



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Bacheloroppgave 2023 15 stp**  
Fakultet for Landskap og Samfunn

## **Gjenbruk av trevirke utomhus**

Reuse of wood for outside environments

**Martine Nedler**  
Landskapsingeniør

**Bibliotekside**

Tittel: Gjenbruk av trevirke utomhus/Reuse of wood for outside environments

Forfatter: Martine Nedler, Bachelorstudent ved landskapsingeniør ved NMBU

Veileder: Kjersti Vallevik Håbjørg, førstelektor ved fakultetet for Landskap og Samfunn ved NMBU

Format/sidetall: A4 (210mmx297mm), 37 sider

Emneord: Gjenbruk, ombruk, trevirke, bærekraft og sirkulærøkonomi

Keywords: Reuse, wood, sustainability, circular economy

Kilder: Fullstendig kildeliste på s. 32-36.

Kilder for tabeller og figurer oppgis fortløpende og i figurliste.

Der annet ikke er oppgitt er tabeller og figurer forfatterens egne.

## Forord

Arbeidet har vært lærerikt. Omfanget av oppgaven har gitt meg innsyn og forståelse for sirkulærøkonomisk og bærekraftig bruk og gjenbruk av tre. Kartleggingen av problemstillingen har gitt meg innsyn i muligheter og utfordringer knyttet til gjenbruk av trevirke i dag, og for fremtiden.

Spesifikt jeg har fått større innsikt i ulike egenskaper hos ulike trearter i Norge og sammenlignet litt med importerte trearter. Jeg har også fått innsikt i impregneringer og overflatebehandlinger av ulike treslag og mulighetene som finnes rundt dette. Samt iboende levetid hos trevirke, og konstruksjonsteknikk for å oppnå lengst mulig levetid. I tillegg har jeg også fått ulike miljøaspekter ved bruk og gjenbruk av trevirke, og hvordan vær og klima kan påvirke trevirke.

Gjennom kontaktpersoner ved ulike institusjoner og bedrifter har jeg fått innblikk i en rekke forskningsprosjekter som kan legge premisene for fremtidens gjenbruk av trevirke.

Innhenting av informasjon fra ulike anonymiserte kontaktpersoner har gitt mulighet for bearbeiding og produksjon av innholdet i denne fordypningsoppgaven. Samt bearbeiding av fagtekst hentet fra ulike rapporter og kilder fra internett.

Jeg vil gjerne takke mine anonymiserte kontaktpersoner som gjennom e-post, telefonsamtaler og intervjuer har bidratt til kartleggingen i denne fordypningsoppgaven og gjort den mulig å gjennomføre.

Videre vil jeg også rette en takk til veileder Kjersti Vallevik Håbjørg; førstelektor ved fakultetet for Landskap og Samfunn ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet, for veiledning, konstruktive tilbakemeldinger og faglig input som har bidratt til oppgaven.

Martine Nedler  
Ås, 15. mai 2023

## Sammendrag

I dag er det ikke mye trevirke som gjenbrukes fra Norske anlegg, men dette må gjøres noe med. Det ligger et stort potensial for et gjenbruksmarked, også for bygg og anleggsbransjen. Norge har en sterk tradisjon knyttet til trevirke og har blitt brukt i tusenvis av år. Dette er på grunn av gode ressurser og dens allsidige bruksområder og estetikk. Trevirke er et mye anvendt byggemateriale. Om man skal leve opp til FNs bærekraftsmål om å senke karbonavtrykket vårt må alle ledd fornyes og legges om til en sirkulærøkonomisk modell. Det foregår nå også store endringer i bærekraft, teknologi og digitale løsninger innen anleggsbransjen.

Trevirke er det eneste materialet som regnes som karbonnegativt. Det vil si at det lagrer karbon i trevirket som slippes sakte ut i atmosfæren og lagrer karbonet over levetiden til trekonstruksjonen. Å bygge med tre er bærekraftig så sant det ikke hogges mer skog enn tilveksten av ny skog i samme periode. Om man skal følge livsløpet til trevirket, slik man må gjøre i et bærekraftig perspektiv, er opphavet og driften av skogen også viktig å ta hensyn til.

Norges avfallspolitikk fremmer reduksjon av avfall gjennom blant annet gjenbruk. Mye av denne klimapolitikken er basert på å etterstrebe FNs bærekraftsmål. Dårlig avfallspolitikk fra norske anleggsplasser gjør at store deler av trevirke fra prosjekter som rives, stort sett havner usortert hos avfallsstasjoner der det enten behandles som farlig avfall eller gjenvinnes (brennes) og gjøres om til energi. Her ligger det store muligheter for gjenbruk av trevirke.

Covid 19 har presset anleggsbransjen til å tenke på hvilke materialer som er tilgjengelig på lokalt og nasjonalt nivå, dette grunnet knapphet importerte materialer. Norsk kortreist trevirke er bærekraftig da det sparer CO2 utslipp ved transport og dermed skåner miljøet.

For mer gjenbruk må legges til grunn et ansvar hos byggherre. Konkurranses grunnlag og entrepriser må kreve en andel som skal gjenbrukes, spesifikt for trevirke. Det må også legges til grunn lovgivning og standarder som legger til rette for dette, samt en felles oversikt over hvilke overskuddsmaterialer nærliggende prosjekter har for å slippe mellomlagring på deponi eller ressursbanker. Hele deler fra eldre prosjekter eller trelast som ikke krever ny foredling vil være mest økonomisk gunstig å gjenbruke. Det er viktig at kvaliteten er like god og at dette kan bli en rimelig løsning for utbyggere for å gjøre gjenbruk attraktivt for involverte aktører.

Det må også legges vekt på konstruksjonsteknikker. Det må være effektivt og billig å plukke fra hverandre hele deler eller hele materialer av et prosjekt. Konstruksjonen er her viktig å planlegge for en maskinell løsning for demontering for å få ned kostnadene. Skruer og spikere kan være en utfordring. Det burde også finnes en digital løsning som forteller noe om hvilke materialer som er brukt til prosjektet slik at man har en oversikt over hva som kan gjenbrukes fra prosjektet. Trevirke må også være miljøvennlig behandlet, ha en lang holdbarhet og sterk bæreevne for at dette skal være hensiktsmessig. En rekke trykkimpregnert trevirke fases ut og er, eller blir ulovlig å produsere og omsette i Norge. Det må derfor nye volumprodukter som kan erstatte bruksområdene til disse produktene.

Det finnes i dag en rekke forskningsprosjekter for å kartlegge den sirkulærøkonomiske prosessen for trevirke, samt pilotprosjekter og nye produkter i utvikling. Mye kan allerede gjenbrukes og det må tilrettelegges for enda mer gjenbruk.

**Søkeord:** Gjenbruk, ombruk, gjenvinning, trevirke, overflatebehandling, byggemateriale, bærekraft, utomhus, tre avfall, impregnering, avfallshåndtering og sirkulærøkonomi

## Abstract

Today, not much wood is reused from Norwegian facilities, but something needs to be done about this. There is great potential for a reuse market, also for the building and construction industry. Norway has a strong tradition linked to wood and has been in use for thousands of years. This is due to good resources and its versatile uses and aesthetics. Wood is a widely used building material. If we are to live up to the UN's sustainability goals of lowering our carbon footprint, all aspects must be renewed and converted to a circular economic model. Major changes are now also taking place in sustainability, technology, and digital solutions within the construction industry.

Wood is the only material that is considered carbon negative. It stores carbon in the wood which is slowly released into the atmosphere and stores the carbon over the lifetime of the wooden structure. Building with wood is sustainable if no more forest is being cut down than the growth of new forest within the same period. If you are to follow the life cycle of the wood, as you do in a sustainable perspective, it is also important that the origin and management of the forest is being taken into account.

Norway's waste policy promotes the reduction of waste through, among other things, reuse. Much of this climate policy is based on striving for the UN's sustainability goals. Poor waste policy from Norwegian construction sites means that larger parts of wood from projects that are demolished, mostly end up unsorted at waste stations where they are either treated as hazardous waste or recycled (burned) and converted into energy. There are great opportunities for reusing wood here.

Covid 19 has pushed the construction industry to think about what materials are available at local and national level, due to the scarcity of imported materials. Norwegian locally produced timber is sustainable as it saves CO2 emissions during transport and thus protects the environment.

More reuse must be based on a responsibility on the part of the developer. The basis of the competition and the contract must require a proportion to be reused, specifically for wood. Legislation and standards that facilitate this must also be laid down as a basis, as well as a common overview of which surplus materials nearby projects must avoid intermediate storage in landfills or resource banks. Entire parts from older projects or lumber that does not require new processing will be most economically beneficial to reuse. It is important that the quality is equally good and that this can be a reasonable solution for builders to make reuse attractive for the players involved.

Emphasis must also be placed on construction techniques. It must be efficient and cheap to pick apart whole parts or whole materials of a project. The construction here is important to plan for a mechanical solution for dismantling to reduce costs. Screws and nails can be a challenge. There should also be a digital solution that tells something about which materials have been used for the project so that you have an overview of what can be reused from the project. Wood must also be environmentally friendly, have a long shelf life and strong load-bearing capacity for this to be appropriate. A range of pressure-treated wood is being phased

out and is, or will become, illegal to produce and sell in Norway. New volume products are therefore needed that can replace the areas of use of these products.

There are currently several research projects to map the circular economic process of wood, As well as pilot projects and new products in development. Much wood can already be reused, and more reuses must be facilitated for.

**Search words:** Reuse, recycling, wood, surface treatment, building material, sustainability, outdoors, residual wood waste, impregnation, waste management and circular economy

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>5</b>
<b>Innledning</b> .....	<b>6</b>
<i>Problemstilling</i> .....	6
<i>Bakgrunn</i> .....	7
<i>Lavutslipps-samfunnet bygges nå</i> .....	7
<i>Omfang og avgrensning</i> .....	7
<i>Litteraturgjennomgang</i> .....	7
<i>Metode</i> .....	7
<i>Målgruppe</i> .....	8
<i>Begrepsdefinisjoner</i> .....	8
<b>Trevirke utomhus</b> .....	<b>9</b>
Tilgjengelige skogressurser.....	9
Trevirke i Norsk kultur gjennom tidene.....	9
Påvirkning av sollys og fuktighet.....	10
Biologiske nedbrytningsmekanismer.....	10
Holdbarhets og bruksklasser .....	11
Trevirkets levetid .....	13
Hvor kommer trevirket fra .....	15
Miljøsertifisering for skogsdrift .....	16
<i>Behandlinger</i> .....	17
Impregnering .....	17
Modifisert trevirke .....	18
Andre former for impregnering.....	21
Overflatebehandling av trevirke.....	22
<b>Hva kan gjenbrukes?</b> .....	<b>23</b>

<i>Sertifiseringer</i> .....	24
<i>Estetikk</i> .....	25
<i>Kildesortering og avfallshåndtering</i> .....	26
<i>Konstruktiv trebeskyttelse</i> .....	26
<b>Veien videre</b> .....	<b>28</b>
<i>Prosjekter</i> .....	28
CIOL .....	28
ECO-refiber.....	28
Lignin2Wood .....	29
Biocrete .....	29
Jarrasviller.....	29
cirkWOOD.....	29
<b>Konklusjon</b> .....	<b>30</b>
<b>Kildeliste</b> .....	<b>32</b>
<b>Figurliste</b> .....	<b>35</b>
<b>Tabelliste</b> .....	<b>36</b>
<b>Vedlegg</b> .....	<b>36</b>
<i>Begrepsforklaring</i> .....	36

## Innledning

### Problemstilling

Utgangspunktet for denne bachelor oppgaven er et fokus på bærekraft og gjenbruk utomhus. Det settes søkelys på trevirke som overskuddsmateriale fra anlegg. Det gjøres en kartlegging av hvordan det kan brukes mer gjenbrukt trevirke i nye anlegg og om dette er hensiktsmessig.

### Hovedtema:

*Gjenbruk av trevirke utomhus*

### Del problemstillinger:

*Hvorfor ønsker vi å bruke tre?*

*Hvorfor ønsker vi å gjenbruke tre?*

*Hva kan gjenbrukes?*

*Hvordan gjenbruke?*

*Er dette hensiktsmessig?*

## Bakgrunn

### Lavutslipps-samfunnet bygges nå

Samfunnet etterspør flere bærekraftige løsninger for å nå FNs bærekrafts mål om å være klimanøytrale innen tidsrammen 2050 - 2100. Dette tilsier at vi må kutte klimagassutslipp med mellom 1,5 - 3,1 tonn per verdensborger, ifølge en rapport fra miljødirektoratet. Alle sektorer i det norske samfunnet må bidra med å kutte klimagassutslipp, derav bygg og anleggsbransjen som utgjør en betydelig del av utslippene i Norge.

Det kommer frem i rapporten at det skal være mulig for Norge å kutte utslipp ned mot 7-12 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2050, noe som tilsvarer et utslipp på om lag 1-2 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per innbygger. Dette skiftet krever endringer i samtlige samfunnslag. Politikk, næringsliv, kommunalt nivå og finanssektoren blir pekt ut som noen viktige sektorer innad i Norge for denne endringen. Omstillingen vil også gjøres lettere om andre land også fører en ambisiøs klimapolitikk som skaper et sterkere samarbeid for lettere å nå et felles mål. (SKOG22, Januar 2015)

Innovativ nytenkning innen lavutslippsteknologier er en viktig del av å etterstrebe disse målene innen bygg og anleggsbransjen. Vi vet at infrastruktur som bygges i dag vil stå i flere tiår. Det er derfor viktig at vi bygger dette miljøvennlig nå. Dagens investeringer vil reflekteres i fremtidens utslippskilder. (Granhus, et al., Mars, 2014)

### Omfang og avgrensning

Denne oppgaven tar for seg gjenbruk av trevirke. Det er rettet fokus på trevirke i bruk utomhus, altså ikke bygg. Bruksområdene som inngår under utomhus er heltre benyttet i jordkontakt, terrassedekker og kledning i den grad at det er påvirket av ytre påkjenninger som regn, sol og mekanisk forvitring. Opphav, vedlikehold, levetid, gjenbruk, ombruk, refunksjonering, gjenvinning, demontering og avfallshåndtering av trevirke blir tatt opp i denne fordypningen, med hovedvekt på gjenbruk. Samt drøfting om praktisk gjennomføring av dette.

Oppgaven er avgrenset til utomhus i Norge og Norden. Omhandler ikke innomhus eller gjenbruk til bruk innomhus. Tropiske treslag nevnes i forhold til norske treslag for en dypere forståelse for kortreiste produkter. Fordypningen omfatter heller ikke trevirke fra bygg, som for eksempel bærende konstruksjoner eller fasade til gjenbruk. Dette er for å få en fordypning i spesifikk bruk utomhus.

### Litteraturgjennomgang

For denne fordypningsoppgaven tas det i stor grad bruk av litterære kilder som tolkes og bearbeides. Informasjonsutveksling i form av e-post eller samtaler med aktuelle fagpersoner forekommer også. Alle kontaktpersoner anonymiseres.

### Metode

I denne delen vil det redegjøres for metodisk tilnærming tatt i bruk for oppgaven, samt bakgrunn for dette.



## Kvantitativ & Kvalitativ

Kvantitativ metode er tatt i bruk for å analysere data fra tidligere forskning for å få et overblikk og en bredere forståelse av problemstillingen. Denne metoden er tatt i bruk ved å analysere skriftlige kilder og statistikk.

Kvalitativ metode er også tatt i bruk for å få en dypere forståelse av en kompleks problemstilling med et sosialt aspekt som ikke kan måles i konkret statistikk. Disse metodene blir tatt i bruk sammen for en bredere forståelse av temaet, noe som er vanlig for samfunnsvitenskapelig forskning. (Momentum, u.d.)

## Målgruppe

Målgruppen for oppgaven er prosjektører: landskapsarkitekter, ingeniører og entreprenører eller studenter innen relevante fagfelt som kan dra nytte eller inspirasjon og/eller fordype seg videre i dette fagfeltet.

## Begrepsdefinisjoner

### Utomhus

Alle plasser som ikke er innomhus. I denne oppgaven definert som det som er utenfor og ikke innenfor et bygg. (NAOB, u.d.)

### Gjenbruk

Betyr ting som er overflødig, umoderne eller unødvendige brukes på nytt eller omformes i stedet for å kastes. (Rosvold, 2023) På engelsk brukes «reuse» som en samlebetegnelse for både gjenbruk og ombruk.

### Ombruk

Dette er den enkleste og minst inngripende formen for gjenbruk. Materialet tas og brukes om igjen i den samme formen og til det samme formålet det hadde før. Dette er den minst ressurskrevende formen for gjenbruk da det krever minst bearbeiding av materialet. (Miljødirektoratet, 2022)

### Gjenvinning

Betyr å ta stoffer fra avfall og restprodukter for å bruke på nytt. Begrepet brukes som fellesbetegnelse for forberedelse til gjenbruk, materialgjenvinning og energigjenvinning (forbrenning med energiutnyttelse). (Lystad & Nordal, 2023) For denne oppgaven er formen for gjenvinning som er mest relevant energigjenvinning. Dette betyr i forhold til denne oppgaven at trevirket brennes for å skape varmeenergi.

### Refunksjonering

Ny funksjon for en ting eller produkt som ikke er det samme som den opprinnelige bruken. Refunksjonering betyr at du har ny funksjon og ny bruk. Dette begrepet skiller seg fra ombruk der du har opprinnelig funksjon og ny bruk. (Krogh, 2014)

## Trevirke utomhus

### Tilgjengelige skogressurser

Norske skoger har store arealer med tilgjengelige skogressurser. Per i dag er det anslått å være rundt 250 millioner m<sup>3</sup> volum (uten bark) tilgjengelig hogstmoden skog. I de neste 30 årene er det anslåtte volumet ligge på ytterligere 310 millioner m<sup>3</sup>. I løpet av denne 30 års perioden er det anslått at det vil avvirknes mellom 15-18 millioner m<sup>3</sup> volum årlig. Anslaget er gjort med hensyn til miljømessige akseptable rammer og naturmangfold. Det er også vektlagt å sørge for at økosystemtjenester fra skogen blir ivaretatt. Dette er en enorm ressurs for fremtidige utomhusanlegg som vil havne i anleggsbransjens omsetning for bruk. Deler av dette vil i fremtiden blir ressurser for gjenbruk. (Granhus, et al., Mars, 2014)

### Trevirke i Norsk kultur gjennom tidene

Tradisjonelt er det brukt mye kjerneved av gran og furu. Dette er fordi man i Norge har hatt god tilgang på trær oppimot 400 år gamle. Man har nyttet seg av kjerneveden som inneholder biocider som gjør trevirket bestandig mot råte. I dag hogger vi skog mye hyppigere enn vi har gjort noen generasjoner tilbake. Dette fører til at vi bruker yngre trevirke med mindre konsentrasjoner av biocider i kjerneveden. Styrken til bartrær øker med alderen til de er om lag 80år gamle. Etter dette øker innhold av biocider, men styrke og holdbarhet forblir relativt stabilt. (Godal, 2023)

I dag inneholder Norsk skog om lag 7% skog som er eldre enn 200 år, noe som er svært lite. (Godal, 2023)

Hvordan trærne vokser opp har også noe å si for alderen og igjen holdbarheten til trevirke. Om trærne vokser i skygge vil det strekke seg etter sollyset og kaste fra seg kvister som vokser i skygge. Dette gir trevirke med lite kvist, rette stammer og lang levealder.

Norske stavkirker er et eksempel på tradisjonsrikt bruk av trevirke bygget av kjerneved fra gran og furu. Stavkirker er laget av gammelt trevirke av oppimot fire hundre år gamle trær. Dette i kombinasjon med konstruksjonshåndverk som beskytter endeveden mot eksponering fra ytre påkjenninger, og jevnlig vedlikehold med vannavstøtende tjære er noen av hovedårsakene til at disse unike trekonstruksjonene enda står den dag i dag. Norges eldste stavkirke er Urnes stavkirke på Vestlandet bygget rundt år 1130 og er i dag på UNESCOs verdensarvliste. (VisitNorway, u.d.) Dette er et eksempel på at trevirke kan være et nokså holdbart byggemateriale. Disse kulturelle skattene skal igjen vedlikeholdes om hundre eller to hundre år, og når den tid kommer må vi ha trevirke som stemmer overens med det det trevirke det ble bygget av.

Andre mindre trekonstruksjoner der selve konstruksjonen ikke kan skjermes mot klima, som for eksempel gjerder, har hyppig blitt skiftet ut etter råteangrep. Dette var frem til andre former for impregnering ble tatt i bruk for å øke levetiden på trevirket. I en podkast om tradisjonshåndverk fra NRK blir det tatt opp at vi i skogbruket burde opprette en såkalt «arveskog» for å bevare og skjøtte skog for dette formålet. Det blir også nevnt at når de gode egenskapene til dette trevirket blir lagt merke til i forhold til kvaliteter, men også for skogens rolle i klimasammenheng, at dette vil spre seg eller påvirke til en bedre måte å drive kommersielt skogbruk. (Godal, 2023)

Ungt trevirke har en lav egenvekt. I dag blir tømmer omsatt i volum og ikke i vekt. Hvis det skjedde en endring i hvordan man omsatte trevirke på ville vi latt trærne stå til de var mye eldre for å oppnå ønsket egenvekt, med tilsvarende styrkeegenskaper. Fra 50-150 år øker egenveksten med 50%. Vekt tilveksten er tilnærmet konstant over et lengere tidsrom enn volumtilveksten.

I vårt moderne skogbruk ville det allikevel ikke lønnet seg å bruke 400 år gammelt trevirke for alle konstruksjoner bygget i tre. Dette er fordi levetiden til et tre hogget etter 400 år vil stå lenger enn ett tre hogget etter 80 år, men levetiden etter at det er hogget er ikke så ulik at dette vil lønne seg. For eksempel å vente 400 år for å hugge et skogsareal som vil ha trevirke som varer i 100år, vil ikke overgå den økonomiske lønnsomheten ved å hugge fire ganger skogsareal med 80 års intervaller som vil kunne stå i 50 år etter hogst. Levetiden avhenger også i stor grad av konstruksjonen som bygges. (NIBIO, 2023)

### Påvirkning av sollys og fuktighet

Ubehandlet trevirke som eksponeres for fuktighet og sollys når det står utendørs brytes naturlig ned som en del av forråtnelsesprosessen. Sollyset setter i gang en fotokjemisk nedbrytning der ligninet som binder vedcellene i treet sammen brytes ned. Dette blir til løse cellulosefibre på overflatesjiktet som etter hvert vaskes bort av mekanisk påvirkning fra regnvær. Etter 2-4 uker vil dette føre til en mekanisk svekket overflate. 1-3 mm inn i veden vil veden bli porøs og lettere suge til deg fukt.

Lysnedbrutt tre vil først se gult til gulbrunt ut før det til slutt får en grålig farge. Dette gjelder alle treslag. Dette ytre sjiktet beskytter treet innenfor mot videre nedbrytning mot sollys, men ikke mot vanninntrenging. For å sjekke om en treoverflate eller flisstikkende som det også kalles er nedbrutt kan man bruke tape eller skrape på overflaten for å se hvor lett tre fibre løsner.

Fuktighet i form av regn, slagregn og kondens blir sugd opp i det ubehandlede trevirket og fører til svelling. Når dette tørker vil det krympe igjen. Gjentakende svelling og krymping vil føre til deformering og sprekkdannelser av trevirket. For minimal risiko for råte burde trefuktigheten ligge på under 25% av trevirkets egenvekt. (Plessner, et al., 2013, s. 13)

Derfor vil ubehandlet tre eroderes bort over tid. I normalt sørnorsk klima vil treoverflaten tæres bort 5-6 mm over en periode på hundre år. I ekstra værharde strøk går erosjonen raskere. (Plessner, et al., 2013, s. 15)

### Biologiske nedbrytningsmekanismer

- Sopp
- Insekt
- Bakterier
- Pælelus
- Pælemark

Trevirke har en rekke biologiske nedbrytere når det står ute. Sopper, insekter, bakterier og marine nedbrytere vil forkorte levetiden til trevirket om det blir angrepet.

Det skilles mellom overflatesopp og råtesopp. Svortesopp er et eksempel på overflatesopp. Denne forårsaker ikke råte, men misfarger overflaten. På lyst trevirke kan dette virke estetisk

sjenerende. Råtesopp derimot vil svekke både trevirkets vekt og styrke. (Plesser, et al., 2013, ss. 14,15)

Insekter som bryter ned trevirke i Norge er borebiller, blåbukk, husbukk, treveps og stokkmaur som også trives best i fuktig trevirke, selv om de ikke behøver like høyt fuktinnhold som sopp. Insektene spiser og gnager på trevirket, noe som gjør det mer porøst slik at vann lettere trenger inn, og dermed øker risikoen for soppeskader. (SINTEF Byggforsk, 2015)

Norske trearter som ikke er behandlet er ikke svært holdbare, og vil ikke holde særlig lenge for utomhus bruk. Tropiske trearter kan ha mye bedre holdbarhet uten behandling, men her står frakt som et moment i regnestykket. Det er vanlig å behandle trevirke fra Norske treslag for å forlenge holdbarheten. Det finnes en rekke ulike behandlingsmetoder, og kombinasjoner av disse.

### Holdbarhets og bruksklasser

Holdbarhets og bruksklasser gir viktige retningslinjer for hvilke trematerialer som burde velges for å oppfylle den tekniske levetiden til trevirket. Treslag, klima og konstruksjonsutforming vil påvirke holdbarhet. Også reaksjoner mellom festemetoder som skruer og spikere vil spille inn.

Når det bestemmes hvilket treslag man ønsker legges det vekt på estetikk, men mest av alt egenskapene til arten. Noe trevirke kan ha iboende egenskaper som vil kunne være gunstige for å forhindre råteangrep. (TreFokus, u.d.)

Tre er et levende materiale. Mekaniske og kjemiske påvirkninger fra miljøet som sol, vind, vann og temperaturendringer vil påvirke trevirkets levetid. (TreFokus, u.d.) Hvor trevirket skal brukes har mye å si for hvor lenge det vil leve. Jo mer krevende miljø, jo høyere krav til holdbar som behøves. TreFokus deler de ulike bruksklassene i Europa i fem, der nr. 3, 4 og 5 (fremhevet i blått) er bruksklasser for utomhus (Evans & Flæte, 2009)

1. Innendørs tørt
2. Tildekket for direkte nedbør, men noe risiko for fukt
3. Utendørs over mark
4. I jordkontakt
5. I sjøvann

### Ubehandlet tre

De mest holdbare av Norske treslag er Eik. NIBIO har utført tester for ulike norske trearter der de kom frem til at holdbarheten til treslag som bjørk, or, osp, rogn, lind, lønn, og selje ikke er særlig god. (Treu, Dalen, Gobakken, Larnøy, & Alferdsen, 2018) Men enkelte treslag som kjerneved av furu, lerk, eik og Western Red Cedar finnes det kjemiske stoffer (ekstraktivstoffer) som bidrar til en beskyttelse mot råte og soppangrep.

Om man da skal bruke ubehandlet tre med god holdbarhet kan det være aktuelt å benytte seg av tropiske arter. Om man velger et treslag som må byttes etter 20 år eller om man velger et treslag som kan stå i 80 år vil det jo ha fire ganger så lang levetid. Det er dette regnestykket man må måle oppimot CO2 utslipp ved å importere tropiske treslag. Hvis dette kommer fra et bærekraftig skogbruk og levetiden utkonkurrerer norsk ubehandlet tre og CO2 avtrykket vil

være mindre av det importerte trevirket kan dette være aktuelt. Som regel burde man forsøke å unngå import på grunn av påvirkning på klima og miljø fra transport.

Blant Norske treslag har Eik best holdbarhet.  
(Treu, Dalen, Gobakken, Larnøy, & Alferdsen, 2018)

Ubehandlet tre har standarder for treets naturlige holdbarhet utarbeidet i «Tre og tre baserte produkters holdbarhet. Holdbarhet av heltre» NS-EN 350-1. Her er holdbarhetsklasse 1 og 2, (fremhevet i blått) relevant for bruk utomhus.

- 1 Meget holdbar
- 2 Holdbar
- 3 Middels holdbar
- 4 Lite holdbar
- 5 Ikke holdbar

Holdbarhetsklasser mot tre ødeleggende sopper for noen aktuelle treslag (NS-EN 350-2):

Treslag	Latinsk navn	Holdbarhet mot tre ødeleggende sopper
Eik	<i>Quercus robur</i> L., <i>Q. petraea</i> (Matt.) Liebl.	2
Barlind	<i>Taxus baccata</i> L.	2
Einer*	<i>Juniperus communis</i>	2
Lerk	<i>Larix decidua</i> Mill. <i>L. leptolepis</i> (Sieb & Zucc.) Gord. <i>L. x eurolepis</i> A. Henr. <i>L. occidentalis</i> Nutt.	3-4
Furu	<i>Pinus sylvestris</i> L.	3-4
Gran	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	4
Alm	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	4
Lønn	<i>Acer platanoides</i> L.	5
Or	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn., <i>A. incana</i> (L.) Moench	5
Bjørk	<i>Betula pubescens</i> Ehrh., <i>B. pendula</i> Roth	5
Bøk	<i>Fagus sylvatica</i> L.	5
Ask	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	5
Lind	<i>Tilia cordata</i> Mill.	5

Tabell 1 Trevirkets holdbarhet. Hentet fra TreFokus \*Hentet fra Fokus nr.25

Det vi ser når vi velger ubehandlet treslag til utomhus er at vi må enten:

1. Benytte oss av Barlind, Einer, eller Eik om vi vil ha Norsk trevirke som er ubehandlet
2. Behandle trevirket
3. Plante fremmede arter i Norge
4. Importere tropiske trearter

### Trevirkets levetid

I en rapport fra Norsk Institutt for Skog og Landskap er det forsket på levetid for ulike tresorter i Norge. For oppgaven er det hentet ut relevante deler for Norske arter og bruksklasser. Oversiktene er delt inn for bartre-arter, løvtre-arter og furu med ulike tre beskyttelsesmidler.

### Bartrematerialer i Norge

Bartrevirke	Bruk	Worst case (år)	Forventet (år)
Furu kjerneved Pinus sylvestris	Kledning Terrasse Jordkontakt	<15 <15 <5	60 >15 <5
Furu ytterved Pinus sylvestris	Kledning Terrasse Jordkontakt	<10 <5 <5	>15 >5 <5
Gran Picea aibes Smale årringer (1mm)	Kledning Terrasse Jordkontakt	<10 <10 <5	60 >5 <5
Gran Picea aibes Medium årringer (3mm)	Kledning Terrasse Jordkontakt	<10 <10 <5	60 >5 <5
Gran Picea aibes Brede årringer (6mm)	Kledning Terrasse Jordkontakt	<10 <10 <5	60 >5 <5
Sitka gran Picea sitchensis	Kledning Terrasse Jordkontakt	<10 <10 <5	60 >5 <5
Edelgran Abies alba	Kledning Terrasse Jordkontakt	<5 <5 <5	>15 <10 <5
Einer Juniperus communis	Kledning Terrasse Jordkontakt	- - <10	- - >10

Tabell 2 Bartrematerialer Hentet fra: (Gobakken, Fløte, Alfredsen, & Brishke, 2014)

**Løvtrematerialer**

Løvtrevirke	Bruk	Worst case (år)	Forventet (år)
Lønn Acer platanoides	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Lind Tilia cordata	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Osp Populus tremula	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Bjørk Betula pendula/pubescens	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Or Alnus glutinosa/incana	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Rogn Sorbus aucuparia	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Selje Salix caprea	Kledning	<5	>15
	Terrasse	<5	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Eik Quercus robur/petraea	Kledning	<10	60
	Terrasse	<10	>15
	Jordkontakt	<5	<10
Ask Fraxinus excelsior	Kledning	<10	>20
	Terrasse	<10	>5
	Jordkontakt	<5	<5
Bøk Fagus sylvatica	Kledning	<10	>20
	Terrasse	<10	>5
	Jordkontakt	<5	<5

Tabell 3 Løvtrematerialer Hentet fra: (Gobakken, Flæte, Alfredsen, & Brishke, 2014)

### Furu yteved impregnert med ulike tre beskyttelsesmidler

Tre beskyttelsessystemer	Bruk	Worst case (år)	Forventet (år)
Varmebehandlet 212 grader celsius	Kledning	<10	60
	Terrasse	<10	>15
	Jordkontakt	<10	<10
Furulysert	Kledning	<30	60
	Terrasse	<30	30
	Jordkontakt	<15	>20
Acylert	Kledning	<30	60
	Terrasse	<30	30
	Jordkontakt	<15	>20
Kopperbasert (NTR A)	Jordkontakt	<15	>20
Kopperbasert (NTR AB)	Kledning	<30	60
	Terrasse	<30	30
CCA (NTR A)	Jordkontakt	<20	<30
CCA (NTR AB)	Kledning	<30	60
	Terrasse	<30	30
Råolje	Jordkontakt	<15	>15

Tabell 4 Furu yteved impregnert med ulike tre beskyttelsesmidler Hentet fra: (Gobakken, Flæte, Alfredsen, & Brishke, 2014)

#### Hvor kommer trevirket fra

En plantasje skog er en intensiv driftet skog som oppfyller tre kriterier (FAO Forestry Department, 2018, s. 5):

1. Skogen består av kun *en* eller *to* arter
2. Trærne er jevnaldrende
3. Trærne har jevn planteavstand

Plantasjer i Norge vil ha den samme problematikken som plantasjer utenfor Norges grenser. Nemlig at arter kan være intrusive og fortrenge annet biologisk mangfold. Stort sett drives skogbruk i Norge ikke så ekstensivt at det klassifiseres som plantasjer, men plantet eller semi-naturlig skog. Plantet skog defineres som skog bestående av plantede eller sådde trær. (FAO Forestry Department, 2018, s. 5)

Det største problemet med tropiske trearter som importeres er at regnskogen er sterkt truet. Tropiske trearter kommer som oftest fra Amazonas, Sentral-afrika og Sørøst-Asia. (Regnskogfondet, u.d.) Som forbruker burde man ha et bevisst forhold til opphavet til trevirket. Tropisk tømmer blir ofte brukt på grunn av treets egenskaper, eller estetiske årsaker da tropiske trearter kan ha et fargespenn fra mørkebrunt til nesten svart trevirke.

Plantasjer er også et stort problem når det kommer til skogbruk, dette er fordi der det er plantasjer her det ofte vært regnskog tidligere. Det finnes i dag en rekke gode alternativer som er basert på Nordiske trearter med ulike behandlingsmetoder for å etterligne det samme estetiske uttrykket til tropiske trearter. (Regnskogfondet, u.d.)

Når det kommer til fremmede arter som plantes i Norge er det ifølge Skogfrøverket skjer dette i svært liten grad ifølge Skogfrøverket. (Stiftelsen det Norske Skogfrøverket, u.d.) Men det forekommer. Et eksempel på dette er Lerk (*Salix ssp.*) som har et naturlig opphav



hovedsakelig i Russland, men er også et treslag som importeres og vokser i Norge. Lerk er et populært trevirke spesielt for kledninger fordi det er et treslag som ligner den Norske Furuen, men med en bedre holdbarhet.

Tresorter til konstruksjoner for utomhus er ofte Teak, Akasie, Merbau eller Eucalyptus. I bygge materiell er det ofte arter som Teak, Akasie, Merabu, Eucalyptus, Meranti, Mahogni, Wengé, Dousse, Jatoba og Palisander/Rosewood som er tilgjengelige på markedet. Det er viktig å være obs på hva man bruker, og om det kommer fra regnskog eller plantasje. I skogdrift bruker man i hovedsak to sertifiseringer som forteller noe om hvor trevirket kommer fra og om hvorvidt driften er bærekraftig.

#### Miljøsertifisering for skogsdrift

Det er opprettet flere internasjonale sertifiseringsordninger for skogbruk. Dette er for å lettere kunne unngå å velge trevirke som kommer fra skogsområder som ikke drives på en bærekraftig måte. De mest kjente ordningene er FSC (Forest Stewardship Council) og PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification).

FSC er en internasjonal medlemsorganisasjon der blant annet WWF, Greenpeace og Verdens naturfond er blant noen av medlemmene. Målet med FSC er å tilse miljøsyn, sosial rettferdighet og økonomisk bærekraft for skogdrift. FSC-sertifiserte produkter kan spores tilbake til skogen de kommer fra. (FSC, u.d.)

PEFC er en internasjonal ideell organisasjon med en egen norsk standard med retningslinjer for forvaltning og drift av skogbruk. Det er ulike krav som støtter opp under biologisk mangfold, sunn og livskraftig skog, og sikre at etiske og sosiale verdier ivaretas. Det er enda ikke etablert en felles standard for slike sertifiseringer, men formålet er å kunne spore hvor ulike treprodukter kommer fra og at trevirket kommer fra miljøvennlig skogsdrift. (SINTEF Byggforsk, 2015)

Det finnes ulike merker for tømmer og trelast, men det er ikke alltid man kan stole helt på at skogdriften er bærekraftig selv med sertifiseringer. Regnskogfondet anbefaler å være spesielt obs på disse tropiske treartene:  
Med Norsk og latinsk navn.

- Teak, *Tectona grandis*
- Mahogni, *Swietenia macrophylla*
- Merbau, *Intsia*
- Meranti, *Shorea*
- Doussie, *Azelia africana*
- Eucalyptus, *Eucalyptus*
- Rosewood/Palisander, *Aniba rosaeodora*
- Wenge, *Millettia laurentii*
- Jatoba, *Hymenaea courbaril*
- Akasie, *Acacia*

Merk at alle står nevnt over som vanlige arter i utomhus og anleggsindustrien.

## Behandlinger

- Trykkimpregnering: ulike former, noen giftige noen ikke rangering
- Modifisert trevirke: kjemisk og varme
- Overflatebehandlet

### Impregnering

Impregneringsmidler beskytter trevirket mot sopp- og insektangrep som øker levetiden. Bruksområdet og arten trevirket kommer fra vil påvirke hvilken behandling som er hensiktsmessig for bruken. Økende etterspørsel og større fokus på miljø og bærekraft fører til nye og mer miljøvennlige metoder for tre behandlingsmetoder. Forventet levetid for terrasse er 5-30 år. (Gobakken, Flæte, Alfredsen, & Brishke, 2014) Dette avhenger av klima, konstruksjonshåndverk, vedlikehold, type impregnering, og type tre, noe som blir tatt opp i andre kapitler i denne oppgaven.

### Trykkimpregnering

Trykkimpregnering er en prosess der impregneringsmidlene presses inn i trevirket. Det varierer fra artene trevirket produseres av hvor dypt impregneringen kan presses. Kjerneved kan ikke impregneres. I Norge er det primært furu som impregneres på denne måten, og hele ytterveden blir da impregnert. Dette er fordi furu har fibere i både vokse og bredderetning, noe som gjør at cellene lettere kan ta til seg væske. Hos gran blir et sjikt i ytterveden impregnert 1-2 mm inn i trevirket. Dette er fordi gran har fibere kun i vokseretningen som gjør det vanskelig å impregnere. Lauvtrsorter kan også impregneres, men får ingen vesentlig lenger levetid av denne behandlingen.

Bruksområdet til trevirket bestemmer hvilket impregneringsmiddel som behøves, som igjen bestemmer impregneringsprosessen for å oppnå riktig inntrenging og opptak. Godkjente impregneringsmidler utgis av Nordisk Tre beskyttelses råd (NTR). Tradisjonelt er det brukt tre hovedtyper impregneringsmidler: 1) Kreosot, 2) Vannløst midler, salter og 3) Oljeløste midler.

### Kreosot

Kreosot er tjære destillert av steinkull og er Norges eldste industrielle impregneringsmiddel. Kreosot var dominerende frem til 1940-tallet. (Larnøy, Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler, 2017) Bruken av kreosot har siden 2003 avtatt grunnet forbud mot bruk av kreosot til privat bruk. I 2022 ble det vedtatt ytterligere innstramminger i biocidregelverket for materialer behandlet med kreosot.

Fra og med 1. mai 2023 vil det være forbudt å sette nye kreosotbehandlede materialer på det norske markedet.

Forbudet omfatter både produksjon i Norge, og import av nytt kreosotbehandlet materiale til Norge. Eneste unntak for forbudet er stolper til strøm- og telenett, som er tillatt frem til 27. oktober 2023. Bakgrunnen for dette er fordi kreosot er helse- og miljøskadelig. Kreosotimpregnert materiale kan ikke gjenbrukes, men leveres hos godkjent avfallsmottak som farlig avfall. (Miljødirektoratet, 2023) Hvilket materiale som skal erstatte stolper og bryggestolper er ikke klart.

### Vannløselige midler, Saltimpregnering

Trykkimpregnert trevirke med salter av kobber (Cu), krom (Cr) og arsen (As) forkortet CCA, som har vært dominerende i Norge siden 1950-tallet. Dette har vært en effektiv og rimelig beskyttelse mot råteangrep for alle typer utendørs konstruksjoner.

I 2022 ble det innført forbud mot salg, bruk og omsetning av CCA-impregnert trevirke i Norge. (Bhattacharya, Mukherjee, Jacks, & Nordqvist, 2001)

Dette er fordi impregneringen gir lokale forurensinger i jordsmonnet og produserer farlige gasser når det forbrennes. (Bhattacharya, Mukherjee, Jacks, & Nordqvist, 2001)

Nå brukes normalt kobbersalter sammen med organiske fungicider (soppgifter) som et alternativ til CCA. For å opprettholde motstandsdyktigheten mot råtesopp uten metallene Krom og Arsen kan det benyttes en eller flere organiske fungicider. Kobberbaserte midler benyttes i nesten 90 prosent av alt impregnert trevirke i Norge i dag.

Kobber skal opp til vurdering i 2025 (NIBIO, 2023)

Det finnes også metallfrie alternativer, men disse kan kun benyttes over bakken. Metallfrie "salter", er organiske fungicider emulgert i vann.

### Oljeløste midler

De oljeløste midlene, det vil si løst i white-spirit, inneholder en eller flere metallfrie fungicider og benyttes først og fremst til ferdig bearbejdede konstruksjonselementer til bruk over mark, uten jordkontakt. Dette kan være konstruksjoner som vinduer og utvendige dører, altså ikke veldig relevant for utomhus.

### Modifisert trevirke

Ved kjemisk modifisering impregneres trevirket med modifiseringskjemikalier som reagerer kjemisk inne i trevirket. Bare den impregnerbare delen av trevirket blir impregnert det vil si trearter der kjerneveden ikke er impregnerbare får bare ytterveden impregnert mens kjerneveden forblir lite påvirket. Modifisering av trevirke kan gjøres kjemisk (Acetylering og Furulysering) eller ved bruk av varme.

Kjemisk modifisert trevirke vil si at trevirket er trykkimpregnert, ikke med de tradisjonelle impregneringsmidlene, men med nye miljøvennlige alternativer.

Når trevirket modifiseres endres trevirkets egenskaper som fuktighetsinnhold, dimensjonsstabilitet, råte motstanden, styrke og farge. Manglende tilgang på tropiske treslag og den dyre prisklassen til disse treslagene er grunnen til at modifisert trevirke øker i popularitet. (Larnøy, Alfredsen, Ross, & Treu, 2017)

### Acetylering *Accoya*

Acetylering er også trykkimpregnert trevirke, men basert på bruk av eddiksyre-anhydrid. Denne behandlingen gjør at celleveggene sveller permanent, noe som gjør at det er svært vanskelig for vann å binde seg til celleveggene i trevirket. (Larnøy, Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler, 2017)

Denne behandlingen er svært miljøvennlig og inneholder ikke giftstoffer. Produktet har en 50 års råtegaranti for bruk over vann og 25 års garanti til bruk i ferskvann. Trevirket blir hardt og dimensjonsstabilt. (Larnøy, Alfredsen, Ross, & Treu, 2017) Accoya til et godt alternativ som

er svært holdbart til bruk utomhus og i fuktige miljøer. Dette gjør Accoya spesielt godt egnet for Norsk klima. (Larnøy, Ross, Alfredsen, & Treu, 2018) Acetylert trevirke produseres kommersielt i Nederland og må importeres for bruk i norske anlegg. Produktet går under handelsnavnet Accoya og er produsert av Radiata furu. (TreFokus, u.d.) En ulempe er at Radiata furu vokser naturlig på vestkysten av Nord Amerika og må enten importeres eller produseres i plantasje. Hvis Norsk Furu kan benyttes til denne impregneringsmetoden hadde dette vært svært interessant.

### **Fururylert Kebony**

Furulysering er en prosess der trevirket først trykkimpregneres med furfurylalkohol, et biprodukt fra sukkerproduksjon. Deretter skal trevirket herdes og tørkes med varmebehandling til over 100 grader. Denne behandlingen fører til at kjeder med furfurylalkohol kryss bindes til treets cellevegg. (Larnøy, Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler, 2017)

Kebony er miljøvennlig og krever nesten ikke vedlikehold, noe som er praktisk og ressursbesparende for utendørsbruk. Resultatet blir et holdbart trevirke med lang levetid med 30 års garanti. Fururylert trevirket går under handelsnavnet Kebony og er fremstilt av furutrær. Behandlingen gir en karakteristisk mørkebrun farge som også falmes over tid. En fordel med Kebony er at det produseres i Norge og dermed slipper import. (Kebony, 2023) Ulempen med både Kebony og Accoya er at de satser på være et eksklusivt varemerke og derfor ligge høyt i prisklasse.

### *Varmebehandlet*

Alle former for varmebehandlet trevirke må varmes opp til minimum 215 grader celsius for å kunne benyttes utomhus. (Thermory, 2023)

Varmebehandling eller «termisk modifisering» brukes for å endre treets egenskaper. Trevirket blir varmet opp til 160 til 250 grader celsius med redusert tilgang på oksygen. I denne prosessen blir hele tverrsnittet modifisert i trevirket. (TreFokus, u.d.) Varmebehandlings prosessen er helt kjemikaliefri og svært motstandsdyktig mot råte. Varmebehandlet trevirke er et godt alternativ til tropiske trearter med sin gode holdbarhet og fargingen av hele tverrsnittet som kan justeres etter ønske og bruk.

Denne behandlingen gjør at cellene i trevirket «karamelliseres» slik at vannet ikke binder seg like lett til celleveggene. Ved høyere temperaturer blir trevirket mer holdbart mot biologisk nedbrytning og dimensjonsstabiliteten øker. Samtidig reduseres bæreevnen ved økende temperatur, dette fordi trevirket blir sprøere og dermed svakere. (NIBIO, 2023)

Varmebehandling gjør treet godt egnet til utendørs bruk, men da skal det benyttes temperaturer på minimum 215 grader celsius. (Moelven, 2023) Til forskjell fra mange impregneringsformer som vanligvis bruker furu kan det brukes mange ulike treslag når man varmebehandler trevirket. Arter som gran, furu, ask, eik, bøk og poppel kan varmebehandles, men dette avhenger av produsenten. Det finnes mange ulike produsenter i Europa. (TreFokus, u.d.) I Norge blir det produsert blant annet Tremofuru, Termoask og Kebony som alle kan benyttes utomhus.

I varmeprosessen fjernes hemicellulosen fra trevirket noe som gjør trevirket svært motstandsdyktig mot råtesopp da dette er næringsstoffene soppen lever av. (Sæteråsen trelastprodukter, u.d.)

Etter behandling får trevirke en gjennomgående brunfarge, lys brun fra 160 grader til mørk brun ved temperaturer oppimot 250 grader. Dette vil etter hvert gråne. Dette er et miljøvennlig produkt som kun er behandlet med varme. Man slipper også å forholde seg til treets evne til å ta opp væske. (Treu, Dalen, Gobakken, Larnøy, & Alferdsen, 2018) I tillegg er varmebehandlet trevirket tilnærmet vedlikeholdsfritt og egner seg godt til gjenbruk. Det er også billigere å deponere etter bruk da det ikke må behandles som spesialavfall. (Sæteråsen trelastprodukter, u.d.)

Her er nevnt noen produsenter av varmebehandlet tre fra Norge og Norden. Men alle typer varmebehandlet, enten alene eller i kombinasjon med trykkimpregnering uten giftstoffer egner seg godt til gjenbruk.

### Superwood

Superwood produserer trevirke av gran fra Norge, Sverige og Finland og hugges når de er rundt 80 år gamle. (Superwood, 2021)

Superwood trykkimpregneres gran som i utgangspunktet er vanskelig å impregnere, helt inn til kjernen. Det impregneres med resirkulert CO<sub>2</sub> og fungicid under høyt trykk på 70bar og høy temperatur. (Superwood, 2021)

Denne patenterte impregneringsmetoden bruker mindre enn hundre ganger mindre tre beskyttelsesmidler enn tradisjonell impregnering. Trebeskyttelsen oppløses i mikroskopiske partikler som når helt inn i de innerste tre cellene der de fikseres. (Superwood, 2021) Dette kalles superkritisk tilstand, noe som

gir optimal mengde impregneringsmiddel fordelt i trevirket.

Denne impregneringsmetoden er svært miljøvennlig og bruker ingen former for miljøgifter eller tungmetaller. Superwood selv skriver på sine nettsider at de bruker «den mest miljøriktige og effektive impregneringen i verden». Granen får mangedoblet levetid og kan brukes på svært fuktige og værutsatte steder. Trevirket produseres på et anlegg i Norge, og er per i dag den eneste produsenten av denne typen trevirke. Etter behandling beholder trevirket dens naturlige lyse farge. (Superwood, 2021) Kapp fra produksjonen blir også resirkulert og brukes i eget biobrenselanlegg.

Ulempen er at dette er dyrt og energikrevende om man sammenligner med konvensjonell impregnering av gran på rundt 12bar. (Larnøy, Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler, 2017) Fordelen er et miljøvennlig og vedlikeholdsfritt produkt om kan gjenbrukes og behøver ikke kildesorteres som spesialavfall.

### Thermory

Thermory er verdens største fabrikant av termoved. Det brukes også her varme og damp i den mekaniske impregneringsmetoden.

Thermory impregnerer en rekke ulike trearter og med et stort utvalg av trearter der Rød eik, Ask, Furu, Radiata furu og Gran benyttes for utomhus. (Thermory, 2023)

Prinsippet er å redusere treets fuktighet til 0% over 35-46 timer, for så å heve temperaturen etter ønskede egenskaper og bruksområde, og deretter avkjøling og damping av trevirket. (Thermory, 2023)

## Lunawood

Lunawood er handelsmerket på furu som er kjemisk modifisert. Produktet har Finsk opprinnelse, og lover en levetid på 30år. (Lunawood, 2023) Trevirket modifiseres ved hjelp av varme og damp.

Trevirket varmes opp til 212 grader celsius, i en prosess som kan ta opp til 110 timer. Etter denne prosessen sitter man igjen med et trevirke som har en fuktighet på rundt 4-7%. (Lunawood, 2023)

Det brukes også damp i denne prosessen slik at trevirket ikke skal ta fyr. På slutten av prosessen brukes det

også behandlet med fuktighet slik at trevirket ikke sprekker. Produktet blir et veldig hardt og formstabilt produkt helt uten kjemikalier og giftstoffer. En ulempe er at prosessen krever mye energi. (Lunawood, 2023)

## Karava

Karava er kjemisk modifisert Furu, Gran og Ask fra Finland. (Karava, u.d.) Også dette modifiseres ved varme og damp. Karava tar også å suger opp sagflis fra produksjonen og komprimerer dette til tennbriketter i fabrikken for å unngå avfall. (Karava, u.d.)

## Andre former for impregnering

### Royalimpregnering

Royalimpregnert trevirke er en kombinasjon av saltimpregnert trevirke etterfulgt av en supplerende oljebehandling der trevirket «kokes» i olje under vakuum i 6-8 timer. (Talgø MøreTre AS, 2020)

Impregneringen med kobbersalter gjør at dette ikke egner seg til gjenbruk grunnet utlekking av salter til jordsmonnet og omgivelsene.

Oljen gir trevirket en vannavstøtende effekt og kommer i flere farger som kan gi et ønsket estetisk uttrykk og bedre holdbarhet når utsatt for UV-stråling. Over tid vil oljen brytes ned og den vannavstøtende effekten vil derfor også avta. Som med annen overflatebehandling vil fargen fra oljen falme over tid. (Evans F. , 2008)

Furu er tresorten som vanligvis brukes for denne to-trinns prosessen. Det er derfor ytterveden som blir impregnert med kobberholdig saltimpregnering, og yttersjiktet (de ytterste mm av planken) blir i tillegg impregnert med olje. Oljesjiktet reduserer fuktopptak og gir et formstabilt trevirke dvs. at det sveller og krymper minimalt. Dette fører til mindre sprekker og utlekking av salter til jordsmonnet og omgivelsene. (Larnøy, Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler, 2017) Dette er miljøvennlig for omgivelsene og gir et produkt med god motstand mot råte.

### Overflatebehandling av trevirke

- Oljemaling/Beis/Dekkbeis/Oljebeis/Oljedekkbeis
- Linoljemaling
- Tre kjære
- Akryl dekkbeis/Maling
- Hybridmaling
- Slammaling
- Lakk
- Brenning/karbonisering

### Tradisjonell overflatebehandling

Trevirke som har vært overflatebehandlet kan godt gjenbrukes. Dette innebærer at man demonterer trevirke og transporterer til bearbeiding. Overflatebehandlingen kan hølles vekk og deretter foredles på nytt. Man kan så transportere det til nytt prosjekt. Dette er derimot en svært ressurskrevende prosess som krever mye arbeid og transport. Om dette er hensiktsmessig vil være avhengig av transportavstand, pris for bearbeiding og ny overflatebehandling og kvantum av trevirke som skal behandles og kan selges videre. Satt i miljøperspektiv kan dette skape større utslipp enn det sparer ved gjenbruk av trevirke.

Et problem med overflatebehandling er at det har blitt strengere regulering for bruk av svertesopp midler de siste tiårene. Dette gjør at det lettere utvikler seg svertesopp som kan forkorte trevirkets levetid grunnet estetiske årsaker og vil kreve mer vedlikehold for å holdes pent. (Treu, Dalen, Gobakken, Larnøy, & Alferdsen, 2018)

### *Karbonisering*

Karbonisering vil si brenning av overflate av trevirke slik at det forkulles. Dette er en svært gammel teknikk for å beskytte mot sopp og insektangrep. Dette er opprinnelig en tradisjonell japansk teknikk som kalles Shou Sugi Ban. Tradisjonelt er det brukt Sypress, men kan benyttes på alle typer trær. I Norge har metoden vært brukt for gjerdestolper, pæler og til kaianlegg. (Degema, 2023) Karbonisert eller brent trevirke tåler lite mekanisk påvirkning og er vanligvis benyttet som fasader. Behandlinger er av estetiske årsaker enn holdbarhet sa yttersiden av trevirke som blir brent blir grått til svart avhenger av hvor mye overflaten brennes. Dette kan gi et pent og unikt estetisk uttrykk om dette kan passe bruken. Ved mekanisk påkjenning farger overflaten av og kan skalle av ved klimatiske påkjenninger fordi det trekker til seg fukt og sprekker opp. For å hindre avfarging er det gjort ulike forsøk med å overflatebehandle med linolje før eller etter brenning. (Seehusen, 2014) Men dette vil da også medføre mer vedlikehold.

## Hva kan gjenbrukes?

Treart(er)	Behandling	Produsent	G*	IG**	GB*** ikke egnet	GB lite egnet	GB egnet
Gran	Trykkimpregnert og varmebehandling	Superwood		X			X
Radiata- furu	Trykkimpregnert og Varmebehandlet	Accoya		X			X
Furu	Trykkimpregnert og varmebehandlet	Kebony		X			X
Gran, Furuarter, Ask, Eik, Bøk og poppel	Varmebehandlet	Termofuru, Termoask		X			X
Rød eik, Ask, Furu, Radiata furu og Gran	Varmebehandlet og Dampet	Thermory		X			X
Furu	Varmebehandlet og Dampet	Lunawood		X			X
Furu, Gran og Ask	Varmebehandlet og Dampet	Karava		X			X
Furu tradisjonelt	Brenning av overflate og eventuelt linolje	Karbonisering		X		X	
Sypress tradisjonelt	Trykkimpregnert og oljebehandling	Royalimpregneri ng	X		X		
Furu	Trykkimpregnert	Kobber	X		X		
Furu	Trykkimpregnert	CCA	X		X		
Furu	Trykkimpregnert	Kreosot	X		X		

Tabell 5 Hva kan gjenbrukes fra mest foretrukket til minst

\*G=Giftig

\*\*IG=Ikke giftig

\*\*\*GB=Gjenbruk



## Sertifiseringer

### Bærekrafts rapportering

I 2022 ble det vedtatt at bærekrafts rapportering vil bli pålagt alle børsnoterte foretak på EUs regulerte markeder (med visse kriterier). Dette vil de første selskapene måtte rapportere første gang i 2025 for regnskapsåret 2024 om alt skjer etter tidsrammene som er satt. Norge er gjennom EU pålagt å implementere vedtaket i norsk lovgivning. Det utvikles standarder: ESRS (European Sustainability Reporting Standards) innenfor CSRDs (Corporate Sustainability Reporting Directive) rammeverk for å gjøre bærekrafts rapportering obligatorisk, enkelt og informativt. Dette skjer nå som følge av Parisavtalen og oppfølging av FNs bærekraftsmål i EU. (pwc, u.d.) Der vil sertifiseringer og spesifikke målbare miljøtiltak måtte rapporteres og dokumenteres. Her vil sertifiseringer spille en viktig rolle.

Det finnes et hav av ulike typer sertifiseringer på nasjonal, regionalt og internasjonalt nivå. Norge har egne standarder, men er også bundet til Europeiske standarder gjennom EØS avtalen. For å få et bedre overblikk og en felles forståelse for å nå bærekraftsmålene er internasjonale standarder og krav nødvendige. Her er en liten oversikt over noen viktige standarder eller krav som finnes og som kan fortelle noe tilknyttet bærekraft for nevnte produkter.

Produsent	FSC	PEFC	Svanen	CE-merket	EPD	C2C
Superwood	X	X		X	X	X
Accoya	X	X	X	X		
Kebony	X	X	X	X		
Termofuru, Termoask	X	X	X	X	X	
Thermory	X	X	X	X		
Lunawood		X	X	X	X	
Karava	X	X	X	X		
Karbonisering	X			X		
Royalimpregnering				X		

Tabell 6 Sertifiseringer for ulike produkter

### Svanen

Svanemerket trevirke betyr at trevirket må opprettholde visse krav. Trevirket skal ikke være tilsatt tungmetaller eller biocider (giftstoffer). Det skal ha en dokumentert holdbarhet til bruken, at trevirket kommer fra bærekraftig skogbruk og at trevirket ikke medfører avfallsproblematikk. Trevirket som er overflatebehandlet eller inneholder komposittmaterialer fra plast eller tre kan ikke svanemerkes. (Nordisk Mijømerking, 2022)

### CE-merking

CE betyr Conformité Européenne og er et krav til helse, miljø og sikkerhet. Norge er gjennom EØS-avtalen pliktet til å forholde seg til sikkerhetskravene som er gjeldene. CE-merkingen er en deklarasjon på at produsenten kan garantere at minstekrav er oppfylt og dokumentere dette. Produkter med CE-merking kan selges og omsettes fritt innenfor EØS. (Standard Norge, 2022)

### EPD (Environmental Product Declaration)

EPD eller på norsk; miljødeklarasjon er noe enhver produsent kan bestille for en vare eller tjeneste de leverer. EPD er basert på livsløpsanalyser (LCA=Life Cycle Analysis), og er et

dokument som sier noe om miljøprofilen til varen eller tjenesten slik at kunden kan ta et bevisst valg. Denne formen for miljødokumentasjon brukes både i Norge og internasjonalt. (EPD-norge, u.d.)

### **Cradle to cradle (C2C)**

Dette er den ledende standarden for miljøsertifisering for produkter på internasjonalt nivå. Cradle to cradle er også basert på livsløpsanalyser (LCA), der ambisjonen er avfallsfrie produkter. Denne standarden brukes på tvers av bransjer for å optimalisere materialer og produkter for en bærekraftig fremtid gjennom vitenskapelige tiltak. (Cradle to cradle, u.d.)

### **FSC**

En internasjonal medlemsorganisasjon der blant annet WWF, Greenpeace og Verdens naturfond er blant noen av medlemmene. Målet med FSC er å tilse miljøhensyn, sosial rettferdighet og økonomisk bærekraft for skogdrift. FSC-sertifiserte produkter kan spores tilbake til skogen de kommer fra. (FSC, u.d.)

### **PEFC**

En internasjonal ideell organisasjon med en egen norsk standard med retningslinjer for forvaltning og drift av skogbruk. Det er ulike krav som støtter opp under biologisk mangfold, sunn og livskraftig skog, og sikre at etiske og sosiale verdier ivaretas.

Det er enda ikke etablert en felles standard for slike sertifiseringer, men formålet er å kunne spore hvor ulike treprodukter kommer fra og at trevirket kommer fra miljøvennlig skogsdrift. (SINTEF Byggforsk, 2015)

## **Estetikk**

### **Estetiske forventninger**

I tillegg til at trevirket har en bærende eller annen form for funksjon er det også avgjørende at trevirkets estetiske verdier vektlegges. Trevirkets visuelle uttrykk er avgjørende for dets levetid. Dersom brukere eller andre ikke lenger synes trevirket er pent vil det føre til at det vil skiftes ut før den faktiske levetiden til trevirket er utløpt.

Vi ser stadig trender i samfunnet for hva som blir regnet som pene estetiske uttrykk. Det som blir tegnet av arkitektene og beskrevet eller lagt til grunn fra byggherre legger premissene for en estetisk levetid. Det er derfor viktig at dette stemmer overens med forventninger fra brukere for en lang estetisk levetid. Her kan vedlikehold også spille en viktig rolle.

Det må være tilstrekkelig finansiering for å kunne opprettholde vedlikeholds intervallene for å opprettholde det estetiske ved en konstruksjon i tre. Vedlikeholds intervall vil variere med behandlingsmetoden som er valgt. Det er derfor attraktivt med trevirke som krever lite vedlikehold. Trevirke med lite vedlikehold vil derfor ikke være malt eller beiset for å opprettholde enn viss farge, men vil ofte falme til en grålig tone over tid. Et skiftene uttrykk vil kunne oppfattes som naturlig og som et arkitektonisk innslag som «lever» ved å respondere på sine omgivelser.

Det er viktig å ha en god kommunikasjon gjennom hele leveringskjeden for at brukerne ikke skal få en urealistisk oppfatning av hvordan det vil komme til å se ut etter en noen års bruk. Avhengig av materialvalg, detaljutforming og klimapåvirkning, kan den estetiske levetiden til en umalt trekonstruksjon forlenges. (Zimmer, Flindall, Gobakken, & Nygaard, Fargeendring i umalte trefasader - erfaringer og eksempler, 2017)

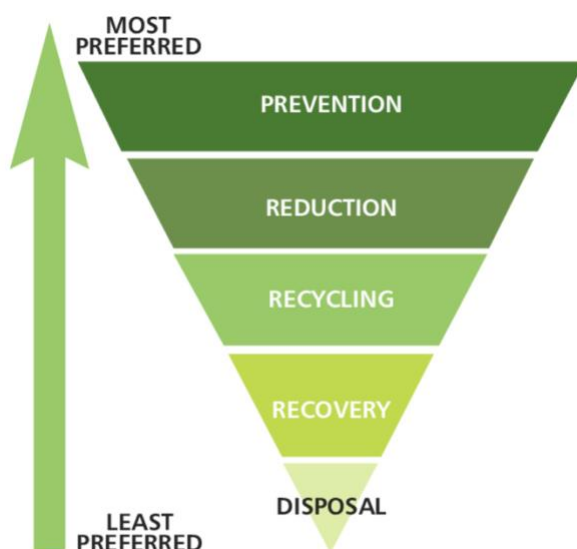
## Kildesortering og avfallshåndtering

Tre er en fornybar ressurs om vi har stor tilgang på her i Norge. 1 mill tonn årlig. Treavfall utgjør så mye som 30-40% av avfallet som leveres til gjenvinningsstasjonene. (Lindberg, 2023) Da det ikke er lovlig å deponere trevirke i Norge går det aller meste til gjenvinning i form av brenning for energiutnyttelse.

Avfall fra byggeaktivitet per 2021 var ifølge SSB på 1,82 millioner tonn. Avfallet kommer fra nybygging, rehabilitering og riving. Nybygg står for 592.392, rehabilitering 466.644 og riving for 762.927 tonn. I alt er dette en nedgang på -14,7% fra året før. Av dette er 235.254 tonn treavfall og 21.570 tonn impregnert trevirke som går under kategorien farlig avfall. Disse tallene ventes å stige fra private hjem for 2022 grunnet Covid19.

	Tot.	Nybygg	Rehab.	Riv
Trevirke	235.254	101.939	81.972	51.343
Impregnert	21.570	12.874	5.372	1.572

Tabell 7 Avfall fra byggeaktivitet. Hentet fra Statistisk Sentralbyrå



Avfall må sorteres i mye større grad enn det det gjøres i dag. Dette er mye trevirke som kunne blitt gjenbrukt direkte i andre byggeprosjekter om det fantes en infrastruktur som gjorde dette lettere å gjennomføre i praksis.

Avfallshierarkiet er etter EUs rammeverk som også er implementert i Norge om hvordan avfall burde håndteres. Målet for 2020 var å redusere avfall fra bygg og anleggsplasser med 70%. I realiteten lå Norge på 44% redusert avfall i denne perioden. (Ross, Huang, Modaraesi, Sjølie, & Hill)

Figur 1 Avfallshierarki Hentet fra cirKWOOD

Det finnes mange ledd i avfallshierarkiet man kan bruke trevirket før det sendes til deponi eller til forbrenning. Første steg er å produsere mindre avfall, men det er umulig å unngå noe som helst avfall i bygg og anleggsbransjen slik den ser ut i dag. Neste steg er gjenbruk.

## Konstruktiv trebeskyttelse

Konstruktiv trebeskyttelse betyr konstruksjon, inkludert design, detaljering og handverksmessig utforming er utformet slik konstruksjonen er minimalt utsatt for fukt. (Treu, Dalen, Gobakken, Larnøy, & Alferdsen, 2018) Utfordringen med norske trearter er at de ikke er svært holdbare og må derfor behandles. Men det de benyttes til må også bygges på en konstruktiv måte som gjør at selve konstruksjonen beskyttes mot vær og vind. Dette vil gjøre at trevirkets holdbarhet forlenges betraktelig.

Målet er å unngå vannopphoping. I prinsippet kan man kjøpe det dyreste og mest holdbare trevirket, men om selve trevirket er dårlig konstruert vil det allikevel dannes sprekker og råte på kort tid. Trevirket må være luftet og veldrenert slik at det raskt tørker igjen etter oppfuktning. Om trevirket holdes tørt, vil det heller ikke råtne.

Trefuktighet på under 25% av trevirkets tørrvekt burde opprettholdes for å unngå oppfuktning som resulterer i sprekke-dannelser og øker risikoen for råteangrep. Utformingen på konstruksjonen burde etterstrebe dette. Fukt i form av regn, slagregn, smelte, snø og kondens er fukt er faktorer å ta hensyn til.

Konstruktiv trebeskyttelse er ofte den mest effektive måten å beskytte konstruksjoner mot fukt og råte på. Faktorer som spiller inn:

- Temperatur og trefuktighet i en konstruksjon påvirkes av utførelse og konstruktiv design
- Designdetaljer påvirker levetiden
- Sprekker i trevirket øker risiko for opptak av vann og sopp-skader
- Holdbarheten avhenger av risiko for fukt og bruksområde
- Håndverksmessig utførelse vil indirekte påvirke trevirkets levetid. (Gobakken, Flæte, Alfredsen, & Brishke, 2014)

Før man konstruerer noe er det viktig at trevirket er tørt og oppbevares tørt før montering. Endeveden er også spesielt viktig å ta hensyn til når man bygger. Endeveden må dekkes til da det er svært lett for vann å trenge inn i endevedens spalteåpninger. (Evans & Flæte, 2009) Skjøting kan være utsatte ledd i en konstruksjoner og burde unngås om dette lar seg gjøre, eller settes mot hverandre slik at vann ikke kommer til. Eventuelt på konstruksjoner som gjerder der dette ikke er mulig kan endeveden skråstilles slik at vann renner fortere av eller monterer beslag som beskytter endeveden. Beslag kan også være aktuelt for andre detaljer om disse er utsatt på konstruksjonen enten om disse er i tre eller andre materialer.

I konstruksjoner der endeveden er rettet mot bakken burde det også være et luftrom. For kledning minimum 30cm mellomrom fra bakken og opp til endeveden for å unngå slagregn, eventuelt mer om det er et værhardt område. Ved mindre konstruksjoner som for eksempel skjøter mellom trevirket og metallfester må mellomrommet være minimum 3mm for å slippe til luft.

Der skruer og fibre festes kan veden rundt bli skadet ved montering. Dette kan skje for eksempel om man bommer på spikeren og treffer trevirket rundt. Dette fører til knusing av fibre som ligger i overflaten på trevirket. Slike skader kan gjøre at trevirket lettere trekker til seg vann gjennom sårene. Ett tiltak kan være å bruke spikerpistol for å unngå slike skader.

Kvaliteten på spiker, skruer, muttere og andre metallfester kan også påvirke trevirkets levetid. Kvaliteten på disse burde være minst like god som trevirket for å unngå vedlikehold som vil skade trevirket. Et tiltak er å bruke galvanisert eller rustfritt stål til slike konstruksjoner og fester. Her vil rustfritt stål holde noe lenger enn galvanisert stål i etsende miljø som sur nedbør. (Shaanxi iron and steel Co., 2017)

Skruer har en fordel i forhold til vedlikehold. Hvis man har et terrassebord vil det være enklere å bytte ut trevirke ved vedlikehold enn ved om man benytter seg av spiker. (Plessner, et al., 2013)

## Veien videre

### Prosjekter

Det finnes en rekke spennende forskningsprosjekter og kartleggingsprosjekter for videre lesing for de som er interessert i å lære mer om temaet. Ny teknologi vil gjøre det lettere å gjenbruke mer trevirke i framtiden.

### CIOL

NIBIO og Ard Innovation har et forskningsprosjekt som arbeider sammen for å utvikle produktet CIOL. Til forskjell fra Accoya og Kebony som satser på å bære et miljøvennlig, men eksklusive varemerker, prøver CIOL å skape et miljøvennlig volumprodukt. Dette vil bli et rimeligere alternativ som vil gjøre det lettere å velge miljøvennlig.

CIOL er både trykk og varmeimpregnert. Det trykkimpregnertes med en blanding av vann, sitronsyre, sorbitol og andre tilsetningsstoffer som alle er avledet fra naturlige prosesser.

Deretter varmes trevirket opp til 103 til 140 grader i 18 timer. (Larnøy, Karaca, Gobakken, & Hill, 2017)

CIOL driver også forskning for å finne ut om CIOL kan brukes i marine miljøer, noe som kunne erstattet Kreosot produkter som ikke lenger er lovlig. CIOL har for tiden Forskningsprosjekter i Moss og Drøbak der de har hatt CIOL stående nedsenket i sjøvann. Disse skal stå i 5 år (har for tiden stått i 4). Til sammenligning kan furu stå opptil 4 måneder under sjøvann. (NIBIO, 2023)



Figur 2 CIOL, Innovasjon fra tre avfall Foto: Lars Sandved Dalen

### ECO-refiber

NIBIO kan fortelle at det foregår et EU-prosjekt som kalles ECO-refiber. ECO-refiber tar frest MDF (medium density fiber) fra vegger og sponplater som gjenbrukes til nytt byggemateriale. Dette er korte fibre som ikke kan gjenbrukes i for eksempel sponplater. Det er en økende markedsandel av dette overskuddsmaterialet.

Fibrene kvernes og bindes med sorbitol og sitronsyre det komprimeres og deretter varmes det opp til 140 grader celsius i rundt 9 timer. Dette er en energikrevende prosess med prosjektet etterstreber å benytte seg av biprodukter for å produsere varme. Dette kan se ut som en bakt kake, og man kan forme det etter ønske og behov. Det kan lages blant annet prater, leca blokker, og murstein. Det kan også benyttes som konstruktiv vegg og deretter dekkes med utvendig kledning. Produktet er motstandsdyktig mot vann og råte.

Målet med ECO-refiber er å ikke gjenvinne energien før man må. De forsøker isteden å forlenge levetiden til restprodukt fra tre ved å lage et direkte produkt. (NIBIO, 2023)

### Lignin2Wood

Lignin2wood er en metode under forskning der hovedmålet er å utvikle en tremodifikasjonsteknologi som øker holdbarheten og værytelsen til tre. Prosjektet startet i 2020 og holder på ut 2023.

Øke holdbarheten og værytelsen til tre basert på mono-fenoliske forbindelser fra lignin gjennom pyrolyse.

Et sekundærmål for dett prosjektet er:

«Nr.5) Overføre resultatene fra laboratorietester på saget tre til finér og produserer laminert finertømmer for utendørs konstruksjonsformål» (NIBIO, 2023)

### Biocrete

Biocrete er et forskningsprosjekt i samarbeid med con-farm, Skanska, Oplandske Bioenergi, Betong Øst, Norsk Biokullnettverk og Snøhetta. Prosjektet går ut på lagring av CO<sub>2</sub> i betong. Når vi hugger og brenner trevirke er ulempen at alt karbonet slippes ut i atmosfæren samtidig. I Norge kastes det 1mill tonn trevirke årlig. Utslippene fra +å brenne dette trevirket er 1,8 Mill tonn karbon. Biocrete er et forskningsprosjekt so tar restvirke fra industri og brenner det ved 600grader i anaerob tilstand (uten oksygen). Dette produserer varme og restproduktet blir biokull som består av 95-98% rent karbon. Dette restproduktet knuses og blandes med betong. Dette er en måte å få ned CO<sub>2</sub> avtrykket fra betong ved hjelp av gjenbruk av trevirke, og fører karbon ut av kretsløpet. Produktet blir karbonnegativ betong. (Biocrete, 2021)

### Jarrasviller

Firmaet WestWood AS leverer det som kalles for Jarrasviller. Dette er trevirke av Eukalyptus marginata fra Australia som er et svært formstabil og holdbart trevirke. Disse er blitt brukt som jernbanesviller i England i mange år og blir nå importert til Norge og gjenbrukt i en rekke ulike prosjekter i ulik størrelse. Vanligvis er slike sviller impregnert med Kreosot for holdbarhet, men disse har ikke påvist Kreosot på og kan dermed gjenbrukes. Disse er blant annet tatt i bruk på Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet sitt Campus som benker, broer og støttemurer for utomhus, og i en rekke andre prosjekter i Norge.

### cirkWOOD

cirkWOOD er et forskningsprosjekt som undersøker og kartlegger bruken av norsk returtre, og effekten dette har i den norske økonomien. Det ser også på fordelene og potensialet for mer gjenbruk av norsk trevirke. Det er særlig søkelys på returtre fra byggeprosjekter og som råstoff.

Under crikWOOD er det opprettet en rekke underprosjekter som er enten innovasjons eller forretningsprosjekter. Disse er:

sirkINN: innovasjonssenter

sirkHELTRE: gjenbruk av heltre

sirkREAL: sirkulære tre produkter, løsninger og design for gjenbruk

sirkRESSURS: redusert ressursbruk

sirkTEK: finne ny teknologi og nye digitale løsninger for produksjon

## Konklusjon

Oversikt over behandlingsmetoder som er miljøvennlige, holdbare og kan produseres av Norske trearter:

Behandlingsform	Impregnert/behandlet med	Trearter for utomhus
Trykkimpregnert og Varmebehandlet	Furfurylalkohol eller CO2 og fungicid Varme	Furu
Varmebehandlet	Varme over 215 grader celsius	Gran, Furuarter, Ask, Eik, Bøk og poppel
Varmebehandlet og dampet	Varme over 215 grader celsius og damp	Rød eik, Ask, Furu og Gran
Karbonisering	Brenning av overflate	Sypress (alle arter)
Overflatebehandlet	Beiset, malt, m.m.	Alle arter

Tabell 8 Oversikt over treslag og behandlingsmetoder som kan gjenbrukes

### Hvorfor ønsker vi å bruke og gjenbruke tre?

Covid 19 har presset anleggsbransjen til å tenke på hvilke materialer som er tilgjengelig på lokalt og nasjonalt nivå på, dette grunnet knapphet importerte materialer. Norsk kortreist trevirke er bærekraftig da det sparer CO2 utslipp ved transport og dermed skåner miljøet. Det er også det eneste materialet som regnes som karbonnegativt.

Både samfunnet og bygg og anleggsbransjen har en økende interesse for gjenbruk. Her ligger det store potensialer innen gjenbruk og ombruk av trevirke, men det er ikke alltid like lett å etterstrebe i praksis. For at gjenbruk av trevirke skal være attraktivt må det gjøres lønnsomt, og trevirket må ha like god kvalitet som nytt trevirke. (FutureBuildt, 2022) Det vil si at trevirkets holdbarhet, kvalitet og styrke må kunne dokumenteres.

### Digitale løsninger og dokumentasjon

Det trengs en felles plattform som gjør registrering av materialer og kjøp og transport rimelig og effektivt for anleggsprosjekter. Dette gjør at man unngår mye transport og mellomlagring i ressursbank. I en slik digital oversiktsside er det viktig med dokumentasjon og registrering av hvilke materialer som er brukt i prosjekt for å gjøre det lettere ved riving å vite hva som finnes på brukmarkedet og hva som kan gjenbrukes fra prosjektet som rives.

### Konstruksjonen

Om man bygger en konstruksjon som beskytter endeveden på virket, og ventilerer slik at det ikke stenger fukt inne i konstruksjonen vil det kunne vare i lange tider. Samt om man vurderer sammenføyningsløsninger som er lette å plukke fra hverandre ved riving vil dette gjøre gjenbruk og ombruk lettere. Ombruk vil være den letteste form for dette da det kreves minst bearbeiding og kan brukes i sin helhet.

Trevirke kan leve lenge etter levetiden for prosjektet det ble tiltenkt. Konstruksjonen og håndverket er viktig for levetiden til trevirket. Trevirket blir ikke linjert dårligere med tiden, men om trevirket står tørt, ikke stenger fukt inne, og vedlikeholdes vil man kunne unngå fuktskader og råtesopp og trevirket vil kunne stå i lange tider.

### **Avfallspolitikk**

Norsk avfallspolitikk etterstreber FNs bærekraftsmål og tilrettelegger for mindre avfall, altså mer gjenbruk. Når trevirket gjenvinnes (brennes) slippes karbonet i trevirket ut i atmosfæren. Fordelen med gjenbruk er derfor at karbonet i trevirket lagres over lengere tid.

Dette er en miljøvennlig løsning om det gjøres lett og effektivt, med lite transport og mellomagring. Avfallspolitikken sier også at det ikke er lovlig å deponere biologisk nedbrytbart materiale som trevirke. Vi må derfor kildesortere mer fra byggeplass enn det som gjøres i dag. Dette kan gjøres ved hjelp av selektiv riving slik at farlig avfall sorteres for seg og de resterende delene eller materialene enten kan direkte gjenbrukes eller ombrukes. Om dette ikke lar seg gjøre er det viktig at materialene ikke er helse eller miljøskadelige slik at de kan gjenvinnes til energi (brennes). Trevirke som er mekanisk behandlet eller kjemisk behandlet uten giftstoffer er svært miljøvennlig.

Ved riving må det finnes en maskinell løsning som kan gjøre det rimelig og effektivt å plukke fra hverandre trevirke på en slik måte at det kan gjenbrukes. Det kan gjøres tiltak der man høvler overflatebehandling vekk og behandler på nytt for så å gjenbrukes, men denne prosessen krever mye transport og mellomagring. Med ombruk kan man burde plukke ut hele deler som kan direkte gjenbrukes til nytt prosjekt. Eller ved gjenbruk, bruke hele deler eller helt materiale som kan få en ny funksjon i et nytt prosjekt.

### **Økonomi**

Dette vil medføre en sirkulærøkonomisk virkning i det Norske markedet. Men overgangen til en sirkulærøkonomisk markedsmodell kan være krevende og påvirke markedet, både positivt og negativt. (Ross, Huang, Modaraesi, Sjølie, & Hill)

### **Forskning**

Det gjenbrukes i dag ikke mye tre utomhus, men det er for tiden spennende forskning som skjer innen fagfeltet. Gjenbruk kommer det mer og mer av, og det trengs derfor mer kunnskap og bedre tilrettelegging. Nye lovverk, retningslinjer og forskning må på banen. Det er huller i teknologikjeden fra hogst til gjenbruk for å for fullt bytte over til en gjenbruksmodell som vil fungere i praksis per i dag. Det er en lys fremtid innen feltet og det finnes allerede flere prosjekter som er relevante for gjenbruk av trevirke.

Det trengs trevirke som er modifisert eller impregnert på en miljøvennlig måte. Dette må være rimelig, produsert i nok kvantum, pent og holdbart. Her er det behov for nye forskningsprosjekter og volumprodukter.

### **Ansvar**

Det må legges til grunn et ansvar hos byggherre. Konkurranses grunnlag og entrepris må kreve en andel som skal gjenbrukes, spesifikt for trevirke for at dette skal tilrettelegges for tidlig i planfasen av et prosjekt. Entreprenør må ha god dialog med byggherre om hva som er mulig å få til. Entreprenør må også ha tilgang til, forståelse for og kjennskap til ulike plattformer for gjenbruk i sitt nærområde for å se hva som kan gjenbrukes lokalt.

### **Lover og standarder**

Det må utarbeides felles standarder og lovverk som gjør dette lettere å håndheve. Loven per i dag slår fast at man på prosjekt skal ha et gitt prosentkrav redusert CO2 utslipp til atmosfæren for prosjekt gjennom ulike tiltak. Det er ikke spesifisert en fordeling innen ulike fagfelt av



denne loven. For eksempel kan det spares inn ved bruk av miljø-betong eller el-maskiner. Dette oppnår de den gitte prosenten som kreves, og dermed finnes det ingen krav som sier at det også skal gjøres miljø besparende tiltak innen andre fagfelt slik at det gjøres miljøbesparende tiltak innen alle felt. Trevirke er et mindre fagfelt med mindre CO2 avtrykk og dermed mindre besparelser enn hos andre virker som betong og stål noe som gjør at det lettere kan bli oversett i det større bilde på et prosjekt. Dette er fordi trevirke er et relativt lett materiale i forhold til mange andre materialer på en byggeplass, og ikke skaper like stort CO2 avtrykk ved transport som hvis man sammenligner med å transportere for eksempel betong eller stein.

I hvor stor grad gjenbruk av trevirke er mulig vil i stor grad stå på håndheving av lover og standarder som vil komme fremover. Ny forskning og løsninger vil kunne tilrettelegge for et stort potensial for gjenbruk i tiden fremover.

### Veien videre

Om dette hadde vært en mer omfattende oppgave kunne det være aktuelt å lage et CO2 skjema som fører regnskap for ulike trearter. Dette burde omfatte drift og forvaltning av skogen, transportavstand, transportmiddel, CO2 lagring for ulike trearter og levetid. Og sammenligne tre med andre byggematerialer. Noen slike skjemaer finnes allerede innad i ulike firmaer, men dette kunne være svært aktuelt å lage en offentlig tilgjengelig rapport eller levende skjema for dette.

## Kildeliste

- Andersen, G., Olerud, K., & Tjernshaugen, A. (2023, 01 13). *Bærekraftig utvikling*. Hentet fra Store Norske Leksikon: [https://snl.no/bærekraftig\\_utvikling](https://snl.no/bærekraftig_utvikling)
- Bærum kommune. (2023, 05 08). *baarum.kommune.no*. Hentet fra Bærum ressursbank: <https://www.baerum.kommune.no/politikk-og-samfunn/samfunnsutvikling/om-barum-ressursbank/>
- Bhattacharya, P., Mukherjee, A. B., Jacks, G., & Nordqvist, S. (2001). *Metal contamination at a wood preservation site: characterisation and experimental studies on remediation*. The Science of the Total Environment .
- Biocrete. (2021). *Worlds first carbon negative concrete*. Hentet fra Biocrete.no: <https://www.biocrete.no>
- Cradle to cradle. (u.d.). *Cradle to cradle certified* . Hentet fra The Standard: <https://c2ccertified.org/the-standard>
- Degema. (2023). *Shou Sugi Ban*. Hentet fra Degema.eu: [https://degmeda.eu/nb/?gclid=Cj0KCQjwwtWgBhDhARIsAEMcxeC5yrRugaAcTSd UGH9s4YKmqEQN1nXaJbJMQGegL1x0qDQKSA4DqUo8aAh-bEALw\\_wcB](https://degmeda.eu/nb/?gclid=Cj0KCQjwwtWgBhDhARIsAEMcxeC5yrRugaAcTSd UGH9s4YKmqEQN1nXaJbJMQGegL1x0qDQKSA4DqUo8aAh-bEALw_wcB)
- EPD-norge. (u.d.). *EPD-norge*. Hentet fra Hva er EPD?: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>
- Evans, F. (2008). *Trykkimpregnering*. Treindustrien, TreFokus, TreTeknisk.
- Evans, F. G., & Flæte, P. O. (2009). *Fokus nr 2. Treslag og Holdbathet*. Forskningsveien 3B, 0314 Oslo: TreFokus, TreTeknisk.
- FAO Forestry Department. (2018). *Global forest resources assessment*. FAO Forestry Department, Viale delle Terme di Caracalla, Rome 00153, Italy: Food and Agriculture

- Organization of the United Nations. Hentet fra <https://www.fao.org/3/I8661EN/i8661en.pdf>
- FN - sambandet. (2020, 12 22). *Parisavtalen - Hva betyr "klimanøytralitet"?* Hentet fra FN: <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN. (2021, 10 28). *Bærekraftig utvikling*. Hentet fra FN-sambandet: <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- Folkehelseinstituttet. (2018, 06 28). *FHI*. Hentet fra Deponering og forbrenning - råd og føringer: <https://www.fhi.no/ml/avfall-og-soppel/info-kommune-og-naring/rad-til-kommunen-om-avfall/>
- FSC. (u.d.). *no.FSC.org*. Hentet fra Om FSC: <https://no.fsc.org/no-nb/om-fsc>
- FutureBuilt. (2022). *SirkTRE setter standarden for ombruk av tre*. Hentet fra FutureBuilt: <https://www.futurebuilt.no/FutureBuilt-TV>
- Gobakken, L. R., Flæte, P. O., Alfredsen, G., & Brishke, C. (2014). *Levetid for tre i utendørs konstruksjoner i Norge*. Pb.115, NO-1431 Ås: Norsk Institutt for Skog og Landskap.
- Godal, J. B. (2023). *Drivkraft* [Registrert av NRK Radio].
- Granhus, A., von Lupke, N., Eriksen, R., Søgaard, G., Tomter, S., Anton-Fernandes, C., & Astrup, R. (Mars, 2014). *Tilgang på hogstmoden skog fram mot 2045*. Pb. 115, NO-1431 Ås: Norsk institutt for Skog og Landskap.
- Karava. (u.d.). *Karava.fi*. Hentet fra Thermally modifies wood: <https://www.karava.fi/en/thermally-modified-wood/>
- Karava. (u.d.). *Karava.fi*. Hentet fra Sustainability: <https://www.karava.fi/en/sustainability/>
- Kebody. (2023). *Kebody*. Hentet fra Our story: <https://kebody.com/technology/>
- Krogh, E. R. (2014). *Hva er gjenbruk? Gjenbruk av materialer i landskapsarkitekturen*. Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet.
- Larnøy, E. (2017, 08 31). *Konvensjonelle trebeskyttelsesmidler*. Hentet fra NIBIO: <https://www.nibio.no/tema/skog/bruk-av-tre/trebeskyttelse/ratebeskyttelse-av-tre/konvensjonelle-trebeskyttelsesmidler>
- Larnøy, E., Alfredsen, G., Ross, L., & Treu, A. (2017, 08 31). *Tremodifisering*. Hentet fra NIBIO, Norsk Institutt for Bioøkonomi: <https://www.nibio.no/tema/skog/bruk-av-tre/trebeskyttelse/ratebeskyttelse-av-tre/tremodifisering>
- Larnøy, E., Karaca, A., Gobakken, L. R., & Hill, C. A. (2017). *Polyeterifisering av tre ved bruk av sorbitol og citrinsyre i vannige løsninger*. Department of wood technology, Norwegian Institute of Bioeconomy Research, P.O. Box 115, NO-1431, Ås, Norway: The Institute of Materials, Minerals and Mining.
- Larnøy, E., Ross, L., Alfredsen, G., & Treu, A. (2018, 08 31). *Tremodifisering*. Hentet fra NIBIO: <https://www.nibio.no/tema/skog/bruk-av-tre/trebeskyttelse/ratebeskyttelse-av-tre/tremodifisering>
- Lindberg, H. Ø. (2023, 01 19). *Gjenvinning*. Hentet fra Store Norske Leksikon : <https://snl.no/gjenvinning>
- LOOP - Stiftelsen for Kildesortering og Gjenvinning. (2023, 01 22). *Kildesortering*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/kildesortering>
- Lunawood. (2023). *Lunawood.com*. Hentet fra Long lasting products, nordic design: <https://lunawood.com/long-lasting-products-nordic-design/>
- Lunawood. (2023). *Lunawood.com*. Hentet fra Thermal modification: <https://lunawood.com/us/lunawood-thermowood/thermal-modification/>
- Lystad, H., & Nordal, O. (2023, 01 19). *Gjenvinning*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/gjenvinning>
- Miljødirektoratet. (2022, 11 22). *Ordforklaringer av viktige begreper i sirkulær økonomi*. Hentet fra Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>

- Miljødirektoratet. (2023, 02 02). *Kreosot - spørsmål og svar*. Hentet fra Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/kreosot-sporsmal-svar/>
- Moelven. (2023). *Moelven.no*. Hentet fra Miljø- og vedlikeholdsvennlig termotre: <https://www.moelven.com/no/produkter-og-tjenester/bygge-og-bo/varmebehandlede-produkter/>
- Momentive. (u.d.). *Hva er forskjellen mellom kvantitativ og kvalitativ forskning?* Hentet fra surveymonkey by Momentive: <https://no.surveymonkey.com/mp/quantitative-vs-qualitative-research/>
- NAOB. (u.d.). *NAOB, Det Norske Akademis Ordbok*. Hentet fra NAOB, Det Norske Akademis Ordbok: <https://naob.no/ordbok/utomhus>
- NIBIO. (2023, 02 17). *NIBIO.no*. Hentet fra DIVISION OF FOREST AND FOREST RESOURCES Lignin2wood: <https://nibio.no/en/projects/lignin2wood>
- NIBIO, T. v. (2023, 02). *Gjenbruk av tre utoomhus*. (T. v. NIBIO, Intervjuer)
- Nordisk Miljømerking. (2022). *Svanemerking av Holdbart/bestendig trevirke til utendørs bruk*. Henrik Ibsens gate 20 NO-0255 Oslo: Nordisk Miljømerking.
- Plessner, T. S., Kristjansdóttir, T., Tellnes, L., Flæte, P. O., Gobakken, L. R., & Alfredsen, G. (2013). *Miljøanalyse av trefasader*. Forskningsveien 3B, 0314 Oslo: Sintef Byggforsk.
- pwc. (u.d.). *pwc.no*. Hentet fra EUs bærekraftsdirektiv - CSRD: <https://www.pwc.no/no/pwc-aktuelt/baerekraftsrapportering/eus-baerekraftsdirektiv-csrd.html>
- PWC. (u.d.). *PWC.no*. Hentet fra Hva er ESG?: <https://www.pwc.no/no/pwc-aktuelt/hva-er-esg.html>
- Regnskogfondet. (u.d.). *Regnskogfondet*. Hentet fra Unngå tropisk tømmer: <https://www.regnskog.no/no/hva-du-kan-gjore/unnga-tropisk-tommer/tropiske-treslag>
- Ross, L., Huang, L., Modaraesi, R., Sjølie, H., & Hill, C. (u.d.). *Circular use of wood in Norway for improved sustainability and innovation - a new project*. *Circular use of wood in Norway for improved sustainability and innovation - a new project*. NIBIO, Norwegian Institute of Bioeconomy Research.
- Rosvold, K. A. (2023, 01 19). *Gjenbruk*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/gjenbruk>
- Seehusen, J. (2014, 04 17). *Her forkuller de fasaden istedenfor å beise*. Hentet fra Teknisk Ukeblad: <https://www.tu.no/artikler/her-forkuller-de-fasaden-istedenfor-a-beise/231329>
- Sæteråsen trelastprodukter. (u.d.). *Sæteråsen trelastprodukter*. Hentet fra Varmebehandlet tre (vatre): <https://www.saeteraasensag.no/trelastprodukter/varmebehandlet-tre>
- Shaanxi iron and steel Co. (2017, 12 20). *worldironsteel.com*. Hentet fra Hva er forskjellen på galvanisert stål og stål?: <http://no.worldironsteel.com/news/what-s-the-difference-between-galvanized-steel-13093555.html>
- SINTEF Byggforsk. (2015). *571.523 Trevirke. Treslag og materialeegenskaper*. P.b. 124 Blindern, 0314 Oslo: Byggforskserien.
- SKOG22. (Januar 2015). *SKOG22 Nasjonal strategi for skog- og trenæringen*. Akersgata 13, 0158 Oslo og Drammensveien 288, 0283 Oslo: Innovasjon Norge og Norges Forskningsråd.
- SSB. (2022, 12 13). *Avfall fra byggeaktivitet*. Hentet fra Statistisk Sentralbyrå: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet>
- Standard Norge. (2022, 06 10). *Standard.no*. Hentet fra CE-merking: <https://www.standard.no/standardisering/ce-merking/>
- Stiftelsen det Norske Skogfrøverket. (u.d.). *www.skogfroverket.no*. Hentet fra Leverte skogplanter - treslagsfordeling 2021: <https://www.skogfroverket.no/bibliotek/?file=2022/09/Planteskolestestikk-2021.pdf>

- Superwood. (2021). *Fra skog til hjem*. Hentet fra Superwood:  
<https://www.superwood.no/reisen/skogen/>
- Superwood. (2021). *Gjennomimpregnering, Miljøriktig og patentert*. Hentet fra Superwood.no: <https://www.superwood.no/reisen/gjennomimpregnering/>
- Superwood. (2021). *Overflatebehandling*. Hentet fra Superwood.no:  
<https://www.superwood.no/reisen/overflatebehandling/>
- Talgø MøreTre AS. (2020, 08 26). *Talgø MøreTre AS*. Hentet fra Royalimpregnering:  
<https://hoved.talgo.no/no/nyheter/hva-er-royalimpregnering>
- Thermory. (2023). *Thermory*. Hentet fra Thermal modification requires a master's dedication and skilful hand: <https://thermory.com/thermal-modification/>
- Thermory. (2023). *Thermory*. Hentet fra The peak temperature depends on the type of wood and where the thermally modified wood product is to be used:  
<https://thermory.com/thermal-modification/>
- Thermory. (2023). *Thermory*. Hentet fra Products:  
[https://thermory.com/products/?filter=product\\_use\\_taxonomy%3A300&page=6](https://thermory.com/products/?filter=product_use_taxonomy%3A300&page=6)
- TreFokus. (u.d.). *Bruksklasser for tremateriale*. Hentet fra TreFokus:  
<http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/tre-utendors/bruksklasser-for-tremateriale>
- TreFokus. (u.d.). *Kjemisk modifisering av trevirke*. Hentet fra TreFokus:  
<http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/tre-utendors/kjemisk-modifisering-av-trevirke>
- TreFokus. (u.d.). *Trevirkets holdbarhet*. Hentet fra TreFokus:  
<http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/tre-utendors/artikkel-2>
- TreFokus. (u.d.). *Varmebehandlet trevirke*. Hentet fra TreFokus.no:  
<http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/tre-utendors/varmebehandlet-trevirke>
- Treu, A., Dalen, L. S., Gobakken, L. R., Larnøy, E., & Alferdsen, G. (2018). Trebehandling - Innovasjon, metoder og trender. *Trebehandling - Innovasjon, metoder og trender*. NIBIO, Norsk Institutt for Bioøkonomi.
- VisitNorway. (u.d.). *Stavkirker - Vårt arvesølv i tre*. Hentet fra VisitNorway:  
<https://www.visitnorway.no/om-norge/historie-og-tradisjoner/stavkirker/>
- Øvrum, A., & Flæte, P. O. (2008). *Fokus nr. 25 Kjærneved av Furu*. Pb. 13 el. 113 Blindern, 0313 Oslo: Trefokus, TreTeknisk.
- Zimmer, K., Flindall, O., Gobakken, L. R., & Nygaard, M. (2017). *Fargeendring i umalte trefasader - erfaringer og eksempler*. NIBIO, Norsk Institutt for Bioøkonomi, Wood Be Better.
- Zimmer, K., Flindall, O., Gobakken, L. R., & Nygaard, M. (2017). *Fargeendring i umalte trefasader - erfaringer og eksempler*. Wood Be Better, NIBIO, Norsk institutt for bioøkonomi.

## Figurliste

- Figur 3 Avfallshierarki. Ross, L., Huang, L., Modaraesi, R., Sjølie, H., & Hill, C. (u.d.). Circular use of wood in Norway for improved sustainability and innovation - a new project. NIBIO, Norwegian Institute of Bioeconomy Research.
- Figur 4 CIOL, Innovasjon fra tre avfall Foto: Lars Sandved Dalen

## Tabelliste

Tabell 1 Trevirkets holdbarhet. TreFokus TreFokus. (u.d.). *Trevirkets holdbarhet*. Hentet fra TreFokus: <http://www.trefokus.no/proff/artikler/materialer/tre-utendørs/artikkel-2>  
\*Øvrum, A., & Flæte, P. O. (2008). *Fokus nr. 25 Kjærneved av Furu*. Pb. 13 el. 113  
Blindern, 0313 Oslo: Trefokus, TreTeknisk.

Tabell 2, 3 og 4 Norske treartes levetid. Gobakken, L. R., Flæte, P. O., Alfredsen, G., & Brishke, C. (2014). *Levetid for tre i utendørs konstruksjoner i Norge*. Pb.115, NO-1431 Ås: Norsk Institutt for Skog og Landskap.

Tabell 7 Avfall fra byggeaktivitet. Hentet fra Statistisk Sentralbyrå:  
<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet>

## Vedlegg

### Begrepsforklaring

**Bærekraft:** En utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov. (FN, 2021)

**Bærekraftig utvikling:** dette er en utvikling som tilfredsstillter dagens behov uten å ødelegge fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstillte sine behov. (Andersen, Olerud, & Tjernshaugen, 2023)

**Deponering:** Dette betyr at du plasserer avfall på en fyllplass, det som tidligere het søppelfylling. Fra 2009 har det vært ulovlig å deponere biologisk nedbrytbart avfall, derunder trevirke. (Folkehelseinstituttet, 2018)

**Gjenbruk:** Betyr ting som er overflødig, umoderne eller unødvendige brukes på nytt eller omformes i stedet for å kastes. (Rosvold, 2023)

**Gjenvinning:** Betyr å ta stoffer fra avfall og restprodukter for å bruke på nytt. Begrepet brukes som fellesbetegnelse for forberedelse til gjenbruk, materialgjenvinning og energigjenvinning (forbrenning med energiutnyttelse). (Lystad & Nordal, 2023) For denne oppgaven er formen for gjenvinning som er mest relevant energigjenvinning. Dette betyr i forhold til denne oppgaven at trevirket brennes for å skape varmeenergi.

**Holdbarhet:** Beskriver treets iboende motstandsevne mot råte. (Evans & Flæte, 2009)

**Kildesortering:** at avfall blir inndelt i ulike kategorier og komponenter etter hvert som det oppstår med hensikt å oppnå størst mulig grad av gjenvinning. (LOOP - Stiftelsen for Kildesortering og Gjenvinning, 2023)

**Klimanøytralitet:** At det ikke slippes ut mer klimagasser i atmosfæren enn det som fanges opp eller fjernes. (FN - sambandet, 2020)

**Konstruktiv trebeskyttelse:** «Med konstruktiv trebeskyttelse menes de tiltak som gjøres for å sikre god beskyttelse av trevirket og bidra til at trekonstruksjonen får lengst mulig levetid.» (Plessner, et al., 2013, s. 13)

**Materialgjenvinning:** Begrepet betyr å gjenvinne ressursene i avfall til nye produkter, materialer eller stoffer. Dette omfatter ikke energigjenvinning. (Miljødirektoratet, 2022)

**Ombruk:** Dette er den enkleste og mest inngripende formen for gjenbruk. Materialet tas og brukes om igjen i den samme formen og til det samme formålet det hadde før. (Miljødirektoratet, 2022)

**Refunksjonering:** Regner jeg i denne oppgaven som ny funksjon for en ting eller produkt som ikke er det samme som den opprinnelige bruken. Refunksjonering betyr at du har ny funksjon og ny bruk. Dette begrepet skiller seg fra ombruk der du har opprinnelig funksjon og ny bruk. (Krogh, 2014)

**Ressursbank:** En ressursbank har som formål å ta overskuddsmaterialer fra sitt nærområde som har en verdi for mellomlagring slik at det kan bli gjenbrukt, fremfor at det deponeres eller på annen måte behandles som avfall. (Bærum kommune, 2023)

**Selektiv rivning:** En rivemetode der deler av kontraksjoner eller materialer demonteres og sorteres med mest mulig hensyn til gjenbruk. (Krogh, 2014)

**Sirkulærøkonomi:** sirkulær økonomi betyr at vi benytter naturressurser og produkter effektivt, og så lenge som mulig. Dette er et kretsløp der målet er at minst mulig ressurser går tapt. (Miljødirektoratet, 2022)

**Utomhus:** Alle plasser som ikke er innomhus. I denne oppgaven definert som det som er utenfor og ikke innenfor et bygg. (NAOB, u.d.)

**Vedlikeholdsfritt:** At trevirket ikke behøver å behandles med maling, beis, olje eller lakk. Evnen til å motstå råte ligger i selve materialet og ikke overflatebehandlingen. (Sæteråsen trelastprodukter, u.d.)



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway