

# Sammenligning mellem kvælstofudvaskning modelleret ved NLES5 og bestemt ved sugeceller

Forfatter(e): Henrik Vestergaard Poulsen

STØTTET AF

**Promille**afgiftsfonden for landbrug

## Indledning / sammendrag

Der ses en stærk korrelation mellem kvælstofudvaskning bestemt ved sugecelle-metoden i 29 landsforsøg udført i perioden 2015-2021 og modelberegnet udvaskning med NLES5 for samme forsøg;  $R^2$ -værdi over 0,45. I det aktuelle datasæt beregner NLES5-modellen generelt en højere udvaskning, end bestemt ved sugecellemetoden. Dette er særligt tydeligt ved de laveste niveauer af udvaskning, sugecelle-bestemt udvaskning < 40 kg N/ha. Årsagen til denne forskel kan ikke konkluderes her, men det peger på, at de relativt få observationer af de laveste udvaskninger her i undersøgelsen er relativt lave i forhold til observationer for sammenlignelige forhold i NLES5-datagrundlaget. Ved højere niveauer af udvaskning, 40-70 kg N/ha, ses en koncentration af observationer, hvor der ved NLES5-beregnes markant højere udvaskning end bestemt ved sugecellemetoden. Årsagen skal her sandsynligvis findes i modellens sammenhæng mellem udvaskning og afstrømning, som ved høje afstrømninger fører til overestimering af udvaskningen. Analysen er foretaget på de samlede resultater fra SEGES' sugecelleforsøg, 2015-2021, med stigende kvælstoftilførsel i handelsgødning.

## Introduktion

I forvaltningen af landbrugets areal- og kvælstofanvendelse er det ofte vigtigt at kunne bestemme kvælstofudvaskningen fra en gruppe marker eller et opland. Konkret kan der f.eks. være tale om, at man ønsker at kende kvælstofudvaskningen i oplandet til et grundvandsmagasin eller i et opland, der afvander til en fjord. Kvælstofudvaskningen kan måles, men dette er meget dyrt, hvis man skal dække et større opland eller blot en bedrift. Derfor vil man ofte beregne kvælstofudvaskningen med en model ud fra oplysninger om markens dyrkning og klimadata. Denne beregnede kvælstofudvaskning vil så indgå, som en del af det forvaltningsgrundlag, som landmanden møder i den generelle landbrugsregulering eller i reguleringen af hans konkrete bedrift. Eksempelvis møder landmanden konsekvenserne af udvaskningsberegninger i forbindelse med den målrettede regulering, idet retentionen i praksis er bestemt ud fra den kvælstofudledning, der er målt i danske vandløb og en modelberegnet kvælstofudvaskning i et givent opland. En landmand kan også helt konkret opleve, at en modelleret kvælstofudvaskning anvendes som forvaltningsgrundlag til at pålægge specifikke dyrkningsrestriktioner på dele af hans bedrift, som en del af en grundvandsindsatsplan. Derfor er det naturligvis meget vigtigt, at de modellerede udvaskninger er så korrekte som muligt.

Formålet med denne rapport er at undersøge, hvor godt udvaskningsmodellen NLES5 kan modellere kvælstofudvaskningen på forskellige marker. Dette undersøges ved at beregne kvælstofudvaskningen med modellen og dernæst undersøge, hvor god overensstemmelse der er mellem de modellerede kvælstofudvaskninger og kvælstofudvaskning bestemt ved brug af sugecellemetoden – det tætteste man kommer en 'målt' udvaskning.

## Materialer og metoder

### UDVASKNING BESTEMT VED SUGECELLE-METODEN

En egentlig måling af kvælstofudvaskningen fra rodzonen er naturligvis vanskelig, da selve processen foregår under jordoverfladen. Det er generelt accepteret, at metoden, som kommer nærmest en måling, er anvendelse af sugeceller – en nedgravet lukket keramisk kop som via slangeforbindelse til overfladen giver mulighed for at prøvetage det jordvand, som afdræner fra rodzonen. Ved at multiplicere jordvandskoncentrationen af nitrat-N og med en modelberegnet vandafstrømning gennem jorden fås kvælstofudvaskningen.

Jordvand udtages ved hjælp af sugeceller placeret i en meters dybde henover over afdræningsperioden og koncentrationen af nitrat-kvælstof bestemmes. I de forsøg, der er anvendt her, er der udtaget jordvandsprøver hver 14-20 dage i den periode, hvor der er vandafstrømning gennem jorden. Afdræningen fra rodzonen simuleres over året ved hjælp af vandbalancemodellen EVACROP, ud fra nedbør, temperatur, solindstråling og afgrøden på arealet.

EVACROP modellen beregner en daglig afstrømning, mens der kun udtages jordvandsprøver hver 14. til hver 20. dag. Derfor etableres et datasæt med daglige nitratkoncentrationer i jordvandet. Dette sker ved at interpolere den afstrømningsvægtede koncentration mellem hver målt jordvandskoncentration. Det vil sige, at ændringen i koncentration fra en dag til den næste stiger eller falder med samme procentandel af den samlede stigning mellem to jordvandprøver, som den procentandel af den samlede nedbør mellem de to dage, der faldt på den dag, for hvilken nitratkoncentrationen skal beregnes. Ud fra de daglige vandafstrømninger og daglige nitratkoncentrationer beregnes daglige kvælstofudvaskninger, og disse summeres til årlige værdier. Perioden, hvor kvælstofudvaskningen opgøres, er altid 1. april – 31. marts i det efterfølgende år.

I det efterfølgende refereres udvaskninger bestemt ved den beskrevne metode som 'sugecelle-bestemt udvaskning'.

### UDVASKNING BEREGNET VED NLES5-MODEL

Ud fra følgende oplysninger beregnes udvaskningen ved modellen NLES5 (Børgesen et al. 2019):

Plantedække i udvasknings- og det foregående år

Tilstedeværelse af græs i året forud for forfrugten/det foregående år

Jordens indhold af ler og total-N i 0-25 cm dybde

Det aktuelle og to forudgående års tilførsel af kvælstofgødning (organisk og uorganisk)

Afstrømningen det aktuelle og det forudgående år

I det efterfølgende refereres udvaskninger bestemt ved den beskrevne metode som 'NLES5-beregnet udvaskning'.

### DATASÆT

Datasættet anvendt her i analysen bygger på en række forsøg udført af SEGES under Landsforsøgene i perioden fra 2015-2021. Forsøgene er udført med stigende kvælstoftilførsel i handelsgødning med 4 – 8 led på arealer anlagt med sugeceller. Registreringerne i forsøgene inkluderer: Udbytte,

protein i udbytte, jordteksturanalyser og jordvandkoncentration af N-min. I Tabel 1 ses en oversigt over forsøgene og antal led med bestemmelse af kvælstofudvaskning ved sugeceller pr år. I alt 177 observationer med samhørende sugecelle-bestemte og NLES5-beregnete udvaskninger.

Tabel 1. Oversigt over data i analysen.

Lokalitet	JB	Afgrøde	Efterårsdække	År	Led
Jyderup	4	Vinterrug	Vinterrug	2017	4
		Vinterrug	Spildkorn	2018	4
		Vårbyg	Vinterraps	2019	4
		Vinterraps	Vinterhvede	2020	4
		Vinterhvede	Vintersæd	2021	4
Ringsted	6	Vinterbyg	Vinterraps	2017	6
		Vinterraps	Vinterhvede	2018	6
		Vinterhvede	Vinterhvede	2019	6
		Vinterhvede	Vinterrug	2020	6
		Triticale	Spildkorn	2021	6
Svejlund	3	Majshelsæd	Bar jord	2016	8
Holstebro	1	Vinterhvede	Vinterhvede	2015	6
		Vinterhvede	Triticale	2016	6
		Triticale	Vinterrug	2017	6
		Vinterrug	Vinterrug	2018	6
		Vinterrug	Vinterrug	2019	6
		Vinterrug	Vinterrug	2020	6
		Vinterrug	Vinterrug	2021	6
Guldborg	7	Vinterhvede	Spildkorn	2015	7
		Sukkerroer	Sukkerroer/bar jord	2016	7
		Vårbyg	Vinterhvede	2017	7
		Vinterhvede	Bar jord	2018	7
		Roer	Roer/Bar jord	2019	7
		Vårbyg	Bar jord	2020	7
		Vårbyg	Spildkorn	2021	7
Odder	6	Vinterhvede	Bar jord	2017	7
		Vinterhvede	Vinterhvede	2019	7
		Vinterhvede	Vinterhvede	2020	7
		Vinterhvede	Vintersæd	2021	7
				Ialt	177

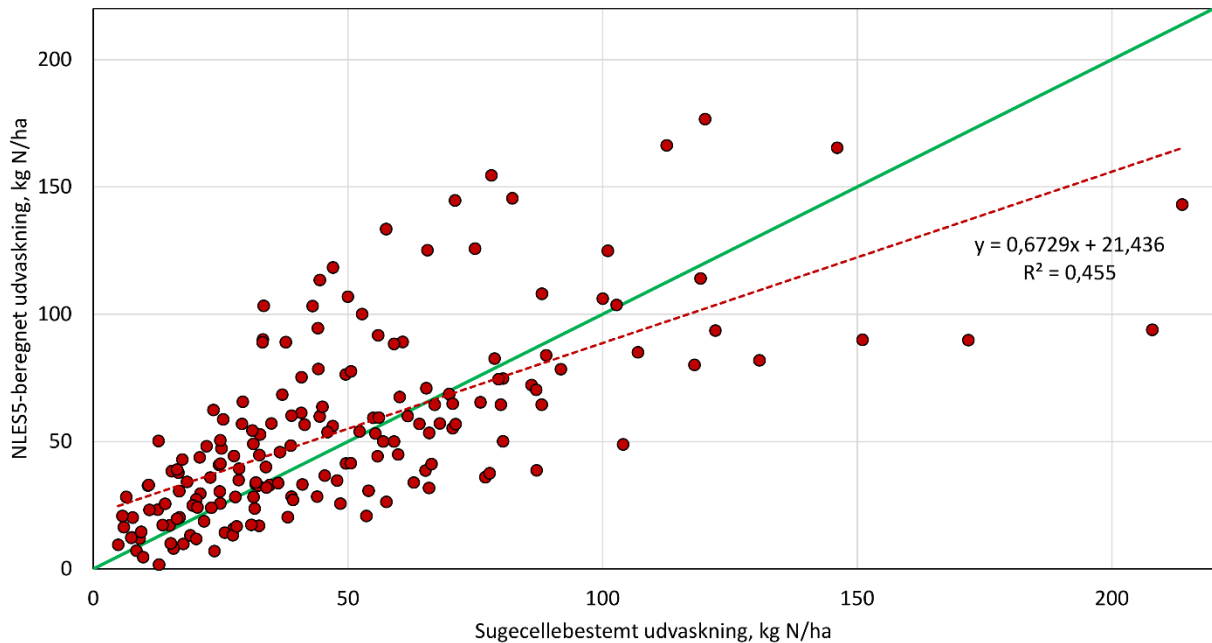
## Resultater og diskussion

I visningen af data præsenteres udvaskningen beregnet som den samlede årlige udvaskning, kg N/ha x år.

### UDVASKNING BESTEMT VED SUGECELLEMETODE VS. BEREGNING NLES5

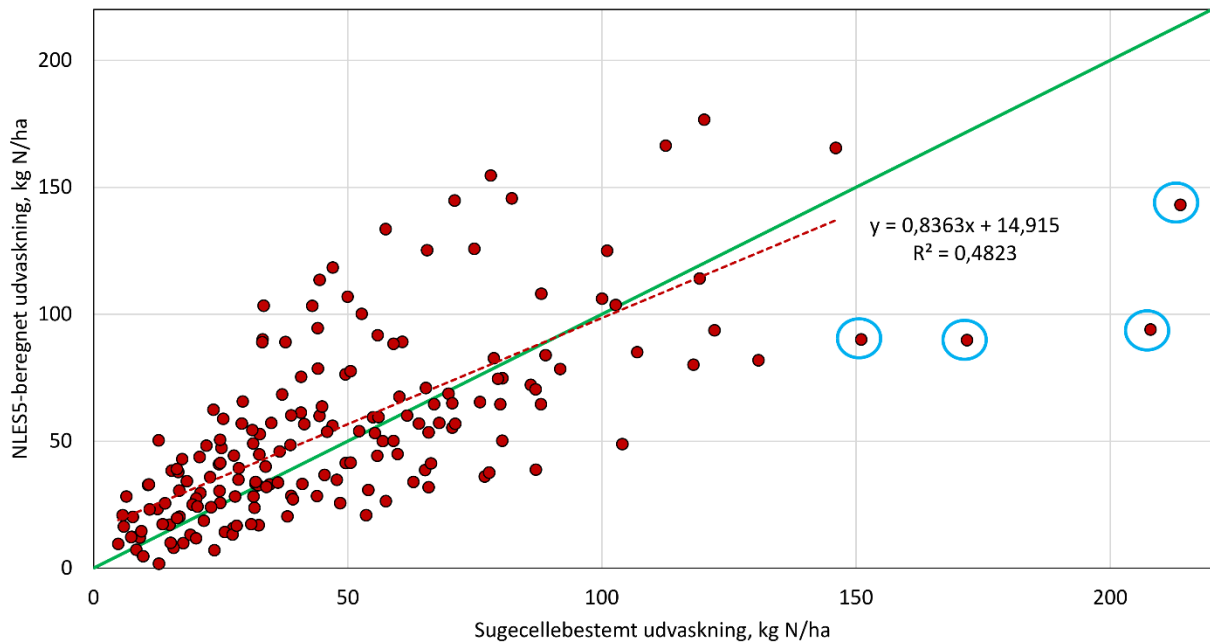
I Figur 1 nedenfor kan man se, at de NLES5-beregnete udvaskninger generelt er højere end de sugecelle-bestemte udvaskninger – særligt tydeligt ved et lavt udvaskningsniveau. Det vil sige, at NLES5-modellen tilsyneladende, set over hele det aktuelle datasæt, overvurderer udvaskningen, som den er bestemt ved hjælp af sugecellerne. Den gennemsnitlige difference mellem NLES5-beregnet og

sugecelle-bestemt udvaskning er +5 kg N/ha, mens medianen er +4 kg N/ha og RMSE (root mean square error), som angiver standardafvigelsen på afvigelserne er 26 kg N/ha. Overordnet set må overensstemmelsen mellem de to metoder siges at være god med en  $R^2$  på 0,45.



Figur 1. Kvælstofudvaskning beregnet ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for alle samhørende værdier i datasættet. Der er indtegnet en lineær regressionslinje for dataserien. Den grønne linje repræsenterer den teoretiske 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen. Standardafvigelsen på differensen, RMSE, (NLES5-beregnet minus sugecelle-bestemt) mellem udvaskningerne bestemt ved de to metoder er 26 kg N/ha og den gennemsnitlige afvigelse er +5 kg N/ha.

Det ses i Figur 1, at der er nogle ekstremt høje sugecelle-bestemte udvaskninger. Det er forventeligt, at en model ikke vil ramme sådanne 'ekstreme' værdier, der kan antages at stamme fra utilsigtede/ukendte forhold, som naturligvis ikke er inkluderet i modellen. I Figur 2 nedenfor er udeladt 4 datapunkter med meget høje sugecelle-bestemte udvaskninger på 151, 172, 207 og 214 kg N/ha i regressionen, hvilket er konservativt ift. en 'Tukey Fences' analyse for out-liers. Udelades disse fire målepunkter stiger hældningen på den regressionslinjen, der nærmer sig den teoretiske 1:1 sammenhæng og  $R^2$  stiger til 0,48. Se Figur 2.

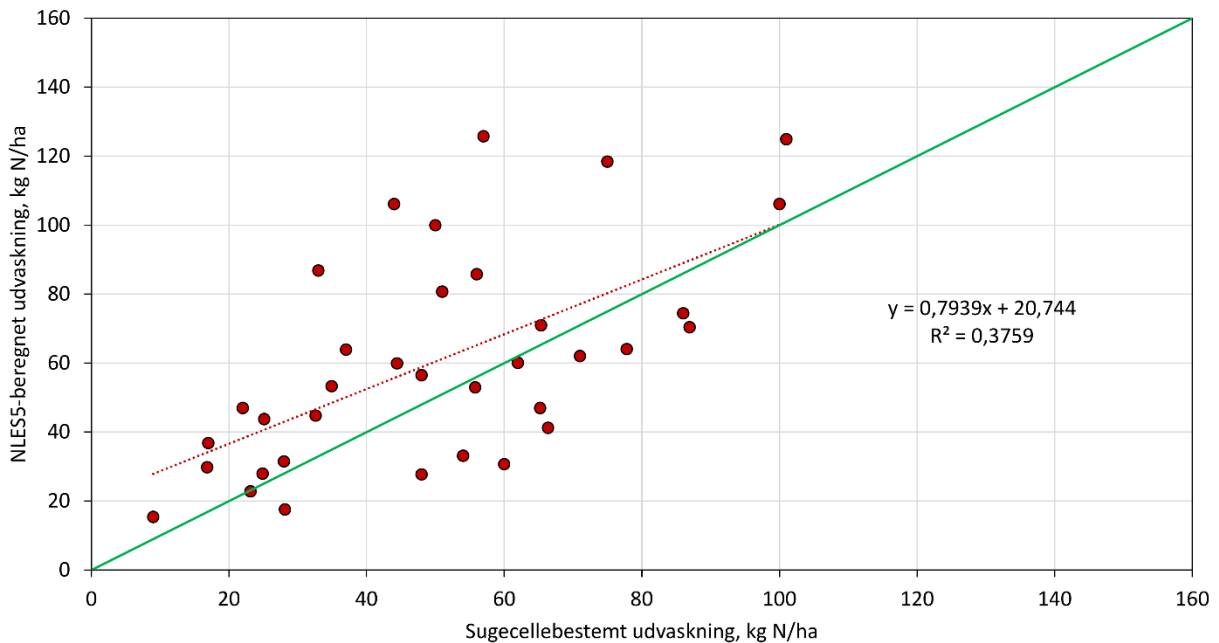


Figur 2. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for alle samhørende værdier i datasættet, undtaget de fire højeste sugecelle-bestemte udvaskninger (markeret med en blå ring). Der er indtegnet en lineær regressionslinje for dataserien. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen. Standardafvigelsen på differencen, RMSE, (NLES5-beregnet minus sugecelle-bestemt) mellem udvaskningerne bestemt ved de to metoder er 26 kg N/ha og middelværdie er +7 kg N/ha.

#### UDVASKNING BESTEMT VED SUGECELLER VS. BEREGNING VED NLES5 NÆR N-NORM-TILFØRSEL

I den praktiske anvendelse af udvaskningsmodeller kan det argumenteres, at beregninger af udvaskning omkring eller nær normen for kvælstoftilførsel er mest relevante. Ved kun at anvende et deldatasæt af observationer nær norm-tilførsel fås et relativt begrænset datasæt sammenlignet med det samlede datasæt, hvilket også har betydning for tolkningen af sammenhængen.

I Figur 3 er det NLES5-beregnete udvaskninger for observationer med kvælstoftilførsel nær normtilførsel, som er vist plottet mod de sugecelle-bestemte udvaskninger. Det ses, at der tilsyneladende ikke er nogen væsentligt bedre sammenhæng mellem de NLES5-beregnete og de sugecelle-bestemte udvaskninger i denne udvalgte del af datasættet, sammenlignet med Figur 2.

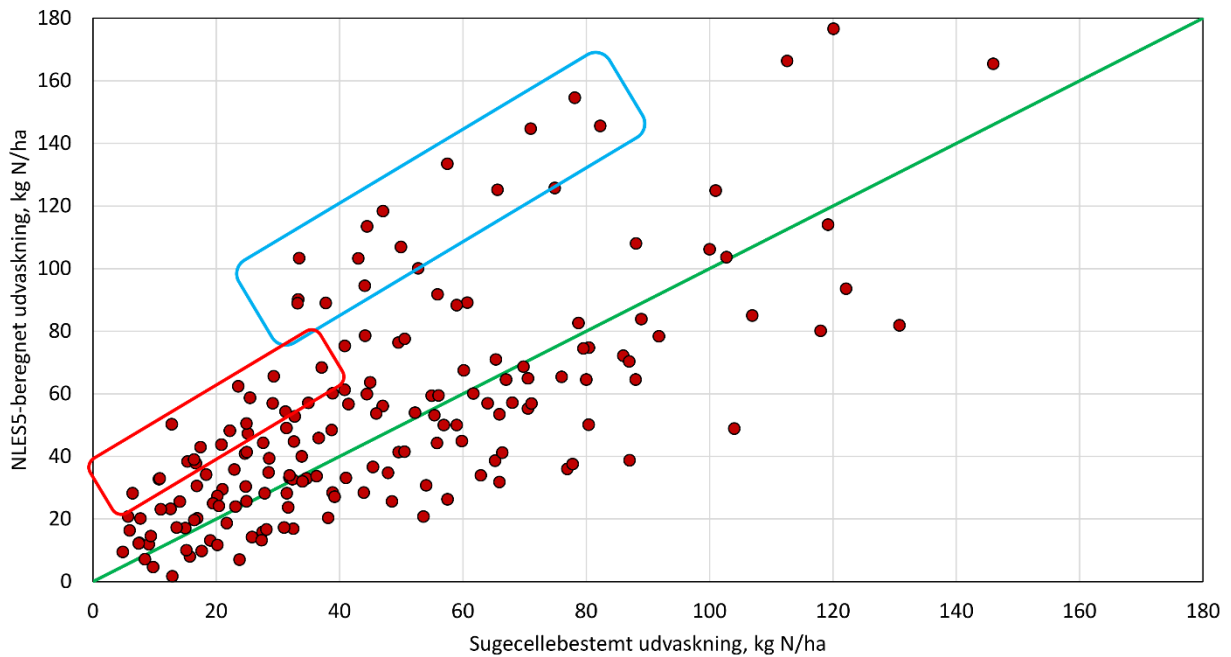


Figur 3. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for samhørende værdier i datasættet, hvor kvælstoftilførslen var nærmest norm-tilførsel. Der er indtegnet en lineær regressionslinje for serien. Den grønne linje repræsenterer den teoretiske 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen. RMSE på differensen (NLES5 minus sugecelle-bestemt) mellem udvaskningerne bestemt ved de to metoder er 25 kg N/ha og middelværdien er +10 kg N/ha.

#### EFFEKT AF INPUT-PARAMETRE I NLES5

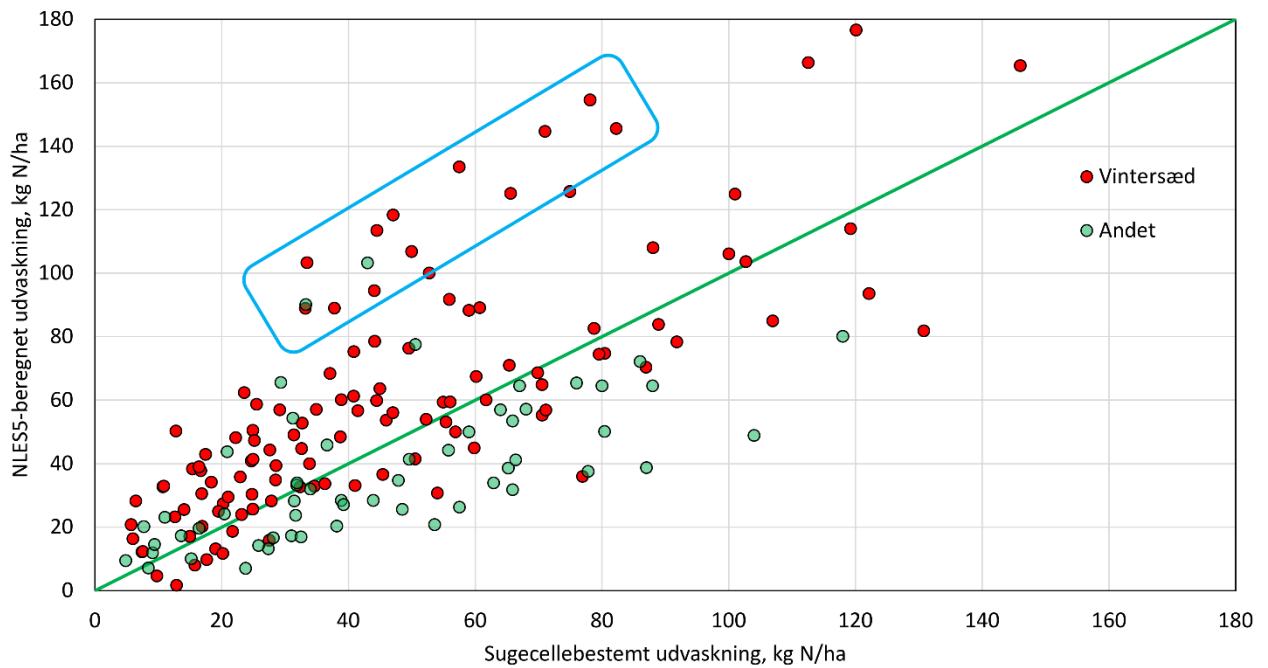
Det er naturligvis interessant at undersøge, om de afvigelser, som ses i dette datasæt, mellem de NLES5-beregne udvaskninger og de sugecelle-bestemte udvaskninger, afhænger forskelligt af eksempelvis afgrøde, efterårsplantedække, år eller lokalitet. Det lader sig imidlertid kun vanskeligt undersøge, da disse faktorer har stor indbyrdes afhængighed pga. de forskellige sædskifter, afgrøde og efterårsdække, knyttet til de enkelte lokaliteter – og dermed også jordtyper, nedbør/afstrømninger og år.

Som nævnt ovenfor beregnes der ved NLES5 generelt i dette datasæt en højere udvaskning, end der er bestemt ved sugeceller, hvilket resulterer i en gennemsnitlig positiv difference mellem NLES5-beregnet og sugecellebestemt udvaskning på 7 kg N/ha. Den generelt højere NLES5-beregnde udvaskning er også visuelt tydelig i Figur 1 og 2, og i Figur 4 nedenfor er søgt illustreret de punkter, som driver denne forskel. Det vurderes, at punkterne, hvor NLES5 beregner højere udvaskning end bestemt ved sugeceller, falder i to 'sværme' eller koncentrationer: Én med relativt høje udvaskninger (blå kasse i Figur 4) og én med relativt lave udvaskninger (rød kasse i Figur 4). For koncentrationen af observationer med høje udvaskninger falder de NLES5-beregne udvaskninger mellem 90 og 145 kg N/ha, mod sugecelle-bestemte udvaskninger mellem 30 og 80 kg N/ha. For koncentrationen af lave udvaskninger er det tilsvarende mellem 30 og 65 kg N/ha, NLES5-beregnet, og mellem 5 og 35 kg N/ha, sugecelle-bestemt.



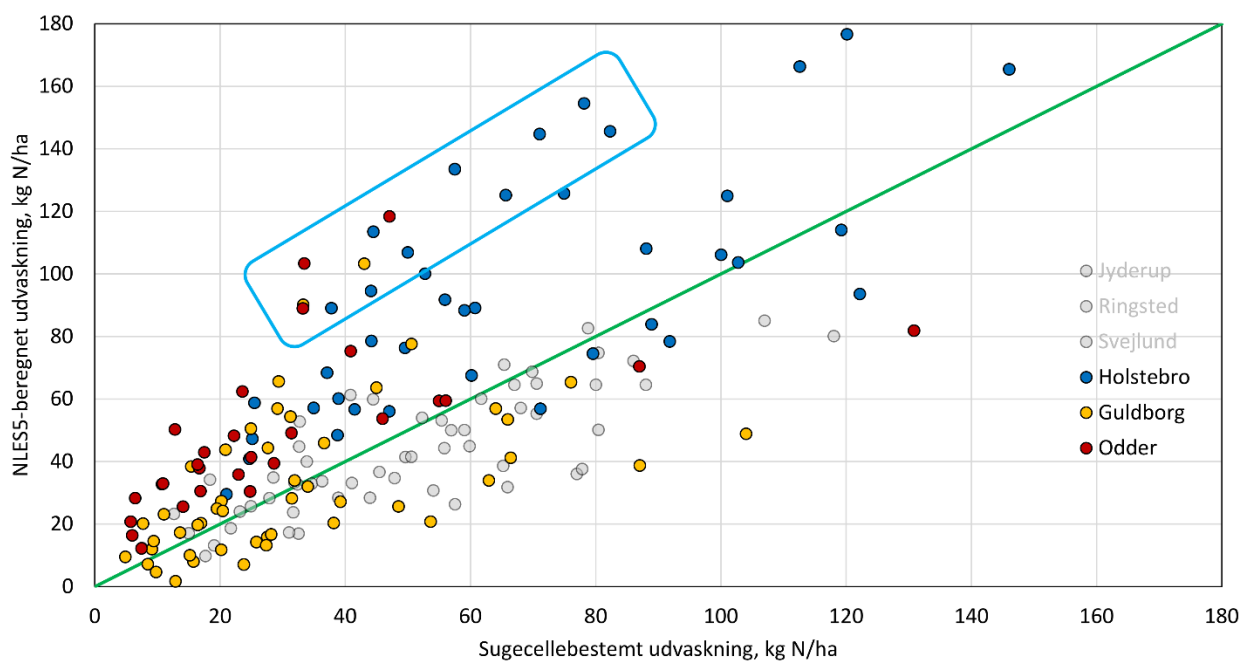
Figur 4. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-beregnet udvaskning for alle samhørende værdier i datasættet, undtaget fire højeste sugecelle-bestemte udvaskninger. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen. Den røde og blå kasse illustrerer de koncentrationer af observationer, hvor afvigelsen mellem de NLES5-beregneede udvaskninger og de sugecellebestemte udvaskninger er relativt størst.

I Figur 5 nedenfor ses, at observationer, hvor hovedafgrøden er vintersæd, langt overvejende viser en højere NLES5-beregnet udvaskning sammenlignet med sugecelle-bestemt. Det ses også, at koncentrationen af observationer ved højt niveau af udvaskning (blå kasse i Figur 4), hvor afvigelsen mellem NLES5-beregnet og sugecelle-bestemt udvaskning er størst, stort set alle udgøres af observationer i hovedafgrøde vintersæd. På denne baggrund, resultaterne i dette datasæt, virker det altså som NLES5-modellen noget nær konsekvent beregner en højere udvaskning, end der bestemmes med sugecellerne. Her kunne det spekuleres, at vintersæd er forkert paramteriseret i NLES5-modellen, men da det netop er her, at datagrundlaget for NLES5-modellen er størst, skal årsagen nok søges et andet sted.



Figur 5. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-beregnet udvaskning for alle samhørende værdier i datasættet, undtaget fire højeste sugecelle-bestemte udvaskninger. Observationer er fordelt på serierne vintersæd som afgrøde og øvrige afgrøder. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen.

Observationer med hovedafgrøde vintersæd er koncentreret på lokaliteterne Holstebro, Odder og Jyderup. I Figur 6 er observationerne NLES5-beregnet og sugecelle-bestemt udvaskning afbilledet pr lokalitet med Holstebro, Guldborg og Odder fremhævet. Det ses, at observationerne af relativt høje udvaskninger, hvor NLES5-beregner markant højere udvaskning end bestemt ved sugeceller (blå kasse), stort set alle stammer fra Holstebro (11 stk), mens Guldborg (2 stk) og Odder (3 stk) også er repræsenteret.





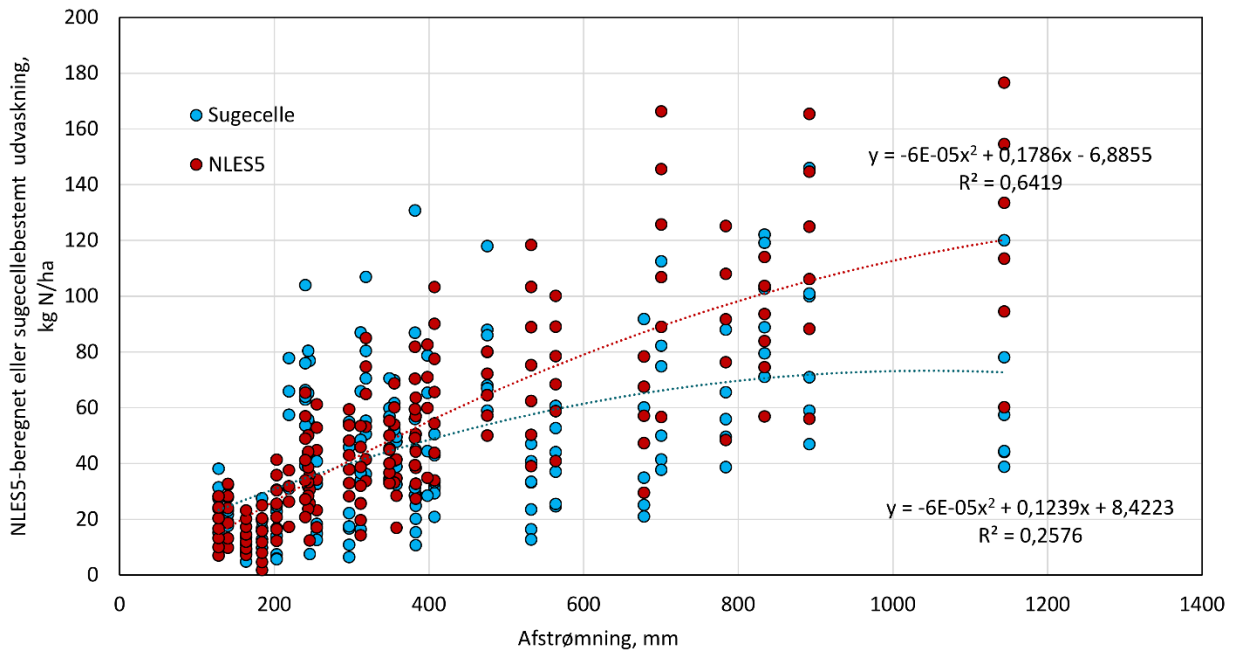
Figur 6. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-beregnet udvaskning for alle samhörørende værdier i datasættet, undtaget fire højeste sugecelle-bestemte udvaskninger. Observationer er fordelt på lokalitet, med observationer fra Holstebro, Guldborg og Odder fremhævet. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen.

Holstebro ligger, sammenlignet med alle øvrige lokaliteter, i det mest nedbørsrige klima, og da det samtidig er grovsandet jord er afstrømningen her størst. I gennemsnit over hele forsøgsperioden er afstrømningen i Holstebro beregnet til mellem 1,7 og 3 gange så stor som de øvrige lokaliteter. Se Tabel 2.

Tabel 2. Beregnede afstrømninger pr. lokalitet

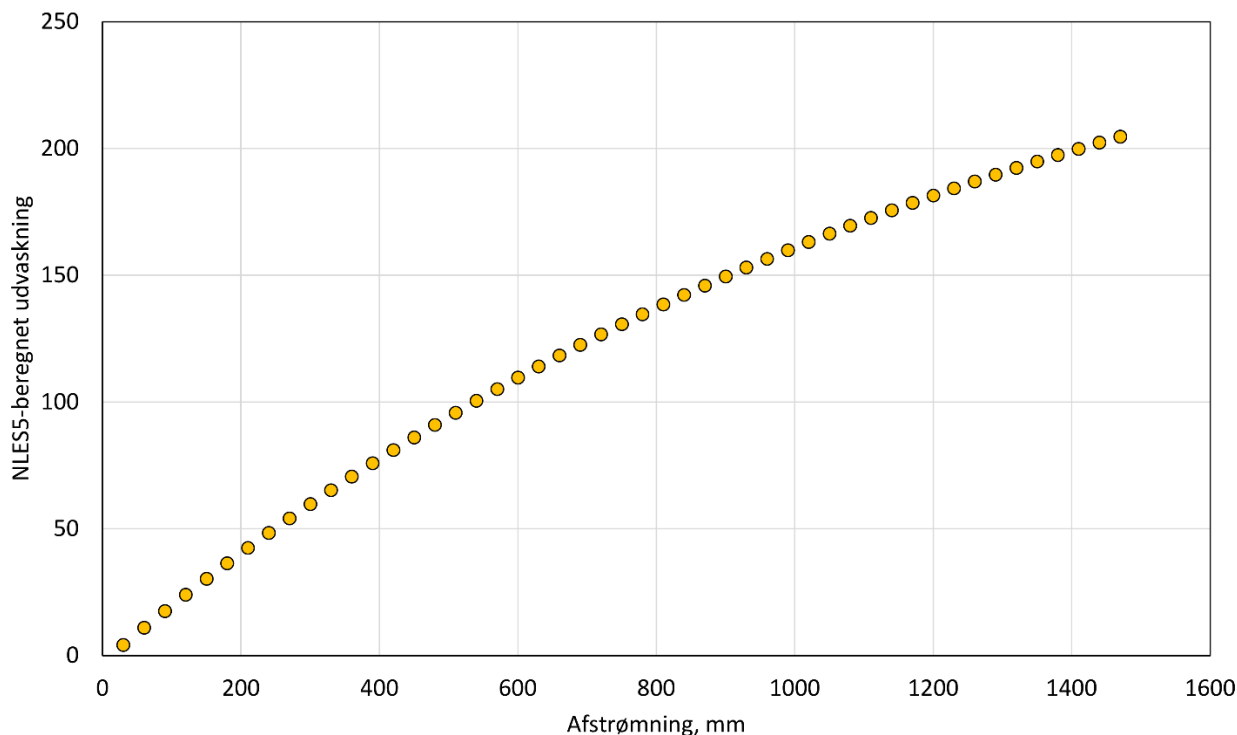
Lokalitet	Afstrømning, mm							Gns.
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Jyderup			355	246	358	219	398	315
Ringsted			348	244	318	140	255	261
Svejlund		475						475
Holstebro	834	564	701	784	1144	678	892	803
Guldborg	383	164	407	184	312	128	240	260
Odder			297		532	203	382	346

I Figur 7 nedenfor ses de NLES5-beregnete og sugecelle-bestemte udvaskninger som funktion af afstrømningen. Det er tydeligt, at overensstemmelsen mellem de to metoder er størst ved lave afstrømninger, mens den øges med stigende afstrømning, hvor kurverne bevæger sig væk fra hinanden ved afstrømninger over 500 mm. Det ses, at den sugecelle-bestemte udvaskning, baseret på den indlagte tendenslinje, når et maksimum, når afstrømningen når 800-1000 mm. Dette skyldes, at jorden så at sige vaskes ren for nitrat, hvorefter yderligere afstrømning ikke fører til en øget mængde udvasket kvælstof. Den NLES5-beregnete udvaskning når derimod ikke et maksimum indenfor de afstrømninger, som ses her i datasættet, men stiger stadig ved højeste afstrømning på 1144 mm.



Figur 7. NLES5-beregnet og sugecelle-bestemt udvaskning for alle samhørende værdier i datasættet, undtaget fire højeste sugecelle-bestemte udvaskninger, som funktion af den beregnede afstrømning. Der er indtegnet polynomiske tendeslinjer for hver af de to metoder.

I Figur 8 nedenfor er vist den NLES5-beregne udvaskning som funktion af afstrømning for et tænkt scenarie med stigende afstrømning for vinterhvede efter vinterhvede gødet med 200 kg N/ha i foråret på JB 6. Det ses, at NLES5 beregner en stigende udvaskning selv ved afstrømninger på 1500 mm – kurven flader først ud ved ca. 5000 mm (ikke vist). Dette vil, som resultaterne her også viser, resultere i, NLES5 overestimerer udvaskningen ved høje afstrømninger. Afstrømninger over 700-800 mm er usædvanlige, men er modelleret til at forekomme i 4 ud af de 7 forsøgsår i Holstebro. Observationerne fra Odder og Guldborg i den blå kasse i Figur 6 stammer alle fra år med de højeste afstrømninger på disse lokaliteter; Guldborg med 407 mm og Odder med 532 mm. Overestimeringen af udvaskningen ved NLES5 vil sandsynligvis primært opstå på sandjord, hvor en mindre rodzonekapacitet kombineret med et ofte mere nedbørsrigt klima, resulterer i en højere afstrømning sammenlignet med lerjorde.

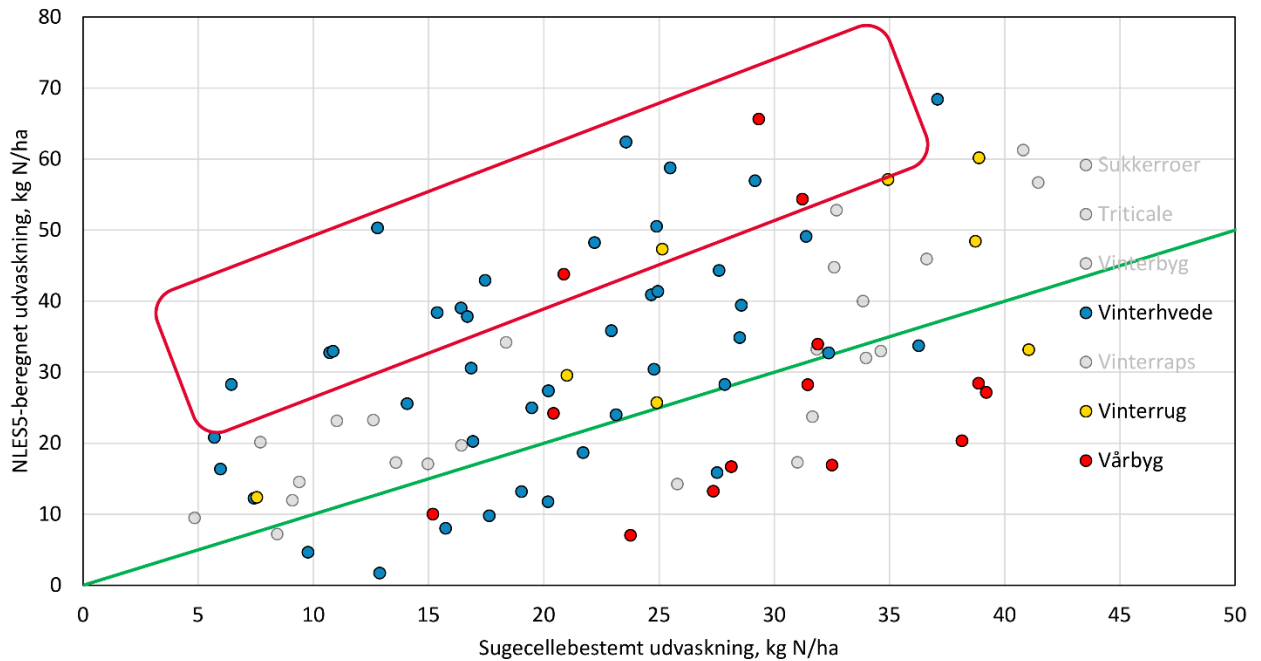


Figur 8. NLES5-beregnet udvaskning for et tænkt scenarie som funktion af stigende afstrømning.

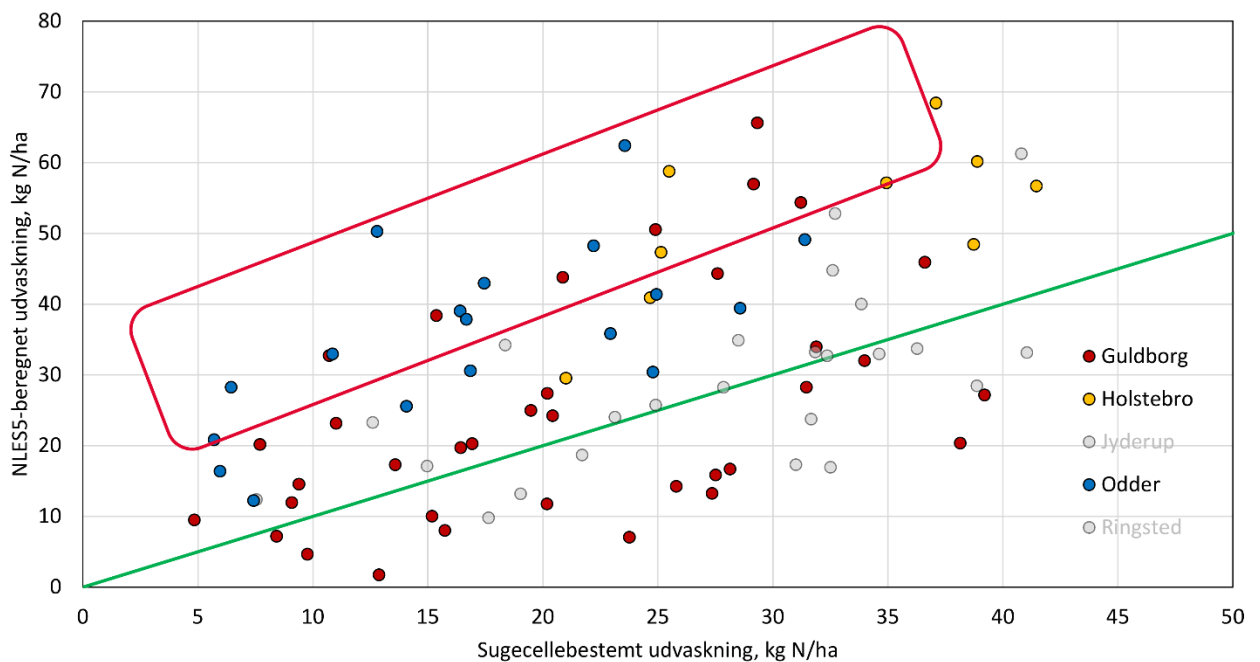
Figurerne 9, 10 og 11 er et 'zoom' ind på de laveste udvaskninger i datasættet og den del af observationerne, hvor afvigelsen mellem de NLES5-beregnete og de sugecelle-bestemte udvaskninger er relativt størst (rød kasse – tilsvarende i Figur 4). I figurerne ses:

- En tydeligt forskydning af observationerne mod en højere NLES5-beregnet udvaskning end den sugecelle-bestemte udvaskning.
- De markerede observationer med størst afvigelse mellem de to metoder repræsenterer overvejende vinterhvede, men også vinterrug og vårbyg
- De markerede observationer er fra lokaliteterne Guldborg, Holstebro og Odder
- De markerede observationer dækker overvejende et efterårsplantedække af vinterkorn, men også spildkorn.

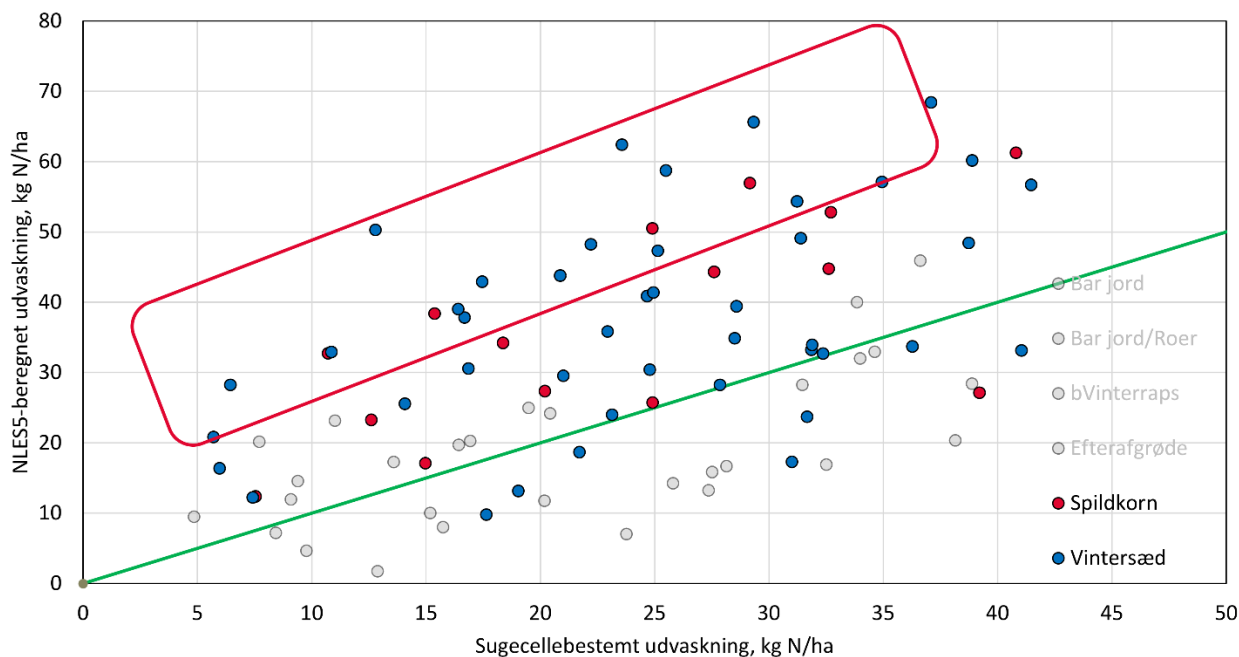
Af Figur 11 er det desuden specielt værd at bemærke, at størstedelen af alle observationerne, ved disse relativt lave sugecelle-bestemte udvaskninger, hvor NLES5 overestimerer, er med vintersæd som efterårsplantedække.



Figur 9. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for observationer, hvor de sugecelle-bestemte udvaskninger er lig eller under 41 kg N/ha og de NLES5-beregneede udvaskninger er lig eller under 70 kg N/ha. Observationer er fordelt på hovedafgrøde, med observationer for 'Vinterhvede', 'Vinterrug' og 'Vårbyg' fremhævet. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen.



Figur 10. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for observationer, hvor de sugecelle-bestemte udvaskninger er lig eller under 41 kg N/ha og de NLES5-beregneede udvaskninger er lig eller under 70 kg N/ha. Observationer er fordelt på lokalitet, med observationer for 'Guldborg', 'Holstebro' og 'Odder' fremhævet. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen.



Figur 11. Beregnet kvælstofudvaskning ved NLES5 plottet mod sugecelle-bestemt udvaskning for observationer, hvor de sugecelle-bestemte udvaskninger er lig eller under 41 kg N/ha og de NLES5-beregnete udvaskninger er lig eller under 70 kg N/ha. Observationer er fordelt på efterårsplantedække, med observationer for 'Spildkorn' og 'Vintersæd' fremhævet. Den grønne linje repræsenterer den teoretisk forventede 1:1 sammenhæng mellem de to metoder til bestemmelse af udvaskningen.

Den generelle overestimering af udvaskning ved NLES5 sammenlignet med den sugecelle-bestemte udvaskning ved disse udvaskningsniveauer må tolkes sådan, at der i det aktuelle datasæt er observeret en lavere sugecelle-bestemt udvaskning end i det samlede datagrundlag for NLES5-modellen ved sammenlignelige forhold, dvs; primært vintersæd og et efterårsplantedække af vintersæd eller spildkorn.

Spørgsmålet er så, hvorfor er dette tilfældet? Som det ses i Figur 10 stammer en stor andel af observationerne, hvor den sugecelle-bestemte udvaskning er mindre end forudsagt af NLES5-modellen, fra blot én lokalitet, Odder. Herfra viser faktisk alle observationer en overestimering ved NLES5, mens eks. observationerne fra Guldborg fordeler sig omkring 1:1 linjen. En mulig forklaring kunne være, at der netop på forsøgsmarken i Odder generelt har været så veltablerede vintersædsmarker i efteråret, at disses udvaskningsreducerende effekt har ligget vel over gennemsnittet. Årsagen til dette kunne eksempelvis være tidlig etablering, meget frugtbar jord og/eller godt management.

SEGES' sugecelleforsøg er alle anlagt i marker, som er i almindelig drift. Det kan ikke udelukkes, at den enkelte landmand vil være tilbøjelig til en form for positiv særbehandling af netop disse marker, pga. det ekstra fokus. Ekstraordinær god etablering og vækst af efterafgrøder og vintersæd kan forventes at have en ekstra reducerende effekt på den sugecelle-bestemte udvaskning, som naturligvis ikke kan medtages i NLES5-modellens beregning.

## Konklusion

NLES5-modellen er udviklet på baggrund af stort datagrundlag indeholdende udvaskningsberegninger baseret på såvel sugecellemetoden i forsøg og praksis, som på målinger af kvælstoftransport i drænvand. En del af de sugecelle-bestemte udvaskninger i datasættet i denne undersøgelse indgår også i datasættet bag NLES5. Det er bl.a. på den baggrund forventeligt, at der her ses en stærk korrelation mellem udvaskninger bestemt ved sugecelle-metoden i SEGES forsøg og NLES5-beregnete udvaskninger;  $R^2$ -værdi  $> 0,45$ .

I det aktuelle datasæt beregner NLES5-modellen en højere udvaskning end bestemt ved sugecellemetoden som gennemsnit af alle observationer. En del af denne overestimering ved NLES5 skyldes indvirkningen af afstrømning på udvaskningen i modellen, der ikke aftager ved høje afstrømninger i nær samme grad, som ses for de sugecelle-bestemte udvaskninger.

For observationer med lave udvaskninger og afstrømninger er den generelt højere NLES5-beregnete udvaskning sammenlignet med sugecellebestemte tydelig. Årsagen må være, at observationerne af sugecellebestemt udvaskning i SEGES' datasæt er lavere end i datagrundlaget for NLES5 for tilsvarende forhold. Da det aktuelle datasæt er relativt lille, er det ikke usandsynligt, at forskellen skal findes i specielle forhold på enkelt-lokaliteter eller år.

Datasættet illustrerer desuden, at de observerede 'ekstreme' høje udvaskningshændelser bestemt ved sugecelle-metoden naturligvis ikke kan afspejles i modeller, som bygger på gennemsnit i et stort datagrundlag.

## Referencer

- [1] Børgesen, C.D., Sørensen, P., Blicher-Mathiesen, G., Kristensen, K.M., Pullens, J.W.M., Zhao, J., Olesen, J.E. 2019. NLES5 – an empirical model for predicting nitrate leaching from the root zone of agricultural land in Denmark. DCA report no. 163. Aarhus University.
- [2] Kristensen, K.M., Waage-Petersen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant R., Blicher-Mathiesen, G. 2008. Reestimation and further development in the model N-LES. NLES3 to NLES4. DJF Plant Science report no. 139. Aarhus University.