

Markrestaurering av grustäkt med kommunalt avloppsslam

Delrapport 2: produktionseffekter

Tord Magnusson



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SV-Utveckling) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet.

SV-Utveckling (fd VA-Forsk) initierades gemensamt av Svenska Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

SV-Utveckling styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Anders Lago, ordförande	Södertälje
Olof Bergstedt	Göteborg Vatten
Roger Bergström	Svenskt Vatten AB
Per Fåhraeus	Varberg
Carina Färm	Mälarenergi
Daniel Hellström	Stockholm Vatten AB
Mikael Medelberg	Roslagsvatten AB
Marie Nordkvist Persson	Sydvatten
Bo Rutberg	Sveriges Kommuner och Landsting
Ulf Thysell	VA-verket i Malmö
Susann Wennmalm	Käppalaförbundet
Einar Malm, adjungerad	NORVAR, Norge
Peter Balmér, sekreterare	Svenskt Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47 607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Markrestaurering av grustäkt med kommunalt avloppsvatten. Delrapport 2: produktionseffekter
Title of the report:	Soil restoration with pelletized sewage sludge in a gravel excavation area. Part 2: Tree production.
Rapportens beteckning Nr i serien:	2008-13
Författare:	Tord Magnusson. Institutionen för skogens ekologi och skötsel. SLU.
Projekt nr:	26-116
Projektets namn:	Markrestaurering av avslutad grustäkt med kommunalt avloppsslam.
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling (fd VA-Forsk), Växjö kommun och Sveriges Lantbruksuniversitet.
Rapportens omfattning Sidantal: Format:	16 A4
Sökord:	Pelleterat avloppsslam; gödsling; grustäkt; skogsproduktion; tillväxteffekter
Keywords:	Pelletized sewage sludge; fertilization; gravel excavation area; forest production; growth effects
Sammandrag:	Tallungskog, planterad i grustäkt, gödslades med 3,8, 7,6 och 11,4 ton TS slampellets per hektar (motsvarande 165, 325 respektive 490 kg N/ha). Signifikanta tillväxteffekter kunde inte påvisas efter fyra år.
Abstract:	Scots pine planted in a gravel excavation area, was fertilized with 3.8, 7.6 and 11.4 tonnes of sludge pellets per hectare (corresponding to 165, 325 and 490 kg N/ha). Significant positive growth effects could not be verified after four growing seasons.
Målgrupper:	Skogsbruk, kommuner
Omslagsbild:	Yta 5 (kontrollyta) i Gottåsaförsöket, sommaren 2004. Foto: Tord Magnusson.
Rapporten beställs från:	Svenskt Vattens distribution, Box 262, 591 23 Motala. Finns även att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2008
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

Detta forskningsprojekt har tillkommit på initiativ av Växjö kommun och SLU, i nära samarbete. Växjö kommun (Steve Karlsson, Jessica Cedervall, Jens Olsén och Anneli Ekstedt) har varit huvudansvarig för projektet, för den ekonomiska redovisningen och haft en samordnande funktion, medan SLU, institutionen för skogsekologi (Tord Magnusson), har stått för den vetenskapliga ledningen. Vid projektets etablering bidrog även Per Petersson, Asa försökspark, SLU, med värdefull kompetens. Andra medarbetare inom såväl Växjö Kommun som vid Asa försökspark, SLU, har utfört provtagningar (grundvatten) och fältmätningar (beståndsinventering) under försöksperioden. Kemiska analyser av grundvatten, jord och växtmaterial har gjorts dels vid Miljöforskningslaboratoriet, inst. för skogsekologi, SLU, och dels vid Växjö Kommuns laboratorium.

Projektet har erhållit ekonomiskt stöd från VA-forsk (numera Svenskt Vatten Utveckling, SVU), Växjö Kommun och SLU. Sten-Ove Nilsson, Växjö, ägare till fastigheten Gottåsa 1:14, har upplåtit mark för försöket.

Vi tackar samtliga parter för respektive bidrag till undersökningen!

Denna föreliggande Delrapport 2 redovisar slampellets-behandlingarnas effekter på tallungskogens tillväxt i Gottåsa-försöket. Den tidigare publicerade Delrapport 1, innefattade miljö- och växtnäringsrelaterade behandlingseffekter.

Den svåra stormen (Gudrun) i januari 2005 spolierade tyvärr hela försöket. Flera av parcellerna hade mindre än hälften av träden kvar. I denna situation beslutades att tidigarelägga den slutliga tillväxtinmätningen två vegetationssäsonger, i ett försök att klarlägga tillväxteffekterna under de gångna fyra åren. Inmätningen i maj 2005 gjordes således till stor del på liggande träd.

Umeå den 25/5 2008

Växjö den 27/5 2005

Tord Magnusson

Anneli Ekstedt

Innehåll

Sammanfattning.....	5
Summary.....	6
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Resultat – Delrapport 1	7
2. Material.....	8
2.1 Försökslokal.....	8
2.2 Pelleterat slam	9
3. Metoder	10
3.1 Spridning av pellets	10
3.2 Inmätning av bestånd	10
3.3 Volymberäkning.....	10
3.4 Statistisk bearbetning.....	10
4. Resultat och diskussion	12
Referenser	14
Bilaga.....	15

Sammanfattning

Projektets syfte är att undersöka om pelleterat kommunalt avloppsslam är lämpligt för markrestaurering och återbeskogning av grustäcker och liknande vegetationsfria mineraljordsytor. Ett fältförsök anlades år 2001 i en avslutad grustäkt i Gottåsa, Kronobergs län, vilken planterats med tall omkring 1980.

Försöket innefattar fyra olika behandlingar, vilka upprepats tre gånger. Parcellstorleken är 40 x 40 m. Givorna av slampelletts var 3,8, 7,6 och 11,4 ton TS pellets per hektar, vilket motsvarar en tillförsel av 165, 325 respektive 490 kg ren kvävenäring.

Enligt försöksplanen skulle tillväxteffekterna utvärderas efter 6 vegetationsperioder, men eftersom stormen Gudrun spolierade hela försöket vintern 2005 fick tillväxtmätningarna tidigareläggas. Denna delrapport behandlar trädens tillväxtreaktioner under en period om fyra år efter slamtillförsel.

Den sammantagna tillväxten under fyra vegetationsperioder var inte signifikant större på slamgödslade ytor än på kontrolltytor. Medelvärden för såväl absolut grundytetillväxt som absolut volymstillväxt uppvisade trender i riktning mot ökad tillväxt med ökad giva, men variationen mellan de olika upprepningarna var så stor att någon generell positiv behandlingseffekt inte kunde bekräftas. Den relativa tillväxten, dvs. procentuell ökning av den grundyta eller volym beståndet hade vid periodens början, gav inte heller några belägg för en generell tillväxt-effekt.

Delrapport 1 med titeln ”Markrestaurering av grustäkt med kommunalt avloppsslam – delrapport 1. Miljöeffekter” finns utgiven som SVU-rapport 2006-13.

Summary

The aim of this project is to investigate if pelletized municipal sewage sludge is suitable for soil restoration and reforestation of mined-out gravel pits and similar bare mineral soil surfaces. A field trial was established 2001 in a mined-out esker area in Gottåsa, 25 km W of Växjö, Southern Sweden. This report presents tree growth effects during a period of four growing seasons after pelletized sludge treatment.

At the time of establishment, the site had a 20 year old stand of slow-growing Scots pine. The trial has four treatments (0, 3.8, 7.6 and 11.4 tonnes (dw) of pelletized sludge per hectare) and three replications. These doses corresponds to 0, 165, 325, and 490 kg of nitrogen. The plot size is 40 x 40 m.

The growth increments after four growing periods did not differ significantly between treated and control plots. Mean values for absolute increments in basal area and standing volume did show increasing trends with increasing sludge pellet dose, but the variation between replicates was too large. Nor did the relative growth increments, i.e. the increase expressed as percent of initial basal area or volume, confirm any positive growth effect.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

I alla Sveriges kommuner finns pågående och avslutade sand-, grus- och moräntäkter, vilka sammantaget utgör en betydande markareal. Förutsättningarna för växter på avslutad täktyta är mycket dåliga, eftersom den oftast grova jordarten och avsaknaden av organiskt material på och i marken dels ger en mycket torr mark och dels ger mycket låg tillgång på växtnäringsämnen. Täcktområden är extrema exempel på besvärliga etableringsförhållanden för vegetationen, men såväl problemen som återställningsmetoderna är desamma som för andra helt störda markområden (exv. i samband med vägbyggnad, återställning av industritomter, m.m.).

Slam från kommunala avloppsreningsverk är en restprodukt som innehåller organiska (mullbildande) ämnen och växtnäringsämnen. Numera finns tekniker för pellettering och torkning av slam, vilket gör produkten lätthanterlig, lagringsbar, luktfri och fri från smittämnen. Tillförsel av slam till en avslutad jordtäkt förbättrar just de markförhållanden som försvårar växternas naturliga återetablering – jordens bristande vattenhållande förmåga och låga växtnäringsstillgång (framför allt kväve). Det höga näringsvärdet gör slam till en värdefull resurs som borde återföras till det naturliga näringskretsloppet i högre grad än vad som sker idag.

Syftet med detta projekt är att undersöka om slam är lämpligt för markrestaurering och återbeskogning av grustäkter. Denna bedömning görs mot bakgrund av, å ena sidan, behandlingarnas effekter på vegetationens etablering och tillväxt, och å andra sidan behandlingarnas effekter på grundvattnets kvalitet.

1.2 Resultat – Delrapport 1

Grundvattnets kvalitet kontrollerades under tre år efter behandling. Inga signifikanta effekter på utlakning av ämnen, orsakade av slamtillförseln, kunde observeras. Slutsatsen var att risken för negativa miljökonsekvenser i form av utlakning av nitrat eller tungmetaller, vid markrestaurering med slampellets-givor upp till 11 ton/ha, är liten.

Slammet gav upphov till signifikant högre pH-värde i markens humuslager, samt tendenser till både högre halter och totalmängder av kol och kväve, tre år efter behandling. Säkerställda effekter på barrens ämnesinnehåll begränsade sig till att barr från ytor med största givan hade högre halter av mikronäringsämnet bor. Förändringar av den totala barrmassan undersöktes inte, men det kunde konstateras att barrens medelvikt efter tre år var signifikant högre på ytor med störst slamgiva. Detta kan tolkas som ett inledande steg i en positiv tillväxtreaktion.

2. Material

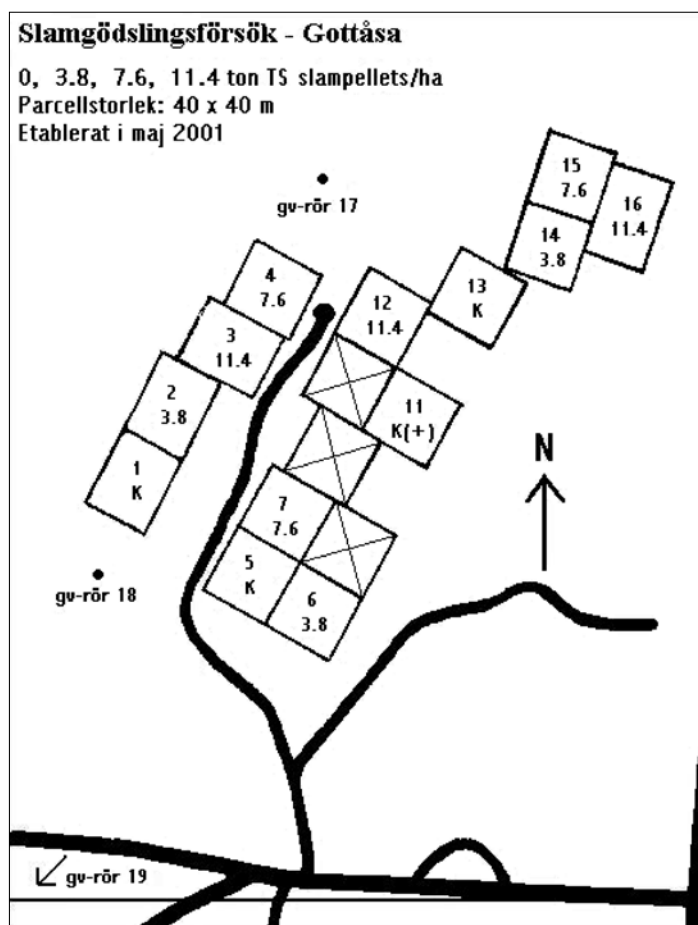
2.1 Försökslokal

Fältförsöket lades ut år 2001 (Fig. 2-1). Försöket är utlagt på en äldre, planterad men ej markrestaurerad, täktbotten inom fastigheten Gottåsa 1:14, i Alvesta kommun, Kronobergs län (geografiska koordinater N 56.44.500; E 14.29.200). Markägare är Sten Ove Nilsson, Växjö. Täktområdet ligger inom ett av de talrika stråk med åsar och fält av grovt isälvmaterial, eller glacifluvium, som utbildats i samband med inlandsisens avsmältning. Markområden norr och söder om Alvesta och Hjortsberga har under lång tid exploaterats för produktion av naturgrus.

Efter täktverksamhetens upphörande, omkring 1980, planterades området med tall. År 2001 uppvisade de centrala delarna av täktområdet en mycket svagväxande 5–6 meter hög tallungskog.

Försöksdesignen¹ är ett blockindelad parcellförsök, med fyra behandlingar och tre upprepningar (Fig. 2-1). Behandlingarna är 0 (kontroll), samt 3,8 ton TS, 7,6 ton TS och 11,4 ton TS slampelletts per hektar. Parcellstorleken är 40 x 40 m, med en nettoparcell för tillväxtbestämning om 30 x 30 m. Indelning i block gjordes eftersom beståndet inte var homogent över hela täktytan. Inom varje grupp av fyra provytor, dvs. block, bestämdes varje provytas behandling genom lottning, dvs. slumpmässigt.

¹ Anmärkning: Försökets ursprungliga utformning var fyra behandlingar och fyra upprepningar. På grund av stora svårigheter med att installera grundvattenrör ner till tillräckligt stort djup på alla ytor, gjordes en ny blockindelning där ytor med ej fungerande grundvattenrör uteslöts.



Figur 2-1. Gödslingsförsökets belägenhet och uppläggning.

2.2 Pelleterat slam

Det spridda anaerobt rötade avloppsslammet producerades vid Himmerfjärdsverken i Stockholm under april–maj 2001. (Anm.: I Delrapport 1 har felaktigt angivits att utgångsmaterialet var ett örötat råslam). Slammet har processats genom upphettning, pellerering och torkning i en roterande trumma (Bojnersystemet, AB Torkapparater). Slutprodukten är en mer eller mindre rund partikel (ca 0,5–2 cm), vilken upphettats (250–300 grader) och därmed steriliserats.

Slammet från Himmerfjärdsverken hade högt innehåll av de viktiga växtnäringsämnena kväve och fosfor (Tab. 2-1). Totalmängder kväve som tillfördes med de tre doserna var 165, 325 och 490 kg N per hektar och för fosfor 145, 290 och 435 kg P per hektar. Med avseende på tungmetaller är det använda slammet något mer förorenat än ett genomsnittligt svensk kommunalt avloppsslam, men håller sig inom de gränsvärden som satts upp av

Naturvårdsverket för alla ämnen utom krom och zink (SNV:s vägledande övre gränsvärde för krom är 100 mg/kg och för zink 800 mg/kg).

Tabell 2-1. Kemisk sammansättning av spridda slampellets från Himmerfjärdsverken, Sthlm.
Medelvärden baserade på 3 st generalprov, vart och ett bestående av 3 väl blandade delprov.
Pelletternas torrsubstanshalt var 17 %.

pH, kol och makronäringsämnen:		Mikronäringsämnen och övr. spårelement:	
pH	7,10	As, mg/kg TS	4,2
TotC, g/kg TS	298	B, mg/kg TS	8
TotN, g/kg TS	43	Cd, mg/kg TS	1,20
P, g/kg TS	38	Co, mg/kg TS	6,4
K, g/kg TS	17	Cr, mg/kg TS	149
Ca, g/kg TS	26	Cu, mg/kg TS	317
Mg, g/kg TS	4	Fe, mg/kg TS	54 000
S, g/kg TS	11	Mn, mg/kg TS	208
		Mo, mg/kg TS	11,0
		Na, mg/kg TS	560
		Ni, mg/kg TS	27
		Pb, mg/kg TS	15,3
		Se, mg/kg TS	2,2
		Zn, mg/kg TS	1 360

3. Metoder

3.1 Spridning av pellets

Slammet levererades i en stor container i slutet av maj 2001, och spreds i månadsskiftet maj/juni. Maskinell spridning utfördes av Vitaliseringsfirman Askungen. Spridningsutrustningen var en specialbyggd utrustning som normalt används för spridning av biobränsle-aska i skogsmark; i princip bestående av ett chassi och mataranordning liknande en vanlig stallgödselspridare, kombinerat med en centrifugalspridare längst bak.

Upprepade stickprov av slampelletts togs från containern, för bestämning av vattenhalt, volymvikt, och för kemiska analyser.

3.2 Inmätning av bestånd

I samband med försöksetableringen mättes parcellerna in i april/maj 2001. Samtliga träd med brösthöjdsdiameter >50 mm registrerades inom varje parcell. Vart 10:e träd (provträd) höjdmättes.

Revisionen av försöket genomfördes i maj 2005. Denna gjordes enligt en något modifierad instruktion eftersom många träd efter stormen Gudrun antingen låg på marken eller stod lutande. Bland de svårigheter som måste bemästras (möjliga felkällor) fanns exempelvis i) bestämning av exakt brösthöjdsnivå på liggande och lutande träd, ii) exakt höjdmätning på lutande träd, samt iii) bestämning av parcellgränser på parceller med omfattande vindfällning. Vart 10:e träd (provträd) höjdmättes.

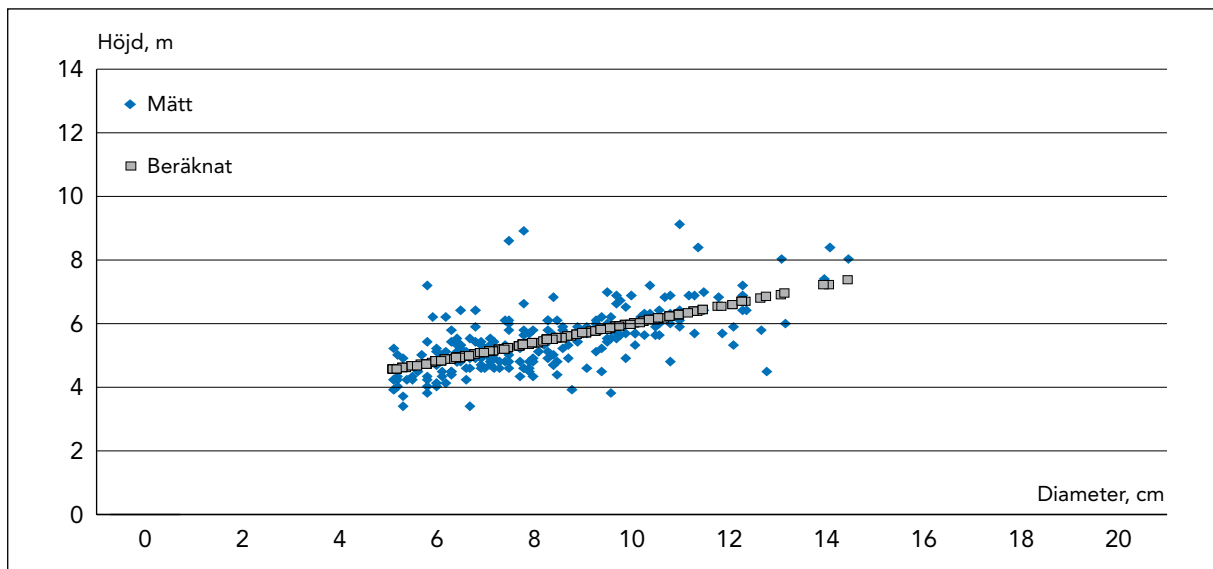
3.3 Volymberäkning

Höjdmätta provträd gav underlag för beräkning av trädhöjd som funktion av tr addediametern. Såväl gemensamma höjdfunktioner (dvs. alla behandlingar) som behandlingsspecifika höjdfunktioner framställdes och testades. Stående trädvolym beräknades genom kubering med Brandels funktioner för tall (Brandel 1990). Endast träd med brösthöjdsdiameter större än 50 mm volymbestämdes.

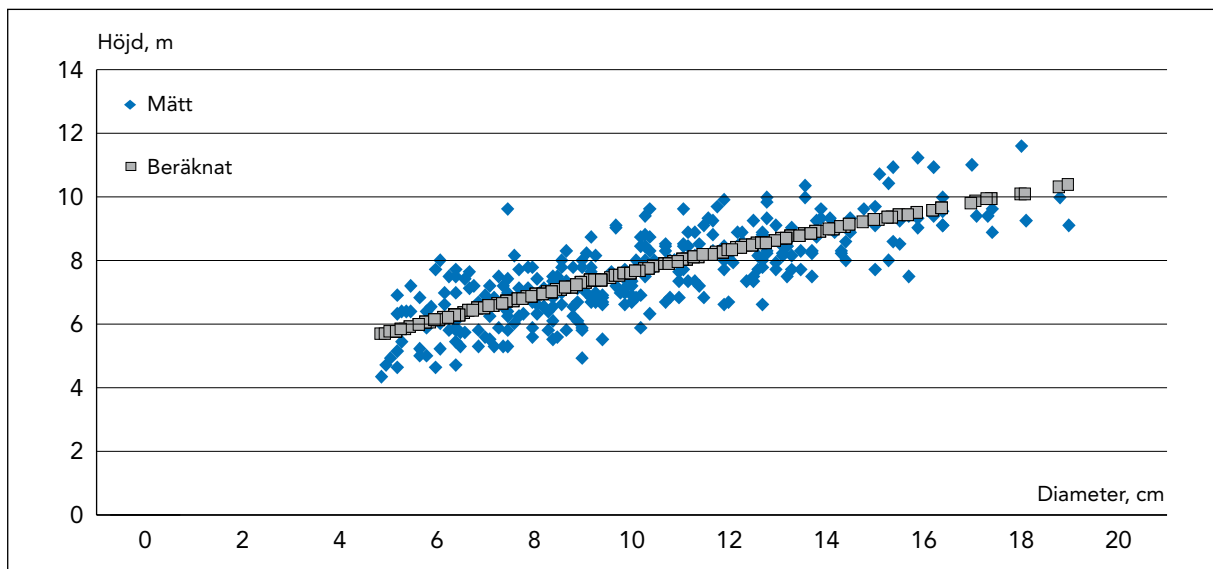
Höjdfunktioner. Sambandet diameter-höjd var generellt sämre vid 2001 års inmätning, jämfört med 2005 (figur 3-1 och 3-2). Vid volymberäkningarna testades att antingen använda gemensam höjdfunktion för 2001 resp. 2005 års inmätningar, eller att använda behandlingsspecifika funktioner. Skillnaden vad gäller slutresultaten var liten. Behandlingsspecifika funktioner gav dock genomgående något bättre anpassning av funktionslinjen varför höjddata framtagna med dessa användes för slutlig volymberäkning.

3.4 Statistisk bearbetning

Databearbetning och figurer har gjorts i Microsoft Office EXCEL 2003. Beräkning av höjdfunktioner, variansanalyser och signifikanstester ($p < 0,05$) utfördes i statistikprogrammet SYSTAT 7.0.



Figur 3-1. Diameter-höjdsamband för alla provträd 2001.



Figur 3-2. Diameter-höjdsamband för alla provträd 2005.

4. Resultat och diskussion

Medelvärdena för absolut årlig grundytetillväxt och absolut årlig volymtillväxt (fig 4-1 och 4-2) uppvisar en tendens till högre värden vid högre slamgiva. Högsta givan har ca 15 % högre grundytetillväxt och 25 % högre volymtillväxt än ogödslad kontroll. Detta kan dock inte bekräftas statistiskt. Variationen är alltför stor.

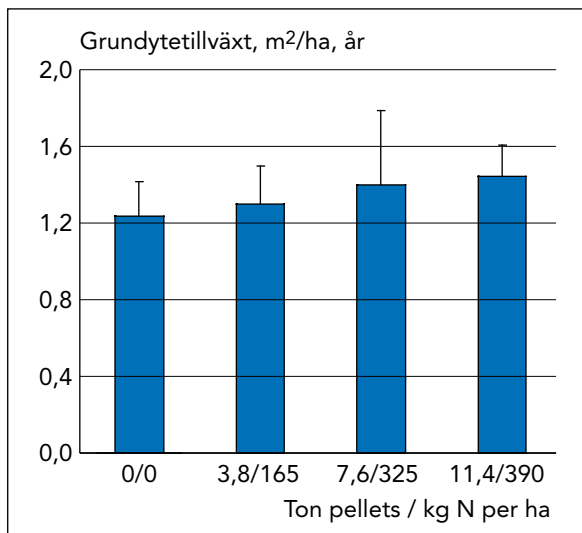
Den procentuella tillväxten är normalt en bättre indikator på behandlingseffekt, eftersom uttrycket ställer tillväxten i relation till den initiala grundytan respektive beståndsvolymer. Det är vanligt, särskilt där försök läggs ut i befintliga bestånd, att de olika behandlingarna kan få något olika utgångstillstånd vad gäller stamantal, medeldiameter och medelhöjd. Så var fallet i Gottåsa-försöket, eftersom tallplanteringen varierade avsevärt i täthet och trädens utveckling (trots likåldrighet). Resultaten för procentuell grundyte- och volymtillväxt kan dock inte heller bekräfta hypotesen att tillväxten ökar i proportion till slamgiva. Tendensen upp till 7,6 ton/ha är klart positiv, men den högsta givan medför t o m lägre procentuella tillväxter än kontrollparcellerna. Förklaringen till att denna negativa effekt inte antyds i figurerna för den absoluta grundyte- respektive volymtillväxten ovan (fig 4-1 och 4-2) är att parcellerna som behandlades med 11,4 ton/ha från början hade högre grundyta och volym (se bilaga, tabell 1).

Tillväxtreaktionerna i detta försök varierade starkt inom samma behandling (bilaga, tabell 3). Initialt stamantal har testats som co-variat faktor i variansanalys, för att utreda om detta bidragit till att förklara de stora skillnader i gödslingseffekt som förekommer mellan olika replikat. Så tycktes dock inte vara fallet.

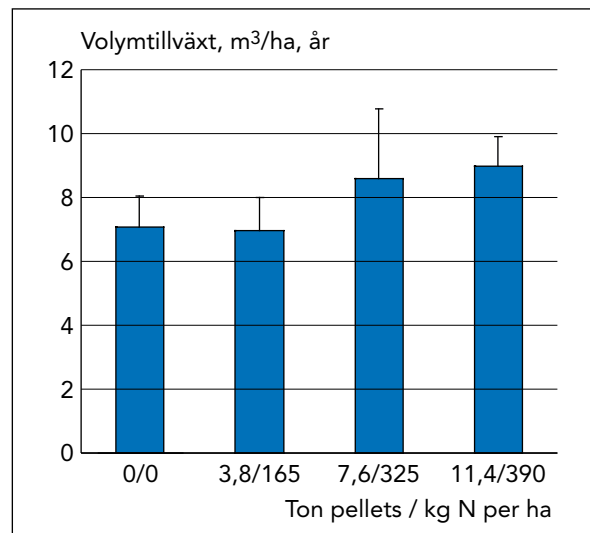
Försök med tillförsel av slampellet till mer normal skogsmark har i de flesta fall gett positiva tillväxteffekter (Magnusson 2006). I ett försök i tallskog i Vindeln gav 400 kg kväve i form av slampellet ungefär lika stor positiv tillväxteffekt som gödsling med 200 kg kväve som handelsgödselmedel (Kovanen 2007). Försökssituationen i Gottåsa avviker dock från en normal skogsmark genom att systemet är präglat av en pågående primär kolonisation, där förhållandena vad gäller exv. organiskt material, kväveförråd är helt annorlunda. Även markens mikroorganism-samhälle är sannolikt annorlunda.

Slutsatsen från undersökningen är att mätningarna inte kunde belägga att tillväxten ökat under en fyraårsperiod efter slamtillförseln.

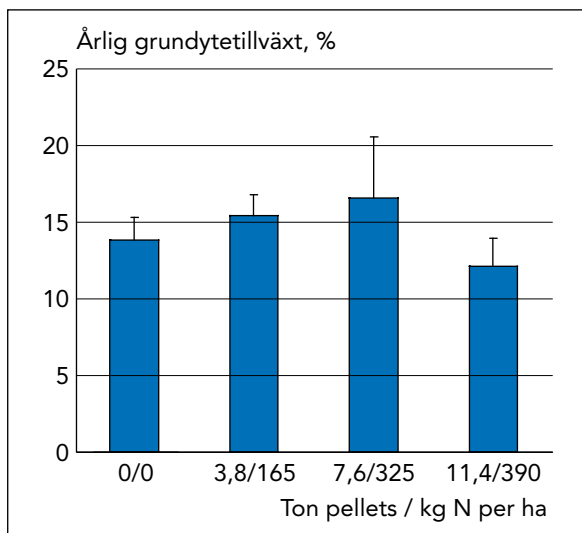
Det kan vara så att uppbyggnaden av barrmassa gått långsamt och därför ännu inte gett tydligt utslag i form av ökad vedbildning – dvs. en alltför kort tidsperiod har studerats. Normalt anses femåriga observationsperioder vara ett minimum för att utvärdera behandlingseffekter på träd-tillväxt på normal skogsmark.



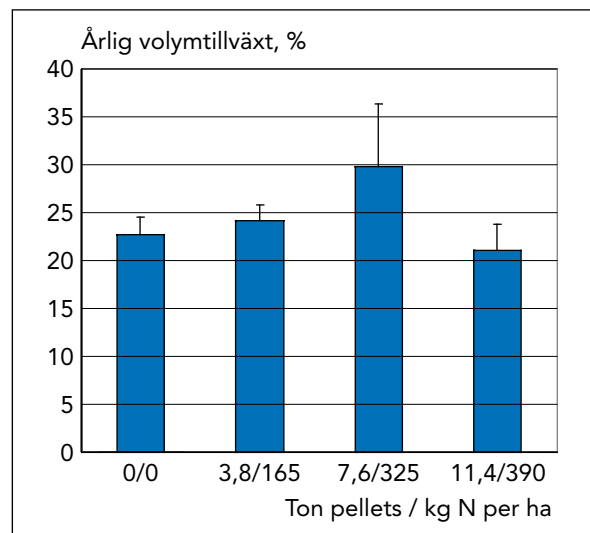
Figur 4-1. Absolut årlig grundytetillväxt. Medelvärde för olika försöksled. Felstapeln anger medelfelet.



Figur 4-2. Absolut årlig volymtillväxt under observationsperioden. Medelvärde för olika försöksled. Felstapeln anger medelfelet.



Figur 4-3. Relativ årlig grundytetillväxt under observationsperioden. Medelvärde för olika försöksled. Felstapeln anger medelfelet.



Figur 4-4. Relativ årlig volymtillväxt under observationsperioden. Medelvärde för olika försöksled. Felstapeln anger medelfelet.

Referenser

Brandel G 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion, Rapport 26.

Magnusson T 200. Slam och aska I intensivodling. I: Slutrapport för Fiberskogsprogrammet (Eds J Bergh och G Oleskog). Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Arbetsrapport nr 27.

Kovanen M 2007. Growth responses in Swedish boreal coniferous forests after addition of nitrogen as sewage sludge pellets. Institutionen för skogens ekologi och skötsel. Examensarbete 2007:5.

Bilaga

Tabell 1. Inmätning av Gottåsförsöket, maj 2001. Baserat på alla träd > 50 mm diam i brösthöjd.

Behandling	Yta nr.	Block nr.	Stamantal >50 mm brh	Diam. Brh cm	Gy-vägd diam. cm	Höjd m	Gy-vägd höjd, cm	Grundyta m ² /ha	Volym m ³ /ha
Kontroll	1	1	169	8,01	8,99	5,24	5,63	10,04	34,59
	5	2	160	8,17	9,05	5,28	5,61	9,82	33,81
	13	3	113	8,17	9,49	5,32	5,87	7,09	24,98
Medelvärde			147	8,12	9,18	5,28	5,70	8,98	31,13
Medelfel				0,05	0,14	0,02	0,07	0,82	2,67
3,8 t/ha	2	1	141	7,73	8,65	5,27	5,64	7,79	26,78
	6	2	171	8,07	8,93	5,30	5,52	10,24	34,95
	14	3	134	7,51	8,55	5,12	5,39	7,04	23,80
Medelvärde			149	7,77	8,71	5,23	5,52	8,36	28,51
Medelfel				0,16	0,11	0,06	0,07	0,97	3,33
7,6 t/ha	4	1	160	7,67	8,81	5,18	5,48	8,77	29,87
	7	2	175	7,92	8,69	5,24	5,45	10,02	34,01
	15	3	97	8,45	9,59	5,38	5,69	6,45	22,26
Medelvärde			144	8,01	9,03	5,27	5,54	8,41	28,72
Medelfel				0,23	0,28	0,06	0,08	1,05	3,44
11,4 t/ha	3	1	192	8,75	9,84	5,68	5,95	13,66	48,54
	12	2	158	9,04	10,43	5,78	6,17	12,15	43,83
	16	3	143	8,79	10,00	5,71	6,05	10,31	36,86
Medelvärde			164	8,86	10,09	5,73	6,05	12,04	43,08
Medelfel				0,09	0,18	0,03	0,06	0,97	3,39

Tabell 2. Inmätning av Gottåsförsöket, maj 2005. Baserat på alla träd > 50 mm diam i brösthöjd.

Behandling	Yta nr.	Block nr.	Stamantal >50 mm brh	Diam. Brh cm	Gy-vägd diam. cm	Höjd m	Gy-vägd höjd, cm	Grundyta m ² /ha	Volym m ³ /ha
Kontroll	1	1	201	9,28	10,88	7,13	7,71	16,44	70,27
	5	2	178	9,17	10,52	7,15	7,65	14,03	59,92
	13	3	141	9,05	11,16	6,99	7,74	11,25	48,07
Medelvärde			173	9,17	10,85	7,09	7,70	13,91	59,42
Medelfel				0,07	0,16	0,04	0,02	1,30	5,55
3,8 t/ha	2	1	170	9,05	10,75	6,89	7,48	13,30	55,57
	6	2	203	9,37	10,59	7,03	7,46	16,61	69,40
	14	3	156	8,49	10,01	6,68	7,24	10,69	44,00
Medelvärde			176	8,97	10,45	6,87	7,39	13,53	56,32
Medelfel				0,26	0,22	0,10	0,08	1,71	7,34
7,6 t/ha	4	1	172	10,33	11,95	7,63	8,36	17,36	81,10
	7	2	189	9,13	10,47	7,35	7,82	14,75	64,04
	15	3	106	9,93	11,50	7,63	8,19	9,87	44,02
Medelvärde			156	9,80	11,30	7,54	8,12	13,99	63,05
Medelfel				0,35	0,44	0,09	0,16	2,20	10,72
11,4 t/ha	3	1	243	8,90	10,68	7,14	7,77	18,41	79,45
	12	2	171	10,83	12,77	7,83	8,51	19,13	86,66
	16	3	151	10,52	12,23	7,71	8,32	15,83	70,90
Medelvärde			188	10,08	11,89	7,56	8,20	17,79	79,01
Medelfel				0,60	0,63	0,21	0,22	1,00	4,55

Tabell 2. Tillväxt i Gottåsaförsöket, maj 2001–maj 2005. Alla träd >50 mm diam. i brösthöjd.

Behandling	Yta nr.	Block nr.	Total tillväxt		Årlig tillväxt		Relativ tillväxt	
			Grundyta m ² /ha	Volym m ³ /ha	Grundyta m ² /ha	Volym m ³ /ha	Grundyta %	Volym %
Kontroll	1	1	6,40	35,68	1,60	8,92	15,94	25,79
	5	2	4,22	26,11	1,05	6,53	10,74	19,30
	13	3	4,16	23,10	1,04	5,77	14,65	23,12
Medelvärde			4,92	28,29	1,23	7,07	13,77	22,73
Medelfel			0,74	3,79	0,18	0,95	1,56	1,88
3,8 t/ha	2	1	5,51	28,79	1,38	7,20	17,68	26,88
	6	2	6,36	34,45	1,59	8,61	15,53	24,64
	14	3	3,65	20,19	0,91	5,05	12,96	21,21
Medelvärde			5,17	27,81	1,29	6,95	15,39	24,24
Medelfel			0,80	4,14	0,20	1,04	1,37	1,65
7,6 t/ha	4	1	8,59	51,23	2,15	12,81	24,49	42,87
	7	2	4,72	30,02	1,18	7,51	11,78	22,07
	15	3	3,42	21,75	0,85	5,44	13,26	24,42
Medelvärde			5,58	34,33	1,39	8,58	16,51	29,79
Medelfel			1,55	8,78	0,39	2,19	4,01	6,58
11,4 t/ha	3	1	4,75	30,91	1,19	7,73	8,70	15,92
	12	2	6,98	42,83	1,74	10,71	14,36	24,43
	16	3	5,52	34,04	1,38	8,51	13,38	23,09
Medelvärde			5,75	35,93	1,44	8,98	12,15	21,15
Medelfel			0,65	3,57	0,16	0,89	1,75	2,64



Box 47607, 117 94 Stockholm

Tel 08 506 002 00

Fax 08 506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se