



Emergo  
Studies in the Biogeophysical Environment

# **Simulering av transpiration från jordbruksgrödor vid grundvattensänkning**

Konsekvensanalys av ny järnvägsdragning i Skrea och Stafsinge, Halland

**Delrapport för år 2007**

*Elisabet Lewan & Harry Linnér*



## INNEHÅLL

Inledning och Syfte.....	5
Simulering av Transpiration.....	6
Teori, Modell och Indata.....	6
Meteorologiska data.....	6
Grödor.....	8
Resultat.....	9
Väderbetingelser.....	9
Vårkorn på sandjord.....	11
Vårkorn på lerjord.....	13
Andra grödor – Höstvet, Vall och Potatis.....	16
Diskussion.....	23
Resultat för olika grödor på sand respektive lerjord, 2007.....	23
Resultat 2007 - i relation till variationer 1980-2006.....	23
Genomsnittlig och maximal skördereduktion 1980 – 2006.....	23
Osäkerheter i beräkningarna.....	24
Osäkerheter till följd av pågående förändringar i klimatet.....	25
Slutsatser.....	25
Referenser.....	27
Bilaga 1 – Översiktskarta.....	29



## INLEDNING

Denna studie har genomförts som ett led i att ta fram ett objektivet underlag för beräkning av skördeeskadeersättningar i Skrea och Stafsinge i samband med utbyggnad av Väst kustbanan vid Falkenberg. Studien har beställts av Miljödomstolens sakkunnige, T. Fahlstedt. Det geografiska läget framgår av Bilaga 1.

Studien bygger på vetenskapliga metoder för beräkning av hur grundvattenytans nivå påverkar grödans transpiration. Avkastningsnivån anses vara direkt beroende av transpirationsnivån. En sänkning av grödans aktuella transpiration antas därför medföra motsvarande sänkning i avkastning. För beräkningarna används en processbaserad matematisk modell som beskriver lagring och flöde av vatten i olika mark-växt-system. Metoden och modellen är väl beprövad och har tillämpats på flera olika grödor och marktyper. Metoden har även tillämpats för att ta fram underlag för miljödomar vid andra tunnel- och järnvägsbyggen (t ex: Linnér & Hansson, 1999; Florgård et al., 2000).

Effekten av olika grundvattensänkning på grödornas transpiration i Skrea och Stafsinge med avseende på perioden 1980-2006, finns redovisade i en tidigare rapport (Lewan & Linnér, 2008a). I nämnda rapport finns en utförlig beskrivning av metoden inklusive indata från de aktuella områdena – jordarnas egenskaper, aktuella grödor etc.

I föreliggande rapport redovisas motsvarande beräkningar med avseende på väderleksförhållanden år 2007. Arbetet kommer att följas upp med samma metod för växtsäsongerna år 2008 – 2011.

För att, i denna och kommande årsrapporter, kunna jämföra resultat från enskilda år med genomsnitt och variationer under en period som täcker in den naturliga mellanårsvariationen i klimatet, har vissa resultat och figurer, samt viss text från den tidigare rapporten (Lewan & Linnér, 2008a) integrerats i årsrapporten.

## SYFTE

- Att beräkna transpirationen för de dominerande jordbruksgrödorna i Skrea- och Stafsinge-området – dels med utgångspunkt från olika ostörda grundvattennivåer och dels med avseende på olika avsänkingsnivåer.
- Att beräkna de relativa förändringarna i transpirationen under växtsäsongen med avseende på ovanstående fall, för växtsäsongen 2007.

## SIMULERING AV TRANSPIRATION

### *Teori, Modell och Indata*

Såsom nämnts i inledningen anses en grödas transpiration stå i ett proportionellt förhållande till avkastningsnivån. Förändringar i transpirationen kan därför antas medföra motsvarande förändringar i avkastningen. Detta är naturligtvis en förenkling och avvikelser kan förekomma. Grödans avkastningsnivå påverkas dessutom olika starkt beroende på när under växtsäsongen eventuell vattenbrist uppstår och hur länge denna situation varar. För beräkningar över längre tidsperioder och för signifikanta förändringar av vattentillgången kopplat till grundvattensänkning kan dock antagandet anses vara giltigt.

Aktuell dygnstranspiration för en viss gröda kan beräknas (simuleras) utifrån data på klimatet, grödans höjd, bladyta och rotdjup samt vissa grödspecifika karakteristika. Dessutom krävs data på markens egenskaper, såsom vattenhållande förmåga (retention) och förmåga att transportera vatten (hydraulisk konduktivitet) vid olika dräneringsdjup. I denna studie har transpirationen för olika grödor beräknats med en väl beprövad simuleringsmodell (COUP, Jansson & Karlberg, 2004; Lewan & Linnér, 2008a), med avseende på olika grundvattennivåer. Simuleringarna har körts på dygnsbasis, för perioden 2007-01-01 till 2007-10-31. Den relativa förändringen i transpirationen under växtsäsongen, vid olika avsänkningar, har beräknats med avseende på olika utgångsnivåer på grundvattenytan (0.75 - 3 m). Simuleringarna kördes dels för en sandjord (lerig moig sand) som dominerar i båda områdena och dels för en lerjord (moig sandig mellanlera), som finns representerad i norra delen av Skrea-området. Simuleringarna genomfördes för de dominerande grödorna: vårkorn, höstvetete och slåttervall på sandjord respektive lerjord, samt för potatis på sandjord. Simuleringarna gjordes med en stegvis sänkning av grundvattennivån med intervall på 0.25-0.5 m, för varje jord och gröda.

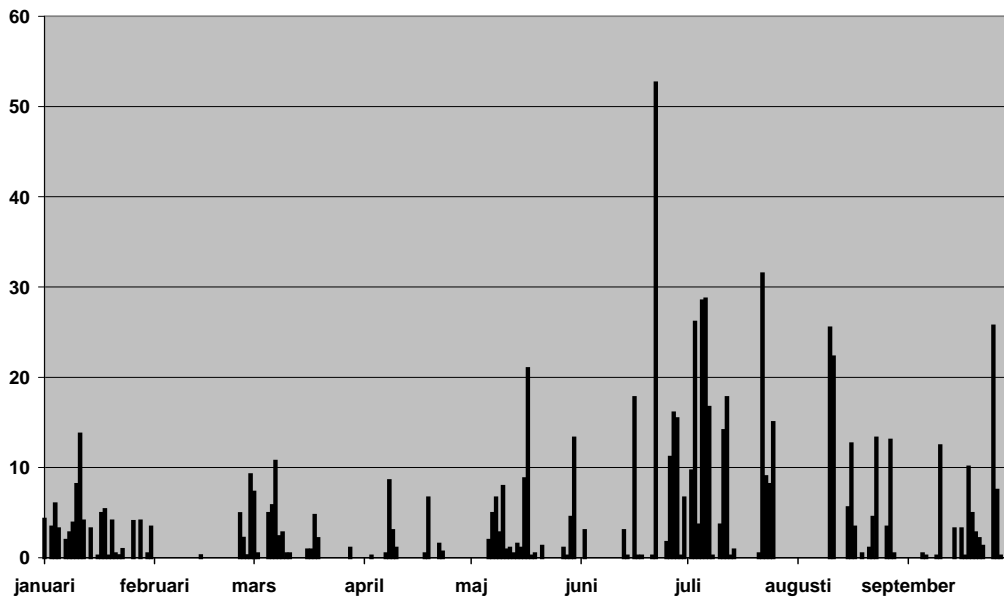
Parameteriseringen av modellen med avseende på markegenskaper, grödor och skötselåtgärder finns utförligt beskriven i Lewan & Linnér (2008a). För att få realistiska initialvärden på markvattenhalter, marktemperaturer mm till 2007-01-01, kördes en s.k. initialkörning (2006-01-01 – 2006-12-31) i alla simuleringsfallen.

### *Meteorologiska data*

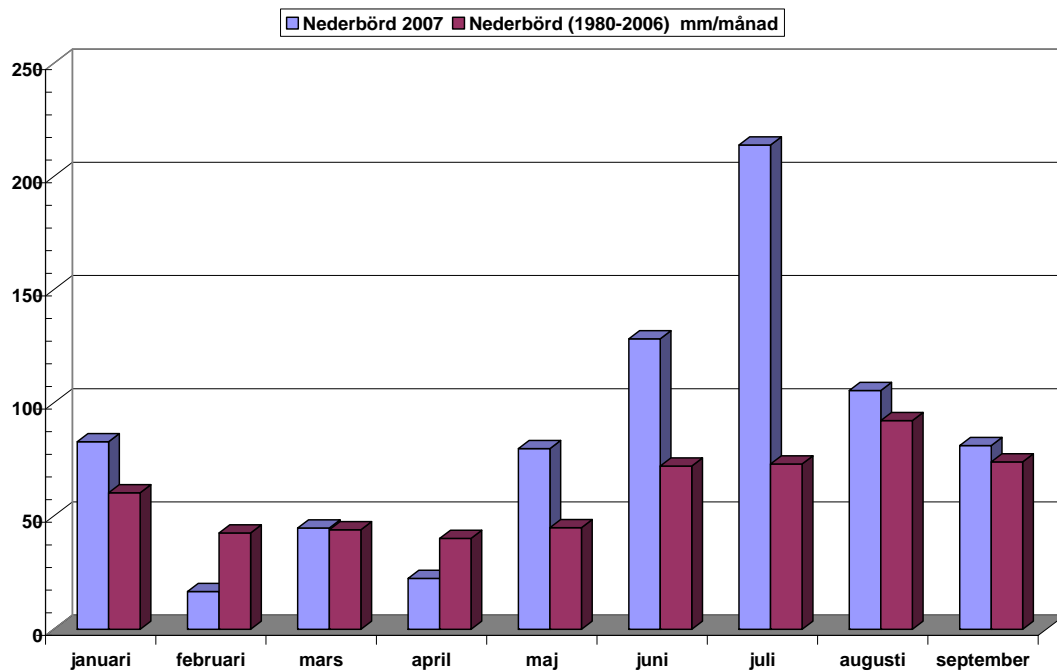
Dygnsdata på nederbörd, lufttemperatur, solstrålning, vindhastighet och luftfuktighet används som drivdata i simuleringarna. Meteorologiska data för 2007 är från Mellby (utom nederbörden). Nederbörden är från Falkenberg från följande stationer: Smedjan (januari); Krukmakaren (februari-oktober). Statistisk jämförelse mellan nederbördsserien från Falkenberg och nederbörden i Mellby gav samma systematiska samband, utan trendbrott, som tidigare jämförelse mellan nederbörden i Falkenberg (Stadshuset) respektive Halmstad (Lewan och Linnér, 2007). Detta innebär en kvalitetssäkring av de nederbördsdata som använts i beräkningarna. Dygnsnederbörden presenteras i figur 1.

Akkumulerad nederbörd 2007-01-01 till 2007-09-30 var 775 mm. Motsvarande genomsnitt för 1980-2006 var 543 mm. Nederbörden under ”växtsäsongen” (1 April – 31 Aug; 2007) var i genomsnitt 322 mm och varierade mellan 187 – 516 mm. Motsvarande siffra för år 2007 var 550 mm. Månadsnederbörden, 2007, för Maj, Juni och Juli var nästan eller mer än dubbelt så hög som motsvarande medelvärde (1980-2006) för respektive månad (Fig. 2). Årsnederbörden (1980-2006) var i genomsnitt 761 mm och varierade mellan 540 -991 mm/år (Lewan & Linnér, 2008a).

Nederbörd 2007 (mm/dygn)



**Figur 1.** Nederbörd (mm/dygn) under år 2007 (Falkenberg). Data korrigerad för vindförluster: regn + 7%, snö 7+8%.



**Figur 2.** Nederbörd (mm/mån) under år 2007 (Falkenberg), respektive genomsnitt för perioden 1980 – 2006 (Falkenberg 1998-2006; Halmstad 1980-1997 korrigerad till Falkenberg med regressions koefficienter). Data korrigerad för vindförluster: regn + 7%, snö 7+8%.

## Grödor 2007

Simuleringar kördes för de dominerande grödorna i området: vårkorn och slättervall, samt för höstvetete och potatis. Grödorna parameteriserades med avseende på tidpunkter för sådd, mognad och skörd i området, 2007, enligt uppgifter från Hushållningssällskapet i Halland, Erik Ekre (Tabell 1). Årets sådd, utveckling och skörd av olika grödor låg 5-15 dagar tidigare än normalt för området (jmf. Lewan & Linnér, 2008a). Parameterisering av rotdjup och bladyta baserades på tidigare studier av grödor i området på liknande jordar, (se Lewan & Linnér, 2008a). Maxvärden för rotdjup och bladyta sattes till samma värden som i den tidigare studien, men tidsutvecklingen var förskjutet i enlighet med årets sådd-, utvecklings- och skördedatum. Maximalt rotdjup sattes i enlighet med direkta observationer i Skrea respektive Stafsinge, 26 juni, 2007. (Tabell 2, samt Lewan & Linnér, 2008a).

**Tabell 1.** Tidpunkter för sådd, mognad och skörd i Skrea-Stafsinge området, 2007

	Vårkorn		Höstvetete		Potatis		Vall <sup>1)</sup>	
	dagnr	datum	dagnr	datum	dagnr	datum	dagnr	Datum
<b>Sådd</b>	95	<b>5/4</b>	268	<b>25/9</b>	115	<b>25/4</b>	insådd	
<b>Uppkomst</b>	105	<b>15/4</b>	278	<b>5/10</b>	140	<b>20/5</b>		
<b>Max bladyta</b>	161	<b>10/6</b>	151	<b>1/6</b>	182	<b>1/7</b>		
<b>Gulmognad</b>	206	<b>25/7</b>	206	<b>25/7</b>	227*	<b>15/8*</b>		
<b>Skörd (I)</b>	223	<b>10/8</b>	223	<b>10/8</b>	253	<b>10/9</b>	145	<b>25/5</b>
<b>(II)</b>	-	-	-	-	-	-	186	<b>5/7</b>

\* Blastdödning

1) Vallskörd för ensilage vid två tillfällen

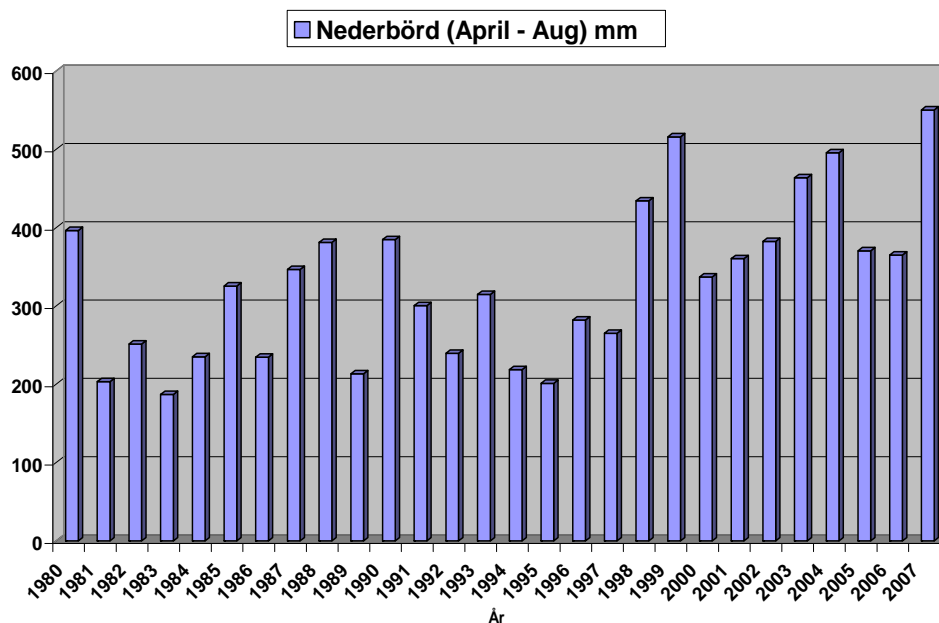
**Tabell 2.** Maximal bladyta (LAI) och rotdjup på sandjord och lerjord för olika grödor (från Lewan & Linnér, 2008a)

	Vårkorn	Höstvetete	Potatis	Vall <sup>1)</sup>
<b>Max bladyta (LAI)</b>	4	5.5	4	5
<b>Max rotdjup (m) sandjord</b>	0.5*	0.5	0.4	0.55**
” ” lerjord	0.5	0.6***	-	0.6

Observationer: \* Skrea, skifte 1; \*\*Stafsinge, skifte 10; \*\*\* Norra Skrea, rågvete

1) Vallskörd för ensilage vid två tillfällen





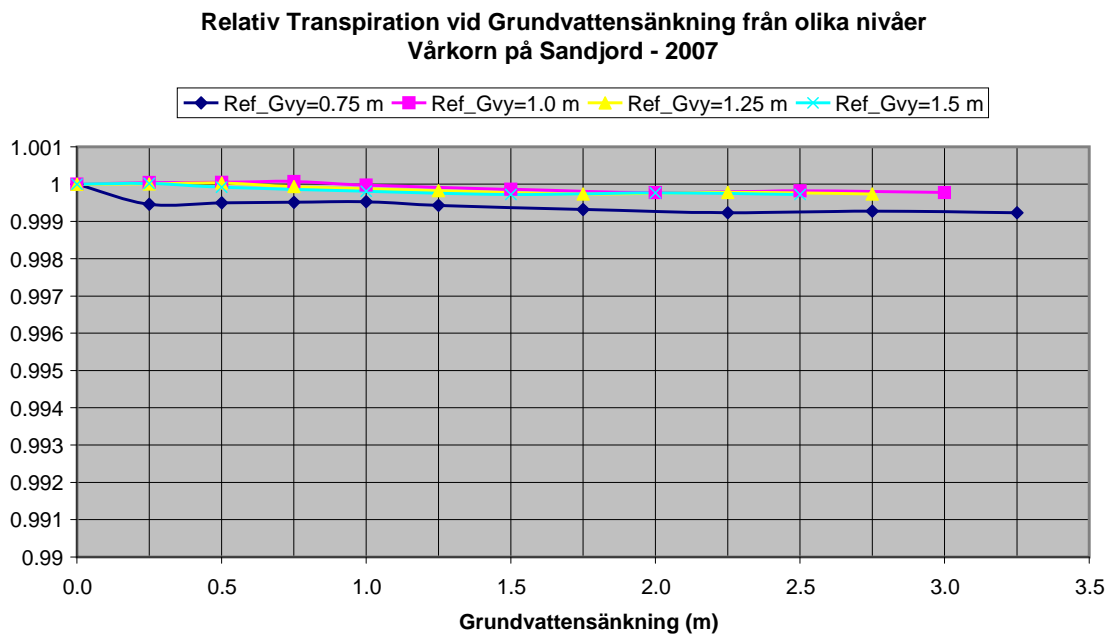
**Figur 3.** Nederbörd, 1 April – 31 Augusti, för olika år under perioden 1980-2007.

## RESULTAT

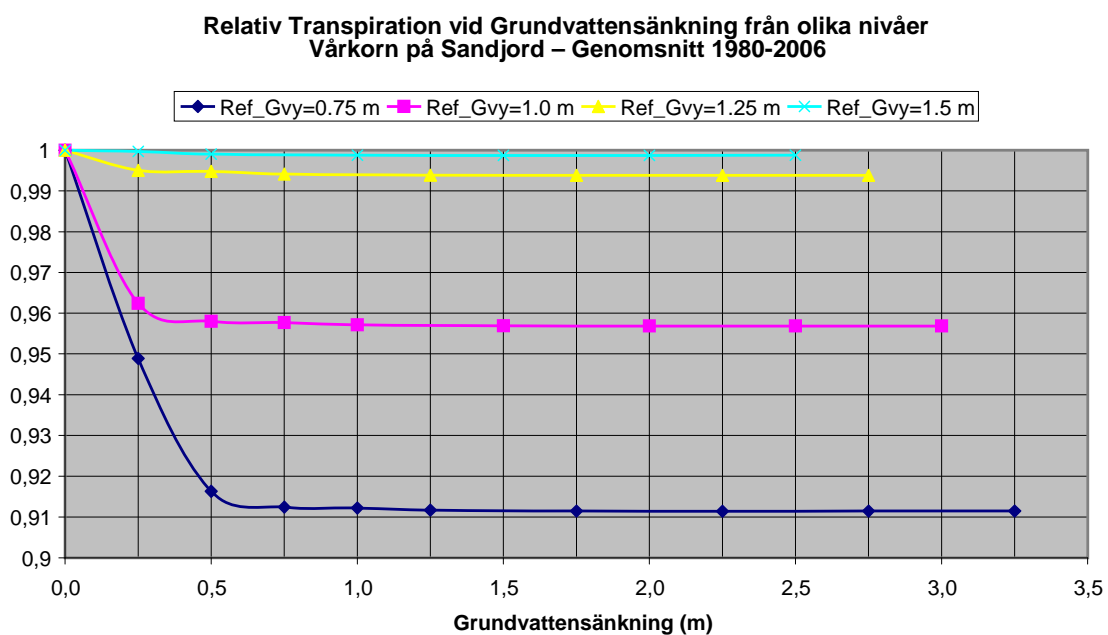
### *Väderbetingelser*

Resultaten från nederbördsmätningarna visar att 2007 var ovanligt nederbördsrikt – och särskilt med avseende på nederbördsmängden under den period då grödans transpiration påverkas av vattentillgången (1 April – 31 Aug), figur 3. Den ackumulerade nederbördsmängden under denna period (550 mm) överskred maxvärdet (516 mm) under den tidigare 27-års perioden (1980-2006). Nederbörden under Maj, Juni, Juli och Augusti var högre eller mycket högre än normalt (Fig. 2). Samtidigt var nederbörden relativt välfördelad under växtsäsongen (Fig. 1). Man kan därför förvänta sig att effekten av grundvattensänkningen just detta år blir liten eller försumbar på sandjordar i större delen av området. På lerjordar kan man eventuellt förvänta sig viss positiv effekt av grundvattensänkningen pga att syrebrist kan uppstå i rotzonen vid höga nederbördsmängder och otillräcklig dränering. Hög nederbördsintensitet och stora nederbördsmängder kan naturligtvis även leda till skador på grödorna rent mekaniskt och bidra till förekomst av liggsäd. Sådana faktorer beaktas emellertid ej inom ramen för de aktuella modellberäkningarna.

a)



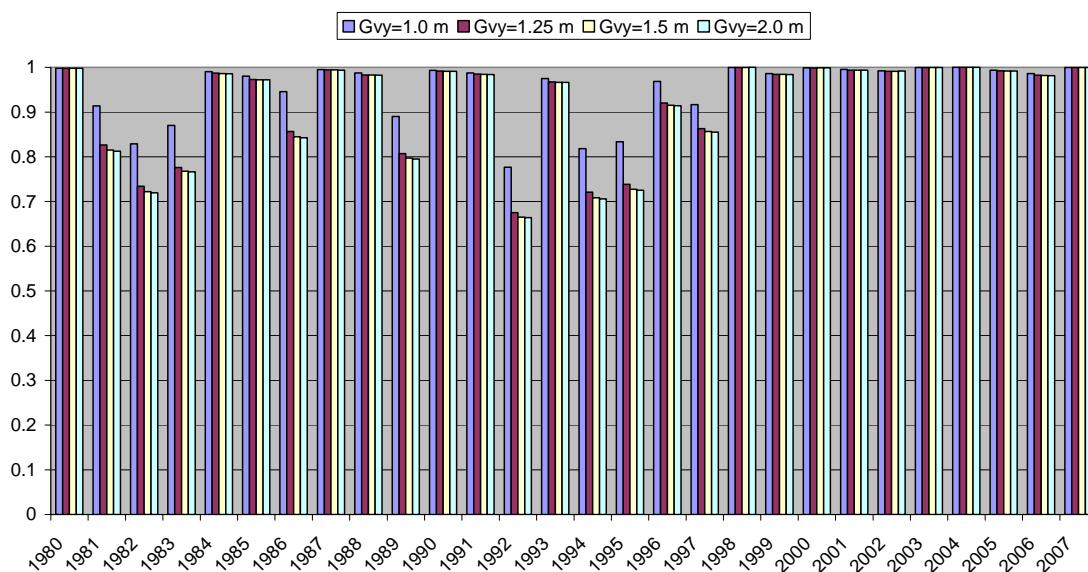
b)



**Figur 4.** Vårkorn på sandjord: Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprunglig grundvattennivå på 0.75, 1.0, 1.25 samt 1.5 m djup.

a) År 2007; b) Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (från Lewan & Linnér, 2008a).

### Relativ Transpiration vid olika avsänkning - Vårkorn på Sandjord (Gvy = 0.75 m)



**Figur 5.** Vårkorn på sandjord: Relativ transpiration i förhållande till transpirationen vid ursprunglig grundvattenyta = 0.75 m, vid sänkning av gvy till 1.0, 1.25, 1.5 m, samt 2 m djup.

#### Vårkorn på Sandjord

##### Vårkorn på sandjord - 2007

Resultaten från beräkningar av den relativa transpirationen vid grundvattensänkning från olika ursprungsnivåer presenteras i figur 4. (Transpirationen = 1, vid aktuell ursprungsnivå = "ref-nivå"). Kurvorna visar den genomsnittliga förändringen i relativ transpiration under växtsäsongen 2007 (Fig. 4a). Som referens visas även motsvarande resultat för perioden 1980-2006 (Fig. 4b). Observera att skalorna på y-axeln i Figur 4a respektive 4b skiljer med en tiopotens. Den maximala effekt som kan observeras vid sänkning av gvy från utgångsnivån 0.75 m, år 2007, är i storleksordningen < 0.1% (Fig. 4a). Grundvattensänkningen har alltså sannolikt inte givit upphov till några skördebesvär i området under 2007, pga den goda vattenförsörjningen via nederbörden detta år (Fig. 3).

##### Resultat i relation till variationer och genomsnitt för perioden 1980-2006

För att sätta årets resultat i relation till variationen mellan olika år redovisas relativ transpiration för vårkorn på sandjord vid grundvattensänkning från utgångsnivån 0.75 m till: 1.0, 1.25, 1.5 samt 2.0 m, för åren 1980-2006, samt 2007 (Fig. 5). Resultaten från tidigare simuleringar visade på en minskning av årlig relativ transpiration på mellan 0 – 22 % då grundvattentytan sänks från 0.75 till 1.0 m djup; 0 – 33% vid sänkning till 1.25 m djup eller till 1.5 m djup, samt 0-34% vid sänkning till 2.0 m, för olika år (Fig. 5 och Tabell 3). Som väntat medför den nederbördsrika växtsäsongen under år 2007 att grundvattensänkningen detta år inte får några signifikanta effekter på transpirationen.

**Tabell 3.** Relativ transpiration (*vårkorn på sandjord*) vid olika grundvattensänkning, relativt ursprunglig grundvattennivå = 0.75 m, samt nederbörd 1 April-31 Augusti, 1980 – 2006; samt år 2007

År	Nederbörd (mm) 1 April - 31 Aug	Relativ Transpiration (ref Gvy = 0.75 m)			
		Gvy = 1m	Gvy =1.25	Gvy = 1.5m	Gvy= 2m
1980	396	1	1	1	1
1981	203	0,91	0,83	0,82	0,81
1982	251	0,83	0,73	0,72	0,72
1983	187	0,87	0,78	0,77	0,77
1984	235	0,99	0,99	0,99	0,99
1985	325	0,98	0,97	0,97	0,97
1986	235	0,95	0,86	0,84	0,84
1987	347	0,99	0,99	0,99	0,99
1988	381	0,99	0,98	0,98	0,98
1989	213	0,89	0,81	0,8	0,8
1990	385	0,99	0,99	0,99	0,99
1991	300	0,99	0,98	0,98	0,98
1992	240	0,78	0,67	0,67	0,66
1993	315	0,97	0,97	0,97	0,97
1994	219	0,82	0,72	0,71	0,71
1995	201	0,83	0,74	0,73	0,73
1996	282	0,97	0,92	0,92	0,91
1997	265	0,92	0,86	0,86	0,86
1998	434	1	1	1	1
1999	516	0,99	0,98	0,98	0,98
2000	337	1	1	1	1
2001	360	1	0,99	0,99	0,99
2002	382	0,99	0,99	0,99	0,99
2003	464	1	1	1	1
2004	496	1	1	1	1
2005	370	0,99	0,99	0,99	0,99
2006	365	0,99	0,98	0,98	0,98
<b>Medel</b>	<b>322</b>	<b>0,95</b>	<b>0,92</b>	<b>0,91</b>	<b>0,91</b>
2007	550	1	1	1	1

Under *enskilda år* med hög och jämnt fördelad nederbörd under växtsäsongen, blir effekten av grundvattensänkningen liten eller försumbar oavsett grundvattenytans utgångsläge eller avsänkningens storlek, såsom t ex under åren 1998, 2003 och 2004, liksom under år 2007 (Tabell 3 och Fig. 3 & 5). Under dessa år är nederbörden tillräcklig för att tillgodose växternas behov och för att kompensera ”dräneringseffekten” vid olika grundvattensänkningar. En utförligare diskussion av faktorerna bakom variationerna mellan olika år finns i den tidigare rapporten (Lewan & Linnér, 2008a).

## Vårkorn på Lerjord

### Vårkorn på lerjord - 2007

Genomsnittlig förändring i relativ transpiration vid olika grundvattensänkning presenteras i figur 6a (år 2007) och 6b (1980-2006). Vid sänkning av grundvattenytan från nivån 0.75 m till 1.0, 1.25, 1.5 respektive 2 m djup, ökade transpirationen 2007 med 6.3, 8.0, 8.6 respektive 9 %. Vid avsänkning från nivån 1.0 m ökade transpirationen med 1.5 – 2.7 %. Vid avsänkning från djupare referensnivåer var förändringen i transpiration försumbar eller obefintlig. Grundvattensänkningarna har således, med största sannolikhet, inte orsakat några skördeskador på korn på lerjord under 2007. Istället indikerar resultaten att grundvattensänkningar från utgångsnivåer nära rotzonen (0.75 till 1 m djup) varit gynnsamma för grödorna och kan ha resulterat i signifikanta skördehöjningar (Fig. 6a & 7 ). Denna effekt beror på att syrebrist kan uppstå i rotzonen vid höga vattenhalter i samband med omfattande nederbörd.

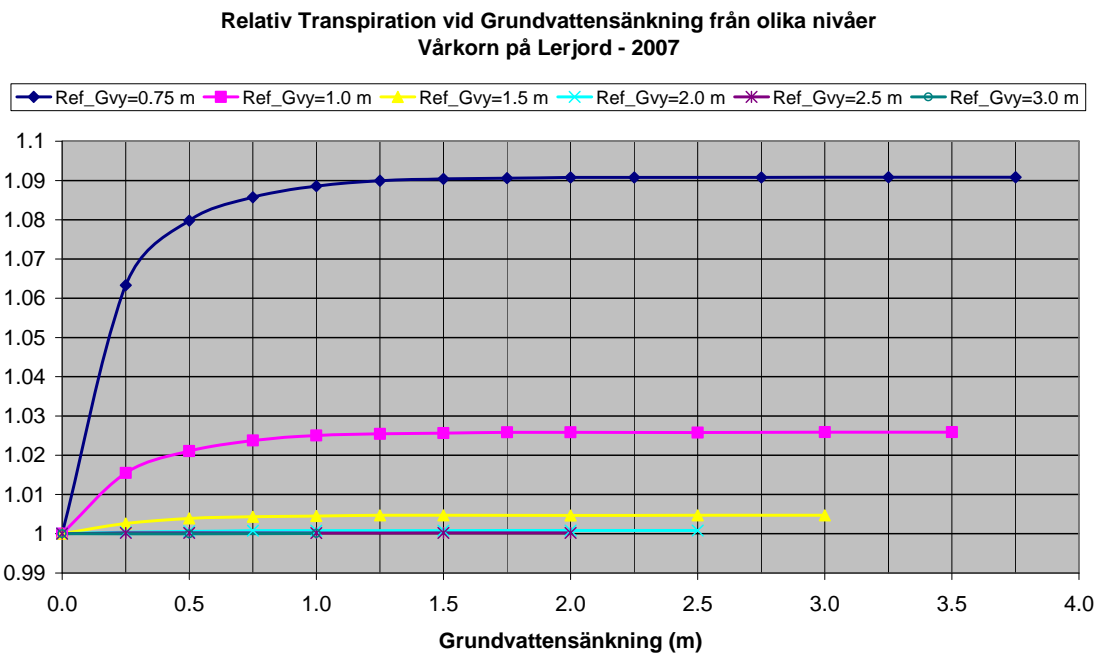
Ökningen i transpiration vid grundvattensänkning från ovanstående referensnivåer, var markant högre 2007 än motsvarande genomsnitt för perioden 1980-2006 (Fig. 6a & b). Om detta i praktiken medförde motsvarande relativa skördeökning är naturligtvis osäkert – dels pga osäkerheter i hur förekomst av syrebrist påverkar skörden i absoluta termer t ex beroende på vilken proportionell effekt syrebrist får när den inträffar (i relation till grödans utvecklings-stadium); - och dels pga intensiva nederbördstillfällen kan orsaka andra direkta skador på skörden t ex liggsäd mm, som ej beaktats i simuleringarna.

Resultaten indikerar att den positiva effekten av grundvattensänkningen var högre år 2007 jämfört med alla tidigare år (Fig. 6 & 7). Kombinationen av hög totalnederbörd och upprepade nederbördstillfällen med relativt hög nederbörd under växtsäsongen 2007, resulterade sannolikt i mer frekvent förekomst av ”syrebrist” i rotzonen, jämfört med tidigare år (för referensnivåer mellan 0.75 och 1 m). Den absoluta effekten av syrebrist på skördenivån är emellertid osäker av orsaker som nämnts ovan.

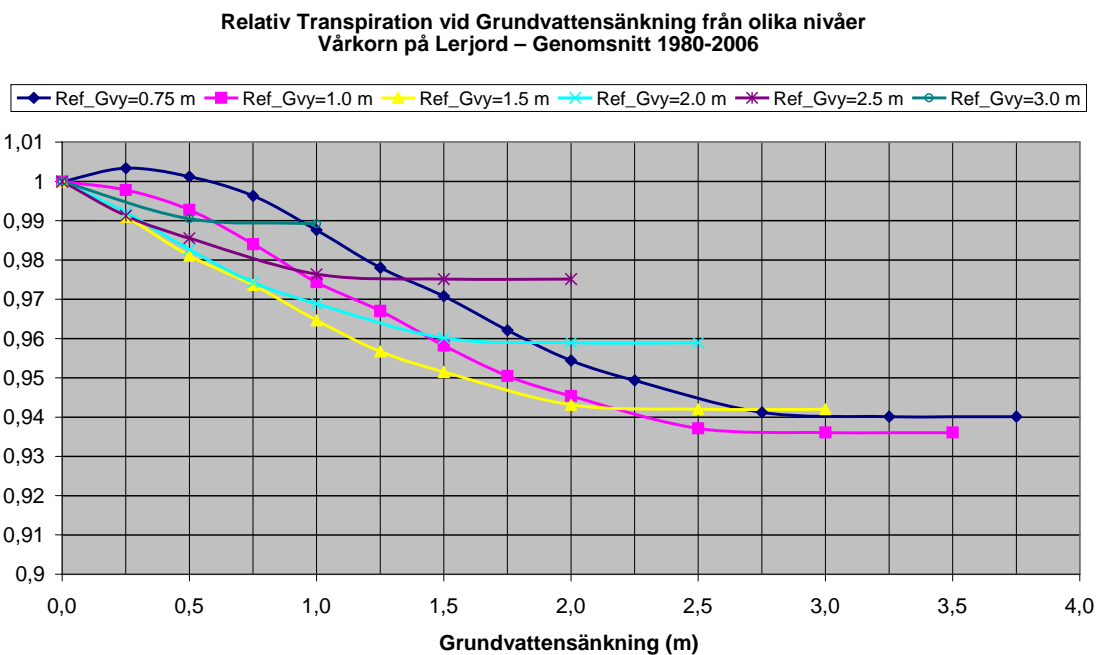
I detta sammanhang bör även påpekas att resultaten är känsliga för vilket gränsvärde som sätts för när syrebrist antas uppstå i rotzonen (dvs vid vilken vattenhalt som vattenupptaget hämmas av syrebrist). Modellresultaten styrs även av i vilken grad vattenupptag i vissa delar av rotzonen anses kunna kompensera reducerat upptag i andra delar. I simuleringarna hade denna kompensatoriska effekt satts till 0.6.

Modellen har även sina begränsningar när det gäller att beskriva förekomst och betydelse av makroporer – vilka i hög grad påverkar porositet och syreförhållande i rotzonen på lerjordar. På lerjorden växer rötterna framförallt längs makroporer, av mer eller mindre permanent karaktär. Det råder delade meningar om huruvida och i vilken grad dessa makroporer reduceras under växtsäsongen i samband med hög och frekvent nederbörd. Den rumsliga variationen vad gäller dräneringsförhållanden och markegenskaper inom ett fält, gör det emellertid troligt att intensiv och omfattande nederbörd kan resultera i syrebrist *inom vissa delar av rotzonen* inom ett fält – och därmed leda till viss skördereduktion. Det är därför troligt att grödan även i verkligheten, periodvis, varit utsatt för vattenhalter i rotzonen som hämmat vattenupptaget och därmed transpirationen – vid de referensnivåer som åsyftas ovan. På en lerjord med mycket god struktur och goda dräneringsförhållanden är makroporstrukturen sannolikt tillräckligt utvecklad och permanent för att upprätthålla god syreförsörjning i rotzonen, även vid omfattande nederbördsmängder.

a)

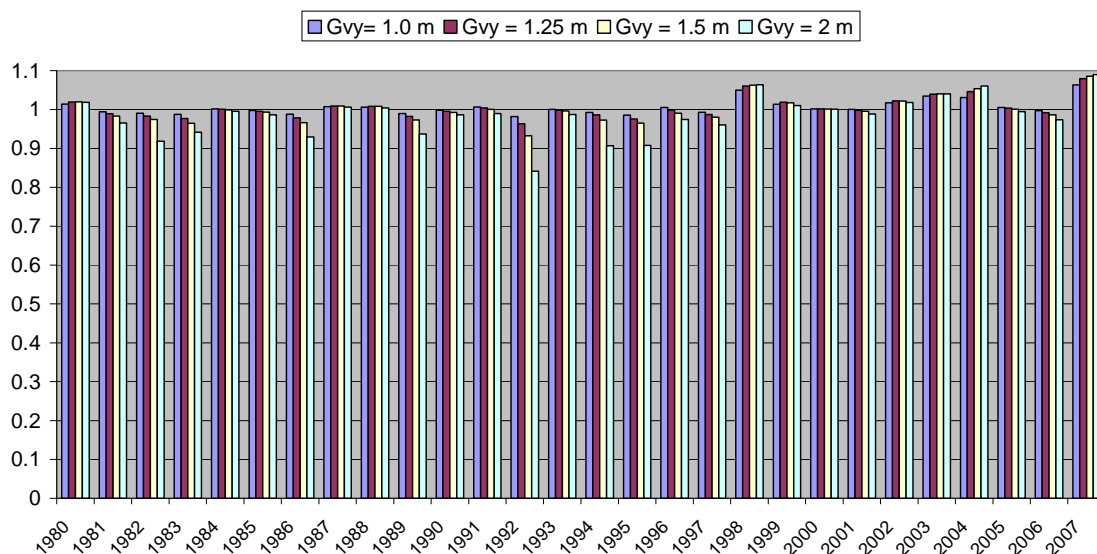


b)



**Figur 6.** Vårkorn på lerjord: Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 respektive 3.0 m djup. a) År 2007; b) Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (från Lewan & Linnér, 2008a).

Relativ Transpiration vid olika avsänkning - Vårkorn på Lerjord  
(Gvy = 0.75 m)



**Figur 7.** Vårkorn på lerjord: Relativ transpiration i förhållande till transpirationen vid ursprunglig grundvattenyta = 0.75 m, vid sänkning av gvy till 1.0, 1.25, 1.5 samt 2.0 m djup.

Relativ Transpiration vid olika avsänkning - Vårkorn på Lerjord  
(Gvy = 2.0 m)



**Figur 8.** Vårkorn på lerjord: Relativ transpiration i förhållande till transpirationen vid ursprunglig grundvattenyta = 2.0 m, vid sänkning av gvy till 2.5, 3.0, 3.5 samt 4.0 m djup.

## ***Andra grödor – Höstvete, Vall och Potatis – 2007 och (1980 – 2006)***

På följande sidor redovisas resultat från simuleringar för höstvete, vall och potatis på sand- respektive lerjord. Eftersom potatis sannolikt ej odlas på de leriga skiftena uteslöts, liksom i den tidigare rapporten, beräkningar för potatis på lerjord. Figureerna visar hur den relativa transpirationen från grödorna förändras i genomsnitt under växstsäsongen 2007 (a), samt i genomsnitt under perioden 1980-2006 (b), vid avsänkning från olika ursprungsnivåer på grundvattenytan. (Transpirationen = 1, vid aktuell ursprungsnivå = ”ref-nivå”). I tabell 4 redovisas även variationsbredden i resultat med avseende på enskilda år, för vissa avsänkningar – för att ge en bild av hur kraftigt grundvattensänkningen kan slå under vissa år och väderbetingelser. Resultat och figurer från perioden 1980 – 2006 har tagits med för att, i denna och följande ”årsrapporter”, kontinuerligt jämföra ”årets resultat” med resultat för ett ”genomsnittså”, samt med max- och min-värden som förekommer under en period som omfattar normal mellanårsvariation i klimatet. Utförligare kommentarer och diskussion kring resultaten för perioden 1980-2006 återfinns i Lewan & Linnér (2008a).

### *Höstvete - sandjord*

Grundvattensänkning gav, år 2007, försumbar eller obefintlig effekt på transpirationen oavsett referensnivå och avsänkningens storlek. Den maximala reduktionen var < 0.3% (Fig. 9a).

### *Höstvete - lerjord*

Grundvattensänkning gav, år 2007, viss ökning i transpirationen, vid avsänkning från grundvattennivåer nära rotzonen. Vid avsänkning från 0.75 m till 1.0, 1.25 respektive 1.75 m djup ökade den relativa transpirationen med 2.6, 3.5 respektive 4% (Fig. 10a). Vid avsänkning från 1.0 m var den positiva effekten kring 1 %. Vid avsänkning från referensnivåer > 1.5 m var effekten på transpirationen försumbar (< 1%) eller obefintlig. Huruvida ökningen i transpiration motsvaras av en signifikant skördeökning är emellertid osäkert – se diskussionen för korn på lerjord.

### *Vall - sandjord*

Grundvattensänkning gav, år 2007, försumbar eller obefintlig effekt på transpirationen oavsett referensnivå och avsänkningens storlek. Den maximala reduktionen var < 0.3% (Fig. 11a).

### *Vall - lerjord*

Grundvattensänkning gav, år 2007, viss ökning i transpirationen, vid avsänkning från grundvattennivåer nära rotzonen. Vid avsänkning från 0.75 m till 1.0, 1.25 respektive 1.75 m djup ökade den relativa transpirationen med 3, 4.2 respektive 4.8 % (Fig. 12a). Vid avsänkning från 1.0 m var den positiva effekten närmare 2 %. Vid avsänkning från referensnivåer > 1.5 m var effekten på transpirationen försumbar (< 0.1%) eller obefintlig. Huruvida ökningen i transpiration motsvaras av en signifikant skördeökning är emellertid osäkert – se diskussionen för korn på lerjord.

### *Potatis - sandjord*

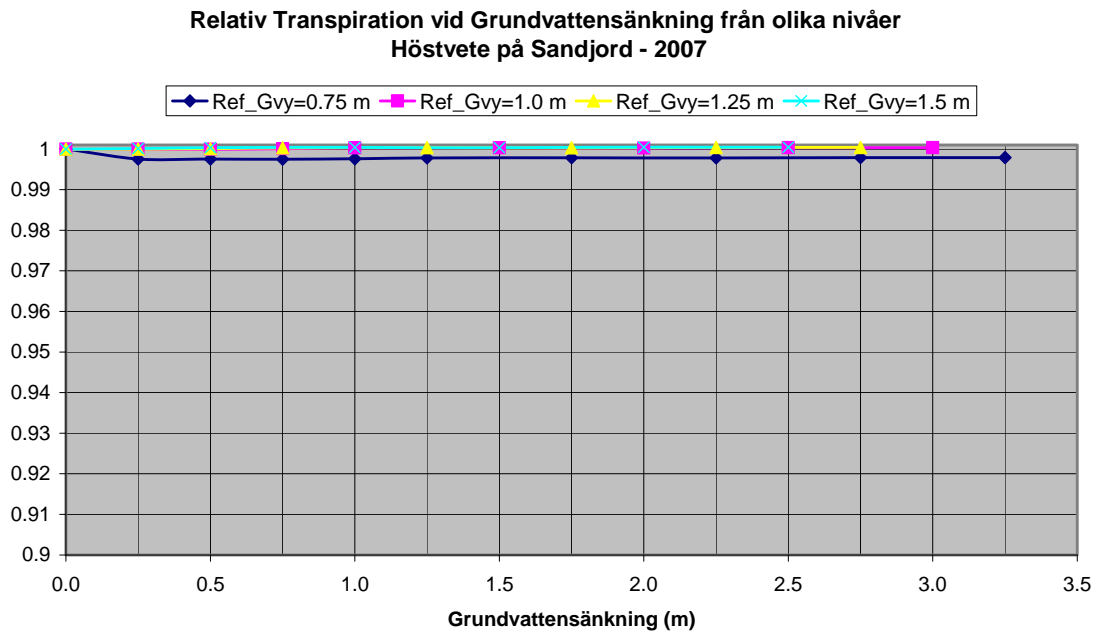
Grundvattensänkning gav, år 2007, försumbar eller obefintlig effekt på transpirationen oavsett referensnivå och avsänkningens storlek. Den maximala effekten var < 0.3% (Fig. 13a).



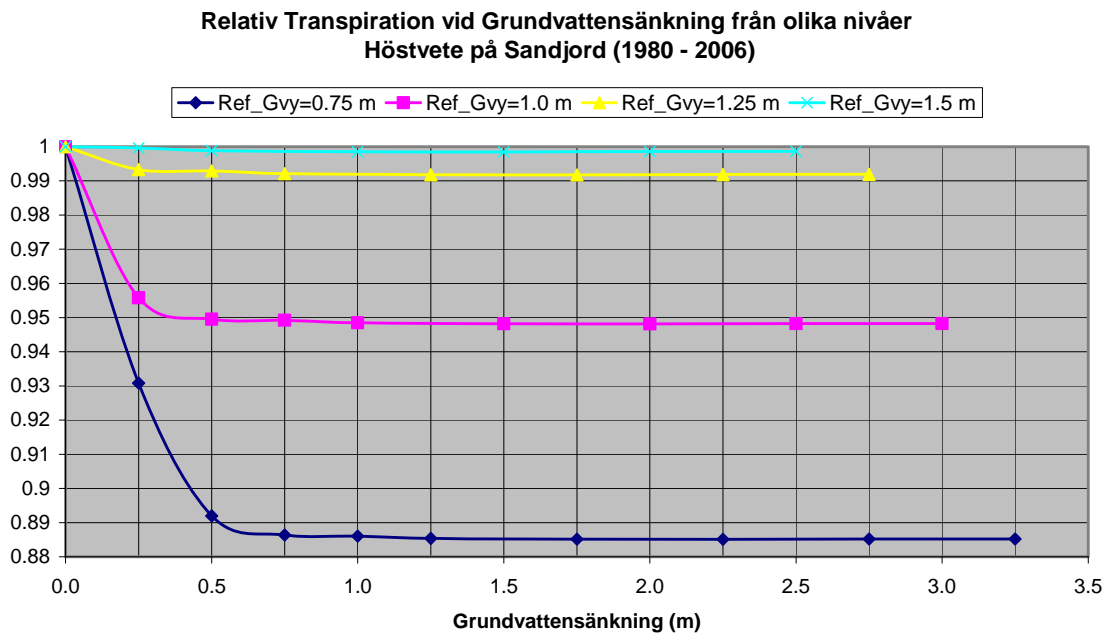
**Tabell 4.** Reduktion i relativ transpiration (%) vid sänkning av grundvattenytan från olika referensnivåer på sandjord respektive lerjord. Variation under perioden 1980 – 2006

<i>Ref nivå (m)</i>	<b>Sandjord (gv sänkning till 2.5 m)</b>			<b>Lerjord (gv sänkning till 4.0 m)</b>		
	<i>0.75</i>	<i>1.0</i>	<i>1.5</i>	<i>0.75</i>	<i>1.0</i>	<i>1.5</i>
Vårkorn	0 - 34	0 - 14	0 - 0.3	0 - 28	0 - 27	0 - 23
Höstvete	0 - 29	0 - 12	0 - 0.3	0 - 27	0 - 25	0 - 20
Vall	0 - 24	0 - 13	0 - 0.3	0 - 21	0 - 21	0 - 16
Potatis	0 - 30	0 - 10	0 - 0.3	-	-	-

a)



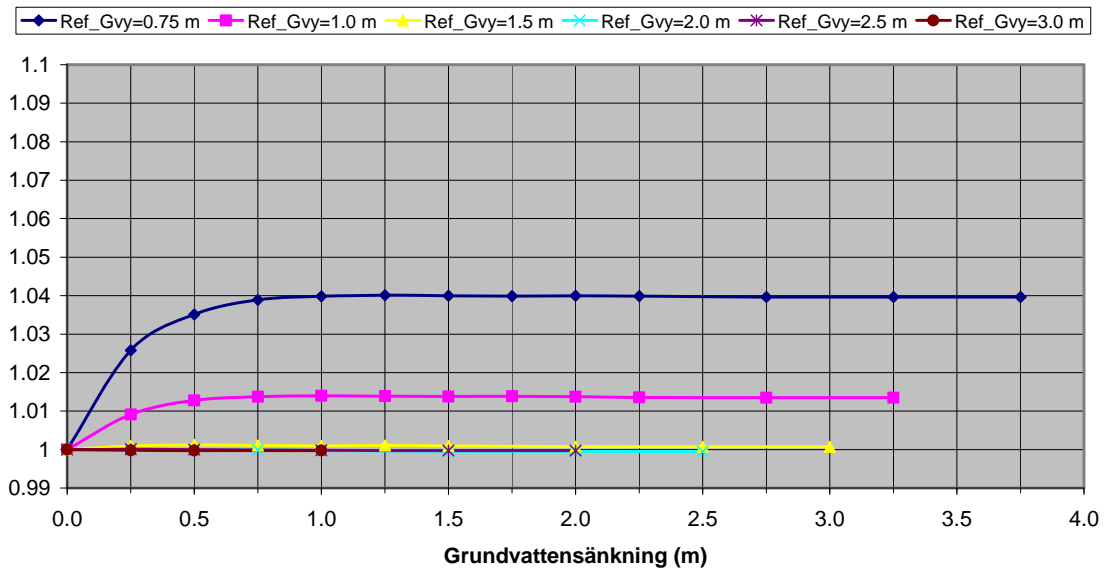
b)



**Figur 9.** *Höstvete på sandjord:* Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.25 och 1.5 m djup  
*a)* År 2007; *b)* Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (Lewan & Linnér, 2008a).

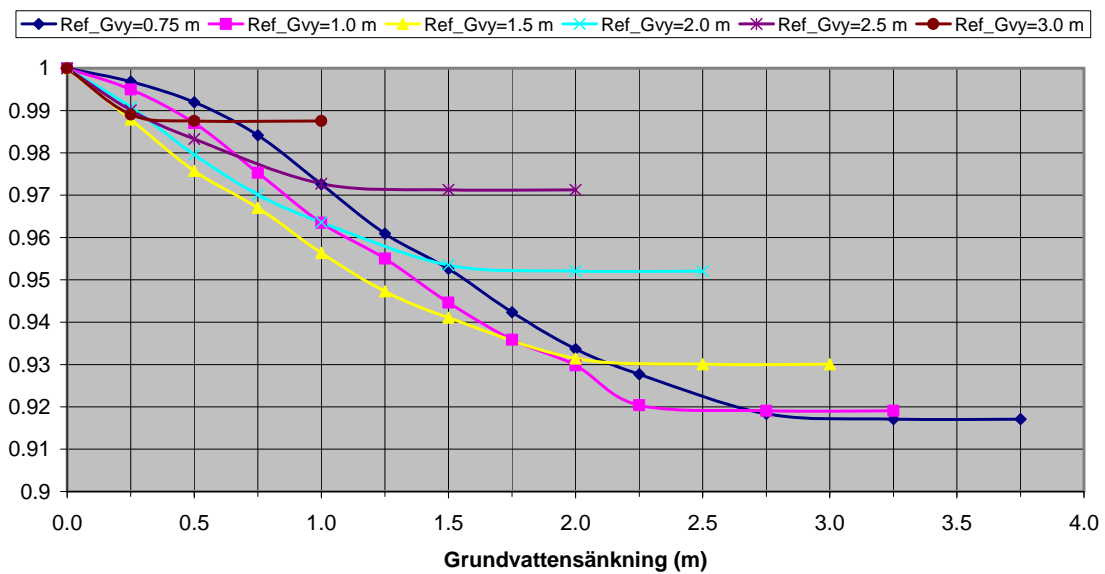
a)

Relativ Transpiration vid grundvattensänkning från olika nivåer  
Höstvete på Lerjord - 2007



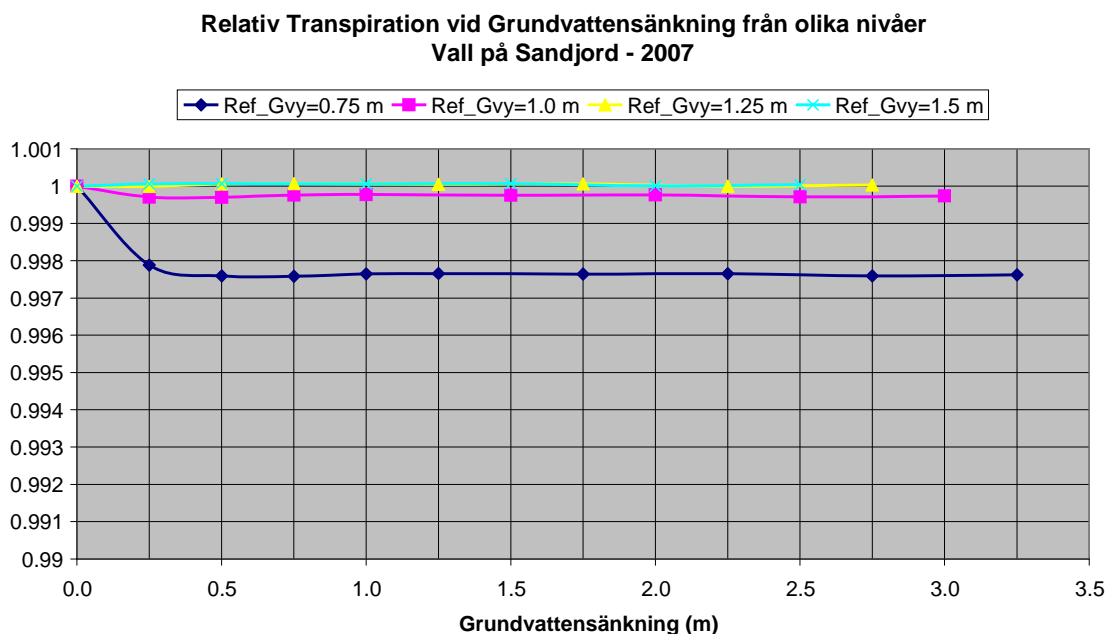
b)

Relativ Transpiration vid grundvattensänkning från olika nivåer  
Höstvete på Lerjord (1980 - 2006)

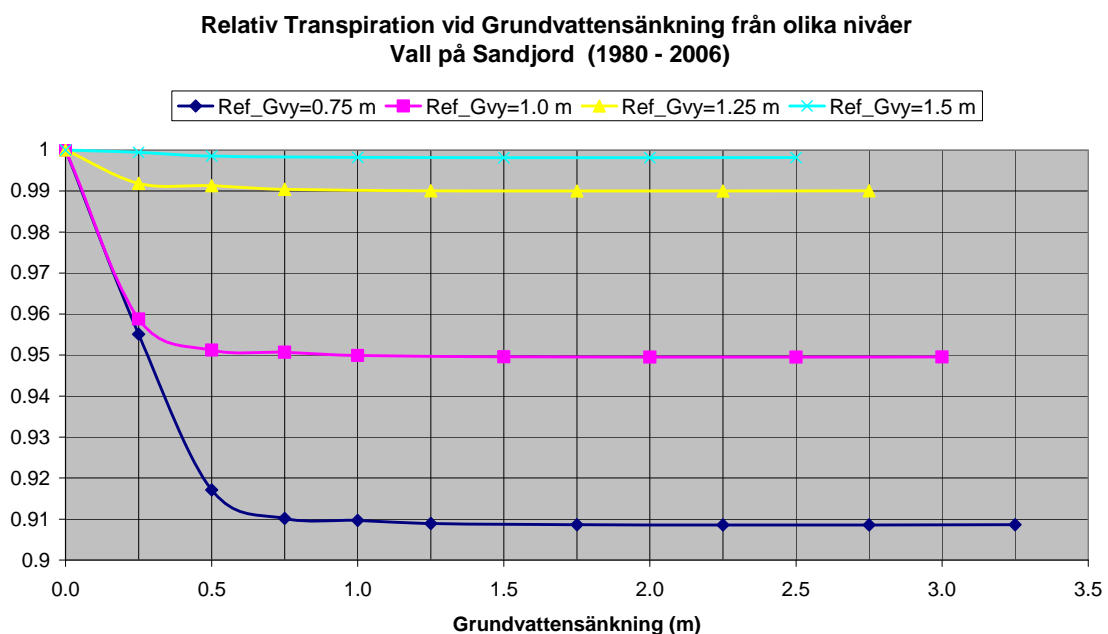


**Figur 10.** *Höstvete på lerjord:* Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 respektive 3.0 m djup, 2007. *a)* År 2007; *b)* Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (Lewan & Linnér, 2008a).

a)



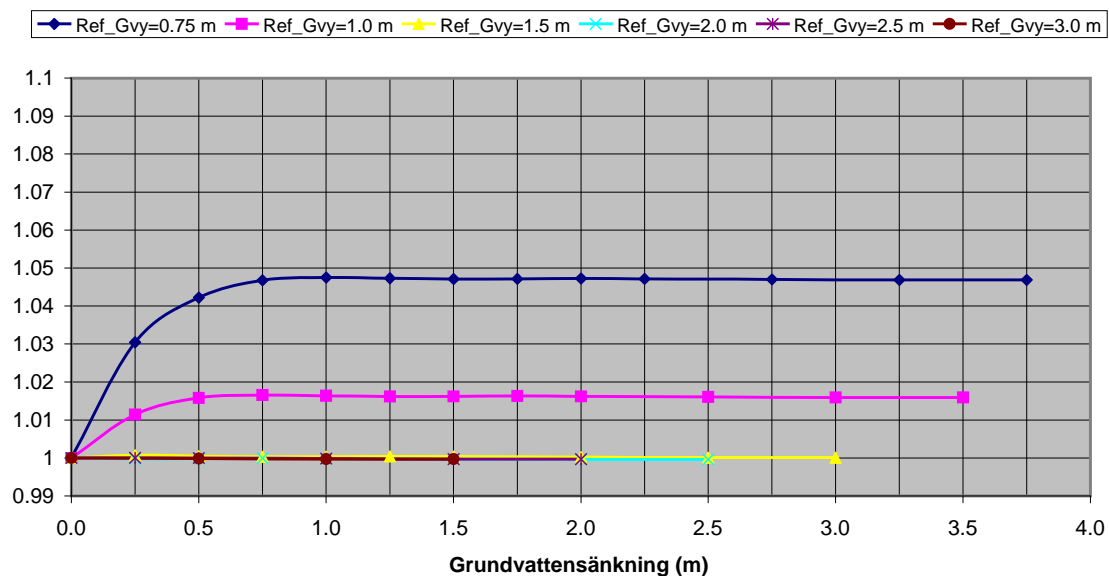
b)



**Figur 11.** Slåttervall på sandjord: Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.25 och 1.5 m djup, 2007.  
a) År 2007; b) Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (Lewan & Linnér, 2008a).

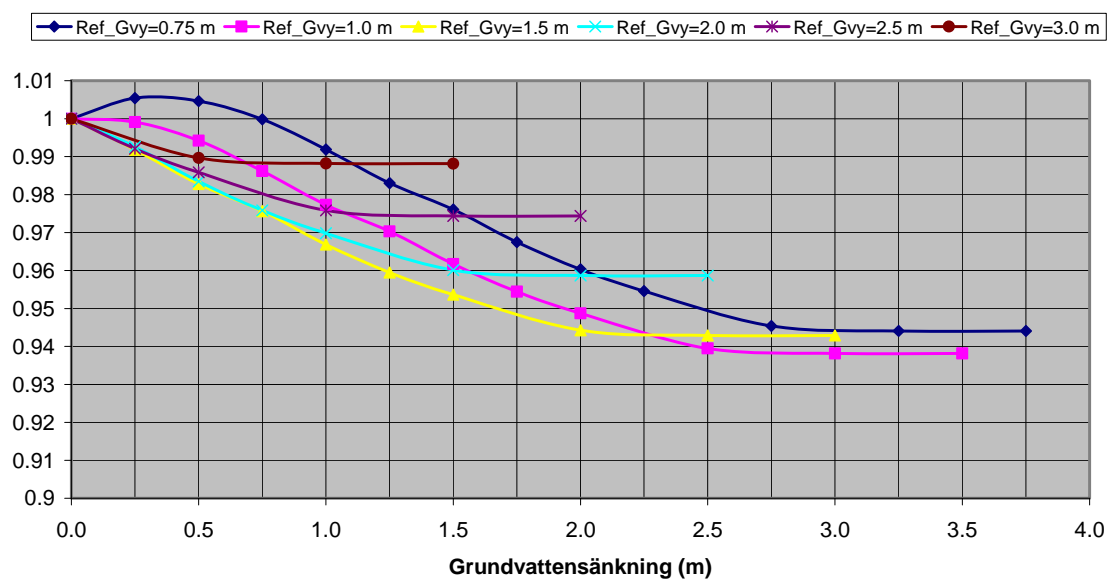
a)

Relativ Transpiration vid grundvattensänkning från olika nivåer  
Vall på Lerjord - 2007



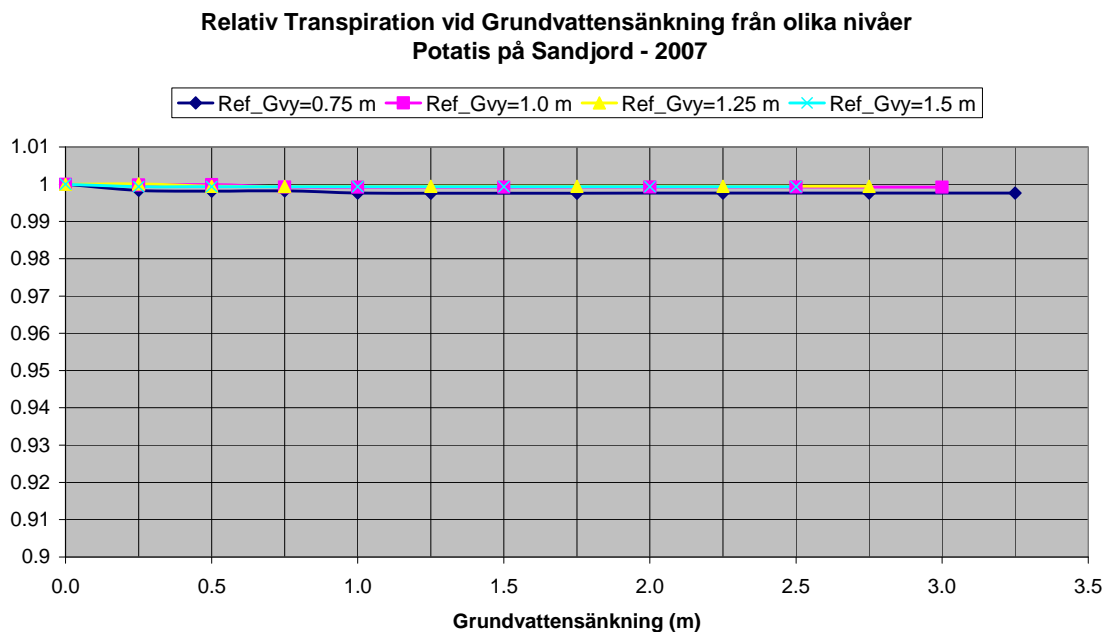
b)

Relativ Transpiration vid grundvattensänkning från olika nivåer  
Vall på Lerjord (1980 - 2006)

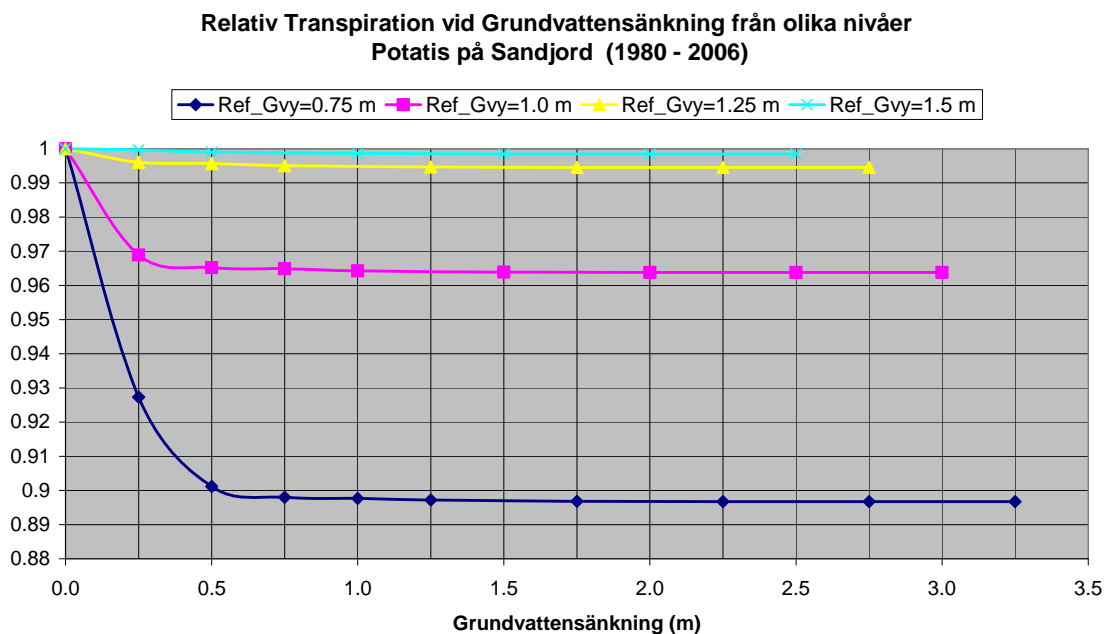


**Figur 12.** Slåttervall på lerjord: Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 respektive 3.0 m djup, 2007. a) År 2007; b) Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (Lewan & Linnér, 2008a).

a)



b)



**Figur 13.** *Potatis på sandjord:* Förändring i transpiration vid avsänkning från ursprungliga grundvattennivåer på 0.75, 1.0, 1.25 och 1.5 m djup, 2007.  
a) År 2007; b) Genomsnitt över perioden 1980 – 2006 (Lewan & Linnér, 2008a).

## DISKUSSION

### **Resultat för olika grödor på sand respektive lerjord, 2007**

Förändringarna i relativ transpiration 2007 vid olika grundvattensänkningar uppvisar liknande mönster för höstvet, vall och potatis, som de som presenterats i mer detalj för korn på sand- respektive lerjord. För grödor på sandjord var reduktionen i transpiration försumbar (< 0.3% eller obefintlig) oavsett avsänkningens storlek och ursprungsnivå på grundvattenytan. För grödor på lerjord gav grundvattensänkning från ursprungsnivån 0.75 m en relativ transpirationsökning på 4 – 9 %. Den positiva effekten var störst för korn (+9%) och något lägre för (+ 4-5%) för höstvet och vall. Även vid avsänkning från referensnivån 1.0 m erhöles en positiv effekt för dessa grödor på 1 – 3 %. Vid avsänkning från utgångsnivåer på 1.5 m eller mer var effekten försumbar eller obefintlig. Att effekten blev större för korn än för höstvet och slättervall förklaras av att korn har ett mindre utvecklat rotsystem i början av säsongen, samt lägre maximal bladyta och därmed transpirerar mindre totalt sett (Tabell 1 & 2). Korn har därför lägre vattenkonsumtion och tömmer inte vattenmagasinet lika effektivt som höstvet respektive vall. Den höga och frekventa nederbörden under 2007 orsakade därför perioder med höga vattenhalter och syrebrist i rotzonen, i större omfattning för korn jämfört med övriga grödor. Grödor som höstvet och vall hade, genom högre transpiration, skapat ett större markvattendeficit vid tidpunkten för de intensiva nederbördstillfällena, samt kunde även transpirera bort större andel av nederbördsmängderna. Det är emellertid osäkert om den simulerade transpirationsökningen för grödor på lerjord motsvaras av en signifikant skördeökning i verkligheten – Se diskussionen nedan rörande osäkerheter.

### **Resultat 2007 - i relation till variationer 1980 – 2006**

År 2007 får betraktas som ett extremår med avseende på den totala nederbördsmängden under växtsäsongen, vilket överskred maxvärdet under hela den tidigare 27-års perioden (1980 – 2006). Under maj, juni och juli var månadsnederbörden dubbelt så hög som genomsnittet för motsvarande månader. Resultaten för olika grödor 2007 överensstämmer med resultaten för andra år med hög nederbörd, t ex år 1998, 2003 och 2004 (Fig. 3, 5, 7 & 8). Under dessa år gav sänkningar av grundvattenytan ingen reducerande effekt på transpirationen oavsett referensnivå och avsänkningens storlek. Nederbördens fördelning och mängd under växtsäsongen var tillräcklig för att kompensera effekten av olika grundvattensänkningar på markvattenförrådet. Resultaten indikerar även att grundvattensänkning från referensnivåer nära rotzonen kan ge en viss skördeökning för grödor på lerjord, under sådana år (Fig. 7).

### **Genomsnittlig och maximal skördereduktion 1980 – 2006**

Beräknat som *genomsnitt över hela perioden, 1980 – 2006*, blir effekten av grundvattensänkningen ”måttlig” (< 12 % reduktion av transpirationen; Fig. 4b, 6b, 9 – 13 b). Resultaten från simuleringarna för *enskilda år* visar dock att effekterna och därmed skördebortfallet kan bli betydande under vissa år för alla grödor. Dvs. transpirationen reducerades vissa år med >20% vid sänkning av grundvattenytan från referensnivåer på 0.75-1 m, och för vissa kombinationer av gröda, jord och avsänkning reducerades transpirationen med > 30% (Fig. 5 & 7, samt Tabell 4). För utförligare diskussion av dessa resultat, se Lewan & Linnér (2008a).

### ***Osäkerheter i beräkningarna***

En mer heltäckande diskussion om osäkerheter i beräkningarna återfinns i Lewan & Linnér (2008a). Här har fokus lagts på faktorer som särskilt berör resultaten för år 2007:

Beräkningar som representerar enskilda år är mer känsliga för eventuella brister i indata och parameterisering än beräkningar baserade på många år. Så har t ex inte datum för sådd och utveckling av grödan anpassats till klimatet för enskilda år under perioden 1980 – 2006; eftersom sådana uppgifter inte var möjliga att få fram. För att öka tillförlitligheten i beräkningar för enskilda år, i denna och kommande årsrapporter har datum för sådd, utveckling och skörd för aktuella grödor baserats på tillgänglig information från Hushållningssällskapet.

En viss reduktion av transpirationen kan få olika stor effekt på avkastningen beroende på under vilken del av grödans utvecklingsstadium som reduktionen inträffar. Skördeförlusten för ett enskilt år kan därför både bli större eller mindre än reduktionen i transpirationen för det aktuella året. I genomsnittsberäkningar baserade på flera år kompenserar överskattningar och underskattningar sannolikt varandra. Även beräkningarna för enskilda år ger dock med stor sannolikhet en rimlig bild av grundvattensänkningens påverkan på skörden under ett aktuellt år. Resultaten för enskilda år ger dessutom ett värdefullt perspektiv på hur ofta en signifikant skördesänkning kan förväntas inträffa, vid en viss grundvattensänkning, hur frekvensen av skördebortfall förändras vid ytterligare avsänkning, samt hur stor den maximala effekten kan förväntas bli ("worst case"). Precisionen med avseende på beräkning av skördeföruster för enskilda år skulle bli högre om man gjorde simuleringar som även omfattar dynamisk simulering av grödans tillväxt i relation till väderleks- och markvattenförhållanden. Det medför emellertid mer komplicerad parameterisering av modellen och är mer tidskrävande.

*Resultaten för år 2007* pekar på en signifikant ökning i transpirationen för grödor på lerjord, då grundvattennivån sänks från referensnivåer nära rotzonen med 0.25 – 0.75 m. Som nämnts i resultatdelen är denna ökning relaterad till att syrebrist uppstår i rotzonen till följd av höga markvattenhalter vid frekvent och omfattande nederbörd. Huruvida transpirationsökningen motsvaras av en reell skördeökning är osäkert av följande skäl:

- Simuleringsresultaten är känsliga för vilken tröskelnivå (vattenhalt) som sätts för när syrebrist förväntas uppstå i rotzonen.
- Reduktion av vattenupptag till följd av syrebrist kan i viss mån kompenseras av vattenupptag från andra delar av rotzonen. Graden av kompensatoriskt vattenupptag är en osäker parameter.
- Förekomst av makroporer har stor betydelse för syreförsörjningen i rotzonen. Säsongs- och klimatrelaterad dynamik i makroporsystem är emellertid svåra att detektera och beskriva och beaktas ej av den aktuella modellen.
- Rumslig variation i makroporförekomst och dräneringsförhållanden påverkar risk och förekomst av syrebrist i rotzonen inom ett fält.
- Omfattande nederbörd kan ge andra skador på skörden som i praktiken förändrar skörderesultatet, men som inte beaktas i simuleringsmodellen.



### *Osäkerheter till följd av pågående förändringar i klimatet*

Observationer och prediktioner av klimatet pekar på en systematisk förändring mot mer nederbördsrikt klimat i sydvästra Sverige. Trots att medeltemperaturen under det senaste decenniet varit systematiskt högre än normalt har även observerad avrinning varit högre under denna period (Lindström & Alexandersson, 2004). Högre medeltemperatur ökar alltså avdunstningen, men den nuvarande temperaturökningen kompenserar ej för ökningen i nederbörd. Nederbördsökning skulle alltså, rent teoretiskt kunna dämpa effekterna av grundvattensänkningen på skördarna i området. Nederbörden förväntas dock öka främst under vinterhalvåret, varför den kompenserande effekten sannolikt blir liten eller obefintlig. Den pågående klimatförändringen kan i värsta fall även tänkas leda till ökad frekvens av vattenbrist under växtsäsongen (Eckersten et al., 2007) och därmed förstärka effekterna av grundvattensänkningen.

Man kan naturligtvis spekulera i om de extrema nederbördsmängderna under växtsäsongen år 2007 delvis var ett resultat av systematiska förändringar i klimatet eller om året endast representerar den naturliga variationen. Denna fråga är emellertid omöjlig att besvara idag och endast en längre klimatdataserie kan ge indikation på om så är fallet.

### **SLUTSATSER**

- Grundvattensänkningen i området kring Skrea och Stafsinge orsakade sannolikt inga skördebortfall under år 2007, pga den goda vattentillförseln via nederbörd under växtsäsongen.
- Grundvattensänkningen från referensnivåer nära rotzonen kan, år 2007, ha resulterat i viss skördeökning för grödor på lerjord. Effekten är emellertid osäker pga att den potentiella risken för syrebrist i rotzonen kan ha överskattats i simuleringarna.
- Resultaten för år 2007 överensstämmer med andra år med höga nederbördsmängder under växtsäsongen under perioden 1980 – 2006.
- Resultaten för enskilda år är mer känsliga för förenklingar i modellkoncept och eventuella brister i indata, men ger viktig information om: variationen mellan olika år, hur ofta en signifikant skördesänkning kan förväntas inträffa, hur stor den maximala effekten kan bli, samt hur frekvensen av skördebortfall kan förväntas förändras vid en viss avsänkning.



## REFERENSER

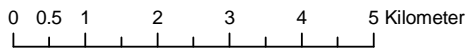
- Eckersten H, Andersson L, Holstein F, Mannerstedt Fogelfors B, Lewan E, Sigvald R, Torszell B. 2007. Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige. Bilaga B: 24 till SOU 2007:60.
- Florgård C, Linnér H, Olsson M, Olsson S, Persson G, Wiklander G. 2000. Grundvattensänkning på Hallandsås. Effekter på natur, jordbruk och skogsbruk. Institutionen för landskapsplanering Ultuna. Samhälls- och landskapsplanering nr 11. Uppsala. (105 s.)
- Jansson P-E and Karlberg L. 2004. Coupled heat and mass transfer model for soil-plant-atmosphere systems. Royal Inst. of Technology, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stockholm. 427 pp.
- Lewan E., Linnér H. 2008a. Simulering av transpiration från jordbruksgrödor vid grundvattensänkning – Konsekvensanalys av ny järnvägsdragning i Skrea och Stafsinge, Halland. [Rapport till Banverket 2007-11-01.]. *Emergo*, 2008:2. Inst Mark och Miljö, SLU. 37 s.
- Lindström G and Alexandersson H. 2004. Recent Mild and Water Years in Relation to Long Observation Records and Future Climate Change in Sweden. *Ambio*, Vol 33, No 4-5, pp. 183-186.
- Linnér H och Hansson K. 1999. Konsekvensanalys för växtodlingen kring Skrea backe vid grundvattensänkning orsakad av ny järnvägsdragning. PM-1999-10-25. Avd. Hydroteknik, Inst Markvetenskap, SLU. Uppsala.



# BILAGA 1 - Översiktskarta



----- Planerad järnväg





## List of publications in Emergo

- 2003:1 Holmberg, H. Metodutveckling för utvärdering av simuleringsmodeller med hjälp av fluorescerande ämnen (Development of methods to evaluate simulation models using fluorescent dye tracers). M.Sc. thesis. 50 pages.
- 2003:2 Olsson, C. Översvämningsåtgärder i Emån – simulering i Mike 11 modellen (Measures for flood control in the river Emån – simulation in the Mike 11 model). M.Sc. thesis. 34 pages.
- 2003:3 Gärdenäs, A. Eckersten, H. & Lillemägi, M. Modeling long-term effects of N fertilization and N deposition on the N balance of forest stands in Sweden. 30 pages.
- 2003:4 Jarvis, N. Hanze, K. Larsbo, M. Stenemo, F. Persson, L. Roulier, S. Alavi, G. Gärdenäs, A. & Rönngrén, J. Scenario development and parameterization for pesticide exposure assessments for Swedish groundwater. 26 pages. ISBN: 91-576-6588-5.
- 2003:5 Eckersten, H., Gärdenäs, A. & Lewan, E. (Eds.) Biogeofysik – en introduktion (Environmental physics – an introduction). 141 pages. ISBN: 91-576-6591-5.
- 2003:6 Larsbo, M. & Jarvis, N. MACRO 5.0. A model of water flow and solute transport in macroporous soil. Technical description. 47 pages. ISBN: 91-576-6592-3.
- 2003:7 Nylund, E. Cadmium uptake in willow (*Salix viminalis* L.) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in relation to plant growth and Cd concentration in soil solution. M.Sc. thesis. 33 pages.
- 2003:8 Strömqvist, J. Leaching of fungicides from golf greens: Simulation and risk assessment. M.Sc. thesis. 41 pages.
- 2003:9 Blombäck, K. Strandberg, M. & Lundström, L. Det organiska materialets betydelse för markens biologiska aktivitet och grässets etablering och tillväxt i en golfgreen (The influence of soil organic matter on soil microbial activity and grass establishment and growth in a putting green). M.Sc. thesis. 41 pages.
- 2003:10 Stenemo, F. & Jarvis, N. Users guide to MACRO 5.0, a model of water flow and solute transport in macroporous soil. ISBN: 91-576-6610-5.
- 2004:1 Årevall, H. Mark- och lokaliseringsspekter i miljökonsekvensbeskrivning – fem fallstudier av vindkraftsprojekt (Aspects of land and localization in environmental impact assessment – five case studies of wind power projects). M.Sc. thesis. 62 pages.
- 2004:2 Almqvist, S. Simulering av bekämpningsmedel i banvall – utveckling av ett prognosverktyg (Simulation of pesticide transport in railway embankments – development of a predictive tool). M.Sc. thesis. 47 pages.
- 2004:3 Eckersten, H., Gärdenäs, A. & Lewan, E. (Eds.) Biogeofysik – en introduktion (Environmental physics – an introduction). 143 pages. ISBN: 91-576-6591-5.
- 2005:1 Ortiz, C. Calibration of GenRiver with GLUE for Northern Vietnamese conditions. M.Sc. thesis. 27 pages.
- 2005:2 Adielsson, S. Statistical and neural network analysis of pesticide losses to surface water in small agricultural catchments in Sweden. M.Sc. thesis. 28 pages.
- 2005:3 Stenemo, F., Jarvis, N. & Jonsson, E. MACRO\_GV – ett simuleringsverktyg för plats-specifika bedömningar av bekämpningsmedelsläckage till grundvatten (MACRO\_GV – a simulation tool for site specific assessments of pesticide leaching to groundwater). 18 pages.
- 2005:4 Bergkvist, P., Jarvis, N., Rapp, L. & Eriksson, J. Critical load of cadmium on arable soils in Sweden. 24 pages.
- 2007:1 Andersson, P. Miljöbedömning av mark- och vattenresurser i kommunal översiktsplanering - En fallstudie av en del av planprocessen i Tierps kommun (Environmental assessment of soil and water resources in local authority planning- A case study of a part of the planning process in the municipality of Tierp). M.Sc. thesis. 61 pages.
- 2007:2 Larsbo, M., Greener, M. & Jarvis, N. Tillage effects on pesticide losses to drains in a heavy clay soil at Lanna, Sweden: Measurements and modelling. 32 pages. ISBN: 978-91-85911-25-7.
- 2008:1 Blombäck, K. En greens åldrande: Förändringar av växtbäddens biologiska, fysikaliska och kemiska egenskaper under en sexårsperiod. (Ageing of a green: Changes in biological, chemical and physical variables during a six year period.) Abstract in English.
- 2008:2 Lewan, E. & Linnér, H. Simulering av transpiration från jordbruksgrödor vid grundvattensänkning. Mellanårsvariationer 1980 – 2006. Konsekvensanalys av ny järnvägsdragning i Skrea och Stafsinge, Halland. (Simulation of transpiration from agricultural crops. Between-year variations 1980 – 2006. Impact analyses of new railway constructions in Skrea and Stafsinge, Halland). 38 pages. ISBN: 978-91-85911-92-9.



2008:3

Lewan, E. & Linnér, H. Simulering av transpiration från jordbruksgrödor vid grundvatten-sänkning. Konsekvensanalys av ny järnvägsdragning i Skrea och Stafsinge, Halland. Delrapport för år 2007. (Simulation of transpiration from agricultural crops. Impact analyses of new railway constructions in Skrea and Stafsinge, Halland. Annual report for 2007). 30 pages.  
ISBN: 978-91-85911-93-6.



