



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## Norges klimagassregnskap for treprodukter og trebruk i fleretasjes bygg – en analyse av trender

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 35 | 2017



Gry Alfredsen, Knut Magnar Sandland, Gunnhild Sjøgaard  
Divisjon Skog og utmark

## TITTEL/TITLE

Norges klimagassregnskap for treprodukter og trebruk i fleretasjes bygg – en analyse av trender

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Gry Alfredsen, Knut Magnar Sandland, Gunnhild Søgaard

DATO/DATE:	RAPPORT REPORT NO.:	NR./	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.03.2017	3/35/2017		Åpen	10379	17/01051
ISBN:		ISSN:		ANTALL NO. OF PAGES:	SIDER/ ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17- 01814-8		2464-1162		34	2

## OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruks- og matdepartementet

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Gry Alfredsen

## STIKKORD/KEYWORDS:

Klimagassrapportering, trender, treprodukter, årlig endring

Annual change, greenhouse gas emissions, harvested wood products, trends

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Klimagassrapportering treprodukter

Greenhouse gas emissions harvested wood products

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

### Norges klimagassregnskap for treprodukter

- Rapportering av klimagassregnskapet til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) inkluderer for Norges del både rapportering under FNs klimakonvensjon og Kyotoprotokollen (KP).
- Denne rapporten omhandler det som rapporteres for treprodukter (Harvested Wood Products, HWP). Dette rapporteres blant annet som årlige endringer i karbonlager («annual changes in carbon stocks») jamfør retningslinjer fra FN (IPCC 2014a). Endringene er begrenset til det som følger av nasjonal avvirkning.
- Klimagassregnskapet til UNFCCC for treprodukter omfatter tre produktkategorier: trelast, trebaserte plater og papir- og kartongprodukter. Det enkelte land krediteres for nasjonalt forbruk og eksport av treprodukter, ikke for import. Nasjonalt forbruk og eksport rapporteres separat.
- Aktivitetsdata for de tre produktkategoriene som rapporteres for treprodukter hentes fra FAO. Definisjonene for de tre produktkategoriene som rapporteres er de samme som FAO bruker.
- Norges klimagassregnskap estimerer lagerstørrelsen på nasjonal forbruk etter 1960 til å være 22 613 492 t C (-82 916 kt CO<sub>2</sub>) per 2014. Dette lageret har hatt en jevn økning etter 1961, siden



**NIBIO**

NØRSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

århundreskiftet har det flatet ut. For eksport var det totale lageret i 2014 6 929 580 t C (-25 408 kt CO<sub>2</sub>).

- Netto årlig endring i karbonlageret av treprodukter gir et mål på forholdet mellom årlig tilførsel og tap fra lageret. Total (nasjonalt + eksport) netto årlig endring av karbonlager i treprodukter i Norge gav fra 1964 til 2009 en lagring (tilførsel var høyere enn tap), deretter har det vært lekkasje (tap høyere enn tilførsel). Hvis man skiller mellom nasjonalt forbruk og eksport ser man at fra 1965 til 1992 bidro nasjonalt forbruk av treprodukter til en netto årlig lagring. Deretter har det vekslet mellom netto årlig lagring og lekkasje fra lageret. For eksport var det mellom 1964 og 2007 (med unntak av 1976) netto årlig lagring.
- Den historisk største årlige tilførselen til lageret av treprodukter var -1123 kt CO<sub>2</sub> tilbake i 1974. I 2014 var det totalt (nasjonalt + eksport) en lekkasje fra lageret av treprodukter på 547 kt CO<sub>2</sub>. Bidraget til tap i 2014 var hovedsakelig eksport av papir- og kartongprodukter (479 kt CO<sub>2</sub>), fulgt av nasjonalt forbruk av papir- og kartongprodukter (135 kt CO<sub>2</sub>) og nasjonalt forbruk av trebaserte plater (110 kt CO<sub>2</sub>). Bidraget til tilførsel i 2014 var hovedsakelig eksportert trelast (-152 kt CO<sub>2</sub>), fulgt av eksport av trebaserte plater (-17 kt CO<sub>2</sub>) og nasjonalt forbruk av trelast (-6 kt CO<sub>2</sub>).
- Den viktigste faktoren som forårsaker netto årlige tap totalt siden 2007 er nedgangen i eksport av papir- og kartongprodukter, som har ført til reduksjon i produksjonsvolumet. Eksporten av papir- og kartongprodukter nådde en topp i tilførsel i 2001 på 787 826 t C (-2 889 kt CO<sub>2</sub>), mens tilførselen i 2014 var på 358 596 t C (-948 kt CO<sub>2</sub>). Utslaget vi ser i total årlig endring i 2009 skyldes hovedsakelig reduksjon i nasjonalt forbruk av trelast. Trelast bidro i 2009 fortsatt til lagring, men lagringen var 2,6 ganger lavere enn i 2008. Bakenforliggende årsaker er resesjon, fall i avvirkning av bartrevirke og fall i pris på skurtømmer i 2009.
- Nasjonalt forbruk av trelast er en viktig bidragsyter til totalregnskapet, og spesielt til det akkumulerte lageret. Import teller ikke i regnskapet. Men for å få et bilde på nasjonale trender i trebruk er det interessant å se på summen av nasjonalt forbruk og import av trelast. Trenden viser en økning i bruk av trelast hovedsakelig forårsaket av økt import.
- Det er den årlige tilførselen (forbruk) fra de tre produktkategoriene som hovedsakelig former trendene i de andre rapporteringsdataene (tap, lager og årlig endring).
- Generelt sett har total årlig tilførsel (nasjonalt forbruk og eksport) av treprodukter økt frem til århundreskiftet, deretter sunket. I 1998 var den totale nasjonale tilførselen på 640 406 t C (-2 348 kt CO<sub>2</sub>) per år, i 2014 hadde den totale nasjonale årlige tilførselen sunket til 535 153 t C (1 962 kt CO<sub>2</sub>) per år. For eksport var det en topp i total årlig tilførsel i 2000 på 1 006 619 t C (-3 691 kt CO<sub>2</sub>) mens det i 2014 var 533 187 t C (-1 955 kt CO<sub>2</sub>).
- Historisk har det største bidraget til nasjonal årlig tilførsel kommet fra trelast (rundt 400 000 t C per år, -1 467 kt CO<sub>2</sub>) mens trebaserte plater samt papir- og kartongprodukter begge har ligget mellom 100-200 000 t C (-367 til -733 kt CO<sub>2</sub>) per år. I 2014 var den nasjonale totale tilførselen 535 153 (-1 962 kt CO<sub>2</sub>), hvorav trelast bidro med 432 830 t C (1 587 kt CO<sub>2</sub>), trebaserte plater 66 041 (-242 kt CO<sub>2</sub>) og papir- og kartongprodukter 36 282 t C (-133 kt CO<sub>2</sub>).
- Når det gjelder eksport har papir- og kartongprodukter klart bidratt mest og hadde en historisk topp i 2001 på 787 826 t C (-2 889 kt CO<sub>2</sub>). I 2014 var bidraget fra papir- og kartongprodukter 358 596 t C (-1315 kt CO<sub>2</sub>) og bidraget i 2014 er fortsatt høyere enn trelast (118 372 t C, -434 kt CO<sub>2</sub>) og trebaserte plater (56 218 t C, -206 kt CO<sub>2</sub>).
- Avvirkningstillene vil ikke påvirke lagerendringer for treprodukter med mindre produksjonen skjer innenlands og produktene faller innenfor en av de tre rapporteringskategoriene for treprodukter (trelast, trebaserte plater eller papir- og kartongprodukter). En økt avvirkning, hvor

økningen fanges opp gjennom økt eksport av tømmer, vil ikke synes i klimagassregnskapet for treprodukter.

### Trebruk i fleretasjes bygg

Følgende oppsummering er basert på gjennomgang av nyere litteratur på området og erfaringsutveksling med ulike aktører innenfor bransjen.

- Produksjons- og materialvalgsfasen i byggeprosjekter har blitt stadig viktigere med hensyn til klima- og miljøegenskapene etter som energibruken i et byggs bruksfase har blitt betydelig redusert i løpet av de siste årene.
- Økt grad av standardisering og industrialisering er viktig med hensyn til å utvikle konkurransedyktige byggesystemer i tre, men på en måte som ivaretar fleksibilitet med hensyn til kundens ønsker. I ulike sammenhenger trekkes det fram at trebserte byggeløsninger er godt egnet for en industriell og standardisert tilpasning.
- Det er fortsatt behov for en kompetanseøkning både hos rådgivende ingeniører, entreprenører, arkitekter og andre aktører innenfor byggenæringen. Det hevdes fra flere hold at det blant annet er for få bygningstekniske konsulenter som har tilstrekkelig kunnskap om trevirke som byggemateriale i større bygg, og at det derfor kan være utfordrende å finne fram til god fagkompetanse på området.
- Å få på plass flere preaksepterte løsninger for bruk av tre i større bygg blir ansett som viktig av mange aktører.
- Det påpekes i flere sammenhenger at tre i kombinasjoner med andre materialer er viktig for å oppnå en optimal byggeløsning – alt må ikke være av tre selv om det er «trebygging» – og at det er behov for å finne fram til flere gode kombinasjonsløsninger av ulike materialer.
- I flere sammenhenger blir det påpekt at det offentlige kan spille en sentral rolle for økt bruk av tre i større bygg både gjennom offentlige innkjøp, og gjennom i ulike planleggingsprosesser på kommunenivå.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Norsk institutt for bioøkonomi

GODKJENT /APPROVED

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



BJØRN HÅVARD EVJEN

GRY ALFREDSEN

# Forord

Denne rapporten er laget på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet (LMD).

I tildelingsbrevet fra LMD til NIBIO for 2016 står det følgende:

Pkt. 3.3, s. 6.

*"Instituttet skal fortsette kunnskapsoppbyggingen om trevirkets miljøegenskaper og potensialet for å øke bruken av tre som bygningsmateriale."*

Pkt. 3.5 s. 8

*"Departementet viser videre til omtale av klimaeffekter av økt bruk av bioenergi og bruk av tre i klimapanelets siste hovedrapport, og ber instituttet styrke kunnskapsutviklingen på disse områdene."*

I en oppfølging av dette, og etter dialog med departementet, har vi utarbeidet denne rapporten.

I rapporten ser vi nærmere på detaljene i rapporteringen av treprodukter (Harvested Wood Products, HWP) i Norge sitt klimagassregnskap under UNFCCC, samt at vi belyser hindringer og muligheter for økt bruk av tre i fleretasjes bygg.

Gry Alfredsen har vært hovedforfatter på rapporten, mens Gunnhild Søgaard har bidratt til de delene som omhandler Norges klimagassregnskap og Knut Magnar Sandland til de delene som omhandler trebruk i fleretasjes bygg.

Ås, 14.03.17

Gry Alfredsen

# Innhold

1	Innledning.....	7
1.1	Klimagassregnskap for treprodukter.....	7
1.2	Hindringer og muligheter for bruk av tre i større bygg.....	8
2	Metodikk.....	9
2.1	Metodikk HWP.....	9
2.1.1	Tier nivåer for treprodukter.....	9
2.1.2	'Half-life' og omregningsfaktorer for treprodukter.....	10
2.2	State-of-the-art: Hindringer og muligheter for bruk av tre.....	10
3	Resultater og diskusjon.....	11
3.1	Klimakonvensjonen.....	11
3.1.1	Totalregnskap.....	11
3.1.2	Regnskap per produktkategori.....	13
3.2	Fremtidssenarioer.....	20
3.3	Kyotoprotokollen.....	21
3.3.1	Totalregnskap.....	21
3.3.2	Produktkategorier fordelt på FM og AR under KP.....	22
3.4	Bruk av tre i store/fleretasjes bygg – barrierer.....	23
3.4.1	Kartlegging av barrierer.....	23
3.4.2	Klima- og miljøaspekter.....	29
3.4.3	Innspill fra ulike aktører i næring og FoU.....	30
4	Litteraturreferanser.....	33
	Vedlegg 1 - Forkortelser.....	35
	Vedlegg 2 – Enkeltfigurer.....	36
4.1	Aktivitetsdata fra FAOSTAT.....	36
4.1.1	Trelast.....	36
4.1.2	Trebaserte plater.....	37
4.1.3	Papir- og kartongprodukter.....	38
4.2	Enkeltfigurer fra rapportering.....	39
4.2.1	Treprodukter.....	39
4.2.2	Trelast.....	43
4.2.3	Trebaserte plater.....	47
4.2.4	Papir- og kartongprodukter.....	51

# 1 Innledning

Skogen har alltid vært og er fortsatt en viktig ressurs i Norge. Norsk skog har et årlig netto opptak av CO<sub>2</sub> tilsvarende over halvparten av de nasjonale menneskeskapte utslippene. I 2014 var netto opptak i skog 30,4 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, sammenliknet med et utslipp på 53,2 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i andre sektorer (Norwegian Environment Agency m.fl. 2016). Skogens bidrag i klimasammenheng kan økes gjennom økt opptak av CO<sub>2</sub> i skog gjennom aktiv forvaltning. Men også indirekte ved økt bruk av trevirke.

Historisk har total (nasjonalt forbruk + eksport) netto årlig endring i lageret av treprodukter bidratt til lagring av karbon. Men siden 2009 har det vært et tap fra lageret av karbon i treprodukter. I 2014 var tapet tilsvarende 0,549 mill. tonn CO<sub>2</sub> i klimagassregnskapet. Økt produksjon av norske treprodukter vil kunne snu dette til et netto opptak. Økt produksjon og bruk av treprodukter vil ikke bare øke karbonlageret i treprodukter, men også bidra til å redusere utslipp i andre sektorer gjennom at treprodukter brukes til å erstatte produkter med høyere karbonutslipp i produksjon og/eller bruk. Analyser viser at dagens avvirkning kan økes fra om lag 10 mill. m<sup>3</sup> til om lag 15 mill. m<sup>3</sup> årlig, samtidig som miljøhensyn blir ivaretatt (Granhus m.fl. 2014). Det skal følgelig være grunnlag for å øke norsk produksjon av treprodukter.

Det har vært fokus på økt bruk av tre i flere politiske dokumenter de senere årene. Blant dem er Landbruks- og matdepartementets (LMD) strategi for næringsutvikling "Ta landet i bruk". Strategien har følgende mål: "Økt bruk av tre, og lønnsomhet i hele verdikjeden" (LMD 2007). Dette budskapet følges opp i Stoltenbergregjeringens Stortingsmelding 39 (2008 – 2009) "Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen", hvor regjeringen ønsker å "legge til rette for økt trebruk med sikte på varig binding av karbon og miljøgevinster ved at tre erstatter andre mer klimabelastende materialer". Blant Stortingsmelding 39 sine mål er å øke trebruken fra 0,65 m<sup>3</sup>/innbygger/år i 2010 til 1m<sup>3</sup> innbygger/år i 2020. Dagens regjering satte i 2015 ned et ekspertutvalg for grønn konkurransekraft, som i sin rapport fra oktober 2016 peker på at «Tilgang på bærekraftig biomasse må sikres for å legge til rette for klimagassreduksjoner og fremtidig konkurransekraft. Dette gjøres mest effektivt gjennom å stimulere etterspørselen etter biomasse fra norsk skog», og utvalget anbefaler at «Norge bør øke bruken av tre i bygg, blant annet ved å videreutvikle standarder og styrke samarbeidet mellom treindustrien og FoU miljøene om forskning, innovasjon og kompetanseutvikling.» (Ekspertutvalg for grønn konkurransekraft, 2016).

Målet med denne rapporten er å gå inn i dybden av Norges klimagassregnskap for treprodukter, samt å sammenstille kunnskap om barrierer for bruk av tre i større bygg.

## 1.1 Klimagassregnskap for treprodukter

Når Norge rapporterer sitt klimagassregnskap til FNs klimakonvensjon (UNFCCC) er endringer i karbonbeholdningen i levende biomasse, strø, død ved, torv- og mineraljord i skog, men også endringer i karbonlageret i treprodukter er inkludert (Norwegian Environment Agency m.fl. 2016). Ved å inkludere treprodukter tar en høyde for at karbonet fortsetter å være lagret en viss tid (avhengig av produktkategori) etter avvirkning. I denne rapporten er fokuset på endringer i karbonlageret i treprodukter.

I klimagassregnskapet under FNs klimakonvensjon beregnes lagerendringen av karbon i treprodukter basert på landenes nasjonale produksjon av treprodukter. Det vil si at vi rapporterer eksport, men ikke import, i det nasjonale regnskapet. Norge har siden 1961 økt importen av trelast fra 240 400 m<sup>3</sup> til 1 028 716 m<sup>3</sup> i 2014. Samtidig har norsk papirproduksjon blitt redusert fra 2 300 000 t C i 2000 til 1 023 000 t C i 2014. Dette skyldes nedleggelsen av Union Bruk i Skien i 2016, Follum i Hønefoss og Petterson i Moss i 2012, Södra Cell på Tofte 2013. Økt produksjon av treprodukter i Norge vil virke

direkte inn på klimagassregnskapet, og kunne endre situasjonen til den vi hadde frem til 2009 hvor Norge hadde et netto opptak i treprodukter gjennom økning av karbonlageret.

Et annet moment for å fremme norsk produksjon og bruk av treprodukter er klimautslippene knyttet til transport. Transport medfører klimagassutslipp. Timmermann & Dibdiakova (2013) gjorde en vugge-til-port livsløpsanalyse på klimagassutslipp i skogbruket. De fant at transport av tømmeret ut fra skogen utgjør mer enn halvparten av de totale klimagassutslippene i denne delen av kjeden (vugge-til-port), fordelt på veitransport med 47,6 % og jernbanetransport med 4,5 %. Kortreiste produkter krever mindre transport. Det er imidlertid verdt å nevne at disse utslippene er små sammenlignet med karbonmengden som er lagret i råstoffet.

Skog og biomasse fra skog er viktige brikker i det grønne skiftet. Eksempler er trebaserte produkter som lagrer karbon over lang tid, bioenergi og biodrivstoff, samt 'nye produkter' hvor biomassen er brutt ned og videreforedlet (bioraffinering) (Bergseng m.fl. 2016). De beste trekvalitetene bør i størst mulig grad utnyttes som trelast i langvarige produkter, mens restråstoff bør utnyttes i bioenergi og bioraffinering (Werner m.fl. 2010, IPCC 2014b). Råstoff fra skog gir produkter som kan substituere fossile og utslipps-intensive produkter. Substitusjonspotensialet antas per i dag å være størst ved å bruke trevirke i langlevede produkter (Klima- og Forurensningsdirektoratet 2011, Larson m.fl. 2012).

Norges klimagassregnskap under FNs klimakonvensjon og Kyotoprotokollen beskrives i en årlig rapport - National Inventory Report – NIR. Dette er imidlertid primært en dokumentasjon av metodikk, og gir kun noen overordnede nøkkeltall for treprodukter. Selve regnskapstallene rapporteres i et eget rapporteringsverktøy, Common Reporting Format (CRF). I et vedlegg til denne rapporten er alle tallene som rapporteres i CRF for treprodukter. I rapporten visualiserer vi dataene og diskuterer trender for de tre ulike kategoriene av trematerialer som rapporteres. Rapporten ser også på mulige tiltak for å endre trenden vi har sett siden 2010 hvor totalregnskapet for treprodukter viser at vi har gått fra netto årlig tilførsel til lageret til årlig netto reduksjon i karbonlageret (tap) (Figur 1d).

## 1.2 Hindringer og muligheter for bruk av tre i større bygg

I Norge er det lange tradisjoner for å benytte trevirke som materiale i eneboliger og i lave/mindre bygninger av tre. For denne bruken er det utarbeidet velkjente løsninger gjennom generasjoner, og det er få barrierer for bruk av trevirke i denne typen bygninger. Det er faktisk heller tvert imot, ettersom det er mer erfaring med trebaserte løsninger i denne typen bygg i Norge enn for andre materialer.

I løpet av de siste 10-20 år har det blitt fokusert mer og mer på hvordan trevirket også kan benyttes i andre typer bygg (urbane bygg/større bygg/næringsbygg/offentlige bygg). Dette har blitt mer og mer aktuelt etter hvert som det blir fokusert på miljø- og klimamessige forhold (klimagasser). I tillegg vil det medføre at det avdekkes både positive og negative sider ved bruk av tre i en slik sammenheng. For å nå politiske målsetninger om økt bruk av tre vil det være viktig å belyse trevirkets positive sider i en slik sammenheng, men det viktigste er å finne løsninger for de barrierene som avdekkes for bruk av tre i en slik sammenheng.

Siden starten på 2000-tallet har det blitt gjort ulike undersøkelser av både barrierer for trebruk og hvordan disse skal løses. Dette har skjedd gjennom både FoU-prosjekter og byggeindustriens eget utviklingsarbeid i samarbeid med sine leverandører og kunder. I tillegg har det offentlige bidratt med betydelig innsats på området i form av både finansiering av FoU-prosjekter, samt som en pådriver for å igangsette ulike referansebygg for å innhente erfaringer og øke kunnskapen. Likeledes har bruk av trevirke i større bygg avdekket nye muligheter for den visuelle utformingen, noe som har ført til at arkitektbransjen har vært aktive i å utvide spekteret for bruken av tre med hensyn til å oppnå ønsket design, samt at det har gitt muligheter for bruk av tre på nye måter som gjør tre mer konkurransedyktig i en del sammenhenger sammenlignet med andre materialer.



## 2 Metodikk

### 2.1 Metodikk HWP

Rapportering av klimagassregnskapet til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) inkluderer for Norges del både rapportering under FNs klimakonvensjon og Kyotoprotokollen (KP). Det foreligger årlig både en nasjonal rapport (National Inventory Report, NIR) som beskriver metodikk og trender i dataene, samt et omfattende datasett der alle aktivitetsdata og utregninger er rapportert i verktøyet Common Reporting Format (CRF). Fra og med 2015 rapporteres det etter nytt regelverk, og nå tas også 'Harvested Wood Products' (HWP), heretter betegnet som treprodukter, med i rapporteringen.

Rapporteringen av endringer i karbonlager i treprodukter er en del av rapporteringen for LULUCF-sektoren. NIBIO har, på oppdrag fra Miljødirektoratet, ansvar for alle beregninger i denne sektoren. Metodikken som benyttes for treprodukter er beskrevet i '2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol' (IPCC 2014a). Aktivitetsdataene er hentet fra FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>), og det er Statistisk sentralbyrå som rapporterer dataene til Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Tidsserien med aktivitetsdata går tilbake til 1961. I modellen for treprodukter (IPCC 2014a) er data for 1950-1960 er estimert basert på de fem årene 1961-1965. Aktivitetsdataene inkluderer produksjon, import og eksport fra de tre kategoriene treprodukter: trelast ('sawnwood'), trebaserte paneler ('wood-based panels') og papir- og katrongprodukter ('paper and paperboard'). Under klimakonvensjonen rapporteres det tilbake til 1961, mens for KP har vi kun tall fra 1990 når det gjelder allokering til ulike skogskjøtselaktiviteter (KP Artikkel 3.3 og 3.4): skogplanting og påskoging 'Afforestation and Reforestation' 3.3 (AR), skogskjøtsel 'Forest Management' 3.4 (FM) og avskoging 'deforestation' 3.3 (D). I henhold til retningslinjene for rapportering (IPCC 2014a) rapporteres ikke tallene for avskoging i klimagassregnskapet (teknisk sett forutsetter man en Tier 1, 'instantaneous oxidation', se beskrivelse under). Både for konvensjonen og KP skiller man mellom: 1) nasjonalt forbruk (produksjon minus import) og 2) eksport. Import tas ikke med fordi det vil føre til dobbeltrapping siden man allerede inkluderer eksport i de nasjonale klimagassregnskapene (IPCC 2014a). I tillegg justerer man i KP for '*annual fraction of feedstock for HWP production originating from domestic harvest*' basert på FAOSTAT tømmer/rundvirke ('roundwood') data. For både konvensjonen og KP brukes i Norge en Tier 2 metodikk. En beskrivelse av de ulike Tier nivåene er gitt under.

#### 2.1.1 Tier nivåer for treprodukter

Metoder for klimagassrapportering kan deles inn i Tier nivåer basert på detaljeringsgrad. Det som er spesielt for treprodukter er at det laveste Tier nivået i praksis betyr ingen rapportering.

Tier 1 – 'instantaneous oxidation'. Man bruker antagelsen at årlig tap tilsvarer årlig opptak og betegnes som 'instantaneous oxidation'. I praksis betyr det at man ikke rapporterer dataene, da alt karbon beregnes som 'oksidert' ved avvirkningstidspunktet (ingenting ført til lager av treprodukter).

Tier 2 – 'First order decay'. Flere metoder er mulig å bruke for Tier 2 rapportering, Norge bruker Tier 2 metodikken fra IPCC (2014a) 'First order decay'. I følge regelverket bruker man Tier 2 gitt at man har 1) transparente og verifiserbare aktivitetsdata tilgjengelig for de tre 'default' kategoriene trelast ('sawnwood'), trebaserte paneler ('wood-based panels') og papir- og katrongprodukter ('paper and paperboard'), og 2) man ikke har noen egnet 'contry specific' metode. Det brukes normalverdier ('default values') for både 'half-lives' (beskrevet under) og omregningsfaktorer ('conversion factors').

Tier 3 – 'Contry-specific' metode. En Tier 3 kan i henhold til regelverket brukes hvis man kan vise at metodikken er minst like detaljert og presis som Tier 2 metodikk. Norge har per i dag ikke utviklet

verken nasjonale 'half-lives' eller en nasjonal metodikk som er like korrekt, eller mer korrekt, enn den eksisterende Tier 2 metodikken.

Man har lov til å rapportere mer detaljert ved å inkludere underkategorier av de tre treprodukt kategoriene.

### 2.1.2 'Half-life' og omregningsfaktorer for treprodukter

Her snakker vi ikke om nedbrytning i form av råde, men bruker den mer tekniske tilnærmingen at produktet ikke lenger er i bruk i den gitte kategorien. 'Half-life' for et gitt produkt er tiden det tar (år) før halvparten av karbonet i lageret ikke lenger er i bruk. Dette betyr at mye av lageret forsvinner tidlig samtidig som man får en lang hale hvor en liten del av lageret varer lenge. Det er viktig å nevne at dette er en forenklet modell (Pingoud m.fl. 2001).

Tier 2 'half-lives' fra IPCC (2014a) er gitt i Tabell 1. Også presentert i denne tabellen er omregningsfaktorer for omregning fra aktivitetsdata (oppgitt som m<sup>3</sup> for trelast og trebaserte paneler og tonn for papir- og kartongprodukter i FAOSTAT) til megagram karbon (Mg C eller t C).

Tabell 1. Tier 2 normalverdier for 'half-lives' samt omregningsfaktorer (fra m<sup>3</sup> eller tonn til Mg C (t C) til Mg C). Kilde: IPCC (2014a), henholdsvis tabell 2.8.1 og 2.8.2.

HWP kategori	Normalverdi 'half-lives' (år)	Omregningsfaktor
<b>Papir- og kartong produkter</b>	2	0.386 Mg C / Mg
<b>Trebaserte plater</b>	25	0.269 Mt C / m <sup>3</sup>
<b>Trelast</b>	35	0.229 Mt C / m <sup>3</sup>

## 2.2 State-of-the-art: Hindringer og muligheter for bruk av tre

I dette kapitlet presenterer vi en oppsummering av en del av de forholdene og erfaringene som er påvist når det gjelder barrierer for bruk av trevirke i større bygg. En del litteratur har blitt gjennomgått, men vi har fokusert på det som er utgitt i løpet av de siste årene. Det skjer mye fra år til år på dette området, og derfor endrer relevansen seg også nokså raskt for denne typen undersøkelser.

Det er også forsøkt å beskrive noe av hvordan nåsituasjonen er på bakgrunn av presentasjoner, foredrag og tidsskriftsartikler, samt ved å snakke med ulike aktører innenfor bransjen, både fra FoU og industri.

## 3 Resultater og diskusjon

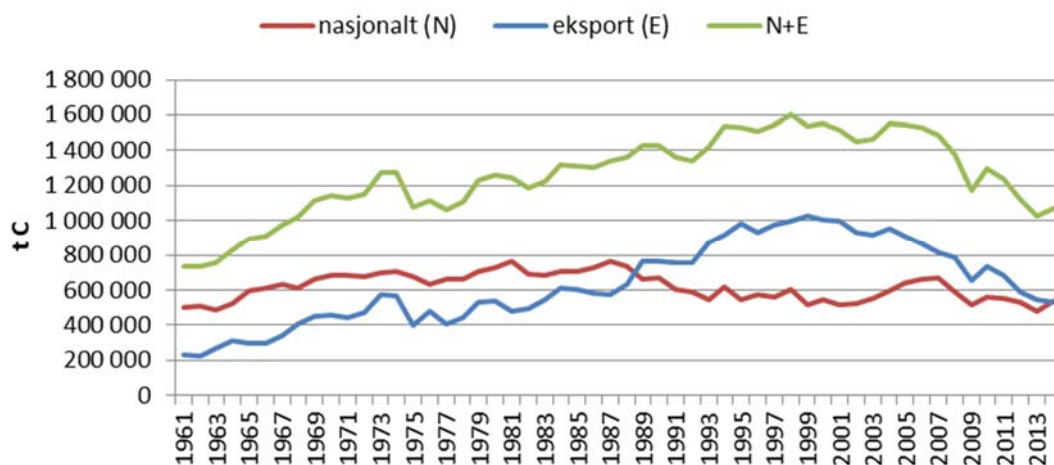
Dataene som presenteres er de samme som rapporteres i Norges årlige NIR rapport (til FN ('gains', 'losses' og 'net CO<sub>2</sub> emissions/removals')). Vi bruker samme benevning som i NIR. I tillegg presenterer vi data på lager av treprodukter. Først presenteres totalregnskap for de tre produktkategoriene, deretter presenteres detaljene i hver produktkategori. Grunnet mengden av figurer er kommentering av trendene gitt i figurteksten for å lette lesbarheten.

### 3.1 Klimakonvensjonen

#### 3.1.1 Totalregnskap

Figur 1 viser totalregnskapet for de tre produktkategoriene (trelast + trebaserte plater + papir- og kartongprodukter) for henholdsvis nasjonalt forbruk (nasjonal produksjon minus eksport) og eksport samt kombinasjonen av disse. Merk at tilførsel, tap og lager er i tonn karbon mens årlig endring er i kt CO<sub>2</sub> (100 kt = 0,1 mill tonn). Det er også viktig å merke seg at lager er basert på en dataserie som startet i 1961. Ti år med tilbakekalkulering danner grunnlaget for verdiene i 1961. Lageret reflekterer altså ikke det eksakte karbonlageret, men følger regnereglene for klimagassrapporteringen.

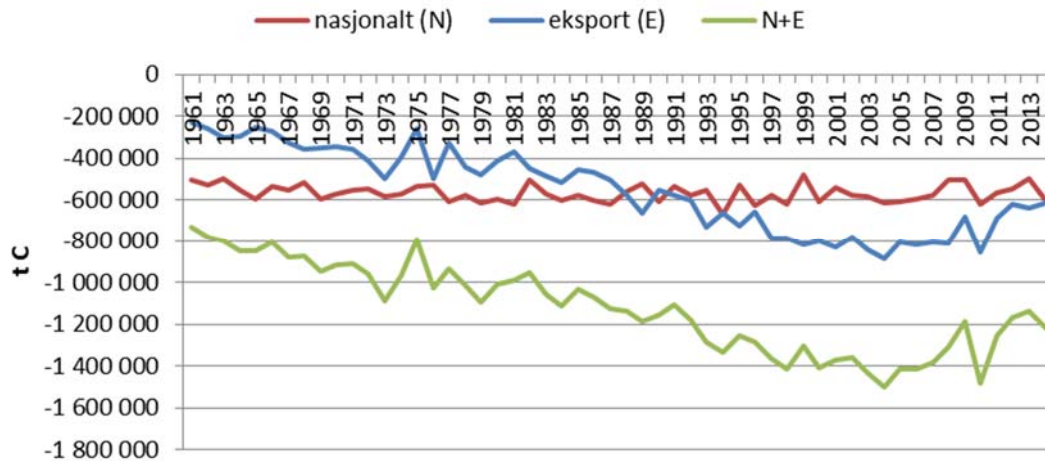
Netto årlig endring i karbonlageret av treprodukter gir et mål på forholdet mellom årlig tilførsel og tap fra lageret (Figur 1d). Dette er den eneste figuren som presenteres i den norske NIR for treprodukter. Total (nasjonalt + eksport) netto årlig endring av karbonlager i treprodukter i Norge gav fra 1964 til 2009 en lagring (tilførsel var høyere enn tap), deretter har det vært lekkasje (tap høyere enn tilførsel). Hvis man skiller mellom nasjonal forbruk og eksport ser man at fra 1965 til 1992 bidro nasjonalt forbruk av treprodukter til en netto årlig lagring. Deretter har det sving mellom netto årlig lagring og utlipp. For eksport var det mellom 1964 og 2007 (med unntak av 1976) netto årlig lagring.



Figur 1a. Treprodukter - Total årlig tilførsel (alle tre kategorier)

**Nasjonalt:** Tilstrømningen har i perioden svingt mellom i underkant av 500 000 t C per år til opp mot 800 000 t C per år. Den høyeste tilførselen var på 80-tallet. Rundt århundreskiftet og siden 2009 er man tilbake på nivået med tidlig 60-tall.

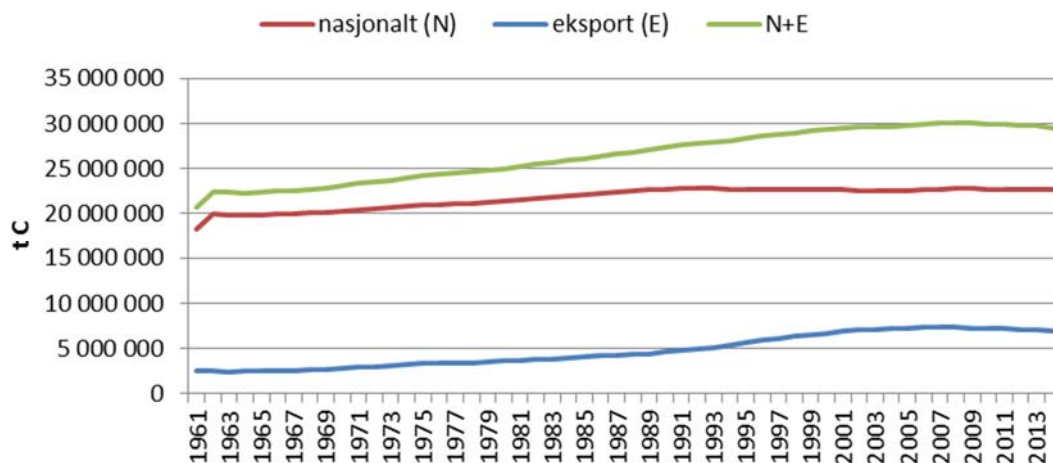
**Eksport:** Det var en relativt jevn økning i årlig tilstrømning fram til århundreskiftet. Etter det har den totale årlige eksporten av HWP avtatt.



**Figur 1b. Treprodukter – Totalt årlig tap (alle tre kategorier)**

**Nasjonalt:** Tapene har i perioden fra 1961 fluktuert mellom 500 000 og 600 000 t C.

**Eksport:** Tapene fra eksport har økt jevnt utover perioden for så å flate ut på slutten av 90-tallet og deretter gå noe ned. Dette er en effekt av nedgang i tilstrømning.

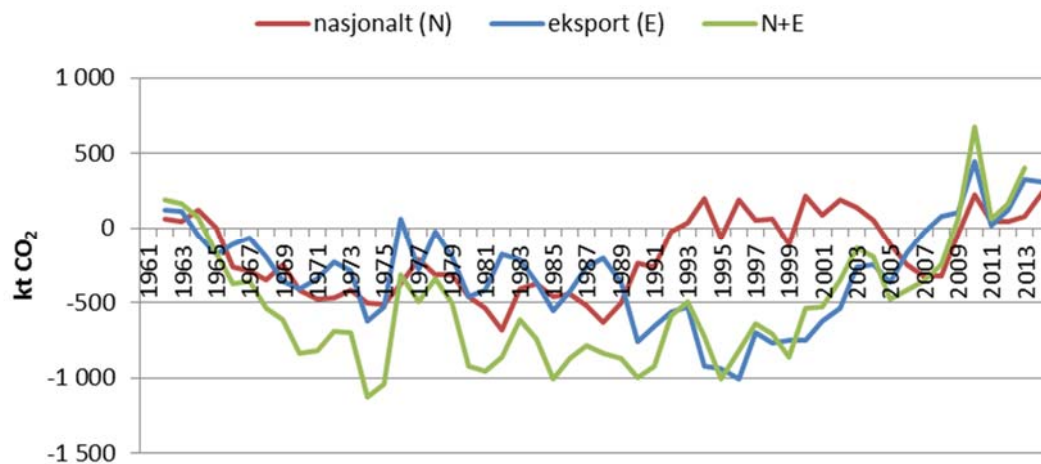


**Figur 1 c. Treprodukter - Totalt lager (alle tre kategorier)**

Det er viktig å presisere at lageret ikke reflekterer det eksakte karbonlageret, men følger regnereglene for klimagassrapporteringen.

**Nasjonalt:** Det var en gradvis økning i lageret fram til 90-tallet. Deretter har det flatet ut i underkant av 23 000 000 t C.

**Eksport:** Lageret av HWP eksport økte jevnt fram til ca. 2005. Nå en svak nedgang. Årsaken til det lave volumet på eksport skyldes i hovedsak større tilførsel av kategorien trelast nasjonalt vs. eksport (Figur 2a).



**Figur 1 d. Treprodukter - Total netto årlig endring (alle tre kategorier)**

**Nasjonalt:** I årene 1962-1964 samt i perioder etter 1992 har de årlige tapene (fra nasjonalt utnyttede treprodukter) vært høyere enn det årlige opptaket.

**Eksport:** Hovedsakelig har lagringen vært større enn tapene fram til 2007. Deretter har det vært større tap enn opptak. Dette skyldes hovedsakelig en nedgang i eksport av papir- og kartongprodukter (Figur 4a).

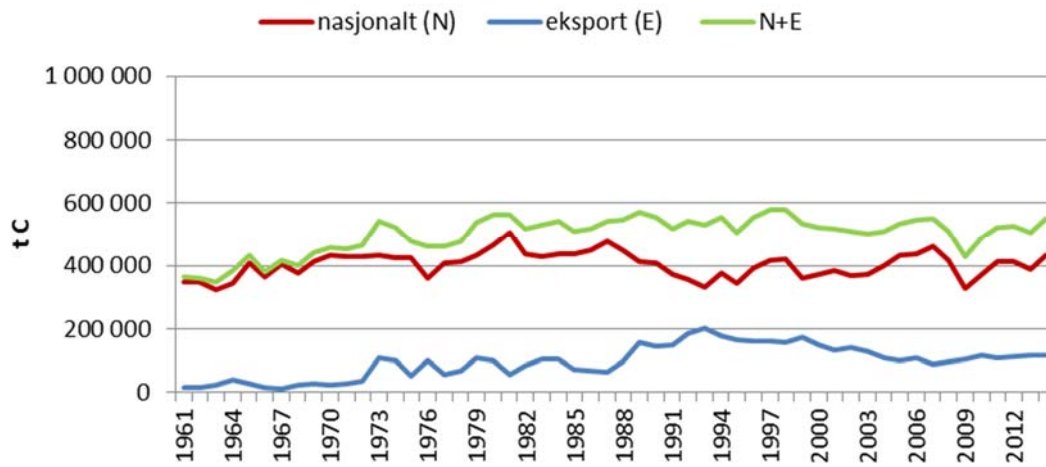
### 3.1.2 Regnskap per produktkategori

Figur 2, 3 og 4 viser dataene brutt ned på hver produktgruppe, henholdsvis trelast, trebaserte plater og papir- og kartongprodukter. Merk at tilførsel, tap og lager er i tonn karbon mens årlig endring er i kt CO<sub>2</sub>.

For alle tre materialkategoriene, ser man at resesjonen, desember 2007-juni 2009, den lengste resesjonen siden andre verdenskrig (<http://www.federalreservehistory.org/Events/DetailView/58>) gav utslag. Nedgangskonjunktoren for papir er også svært tydelig (Figur 4).

### 3.1.2.1 Trelast (nasjonalt + eksport)

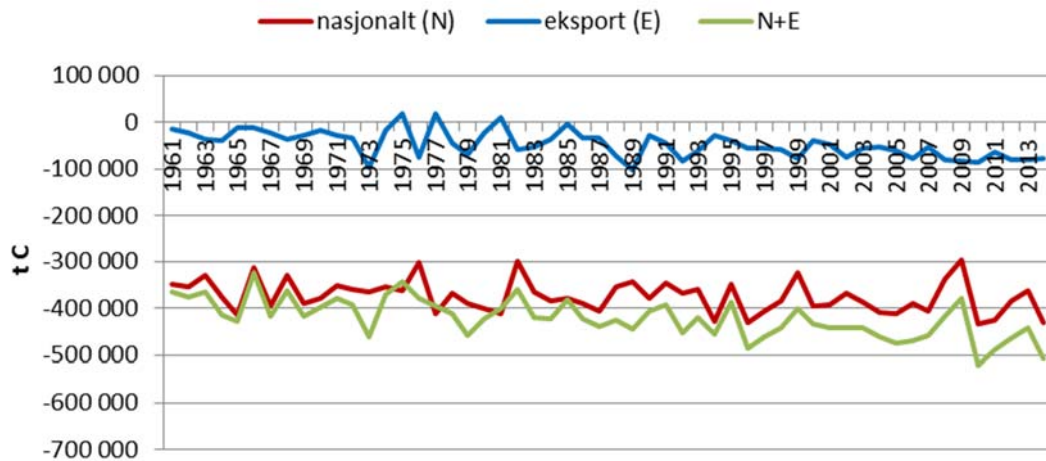
Bidraget fra nasjonalt forbruk av trelast er signifikant høyere enn bidraget fra eksport.



Figur 2 a. Trelast - Årlig tilførsel

**Nasjonalt:** Årlig tilstrømming av trelast har siden 1961 svingt rundt 400 000 t C. I de tidlige 1990 årene (post jappetid) og i perioden rundt 2009 ser vi en noe lavere tilstrømming. Mengden trelast som utnyttet nasjonalt er mye større enn det eksporterte volumet. Trelast har store volumer, noe som gjør at denne kategorien bidrar mye til totalregnskapet som viser årlig endring i lager (Figur 1). Trelast er i tillegg produktkategorien med lengst 'half-life' og bidrar til det største karbonlageret (Figur 2c).

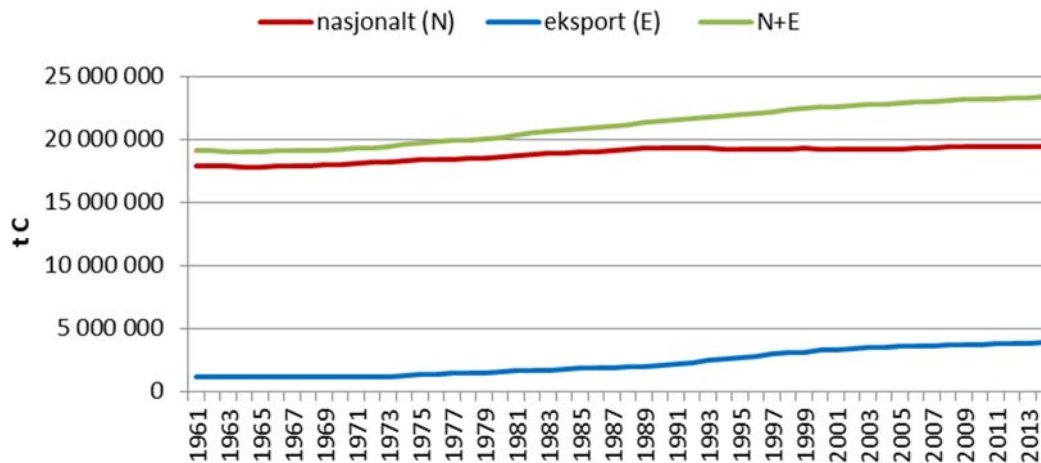
**Eksport:** Det var en økning i trelasteksport tidlig i 70-årene og en ny økning i starten av 90-årene. Siden 2004 har tilstrømming ligger rundt 100 000 t C per år.



Figur 2b. Trelast - Årlig tap

**Nasjonalt:** Tap fra trelastlageret har svingt mellom 300 000 og 400 000 t C i perioden fra 1961. Tapstallene er tilførsel minus endring i lager, noe som gjør at tapstallene følger trendene i tilførselskurvene.

**Eksport:** Tapene fra trelasteksport startet med å svinge mellom 20 000 og 40 000 t C fram til 1972. Deretter noe større svingninger. Etter midten av 90-tallet har kurven flatet litt ut igjen.

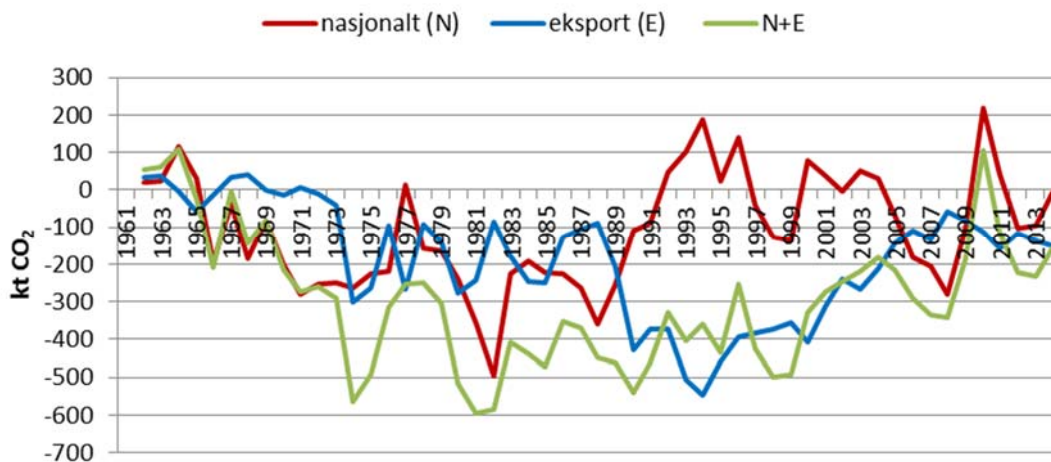


**Figur 2 c. Trelost – Lager**

Det er viktig å presisere at lageret ikke reflekterer det eksakte karbonlageret, men følger regnereglene for klimagassrapporteringen.

**Nasjonalt:** Lageret av HWP har ligget relativt stabilt, det har økt fra 17 888 272 t C i 1961 til 19 461 447 t C i 2014.

**Eksport:** Siden midten av 70 årene har det vært en svak jevn økning i lageret av eksportert treprodukter. Dette er en effekt av tilførsel (Figur 2a).



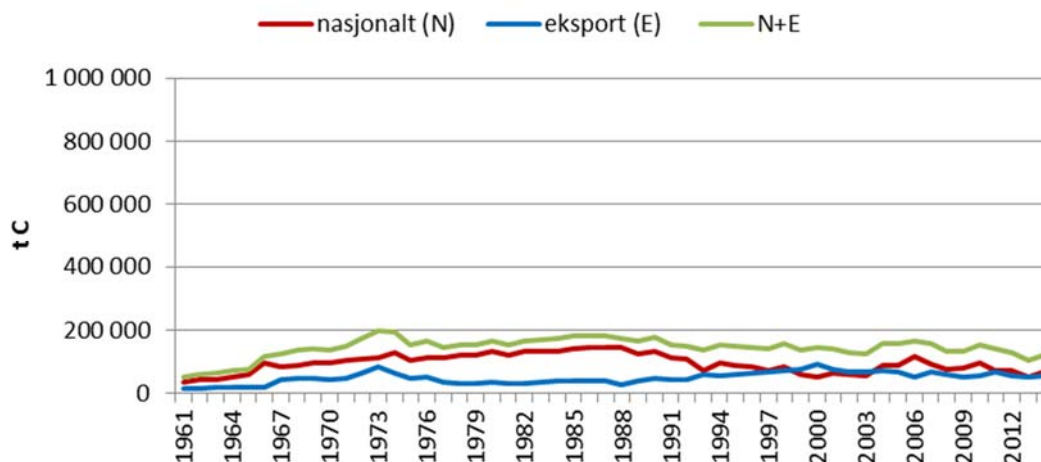
**Figur 2 d. Trelost - Netto årlig endring**

**Nasjonalt:** Netto årlig endring i lageret av trelost har svingninger som gjør at det enkelte år kan være en årlig netto lagring mens i andre år et netto tap. Effekten av lavere tilførsel i de tidlige 1990 årene samt i 2009 gir tydelig utslag.

**Eksport:** Siden 1972 har årlig lagring vært større enn årlig tap.

### 3.1.2.2 Trebaserte plater (nasjonalt + eksport)

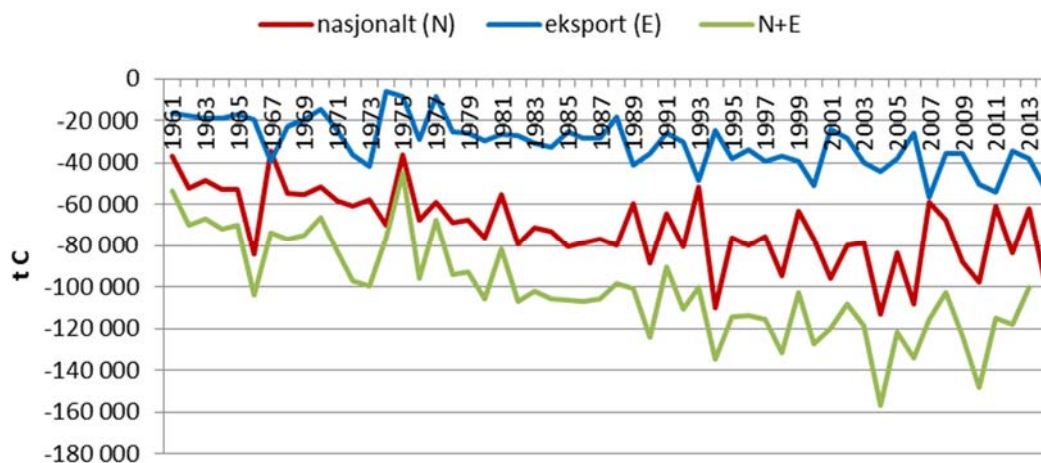
Bidraget fra nasjonalt forbruk av trebaserte plater er generelt noe høyere enn bidraget fra eksport.



Figur 3 a. Trebaserte plater - Årlig tilførsel

**Nasjonalt:** Dataene viser en økende årlig tilførsel fram til 1989. Så er det en avtagende trend fulgt av en økning mellom 2003 og 2006. Tilførsel var høyere for nasjonalt forbruk enn for eksport frem til perioden 1998-2003. Deretter gikk eksport ned og nasjonalt forbruk økte igjen. Trebaserte plater har et lang mindre bidrag enn trelast, det årlige bidraget fra trelast er ca. 30 ganger større enn trebaserte plater.

**Eksport:** Det var en topp i eksport på midten av 70-tallet og på slutten av 90-tallet. Siden 2005 har tilstrømmingen fluktuert mellom 50 000 og 70 000 t C.

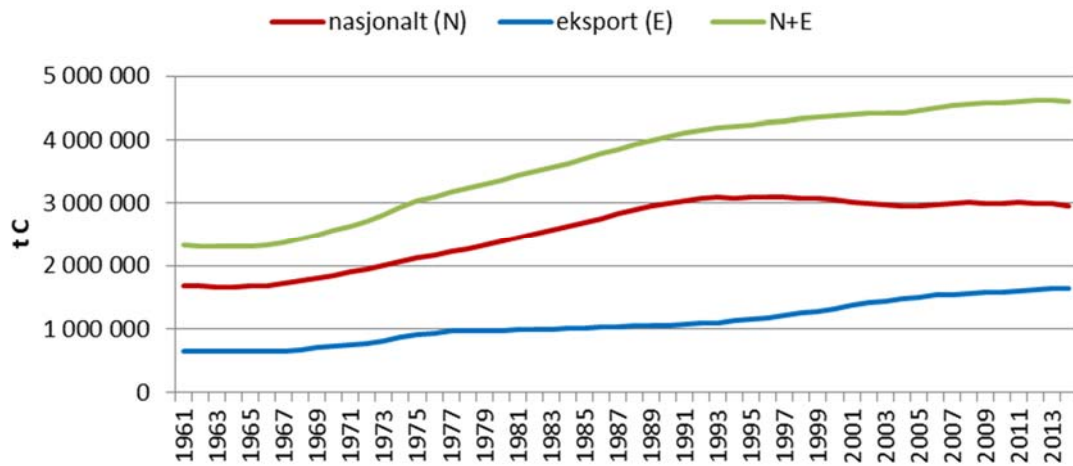


Figur 3 b. Trebaserte plater - Årlig tap

**Nasjonalt:** Vi ser en svakt øktende tendens i tap fra 1961 til ca. 1990. Etter det har de årlige tapstallene fluktuert mellom 50 000 og 100 000 t C. Dette er et resultat av endringene i tilførsel.

**Eksport:** Det har vært en fluktuierende gradvis økning i årlig tap fra eksporterte trebaserte plater.



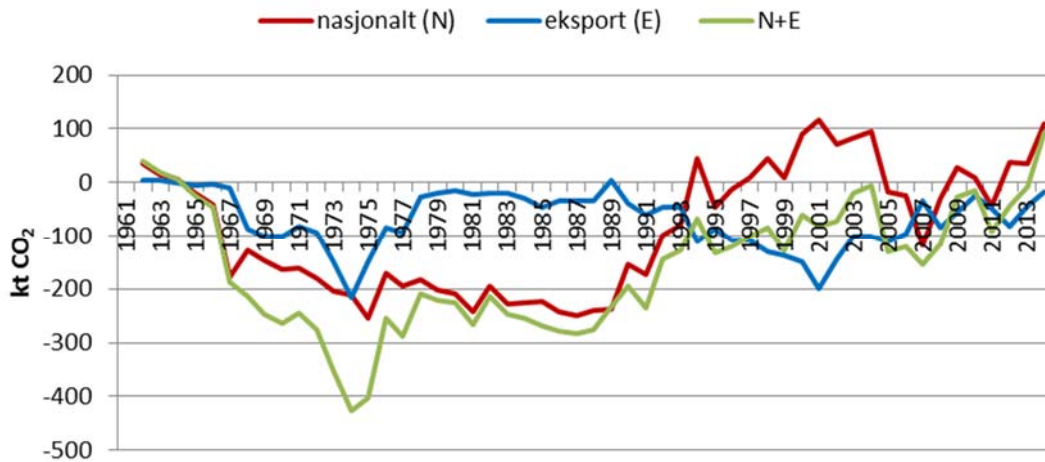


**Figur 3 c. Trebaserte plater – Lager**

Det er viktig å presisere at lageret ikke reflekterer det eksakte karbonlageret, men følger regnereglene for klimagassrapporteringen.

**Nasjonalt:** Lageret av trebaserte plater økte fram til 1990 tallet og har siden flatet ut rundt 3 000 000 t C.

**Eksport:** Lageret av eksporterte trebaserte plater har vært jevnt økende.



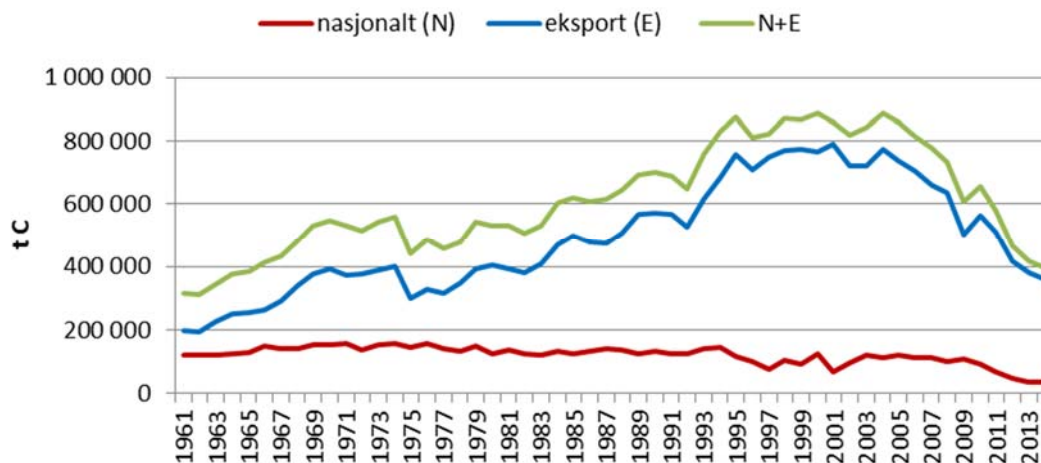
**Figur 3 d. Trebaserte plater - Netto årlig endring**

**Nasjonalt:** Fram til 1965 og i flere perioder etter 1994 har de årlige tapene vært større enn de årlige opptakene.

**Eksport:** I store deler av perioden har det vært en netto årlig lagring av karbon fra eksporterte trebaserte plater.

### 3.1.2.3 Papir- og kartongprodukter (nasjonalt + eksport)

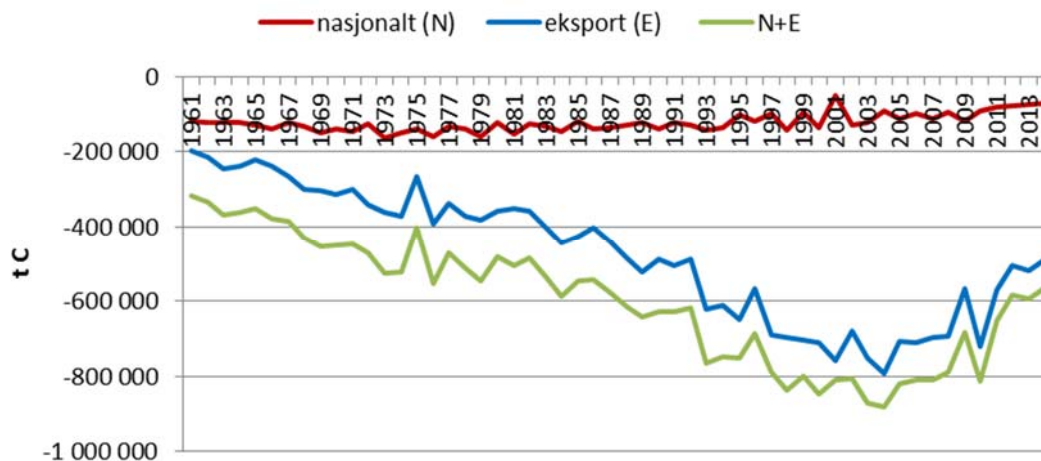
Dataene for papir viser en omvendt trend sammenliknet med trelast og trebaserte plater; eksporttallene er signifikant høyere enn det nasjonale forbruket. Siden århundreskiftet har imidlertid eksporten sunket drastisk.



Figur 4 a. Papir- og kartongprodukter - Tilførsel

**Nasjonalt:** Tilførselen har ligget i overkant av 100 000 t C frem til slutten av 90-tallet. Deretter har det vært en nedgang, spesielt etter 2009.

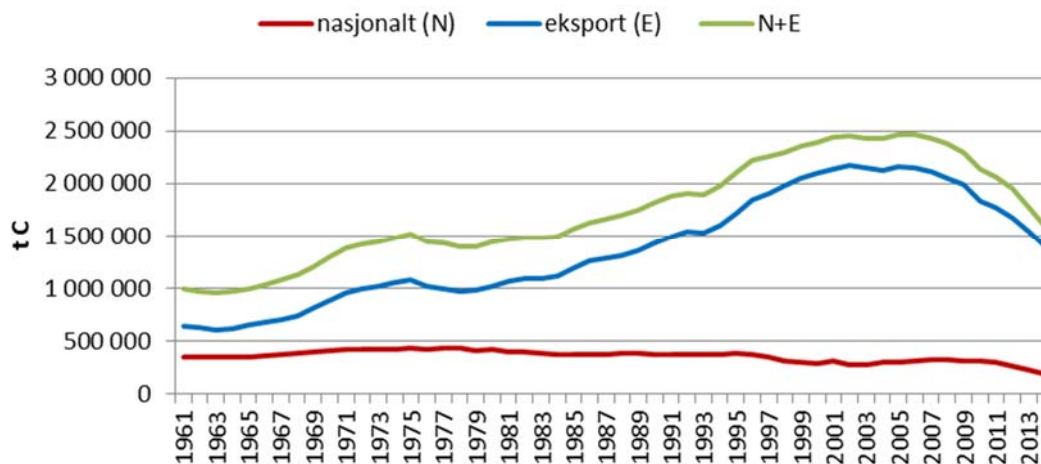
**Eksport:** Dataene viser en jevn økning i tilførsel av papirprodukter for eksport frem til århundreskiftet. Deretter har det vært en relativt drastisk nedgang. Kurven følger samme mønster som kurven for tilførsel (Figur 4a).



Figur 4 b. Papir- og kartongprodukter - Årlig tap

**Nasjonalt:** Tap har ligget relativt jevnt i overkant av 100 000 t C, men med en svak reduksjon etter 2009.

**Eksport:** Tapene har vært jevnt økende fram til 2004, deretter en reversering av trenden. Dette skyldes reduksjon i tilførsel (Figur 4a).

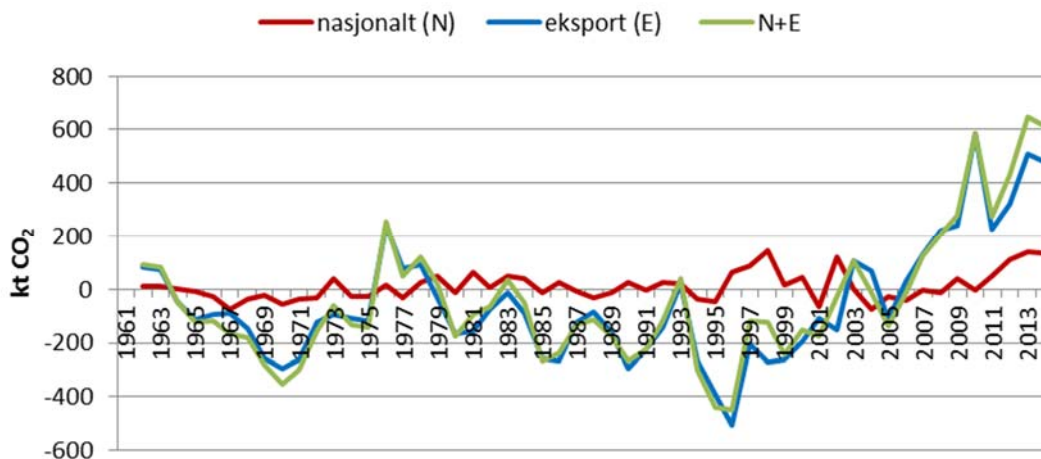


Figur 4 c. Papir- og kartongprodukter - Lager (stock)

Det er viktig å presisere at lageret ikke reflekterer det eksakte karbonlageret, men følger regnereglene for klimagassrapporteringen.

**Nasjonalt:** Det var en relativt stabil lager i underkant av 500 000 t C frem til århundreskiftet, deretter en nedgang.

**Eksport:** Lageret av eksporterte papirprodukter var økende fram til ca. 2002 etterfulgt av en nedgang fra ca. 2006. Kurven følger samme mønster som kurven for tilførsel (Figur 4a).

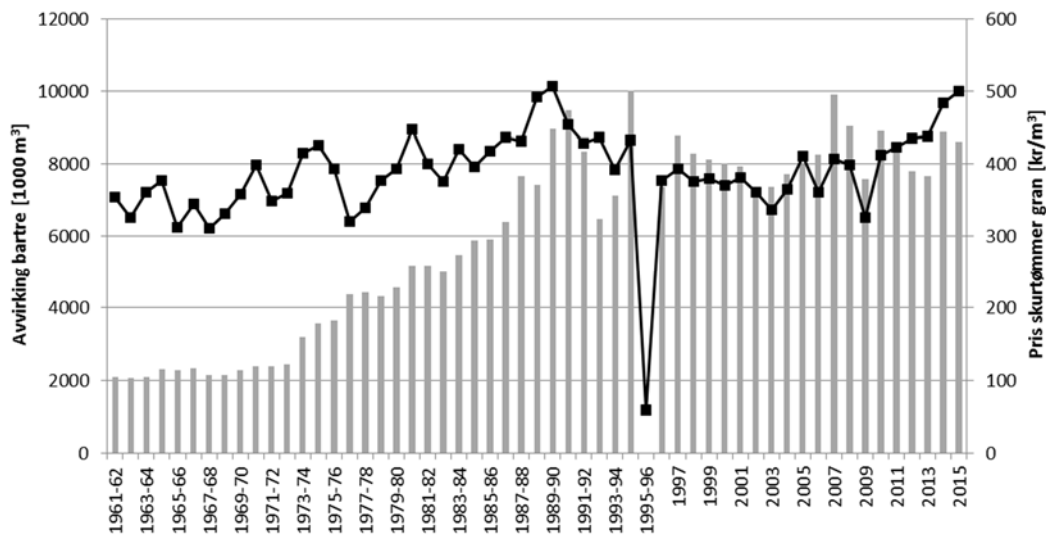


Figur 4 d. Papir- og kartongprodukter - Netto årlig endring

**Nasjonalt:** I hele perioden har forholdet mellom årlig opptak og årlige tap fluktuert rundt 0. Amplituden har økt etter 1995. Siden 2010 har det vært årlige tap fra denne kilden.

**Eksport:** Med unntak av 2005 har den årlige endringen i lager siden 2003 gitt tap.

Statistikk fra 1961 og frem til i dag (Kilde: Jørn Lileng, Landbruksdirektoratet). Figur 5 viser sum avvirking av bartre (gran/furu) og pris på skurtømmer av gran (gran utgjør ca 70% av avvirkingen). Prisene er løpende (ikke indeks regulert). Droppet i kurven skyldes at det skjedde et skifte i 95/96, hvor man gikk over til å følge kalenderåret, og ikke vinterhogstsesongen.

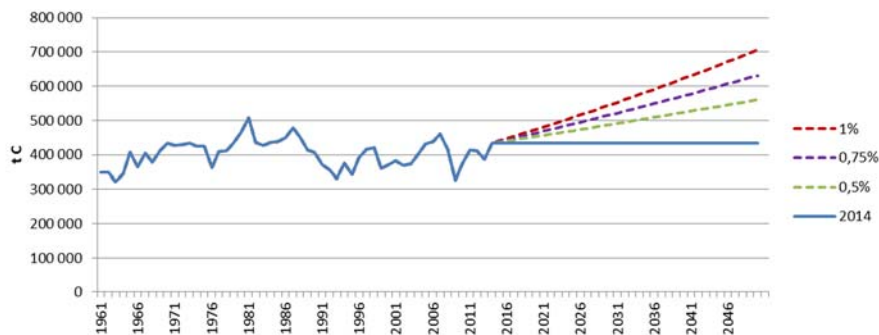


Figur 5. Avvirking av barte (gran/furu) illustrert som linjediagram (i sort) samt pris på skurtømmer av gran illustrert som søylediagram (i grått) i perioden 1961-2015 (Kilde: Jørn Lileng, Landbruksdirektoratet). Droppet i avvirningskurven 1995-1996 skyldes at man gikk over til å følge kalenderåret, og ikke vinterhogstsesongen.

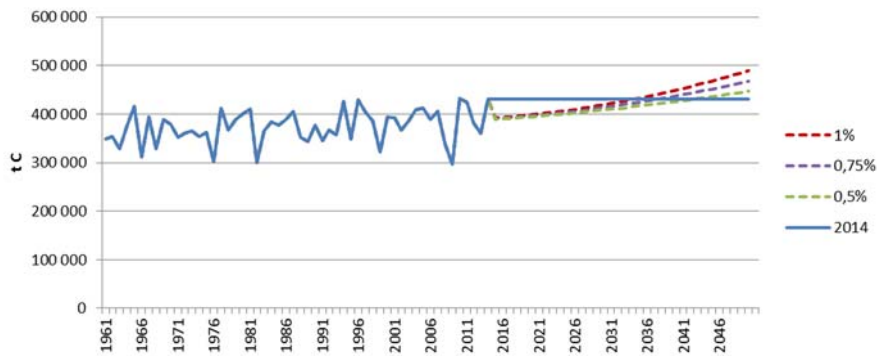
### 3.2 Fremtidssenarioer

Effekt av ulike fremtidssenarioer på tilførsel, tap, lager og netto årlig endring har blitt testet for nasjonalt forbruk med eksempel fra kategorien trelast (Figur 6). Trelast ble brukt som eksempel fordi: 1) det har det største volumet, 2) volumet av trelast har et potensiale for å vokse i fremtiden (papir- og kartogprodukter vil trolig ikke øke), 3) det beskriver en hel næring, ikke noen få enkeltbedrifter slik trebaserte plater gjør.

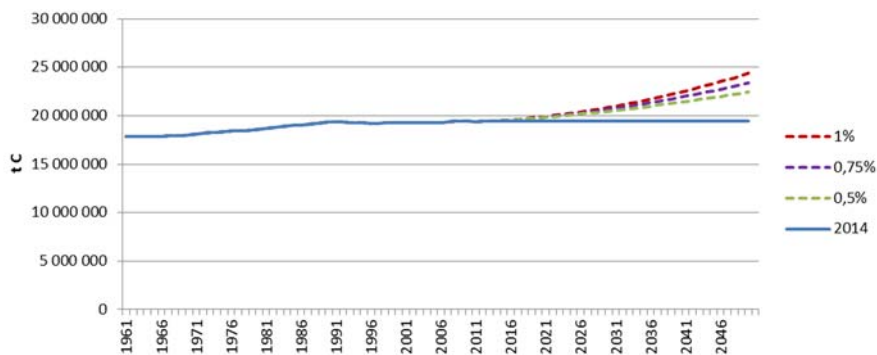
I Figur 6 vises fire ulike senarier: siste års rapporteringstall (2014) holdt konstant, samt tre ulike senarier hvor aktivitetsdata for produksjon er justert opp med henholdsvis 1, 0,75 og 0,5% årlig økning fram til 2050 samtidig som aktivitetsdata for eksport og import er justert ned med 1, 0,75 og 0,5%. Dette er selvfølgelig en overdrivelse, men ble gjort for å se på effekten over tid, samt følsomhet i modellen.



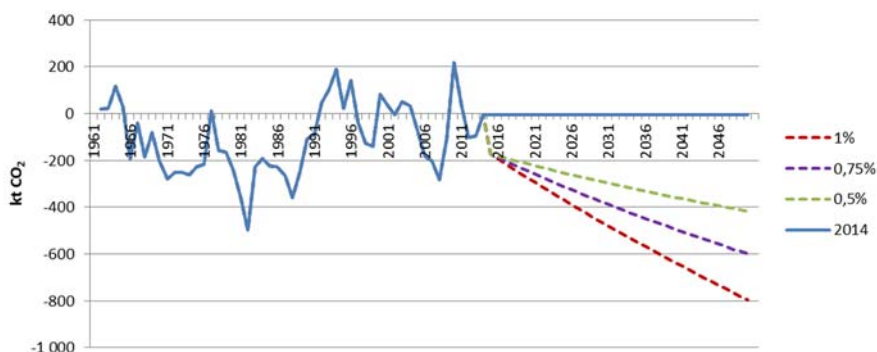
Figur 6a. Fremtidssenario – Tilførsel.



Figur 6b. Fremtidssenario – Tap.



Figur 6c. Fremtidssenario – Lager.



Figur 6d. Fremtidssenario – Årlig endring.

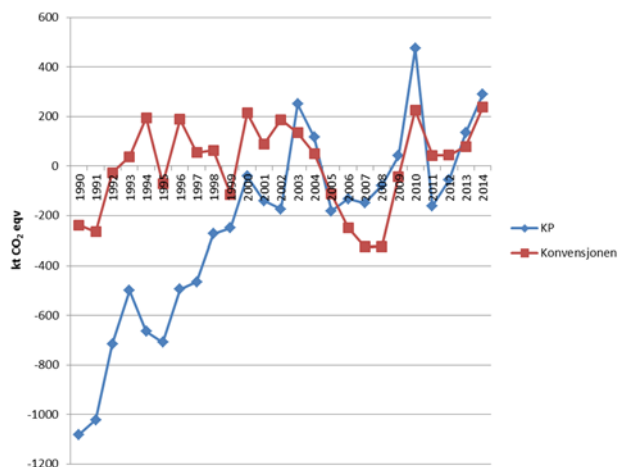
### 3.3 Kyotoprotokollen

Forskjellen mellom rapporteringen under klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen (KP) er at for KP justeres det for 'annual fraction of feedstock for HWP production originating from domestic harvest', formel 2.8.1 (rundvirke/sagtømmer og massevirke, 'industrial roundwood', for trelast og trebaserte plater) og 2.8.2 (papirmasse, 'pulp', for papir- og kartongprodukter) i IPCC guidance (2014). I tillegg allokeres de tre treproduktkategoriene til henholdsvis påskoging 'Afforestation and Reforestation' 3.3 (AR), og til forvaltning av eksisterende skog 'Forest Management' 3.4 (FM) (KP Artikkel 3.3 og 3.4). I henhold til IPCC (2014a) allokeres det ikke produkter fra avskoging 'deforestation' 3.3 (D).

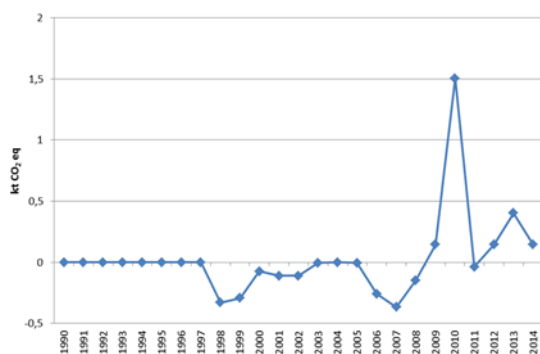
#### 3.3.1 Totalregnskap

Figur 7 viser en sammeligning av netto årlig endring mellom KP og konvensjonen. I figur 8 og 9 er bidrag fra AR og FM til netto årlig endring brutt ned til enkeltfigurer. Det kommer tydelig frem at

bidraget fra AR er svært lite sammenlignet med FM, og at det er FM som bestemmer trenden for totalen.

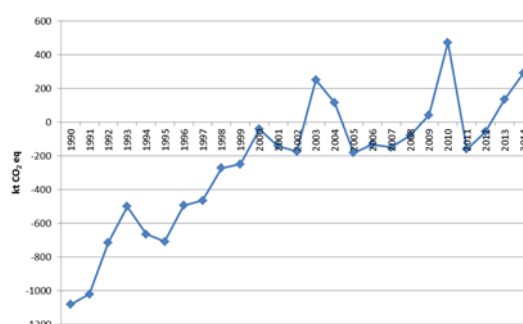


Figur 7. Total (AR+FM) netto årlig endring for treprodukter under KP samt sammenligning med konvensjonen.



Figur 8. AR - Årlig endring i treprodukter.

Relativt lite variasjon med unntak av topp i 2010, effekt av resesjon.



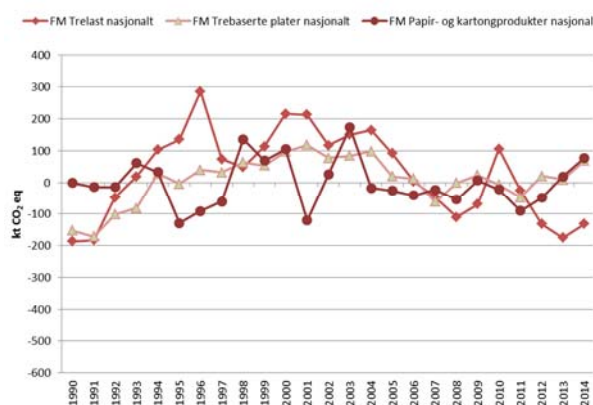
Figur 9. FM - Årlig endring i treprodukter.

Tilnærmet identisk med total kurven siden bidraget fra AR er svært lavt.

### 3.3.2 Produktkategorier fordelt på FM og AR under KP

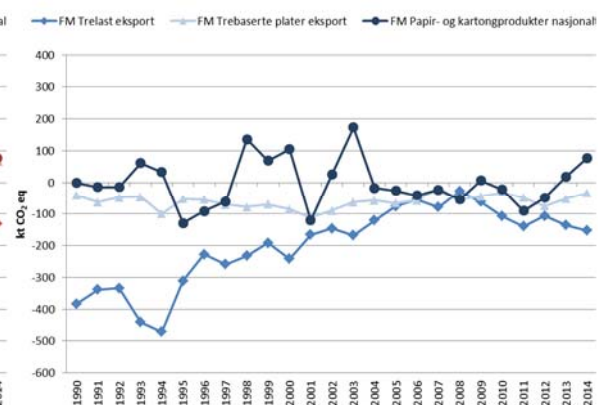
#### 3.3.2.1 FM

I figur 10 og 11 er data for FM brutt ned til de tre ulike produktkategoriene, det samme er gjort for AR i figur 12 og 13.



**Figur 10. Nasjonalt forbruk - netto årlig endring treprodukter**

Vi ser store svingninger gjennom perioden. Siden 2011 har trelast hatt en årlig lagring mens trebaserte plater og papirprodukter siden 2013 har bidratt med et årlig netto tap.

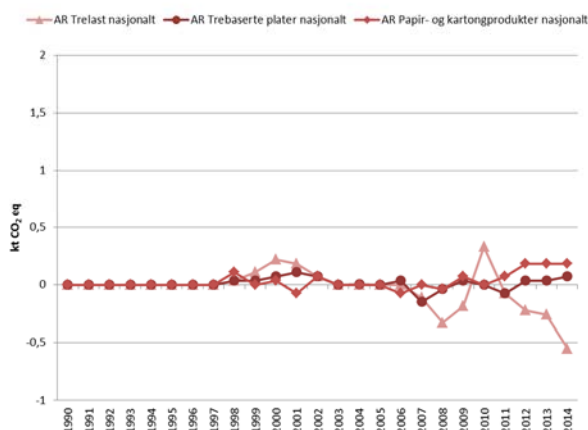


**Figur 11. Eksport - netto årlig endring treprodukter**

Både trelast og trebaserte paneler har bidratt med et årlig netto opptak. For papirprodukter har det gjennom hele perioden vært store svingninger.

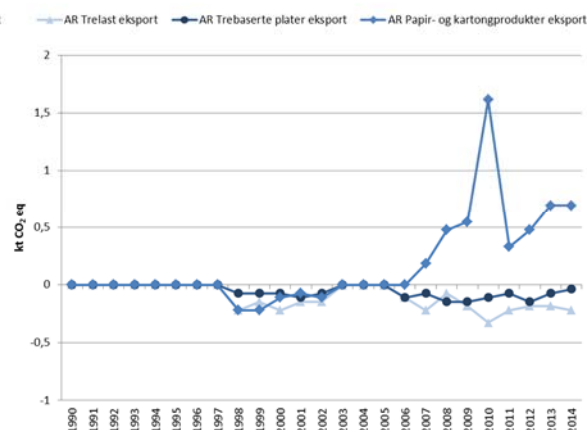
### 3.3.2.2 AR

I figur 12 og 13 er data for AR brutt ned til de tre ulike produktkategoriene. Til og med 1997 er AR aktivitet rapportert som null basert på data fra Landskogtakseringen.



**Figur 12. Nasjonalt forbruk - netto årlig endring treprodukter**

Relativt stabilt fram til 2006, deretter store svingninger. Et kraftig utslag i 2010 for trelast, deretter en trend med økende årlig opptak. Lekkasje for både papir (siden 2011) og trebaserte plater (siden 2012).



**Figur 13. Eksport - netto årlig endring treprodukter**

Trelast og trebaserte plater har holdt seg relativt stabilt mens det har vært en økning i årlig lekkasje fra lageret av papir siden 2006. Dette skyldes nedleggelse av flere papirfabrikker.

## 3.4 Bruk av tre i store/fleretasjes bygg – barrierer

### 3.4.1 Kartlegging av barrierer

På bakgrunn av publikasjoner i løpet av de siste årene, er det gitt en oppsummering av de viktigste forholdene med hensyn til barrierer for bruk av tre i bygg, spesielt med hensyn til bruk av tre i større bygg, dvs. «urbane bygg» (fleretasjes boligbygg), offentlige bygg og næringsbygg. Samtidig gir også dette innspill med hensyn til hvilke fortrinn trebruken kan ha i denne typen bygg. Gjennomgangen er

ment som et overblikk over hvordan situasjonen på området har utviklet seg i løpet av de siste årene, samt hva som synes å være de største utfordringene framover, uten at det har blitt gått dypt inn på de ulike byggetekniske forholdene på de ulike områdene.

I Norge er det lange tradisjoner for å benytte trevirke som materiale i eneboliger og andre mindre bygg, samt i en del typer tradisjonsrike bygninger som ulike gårdsbygninger. For bruk av tre i denne typen bygg er det utarbeidet velkjente løsninger gjennom generasjoner og kompetansen og kunnskapen er svært god. Det er dermed få barrierer for bruk av trevirke i denne typen bygninger. I løpet av de siste 10-20 år har det blitt fokusert mer og mer på hvordan trevirket også kan benyttes i andre typer bygg, som urbane bygg/større bygg/næringsbygg/offentlige bygg, og i denne utviklingen avdekkes det både barrierer og muligheter for bruk av tre. Utviklingen går raskt på området, og derfor er det valgt å konsentrere fokuset omkring publiseringer og kunnskap som har tilkommet i løpet av de siste årene.

I 2007 gjorde Denizou m.fl. (2007) en utredning om hvilke mekanismer som styrer materialvalget for større urbane byggverk. Oppsummeringsmessig i denne rapporten heter det at det ligger gode muligheter for styring av materialbruk gjennom plan- og bygningsloven. Det påpekes imidlertid at kommunene har ulik innstilling i forhold til å pålegge konkrete materialvalg i bestemmelser til reguleringsplaner. Videre heter det at det i utgangspunktet ikke var noen formelle hindringer for bruk av tre (i bærekonstruksjoner) i større byggverk i urban bebyggelse. Det ble imidlertid forutsatt særskilt dokumentasjon av løsninger både når det gjelder brann, lyd og stabilitet/bæreevne. Videre heter det at dokumentasjonen krevde spesialkompetanse som var mangelvare, og at det var lite tilgjengelige tilstrekkelig gode «kokebøker» for denne type dimensjonering. Det nevnes videre at det må gis bedre opplæring i bruk av tre, både blant håndverkere, arkitekter og ingeniører, og at kompetanse er en barriere.

I samme utredning ble det også foretatt eksempelstudier av utvalgte byggeprosjekter. Det framheves at en felles karakteristikk av prosessene som førte til omfattende trebruk var at det hadde vært engasjerte arkitekter og andre engasjerte rådgivere i viktige faser av prosjekteringen. Selv om det var hindringer, ble det klart å finne tilfredsstillende løsninger. Det presiseres imidlertid at dette var forbundet med kostnader, enten i form av konflikter eller av ekstraordinær innsats fra enkelte parter.

Det ble også foretatt intervjuer av sentrale aktører innenfor byggevirksomheten, og det ble hevdet av de som ble intervjuet at byggemåten med trehus i flere etasjer var for dyr og komplisert. Videre heter det i rapporten at det lå ingen begrensninger i regelverket når det gjelder brann, lyd og bæreevne, men brannområdet ble ansett som en usikkerhet som representerte en mental sperre hos aktørene. Videre heter det at underlaget som trebransjen hadde utviklet (på den tiden) ikke var tilstrekkelig som prosjekteringsstøtte, og at det er avgjørende at det finnes lett tilgjengelig beregningsverktøy for brann, lyd og stabilitet. Videre ble det også påpekt at det var en klart begrenset tilgang på spesialkonsulenter (brann, statikk, lyd og vibrasjoner) som kunne håndtere fleretasjes trehus. Det ble også påpekt at mangel på fagarbeidere med kompetanse på tre kan bli en begrensning på sikt, eller at dette vil fremskynde behovet for mer spesialisert industriproduksjon i form av elementer eller moduler i tre. Avslutningsvis heter det at fokuset på gode sammensatte løsninger mellom ulike materialer blir borte på grunn av at de ulike materialene blir satt opp mot hverandre – og at det blir et «enten eller» i stedet for et «både og». Det konkluderes med at et bygg i tre må planlegges og utføres på treets premisser, og at det går dårlig dersom et bygg planlagt for et annet materiale konverteres til et trebygg underveis i prosessen. Det pekes også på at det i flere prestisjeprosjekt har blitt brukt for mye tre, også på steder der trevirke ikke er bra å bruke, og at dette har ført til unødvendige negative konsekvenser.

Hemström m.fl. (2009) har undersøkt oppfatningen til svenske arkitekter og ingeniører angående bruk av trekonstruksjoner i fleretasjes hus. Det ble funnet at de faktorene som betyr mest ved valg av konstruksjonsmateriale i 3-8 etasjers bygninger er (i rekkefølge) prosjektkostnader, brannsikkerhet, byggetid, lydisolering/lydproblematikk, vertikal og horisontal stabilitet, samt byggets energieffektivitet. Videre viser svarene i undersøkelsen at inntrykket er at hovedentreprenøren har



størst innflytelse når det gjelder materialvalg, etterfulgt av konstruksjonsingeniørene. Denne undersøkelsen viste at arkitektene hadde middels innflytelse på materialvalget.

Når det gjelder rangering mellom materialene betong, stål og tre for ulike egenskaper/aspekter, kommer tre dårligst ut når det gjelder stabilitet og holdbarhet (av totalt 17 egenskaper/aspekter). Trevirket blir rangert på toppen når det gjelder arbeidsmiljø, transport, klimapåvirkning, bærekraftig utvikling, energiforbruk under konstruksjon, resirkulering av overskytende materiale, samt letthet ved renovering/riving. Alt i alt ble betong rangert høyest når det gjelder antatt evne til å bruke et materiale i denne typen bygg, mens tre ble rangert lavest. Det samme gjaldt hvilke erfaringer som det ble antatt forelå med bruk av de tre materialene betong, stål og tre. Et interessant resultat er imidlertid at når det gjelder spørsmål om hvilket materiale arkitekter og ingeniører er mest interesserte å jobbe med framover, så kom tre høyest.

Det konkluderes i studien (Hemström m.fl. 2009) med at selv om tre som materiale blir høyest ranket for mange egenskaper/aspekter (jmf. ovenfor), så vektlegges aspektene der tre kommer lavest ut mye mer i den totale vurderingen av egnetheten for materialene i 3-8 etasjer hus. Det framholdes videre at det virker som at det er en usikkerhet blant arkitekter og ingeniører i Sverige mht. å bruke tre når det gjelder viktige egenskaper som stabilitet, holdbarhet, brannmotstand og lydproblematikk. Men avslutningsvis nevnes det at til tross for dette er interessen større for å benytte tre enn stål og betong i framtiden.

Bysheim & Nyrud (2010) foretok en undersøkelse blant aktører som er involvert i byggeprosesser, hovedsaklig arkitekter og ingeniører, for å kartlegge holdninger mht. bruk av tre i urbane bygg. Når det gjelder hvem som har størst innflytelse når det gjelder valg av byggemateriale, viste undersøkelsen at det blir vurdert som at ingeniører har størst innflytelse, etterfulgt av arkitekter. Når det gjelder tidspunktet for valg av byggemateriale i en byggeprosess, var oppfatningen blant de spurte at valget ble oftest foretatt i et pilotprosjekt. Deretter fulgte under detaljprosjekteringen og under skisseprosjektet. Når det gjelder hvilke områder som det var ønskelig med mer informasjon innenfor, ble forholdene lyd, fuktighet, overflatebehandling og brannbeskyttelse rangert høyest, og nokså likt.

Kittang m.fl. (2011) utarbeidet en kunnskapsoversikt over tre i by. Det heter at for å øke bruken av tre som byggemateriale er det nødvendig å orintere seg mot nye markeder og bygningstyper etter en periode med motkonjunkturtiltak fra det offentlige, nos om innebar en dreining fra boligbygging og private næringsbygg mot offentlige service- og institusjonsbygg, kultur- og idrettsbygg. Det framholdes videre at økt bruk av tre i rehabiliteringsmarkedet også er interessant, og at dette medfører nye utfordringer der en kan se for seg at det vil være behov for utvikling av nye produkter og byggemåter for at tre i større grad skal få innpass som et aktuelt byggemateriale i rehabiliteringsprosjekter.

Ellers tar rapporten til Kittang m.fl. for seg et vidt spekter av beskrivelser av tre som byggemateriale, samt utviklingstrekk innenfor byggevirksomheten. Også her trekkes lyd fram som en barriere, og det heter at en vesentlig innvending med hensyn til bruk av tre som konstruksjonsmateriale i fleretasjes er knyttet til materialets lydtekniske egenskaper, dvs. forhold som isolasjon mot luftlyd, demping av trinnlyd, lydabsorpsjon (etterklang), skjerming av støy fra installasjoner innendørs og skjerming mot utendørs støy. Det nevnes spesielt at i alle bygningskonstruksjoner er flanketransmisjonen et problem ved at trinnlyd blir overført via konstruksjonen og til underliggende rom. Når det gjelder brannrisiko, heter det at dagens funksjonsbaserte forskrifter gir en åpning for bruk av tre i fleretasjes byggeri i urbane strøk, men at det er nødvendig å bygge opp kunnskapsbasen om dette og å utvikle preaksepterte løsninger.

I 2013 ble det gjennomført en utredning i regi av Statsbygg om tre i offentlige bygg. Dette er blant annet beskrevet i Statsbygg (2013). Det framheves at trebygninger må bygges på trevirkets premisser, og at feil bruk av tre kan gi store konsekvenser både byggeteknisk og miljømessig. Et viktig spørsmål som reises i ulike sammenhenger er om trevirket må synes for at det skal være trearkitektur.

Grimsrud (2013) sier at kunnskapsoverføringen fra prosjekt til prosjekt er lite systematisert også i det offentlige, og at pilotprosjekter gir lite kontinuitet. Videre nevnes det at aktørene i en byggeprosess vil ha lavest mulig risiko for kostnadsoverskridelser, og manglende kunnskap fører til økt risikoanslag. Videre heter det at kunnskap om tre er en kritisk faktor, og at det generelt er mangel på kompetanse for å vurdere tre som et aktuelt byggemateriale i mange byggeprosjekter.

Trevirkets brannegenskaper har tradisjonelt blitt trukket fram som en barriere for bruk av tre i urbane/store bygg. I utredningen til Statsbygg i 2013 framholdes det imidlertid at med strengere forskriftskrav knyttet til bygg over to etasjer generelt, herunder krav til sprinkling, vil imidlertid brannfare framstå som en mindre barriere for bruk av tre enn tidligere. Trevirkets egenskaper mht. lyd og vedlikehold trekkes imidlertid fram som utfordringer.

Statsbygg (2013) trekker fram at det ikke er utviklet noen «kultur og tradisjon» for å framstille treprodukter til dette segmentet. Det framholdes videre at en gjennomgående tilbakemelding er at det mangler produkter produsert i Norge som gjør trebygging rasjonelt og økonomisk bærekraftig i konkurranse med stål og betong. Også Denizou m.fl. (2007) sier at undersøkelsen viste at mangel på treprodukter var en utfordring når det gjelder bruk av tre.

I Statsbygg-rapporten fra 2013 heter det videre at dersom økt bruk av tre i urbane bygg skal ha en positiv ringvirkning for norsk leverandørindustri, må det stimuleres til en parallell utvikling i denne. Likeledes påpekes det at industrialisering og standardisering er viktig for effektivitet og volumøkning.

Xia m.fl. (2014) har utført en studie i Australia av hva som oppfattes som de største barrierene for bruk av tre som konstruksjonsmateriale i fleretasjes bygninger. I undersøkelsen inngikk det 176 svar fra ulike grupper som arkitekter, entreprenører, eiendomsutviklere, investorer og offentlig ansatte. Resultatene viste at brannrisiko blir sett på som den største barrieren i Australia når det gjelder bruk av tre i fleretasjes hus. Det konkluderes med at selv om mange branntester og undersøkelser viser at trekonstruksjoner av f.eks. massivtre er trygge mht. brann, så har ikke dette fjernet skepsisen til tre og brann i Australia, noe som de også tilskriver at mye av utviklingen når det gjelder brannforebygging i trekonstruksjoner har foregått i Europa.

Den nest største barrieren som nevnes er manglende bevissthet når det gjelder nye trebaserte teknologier og løsninger. Trevirke blir sett på som et tradisjonelt og «old-fashion» materiale som ikke klarer nye bygningstekniske krav i denne typen bygg. Det blir pekt på at selv om det finnes mange studier som viser ny anvendelse av trevirke i ulike produkter og bygg, er det få som er klar over dette.

Vedlikeholdskostnader er et tredje forhold som blir rangert høyt når det gjelder barrierer for bruk av tre i konstruksjoner i fleretasjes hus i Australia, og at dette også vil ha en negativ innvirkning på miljø- og klimapåvirkningen til et bygg. Det fokuseres mest på mugg- og råteproblematikk i konstruksjonen i denne forbindelse, samt eventuelle angrep av termitter. Det er imidlertid viktig å presisere at dette gjelder i litt andre klimabetingelser enn det som er tilfelle i Norge.

Et annet viktig forhold som svarene i undersøkelsen viser er mangel på støtte fra det offentlige når det gjelder å tilpasse lover og forskrifter slik at det er mulig å benytte tre som konstruksjonsmateriale i fleretasjes bygg. Det blir henvist til at det innenfor EU i mye større grad har blitt støttet opp under lover og forskrifter som har gjort det mulig med et økende antall fleretasjes bygg med trekonstruksjoner.

Et annet viktig forhold som besvarelsene har pekt på, er mangelen på erfaring med bruk av tre hos aktørene i byggeindustrien. Det blir nevnt at mangel på erfaring har blitt identifisert som en av nøkkelutfordringene når det gjelder å få til en spredning av innovasjon i byggeindustrien.

Undersøkelsen viser også at det er liten bevissthet og kunnskap når det gjelder fordelene med bruk av trevirke, f.eks. hvilken betydning trevirket har mht. når det gjelder karbonlagringseffekt, og at det derfor også blir ekstra store barrierer for bruk av tre i og med at disse fordelene ikke blir veid opp mot ulempene. Kunnskapsformidling er viktig i denne sammenhengen.

I rapporten til SKOG 22 – Bygg, samt SKOG 22 sin hovedrapport blir det pekt på en rekke muligheter og utfordringer mht. bruk av tre i bygg, blant annet at det er innovasjonsbehov for å utvikle trebaserte konsepter og produkter i form av fleksible og kostnadseffektive byggesystemer og løsninger, og at gjennom økt produktivitet og spesialisering kan kostnadsulempere kompenseres. Når det gjelder forhold relatert til innovasjon mht. urbane/høye trebygg og næringsbygg, heter det at det er behov for å utvikle helhetlige byggekonsepter/typologier for store og høye boligbygg, næringsbygg, o.l. basert på tre som utgangspunkt for «masseprodusert skreddersøm». Videre pekes det på behovet for å utvikle konsepter som kan gi lengre spenn for trebjelker og tredekker – noe som vil gi økt fleksibilitet for kunder, samt behovet for å utvikle gode konsepter og løsninger som gir tilstrekkelig avstivning og stabilitet i høye bygg i tre med tanke på horisontale bevegelser. Videre pekes det på behov for konsepter knyttet til næringsbygg med hensyn til behovet for fleksible, resirkulerbare løsninger slik at byggene enkelt kan tilpasses raske endringer i brukerbehov. Som nevnt er det en rekke forhold som det pekes på i disse rapportene, uten at det blir gått mer inn på hvert enkelt punkt her. Under kap. 3.4.2 er imidlertid forhold omkring klima- og miljøaspektet omtalt.

Gosselin m.fl. (2015) har gjennomført en studie mht. hovedgrunner og barrierer for bruk av tre som konstruksjonsmateriale. I artikkelen er det tatt en gjennomgang av en del byggeprosjekter med fleretasjes trehus, fra 6 til 14 etasjer, i perioden fra 2000 til 2015 i følgende land: Canada (Québec), Tyskland, Østerrike, England, Sverige, Italia, Australia, New Zealand og Norge. I tillegg har dette blitt supplert med informasjon fra ulike artikler som er funnet om temaet i samme tidsrom.

Det ble funnet at den største barrieren for bruk av tre som konstruksjonsmateriale i fleretasjes bygninger er lover og forskrifter («building code»). Her er det ulike tilnærminger i ulike land, og det nevnes at det f.eks. noen steder ikke er tillatt å bygge trebygninger over seks etasjer. Det blir også krevd ekstra mye dokumentasjon når trebruken skal overskride de ulike grensene som er satt i ulike pilotprosjekter.

Den nest største barrieren er utfordringer med teknologioverføring, samt mangel på informasjon og kunnskap. Det blir framhevet at både arkitekter og ingeniører får for lite opplæring mht. trebruk gjennom studiene, og at det derfor blir et «nytt» materiale å arbeide med når tre skal benyttes der det tidligere var kun stål og betong som var benyttet. Dette blir igjen sett på som mer risikofyllt, og derfor velges det i mange tilfeller bort.

Den tredje største barrieren som blir trukket fram er material- og vedlikeholdskostnader. Dette henger nok også sammen med at det er nye produkter og markeder, med risiko innbakt, og derfor blir prisen høyere til det blir mer konvensjonelle byggesystemer. I denne sammenhengen er det viktig å nevne at hvilke fordeler byggesystemer i tre har i samme type bygg ble også kartlagt i den samme undersøkelsen, og der ble kostnadsreduksjon trukket fram som det tredje viktigste insitamentet for å velge tre. Når det gjelder vedlikeholdskostnader, er det mange som har en oppfatning av at disse blir høyere for tre sammenlignet med andre materialer. Den fjerde største barrieren henger sammen med dette, og det er synet på materialenes holdbarhet.

Den femte største, og siste barrieren, som nevnes i undersøkelsen er tilgjengelighet på trebaserte byggematerialer/-løsninger. Som eksempel på dette nevnes manglende CLT-tilgang i byggemarkedet i USA.

Gosselin m.fl. (2015) har også kartlagt hva som er de største motivasjonsfaktorene for å velge tre i fleretasjes bygg, og bærekraft i et miljøperspektiv er det som blir trukket fram som den viktigste faktoren. Deretter kommer mulighet for rask byggeprosess som den nest-viktigste. Den tredje faktoren som nevnes er mulighet for kostnadsreduksjon, og her nevnes f.eks. en høy grad av ferdigstilte trebaserte elementer som en kostnadsreducerende effekt. Det henvises også til mange undersøkelser som påpeker at det er mulig å generere økonomiske fordeler ved å bruke tre som konstruksjonsmateriale. Synlighet kom som den fjerde største motivasjonsfaktoren, og dette forklares med at det ofte har vært fokus på ulike signalbygg i tre fram til nå. Den femte største

motivasjonsfaktoren som ble funnet var at trekonstruksjoner er mye lettere enn konstruksjoner i andre materialer. Det blir vist til eksempler der det faktisk har vært planlagt å bygge i betong, men at det har blitt valgt å gå over til trekonstruksjoner fordi grunnen ikke tåler tyngden av en betongkonstruksjon. I tillegg kommer aspektet med transport og håndtering på byggeplass.

Når det gjelder selve byggeprosessen og byggekonseptet, framholder Gosselin m.fl. (2015) at det er viktig å legge mye innsats i konseptfasen ved bygging med tre slik at nødvendige endringer senere i prosessen blir minimert.

Hammon (2016) har undersøkt hvilke eventuelle oppfatninger den generelle befolkningen har når det gjelder å bruke tre som byggemateriale i fleretasjes hus i USA, samt kartlegge hvilke hindringer det antas er ved å bruke trekonstruksjoner i fleretasjes hus. Det nevnes at USA har hatt strenge regler for bruk av tre i fleretasjes hus, noe som igjen fører til skepsis blant befolkningen til å endre på dette, selv om nye regler har gjort det mulig. Over 500 personer svarte på spørreundersøkelsen, og analysene viste at de som svarte speilet befolkningen på en representativ måte mht. kjønn og alder.

For hele gruppen av besvarelser ble brann ranket høyest som barriere, etterfulgt av termittangrep og holdbarhet. Deretter fulgte styrke, avskoging og fuktighet som forhold som ble betraktet som barrierer. Når det gjaldt kostnader, akustikk, forsikringspremie og tidsbesparelse under bygging, var hovedvekten av svarene nøytrale eller at det var svart «usikker». Når det gjaldt visuet inntrykk, var de fleste positive. I undersøkelsen ble det også foretatt analyser mht. hvor godt respondente kjente til trevirke, hvilken befatning de hadde med tre gjennom sitt yrke, etc. Det konkluderes med at antatte barrierer reduseres når kunnskapsnivået økes. Videre framholdes det at på denne måten er det viktig å «lære opp» befolkningen generelt, og ikke bare de som skal prosjektere og bygge fleretasjes trehus. Det heter at mange av påstandene som de har svart på ikke stemmer i virkeligheten, f.eks. at en trekonstruksjon er brannfarlig – men heller tvert imot. Det påpekes imidlertid viktigheten av å ta på alvor den generelle oppfatningen i befolkningen, og gjøre noe med denne gjennom informasjon og kunnskapsspredning, for å oppnå større gjennomslag for bruk av tre i fleretasjes hus. Det framholdes at det er ingen som vil bo eller jobbe i et bygg som de betrakter som farlig å være i, og da hjelper det lite å si at det ikke stemmer. Det påpekes at det må jobbes med holdningsendringer gjennom informasjon og kunnskapoppbygging for å danne en solid plattform for å påvirke markedsmuligheten for trekonstruksjoner. Dersom etterspørselen øker, vil mange andre barrierer også forsvinne, mens vice versa – dersom majoriteten oppfatter høye trehus som risikoprosjekt vil det være svært vanskelig å redusere barrierene generelt.

Når det gjelder brann, kommer blant annet Buchanan m.fl. (2014) med anbefalinger for videre arbeid når det gjelder brannmotstand i trekonstruksjoner. Når det gjelder FoU mht. fullskala-tester heter det at dette er nødvendig for å validere modeller for brannmotstand og ytelsesbaserte designløsninger. Hovedbehovene som nevnes er å lage en strategi for design for å unngå konstruksjonskollaps under brann, samt kontrollere vertikal brannspredning. Også bedre forståelse av aktive og passive brannbeskyttelsessystem blir sett på som viktig.

Malo m.fl. (2016) har beskrevet noen konstruksjonsmessige utfordringer i forbindelse med bygging av «Treet» i Bergen. Her blir det pekt på ulike forhold når det gjelder behov for framtidig forskning. Det ene er at det er planlagt å installere vindmålingsutstyr flere steder på bygget når det er ferdig. Det framholdes at dette allerede er gjort på noen få bygninger, men at datagrunlaget fram til nå er for spinkelt. Videre heter det at forbedret kunnskap om dempingsegenskaper så vel som generell konstruksjonsmessig ytelse til denne typen bygninger er svært viktig mht. vurdering av komfortegenskaper. Det nevnes at det i arbeidet har blitt brukt estimeringsdata for disse forholdene, og at dette viser at det er svært viktig å få bedre kunnskap om konkrete verdier på dette området.

Når det gjelder brannegenskaper, sier Malo m.fl. (2016) at det er klart at fleretasjes hus krever lengre brannmotstand enn de 60 minuttene som er iht. CEN 1995-1-2 2004), og det blir påpekt at

forhåpentligvis vil neste generasjon Eurokoder kunne utvide dette basert på pågående og framtidig forskning.

I «Veikart for grønn konkurransekraft for skog- og trenæringen» som kom i 2016 er det gitt en rekke innspill både mht. hindringer og muligheter for blant annet tre i bygg. Når det gjelder prioriteringer på byggsiden heter det blant annet at viktige temaer framover er standardisering, industrialisering og prefabrikasjon, godt dokumenterte egenskaper knyttet til bæreevne/stabilitet, brannsikkerhet og lydisolasjon, forenklete prosesser for dokumentasjon og godkjenning av nye løsninger og produkter, og at byggregelverket må være konkret og tydelig på prinsippene i sirkulær økonomi. Når det gjelder forhold ang. klima og miljø, er de litt nærmere omtalt i kap. 3.4.2, men det anbefales blant annet at offentlige innkjøpere må stille krav til fornybare løsninger ved alle relevante prosjekter, både nye- og renoveringsprosjekter.

### 3.4.2 Klima- og miljøaspekter

Statens Offentliga Utredningar (SOU 2016:47) («En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige») påpeker viktigheten av å fokusere på at utslipp fra bygningers produksjonsfase står for en stadig større andel av utslippene av klimagasser, og at det derfor er viktig å forbedre kunnskapsgrunnlaget når det gjelder bygningers totale klimapåvirkning i et livsløpsperspektiv slik at det blir mulig å treffe de riktige avveiningene i beslutningsprosesser. Videre framholdes det at for det meste holder dagens nyproduserte bygninger høy kvalitet når det gjelder energieffektivitet, og derfor bør mer fokus settes på å redusere klimagassutslippene fra byggematerialene og selve byggeprosessen. Videre framholdes det at klimagassutfordringene bør ha høy prioritet når det gjelder byggeindustrien, og på bakgrunn av at de negative miljø- og klimagasseffektene blir forskjøvet fra driftsfasen til produksjonsfasen og materialvalg, blir det mer og mer viktig at klima- og miljøpåvirkningene fra byggene i hele livssyklusen analyseres. Det framholdes at livssyklusperspektivet bør være et utgangspunkt ved analyser av all nybygging og renovering, og perspektivet bør innbefatte både byggprodukttilvirkning, byggeprosessen, forvaltningsfasen og rivningsfasen.

Svenska Miljöinstitutet (2015) (Byggandets klimatpåverkan) påpeker de samme forholdene, dvs. at studier viser tydelig at byggeprosessens klimapåvirkning er svært viktig å ta hensyn til ved nybygging, og at produksjonsprosessen ved å bygge nye bygg er svært viktig når det gjelder valg av ulike løsninger. Det framholdes at materialproduksjonen har det største bidraget når det gjelder klimapåvirkning i byggeprosessen, og at valg av byggematerialer derfor er svært viktig. Det framholdes videre at arbeidet med å få LCA-beregninger til å bli entydige har gått raskt framover de siste årene, og at dette gjør det enklere for sammenligning av materialer. Det pekes også på at det er viktig å samle inn statistikk, med en oppløsning både på byggefasen og driftsfasen, for å kunne følge med på byggsektorens arbeid innenfor dette området, ikke minst mht. å kunne se hvordan ulike tiltak slår ut over tid. Avslutningsvis framholdes det å kunne verifisere en forbedret klimaeffekt for entreprenørenes egne produkter og byggesystemer sammenlignet med bransjegjennomsnittet (statistikk er her viktig), kommer til å gi konkurransefordeler i løpet av de nærmeste årene, og at dette også kan gi konkurransefordeler internasjonalt gjennom at det kan tilbys klima- og miljøvennlige konsepter (internasjonalt marked for gode treløsninger).

Hafner m.fl. (2013) påpeker at det blir stadig viktigere å sette fokus på produksjonsfasen av bygg fordi denne utgjør en stadig større andel av det totale klimagassutslippet. Med dette følger også et sterkere fokus på valg av bygningsmateriale. Det blir også framhevet viktigheten av at målsettingen for et byggs karboneffektivitet må utarbeides svært tidlig i en byggeprosess slik at valgene både designmessig og produksjonsmessig kan styres ut fra dette.

Kuittinen & Häkkinen (2013) påpeker videre at det er viktig at det utarbeides EPD'er for ulike trebaserte bygningsprodukter slik at dette er mest mulig klart mht. ulike krav som vil komme. Det påpekes at da vil de som i dag er pionerer på området oppnå store fordeler ved å være i forkant i utviklingen.

Når det gjelder vedlikehold sier De Angelis m.fl. (2013) at vedlikeholdsomfanget for et bygg har en signifikant innvirkning på et byggs livssyklus, men at levetiden for ulike materialer er svært vanskelig å estimere hovedsakelig på grunn av mangel på spesifikke data.

Hafner m.fl. (2013) peker på at EU har satt som mål å utvikle seg selv som et resirkuleringsamfunn, og at avfall kan gjenbrukes til nye produkter. Det heter videre at det derfor er viktig for industrien sammen med FoU å utvikle produkter som lett kan resirkuleres. Det framholdes at innenfor treproduktsektoren er dette ikke utviklet godt nok, og at en rekke produkter som kunne vært gjenbrukt i stedet blir brukt til energiformål. Det framholdes at dette gir muligheter for utvikling av innovative løsninger framover på området.

I rapporten til Statsbygg (Statsbygg 2013) heter det at det er behov for å sammenstille dokumentasjon mht. byggematerialers miljømessige egenskaper (herunder klima) hvis en skal kunne anbefale tre framfor andre materialer av miljømessige årsaker, og at videreutvikling av klimagassberegninger og EPD-er må være en del av dette. I tillegg nevnes det at det mangler en del både mht. data og verktøy for å se på effektene av karbonlagring i treprodukter i ulike analyser. Videre framholdes det at en industrialisering av byggebransjen, tilsvarende annen produktutvikling, antas å ha store miljøeffekter, og at industrialiserte produkter/elementer kan gjøres i mange materialkategorier, men tre fremheves her som et materiale som er godt egnet for dette på grunn av sin vekt og muligheter for tilpasninger på stedet.

I rapporten til SKOG 22 – Bygg, i SKOG 22 sin hovedrapport, samt i «Veikart for grønn konkurransekraft for skog- og trenæringen» som kom i 2016 pekes det på viktigheten av å benytte LCA-verktøy for å beregne miljø- og klimapåvirkning i hele byggets levetid, og at produksjonsfasen og materialvalg er viktig i denne sammenhengen. I Veikart for grønn konkurransekraft for skog- og trenæringen anbefales det å sette krav til alle byggeprosjekters CO<sub>2</sub>-fotavtrykk basert på materialenes totale livsløp inklusiv gjenvinning til energi. Videre anbefales det at Teknisk forskrift må stille krav om LCA og miljøvennlige bygningsmaterialer. I tillegg pekes det på at kommunene som planmyndighet spiller en viktig rolle, og at kommunene i denne rollen kan fremme bærekraftig utvikling ved å kreve bruk av fornybare bygningsmaterialer og livsløpsanalyse gjennom klimaplaner, områdeplaner og reguleringsplaner.

### 3.4.3 Innspill fra ulike aktører i næring og FoU

I det følgende er det gitt en oppsummering av ulike forhold som har framkommet i ulike foredrag og populærvitenskapelige artikler, i tillegg til at det er foretatt samtaler med ulike aktører innenfor både industri og FoU med hensyn til å få en «nå-situasjon» når det gjelder de største utfordringene/barrierene for bruk av tre i urbane bygg/store bygg.

På grunn av at informasjon fra samtaler med aktuelle aktører er basert på uformell dialog uten noen fast form eller bestemte forberedelser, er det valgt å utarbeide en oppsummering av de innspillene som har kommet uten å bekjentgjøre navn/firma/tilhørighet for de personene som har uttalt seg.

Utfordringer mht. lyd er et stadig tilbakevendende tema når det gjelder å beskrive utfordringer med trebruk. Tre er et lett materiale og dermed lett å sette i bevegelse. Jo lettere et materiale er, jo lettere blir det problemer med lydgjennomgang og vibrasjoner. Dette betyr igjen at det må være sterkt fokus på koblinger og sammenføyninger mellom de ulike bygningsdelene. Det finnes imidlertid løsninger og muligheter, men de tar mer plass enn å bygge i betong. Da er spørsmålet om dette kan aksepteres, dvs. at høyden på etasjeskillet blir større. Sammenkoblingsmetodene, og videre utvikling av disse, er viktig for å redusere utfordringene mht. lyd, men ulike hybridløsninger er også en måte å løse det på, f.eks. tre og betong eller tre og singel. Med betong blir klimafotavtrykket en del «spolert», men de tekniske egenskapene blir betydelig bedre.

Det framholdes at det finnes en god del kunnskap på mange områder når det gjelder lyd i trebaserte bygningsløsninger, men at det er fragmentert, det vil si at det er mange små som jobber hver for seg,

og at det er mangel en fellestankegang for en større gruppering innenfor byggeindustrien. Det etterlyses et bredt samarbeid for å lage en generisk plattform for tekniske løsninger på området tre og lyd. Det hevedes at det også er en del mangler når det gjelder å få trebaserte løsninger integrert i ulike prosjekteringsverktøy. Det blir også framhevet at det mangler preaksepterte løsninger på området, i tillegg til at det mangler nødvendig dokumentasjon, samt testing og verifisering, på en del løsninger.

For tre og lyd framholdes det at det er viktig framover med kunnskapsformidling av det en kan, i riktig form, dvs. å få det integrert i prosjekteringsverktøy, etc., testing og dokumentasjon for å få på plass preaksepterte løsninger og FoU for å utvikle videre løsninger.

Det hevdes også at det er mangel på gode rådgivende ingeniører når det gjelder prosjektering av trebaserte tekniske løsninger med gode lydegenskaper. Det er viktig at bestiller vet hvem som er gode, og det blir framholdt at en del rådgivende ingeniører ikke nødvendigvis har den tilstrekkelige kompetansen på tross av at de selv hevder å ha den.

Et annet aspekt som tas fram som en utfordring i denne forbindelse er at en del kommuner og andre aktører har rammeavtaler med gitte leverandører, deriblant også rådgivende ingeniører. På denne måten er de da bundet til en eller flere bestemte aktører, og det kan i en del tilfeller være mangel på kompetanse hos disse når det gjelder prosjektering mht. lyd. Dette gjelder også til dels brannteknisk prosjektering.

Når det gjelder brannutfordringer med trebaserte konstruksjoner, blir det framholdt at dette har blitt mer redusert som flaskehals enn lydproblematikken på grunn av at informasjonsspredningen og kunnskapsoppbyggingen har vært god på dette området. Til tross for dette viste en undersøkelse utført av Svenskt Trä at av 1000 spurte personer i byggebransjen så var det bare 23 % som visste om de gode brannegenskapene til limtre. Det blir derfor konkludert med at det fortsatt er et stort behov for informasjons- og kunnskapsspredning innfor dette feltet.

Kompetanse i det utførende leddet, hos entreprenørene blir trukket fram som avgjørende for at tre skal bli brukt i større grad enn i dag i større bygg/urbane bygg. Dette gjelder blant annet at det utførende leddet må bryte opp de rutine de har i dag når det gjelder prosjektgjennomføring av byggeprosjekter, og tilpasse seg nye rutiner som er bygd på trevirkets premisser. Dette innebærer at det må investeres i egen kompetanse innenfor bedriftene, og tilegne seg de nødvendige ferdighetene på dette området slik at de kan takle egen produksjon med tre som materiale. Pågående prosjekter blir trukket fram som svært viktige prosjekter i så måte, dvs. for å tilegne seg kunnskap og erfaring fra prosjektgjennomføring som kan videreføres til andre prosjekter.

Nødvendig kompetanse hos «den offentlige innkjøper» blir også trukket fram som svært viktig for å bygge ned barrierer for trebruk. Offentlige innkjøper er et svært viktig «instrument» mht. å påvirke materialbruk og byggetekniske løsninger, men det er da helt avgjørende at de som har ansvaret for de offentlige innkjøpene innehar nødvendig kompetanse når det gjelder trevirke som byggemateriale slik at dette kan legges til grunn ved valg av løsninger. Eventuelle rammeavtaler det offentlige har med ulike aktører kan være en begrensning for valgmulighetene i en periode, men disse avtalene varer ikke evig, og derfor er det uavhengig av dette viktig å få fram kunnskap om tre som byggemateriale hos offentlige innkjøpere.

Det blir også fokusert på at det er viktig å utnytte planverket mht. å oppnå økt bruk av tre i bygg, og spesielt blir det trukket fram at klima- og energiplanen som viktig i denne sammenhengen. Dersom økt bruk av tre i bygg blir brukt som et verktøy for å oppnå målsettingene i en klima- og energiplan vil dette legge premissene for andre planprosesser på kommunenivå.

Når det gjelder industrialisering av byggeprosessen, blir det trukket fram at trebaserte løsninger passer svært godt inn i en slik utvikling på grunn av at industrielle tresystem har blitt svært gode allerede, det er enklere å sikre arbeidsplassen ved montasje av tremoduler/-elementer enn med tilsvarende løsninger i stål/betong, samt at arbeidsmiljøet på byggeplass er betydelig bedre med trebaserte løsninger (blant annet mindre støy og støv). På denne måten ser det ut til at den

industrialiseringen som skjer i byggebransjen gir en mulighet for de trebaserte løsningene å ta igjen det tapte forspranget, men det er viktig å være i front når det gjelder utvikling av industrielle og standardiserte konsepter og byggt tekniske løsninger.

Det har lenge vært en utfordring for bruk av tre at trebaserte byggeløsninger ikke har vært like godt representert i ulike planleggingsverktøy blant arkitekter, rådgivende ingeniører og byggt tekniske konsulenter. Det blir imidlertid påpekt at dette nok henger sammen med markedsutviklingen, og når det kommer stadig flere trebaserte løsninger, samt at dette etterspørres i større grad, vil dette falle på plass etter hvert. Det blir på en måte en «høna-og-egget»-utfordring.

Erfaringer fra bygging av studentboliger på Moholt i Trondheim er gitt i ulike artikler ([http://www.ntnu.no/documents/1264930397/0/SF\\_Erfaring+massivtre+Moholt.pdf/67ca03b4-b79c-4259-946f-7a9c834626b4](http://www.ntnu.no/documents/1264930397/0/SF_Erfaring+massivtre+Moholt.pdf/67ca03b4-b79c-4259-946f-7a9c834626b4), <http://byggmesteren.as/2015/11/06/halve-byggetiden-med-massivtre/>, [http://magasinet.skog.no/artikkel.cfm?id\\_art=2938](http://magasinet.skog.no/artikkel.cfm?id_art=2938)). Det heter blant annet at mye ny kunnskap må tilegnes, og at det er flere ukjente enn ved en «normal» byggeprosess. Videre heter det at det er viktig å bruke konsulenter som har erfaring med massivtre når det gjelder konstruksjon av lyd- og brann tekniske løsninger. Entreprenør ved utbyggingen presiserer at bruk av massivtre også byr på utfordringer, og at det generelle kompetansenivået mht. bruk av massivtre må forbedres. Lyd i trekonstruksjoner blir i denne sammenhengen trukket fram som en viktig utfordring, og også brannegenskaper blir trukket fram som en fortsatt utfordring.

Når det gjelder forhold omkring klima og miljø heter det at erfaringstallene fra byggeprosessen på Moholt i Trondheim viser at gjennom å bruke massivtre vil CO<sub>2</sub>-utslippet fra byggene reduseres betydelig. I tillegg nevnes andre fordeler som en mer effektiv byggeprosess, mindre byggavfall og et bedre arbeidsmiljø på byggeplassen. Det pekes imidlertid på at trevirket er importert fra Østerrike, og at dette gjør at langtransport må legges inn i klimaregnskapet. Det hevdes at den totale miljøgevinsten er stor, men at det er utfordrende å tallfeste den med stor sikkerhet. Videre framholdes det at det forventes at det vil bli mer og mer vanlig å stille krav om nøyaktige klimaregnskap, og at det derfor er nyttig og viktig å skaffe kompetanse på dette. Å føre klimaregnskap og å bruke dette i prosjekteringsfasen blir trukket fram som ett av flere læringspunkter fra byggeprosessen.

«Treet» i Bergen har også vært omtalt i ulike artikler, blant annet i <http://www.tu.no/artikler/i-dag-apner-verdens-hoyeste-trehus/276298>. Det er et eksempel på hva som er mulig med limtre, og aktørene har troen på at det vil komme mange flere eksempler på høye hus i tre fremover. Bygget har blitt montert i tre faser. Da modulene i hver fase var ferdig stablet, ble det bygget en limtrekonstruksjon rundt modulene, samt en plattform mellom hver av modulfasene. Plattformene mellom hver fase består av betong og er lagt inn for å gi bygget ekstra tyngde. Det påpekes at den store forskjellen ved å bygge denne type bygg i tre kontra betong er at tre er så lett. Betongdekkene gir bygget den ekstra tyngden det trenger for å unngå store svingninger når det blåser som verst. Videre framholdes det at brann sikkerheten i «Treet» er meget høy, og at fremtidige beboere ikke har noe å bekymre seg for når det kommer til brannfare. Det påpekes at det er store dimensjoner på trekonstruksjonene, og at bygget dermed blir veldig tungt antenkelig. I tillegg nevnes det at det innføres en rekke brann tekniske tiltak som sprinkling, brannheis og egen rømningstrapp.



## 4 Litteraturreferanser

- De Angelis, E., Pittau, F. & Zanata, G. 2013. Good practices for carbon efficiency in wood construction – Use and maintenance. In: Kuittinen, M., Ludvig, A. Weiss, G. (eds), Wood in carbon efficient construction – Tools, methods and applications. ECO<sub>2</sub>, ISBN 978-9-0820-9081-9.  
<http://www.eco2wood.com/2>.
- Bergseng, E., Alfredsen, G., Dibdiakova, J., Gobakken, L.R., Gjerde, I., Granhus, A. & Søgård, G. 2016. Skogen som ressurs. Praktisk økonomi & finans, vol. 32, 3/2016.
- Buchanan, A., Östman, B. & Frangi, A. 2014. Fire resistance of timber structures. A report for the National Institute of Standards and Technology (Draft). University of Canterbury, SP, ETH.  
[https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/fire\\_research/NIST-Timber-Report-v4-Copy.pdf](https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/fire_research/NIST-Timber-Report-v4-Copy.pdf).
- Bysheim, K. & Nyrud A.Q. 2010. Norwegian architects´ and civil engineers´ attitudes to wood in urban construction. Paper on The Final Conference of COST Action E53 “The Future Quality Control for Wood & Wood Products”, 4-7<sup>th</sup> May 2010, Edinburgh.
- Denizou, K., Hveem, S. & Time, B. 2007. Tre I by – Hvilke mekanismer styrer materialvalget for større urbane byggverk? KMB-forprosjekt (NFR) «Fellessatsing Tre». Prosjektrapport 409-2007. SINTEF Byggforsk.
- Ekspertutvalg for grønn konkurransekraft, oppnevnt av Regjeringen 16. juni 2015. 2016. Grønn konkurransekraft. Publikasjonskode: T-1557 B. 88 s.
- Gosselin, A., Lehoux, N., Cimon, Y. & Blanchet, P. 2015. Main Motivations and Barriers for Using Wood as a Structural Building Material – A Case Study. 11e Congres International De Industriel – CIGI2015, Quebec, Canada, 26-28 Oct. 2015.
- Granhus, A., von Lüpke, N., Eriksen, R., Søgård, G., Tomter, S., Antón-Fernández, C. & Astrup, R. (2014). Tilgang på hogstmoden skog fram mot 2045. Ressursoversikt fra Skog og Landskap 03/2014, 31 p.
- Grimsrud, B. 2013. Tre i offentlige bygg: Statsbyggs utredning om styrket kunnskapsgrunnlag. Foredrag 08.04.2013, avslutningsseminar ang. kunnskapsgrunnlag for økt bruk av tre i offentlige bygg. <http://www.statsbygg.no/Files/nyheter/treseminar2013Grimsrud.pdf>.
- Hafner, A., Ott, S. & Winter, S. 2013. Good practices for carbon efficiency in wood construction – Goal setting and requirements. In: Kuittinen, M., Ludvig, A. Weiss, G. (eds.), Wood in carbon efficient construction – Tools, methods and applications. ECO<sub>2</sub>, ISBN 978-9-0820-9081-9.  
<http://www.eco2wood.com/2>.
- Hammon, S. 2016. Tall wood survey: Identifying and Analyzing the Obstacles of Perception. Perkins+Will Research Journal, 2016/Vol. 08.01.
- Hemström, K., Mahapatra, K. & Gustavsson, L. 2009. The perceptions of Swedish architects and structural engineers towards use of wood frames in multi-storey buildings.  
<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB21155.pdf>
- IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (eds.). Published: IGES, Japan.
- IPCC 2014a. 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Jamsranjav, B., Fukuda, M., Troxler, T. (eds.). Published: the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- IPCC 2014b. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T., Minx, J.C. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Klima- og Forurensningsdirektoratet, 2011. Skog som biomasseressurs. TA 2762, 101 s.
- Landbruks- og matdepartementet, 2007. Ta landet i bruk! Landbruks- og matdepartementets strategi for næringsutvikling 2007-2009.
- Kuittinen, M. & Häkkinen, T. 2013. Designing a low-carbon wooden house. In: Kuittinen, M., Ludvig, A. & G. Weiss (eds.). Wood in Carbon Efficient Construction – Tools, methods and applications. ECO2, ISBN 978-9-0820-9081-9. <http://www.eco2wood.com/2>.
- Larson, C., Chatellier, J., Lifset, R. & Graedel, T. 2019. Role of forest products in the global carbon cycle: From the forest to final disposal. In: Ashton M.S., Tyrell M.L., Spalding D., Gentry B. (eds.), Managing forest carbon in a changing climate Springer. pp. 257-282.
- Malo, K. A., Abrahamsen, R. B. & Bjertnæs, M. A. 2016. Some structural design issues of the 14-storey timber framed building “Treet” in Norway. Eur. J. Wood Prod. (2016) 74:407-424.
- Norwegian Environment Agency, Statistics Norway, Norwegian Institute of Bioeconomy Research, 2016. Greenhouse Gas Emissions 1990-2014, National Inventory Report, M-534. Norwegian Environment Agency. 499 s.
- Pingoud, K., Perala, A.-L. & Pussinen, A. 2001. ‘Carbon dynamics in wood products’, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 6: 91–111.
- SOU 2016:47. En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige, Del 1. Statens offentliga utredningar, Stockholm 2016.
- Statsbygg, 2013. Tre for bygg og bygg i tre. Kunnskapsgrunnlag for økt bruk av tre i offentlige bygg. 01.03.2013. Analysedokument fra Strategi- og utviklingsavdelingen.
- Stortingsmelding 39 2008-2009. Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen. Det kongelige Landbruks- og matdepartement. <https://www.regjeringen.no/contentassets/1e463879f8fd48ca8acc2e6b4bceac52/no/pdfs/stm200820090039000dddpdfs.pdf>
- Timmermann, V. & Dibdiakova, J. 2013. Klimagassutslipp I skogbruket – fra frø til industriport. Vugge-til-port livsløpsanalyse (LCA). Prosjektrapport fra Klima Tre. Rapport fra Skog og landskap 20/2013. Norsk institutt for skog og landskap.
- Werner, F., Taverna, R., Hofer, P., Thürig, E. & Kaufmann, E. 2010. National and global greenhouse gas dynamics of different forest management and wood use scenarios: a model-based assessment. Environmental Science & Policy 13, 72–85. doi: 10.1016/j.envsci.2009.10.004, ISSN: 1462-9011.
- Xia, B., O'nill, T., Zuo, J., Skitmore, M. & Chen, Q. 2014. Perceived obstacles to multi-storey timber-frame construction: an Australian study. Architectural Science Review, 57(3), pp. 169-176. <http://eprints.qut.edu.au/70475/>.

# Vedlegg 1 - Forkortelser

AR - Afforestation and Reforestation

C - karbon

CMP - Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol

CRF - Common Reporting Format

D – Deforestation

FAO - Food and Agricultural Organization of the United Nations

FM - Forest Management

FOD – First Order Decay

HWP – Harvested Wood Products

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

KP – Kyoto Protocol

NIR - National Inventory Report

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

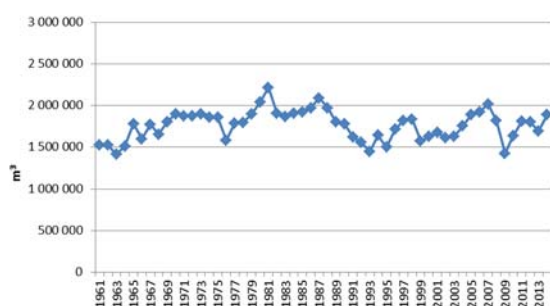
## Vedlegg 2 – Enkeltfigurer

Disse figurine er inkludert av to grunner: 1) for å forenkle lesbarheten om man er ute etter trender for en enkelt produktkategori, 2) inkludere import for å få et mål på totalt nasjonalt forbruk av treprodukter. Import teller ikke i regnskapet og er kunn tatt med for å se på trender i forbruk samt forholdet mellom import vs. nasjonalt produserte treprodukter.

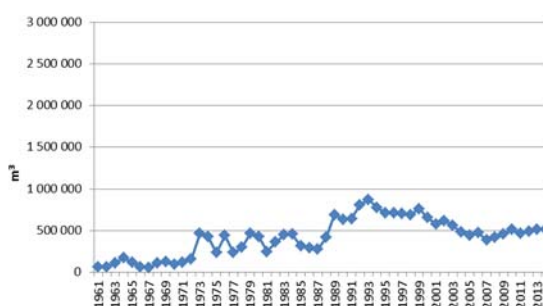
### 4.1 Aktivitetsdata fra FAOSTAT

Dette er rådataene som klimagassregnskapet er basert på. Det er kun nasjonalt forbruk (produksjon minus eksport) og eksport som rapporteres i det nasjonale regnskapet. Importtallene er inkludert for å illustrere effekten av import.

#### 4.1.1 Trelast



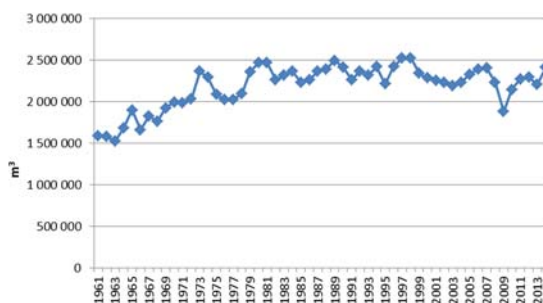
a. Nasjonalt forbruk



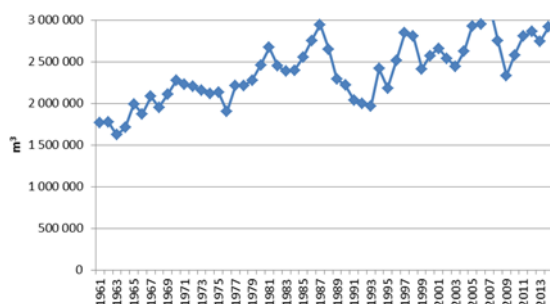
b. Eksport



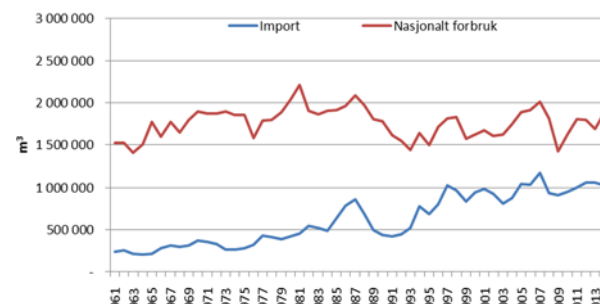
c. Import



d. Nasjonalt forbruk + eksport



e. Nasjonalt forbruk + import

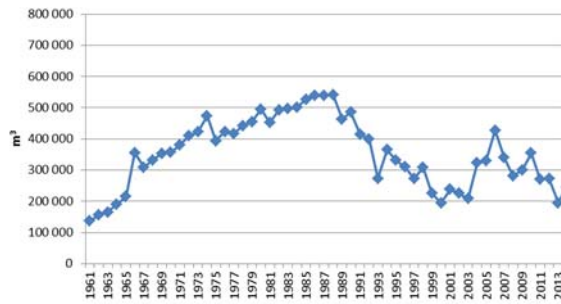


f. Nasjonalt forbruk + import

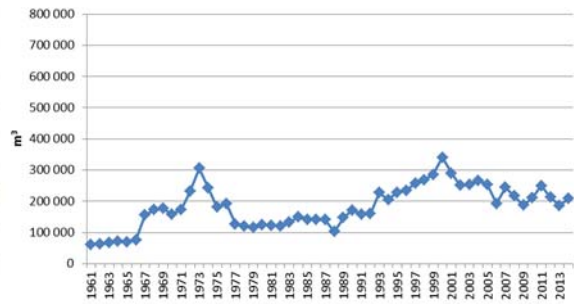
**Figur 14. Trelast aktivitetsdata FAO.**

- a. Nasjonalt forbruk. Maks. 2 214 400 (1981), min. 1 408 100 (1963), gj.snitt. 1 760 931, gj. snitt siste 5 år 1 762 122.
- b. Eksport. Maks. 871 900 (1993), min. 56 000 (1967), gj.snitt. 419 264, gj.snitt siste 5 år 501 159.
- c. Import. Maks. 1 172 610 (2007), min. 202 800 (1964), gj.snitt siste 5 år 1 019 593.

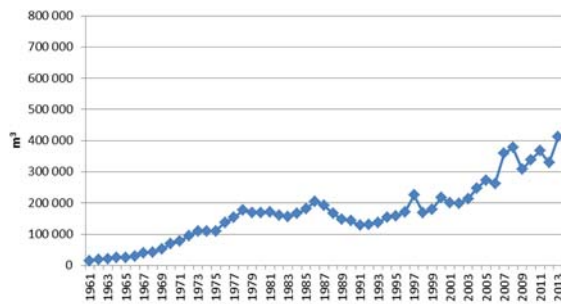
## 4.1.2 Trebaserte plater



a. Nasjonalt forbruk



b. Eksport



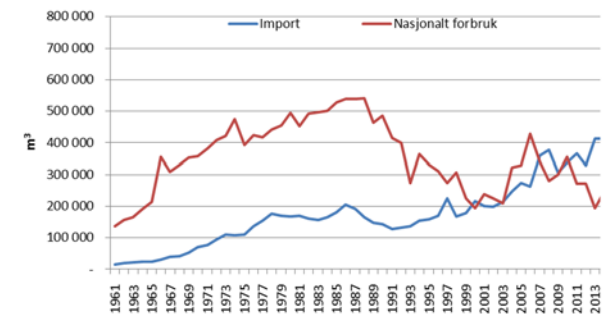
c. Import



d. Nasjonalt forbruk + eksport



e. Nasjonalt forbruk + import

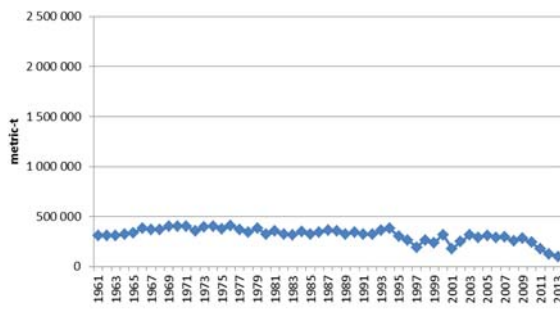


f. Nasjonalt forbruk + import

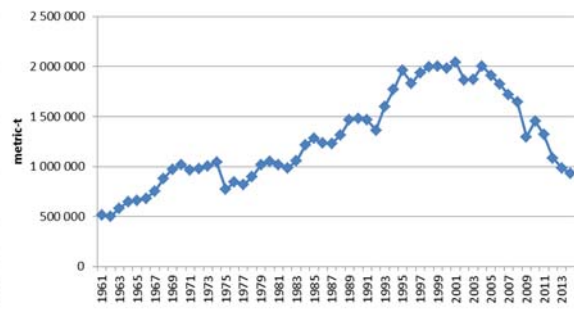
**Figur 15. Trebaserte plater aktivitetsdata FAO.**

- a. Nasjonalt forbruk. Maks. 541 800 (1988), min. 136 400 (1961), gj.snitt. 352 370, gj.snitt siste 5 år 267 628.
- b. Eksport. Maks. 340 773 (2000), min. 61 700 (1961), gj.snitt 182 342, gj.snitt siste 5 år 213 622.
- c. Import. Maks 412 596 (2014), min. 15 400 (1961), gj.snitt 172 334, gj.snitt siste 5 år 371 899.

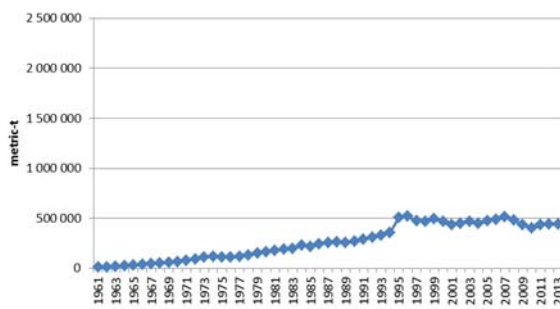
### 4.1.3 Papir- og kartongprodukter



a. Nasjonalt forbruk



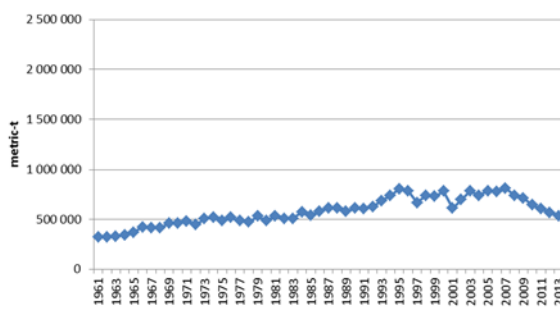
b. Eksport



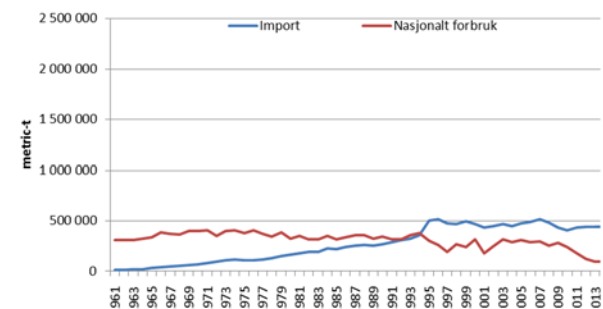
c. Import



d. Nasjonalt forbruk + eksport



e. Nasjonalt forbruk + import



f. Nasjonalt forbruk + import

**Figur 16. Papir- og kartongprodukter aktivitetsdata FAO.**

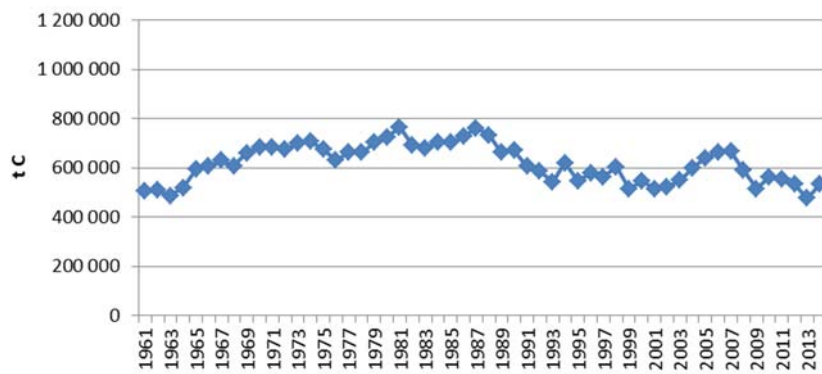
- a. Nasjonalt forbruk. Maks. 409 800 (1976), min. 93 994 (2014), gj.snitt 311 232, gj.snitt siste 5 år 146 228.
- b. Eksport. Maks. 2 041 000 (2001), 498 500 (1962), gj.snitt 1 272 235, gj.snitt siste 5 år 1 154 172.
- c. Import. Maks. 519 000 (1996), min. 13 400 (1961), gj.snitt 266 738, gj.snitt siste 5 år 432 457.

## 4.2 Enkeltfigurer fra rapportering

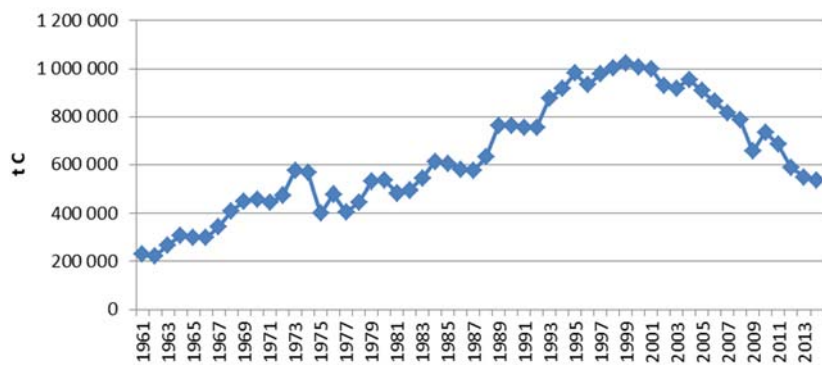
### 4.2.1 Treprodukter

Figurene under viser enkeltfigurer av det samlede bidraget fra alle treprodukter (trelast+trebaserte plater+papir- og kartongprodukter), nasjonalt og eksport, for tilstrømning, tap, lager og netto årlig endring.

#### 4.2.1.1 Tilstrømning



#### a. Nasjonalt forbruk

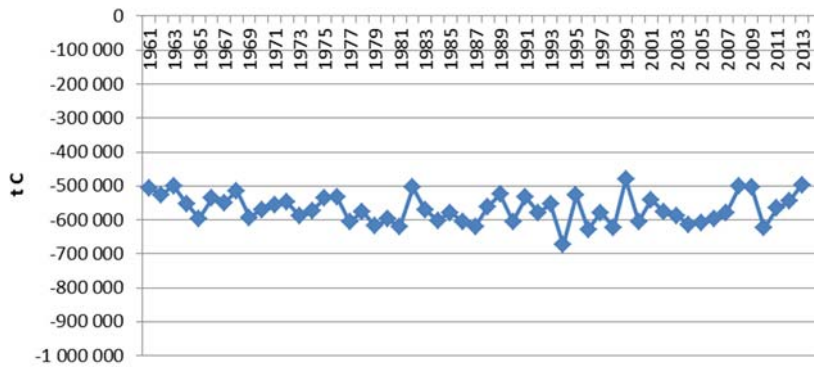


#### b. Eksport

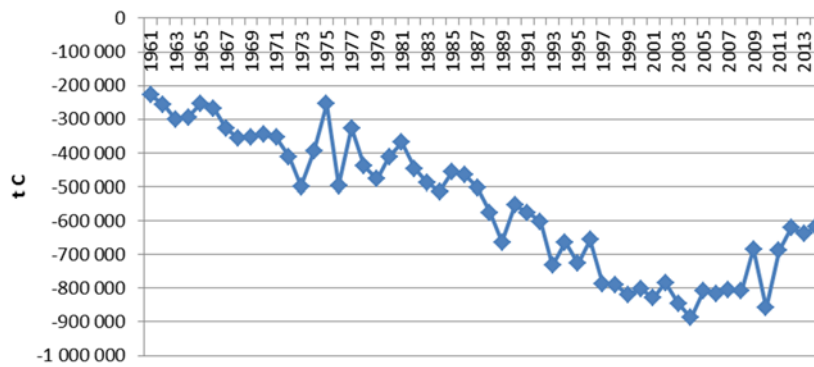
**Figur 17. Total. Tilstrømning.**

- Nasjonalt forbruk. Tilstrømningen har i perioden svingt mellom i underkant av 500 000 t C per år til opp mot 800 000 t C per år.
- Eksport. Det var en relativt jevn økning i årlig tilstrømning fram til århundreskiftet. Etter det har den totale årlige eksporten av HWP avtatt.

#### 4.2.1.2 Tap



##### a. Nasjonalt forbruk



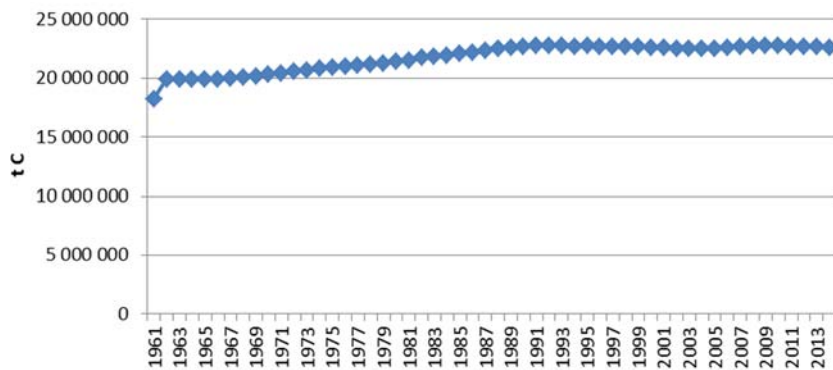
##### b. Eksport

**Figur 18. Total. Tap.**

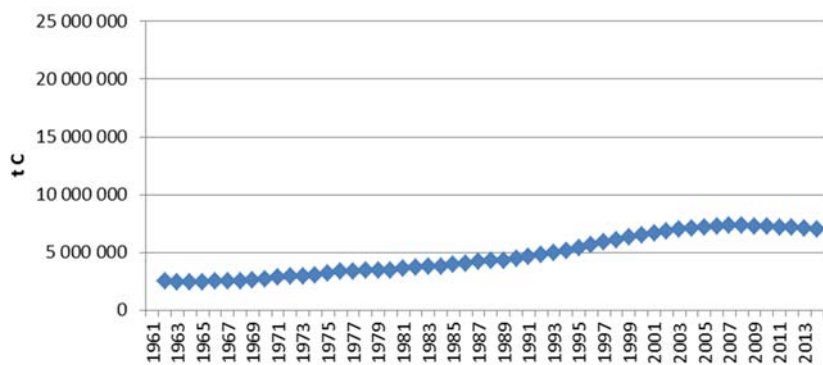
- Nasjonalt forbruk. Tapene fra har i perioden fra 1961 fluktuert mellom 500 000 og 600 000 t C.
- Eksport. Tapene fra eksport har økt jevnt utover perioden for så å flate ut på slutten av 90-tallet og deretter gå noe ned (effekt av nedgang i tilstrømning).



#### 4.2.1.3 Lager



##### a. Nasjonalt forbruk

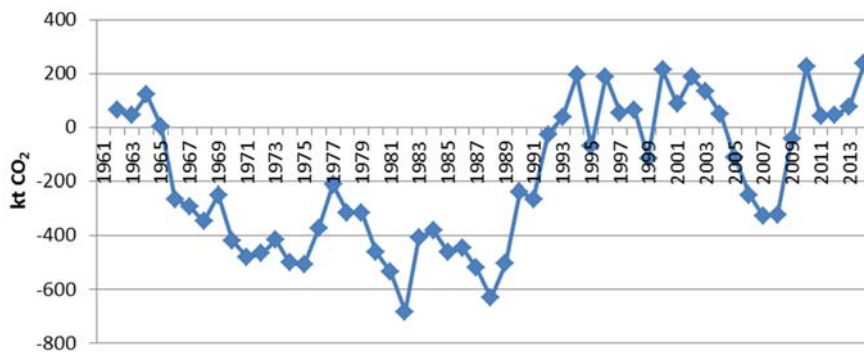


##### b. Eksport

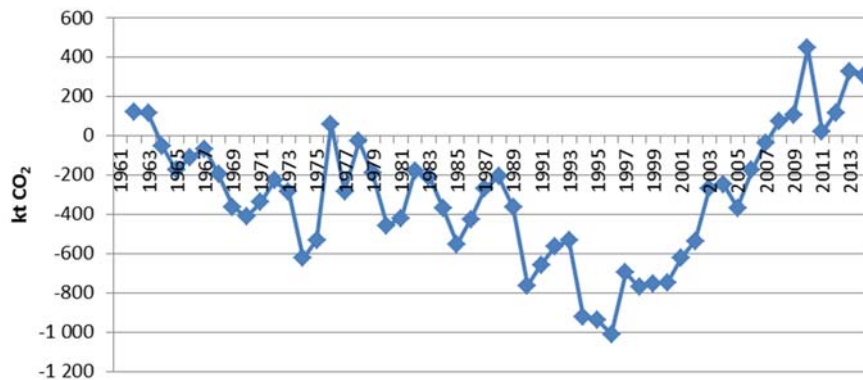
**Figur 19. Total. Lager.**

- a. Nasjonalt forbruk. Det var en gradvis økning i lageret fram til 90-tallet. Deretter har det flatet ut i underkant av 23 000 000 t C. Eksport
- b. Eksport. Lageret av HWP eksport økte jevnt fram til ca 2005. Nå en svak nedgang.

#### 4.2.1.4 Netto årlig endring



##### a. Nasjonalt forbruk



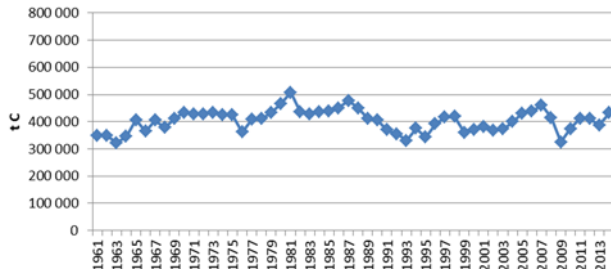
##### b. Eksport

**Figur 20. Total. Netto årlig endring.**

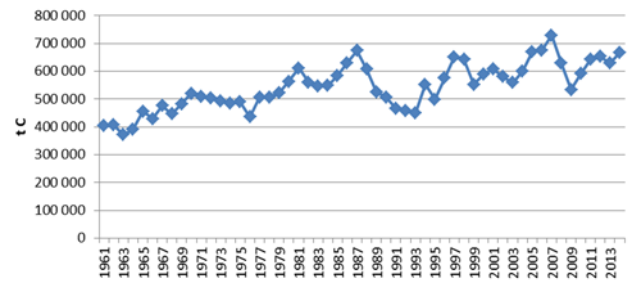
- Nasjonalt forbruk. I årene 1962-1964 samt i perioder etter 1992 har de årlige tapene (fra nasjonalt utnyttet HWP) vært høyere enn det årlige opptaket.
- Eksport. Hovedsakelig har lagringen vært større enn tapene fram til 2007. Deretter har det vært større tap enn opptak.

## 4.2.2 Trelast

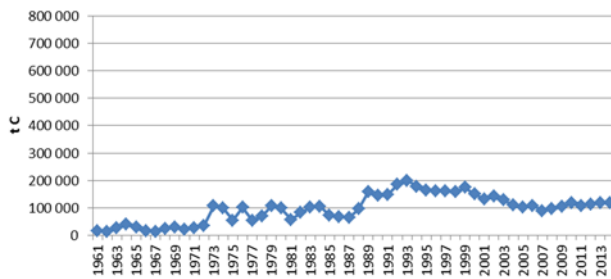
### 4.2.2.1 Tilstrømning



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

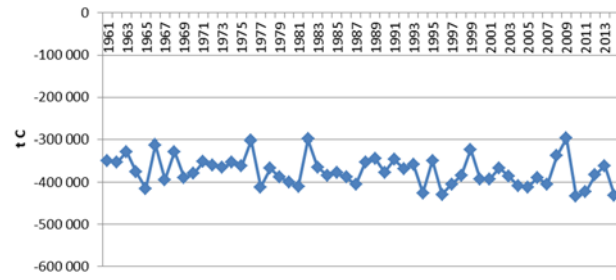


c. Eksport

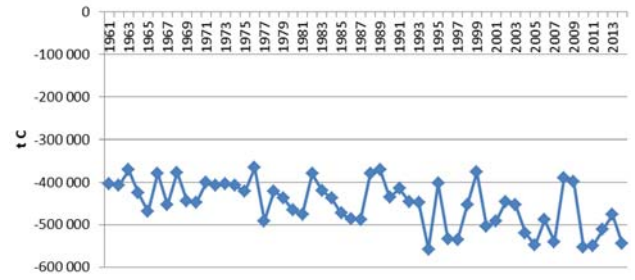
**Figur 21. Trelast. Tilstrømning.**

- Nasjonalt forbruk. Årlig tilstrømning av trelast har siden 1961 svingt rundt 400 000 t C. I de tidlige 1990 årene og i 2009 ser vi en noe lavere tilstrømning.
- Nasjonalt forbruk + import.
- Eksport. Stør økning i trelasteksport tidlig i 70-årene og i starten av 90-årene. Siden 2004 har tilstrømning ligger rundt 100 000 t C.

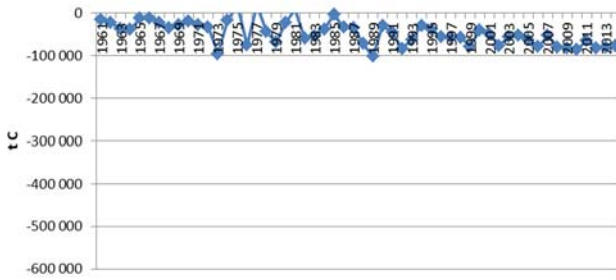
#### 4.2.2.2 Tap



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

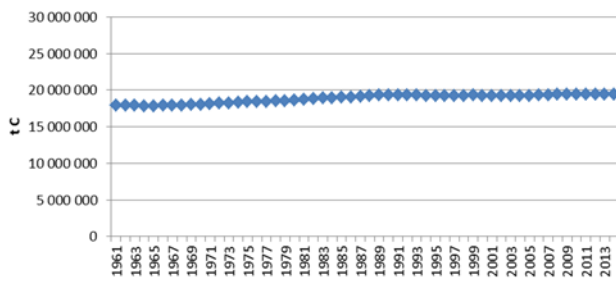


c. Eksport

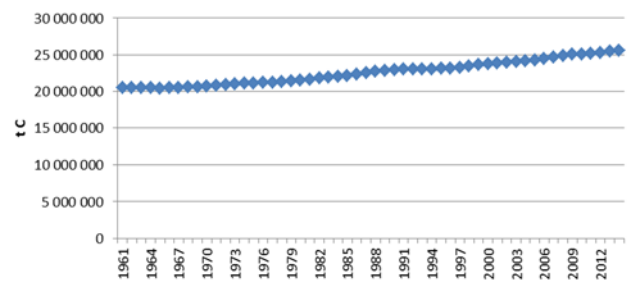
**Figur 22. Trelast. Tap.**

- Nasjonalt forbruk. Tap fra trelastlageret har svingt mellom 300 000 og 400 000 t C i perioden fra 1961. Tap følger
- Nasjonalt forbruk + import.
- Eksport. Tapene fra trelasteksport startet med å svinge mellom 20 000 og 40 000 t C fram til 1972. Deretter store svingninger.

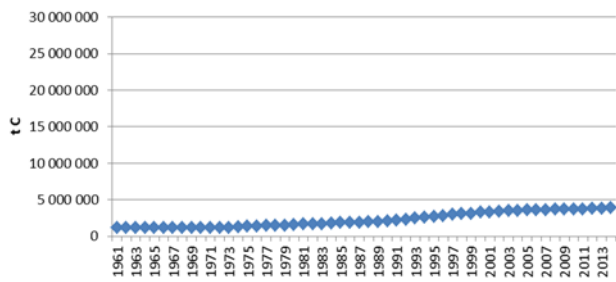
#### 4.2.2.3 Lager



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

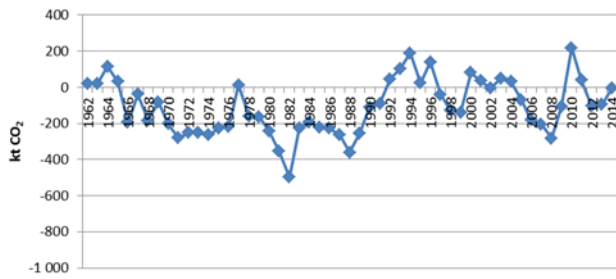


c. Eksport

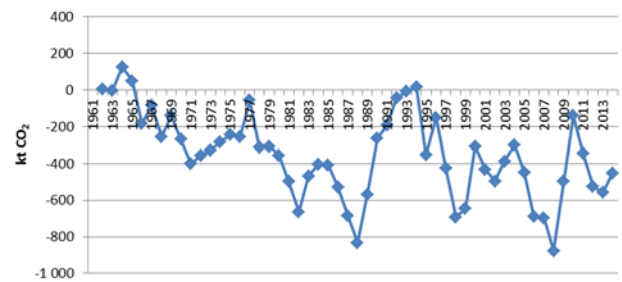
**Figur 23. Trelast. Lager.**

- Nasjonalt forbruk. Lageret har ligget relativt stabilt. Økt fra 17 xxx xxx i 1961 til 19 xxx xxx tC i 2014.
- Nasjonalt forbruk + import.
- Eksport. Siden midten av 70 årene hard et vært en relativt gjevn øking i lageret av eksportert trelast.

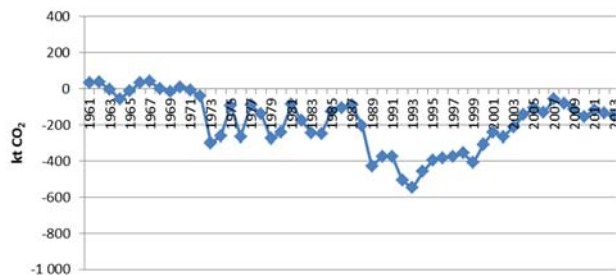
#### 4.2.2.4 Netto årlig endring



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import



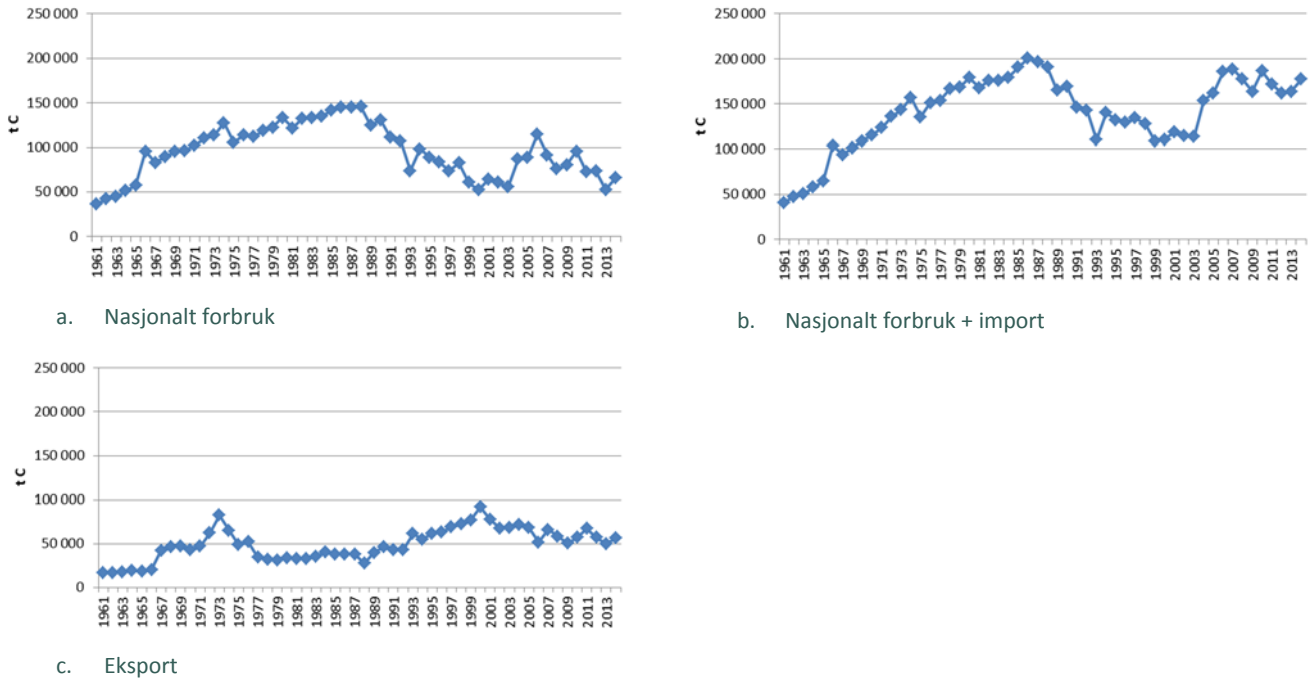
c. Eksport

**Figur 24. Trelast. Netto årlig endring.**

- Nasjonalt forbruk. Netto årlig endring i lageret av trelast har svingninger som gjør at det enkelte år kan være en årlig netto lagring mens i andre år et netto tap. Effekten av lavere tilførsel i de tidlige 1990 årene samt i 2009 gir tydelig utslag.
- Nasjonalt + import.
- Eksport. Siden 1972 har årlig lagring vært større enn årlig tap.

## 4.2.3 Trebaserte plater

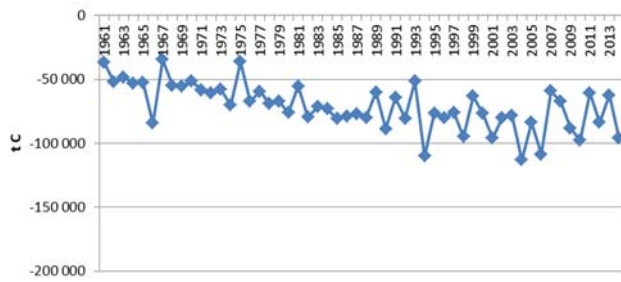
### 4.2.3.1 Tilstrømning



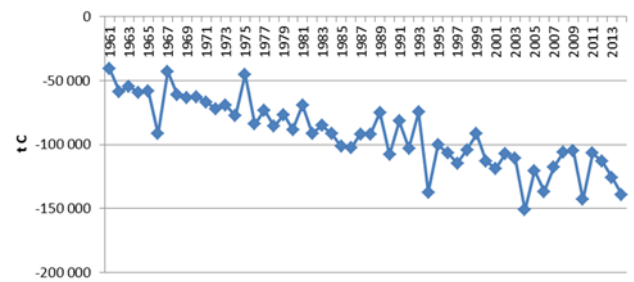
**Figur 25. Trebaserte plater. Tilstrømning.**

- Nasjonalt forbruk. Dataene viser en økende årlig tilstrømning fram til 1989. Så er det en sterk avtagende trend fult av en økning mellom 2003 og 2006. Trebaserte plater har et lang mindre bidrag enn trelast.
- Nasjonalt + import. Import nesten doubler tilstrømningen om det blir inkludert.
- Eksport. En topp i eksport på midten av 70-tallet og på slutten av 90-tallet. Siden 2005 har tilstrømningen fluktuert mellom 50 000 og 70 000 t C.

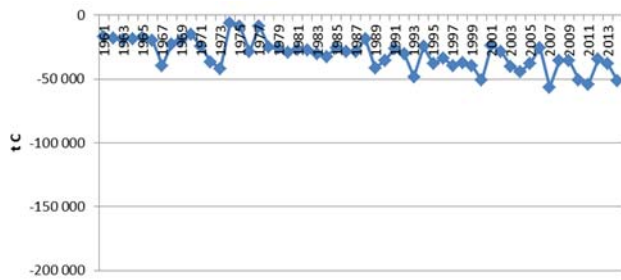
#### 4.2.3.2 Tap



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import



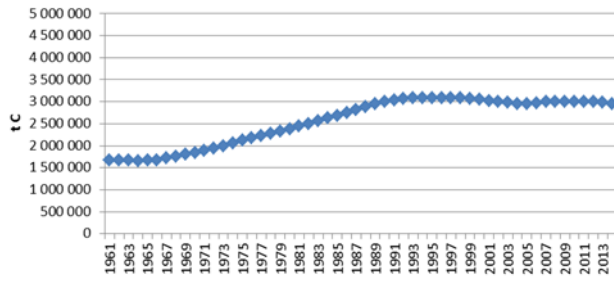
c. Eksport

**Figur 26. Trebaserte plater. Tap.**

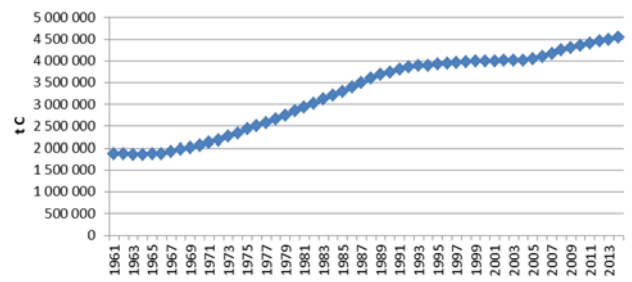
- Nasjonalt forbruk. Vi ser en svakt øktende tendens i tap fra 1961 til ca 1990. Etter det har de årlige tapstallene fluktuert mellom 50 000 og 100 000 t C.
- Nasjonalt + import. Import bidrar med ca 50% økning i tap om det ble inkludert.
- Eksport. Det har vært en fluktuerende svak gradvis økning i årlig tap fra eksporterte trebaserte plater.



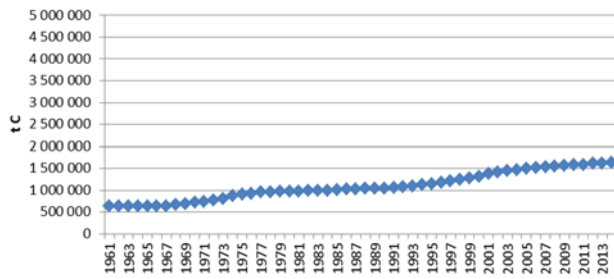
#### 4.2.3.3 Lager



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

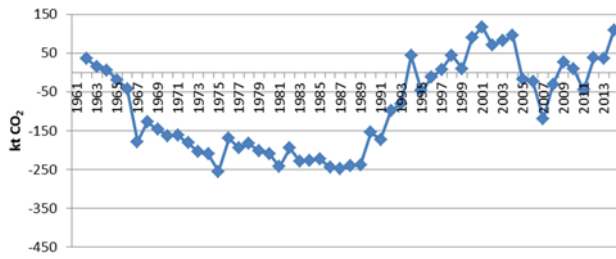


c. Eksport

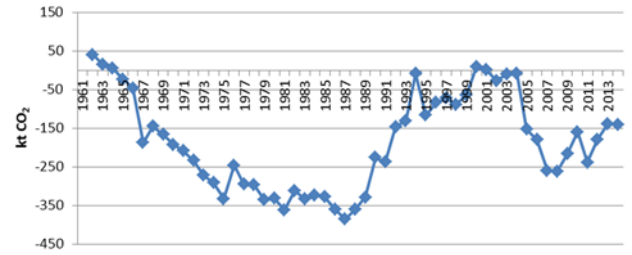
**Figur 27. Trebaserte plater. Lager.**

- a. Nasjonalt forbruk. Lageret av trebaserte plater økte fram til 1990 tallet og har siden flatet ut rundt 3 000 000 t C.
- b. Nasjonalt + import. Import bidrar med 1/3 av lageret om det ble inkludert.
- c. Eksport. Lageret av eksporterte trebaserte plater har vært jevnt økende.

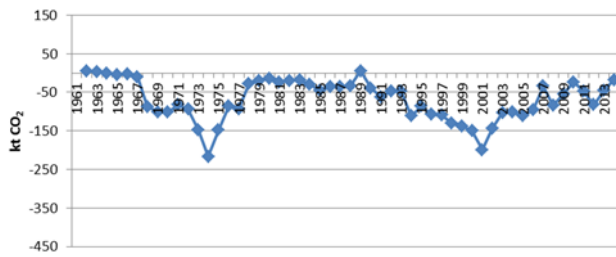
#### 4.2.3.4 Netto årlig endring



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import



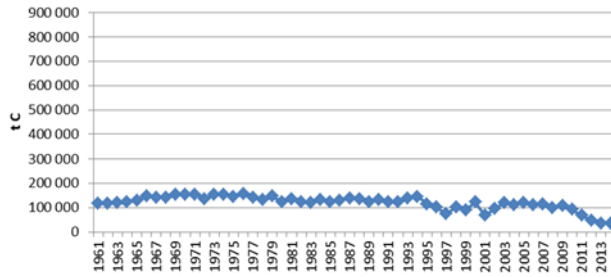
c. Eksport

**Figur 28. Trebaserte plater. Netto årlig endring.**

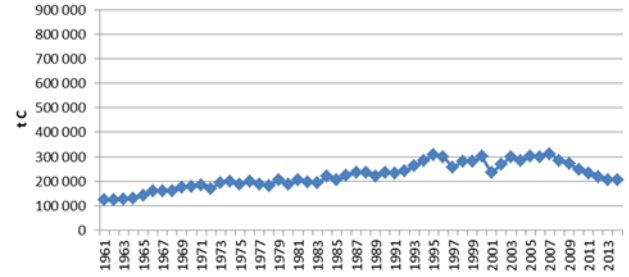
- Nasjonalt forbruk. Fram til 1965 og i flere perioder etter 1994 har de årlige tapene vært større enn de årlige opptakene.
- Nasjonalt + import. Import bidrar til at årlig endring stort sett er lagring, mens det for nasjonalt forbruk er periodevis tap siden 1993.
- Eksport. I store deler av perioden har det vært en netto årlig lagring av karbon fra eksporterte trebaserte plater.

## 4.2.4 Papir- og kartongprodukter

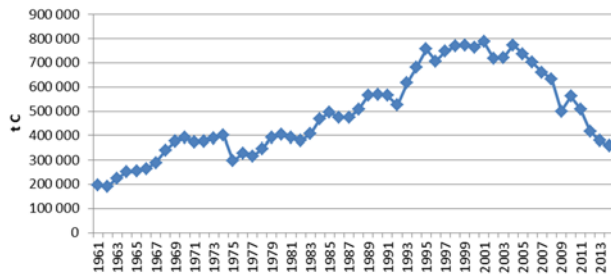
### 4.2.4.1 Tilstrømning



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

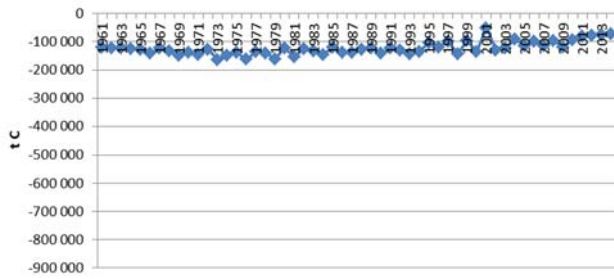


c. Eksport

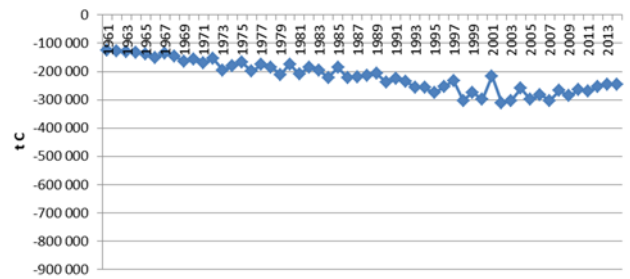
**Figur 29. Papir- og kartongprodukter. Tilstrømning.**

- Nasjonalt forbruk. Dataene viser en kraftig nedgang i tilstrømning av papirprodukter i perioden 1995-2001 og fra 2009.
- Nasjonalt + import. Import vil periodevis mer enn doble tilstrømningen om det blir inkludert.
- Eksport. Det var en jevn øking i eksport av papirprodukter fram til 2004. Deretter har det vært en kraftig nedgang.

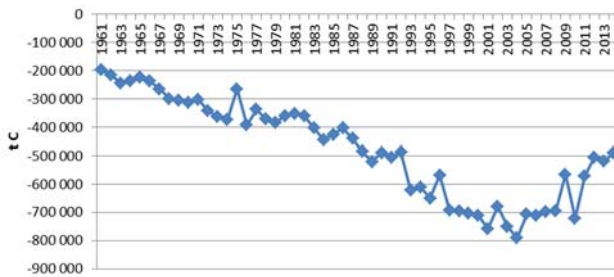
#### 4.2.4.2 Tap



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

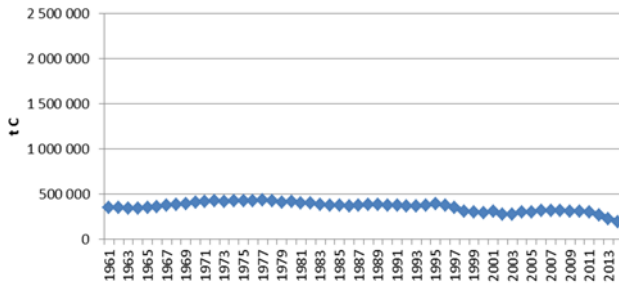


c. Eksport

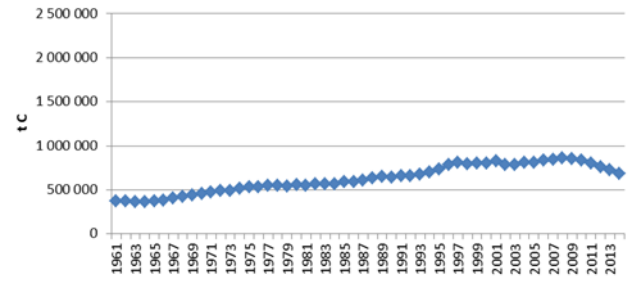
**Figur 30. Papir- og kartongprodukter. Tap.**

- Nasjonalt forbruk. Siden tilgangen går ned og half-life bare er 2 år ser man også en nedgang i tap av papirprodukter.
- Nasjonalt + import. Import bidrar til at tapene i perioder mer enn doubles om det inkluderes.
- Eksport. Tapene har vært jevnt økende fram til 2004, deretter en nedgang.

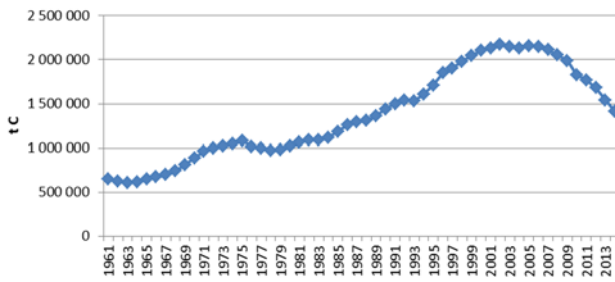
#### 4.2.4.3 Lager



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import

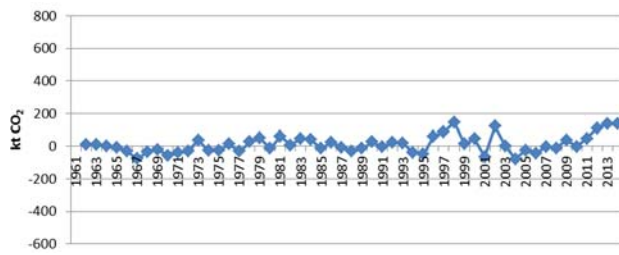


c. Eksport

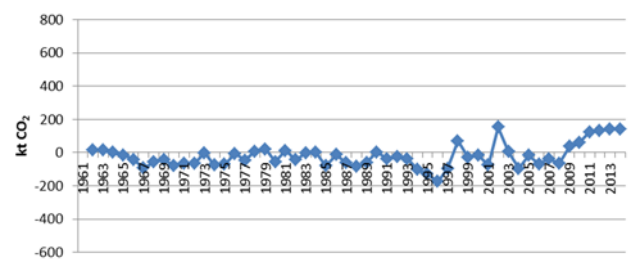
**Figur 31. Papir- og kartongprodukter. Lager.**

- Nasjonalt forbruk. Med kort half-life og nedgang i forbruk minker også lageret raskt.
- Nasjonalt + import. Import bidrar til at lageret øker til over 500 000 t C om det inkluderes.
- Eksport. Lageret av eksporterte papirprodukter var økende fram til ca. 2002 etterfulgt av en nedgang fra ca 2006.

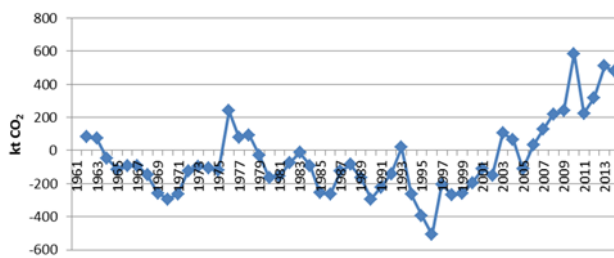
#### 4.2.4.4 Netto årlig endring



a. Nasjonalt forbruk



b. Nasjonalt forbruk + import



c. Eksport

**Figur 32. Papir- og kartongprodukter. Netto årlig endring.**

- Nasjonalt forbruk. I hele perioden har forholdet mellom årlig optak og årlige tap fluktuert rundt 0. Amplituden har økt etter 1995.
- Nasjonalt forbruk + import. Import bidrar til at tapene i perioder blir noe mindre eller går fra tap til optak.
- Eksport. Nedgangen i eksport av papir- og kartongprodukter gir store utslag i netto årlig endring og gir tap fra 2006 og ut perioden.

NOTATER

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.