

# Bevattningsstrategier på friland

Av Harry Linnér, Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet

## Inledning

För yrkesmässig odling av potatis och trädgårdsväxter är bevattning en nödvändig förutsättning för höga och jämna skördar av god kvalitet. Nederbördsunderskottet under växtperioden är normalt 50-200 mm och på många jordar är 20-30 mm uttorkning tillräckligt för att känsliga grödor skall få tillväxten nedsatt på grund av vattenbrist.

Många undersökningar visar att grödor som har god vattenförsörjning också utnyttjar växtnäringen i marken effektivare. Väl utförd bevattning bidrar därigenom till att risken för växtnäring förluster minskar. I svenska undersökningar har exempelvis kväveupptagningen i bevattnade grödor i genomsnitt ökat med 15-20 procent vid oförändrad gödsling. Under torra år har kväveupptagningen ofta varit mer än 50 procent större vid bevattning. Den ökade upptagningen av kväve beror dels på att tillfört kväve utnyttjas bättre, dels på att mineraliseringen av markens kväve gynnas av ökad markfuktighet.

## Bevattningens genomförande

Bevattningens effekter är i hög grad beroende av när och hur bevattningen utförs. Det är viktigt att bevattningsmängder och bevattningstidpunkter anpassas till grödans behov, till jordens egenskaper och till väderleken. Ett bra resultat av bevattningen förutsätter därför kunskaper om olika grödors behov av vatten under olika utvecklingsstadier, om jordarnas vattenhållande egenskaper och om rotdjupet. Det är också viktigt för avkastning, kvalitet och näringsutnyttjande att man använder en bevattningsteknik som sprider vattnet jämnt över fälten.

Väl anpassad bevattning innebär att huvuddelen av det tillförda vattnet tas upp av växternas rötter, transporteras genom växten och via klyvöppningarna avges som vattenånga till atmosfären. Bevattning vid olämpliga tidpunkter, ojämn bevattning eller alltför riklig bevattning kan ge ökad avrinning och därmed ökad risk för näringsförluster. Om man bevattnar med så stor giva att fältkapaciteten överskrids kommer en del av vattnet att rinna av från rotzonen vilket kan leda till att näringsämnen utlakas.

## Jordens vattenhållande egenskaper

Under svenska förhållanden är jordarnas vattenmagasin normalt fyllda på våren. Efter avslutad avrinning finns, beroende på jordens textur, struktur och mullhalt, i de flesta typer av jordar mellan 50 och 200 mm växttillgängligt vatten lagrat i den del av marken som växtrötterna kan penetrera. Med växttillgängligt avses vatten som är bundet med 1-150 meter vattenpelare dvs. mellan fältkapacitet och vissningsgränsen.

När mängden växttillgängligt vatten i marken successivt avtar genom avdunstning och genom grödans transpiration kommer man så småningom till en gräns då växterna får allt svårare att utnyttja vattnet som är kvar i marken. Detta inträffar för många grödor redan vid uttorkningen 5-10 meter vattenpelare eller när cirka hälften av det växttillgängliga vattnet förbrukats. Växterna reagerar på vattenbristen genom att successivt stänga klyvöppningarna. Därigenom reduceras vattenförlusten till atmosfären. Detta leder samtidigt till att grödans tillväxt begränsas. Vatten som är bundet med 10 – 50 meter vattenpelare blir alltmer svårtillgängligt och grödan börjar visa torksymptom. Mellan 50 och 150 meter vattenpelare är tillväxten starkt nedsatt och tydliga torksymptom uppträder.

### Rotdjupet och rottätheten

Rotutvecklingen avgör hur stort vattenmagasin grödan kan utnyttja. Olika grödor har genetiskt betingade skillnader i rotutveckling (Tabell 1). Det är emellertid mycket vanligt att rotutvecklingen begränsas av andra faktorer än genetiska. Rotdjupet kan begränsas av mekaniskt motstånd vilket är vanligt på sandjordar, på lerjordar med dålig struktur och på packningsskadade jordar. Syrebrist kan begränsa rotutvecklingen på dåligt dränerade jordar och på packningsskadade jordar. På gyttejordar och vissa mulljordar kan lågt pH begränsa rotutvecklingen. Begränsad rotutveckling minskar den tillgängliga mängden vatten och ökar behovet av bevattning. I allmänhet avtar rottätheten med djupet. På större djup kan rötterna inte utnyttja allt det växttillgängliga vattnet.

Tabell1. Effektivt respektive maximalt rotdjup på jordar där rötterna kan utvecklas obehindrat (Efter Aslyng, 1984)

25/30 cm	50/60 cm	75/100 cm	100/150 cm
Sallat	Jordgubbar	Matpotatis	Korn, havre
Lök	Bönor	Morot	Höstråg
Spensat	Färskpotatis	Vitklöver	Höstvete
	Kål	Långt gräs	Socketbetor
	Ärter	Vårvete	Raps, Rybs
	Kort gräs		Rödklöver, Lupin

### Lämpliga bevattningsmängder

I tabell 2 anges lämpliga bevattningsmängder för olika jordar. Utgångspunkten är att bevattna vid uttorkningen 5-10 meter vattenpelare eller när cirka hälften av det växttillgängliga vattnet i rotzonen förbrukats på lätta jordar. Tidigt på säsongen kan det med hänsyn till grödans begränsade rotutveckling vara lämpligt att bevattna med mindre mängder än tabellen anger. Mindre givor än 10-15 millimeter är det dock sällan aktuellt att ge.

Som sammanfattning kan sägas att lätta jordar där rotdjupet ofta begränsas till matjorden, liksom grunt rotade grödor på andra jordar bör bevattnas med högst 20-30 mm per gång. På bättre vattenhållande jordar och vid större rotdjup är det lämpligt med givor på 30-40 mm. Om jorden har god vattenhållande förmåga eller om rotdjupet är stort kan givan ökas till 40-50 mm. Mulljordar kan i allmänhet hålla stora

mängder vatten men man bör ändå inte vänta alltför länge med bevattningen. Om mulljordar blir starkt uttorkade utvecklas ett bevättningsmotstånd som gör att de blir svåra att genomfukta.

Tabell 2. Lämpliga bevattningsmängder för olika jordar och rotdjup

Jordart i matjorden	Rotdjup, cm	Bevattning, mm per gång
Mullhaltig sand	0-30	15-20
	0-50	25-30
Mullhaltig grovmo	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mullhaltig lättlera	0-30	30-40
	0-50	40-50
Mullhaltig styv lera	0-30	25-30
	0-50	35-45
Mulljord	0-30	30-40
	0-50	40-50

#### Hjälpmiddel för att styra bevattningen

När grödan visar symptom på vattenbrist såsom tillfällig slokning mitt på dagen, mörknande bladfärg eller gulnande blad är det alltför sent att påbörja bevattningen. Innan sådana symptom visar sig har tillväxten varit nedsatt under flera dagar. I regel bör man därför börja bevattna innan synliga torksymptom uppträder. I början av säsongen är det också viktigt att påbörja bevattningen så tidigt att man hinner bevattna hela arealen innan torkskador uppstår på de fält som bevattnas sist.

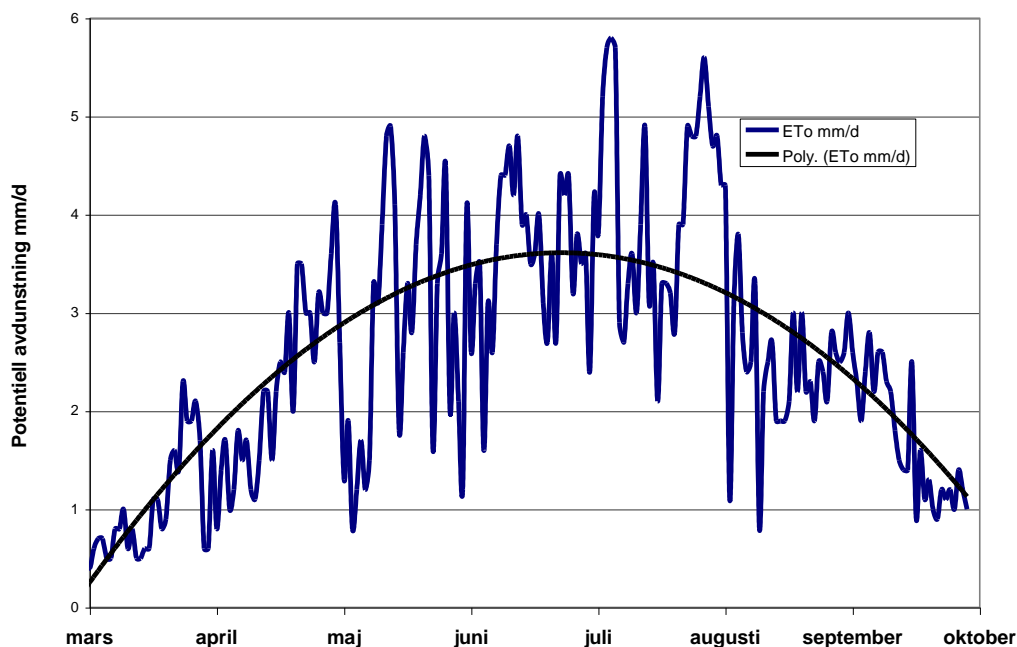
Att korrekt bedöma när det är dags att bevattna och hur stora bevattningsgivor man skall ge är svårt. Det finns visserligen många mer eller mindre tillförlitliga instrument för att mäta vattnet i marken, men dessa används inte i någon större omfattning. Ett problem vid mätning av markfuktigheten är att få ett representativt mått för det aktuella fältet. Med tanke på jordartvariationen krävs det många mätare för att få ett representativt mått.

För praktiskt bruk är det främst två hjälpmedel som kan rekommenderas nämligen regnmätare och avdunstningsmätare. Nederbörden bör med tanke på den lokala variationen mätas på varje gård.

Hur mycket vatten som kan avdunsta från en gröda som är välförsörjd med vatten bestäms av temperatur, luftfuktighet, vind och instrålning. Figur 1 visar ett exempel på hur den möjliga (potentiella) avdunstningen varierar på en plats i Skåne under en säsong. Den aktuella avdunstningen blir lägre än den potentiella uttorkningen av rotzonen passerar en kritisk gräns. Normalt är avdunstningen under sommaren 3-4 mm/dag. Enskilda dagar kan avdunstningen stiga till 6 mm.

Med hjälp av uppgifter om nederbörd och avdunstning kan man enkelt och relativt noggrant beräkna när det är lämpligt att bevattna. Den möjliga avdunstningen kan beräknas med hjälp av klimatdata eller mätas med en avdunstningsmätare. Avdunstningsmätaren som används för bevattningsstyrning i Sverige (Anderssons

evaporimeter) har utformats så att avdunstningen från dess vattenyta stämmer väl överens med transpirationen från en gröda som är välförsörd med vatten.



Figur 1. Exempel på avdunstningens dagliga variation under en säsong.

Om man inte har tillgång till uppmätta eller beräknade avdunstningsvärden kan man använda schablonvärden. I Sydsverige kan man räkna med att grödorna under sommaren normalt behöver 3-4 mm per dag i genomsnitt. Under svala, fuktiga perioder sjunker behovet till 1-2 mm och under varma, torra och blåsiga perioder stiger behovet till 4-5 mm per dag.

I Danmark kan lantbrukare abonnera på en service som, baserat på beräknade avdunstningsvärden, nederbörd, markens vattenhållande egenskaper, rotdjup och grödans utveckling, fortlöpande ger information om bevattningbehovet för varje fält på gården. Information finns under rubriken vanding på adressen [www.planteinfo.dk](http://www.planteinfo.dk).

### Bevattning av olika grödor

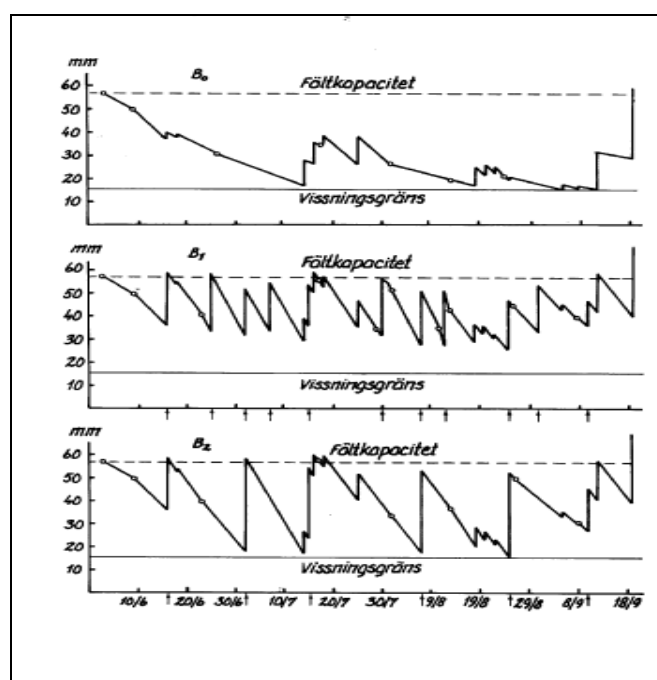
Bevattningsförsök med olika grad av uttorkning visar i allmänhet att en tydlig reduktion av tillväxten sker när omkring hälften av det växttillgängliga vattnet i rotzonen utnyttjats. Ju högre den potentiella avdunstningen är desto tidigare reduceras tillväxten.

Normalt finner man ett positivt samspel mellan vatten och andra tillväxtfaktorer. God näringstillgång är till exempel en förutsättning för fullt utbyte av bevattning. God vattentillgång är å andra sidan en förutsättning för ett effektivt näringsutnyttjande.

Olika grödor har olika krav på vattentillgång. En del grödor har utvecklingsstadier då vattentillgången är särskilt avgörande för avkastning och kvalitet. Andra grödor har inte lika utpräglade torkkänsliga perioder.

Potatis odlas i stor utsträckning på sand- och mojordar med litet vattenmagasin. Potatisen är också relativt känslig för torka beroende på ett grunt rotsystem. Bevattning ger ofta stor skördeökning och har också positiva effekter på många kvalitetsegenskaper.

Ett exempel på vattentillgångens betydelse för avkastningen i potatis under ett torrt år visas i figur 2. Jorden i exemplet håller endast drygt 40 mm växttillgängligt vatten i rotzonen som är begränsad till cirka 30 cm djup. Kvävegödslingen uppgick till 142 kg/ha. Utan bevattning ( $B_0$ ) låg markfuktigheten under en stor del av växtperioden nära vissningsgränsen. Avkastningen blev 19,1 ton/ha i detta led. Kväveupptagningen i knölskörden blev 84 kg/ha. Ledet  $B_1$  bevattades när omkring 50 procent av det växttillgängliga vattnet hade förbrukats. Avkastningen blev 43,0 ton/ha och kväveupptagningen i knölskörden 158 kg/ha. Ledet  $B_2$  bevattades vid omkring 35 mm uttorkning. Avkastningen blev 38,1 ton/ha och kväveupptagningen i knölskörden 141 kg/ha.



Figur 2. Olika bevattningsstrategier i potatis. Exempel från ett försök med olika uttorkning mellan bevattningarna.  $B_0$  = utan bevattning,  $B_1$  = bevattning vid 20-25 mm uttorkning,  $B_2$  = bevattning vid 35 mm uttorkning.

Exemplet visar att väl anpassad bevattning inte bara ökar avkastningen utan även förbättrar kväveutnyttjandet och därmed minskar risken för kväveläckage från rotzonen. Generellt har kväveupptagningen i potatisförsök som bevattnats bra och i övrigt skötts väl varit minst lika stor som kvävegödslingen.

Potatisens avkastning och kvalitet påverkas särskilt av vattentillgången under knölbildningen och under knöltillväxten. Under knölbildningen påverkas främst antalet knölar och angreppen av vanlig skorv. Under knöltillväxten påverkas kvantitet, knölstorlek och olika kvalitetsegenskaper av vattentillgången.

Matpotatis kräver jämn markfuktighet under hela växtperioden. Vanlig skorv motverkas av hög markfuktighet under knölbildningen. Torrare förhållanden mot slutet av säsongen ger högre torrsubstanshalt och gynnar kokkvaliteten.

Vid odling av utsädespotatis eftersträvas många knölar inom ett visst storleksintervall. Hög markfuktighet under knölbildningen bidrar till att fler knölar utvecklas.

Alltför riklig bevattning kan, särskilt i kombination med dålig dränering, öka risken för sjukdomsangrepp. Potatissjukdomar som gynnas av fuktiga förhållanden är exempelvis bladmögel/brunnröta, stjälkbakterios och nätskorv.

Många grönsaker som sallat, lök, morötter, rödbetor, kål och bönor är beroende av god vattentillgång för att ge hög avkastning och bra kvalitet. Många av dessa grödor har utvecklingsstadier då de är särskilt känsliga för torka. Det finns också situationer då måttlig torka exempelvis tidigt på säsongen kan vara positiv för grödans utveckling. Orsaken kan vara att marken värms upp snabbare. Om marken är fuktig går det mesta av den instrålade energin åt till att avdunsta vatten och uppvärmningen av marken tar längre tid. Detaljerad information om bevattning av olika grödor inom yrkesmässig trädgårdsodling finns i Sanders (1997).

I fruktodlingar har vattentillgången stora effekter på trädens tillväxt och på skördens storlek och kvalitet. Bevattning behövs särskilt under senare delen av säsongen för utveckling av många och stora frukter. Torka tidigt under säsongen kan hämma alltför kraftig skotttillväxt och öka blomningen påföljande år.

Hallon och svarta vinbär behöver god vattentillgång för utveckling av många och stora bär. Torka under hösten kan reducera skotttillväxten följande år. Jordgubbar behöver god vattentillgång under och efter blomningen. En torrperiod efter skörden gynnar anläggningen av blomknoppar och kan medföra högre skörd påföljande år.

### **Kväveutnyttjande och kväveläckage vid potatisodling**

Risken för kväveläckage är relativt stor vid potatisodling. I vårt klimat är risken för utlakning i regel mycket större efter skörden än under växtperioden. Faktorer som bidrar till risken för kväveutlakning vid potatisodling är

- Potatisen odlas främst på jordar med hög genomsläpplighet och liten vattenhållande förmåga.
- En del potatis skördas tidigt när marken fortfarande är varm och kväve frigörs under lång tid från markens kväveförråd och från nedbrytningen av växtrester.
- Intensiv bearbetning av jorden i samband med upptagningen stimulerar kväveminerisering.
- Mängden kväve i skörderesterna är stor om tillväxten avbryts innan bladen får vissna naturligt.
- Potatisen gödslas ofta med stallgödsel av varierande kvalitet vilket bidrar till att kväve frigörs utanför växtperioden.

Odlingstekniken har stor betydelse för kväveutnyttjandet. Åtgärder som leder till hög och jämn avkastning leder i allmänhet också till förbättrat kväveutnyttjande och minskade risker för läckage. Exempel på åtgärder som bidrar till ett bra kväveutnyttjande redovisas nedan.

Väl anpassad bevattning förbättrar kväveutnyttjandet. I medeltal för 20 fältförsök i södra Sverige ökade knölskorörden med 33-44 % vid olika bevattningsstrategier. Vid samma gödsling i obevattnade och bevattnade led ökade kväveupptagningen i knölskorörden med 13-23 % vid bevattning. Kväveupptagningen i knölskorörden var i genomsnitt större än tillförseln genom gödsling (Linnér, 1984). I 26 försök i fabrikspotatis 1990 – 1992 bortfördes i medeltal mer kväve med knölskorörden än tillförseln med gödsling upp till givan 150 kg/ha (Svensson et al., 1995). Ekonomiskt optimal kvävegiva var 146 kg/ha i denna försöksserie.

Radmyllning förbättrar kväveutnyttjandet. Vid samma kvävegiva har knölskorörden vid radmyllning i olika undersökningar ökat med 5-19 procent jämfört med bredspridning före sättning (Carlsson & Linnér, 1984; Carlsson, 1988; Carlsson et al., 1996).

Delade kvävegivor förbättrar kväveutnyttjandet. I genomsnitt för 14 bevattnade försök i Sydsverige 1978-1982 gav delade kvävegivor till Bintje 4-6 procent högre avkastning än en engångsgiva i samband med sättningen (Linnér, 1984). Även kväveinnehållet i knölskorörden ökade vid delade givor. För att bedöma behovet av kompletteringsgödsling finns olika hjälpmedel (Nitrachek, Kalksalpetermätaren, N-sensor)

Direkt uppmätning av kväveutlakning via dräneringssystemet i olika grödor har gjorts i försök vid Mellby i södra Halland. Resultaten från undersökningarna vid Mellby under perioden 1991-1999 har redovisats i av Torstensson & Håkansson (2001). Resultaten för potatis sammanfattas i figur 3. Av rapporten framgår att utlakningen av kväve i medeltal för åren 1991-1994 var 82 kg/ha från potatis vilket var mer än från alla andra grödor som ingick i undersökningen. Faktorer som bidrog till stor utlakning under dessa år var

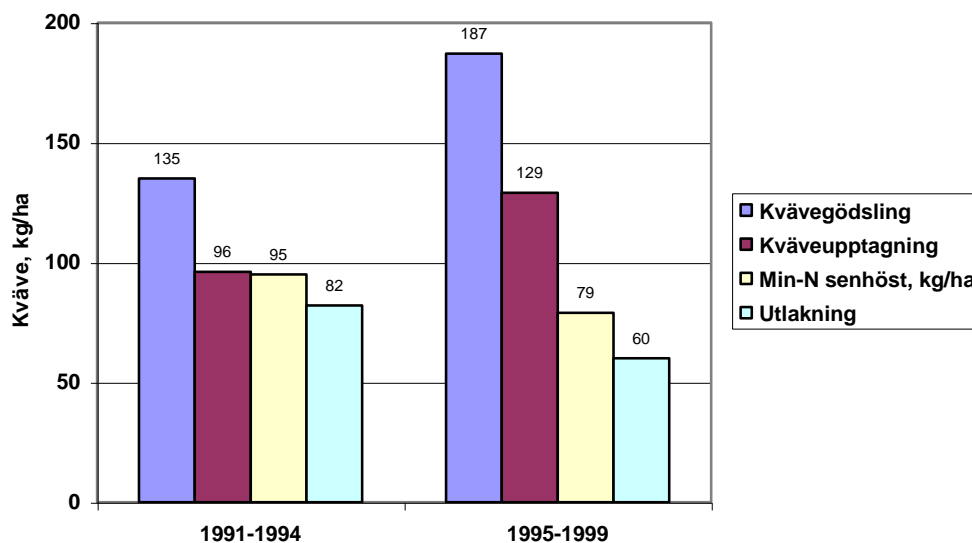
- Potatisen bevattnades inte. Skörden varierade kraftigt (17 till 50 ton/ha).
- Flytgödsel tillfördes sent i växande gröda och kväveeffekterna blev opålitliga på grund av torka.
- Kväveupptagningen i knölskorörden var i genomsnitt låg i förhållande till tillförseln (96 respektive 135 kg/ha).
- Mineralkväveinnehållet i marken efter skörden var högt (95 kg/ha mot 41 kg/ha före sättningen).

Under åren 1995-1999 var avkastningen högre och jämnare. Till detta bidrog gynnsammare väderlek och tillgång till bevattning från 1996. Kväveutlakningen från potatisgrödan var i medeltal 60 kg/ha. Faktorer som bidrog till att utlakningen blev hög var

- Flytgödsel tillfördes på senhösten till en fånggröda som odlades före potatisen. Fånggrödan plöjdes ned tidigt på våren och bidrog tillsammans med höstens stallgödselgiva till en kraftig ökning av mängden växttillgängligt kväve i marken. Före sättningen uppmättes i medeltal cirka 120 kg mineralkväve per hektar i marken. Före sättningen tillfördes i genomsnitt ytterligare 86 kg kväve per hektar i form av handelsgödsel. Totala kvävetillförseln uppgick till 187 kg/ha.

- Under perioden 1995-1999 överdoserades stallgödselgivorna med i medeltal 50 % med hänsyn till fosforinnehållet. Även totalgivan av kväve översteg gödslingsrekommendationerna. Kväveupptagningen i knölskoroden var låg i förhållande till gödslingen (129 respektive 187 kg/ha).
- Mineralkvävemängden i marken efter skörden var i medeltal hög (79 kg/ha).

Med den odlingsteknik som tillämpades blev kväveutnyttjandet dåligt och utlakningen av kväve från potatisen hög i försöken vid Mellby. Överdoseringen av kväve, tidpunkten för spridning av flytgödsel etc. bidrog säkert till den höga utlakningen.



Figur 3. Kvävegödsling, kväveupptagning med knölskoroden, mineralkväve i marken (0-90 cm) efter skörden samt utlakning i försök vid Mellby i Halland 1991-1999.

Generellt innebär stallgödselanvändning till potatis problem. Stallgödselhanteringen innebär ofta betydande förluster av kväve i stall, vid lagring och vid spridning. Efter spridningen är risken stor för att kvävet frigörs i en takt som inte passar grödans upptagning. Det kväve som frigörs utanför växtsäsongen riskerar att förloras.

I fastgödsel finns större delen av kvävet i organisk form och en mindre del i form av ammoniumkväve. Det organiskt bundna kvävet måste först mineraliseras innan det kan tas upp av växterna. Mineraliseringsförloppet är svårt att förutsäga. Det beror bland annat på halminnehåll, temperatur och markfuktighet.

Flytgödsel innehåller en större andel ammoniumkväve som lättare blir växttillgängligt. En stor del av ammoniumkvävet kan emellertid förloras vid spridningen om flytgödseln inte myllas ned omedelbart. Vårspridning av flytgödsel medför vanligen bättre kväveeffektivitet än höstspridning. För att dosera givan rätt bör flytgödseln analyseras vid spridningen eftersom kväveinnehållet varierar kraftigt.

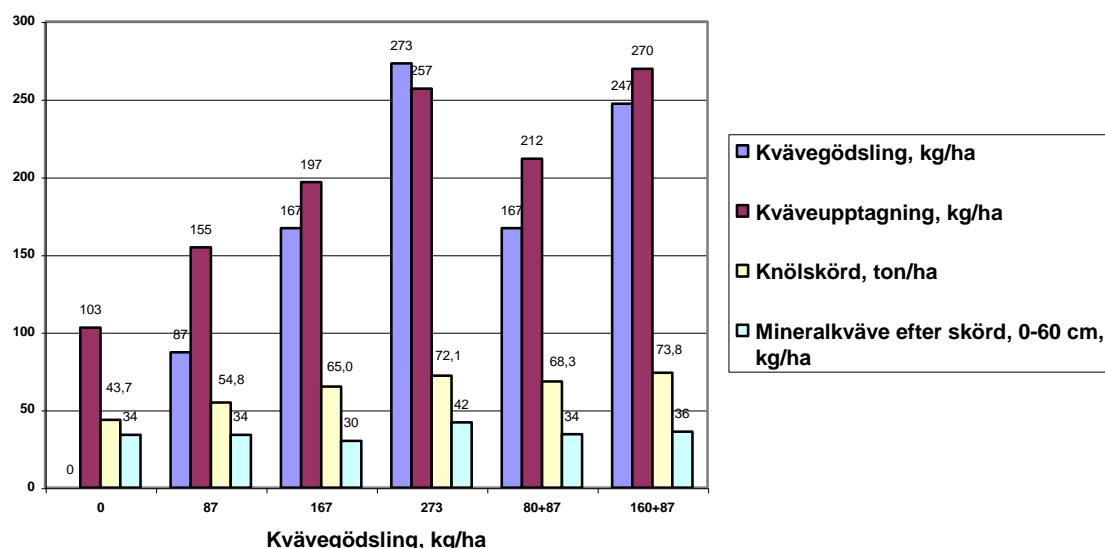


## Odlingsteknik för hög kväveeffektivitet och minskad kväveutlakning

För att få en hög avkastning av god kvalitet och för att minimera utlakningen av kväve vid potatisodling bör bland annat de riktlinjer som redovisas nedan tillämpas. Riktlinjerna gäller i tillämpliga delar även för andra grödor än potatis.

- Överdosa inte tillförseln av kväve. Tillämpa de officiella gödslingsråden och anpassa gödningen till de lokala förutsättningarna.
- Anpassa kvävegivan med hänsyn till mineralkvävetillgången i marken på våren. Om mineralkväveförrådet i skiktet 0-30 cm överstiger 30-40 kg/ha skall gödningen reduceras.
- Använd en gödningstrategi med delad kvävegiva. Ge 50-70 procent av det förväntade behovet strax före sättningen och komplettera behovsanpassat under växtperioden.
- Radmylla för att förbättra växtnäringsutnyttjandet.
- Bevattna för att minska skördevariationen och för att förbättra växtnäringsutnyttjandet.
- Om stallgödsel används skall den nedbrukas
- Vårplöj om möjligt.
- Skydda grödan mot skadegörare.

I undersökningar där dessa riktlinjer tillämpats och där odlingstekniken i övrigt varit optimal har potatisen utnyttjat kvävet effektivt och restkvävemängden i marken efter skörden har varit måttlig. Ett exempel på att potatisen kan utnyttja kvävet väl redovisas i figur 4. I dessa försök var ambitionen att tillämpa bästa tillgängliga teknik för att förse grödan med vatten och näring och för att hålla grödan fri från sjukdomar och insektangrepp.



Figur 4. Kvävegödsling, kväveupptagning i knölskörd, knölskörd och mineralkväve i marken efter skörden. Resultat från försök vid Skabersjö, Skåne 1999-2001.

Sammanfattningsvis kan konstateras att odlingstekniken betyder mycket för kväveutnyttjandet. Åtgärder som leder till hög och jämn avkastning leder i allmänhet

till bättre kväveutnyttjande och minskade risker för läckage. Avgörande för utlakningen av kväve är den enskilde odlarens förmåga att anpassa tillförseln av kväve och vatten till årsmån, jordens egenskaper och grödans utveckling. I undersökningar där en bra odlingsteknik tillämpats har potatisens upptagning av kväve i knölskoriden i regel varit större än tillförseln genom gödsling och restkvävemängden efter skörden har varit måttlig.

## **Bevattningsteknik**

Fördelen med bevattningsmaskiner med stora spridare är att arbetsbehovet är relativt lågt. Nackdelar är stort energibehov och att vattnet kastas högt upp i luften vilket medför att spridningen blir ojämn när det blåser. Om den stora spridaren ersätts med en ramp med små spridare eller dysor blir spridningen jämnare även vid relativt stark vind. Det erforderliga arbetstrycket är lägre än för stora spridare vilket innebär lägre energibehov. Nackdelen med ramper är att arbetsbehovet vid flyttning ökar och att bevattningsintensiteten är hög vilket leder till ytavrinning på kuperade fält. Ytavrinningen kan begränsas genom att små bassänger skapas i fårorna med hjälp av en särskild utrustning på kupaggetatet.

Droppbevattning är den metod som ger de bästa möjligheterna att optimera vattenfaktorn med minimal arbetsinsats och effektivt vattenutnyttjande. Droppbevattning kräver lågt arbetstryck, liten arbetsinsats, har god spridningsprecision och är lätt att automatisera. Systemet används främst i radodlade grödor och vid frukt- och bärödling där ledningarna kan ligga kvar mellan säsongerna. Maskiner för hantering av ledningarna som möjliggör användning i ettåriga grödor har också utvecklats. Kostnaderna blir emellertid höga i ettåriga grödor med små radavstånd.

## Spridningsförluster

Vid bevattning är avsikten att vattnet skall hamna i rotzonen, tas upp av växtrötterna och genom ökad transpiration bidra till bättre tillväxt. Emellertid blir det alltid en del förluster vid spridningen. Dessa är av tre slag:

1. Vid bevattning med spridare förloras en del av vattnet genom avdunstning och vindavdrift redan innan vattnet når marken. Varma och blåsiga dagar kan dessa förluster uppgå till 5-10 procent.
2. En del av vattnet förloras genom direkt avdunstning från den fuktiga markytan särskilt i början av växtperioden när marktäckningen är liten.
3. Om man bevattnar mer än vad som kan hållas kvar i rotzonen förloras vatten genom dräneringssystemet eller till grundvattnet. Denna typ av förluster uppstår om man bevattnar med alltför stora givor, om det kommer regn efter bevattningen eller om bevattningen är ojämn på grund av vind, ytavrinning eller tekniska brister.

I tabell 3 anges hur stor andel av vattnet som bidrar till ökad tillväxt vid olika bevattningssystem. Förlusternas storlek beror till en del på bevattningsutrustningen men främst på hur och när bevattningen utförs.

Tabell 3. Vatteneffektivitet för olika bevattningssystem

Bevattningssystem	Vatteneffektivitet (andel av vattnet som utnyttjas av grödan)
Rörsystem med små spridare	65-80 %
Bevattningsmaskin med stor spridare	60-80 %
Bevattningsmaskin med ramp och dysor	70-90 %
Droppbevattning	75-95 %

### **Vilka förbättringar inom yrkesmässig trädgårds- och potatisodling kan bidra till att miljömålen uppnås?**

#### Odlingsteknik

Som tidigare redovisats finns det en rad odlingstekniska åtgärder som påverkar grödornas näringsutnyttjande. Genom att tillämpa en bra odlingsteknik är det möjligt att kombinera höga skördar av god kvalitet med kraven på minskad miljöpåverkan. Att tillgodose grödans behov av näring och vatten under växtperioden och att hålla grödan frisk är nyckeln till god kvävehushållning. Betydande forsknings- och rådgivningsinsatser som fokuserar både på produktion och på miljö behövs för att föra utvecklingen framåt.

#### Bevattningsstyrning

I Danmark finns sedan många år ett Internetbaserat rådgivningsprogram för bevattningsstyrning. Modellen beräknar fortlöpande hur vattentillgången i marken förändras och när bevattning behövs på varje fält. Modellen omfattar alla vanliga grödor inklusive 18 olika grönsaker. Man kan också få prognoser över behovet av bevattning sex dagar framåt i tiden baserat på väderleksprognoser från Danmarks Meteorologiske Institut. En liknande service behövs även i Sverige. Möjligheterna till samarbete med Danmark bör undersökas. Innan servicen finns tillgänglig rekommenderas mätning av nederbörd och avdunstning på varje gård som beslutsunderlag för bevattningen.

#### Bevattningsteknik

Bevattningsmaskiner med storspridare är den helt dominerande tekniken för bevattning i Sverige. En stor nackdel med denna teknik är att spridningen av vattnet blir ojämn även vid måttlig vind. Ojämn spridning av vattnet innebär ojämn avkastning och kvalitet. Det innebär även risk för att delar av fälten får för mycket vatten vilket kan leda till utlakning av näring. Bevattningsramper sprider vattnet betydligt jämnare men deras användning begränsas av fältens lutning, arrondering och av att arbetsbehovet är större. Fortsatt utveckling av bevattningsteknik som på ett kostnadseffektivt sätt kan fördela vattnet med precision behövs.

## Litteratur

Aslyng, H.C. 1984. Soil water capacity, climate and plant production. The development and future of irrigation. NJF-utredning/rapport nr 16.

Carlsson, H. & Linnér, H. 1984. Potatisens reaktion för olika spridningsätt av växtnäring vid olika fuktighetsnivåer. Institutionen för växtodling, SLU. Rapport 128. 28 s.

Carlsson, H. 1988. Gödselplacering i potatis. Institutionen för växtodling, SLU. Rapport 183. 25 s.

Carlsson, H., Larsson, K & Linnér, H. 1996. Växtnäringsstyrning i potatis. Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, SLU. Avdelningsmeddelande 96:3. 69 s.

Dragland, S. 1985. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos fire potetsorter. Forskning og forsøk i lantbruget, 36, s 159-167.

Haverkort, A.J. & MacKerron D.K.L (ed). 2000. Management of nitrogen and water in potato production. Wageningen Pers. 353 s.

Jørgensen, V. 1984. Vandningsstrategiens indflydelse på udbytte og kvalitet af kartofler. Kartoffelnyt nr 27, 21 s.

Linnér, H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis. Avdelningen för hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. Rapport 142.

Linnér, H. 1995. Styrning av kvävegödslingen till potatis. Sveriges Lantbruksuniversitet. Fakta Mark/växter, nr 9, 4 s.

Linnér, H. 2002. Bevattnings- och kvävegödslingsstrategins inflytande på potatisens avkastning och kvalitet. Slutrapport SLF-projekt. 61 s.

van Loon, C.D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. American Potato Journal. Vol 58 s. 58-69.

Mattsson, L. & Lindén, T. 1988. Kväveförsök i potatis med bestämning av mineralkväve i marken. Avdelningen för växtnäringslära, SLU. Rapport 174. 25 s.

Riley, H. 1990. Tørke ved ulike utviklingsstadier hos potet. I. Frilandsforsøk. Norsk Landbruksforskning 4, 279-287.

Sanders, D.C. 1997. Vegetable crop irrigation. North Carolina Cooperative Extension Service. [www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-33-e](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-33-e).

Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU. Ekohydrologi 57. 43 s.