på ubehandlet trevirke, der det var mange muligheter for gjenbruk. Eksempler som ble nevnt var veggelementer som kunne brukes på flere bygg, eller limtre, men at det her burde komme bedre metoder på styrketesting.

Flere problemstillinger ble tatt opp i forhold til gjenbruk av trevirke. Først og fremst ble ikke overflateprodukter sett på som mulig å gjenvinne, der det ikke var mulig å fjerne maling fra ett element, for så å skulle bruke det på et annet. Deretter var det flere forhold rundt det å kunne bedømme om et produkt var godt nok for gjenbruk. Først i forhold til trelastkvaliteten med tanke på tettveksthet, malminnhold, råteangrep, flassing eller grad av impregnering. En annen problemstilling som ble tatt opp var om det var mulig å lute eller fjerne maling, for så å kunne bruke trelasten på en annen måte, og om hvordan hefteevnen ville være for ny overflatebehandling.

Noen økonomisk gevinst fra gjenbruk ble sett på som svært vanskelig å anslå. Et steg på veien for å gjøre denne typen gjenbruk økonomisk gunstig, ville være å finne ut hvordan de gjenbrukte produktene skal brukes, ettersom det er prosjektavhengig hvilke produkter som kan brukes. Et annet forslag var å etablere gode returordninger, industrielle løsninger for sortering, og mekanisk bearbeiding av slikt virke. Forskningsinstituttene mente at den økonomiske gevinsten var begrenset, og at det var kostbart med gjenbruk i dag.

Med tanke på å kunne bedømme egenskapene til overflatebehandlingene, så ble det nevnt at det finnes en rekke standardtester, men at det var avhengig av hva man ønsket å teste, og hva man ønsket å teste for. Noen av testene som kunne gjennomføres var ved mikroskop, eller ved visuelle tester, nærmere bestemt se på produktene basert på tidligere erfaringer. For å teste

etter tungmetaller var XRF-pistol et alternativ, og i forhold til kreosot fantes det en spesiell lukt man kunne finne.

Det var flere ideer rundt hvordan man kunne fjerne overflatebehandlingen, for det meste i form av mekanisk behandling. Forslagene som kom var blant annet å høvle bort overflatebehandlingen, eller å flise opp de aktuelle produktene og sortere ut overflatebehandlingen. Det ble også nevnt at man kunne ha med overflatebehandlingen i en god del produkter ved gjenbruk. Instituttene var usikre på om det var noen prosesser som kunne gjøre det verre å fjerne overflatebehandlingen, men at det generelt var vanskelig å skulle fjerne maling fra ulike materialer. Et forslag var å bruke de materialene som var vanskelige å omforme til energigjenvinning. Noen faremomenter som ble nevnt rundt fjerning av overflatebehandling var eventuelle skader fra den mekaniske behandlingen, eller bli eksponert av ulike helseskadelige kjemikalier i overflatebehandlingen. Det ble også nevnt at det var begrenset risiko for helseskader, så lenge man tok i bruk nødvendige verneutstyr.

## 5. Utdypet diskusjon

I denne delen blir resultatene fra del 4, diskutert og analysert. Først en analyse av resultatene, får målingene blir sammenlignet opp mot hverandre. Deretter vil denne delen se nærmere på muligheten for gjenbruk av overflatebehandlede produkter.

### 5.1. Analyse av resultater

For å svare best mulig på oppgaven så skal denne delen både ta for seg spørreundersøkelsen, og de resultatene gruppen fikk ved hjelp av miljøpistolen. De to førnevnte måtene å få tak i informasjon, er denne oppgavens hovedkilde for svargrunnlag. De kan også bli kategorisert som hovedkilde til informasjon, som blir tilstrekkelig til å svare på oppgavens problemstilling. Kombinasjonen av informasjon fra bedrifter og forskningsinstitutter mot fysiske prøvesvar, gjør at man har muligheten til både å sammenligne resultatene med hverandre og opp mot hverandre. Ikke minst har man mulighet til å skrive om hver enkelt del for seg. Til sammen er dette noe som er med på å styrke gruppens troverdighet, ved at gruppen benytter seg av kunnskap som hver enkelt bedrift sitter på, og setter det sammen til en helhetlig kompetanse på tvers av bedriftstypene. Resultatene fra undersøkelsen, tar for seg de viktigste momentene og det som blir nevnt mest, noe som gjør det til et slags gjennomsnitt av alle svarene som kommer inn. Viktig å tilføre at forskningsinstituttene og bedriftene har fått to forskjellige undersøkelser, hvor de fleste av spørsmålene er lik.

Det første man kan se på når det kommer til resultatbiten, er hvilke produkter som egner seg til gjenbruk. Det finnes flere metoder for å komme frem til hvilke produkter som egner seg for gjenbruk. En metode som går ut på at man kan fastsette hvilket produkt som er for dårlig, og hvilke produkter som er gode nok til at de kan gjenbrukes. En slik kartlegging skal for eksempel basere seg på at man sammenligner alle de resultatene som har blitt vist over, med en standard graf, som har alle verdiene for de forskjellige grunnstoffene. En mulighet kan være å fjerne enkelte produkter hvis de overstrider de anbefalte verdiene.

En annen metode man kan bruke er at man baserer seg på hvilke produkter som ikke er lov/ikke greit å bruke lenger. Hvis man sammenligner alle målingene med uaksepterte stoffer fra teorien, som f.eks. bly, arsen eller kvikksølv, kan man ut ifra disse sammenligningene se hva som kan gjenbrukes eller ikke. Det vil si at målinger som inneholder noen av disse uaksepterte stoffene, blir kastet og kan ikke brukes til gjenbruk. Verdier som er vanskelige å fastsette for denne testen gruppen har utført, er de 11 første grunnstoffene i periodesystemet. Trevirke består blant annet av hydrogen, karbon og oksygen, som alle faller inn under de 11 første grunnstoffene i periodesystemet. De er fortsatt relevante, men de er vanskelig å skille fra hverandre og gjør at det ikke blir med videre i oppgaven. De grunnstoffene som blir sett på er de tyngre metallene, som er lettere å skille fra hverandre, fordi de har en kraftigere energisignatur. I tillegg er det de tyngre komponentene som har en større innvirkning på om produktet kan gjenbrukes.

Det visuelle bildet er også viktig, for å bedømme om et produkt kan sendes til gjenbruk. Det kan eksempelvis være riveskader eller fuktskader. Hvis det er en langsgående rive skade, kan man evt. slippe ned produktet, eller man kan skjære av den delen som er skadet. Den andre skadeformen er verre, nemlig fuktskader. Hvis det blir funnet på et produkt, er det bare å kaste

produktet. Et eksempel er hentet fra den elektroniske boken, og underkapittel om «råtesopper i trevirke. Den lyder som følger: «Hussopp kan vokse flere meter fra trematerialer gjennom sprekker og langs murverk og betong. Den kan ikke utnytte like materialer, men denne evnen til spredning er viktig for soppen. Den kan dermed lett finne veien til nye deler av huset» (Mourier, 1995). Det betyr at soppen kan ha spredd seg gjennom hele materialet og også gjennom større deler av trevirket i en konstruksjon. Videre kan man si at: «Hussopp angriper særlig ved av gran og furu, men også av bøk og ask. Også andre materialer av cellulose, slik som trefiberplater og papir, kan bli angrepet av hussopp.» (Mourier, 1995). Her står det at trekonstruksjoner er mer utsatt for råte og hvis det er oppdaget råte i en del av huset, er det stor sannsynlighet for at den har spredd seg. Da kan man konkludere med at akkurat for råteskader på trevirke, betyr at man skal kaste produktet og si at det ikke er egnet for gjenbruk.

Noen Cu impregnerte produkter kan brukes selv om de har for høye Cu verdier, eller at de har for lave verdier til å at de trenger påfyll. Hvis et impregnert produkt har for lav Cu verdi, altså kobberinnhold, kan det skyldes to grunner. Den første er at produktet har vært utsatt for mye vær og vind over tid. En slik påkjenning over tid, kan gjøre at produktet har blitt utvasket. Den andre grunnen kan være at materialet som er brukt består av mye malm og mindre yteved. Malmen i trevirke er som tidligere nevnt kjernen i en trestamme, den delene av trevirke som er mest mett, og hvor impregneringen ikke trenger inn. Dermed er det en fornuftig å ikke benytte seg av trevirke, som består av mye malm, når man skal impregnere trevirke. Det er bedre å benytte seg av yteveden, som er den delen av trevirke som ligger utenfor og rundt malmen. Den består av kjerneved og tar lettere til seg impregneringen, fordi det er mindre mett, illustrert på figur (3) i teoridelen. Det er rimelig å anta at dette er noe som produsenten av trevirke har gode rutiner på, og blir derfor sett på som mindre sannsynlig enn det den første grunnen.

## 5.2. Sammenligning av målinger

Sammenligningen av ulike materialer skjer ved at man ser på de forskjellige stedene opp mot hverandre. Den første sammenligningen skal ta for seg impregnert 48x98 eller «2x4 tommer» som det også heter. Impregnert 48x98 ble funnet på tre av stedene gruppen gjorde forsøk, det var blant annet hos Byggmax, Horisont IKS og Moelven. Den først og sist nevnte er de verdiene som gruppen skal ta utgangspunkt som maksverdier for det som er «ok» og sende til gjenbruk. Dette er vist i figur nr. 35, som er en tabell, med ulike verdier for de forskjellige komponentene, som finnes i de impregnerte 48x98 plankene.

Tabellen viser langs x-aksen, den horisontale aksene, de ulike kjemiske komponentene som finnes i overflatebehandlingen. På den andre aksene har man prosentvis innhold av de forskjellige komponentene. I denne tabellen er maksimalt prosent innhold satt til 1 %, som vil si at disse komponentene utgjør en liten del av de totale innholdet i planken. De verdiene som skiller seg ut er, Al, Cu, Fe, Si, Mg, Zn, K og S. Dette er de forkortelsene som finnes i periodesystemet. Disse forkortelsene vil ikke bli utdypet, hvis det ikke er relevant. Av de



nivåene som er nevnt over er det aluminium, kobber og silisium, som ligger høyest. Kobber er den høyeste verdien i skjemaet, fordi det er brukt en kobberimpregnering på materialene som sammenlignes. Her ligger Byggmax sine verdier høyest, Horisont IKS nr. 2 og lavest ligger Moelven. Verdien for rekkefølgen som er nevnt tidligere er 0,9 %, 0,7 % og 0,6 %. Det vil si at kobbernivået er innenfor og den kan brukes som gjenbruk. Videre kommer silisiumverdiene på andre høyeste verdi. Silisium kommer i bunn og grunn av støv på overflaten, så her er det ikke rart at Horisont har den høyeste verdien, fordi den har ligget lengre i åpent, støvete terreng. Silisium verdiene har ingen innspill på om et materiale kan brukes til gjenbruk. Støvet kan fjernes ved hjelp av vask og kosting. Til slutt er det aluminium verdien, hvor Horisont har den høyeste verdien på 0,3 %, som er en liten prosentandel. Jevnt over, kan man si at den 48x98, som ble funnet på Horisont, kan brukes til gjenbruk.

Ikke alle er enige at man skal gjenbruke impregnert trevirke. En artikkel skrevet av Olsen, K. H. som ligger på «norskgjenvinning» sine sider. Den tar for seg impregnert trevirke og enkelte begrunnelser til hvorfor man ikke skal gjenbruke impregnert trevirke. I artikkelen så kommer det frem at hoved utfordringen er alt det er vanskelig å visuelt skille Cu og CCA impregnerte produkter fra hverandre, de har nemlig samme grønnaktige farge. Derfor har det siden 2002 vært forbudt å bruke CCA trykkimpregnering (Olsen, 2022), siden disse produktene inneholder tungmetaller, som kan være helseskadelige både for mennesker og miljø.

Løsningen på fargeproblemene kan bli løst ved at man utfører målinger og ser på hvert enkelt produkt om det er brukt Cu eller CCA. Hvis det er brukt Cu kan det gjenbrukes, gitt at man får lov til det i fremtiden. Finner man CCA er man nødt til å kaste de på avfall stasjoner, siden de ikke er lovlige å gjenbruke/produsere, fordi de inneholder tungmetaller. Videre kommer det frem i rapporten til Olsen at «Cu-impregnert trevirke er ikke definert som farlig avfall og kan *i teorien* kastes sammen med annet behandlet trevirke.» (Olsen, 2022). Det kan derfor tolkes som at så lenge man i «teorien» kan kaste det sammen med vanlig behandlet trevirke, så kan det brukes som gjenbruk, det er en måte å tolke det på.

På den andre siden har vi en ny tabell som viser ulike kledningstyper, som vist på figur 36. Det er en rekke utvendige kledninger, med forskjellige farger. Alle produktene i denne tabellen er utvendig kledning, hvor aksene som ble beskrevet i avsnittet om impregnert trevirke over, er lik. Det eneste som skiller de to tabellene fra hverandre er at den nye tabellen får fra 0-8 % og ikke 0-1 % av trevirke som tabellen over hadde. Videre så kan man se at 4-5 komponenter skiller seg ut av mengden. Det er Al, Fe, Si, Mg og K. Det ble nevnt over at Si verdiene kommer i hovedsak fra støv, og det samme gjelder for alle andre prøver også. De høye titanverdiene kommer fra hvit maling, som er helt normalt. Det samme gjelder for de høye aluminiums verdiene. Noe som kommer av at det blir brukt aluminium i blandingen av hvitmaling. Verdiene som stammer fra de blå søylene stammer fra rød maling, fra 80-tallet. Måten man ser at det er rødmaling er at det er høye aluminium, jern og magnesiumverdier. Jo eldre rødmaling man finner, desto tyngre metaller kan man finne. For kledning så går det mer på å finne hvilke kjemiske komponenter som overflatebehandling inneholder og hvordan man kan fjerne det. Eller hvordan man kvitter seg med overflatebehandlingen som er fjernet. I tillegg så kommer et dilemma om det er mulig å fjerne overflatebehandling.

Hvor mye har det å si om det er maling på trevirke, eller om malingen har flasket av. Den forskjellen viser nemlig figur nr. 38 Tabellen fiser to forskjellige stolper, de blå stolpene tar for seg maling som er flasket av, mens de oransje stolpene tar for seg grønn maling. En slik endring, med og uten maling vil utvilsomt endre utfallet til tabellens resultat. Maling inneholder en rekke komponenter, som gir markante utslag på skanneren. Uten maling, vil skanner kun oppdage trevirke og rester av gammel maling. Det vil vises på resultatene. Tabellen viser at malingen har flasket av, som resulterer i store silisium verdier. Høye silisium verdier kommer av støv. Når malingen har flasket av, vil trevirke være «ubehandlet» på enkelte områder og føre til at støv kan feste seg bedre på overflaten. Den andre verdien som skiller seg ut er Al verdien, som også er høyere for partiet hvor malingen har flasket av. Det tyder på at mye av aluminiumen i hvitmalingen fortsatt ligger i overflaten.

Neste tabell tar utgangspunkt i den røde kledningen fra 80-tallet, som man kan se i figur 21 over. Den skiller seg litt ut fra de tidligere målingene som er gjort fra husene fra 80-tallet. Det som er den tydelige forskjell på disse målingene er at Zn verdien har gått fra 0 % til ca. 7 %. Dette er en stor økning, til tross for at målingen er gjort i samme området. Dette kan sikker oppfattes noe underlig, men dette kan ha en logisk forklaring. Det har seg nemlig slik at denne prøven har målt en spiker bak malingen. Spikere har normalt store verdier av zink i seg. Man kan si at det som utgjorde forskjellen på målingene, var at denne prøven hadde med seg en spiker, mens de andre målingene kun hadde trevirke. Noe som betyr at noen av komponentene i tabellene kan ha logiske opphav.

### 5.3. Muligheter for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke

Ut ifra forskning som er gjort frem til i dag, ser dette ut til å være en krevende øvelse. Gjennom teori, forsøk og intervjuer har gruppen kartlagt en rekke problemstillinger som må løses for at gjenbruk skal gi noen fordeler. Først og fremst bør det være økonomisk lønnsomt for at private bedrifter vil være villig til å benytte seg av gjenbrukt trevirke, og per i dag ser dette ut til å være kostbart. De fleste som gruppen har vært i kontakt med i forbindelse med denne oppgaven, oppgir at de har vanskelig å se for seg at gjenbruk av overflatebehandlet trevirke skal gi noen økonomisk gevinst. Det er likevel et område som er lite utforsket, med mange muligheter, og som tidligere nevnt er det gjenbruk av ubehandlet trevirke som har vært mest i søkelyset i Norge til nå. For at et slikt prosjekt skal kunne gjøre seg lønnsomt på sikt, krever det en god og målrettet organisering. Fra undersøkelsen har det kommet inn noen gode forslag til hvordan dette kan løses. Akkurat som andre produkter som blir gjenbrukt her i samfunnet, så gjelder det å etablere gode returordninger. Dette kan komme i form av krav fra myndighetene som bedriftene må følge, eller i form av ordninger hvor gjenvinningsanleggene betaler bedriftene for å ta imot brukt materiale av god kvalitet. En annen mulighet er å øke avgifter på avfallshåndtering av overflatebehandlet trevirke som ikke kan gjenvinnes.

Det er flere måter å kategorisere om et produkt kan brukes til gjenbruk. Den ene metoden baserer seg på å sammenligne målinger som er gjort hos leverandører, som f.eks. Byggmax, Byggmakker eller lignende. I denne oppgaven foreslår gruppen å benytte seg av verdiene fra Byggmax og Moelven, som utgangspunkt til materialer som er gode nok. Grunnen til at Moelven også kan bli brukt som et grunnlag til kriteriet for trevirke, er fordi det kan ligge ferskere produkter her, enn hos Byggmax. Ikke så rart siden Moelven både er et mellomlagringsanlegg og et produksjonsanlegg. Noe som medfører at det kan komme rykende ferske produkter rett fra produksjon, eller at de kan ha mottatt ferdige produkter som venter på å sendes videre til andre avdelinger. Disse to kjedene kan til sammen danne grunnlaget, for hva som blir aksepterte og kan bli sendt til gjenvinning.

Målingene som er gjort hos Moelven og Byggmax kan danne grunnlaget for hvilke trevirke som er bra nok for gjenbruk, og ikke. Hver av de to stedene setter egne standarder for hvilke verdier de ulike produktene skal ha, når de har gått igjennom en gjenbruksprosess. Dermed kan man bruke disse målingene som «fasit» verdier for hva som er bra nok til å sendes til gjenbruk og hva som ikke kan sendes. Det er en todelt sak, enten brukes målingene til en standard for ferdige gjenbrukte produkter, eller så brukes produktene til å bedømme om man kan bruke produktene videre.

En annen metode som kan bruke for å sikre at riktige produkter blir gjenbrukt, er ved at man sammenligner alle målingene opp mot standardverdiene. Ved bruk av denne metoden har man mulighet til å finne ut om verdiene til hvert enkelt produkt er for lave, eller for høye i forhold til hva som er akseptabelt. En vanlig måte å anvende en slik metode, skjer ved at man ser på målingene og ser etter komponenter som ikke er akseptert i det hele tatt. Eksempler på slike komponenter kan være asbest, arsen, bly, krom osv. Produktene som er nevnt før og flere, kan være helseskadelige og gjør at de ikke kan gjenbrukes, eller at man må behandle de på en spesiell måte for at det skal kunne fjernes. Hovedutfordringen med denne metoden er å finne riktige verdier for de ulike grenseverdiene.

Tidligere i teksten blir det nevnt en metode som baserer seg på å fysisk se på produktet, om tilstanden er bra eller dårlig. Da kan man for eksempel se om det er fukt eller soppskader. Når man skal velge produkter som har stått inne i en bygning eller inne i en vegg, kan denne metoden fungere bra. Det kan være ubehandlet konstruksjonsvirke som 48x98 eller 48x48. På slike produkter kan man tydelig se om de er påvirket av fuktskader eller råte. Det er lett å se på slike produkter og bestemme om de er gode nok eller for dårlige. Det kommer av at produktene er ubehandlet, og vil være mer utsatt for fuktskader enn trykkimpregnert trevirke. Dette er en av hovedårsakene til at man kan se om produktene er skadet. Her er visuell analyse like viktig som målinger, fordi man kan tydelig se på et produkt om det er utsatt for råteskader eller har soppdannelse på seg. Om produktene inneholder råteskader, er det stor sannsynlighet at de må kastes, eneste unntaket er hvis det kun er deler av produktet som er skadet. Da kan man kappe produktet i to og bruke den delen som er «friskt» og kaste den andre delen. På den andre siden kan produktet ha sopp skader, og da er det stor sannsynlighet for at det må kastes. Hvis man ikke klarer å fjerne produktet med varmebehandling eller kjemisk behandling.

### 5.3.1. Rivning/demontering

For at man skal ha mulighet til å gjenbruke trevirke, må også prosessen for å «rive» hus og trekonstruksjoner endres. Her er man nødt til å se på metoder som omhandler mer varsomhet i rivningen, og finne en metode som sørger for at man beholder helheten av trevirket man endrer. Derfor må man prøve å gå bort fra den måten man river på i dag, som å unngå den raske og effektive rivningen som skader store deler av trevirke. Ikke nødvendigvis til en metode som er sakte og systematisk, men til en metode som er mer materialbesparende. En form for rivning som til dels er i bruk i dag, kalles *demontering*. Demontering er ikke et nytt begrep, det er bare lite anvendt i dagens byggebransje, spesielt i stor skala. En slik måte for rivning av hus, er helt avgjørende for at man skal ta vare på mest mulig materiale og sende det til gjenbruk.

Et omdiskutert tema som er sentralt når det kommer til gjenbruk av trevirke, går på det som står over. Skal man «rive eller demontere» bygg. Et slik tema gjelder uavhengig av hvilke produkt som skal gjenbrukes. Det gjelder for alle produkter og konstruksjoner. Enten blir det gjort på den tradisjonelle «rive metoden», ved at man river bygg og sorterer materialene etterpå. Rivning kan føre til at materialene kan bli utsatt for store krefter og skade materialet. Da blir de ødelagte, de må kastes og kan ikke brukes til gjenbruk. F.eks. kledningen fra et hus skal rives ned. Benytter man seg av en gravemaskin med gripeklo, blir kledningen utsatt for mye kraft og blir som oftest revet av veggen. Dette vil skje ved at gravemaskinkloen tar tak i flere kledningsbord og drar de av samtidig, som kan føre til skader på plankene og plankene som er festet til kledningsborene.

På den andre siden har man demonteringsprosessen, hvor man er nødt til å være mer forsiktig når man fjerner bygget. For at man skal bevare mest mulig av trevirke. Metoden kan bli brukt for å fjerne kledningen på utsiden av huset, ved at man ikke river av kledningen, men at man heller skrur ut skruene på hver planke og sortere de i ulike hauger. En slik metode fører til flere muligheter. En mulighet er at man kan spare flere produkter og sikre mindre svinn av materialer som har muligheten til å bli gjenbrukt. Samme prosess vil også være aktuell, når man skal fjerne andre deler av bygningskroppen, som f.eks. stenderverket i en bolig. Som er bygget av planker i størrelsesorden «2x4 tommer». I neste rekke vil muligheten for å bruke materialene på nytt åpne seg. En slik metode vil legge til rette for gjenbruk, slik at man sipper å lage helt nye produkter.

For at demonteringen skal gjøre seg mer lønnsomt i fremtiden, bør byggestilen i fremtiden ta mer høyde for en slik type rivning. Et eksempel kan være å bygge husene med flere ferdigelementer som er lettere å plukke i fra hverandre. Dette er noe man allerede ser flere eksempler av i dag, men det er fortsatt forbedringspotensial for tilrettelegging av demontering. Ved å tilrettelegge bygninger for at de skal demonteres i fremtiden, vil det bli enklere å sende mer materiale til gjenbruk. Det kan skje ved at man f.eks. endrer måten man fester skruer på, slik at de blir enda lettere å få ut. I tillegg at til at det ligger en fremgangsmåte på hvordan det er tenkt å demontere bygget på. Det blir litt som å bygge Lego, bare at man går motsatt vei i bruksanvisningen.

Et tilleggsmoment som går på demontering av trekonstruksjoner, går på fjerning av spikere og skruer som sitter fast i plankene. Ved demontere av trevirke som skal brukes til gjenbruk, så er det en fordel om man fjerner alt av spikere og skruer, og ser på produktet om det er i en

tilstand til å brukes på nytt. En annen måte går på at første produksjonsledd i gjenvinningsprosessen tar seg av fjerning av skruer og spikere, slik at de som demonterer hus slipper å gjøre det. Deretter kan man vurdere om produktene kan brukes på nytt eller ikke.

I tillegg er man nødt til å se på det økonomiske aspektet av demonteringen vs. rivning. Hvis man gjør som den tradisjonelle metoden er som nevnt over, rivning. For denne prosessen, vil kostnadene være uendret. Men hvis man benytter seg av den nye metoden «demontering», vil det forandre seg. For her er man nødt til å se på hvor lang tid det vil ta å demontere. Det vil ta lenger tid, enn den tradisjonelle metoden. Uten å være sikker, kan man fastslå at en demonteringsprosess vil ta lengre tid, fordi man må ha respekt for materialet man jobber med og man må være forsiktig når man river det. Noe som automatisk fører til økt tidsbruk og man vil bruke lengre tid på prosjektet, som fører til en negativ trend. Ved at man bruker mer tid på fjerningen. Begrepet «tid er penger» er sentralt i et økonomisk bilde, fordi man både får mindre inntekter når man velger å demontere ett bygg. En løsning på økonomisk tap i en demonteringsprosess, kan fikses ved å gi en økonomisk gevinst for jobben. Det kan f.eks. være at man velger å selge de materialene til gjenbruksstasjoner, for penger. Slik at de som river, fortsetter å demontere husene i fremtiden. Et slik kompromiss kan være aktuelt å se på i fremtiden, når gjenbruk av trevirke blir mer aktuelt..

En annen ting som kan være vært å nevne, når gruppen nevnte begrepet «tid er penger» over. Det er at ved å gjenbruke trevirke, så slipper man å vente lenge på at nye materialer blir laget, fordi man allerede har materialer som er ferdig laget, som kun trenger en «finpuss» for å være tilbake på markedet. Det vil si at selve treindustriområdet, vil ha mulighet til å spare tid på at man sender brukte materialer tilbake til gjenvinning og at man slipper hele prosessen med å lage trevirkeprodukter fra scratch. Ved å se prosessen fra markedet sin helhet, vil man ha mulighet til å spare tid, som fører til at man bruker mindre penger, og tjener penger i forhold til effektiviteten til gjenbruksprosessen. Fra produktene kommer inn, til de er klare til å sendes ut igjen.

### 5.3.2. Fjerning av overflateprodukter

Først og fremst gjelder det å ha gode løsninger for sortering. Her gjelder det å finne ut hvor gode egenskaper det behandlede trevirket har etter bruk, og det finnes en rekke metoder man kan benytte seg av for å finne disse egenskapene. En av metodene er å benytte seg av visuell testing, som vil si å avgjøre egenskapene til materialet ved å se det, basert på tidligere erfaringer. For at dette i hele tatt skal ha en effekt, krever det kvalifiserte personer med god kjennskap til hvilke faktorer som spiller inn på om det er god eller dårlig kvalitet på materialet. Å skulle benytte en sånn metode for en storskala sortering kan derimot by på flere utfordringer. Det kan bli veldig tidkrevende hvis hvert enkelt materiale skal undersøkes i detalj av noen få personer. I tillegg kan det bli kostbart om man må leie inn personer som skal stå å undersøke slikt avfall over lengere tid. Om det skal løses på denne måten, bør det løses ved at man i grovt omfang samler sammen det aller beste av materiale, og trevirke som man med sikkerhet ser har en mulighet til å brukes igjen.

Noe man må regne med, om man skal gjenbruke overflate- eller trebehandlet trevirke, er at det fortsatt er flere materialer som inneholder farlige komponenter. Flere eksempler på dette er vist gjennom forsøkene, i tillegg til at samtlige bedrifter har benyttet seg av slike komponenter som i senere tid har blitt ulovlige. Mange av disse stoffene har vist seg å være veldig krevende å se visuelt på et materiale, men det finnes andre metoder for å finne disse komponentene. Et av disse metodene er XRF-skanning, som er den samme metoden som ble benyttet i forsøket. Dette har vist seg å være en meget god metode for å finne ulike tungmetaller i trevirke, og gjør at man kan oppdage farlige komponenter som for eksempel krom, arsen og bly. Å ta i bruk en slik metode i et storskala gjenbruksanlegg kan fort bli tidkrevende. For eksempel tok hver test i forsøket over to minutter å gjennomføre, men det er også verdt å nevne at man ikke behøver alle filtrene som ble brukt i forsøket for å finne grunnstoffene som er nevnt ovenfor. XRF-skanning er også en forholdsvis nyetablert metode for kartlegging av tungmetaller, og man skal ikke se bort ifra at det kommer mer effektive metoder i fremtiden, som kan egne seg bedre til den typen masseskanning.

Det finnes derimot flere stoffer som ikke lar seg oppdage like lett gjennom den type skanning, som for eksempel PCB, asbest, kreosot eller tinnorganiske stoffer. Flere av disse har ikke vært på markedet på en god stund, men er fortsatt i bruk på hus og bygninger i dag, og kan fort dukke opp på en gjenvinningsstasjon. Noen av disse kan man kjenne igjen basert på tidligere erfaringer, som for eksempel kreosot som har en helt spesiell lukt. Likevel bør det undersøkes om det finnes effektive metoder som lett kan oppdage disse komponentene.

Hva trevirket skal brukes til er også avgjørende for god kvaliteten bør være. Noen eksempler man har på gjenbruk av trevirke i dag er konstruksjonsvirke på forskalinger. Dette er materiale som man naturligvis setter lavere styrkekrav til, enn konstruksjonsvirke som skal brukes på permanent basis, som for eksempel i et bjelkelag. For den typen bruk er det heller ikke avgjørende om trevirket er behandlet eller ikke. Gjenbruk av overflatebehandlet ytterkledning kan derimot by på større utfordringer, ettersom trevirket som regel er utsatt for mye vær og vind, og har en mye mer kritisk funksjon. I tillegg har ytterkledning også en estetisk funksjon, noe som kan bli forringet om kledningen har blitt brukt tidligere. Akkurat som en av bedriftene var inne på, så kan for eksempel innvendig panel være enklere å gjenbruke, ettersom det slipper fuktpåkjenninger.

Videre for at en slik gjenbruksordning skal gjøre seg lønnsomt, må det komme gode løsninger på hvordan behandlet trevirke blir bearbeidet. Flere av forslagene som har kommet i undersøkelsen, har handlet om mekanisk behandling av overflatebehandlet trevirke. Noen metoder for å fjerne overflatebehandlingen fra trevirket kan være å høvle eller slippe bort det ytterste laget. Da må man belage seg på at materialet kan bli mindre i dimensjon, og at man eventuelt må finne et nytt bruksområde etter gjenvinning. En annen mulig mekanisk bearbeiding kan være å flise opp det behandlede trevirke, filtrere ut overflatebehandlingen, og gjøre det om til et trefiberprodukt. Fra et av forskningsinstituttene ble det også sagt at det i noen produkter, er akseptert å ha med overflatebehandlingen fra tidligere produkter. Det finnes også andre alternativer enn mekanisk behandling, som for eksempel kjemisk fjerning av overflatebehandlingen. Et forslag fra undersøkelsen var luting, som er en metode som gjør at gammel maling, beis eller lakk blir løser og kan gnis av.

Gjennom en gjenvinningsprosess er det ikke bare fjerning av overflateproduktet man må tenke på. Etter at overflateproduktet er fjernet, må man finne ut av hvor man skal gjøre av det. Akkurat som en av bedriftene var inne på, så kan man ikke bare fjerne maling fra ett emne for deretter å bruke det ett annet sted. En mulighet kan være å bruke det som energigjenvinning, om dette er mulig. Om overflateproduktet som er fjernet ikke kan gjøre noen nytteverdi av seg, må man opprette rutiner for god avfallshåndtering. Neste blir å bedømme kvaliteten på trevirke etter at overflatebehandlingen er fjernet, som for eksempel malminnhold, tettvekstheter eller grad av impregnering. Hefteevnen etter at trevirket er bearbeidet blir også et usikkerhetsmoment som må undersøkes.

## 6. Konklusjon

Denne delen skal gi konklusjon på oppgavens problemstilling basert på funnene teori, resultater og diskusjon. Problemstillingen fra kapittel 1.1 lyder som følger:

- *Hvor god må kvaliteten på trevirke som sendes til gjenbruk være, og hvilke muligheter finnes det for gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke?*

Gruppen mener først og fremst med at det er prosjektavhengig, hvor god kvaliteten på treproduktene bør være. Likevel konkluderes det med at ubehandlet trevirke av en viss dimensjon og lengde, er mest egnet for gjenbruk. Dette på grunn av dets forutsigbarhet av innhold av farlige komponenter, muligheter for ny behandling, og at det stort sett benyttes innendørs med lavere fuktpåvirkning.

Gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke ser ut til å være en krevende øvelse, men gruppen konkluderer med at det finnes muligheter for dette også. Løsningen vil være en godt organisert gjenvinningsprosess, som på en god måte kan bedømme trevirkets kvaliteter, og kartlegge og luke unna de farlige komponentene. Mulighetene kan både ligge i å fjerne overflatebehandlingen ved mekanisk eller kjemisk behandling, eller videreføre overflateproduktet inn i det nye treproduktet om dette er i samsvar med krav fra myndighetene.



## 7. Veien videre

Til nå har man fått et stort innblikk i karleggingen av de ulike produktene som finnes, hvilken tilstand som er på bygninger i dag, og hvordan tilstandene er på det som selges. De fagpersonene gruppen har vært i kontakt med i forbindelse med denne oppgaven, indikerer at det meste av fokus på gjenbruk av trevirke i Norge i dag ligger på ubehandlet trevirke. Tidligere nevnt har gjenbruk av overflate- og trebehandlet trevirke sett ut til å bli både krevende og kostbart. Likevel ser gruppen muligheter for gjenbruk gjennom gode gjenvinningsprosesser, men at det krever gode returordninger og sortering. Det finnes flere gode metoder for å kartlegge kvalitet og innhold på behandlet trevirke, men for at et slikt system skal fungere bra i praksis, må disse metodene bli enda mer effektive.

Et område som virker å være lite undersøkt til nå, er hvordan man best kan fjerne overflatebehandlingen. Denne oppgaven har hentet inn ulike forslag fra fagpersoner, og gruppen selv har kommet med noen forslag, men her bør det jobbes videre for å finne ut av hvilke metoder som fungerer i praksis. Muligheten for å videreføre overflateproduktet til et eventuelt gjenvunnet produkt bør undersøkes, og hvordan man kan identifisere om overflateproduktet er godkjent av kravene som stilles til innhold av ulike biocider. Et annet moment blir å finne ut at hvor man gjør av overflateproduktene som fjernes fra trevirket. Spørsmålet blir om det er mulig å gjøre en nytteverdi ut av dette produktet, eller om det kun må sees på som avfall.

Veien videre blir også å se på hva man må gjøre med trevirke når det skal gjenbrukes. Etter at det overflate- eller trebehandlede trevirket er bearbeidet for gjenbruk, så er formålet treproduktet skal brukes til helt avgjørende for hvor god kvaliteten må være. Ut ifra forsøkene så det ut til at kobbernivået i materialene ble litt mindre ved eldre trevirke, spesielt med tanke på materialer som hadde vært utsatt mye for vær og vind. Ellers kunne man ikke se den store endringen i innhold av tungmetaller over tid, noe som er en fordel om målet er å gjenbruke materialene til samme formål. Hefteevnen på produktet etter at overflatebehandlingen er fjernet, er også noe som bør undersøkes. Om trevirket skal behandles på nytt, så burde de samme forutsetningene ligge til grunn, som om det skulle vært ferskt materiale.

## 8. Litteraturliste

- Arbeidstilsynet (2022) *Isocyanater*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/isocyantaer/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 3. mars 2022)
- Arbeidstilsynet (2022) *Maling og lakkering*. Tilgjengelig fra: <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/maling-og-lakkering/pageAsPdf?showAsImage=true> (Hentet: 3. mars 2022)
- Mourier, H. (1995) *Skadedyr i hus og hytte*. 2.utg. NKS-forl. Tilgjengelig fra: <https://www.pestium.no/skadedyr-i-hus-og-hytte/ratesopper-i-trevirke/> (Hentet 09.05.2022)
- NDLA <https://ndla.no/nb/subject:7509b507-548d-48e1-bef3-a06758e4820c/topic:fa4923c2-0f47-4cee-9e4e-b09b10da8ca7/topic:bc1473f6-0992-41fb-8d14-cadc1b221b37/resource:5e008b9f-cfac-497d-92f4-ee924194e872> (Hentet 24.03.22)
- NDLA, Maling <https://ndla.no/subject:7509b507-548d-48e1-bef3-a06758e4820c/topic:fa4923c2-0f47-4cee-9e4e-b09b10da8ca7/resource:1:177945>
- Olsen, K.H. (2022) *Impregnert trevirke: Er det egentlig farlig avfall?*. Tilgjengelig fra: <https://blogg.norskjenvinning.no/er-impregnert-treverk-farlig-avfall> (Hentet: 10.05.2022)
- SINTEF Byggforsk (2017) 432.101 *Trebeskyttelse. Overflatebehandling, trykkimpregnering og modifisering*. Tilgjengelig fra: <https://byggforsk.no/dokument/203/trebeskyttelse-overflatebehandling-trykkimpregnering-og-modifisering#i53> (Hentet: 23. mars 2022)
- SINTEF Byggforsk (2009) 542.640 *Overflatebehandling av utvendig trevirke*. Tilgjengelig fra: <https://byggforsk.no/dokument/482/overflatebehandling-av-utvendig-trevirke> (Hentet: 31. januar 2022)
- SINTEF Byggforsk (2015) 571.523 *Trevirke. Treslag og materialeegenskaper*. Tilgjengelig fra: <https://byggforsk.no/dokument/578/trevirke-treslag-og-materialeegenskaper> (Hentet: 23. mars 2022)
- SINTEF Byggforsk (2018) 573.250 *Maling, beis, olje og lakk. Typer og egenskaper*. Tilgjengelig fra: <https://byggforsk.no/dokument/3335/maling-beis-olje-og-lakk-typer-og-egenskaper> (Hentet: 20. april 2022)
- SINTEF Byggforsk (2010) 700.110 *Byggskader. Oversikt*. Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/dokument/629/byggskader-oversikt> (Hentet: 5. mai 2022)
- SINTEF Byggforsk (2021) 700.802 *Miljøkartlegging og miljøsanering ved riving og ombygging*. Tilgjengelig fra: <https://byggforsk.no/dokument/644/miljoekartlegging-og-miljoesanering-ved-riving-og-ombygging#i6> (Hentet: 29. mars 2022)
- SINTEF Byggforsk (2009) 742.641 *Utvendig behandling av trehus fra før 1960. Materialbruk og fargesetting*. Tilgjengelig fra:

[https://byggforsk.no/dokument/715/utvendig\\_behandling\\_av\\_trehus\\_fra\\_foer\\_1960\\_m\\_aterialbruk\\_og\\_fargesetting#i23](https://byggforsk.no/dokument/715/utvendig_behandling_av_trehus_fra_foer_1960_m_aterialbruk_og_fargesetting#i23) (Hentet: 28. mars 2022)

- Statistisk Sentralbyrå (2020) *Avfallsregnskapet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/10514/tableViewLayout1/> (Hentet: 13. mai 2022)
- Treteknisk institutt (2022) *Bærbar miljøpistol kan måle om treproduktene er rene*. Tilgjengelig fra: <https://www.treteknisk.no/aktuelt/xrf-miljopistol-til-rask-maling-av-kjemiske-elementer-i-treprodukter> (Hentet: 24. mars 2022)
- Wikipedia (2021) *Treets oppbygning*. Tilgjengelig fra: [https://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Tverrsnitt\\_av\\_en\\_trestamme.JPG](https://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Tverrsnitt_av_en_trestamme.JPG) (Hentet: 2. mai 2022)

## 9. Vedlegg

- Excel-ark med forsøksresultater
- Kontaktlogg
- Referat fra spørreundersøkelse