

Effekt av redusert jordarbeiding og bruk av fangvekster på jord, planter og miljø



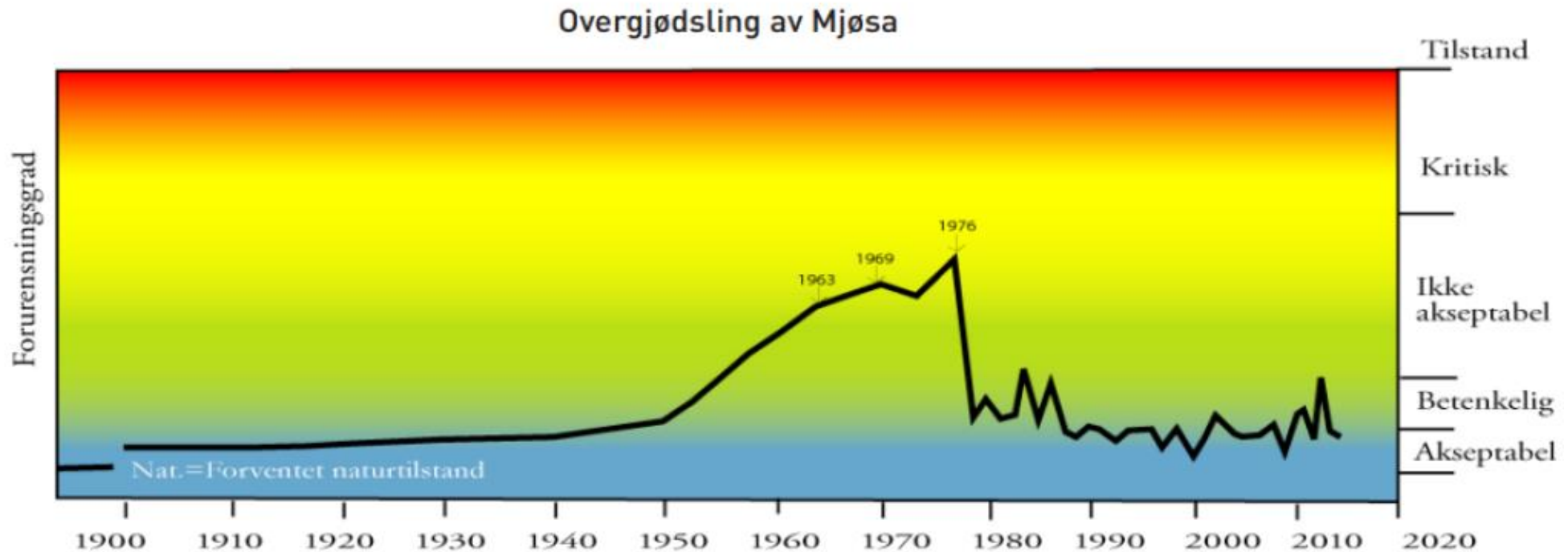
Svein Øivind Solberg

Høgskolen i Innlandet

Blæstad, 24 oktober 2024



Forurensningsgraden i Mjøsa 1990-2015



Løvik, J.E., Stuen, O.H., Edvardsen, H., Eriksen, T.E., Fjeld, E., Kile, M.R., Mjelde, M. og Skjelbred, B. 2016. Forurensingssituasjonen i Mjøsa med tilløpselver i 2015. NIVA, rapport nr. 7009-2016.

Elv	Nedbørsfelt (km²)	Total P (tonn)	Total N (tonn)
Glomma	41 918	336	13 738
Drammenselva	17 034	56	4 062
Numedalslågen	5 577	20	1 858
Skienelva	10 772	29	2 250

Tilførsel av fosfor og nitrogen til ytre Oslofjord fra de 4 største tilløpsvassdragene i 2018

- Kilde: Engesmo, A., Staalstrøm, A., Selvik, J.R. og Kistenich, S. 2020. Overvåking av ytre Oslofjord 2019-2023. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2019. Fagrapport. NIVA rapp. Nr. 7513-2020.

Årlig tilførsel fra Glomma

13 738 tonn nitrogen:

- Dette tilsvarer 62 445 454 kg Fullgjødsele 22-3-10
- Som igjen tilsvarer lasten til 1041 stk. fullasta 24-meters vogntog hver med en totalvekt på 60 tonn



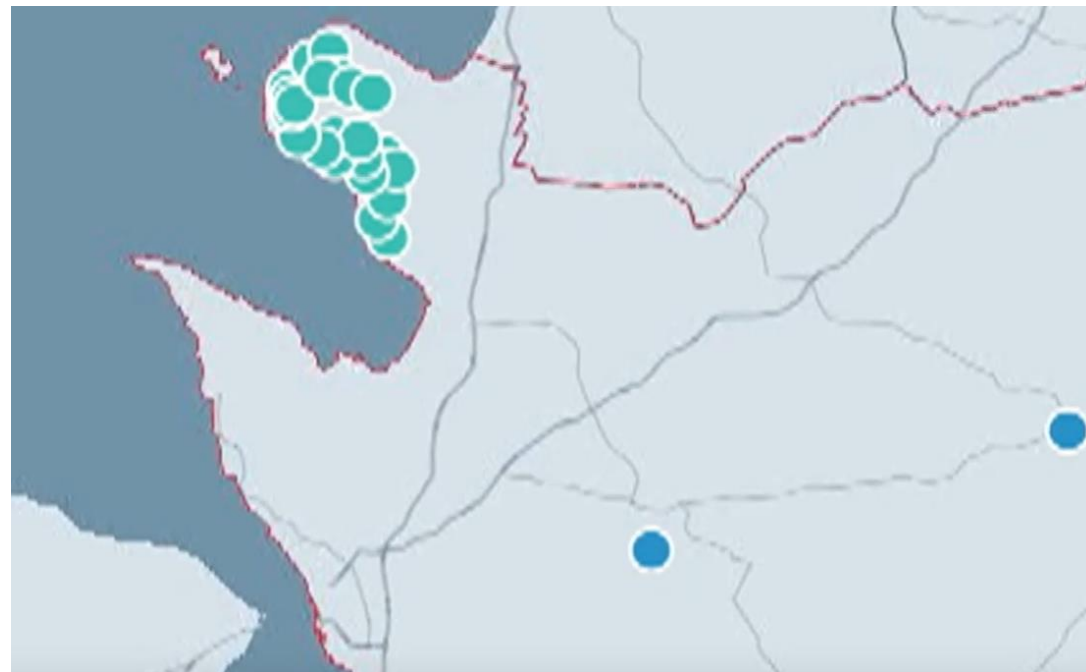


Eksempel England

- Bare 15 % av elvestrekningene holder en god helsestandard
- Avrenning av næringsstoff og kjemikalier skaper problem
- Det finnes regler – men det etterleves ikke

Kilde: **State of Our Rivers Report**

<https://theriverstrust.org/rivers-report-2024>



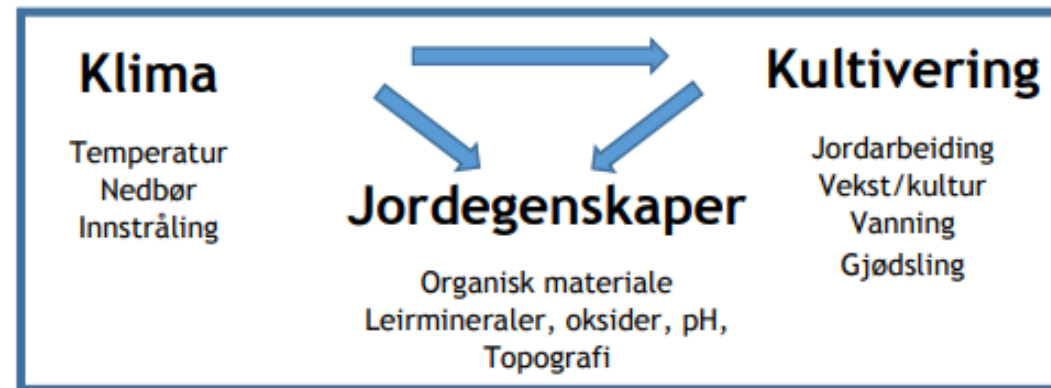
Eksempel fra Sverige

- Hundretalls ulovlige vannuttak fra elver og grunnvann
- Anvendes til vanning av grønnsaker m.m.
- Gir problemer med liten vannføring og forurenset drikkevann

Kilde: **SVT nyheter** <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/skane/hundratal-olagliga-vattenuttak-runt-om-i-skane-kan-fororena-dricksvattnet>

Alt henger sammen

- Kilde: Statsforvalteren i Innlandet (2024). Kunnskapsgrunnlag for arbeid med regionale miljøkrav i jordbruket i Innlandet.

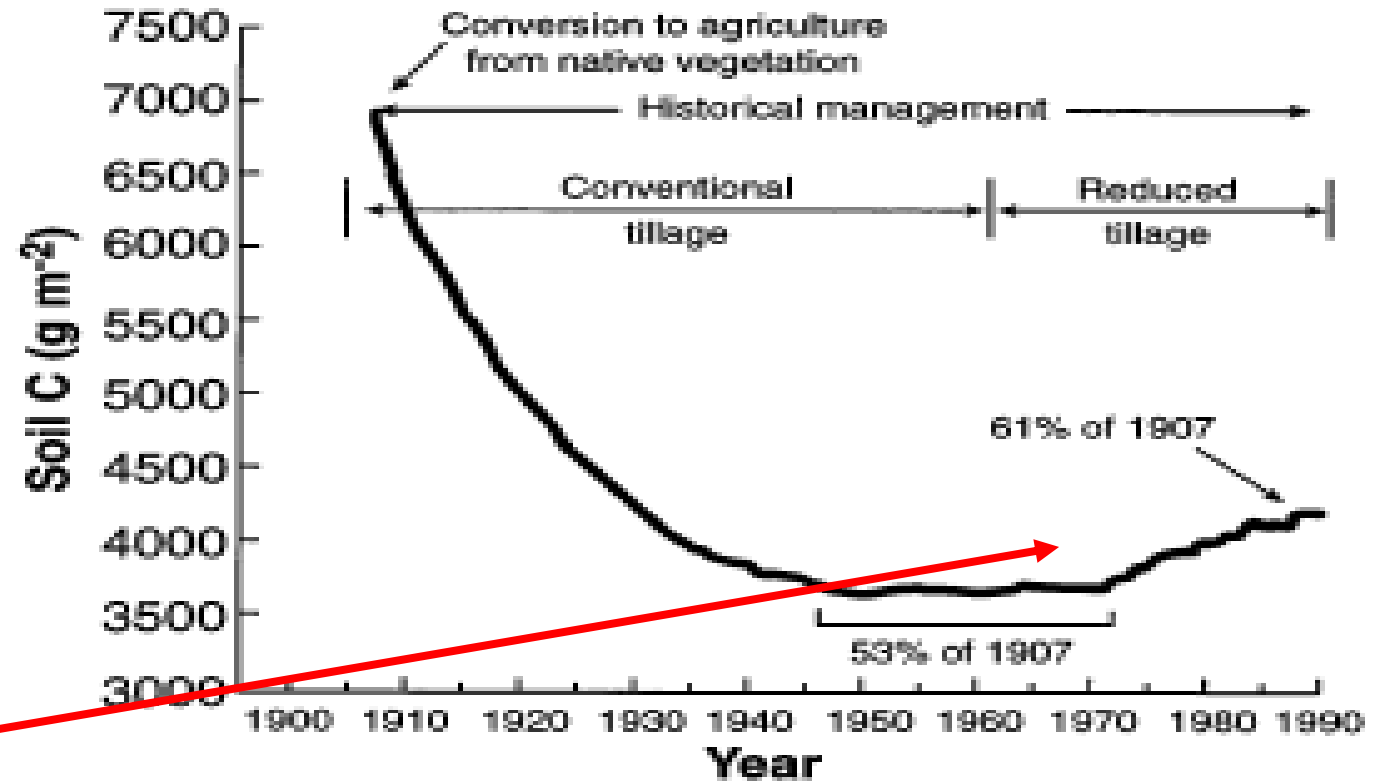




Viktige indikatorer:

- **Jord**
 - Innhold av organisk materiale i jorda (infiltrasjon, binder jordpartikler)
 - Jordorganismer, jordstruktur (infiltrasjon, rotutvikling)
 - **Gjødsling**
 - Totaltilførsel av N og P per dekar (P-AL nivå, gjødseldyr-enheter)
 - N-min verdier i jorda etter endt vekstsesong
 - **Plantevekst**
 - Prosentvis dekke av jordoverflaten høst og vinter
 - Avling
-

Organisk materiale:
etter oppdyrkning av
prærien I USA har
innholdet av organisk
materiale i jorda gått mye
ned



Redusert jordarbeiding
og fangvekster har
bedret situasjonen

Kilde: Matson PA, Parton WJ, Power AG, Swift MJ (1997) Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. Science 277: 504-509. doi:10.1126/science.277.5325.504.



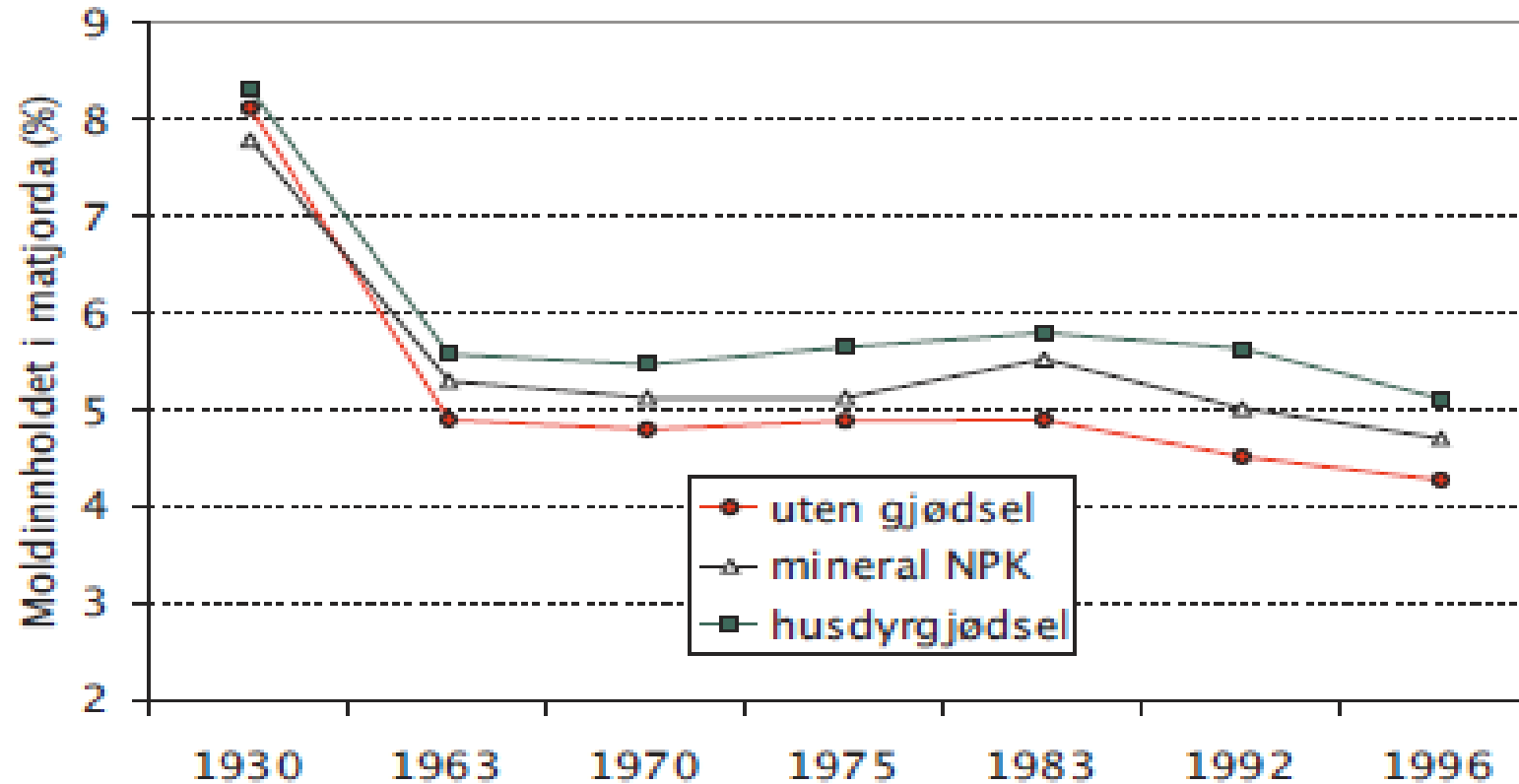
Tidlig 1800-tallet

1900-tallet

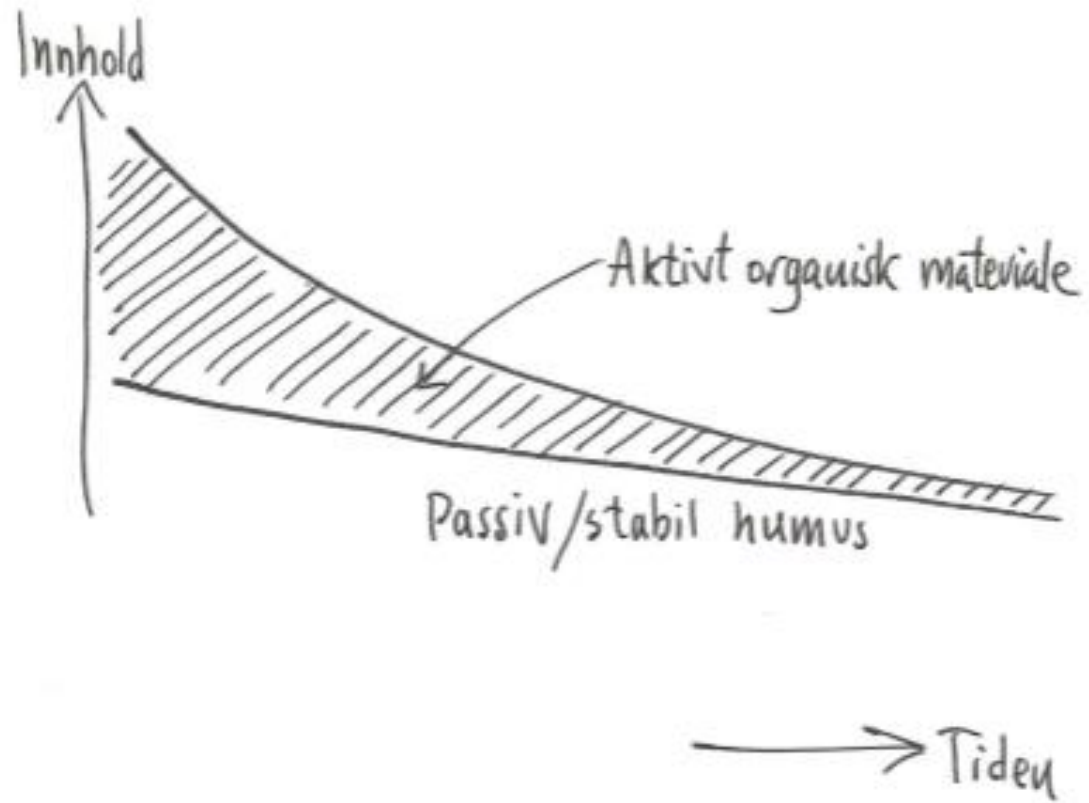
Nå-tiden



Møystad, Hamar



Figur 1. Utviklingen over tid av moldinnholdet i matjord i gjødslingsforsøkene på Møystad for ledd uten gjødsel, ledd med mineralgjødsel (10:2,5:12 NPK) og ledd med husdyrgjødsel



Aktivt og passivt organisk materiale i jord etter man startet å dyrke. Tiden her hundreårs-perspektiv.

Jordarbeiding





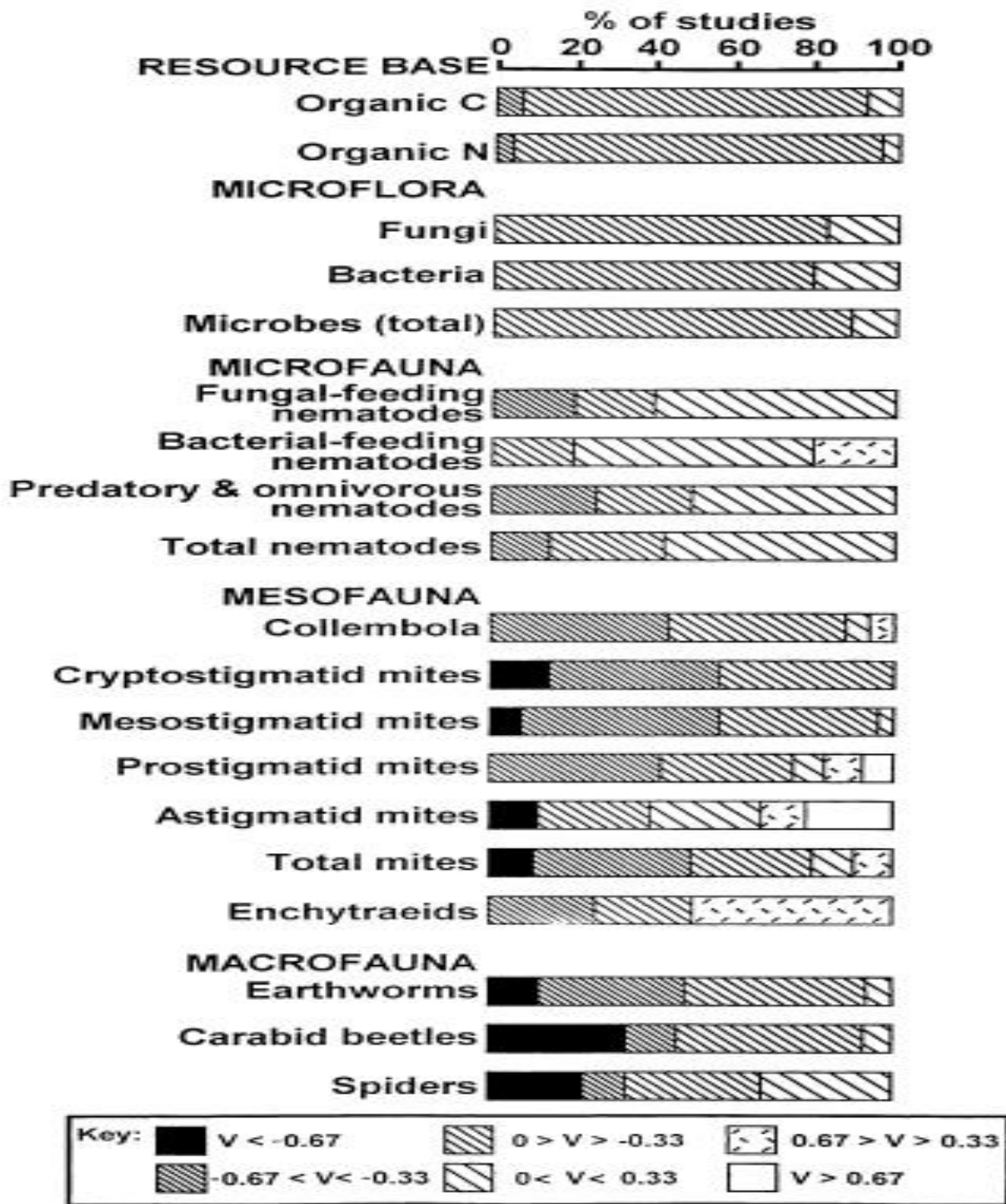
Redskap	% planter/planterester tilbake etter en kjøring
Vanlig plog	5
Kultivator/grubb	80
Rotorharv	25-50
Skålharver av ulike slag	25-50
Såbeddsharv av ulike slag (S tinder eller stiv-tinder)	60-70

Andel av jordoverflata dekket av planterester **etter en kjøring** (etter korn)

- kilde Gliesmann et al. (2023). Agroecology.

	Antall år	0-10 cm		0-20 cm		Referanse
		pløyd	plogfri	pløyd	plogfri	
Østlandet (3 felt)	3 år	6.9	+0.3	6.8	÷0.2	Riley,1983
Østlandet (4 felt)	5 år	6.7	+0.8	6.5	+0.2	Riley m.fl., 1985
Hedmark (3 felt)	4 år	7.4	+0.4	7.3	+0.4	Riley og Ekeberg, 1989
Ringsaker (4 felt)	9 år	6.7	+1.3	6.8	+0.6	Ekeberg, 1992
Ringsaker (1 felt)	10 år	10.7	+2.5	11.1	+2.1	Ekeberg og Riley, 1997
Ringsaker (1 felt)	6 år	8.5	+0.4	8.4	+0.2	Riley og Ekeberg, 1999
Trøndelag (2 felt)	12 år	5.9	+0.9	5.7	+0.1	Riley m.fl., 2002
Middel (18 felt)		7.09	+0.84	7.03	+0.44	

Økning i moldinnhold (glødetap) øvre 0-10 cm jorddyp og samlet sett for matjordlaget (0-20 cm) etter 3-12 år med plogfri jordarbeiding på ulike steder i Norge (data hentet fra Riley, 2003, Grønn Forskning 1, 2003).



Forskjell mellom direkte sådd og tradisjonell jordarbeiding over år

- Resultat av en **sammenligning av studier over hele verden**: V står for relativ effekt av jordarbeiding (med verdier fra -1 til 1)
- **En helt mørk farge koder for kraftig negativ effekt av jordarbeiding, tett skravering koder for negativ effekt, mens mer åpne skraveringer tyder på ingen negativ effekt eller positiv effekt.**

Kilde: Wardle (1995). Advances in Ecological Research, 26, 105-185.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60065-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60065-3)

Effekt på meitemark: Detaljer fra 14 forsøk med Direkte sådd (NT) og tradisjonell jordarbeiding (CT) over flere år

Total number of shallow-dwelling earthworms, and evidence of *L. terrestris* activity under 14 no-till and conventional tillage sites in Indiana and Illinois, sampled in April, 1992 (adapted from Kladviko et al., 1997)

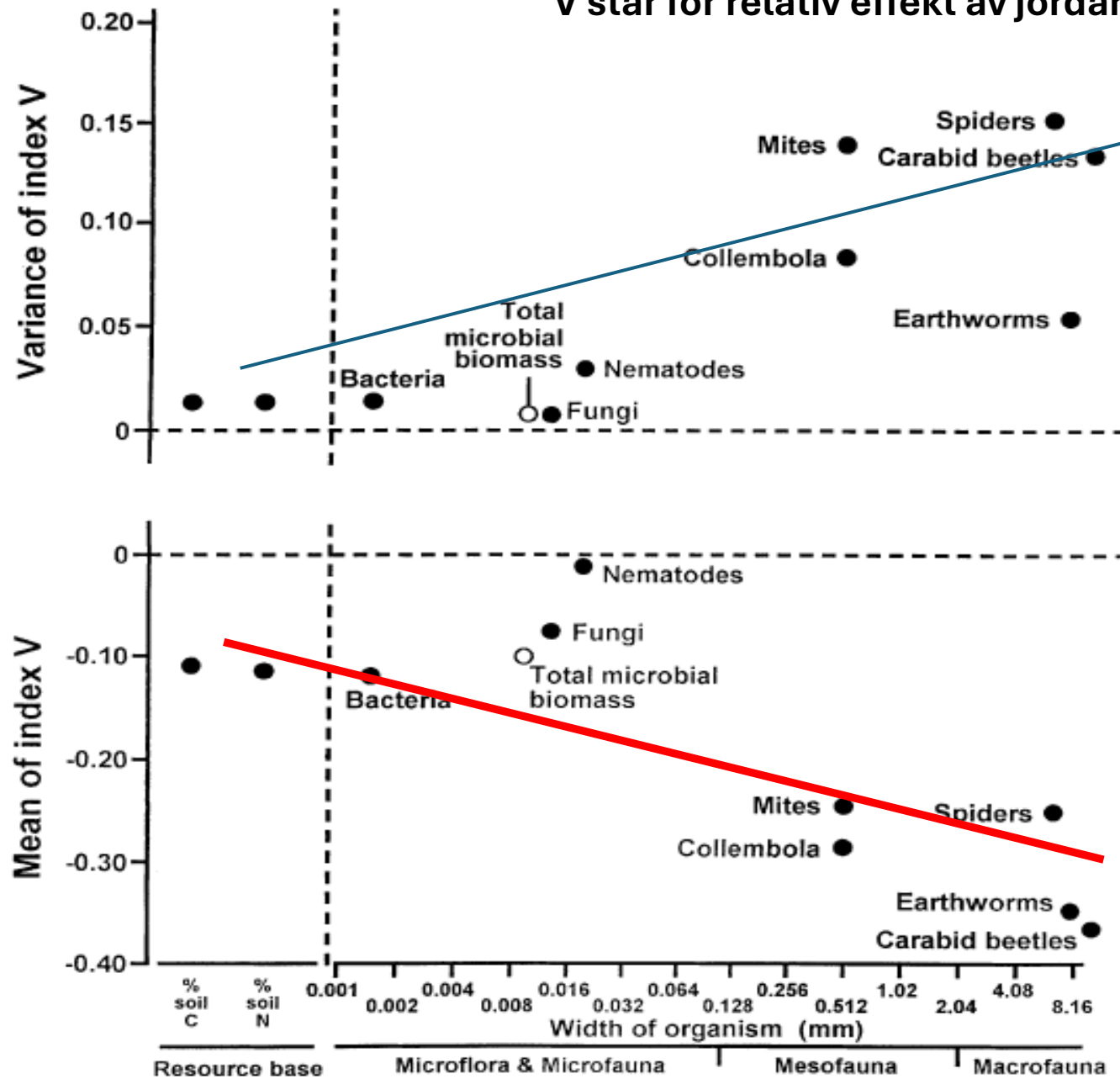
Site No.	Years no-till	Texture ^a	Drainage ^b	Earthworms (m ⁻²) ^c		<i>L. terrestris</i> middens present?	
				NT	CN	NT	CN
5	9	SiL	SPD	159	63	Yes	No
6	7	SiL	SPD	58	29	Yes	Yes
7	6	SL	WD	41	39	No	No
8	2	SiL	WD	2	16	No	No
9	3	SiL	WD	39	70	Yes	Yes
10(1)	7	L	SPD	27	26	No	No
10(2)	ND	SL	MWD	24	50	Yes	Yes
11	6	SiCL	PD	168	107	Yes	No
12	8	SiL	SPD	296	115	No	No
13	7	SiCL	PD	343	35	Yes	No
15(1)	17	SiL	SPD	259	119	Yes	No
15(2)	12	SiL	SPD	170	19	Yes	No
15(3)	8	SiCL	PD	109	16	Yes	No
20	9	SiCL		237	196	No	No

^a L: loam, SL: sandy loam, SiL: silt loam, SiCL: silty clay loam.

^b PD: poorly drained, SPD: somewhat poorly drained, MWD: moderately well drained, WD: well drained.

^c NT: no-till, CN: conventional.

V står for relativ effekt av jordarbeiding (med verdier fra -1 til 1)



Soil & Tillage Research 61 (2001) 61–76



www.elsevier.com/locate/still

Tillage systems and soil ecology

Eileen J. Klavivko*

Department of Agronomy, Purdue University, 1150 LILY, West Lafayette, IN 47907-1150, USA

Jordart	Dreneringsgrad		
	God/moderat	Ufullstendig	Dårlig/svært dårlig
Svært stiv leire	HP	HP	HP
Stiv leire	DS/VH/HH	DS/HH	HP
Siltig mellomleire >60% silt	HH	HH	HP
Siltig lettleire >60% silt	DS/VH/HH	DS/VH/HH	HH
Siltig mellomleire <60% silt, mellomleire, sandig mellomleire	DS/VH	DS/HH ³	HH
Siltig lettleire <60% silt, lettleire, sandig lettleire	DS/VH/HH	DS/VH/HH	DS/VH/HH
Silt	VP	VP	VP
Sandig silt, siltig sand <25% silt, siltig finsand	VH/VP/HH	VH/VP/HH	VH/VP/HH
Siltig grovsand, siltig mellom- sand <25% silt, sand	VH/HH	VH/HH	VH/HH

HP=Høstpløying; DS=Direkte sådd; VH=Vårhåring, HH=Høstharveing, VP=Vårpløying

Hva med avling?



Norske forsøk:

- Langvarige ruteforsøk med redusert jordarbeiding (ca. 35 år) på lettleire er det funnet **nesten samme avling med og uten høstpløying**.
- **Storskala forsøk vider ca. 5 % lavere avling uten pløying enn med høstpløying.**
- Forskjellen kan forklares av større problem med halmrester og noe dårligere ugraskontroll.
- En slik situasjon kan trolig oppstå ved praktisk gjennomføring av redusert jordarbeiding på større areal.

Kilde: Riley, H. 2014. Grain yields and soil properties on loam soil after three decades with conservation tillage in southeast Norway. Acta Agric. Scand. Section B Soil & Plant Sci. 64: 185-202.

Et eldre storskalaforsøk med direktesåing på lettleire:

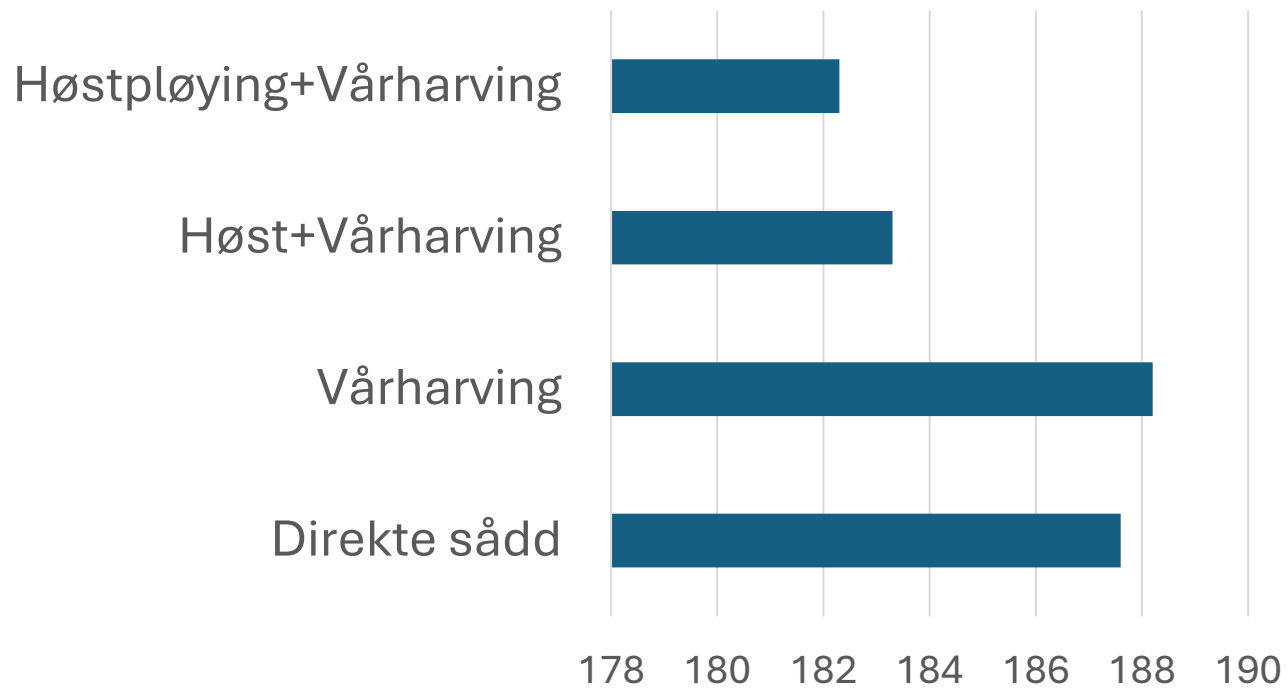
- **8 % lavere avling der halm ble fjernet**
- **15 % lavere avling med halm tilbakeført**

Dette sett i forhold til høstpløying



Kilde: Ekeberg, E. og Riley, H. 1989. Ploghless tillage in large-scale trials. 1. Yields, grain quality, and couch grass. Norsk Landbruksforskning 3, 97 – 105.

Avling Mais (bucsshels per acre)



Resultater fra 34 års
forsøk ved University of
Missouri, USA

Kilde: No-till farmer, June 2024.
<https://www.no-tillfarmer.com/blogs/1-covering-no-till/post/13406-no-till-leads-the-way-in-long-term-trials>



Foto: NIBIO

Systemforsøket på Apelsvoll

Referansebruk:

Som en 1980-talls gård med tradisjonell korn- og potetproduksjon med høstpløying, bruk av mineralgjødning og der all halm fjernes

Moderne kornbruk:

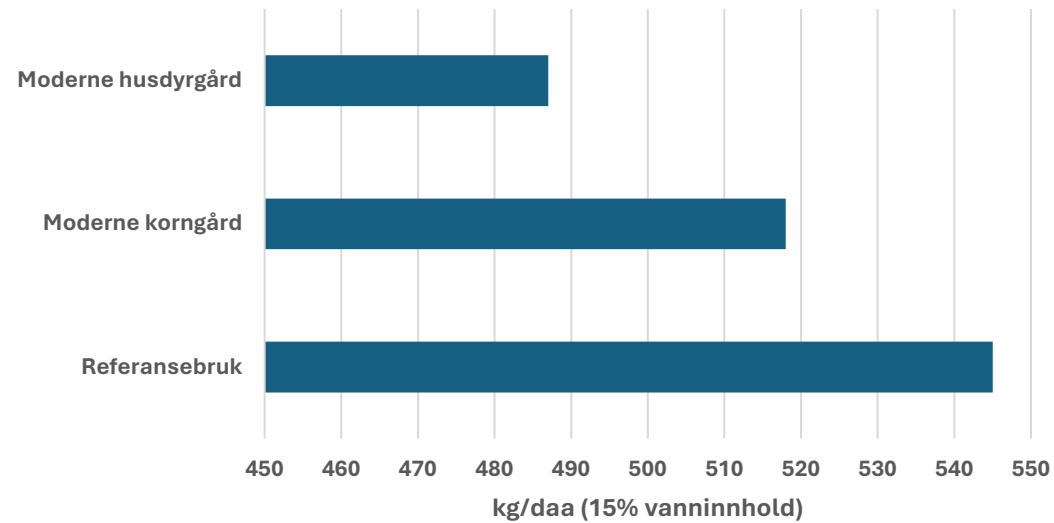
Et moderne korn-/potetbruk med delt mineralgjødning, fangvekster, vårharving og uten fjerning av halm.

Moderne husdyrbruk:

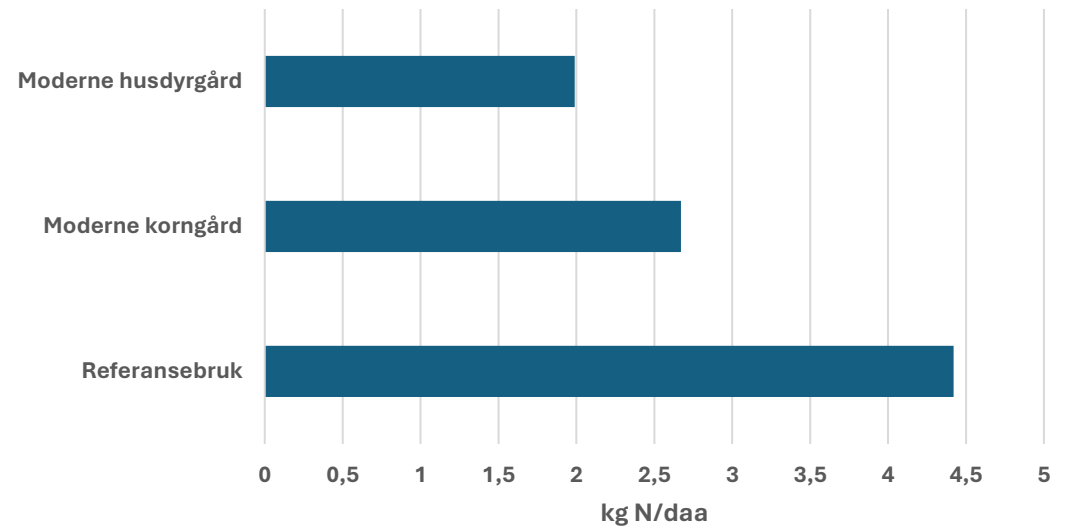
En moderne husdyrgård med to korn-år og to eng-år, der det brukes en blanding av mineral og husdyrgjødning, fangvekster/gjenlegg i kornårene og det pløyes om våren.

Avling og N avrenning systemforsøket på Apelsvoll

Avling korn (Systemforsøket Apelsvoll 2001-2010)



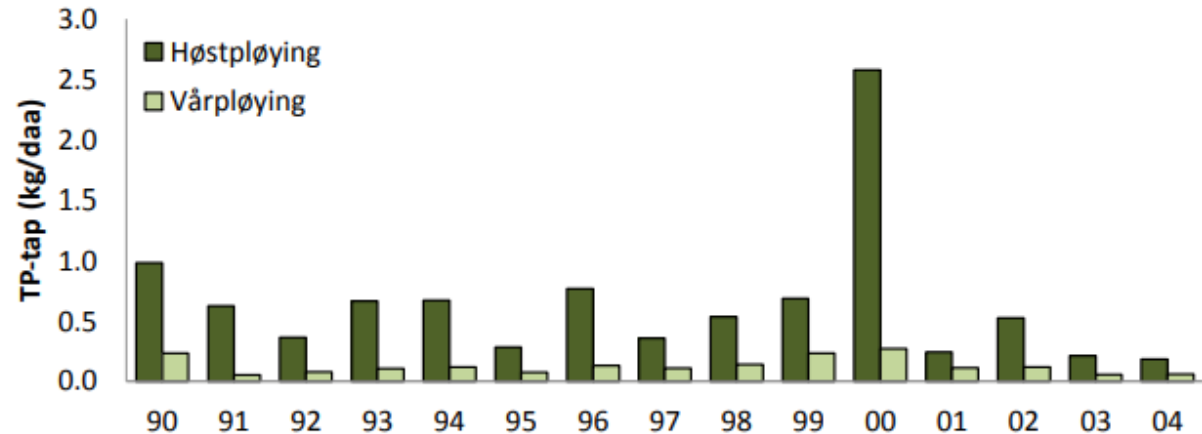
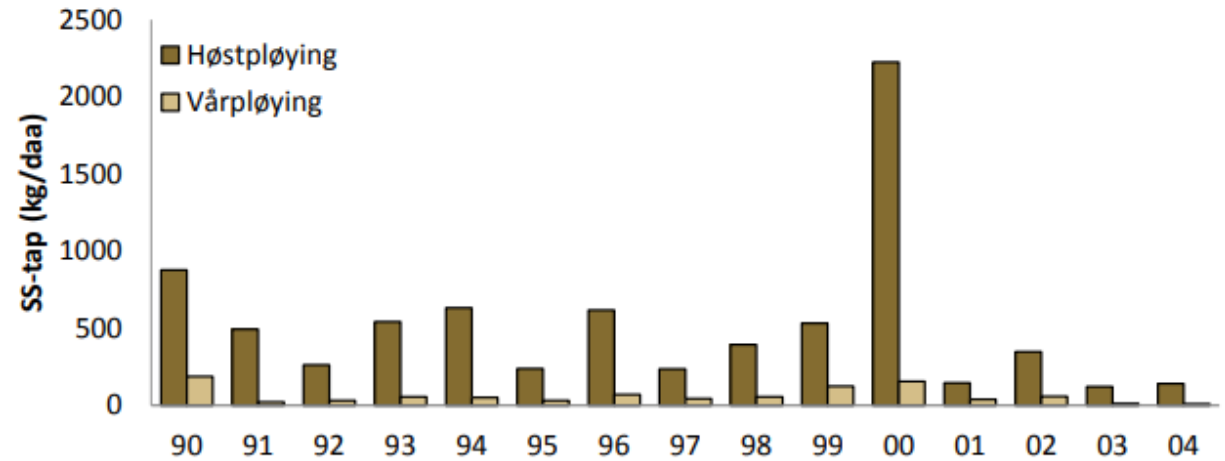
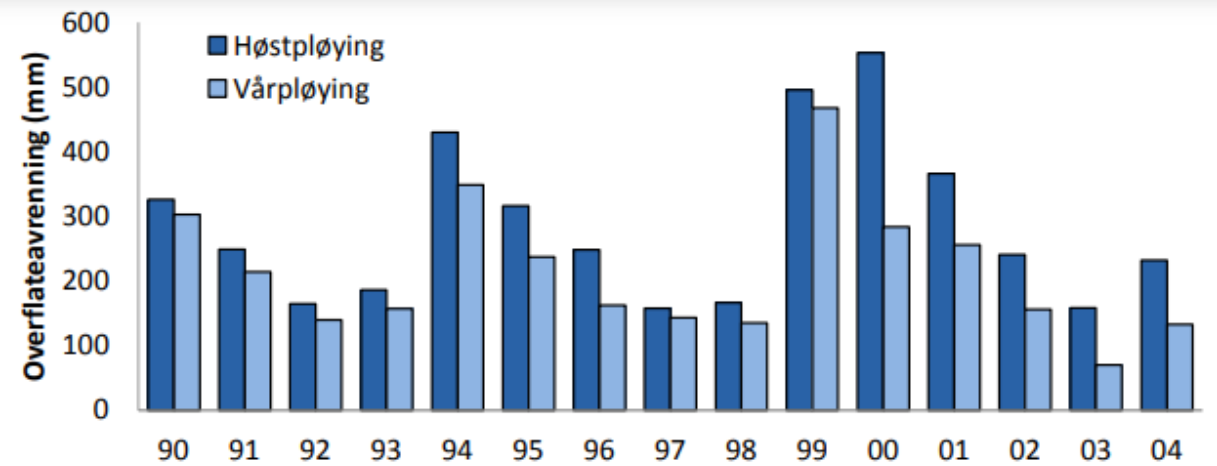
N avrenning (Systemforsøket Apelsvoll 2001-2010)



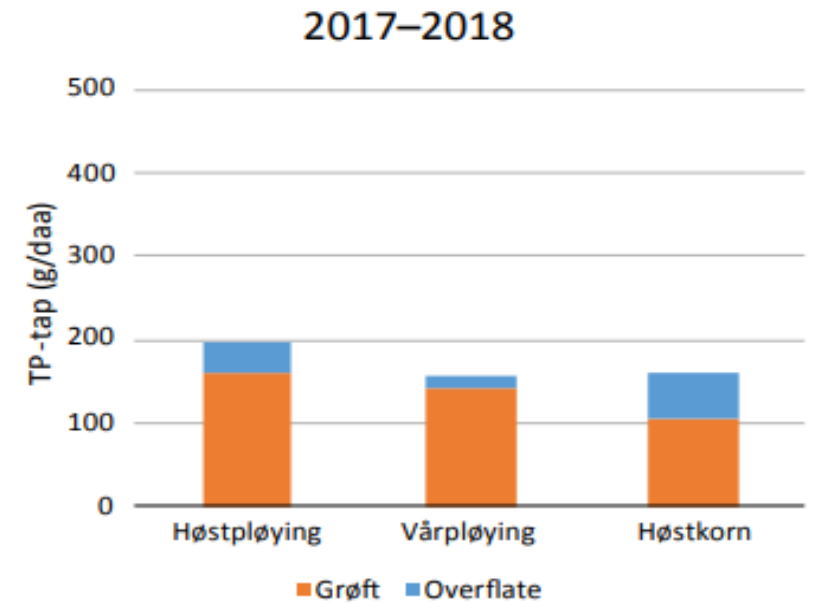
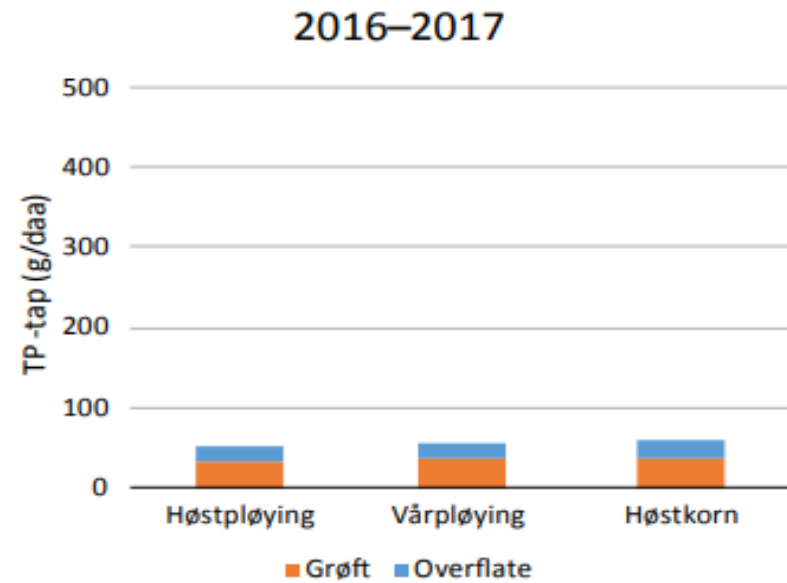
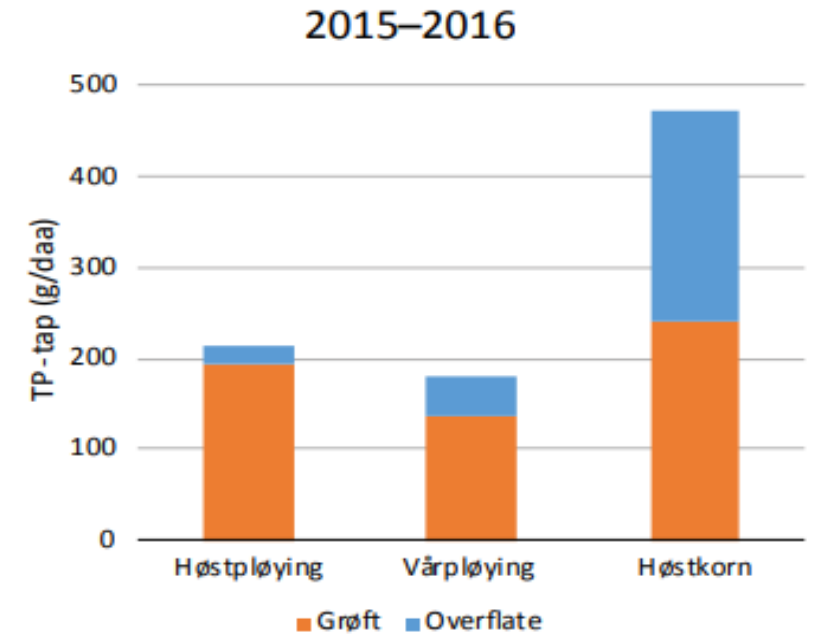
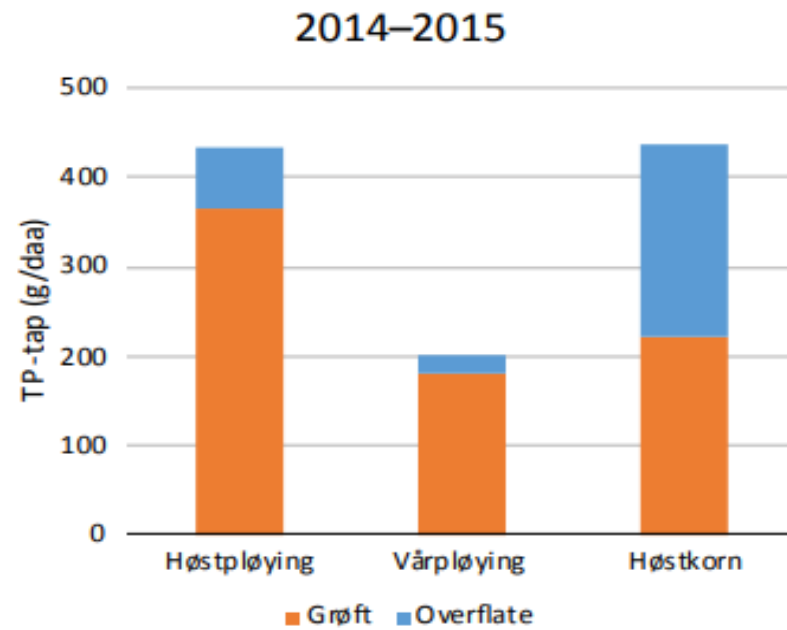
Bearbeidet etter data fra Korsæth (2012). N, P, and K Budgets and Changes in Selected Topsoil Nutrients over 10 Years in a Long-Term Experiment with Conventional and Organic Crop Rotations

<https://doi.org/10.1155/2012/539582>

Fosfortap ved pløying høst eller vår



Kilde: Bechmann m.fl. Bioforsk Rapport 6(6) 2011, men basert på upubliserte data fra Lundekvam



Kilde: Bechmann M.
Øygarden L. (2019)
Klima, jordarbeiding,
erosjon og fosfortap

Fosfor og nitrogentap: Datagrunnlag og modeller

- **Diverse langvarige jordarbeidingsforsøk**
- **NIBIOs Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA)** har i 30 år fra 10 nedbørfelt overvåket avrenning fra landbruket. To av disse nedbørsfeltene ligger i Innlandet. Resultater fra bl.a. JOVA har blitt brukt for å utvikle modeller for beregning av næringsstofftilførsler fra jordbruket.
- To slike modeller som brukes i Norge er **TEOTIL** og **Agricat**. Inngangsdata fra jordsmonnkartleggingen og detaljerte terreng- og værdata, samt tilgjengelig informasjon om jordbruksdriften.
 - Selvik, J.R., Tjomsland, T. og Eggestad, H., 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA rapport 1005/2007.
 - Kværnø, S., Turtumøygard, S., Grønsten, H.A. og Bechmann, M. 2014. Modellverktøy for beregning av fosfortap fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat 2. Bioforsk-Rapport 9-2014.

Faktor som anvendes i GIS beregning av jord- og fosfortap

Driftsystem	C-faktor
Høstpløyd	1,0
Høstkorn m/ pløying	1,0
Tung høstharving	0,70
Lett høstharving	0,50
Svært lett høstharving	0,40
Stubb + direktesådd høstkorn	0,20
Stubb + vårpløying	0,15
Stubb + vårharving	0,13
Stubb + direktesådd vårkorn	0,11
Stubb + korn med gjenlegg	0,10
Stubb + korn med fangvekster	0,10

Fosfor og jordtap

	Apelsvoll	Synerud	Skjetlein	Krithamar	Osaker	Hellerud	Askim	Bjørnebekk
Avsetning, jordart	Morene, LL	Marin, LL	Marin, SIML	Marin, SIML	Marin, StL	Marin, SIML	Marin, SIML	Marin, SIML
Bakkeplanert?	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja
Helningsgrad (%)	2-8	13	2-15	1-2	12	13	13	13
Helningslengde (m)	60	30	100	36	22	30	25	21
Overflate- og/eller grefteavrenning?	O+G	O (O+G)	O+G	O+G	O	O	O	O
SS-tap (kg/daa/år) ved høstpøying	4,3	13	66	81	40-126	97-264	417	521
	Faktorer							
Høstpøying	1	1	1	1	1	1	1	1
Høstpøying, sen					0,64			<u>1,3</u>
Høstpøying + halm		1,0						
Høstpøying på tvers						0,51		
Høstharving					0,69			0,41
Høstpøying + høstkorn					0,7- <u>3,6</u>	<u>1,1</u>		<u>1,5</u>
Høstpøying på tvers + høstkorn						0,53		
Høstharving + høstkorn					0,75	0,36		
Direktesådd høstkorn					0,43	0,13		
Vårpøying		0,68 (0,51-0,76)		0,43				0,12
Vårpøying + halm		0,59						
Vårharving	0,65					0,08-0,11	0,13	0,27
Vårharving + bark							0,12	
Vårharving + halm								0,21
Vårharving + kloakkstam						0,063		
Direktesåing vår					0,15-0,19			
Vårpøying + fangvekst	0,67		0,62					
Vårharving + fangvekst	0,32		0,61					
Omløp eng/vårpøying	0,37-0,56							
Omløp eng/høstpøying	0,60							
Eng		0,18	0,40			0,04-0,05		

Kilde: Bechmann M. Øygarden L. (2019)
Klima, jordarbeiding, erosjon og fosfortap

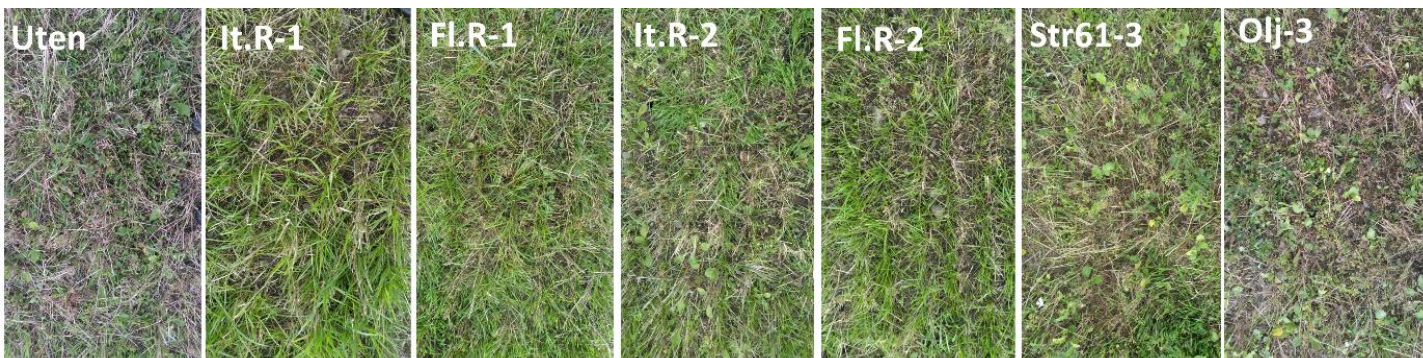
Fangvekster



Forsøk på Blæstad 2021-2023

Kode	Fangvekst og såtid	Såmengde (kg/daa)	Sådato for fangvekst		
			2021	2022	2023
It.R-1	Italiensk raigras sådd samtidig med kornet	2,0	3.5.	5.5.	12.5.
Fl.R-1	Flerårig raigras sådd samtidig med kornet	2,0	3.5.	5.5.	12.5.
It.R-2	Italiensk raigras sådd et par uker etter kornet	2,0	19.5.	24.5.	25.5.
Fl.R-2	Flerårig raigras sådd et par uker etter kornet	2,0	19.5.	-	25.5.
Ingen	Uten fangvekst (kontroll)	-	-	-	-
Str61-3	Strand nr. 61 sådd i stående åker	5,0	30.7. ¹ 12.8. ²	25.7.	14.7.
Olj-3	Oljereddik sådd i stående åker	2,5	30.7. ¹ 12.8. ²	25.7.	14.7.

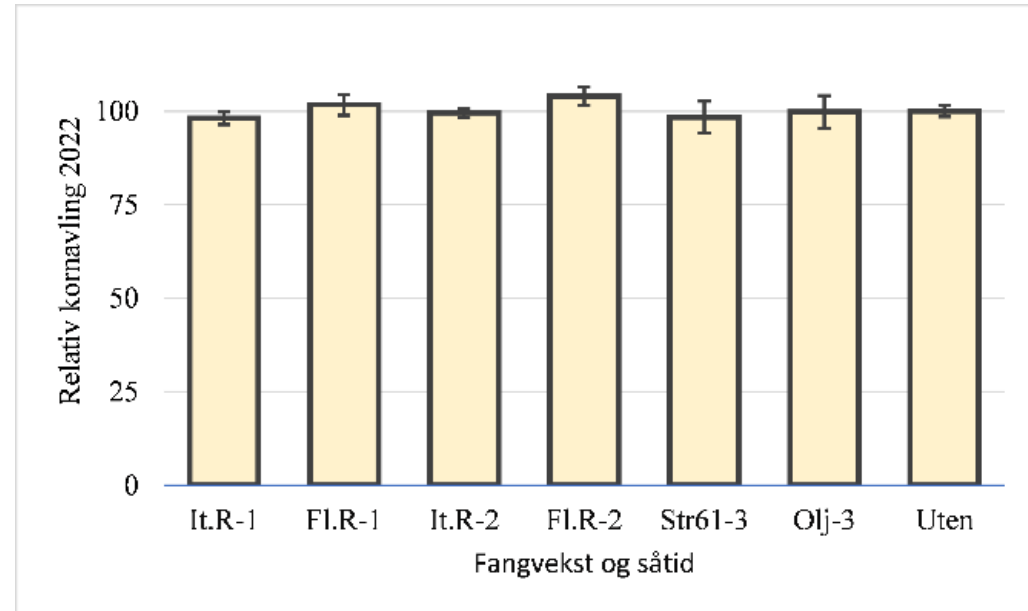
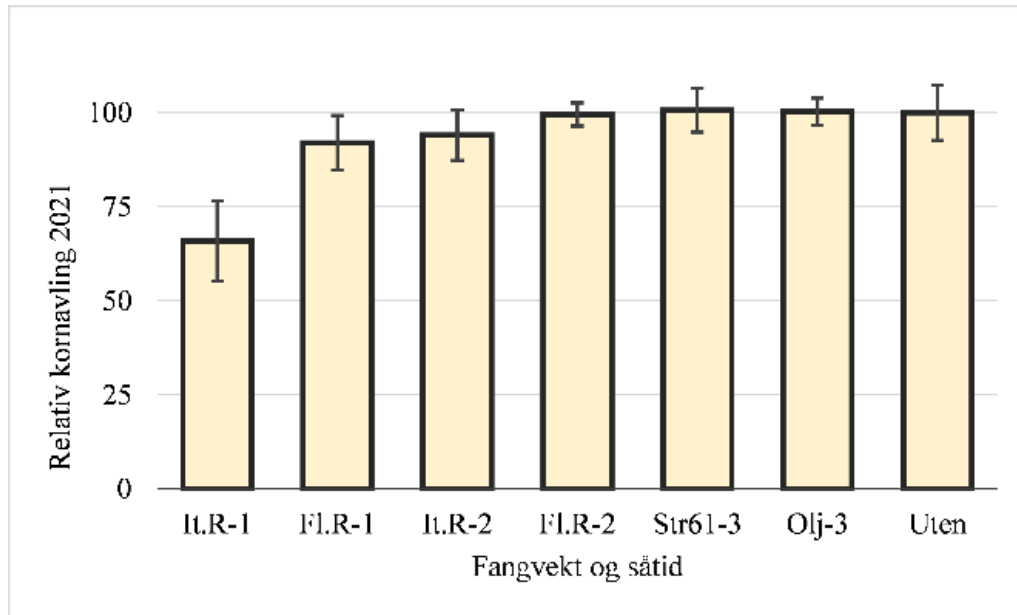
¹)Tredje såtid i bygg, ²)Tredje såtid i hvete.



Kilde: Solberg et al. (2024).

Halmhåndtering og tilslag av fangvekster sådd ved ulike tidspunkt i bygg og hvete i Innlandet. NIBIO BOK 10(2): 105-111.

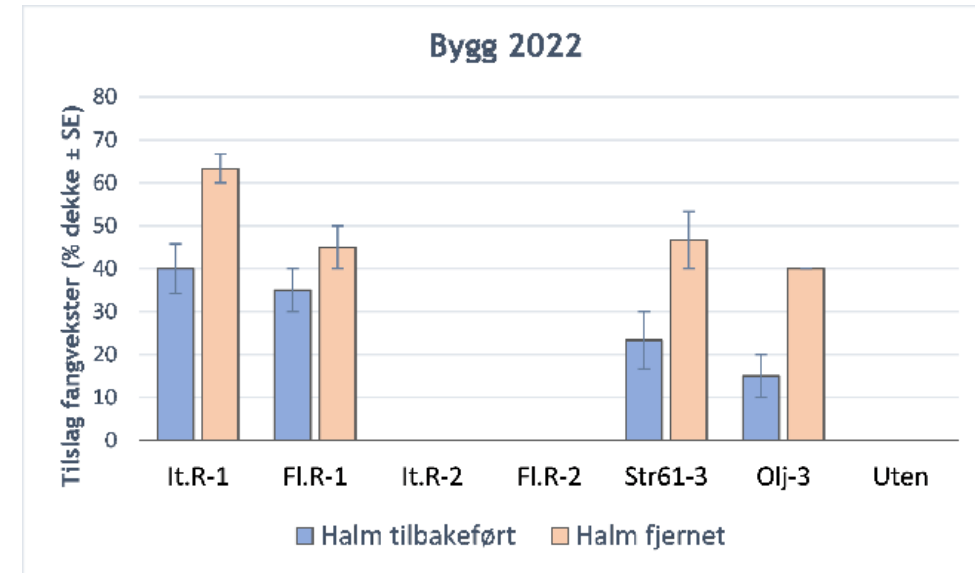
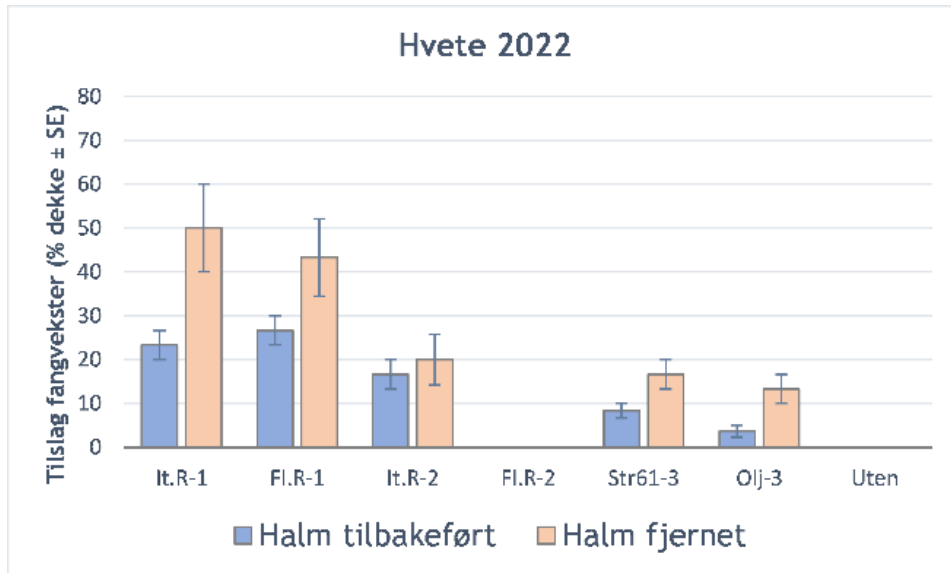
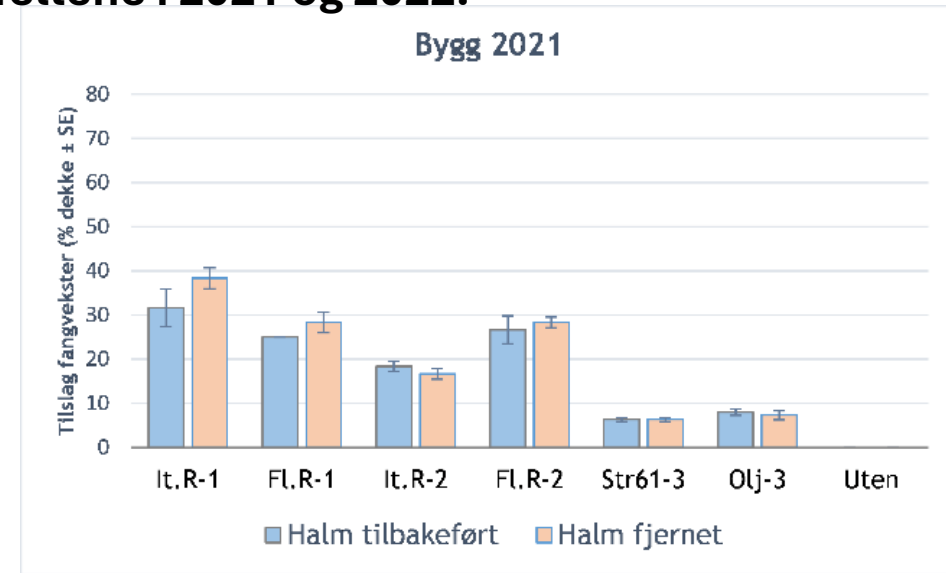
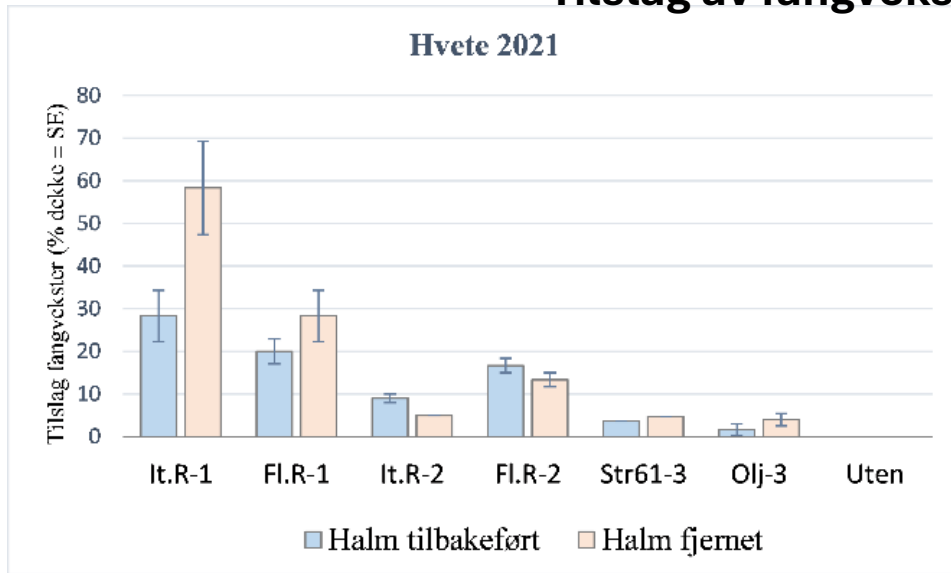
Effekt av fangvekster på relativ kornavling (gjennomsnitt i % \pm standardfeil)



MERK: I et år med svak gjødsling og lave kornavlinger (år 2021, relativ kornavling 100 = 338 kg/daa) og et år med normal gjødsling og høye kornavlinger (2022, relativ kornavling 100 = 711 kg/daa)

Kilde: Solberg et al. (2024). NIBIO BOK 10(2): 105-111.

Tilslag av fangvekster på feltene i 2021 og 2022.



Søylene viser prosentvis dekke av jordoverflata av fangvekstene \pm standardfeil (SE). Registreringene er gjort i slutten av september på ruter hvor halmen ble fjernet og på ruter hvor halmen ble tilbakeført etter tresking. Merk at andre såtid for flerårig raigras (Fl.R-2) i bygg eller hvete ble utelatt, det samme gjaldt andre såtid for italiensk raigras (It.R-2) i bygg i 2022.

(Kilde Solberg et al. 2024)

Oppsummering

- Vårpløying og redusert jordarbeiding gir lavere avrenning av N og P enn tradisjonell høstpløying.
- Langvarige forsøk viser at redusert jordarbeiding gir omtrent samme avling som tradisjonell jordarbeiding (\pm).
- Forskjellen er i disfavør redusert jordarbeiding i storskala forsøk sammenlignet med ruteforsøk hvor en har kontroll på halm og ugras.
- Fangvekster gir lavere erosjon og lavere utvasking av N og P enn ingen bruk av fangvekster.
- Fangvekster gir ikke redusert kornavling dersom de brukes på rett måte.

