UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Københavns Universitet

Hvorfor tallene i forskellige virkemiddel opgørelser er så forskellige fra hinanden?

Sagsnotat

Johannsen, Vivian Kvist; Nord-Larsen, Thomas; Bentsen, Niclas Scott; Vesterdal, Lars

Publication date:
2018

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Bentsen, N. S., & Vesterdal, L., (2018). *Hvorfor tallene i forskellige virkemiddel opgørelser er så forskellige fra hinanden? Sagsnotat*, 10 s., sep. 13, 2018.

Download date: 17. nov.. 2026

KØBENHAVNS UNIVERSITET
INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG NATURFORVALTNING

Vedr. skovrejsning og kulstofbinding

Spørgsmål:

Hvorfor tallene i forskellige virkemiddel opgørelser er så forskellige fra hinanden?

SAGSNOTAT

13. SEPTEMBER 2018

SKOV, NATUR OG BIOMASSE

ROLIGHEDSVEJ 23
1958 FREDERIKSBERG C

DIR 35331699
MOB 20300969

vkj@ign.ku.dk
www.ign.ku.dk

REF: VKJ

Vedr. Vedr. skovrejsning og kulstofbinding

Sagsbehandler Vivian Kvist Johannsen, Thomas Nord-Larsen, Niclas Scott Bentsen, Lars Vesterdal

Dette notat bygger videre på notat af 16. august 2018 om skovrejsning generelt.

Spørgsmålet der stilles henviser til følgende to notater om virkemidler, herunder skovrejsning:

Eriksen, J., Nordemann Jensen, P., Jacobsen BH., (redaktører) 2014: Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport 052. 327 pp.

Dubgaard, A., Laugesen, FM., Ståhl, L., Bang, JR., Schou, E., Jacobsen, BH, Jensen, JD. (2013). Analyse af omkostningseffektiviteten ved drivhusgasreducerende tiltag i relation til landbruget. Frederiksberg: Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet. IFRO Rapport, Nr. 221

I det følgende gennemgås de to notater og gives en samlet input til vurdering af skovrejsning som virkemiddel til begrænsning af klimaforandringer. Der henvises til gennemgang af principielle forhold om skoves vækst og kulstofbinding i Bilag 1 og den seneste opgørelse af det samlede skovareal i Bilag 2.

I dette notat medtages ikke klimaeffekter ved ændringen af kulstofpuljen i jorden, i litter/førne lag eller i dødt ved. Ligeledes medtages ikke effekter af lattergas og metan, reduktion i gødskning/pesticider og energiforbrug.

Eriksen et al 2014:

Eriksen et al (2014) gennemgår i afsnit "Skovrejsning" (s. 116 ff.), skovrejsning som virkemiddel til realisering af vandplaner. Fokus i rapporten er reduktioner i udledningen af kvælstof til vandmiljøet, mens effekter på fosfortab, udvaskning af pesticider, natur og biodiversitet, energiforbrug og klima (særligt lagring af kulstof) beskrives som sideeffekter. For klimaeffekten fokuseres der på lagring af kulstof med udgangspunkt i de generelle publikationer om danske skove og plantager med basisår 2012 (Johannsen et al 2013) og 2013 (Nord-Larsen et al 2014). Klimaeffekten ved skovrejsning er opgjort efter skovrejsningens alder og er fordelt på udledning af lattergas, lagring af CO_2 og energiforbrug (tabel 2).

Tabel 1. Klimaeffekten ved skovrejsning fra Eriksen et al. (2013), tabel 2 side 120.

Tid efter skovrejsning (år)	Lattergas	CO2 lagring	Energiforbrug	Samlet effekt
1-5	0,11	1,9	0,3	2,31
5-20	0,11	3,8	0,3	4,21
20-60*	0,11	4,4	0,3	4,81

Studiet af Eriksen et al. (2014) beskriver kun en lille del af klimaeffekten ved skovrejsning. For at beskrive kulstof-lagringen ved alder 1-5 og alder 6-20 anvendes det gennemsnitlige kulstoflager i skovrejsning i 2012 (Johannsen et al 2013, tabel 1.25). Den årlige lagring bestemmes herefter ud fra en antagelse om at alderen af skovrejsningen i gennemsnit er 15 år gammel. Imidlertid er skovrejsningens gennemsnitlige alder ikke 15 år, hvilket kan ses af samme tabel (Johannsen et 2013 tabel 1.25) hvor arealet er steget omkring 26.000 ha i perioden 2000-2012. Derudover ligger det til grund for beregningen af lagringen er lineært fremskridende, hvilket ikke er tilfældet.

For den yngste aldersklasse (1-5 år) er der brugt tilsvarende tal fra Johannsen et al. (2013), dog med udgangspunkt i de der angivne modelberegninger for puljen år 2000.

I beregningerne af klimaeffekten ved skovrejsning <20 år indgår alene kulstoflagret i den stående, levende biomasse. Således medregner Eriksen et al. (2014) ikke den del af tilvæksten (lagringen), der tyndes ud af skoven som en aktiv del af skovenes forvaltning. Skovens bidrag til at modvirke klimaeffekter medtager således ikke det total kulstofoptag inkl. hugst (se også Bilag 1 for principelle forhold omkring klimaeffekter).

For aldersklassen 20-60 er der taget udgangspunkt i tilvækstdata som rapporteret første gang vedr. Skove og plantager 2013 (Nord-Larsen et al 2014). Ud over at der sammenblandes forskellige opgørelser fra publikationen (total areal vs. permanente prøveflader), vælges det alene at fokusere på nettotilvæksten i den levende biomasse. Derved ses der helt bort fra den store andel af kulstofbindingen der udnyttes gennem hugst af træ til træprodukter og energi til substitution af fossile brændsler. Derved overses en væsentlig del af skovens klimaeffekt.

Samlet set er klimaeffekten af skovrejsning i Eriksen et al. (2014) systematisk undervurderet i forhold til den kulstofbinding, der sker ved skovrejsning og i skovene generelt, idet der alene fokuseres på det stående lager og udelader effekten ved substitutionen af fossile brændsler med bioenergi samt lagringen af kulstof i materialer og den heraf følgende substitutionseffekt ved at undgå brugen af CO_2-dyre materialer som stål og beton.

Dubgaard et al 2013:

I denne rapport gennemgås skovrejsning på højbund som virkemiddel i kapitel 4.17 (s. 246 ff). Rapporten opgør den gennemsnitlige kulstofbinding over en hel omdrift/rotation af træer, og inddrager både lagringen i stående vedmasse og i dén del af vedmassen der fjernes gennem omdriften i form af tyndinger. Da omdriftsalderen varierer betydeligt mellem forskellige træarter (~70 år for gran til ~120 år for bøg) betragter rapporten den gennemsnitlige kulstoflarging over perioder på 70-120 år, afhængig af træart. Som det kan ses af Bilag 1 er der afhængig af træart og jordbund en stor dynamik over en omdrift på klimaeffekten som udtrykt gennem kulstofbindingen.

De beregnede værdier for tilvækst på hhv. lerjord (eg med i alt 6,63+0,13 ton CO_2 eqv. /ha/år i hhv. biomasse og organisk lag) og sandjord (rødgran med i alt 10,3+0,97 ton CO_2 eqv. /ha/år i hhv. biomasse og organisk lag) i Dubgaard et al. (2013) afspejler, at der som grundlag for beregningerne er valgt ganske lave boniteter svarende til 4 for både eg og rødgran (Bilag 1). Til sammenligning er det gennemsnitlige CO_2-optag i skovenes levende biomasse beregnet til 10.1 ton CO_2 eqv. ud fra data indsamlet forbindelse med Danmarks Skovstatistik (Nord-Larsen og Johannsen 2016, upubliceret materiale) Samtidig afspejler Figur 1 (i Bilag 1) variationen over tid, hvor tilvæksten er lav lige efter etablering, for derefter at toppe ved 20-50 års-alderen (afhængig af jordbund og træart).

Samlet set er klimaeffekten af skovrejsning i Dubgaard et al (2013) angivet med fokus på det lange sigte. Der medtages den samlede klimaeffekt, men

effekten på den kortere bane fremhæves ikke. Desuden undervurderes effekten af skovrejsning som følge af valget af meget lave boniteter som grundlag for beregningerne.

Skovrejsningens klimaeffekt:

I Bilag 2 er gengivet den seneste opgørelse over skovarealets gennemsnitlige tilvækst som opgjort i Skove og plantager 2016, tabel 3.2 (Nord-Larsen et al 2017). Den gennemsnitlige tilvækst er 9,6 m^3/ha/år i den overjordiske levende biomasse, eller svarende til ca. 10.1 tons CO_2 eqv. /ha/år for den fulde levende biomasse for hele skovarealet.

I Bilag 1 kan man i figur 1 se effekten af forskellige træarter og forskellige jordbunde. Den gennemsnitlige kulstofbinding over en hel omdrift varierer fra 7,2 til 18,2 tons CO_2 eqv. /ha/år. Dette kan sammenlignes med skovarealets gennemsnitlige kulstofbinding på ca. 10,1 tons CO_2 eqv. /ha/år beregnet for hele skovarealet, på tværs af jordbundstyper og træarter.

Kulstofbindingen i de enkelte år varierer fra meget lave værdier i starten hvor træerne er små, til 11-32 CO_2 eqv. /ha/år ved maksimal kulstofbinding hvor træerne vokser hurtigst. Når træerne bliver ældre aftager kulstofbindingen gradvist. Denne vækstrytme gælder for alle planter. Den maksimale kulstofbinding for et enkelt areal opnås efter varierende antal år, afhængig af træart, jordbund og til en vis grad plantetal ved etablering af skovrejsningen samt plejen i etableringsfasen (se også Graudal et al 2013 for en gennemgang af virkemidler ift. skovdrift).

Skovrejsning er etableret med mange forskellige formål, og kulstofbinding ofte som sidemål, hvilket også er konstateret ved en analyse af den etablerede skovrejsning igennem 20 år (Schou et al 2014). Nogle arealer er etableret med standard stamtal, evt. inkl. hjælpetræarter for at fremme kulturstart. Disse arealer har en høj kulstofbinding og tilvækst. Andre arealer er etableret med lavere stamtal og træarter med lavere kulstofbinding.

Skovrejsningens samlede klimaeffekt afgøres af den fulde kulstofbinding over kort og lang tid. Kulstoflageret i skovene, opgøres direkte gennem Danmarks Skovstatistik og indgår i Danmarks klimarapportering. En del af den høstede kulstofbindingen rapporteres delvis gennem opgørelser af træprodukter (HWP) hvor det lagres i længere tid og hvor der tages hensyn til såvel tidligere produkter og gradvist henfald af disse. Træprodukter kan også fortrænge brug af energikrævende produkter som stål og cement og dermed yderligere bidrage til en klimaeffekt. En anden del af skovrejsningens kulstofbinding anvendes til energitræ med varierende effekt på fortrængning af andre energikilder, som fx kul og olie.

Så, hvilket tal repræsenterer skovrejsningens klimaeffekt? Det vil være afhængigt af hvilken tidsfaktor og hvilken spændvide der tænkes indarbejdet i virkemidlet skovrejsning, samt hvorledes effekten af den fulde kulstofbinding opgøres. Afgørende for skovrejsningens klimaeffekt er følgende forhold:

1. Jordbunde udlagt til skovrejsning
2. Træartsvalg til skovrejsning
3. Etableringsmetode ved skovrejsning og initial pleje
4. Tidsrum for hvilket der er brug for at opgøre klimaeffekten (fx perioden 2030-2050)
5. Anvendelse af høstet træ, til træprodukter eller energi og dermed substitutions effekt samt lagring.

Kilder:

Graudal, L., Nielsen, U.B., et al., 2013. Muligheder for Bæredygtig udvidelse af dansk produceret vedmasse 2010-2100. Available at: http://ign.ku.dk/formidling/publikationer/rapporter/filer-2013/Final-Skovenes-bidrag-biobaseret-oekonomi-17jan.pdf.

Johannsen, V.K., T. Nord-Larsen, R. Riis-Nielsen, K. Suadicani og B.B. Jørgensen (2013). Skove og plantager 2012. Skov og Landskab, Københavns Universitet, Frederiksberg. 189 s.

Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Suadicani, K., & Callesen, I. (2017). Identifying potential uncertainties associated with forecasting and monitoring carbon sequestration in forests and harvested wood products. Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen.

Nord-Larsen, T., & Johannsen, V. K. (2016). Danish National Forest Inventory: Design and calculations. Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen. IGN Report

Nord-Larsen, T., Johannsen, V.K., Arndal, M. F., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., Suadicani, K., & Jørgensen, B. B. (2017). Skove og plantager 2016: Forest statistics 2016. Frederiksberg.

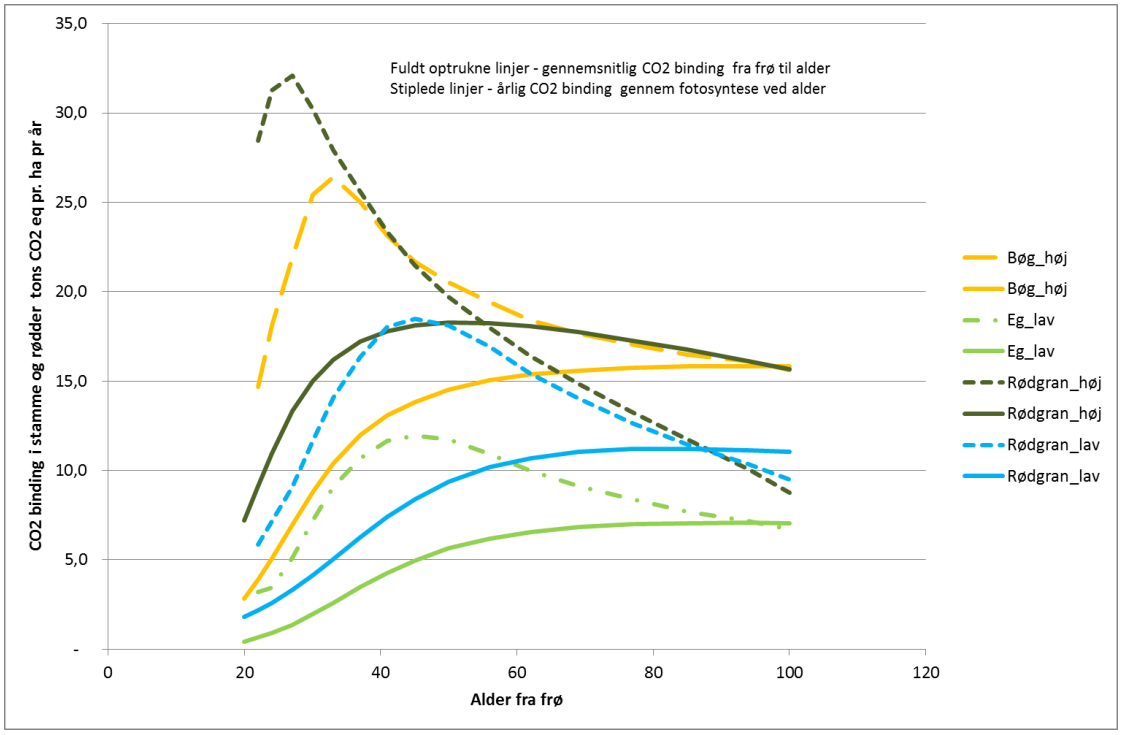
Nord-Larsen, T., Johannsen, VK., Riis-Nielsen, T., Thomsen, B.M., Larsen, K. og Jørgensen, B.B. (2014). Skove og plantager 2013. Skov og Landskab, Københavns Universitet, Frederiksberg, 66 s. ill.

Schou, E., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., og Jørgensen BB. (2014): Konkrete opgørelser og erfaringer fra 20 års skovrejsning – med fokus på lokalitet, træart og vækst. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg. 46 s. ill.

VIDAR - Software - http://ign.ku.dk/formidling/software/vidar/

Bilag 1. Principielle forhold om skov og kulstofbinding

Vækst og optag af CO_2 over tid: Når man opgør effekten af træer og skove er tidsfaktoren en medspiller. Man kan se på optaget både løbende (pr år) og i årligt gennemsnit over længere perioder (5-100-200 år). I Figur 1 er disse vist for en række forskellige træarter og forskellige jordbunde (høj og lav). Som for andre planter, starter væksten og dermed kulstofbindingen langsomt, for derefter at kulminere. Når træerne bliver ældre, aftager kulstofbindingen. Dette er afspejlet i den løbende kulstofbinding. For et hvert tidspunkt, kan man samtidig opgøre hvor meget kulstofbinding der i gennemsnit er sket frem til da, som vist i kurverne for gennemsnitlig kulstofbinding. I princippet kan man sige, at så længe den aktuelle/løbende kulstofbinding er højere end gennemsnittet frem til et tidspunkt, vil yderligere et år bidrage til et højere gennemsnit.

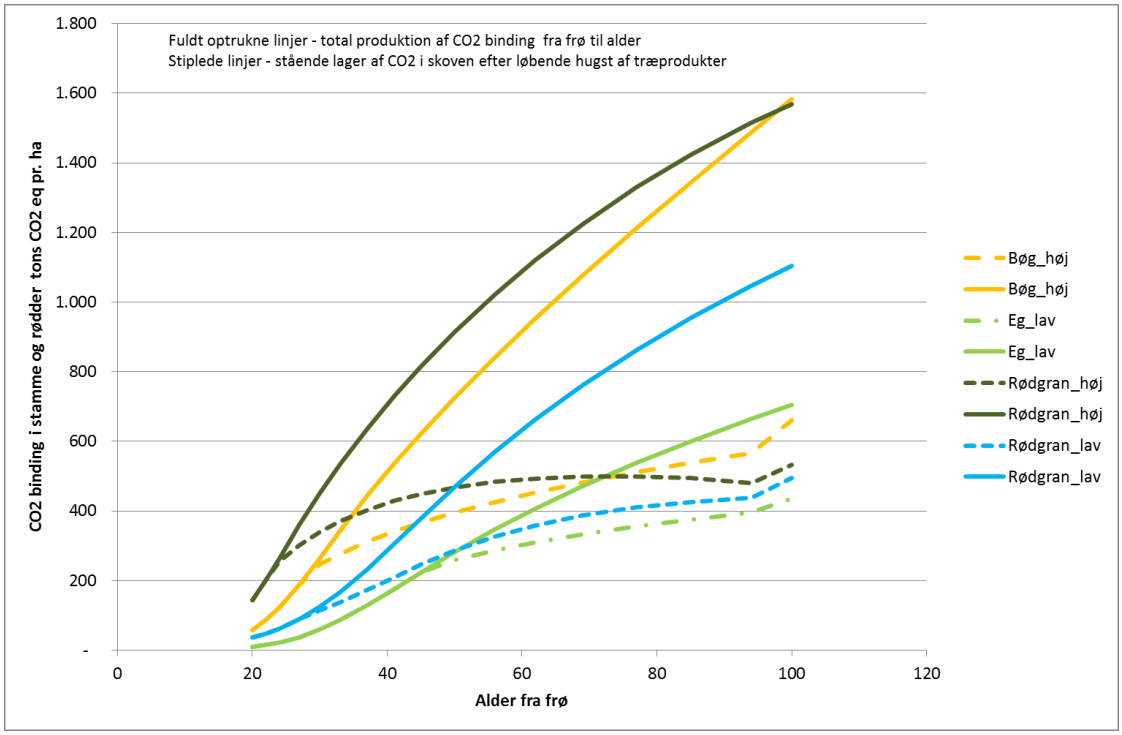


Figur 1 Fuldt optrukne linjer - gennemsnitlig CO_2 binding fra frø til alder. Stiplede linjer - årlig CO_2 binding gennem vækst. Kilde Vidar

Klimaeffekt: Det er helt centralt for forståelsen af skov og skovrejsning som virkemiddel at forstå at klimaeffekten består både i et kulstoflager i form af CO_2 bundet i de levende træer, i skovbundens døde ved, litter og førnelag og en aktiv proces hvor træerne i vækstprocessen optager CO_2 fra atmosfæren for at binde det. I Figur 2 er vist det stående kulstof lager i skoven (stiplede linjer) og summen af den totale kulstofbinding (fuldt optrukne linjer) der er

produceret i løbet af samme periode. Den samlede klimaeffekt opgøres både gennem det kulstoflager der er i skoven og med inddragelse af det kulstoflager der er i det træ, der er hentet ud af skoven og anvendt til varige træprodukter[1] eller er brugt til energi (til substitution af fossile energikilder). Som det kan ses af Figur 2 udgør skovens kulstoflager i langt det meste af bevoksningernes omdrift mindre end halvdelen af den fulde kulstofbinding.

Det stående kulstoflager i skovene opgøres årligt af Danmarks Skovstatistik, og følger velkendte metoder. Klimaeffekten af det høstede kulstoflager opgøres for træprodukter, som en del af Danmarks klimarapportering[1]. Heri er udfordringerne den store grad af international handel med træ og træprodukter, der gør opgørelserne vanskelige. For såvel træprodukter som træ til energi er det vanskeligt at opgøre fortrængningseffekten præcist (ved substitution af cement, stål eller olie og kul).



Figur 2 Fuldt optrukne linjer - den samlede lagring af CO_2 fra frø til alder uanset hvor træet er. Stiplede linjer - lager af CO_2 i skoven efter løbende hugst af træ til produkter og energi. Kilde Vidar.

[1] Lager i træprodukter rapporteres som Harvested Wood Products (HWP) i den internationale klimarapportering til Kyoto, EU og FN.

Kilde Vidar Software

Tekniske noter Vidar software: Anvendt standard CMM boniteter (1-5), rumtætheder for bøg 0,57, for eg 0,58, for rødgran 0,37 og for douglasgran 0,38. For løvtræer omfattes såvel stamme som grene i Vidar. For nåletræer tillægges 20 % for grene til stammemassen fra Vidar. For alle træarter er inkluderet rodsystemer svarende til 20 % af biomassen over jord. Der er forventet en bevoksningstæthed på 90 %. For udviklingen under 20 år vides at den starter ved 0, mens udviklingsforløbet frem til alder 20 er skønnet. Regneark vedhæftes.

Bilag 2 Tabel 3.2 fra Skove og plantager 2016 (Nord-Larsen et al 2017)

Tabel 2. Tilvækst og hugst i de danske skove baseret på genmåling af prøvefladerne i Danmarks Skovstatistik og fordelt på arealanvendelsesklasser. Gennemsnitlig årlig tilvækst og hugst per hektar er angivet med kursiv.

Table ***Fejl! Ingen tekst med den anførte typografi i dokumentet.****.1. Growth and harvest in the Danish forests, estimated from the remeasuring of NFI sample plots and distributed to landuse classes. Average annual increment and harvest per hectare are provided in italics.*

I alt *Total*	I alt *Total*	Skov, nål *Forest, conifers*	Skov, løv *Forest, broadleaves*	Skov, blandet løv og nål *Forest, mixtures of conifers and broadlaves*	Juletræer *Christmas trees*	Midlertidig ubevokset *Temporarily unstocked*	Hjælpe-arealer *Unstocked*
	Årlig tilvækst og hugst (1.000 m^3/år og m^3/ha/år) *Annual increment and removals (1,000 m^3/year and m^3/ha/year)*						
Netto tilvækst	2.385	671	1.666	-15	24	31	8
Net increment	*2,3*	*2,7*	*2,5*	*3,4*	*0,4*	*1,0*	*0,5*
Hugst i alt	4.412	2.333	1.659	320	94	0	5
Total removals	*7,3*	*9,8*	*6,8*	*4,5*	*3,2*	*0,0*	*0,6*
Hugst	3.455	1.920	1.221	235	74		5
Harvested	*5,8*	*8,0*	*5,0*	*3,3*	*2,5*		*0,6*
Stormfald	95	52	43	1			
Windthrow	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,0*			
Død	473	215	203	52	3		
Dead	*0,8*	*0,9*	*0,8*	*0,7*	*0,1*		
Mangler	388	147	193	31	17	0	
Missing	*0,6*	*0,6*	*0,8*	*0,4*	*0,6*	*0,0*	
Bruttotilvækst	6.797	3.005	3.325	305	117	31	13
Gross increment	***9,6***	***12,5***	***9,4***	***7,9***	***3,7***	***1,0***	***1,1***