

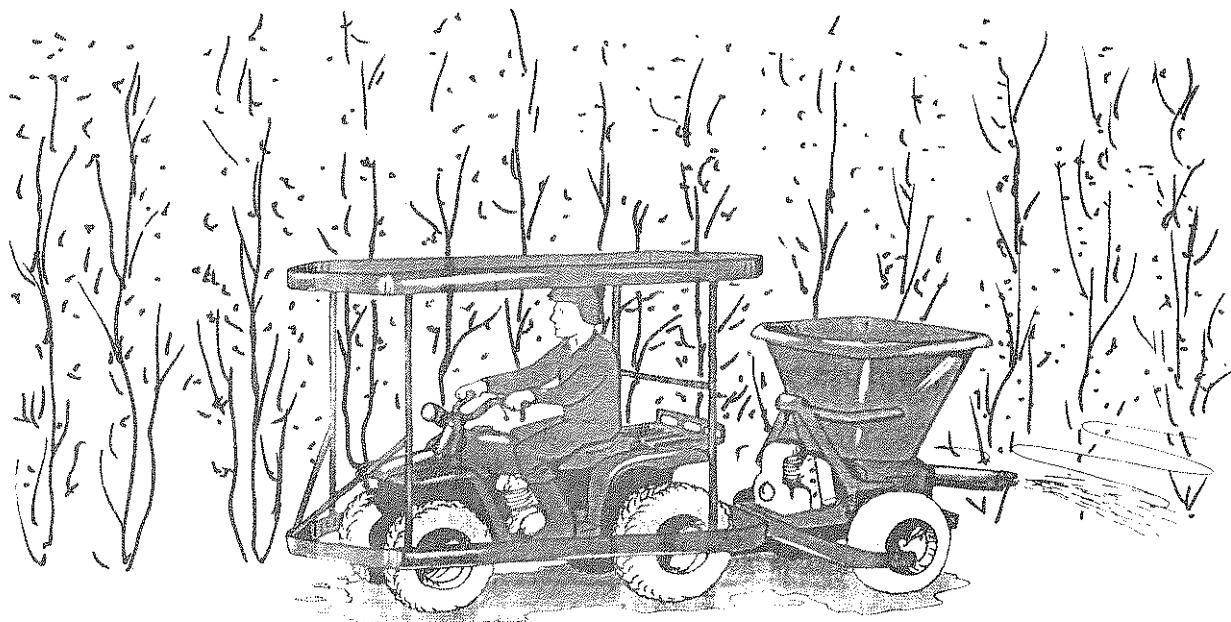
Jordbruksstekniska institutet

Swedish Institute of Agricultural Engineering
ULTUNA·UPPSALA

Statens
energiverk

METODSTUDIER VID SPRID-
NING AV VÄXTNÄRING I
HÖGVÄXANDE ENERGISKOG

Uppdrag av Statens Energiverk
196 093-0 Energiskogsgödsling



Birger Danfors

JTI-rapport 100

1989

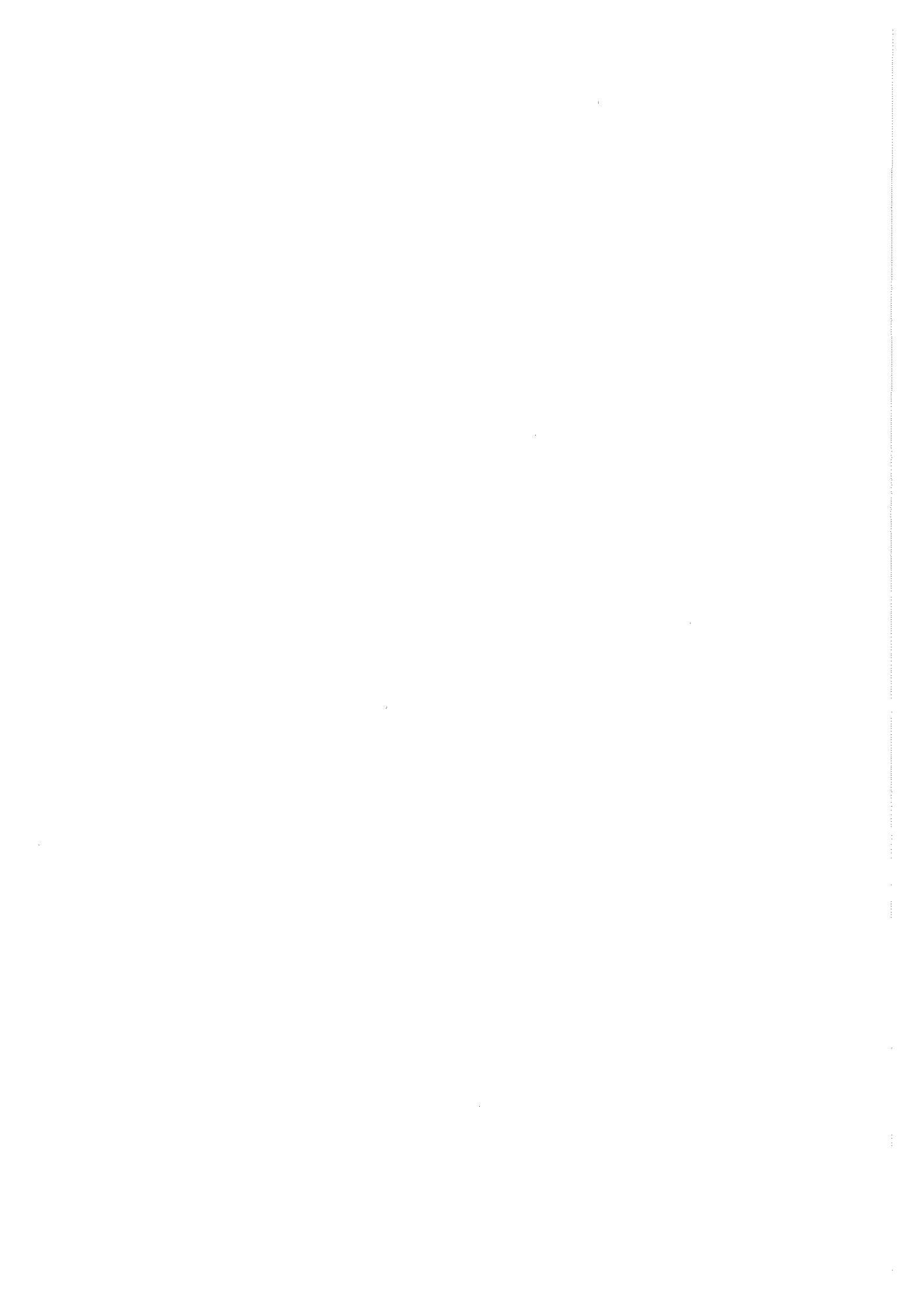
JTI - RAPPORT 100

METODSTUDIER VID SPRIDNING
AV VÄXTNÄRING I HÖGVÄXANDE
ENERGISKOG (SALIX)

Studies on fertilizer spreading in
growing stands of energy forest

Uppdrag av Statens Energiverk
196 093-0 Energiskogsodling

Birger Danfors



INNEHÅLL

Förord	3
Bakgrund	5
Sammanfattning	5
Genomförda studier	11
Mätning av spridningsbilden	11
Arbetsstudier	13
Flyggödsling med helikopter	13
Höga, Hallsberg	15
Getingeberg, Vretstorp	15
Ullavi, Sköllersta	15
Stora Sundby	16
Bennebo, Sala	16
Lund, Fellingsbro	17
Arbetsstudier över helikoptergödsling	17
Gödsling med traktorburet spridningsaggregat	19
Wrana Säteri, Sköllersta	21
Tynninge, Pålsboda	21
Hästön, Löa	23
Alntorp, Nora	23
Hälla gård, Hedemora	24
Frötuna, Fellingsbro	24
Tidsstudier över gödsling med traktorburet aggregat	25
Skyttelgödsling	26
Fröbbesta, Köping	27
Malmön, Köping	28
Ultuna, Uppsala	29
Tidsstudier över skyttelgödsling	30
Gödsling för hand	31
Mosebacke, Örebro	31
Tidsstudier över handgödsling	33
Förslag till fortsatta studier och utveckling	34
Summary	36
Resultatbilaga	43



FÖRORD

Jordbruks-tekniska institutet, JTI, har på uppdrag av Statens Energiverk under sommaren 1988 genomfört studier över spridning av växtnäring i växande salixbestånd. Studien har omfattat olika tekniker för spridning nämligen flyggödsling med helikopter, användning av traktorburet högspridande aggregat, skyttelgödsling som innebär att man kör inne i beståndet mellan raderna med terrängskoter och en liten spridare samt gödsling för hand då man bär gödsel på ryggen i en behållare och sprider den för hand längs raderna.

För flyggödslingen kontrakterades företaget Laroy Flyg AB i Malmö. Skogens gödslings AB, Falun, svarade för spridning med traktorburet aggregat och för skyttelgödsling ställde KGK Suzuki, Stockholm, som dragfordon en terrängskoter till institutets förfogande. Från Närlant i Örebro lånades också utan kostnad en liten Vicon pendelspridare för skyttelgödslingen.

Arbetet har utförts i samarbete med "projekt Mälardal" för energiskogsodling där agronom Håkan Johansson, Scandiaconsult, Falun, svarat för uppläggning av studien i stort genom odlarkontakter och kontakter med entreprenadföretagen.

Mätning av spridningsbilder och arbetsstudier i anslutning till det praktiska spridningsarbetet har utförts av agronomerna Birger Danfors och Bengt Jonsson vid JTI. För de ekonomiska beräkningarna har jägmästare Matti Parikka svarat inom ramen för annat uppdrag av Statens Energiverk.

I samband med fältarbetena har salixodlarna också på olika sätt genom att ställa resurser till institutets förfogande bidragit till att underlätta arbetet.

Huvuddelen av rapporten har sammanställts och skrivits av Birger Danfors. Bengt Jonsson har svarat för avsnitten rörande arbetsstudier och Matti Parikka för delarna med ekonomi. Översättning till engelska av sammanfatningen har utförts av kandidat Nigel Rollison. Illustrationerna har utförts av ingenjör Kim Gutekunst, JTI.

Till alla som på olika sätt bidragit till studiens genomförande framför institutet härmed ett varmt tack.

Uppsala i oktober 1988

Björn Sundell
Chef för JTI

Olle Norén
Forskningschef

BAKGRUND

Bakgrunden till studien är att energiskogsodlingar måste tillföras växtnäring varje år om man skall kunna uppnå maximal produktion. Eftersom energiskogen på kort tid växer sig betydligt högre än vanliga jordbruksgrödor kan man inte längre än det första året utnyttja konventionell spridningsutrustning. Då tillväxten är större de tredje och fjärde åren än i början är det viktigt att man kan tillföra växtnäring jämnt fördelad även sedan beståndet vuxit upp över två meters höjd.

SAMMANFATTNING

De metoder som studerats har varit flyggödsling med helikopter utrustad med en centrifugalspridare hängande i en bygel under flygplanskroppen. Vidare har spridning med hjälp av ett traktorburet aggregat undersöks. Aggregatet består av en stor behållare för gödsel och en kraftig fläkt som blåser gödseln genom ett vridbart vinklat rör som mynnar högt över marken. Med det vridbara röret sprids konstgödsel över ett solfjäderformat område bakom traktorn.

En tredje metod har varit skyttelgödsling, som innebär att man med ett litet dragfordon och en liten spridare kör inne i beståndet mellan raderna. Slutligen har möjligheterna att i mindre odlingar bära ut gödseln och sprida den för hand studerats. För ändamålet har en bärram med behållare lånats, så att man kan bära 25-30 kg gödsel på ryggen. Man kan då gå inne i beståndet och lägga gödseln mellan dubbelraderna, välplacerad för salixplantorna och utan räckhåll för en del av ogräsen.

Studierna har omfattat mätning av spridningsjämnhet genom uppsamling av gödselporver samt arbetsstudier i samband med ordinarie gödsling i bruksodlingar.

Flyggödsling

Studier av spridningsjämnheten genomfördes på fyra olika gårdar. Parallellt gjordes också arbetssstudier för bedömning av bl a spridningskapaciteten.

Kurvorna och beräkningarna som beskriver fördelningen av gödsel visar betydande ojämnheter. Det hänger till en del samman med att vissa fält varit oregelbundna och att anflygningen skett från olika håll. Vissa avsnitt av fälten har då fått tredubbel giva medan näraliggande ytor fått endast halv giva. Men även på regelbundna fält kan givan variera mellan 50% och 180% av medelgivan. Det är också påtagligt svårt att få gödsel ända ut längs långsidorna liksom i båda ändar av fälten utan att alltför mycket hamnar utanför odlingen. Ett bra markeringssystem till hjälp för piloten skulle möjligen kunna förbättra spridningsjämnheten.

Kvar finns dock problemet med metodens känslighet för byig sidvind. Dagens spridningsteknik kan inte anses uppfylla de krav man måste ställa på spridningsjämnheten i salixodlingar.

Ytterligare studier av spridningstekniken, modifierad efter hittills gjorda erfarenheter, kan dock vara av intresse för att man skall se hur långt spridningsjämnheten kan drivas på stora och regelbundna fält.

Gödsling med traktorburet spridningsaggregat

Spridningsaggregatet är monterat på en 4-hjulsdriven MB-trac 900. Gödseln sprids med hjälp av en kraftig fläkt som blåser gödseln via ett vertikalt vridbart rör med en böj i övre änden som mynnar ovanför grenverket. Gödseln sprids över ett solfjäderformat område bakom traktorn. Traktorn kan utan svårighet köras längs raderna rakt in i ett växande bestånd.

Arbetssstudier och studier av spridningsjämnheten har utförts på sex gårdar. Spridningsjämnheten har bestämts genom uppsamling av gödseln i tråg ställda vinkelrätt mot körriktningen. I större odlingar har mätningar skett vid körning mitt inne i bestånden. På vissa smalare fält har mätning

gjorts med traktorn körande längs utsidan av fälten. Varje mätning har i de flesta fall omfattat endast en passage.

Spridningsbilderna visar en något ojämnn och osymmetrisk fördelning av gödseln. I förhållande till medelgivan 100% har på enstaka punkter fallit endast 70-80% och på andra omkring 160%. De branta flankerna på spridningsdiagrammen betyder att man måste ställa stora krav på val av rätt avstånd mellan kördragen.

Tekniken att sprida gödseln ovanför grenverket med 18-20 m spridningsradie gör metoden känslig för sidvindar. Den långa kastvidden gör också att man har att välja mellan att få mindre gödsel i början och slutet av varje rad eller att lägga en del gödsel utanför odlingen. Kostnader för körskador på stammar och grenverk vid körning mitt inne i bestånden bör ges en särskild bedömning.

Ökad erfarenhet och förbättring av tekniken kan göra den intressant att använda i större odlingar. Det finns sålunda anledning att fastlägga vilken ojämnhet i gödselspridningen som kan anses ekonomiskt acceptabel.

Skyttelgödsling

För studierna över skyttelgödsling användes en s k terrängskoter för att dra en pendelspridare med separat motor monterad på ett tvåhjuligt chassi. Terrängskotern försedd med skyddsram som håller undan stammar och grenverk kördes mellan dubbelraderna där radavståndet var ner till 130 cm. Spridaren var försedd med en konventionell minidator för programmering och styrning av gödselgivan.

Arbetsstudier och spridningsstudier har utförts på tre lokaler. Spridningsjämnheten har bestämts genom uppsamling av gödseln vinkelrätt mot körriktningen mitt inne i bestånd av olika ålder och utseende. En mätning har också utförts på obeväxt mark. Varje mätning har omfattat endast en körning.

Erfarenheter från tidsstudier

För standardisering av beräkningarna har vissa antaganden gjorts beträffande mängden gödsel per hektar och draglängden. I tabell 8 i resultatbilegan, sid 43, redovisas uppgifter om arbetsbehov och avverkning för de fyra gödslingsmetoder som studerats. Gödselgivan är i samtliga fall bestämd till 350 kg/ha. Draglängden förutsättes vara 200 m utom för handgödsling. Den gödslade arealen är 5 ha/gård.

Gödselspridningen tänkes i samtliga fall, utom för handgödslingen, ske som entreprenadarbete och förflyttningen mellan gårdar och den regelbundna servicen av utrustningen ligger utanför den tid som medräknas här.

Vid helikoptergödsling räknas med två man utöver flygaren. Dessa två sköter fyllningen av gödselbehållarna vid lastningsplatsen. Gödselns lastning och utkörning till depån ingår inte i det arbete som här studerats.

Då traktorburen spridare används ingår två man i arbetslaget. Gödsel tas från lastbilen eller från en depå vid lastningsplatsen. Denna förutsättes ligga 0,5 km från fältet. Tiden för att lasta och köra ut gödseln till lastningsplatsen är ej medräknad.

Vid skyttelgödsling, som sköts av en man, gäller samma förutsättningar.

Vid handgödsling, som beräknas ske helt med gården egen personal, ingår däremot en ställtid per dag som innefattar arbetet med att köra ut gödseln i storsäck med vagn till fältet. Storsäcken förvaras på vagnen som flyttas fram efter hand.

Av tabell 8 framgår att arbetslagets storlek växlar från en till tre man mellan metoderna och att arbetsbehovet för gödsling i stort sett är lika för metoderna med traktorburen spridare och helikopter. Arbetsbehovet är större för skyttelgödsling.

I tabellen visas också att avverkningen med helikopter beräknats till i medeltal 7,2 ha/h. För att gödsla 5 ha behöver helikopter med servicebil alltså inte vara på gården mer än knappt en timma (0,7 tim).



För den traktorburna spridaren är avverkningen beräknad till 4,9 ha/h. För att gödsla 5 ha behöver entreprenören som använder den metoden vara på gården i en timme.

Vid skyttelgödsling flyttas minitraktor och spridare mellan gårdarna med bil eller på traktorsläp. Har man lastbil kan kran användas vid fyllningen. Traktor med frontlastare kan användas för att hantera storsäck eller lastpall vid fyllningen. Avverkningen vid skyttelgödsling har beräknats till 1,8 ha/h. Det innebär att gödslingen av 5 ha enligt dessa beräkningar skulle kunna klaras på 2,8 timmar.

Handgödsling kräver arbetskraft som är van och lämpad för grovarbete. Då kan man räkna med att gödslingen av 5 ha med 350 kg/ha kan klaras på 1,5-2 arbetsdagar.

Ekonomiska beräkningar

De ekonomiska beräkningarna har gjorts med hjälp av uppgifter om de olika maskinernas prestanda framtagna i samband med JTIs fältstudier. Kostnadsuppgifter avseende de olika maskinsystemen har hämtats från respektive företag.

Metoderna har jämförts vid samma gödslingsintensitet. Räntenivån är 12% i de företagsekonomiska kalkylerna och kostnadsnivån avser år 1988/89. Tabell 1 visar en sammanställning över metoderna när gödselgivan är 350 kg/ha NPK 20-5-9.

Tabell 1. Sammanställning av metoderna, giva 350 kg/ha NPK 20-5-9.

Metod	Minimiareal, ha	Odlingsform	Kostnad kr/ha
1. Helikoptergödsling	>10	större	1170
2. SG-system	>5	medel/större	1420
3. Skyttelgödsling	<5	mindre/medel	1075
4. Handgödsling A	<1	mindre	1187
5. Handgödsling B	<1	mindre	1259

Det framgår av tabellen att skillnaderna mellan de olika metoderna är relativt små. Skillnaden mellan den billigaste (skyttel) och den dyraste metoden (SG-system) är ca 350 kr/ha. Med en billigare basmaskin än MB-trac 900 avsedd för gödsling i svår terräng bör det vara möjligt att minska kostnaden.

Alla de studerade metoderna kan användas för spridning av växtnäring i högväxande salixbestånd med beaktande av objektets storlek.

Den metod som verkar ha de bästa förutsättningarna är skyttelgödsling tack vare bra prestanda samt låg kostnad och arbetsinsats. Basmaskinen kan möjligen också komma att användas för andra ändamål inom jord- och skogsbruk.

GENOMFÖRDA STUDIER

MÄTNING AV SPRIDNINGSBILDEN

Mätning av spridningsbilden sker genom uppsamling av godselkorn med hjälp av tråg som placeras ut på ett bestämt sätt. Varje tråg mäter 50 cm i fyrkant och är 5 cm djupt. I varje tråg placeras ett galler som motverkar att göselkornen studsar ur. Bild 1.

Vanligen placeras trågen vinkelrätt mot körriktningen åt båda håll från körvägen så långt ut att man kan samla in korn från hela spridningsbred- den. Sammanlagt har 27 tråg använts. Trågens inbördes avstånd bestäms av den aktuella maskinens spridningsvidd. Efter varje körning samlas trågen in och töms ett i taget så att innehållet kan vägas individuellt. De aktuella vikterna sätts in i diagram som visar spridningsbilden. För att förenkla läsningen av diagrammen används relativtal där medelgivan anges som värdet 100. Den sammanlagda vikten från alla trågen delat med antalet tråg utgör medelgivan. Med hjälp av spridningsbilden kan man bestämma lämpliga avstånd mellan kördragen så att man får en lagom överlappning och därmed jämnast möjliga fördelning av växtnäringen.

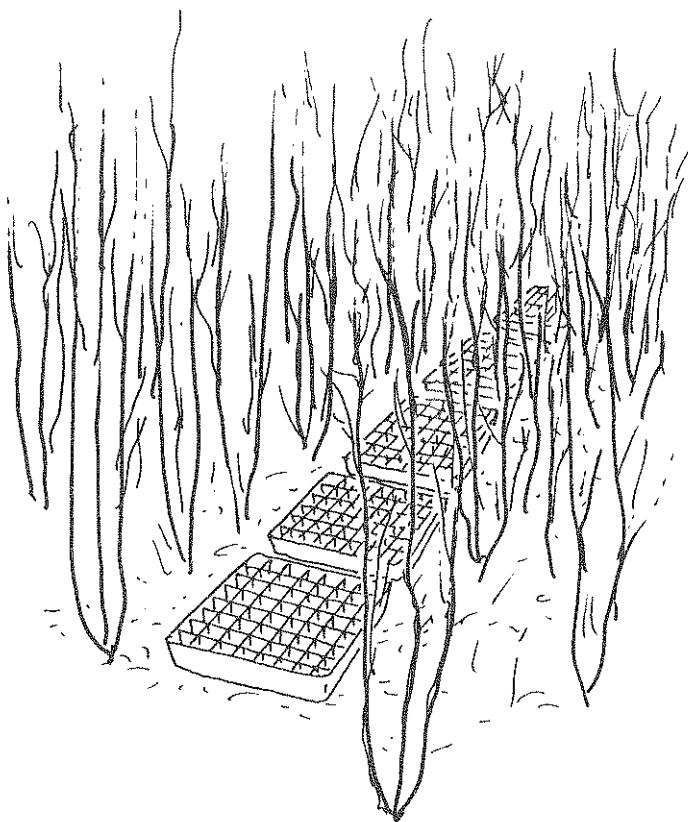


Bild 1. Vid studier av spridningsbilden används tråg av storleken 50x50 cm försedda med raster som motverkar att gödselkornen studsar ur.

Fig 1. In studies of the spreading pattern, the trays used were 50x50 cm in size and were fitted with grids which prevent the particles of fertilizer from jumping out.

I det här aktuella fallet med flygspridning stod trågen kvar inne i beständen tills hela spridningsarbetet var avslutat. Det gav då en slutgiltig bild av hur växtnäringen fördelats.

I de övriga diagrammen visas spridningsbilden från en enstaka körning med en streckad kurva. Heldragen kurva visar den beräknade slutliga fördelningen av växtnäringen vid körning fram och tillbaka över fältet. En varianskoefficient är framtagen för den beräknade slutliga fördelningen. Varianskoefficienten är ett mått på spridningsjämnheten. Vid växtnäringsspridning i t ex spannmålsgrödor bör den inte vara större än 10. I en salixodling bör man kunna acceptera en något större variation i spridningsjämnheten.

De medelgivor som beräknats med hjälp av de uppmätta värdena skiljer sig från de medelgivor som kan beräknas med utgångspunkt från aktuell areal och totalt utspridd gödselmängd. Detta beror på att en del av gödseln som hamnar i trågen studsar ur dessa. Bedömningen grundas på att de procentuella förlusterna är lika stora i varje tråg.

ARBETSSTUDIER

Arbetsstudierna har omfattat bestämning av körhastigheter och tidtagning av olika arbetsmoment samt hela arbetscykler med transport, lastning, spridning och avslutande arbeten. Med dessa data samt med erfarenheter från andra liknande studier har spridningskapaciteter beräknats för de olika sättet att sprida växtnäring. Resultaten visas i tabell 8.

FLYGGÖDSLING MED HELIKOPTER

Företaget La Roy i Malmö kontrakterades för gödsling av omkring 35 ha inom projekt Mälardal. Gödseln spreds med hjälp av en helikopter utrustad med en centrifugalspridare. Helikoptern flygs vanligen mellan stationeringsorter och olika projekt, medan övrig utrustning bl a flygbränsle transportereras på en stor lastbil utrustad med kran för hantering av gödselmedel, påfyllningsutrustning m m.

Start- och landningsplatser hade rekognoserats i förväg. Berörda lantbrukare körde ut gödsel i storsäckar, som placerades inom räckhåll för lastbilens kran. Gödseln tömdes i koniska behållare med ett spjäll i botten. Från dessa behållare kunde sedan gödseln portioneras i de spridare som hörde till helikoptern. Dessa behållare med en centrifugalspridare i botten lyftes upp på en ramp på lastbilen. Där hämtades de direkt utan att helikoptern landade. En tom behållare lämnades och en fylld hämtades. Omkoppling av lyftanordning och den hydraulik som driver spridaren sker på några få sekunder, och maskinen kan flyga iväg till spridningsområdet.

Bild 2.

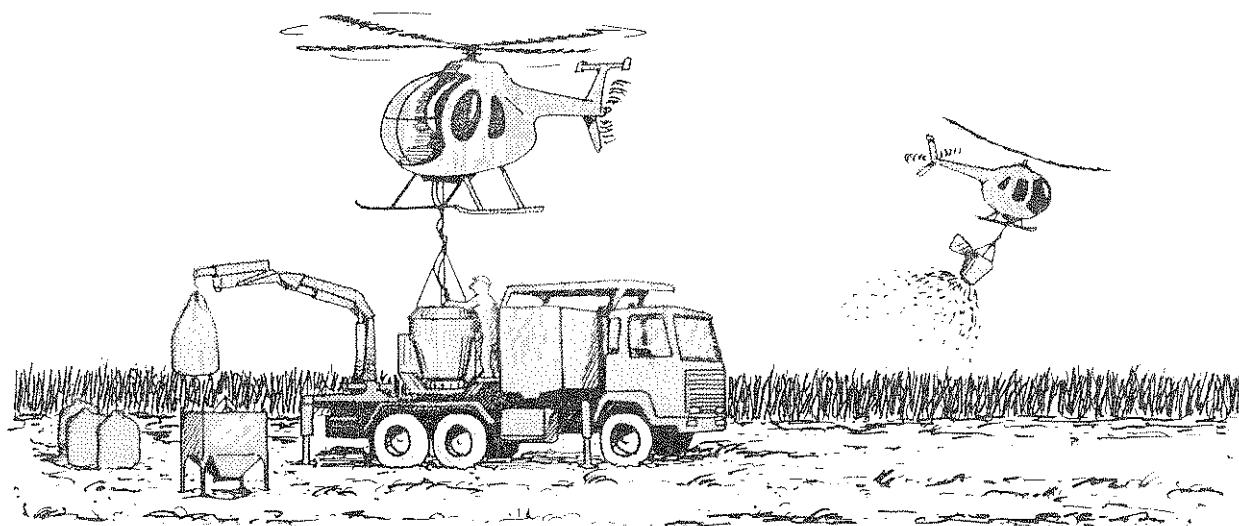


Bild 2. Rationell hantering och god planering gör helikoptergödsling till en metod med stor spridningskapacitet. Spridningsjämnheten behöver dock förbättras.

Fig. 2. Rational handling and good planning make helicopter fertilizing a method with large spreading capacity. However, the spreading uniformity needs to be improved.

Spridning av innehållet i en behållare, 500 kg, sker på mindre än en halv minut, vilket innebär att man med systemet uppnår en betydande spridningskapacitet.

Precisionen i spridningen är mycket beroende av förarens skicklighet och den markering eller de landmärken han kan finna på eller invid fälten. Sannolikt till följd av brister i detta avseende har betydande spridningsojämnhet kunnat konstateras.

Systemet används normalt endast för skogsgödsling där hektargivorna är mindre än i salixodlingar. Ett villkor för utveckling av denna spridningsmetod är, vid sidan av acceptabel spridningsjämnhet, att man med hänsyn till kostnaderna kan samordna gödsling av betydande sammanhangande arealer inom mycket begränsade regioner.

Vid flyggödsling varieras anflygnings- och spridningsriktningen på vissa fält som är oregelbundna. Av denna anledning samt emedan mätning av spridningsresultatet genomfördes först efter avslutad spridning har olika placeringar av insamlingstrågen tillämpats. Som framgår av redovisningen från de olika gårdarna har trågen i vissa fall placerats diagonalt i

förhållande till flygriktningen, ibland längs med och tvärs för att på olika sätt få en bild av spridningen. Se resultatbilaga sid 43.

Höga, Hallsberg

Vid den första gården med flyggödsling genomfördes endast arbetstidsstudier vid lastbilen-depån där gödsel hanterades samt hämtades med helikoptern.

Getingeberg, Vretstorp

Areal 2,5 ha, gödselmängd 350 kg/ha, NPK 14-6-17, 750 kg totalt. Fältet med Salix var rektangulärt med något oregelbundna sidor. En del av fältet skulle undantas från gödsling. Trågen placerades i två grupper med 2 m inbördes avstånd, dels parallellt med planerad flygriktning, dels tvärs denna.

Av bild 1 i resultatbilagan framgår placeringen av trågen samt den relativta fördelningen av gödseln inom det område som täcktes av trågen. Den uppmätta medelgivan var 335 kg/ha, vilket motsvaras av relativtalet 100. De lägsta och högsta relativvärdena var 54 och 299, vilket motsvarar 181 kg/ha resp 1 000 kg/ha. Sammanställningen visar en betydande spridningsvariation. Variationskoefficient 46,7.

En bidragande orsak till den stora ojämnheten i spridningen är att föraren valde att flyga i två riktningar vinkelrätt mot varandra. Detta gav på ett ställe en överlappning med tre gånger så stor giva som avsetts.

Ullavi, Sköllersta

Gödslad areal 6,0 ha, 700 kg/ha, NPK 16-5-16, 4 200 kg totalt. På Ullavi placerades trågen tvärs flygriktningen över hela skiftet med 2 m avstånd med början 4 m från ett dike. I den andra änden drygades avstånden ut något, vilket framgår av skissen, för att hela bredden skulle täckas. Medelgivan uppmättes här till 376 kg/ha. Se resultatbilagan, bild 2.

Spridningsbilden visar en betydande variation från 8 kg/ha, 2%, av medelgivan 6 m in från ena kanten upp till 676 kg/ha, 180%, inne i fältet.

"Taggigheten" i kurvan, dvs variationerna mellan näraliggande punkter, utjämns till en del genom att rotsystemen har en vid utbredning, omkring 10 m i diameter. Skillnaden mellan 2% och 180% är dock betydande och kan inte minskas nämnvärt genom rotsystemens utbredning. Spridningsbilden visar svårigheterna att nå ut till fältets kanter med en stor giva utan att alltför mycket hamnar utanför. Variationskoefficient 50,1.

Stora Sundby

Gödslad areal 8,0 ha, 600 kg/ha NPK 17-6-12, 4 800 kg totalt. Vid Stora Sundby placerades trågen diagonalt i förhållande till flygriktningen med 5,5 m inbördes avstånd. Med den diagonala placeringen som täckte större delen av fältet var avsikten att fånga spridningsbilden både i sid- och längdled.

Den uppmätta medelgivan som i diagrammet motsvaras av värdet 100 var 270 kg/ha. Den minsta givan, 4 kg/ha, kom i fältets ena hörn där ett av de längst ut placerade trågen stod. Den största 540 kg/ha, dubbelt så stor som medelgivan, förekom något förskjuten från mitten av fältet. Se resultatbilagan, bild 3 och 4.

Spridningsbilden uppvisar betydande variationer i fördelningen av konstgödseln. Sannolikt återspeglas genom den diagonala placeringen av trågen tillsammans med ojämnheten i sidled också en del av ojämnheten i längsled som bedöms vara betydande, speciellt i början och slutet av varje drag.

Den jämfört med i föregående mätning glesare placeringen av trågen innebär att rotsystemets möjlighet att kompensera för ojämn spridning här är mindre. Mellan varje brytpunkt på kurvan är det 5,5 m på fältet. Även här är sålunda ojämnheten i spridningen alltför stor. Variationskoefficient 42,8.

Bennebo, Sala

Gödslad areal 4,0 ha, 600 kg/ha, NPK 17-6-12, 2 400 kg totalt. Energiskogsodlingen vid Bennebo har en oregelbunden fältform varför gödsel kom att spridas i olika riktningar. För att så väl som möjligt täcka in detta ställdes trågen dels diagonalt, 16 st, dels tvärs huvudflygriktningen,

5 st, enligt bild 5 i resultatbilagan. Avståndet mellan trågen var 4 m. Medeltalet av de uppmätta gödsemängderna var 281 kg/ha, vilket motsvaras av värdet 100% i redovisningen. Den minsta mängden 104 kg/ha, 38%, uppmättes i övre änden av diagonalen omkring 8 m från fältets kant. I den nedre delen av diagonalen 4 m från kanten av odlingen insamlades ett prov motsvarande 795 kg/ha, 283%. En så stor giva endast 4 m från fältkanten gör att man kan befara att en betydande mängd gödsel hamnat utanför odlingen. I trågen ställda tvärs huvudflygriktningen samlades som mest motsvarande 621 kg/ha, 225%, och 690 kg/ha, 250%. I de två närmaste på 4 m och 8 m avstånd blev givorna 201 kg/ha, 73%, resp 245 kg/ha, 89%.

Trågen med de största mängderna innehöll gödsel från upprepade överflygningar vilket tydligt visar svårigheterna speciellt på oregelbundna fält där man bedömer det angeläget att flyga och sprida i mer än en riktning. Variationskoefficient 70,4.

Lund, Fellingsbro

Gödslad areal 4 ha, 350 kg/ha, NP 26-6, 1 200 kg totalt. Vid Lund utfördes endast tidsstudier i anslutning till lastbilen, depån.

Arbetsstudier över helikoptergödsling

Cykeltider

I tabellerna 9 och 10 i resultatbilagan visas cykeltider från alla sex objekten. Medeltalet varierar mellan 2,00 - 3,70 minuter per lass. Medeltalet från samtliga mätningar är 2,4 minuter per lass. Från fyra av objekten är dessa cykeltider uppdelade på fyra deltider här ordnade i storleksordning:

Flyger till och från fält	58%
Vänder	18%
Byter behållare	13%
Sprider	11%

Spridningskapacitet utan avbrott

Eftersom lassvikten i medeltal var 500 kg finner man av ovanstående cykeltider att avverkningen utan avbrott i medeltal var 12,4 ton/h. Arbetsförbrukning utan avbrott var 4,8 min/ton. Vid givan 350 kg/ha motsvarade detta utan avbrott 1,7 min/ha.

Fördelningstid m m

För att kunna ge en total bild över avverkning och arbetsbehov fordras också uppgifter om ställtider, avbrottstider m m. Nedanstående data från studierna kan användas vid beräkningar över avverkning och totalt arbetsbehov av det slag som redovisas i tabell 8 där de olika spridningsmetoderna kan jämföras.

Ställtid före spridning

Bilens stöd fälls ner, fyllningsbehållaren ställs ner och fylls, första spridaren fylls (2 man), 15 min (variation 13,60-16,35).

Ställtid efter spridning

Ställer på fyllningsbehållare, fäller upp bilens stöd, surrar last (2 man), 10 min (variation 7,20-10,00).

Tankar helikopter

Från behållare på bilden 2,5 min/tankning.

Bilens förflyttning mellan gårdar

Körhastigheten påverkas bl a av vägförhållandena, ex.

7 km transport, medelhastighet 46 km/h

13 "	"	"	41 "
50 "	"	"	52 "

Arbetsbredd

Från spridningsproven på objekt 4 framgår att avståndet mellan dragen kunde vara 15-20 m. Märkligt nog resonerade inte föraren om arbetsbredd. Uppgiften för honom var helt enkelt att fördela den till det bestämda fältet tilldelade gödseln så väl som möjligt och det skedde ibland med dubbelspridning och spridning i olika riktningar över fälten som var små och oregelbundna.

Ekonomiska beräkningar över helikoptergödsling

Helikoptergödslingen kan med fördel användas för spridning av växtnäring på större sammanhängande ytor. Minimiarealen ligger vid 10 ha.

Tabell 2. Helikoptergödsling. Kostnad kr per ha. Giva 350 kg NPK per ha, omfattning >10 ha.

1. Gödsling

- Helikopter	350 kg/ha	0,5 kr/kg	175 kr/ha (inkl arbete)
- Gödselmedel	350 kg/ha	2,60 kr/kg	910 kr/ha (NPK 20-5-9)

2. Transport

- Dragkraft	0,5 tim/ha	150 kr/tim	(inkl förare)
- Vagn	0,5 tim/ha	20 kr/tim	85 kr/ha

Summa	1 170 kr/ha
-------	-------------

(Källa: JTI, Laroy Flyg i Malmö, Handbok för driftsplanering SLU, Områdeskalkyler för jordbruk SLU).

GÖDSLING MED TRAKTORBURET SPRIDNINGSSAGGREGAT

För dessa studier anlitades Skogens Gödslings AB som har en väl fungerande organisation för vanlig skogsgödsling (SG-systemet).

I de här aktuella studierna användes en MB-trac 900 på vilken behållare för gödsel och spridningsaggregat monterats. Spridningsaggregatet består av en göselbehållare, en kraftig fläkt, en doseringsskruv samt ett vridbart vertikalt rör med en böj överst. Genom detta rör, som vrids fram och tillbaka, blåses gödsel över ett solfjäderformat område bakom traktorn. Utblåsningsröret skall mynna ovanför bladverket, vilket innebär att standardröret måste förlängas. Spridningsradien med vanlig granulerad konsgödsel är 18-20 m. Bild 3.

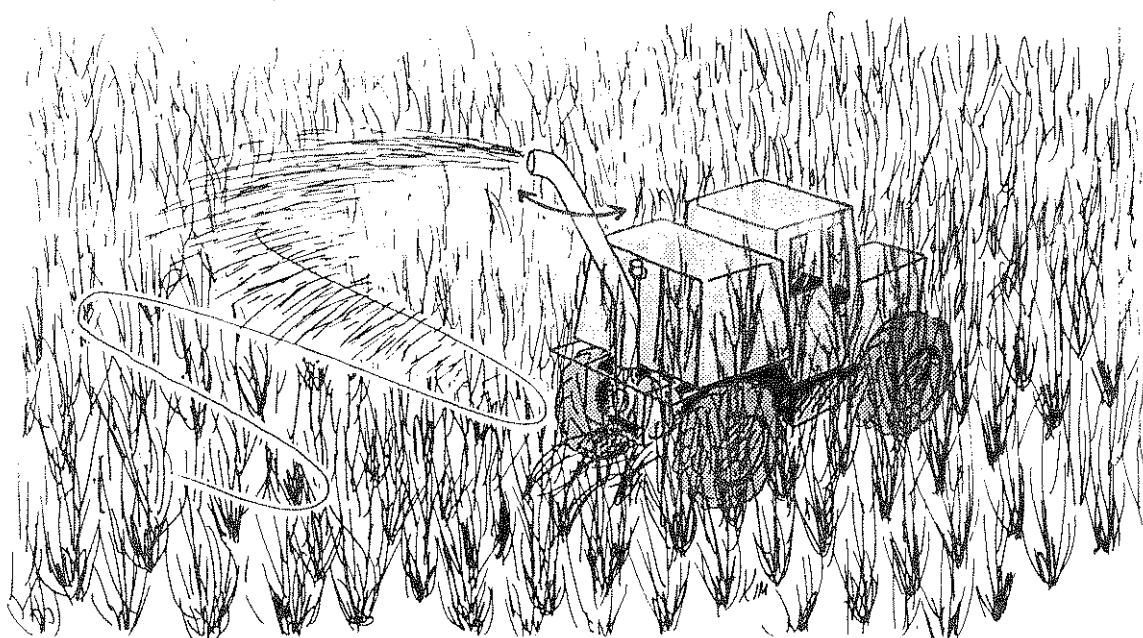


Bild 3. Traktorn kan de första åren utan svårighet köras rakt in i beståndet med de avstånd man bedömer lämpliga. Man bör dock vara observant på de skador som uppstår på stammarna så de på sikt inte bidrar till spridning av växtsjukdomar i beståndet.

Fig. 3. During the first years of the plantation, the tractor can be driven without difficulty straight into the stand at the distances considered suitable. However, the damage to stems should be noted so that they do not contribute in the long-term to the spread of different plant diseases in the stand.

Vid studierna av spridningsbilden efter gödsling med detta system ställdes uppsamlingstrågen vinkelrätt mot körriktningen som alltid är parallell med raderna. Varje mätning visar resultatet av endast ett drag under de specifika förhållanden som rådde på platsen med beståndets höjd och täthet samt eventuell sidvind. Ett undantag utgör Tynninge där resultatet av en överlappning också registrerats.

För att möjliggöra spridning i ett höväxande bestånd hade ett nytt utblåsningsrör beställt, något högre än vad som annars används. Förlängningen på 1 meter var tillräcklig i de aktuella bestånden men i ännu äldre bestånd kommer att krävas ytterligare en meters förlängning med hänsyn både till spridningsjämnhet och risken för skador på det översta bladverket.

Körvägar i bestånden valdes efter uppskattad spridningsbredd. Spridartraktorerna kördes utan svårighet rakt in i bestånden gränslande en dubbelrad som pressades ner under traktorn. De nedpressade stammarna, 3-4 m höga, reste sig omedelbart efter passagen. De hade dock fått en del, mestadels lättare, skador på barken och i bladverket. Skadorna på barken kan bli inkörsportar för infektioner, mer eller mindre svåra beroende på hur kraftigt det kommande infektionstrycket blir. Skadorna i bladverket kompenseras sannolikt på kort tid genom den normala tillväxten. Bild 4.

Varje mätning omfattar som nämns ovan endast en körning. Spridningsbilden visas med en heldragen kurva från mitten ut mot sidorna. Avslutningen utgörs av streckade linjer. Hela den heldragna linjen visar den beräknade spridningsbilden inkl överlappning från bredvidliggande drag dvs det resultat man räknar med att uppnå vid körning fram och tillbaka drag vid drag.

Wrana säteri, Sköllersta

Gödslad areal 2,1 ha, 600 kg/ha. I odlingen vid Wrana säteri ställdes trågen mitt inne i odlingen med 13 tråg på vardera sidan av körstråket. Beståndets höjd var 2-3 m och utgjorde inget hinder varken för körning eller spridning. Körhastigheten var 3 km/h och antalet varv på utmatningsskruven 86 rpm. Variationskoefficient 38,2.

Medelgivan inkl beräknad överlappning var 287 kg/ha, 100% i diagrammet. Den största givan 528 kg/ha, 184%, uppstod på grund av överlappning på en sida. Se resultatabilagan, bild 6.

Tynninge, Pålsboda

Gödslad areal 2,0 ha, 600 kg/ha.

Trågen ställdes här ut så att 10 st stod till vänster om huvudkörstråket, 16 st till höger. I tråg 8 och 9 på den högra sidan samlades gödsel från två kördrag dvs den överlappning som uppstod.

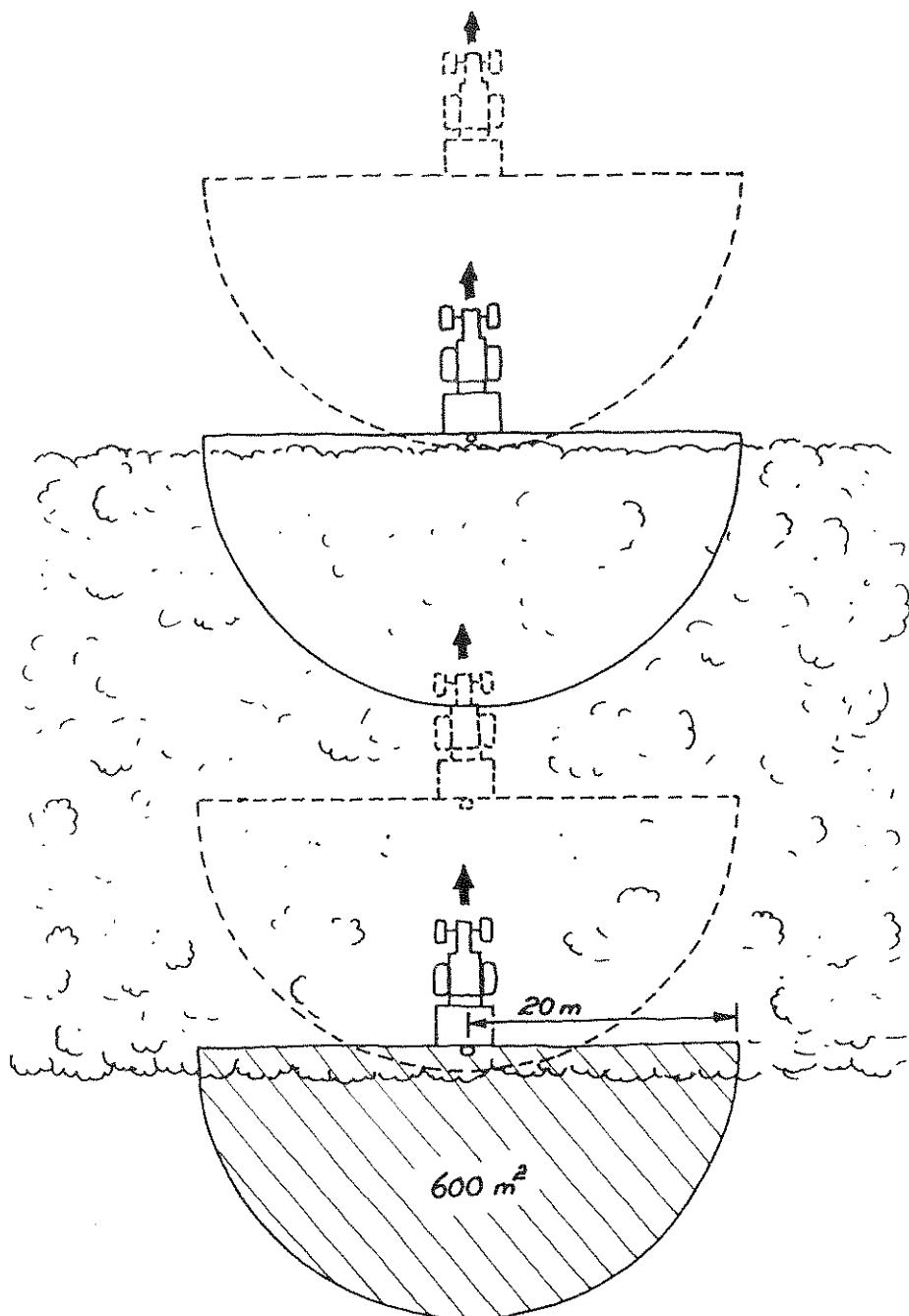


Bild 4. Spridning med stor kastvidd ger problem i början och slutet av varje rad. När ska man börja spridningen respektive avsluta den? Med 20 m spridningsradie är den berörda ytan ca 600 m^2 . Med givan 350 kg/ha lägger man omkring 20 kg gödsel på denna yta. Börjar man sprida då traktorn går in i beståndet lägger man 20 kg gödsel utanför fältet och kör man in 20 m i beståndet kommer en del av odlingen att få för lite gödsel. Motsvarande problem gäller då man kör ut ur beståndet. Frågan kan ses som ett optimeringsproblem där man får väga kostnaden för gödseln som hamnar utanför mot produktionsbortfallet vid utebliven gödsling. Även miljöhänsyn kan behöva vägas in.

Fig. 4. Spreading with a large length of throw causes problems at the start and end of each row. When should the spreading be started and when should it be ended? With a 20 m radius of spread the area involved is about 600 m^2 . At an application rate of 350 kg/hectare about 20 kg fertilizer is placed on this area. If spreading is started when the tractor goes into the stand, then about 20 kg fertilizer is thrown outside the plantation, and if spreading is not started until the tractor is 20 m inside the stand, then part of the plantation will receive too little fertilizer. The corresponding problem applies when the tractor is leaving the stand. This question may be seen as an optimization problem where the cost of fertilizer falling outside the field must be balanced against the loss of production occurring when part of the field is not fertilized.

Medelvärdet av de uppmätta mängderna var 291 kg/ha vilket motsvaras av 100% i diagrammet. Det högsta värdet 165% motsvaras av 480 kg/ha. Resultatet av överlappningen till höger i diagrammet visar att avståndet 40 m mellan kördragen i detta fall varit något för långt. Spridningsbilden visar en ojämnn spridning med alltför stora mängder i ytterkanterna och en mycket brant avslutning. Detta gör att man måste ställa stora krav på exakt kännedom om spridningsvidden för att kraftig överlappning alternativt utebliven gödsling mellan stråken skall kunna undvikas. Se resultatlängd, bild 7.

Hästön, Löa

Gödslad areal 1,5 ha, 600 kg/ha. Arealen med energiskog var uppdelad på flera mindre fält. Studier av spridningsbilden utfördes på ett långsmalt fält där bredden var endast omkring 25 m. För att undvika gödsling utanför fältet kördes traktorn med spridare längs ytterkanterna med utblåsningsrören stillastående vänt in mot odlingen. Trågen för uppsamling ställdes tvärs över fältet vinkelrätt med körriktningen. Spridaren kördes längs fältets båda längsider innan proven samlades in. Körhastigheten var 2,4 km/h och antalet varv på utmatarskruven 40 rpm.

Fördelningen av gödsel visas i resultatlängd, bild 8. Den uppmätta medelgivan blev 647 kg/ha vilket motsvaras av 100% i diagrammet. De två högsta punkterna motsvaras av 992 kg/ha, 153%, och 1 040 kg/ha, 161%. Variationskoefficient 54,3.

Man kan konstatera att körning med låst utblåsningsrör ger liten givningshöjd närmast traktorn i fältets kant. Avståndet mellan de två topparna och svackan i mitten är ca 8 m. Ett väl förgrenat rotsystem kan bidra till att utjämna en del av ojämnheterna.

Alntorp, Nora

Gödslad areal 4 ha, 600 kg/ha.

Uppsamlingstrågen ställdes ut mitt i fältet med 2 m inbördes avstånd vinkelrätt mot körriktningen. De samlades in efter endast en körning. Körhastigheten var 3 km/h och antalet varv på utmatningsskruven var 100 rpm.



Medelgivan uppmättes till 354 kg/ha vilket motsvaras av 100% i diagrammet. Det högsta värdet var 864 kg/ha, 224%. Variationskoefficient 47,8. Se resultatbilagan, bild 9.

Hälla gård, Hedemora

Totalt gödslad areal 3,5 ha, 600 kg/ha.

Arealen som skulle gödslas var uppdelad på flera olika skiften av olika ålder. För studien valdes de mest högvuxna bestånden, ca 3,5 m, för att det högre utblåsningsröret skulle provas. Dessa bestånd var långsmala med en bredd av endast omkring 10 m. Här utfördes två mätningar, den första med spridarröret i ett fast sidovridet läge, den andra med svängande spridarrör. Uppsamlingstrågen ställdes ut med 1 m avstånd inne i raderna. Radavstånd 70/130 cm.

I den första mätningen vid körning med fast spridarrör uppmäts en medelgiva innanför beståndsgränserna på 1 028 kg/ha, 100% i diagrammet. Högsta värdet blev 1 272 kg/ha, 124%. Variationskoefficient 14,4. Bild 10 i resultatbilagan.

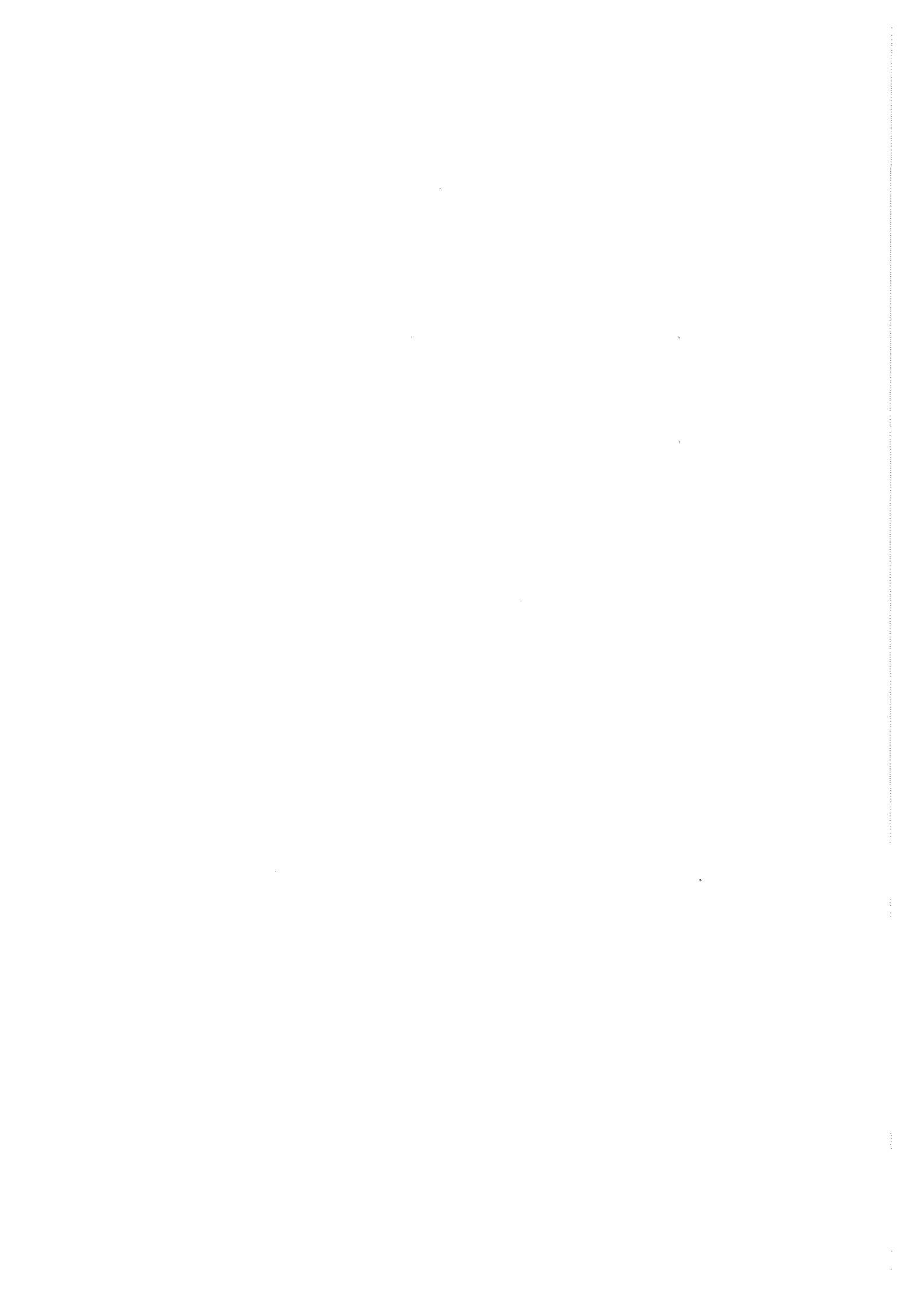
I den andra mätningen med spridarröret pendlande uppmättes en medelgiva på 525 kg/ha, 100% i diagrammet, innanför beståndsgränserna. Högsta värdet blev 648 kg/ha, 123%. Variationskoefficient 16,0. Bild 11 i resultatbilden.

Avstånden mellan högsta och lägsta punkter i diagrammen motsvaras av endast några få meter vilket gör att ojämnheterna, särskilt i äldre bestånd, kan utjämnas genom rotsystemens utbredning. Ett bestånd bör dock inte vara smalare än 15-18 m om man vill undvika att sprida utanför beståndsgränserna.

Frötuna, Fellingsbro

Gödslad areal 2,8 ha, 650 kg/ha.

Trågen för uppsamling ställdes ut i en rak linje med 2 m avstånd vinkelrätt mot körriktningen. Markytan var jämn och horisontell, beståndets höjd var omkring 3 m. Trågen samlades in efter endast en körning. Körhastigheten var 3,0 km/ha och antalet varv på utmatningsskruven 95 rpm.



Medelgivan uppmättes till 346 kg/ha vilket motsvaras av värdet 100% i diagrammet, bild 12 i resultatbilagan. Det största värdet blev 896 kg/ha, 263%. Variationskoefficient 55,4.

Spridningsbilden är påtagligt osymmetrisk utan att det förekommit sidvind eller att marken lutar. Den ojämna spridningen och osymmetriska fördelningen gör att det kan vara svårt att uppnå en lagom överlappning dvs risken för mistor liksom för en tredubbling av givan är stor.

Tidsstudier över gödsling med traktorburet aggregat

Ett antal deltidar från dessa studier redovisas i texten nedan och är avslutningsvis sammanställda i tabell 8 i resultatbilagan.

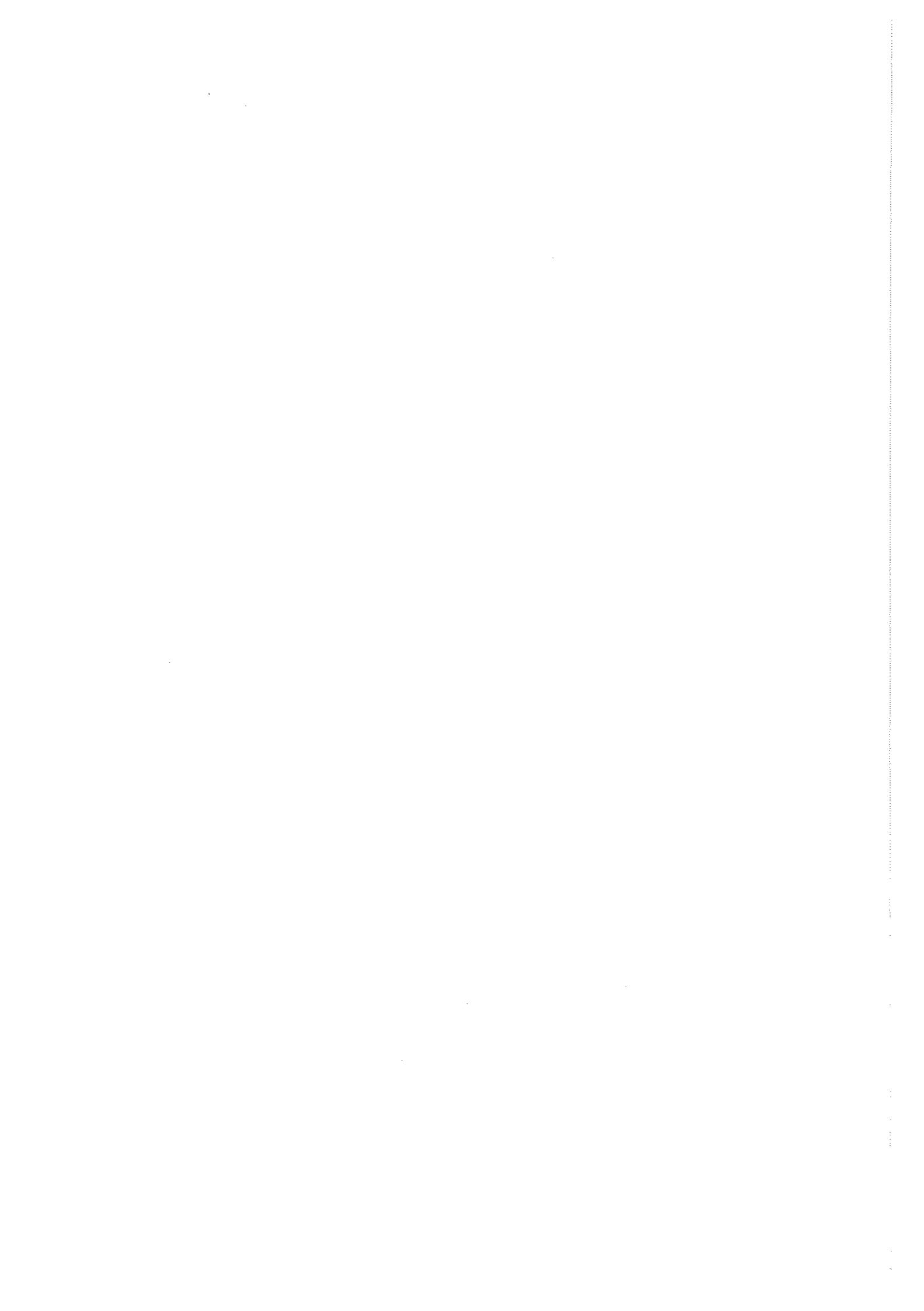
Spridaren var monterad på en traktor MB Trac 800. Den förflyttades mellan gårdarna fastspänd på ett lasbilssläp. Att lossa spridaren och köra ner den från släpet tog i medeltal 1,5 min/gång. Att köra upp spridaren och låsa fast den på flaket tog i medeltal 4,5 min/gång. För att lasta av och efter spridningens slut lasta på spridaren igen på bilen krävdes vid dessa studier totalt 6 minuter varvid två man var engagerade.

På lastbilsflaket transporterades gödsel i storsäckar som hanterades med en kran. Säckarna lyftes upp och fram över spridaren. Där skars de upp av traktorföraren och tömdes. Att fylla spridaren med två storsäckar gödsel å 600 kg tog i medeltal 4 minuter.

Vid spridningen var körhastigheten i kördraget i medeltal 3,3 km/h. Vändningarna tog i medeltal 0,7 min. Arbetsbredden som användes vid dessa studier var 40 meter.

I det kalkylexempel som ligger till grund för värdena i tabell 8 har utöver ovanstående data räknats med att ställtiden per gård är 10 minuter, avståndet mellan fyllnings- och spridningsplats är 500 m och körhastigheten vid denna förflyttning är 10 km/h. Draglängden är 200 m, givan är 350 kg/ha. Personlig tid utgör 5% och övriga avbrottstider 10% av verktiden.

Med dessa förutsättningar blir avverkningen 4,9 ha/h total tid på gården. Om storleken på fältet som skall gödslas är t ex 5 ha klaras hela arbetet



på en sådan gård på en timme. I de arbetsdata som ingår i tabell 8 ingår ingen tid för förflyttning mellan gårdar och och ej heller någon ställtid t ex tankning och service av traktor och spridare och lastning av gödsel till bil. Detta antas ske hemma hos entreprenören. Vid förflyttning på landsväg varierade medelhastigheten beroende på vägstandard mellan 46 och 55 km/h.

Ekonomiska beräkningar över spridning med traktorburet aggregat

SG-systemet är en beprövad metod som används i skogsbruket för spridning av växtnäring. Det bör noteras att metoden är tillämpbar i större sammanhangande odlingar. Minimiarealen torde ligga vid 5 ha.

Tabell 3. Traktorburet aggregat. Kostnad kr/ha. Giva 350 kg NPK per ha, omfattning >5 ha.

1. Gödsling

- SG-system	350 kg/ha	1,0 kr/kg	350 kr/ha (inkl arbete)
- Gödselmedel	350 kg/ha	2,60 kr/kg	910 kr/ha (NPK 20-5-9)
- Tillägg	5 ha	800 kr/obj	160 kr/ha

Summa	1420 kr/ha
-------	------------

(Källa: JTI, Skogens Gödslings AB i Falun, Handbok för driftsplanering SLU, Områdeskalkyler för jordbruk SLU).

SKYTTELGÖDSLING

Skyttelgödsling innebär att man med ett litet dragfordon och en liten spridare kör mellan raderna inne i beståndet. För studien använde institutet en s k terrängskoter av märket Suzuki LT-F4 WD med fyra drivande hjul och lågt ringtryck, omkring 30 kPa. Skoterns vikt är omkring 240 kg och dess bredd 1 125 mm. Motorstyrkan är omkring 15 kW och antalet växlar 3x5 vilket ger fullt tillräckliga möjligheter att variera hastigheten efter vägslag och utrymme.

För att öka framkomligheten i täta bestånd och minska risken för skador både på förare och trädstammar byggde institutet en skyddsram som fästes på terrängskotern med enkla klämförband.

Gödselspridaren som också ställdes till institutets förfogande, var en pendelspridare av märket Vicon mod. PS 403 som bogserades efter skotern. Den hade en enkel hjulaxel med två gummihjul. För drivning av spridningsaggregatet fanns en liten bensinmotor monterad direkt på spridaren. Behållaren av glasfiberarmerad plast rymmer 400 liter. Även spridaren försågs med enkla avvisare för att minska problemen med krokigt växande stammar.

Bild 5.

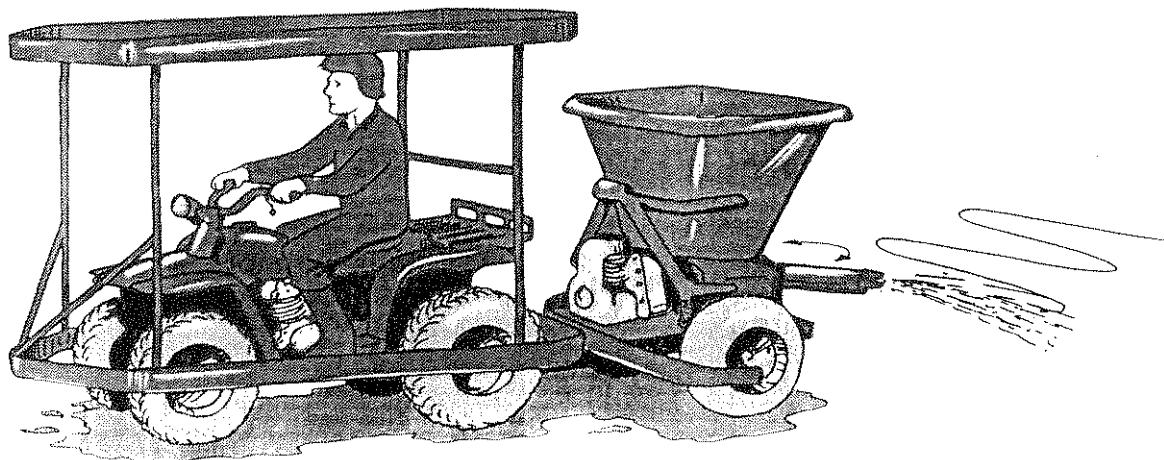


Bild 5. Med en liten fordonskombination av detta slag kan man köra inne i beståndet. En småskalig metod som kan ge god spridningsjämnhet.

Fig. 5. With a small combination of vehicles of this kind it is possible to drive within the stand. This is a small-scale method which can give good spreading uniformity.

Som extra utrustning fanns en minidator med vars hjälp spridaren kunde kalibreras. Sedan spridaren kalibrerats kunde olika gödselgivor programmeras in i datorn vilket innebar att hektargivan under körning kunde varieras och därmed också anpassas till exempelvis beståndets storlek, jordart eller andra produktionsfaktorer.

Då körning sker mellan raderna ställdes trågen för uppsamling av gödsel vinkelrätt mot raderna på båda sidor om körstråket.

Fröbbesta, Köping

Vid Fröbbesta genomfördes två mätningar i något olika 2-åriga bestånd. Det första beståndet bestod av en klon med skott som var jämförelsevis krokiga

vid basen, dvs de växte ut åt sidorna vilket minskade framkomligheten något. Det andra beståndet hade mer upprätt växande skott. Radavstånden var i båda fallen 70/130 cm. Skotten var 2-2,5 m höga och många till antalet vilket gjorde att odlingen bitvis var mycket tät. Uppsamlingstrågen ställdes ut med 1 meters inbördes avstånd.

I de tätta bestånden begränsades maximala spridningsbredden till 2x4 m. Det ger en hög och smal spridningsbild. Lämpligt avstånd mellan kördragen bedömdes vara 6 m, dvs körning i var tredje rad. Spridningstopparna skulle då ligga med 6 m mellanrum liksom de stråk där man får den minsta givan. De minst gynnade plantornas rötter kan då nå områden där den maximala givan fallit åt två håll inom ett avstånd av endast 3 m. (Gäller vid helt symmetrisk spridningsbild.)

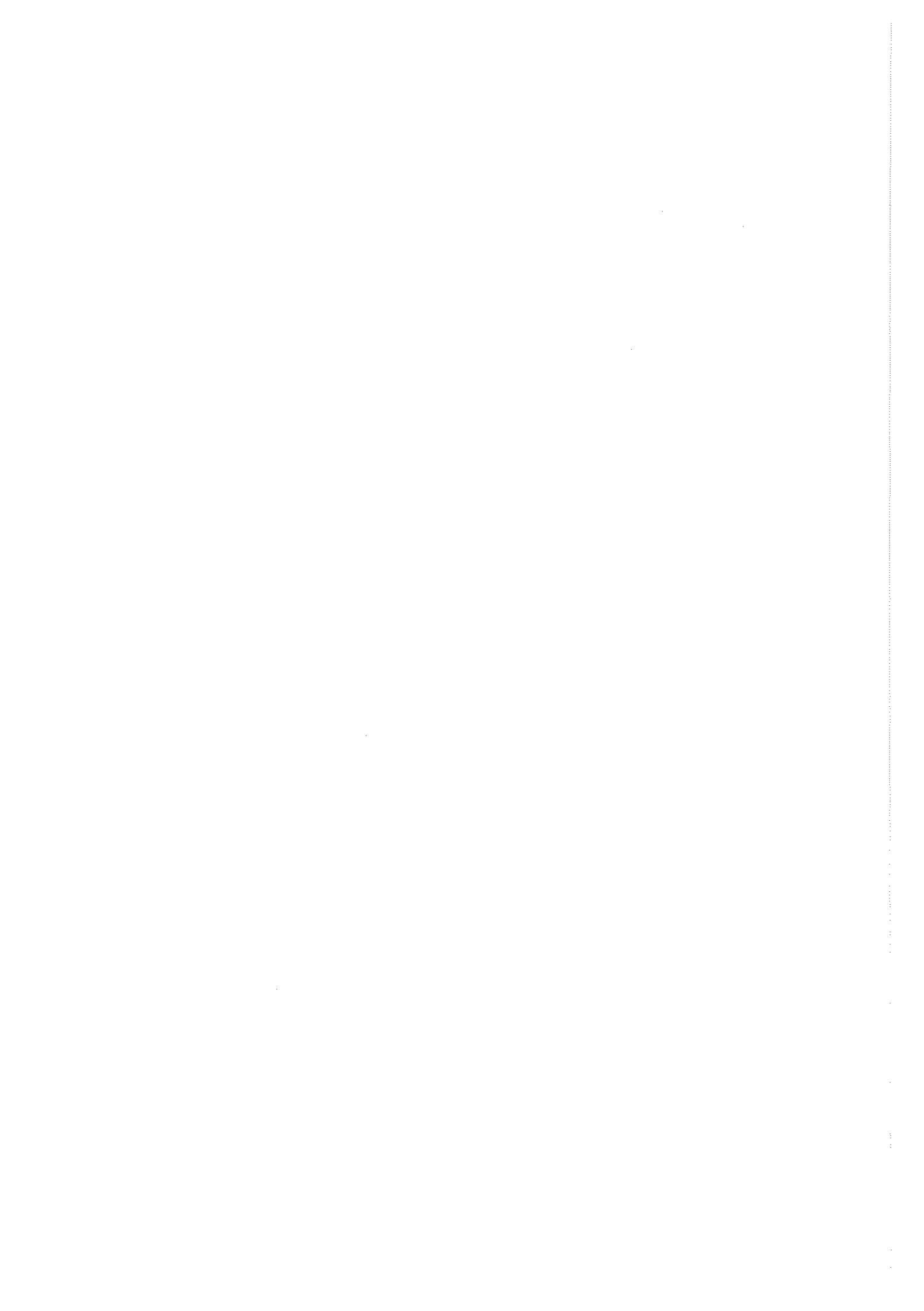
Framkomligheten i bestånden var god. De stammar som växte ut mot mitten av kördraget hölls effektivt åt sidan av fordonets snöplogformade skyddsram. Körhastigheten begränsades mindre av stammarna än av ojämnheter i marken och stenar samt på ett ställe kraftig sidolutning.

Med 6 m körvstånd och 4-5 m kastradie får man en stor överlappning vilket gör att den samlade givan blir större än vad som sprids i endast en körning. I diagrammet Fröbbesta 1 är den största givan 848 kg/ha, 119%, och den minsta 576 kg/ha, 81% av medelgivan 713 kg/ha. För Fröbbesta 2 är motsvarande värden 622 kg/ha, 122%, och 408 kg/ha, 79%, av medelgivan 516 kg/ha. Variationskoefficient 12,0 och 12,2 för Fröbbesta 1 resp 2. Se resultatbilagan, bild 13 och 14.

Väljer man längre avstånd mellan dragen blir variationerna större i ett och samma bestånd. Det syns lämpligt att köra med 6 m avstånd mellan dragen i yngre bestånd som är tätare än de äldre bestånden. Vid upprepad spridning bör man sidoförskjuta körningen för att utjämna ojämnheterna.

Malmön, Köping

Beståndet på Malmön var äldre än det vid Fröbbesta. Stammarna var grövre och högre, 4-6 m, samt färre till antalet. Det har givit en maximal spridningsbredd av 2x6 m men då med en kraftigt reducerad giva längst ut. Även här valdes körning i var tredje rad för att begränsa avstånden mellan



största och minsta giva. Genom de låga flankerna på spridningsbilden får man genom lämpligt vald överlappning en jämn total spridningsbild.

Radavstånden var här något större än normalt vilket gav en mycket god framkomlighet i förhållande till salixbeståndet. Däremot fanns inom ett område djupa körspår från senaste skörden. Dessa vållade betydande problem som krävde långsam och försiktig körning med ökade krav och påkänningar på föraren. Detta talar för att man, om skördeförhållandena varit svåra, bör jämma spåren efter skördaren direkt på våren innan marken torkat och hårdnat och innan de nya skotten från stubbarna vuxit sig meterhöga.

Spridningen på Malmön har givit den jämnaste spridningsbilden i växande bestånd. Medelgivan inkl dubbla överlappningar blev 464 kg/ha vilket motsvaras av 100% i diagrammet. Högsta och längsta givorna blev 520 kg/ha, 112% resp 416 kg/ha, 90%. Variationskoefficient 10,0. Se resultatbilagan, bild 15.

Ultuna, Uppsala

Som komplement till spridningen i salixbeståndet kördes spridaren på plan obeväxt mark. Därvid provades också två olika långa pendelspridarrör, dels det spridarrör som användes i odlingarna, dels ett kortare.

Spridningsbilderna på obeväxt mark skiljer sig något från de som erhölls i odlingarna. Först är det den totala kastvidden som ökar när inga trädstammar hindrar gödselkornen. Sedan skiljer sig kurvformerna något i nedre delen av diagrammen.

Den höga och smala kurvformen består dock och visar att avstånden mellan kördragens måste hållas jämförelsevis små och kraven på att dessa blir parallella är stor. Det senare är dock lätt att uppfylla vid körning inne i ett radplanterat bestånd.

Skillnaden mellan det korta och det långa spridarröret är marginell. Det längre röret ger en något bredare spridning vilket kan vara en fördel med hänsyn till spridningsjämnheten i bestånden.

Även här har man valt att beräkna den slutliga spridningsbilden med utgångspunkt från 6 m köravstånd. Med den jämfört med tidigare exempel flackare spridningsbilden får man större överlappning och därmed också större skillnad mellan givan från en körning och den slutliga sammanlagda givan.

Största värdet i den sammanlagda spridningsbilden blev 676 kg/ha, 118%, minsta 520 kg/ha som motsvarar 91% av medelgivan 571 kg/ha. Variationskoefficient 9,0. Se resultatbilagan, bild 16.

Tidsstudier över skyttelgödsling

Spridningsekipaget bestod av en minitraktor Suzuki LT-F4 WD och en bogserad pendelspridare Vicon PS 403. Hantering och påfyllning av gödsel kan ske på olika sätt. Vid studien på Fröbbesta fanns gödsel i storsäckar som körts ut från gården med traktor och vagn. Storsäckarna hanterades med traktorns frontlastare. Storsäcken lyftes upp över spridarens behållare och skars upp. Tiden för att ta av och efter fyllningen sätta på presentationen över behållaren, starta traktor, köra fram över spridaren, skära upp säcken och fylla gödsel (400 kg) samt ställa traktorn uppmättes till ca 5 minuter. Tillsammans med körning till och från drag tog varje fyllning 8,0 min. Denna tid har använts för beräkningarna i tabell 8.

Finns gödseln i smäsäck på pall kan pallen lyftas upp över spridaren och säck för säck dras fram och skäras upp. Den metoden tar något längre tid. Vid övriga studier på skyttelgödslingen lyftes smäsäckarna för hand upp på behållaren och skars upp. Två man hjälptes åt.

Körhastigheten i draget beror bl a på hur jämn markytan är. I medeltal var hastigheten 7 km/h. Normalt varierade hastigheten i kördraget mellan 6-8 km/h. På grund av smala vändtegar och minitraktorns stora vändningsradie födrades backning vid varje vändning. Vändningstiden var i medeltal 0,70 min/vändning. Tillägget för personlig tid och störningstid är satt till 10% av all övrig tid på fältet med fyllning och spridning. I tabell 8 har draglängden normerats till 200 m.

Med dessa förutsättningar blir avverkningen 2 ha/h total tid på gården. Om storleken på fältet är 5 ha klaras hela arbetet på 2,5 timmar.

Ekonomiska beräkningar

Skyttelgödslingen är en ny och intressant metod för spridning av växtnäring i fullvuxna salixbestånd. Metoden lämpar sig bra på mindre och medelstora odlingar (1-10 ha). Basmaskinen kan också användas för andra ändamål i jord och skogsbruk.

Tabell 4. Timkostnad för skyttelgödsling, ränta 12 %, avskrivning 3 år, 5 % underhåll, utnyttjande 900 tim/år.

Maskin	Typ	Pris kr	Kap kr/tim	Drif+Uh kr/tim	Summa kr/tim
Dragkraft	Suzuki 4W	40 500	15,00	27,00	42,00
Spridare	Vicon	29 500	11,00	12,00	23,00
Summa		70 000	26,00	39,00	65,00

(Källa: KG-Suzuki Stockholm, Närlant Örebro.)

Tabell 5. Skyttelgödsling. Kostnad kr/ha. Giva 350 kg NPK per ha, omfattning <10 ha.

1. Gödsling	- Dragkraft	0.55 tim/ha	65 kr/tim	36 kr/ha
	- Arbete	0.55 tim/ha	80 kr/tim	44 kr/ha
	- Gödselmedel	350 kg/ha	2,60 kr/kg	910 kr/ha (NPK 20-5-9)
2. Transport	- Dragkraft	0.5 tim/ha	150 kr/tim	(inkl förare)
	- Vagn	0.5 tim/ha	20 kr/tim	85 kr/ha
Summa			1 075 kr/ha	

(Källa: JTI, Handbok för driftsplanering SLU, Områdeskalkyler för jordbruk SLU).

GÖDSLING FÖR HAND

Mosebacke, Örebro

Gödsling för hand innebär att man på ett eller annat sätt bär med sig gödselet ut i beståndet där den sprids för hand. För studierna skaffades en behållare som kunde bäras på ryggen. Vid ca 20 kg, som bedömdes som lagom mängd att bära, var behållaren inte helt fyllt. I botten på behållaren fanns hål med rör som ledde fram till skålar som satt i höft höjd på framsidan. Ur skålarna tog man gödsel som spreds i dubbelraderna en på varje

sida om det mellanrum man valt att gå i. Metoden ger en arbetsbredd på 4 meter.

Sedan man vägt upp gödsel, bestämt hur långt den skall räcka, och lärt sig fördela den jämnt på den bestämda sträckan ger metoden möjlighet till en utomordentligt god spridningsjämnhet. Gödseln faller mellan dubbelraderna utanför räckhåll för en del av ogräset. Man har vidare möjlighet att variera gödselgivan, så där det fattas plantor avstår man från att gödsla och där det behövs extra gödsel kan man göra tillägg. Av denna anledning har det inte ansetts meningsfullt att utföra särskilda studier över spridningsjämnheten. Bild 6.

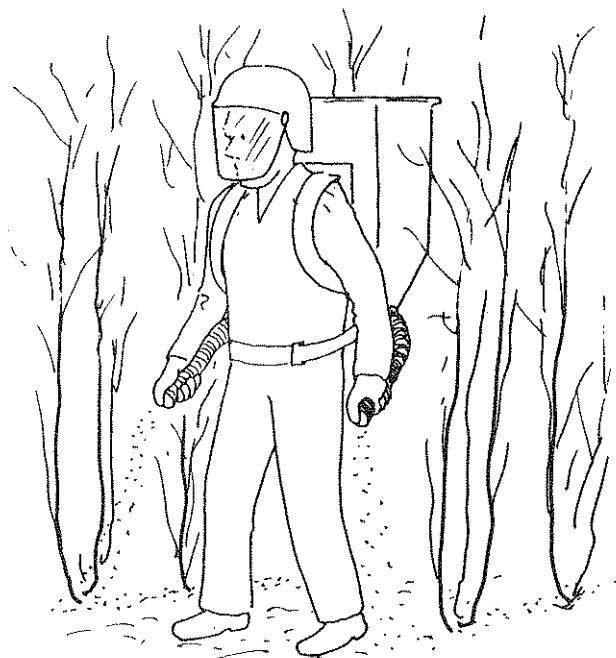
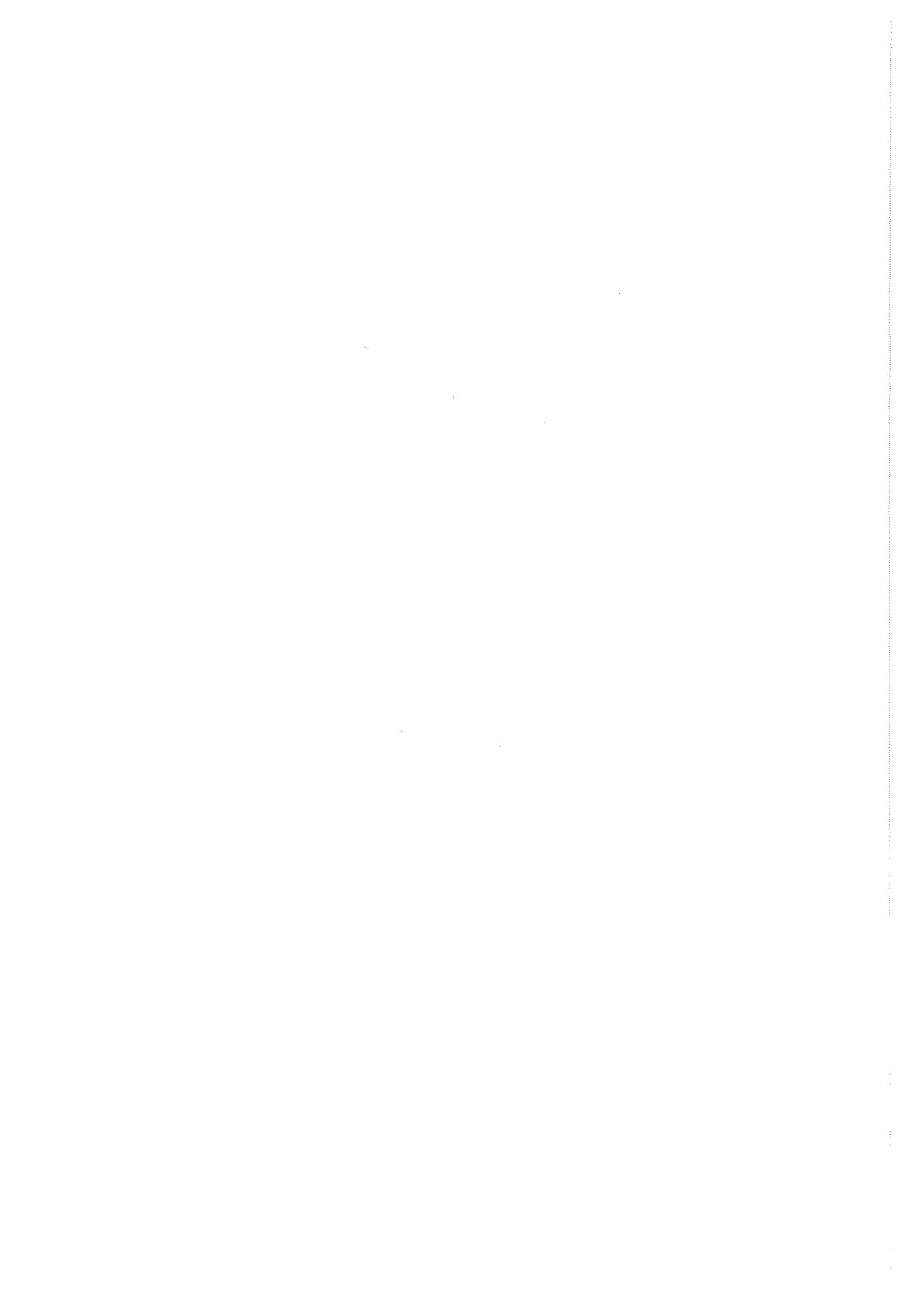


Bild 6. Om man som här visas förser behållaren med slangar i botten kan man låta gödseln rinna ut åt sidorna. Det bör i detta sammanhang bli en förenkling jämfört med den studerade metoden där man kastade ut gödseln med händerna.

Fig. 6. If the hopper is fitted with tubes in the bottom, the fertilizer can be allowed to flow out along the sides, as illustrated here. In comparison with the method studied, where the fertilizer was spread by hand, this would be a simplified approach.



Tidsstudier över handgödsling

Vid studier av handgödsling användes en behållare som var fäst vid en konventionell ryggsäcksmes. Den hade namnet GRO-GODT och var av norsk tillverkning. Egenvikten var 5,4 kg. Den rymde ca 50 l. Vid studien fylldes behållaren med hänsyn till ansträngning och draglängd med bara ca 20 l.

Tre av studiepersonalen provade utrustningen. Proven var av kort varaktighet och kan som sådana inte användas för att bedöma normal kapacitet vid fortfarigt arbete under hela arbetspass. För detta har i stället några standardtal över normal hastighet vid hindrad gång och med belastning använts (system ETA). Normal förflyttningshastighet under spridningen uppmättes för de tre försökspersonerna till 3,2, 4,9 och 3,6 km/h. Enligt ETA-systemet uppskattas standardhastigheten i motsvarande fall till 2,8 (2,4-3,2) km/h alltefter belastningen dvs vikten på behållaren. Denna hastighet 2,8 km/h ligger till grund för beräkningarna i tabell 8. Gödseln fanns i en storsäck på vagn med traktor framför. Behållaren kunde hängas upp i en våg på vagnsgaveln. Gödseln togs från storsäcken med ett kärl och fylldes i behållaren till önskad vikt.

I tabell 8 visas för handgödsling två metoder, A och B. I fallet A, som är effektivare, väljs draglängden så att man kan sprida både när man går från och när man går tillbaka till vändtegen och vagnen. I fallet B sprider man bara i ena riktningen och går tomt tillbaka.

Den beräknade kapaciteten gäller vid arbetsbredden 4 m, dvs man gödslar en dubbelrad på var sida om gångstråket. Kapaciteten beräknas då till 150 resp 110 kg gödsel per timme på fältet och inkluderar alltså fyllning, spridning, gång till och ifrån spridningsdraget, personlig tid och normala avbrott. Detta motsvarar en kapacitetet av 0,4 ha/h resp 0,3 ha/h. I reklambroschyren från Norge anges kapaciteten till ca 250 kg/h. För normalfallet som förmodligen avses i broschyren är dock både spridningsbredd och gödselgiva helt annorlunda.

Ekonomiska beräkningar över spridning för hand

Handgödslingen kan med fördel användas i mindre odlingar 0,5-2 ha, eftersom man där inte är beroende av specialmaskiner samt ej behöver göra större investeringar för operationen. Två metoder redovisas (A & B).

Tabell 6. Handgödsling metod A. Kostnad kr/ha. Giva 350 kg NPK per ha, omfattning 0.5-2 ha.

1. Gödsling				
- Arbete	2,4 tim/ha	80 kr/tim	192 kr/ha	
- Gödselmedel	350 kg/ha	2,60 kr/kg	910 kr/ha	(NPK 20-5-9)
2. Transport				
- Dragkraft	,50 tim/ha	150 kr/tim		(inkl förare)
- Vagn	,50 tim/ha	20 kr/tim	85 kr/ha	
Summa			1 187 kr/ha	

(Källa: JTI, Handbok för driftsplanering SLU, Områdeskalkyler för jordbruk SLU)

Tabell 7. Handgödsling metod B. Kostnad kr/ha. Giva 350 kg NPK per ha, omfattning 0.5-2 ha.

1. Gödsling				
- Arbete	3,3 tim/ha	80 kr/tim	264 kr/ha	
- Gödselmedel	350 kg/ha	2,60 kr/kg	910 kr/ha	(NPK20-5-9)
2. Transport				
- Dragkraft	,50 tim/ha	150 kr/tim		(inkl förare)
- Vagn	,50 tim/ha	20 kr/tim	85 kr/ha	
Summa			1 259 kr/ha	

(Källa: JTI, Handbok för driftsplanering SLU, Områdeskalkyler för jordbruk SLU)

FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER OCH UTVECKLING

De genomförda studierna har visat några vägar att tillföra växtnäring i högväxande salixbestånd samt en del av de begränsningar som gäller. Vid den ursprungliga planeringen avsågs en jämförelsevis begränsad studie vad gäller antalet mätningar i anslutning till de olika metoderna som använts. Även om de viktigaste problemen sannolikt blivit belysta finns det anledning att bredda studierna med fler mätningar.

Diskussioner behöver också föras med berörda företag, dels för att förbättra spridningsresultaten på grundval av hittills gjorda erfarenheter, dels för att på bästa sätt lägga upp en ny serie mätningar.

Då det gäller flyggödsling är det i första hand en förbättring av möjligheterna att flyga med jämma avstånd mellan dragen för att få en systematisk täckning av fälten, oberoende av deras form eller andra hinder, som känns angeläget. Man behöver sålunda exakta markeringar på marken som kan vägleda piloten. Vidare finns anledning att se särskilt på spridningsjämnheten längs med ett rakt drag. Erfarenheter från spridning i andra sammanhang har visat att spridningsbilden kan ändras i takt med att spridaren töms. Spridningsbilden tvärs emot flygriktningen sedan man fått noggrann flygmarkering är naturligtvis också viktig.

Sannolikt finns det även andra detaljer att modifiera för förbättrade spridningsresultat, detaljer som kan komma fram vid diskussioner med dem som svarat för själva spridningen.

Gödsling med traktorburet spridningsaggregat (SG-systemet) innefattar också delar som kan behöva förbättras dels på grundval av redan gjorda iakttagelser, dels med stöd av fortsatta detaljstudier. En viktig detalj är hur man i praktiken skall bestämma körvstånd mellan dragen för att få lämplig överlappning, jämnast möjliga fördelning i stort. Hur påverkas spridningsbilden av stark sidvind? Vad betyder det att marken lutar när kastvidden är omkring 20 m? Hur når man upp över 6 m höga bestånd? Det är några frågor som kan ställas redan idag.

Den småskaliga spridningen ger möjligheter till bättre precision i växtnäringss fördelningen än den med stor kapacitet. Intressanta frågor som gäller skyttelgödslingen kan vara:

- Hur gör man hanteringen mer rationell och ökar kapaciteten?
- Hur stor är risken för skador på stammarna och hur kan de motverkas?
- Kan spridningsbilden förbättras och körvstånden ökas?
- Vem skall äga spridningsutrustningen och hur utnyttjas den bäst?

Rätt utförd ger handgödslingen ett mycket bra resultat men hur gör man för att få en rationell och arbetsbesparande hantering? Hur förbättrar man möjligheterna att komma fram i tät salixbestånd? Hur stora områden är det rimligt att gödsla för hand?

Det finns sålunda delvis till följd av den genomförda studien en mängd angelägna frågor som kan behöva få svar. Tillförsel av växtnäring är en årligen återkommande viktig operation som kostar pengar.

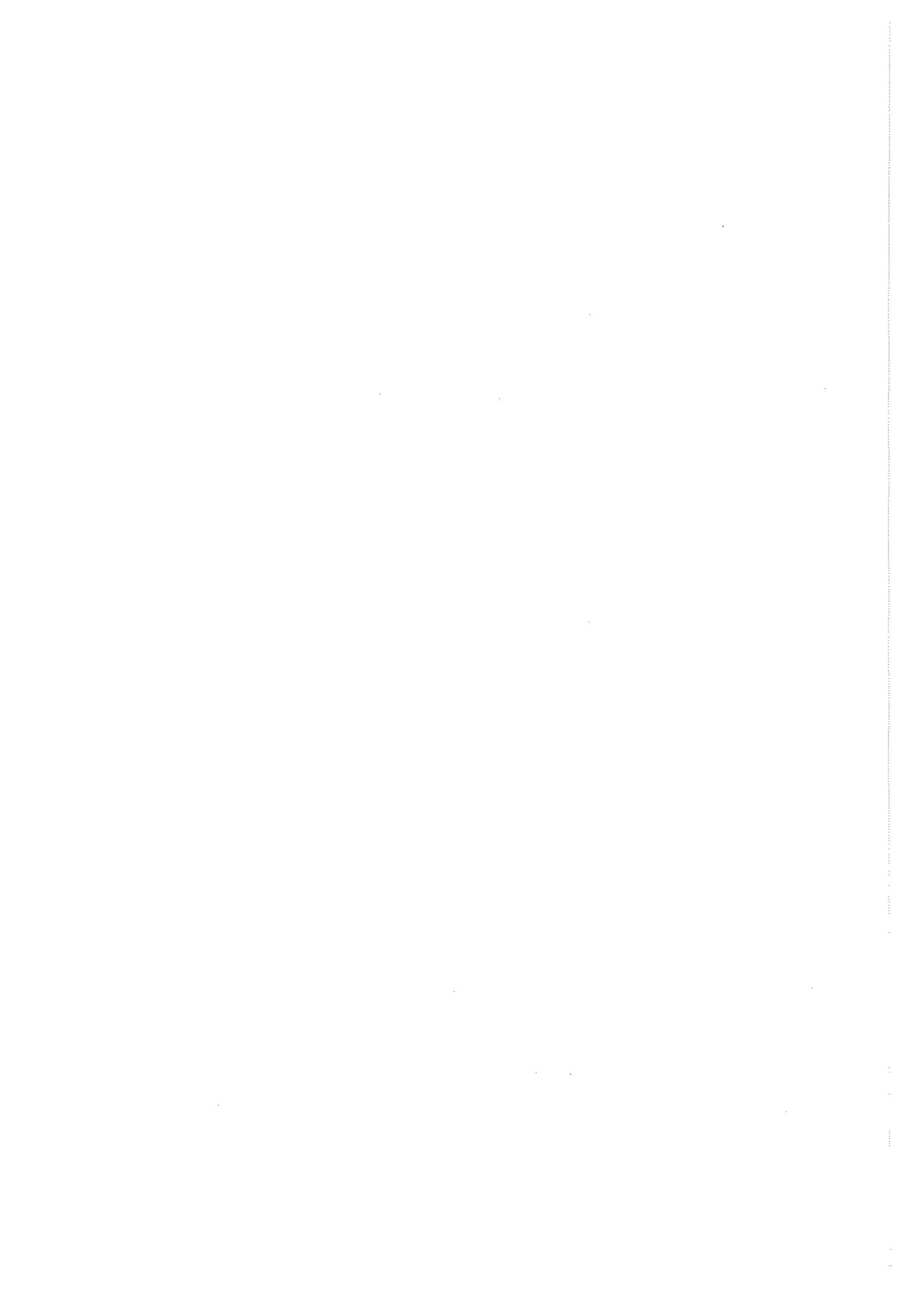
Fortsatta studier för att göra hela hanteringen precis och effektiv till lägsta kostnad ses sålunda som mycket angelägna.

SUMMARY

The methods studied were aerial fertilization using a helicopter fitted with a centrifugal broadcaster suspended from the body. Spreading using a tractor-mounted unit was also studied. The unit consists of a large hopper for fertilizer and a powerful fan which blows the fertilizer through an adjustable spout which opens high above the ground. By means of the adjustable spout the fertilizer is spread in a fan-shaped pattern behind the tractor.

A third method studied was shuttle fertilizing, which implies that a small tractor with a small distributor was driven within the stand between the rows. Finally, the possibilities of carrying the fertilizer and spreading it by hand in small plantations has been studied. For this purpose, a carrying frame with a hopper was used whereby 25-30 kg fertilizer could be carried on the back. In this way it was possible to walk inside the stand and place the fertilizer between the double rows, it thereby being suitable placed for the Salix plants and out of reach of some of the weeds.

The studies included measurements of the uniformity of spread by collection of fertilizer samples, and performance studies in connection with normal fertilization in commercial cultivations.



Aerial fertilization

Studies of the uniformity of spreading were conducted on four different farms. Parallel studies were made of operational efficiency for assessment of, for example, spreading capacity.

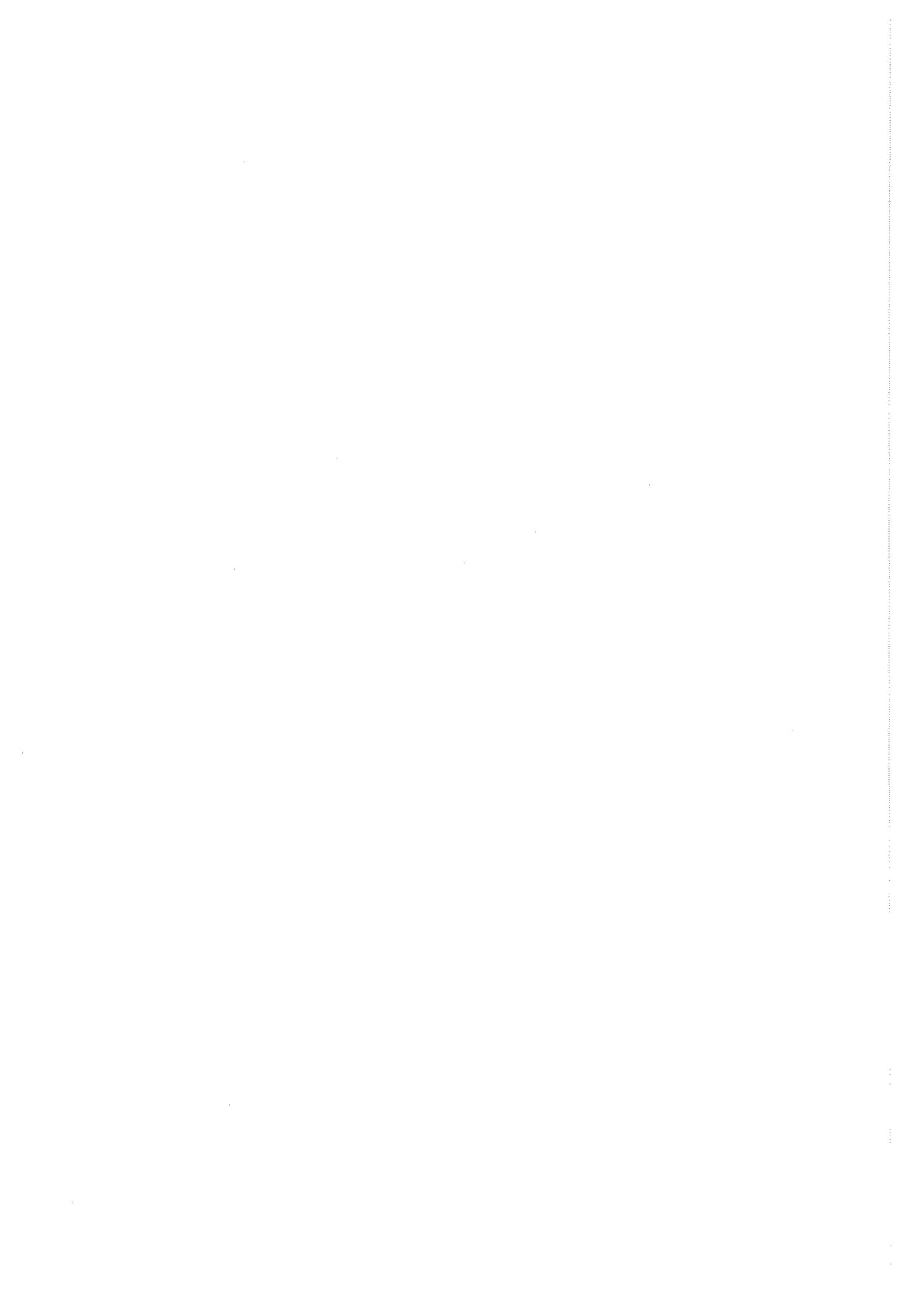
The curves and calculations which describe the distribution of fertilizer show considerable unevennesses. This is to some extent a result of certain fields being irregular and that the approach flights have been made from different directions. Some sectors of the fields have received a 3-fold dose whereas neighbouring areas have only received a half dose. But also on regular-shaped fields the dose may vary between 50% and 180% of the mean dose. It is also very difficult to spread the fertilizer to the far edges of the long sides of the field as well as at both ends of the field without too much falling outside the plantation. It is possible that a good marking system used as an aid for the pilot could improve the uniformity of spread.

Nonetheless, the problem of the method's sensitivity to gusty lateral winds still remains. The spreading technique used today cannot be considered to fulfil the demands that must be placed on spreading uniformity in Salix plantations.

Further studies of the spreading technique, modified according to the experiences obtained, may be of interest in order to illustrate how far the uniformity of spread can be achieved in large and regular fields.

Fertilization with a tractor-mounted distributor

The distributor was mounted on a 4-wheel-drive MB-trac 900. The fertilizer is spread by means of a powerful fan which blows the fertilizer through a vertically adjustable spout with a curve at the upper end which opens above the foliage. The fertilizer is spread over a fanshaped sector behind the tractor. There is no difficulty for the tractor to drive along the rows straight through a growing stand.



Performance studies and studies of the uniformity of spread were conducted on six farms. The spreading uniformity was determined by collecting the fertilizer in trays placed at right angles to the direction of driving. In larger plantations the measurements were made when driving in the middle of the stands. In some narrower fields the measurements were made with the tractor driving along the outside of the field. In most cases each measurement has comprised only one passage.

The illustrations of the spread show a slightly uneven and unsymmetrical distribution of the fertilizer. In relation to the mean dose of 100%, only 70-80% has fallen in some places, on others about 160%. The steep flanks on the spread diagrams imply that major demands must be placed on the selection of correct spacing between the passages.

The technique of spreading fertilizer above the foliage with a 18-20 m spreading radius makes the method susceptible to lateral winds. The long throw also implies that it is necessary to choose between having less fertilizer at the start and end of each row or placing some fertilizer outside the plantation. Costs of driving damage to stems and foliage when driving through the plantation should be given a separate assessment.

More experience and an improvement to the technique may make it interesting to use in large plantations. There is, thus, reason to establish the unevenness in the spreading of fertilizer which can be considered to be economically acceptable.

Shuttle fertilizing

In the studies of shuttle fertilizing, use was made of a terrain scooter which towed an oscillating sput broadcaster with a separate motor mounted on a 2-wheel chassis. The scooter, which was fitted with a protective frame to push aside the stems and foliage, was driven between the double rows where the row spacing was as narrow as 130 cm. The distributor was fitted with a conventional mini-computer for programming and control of the fertilizer rate.

Performance studies and studies of the spread were conducted at three places. Spreading uniformity was determined by collection of fertilizer at right-angles to the direction of driving in the centre of stands of different age and appearance. One measurement was also made on unvegetated soil. Each measurement comprised only one passage.

The diagrams illustrating the spread show a narrow and high profile with steep sides, in some cases slightly unsymmetrical. The maximum length of throw in the stands is 4-5 m. On unvegetated soil the length of throw is about 6 m.

The steep flanks show that a correct spacing between the passages must be chosen in order to minimize unevenness in the spreading. In the present cases a spacing of 6 m was considered suitable, i.e., driving along every third row. With such narrow spacing between the passages the distance betwn the largest and the lowest rate is only 3 m. In such situations the unevennesses can be largely compensated by the wide dispersal of the root system.

The small-scale method involving shuttle fertilizing thus allows spreading of plant nutrients with better precision than the two methods described earlier.

Fertilizing by hand

When fertilizing by hand a hopper for fertilizer was used which could be carried on the back. Once the rate per hectare had been determined it was easy to calculate how much fertilizer should be laid out per length-metre in each row. The load was adapted to the length of the row. As the operator goes in the space, 130 cm, between two double rows the fertilizer was placed on both sides. The way to distribute the fertilizer was quickly learnt.

By weighing or measuring each load adapted to the length of the row, and by placing the fertilizer inside the double rows, it is possible to achieve very good precision. The rate can also be varied according to local changes in growth, soil type, water availability, etc.

Problems which may occur concern difficulties in penetrating dense stands. In addition, the load may be rather too heavy if there are long rows.

If there is a well-organized planning of depots for re-filling, this method may be interesting in smaller plantations.

Also here, improvements can be made to the technique in order to improve the accessibility in dense stands.

Experiences from performance studies

In order to standardize the calculations, certain assumptions were made concerning the amount of fertilizer per hectare and the length of the passages. Table 8 shows data on labour requirement and capacity for the four fertilization methods studied. In all cases the fertilizer rate is placed at 350 kg/hectare. The length of the passage is assumed to be 200 m with the exception of hand-fertilizing. The fertilized area is 5 hectare/farm.

In all cases except hand-fertilizing the spreading is considered to take place as contract work and the movements between farms and the regular service of the equipment is not included in the times considered here.

In helicopter fertilization there is a need for two men in addition to the pilot. These two men look after the filling of the fertilizer hoppers at the loading site. The loading of the fertilizer and the delivery to the depot is not included in the work studied here.

When a tractor-mounted distributor is used, two men are included in the team. The fertilizer is taken from the truck or from a depot at the loading site. This is assumed to be located 0.5 km from the field. The time to load and deliver the fertilizer to the loding site is not included.

The same conditions apply to the shuttle fertilization, which is managed by one man.

In hand-fertilizing, which is considered to be done entirely using the farm's own staff, one set-up time per day is included which covers the work of delivering the fertilizer in big-bags on a trailer to the field. The big-bags are stored on the wagon which is moved forward as required.

Table 8 shows that the size of the work team ranges between one and three men depending on method, and that the labour requirement for fertilizing is largely the same for the tractor-mounted distributor and the helicopter. The labour requirement is larger for shuttle fertilizing.

Table 8 also shows that the capacity with the helicopter is calculated to, on average, 7.2 hectare/h. In order to fertilize 5 hectare, the helicopter plus service vehicle need not be on the farm for more than about one hour (0.7 h).

For the tractor-mounted distributor, the capacity is calculated to 4.9 hectare/h. In order to fertilize 5 hectares, the contract using this method has to be on the farm for one hour.

In shuttle fertilizing, the mini-tractor and distributor is transported between the farms by truck or on a tractor trailer. If a truck is available, a hoist may be used for filling. A tractor with a front loader can be used in order to handle big-bags or pallets during the filling. The capacity in shuttle fertilizing has been calculated to 1.8 hectare/h. This implies that the fertilizing of 5 hectare according to these calculations could be done in 2.8 hours.

Hand-fertilizing requires a labour force which is accustomed to and suitable for heavy work. Under such conditions it may assumed that the fertilization of 5 hectares with 350 kg/hectare can be done in 1.5-2 working days.

Economic calculations

The economic calculations have been based on data on the performance of the various machines obtained in connection with the JTI field studies. Cost data with regard to the various machine systems have been obtained from the relevant manufacturers.

The methods have been confirmed at the same fertilization intensity. The interest rate is 12% in the economic calculations and the cost level refers to 1988/89. Table 1 shows a summary of the methods where the fertilizer rate is 350 kg/hectare NPK 20-5-9.

Table 1. Summary of methods, rate 350 kg/ha NPK 20-5-9.

Method	Minimum area, ha	Type of plantation	Cost, SEK/ha
1. Helicopter fertilization	>10	larger	1170
2. Tractor-mounted spreader	>5	average/large	1420
3. Shuttle fertilizing	<5	smaller/average	1075
4. Hand-fertilizing A	<1	smaller	1187
5. Hand-fertilizing B	<1	smaller	1259

The table shows that the differences between the various methods are relatively small. The difference between the cheapest (shuttle) and the most expensive method (the tractor-mounted spreader) is about 350 SEK/hectare. With a less expensive basic machine than the MB-trac 900 intended for fertilizing in difficult terrain, it should be possible to reduce the costs.

All the methods studied can be used for spreading nutrients in tall Salix stands with regard to the size of the object.

The method which appears to have the best possibilities is shuttle fertilizing owing to its good performance and low cost and low labour input. The basic machine may possibly be used in other operations within agriculture or forestry.

RESULTATBILAGA

Tabell 8. Sammanställning över arbetsstudier vid gödsling av energiskog
(5 ha/gård)

	Handgödsling Metod ¹ A B		Skyttel- gödsling	Traktor- buren spridare (SG-system)	Helikopter
Kg gödsel/fyllning	22	22	400	1200	500
Använt arbetsbredd, m	4	4	6	40	-
Kg gödsel/ha	350	350	350	350	350
Draglängd, m	80	160	200	200	200
Km/h	2,8	2,8	7	3,3	-
Arbetslagets storlek	1	1	1	2	3
Arbetsbehov, mt/ha	2,3	3,2	0,6	0,4	0,4
Avverkning, ha/h	0,4	0,3	1,8	4,9	7,2
Kg gödsel/h	150	110	600	1700	2500

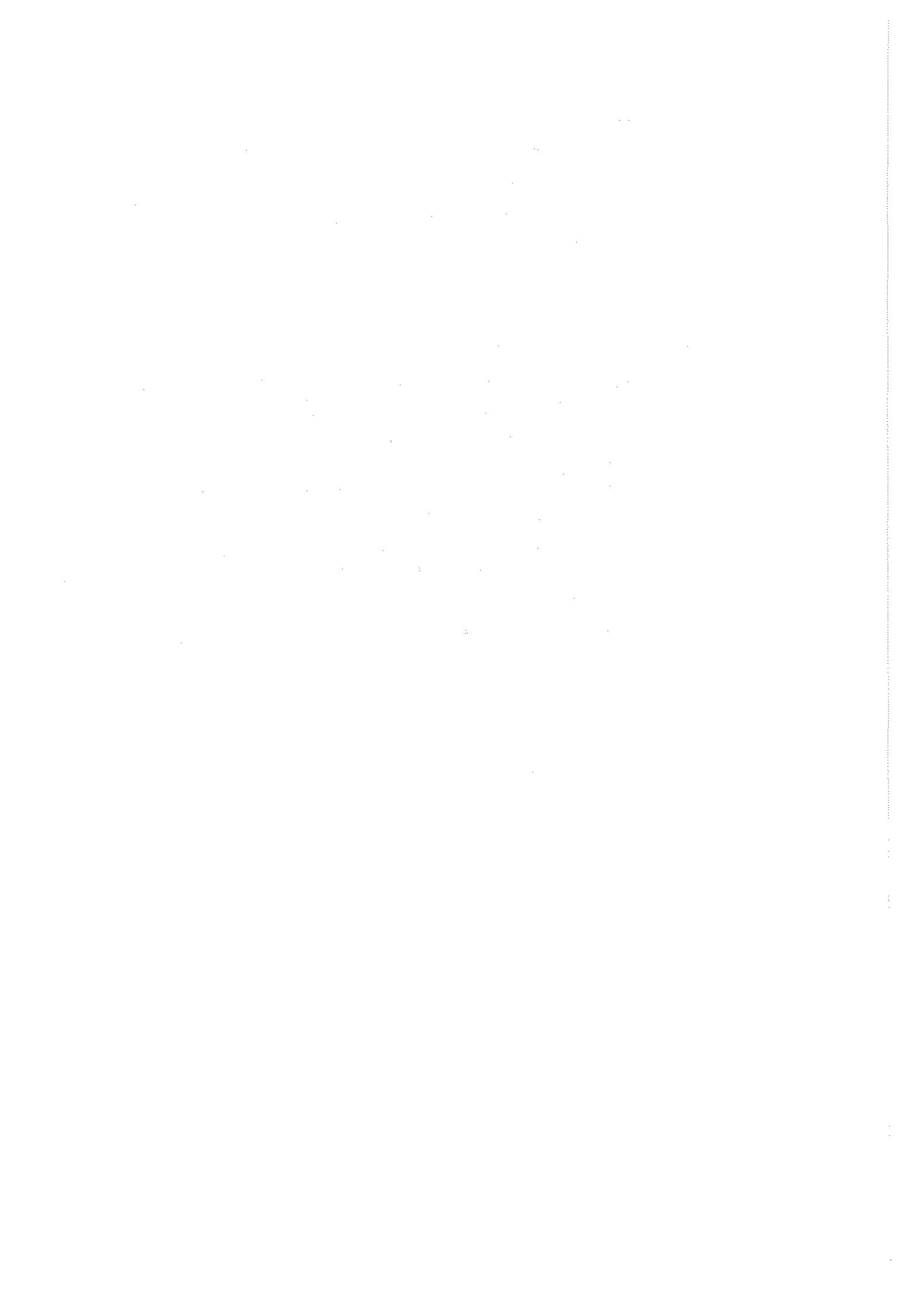
1. Metod A. Man sprider både när man går från och till den vändteg där vagnen står.

Metod B. Man sprider bara när man går från vändtegen där vagnen står och går tomt tillbaka.

Tabell 9. Arbetsstudier över helikoptergödsling

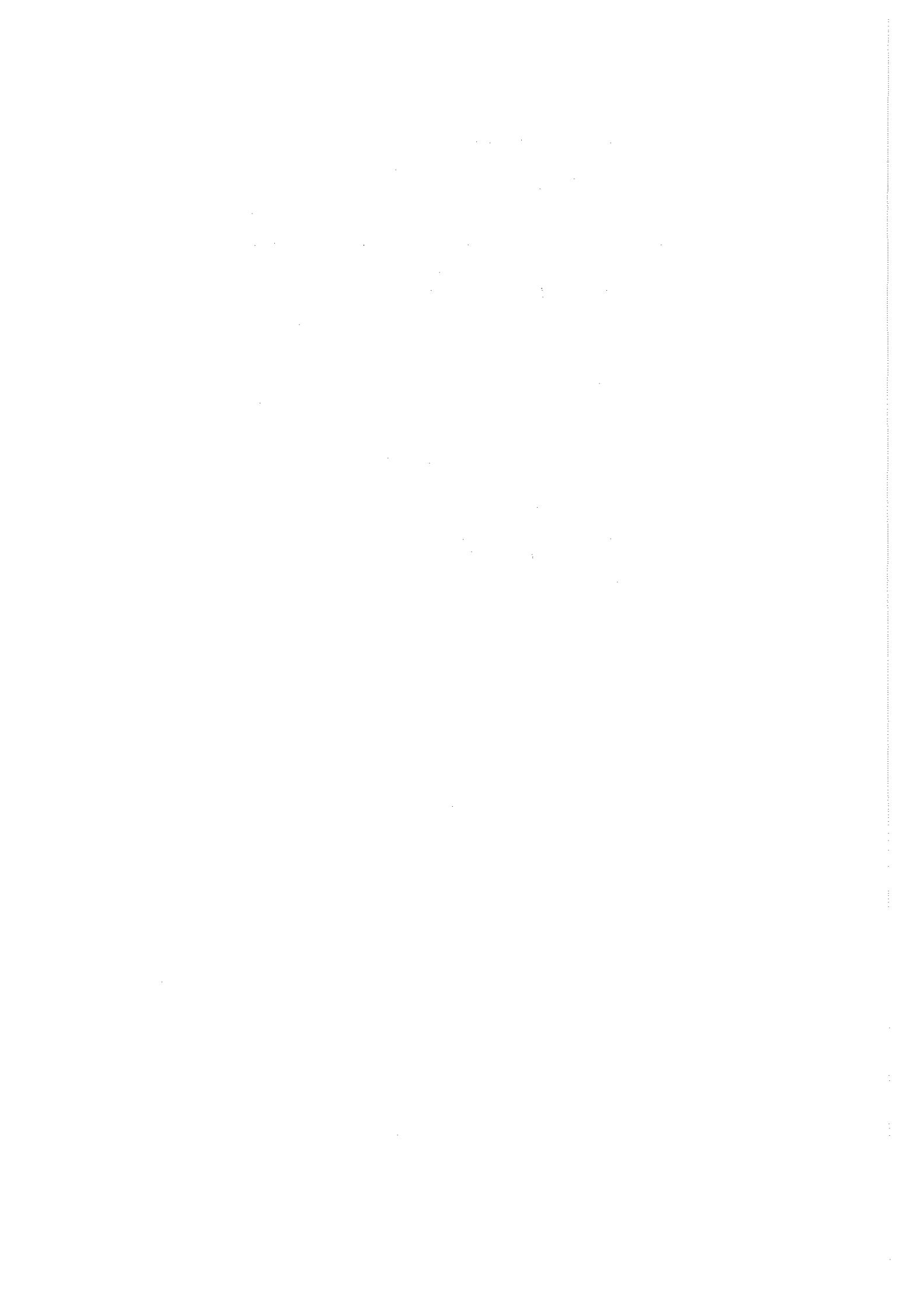
	Objekt nr ¹					6 a	6 b	Medeltal
	1 a	1 b	3	4	5			
	Deltider i % av cykeltid							
Sprider	11		10		11	7	11	
Vänder	23		17		15	16	18	
Byter behållare	16		12		14	13	13	
Flyger till o från fält	50		61		60	64	58	
Summa	100		100		100	100	100	
<u>Cykeltid, minuter/lass</u>								
Medeltal	3,70	2,15	2,50	2,40	2,00	2,05	2,15	2,42
Variation	3,20- 4,40	2,05- 2,20	2,05-2,25- 2,95	2,25- 2,70	1,95- 2,00	1,90- 2,20	1,95- 2,25	

1. Objekt 1 = Höga, 2 = Getingeberg, 3 = Ullavi, 4 = St. Sundby, 5 = Lund,
 6 = Bennebo



Tabell 10. Arbetsstudier över helikoptergödsling, min/lass

	<u>Objekt</u>			
	1 b (3 lass)	4 (3 lass)	6 a (2 lass)	6 b (3 lass)
Sprider	0,21 (0,18-0,25)	0,24 (0,23-0,25)	0,22 (0,20-0,25)	0,34 (0,30-0,37)
Vänder	0,53 (0,50-0,57)	0,40 (0,27-0,65)	0,30 (0,25-0,35)	0,32 (0,25-0,38)
Byter behållare	0,32 (0,25-0,35)	0,28 (0,25-0,30)	0,28 (0,25-0,30)	0,23 (0,20-0,25)
Flyger till och från fält	1,09 (1,00-1,17)	1,48 (1,45-1,50)	1,25 (1,15-1,35)	1,26 (1,15-1,33)
Summa	2,15 (2,05-2,20)	2,40 (2,25-2,70)	2,05 (1,90-2,20)	2,15 (1,95-2,25)



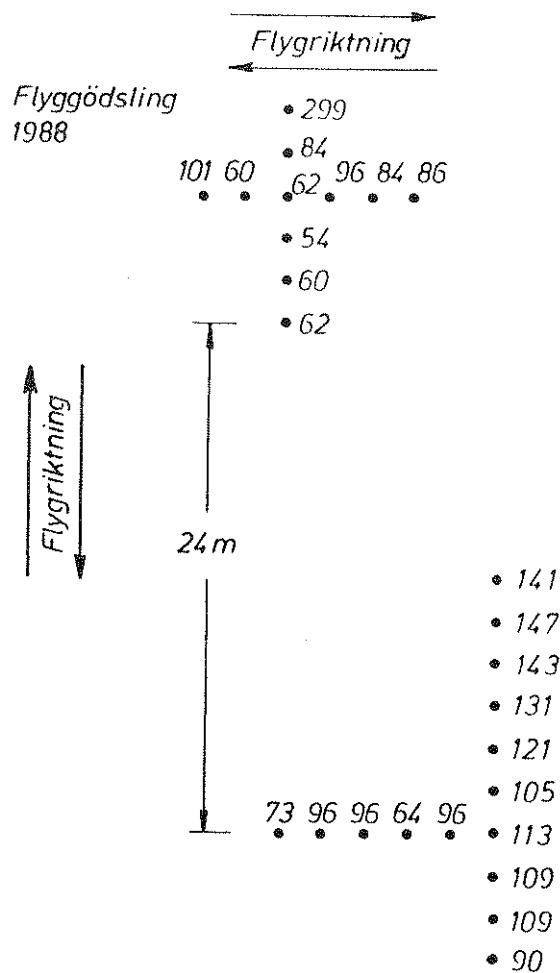


Bild 1. Flyggödsla vid Getingeberg. *Aerial fertilization.*

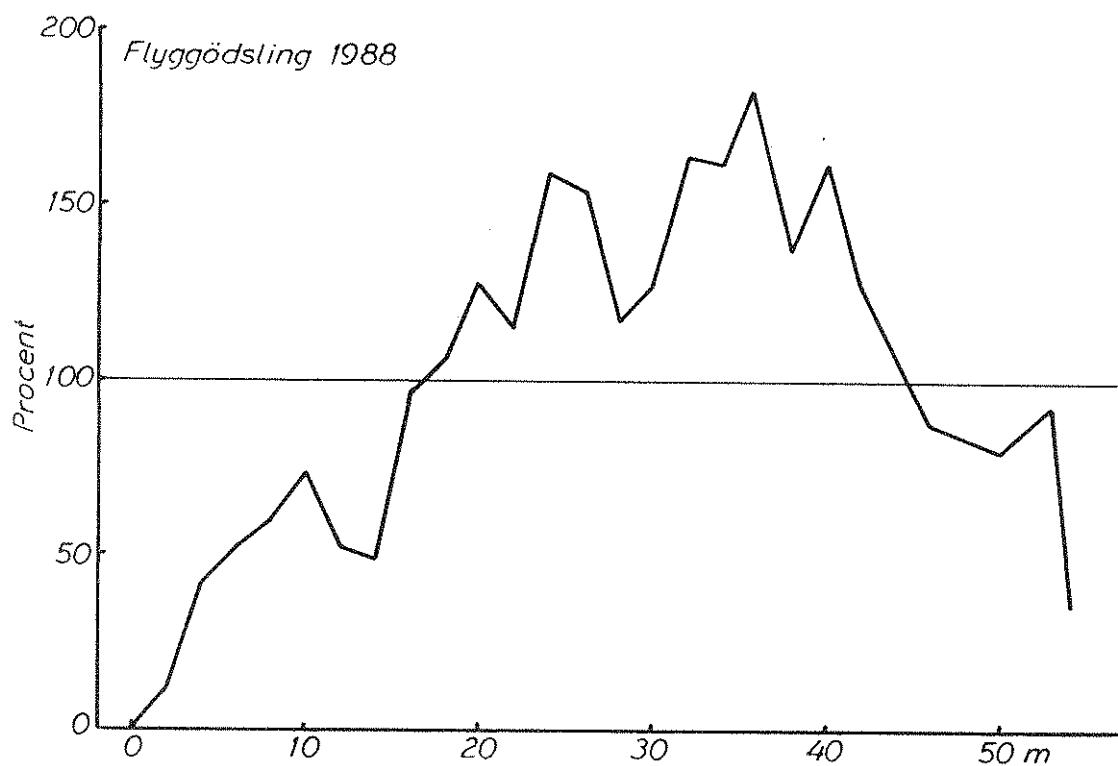


Bild 2. Flyggödsla vid Ullavi. *Aerial fertilization.*

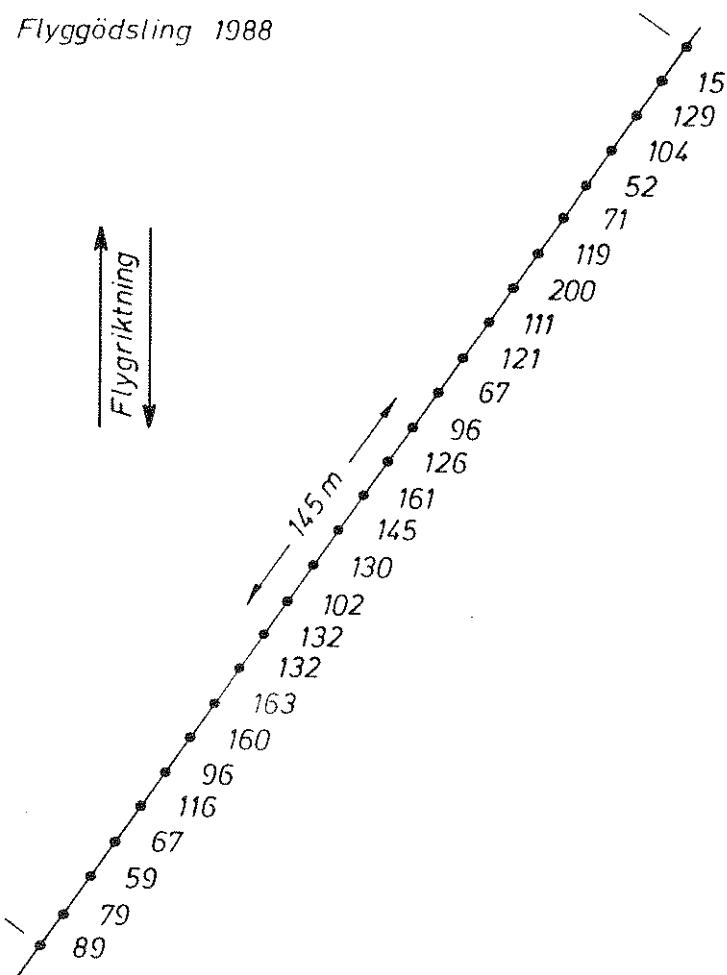


Bild 3. Flyggödsling vid Stora Sundby. *Aerial fertilization.*

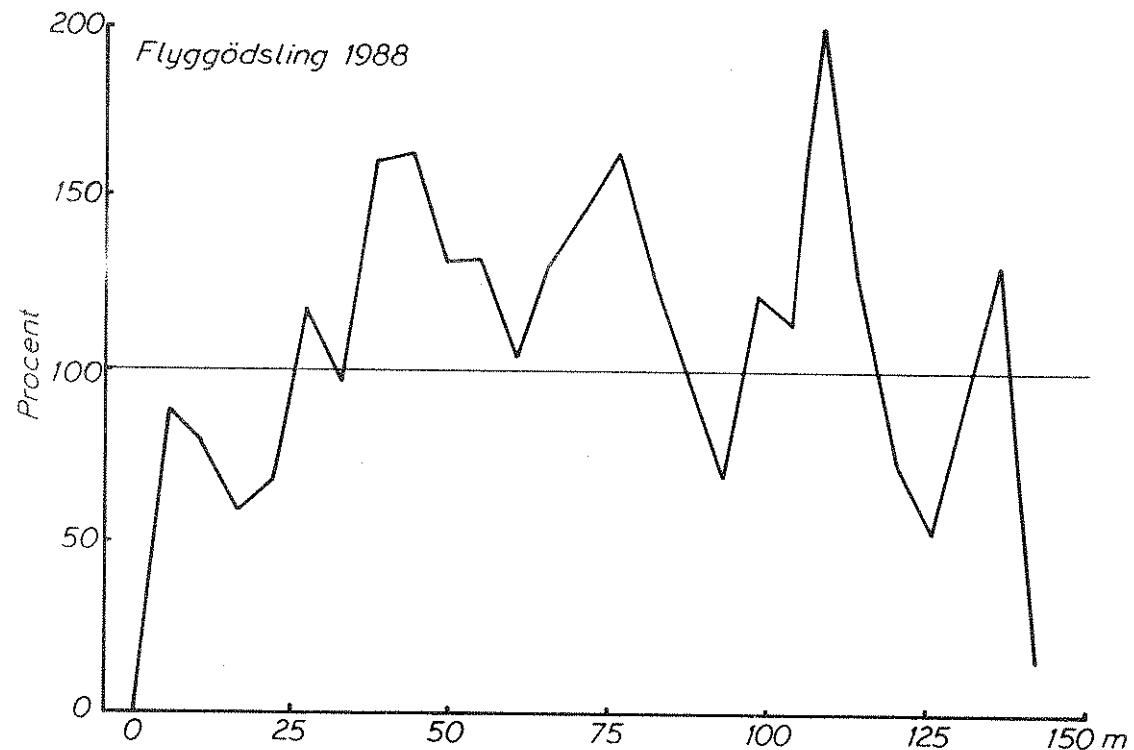


Bild 4. Flyggödsling vid Stora Sundby. *Aerial fertilization.*

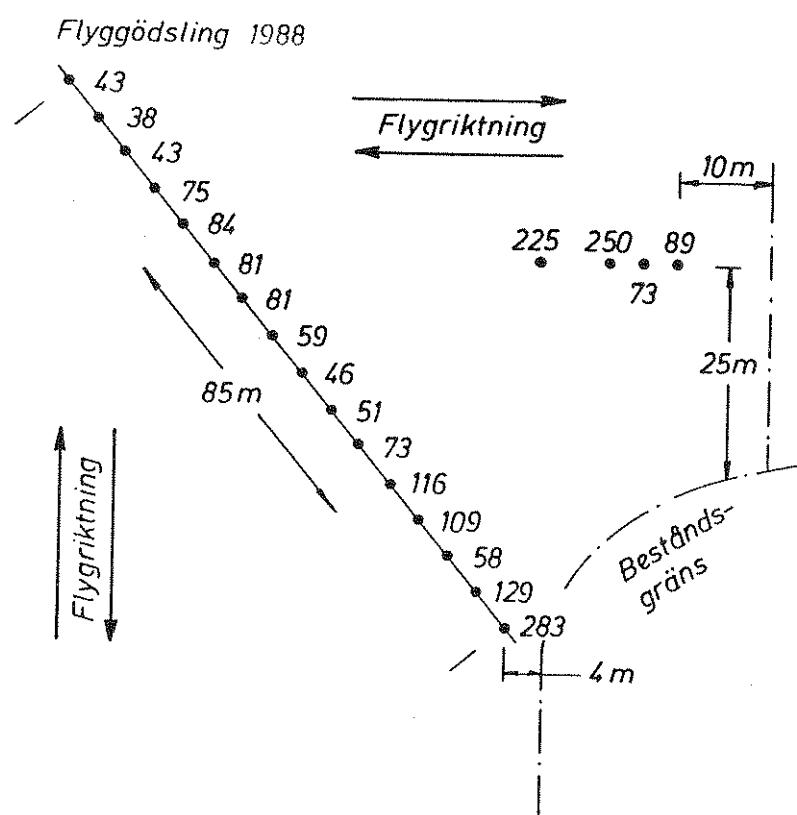


Bild 5. Flyggödsling vid Bennebo. *Aerial fertilization.*

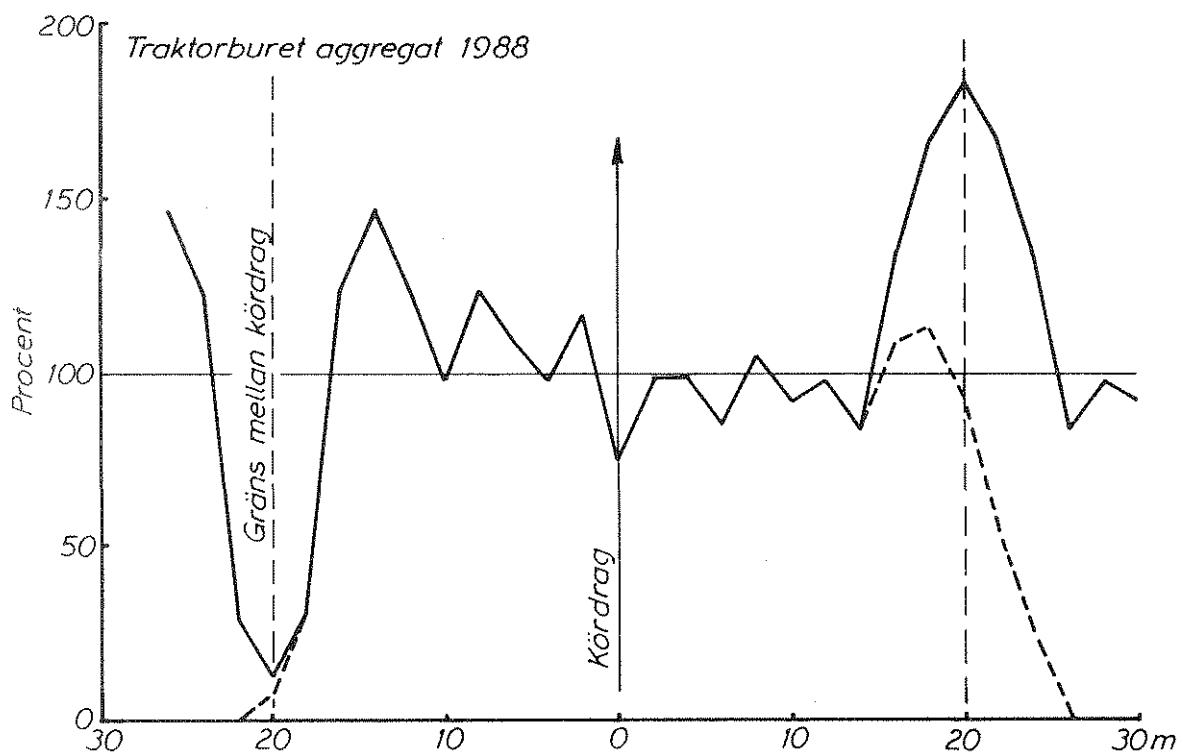


Bild 6. Gödsling med traktorburet aggregat vid Wrana Säteri.
Fertilization with a tractor-mounted distributor.

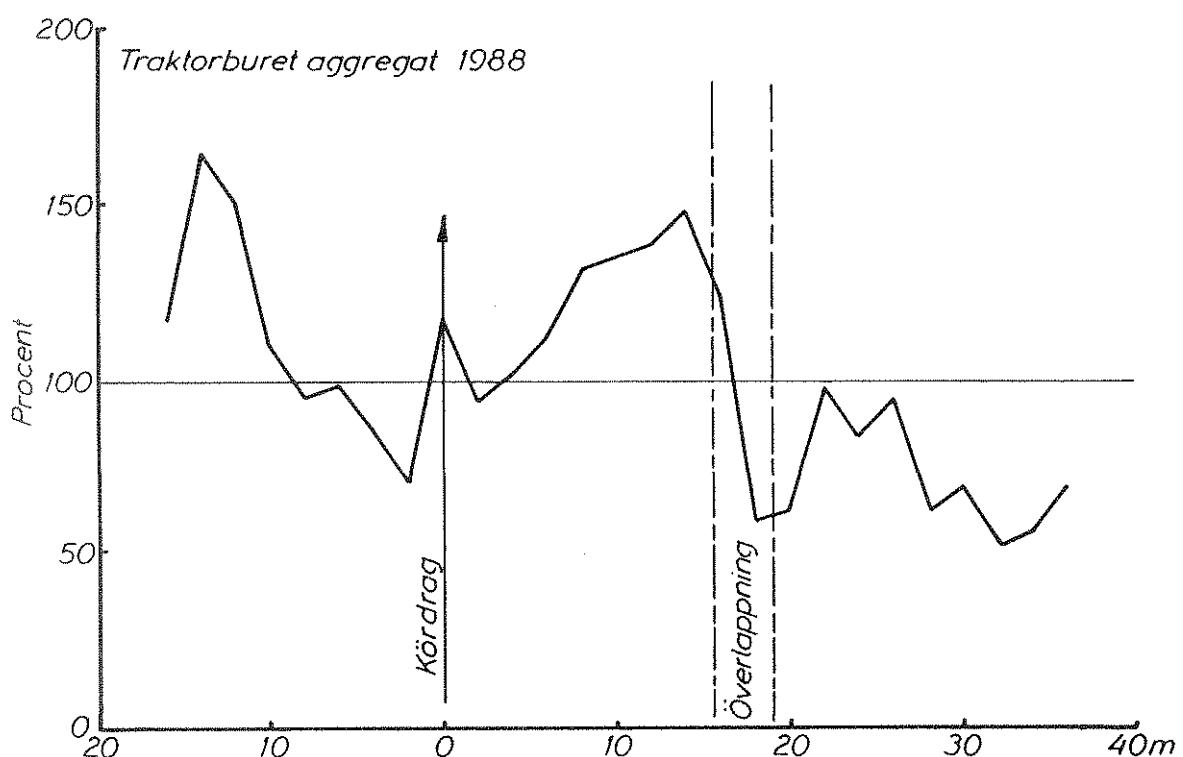


Bild 7. Gödsling med traktorburet aggregat vid Tynninge.
Fertilization with a tractor-mounted distributor.

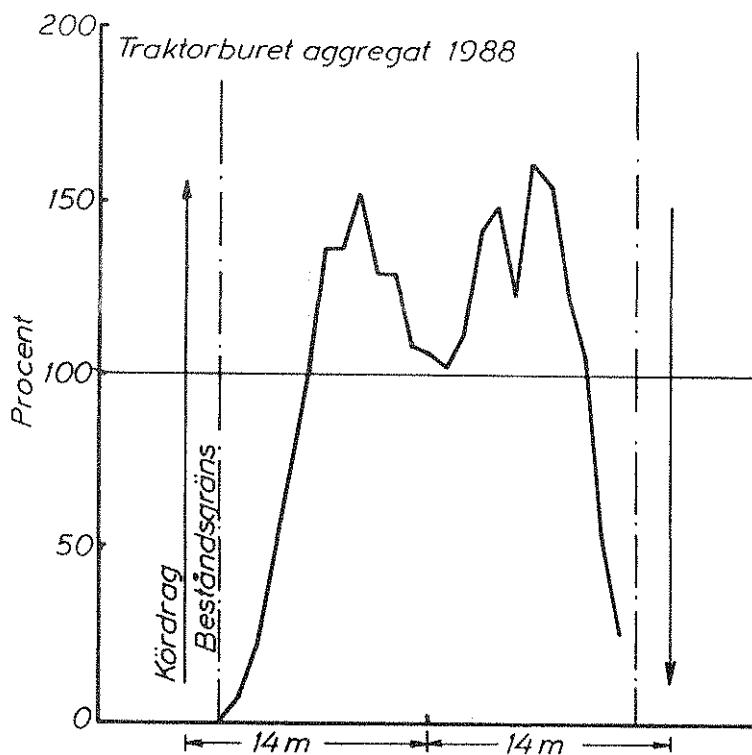


Bild 8. Gödsling med traktorburet aggregat vid Hästön.
Fertilization with a tractor-mounted distributor.

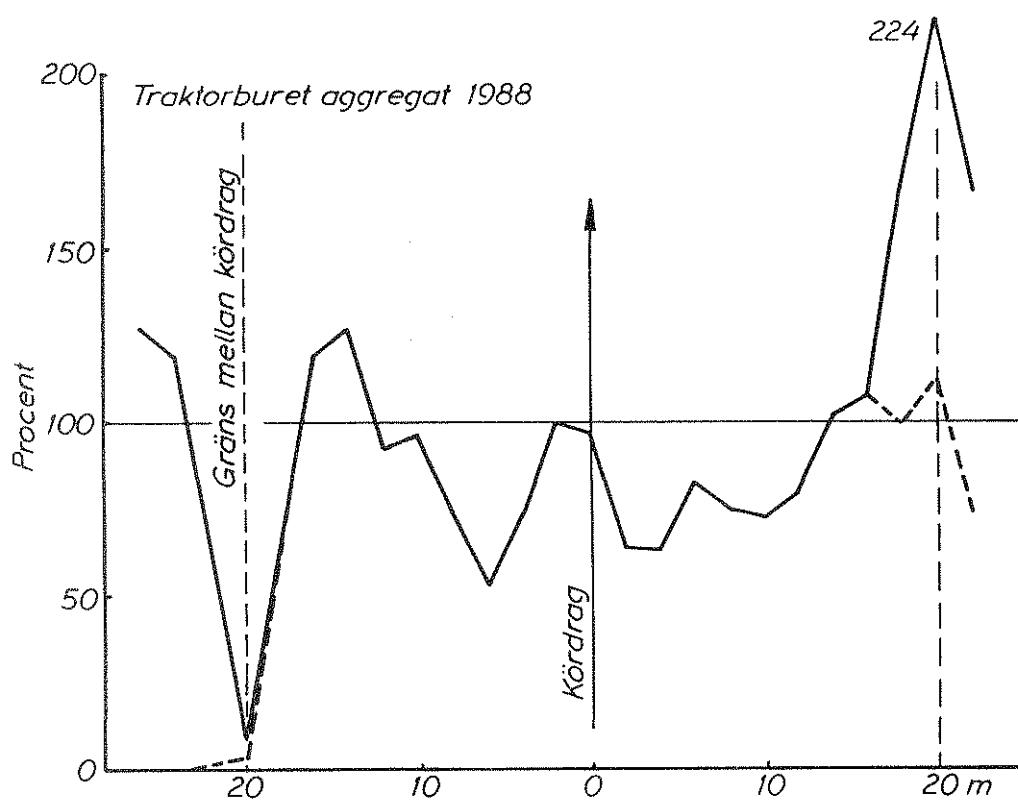


Bild 9. Gödsling med traktorburet aggregat vid Alntorp.
Fertilization with a tractor-mounted distributor.



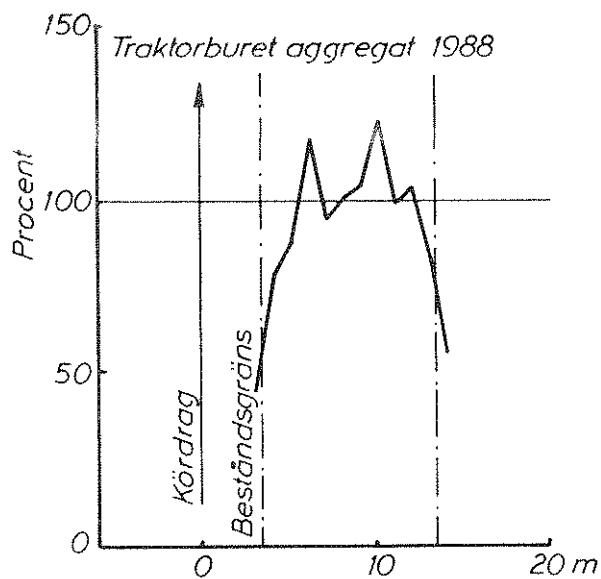


Bild 10. Gödsling med traktorburet aggregat vid Hälla gård.
Fast spridarrör. Fertilization with a tractor-mounted distributor.

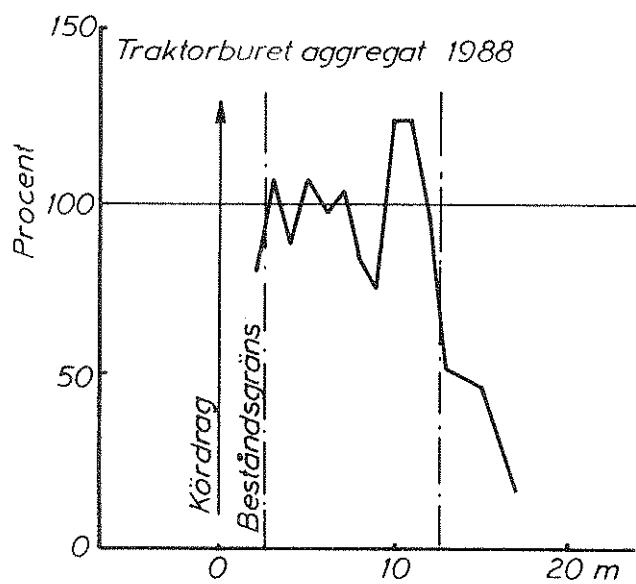
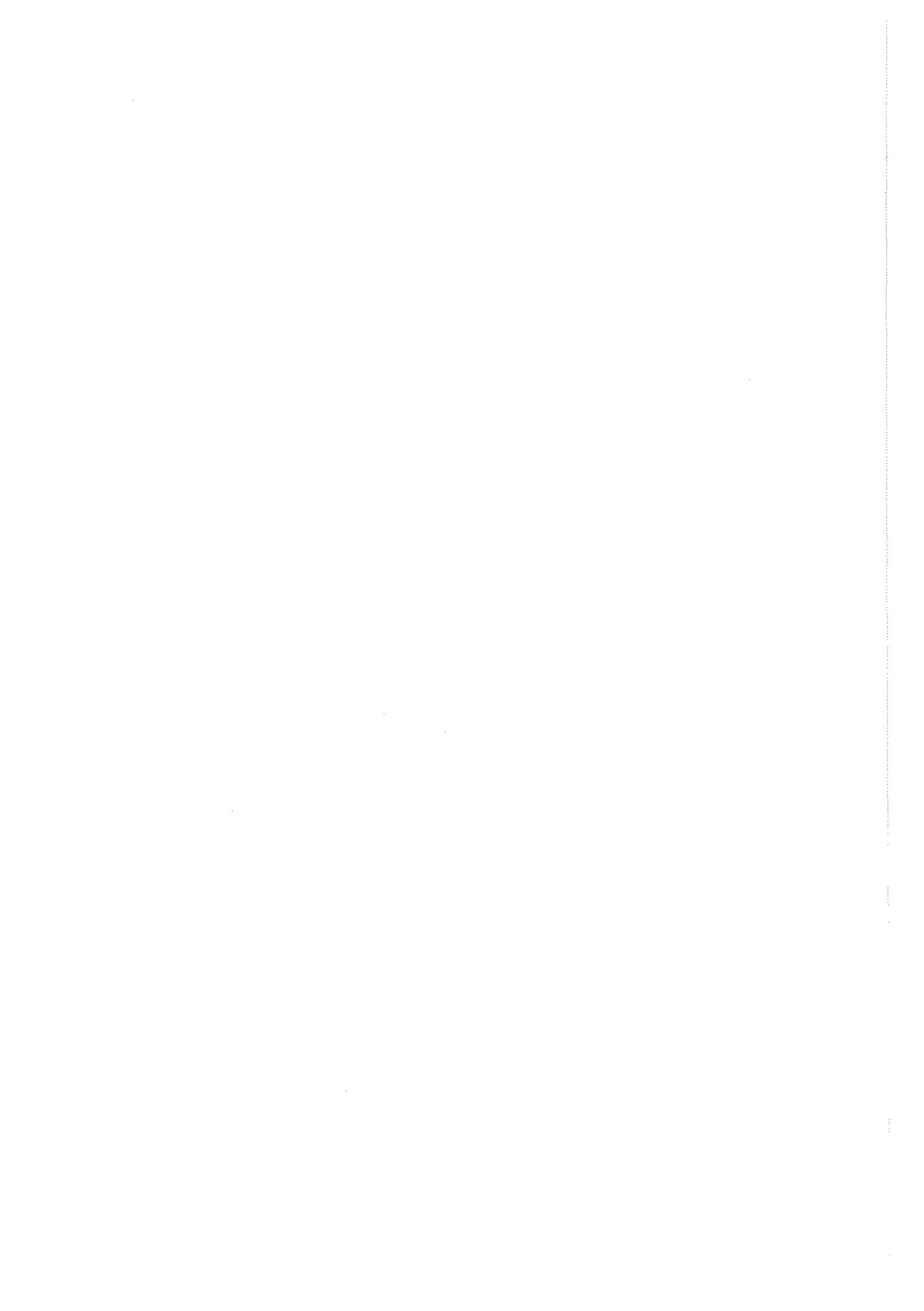


Bild 11. Gödsling med traktorburet aggregat vid Hälla gård.
Pendlande spridarrör. Fertilization with a tractor-mounted distributor.



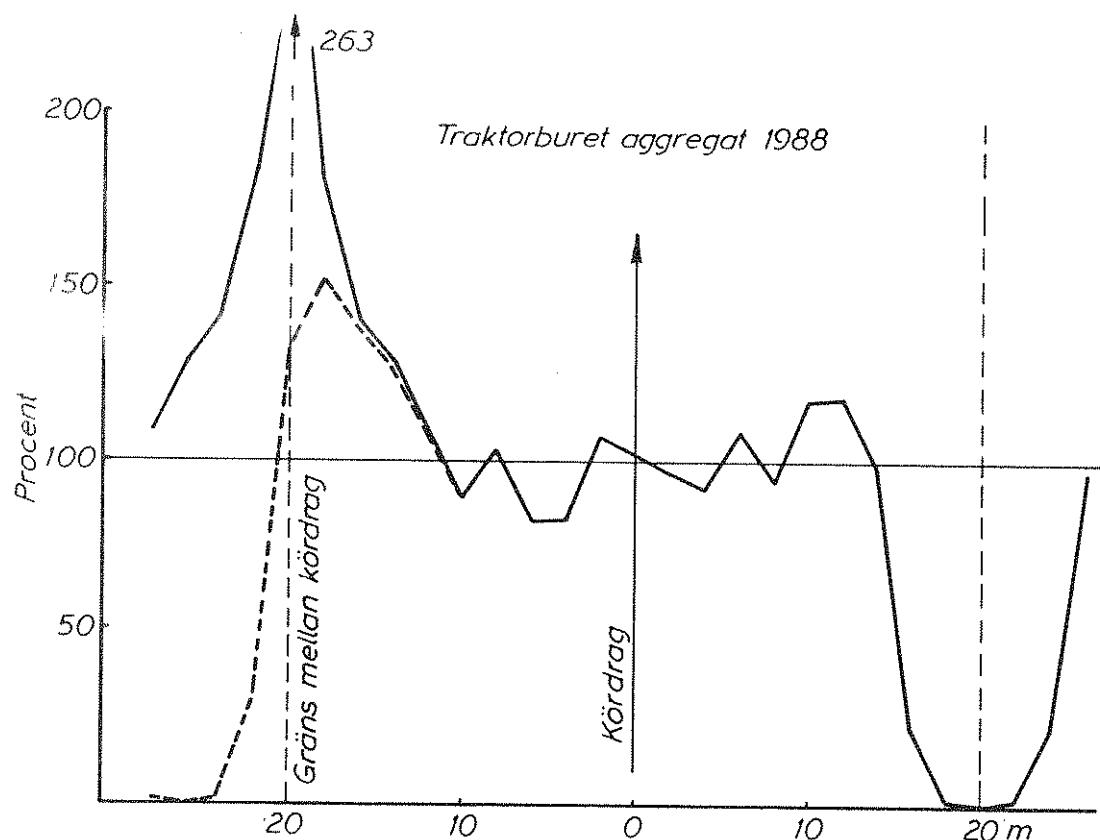


Bild 12. Gödsling med traktorburet aggregat vid Frötuna.
Fertilization with a tractor-mounted distributor.

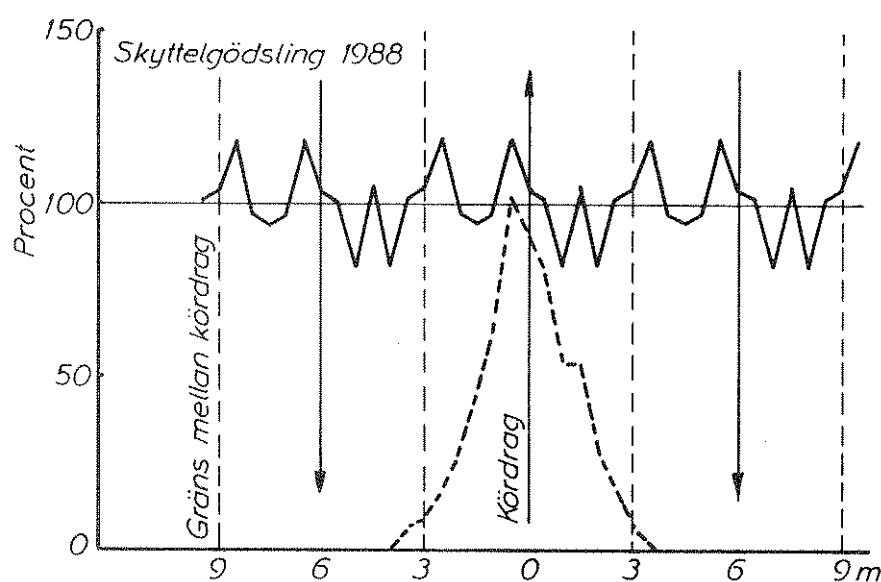


Bild 13. Skyttelgödsling i 2-årigt bestånd. Fröbbesta 1.
Shuttle fertilizing in a two year old stand.



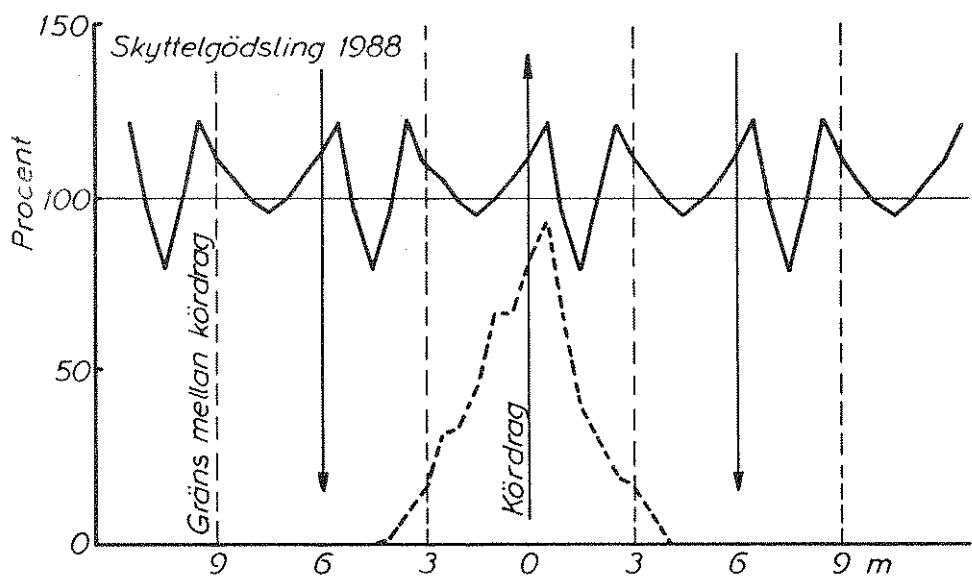


Bild 14. Skyttelgödsling i 2-årigt bestånd. Fröbbesta 2.
Shuttle fertilizing in a two year old stand.

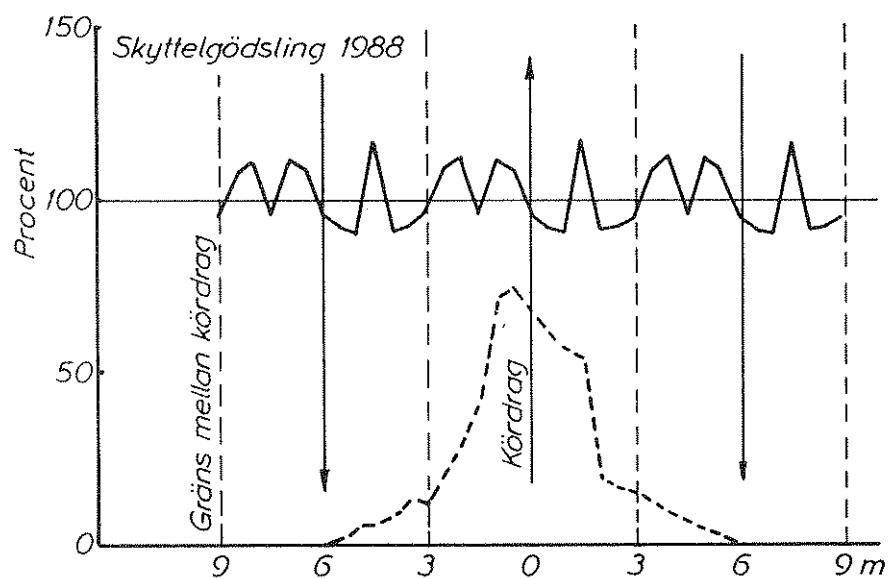


Bild 15. Skyttelgödsling i 4-årigt bestånd vid Malmön.
Shuttle fertilizing in a four year old stand.

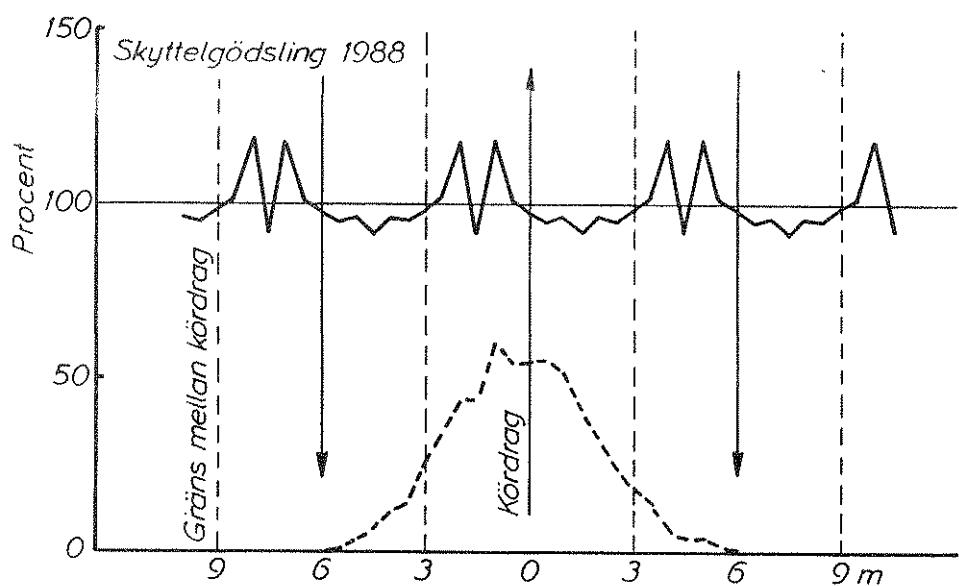
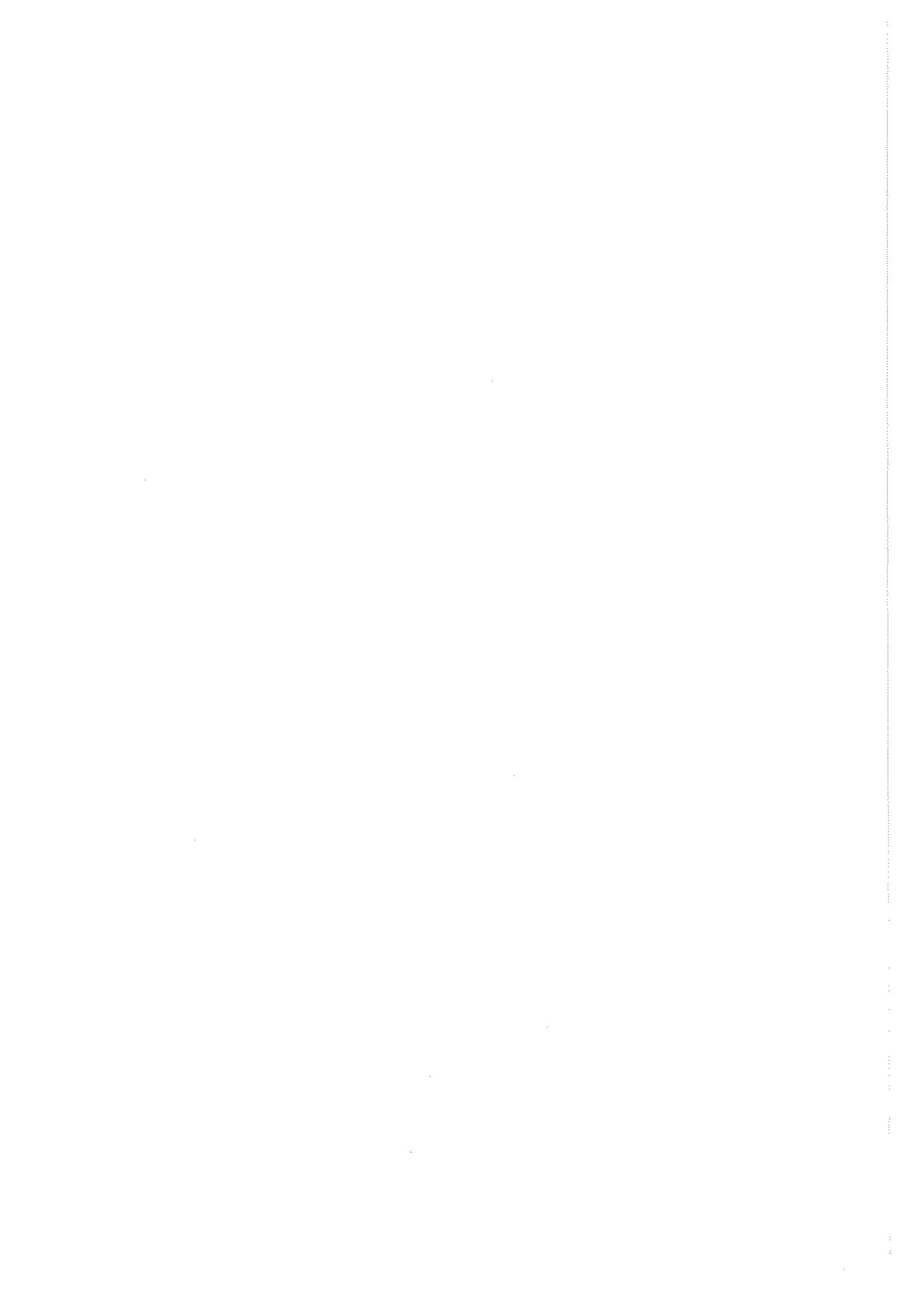


Bild 16. Skyttelgödsling på plan obeväxt mark. Ultuna.
Shuttle fertilizing on level grass land.

Tidigare utgivna JTI-rapporter

- 13 1975 Luktutsläpp och luktspridning från svinställar. P Grennfelt, T Lindvall, O Norén, G Rosén & L Thyselius
- 14 1975 Komformätning av hyttklimat. H-A Eriksson & T Lindvall
- 15 1975 A review of research relating to thermal comfort of cab operators. K W Domier
- 16 1975 El-risker i lantgårdars djurställar och anvisningar om åtgärder. H Jansson & S Sörlin
- 17 1975 Noxious gases and odours. O Norén
- 19 1976 Redskapen kring traktorn - koppling och manövrering. NJF-seminarium 1976
- 20 1977 Damm, buller och vibrationer på skördetröskor. H-A Eriksson
- 22 1977 Sönderslagning av hö vid fläkttransport. Utveckling av en analysmetod och studier med en direktfläkt och en injektorfläkt. L-E Larsson
- 23 1978 Luftrörelser och luftläckage vid torkning av balat och stackat hö. U Isacson
- 25 1978 Värmeavlastning i förarhytter. Studier av avvikelse från optimal klimatkortförlagning. A Browén
- 26 1978 Sönderslagning av hö vid fläkttransport. Inverkan av fläktstorlek, arbetsvarvtal, matningshastighet och insläppsöppningens läge. A Köhlerstrand
- 27 1979 Hö i storbalar. En utredning om storbalsteknik för hö i Sverige. N Bengtsson, E Nilsson, O Norén, L Plym Forshell & K Svensson
- 28 1979 Kartläggning av driftsavbrott och reparationsservice för lantbruksstraktorer. B Danfors & P Bodin
- 29 1979 Värmeavlastning i förarhytter. Studier i klimatkammarer av olika principer för värmeavlastning. A Browén & A Gustafsson
- 30 1979 Värmeavlastning i förarhytter. Klimatupplevelser under fältförhållanden. A Gustafsson
- 31 1979 Värmeavlastning i förarhytter. Studier av utrustning i praktisk drift. J Bergström
- 32 1981 Uttagning och utfodring av ensilage ur plansilor. N Bengtsson & E Nilsson
- 33 1981 Orienterande försök med tidig strängläggning vid förtorkning av hö. E Nilsson
- 34 1981 Metanjäsning. Energi och ekonomisk utvärdering. Examensarbete i kemisk teknologi. I Hellman & K Haara
- 37 1982 Torkning av balat hö. Försök i mindre skala



- 39 1982 Ett flerskördesystem för hö. Studium av höskördesystem på Gungvala sommaren 1981. K-Å Larsson
- 44 1983 Mekanisk stråbehandling vid höberedning. G Hadders
- 45 1983 Kemisk stråbehandling vid höberedning. L Johnson
- 47 1983 Lagring av energigräs. P Emgardsson
- 48 1983 Ogräsbekämpning i växande energiskogsbestånd. Rapport över projekt 1960 201 ogräsbekämpning. Uppdrag av Nämnden för energiproduktionsforskning. O Norén, B Danfors & A Stambeck
- 49 1983 Bärgning av halm - Förutsättningar och alternativ. 1982 års försök. Projekt Agrobioenergi. G Lundin & N Ekström
- 50 1983 Sönderdelning av rundbalar. Orienterande studier 1983. N Bengtsson
- 51 1983 Ett flerskördesystem för hö. Ekonomisk utvärdering. G Hadders
- 52 1983 Enkätundersökning rörande biogas. L Thyselius & L Rodhe
- 53 1984 Maskinutrustning vid energiskogsodling. Rapport över projekt 1160 902 ESO-maskiner JTI. Uppdrag av Statens energiverk. O Norén, B Danfors & A Stambeck
- 54 1984 Bärgning av halm. Förutsättningar och alternativ. 1983 års försök. G Lundin & N Ekström
- 55 1984 Brikettering och torkning av energigräs. Inledande studier år 1983. M Andersdotter
- 56 1984 Anaerob behandling av slakteriaavfall. L Thyselius, B Mathisen, S Eklund & D Christensson
- 57 1984 Mekaniska skador vid hantering av matpotatis - en detaljstudie över fyllning av olika transportemballage. K Larsson
- 58 1984 Oljetrycksvägning på frontlastare, tippvagnar och gaffeltruckar. S Sörlin
- 59 1984 Fälttorkning av timotej för fastbränsleeldning. G Hadders
- 60 1984 Biogas production from different agricultural substrates. M del Pilar Castillo, B Mathisen & L Thyselius
- 61 1984 Brytning av frästorp med jordbruksredskap. Projekt genomfört i Härjedalen sommaren 1984. Uppdrag av Uppsala Kraftvärme AB. M Andersdotter & B Danfors.
- 62 1985 Teknik för morgondagens lantbruk. Föredrag vid årsstämma med Stiftelsen Jordbruksteknisk Forskning 1984. B Sundell, O Norén, S Larsson, B Danfors, E Nilsson & K Larsson
- 63 1985 Desorption Equilibrium moisture content (EMC) of straw. G Swain
- 64 1985 Kallluftstorkning av halm. N Jonsson

- 65 1985 Spridning och djupmyllning av kalk vid anläggning av energiskog. Slutrapport över projekt 1960 301 kalkmyllning JTI. Uppdrag av Statens energiverk. B Danfors, A Stambeck, G Åsberg
- 66 1985 Programmerbara styrsystem med tillämpning inom foderberedningstekniken. C Julén
- 67 1985 Hantering av halm och aska vid halmeldning. N Ekström & C Jonsson
- 68 1985 Automatiska brandalarmsutrustningar i lantbruket. C Julén
- 69 1985 Sönderdelning av rundbalar. Studier 1983 och 1984. N Bengtsson
- 70 1985 Teknik för gårdsberedning av foder enligt premix-metoden. K Larsson
- 71 1985 Kravspecifikation för mobila traktordrivna reservelverk. Uppdrag av Statens energiverk. Slutrapport för projekt nr 315-298/84. C Julén, M Andersdotter & A Magnusson
- 72 1985 Ogräsbekämpning vid energiskogsodling. Rapport över projekt 196 052-1 ogräsbekämpning II JTI. Uppdrag av Statens energiverk. B Danfors
- 73 1986 Vinterlagring i det fria av ureabehandlade fuktiga halmrullar. J-G Hemming & G Lundin
- 74 1986 Resultat från datorsimulering av skulltorkning. M Sundberg
- 75 1986 Provtagning i grovfoderlager med bor. E Nilsson, C Jonsson, K Larsson & M Persson
- 76 1986 Biofilter för luktreducering. Installation och utvärdering. L Rodhe, L Thyselius & U Ferglund
- 77 1986 Luktreducering genom täckning av flytgödselbehållare. L Rodhe & L Thyselius
- 78 1986 Hantering av helärt. Skörd, torkning, malning, ekonomi. L Rodhe
- 79 1986 Ny teknik i jordbruket. Rapport från Agri-Mation 1. S Larsson
- 80 1986 Kyllagring av korn. Försök vid två gårdar i södra Sverige. G Lundin
- 81 1986 Investeringsutrymme för bättre teknik vid spridning av stallgödsel. K Hellquist
- 82 1986 Nya maskiner för uttag av skogsbränsle. Rapport över projekt 146 266-1 kombimaskin småskogsbruk. Uppdrag av Statens energiverk. B Danfors, T Nordfjell, H-O Säll
- 83 1987 Avdunstningen i Sverige mätt med Anderssons evaporimeter. Sammanställning av en 10-årig mätserie. M Sundberg
- 84 1987 Snabbstopp för kraftuttagsdrivna maskiner. Projekt utfört på uppdrag av Arbetarskyddsverket. M Bohm
- 85 1987 Mekaniserad utgödsling. Funktions- och avbrottstudier. L Rodhe
- 86 1987 Arbetsdata från större gårdar. B Jonsson

- 87 1987 Skörd av vallfoder som drabbats av radioaktivt nedfall.
G Hadders & E Nilsson
- 88 1987 Provtagning av torkande vallgröda på fältet. E Nilsson, C Jonsson,
K Larsson
- 89 1988 Väderkänsligheten hos halm i rundbalar lindade med nät, garn och folie.
G Hadders
- 90 1988 Biogaspotential från organiska avfall i Sverige. M Hagelberg, B Mathisen,
L Thyselius
- 91 1988 Lagring av gräs för förbränning. Projekt Agrobioenergi. G Hadders
- 92 1988 Datorprogram för dimensionering och kontroll av hötorkar. M Sundberg
- 93 1988 Spridning av flytgödsel till vall. L Rodhe, L Thyselius, S Steineck,
C Rammer, L Engdahl, A Jonsson
- 94 1988 Ammoniakavgång från stallgödsel. Uppdrag av Statens Naturvårdsverk.
G Lundin
- 95 1988 Biogas ur växter. B Mathisen, L Thyselius (Under utarbetande)
- 96 1988 Storing, handling and spreading of manure and municipal waste.
Seminar of the 2nd and 3rd Technical Section of the C.I.G.R.
September 20-22 1988. Del 1 o. 2.
- 97 1988 Biogas ur energigrödor - System och kostnader för storskalig fram-
ställning och användning av biogas. L.Brolin, L Thyselius,
M Johansson
- 98 1988 Komprimering av halm i rundbalar. Projekt Agrobioenergi. G Hadders
- 99 1989 Teknik för plantering av energiskog. B Danfors

PRENUMERATION PÅ JTI-RAPPORTER

Det är nu möjligt att prenumerera på JTIs rapporter. Serien utkommer med nya nummer i takt med att undersökningar avslutas. Ett tiotal rapporter per år beräknas utkomma. Avgiften för prenumeration är 300 kr. Vid en jämförelse med lösnummerpriset, 30 kr, bör beaktas att vid beställning av lösnummer tillkommer kostnader för porto och postförskottsavgift. Priserna gäller med reservation för ändringar.

Prenumeration på JTI-rapporter kan göras på tel. 018/30 19 30.

DISTRIBUTION
JORDBRUKSTEKNISKA INSTITUTETS EXPEDITION
BOX 7033
750 07 UPPSALA, TEL 018 - 30 19 30
POSTGIRO 29 74 00 - 4
BANKGIRO 171-8246

PRIS 30 KRONOR

ISSN 0346-7597