
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport

Nr 2021-9

Slamspridning på åkermark – multhaltens betydelse

Gunnar Börjesson

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 16714 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 16751 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL	Slamspridning på åkermark – mullhaltens betydelse
TITLE OF THE REPORT	Sewage sludge on agricultural soils – significance of soil organic matter
FÖRFATTARE	Gunnar Börjesson, Sveriges lantbruksuniversitet
RAPPORTNUMMER	2021-9
ANTAL SIDOR	18
SAMMANDRAG	Tillförsel av rötslam till åkermark ger betydande kolinlagring i marken och bidrar därmed till minskade växthusgaser i atmosfären. Rapporten redovisar beräkningar av den betydelse som slamspridning kan ha under olika klimatbetingelser. Den visar också hur mycket kol som har lagrats in i de försök som har bedrivits i Skåne sedan 1981.
SUMMARY	This report presents calculations of the significance of sludge spreading on arable land under different climatological conditions. It also shows how much coal has been stored in the experiments that have been conducted in Southern Sweden since 1981.
SÖKORD	Kommunalt slam, Skåne, jordbruk, humus, klimat
KEYWORDS	Sludge, South Sweden, agriculture, soil organic matter, climate
MÅLGRUPPER	Myndigheter, kommuner, lantbrukare, forskare, allmänhet
RAPPORT	Finns att hämta hem som pdf från Vattenbokhandeln. https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/
UTGIVNINGÅR	2021
UTGIVARE	© Svenskt Vatten AB
REFERENS	Börjesson G. (2021). Slamspridning på åkermark – mullhaltens betydelse. SVU-rapport 2021-9. Stockholm, Svenskt Vatten.

Om projektet

PROJEKTNUMMER	19-111
PROJEKTETS NAMN	Slamspridning på åkermark – mullhaltens betydelse
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling

Förord

Slamgödslingens positiva och negativa aspekter diskuteras sedan länge. Att tillföra mull och näringsämnen i ett kretslopp mellan stad och land är positivt ur flera synpunkter. Ökad mullhalt ger en buffrande förmåga av stor betydelse för växternas näringsutbyte och vattenförsörjning, men ger också förbättrad markstruktur som främjar rotutvecklingen.

Rapporten bidrar till kunskapsläget i dag och vänder sig till dem inom myndigheter, kommunala verksamheter och lantbruksorganisationer som arbetar med beslutsfattande och att sprida kunskap om kretsloppet av organiska material.

Rapporten har författats av Gunnar Börjesson, Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), efter ett initiativ från arbetsgruppen i projektet ”Slamspridning på åkermark” och med delfinansiering från Svenskt Vatten Utveckling. Värdefulla bidrag har lämnats av Martin Bolinder och Thomas Kätterer, Institutionen för ekologi, SLU, angående beräkning av klimatmodeller och kolinlagring.

Projektet ”Slamspridning på åkermark” har pågått sedan 1981 och genomförs på försöksytorna utanför Malmö respektive Lund. Syftet med projektet är att undersöka effekterna på jord och gröda vid spridning av slam på åkermark. I projektets arbetsgrupp ingår Christopher Gruvberger (ordförande), Agneta Thor Leander och Hans Bertil Wittgren från VA SYD, Lin Linde från Svedala kommun, Anders Persson och Ann Thorén från Sysav, Ulrika Dyrland Martinsson från Hushållningssällskapet Skåne och Anders Finnson från Svenskt Vatten.

Gunnar Börjesson

Innehåll

Förord.....	2
Sammanfattning.....	4
Summary	5
1 Introduktion.....	6
2 Material och metoder	7
2.1 Försöksplatser.....	7
2.2 Modeller.....	7
2.3 Jordprovtagning.....	8
3 Resultat	9
3.1 Klimatdata och skördar	9
3.2 Skördevariation.....	12
3.3 Markanalys	13
4 Diskussion.....	14
5 Slutsatser	16
Referenser.....	17
Bilaga A Regressionsanalys av hur olika modeller för klimat förklarar normaliserade skördar av de vanligast förekommande grödorna i försöken.....	18

Sammanfattning

Tillförsel av rötslam till åkermark ger betydande kolinlagring i marken och bidrar därmed till minskade växthusgaser i atmosfären. Rapporten redovisar beräkningar av den betydelse som slamspridning kan ha under olika klimatbetingelser. Den visar också hur mycket kol som har lagrats in i de försök som har bedrivits i Skåne sedan 1981.

Att gödsla med rötslam och tillföra mull och näringsämnen i ett kretslopp mellan stad och land är positivt ur flera aspekter. Ökad mullhalt ger en buffrande förmåga av stor betydelse för växternas näringsutbyte och vattenförsörjning, och ger också förbättrad markstruktur som främjar rotutvecklingen. Klimatförändringar kan i framtiden innebära bland annat längre torrperioder med betydande skördeminskningar som följd. Det är därför viktigt att upprätthålla buffrande system för att bibehålla produktionsnivåerna. Den kanske viktigaste buffrande faktorn är markens mullämnen, och ett enkelt sätt att främja dessa är att tillföra rötslam till åkermarken.

Rapporten bidrar till dagens kunskapsläge när det gäller mullhaltens betydelse. Den är författad av Gunnar Börjesson på Sveriges lantbruksuniversitet efter ett initiativ från projektet ”Slamspridning på åkermark” som har pågått sedan 1981 och genomförs på två försöksytor utanför Malmö respektive Lund: Petersborg med lättlera (14 procent ler) och Igelösa med mellanlera (26 procent ler). Syftet med försöken i Skåne är att undersöka effekterna på jord och gröda vid spridning av slam på åkermark.

Syftet med den här studien var att testa tre hypoteser. Den första hypotesen var att slammets positiva mullbildande effekt är speciellt viktig under torra växtsäsonger. Långa tidsserier med skördedata från de två fältförsöken i sydvästra Skåne analyserades tillsammans med meteorologiska data om nederbörd och temperatur. De klimatmodeller som användes gav inga entydiga resultat när det gäller att förklara om ökad mullhalt genom slamtillförsel kan gynna växter under torrperioder. Däremot fanns det tendenser till högre skörd vid högre vattentillgång i de slambehandlade leden när det gäller vårsådda grödor i Igelösa.

En annan hypotes var att skördarna blir jämnare med slamspridning. Det visade sig att rötslam inte ger jämnare skördar utan att variationen i skördarna ökar, både mellan åren och inom fälten. Variationen upphävs genom gödsla med mineralgödsel NPK.

En tredje och betydligt mer intressant hypotes var att det sker en betydande kolinlagring i marken tack vare slamtillförseln, vilket bidrar till att mängden växthusgaser i atmosfären minskar. Jordanalyser på kol gjordes på prover från Igelösa och Petersborg. Dessa visade att tillförsel av rötslam gav en betydande kolinlagring. Ner till 40 cm djup hade i genomsnitt 35 procent av slammets lagrats in som kol i marken på Igelösa, medan motsvarande siffra var 18 procent för Petersborg. Den lägre kolinlagringen på Petersborg kan förklaras av den lägre lerhalten i jorden (14 procent jämfört med Igelösas 26 procent).

Summary

In the future, climate change may include extreme weather, e.g. longer dry periods with significant reductions in harvest as a result. Therefore, it is important to maintain buffering systems to maintain production levels. Perhaps the most important buffering factor is the soil's organic matter, and an easy way to promote this is the supply of root sludge to the arable land.

The purpose of the proposed project was to test the hypothesis that the positive organic matter-forming effect of the sludge is particularly important during dry growing seasons. The hypothesis was tested by analysing the long time series with harvest data from the two field trials with sludge dispersal on arable land in southwestern Skåne that have been going on since 1981, together with meteorological data on precipitation, where the evapotranspiration (the sum of evaporation and plant transpiration) was calculated from data obtained through estimates for the region.

Another issue of interest in this context was how much carbon can be stored thanks to sludge supply. Soil analyses on carbon has therefore been made on samples from Igelösa. These show a significant net increase in the soil's carbon stock, 151 kg C per ha and year in the topsoil comparing the double sludge supply with zero sludge, but a further 71 (222 kg C per ha and year) if NPK is also added.

1 Introduktion

Klimatförändringar kan i framtiden innebära bl.a. extremväder, t.ex. längre torrperioder med betydande skördeminskningar som följd. Det är därför viktigt att upprätthålla buffrande system för att bibehålla produktionsnivåerna. Att en högre mullhalt skulle kunna gynna växter under torrperioder har framförts som troligt, men enligt Manns och Mann (2018), som gått igenom ett stort antal referenser, är detta inte väl undersökt.

De försök med slamspridning på åkermark som startades i Skåne 1981 erbjuder rika möjligheter att besvara olika frågeställningar. Detta innebär bl.a. att effekterna av tillförsel av näringsämnen, metaller, och andra ämnen kan analyseras och kvantifieras.

I detta arbete valdes att testa hypotesen att slammets positiva mullbildande effekt är speciellt viktig under torra växtsäsonger. Hypotesen testades genom att de långa tidsserier med skördedata som finns från de två fältförsöken med slamspridning på åkermark i sydvästra Skåne analyserades tillsammans med meteorologiska data på nederbörd och temperatur, där evapotranspirationen (summan av avdunstning och växternas transpiration) beräknades utifrån tillgängliga datamodeller.

En annan hypotes är att skördarna blir jämnare, både inom fältet och mellan år.

En tredje hypotes är att en betydande kolinlagring sker, vilket innebär att mängden växthusgaser i atmosfären minskar.

2 Material och metoder

2.1 Försöksplatser

Försöksserien L3-0014 startade 1981 på två försöksplatser, Igelösa (55°45'N, 13°18'E), mellanlera (26% ler, 44% sand 0,06-2 mm), och Petersborg (55°32'N, 13°00'E), lättlera (14% ler, 56% sand). Syftet med dessa fältförsök var att studera effekten av tillförsel av kommunalt avloppsslam på åkermark, med förhoppningen att växtnäringssinnehållet i slammet därmed skulle kunna recirkuleras (Andersson 2015).

1	A 0	7	B 0	13	C 0	19	B 0	25	C 0	31	A 0
2	A 1	8	B 1	14	C 1	20	B 1	26	C 1	32	A 1
3	A 2	9	B 2	15	C 2	21	B 2	27	C 2	33	A 2
4	A 1	10	B 1	16	C 1	22	B 1	28	C 1	34	A 1
5	A 0	11	B 0	17	C 0	23	B 0	29	C 0	35	A 0
6	A 2	12	B 2	18	C 2	24	B 2	30	C 2	36	A 2

Figur 2.1

Försöken består av fyra block, dvs. fyra upprepningar av varje behandling. Varje ruta är 6 × 20 m. Röttslam sprids vart fjärde år, motsvarande 1 och 3 ton torrsubbstans per hektar och år (led B resp. C). Det finns också ett kontroll (A) utan slam-tillförsel. Dessa tre variabler kombineras med tre nivåer av NPK: ingen (0), halv giva (1) och hel giva (2). Summan blir således 36 rutor i varje försök.

2.2 Modeller

2.2.1 Klimatdata

Två modeller har använts för att skatta betydelsen av torka. Den enklaste bygger på att summera nederbörden för växtsäsongen. Denna metod har använts av meteorologen Sverker Hellström (2018) på SMHI. Hellström beskriver metoden själv på följande sätt: ”Det är en metod som jag egentligen inte tycker om. Men om inte jag gör det så kommer snart någon annan att göra det, och då är det lika bra att göra det själv.” Vi har använt denna modell med data från SMHI (2019). Avståndet till SMHI:s klimatstationer i Lund och Malmö är 7,8 km från Igelösa till Lund, resp. 4,4 km från Petersborg till Malmö. I de gjorda beräkningarna har dygnsvärden för nederbörden summerats för perioden 1 maj-15 juli för resp. klimatstation.

En mera avancerad metod är att beräkna aridity index, som det beskrivits i World Atlas of Desertification (UNEP 1992). Aridity index, AI, är kvoten mellan nederbörden, P (precipitation) och PET (potentiell evapotranspiration), dvs. avdunstningen, under en given tidsperiod. Avdunstningen beskrivs som potentiell eftersom den grundar sig på beräkning av flera faktorer som är mer eller mindre säkra: temperatur, luftfuktighet, vindhastighet samt totalstrålning eller molnighet. Likaså ingår latitud och altitud (m över havet) i vissa delar av ekvationerna, som alltså är platsspecifika. Dessa variabler har sammanförts i en modell för att beräkna ETo = evapotranspiration från referensgröda (Allen et al. 1998). Referensgrödan är vanligtvis en bevattnad gräsmatta. Denna metod har använts i Sverige för beräkning av växtnäringssläckage inom SMED (Svenska MiljöEmissionsData), t.ex. av Johnsson et al. (2016). PET (ETo) för olika regioner i Sverige har beräknats av Kristian Persson, SLU, och bygger på lokala värden från SMHI. Variabler som ingår är temperatur, nederbörd, vindhastighet och molnighet (Persson 2017). Från den databas som Kristian Persson tagit fram har vi använt data för region 1R01a, vilket i princip är Skånes slättområde; dvs. kustområdet mellan Båstad och Simrishamn och ca 4 mil inåt landet. Detta område innefattar både Igelösa och Petersborg, och data från 1R01a användes för att göra en s.k. Penman-modell, där de erhållna PET-värdena summerades för respektive växtsäsong.

2.2.2 Jämförelse skördedata och nederbörd

Skördedata från de två platserna (Andersson 1996-2015, Dyrlund Martinsson 2021) har sorterats upp på de vanliga grödorna. Om man tar bort data för de år som nederbördsdata saknas innebär detta för Igelösa höstvetete 10 år, vårvete 4 år, vårkorn 4 år, höstraps 5 år, och sockerbetor 6 år. För Petersborg blir det höstvetete 9 år, vårkorn 8 år, höstraps 6 år och sockerbetor 9 år. Övriga grödor som har förekommit har odlats två gånger eller mindre och har därför inte ingått i analysen. Ledvisa data har använts genomgående, eftersom rutvisa data inte har varit tillgängliga för de första åren.

För att eliminera effekten av mineralgödsling har skördedata normaliserats i två steg: För varje gröda har medelvärdet för alla skördar med samma NPK-giva satts till 100, och skördarna för respektive år och behandling har transformerats i relation till detta medelvärde. Därefter har varje nivå för slamgivorna lagts samman, dvs. A=inget slam, B=4 ton ts slam vart fjärde år och C=12 ton ts slam vart fjärde år.

Regressionsanalys har sedan utförts med dessa normaliserade skördedata som funktion av summerade data från de två klimatmodellerna, som beskrivits ovan, dvs. nederbörd 1 maj-15 juli och hela växtsäsongen, vilket inkluderar vinterdata för höstsådda grödor.

En jämn skördenivå med liten variation inom ett fält kan vara önskvärt. För de senaste årens skördar (1990-2018) har variationen CV (coefficient of variance) inom varje försöksled beräknats, dvs. standardavvikelsen dividerad med medelvärdet för de respektive behandlingarnas 4 upprepningar. Ett annat mått på variationen erhålls om man tar skördarna i de olika behandlingarna och delar med medelskörden för ett bestämt år, och därefter tar medelvärdena för varje behandling. Denna beräkning ger ett mått på hur stor variationen är mellan åren.

2.3 Jordprovtagning

Målsättningen var att ta prover av jordprofiler i intervaller ner till 60 cm djup, i de extrema behandlingarna A0, A2, C0 och C2. På grund av tidsbrist begränsades jordproverna till 8 rutor, dvs. 2 replikat i stället för 4, samtidigt som några av proverna togs ner till 40 cm i stället för 60. Cylinderar med volymen 407,15 cm³ togs även i matjorden (5-15 cm), tre st i varje ruta, för bestämning av torr skrymdensitet, med syfte att bestämma matjordens volymvikt. Även cylinderproverna begränsades till samma åtta rutor, liksom prover för bestämning av WHC (water-holding capacity). Massan av grus (2-20 mm) och sten (>20 mm) bestämdes i varje cylinder för att kunna bestämma volymvikten av finjorden (<2 mm) som behövs för att kunna beräkna kolförråden:

$$\text{Kolförråd} = C\% * \text{volymvikten} * \text{djup} * (1 - \text{volymandel grus och sten})$$

För att beräkna volymandelen grus utifrån den uppmätta vikten antog vi en volymvikt på 2,6 g/cm³. Eftersom volymvikten skiljer sig mellan försöksleden, så skiljer sig också massan jord till ett visst djup. Därför har kolförråden i försöksleden beräknats så att massan jord är ekvivalent, vilket innebär att djupintervallet för motsvarande massa jord skiljer sig mellan försöksleden proportionellt mot volymvikten. Enligt tidigare mätningar på Igelösa föreligger 2,4% av kolet som karbonatkol. Eftersom vi här är intresserade av det organiska kolet har analysvärden för totalkol multiplicerats med 0,976 för att beräkna det organiska kolet i mulden.

3 Resultat

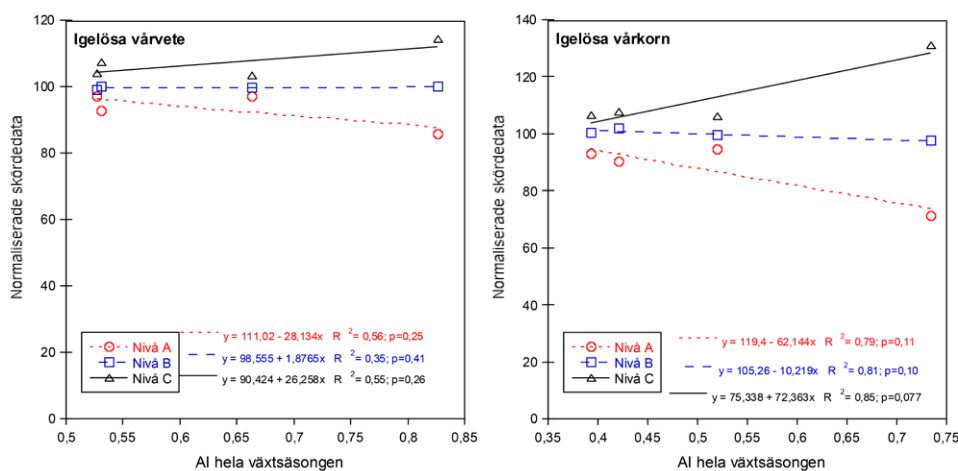
3.1 Klimatdata och skördar

Åren 1992 och 2018 har beskrivits som torrår av Hellström (2018). Däremot kan man inte koppla 1992 till skördebortfall i slamförsöken, då sockerbetorna på Igelösa gick ovanligt bra, med upp till 92 ton rena betor per ha i led C2, också i Petersborg blev det upp till 3,5 ton vårkorn per ha både i led A2 och C2 (Andersson 1996). År 2018 gick höstrapsen bra i Igelösa i de NPK-gödslade leden, däremot inte i slamleden. Detta år visade höstvetet i Petersborg samma tendenser, men skörden var relativt måttlig med 6,9 ton per ha som bäst i C2-ledet; 4,5 ton för högsta slamgivan utan NPK (Co) och 5,6 ton för full NPK utan slam (A2) (Dyrlund Martinsson 2021).

Värden som erhållits för AI (aridity-index) framgår av Tabell 3.1 och 3.2. Här framgår det att enstaka värden ligger under 0,5, vilket anses som gräns mellan semi-arida och torra sub-humida områden. De flesta ligger annars över 0,65, vilket är den nedre gränsen för humida förhållanden (UNEP 1992). Nederbördsdata saknas för några vintermånader i Malmö, vilket framgår i Tabell 3.2.

Perioden 1 maj – 15 juli, som har använts av Hellström (2018), kan rimligtvis anses som viktigare för grödans tillväxt och matningen av kärnor och frön jämfört med andra perioder. För de höstsådda grödorna i Igelösa var denna indelning mera utslagsgivande än att ta med hela växtsäsongen, dvs. att inkludera AI-data under vintern för de höstsådda grödorna gav inga tydliga resultat.

Det är värt att notera att slammets bidrag till högre skörd i de flesta fall, även sedan man utjämnat för effekten av NPK-gödslingen (Tabell 3.1 och 3.2). Försök att plotta skördedata (antingen normaliserade eller som faktiska värden), som funktion av nederbördsdata, Penman-värden eller aridity-index, ger inga entydiga resultat (Bilaga 1). För Igelösa finns tendens för att de begränsade förekomsterna av vårsådda korn- och vetegrödor svarat positivt på AI, dvs. skördarna har ökat markant med ökade slamgivor när vattentillgången har varit god (Figur 3.1), medan sockerbetorna svarat negativt på ett högre AI. I övrigt finns inte många resultat som visar signifikans (95% konfidens). I allmänhet verkar förklaringsgraden (sannolikheten för konfidens) öka något när AI har beräknats för hela växtsäsongen jämfört med AI endast för försommarperioden 1 maj- 15 juli. Det är också tydligt att modellerna inte kan ge någon förklaringsgrad för de höstsådda grödorna.



Figur 3.1

Exempel på normaliserade skördar i två av grödorna i Igelösa som funktion av AI (aridity index) under växtsäsongen.

År	Gröda	1 maj-15 juli			Hela växtsäsongen			Skördarnas slameffekt		
		nederbörd, mm	Penman	AI	nederbörd, mm	Penman	AI	A	B	C
1982	Höstvete	109	218,5	0,499	618	415,0	1,489	88,0	92,5	101,5
1983	Socketbetor	147	216,5	0,679	314	438,3	0,716	63,2	66,3	71,0
1984	Vårvete	165	224,4	0,735	258	388,1	0,665	97,0	99,8	103,2
1985	Havre	90	237,7	0,379	244	349,2	0,699			
1986	Höstvete	94	235,6	0,399	607	416,4	1,458	79,5	82,2	91,1
1987	Socketbetor	139	178,0	0,781	359	294,7	1,218			
1988	Vårvete	114	257,5	0,443	208	391,9	0,531	92,7	100,0	107,3
1989	Vårkorn	89	272,1	0,327	146	345,2	0,423	69,4	78,8	84,0
1990	Höstraps	152	231,3	0,657	530	368,7	1,437	70,4	79,3	86,5
1991	Höstvete	200	200,2	0,999	681	410,5	1,659	83,0	83,7	92,2
1992	Socketbetor	56	328,7	0,170	254	552,2	0,460	113,2	121,9	134,8
1993	Vårvete	97	261,8	0,370	240	455,0	0,527	97,0	99,1	103,9
1994	Konservärter	93	256,7	0,362	88	257,0	0,342			
1995	Höstraps	127	236,1	0,538	782	407,9	1,917	110,5	112,5	112,8
1996	Höstvete	182	181,9	1,001	468	461,6	1,014	113,6	115,8	123,4
1997	Socketbetor	109	233,8	0,466	213	482,7	0,441	68,0	72,1	79,7
1998	Vårvete	128	204,8	0,625	303	366,3	0,827	85,7	100,1	114,2
1999	Vårkorn	145	225,1	0,644	188	350,2	0,734	55,7	75,8	100,5
2000	Konservärter	167	242,7	0,688	188	274,7	0,684			
2001	Höstraps	127	234,6	0,541	602	319,9	1,882	100,0	111,1	118,5
2002	Höstvete	172	241,6	0,712	652	442,2	1,474	95,6	104,7	110,9
2003	Rödsvingelfrö	158	231,7	0,682	203	350,9	0,578 ¹⁾			
2004	Rödsvingelfrö	185	206,7	0,895	240	367,6	0,653 ¹⁾			
2005	Höstvete	94	247,8	0,379	582	488,4	1,192	96,1	98,9	99,0
2006	Socketbetor	116	263,8	0,440	408	437,7	0,932	93,8	99,1	93,0
2007	Höstvete	299	217,6	1,374	925	453,0	2,042	79,1	85,1	92,2
2008	Höstvete	89	296,4	0,300	465	509,7	0,912	88,4	89,5	95,4
2009	Vårkorn	138	264,6	0,522	219	421,2	0,520	105,3	111,1	118,9
2010	Höstraps	108	227,2	0,475	495	385,9	1,283	128,9	147,7	171,0
2011	Höstvete	227	251,8	0,901	839	464,8	1,805	98,3	103,5	123,5
2012	Socketbetor	96	237,8	0,404	352	513,3	0,686	100,3	107,3	115,0
2013	Vårkorn	118	249,5	0,473	147	371,8	0,395	120,1	130,2	138,1
2014	Höstraps	164	255,4	0,642	ingen skörd					
2015	Höstvete	122	224,9	0,542	740	511,4	1,447	114,9	128,8	149,9
2016	Socketbetor	184	273,3	0,673	419	567,4	0,738	128,2	126,7	146,7
2017	Vårkorn	158			269			94,5	103,9	113,5
2018	Höstraps	21			571			35,8	46,0	69,0
2019	Höstvete	121			531					

1) Sådd 2002

Tabell 3.1

Igelösa. Nederbörd i Lund, Penman-värden, aridity index (AI) och effekter av slam på skörd.

År	Gröda	1 maj-15 juli			Hela växtsäsongen			Skördarnas slameffekt		
		nederbörd, mm	Penman	AI	nederbörd, mm	Penman	AI	A	B	C
1982	Höstvete	152	218,5	0,696	565	402,2	1,405	96,3	105,3	111,9
1983	Socketbetor	141	216,5	0,651	234	357,0	0,656	79,0	80,1	78,4
1984	Vårkorn	139	224,4	0,619	202	395,3	0,511	112,4	116,0	118,5
1985	Höstraps	76	237,7	0,320	594	354,5	1,676	76,2	80,2	88,4
1986	Höstvete	92	235,6	0,391	583	412,4	1,414	111,5	118,3	131,0
1987	Socketbetor	147	178,0	0,826	352	314,2	1,120	85,7	87,6	85,4
1988	Vårkorn	109	257,5	0,423	185	350,7	0,528	102,8	107,5	108,4
1989	Höstraps	69	272,1	0,254	368	388,0	0,949	85,7	89,8	93,3
1990	Höstvete	102	231,3	0,441	305	452,1	0,675 ¹⁾	118,9	138,5	152,1
1991	Socketbetor	183	200,2	0,914	345	415,6	0,830	85,7	87,6	85,4
1992	Vårkorn	57	328,7	0,173	110	394,1	0,279	74,0	69,0	78,1
1993	Höstraps	111	261,8	0,424	337	422,8	0,797	97,3	116,9	111,9
1994	Höstvete	79	256,7	0,308	376	526,3	0,714 ²⁾	75,8	78,2	85,0
1995	Socketbetor	128	236,1	0,542	278	501,0	0,555	119,1	134,2	125,2
1996	Vårkorn	211	181,9	1,160	247	381,3	0,648	125,1	126,7	132,6
1997	Höstvete	135	233,8	0,577	424	438,8	0,966	69,7	73,1	75,0
1998	Socketbetor	123	204,8	0,601	315	403,2	0,781	97,6	110,3	119,7
1999	Vårkorn	139	225,1	0,618	296	384,8	0,769	96,1	102,6	110,0
2000	Vårkorn	96	242,7	0,396	163	392,0	0,416	81,2	84,1	88,9
2001	Höstraps	74	234,6	0,315	452	305,1	1,481	103,5	108,8	109,6
2002	Höstvete	130	241,6	0,538	534	473,7	1,127	skörde- data saknas		
2003	Socketbetor	155	231,7	0,669	353	515,7	0,684	94,3	103,7	117,3
2004	Vårkorn	180	206,7	0,871	308	383,3	0,804	83,6	93,7	103,2
2005	Höstvete	99	247,8	0,399	510	469,0	1,087	65,3	70,8	79,8
2006	Höstvete	87	263,8	0,330	546	439,1	1,243	77,5	83,5	101,9
2007	Socketbetor	303	217,6	1,393	584	471,7	1,238	112,4	113,9	120,9
2008	Vårkorn	89	296,4	0,300	100	406,7	0,246	78,8	77,0	89,9
2009	Höstraps	131	264,6	0,495	464	441,3	1,051	97,2	137,9	109,5
2010	Höstvete	95	227,2	0,418	596	451,2	1,321	77,4	79,7	100,6
2011	Socketbetor	219	251,8	0,870	482	461,6	1,044	95,6	95,4	102,8
2012	Vårkorn	97	237,8	0,408	168	380,6	0,441	102,6	112,0	125,1
2013	Höstraps	132	249,5	0,529	472	427,4	1,104 ³⁾	90,4	87,9	78,2 ⁴⁾
2014	Höstvete	163	255,4	0,638	519	441,9	1,175	128,7	145,7	188,5
2015	Socketbetor	104	224,9	0,462	290	466,7	0,621	76,9	79,4	84,5
2016	Vårkorn	168	273,3	0,615	Ingen skörd					
2017	Höstraps	152			535			92,5	97,6	103,9
2018	Höstvete	21			388			76,4	81,2	102,5
2019	Socketbetor	105			370			76,9	79,4	84,5

1) Inga data före april 1990

2) Data för vintern saknas

3) Data nov. 2012 saknas

4) Ingen skörd i o-leden

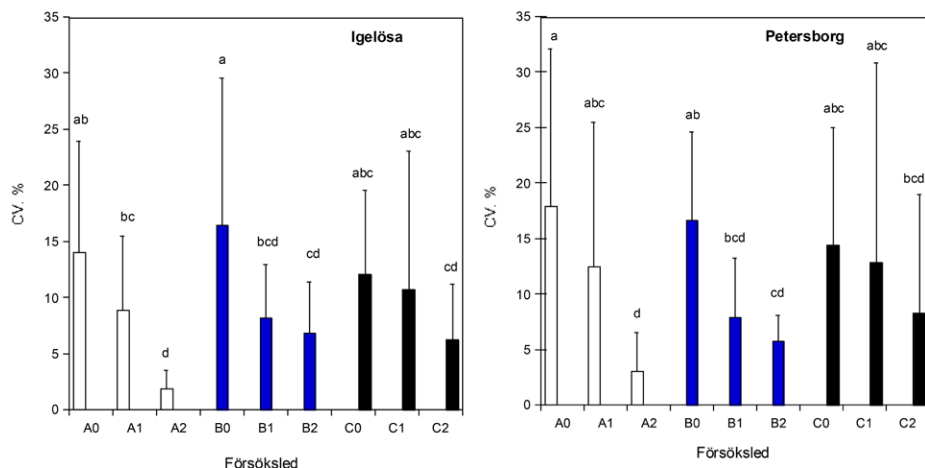
Tabell 3.2

Petersborg. Nederbörd i Malmö, Penman-värden, aridity index (AI) och effekter av slam på skörd.

3.2 Skördevariation

3.2.1 Variation i skördar inom behandlingar

Den genomsnittliga variationen mellan försöksleden framgår av figur 3.2. Den minskar markant med högre NPK-givor, medan slattet visar en tendens att öka variationen vid den högsta NPK-givan. Intressant är att mönstren på de två försöksplatserna är snarlika.



Figur 3.2

Medelvärden för CV (coefficient of variation, %) för 27 av skördeåren från 1990 till 2018 inom varje behandling (n=4) på de två försöksplatserna, med standardavvikelse. Bokstäver som inte delas anger signifikant skillnad (Tukey-Kramer HSD, $\alpha=0,05$).

3.2.2 Variation i skördar mellan år

Variationskoefficienten CV för skördarna 1982-2018 framgår av tabell 3.3. Detta ger ett mått på variationen mellan år för de olika behandlingarna i försöken. Slamtillförseln med den högsta givan har möjligen haft betydelse för att minska variationen i skördeutbyte i Igelösa, men inte i Petersborg. Däremot har NPK-givorna gett respons i Petersborg i form av minskad variation.

Igelösa				Petersborg		
Behandlingsled	värde	Medel-stdav	CV (%)	Värde	Medelstdav	CV (%)
A0	0,644	0,178	27,7	0,576	0,131	22,7
A1	0,974	0,126	12,9	1,044	0,078	7,5
A2	1,171	0,177	15,1	1,213	0,108	8,9
B0	0,713	0,180	25,3	0,666	0,156	23,5
B1	1,055	0,115	10,9	1,081	0,078	7,2
B2	1,236	0,176	14,3	1,246	0,113	9,1
C0	0,840	0,148	17,6	0,762	0,157	20,6
C1	1,122	0,107	9,5	1,111	0,117	10,5
C2	1,271	0,188	14,8	1,301	0,119	9,2

Tabell 3.3

Medelvärden för de nio behandlingarna delat med medelvärdena för samtliga skördar 1982-2018 på de två försöksplatserna, med standardavvikelse och variationskoefficient (CV).

3.3 Markanalys

Resultat av jordprovtagningen som gjordes den 19 oktober 2020 i Igelösa framgår av tabellerna 3.4 och 3.5. Skrymdensiteten var signifikant lägre i C2-ledet än i A0 ($p=0,0002$ i ANOVA). Analysen av WHC, gav tendens till ökande vattenhållande förmåga i slamleden, men skillnaderna var inte signifikanta pga. alltför stor variation mellan alltför få prover. En betydande förekomst av grus och sten har förmodligen också påverkat resultaten.

Slamtillförseln hade en stor och signifikant inverkan på innehållet av kol och kväve i markprofilerna ($p=0,0286$ resp. $0,0275$ i ANOVA för 0-20 cm). I synnerhet i C2-ledet märktes en stor skillnad ner till 40 cm djup, men även C0 hade signifikant högre mullhalt i matjorden jämfört med A0 och A2 i matjorden. Längre ner i profilen (25-40 cm) verkar NPK ha haft större betydelse för kolhalterna. pH-värdena blir högre ju längre ner i alven man kommer, men det finns inga större skillnader mellan behandlingarna.

Tabell 3.4
Jord från slamförsöket i Igelösa 19 oktober 2020. Fysikaliska egenskaper ($n=2 \pm$ standardavvikelse)

	Skrym densitet, g cm ⁻³	Dito, finjord (<2mm)	WHC (waterholding capacity), %
A0 inget slam, ingen NPK	1,55 ± 0,01	1,52 ± 0,04	27,8 ± 1,5
A2 inget slam, full NPK-giva	1,51 ± 0,01	1,47 ± 0,02	24,6 ± 4,8
C0 tredubbel slamgiva, ingen NPK	1,47 ± 0,05	1,43 ± 0,06	31,5 ± 6,9
C2 tredubbel slamgiva, full NPK	1,46 ± 0,01	1,42 ± 0,01	27,1 ± 0,8

Tabell 3.5
Kemiska egenskaper hos jordprover tagna på slamförsöket i Igelösa 19 oktober 2020, $n=2$

	Djup (cm)								
	0-20	20-22,5	22,5-25	25-27,5	27,5-30	30-35	35-40	40-50	50-60
Total C (% av ts)									
A0	1,87	1,69	1,48	1,57	1,42	0,93	0,48	0,38	0,29
A2	1,95	1,80	1,75	1,72	1,55	0,83	0,44	0,32	0,26
C0	2,16	2,02	1,90	1,67	1,14	0,64	0,42		
C2	2,30	2,14	2,11	2,00	1,71	1,51	0,86	0,50*	0,28*
Total N (% av ts)									
A0	0,192	0,176	0,156	0,164	0,152	0,103	0,057	0,046	0,038
A2	0,203	0,189	0,183	0,179	0,160	0,089	0,052	0,040	0,036
C0	0,214	0,204	0,183	0,146	0,104	0,062	0,148		
C2	0,237	0,223	0,218	0,207	0,178	0,158	0,094	0,058*	0,038*
pH									
A0	7,09	7,26	7,29	7,23	7,30	7,37	7,47	7,54	7,63
A2	7,09	7,23	7,46	7,44	7,50	7,56	7,66	7,74	7,80
C0	7,14	7,23	7,30	7,38	7,44	7,51	7,32		
C2	7,05	7,26	7,37	7,45	7,44	7,51	7,57	7,57*	7,63*

* Endast ett prov

4 Diskussion

I tidigare rapporter från dessa försök har det rapporterats att slamtillförseln har gett skördeökningar. Denna bild stämmer väl med vad som framkommit i analyserna i denna rapport. Curci et al. (2020) har rapporterat produktionshöjning på en sandjord i Italien med komposterat rötslam (3–6–9–12 Mg ts slam /ha) i potatis, durumvete och korn. Förutom ökad näringstillförsel och mikrobiell aktivitet ansåg man att slamtillförselns positiva effekter på struktur och vattenhållande förmåga starkt bidrog till skördeökningarna.

Huruvida slammet har en buffrande inverkan vid torka eller stor nederbörd kan man inte uttyda av de resultat som framkommit vid denna analys. För de höstsådda grödorna är det uppenbart att modellen med AI-index saknar variabler för vinterklimat. För de vårsådda grödorna fanns tendens, och i något fall till och med signifikans för ökad skörd vid högre AI-index. Man kan anta att mera vatten bidrar till att öka lösligheten hos växtnäringsämnen i slammet. Däremot är datamaterialet begränsat när det gäller att kunna bedöma torra förhållanden. Eventuellt finns möjligheten att det organiska materialet binder vatten så hårt att det inte blir växttillgängligt under torra förhållanden,

Aridity-index är ett mått på vattenbalansen i marken, men att bara summera sådana data gör att dynamiken i tillväxten försvinner. En kontinuerlig modell för växtens utveckling hade säkert varit mera ändamålsenlig, men det hade också fordrat en helt annan arbetsinsats än vad som nu var möjligt att åstadkomma.

Variationen i skörd visar sig minska med högre NPK-givor, vilket rimligtvis beror på jämnare gröda och mindre ogräsförekomst i rutorna med normalgiva. För slammet är effekten närmast den motsatta, och orsakerna till detta förhållande kan man bara spekulera om. Möjligen kan det vara svårt att åstadkomma en jämn spridning.

Desto mera intressant är det att jämföra kolinlagringen. Kolförrådet till 20 cm ekvivalent djup var 50,5 ton C per ha i nollrutorna (A0), 52,4 ton för enbart NPK (A3) 58,0 ton för Co (dubbel slam men ingen NPK) och 67,2 ton C per ha för C2 (Tabell 4.1). Kolförrådet i Co var 7,8 ton högre än i A0 och förrådet i C2 var 9,4 ton högre än den i A2, vilket motsvarar 0,19 och 0,24 ton C/ha/år. Den största delen av denna ökning i kolförrådet kan hänföras till slammet och en mindre andel till ökad koltillförsel från skörderester och rötter (Börjesson & Kätterer, 2018). Om slammet antas innehålla 25% kol så tillförs årligen i genomsnitt 0,75 ton kol med slam i Co and C2. Om vi vidare antar att 90% av kolförrådsökningen beror på slammet så har 26% av kolet i slammet stabiliserats i genomsnitt i Co och C2. Detta är en något högre andel den vi beräknade (20%) i en tidigare utvärdering av försöket på Igelösa (Börjesson & Kätterer, 2018). Motsvarande beräkningar för 40 cm ekvivalent djup (enligt tabell 3.5) visar att i genomsnitt 35% av slammet har stabiliserats i Co och C2, vilket också är högre än de 18% vi beräknade för motsvarande försök i Petersborg (Börjesson & Kätterer, 2018).

Inlagringspotentialen av kol från rötslam skiljer sig mellan försöksplatserna. Andelen kol som stabiliserats beror på markens och slammet egenskaper samt klimatet. I långliggande försök på tyngre lerjordar i Lanna och Ultuna har det visats att 37–41% av slamkolet stabiliserades i marken (Kätterer m.fl., 2011, 2014). Resultaten från Igelösa där lerhalten ligger kring 26% stödjer hypotesen att lerhalten spelar en stor roll för stabiliseringen eftersom en tydligt högre andel kol har stabiliserats än i Petersborg där lerhalten ligger kring 14%.

	Kolförråd (ton/ha) till ekvivalent djup 20 cm	Kolförråd (ton/ha) till ekvivalent djup 40cm	Genomsnittlig årlig kolinlagring jämfört med A0 per år till 20 cm ekvivalent djup (ton/ha)	Genomsnittlig årlig kolinlagring jämfört med A0 per år till 40 cm ekvivalent djup (ton/ha)
A0	50,2	85,8	0,00	0,00
A2	52,4	88,1	0,05	0,06
C0	58,0	91,6	0,19	0,15
C2	61,8	105,4	0,29	0,49

Tabell 4.1

Kolförråd och årliga förändringar i fyra försöksled.

5 Slutsatser

Följande tre slutsatser ger svar på de tre hypoteser som har undersökts i projektet och som är formulerade på sidan 6 i rapporten:

- De klimatmodeller som har använts ger inga entydiga resultat när det gäller att förklara om en ökad mullhalt genom slamtillförsel kan gynna växter under torrperioder. Däremot fanns tendenser för ökad skörd vid högre vattentillgång i de slambehandlade leden när det gäller vårsådda grödor i Igelösa.
- Tillförsel av rötslam ger en ökad variation i skörd, både mellan år och inom fält. Denna variation upphävs genom gödsling med NPK.
- Rötslam ger en betydande kolinlagring. Ner till 40 cm djup har i genomsnitt 35 % av slammet lagrats in som kol i marken på Igelösa, medan motsvarande siffra är lägre för Petersborg, 18 %, vilket kan förklaras av skillnaden i lerhalt (26 resp. 14 %).

Referenser

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. och Smith M (1998). Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rom, Italien.

Andersson, P.-G. (1996) Slamspridning på åkermark. Hushållningssällskapens rapportserie 1.

Andersson, P.-G. (2000) Slamspridning på åkermark, Lägesrapport 1998–99. Hushållningssällskapens rapportserie 10.

Andersson, P.-G. (2002) Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2001. Hushållningssällskapens rapportserie 11.

Andersson, P.-G. (2005) Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2003. Hushållningssällskapens rapportserie 13.

Andersson, P.-G. (2009) Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2008. Hushållningssällskapens rapportserie 15.

Andersson P.-G. (2012) Slamspridning på åkermark—fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2011. Hushållningssällskapens rapportserie 16.

Andersson P.-G. (2015) Slamspridning på åkermark—fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2014 Hushållningssällskapens rapportserie 17.

Börjesson G. och Kätterer T. (2018) Soil fertility effects of repeated application of sewage sludge in two 30-year-old field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 112: 369–385. <https://doi.org/10.1007/s10705-018-9952-4>. Errata (2019): doi: 10.1007/s10705-019-09988-x

Curci M., Lavecchia A., Cucci G., Lacolla G., De Corato U. och Crecchio, C. (2020). Short-term effects of sewage sludge compost amendment on semiarid soil. *Soil Systems* 4:48. <https://dx.doi.org/10.3390/soilsystems4030048>

DyrlundMartinsson, U. (2021) Slamtillförsel på åkermark. Slamrapport 2015-2018. Hushållningssällskapet, Skåne.

Hellström S. (2018). Värsta torkan någonsin i Sverige? <https://www.smhi.se/bloggar/vaderleken-2-3336/varsta-torkan-nagonsin-i-sverige-1.137931>

Johnsson H., Mårtensson K., Lindsjö A., Persson K. och Blombäck K. (2019). NLeCCS – ett system för beräkning av läckage av näringsämnen från åkermark. Rapport Ekohydrologi 159. SLU, Uppsala. 41 pp. https://pub.epsilon.slu.se/16179/7/johnsson_h_et_al_190527.pdf

Manns H.R. och Martin, R.C. (2018). Cropping system yield stability in response to plant diversity and soil organic carbon in temperate ecosystems. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42: 724-750. <https://dx.doi.org/10.1080/21683565.2017.1423529>

Persson, K. 2017. Klimatdatabasen version PLC7. Teknisk dokumentation. Inst. för mark och miljö, SLU, Uppsala.

SMHI 2019. Klimatdata. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/>

UNEP (United Nations Environment Programme) (1992). World Atlas of Desertification. Red. N. Middleton och D.S.G. Thomas. Edward Arnold, London.

Bilaga A

Regressionsanalys av hur olika modeller för klimat förklarar normaliserade skördar av de vanligast förekommande grödorna i försöken

Försöksplats/gröda	x=mm nederbörd 1 maj - 15 juli			x=AI 1 maj - 15 juli			x=AI hela växtsäsongen		
Behandling >>>	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Igelösa									
höstvetete, n = 10 år	A = 95,645736 - 0,0115601*x	B = 98,926392 - 0,0033778*x	C = 105,40743 + 0,0153185*x	A = 94,704413 - 1,258673*x	B = 98,780278 - 0,5492235*x	C = 106,50246 + 1,8822622*x	A = 100,41177 - 5,1263907*x	B = 99,766986 - 1,0692543*x	C = 99,823944 + 6,2246123*x
(82, 86, 91, 96, 02, 05, 07, 08, 11, 15)	R2=0,061405; p=0,4900	R2=0,020619; p=0,6923	R2=0,072464; p=0,4520	R2=0,018152; p=0,7106	R2=0,013593; p=0,7484	R2=0,027282; p=0,6484	R2=0,232874; p=0,1578	R2=0,039845; p=0,5803	R2=0,230746; p=0,1600
vårvetete, n = 4 år	A = 91,644223 + 0,0115538*x	B = 98,821315 + 0,0073705*x	C = 109,53446 - 0,0189243*x	A = 96,304857 - 5,8994154*x	B = 98,932036 + 1,505686*x	C = 104,76311 + 4,3937294*x	A = 111,02145 - 28,13415*x	B = 98,554671 + 1,8764972*x	C = 90,423875 + 26,257652*x
(84, 88, 93, 98)	R2=0,003926; p=0,9373	R2=0,223532; p=0,5272	R2=0,011845; p=0,8912	R2=0,03406; p=0,8154	R2=0,310393; p=0,4429	R2=0,21245; p=0,8542	R2=0,55754; p=0,2533	R2=0,346998; p=0,4109	R2=0,54612; p=0,2610
vårkorn, n = 4 år	A = 111,882 - 0,2008735*x	B = 108,0779 - 0,0661461*x	C = 80,040101 + 0,2670196*x	A = 114,32136 - 55,028204*x	B = 106,5102 - 13,296439*x	C = 79,168438 + 68,324643*x	A = 119,40342 - 62,143953*x	B = 105,25822 - 10,218998*x	C = 75,338354 + 72,362952*x
(89, 99, 09, 13)	R2=0,218708; p=0,5323	R2=0,89375; p=0,0546	R2=0,305706; p=0,4471	R2=0,448245; p=0,3305	R2=0,986287; p=0,0069*	R2=0,546634; p=0,2607	R2=0,794409; p=0,1087	R2=0,809563; p=0,1002	R2=0,852072; p=0,0769
höstraps, n = 5 år	A = 86,88608 + 0,0355169*x	B = 96,438434 + 0,0302456*x	C = 116,97011 - 0,0678608*x	A = 90,641781 + 1,4621788*x	B = 96,902471 + 6,1918205*x	C = 112,72962 - 8,1042345*x	A = 67,847951 + 19,808685*x	B = 96,356698 + 3,330509*x	C = 136,01238 - 23,300363*x
(90, 95, 01, 05, 10)	R2=0,012985; p=0,8860	R2=0,340156; p=0,4168	R2=0,039147; p=0,8021	R2=0,000389; p=0,9803	R2=0,6737; p=0,4980	R2=0,009869; p=0,9007	R2=0,673362; p=0,1794	R2=0,687587; p=0,1708	R2=0,76938; p=0,1229
sockerbetor, n = 6 år	A = 91,253989 + 0,0273673*x	B = 103,56738 - 0,0392716*x	C = 105,11583 + 0,012154*x	A = 91,970549 + 5,3236963*x	B = 102,22406 - 6,9718771*x	C = 105,74586 + 1,7036938*x	A = 86,314963 + 12,332719*x	B = 94,764399 + 6,2943146*x	C = 119,00022 - 18,797511*x
(83, 92, 97, 06, 12, 16)	R2=0,234386; p=0,3305	R2=0,258778; p=0,3028	R2=0,011604; p=0,8390	R2=0,166255; p=0,4223	R2=0,152881; p=0,4434	R2=0,004274; p=0,9021	R2=0,852226; p=0,0086*	R2=0,119025; p=0,5030	R2=0,496985; p=0,1177
Petersborg									
höstvetete, n = 9 (7) år	A = 55,64014 + 0,3190625*x	B = 53,609486 + 0,4089787*x	C = 53,237434 + 0,5444852*x	A = 61,282645 + 64,210622*x	B = 61,0661 + 81,825892*x	C = 67,93088 + 98,718933*x	A = 11,628558 + 63,29115*x	B = 15,162789 + 66,224652*x	C = 20,287299 + 75,100326*x
(82, 86, 90*, 94*, 97, 05, 06, 10, 14)	R2=0,172787; p=0,2658	R2=0,185735; p=0,2468	R2=0,196712; p=0,2318	R2=0,143082; p=0,3155	R2=0,152015; p=0,2996	R2=0,132212; p=0,3361	R2=0,199511; p=0,3150	R2=0,157252; p=0,3785	R2=0,10588; p=0,4764
vårkorn, n = 8 år	A = 69,165574 + 0,2175077*x	B = 66,863964 + 0,2640434*x	C = 77,816966 + 0,2382608*x	A = 76,699324 + 35,390509*x	B = 76,626211 + 41,88327*x	C = 86,366422 + 38,247731*x	A = 79,967852 + 32,100611*x	B = 74,012283 + 50,260704*x	C = 85,198036 + 43,591034*x
(84, 88, 92, 96, 99, 04, 08, 12)	R2=0,393102; p=0,0962	R2=0,45699; p=0,0657	R2=0,445792; p=0,0704	R2=0,423941; p=0,0803	R2=0,468395; p=0,0612	R2=0,467965; p=0,0613	R2=0,144027; p=0,3538	R2=0,278532; p=0,1788	R2=0,251006; p=0,2060
höstraps, n = 6 år	A = 84,281301 + 0,070914*x	B = 82,361598 + 0,1913675*x	C = 96,087723 + 0,0297798*x	A = 81,398583 + 26,490586*x	B = 71,429464 + 82,551655*x	C = 102,5343 - 10,400436*x	A = 104,08701 - 10,167121*x	B = 142,3551 - 29,925344*x	C = 118,13079 - 13,0927*x
(85, 89, 93, 01, 09, 13)	R2=0,070648; p=0,5645	R2=0,102939; p=0,4829	R2=0,006032; p=0,8686	R2=0,088705; p=0,5665	R2=0,1744; p=0,4100	R2=0,006785; p=0,8767	R2=0,119854; p=0,5682	R2=0,23915; p=0,4031	R2=0,201072; p=0,4488
sockerbetor, n = 9 år	A = 77,693941 + 0,0978407*x	B = 89,787502 + 0,0559631*x	C = 88,156812 + 0,0839579*x	A = 80,843796 + 17,134214*x	B = 93,538798 + 7,2677282*x	C = 93,626322 + 11,108993*x	A = 86,008069 + 9,5932235*x	B = 101,87858 - 3,2816063*x	C = 99,787738 + 2,8570008*x
(83, 87, 91, 95, 98, 03, 07, 11, 15)	R2=0,175776; p=0,2613	R2=0,035916; p=0,6253	R2=0,074256; p=0,4781	R2=0,111349; p=0,3802	R2=0,012512; p=0,7745	R2=0,026853; p=0,6735	R2=0,026344; p=0,6765	R2=0,001925; p=0,9108	R2=0,00134; p=0,9255

*=AI för hela växtsäsongen saknas

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se