



STATSBYGG



TRE FOR BYGG OG BYGG I TRE

Kunnskapsgrunnlag for økt bruk
av tre i offentlige bygg

01.03.2013

Analysedokument fra Strategi- og
utviklingsavdelingen



Innhold

Innhold	2
Konklusjon og anbefalinger	4
1 Innledning.....	7
1.1. Rammer for oppdraget.....	8
1.2. Gjennomføring	10
1.3. Rapportens oppbygging	11
2 Tre som bygningsmateriale	12
2.1. Beregning av klima- og miljøeffekter av materialvalg i byggeprosjekter	13
2.2. Klimadata om tre som byggemateriale	16
2.3. Klimadata om andre byggematerialer.....	18
2.4. Klimavennlige konstruksjoner	23
2.5. Andre miljømessige og tekniske aspekter ved bygging i tre	26
2.6. Oppsummering.....	28
3 Treindustrien i Norge	30
3.1. Skogressurser og skogsindustri i Norge og Europa	30
3.2. Produktspekteret.....	34
3.3. Oppsummering.....	38
4. Erfaringer fra sammenlignbare land i Europa	39
4.1. Sverige: Nasjonalt program og aktive næringer.....	39
4.2. Finland: Nasjonal satsing på moderne trebyer	40
4.3. Sveits: Klima- og ressurspolitikk, og treteknologi	41
4.4. Tyskland (Bayern): Markedsbasert clusterutvikling	42
4.5. Østerrike: Omfattende trehusbebyggelse og uttesting av nye byggekonsepter	43
4.6. Oppsummering: Hovedtrekk i erfaringer fra utlandet	45
5 Materialvalg i et offentlig byggeprosjekt	47
5.1. Offentlige byggherrer	47
5.2. Drivkrefter og barrierer for offentlige byggherrer	52
5.2.1. Relevant lovgivning og regelverk.....	52
5.2.2. Anskaffelsesprosesser	52
5.2.3. Overordnede føringer.....	53
5.2.4. Pris, marked og kompetanse	54
5.3. Sentrale beslutningspunkter for materialvalg i et byggeprosjekt	55
5.3.1. Behovs- og tilstandsanalyse	56

5.3.2. Byggeprogram	57
5.3.3. Skisseprosjekt	57
5.3.4. Forprosjektfase	57
5.3.5. Detaljprosjektering- og byggefasene.....	58
5.3.6. Byggefase	58
5.3.7. Vedlikeholds- og driftsfase	58
5.4. Oppsummering	59
6 Oppsummering.....	61
6.1. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet.....	61
6.2. Økonomiske og administrative konsekvenser.....	62
6.3. Miljømessige konsekvenser	63
6.4. Teknologiske konsekvenser (innovasjon og utvikling)	63
Rapporter og dokumenter i eget vedleggshfte:	65
Kilder.....	65
Litteraturliste:.....	65
Informanter:	67

Konklusjon og anbefalinger

Målet med denne utredningen har vært å skaffe et kunnskapsgrunnlag for å vurdere hvordan det offentlige kan bidra til å øke bruken av tre.

Det bygges mye i Norge, og andelen som bygges i byer er økende da hovedparten av nybygging foregår i byer og tettsteder (SSB 2013). Trematerialer har relativt liten markedsandel i denne utbyggingen av større bygg og anlegg, og tre brukes i hovedsak i småhusbebyggelse. Litt forenklet kan en identifisere begrepet “urbant byggeri” som en betegnelse på de typer bygg og konstruksjoner der det er størst potensiale for økt bruk av tre. Offentlige byggherrer har primært bygg i denne kategorien (selv om de ikke nødvendigvis alltid vil ligge i urbane områder). Økt bruk av tre i offentlige bygg ansees derfor å være et virkemiddel som vil kunne påvirke hele det urbane byggeriet.

Bør en øke bruken av tre som byggemateriale? Materialene representerer en av flere innsatsfaktorer i et bygg og det offentlige bygget i seg selv er kun en innsatsfaktor for å støtte opp under den tjenesteproduksjon som skal foregå der. Kravene til offentlige bygg er derfor at de bidrar til å realisere mål som effektivitet og fornuftig ressursbruk. Samtidig kan det offentlige som en stor innkjøper påvirke markedet. En bevist innkjøpsstrategi der det offentlige tar rollen som en krevende kunde, kan være viktig for å utvikle produkter og løsninger eller å bidra til å løse “kollektive problemer” i leverandørmarkedet.

Utredningen viser at en ut fra et rent kostnads og effektivitetsperspektiv, i hvert enkelt byggeprosjekt innenfor urbant byggeri, i dag ofte velger bort trebaserte løsninger. Dette kan imidlertid skyldes “kollektive problemer” som manglende kompetanse¹, manglende produktutvikling basert på manglende etterspørsel og risikopåslag knyttet til valg av ustandardiserte løsninger. Hadde en imidlertid hatt en stor etterspørsel og mer erfaring ville kostnads- og risikobildet i det enkelte byggeprosjekt kunne sett annerledes ut.

Det faktum at det først i 1998 ble tillatt å bygge i tre over 3 etasjer i Norge er en historisk forklaring på den næringsstruktur som fremdeles er der i dag. Det finnes pr. i dag ingen større leverandørindustri i Norge for trekonstruksjoner. Det eksisterer heller ikke en bred kompetanse i byggherreorganisasjonene eller i rådgiverbedriftene. Denne utredningen peker derfor også på at tradisjonelle beslutningsprosesser i byggeprosjekter har stor betydning for at tre ikke blir valgt i større bygg der det offentlige er byggherre. Hindringene knytter seg til beslutningsstrukturer, prosjektmodeller og valg av entrepriseform – sammen med mangel på kunnskap og kompetanse i de ulike ledd i en byggeprosess.

Ut fra dette blir det derfor et spørsmål om offentlige byggherrer bør gis i oppdrag å gå foran og ta den økte risikoen dette medfører slik at mer modne markeder for treløsninger i urbant byggeri etableres. Erfaringene fra andre europeiske land viser at en på ulike måter har forsøkt å bidra til utvikling av treløsninger for det urbane markedet.

¹ Statsbygg sitt hovedinntrykk er at det finnes mye kunnskap om tre i bygg, men at det synes å mangle en flyt av kunnskap og praksis innenfor og mellom treindustrien, og bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE). I tillegg oppfattes anvendelse av ny kunnskap som risikabelt i BAE-næringen

Det offentlige har som målsetting å gå foran i forhold til å bidra til å nå nasjonale mål på klima og miljøområdet. Gjennomgangen viser at tre som bygningsmateriale kan være en måte for det offentlige å bidra til dette, hvis trematerialet benyttes på riktig måte. Generelt vil materialbruk i bygg stå mer og mer sentralt i forhold til klimautfordringene fordi dette representerer en betydelig del av samfunnets ressursbruk, og fordi energibehovet i bygg er synkende og i økende grad vil baseres på fornybare løsninger. Trematerialer er imidlertid ikke den eneste løsningen her og det er særlig i måten materialer brukes og kombineres på en vil måtte ha, og allerede ser, en utvikling. Eksempler på dette er passivhus konsepter og mer bevissthet rundt termisk lagring av varme i bygg. Skog binder CO₂ og bruk av tre vil være en ytterligere lagring av dette CO₂ et. Tar en inn denne lagringseffekten styrkes tre som et klimavennlig materiale ytterligere.

Anbefalinger til politikkområder det kan være aktuelt å formulere nye eller endrede tiltak for å øke bruken av tre i offentlige bygg:

Datagrunnlag og kompetanse

- *Det er behov for å styrke datainnhenting og sammenstilling av data knyttet til bygg generelt, og materialbruk spesielt – herunder tre. Dette gjelder ikke minst nasjonal statistikk.*
- *Det er behov for tiltak som kan stimulere til videre kunnskapsutvikling og -spredning om treets egenskaper som byggemateriale i urbant byggeri. Dette bør rettes mot sentrale beslutningstakere og premissleverandører som byggherrer, rådgivere, arkitekter og entreprenører. Tiltakene bør rettes både mot de som er i arbeidslivet og mot utdanningssystemet.*
- *Det er behov for videre kunnskapsutvikling knyttet til hvordan utnytte treets tekniske og miljømessige egenskaper (i et livsløpsperspektiv) som en del av mer miljøvennlige material konsepter. Hvordan kan trematerialer brukes best for å realisere 0-utslippsbygget? Videreutvikling av beregningsverktøy for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV), og livssyklus kostnader (LCC) kan bidra til dette.*

Reguleringer

- *Det framstår som viktig å styrke dokumentasjonskrav og sammenstille tilstrekkelig dokumentasjon om byggematerialenes miljømessige egenskaper (herunder klima) – hvis en skal kunne anbefale tre framfor andre materialer av miljømessige årsaker. Videreutvikling av klimagassberegninger og opphavsanalyser (EPD-er) må være en del av dette.*
- *For å likestille materialvalg bør forskrifter og standarder videreutvikles slik at tre blir et reelt og enklere valg som i større grad er sammenlignbart med andre løsninger.*

Offentlige som krevende kunde

- *Det er også behov for tiltak for å løse de “kollektive problemene” knyttet til manglende standardløsninger, erfaring og risiko. Dette kan gjøres i form av pilotprosjekter og programmer hos offentlige byggherrer med en klar innretning mot*

å utvikle standardiserte konsepter som egner seg for repetisjon. Effektive målings- og benchmarkingsverktøy (blant annet tid og kostnad) bør være en del av dette.

- I tillegg til piloter kan det offentlige i større grad enn i dag aktivt etterspørre byggetekniske løsninger der tre kan være et alternativ. Dette behøver ikke nødvendigvis være uprøvde, nyskapende løsninger. Ved å etterspørre og benytte mer standardiserte løsninger, eller løsninger som har potensial til å bli standardiserte – kan det offentlige i større grad bidra til et volummarked for tre. Ved samtidig å etterspørre løsninger som framstår som gode – miljømessig sett, kan det offentlige i større grad også bidra til å oppfylle miljø- og klimapolitiske målsettinger gjennom offentlige byggeprosjekter*

Tiltak rettet mot verdikjeden

- Nasjonale satsinger og programmer for bruk av tre i bygg bør særlig fokusere på å bygge opp under virksomheter som kan gjøres konkurransedyktige i et internasjonalt marked. Det kan gjerne være rådgiverbedrifter og kompetansemiljøer.*
- Hvis tiltak knyttet til økt bruk av tre i offentlig bygg og urbant byggeri generelt skal ha en større ringvirkning for norsk leverandørindustri må det samtidig etableres/videreutvikles programmer for å utvikle denne spesielt rettet mot produktutvikling for urbant byggeri. Gitt den markedsmessige integreringen for byggematerialer i Europa vil en slik satsning best kunne lykkes ved å fokusere på enkelte nisjeprodukter som har et potensiale i hele markedet. Kompetanse og høyteknologi er de viktigste konkurransefortrinn også for denne næringen hvis den ønsker å produsere i Norge.*

1 Innledning

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet. Mandatet for oppdraget er å utrede hvordan det kan brukes mer tre i offentlige bygg. Utviklingen beskrevet ovenfor danner et sentralt bakteppe, og denne rapporten drøfter særlig tiltak som kan fremme økt volum av tre i offentlige byggeprosjekter, og er avgrenset til rammebetingelser og tiltak som kan knyttes til disse.

Offentlige byggherrer opererer innenfor det samme bygge-, anleggs- og eiendomsmarkedet med de samme utfordringene som øvrige deler av næringen. Samtidig har offentlige byggherrer andre mandater og rammer for den måten de prosjekterer og utfører byggeprosjekter på.

Offentlige byggherrer utgjør en sammensatt gruppe; fra kommuner som bygger mindre bygg og anlegg knyttet til helse, omsorg og undervisning – til statlige byggherrer som Statsbygg, som har ansvar for store og komplekse byggeprosjekter, og produserer bygg med særskilte formål og ofte særegne uttrykk. Sistnevnte prosjekter vil derfor ha en annen betydning og overføringsverdi for resten av markedet og næringen, enn de større volumene representert ved kommunale bygg.

Treindustrien; det vil si næringsaktører knyttet til avvirking av skog og bearbeiding av trematerialer – samt framstilling av byggekomponenter i tre, har et uttalt mål om å øke treforbruket fra 0,55 m³ pr. innbygger til 0,75 m³ på 10 år målt fra 2005 (Trefokus). For å nå målsetningen anses det for nødvendig å øke bruk av tre i urbane strøk. Foreløpig ser det ikke ut til at målet vil nås, ikke minst fordi tre ikke har fått gjennomslag der det gir størst volum og har størst effekt.

Regjeringen har de siste år også uttrykt målsettinger om økt bruk av tre – ikke minst i offentlige bygg. Denne rapporten er skrevet på bakgrunn av disse målene. Landbruks- og matdepartementet ønsket å belyse hvordan det offentlige som utbygger og byggherre i større grad kan benytte tre i sin virksomhet, og derigjennom bidra til økt bruk av tre – og eventuelt bidra til sterkere grad av næringsutvikling knyttet til treindustrien. Landbruks- og matdepartementet ga derfor Statsbygg i 2012 et oppdrag om å utrede hvordan det offentlige i større grad kan benytte tre i sine bygg.

Oppdraget er forankret i St. meldinger 9 (2011-2012) om landbruks- og matpolitikken. Velkommen til bords. I meldingen er oppdraget beskrevet slik:

Staten, fylkeskommunene og kommunene som utbyggere kan bidra til mer klimavennlige bygg blant annet ved valg av materialer og energiløsninger. Departementet foreslår derfor at Statsbygg utreder bruken av tre i offentlige bygg. En slik utredning skal danne et kunnskapsgrunnlag for å vurdere hvorvidt og hvordan staten kan bidra til økt bruk av tre i egne utbyggingsprosjekter der det er kostnadseffektivt, og bidra til å øke oppmerksomheten om trevirkets miljømessige fordeler generelt.

Statsbygg har utviklet et verktøy for å beregne utslipp fra byggeprosjekter, og materialbruk er et av elementene som vurderes som viktig. Dette verktøyet er sentralt, og utredningen vil danne et kunnskapsgrunnlag for en eventuell strategi for bruk av tre i offentlige bygg. Arbeidet vil også bygge på St. meld. Nr. 7 (2008-2009) Et nyskapende og bærekraftig Norge og Regjeringens strategi for arkitekturpolitikk Arkitektur.nå. Det er viktig at arbeidet baseres

på et samarbeid med Trebasert Innovasjonsprogram og gjør bruk av den kunnskapen som er bygd opp gjennom programmet. [Våre uthevinger].

Fokus på økt bruk av tre er også forankret i blant annet stortingsmeldingen Om klimapolitikk (St. meld. 21, 2011-2012), samt stortingsmeldingen om byggepolitikk, 'Bygg for eit betre samfunn' (St.meld. 28, 2011-2012). I sistnevnte stortingsmelding pekes det på behovet for å styrke kompetansen i BAE-næringen. Det foreslås et program kalt Bygg21 som skal legge den overordnede strategien for en slik kompetanse- og kunnskapsutvikling (kap. 3). Videre peker meldingen på behovet for å videreutvikle og styrke fokuset på kvalitet. Av kvaliteter med særlig relevans for kan følgende framheves:

- God arkitektur og byggeskikk skal prege all bygging.
- Økt bruk av miljøvennlige byggematerialer
- Unngå bruk av helse- og miljøfarlige stoff i bygg
- Bygg skal ha et tilfredsstillende inneklima.

1.1. Rammer for oppdraget

Landbruks og matdepartementet (LMD) ba i brev av 25.04.2012 Statsbygg om å gjennomføre en utredning med målsetningen om å framskaffe et kunnskapsgrunnlag for å vurdere hvordan det offentlige kan bidra til å øke bruken av tre. Statsbygg er bedt om å vurdere dette ut fra følgende:

- Samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved økt bruk av tre i offentlige byggeprosjekter
- Økonomiske og administrative konsekvenser ved økt trebruk i det offentlige
- Miljømessige konsekvenser ved økt trebruk i offentlige prosjekter
- Teknologiske konsekvenser (innovasjon og utvikling)

Statsbygg har lagt følgende rammer til grunn for gjennomføringen av oppdraget:

Hovedmål

Skaffe et kunnskapsgrunnlag for å vurdere hvordan det offentlige kan bidra til å øke bruken av tre.

Delmål

- Gi en oversikt over klimaeffekter ved bruk av tre i bygg, blant annet basert på bruken av www.klimagassregnskap.no og metoden som her er benyttet i forhold til å se på effektene gjennom hele byggets og materialets livsløp².
- Generelt vurdere miljømessige konsekvenser ved økt bruk av tre i offentlige prosjekter.
- Beskrive bruk av tre i enkelte andre land/markeder (Sverige, Finland, sydlige Tyskland, Østerrike og Sveits).
- Beskrive dagens hindringer for mer bruk av tre i offentlige bygg.

² Se tekstmals, kap. 2.1, for nærmere omtale av klimagassregnskap.no

- Beskrive særlig utfordringer rundt utvikling av industrielle og kostnadseffektive produkter for urbane bygg og som konstruksjons materiale.
- Utdype om det offentlige kan bidra til nye innovasjonssystemer rundt bruk av tre. Teknologiske konsekvenser (innovasjon, utvikling).

Videre om avgrensning

Utredningens definisjon av 'trebygging' er der tre utgjør hovedandel av materialbruken dvs. primært i konstruksjoner og sekundært i overflater. Siden en uttalt hovedutfordring ved bruk av tre i Norge er den manglende erfaring med bruk av tre i større bygg, særlig i byer (LMD), har denne utredningen i sin gjennomgang av offentlige tiltak valgt særlig å fokusere på tiltak som er antatt å kunne forsterke bygging med framtidig offentlig byggevirksomhet, det vil særlig si tre i større og/eller fleretasjes bygg i byer og tettbygde strøk. Dette knyttes her til begrepet 'urbant byggeri'.

Oppdragets punkt knyttet til 'samfunnsøkonomisk lønnsomhet' har Statsbygg valgt å se i en videre europeisk kontekst. Dette på bakgrunn av at byggenæringen må forholde seg til konkurransereguleringer som knytter an til et europeisk marked, samt at tre- og byggevarerindustrien – slik det vil bli vist i rapporten, er del av næringsstrukturer som også er europeiske. I tillegg er det en utfordring å vurdere samfunnsøkonomiske virkninger av tre i bygg på bakgrunn av nå-situasjonen – særlig gitt manglende datagrunnlag om tre i bygg, slik det vil bli redegjort for senere i denne rapporten.

Utredningsarbeidet har videre basert seg på etablert kunnskap og allerede gjennomført forskning. Delutredningene har slik sett preg av å være kartlegging og analyse av eksisterende kunnskap. Med de ulike problemstillinger og fokus for de fire delutredningene har det blitt sammenstilt et kunnskapsgrunnlag som dekker både de tekniske, økonomiske og samfunnsmessige rammer for bruk av tre i offentlige bygg.

Oppdraget har hatt en avgrenset ramme og ressurser. Det har derfor ikke vært mulig å gå i dybden på alle problemstillinger. På de områder der Statsbygg mener det ville være nyttig med ytterligere kunnskapsinnhenting, er dette synliggjort.

Statsbygg har mottatt sentrale innspill til denne sluttrapporten gjennom tre delutredninger som belyser hhv. tekniske kvaliteter og miljøegenskaper ved tre i bygg- og nasjonale og internasjonale rammebetingelser – samt byggenæringens erfaringer med bruk av tre. I tillegg til delutredningene har Statsbygg innhentet informasjon gjennom eksisterende dokumentasjon, samtaler og møter med nøkkelaktører.

Delutredningene utgjør selvstendige faglige underlag for Statsbyggs sluttrapport, og kan både leses uavhengig av denne og som utfyllende analyser av drøftingene i denne rapporten. Utredningsarbeidets metodiske grunnlag, også gjennom delutredningene, er slik sett bredt sammensatt av dokumentanalyse, informantintervjuer, erfaringsdata, statistiske data og analyse, samt tekniske vurderinger av bruk av tre.

1.2. Gjennomføring

Prosjektet er gjennomført som et utredningsarbeid i regi av Strategi- og utviklingsavdelingen i Statsbygg. Det er både benyttet interne ressurser og innkjøp av bistand til delutredninger. Arbeidet har vært organisert i henhold til seks hovedaktiviteter som har foregått mer eller mindre parallelt.

Aktivitet 1 var et heldags åpnings- og fagseminar, 04.09.12. Seminaret hadde 75 deltakere og var rettet mot bransjen og FOU-miljøene der prosjektets problemstillinger ble drøftet og det ble gitt en rekke innspill fra forskningssiden, treindustrien, byggenæringen og offentlige myndigheter. Innspillene herifra er brukt som grunnlag i denne rapporten.

Aktivitet 2 var utarbeidelsen av rapporter knyttet til klima og miljøeffekter ved bruk av tre. Den ble utført som et oppdrag ved Treteknisk Institutt (Treteknisk 2012). Aktiviteten gir en litteraturoversikt over eksisterende forskning, samt knyttet til analysemetoder fra klimagassregnskapet og LCC beregninger. Rapporten ser på effekter knyttet til produksjon av materialer, forventet levetid av bygg og materialene i bygg og hvordan materialene avhendes eller eventuelt resirkuleres. I tillegg har Civitas AS utarbeidet et notat som analyserer bruk av tre i bygg knyttet til klimagassfotavtrykk, basert på erfaringer med beregninger utført gjennom klimagassregnskap.no (Civitas 2013).

Aktivitet 3 har vært å hente inn erfaringer fra offentlige bygherrer og andre aktører i Norge med fokus på materialvalg – og vektlegger når og hvorfor potensielle løsninger i tre eventuelt blir prioritert lavere enn andre løsninger. Denne aktiviteten ble løst som en delutredning ved Rambøll Norge AS (Rambøll 2012a). Vi har også tatt utgangspunkt i Statsbyggs egne erfaringer.

Aktivitet 4 har fokusert på bruk av tre i enkelte andre land/markeder sammenlignet med det en fant i aktivitet 3. Denne aktiviteten ble utført som en delutredning ved Rambøll Norge AS (Rambøll 2012b). Rambøll valgte, i dialog med Statsbygg, å fokusere på Sverige, Finland, Østerrike, Sveits og Bayern/Tyskland (se Rambøll 2012b og kapittel 5 her).

Aktivitet 5 har vært å beskrive mulighetsrommet for bruk av mer tre i offentlige bygg. Analysen er foretatt som et samspill mellom Rambølls delutredning (Rambøll 2012a) og Statsbyggs interne analyseresurser, og er reflektert i kapittel 6 i denne rapporten.

Aktivitet 6 er avrapportering, og er reflektert i denne sluttrapporten. Den inkluderer Statsbyggs anbefalinger til oppfølging av utredningsarbeidet. Det vil også bli avholdt et avslutningsseminar 08.04.13.

Organisering

Utredningsarbeidet har blitt ledet av Strategi- og utviklingsavdelingen i Statsbygg, med avd.dir. Forskning, miljø og virksomhetsutvikling, Bjørne Grimsrud som prosjekteier, og seniorarkitekt Hilde Herrebrøden som prosjektleder. Denne rapporten er skrevet av Bjørne Grimsrud, Hilde Herrebrøden og seniorrådgiver Jørgen Knudsen.

Det har også blitt opprettet en referansegruppe bestående av:

- Silje Trollstøl, seniorrådgiver, Landbruks- og matdepartementet
- Knut Øistad, avdelingsdirektør; Landbruks og matdepartementet
- Øystein Hauge, spesialrådgiver, Fornyings-, og administrasjons- og kirke departementet
- Krister Moen, prosjektleder, Innovasjon Norge
- Aasmund Bunkholt, daglig leder, TreFokus
- May Helen Balkøy, dir. Strategi- og utviklingsavdelingen, Statsbygg

Referansegruppen har hatt to møter, og har blant annet drøftet utkast til delutredninger og sluttrapport.

1.3. Rapportens oppbygging

Kapittel 2 gir en gjennomgang av kunnskap knyttet til tekniske egenskaper ved tre i bygg med fokus på miljømessige og klimarelevante kvaliteter.

Kapittel 3 gir en oversikt over treindustrien i Norge i dag: Hovedtrekk ved næringsstruktur, geografisk og økonomisk – samt samspillet med bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE) i Norge.

Kapittel 4 gir en drøfting av erfaringer fra sammenliknbare land i Europa.

Kapittel 5 gir en oversikt over sentrale erfaringer med bruk av tre som er innhentet hos offentlige byggherrer. Kapitlet gir også en oversikt over sentrale rammebetingelser, og drøfter også sentrale barrierer og drivkrefter slik dette er erfart i byggherreorganisasjonene.

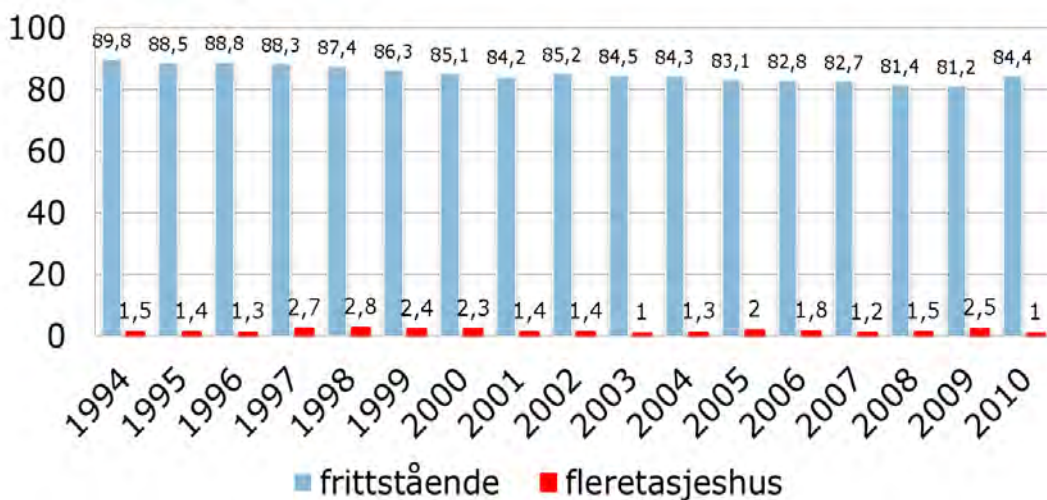
Endelig gir kapittel 6 en samlet drøfting av betingelser for økt bruk av tre i offentlige bygg, og avsluttes med anbefalinger til oppfølgende tiltak.

I tillegg til denne sluttrapporten kan også delutredningene, omtalt ovenfor, leses i sammenheng med analysene her. Delutredningene er tilgjengelig på www.statsbygg.no.

2 Tre som bygningsmateriale

I 2011 ble det bygd ca. 9,3 mill. m² nybygg i Norge. Dette fordeler seg med henholdsvis ca. 3,8 mill. m² boliger, og ca. 5,5 mill. m² 'annet' (i hovedsak næringsbygg) (SSB 2013). Dette er på nivå med gjennomsnittet for den foregående 5 års-periode. I tillegg blir et betydelig antall kvadratmeter bygg rehabilitert.³ Nesten all nybygging har de siste år foregått i byer og tettbygde strøk (Sintef, 2007). Vi vet for lite om hva slags byggemateriale som brukes i de ulike byggtypene i Norge i dag. Det mangler historiske data på faktisk bruk av tre i bygg i Norge (jf. SSB 2013). Det har ikke lyktes i dette utredningsarbeidet å framskaffe slike data, verken historisk eller for dagens situasjon (ibid.). Fra Finland vet vi imidlertid at det går et meget markant skille i materialbruk mellom småhus og fleretasjes hus (se figur 1)

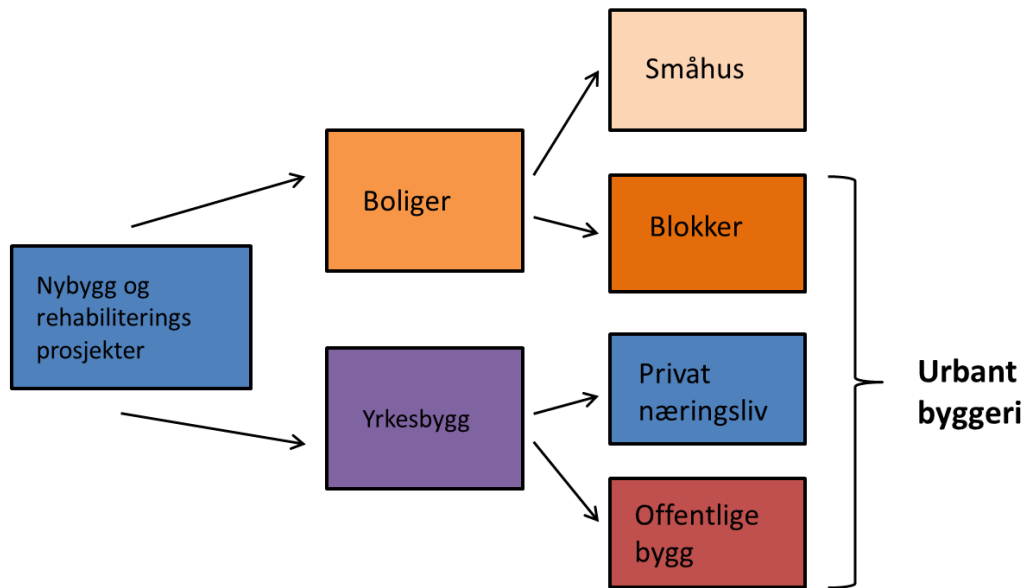
Figur 1: Markedsandel for tre i bæresystem i bolighus bygget i Finland (fra Rambøll. 2012b, s. 19):



For vår analyse har vi derfor funnet det nyttig å, slik Figur 2 illustrerer, dele markedet inn i småhus; som det private bygge markedet for boliger og hytter på den ene siden og urbant byggeri dvs det profesjonelle markedet med større bygg og bygg med flere etasjer på den andre siden. 'Urbant byggeri' er imidlertid ikke avgrenset til geografisk lokalisering i byer og større tettsteder, og vil omfatte typiske offentlige bygg en også finner andre steder; det vil si yrkesbygg av en viss størrelse som skoler, rådhus, helse- og omsorgsbygg. Urbant byggeri skiller seg fra småhus både i forhold til bruk av materialer, tekniske løsninger og i stor utstrekning i forhold til hvilke leverandører, entreprenører og rådgivere som betjener markedene.

³ Det finnes ikke statistikk knyttet til totalt areal nasjonalt når det gjelder rehabilitering (jf. SSB 2013).

Figur 2: Illustrasjon av markedet for trevarer fordelt på boliger og yrkesbygg



For den videre analysen legges derfor til grunn at det er naturlig å se på bruk av tre som materiale og tiltak knyttet til dette ut i fra en antakelse om et todelt marked. I det ene markedet, småhus, står trematerialer sterkt og det er bred kunnskap i verdikjeden og en differensiert leverandørindustri. Denne rapporten vil derfor videre konsentrere seg om å analysere tilstanden i det urbane markedet gjennom å se på tilstanden innenfor offentlig byggeri. Det antas med andre ord at erfaringer fra offentlig byggeri har relevans for hele det urbane byggeri og at tiltak knyttet til offentlig byggeri har en tilsvarende relevans.

2.1. Beregning av klima- og miljøeffekter av materialvalg i byggeprosjekter

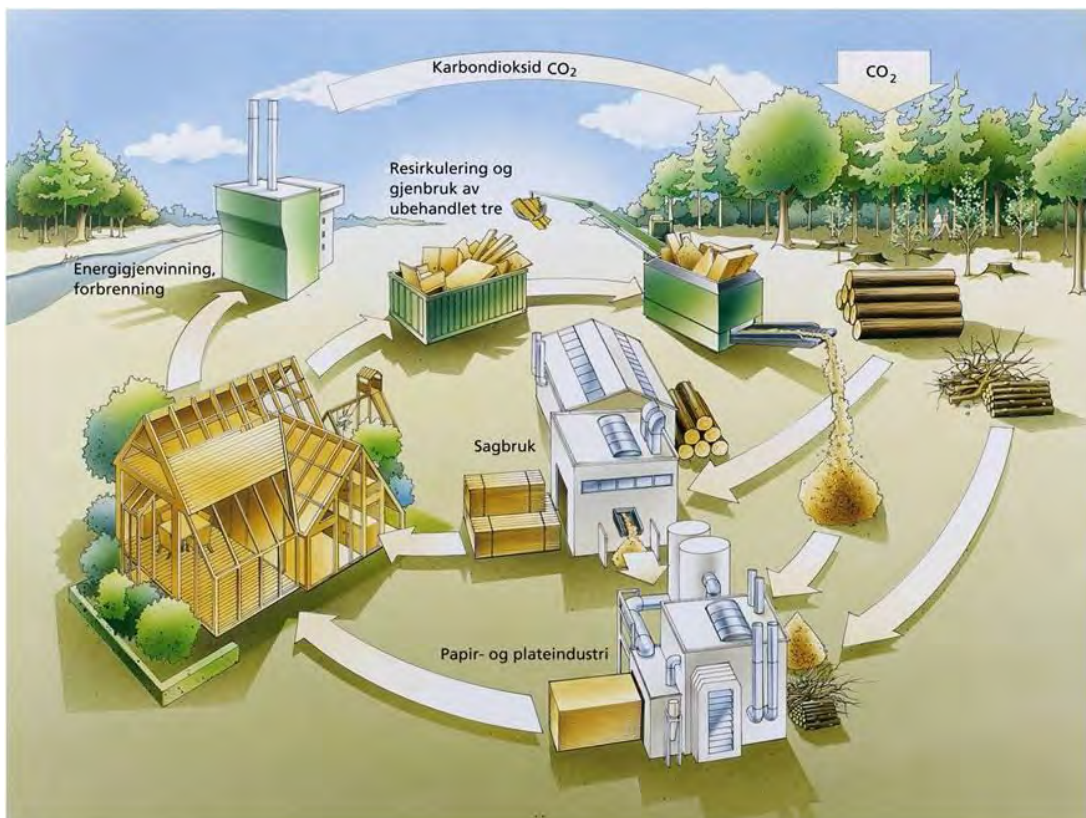
Vanligvis er det kun direkte utslipp (knyttet til energibruk) som en fokuserer på når det gjelder bygg. Det er imidlertid en rekke indirekte utslipp, som er en følge av bransjens virksomhet og byggenes drift og bruk, som ikke er inkludert i den nasjonale statistikken over klimagassutslipp (Statsbygg 2008, s. 21). 'Indirekte utslipp' er de klimagassutslipp som oppstår som følge av energibruk anvendt til produksjon av materialer, enten innenlands eller utenlands, og produksjon av elektrisitet til driften av byggene (el-spesifikt og oppvarming som produseres utenfor bygget), transport for brukerne av bygget, mv. (ibid.).

Miljøbelastninger og energibruk knyttet til drifts-, vedlikehold og utviklingsfasene (FDVU) har stor, og av og til større betydning enn produksjonsfasen for ulike materialer. Det er for eksempel viktig å se på bygget og byggevarens levetid (utskiftninger og vedlikehold) (Haapio og Viitaniemi, 2008, Klunder 2002, Erlandsson og Borg, 2003), og/eller om produktet er gjenvinnbart eller ikke (Peterson og Solberg, 2002). Et ytterligere perspektiv er byggematerialenes innvirkning på et byggs totale energibruk i bruksfasen gjennom blant annet isolasjonsevne.

I tillegg har enkelte byggematerialer den effekten at de binder CO₂. Betong gjør dette gjennom det som kalles karboniseringsprosessen. Effektene av dette er imidlertid usikre også fordi denne prosessen samtidig reduserer andre ønskede egenskaper ved betongen. (se avsnitt om betong)

Når det gjelder trematerialer vet vi at skog og skogsjord utgjør viktige karbonlagre ('sinks') som bidrar til å begrense utslipp av klimagasser. Trær som vokser tar opp CO₂ fra atmosfæren og bygger på den måten store karbonlagre (KLIF m.fl. 2010: 183). Når skog hugges og trevirket forbrennes eller brytes ned biologisk, frigjøres karbon i form av CO₂.⁴ Effektene av karbonlagring i tre er heller ikke tatt med i analysene under. Også her mangler det data og verktøy for å gjøre dette.

Figur 3: Trevirkets kretsløp i et livsløpsperspektiv (Illustrasjon: CEI-Bois/Treindustrien).



Under partskonferansen i Durban i 2011 ble det enighet om bestemmelser om hvordan man kan regne med karbon som er lagret i langlivede treprodukter (Harvested Wood Products; HWP), der det nå åpnes for at en i større grad skal kunne regnskapsføre utslippet i forhold til det faktiske utslippstidspunktet. Dette vil kunne slå positivt ut når det gjelder bruk av tre som bygningsmateriale, hvor karbonet blir lagret i hele produktets levetid (ibid.).

⁴ I Norge har det vært en situasjon der tilveksten har vært høyere enn hogsten, og derfor har vi hatt et nettooptak av karbon i skog (ibid.). For perioden 2005-10 viser det nasjonale klimagassregnskapet at norsk skog hadde et nettooptak på 25-30 mill. tonn CO₂, noe som tilsvarer litt under halvparten av de totale, årlige klimagassutslipp nasjonalt (jf. KLIF m.fl. 2010).

Verktøy

For å kunne analysere klimaeffekter av ulike materialvalg i bygg trenger vi data og verktøy. Det viktigste datagrunnlaget er det som kalles EPDer. De enkelte materialers klimaeffekter, dokumenteres gjennom standardiserte metoder omtalt som Environmental Product Declarations (EPD). Disse er basert på livsløpsvurderinger ('life cycle assessments'; LCA; se tekstboks under). I Norge er prosessen med utvikling og bruk av LCA-dokumentasjon og EPDer kommet godt i gang både gjennom arbeidet til EPD-Norge, og ved at Statsbygg og andre større aktører aktivt bidrar til å etterspørre og stille krav til EPD-er for byggematerialer, samt klimagassberegninger, for nye byggeprosjekter (Østfoldforskning, 2013)⁵.

Environmental Product Declaration (EPD)

En EPD, eller en miljødeklarasjon, er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til et produkt på en standardisert og objektiv måte. EPD brukes både i norsk og internasjonal sammenheng. Miljødeklarasjoner bygger på livsløpsvurderinger av miljødata fra råvareuttak, produksjon, bruksfase og avhending. Her angis for eksempel hvor mye og hva slags energi som er medgått til å framstille produktet, om produktet kan resirkuleres og om det er basert på fornybare ressurser. Her kan man også få oversikt over produktets klimagassutslipp. Det er utviklet to ISO-standarder (ISO 14025 og ISO 21930) for hvordan EPD skal utarbeides og se ut. Arbeidet med EPD'er i Norge administreres av Næringslivets stiftelse for miljødeklarasjoner; EPD-Norge.

Se også: www.epd-norge.no

For å kunne avveie ulik materialbruk, og også gevinster ved bruk av mere materiale opp mot redusert energibruk, er i dag klimagassregnskap.no det mest brukte verktøyet i Norge. Til grunn for dataene i klimagassregnskap.no ligger det en generisk (europeisk snitt) verdi for klimagassutslipp knyttet til produksjon av de ulike materialene. Videre ligger det referansebygg som tar utgangspunkt i standard løsninger knyttet til anvendelse av materialer i for eksempel vegger og dekker. Referansebygget er et modellbygg basert på "dagens typiske materialvalg" for ulike byggkategorier.

Med utviklingen mot mer klima- og miljøvennlige materialer som følge av miljøkrav vil referanserammen hele tiden være i bevegelse. Med økende fokus på klimagassutslipp vil forbedringen av alle materialer komme raskere enn det som har vært situasjonen til nå. Gjennom utviklingen av klimagassregnskap.no har det vært en sentral erfaring at det stadig utvikles nye "lav-karbon" produkter på bakgrunn av økt konkurranse om å svare på miljøutfordringene (jf. Civitas 2013). Dette gjør at det er viktig at sammenligninger gjentas og at relevante modeller og beregningsverktøy oppdateres jevnlig (ibid.).

Resultater herifra viser at det pr. i dag er utslipp fra energibruk til oppvarming/kjøling mv. som dominerer klimagassutslipp relatert til bygg. Imidlertid er det påvist at jo mer energieffektive bygningene blir (jf. varslet ved innskjerping av krav i Byggteknisk forskrift, i

⁵ Statsbyggs miljømål for 2011-14 er å stille krav til dokumentasjon i form av EPD til minimum 10 produkter i forskjellige produktgrupper, ut fra produktets betydning og omfang. Det mest miljøvennlige produktet tilstrebes valgt (Statsbygg 2013).

kommende innskjerpnings for 2015 og 2020) jo større betydning får utslipp knyttet til materialbruken i bygget. Dette er også drøftet og dokumentert i en rekke studier.⁶

www.klimagassregnskap.no

Statsbygg har sammen med Civitas AS utviklet klimagassberegningsverktøyet www.klimagassregnskap.no som første gang ble lansert i 2007. Dette er en gratis, web-basert modell for klimagassberegninger for bygg og byggeprosjekter. Modellen gir mulighet til å beregne byggets klimaspor eller karbonfotavtrykk, og tar utgangspunkt i en livsløpsberegning. Modellen vektlegger et helhetlig perspektiv der bygget er satt som sentrum for beregningene. Utslippsberegningene inkluderer materialbruk, energibruk i driftsfasen, transport i driftsfasen, samt energibruk og transport i byggefasen. Modellen kan benyttes både som planleggings- og dokumentasjonsverktøy. klimagassregnskap.no kan benyttes til å undersøke hvilke kilder som bidrar mest, og hvilke tiltak og endringer som vil redusere utslippene. Når et bygg er ferdig prosjektert kan klimagassregnskap.no benyttes til å dokumentere oppnådde utslippsreduksjoner, og absoluttnivåene kan sammenliknes med andre tilsvarende prosjekter. Fra 2011 skal alle nybyggprosjekter i Statsbygg gjennomføre klimagassberegninger. Klimagassregnskap.no inngår blant annet som del av det statlige utviklingsprogrammet Framtidens byer, FutureBuilt (bygg for fremtiden i Drammen, Oslo og Bærum), samt i miljøklassifiseringsordningen BREEAM-NOR.

2.2 Klimadata om tre som byggemateriale

Treverk inngår som råmateriale inn i flere byggeprodukter som bjelker/bærende konstruksjoner, gulv, panel, sponplater, vinduer, dører og lignende. På EPD-Norges hjemmesider ligger det miljødeklarasjoner på flere byggeprodukter av tre, som I-bjelker, trepanel, trekledninger, massivtre-elementer og limtrebjelker. Klimabelastning varierer mellom ulike produkter mellom råvareuttak, produksjon og transport over produktenes levetid.

Råvareuttak og produksjon

Tre er et naturlig og fornybart råmateriale som vil variere i egenskaper og kvaliteter fra tresort til tresort, hogststed (klima) og andre utenforstående faktorer. Tre har en viktig rolle i økosystemet, ved at det tar opp CO₂ fra atmosfæren (se ovenfor)

Tre har sammenlignet med andre materialer lite klimagassutslipp knyttet til produksjon, og mye av energien som benyttes til produksjon er bioenergi i form av bark og flis (jf. Treteknisk 2012). Utslipp direkte fra industrien er dominert av utslipp fra internttransport (ibid.).

Bearbeidede treprodukter i markedet har stor variasjon i klimagassutslipp (Treteknisk, 2012), og figuren under viser CO₂ utslipp for ulike kledningsmaterialer på markedet.

⁶ Studier der det er tatt hensyn til energibruk i bruksfasen konkluderer i stor grad med at klimabelastningen er størst i bruksfasen (Gerilla et al., 2005, Zhang et al., 2007, Haapio et al., 2008b, Gonzales og Navorro, 2006, Guggemos og Horvath, 2005, Bribián et al., 2009, Ortiz et al., 2009). Unntaket er moderne lavenergibygninger der materialvalg har større betydning (Treloar et al., 2001, Yohanis og Norton 2002, Hubermann og Pearlmutter, 2008, Sartori og Hestnes, 2007).

Figur 4: Klimasporet av ulike treprodukter brukt som kledning. Dataene er basert på miljødeklarasjoner (EPD). Kilde: Treteknisk institutt



Bruksfase

Tre blir i stor grad påvirket av fukt og kondens, og det er vanlig at tre eksponert mot overflate må vedlikeholdes med jevne intervaller i løpet av byggets levetid for å hindre nedbrytning og annen kvalitetsforringelse.

Ubehandlet tre har liten miljøpåvirkning, men miljøegenskapene kan endres ved bruk av maling, beis og impregnering. Miljøpåvirkningen direkte til utemiljø knytter seg i hovedsak til utslipp eller utlaking fra overflatebehandlingen. Relevante miljøaspekter ved bruk av tre innendørs er knyttet til opplevelse av materialet, emisjon/lukt, fuktstabilitet, termisk masse og taktile egenskaper (Treteknisk, 2012).

Avfallshåndtering

Generelt i LCA-analyser, som inkluderer avfall og at avfallsprodukt benyttes til energiformål, forutsettes det at en annen energibærer erstattes. I så fall har forutsetningen om hvilken energibærer som erstattes stor innvirkning på resultatet (Raadal et al., 2009). Her vil det for eksempel være stor forskjell på om det som erstattes er gjennomsnittlig elektrisitetsmiks eller fjernvarmemiks, eller om en har en marginal betraktning og at det forutsettes at det er oljefyring som erstattes. Treprodukter kan gjenvinnes som bioenergi og derigjennom bidra til reduserte klimagassutslipp. (se f.eks. Gustavsson og Sathre, 2006). Forutsetningen om hvilken energibærer som erstattes kan være avgjørende for om tre har mindre klimabelastning enn et annet materiale (Petersen og Solberg, 2002). I sammenligninger med andre materialer, vil det være naturlig å bruke gjennomsnittlig energimiks.

Brenning av trevirke etter bruk kan forårsake høyere påvirkning på miljøkategoriene forsurening og overgjødning (eutrofiering) enn andre byggematerialer til tross for at energien utnyttes. I studier der det forutsettes at trevirke sendes til deponi etter bruk, gir dette store

metanutslipp og kan ha stor påvirkning på resultatene (Werner og Richter, 2007). I Norge er det ikke lengre lov å deponere slikt materiale, og byggematerialer vil forbrennes eller gjenvinnes/gjenbrukes. Dersom brukte treprodukter benyttes inn i nye trebaserte produkter som for eksempel spon- og fiberplater (heltre også gjenbrukes til nye produkter), vil man i LCA-en for det nye produktet ikke inkludere miljøbelastningen for uttak av skogvirke for den gjenvunne innsatsfaktoren.

Impregnert trevirke kan medføre høyere belastning for toksiske effekter og/eller fotosmog (Werner og Richter, 2007). Mesteparten av avhendet trevirke er behandlet med enten kreosot eller salter av tungmetaller og er derfor farlig avfall, og skal ikke blandes sammen med annet avfall. Nytt impregnert trevirke som er kobberimpregnert er ikke farlig avfall, men det er svært vanskelig å skille fra annet impregnert trevirke. Det leveres derfor per i dag inn som farlig avfall (Klif 2011).

LCA-tekniske utfordringer knyttet til tre som byggemateriale

CO₂ som er tatt opp av treet under vekst, og som senere slippes ut i atmosfæren når treet sendes til energiutnyttelse etter bruk kalles biologisk CO₂ (i motsetning til fossil CO₂), og er ofte ikke inkludert i beregningene. Dette kan begrunnes med at CO₂ som tas opp allerede er i atmosfæren og vil før eller siden slippes ut igjen. Dermed øker ikke andel CO₂ i atmosfæren og den naturlige syklusen forstyrres ikke. Dersom biologisk CO₂ inkluderes i LCA, vil dette ha stor innvirkning på resultatene (Lyng et al., 2010). Det kan forandre konklusjonen ved sammenligning av materialer der en ikke har opptak av CO₂ i livsløpet. Det er knyttet en del usikkerhet til opptak og utslipp av CO₂ i skog, som blant annet avhenger av omløpstiden til skogen (Nilsen et al., 2008).

Treets karbonlagringseffekt og totale LCA regnskap er sterkt avhengig av bruksfasen og i hvilken grad materialene vedlikeholdes/ikke utsettes for nedbrytning.

2.3. Klimadata om andre byggematerialer

Betong

Betong brukes ofte i bærende konstruksjoner (søyler og bjelker), etasjeskiller, dekker og veggelement. Analyser av sement, 'fra- vugge-til-grav', viser at det er stor variasjon i utslipp av klimagasser fra ulike sementprodusenter, og at klinkerproduksjonsprosessen gir størst belastning i produksjonen (Chen et al. 2010).

På EPD Norges hjemmesider finnes det miljødeklarasjoner av flere ulike betongprodukter, som hulldekkeelement, betongbjelke og veggelement. Både EPD for hulldekkeelement med funksjonell enhet 1m² og EPD for armert betongbjelke og for DT-element med funksjonell enhet 1 tonn viser at den største klimapåvirkningen oppstår ved produksjon av råvarer (Vold 2007, Schakenda 2010, Vold 2010). Alle tre deklarasjonene omfatter hele levetiden til produktene.

Råvareuttak og produksjon

Klimabelastningen fra produksjon av betong er derfor avhengig av energibærer (Hubermann og Pearlmutter, 2008). Under oppvarmingsprosessen slippes det i tillegg ut CO₂ fra råmaterialene, noe som fører til at deler av klimabelastningene er direkte prosessutslipp.

Deler av klinkeren i sement kan erstattes med alternative råvarer som kalksteinsmel og flyveaske. I PCR for betong defineres kalksteinsmel og flyveaske som materialer som resirkuleres fra et annet system. Det er mulig å bruke resirkulert betongaggregat inn i produksjonen, men klimagevinsten av dette er ikke godt utredet og kan i stor grad avhenge av hvor langt de gjenbrukte materialene transporteres (Marinkovic et al., 2010). I EPD defineres produksjonen av gjenbrukte materialer å tilhøre forrige produktsystem, og miljøbelastningene knyttet til produksjon av disse materialene vil da ikke inkluderes i EPD'en for det deklarererte betongproduktet. Dette vil gi en gevinst for produsenter som gjenbruker materialer sammenlignet med produsenter som ikke gjør det.

Det pågår et industriprosjekt for CO₂-fangst i Norge i regi av Norcem, HeidelbergCement, ECRA (European Cement Research Academy) og Tel-Tek (CCS-forskningsinstitutt). Prosjektet skal utrede muligheten for å bygge et småskala fangstanlegg for CO₂ hvor det skal prøves ut ulike fangstteknologier for å finne den mest optimale for sementindustrien. Det forventes oppstart av fangstanlegget i 2013. Målet er på sikt å oppskalere til 100.000 t CO₂/ år.

Bruksfase

Betongprodukter har lang levetid og trenger lite vedlikehold. Betong er dessuten et tungt byggemateriale og har potensial for å lagre varme og en termisk treghet. Det betyr at varme fra aktiviteter i bygget (oppvarming, lys og menneskelige aktiviteter) kan lagres i betongen og frigis når temperaturen synker. Tas det hensyn til dette i en analyse, vil energibehovet for varming og kjøling til bygget i bruksfasen reduseres. Disse egenskapene benyttes til passivhus/aktivhus. Det er nødvendig med god styring av oppvarming, kjøling/ventilasjon, solavskjerming og nattkjøling i slike bygg.

Avfallshåndtering

Betong har liten grad av klimagassutslipp i avhendingsfasen, da det er et inert materiale som brytes ned i et veldig lavt tempo. Mesteparten av massene fra riving anses også som rene. Slike masser kan egne seg til utfyllingsformål på deponier, veier, grøfter, parkeringsplasser eller kan brukes i ny betong. Betong- og tegl kan imidlertid være forurenset av miljøgifter. Avfall som inneholder vesentlige mengder miljøgifter som PCB og andre farlige stoffer kan ikke gjenbrukes.

LCA-tekniske utfordringer knyttet til betong som byggemateriale

I et miljøperspektiv fokuseres det ofte på utslipp av CO₂ ved produksjon av sement. Imidlertid vil mye av CO₂ tas opp igjen i materialet gjennom det som kalles karbonatiseringsprosessen. Karbonatisering er en kjemisk reaksjon mellom herdet betong og karbondioksid. Prosessen foregår i all betong som er eksponert for karbondioksid, det vil si at reaksjonen ikke foregår på betong under vann eller betong påført et lufttett sjikt

Det er imidlertid vanskelig å måle CO₂-opptaket i betong og en rekke faktorer er avgjørende, som betongtetthet, type sement, klima, temperatur, fuktighet, tid osv. Dersom betongen knuses ned i en gjenvinningsprosess og betongen eksponeres og gjenbrukes, vil opptaket av CO₂ øke grunnet større overflate (Pommer og Pade, 2005, Collins, 2010). Resultatene spriker fra 13 til 70 % CO₂-opptak i betong over en 100 års levetidsbetraktning. Det skyldes bla usikkerhet omkring karbonatiseringshastigheten ved ulike randbetingelser som beskrevet. Mekanismen er det ingen tvil om - betong karbonatiserer - men kinetikken er ikke fullstendig

kartlagt og det pågår stadig forskning og analyser på feltet. Ser man derimot over et langt nok tidsperspektiv vil all betong karboniseres fullstendig dvs. all CaO i betongen vil ta opp CO₂ fra luft eller vann og danne CaCO₃. Collins anbefaler å ta hensyn til karbonopptak ved LCA av betongbygg ved å beskrive scenarier for avfallshåndtering og knusing av betong etter byggets levetid.

Stål:

Stål inngår i byggeprodukter som bærende konstruksjoner/bjelker og armering i betong. Analyser av bygg med stålkonstruksjoner som inkluderer energibruk under drift av bygget, viser at byggets bruksfase har størst klimapåvirkning (Zhang et al., 2007, Guggemos og Horvath, 2005).

På EPD Norges hjemmesider finnes det flere miljødeklarasjoner av stålkonstruksjoner. Disse presenterer klimagassutslipp over hele levetiden med funksjonell enhet 1 kg stål i 60 år, og viser at uttak av råvarer representerer den største klimabelastningen. Det er her ikke inkludert noen aktiviteter i bruksfasen (Fossdal 2007a, Fossdal 2007b, Fossdal 2007c).

Studier som tar hensyn til andel gjenvunnet materiale i produktet, og gjenvinning av produktet etter bruk, viser at dette har stor innvirkning på total klimapåvirkning. Dersom gevinsten ved at stålprodukter, som sendes til gjenvinning, inkluderes i analysen ved at stålet erstatter helt eller delvis jomfruelig malm, kan dette være avgjørende for om stål gir lavere klimagevinst enn andre byggematerialer (Petersen og Solberg, 2002).

Tradisjonell byggeplass med bruk av stål og betongkonstruksjoner. IFI 2 Lund Hagem arkitekter, Foto: Statsbygg



Råvareuttak og produksjon

Stål produseres enten fra jomfruelig jernmalm eller fra skrapjern, og er en legering med jern og karbon som primære legeringselementer. Omtrent 50 % av stålfremstillingen i verden er basert på resirkulert materiale, og jernmalm brukes bare for å fylle opp for den økende etterspørselen (Eurofer, 1995).

Fremstilling av stål krever en del energi, og klimabelastning fra stålproduksjon er derfor sterkt avhengig av energibærer. I tillegg har det stor betydning om produktet er produsert fra gjenvunnet materiale eller jomfruelig malm. Det har stor betydning på resultatene om det antas at denne erstatter gjenvunnet stål, jomfruelig stål eller en miks. (Petersen og Solberg, 2002). Per i dag oppfattes ikke jern som en begrenset ressurs.

Bruksfase

Stål er et bestandig materiale med lite behov for vedlikehold. Materialet er dessuten et materiale som ikke brenner, trekker vann, sveller, krymper eller vrir seg. (Norsk stålforbund, 2011).

Avfallshåndtering

Bærende konstruksjoner i stål kan demonteres. Erfaringer viser at nesten alt stål blir samlet inn ved riving av bygg (Eurofer 1995). Metallet kan gjenvinnes og brukes enten i nye byggekonstruksjoner eller i andre materialer. Metallet degraderes ikke ved gjenvinning og det kan derfor gjenvinnes flere ganger. I studier som tar hensyn til at stål som sendes til gjenvinning erstatter jomfruelig eller delvis jomfruelig materiale (gevinst for unngåtte utslipp), har dette stor betydning for resultatene (Petersen og Solberg, 2002).

LCA-tekniske utfordringer knyttet til stål som byggemateriale

Innsamling av spesifikke data hos stålprodusenter er ofte vanskelig, da bransjen har inngått en avtale om at det bare skal oppgis data for hele bransjen. Dette gjør at analyser på stål som byggemateriale i stor grad er basert på gjennomsnittlige data. I mange tilfeller kan ikke innkjøpere vite hvilken leverandør stålet kommer fra. LCA-studier av betong og tre benytter i større grad spesifikke data.

Isolasjonsmaterialer:

Isolasjonsmaterialer finnes i mange varianter, som glassull, steinull og polymerbaserte materialer som ekspandert polystyren (EPS), ekstrudert polystyren (XPS) og polyuretan (PUR). I de senere år er det også blitt introdusert bio-baserte isolasjonsprodukter. For isolasjonsmaterialer vil bruksfasen av bygget representere den største klimapåvirkningen, siden funksjonen til materialet direkte er knyttet til energibruk i bygget (Schmidt et al., 2004, Papadopoulou og Giama, 2007). Resultatene ved sammenligning av isolasjonsmaterialer avhenger derfor i stor grad av den funksjonelle enheten, om den for eksempel er knyttet til per kg isolasjonsmateriale, eller om den er knyttet til isolasjonsevne over en definert levetid (Schmidt et al., 2003).

Råvareuttak og produksjon

Klimabelastning knyttet til produksjon av isolasjonsmaterialer – vugge til port – er spesielt avhengig av type og mengde energibærer og grad av gjenvunnet materialer (ikke-jomfruelige) som benyttes.

Bruksfase

Isolasjonsprodukter påvirker energibruk i bygninger gjennom å bidra til regulering av energibehov til oppvarming og evt. kjøling.

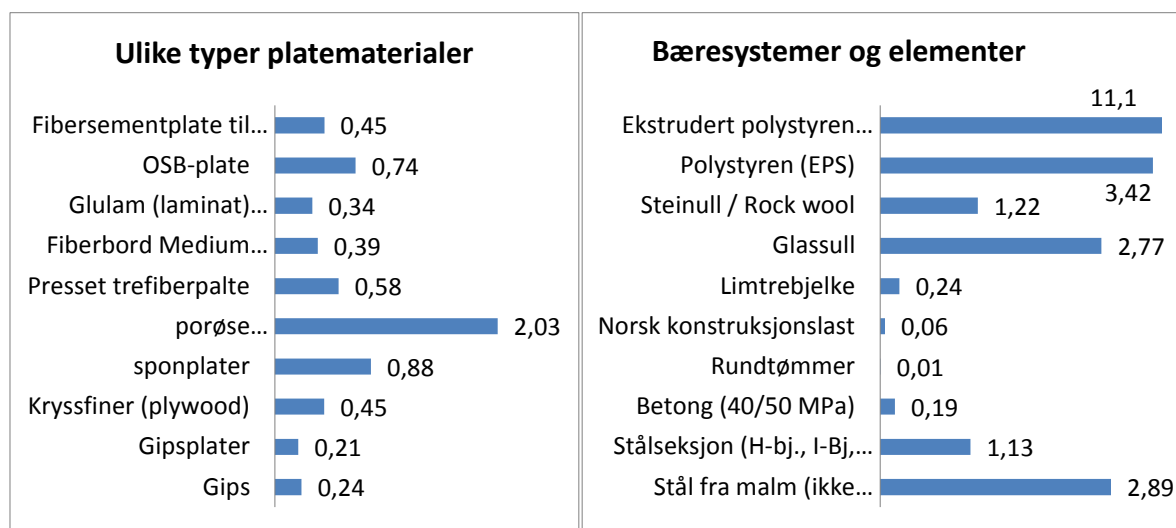
Avhending

Isolasjonsmaterialer kan benyttes som fyllmasse i konstruksjoner etter bruk, sendes til energiutnyttelse eller gjenvinnes, avhengig av materialtype. Klimabelastning fra avfallshåndtering av isolasjonsmaterialer er avhengig av materialtype og avfallshåndteringsmåte.

2.4 Klimavennlige konstruksjoner

Det er først ved sammenligning av bygningsdeler det vil framkomme hva som er mulig klimagassutslipp ved substitusjon (Civitas, 2013).⁷ Hvordan en velger å bruke tre i bygget er derfor avgjørende for klimaeffekten. For å vise dette har vi tatt fram to sammenligninger, en på bæresystemer og elementer (til venstre) og en på plantematerialer (til høyre).

Figur5 Klimagassutslipp for ulike bygningsmaterialer gitt med generiske verdier. Kg CO₂ –ekv/kg materiale (Civitas, 2013)

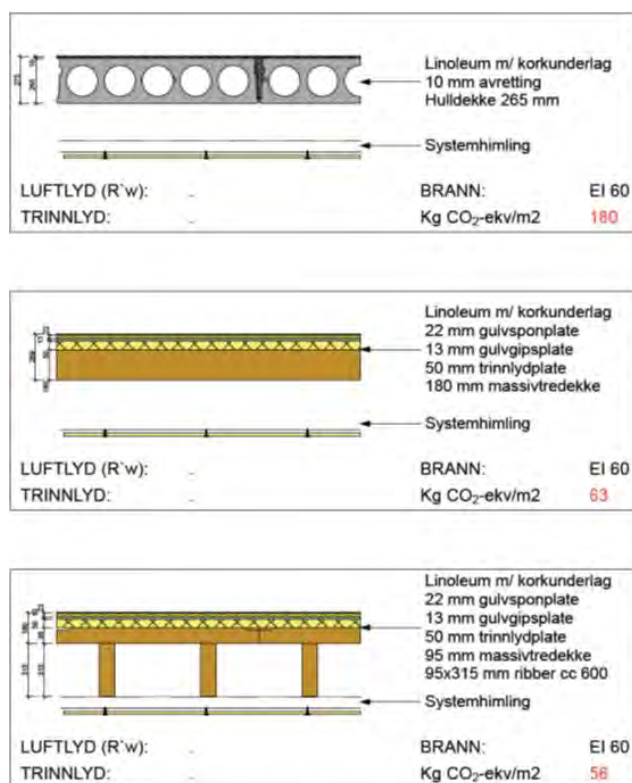


En utbredt oppfatning av hva som er trearkitektur i Norge er bygg der treet synes. Dataene over tyder på at en bør tenke annerledes. I Sverige er det i den senere tid etablert en tilnærmet motsatt holdning, at tre er noe man bygger med og overflatematerialer tilpasses hva som er hensiktsmessig ut fra estetikk, funksjonalitet og vedlikeholdsmessige behov. Dette er ikke nødvendigvis noen motsetning, men det kan være relevant å fokusere på faktiske egenskaper til tre i prosjektutvikling ut fra hvor treet egner seg i det gitte prosjekt.

Figuren under viser et konkret eksempel på en slik sammenligning. Det viser at klimagassutslippet ved trekonstruksjon med samme krav til dekketykkelse, brann og lyd kan ha ca 1/3 av utslippet som en betongkonstruksjon.

⁷ Sammenligning av tre med andre materialer gjøres i dag ut fra mengde materiale i tonn eller ved å sammenligne bygningsdeler. Førstnevnte metode er mye anvendt i publikasjoner, men sier lite om hvor stor mengde som må inngå i et bygg da volum og vekt vil variere mye mellom materialtyper

Figur 6: Klimagassvurdering for ulike løsninger for dekkekonstruksjon til Åsveien skole basert på KGR versjon 3 (Eggen Arkitekter & Trondheim kommune, 2012)



I notat fra Civitas (2013), om erfaringer i bruk av klimagassregnskap.no, oppsummeres det ut fra de prosjekter der tre har blitt vurdert opp mot andre materialer, at hovedregelen er at økt bruk av tre gir klimagassreduksjoner. Men i noen tilfeller kan det føre til det motsatte bla. ved bruk av limtre i bjelker og søyler i stedet for betong og stål.

Figur 7: Tabell som viser sammenlikning av betong/stål-alternativ med et tre-alternativ i ulike bygningsdeler. Begninger gjort i klimagassregnskap.no v4 tidligfasemodulen.

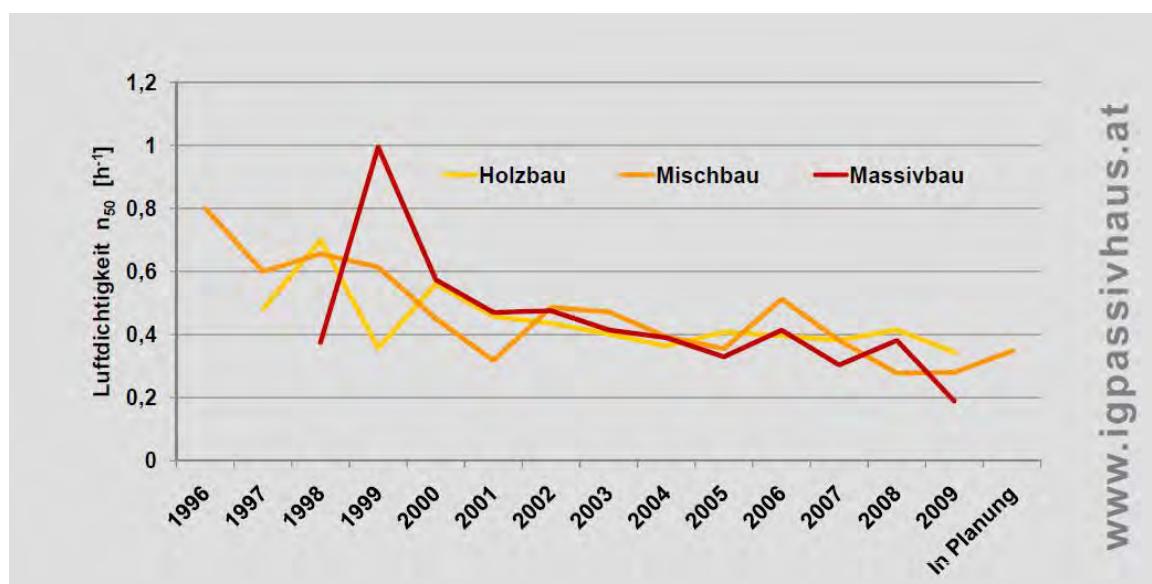
Bygningsdel	Betong/stål-alternativet	Tre-alternativ	Utslipps- endring % (tre/ref.)	Utslippsendring tonn CO ₂ -ekv. (tre minus ref.)
Bæresystem	Andelen søyler og bjelker er ca 50/50. Søyler: 90% betong og 10 % stål. Bjelker: 80% betong og 20% stål	Andelen søyler og bjelker er ca 50/50 Søyler: 90% limtre og 10 % stål. Bjelker: 80% limtre og 20% stål	+ 8,8	+ 5,9
Yttervegg	Av yttervegg over mark: Betongvegg i 31 %; 40/50 MPa, 0% FA Vinduer/dører 61%; 100% Al karm	Av yttervegg over mark: Klimavegg 31 %: Trestenderverk Vinduer/dører 61%: 100 % trekarm	- 58 - 92	- 58,4 - 9,7
Fasade	Teglstein på 31% av yttervegg	Trepanel på 31% av yttervegg	- 74	- 7,5
Innervegg	71 % murvegg med puss og vannbasert maling	71 % trestenderverk med panel og vannbasert maling	- 44	- 46,4
Dekker	Betongdekke: 265 mm HD-element 40/50 MPa, 0% FA, 25 mm steinull trinnlydplate, avretting	Trebjelkelag 48x223mm, 150 mm steinull, trinnlydplater og avretting	- 93	-336,5

Yttertak	220 mm HD-element 40/50 MPa,0% FA, steinull og dampsp.	Takstol i tre, steinull, dampsp., undertak i panel	- 50	- 31,3
Sum			- 40	- 485

Passivhusløsninger og 'massiv-passiv'

I byggebransjen fokuseres det for tiden mye på passivhusløsninger, og tre blir i enkelte sammenheng framstilt som et dårlig egnet bygningsmateriale på grunn av termiske egenskaper. Rambøll skriver i sin rapport (2012 a) at dette i stor grad skyldes at bindingsverksvegger blir likestilt med massive konstruksjoner. En undersøkelse foretatt i Østerrike av ca 750 passivhus dokumenterte et lekkasjetall for alle registrerte passivhus med et gjennomsnitt på 0,41/h. Resultattall er sunket over tid og viser etter 2001 ikke store forskjeller mellom ulike konstruksjonsmetoder. (SINTEF, 2012)

Figur 8 Lekkasjetall (trykktestresultater) i dokumenterte passivhus i Østerrike, delt opp etter konstruksjonsmetode (gult: trehus; rødt: massive hus – stein eller betong; oransje: blandet konstruksjon – f.eks. bærende betong med utfyllende bindingsverk av tre). Grafen viser gjennomsnittstall i ulike år. (SINTEF, 2012)



Massivtre er benyttet i flere prosjekter med passivhusstandard (eks. enebolig Skøyen i Oslo, Idrettsparken Rena). Det er imidlertid behov for mer dokumentasjon generelt knyttet til ulike løsninger for passivhus.

2.5 Andre miljømessige og tekniske aspekter ved bygging i tre

Helseeffekter og innemiljøkvaliteter

I Norden oppholder vi oss ca 90 % av tiden innendørs (Arbeidstilsynet, 2006) og hvilken effekt ulike bygningsmaterialer har på inn klima og folkehelsen synes ikke å være tilstrekkelig dokumentert i Norge. Mange som oppholder seg i trehus over tid formidler at innemiljøet er vesentlig bedre enn for "andre bygg", men det er gjort lite forskning på dette feltet, tildels fordi dette er lite kvantifiserbare faktorer. Det er gjort noe forskning på treets termiske-, lyddempende-, fuktregulerende og psykologiske egenskaper, men dette er i liten grad kommunisert i byggebransjen og reelt vurdert opp mot andre materialvalg i byggeprosjekter.

For allergikere vil massivtrehus bidra til en bedre hverdag fordi huset ikke inneholder stoffer som fremkaller og utløser allergi og allergiske reaksjoner. Oppstår det derimot mugg og soppdannelser, kan dette utgjøre en stor belastning for miljøallergikere, men lite tyder på at slike forekomster utgjør en forskjell i tre kontra i f.eks. i betong eller andre organiske materialer. (TreFokus og Treteknisk, nr. 54)

Gran Videregående skole, Biblioteket. Arkitektgruppen Lille Frøen AS. Foto Stein Sole



Byggeprosess -prefabrikkering gir mindre eller 0 avfall og redusert fare for byggefeil

Byggemarkedet i Norge er preget av "plassbygging" der prosesser og komponenter adderes på byggeplasser av mange aktører og leverandører. En industrialisering av byggebransjen, tilsvarende annen produktutvikling, antas å ha store miljøeffekter. F.eks. elementbyggerier produsert på fabrikk – kontra tradisjonelle plassbygg kan redusere byggetiden og byggefeil

samt bedre innelima i husene pga redusert risiko for fuktskader under bygging (Rambøll 2012a).

Direkte montering kan også gi mindre arealbehov til rigg og derav mindre inngrep i natur og tomtebehov. I trange bysituasjoner kan det derfor bygges mer effektivt. Industrialiserte produkter/elementer kan gjøres i mange materialkategori, men tre fremheves her som et materiale som er godt egnet for dette på grunn av sin vekt og muligheter for tilpasninger på stedet.

Vekt

Tre er et lett materiale, med ca. 10 % av vekten ved tilsvarende volum i betong. Dette gir muligheter ved utbygging i sentrale strøk med dårlige grunnforhold og påbygging av eksisterende bygningsmasse der mulighet for refundamentering er begrenset. Treets vekt gjør også at klimagassutslipp ved transport er tilsvarende mindre. Disse forholdene kan gi et komparativt fortrinn ved klimavennlig byutvikling da det gir stort potensiale for økt arealutnyttelse i allerede utbygde områder.

Tre som akustisk element

Tre er et relativt mykt materiale som brukes mye som akustisk regulerende element. Det er lang tradisjon for å bruke tre i rom med særskilte akustiske krav, men endring i arkitektoniske uttrykk og materialbruk har gitt nye behov og tekniske utfordringer mht. akustiske kvaliteter. Støy utgjør et vesentlig helseproblem og særlig i urbane strøk.

Støyberegninger og alternativsvurderinger med fokus på materialbruk på fasader i byer og gater med mye trafikk eller andre støykilder, benyttes i begrenset grad i planlegging eller byggesaksbehandling. Statens vegvesen har gjort måling på dette i forhold til ulike løsninger for støyskjerminger langs veg, men dette er i liten grad overført til byggebransjen for øvrig. Tre kommer i slike støymålinger svært godt ut sammenlignet med øvrig andre egnede materialer i betong og stål.

Lydoverføring

Trinnlyd og overføring av lyd via konstruksjoner brukes ofte som motargument for trekonstruksjoner i større boligkomplekser, skoler og andre institusjonsbygg der lydkrav er store. Tre svinger og er et lettere materiale enn stål og betong, men ved riktig konstruksjon og utførelse kan dette løses tilfredsstillende. Erfaringer fra bygging av studentboliger på Ås og Svenska Vårdsfastigheter, som bygger omsorgsbygg i tre med høye lydkrav, er disse utføringen håndterbare.

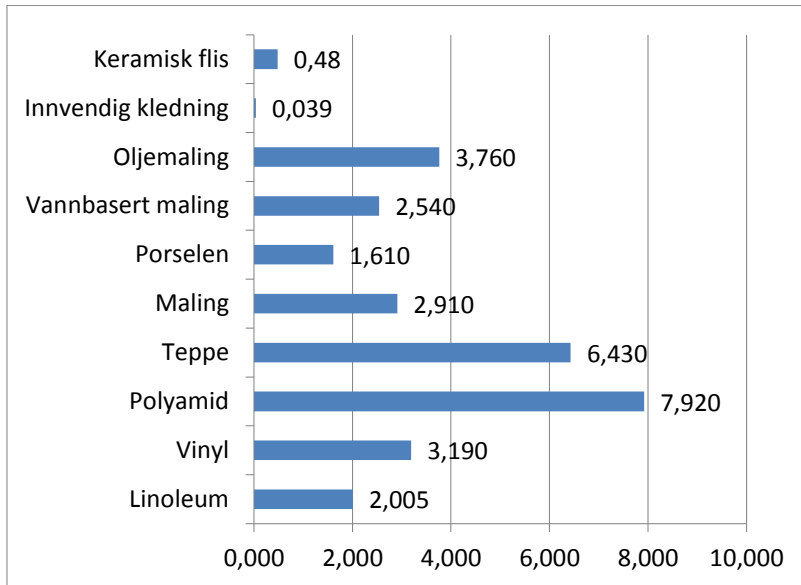
Brann

Brannkrav, lyd, termiske egenskaper og økte FDV – kostnader er ofte de vanligste innvendingene mot i det hele tatt å vurdere tre. Med hensyn til brann finnes det mye kunnskap om brannforløp i trebygg, og tiltak for å begrense spredning av brann (jf. Treteknisk, 2012). Tradisjonelt har det, særlig på grunn av oppfatningen om tre som et brannfarlig materiale, vært antatt at tre ikke er egnet som material i større bygg. Med strengere forskriftskrav knyttet til bygg over 2 etasjer generelt, herunder krav til sprinkling, vil imidlertid brannfare framstå som en mindre barriere for bruk av tre enn tidligere.

Vedlikehold

Treoverflater stiller til dels andre krav til vedlikehold enn andre materialer (Treteknisk, 2012). Dette har både kostnadsmessige og miljømessige effekter. Som figur 9 viser, vil behov for regelmessig overflatebehandling (maling) ha et klimaaspekt sammenlignet med andre overflatekvaliteter. Datagrunnlaget her er imidlertid ikke tilstrekkelig pr. dato.

Figur 9 Sammenligning av GWP-verdi for ulike overflatemateriale i kg CO₂ eq/kg. (Civitas, 2013)



2.6 Oppsummering

Det er riktig å fokusere på materialvalg i bygg ut fra et klimaperspektiv. Tre er kandidat til gode løsninger som reduserer klimagassutslipp i forbindelse med bygg. Dette avhenger imidlertid av hva slags tremateriale som blir valgt, hvordan dette er produsert, hvordan det blir brukt i bygget og hva det eventuelt erstatter av alternative byggematerialer, i tillegg til måten det blir avhendet på. Bearbeiding og behandling av materialer har stor betydning for miljøegenskapene. Dessuten har det stor betydning at de trebaserte byggematerialene energigjenvinnes ved avhending.

Til grunn for beregning av klima- og miljøeffekter av materialvalg i byggeprosjekter bør en derfor:

- Legge til grunn et "vugge til grav" perspektiv (EPD-er)
- Se materialbruk i ulike konstruksjoner og i sammenheng med andre klimaeffekter som energibruk i drift (klimagasregnskapet.no)
- Byggematerialets karbonlagringseffekter (verktøy mangler)

Selv om noe data er mangelfullt kan det konkluderes med at tre som materiale, hvis framstilt og benyttet på miljømessig god måte, kan representere gode klimaløsninger for bygg.

Tre som materiale har også andre egenskaper som er og vil bli mer etterspurt knyttet blant annet til innemiljø, helse og velvære. Andre byggematerialer har imidlertid bedre egenskaper enn tre i forhold til primært lydgjennomgang, vedlikeholdsbehov.

3 Treindustrien i Norge

Utvikling av byggenæringen, ulike byggemetoder og materialvalg skjer i et samspill mellom oppdragsgiverne, de som utfører byggeoppgavene og materialleverandørene. Ønsker en å utvikle nye produkter er krevende kunder, som ønsker å ta risiko, en viktig forutsetning. Men en trenger også leverandører som evner å utvikle nye produkter. Denne rapporten analyserer forutsetninger for hvordan det kan brukes mer tre i offentlige bygg. Leverandørmarkedet spiller en vesentlig rolle i dette.

Det er også vesentlig å forstå hele verdikjeden hvis en ønsker å vurdere samfunnsøkonomiske konsekvenser av økt bruk av tre. Offentlige innkjøp kan være med på å styrke næringsutviklingen innen de næringer den er rettet mot. Regjeringen kom i 2013 med et dokument om innovasjonseffekt av offentlige anskaffelser som viser nettopp dette (Departementene, 2013). En grunnleggende måte å analysere dette på finnes hos Porter (Porter, 1990) som beskriver et samspill mellom krevende kunder, konkurrerende leverandører, tilgang til innsatsfaktorer og gode tjeneste leveranse knyttet til verdikjeden som kjennetegn på næringer som vokser og er innovative.

Når det gjelder produkter, løsninger og byggekomponenter generelt, forholder byggenæringen og offentlige byggherrer seg til et internasjonalt leverandørmarked, og særlig europeiske næringskjeder. Dette både fordi byggenæringen må hente inn tilbud i hele EØS-området, gitt konkurranseregelverket, og fordi spesialiserte produkter det er behov for ofte ikke er tilgjengelige fra norske produsenter og leverandører. For andre materialgrupper som betong, stål og aluminium er det dessuten ikke uvanlig at produkter framstilles i Norge – men på lisens fra utenlandske selskaper, eller at det foregår nisjeproduksjon av spesialiserte produkter innenfor en konsernmodell eller næringskjede med utenlandsk forankring.

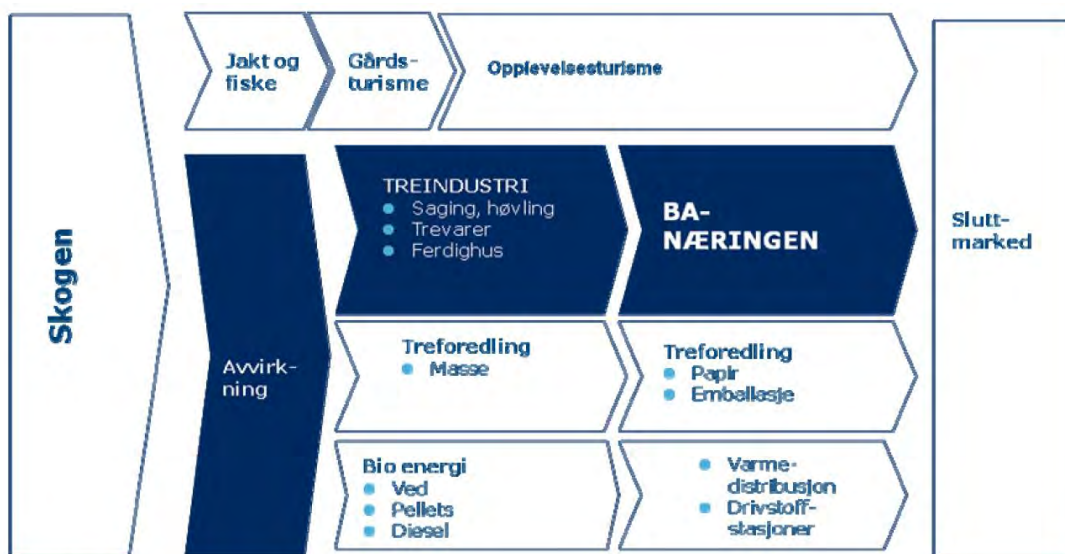
I tillegg bidrar den eksepsjonelle økonomiske situasjonen i Norge, i særlig kontrast til andre europeiske land siden 2008, til relativt sett mye høyere byggeaktivitet i Norge enn i nærliggende land. Derigjennom skapes det også stor etterspørsel etter innsatsfaktorer til bygg og anlegg som da ofte må importeres fra andre europeiske land med ledig kapasitet. Også på denne bakgrunn er det naturlig å se norske treressurser og leveranser til bygg og anlegg i en europeisk kontekst.

3.1. Skogressurser og skogsindustri i Norge og Europa

En grunnleggende innsatsfaktor i treindustrien er skog. Det totale skogkledde arealet i Norge er om lag 134 mill. dekar, hvorav omtrent 83 mill. dekar er klassifisert som 'produktiv skog'; det vil si skogareal som i gjennomsnitt pr. år kan produsere mer enn 0,1 m³ trevirke pr. dekar ved gunstige bestandsforhold (Landbruks- og matdepartementet 2011: 146).

Den skogbaserte verdikjeden i Norge kan deles i treindustri, treforedling og bioenergi. Disse bruker stort sett ulike deler av treet. Dette kan illustreres som i Figur 10.

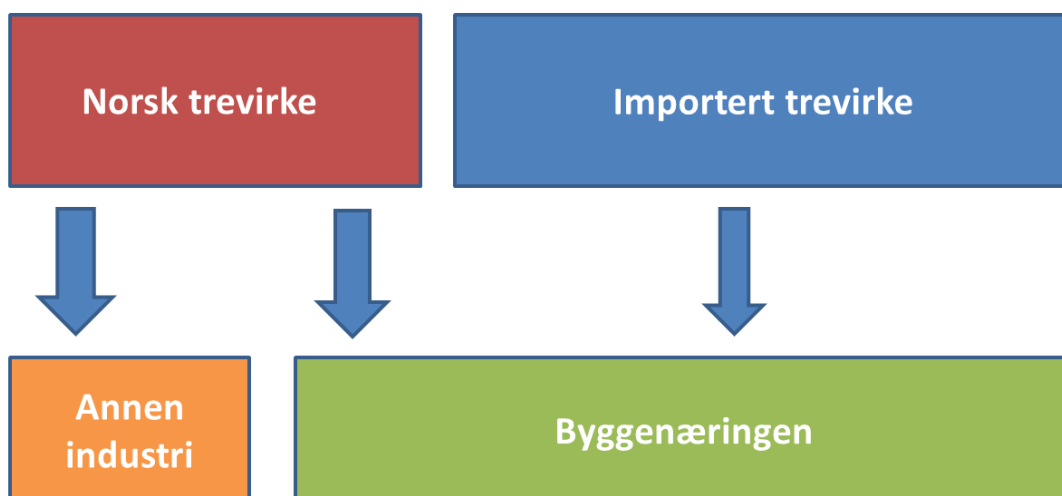
Figur 10: Illustrasjon av ulike verdikjeder knyttet til skogressurser. Treindustri som leverer til bygge- og anleggsnæringen er én av flere næringskjeder. I tillegg er denne også knyttet til et internasjonalt marked. Illustrasjon hentet fra Pöyry 2011a: 11.



Kilde: Econ Pöyry

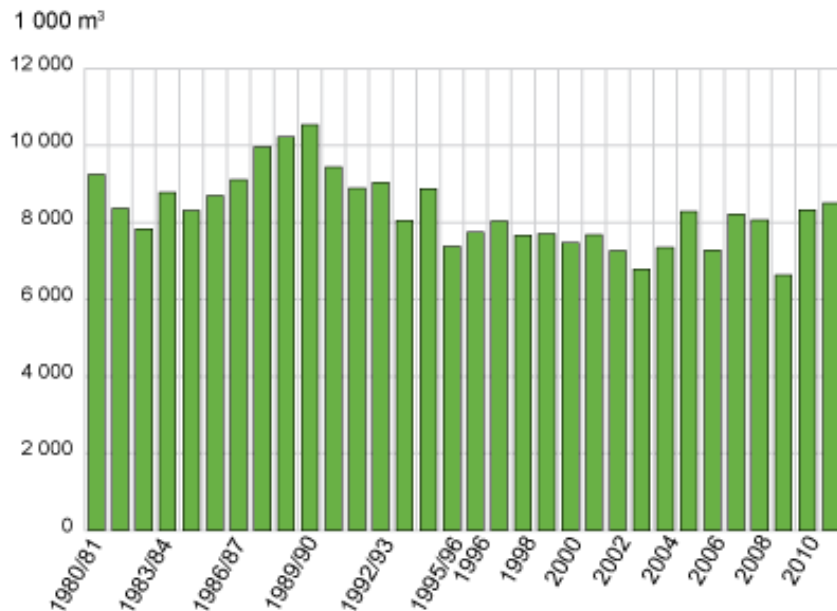
Treindustrien produserer det som går til byggenæringen og møbelindustrien. Treindustrien er kjøper av om lag 50 % av den norske salgsavvirkningen av tømmer. Sagtømmeret utgjør den kvalitativt beste og mest kostbare delen. Treindustriens tømmerkjøp utgjør derfor om lag 70 % av skogeierne tømmerinntekter. Treforedlingsindustrien som er den andre store avtageren av skogsvirke omfatter produksjon av papir, cellulose og fiberplater, i tillegg til kjemiske produkter som tilsetningsstoffer til medisin, mat- og tekstilindustri.

Figur 11: De sentrale leddene i verdikjedene for trevarer med relevans for byggenæringen. Det er viktig å understreke at denne også er knyttet til import, og den norske næringskjede og et europeisk marked.



Det årlige hogstkvantumet i Norge har vært forholdsvis stabilt de siste 80 årene, mens volumet av skogen og den årlige tilveksten av ny skog har blitt to og en halv gang større denne perioden. Likevel har norsk treforedlingsindustri et forbruk av massevirke som er høyere enn tilbudet av norsk råstoff, og har fra år til år relativt høy import.

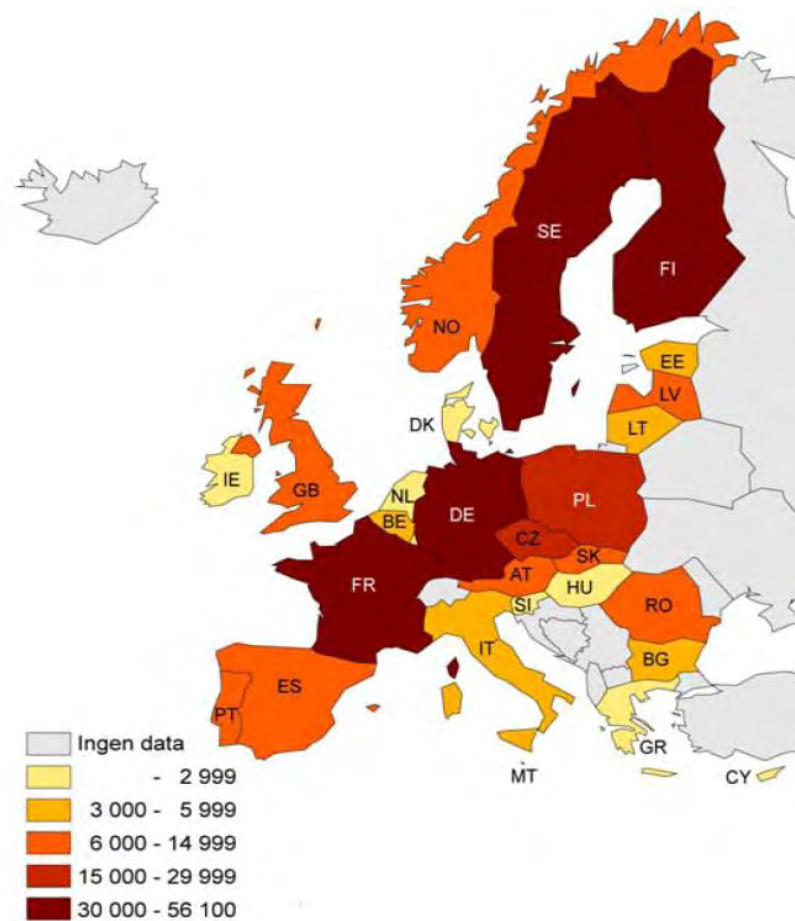
Figur 12: Avvirkingen i Norge har holdt seg relativt stabilt siden midt på 90-tallet (kilde: SSB):



Figur 13 viser en sammenstilling av europeiske lands avvirking av skogressurser, som igjen indikerer det markedet norske produsenter opererer innenfor. Avvirkingen i norske skoger er ikke spesielt stor i en europeisk sammenheng. Sammenliknet med andre europeiske land ligger avvirkingen av tre i Norge – ca. 8 mill. m³ i 2008 – et godt stykke etter avvirkingen i Sverige (ca. 60 mill. m³) og Finland (ca. 39 mill. m³) (Pöyry 2011a: 12).

Gitt det relativt store volumet i andre trevareproduserende land kan man også forvente en bredere og mer differensiert produktportefølje. For den norske byggenæringen er det dermed ikke gitt at norske treressurser og produkter alltid kan besvare de behov for kvaliteter og egenskaper det er behov for i det enkelte byggeprosjekt. Dette utløser etterspørsel etter utenlandske produkter og import til norsk byggenæring.

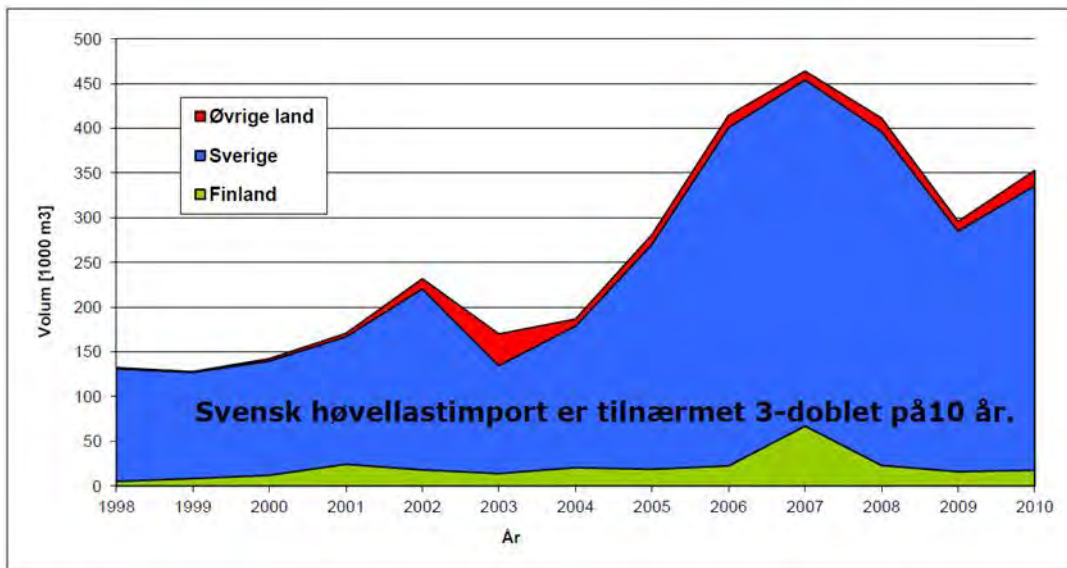
Figur 13: Kart som gir komparativ oversikt over avvirkning av treressurser for industrielt salg i Europa, i 2007. Dette viser at Norge ligger i det midtre sjiktet i Europa, mens for eksempel Sverige og Finland avvirker 2-3 ganger så mye for industrielt salg enn Norge (Kilde: SSB og Statens Kartverk, gjengitt fra Pöyry 2011a: 13).



Kilde: SSB og Statens Kartverk

Trelastforbruket i Norge er også større enn norsk produksjon. Norge er en nettoimportør av treindustrivarer, og det meste av importen kommer fra Sverige. Dette viser at norsk råstoff er utsatt for betydelig konkurranse innenfor det europeiske markedet for industriell avvirkning av tre. I løpet av de siste 30 årene er tømmerprisene omregnet til dagens kroneverdi mer enn halvert. Selv om potensialet for industriell avvirkning er større enn dagens uttak, kan uttak av norsk tømmer generelt betraktes som mer kostnads- og ressurskrevende enn i sammenlignbare land som Sverige og Finland. Dette kan forklares med ulike eiendomsstrukturer og regulering av bo- og driveplikt, topografi, og geografi og infrastruktur for transport.

Figur 14: Import av treprodukter de siste 10-årene: Det er en klar trend at svenske produsenter av industrialisert produkter har en stor markedsandel i Norge. (Kilde: Kortprosess.no)



Kortprosess.no

Kilde: Treindustrien

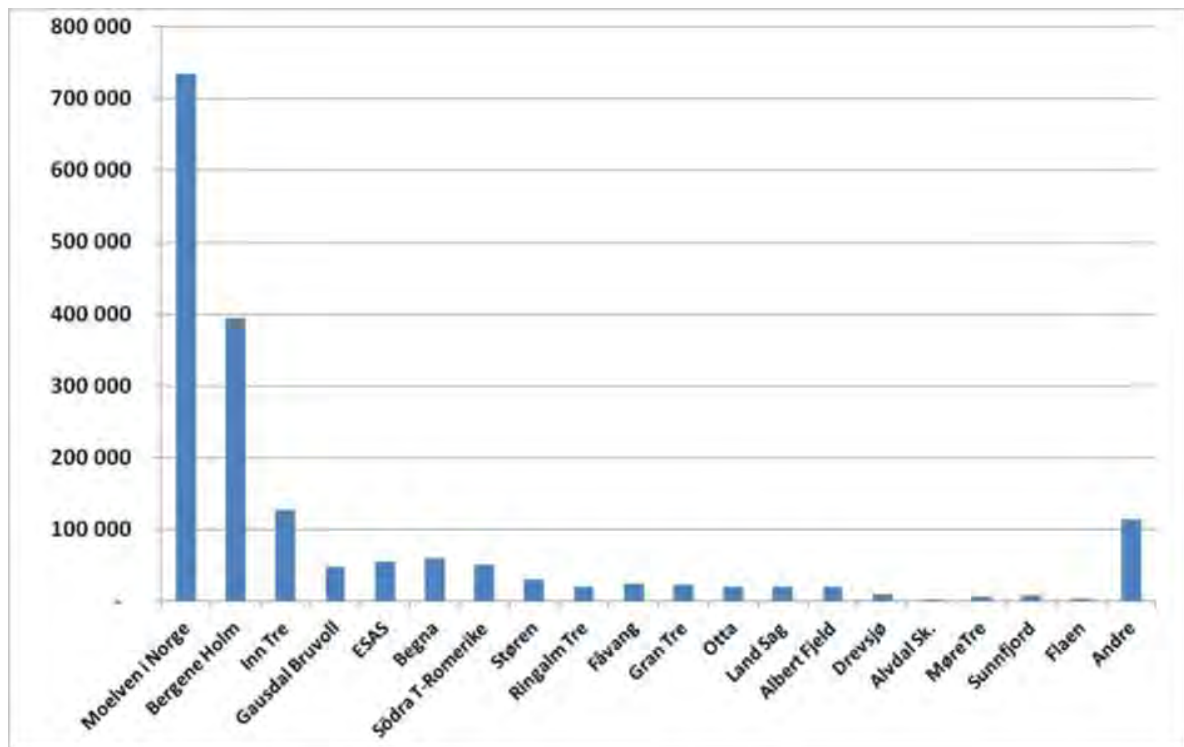
3.2. Produktspekteret

Treindustrien i Norge består i hovedsak av relativt små skogeiere og mindre treforedlingsbedrifter. Samtidig finnes det et lite antall relativt store bedrifter.

Et resultat av dette og den historiske etterspørselsstrukturen basert på at det fram til 1998, ikke var tillatt å bygge i tre over 3 etasjer kan forklare dagens situasjon der ingen vesentlig norsk produksjon orientert mot markedspotensiellene for urbant byggeri. For større byggeprosjekter, og mer spesialiserte byggeoppdrag, er man derfor ofte prisgitt utenlandske produkter. Et eksempel er et nylig avsluttet forstudie i forbindelse med et byggeprosjekt for en høyskole med Statsbygg som byggherre. Her har det vært et uttalt mål å forsøke å benytte tre. Imidlertid erfarte man at man ville måtte benytte østerriksk leverandør for eventuelt å realisere prosjektet (jf. Sweco 2012).

Det er samtidig et mindre antall norske bedrifter som foretar høy grad av produktutvikling, og har en relativt høy spesialiserings- og innovasjonsgrad. Eksempler på bygging av større byggverk i tre de siste årene i Norge indikerer en vilje til å satse på innovative trebygg (eks. Kilden konsert- og kulturhus i Kristiansand og Vennesla bibliotek). På limtre-siden er norske aktører internasjonalt ledende. Et eksempel på dette er Bergen og omegn Boligbyggelag sitt prosjekt med 15 etasjer boligblokk i tre i Bergen. Her leverer Moelven ByggModul spesiallagde komponenter.

Figur 15: Oversikt over de største trevareprodusentene i Norge. Et lite fåtall aktører har vesentlig omsetning og markedsandel. (nedlastet fra www.trefokus.no, 06.02.13)



Bortsett fra Moelven ByggModul, som leverer prefabrikerte volumer, ser det ikke ut til at noen av disse i oversikten gjengitt over leverer massivtreelementer eller tilsvarende produkter for fleretasjesbygg/større konstruksjoner basert på norsk skog som råvare. TreFokus har gjengitt en oversikt over leverandører av blant annet massivtre og limtre produkter som forhandles i Norge. Bortsett fra de mindre og nyetablerte firmaene Massiv Lust, som ønsker å basere sin produksjon på regionalt trevirke, og Norsk Massivtre i Bagn, er leverandører til øvrige firmaer, som bistår det norske byggemarkedet med prosjektering og montering, fra Sverige, Tyskland og Østerrike.

Montasjebygg AS får levert produkter fra MHN (MassivHolz Mauer) i Tyskland, KLH Massivholz i Østerrike, Norsk Massivtre og Rombach NUR-HOLZ. Holz 100 skal i følge sin nettside være i gang igjen etter sin konkurs i 2011, men i motsetning til tidligere der de produserte massiv tre på Braskereidfoss vil de nå få levert produkter fra Thoma i Tyskland. Splitcon forhandler limtre og massivtrekonstruksjoner fra bl.a. Martinson i Sverige.

Figur 16: Oversikt over vesentlige norske produsenter og leverandører av massiv- og limtre. Fra Trefokus [nedlastet fra www.trefokus.no, 06.02.13]

Massivtre produsenter / leverandører		Limtre	Trefiber isolasjon
Norske	Andre	Norske	Hunton
Holz100Norge	Martinsons Trä AB	Moelven Limtre AS	Termoträ AB
KLH Norge	Ekologibyggarne	Vestlandske limtre	Gutex
MWC	Stora Enso	Sørlaminering	Pavatex
Massiv Lust AS	Mayr Melnhof Holz		Homatherm
Montasje AS	Finn Forrest	Andre	
Norsk Massivtre AS	Bresta	Lilleheden	Produsenter annet
Splitkon AS	Lignatur		Hulldekker i tre
	KLH		
	Binderholz		
	Holz100		
	Steko		
	Holzbau Janssen		

I tillegg viser funn i utredningsarbeidet til Rambøll (2012a), og erfaringene fra Norwegian Wood fra 2007, at leverandørmarkedet innen norske treprodukter for *urbane boliger* er lite utviklet. En gjennomgående tilbakemelding er at det mangler produkter produsert i Norge som gjør trebygging rasjonelt og økonomisk bærekraftig i konkurranse med stål og betong (Rambøll 2012a). Industrialisering og standardisering er viktig for effektivitet og volumøkning. For å gjøre trebygging rasjonelt og økonomisk mangler det leverandører i Norge som kan bidra i prosjektutviklingen med utvikling av produkter. Spesielt der tre skal anvendes i bærende konstruksjoner, og andre større konsepter, er det behov for nye løsninger som krever forutsigbarhet.

Samtidig har utviklingen av en industrialisert byggproduksjon vist seg utfordrende. Byggevareindustrien er generelt karakterisert som en håndverksnæring som produserer ett og ett skreddersydd produkt, og har ikke gjennomgått den samme industrialisering og automatisering som andre næringer. En 'omrigging' av denne bransjen, med ressursmessige og organisatoriske endringer, ville kreve særlig sterk motivasjon gitt de nåværende gunstige, økonomiske rammebetingelser for dagens produksjonsstruktur. Mangelen på teknologisk utvikling og bruk av nye arbeidsmetoder er en utfordring i forhold til å implementere industrialiserte løsninger og etablering av et marked for dette. Erfaringer fra forsøk på etablering av modul- og elementsystemer i Norge de siste 10 årene har ikke vært udelt vellykket, og har medført store tap for investorer. Årsaken er i stor grad at det mangler sammenheng mellom markedskompetanse, hvilke konsept og tilhørende byggetekniske løsninger som lar seg realisere innenfor optimale produksjonstekniske forhold og til realistiske kostnader. Mangel på kvalifisert arbeidskraft, større effektiviserings- og produktivitetskrav, strengere miljøkrav m.m. skaper ingen interesse og påtrykk for økt industrialisering av bygningsproduksjonen (SINTEF, 2007).

Flere leverandører har, etter ferdigstilling av pilotprosjekter, gått konkurs fordi tilfanget av nye prosjekter er for lite og tar for lang tid. Enkelte av disse er datterselskap av utenlandske bedrifter. I mulighetsstudien for et høyskolebygg i massivtre, også omtalt ovenfor, viser Sweco til at dette er produkter som tidligere har vært produsert i Norge, men som i dag må importeres fra Sverige, Tyskland eller Østerrike (Sweco 2012). Det er pr. i dag i stor grad utenlandske firma som leverer massivtre-elementer, og byggkomponenter til større trekonstruksjoner i Norge (ibid.).

Offentlige næringsutviklingstiltak

En del tiltak for videreutvikling av næringsvirksomhet i treindustrien skjer i samarbeid med, og med støtte fra Innovasjon Norge. Et sentralt tiltaksområde for Innovasjon Norge er programsatsingen Trebasert Innovasjonsprogram.

Landbruks- og matdepartementet bevilger over statsbudsjettet for 2013 27 mill. kroner til Trebasert Innovasjonsprogram. LMDs mål med denne støtten er spesifisert i et eget tildelingsbrev til Innovasjon Norge (Landbruks- og matdepartementet 2013). Det vises her særlig til strategien for programmet som ble formulert i 2006, og videreført i programnotat fra 2008 (se under). Det understrekes videre at programmet skal bidra til å dokumentere og synliggjøre bruk av tre som klimatiltak, jf. bl.a. klimameldingen av 2012 (se også kap. 2) (ibid.).

Andre viktige føringer fra LMD er godt samarbeid med myndigheter og aktører på fylkesnivå, samt rådgivningsapparatet (ibid.). Det er også viktig for LMD at programmet bidrar til kunnskapsoppbygging (ibid.).

Det har i perioden 2006-2011 vært bevilget tilsammen drøyt 214 mill. kroner i støtte fra Innovasjon Norge til ulike prosjekter for utvikling av tre, med vekt på produktutvikling i små og mellomstore bedrifter (Innovasjon Norge 2013). Gjennomsnittlig støtte til prosjekter er pr. i dag på ca. 500.000 kroner. Den største delen av prosjektstøtten går til små og mellomstore bedrifter.

I 2008 utarbeidet Innovasjon Norge et programnotat med mål og prioriteringer for Trebasert Innovasjonsprogram, som fortsatt virker retningsgivende (Innovasjon Norge 2008). I notatet vises det særlig til at det forventes økende grad av produksjon av element- og modulbaserte systemløsninger, basert på reisverkskonstruksjoner, byggesystemer med massivtre eller kombinasjoner av materialer (ibid.). Dette krever større integrering mellom materialleverandørene i verdikjedene, og nye former for organisatorisk, teknologisk og kommersielt samspill mellom byggherre og skogbruk (ibid.).

Visjonen for programmet er at Norge skal være et forbilde i verdiskapende foredling og ny anvendelse av trevirke (ibid.). Det skal være fokus på markedsdrevet innovasjon. Hovedmålet for programmet er økt bruk av tre og økt lønnsomhet i hele verdikjeden (ibid.). Trebasert Innovasjonsprogram ble evaluert våren 2011 (Pöyry 2011a). Evalueringen konkluderte med at programmet bidrar til økt bruk av tre og økt lønnsomhet i verdikjeden

Det siste året har det også blitt lansert ytterligere initiativ for å styrke næringsutvikling for treindustrien. Et eksempel er prosjektet 'Tre & by' (Innovasjon Norge 2013). Etter offentlig anbud ved Innovasjon Norge, fikk Norske Arkitekters Landsforbund sammen med Treteknisk Institutt tildelt oppdrag om prosjektledelse for satsingen 'Tre & by' (ibid.). Prosjektet skal mobilisere utvikling i bruk av tre i urbane områder. Videre er det i en del norske kommuner allerede igangsatt og gjennomført prosjekter som tar sikte på å styrke bruken av tre. 3 av Norges største byer – Bergen, Trondheim og Stavanger – har hatt såkalte *Trebyprosjekter*. Her har det vært fokus på å benytte tre i forhold til det store volumet av bygg; det vil si barnehager, skoler, omsorgsboliger og andre offentlige institusjoner

3.3. Oppsummering

Vi har i dette kapitlet drøftet verdikjeden for tre produkter. Det viser blant annet at sammenheng mellom økt bruk av tre i offentlige bygg, og utvikling av norsk trevareindustri, er svak. Den samfunnsøkonomiske satsningen på økt bruk av tre i det offentlige vil ikke nødvendigvis gi ringvirkninger for bruk av norske råvarer og næringsutvikling i Norge. Det offentlige vil derfor, som en krevende kunde, ha få leverandører i nærmarkedet å spille på. Innovasjonsmulighetene vil speile dette.

Norsk skogbruksnæring utgjør en beskjeden andel av tilbudet av industrielt virke i EØS-området. På bygg-siden er den viktigste mottakeren av dette råstoffet trevareindustri som produserer for småhusmarkedet. Det er kun et fåtall bedrifter og et begrenset produktutvalg som er rettet mot typiske næringsbygg, og større bygg som boligblokker og offentlige bygg. Blant disse finnes også enkelte utenlandske virksomheter med produksjon i Norge. Den norske næringen må derfor ses som en integrert del av et internasjonalt, og i stor grad europeisk verdikjede og marked. Byggenæringen på sin side må forholde seg til produkter framstilt i en slik kontekst, og er dessuten styrt av europeiske konkurranseregler - slik det vil bli utdypet i kapittel 5.

Det har ikke vært satset målrettet mot det urbane byggeriet hverken fra næringen selv eller det offentlige virkemiddelapparatet. Det er ikke sikkert at norske produsenter vil kunne konkurrere i et europeisk marked for urbant byggeri med hensyn til hele produktspekteret eller større komponenter. Basert på eksisterende næringsstrukturer og norske forhold, herunder også de norske treressursene, kan det være vel så fornuftig å målrette innsatsen mot nisjer som kan levere inn mot de større produsentene og verdikjedene i Europa. En løsning kan være å stimulere til at utenlandske bedrifter etablerer produksjon i Norge. Slike bedriftsetableringer kunne tilføre norsk byggebransje kunnskap og ressurstilgang som på sikt også kan bidra til å etablere et større marked for norske industrialiserte produkter. Alternativt kan norske selskaper også produsere på lisens for utenlandske selskaper, og slik sett være en del av en internasjonal verdikjede.

4. Erfaringer fra sammenlignbare land i Europa

Vi vil i dette kapitlet gjennomgå noen andre utvalgte europeiske markeder. Disse er valgt ut fra en vurdering av hvor en finner de mest utviklede markedene og verdikjedene knyttet til trevareprodukter for urbant byggeri. Her er det analysert de kjennetegn som kan forklare hvorfor disse markedene har utviklet seg. Markedene som ble valgt ute er Sverige, Sveits, Tyskland – med vekt på delstaten Bayern, og Østerrike. De data det refereres til under er i hovedsak hentet fra Rambøll Norge AS sin delutredning (Rambøll 2012b).

I underkapitlene for hvert land vil vi presentere hovedfunn fra Rambøll sin delutredning, samt drøfte de mest framtrepende særtrekk i forhold til måloppnåelse for økt bruk av tre. Dette gir et grunnlag for å drøfte hvilke kombinasjoner av tiltak og virkemidler som virker mest effektivt, innenfor ulike nasjonale kontekster. Dette som et grunnlag for å kunne vurdere relevante kombinasjoner av tiltak og virkemidler i en norsk kontekst.

4.1 Sverige: Nasjonalt program og aktive næringer

Sverige har en industriell avvirking av skog som er ca. 7,5 ganger større en den norske, og en trevareindustri med flere store produsenter. Samtidig kan en observere at også små og mellomstore trevarebedrifter satser på innovative løsninger. (gjelder også Østerrike). De største entreprenørene som Skanska, har samtidig også et fokus på bruk av tre. Videre er Sverige karakterisert av en relativt tidlig satsing på fleretasjes hus med bærende konstruksjon i tre, som ble tillatt fra 1994 (Rambøll 2012b: 7). I tillegg trebruer og ishaller i tre. Med andre ord har flere offentlige etater og aktører engasjert seg for å benytte tre i relevante konstruksjoner.

Tre har også vært sentralt i Sveriges stedsutvikling som preges av sterk urbanisering: Siden 2005 har Sverige vært det landet i EU med sterkest urbaniseringsrate (Eurostat; s. 7 i Rambøll 2012b). Dette har bidratt til sterk boligbygging, med fokus på både urbane bygg og flere etasjer (ibid.). Her er det også viktig å legge til at andelen offentlige boligbyggeprosjekter i Sverige generelt er mye høyere enn i Norge.

Antatt markedsandel på 10-15 % tre av totalt antall fleretasjesbygg. Industriell trebygging er en avgjørende bakgrunnsfaktor. En viktig bakgrunnsfaktor er også Nationella Träbyggnadsstrategien (2005-08) og det nasjonale programmet Trästad (2009-12), i tillegg til forbedringer i byggeteknikk og endringer i byggenæringen.

Samarbeid mellom kommuner, tekniske universitet og høyskoler, og en del mindre og mellomstore byggfirma har generelt fungert positivt og gitt store framskritt. En viktig forbedring som har gitt høyere effektivitet og kvalitet i byggeprosessen er ferdigmontering av byggelementer og hele moduler i innendørs haller eller annet beskyttet miljø. Dette reduserer også arealbehovet ved selve byggingen som da i større grad blir en montasjeplass.



'Limnologen': 8-etasjes boligkompleks, Växjö, Sverige (Prosjektet 'Den moderna trästaden') (fra Rambøll 2012b).

Den svenske Riksdagen vedtok en nasjonal trestrategi med handlingsplan i 2004 men den ble avsluttet igjen i 2008. Strategien skulle fremme økt bruk av tre og treprodukter i bygg og konstruksjoner generelt. Et hovedmål med strategien var å fremme konstruksjon av fleretasjes trebygg med tre som bærende konstruksjon.

Sverige er derfor preget av et samspill mellom tydelige nasjonale initiativ og programmer, sammen med en aktiv tre- og byggenæring preget av konkurransedyktige mellomstore og store bedrifter.

4.2. Finland: Nasjonal satsing på moderne trebyer

Et viktig strukturelt premiss for satsing på bruk av tre i Finland er at en stor andel av befolkningen bor i boligblokker noe som representerer en av de høyeste andelene i Europa (Rambøll 2012, s. 19). I tillegg er trebygging en tradisjonell byggestil. Imidlertid ble høyere boligbygg i tre først tillatt i 2011 da brannforskriftene ble revidert (ibid.) og det da ble tillatt å bygge opp til 8 etasjer i tre. Mye av trebyggingen har fram til da bestått av å bygge lavere flerboligbygg på 2 – 3 etasjer, gjerne som et virkemiddel for å gjenskape noe av den historiske bykjernen i finske byer, som f.eks Oulu (ibid: 19).

Et annet viktig strukturelt trekk ved Finland er betydningen av skogsindustrien. Næringen sysselsetter om lag 200.000 arbeidstakere, utgjør ca. 5 % av finsk BNP og ca. 20 % av landets eksportinntekter (ibid: 20).

Program for träbyggande, etablert i 2012 (til september 2015), er et hovedvirkemiddel og det mest avgjørende politiske initiativet for å fremme økt trebruk. Et hovedmål er å styrke konkuranseevnen til sektoren. Et mål er å fordoble eksporten av foredlede treprodukter. Et hovedtiltak har vært å øke andelen offentlige bygg, haller og høyhus/fleretasjesbygg i tre. En hovedmålsetting er å øke markedsandelen for fleretasjesbygg i tre fra 1 % i dag, til 10 % innen utgangen av 2015 (ibid: 20).

Videre har programmet også et særskilt fokus på utdanning og styrket ingeniørkompetanse på trebruk (ibid: 21).

Finland arbeider med å revidere nye byggeforskrifter, blant annet med basis i anbefalinger i EU-kommisjonens Roadmap to Resource Efficient Europe (2011) (ibid: 22). På bakgrunn av dette tas det sikte på at de finske byggeforskrifter fra 2017 også skal inkludere miljøkonsekvensanalyser fra produksjon av byggematerialer og byggeprosessen, noe som vil antas å kunne favorisere tre som materiale (ibid.).



Illustrasjon fra prosjektet Puu-Linnanmaa, Oulu, Finland. Dette knytter seg til utbygging av moderne trehusbebyggelse i by. Prosjektet omfatter 20.000 m² boareal. Fra Rambøll (2012b).

Treprogram for byen Oulu har fungert som inspirasjon og utgangspunkt for et nasjonalt treby-program. Hovedmålet her er å promotere by-lignende tømmerkonstruksjon og presentere et alternativ til den rådende metode for plan og konstruksjon. Flere større prosjekter er igangsatt med fokus på byutvikling og nybygging i byer med tre som hovedmateriale. Fleretasjes bygg i tre står sentralt i disse prosjektene.

Totalt sett kan man derfor si at Finland er preget av at nasjonal satsing kombinert med program for trebygg i byer har hatt positive ringvirkninger. Det er også et positivt samspill med endringer i tekniske bestemmelser som nå tillater fleretasjes trehus, samt tiltak for å styrke trekompetansen i utdanningssystemet og næringen. I tillegg er det altså stipulert at tre vil kunne komme enda heldigere ut med framtidige, planlagte endringer i byggeforskriftene.

4.3. Sveits: Klima- og ressurspolitikk, og treteknologi

Sveits' satsing på tre i bygg har et viktig utgangspunkt i miljø- og klimapolitiske målsettinger (Rambøll 2012b). Det er også i Sveits utviklet en egen handlingsplan for trebruk (Aktionplan Holz), som er tett integrert i andre politisk fastsatte strategier og handlingsplaner (igjen forankret i Sveits' bærekraftsstrategi; samt visjon om 2000 watt-samfunn). Et viktig mål i bærekraftsstrategien er mer material- og energieffektiv bygging, bruk av økologiske bygningsmaterialer, og generelt bedre forvaltning av naturressurser og materialer (ibid.). Videre der det også et politisk rammeverk for skog- og treressursforvaltning som gir viktige føringer. Her blir treressursene sett i sammenheng med øvrig ressursbruk i verdikjeden

(ibid.). Helhetlig perspektiv på ressursutnyttelse, energibruk, avvirkning og resirkulering; 'sekvensiell eller cascaded utnyttelse av naturressurser' (se figur 31, s. 36, Rambøll). Hovedspørsmålet er da hva som er den mest ressurseffektive allokeringen

Videre har Sveits i internasjonale klimaforhandlinger frontet målet om å få på plass internasjonalt regelverk for kreditering og beregning av karbonlagring fra trebruk og treprodukter. I tråd med dette fokuset er Sveits også kjennetegnet av å ha god statistikk for bruk av tre i bygg. For 2009 er bruken av tre som bygningsmateriale kartlagt for hele produksjonskjeden og systematisert i forhold til seks kategorier/områder (Rambøll 2012b: 30). Sluttforbruket av trevarer har videre økt signifikant med 10 %, fra 2001 til 2009 (ibid.). Det finnes videre en CO₂-avgift samt regler for tallfesting av karbonlagring (ibid: 39). Den sveitsiske satsingen er preget av at landet er relativt desentralisert med kantoner som styrer sentrale deler av regelverket for tre og bygg. Det er kantonene som har ansvar og myndighet for byggereglementet. Det kan dermed være regionale variasjoner med hensyn til rammebetingelser for bruk av tre i bygg.

Sveits ligger langt framme med hensyn til fleretasjes trehus, og svært tett samarbeid mellom høyskoler, universitet, forskning og næringsliv. Disse koplingene har vært sterkere enn i de fleste sammenliknbare land (ibid.).

Utdanningssystemet er generelt en særlig viktig nøkkel for å forstå trematerialenes posisjon i Sveits; særlig bygningsingeniørutdanning med vekt på tre. Arkitektutdanningen i Sveits er også mer ingeniørrettet og legger også mer vekt på trekonstruksjoner enn i andre land. Dette har dannet grunnlag for sterkere tverrfaglighet og sterkere utvikling av tilpassede løsninger i tre (ibid).

Det er nylig etablert et nytt nasjonalt forskningsprogram, 'Resource Wood', som fokuserer på å videreutvikle 'cascade-tilnærmingen' – med vekt på både vitenskapelig grunnlag og praktiske metoder for å øke tilgjengelighet og anvendelse av tre (ibid.).

Sveits er altså preget av et helhetlig ressursperspektiv på bruken av tre, knyttet til nasjonale politiske mål og programmer – sammen med fokus på videreutvikling av arkitektur og relatert treteknologi. Teknologi- og arkitektutdanningene, og den relativt høye graden av samspill mellom disse fagene er sentrale forutsetninger for den satsing som nå finner sted i Sveits.

4.4. Tyskland (Bayern): Markedsbasert clusterutvikling

Tyskland har den største industrielle etterspørselen etter tre og treprodukter i EU (Rambøll 2012b: 41). For næringsbygg bygd i tre har det vært en markant økning de siste årene, og andelen er økende (Statistisches Bundesamt 2008; Rambøll 2012b: 43, 46).

Andelen med boligbygg i tre har vært relativt lav, men øker nå – særlig i delstaten Bayern. En økende andel tre som byggemateriale ses også i sammenheng med finanskrisen og en generell nedgang i byggevirksomheten, men der tre relativt sett likevel har økt sin andel (ibid.). Andelen tre som konstruksjonsvirke i næringsbygg øker mye kraftigere enn for boliger, og hadde i 2010 en markedsandel nær 20 % (ibid.). Den sterkeste veksten har funnet sted i Bayern og delstatene i nord-øst.

Rambølls delutredning (2012b) har derfor særlig fokusert på delstaten Bayern i sin analyse av tyske forhold. Som i Sveits er det i Tyskland betydelige regionale forskjeller knyttet til at delstatene detaljerer bygningsregelverket innenfor et bredere definert føderal rammeverk. Det har tidligere vært formulert mål om at Tysklands reduksjoner i CO₂-utslipp også skal reflekteres i økt bruk av tømmer og treprodukter i perioden 2004-14. Det er antatt at dette målet nå er nådd, uten at selve næringen later til å være kjent med dette (ibid.). Utover dette er det ingen overordnet satsing på tre i bygg verken føderalt, eller på delstatsnivå i Bayern (ibid.).

Det ble det etablert et salgsfremmende fond av næringen selv for Tyskland som helhet (ibid: 48). Dette fondet skal spre informasjon om bruk av tre i bygg, og bidra til å redusere barrierer – eksempelvis kostnader (ibid.). På grunn av påviste konflikter med konkurransereglementet ble det etablert et *Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern* som finansieres av bransjen selv (ibid.).

Selv om Tyskland og Bayern har en rekke utdanningstilbud knyttet til tre i bygg, er det generelt lite forskningsinnsats sammenliknet med nabolandene Sveits og Østerrike (ibid: 49). Det er også relativt få på demonstrasjonprosjekter (ibid.): Som en mer alternativ tilnærming enn den offentlig tunge satsingen man ser i de øvrige landene er det i Tyskland vektlagt at initiativene bør komme fra næringen selv, for å unngå at markedet påvirkes. Det er lagt opp til å stimulere framveksten av næringsklynger slik at trebygging kan vokse fram gjennom kvalitet og produktutvikling (ibid.). Det er egne (generelle/næringsnøytrale) programmer for slik cluster-utvikling som også kan benyttes av tre- og byggenæringene (ibid.).

Tyskland/Bayern er altså preget av lite offentlig satsing tilrettelegging, hverken fra føderalt eller delstatsnivå. Selv om det er tradisjon for fokus på tre i sentrale utdanninger, er det lite eksplisitt forskning, kunnskaps- og teknologiutvikling for tre i bygg. Tre i næringsbygg er i god vekst, men basert på markedets etterspørsel og noe utvikling av relevante næringscluster.

4.5. Østerrike: Omfattende trehusbebyggelse og uttesting av nye byggekonsepter

Omfanget av eksisterende trehus synes å være størst i Østerrike (Rambøll 2012b: 24). Tre er også mye benyttet i passivhus, og Østerrike er det landet med størst tetthet i passivhusbebyggelse (ibid.). Halvparten av dagens passivhus i Østerrike er bygget i tre. Trekonstruksjoner og trehus prefabrikeres i lukkede haller ved hjelp av datateknologi for å sikre tørr byggeprosess (ibid.). Østerriksk tømmer- og treindustri er en viktig industri for land, og er økende. Østerrike er også en ledende eksportør av ferdighus i tre.

Tre-andelen er stigende for de fleste byggtypene, men øker mest for småhus. Andelen større trehus er samtidig økende, ikke minst på bakgrunn av at det østerrikske bygningsreglementet nå åpner for høyhus i tre. Det er innenfor landbrukssektoren at andelen næringsbygg øker mest.

Østerrike representerer også en høy innovasjonsgrad og implementering av moderne trehuskonsept, eksempelvis i delstaten Vorarlberg (ibid.). Her har det foregått produkt- og teknologiutvikling siden 1970- og 80-tallet. En viktig basis for denne tradisjonen har vært arkitektenes fokus og interesse, og i mindre grad klare politiske føringer eller støttetiltak (ibid: 26). Østerrike er i dag verdensledende når det gjelder økologiske byggematerialer og fornybare ressurser, i tillegg til å ha verdens høyeste tetthet av passivhus (ibid. 28). Det er derfor ikke et nasjonalt fastsatt, politisk initiert program som har vært førende for denne utviklingen. En mykere form for virkemiddel har vært arkitektkonkurranser. Med økende interesse utenfra har imidlertid den politiske interessen også økt, og derigjennom potensialet for mer politisk støtte og oppfølging.



Foto fra anleggsperioden av næringsbygg for Salinen Østerrike AG, Ebensee. Eksempel på stor massivtrekonstruksjon (110 m lengde, 22 m bredde, 24 m høyde). Fra Rambøll (2012b).

Samtidig har det vært sentrale utviklingsprosjekter knyttet til ny treteknologi og framtidige byggekonsepter (ibid: 27). Programmet Technologies for Sustainable Development har vært en sentral finansiering av utvikling av nye byggekonsepter (ibid.). En viktig satsing har vært Haus der Zukunft (framtidens hus) som blant annet har fokusert på bygningsbasert energi, og tilnærminger til passivhuskonsept. Sentralt i dette programmet er derfor initiering av demonstrasjonsprosjekter.

Økende nasjonal og internasjonal oppmerksomhet om hva man har oppnådd av resultater har bidratt til et sterkere politisk ønske om faktisk å prioritere bruk av tre og trearkitektur, med vekt på lokale treressurser og økologiske byggemetoder. Det nasjonale programmet har også inkludert en fase med fokus på demonstrasjonsprosjekter (fullskala) for å synliggjøre nye teknologier og konsepter. Det har også blitt etablert et utviklingsprogram kalt

Klima:aktiv, som del av den østerrikske klimastrategien. Hovedmålet med programmet er rask og bred markedsintroduksjon av klimavennlige teknologier og tjenester som kan resulterer i reduserte klimagassutslipp.

Østerrike er dermed preget av at initiativ fra en del av næringen, og en særskilt fag- og næringstradisjon har frambragt og stimulert innovative løsninger, som igjen har skapt etterspørsel etter og oppfølging av mer nasjonale politiske initiativ.

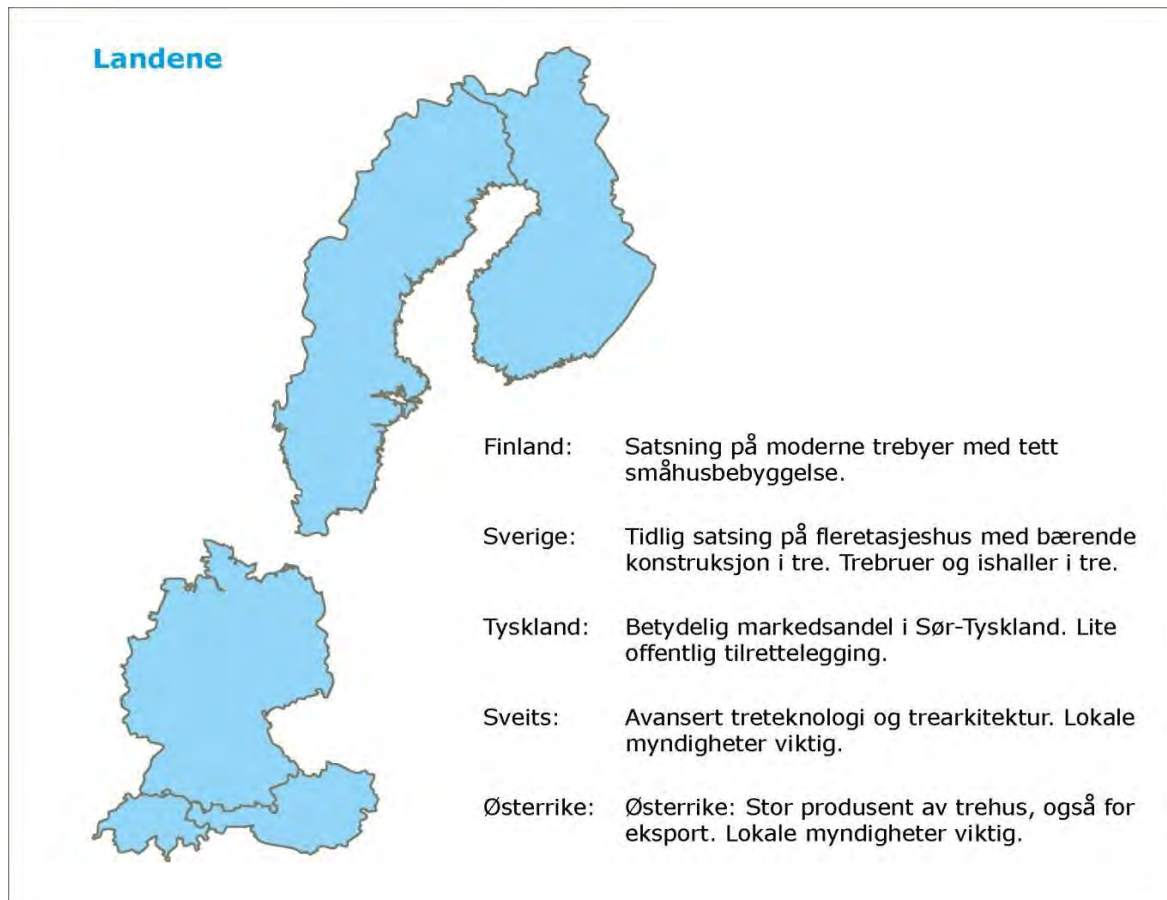
4.6. Oppsummering: Hovedtrekk i erfaringer fra utlandet

Gjennomgangen av andre markeder over viser at med hensyn til:

- Tekniske forhold: Reguleringer for fleretasjes bygg i tre er viktig. Tekniske standarder, og formidling av og opplæring i bruken av disse.
- Samfunnsmessige (politikk og lovgivning): Samspill offentlige myndigheter/politisk initerte, nasjonale programmer og initiativ fra aktive bedrifter og næringsforeninger. Utdanningssystemet svært viktig; utdannings- og fagtradisjoner har stor betydning.
- Økonomiske forhold/kostnader: Offentlige incentiver eller støttesystemer har ikke vært avgjørende i de landene som har vært studert.
- Organisatoriske (beslutningsstruktur- og prosess hos relevante beslutningstakere) forhold: Det virker som at tilgjengelig fagkompetanse er en avgjørende faktor, og at denne kan benyttes slik at næringen både har et godt utgangspunkt for å følge opp politiske initiativ og målsettinger, samt påvirke videre utforming av politikk.

Samtidig viser dette de utfordringer og praktiske begrensninger som en norskbasert byggevarerindustri rettet mot urbant byggeri står ovenfor. De må kunne konkurrere med bedrifter som har større hjemmemarked, bedre råvaretilgang og er del av større verdikjeder og næringsklynger.

Figur 17: Kart med de fem undersøkelseslandene og karakteristika ved deres satsinger på økt bruk av tre som bygningsmateriale (fra Rambøll 2012b: 2):



5 Materialvalg i et offentlig byggeprosjekt

Dette kapitlet tar for seg hva som skjer i et byggeprosjekt og hvilke parametere som har betydning for de endelige materialvalgene. Erfaringer fra offentlige byggherrer står sentralt. Kapitlet inneholder også en oversikt over hvilke aktører dette er, hvilke typer byggeoppdrag de påtar seg, samt sentrale trekk ved mandat og rammebetingelser for øvrig.

Videre vil vi peke på sentrale trekk ved beslutningsstrukturer og identifisere særlig kritiske punkter for materialvalg i beslutningsprosesser for byggeprosjekter. Ut fra rammebetingelser og beslutningsstrukturer vil vi drøfte sentrale barrierer og drivkrefter slik dette er erfart i byggherreorganisasjonene.

Rambølls delutredning (2012a) er et sentralt grunnlag for dette kapitlet. I tillegg bygger dette kapitlet på informasjon innhentet gjennom informantintervjuer (blant annet Innovasjon Norge og TreFokus), med erfarne prosjektmedarbeidere i Statsbygg, i tillegg til innspill som ble gitt i forbindelse med Statsbyggs åpningsseminar for utredningsarbeidet 04.09.12.

5.1. Offentlige byggherrer

Offentlig sektor er en stor aktør som har svært varierte byggeoppgaver og ulik organisering gjennom helstatlige, fylkeskommunale, kommunale og mer "hybride" eierskap. Det er derfor stor variasjon i mandat, virkefelt og byggeoppgaver. Det bygges alt fra spesialbygg og bygninger med særskilte konstruksjonsbehov, til mer repeterbare byggkategorier – som vil kunne gi større muligheter til å benytte standardløsninger. De ulike offentlige byggeoppgavene vil derfor i ulik grad innebære et potensial for bruk av tre.

Avinor

Avinor drifter 46 flyplasser, og de skal bygge og renovere 41 av disse frem mot 2018. Det legges nå en felles ramme rundt byggene, og satser på en grønn profil. Prosjektet har fått navnet "Airport Village". Bakgrunnen for tiltaket er at terminalbygningene er til dels eldre bygg som over mange år har blitt om- og påbygget flere ganger. Det har kommet endrede og nye krav som krever spesiell utforming av bygningene, eksempelvis sikkerhetskontroll og skille mellom innenriks, schengen og non-schengen. Dette har medført at mye av dagens bygningsmasse er uhensiktsmessig (State of the Nation, 2009).

Avinor har identifisert et stort potensial for forbedring av klimagassregnskapet for virksomheten som helhet ved å bygge nye terminalbygg i tre.

Avinor er i gang med å utvikle et modulsystem med støtte fra Innovasjon Norge og NHO. Pilot bygges nå på Molde Lufthavn. Fordeler som blir vurdert er industrialisering av løsninger som er repeterbare, har gjenkjennelseeffekt, rask byggetid, og at treets vekt gir mulighet for videreutvikling av eksisterende flyplassanlegg som ligger på areal med dårlige grunnforhold.



Bilde: Molde Lufthavn Årø, LPO arkitekter. Foto: Aasmund Bunkholt, TreFokus

Forsvarsbygg

Forsvarsbygg har svært varierte oppgaver; fra boliger, lager og forsvarsanlegg – til vanlige ontorbygg. Til sammen forvaltes ca. 3,8 mill m². Forsvarsbyggs eiendomsportefølje og nybyggprosjekter er tradisjonelt i liten grad knyttet til urbant byggeri. Deres erfaringer fra bygging av boligkomplekset Idrettsparken i massivtre på Rena (se tekstboks under) kan imidlertid ha stor overføringsverdi for urbant byggeri både med hensyn til prosjektgjennomføring og produktutvikling.

Idrettsparken boliger, Rena. Forsvarsbygg

Med utgangspunkt i helhetsplan for Østerdal garnison fra 1993, der tre skal være et hovedmateriale i fasade eller konstruksjon, ferdigstilte Forsvarsbygg i 2010 20 leiligheter fordelt på 6 bygninger på 3-4 etasjer. Forsvarsbygg bygget ut fra ambisjonen " Undersøke og bidra til utvikling av massivtrebyggets egenskaper og konkurransevne boligene med massivtre elementer i vegger og etasjeskiller., samt som fasademateriale

Arkitekt for prosjektet var LPO arkitekter og prosjektet ble gjennomført med en samspillsfase med prekvalifisering og påfølgende totalentreprise med den av de prekvalifiserte entreprenørene.

Erfaringer fra prosjektet er at de har fått et referansebygg som tilfredsstillt kravene til en miljøprofil med CO₂ nøytrale materialer, ingen miljøskadelige stoffer i "obs-lista" til Klif og avfallsmengde/restavfall. Anlegget er robust og slitesterkt med lave energikostnader til drift, og et godt bomiljø for sine ansatte med svært godt innneklima.

Massivtrebransjen har fått en verdifull referanse og høynet kompetansen hos flere aktører. Prosjektet har startet en utviklingsprosess med økt industrialisering og dokumentasjon av blant annet byggtekniske løsninger, og de termiske egenskapene ved massivtre. Telt over byggene har gitt Forsvarsbygg tørre bygg uten fuktskader og kost/nytte er ansette for å være tilnærmet 1.

Kilde: Evaluering og erfaringsrapport Idrettsparken boliger, Forsvarsbygg 2011.

Foto: Montasje as, fotograf: Andreas Eriksson



Statens vegvesen

Bygge kategorier der Statens vegvesen er egen byggherre er trafikkstasjoner og broer. Disse er i mindre grad lokalisert i byer og tettsteder innenfor kategorien "urbant byggeri", men etatens prosjekter har likevel overføringsverdi gjennom utvikling av ny kunnskap større trekonstruksjoner i f.eks. limtre. Det er ikke framskaffet totalt areal for eiendomsmassen.

Statens vegvesen har en del erfaring med bruk av tre – som også har blitt godt profilert:

- Trebroer i FoU-arbeid på Hedmarken har vært foregangseksempler på norsk trearkitektur
- Mjøsbrua – tre et likeverdig alternativ økonomisk sett.
- I tillegg kan oppgradering av trafikkstasjoner være et stort potensiale for å forbedre sektorens klimagassutslipp.

Statsbygg

Statsbygg er en statlig forvaltningsbedrift og skal tilby formålsbygg til statlig sivil sektor. Statsbygg skal også gi råd ved kjøp og leie av lokaler i det private markedet samt sørge for god forvaltning av eiendommene som er knyttet til den statlige husleieordningen. Statsbygg skal også sikre statlige interesser i større eiendomsutviklingsprosjekter. Statsbygg forvalter pr. 2013 ca. 2,7 mill. m² bygg.

Statsbygg organiserer, planlegger og gjennomfører om lag 160 prosjekter -større og mindre, til enhver tid, hvorav 20-30 større prosjekter blir ferdigstilt hvert år. Typiske byggkategorier er knyttet til undervisning (universiteter og høyskoler), kultur (museumsbygg m.m.), fengsler, spesialbygg for statsforvaltningen, barneverns institusjoner og utenlandske eiendommer. Statsbygg har noe erfaring knyttet til bruk av tre i eksteriør (eksempelvis Sametinget), og som viktige interiørelementer (eksempelvis Den norske Opera og ballett).

Helseforetakene

De statlige, regionale helseforetakene forvalter somatiske- og psykiatriske sykehus inkl. rus- og rehabilitering. Endringstakten i sykehus er relativt høy og er blant annet drevet av reformer, utvikling av ny teknologi, nye behandlingsformer og endrete organisasjonsprinsipper. Sektoren har en bygningsmasse på til sammen ca. 4,6 mill m². Sektorens muligheter for bruk av tre i større bygningskomplekser med strenge krav til smittevern, brann og øvrige tekniske forhold kan være en utfordring.

Fylkeskommunene

Bygg-kategorier som bygges og forvaltes av fylkeskommunene er kontorbygg (eks. fylkeshus/fylkesadministrasjon) og videregående skoler. Fylkeskommunene er en relativt liten aktør som offentlig byggherre, og kan i hovedsak sammenliknes med kommunene mht. byggeprosjekter og rammebetingelser.

Erfaringer fra et byggeprosjekt for en videregående skole på Gran, Oppland fylkeskommune – der man har benyttet tre, viser at det er avgjørende med en kombinasjon av politisk vilje til faktisk gjennomføring – og lokale ildsjeler som kan drive prosjektet igjennom i praksis (Midttun, 04.09.12). Alle relevante egenskaper ved materialene sett i forhold til nøkkelfunksjoner ved bygget må nøye vurderes – og disse vurderingene må forankres godt hos de aktuelle beslutningstakerne (ibid.). Her ble det spurt om tre, men betong ble tilbudt

av entreprenør (ibid.). Imidlertid ble bygget realisert som heltrebygg med massivtre konstruksjoner (se tekstboks under).

Hadeland videregående skole (Gran kommune, Oppland)

Skolen stor ferdig i 2012. Bygget er i heltre og har en omfattende konstruksjon i massivtre. I tillegg er skolen bygget som et passivhus.

Arkitekt for prosjektet har vært Lille Frøen arkitekter. Prosjektet ble gjennomført som en totalentreprise ved Opplandbygg.

Bygget er utviklet for sambruk mellom den videregående skolen, biblioteksfunksjoner, integrert kulturhus og idrettsanlegg. Bygningsmassen er organisert som et kompakt bygg som gir nærhet mellom lærere og elever, besøkende og administrasjon. Bygget ligger nært offentlige kommunikasjoner og servicetilbud, og tar i mot ca. 1000 elever og ansatte daglig.

Kilde: Byggeindustrien.no, 21.02.13

Foto: Arkitektgruppen lille frøen AS



Kommunene

Kommunale bygg omfatter skolebygg, barnehager, boliger, kulturbygg, kirker og andre bygg i kommunalt eie. Totalt omfatter alle kommunale bygg en bygningsmasse på cirka 32 millioner kvadratmeter og er samlet sett den største offentlige byggherre. Skolebygg, inkludert barnehager, utgjør til sammen ca. 16 mill. m²; helsebygg ca. 5,2 mill. m²; og 'andre' ca 11 mill. m² (SSB, 2013).

Kommunale bygg har samlet sett et stort oppgraderingsbehov. Det er også behov for økt vedlikeholdsinnsats for å unngå ytterligere økning i etterslepet. Boliger og kulturbygg skiller

seg ut med noe dårligere tilstand enn de andre bygningstypene. Sykehjem er den kategorien som fremstår med best tilstand (RIF, 2009).

Sentrale erfaringer fra kommunene:

- Kommuner er 'flergangsbygherrer' som har store muligheter for å bygge med standardiserte løsninger. En ulempe er imidlertid stor variasjon i kommunestørrelse og derav mulighet for kompetanseoppbygging, grad av repetisjon, etc. Det kan dermed være størst potensiale for dette i byer og tettsteder der det bygges relativt mer.
- Kortere beslutningsprosesser enn øvrige offentlige etater kan gi mulighet for mer tilpassete løsninger, og større gjennomføringskraft.
- Skolebygg, barnehager og kommunale boliger godt egnet for massivtrekonstruksjoner siden de ofte er utsatt for hard bruk med mye slitasje. Innvendige vegger i tre er mer egnet driftsmessig enn gips som ofte må sparkles, males og skiftes ut etter hard bruk. For skolebygg er det store muligheter for repeterbare konsepter som også kan tilpasses aktuell pedagogikk. (Rambøll, 2012a).

5.2. Drivkrefter og barrierer for offentlige byggherrer

5.2.1. Relevant lovgivning og regelverk

Fra å være forbudt å bruke i fleretasjes hus (mer enn 3 etasjer) har de funksjonsbaserte forskriftene, som kom på slutten av 90-tallet, åpnet for bruk av tre hvor man ønsker det så lenge de funksjonelle kravene oppfylles. Det har ført til at tre nå kan likestilles med andre konstruksjonsmaterialer i større byggeprosjekter som boliger, skoler og næringsbygg.

Generelt kan det sies at det i dag ikke finnes lovmessige barrierer for bruk av tre i Norge i dag (jf. Rambøll 2012a). Imidlertid er ikke tre en preakseptert løsning, jf. Teknisk byggeforskrift, slik for eksempel betong er for konstruksjoner. Dette medfører økte dokumentasjonskrav og derigjennom mulig økte kostnader og ressursbruk ved valg av tre (ibid.; Treteknisk 2012).

Hovedgrunnen til at tre ikke er en pre-akseptert løsning er at det er et brennbart materiale. Dette representerer generelt også en mentalitetsmessig barriere for bruk av tre i større bygg.

Plan- og bygningsloven (PBL) gir hjemmel til å sette normer og krav i offentlig planlegging som tilrettelegger for bruk av tre i bestemte områder. Dette kan gjøres gjennom å stille krav til bygnings- og bebyggelsestype i kommunen, eller deler av kommunen, gjennom kommuneplan og reguleringsplaner (PBL kap. 11 og 12).

5.2.2. Anskaffelsesprosesser

Lov om offentlige anskaffelser representerer i seg selv ikke en barriere for å benytte tre i byggeprosjekter da det kan stilles krav om materialbruk. Imidlertid må norske offentlige

bygghefter innhente tilbud i et europeisk marked, gitt at vi er del av EØS-området. Offentlige bygghefter må derfor være nøye på hvordan anbud utformes, slik at det ikke framstår som en 'for-fordeling' av bestemte materialprodusenter.

Det er videre viktig at anbudets tekniske krav ikke oppfattes som om det utelukker bruk av tre der dette ikke er intensjonen.

Lov om offentlige anskaffelser, jf. §6, pålegger innkjøperen å ta hensyn til miljømessige konsekvenser av anskaffelsen når denne planlegges. De miljøkrav og kriterier som stilles skal, i henhold til lovkravet, tas inn i konkurransegrunnlaget for å ivareta kravet om forutsigbarhet for leverandørene (ibid.; jf. Statsbygg 2012). Lovkravet innebærer også at miljøkrav og kriterier som stilles må tilpasses den konkrete anskaffelsen (ibid.). Hvis bestemte materialkrav knyttet til miljø- og klimaeffekter står sentralt i anskaffelsen, og hvis leverandør av trematerialer oppfyller dette, vil dermed også tre kunne være en god kandidat i en miljøfokusert anskaffelse.

Det er i Norge foreløpig ikke fastsatt generelle normer knyttet til kvaliteter eller miljøegenskaper for materialer til bygg - i et livssyklusperspektiv. Dette er imidlertid ikke til hinder for at offentlige bygghefter kan gå foran og stille slike krav, slik for eksempel Statsbygg gjør gjennom å klimagassberegne materialer (ved klimagassregnskap.no), samt stille krav til dokumentasjon av miljøegenskaper. Dette siste gjøres gjennom å kreve EPD ('Environmental Product Declaration') som dokumenterer miljøkritiske parametere for produksjonsprosess, benyttede stoffer og materialer – sett i forhold til bruksområde.

Videre, i en del sammenhenger der det offentlige bygger, og i tilknytning til urbant byggeri, vil tre som materiale kunne oppfattes som et innovativt bygningsmessig grep. Lovverket åpner for at det kan innhentes tilbud på alternative måter for å fremme innovative løsninger. Dette kan blant annet gjøres gjennom ordningen 'konkurransepreget dialog' som er nedfelt i lovverket. Ved å gjennomføre pilot og utviklingsprosjekter gir også lovverket anledning til å etterspørre spesifikke leveranser, som f.eks. spesialtilpassede treløsninger.

5.2.3. Overordnede føringer

De offentlige bygghefterne er i stor grad styrt av de oppdrag de får, og leverer i henhold til etterspørsel fra oppdragsgiver og brukerne. Offentlige bygghefter vil derfor i utgangspunktet være nøytrale når det gjelder materialvalg. Det offentlige måles på framdrift og kostnader på lik linje med det private markedet. Få offentlige bygghefter har pr. i dag en uttalt målsetning om økt bruk av tre, eller et klimamål som underbygger at tre må eller bør velges. Avinor og deler av Statens vegvesen, jf. omtalen ovenfor, kan betraktes som unntak i den sammenheng.

Oppdragsbrev i staten er i liten grad spesifikke på miljøambisjoner generelt eller til byggeoppdrag spesielt. Dersom det ikke i oppdragsbrev eller anskaffelse gis føringer som dreier mot at tre skal vurderes som et reelt alternativ, vil det være tilfeldig hvorvidt arkitekt/konsulent/entreprenør velger tre. Gitt regjeringens klimamål er det rom for å formulere mer spesifikke klimamål også for byggeprosjekter, og slik tilrettelegge for bruk av tre, dersom det viser seg å være et egnet klimatiltak.

5.2.4. Pris, marked og kompetanse

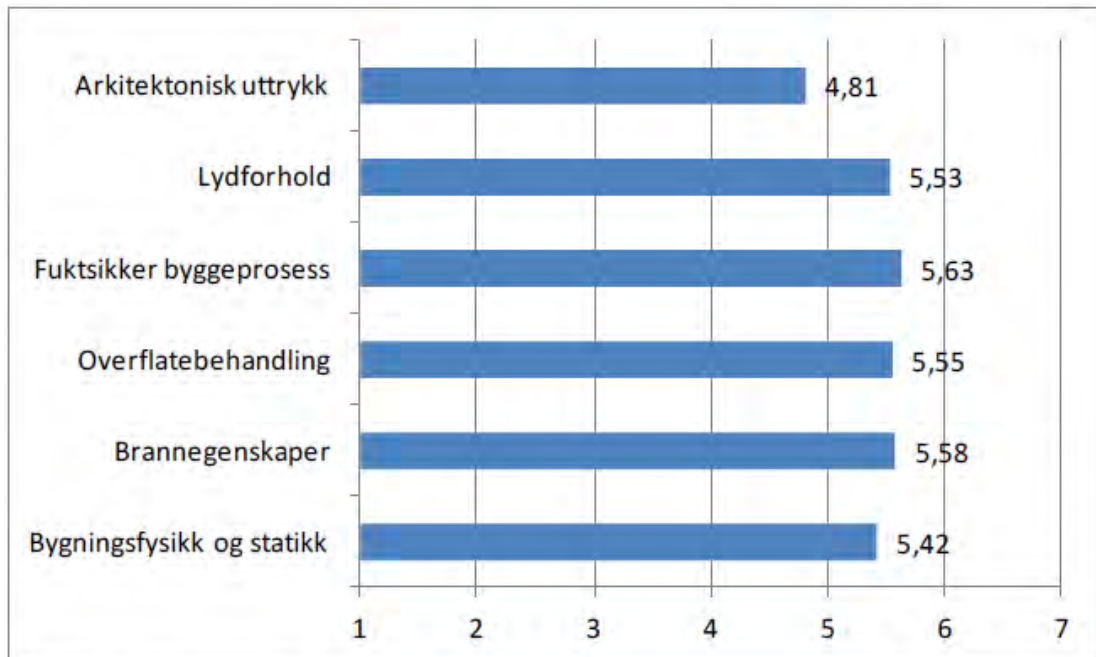
Det har vært en gjennomgående erkjennelse i både treindustrien og byggenæringen at det mangler vesentlig kompetanse på å ta i bruk tre i dagens bygningstekniske løsninger, i tillegg til manglende kompetanse for å utvikle morgendagens løsninger (Rambøll 2012a). En kartlegging utført av Treteknisk Institutt (gjengitt i Rambøll 2012a) viser at det også er et stort ønske om styrket informasjon og kunnskap om bruk av tre i bygg.

Rambøll (2012a) framhever at det er stor mangel på kunnskap om bruk av tre i næringen generelt, og mye tyder på at dette også er gyldig i det offentlige. Erfaring fra Statsbyggs internseminar, samt fra Statens vegvesen og Forsvarsbygg tyder på at kunnskap er en vesentlig barriere i beslutningsprosessen. Kunnskapen i Norge hos bestiller, arkitekter og spesielt ingeniører, håndverkere og entreprenører har dreid mot betong og stål de siste årene, og en hel generasjon rådgivere innenfor RIB og RIBB har "gått tapt". Et viktig funn hos Rambøll (2012a) er at det særlig er innenfor et avgrenset miljø av arkitekter og trerelaterte forskningsmiljøer man finner kompetanse på bruk av tre i Norge, men denne kompetansen er i mindre grad overført til næringen ellers gjennom praktisk utførelse.

Det er viktig å bygge opp en kompetanseheving fra grunnutdanningen – fra videregående skole til og med ingeniør- og arkitektutdanningene. I undersøkelser gjengitt i Rambøll (2012a) påpekes det at det er behov for styrket kompetanse i hele prosjektkjeden, fra og med tidligfase. Dette gjelder både arkitekter og rådgivende ingeniører – og det gjelder de fleste prosjekteringsfagene. Erfaringer viser at man har kommet et stykke på vei når det gjelder kompetanse blant rådgivende ingeniører bygg (RIB) (ibid.). Rambølls informanter peker på at det i prinsippet ikke er store forskjeller på å prosjektere bygg i tre sammenliknet med andre materialer, men at man mangler erfaring og praksis (ibid.). Med manglende erfaring øker også usikkerhet med hensyn til blant annet beregninger og kvalitetssikringer.

Av figuren nedenfor, utarbeidet av Treteknisk, ser man at det gjennomgående er et stort informasjonsbehov om bruk av tre. Det er gjort omfattende forskningsarbeid på egenskaper og anvendelse av tre, men det ser ut til at det likevel ikke når ut til beslutningstakere og utførende. Treteknisk sin erfaring er at der tre har blitt brukt har det vært behov for støtteordninger for å sikre tilstrekkelig kunnskap for gjennomføring (Treteknisk 2012). Informanter Rambøll har intervjuet uttrykker at det ikke er store forskjeller på prosjektering av bygg i tre sammenliknet med andre materialer, men at det er den praktiske erfaringen som mangler (jf. Rambøll 2012a). Uten erfaring øker usikkerheten og deretter økonomisk usikkerhet.

Figur 18: Kartlegging av informasjonsbehov hos ulike faggrupper knyttet til bruk av tre (Treteknisk; gjengitt i Rambøll 2012a: kap.2.2). 7 indikerer høyt informasjonsbehov, 1 lite.



Kilde: Presentasjon av Anders Q. Nyrud

Mangel på kompetanse hos entreprenører og utførende håndverkere gir i første omgang økte kostnader gjennom risikopåslag fordi man må tilegne seg kunnskap underveis i prosjektet, og i neste omgang kan det gi utslag i feil utførelse som potensielt gir behov for ombygging underveis og høyere FDV-kostnader for bruker.

Så lenge kunnskapen om tre er så lav i næringen er det behov for detaljprosjektering og dialog mellom prosjekterende, utførende og produsenter tidlig i prosjektet for å minimere risiko og oppnå vellykkede løsninger.

5.3. Sentrale beslutningspunkter for materialvalg i et byggeprosjekt

Fasene i et byggeprosjekt gir rammen for beslutninger med betydning for materialer, samt angir sentrale aktører og beslutningstakere.

Figur 19: Oversikt over sentrale faser i et byggeprosjekt. Figur hentet fra Rambøll (2012a: kap. 3.1).



Etablerte prosjektmodeller kan i seg selv representere barriere for god gjennomføring av prosjekter som krever ny kunnskap og andre beslutningsintervaller. I den grad bruk av tre tilsier pilotprosjekter og utviklingsarbeid, kreves det mer tverrfaglig kompetanse og høyere grad av detaljering i de første fasene av prosjektet, enn ved "standard-prosjekter". En tradisjonell, sekvensiell prosjektmodell vil da kunne innebære hindre med hensyn til å utnytte tverrfaglig kompetanse på et tidlig nok stadium (jf. Rambøll, 2012a). Kunnskap og bevissthet om materialvalg er også generelt viktig å få fram tidlig i prosjekteringen, ikke minst sett i forhold til økte miljøkrav som innebærer at klimagassberegninger må foretas i tidligfasene.

Etablerte prosjektmodeller og bevilgningsordninger gir imidlertid ofte avbrudd i prosjekter i påvente av avklaringer med oppdragsgiver. For statlige byggherrer dreier dette seg ofte også om politiske avklaringer gjennom eier- eller oppdragsdepartement.

Skiftende oppdragsbetingelser og bevilgninger representerer en risiko med hensyn til å holde på fokus, kompetanse og entusiasme i et prosjekt over tid. En risiko er dermed gitt av den usikkerhet mange byggeprosjekter er omfattet av – i mange tilfeller nesten helt fram til selve byggestart. Dette vil også påvirke material- og byggekomponent-produsenter som skal bidra inn i prosjekter. Synergier mellom konsulenter og produsenter kan da påvirkes negativt, og slik sett også påvirke kunnskaps- og informasjonsflyt mot oppdragsgiver, prosjekteringsgruppe, leverandører og mottakerne av det endelige bygget – med henblikk på materialvalg.

Det er videre en generell utfordring i store byggeherreorganisasjoner at erfaringer og kunnskap knyttet til de enkelte prosjekter, og tilhørende beslutninger og mål, ikke systematiseres – og derfor kan forsvinne underveis. Utvikling av nye konsepter/løsninger krever imidlertid en sterk grad av kontinuitet hvis kunnskap skal overføres til andre prosjekter. Utskifting av politisk ledelse, prosjektleder, konsulent eller entreprenør kan velte et lass av kompetanseoppbygging og felles opparbeidet motivasjon. Dette kan tale for at enkelte typer offentlige prosjekter ikke egner seg som piloter med hensyn til ny og alternativ bruk av materialer.

5.3.1. Behovs- og tilstandsanalyse

Dette er stort sett første fase av et byggeprosjekt. Her analyseres viktige forutsetninger knyttet til eksempelvis antall brukere og type bruk av det framtidige bygget; eksempelvis i form av antall kontorplasser. Allerede i denne fasen legges viktige føringer for dimensjonering og geometri som igjen vil kunne påvirke materialvalget. I større byggeprosjekter er det i denne fasen ofte også nær dialog med framtidige brukere av bygget. Det er derfor også viktig å være oppmerksom på at kunnskap og forståelse knyttet til materialer hos oppdragsgivere og brukere også er et avgjørende moment for endelig materialvalg.

I denne fasen starter også kartlegging av ulike ønsker hos oppdragsgiver som danner grunnlag for det oppdraget som senere formuleres. For eksempel er det ofte allerede i denne fasen at Statsbygg, oppdragsgivere, Departementene; begynner å formulere senere føringer på miljø og innovasjon.

5.3.2. Byggeprogram

I andre fase av et byggeprosjekt – ofte kalt programfasen – utarbeides bygge- og romprogram. Dette er byggherres ansvar, men utarbeides ofte av innleide rådgivere. Dette gir enda mer konkrete angivelser for det planlagte bygget, med enda sterkere føringer på materialvalg. Kompetanse hos rådgivende ingeniører og arkitekter er dermed ofte avgjørende her – men må ses på bakgrunn av de føringer som gis i forbindelse med behovsanalysen. Et sentralt dokument er funksjons- og prosjektbeskrivelse. Det gir ofte føringer som i realiteten bestemmer materialvalget. Det benyttes i økende grad 'Krav-BIM' (BIM= bygningsinformasjonsmodeller; digitalisert oversikt over bygningskomponenter og utstyr til bygg, og deres ulike egenskaper), der det tidligere ble benyttet tegningsgrunnlag. En slik digitalisering vil også kunne styrke og effektivisere kunnskapsgrunnlaget med hensyn til beslutninger som har konsekvenser for materialvalg.

5.3.3. Skisseprosjekt

I forlengelsen av byggeprogrammet igangsettes skisseprosjektet. Dette vil utgjøre beslutningsgrunnlaget for byggherren med hensyn til å igangsette selve byggeprosjektet. Arkitekt engasjeres i denne fasen for uttegning av prosjektet. Det gjøres også grove kalkyler med hensyn til kostnader. Denne fasen er dermed kritisk med hensyn til å framskaffe gode underlagstall knyttet til skisserte, konkrete løsninger.

Rambøll (2012a: kap. 3.2) peker på at skisseprosjektet ofte danner grunnlaget for finansieringen av byggeprosjektene for offentlige byggherrer. Hvis tre skal være et aktuelt alternativ er det derfor viktig at dette er utredet – med tilhørende kostnader – i denne fasen (ibid.). I offentlige byggeprosjekter blir det i denne fasen, og eventuelt tidligere, dessuten foretatt beregninger av livssyklus-kostnader (LCC). Det vil si at det er nødvendig å få fram materialeegenskapene med kostnader over hele byggets levetid. I Statsbygg, og hos et økende antall større byggherrer, blir LCC-beregninger foretatt parallelt med klimagassberegninger.

5.3.4. Forprosjektfase

Her detaljeres materialvalg innvendig og utvendig, og man prosjekterer bygget konkret. Forprosjektrapporten er ofte grunnlaget for å innhente tilbud på entrepriser. Rambøll (2012a) peker på at det er i og før forprosjekt de sterkeste føringer for materialvalg legges. Dette gjelder også for offentlige byggherrer. Samtidig er en gjennomgående tilbakemelding fra bransjen at om bruk av tre skal være vellykket må det planlegges for dette fra start. Konvertering av stål og betongbygg er sjelden vellykket.

Valg av entreprisform er avgjørende for gjennomføringen av et byggeprosjekt. Entreprisform i utviklings/pilotprosjekter bør imidlertid gi muligheter for dialog i hele prosessen med et bredt sammensatt fagkorp, som igjen avhenger av karakteristika ved det enkelte byggeprosjekt. Det er derfor lite hensiktsmessige å knytte materialvalg til bestemte entreprisformer.

5.3.5. Detaljprosjektering- og byggefasene

I disse fasene gjennomføres detaljprosjektering av bygget, og selve oppføringen av bygget finner sted. Hvis bygget oppføres som totalentreprise er det i hovedsak entreprenør som er ansvarlig for detaljprosjektet, i motsetning til en hovedentreprise – eller byggherrestyrte delentrepriser – der byggherre, eventuelt med team av arkitekt og rådgivende ingeniør, står ansvarlig.

I denne fasen er det viktig å være oppmerksom at det foregår en endelig prissetting av materialer. Til tross for at føringer i materialvalg er gitt i forprosjektet viser erfaringer at det ofte gjøres videre tilpasninger i detaljprosjektet (jf. Rambøll 2012a: kap. 3.1). Det har for eksempel vist seg at entreprenører priser betong- og/eller stålkonstruksjoner lavere enn tilvarende komponenter i tre (ibid.). Dette kan også ha sammenheng med at enkelte større entreprenørselskaper har eierinteresser knyttet til framstilling av betong- og stålkomponenter [eks. Skanska og AF Gruppen].

5.3.6. Byggefasen

I gjennomføringsfasen er det entreprenørene og utførende håndverkere som er hovedaktørene. Hovedinntrykket fra Rambølls intervjuer tyder på at kompetansehullene er størst på disse fagområdene (Rambøll 2012a). Dette medfører økt pris ved økt risikopåslag ved bygging i tre (ibid.). I tillegg øker farene for byggefeil (ibid.).

Rambøll (2012a) peker videre på at byggmestere og snekkerfirma som fører opp småhusbebyggelse er en faggruppe som i utgangspunktet har god kunnskap om tre som materiale. De har tradisjonelt hatt ansvar for bygg i to-tre etasjer. Ved å styrke kompetansen i denne faggruppen slik at denne typen bygg kan økes til fire etasjer, kan man også øke volumet på bygg bygd i tre (ibid.).

Som nevnt i kap.3.2 er bygningssektoren generelt lite industrialisert og lite utviklet teknisk og organisatorisk til å håndtere industrialiserte prefabrikerte produkter. Når slike produkter anvendes i dag følger det ofte med kompetanse om montering fra de utenlandske leverandørene for å sikre kvaliteten.

Standardisering og elementproduksjon kan bidra til at byggetiden reduseres betraktelig og at den totale tidsbruken ikke endres vesentlig. Erfaringer innhentet av TreFokus fra studentboliger på Ås og Moelven Byggmodul, viser at byggetiden for tremoduler kan reduseres fra 2/3 til opp mot 1/3 avh. av grunnforhold sammenlignet med konvensjonelt byggeri i stål og betong. I mulighetsstudie for Treplusshus på Evenstad er det gjengitt noen erfaringer mht korter for bygg i massivtre (Tredriverne, 2012), men generelt mangler gode erfaringstall og dokumentasjon fra flere prosjekter i Norge på dette foreløpig (Rambøll, 2012).

5.3.7. Vedlikeholds- og driftsfasen

For større byggherrer er det også avgjørende å se prosjektering i sammenheng med hvordan bygget er tenkt forvaltet og driftet, gjennom levetiden. Dette knytter seg til forvaltning, drift og vedlikehold (FDV). Behovet for gode FDV-analyser er i økende grad aktuelt særlig gitt skjerperte krav om lavt energibruk i tilknytning til bygg. Igjen er livssyklusbetraktninger og

vedlikeholdsmessige egenskaper ved materialer – i tillegg til kostnader, og kunnskaper om dette avgjørende for materialvalg.

Det har ikke vært mulig å framskaffe tall for kostnader for tre sammenliknet med alternative materialer (jf. Treteknisk 2012). Mye tyder på at det generelt mangler tilstrekkelig data og erfaring til å trekke klare konklusjoner om FDV på generisk nivå. For eksempel har ikke Statsbygg systematisert data knyttet til FDV og materialer; hverken knyttet til erfaringer eller antakelser om FDV på mer generisk nivå. Hovedtilnærmingen som benyttes er å vurdere FDV i tilknytning til funksjon og bruksmåte for bygget. I det enkelte tilfellet vil materialet dermed ha betydning – selv om man ikke har systematiserte tall for dette på tvers av prosjekter. Vanlig praksis i byggeprosjekter, uavhengig av type materialer, er å vurdere FDV og relaterte kostnader for den spesifikke produkttypen som er vurdert benyttet. Slike vurderinger kan dermed gi ulike utslag med hensyn til tre – avhengig av hvilket produkt eller produkttype som vurderes; på linje med andre materialer.

5.4. Oppsummering

Gjennomgangen av drivkrefter og barrierer viser at kunnskap og prosjektorganisering er viktige parametere for å forklare dagens bruk av tre i offentlige byggeprosjekter. Begge faktorer påvirker også i hvilken grad man framskaffer, og hvordan man vurderer kostnader knyttet til alternative materialer – herunder tre, samt hvordan man vektet kostnader og egenskaper i det enkelte byggeprosjekt.

Det finnes til dels stor kunnskap i næringen, men den ligger i mer avgrensede fagmiljøer, - mens flertallet av aktørene har relativt lite kunnskap og kompetanse (jf. Rambøll 2012a). Dette avspeiles også søkningen av midler fra Innovasjon Norge der det er mange av de samme aktørene som går i gjen som både som søkere og gjennomførere av prosjekter (Innovasjon Norge 2013).

Tre oppfattes ofte å være et dyrere materiale enn stål og betong. En viktig årsak er at det er større tilgang på erfaringstall knyttet til stål og betong. Det er imidlertid viktig å minne om at reelle kostnader vil kunne variere mye og er avhengig av det enkelte byggeprosjekt – ikke minst i et livssyklusperspektiv som skal inkludere FDV-kostnader. Tre vurderes imidlertid ofte som dyrere fordi det krever mer planlegging og tilegning av kunnskap hos prosjekterende og utførende.

For offentlige byggherrer danner gjerne skisseprosjektet grunnlaget for finansieringen av et prosjekt. Gitt at investeringskostnadene for tre ofte vurderes som høyere sammenlignet med andre materialer, selv om investeringskostnaden kan veies opp av andre fordeler som raskere gjennomføringstid, er skisseprosjektfasen et kritisk punkt for materialvalg. Et godt beslutningsgrunnlag bør synliggjøre ulikheter i byggets LCC framfor investeringskostnader fordi det gir et riktigere kostnadsbilde på sikt. Hvis tre for eksempel kommer ut med lavere FDV-kostnader enn alternative materialer blir det også mulig å forsvare høyere investeringskostnader.

Erfaringer fra andre land (jf. kap. 3, over) viser at mer utbredt kunnskap om tre, sammen med markedskunnskap om gode byggkomponenter generelt (noen ganger på bakgrunn av lokalt framstilte løsninger) og gjennomføringskompetanse, kan øke muligheten for at tre blir valgt. Styrket kunnskap gir også et bedre grunnlag for å sammenlikne kostnader på tvers av alternative byggematerialer – sett i forhold til øvrige kvaliteter og egenskaper.

Dette kapitlet viser effektene av at det er få standardprodukter og lite praktisk erfaring i et innkjøpssystem der risiko blir tillagt stor vekt. Det er en risiko knyttet til å gå først. Det kan kalles et "kollektivt problem" og den offentlige innkjøper kan være et virkemiddel for å overkomme dette.

6 Oppsummering

Mandatet for Statsbyggs oppdrag har vært å utrede hvordan det kan brukes mer tre i offentlige bygg. På denne bakgrunn har vi vurdert det som sentralt at utredningsarbeidet bidrar til styrket kunnskap om tre som byggemateriale i beslutninger i offentlige byggeprosjekter.

Det finnes mye tilgjengelig kunnskap om tre i bygg, men at det synes å mangle en flyt av kunnskap og praksis innenfor og mellom treindustrien, bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE). I tillegg oppfattes anvendelse av nye løsninger som risikabelt.

Statsbygg er bedt om å vurdere bruk av tre i offentlige bygg ut fra følgende:

- Samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved økt bruk av tre i offentlige byggeprosjekter
- Økonomiske og administrative konsekvenser ved økt trebruk i det offentlige
- Miljømessige konsekvenser ved økt trebruk i offentlige prosjekter
- Teknologiske konsekvenser (innovasjon og utvikling)

På denne bakgrunn vil dette kapitlet oppsummere hovedfunn fra utredningsarbeidet, og komme med noen anbefalinger for videre tiltak. Det vil her bli pekt på hvilke politikkområder det særlig kan være aktuelt å vurdere endrede eller nye tiltak innenfor.

Statsbygg sine anbefalinger i kapitlet "Konklusjon og anbefalinger" i starten av denne rapporten.

6.1. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

Vi har i dette utredningsarbeidet drøftet verdikjeden for urbant trebyggeri. Det er i dag ingen større leverandørindustri i Norge for trekonstruksjoner. Som beskrevet i kapittel 3 er den norske treindustrien preget av mange små og mellomstore aktører, samtidig som større etablerte aktører pr. i dag ikke i noen vesentlig grad leverer løsninger for urbant byggeri. En økt etterspørsel etter tre til urbant byggeri vil derfor primært rette seg mot importerte produkter. Denne manglende nærhet mellom potensielle leverandører og det offentlige som krevende kunde er en utfordring også når det gjelder det offentliges muligheter til å være innovative knyttet til bruk av tre. Kompetente leverandører vil alltid måtte være en viktig premissleverandør i en slik sammenheng.

Ved å etterspørre en vare som foreløpig ikke er produsert i Norge, kan det imidlertid bygges opp et framtidig kundegrunnlag og kompetanse i næringen om produktet. En må imidlertid se hele det europeiske markedet under ett. Det som ut i fra et bedrifts- og samfunnsøkonomisk lønnsomhetsperspektiv ser ut som den beste strategien er at norske trematerialprodusenter for urbant byggeri i større grad kan videreutvikle nisjer som kan innpasses i hele det europeiske markedet. Dette vil også knytte an til at det er hele det europeiske marked norske offentlige byggherrer må etterspørre sine leveranser fra.

Med økt etterspørsel vil det m.a.o. i større grad være rom for nisjer som norske produsenter kan levere i forhold til, også innenfor verdikjeder som har en klar europeisk forankring.

I dag er det slik at den relativt lite utbredte kompetansen om bruk av tre i større bygg gjør at det framstår som en risiko å gå i gang med slike prosjekter for BAE-næringen. Erfaringer viser at det mangler offentlige virkemidler som støtter bedrifter som tar risiko i en etableringsfase, og styrker muligheten for at de overlever den første kritiske fasen. Enkelte produsenter har gått konkurs akkurat i det de har ferdigstilt pilotprosjekter og er i ferd med å etablere et marked. Byggeprosjekter tar tid og næringen er konservativ. For å utvikle og markedsinnpasse nye løsninger kreves derfor langsiktighet og utholdenhet.

Den viktigste læringen skjer gjennom konkrete byggeprosjekter. Anvendelse av tilegnet kunnskap umiddelbart etter læring, og ved gjentatt repetisjoner, gir størst effekt. Å bygge opp et marked samtidig med kompetanseheving henger derfor nøye sammen.

Det er en risiko knyttet til å gå først. Det kan kalles et "kollektivt problem" og den offentlige innkjøper kan være et virkemiddel for å overkomme dette. Et godt samfunnsøkonomisk tiltak kan derfor være å stimulere til pilot- og kunnskapstiltak som kan styrke kunnskap og kompetanse på en slik måte at tre i større grad blir vurdert på linje med andre materialer.

Utviklingsprosjekter kan bidra til å fremme stordriftsfordeler og nødvendig erfaring, som igjen kan påvirke kostnadene for trebygg. Spørsmålet er om det er utbygger/byggherre, industrien eller det offentlige som skal bære kostnadene for slike tiltak. Aktive næringsaktører kan stimuleres på ulike måter: Det er ikke nødvendigvis bare de tradisjonelle trebedriftene som kan fremme en sterkere bruk av tre i bygg: Også arkitekter og rådgivende ingeniører som spesialiserer seg på tre og etterspør trematerialer/byggekomponenter i tre, kan bidra til dette.

6.2. Økonomiske og administrative konsekvenser

Rapporten identifiserer utfordringer knyttet til beslutningsprosessene for offentlige bygg som gjør at tre ikke blir valgt som materiale. Dette knytter seg til beslutningsstrukturer, prosjektmodeller og anskaffelser – sammen med kunnskap og kompetanse i de ulike ledd i et byggeprosjekt. Et viktig fokus for å fremme bruk av tre i offentlige bygg blir da nettopp organisering og bestemmelser knyttet til dokumentasjon, kompetanse og beslutninger.

Det er også mulig å fremme tydeligere signaler om bruk av tre i offentlige byggeprosjekter i planleggings- og forprosjektfasen, og eventuelt gjennom å formulere konkrete mål om bruk av tre, både overordnet og i forhold til de enkelte, offentlige byggeprosjekter. Målsettinger om redusert miljøbelastning og klimagassutslipp i byggeprosjekter kan fremme større fokus på materialeegenskaper og dermed tre som alternativ.

Offentlige byggherrer behøver ikke nødvendigvis bare fremme innovative løsninger. Ved å benytte mer etablerte løsninger kan det offentlige bidra til å gjøre dette kjent og derigjennom bidra til et volummarked for tre. Det offentlige prosjekterer og bygger pr. i dag i liten grad konsepter som er repeterbare og som kan fremstilles industrielt. Økt bruk av tre handler også om kunnskapsoppbygging- og forvaltning, og risikovilje hos offentlige byggherrer. Dette er imidlertid nært forbundet med rammene for oppdragene, og

prosjekterings tidsbruk og kostnader. For offentlige byggherrer er slike rammer ofte knyttet til politiske mål og beslutninger.

Administrative konsekvenser ved økt bruk av tre vil derfor kunne bestå i å justere prosedyrer og beslutningsstrukturer for offentlige byggeprosjekter.

Ved siden av beslutningsprosessene er også lovgivning og reguleringer av stor betydning som ramme for offentlige byggeprosjekter. Dette utredningsarbeidet har ikke kunnet påvise åpenbare barrierer i dagens norske lovgivning for bruk av tre. Imidlertid opererer gjeldende byggeforskrifter med 'preaksepterte løsninger' for konstruksjoner. Disse omfatter ikke pr. i dag trekonstruksjoner, uten at det er reelle tekniske egenskaper som skulle tilsi dette.

I tillegg til det som er gjennomgått over vil flere av tiltakene som er drøftet i rapporten også kunne medføre budsjettmessige og økonomiske konsekvenser. Det har imidlertid ikke vært ressurser og anledning til å konkretisere slike kostnader.

6.3. Miljømessige konsekvenser

Miljø- og klimautfordringene framstår som stadig mer sentrale for BAE-næringen, og næringen er en viktig bidragsyter til løsninger for klimautfordringen. Tre som bygningsmateriale kan være en del av denne løsningen hvis det benyttes på riktig måte.

Teknisk og miljømessig vet man mye om treets egenskaper og har verktøy som muliggjør en god analyse av tre i prosjekteringen, tilpasset det enkelte byggeprosjekt. Tre har generelt gode byggetekniske egenskaper; i forhold til brann, fukt, lyd og luftkvalitet.

Tre er et fornybart materiale, men potensialet for gjenvinning og resirkulering avhenger av bearbeiding av råmaterialet. Tre kommer generelt godt ut sammenliknet med alternative byggematerialer hvis en fokuserer på livssyklus og materialbehandling. Hvis en i tillegg trekker inn klimagassberegninger kan tre i en rekke tilfeller komme bedre ut enn alternative materialer.

Det er likevel behov for ytterligere kunnskap om hvordan bruken av tre i et helhetlig livsløpsperspektiv kan bidra til reduserte miljø- og klimagassavtrykk ved nybygg og rehabiliteringer. Tre må imidlertid brukes på treets premisser – det vil si basert på god materialkunnskap og riktig detaljering. Feil bruk kan gi store konsekvenser byggeteknisk og miljømessig. Ikke minst er det behov for sterkt fokus på fuktproblematikk, også knyttet til bruk og lagring av materialer i byggeprosessen.

6.4. Teknologiske konsekvenser (innovasjon og utvikling)

Det har blitt påpekt et stort behov for å styrke kompetansen og kunnskap om bruk av tre – både i prosjekteringsfagene og for utførende faggrupper ved byggeprosjekter. Fagkompetanse har også vist seg å være en nøkkelfaktor for mer omfattende bruk av tre i større bygg og i byer, i sammenliknbare land. Sterke fagmiljøer har dessuten vist seg som viktige drivkrefter i regionale og nasjonale satsinger på tre og bidrar til at mer avanserte

byggverk i tre kan oppføres. FOU-miljøer i samspill med utdanningsinstitusjoner og tre-baserte næringer framstår kanskje som det avgjørende samspillet som kan forklare trematerialets relativt større utbredelse i Finland, Sverige, Sveits og Østerrike.

Videre viser erfaringer at repetérbare standardløsninger kan styrke gjennomføringsevnen og senke terskelen for bruk av tre. Samtidig vil repeterbare løsninger skape læring over tid som kan bidra til den nødvendige kompetanseoppbyggingen i næringen. Gjennom standardisering og etterspørsel fra offentlige byggherrer der dette er relevant, kan det dermed skapes et større marked for treprodukter. Det er derfor behov for kompetanseheving i hele næringskjeden fra skogproduksjon til forvaltning og drift. Dette knytter seg til etterutdanning, nettverksbygging, dokumentasjon og standardisering. Bygg 21-satsingen kan skape nye muligheter hvis tre blir markert som et tydelig satsingsområde.

Det er en generell utfordring at det mangler gode grunnlagsdata og oversikter over bruk av tre i bygg i Norge i dag (jf. SSB 2013): Dette gjelder både for totalt volum av bruk av tre i bygg, og pr. byggkategori – fordelt på geografisk område. Styrket datatilgang og statistikk vil også kunne styrke det generelle kunnskapsgrunnlaget om tre, og dermed bidra til å sikre mer målrettede tiltak for næringsutvikling og innovasjon.

Verdikjeden knyttet til trematerialer for urbant byggeri i Norge har slik denne rapporten viser ikke de kjennetegn som innovative og vekstkraftige næringsklynger har, slik blant annet Porter beskriver disse. Dette vil påvirke de muligheter de offentlige har for å øke sin etterspørsel og være en krevende kunde inn mot dette markedet. Det trenges derfor parallelle tiltak knyttet mot produksjonsleddet for å lykkes, slik eksemplet fra andre markeder i kap 4 også viser.

Rapporter og dokumenter i eget vedleggshefte:

Vedlegg 1: Bruk av tre i offentlige bygg – Miljø og klimaeffekter, Delutredning fra Treteknisk Institutt (2012).

Vedlegg 2: Analyse av dagens offentlige bygg i Norge, Delutredning fra Rambøll Norge AS (2012).

Vedlegg 3: Bruk av tre i Sverige, Finland, Østerrike, Sveits og Sør-Tyskland. Delutredning fra Rambøll Norge AS (2012).

Vedlegg 4: Lenke til foredrag på fagseminar 04.09.12:

<http://www.statsbygg.no/Aktuelt/Nyheter/60-deltok-pa-konferanse-om-tre-i-offentlige-bygg/Tre-i-offentlige-bygg---veien-videre/>

Vedlegg 5: Økt bruk av tre i offentlige bygg – klimagassvirkninger, tilleggsutredning/notat fra Civitas AS (2013).

Kilder

Litteraturliste:

AHO mfl. (2012): Osloprosjektet – sluttrapport 1. desember 2012,

Arbeidstilsynet (2006): Veiledning om klima og helseeffekter på arbeidsplassen

Bergen kommune: Tid for Tre – prosjekt 2009-2014,

Civitas (2013): Økt bruk av tre i offentlige bygg – klimagassvirkninger, Notat, Oslo: Civitas AS.

Departementene (2013): Strategi for økt innovasjonseffekt av offentlige anskaffelser.

Forsvarsbygg (2011): Evaluerings og erfaringsrapport Idrettsparken boliger, Oslo: Forsvarsbygg.

Innovasjon Norge (2008): Programnotat for Trebasert innovasjonsprogram. Oslo: Innovasjon Norge.

Klima- og forurensningsdirektoratet m.fl. (2010): *Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020*. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet.

Kommunal- og regionaldepartementet (2012): Meld.St. 28 (2011-12) *Gode bygg for eit betre samfunn. Ein framtidsretta bygningspolitikk*, Oslo: Kommunal- og regionaldepartementet

Landbruks- og matdepartementet (2013): Tildelingsbrev til Innovasjon Norge. Oslo: Landbruks- og matdepartementet.

Landbruks- og matdepartementet (2011): Meld.St. 9 (2011-12) *Om landbruks- og matpolitikken. Velkommen til bords*, Oslo: Landbruks- og matdepartementet.

Midttun, Helge (2012): Presentasjon av erfaringer med bygging av videregående skole i tre, Gran kommune, Statsbyggs åpnings- og fagseminar for utredningsprosjekt bruk av tre i offentlige bygg, Oslo, 04.09.12.

Miljøverndepartementet (2012): Meld.St. 21 (2011-12) *Norsk klimapolitikk*, Oslo: Miljøverndepartementet.

NAL/NABU, Gaia Lista 2004: Aktiv substitusjonseffekt ved økt treforbruk i nybygg, Norwegian Wood 2009, NAL ECOBOX, 2009: Evalueringsrapport –Husene vi bygger, Tre i by – Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk?, 409 Prosjektrapport 2007

Porter, Michael E. *The Competitive Advantage of Nations* (1990)

Pöyry (2011a): Evaluering av trebasert innovasjonsprogram. Utarbeidet for Innovasjon Norge, R-2011-016, Oslo: Pöyry

Pöyry (2011b): 'Norge 2050: Et paradigmeffremsyn – lille land, hva nå?' Oslo/Bergen: Pöyry og Norsk Klimastiftelse.

Rambøll (2012a): 'Analyse av dagens offentlige bygg i Norge', sluttrapport oppdrag fra Statsbygg, Oslo: Rambøll Norge AS.

Rambøll (2012b): 'Bruk av tre i Sverige, Finland, Østerrike, Sveits og Sør-Tyskland', sluttrapport oppdrag fra Statsbygg, Oslo: Rambøll Norge AS.

Rådgivende ingeniørers forening (RIF) (2009): *State of the Nation - helhetlig bilde av Norsk infrastruktur og bygg*, Oslo: RIF.

Sintef (2007): *Tre i by – en kunnskapsoversikt*, prosjektrapport 74, Trondheim: SINTEF Byggforsk.

Sintef og MIKADO, 2008

Sintef Byggforsk (2011): *Miljøegenskaper til tre*, prosjektrapport, Trondheim: SINTEF Byggforsk.

Sintef Byggforsk (2007): *Industrialisering av treproduksjonen Forprosjekt*, Trondheim: SINTEF Byggforsk.

Sintef Byggforsk/Husbanken (2012): *Systematisering av erfaringer med passivhus*, Oslo: SINTEF Byggforsk

Statistisk Sentralbyrå (SSB) (2013): 'Bygg, boliger og boforhold. En kartlegging av eksisterende statistikk og muligheter', Kongsvinger: SSB.

Sweco (2012): 'Mulighetsstudie for "plusshus" på Evenstad – rapport for ekstern kvalitetssikring', Sweco 26.11.12.

Trästad 2012 Sydost

Tredriveren i Hedmark 06.08.12: "TREplusshus" – Bærekraftig byggeri på Evenstad – en miljøinnovasjon, Rapport mulighetstudium

TreFokus og Trefylke: By- og tettstedsutvikling, veileder for bruk av tre,

TreFokus (2013): Industrialisert byggeri – muligheter for trebaserte konsepter.

TreFokus og Treteknisk: Fokus på tre nr. 54 "Opplevelse av trematerialer i innemiljø.

Treteknisk (2012): 'Bruk av tre i offentlige bygg – Miljø- og klimaeffekter', Oslo: Treteknisk Institutt.

Østfoldforskning (2011): Kunnskapsplattform for beregning av klimabelastning fra bygg og byggematerialer, Litteraturstudie,

Informanter:

Div. informanter, åpningsseminar, Oslo, 04.09.12.

Statsbygg, ansatte med erfaringer og kunnskap knyttet til tre, Oslo, nov. 2012.

Innovasjon Norge, møte, Oslo, 10.01.13.

Arkitekt- og designhøgskolen i Oslo (AHO), møte, Oslo, 08.01.13.

Forsvarsbygg, Statens vegvesen, Avinor og Innovasjon Norge: Informasjonsmøte om erfaringer fra trebruk i offentlig byggeri, Innovasjon Norge, Oslo, november 2012.

Bilder forside:
Gran videregående skole.
Arkitekt/foto: Arkitektgruppen lille frøen as

Statsbygg
Byporten
Biskop Gunnerus' gate 6
Postboks 8106 Dep
0032 Oslo
Tlf: 815 55 045
Faks: 22 95 40 01

www.statsbygg.no

