

Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar

Jonna Axbom

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 321
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2012

**Klimatets och människans inverkan
på tallens etablering på sydsvenska
mossar under de senaste århundradena
– en dendrokronologisk och torv-
stratigrafisk analys av tre småländska
mossar**

Kandidatarbete
Jonna Axbom

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2012

Innehåll

1	Introduktion	6
1.1	Bakgrund	6
1.2	Syfte och frågeställningar	6
2	Områdesbeskrivning	7
3	Metod	8
3.1	Litteraturstudie	8
3.2	Egna undersökningar	8
3.2.1	Fältarbete	8
3.2.1.1	Torvprovtagning	8
3.2.1.2	Trädringsprovtagning	8
3.2.2	Volymberäkning	8
3.2.3	Torr bulkdensitet	9
3.2.4	Glödförlust	9
3.2.5	Organisk bulkdensitet	9
4	Resultat	9
4.1	Resultat av litteraturstudie	9
4.1.1	Studier av tallens etablering på mossar under Holocen	9
4.1.2	Torvstratigrafiska studier av mossars paleohydrologi	10
4.1.3	Studier av meteorologiska data	12
4.1.4	Studier av antropogen påverkan på mossars hydrologi	12
4.2	Resultat av egna undersökningar	12
4.2.1	Trädringsanalys	12
4.2.2	Torvanalys	13
4.2.2.1	Torr bulkdensitet, organisk bulkdensitet och glödförlust	13
5	Diskussion	13
5.1	Litteraturstudie	13
5.1.1	Tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter	14
5.2	Eget fältarbete och analyser	18
5.2.1	Tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter	18
5.3	Orsaker till tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter	19
6	Slutsatser	19
7	Fortsatta undersökningar	20
8	Tack	20
9	Referenser	20

Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar

JONNA AXBOM

Axbom, J., 2012: Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 321, 21 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Under de senaste 100-200 åren har tall (*Pinus sylvestris*) etablerats på många sydsvenska mossar. Eftersom tall trivs i relativt torra och näringsrika miljöer, ger detta en indikation på att grundvattennivån i mossarna har sänkts. Tre mossar i Kronobergs län, Småland, har valts ut för en dendrokronologisk och torvstratigrafisk undersökning för att se om det finns ytnära torvlager som vittnar om möjliga grundvattensänkningar och om dessa kan knytas till tallens etablering. Vid en tidigare studie i Saxnäs mosse, Kronobergs län, observerades ett höghumifierat lager daterat till 1960. Sex torvborkärnor har tagits upp från Saxnäs mosse, Buxabygds mosse och Hästhults mosse, alla belägna i Kronobergs län, för att se om det höghumifierade torvlaget även kan observeras vid de två sistnämnda mossarna. Borkärnorna omfattade den översta metern och har stratigrafiskt beskrivits utifrån humifieringsgrad och torvtyp. Torvprover har analyserats genom glödförlust, torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet med 2 cm intervall. Resultatet från dendrokronologiska data visade att mossetallarna var relativt unga, endast 50-160 år gamla. Torvstratigrafin och analyserna visade att det finns ytnära höghumifierade horisonter i varje mosse som indikerar att en grundvattensänkning i mossarna har skett. Under 1900-talet har dikning varit ett vanligt sätt att sänka grundvattennivån i mossar och i anslutning till respektive undersökt mosse finns spår av sådana aktiviteter. Tidigare studier har visat på samband mellan tallens etablering och mossedräneringar samt torvbrytning. Därför är det troligt att tall har etablerats vid de undersökta mossarna de senaste 100-200 åren som en följd av vattenförrättningar.

Nyckelord: tall, dikning, högmosse, dendrokronologi, torvstratigrafi.

Handledare: Mats Rundgren och Johannes Edvardsson

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

Jonna Axbom, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.

E-post: geo09jax@student.lu.se

Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar

JONNA AXBOM

Axbom, J., 2012: Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 321, 21 sid. 15 hp.

Populärvetenskaplig sammanfattning: Ung tallskog är vanligt förekommande på mossar i Sydsverige, företrädesvis där markytan är relativt torr och rik på näringsämnen. Eftersom mossar vanligtvis är fuktiga och blöta miljöer kan denna sentida etablering av tall tyda på att grundvattennivån i mossarna har sänkts så att tallen trivs bättre. I samband med en tidigare undersökning av Saxnäs mosse i Småland har ett lager som är mer nedbrutet än omgivande torv påträffats. Liksom tallförekomst indikerar ett sådant lager att grundvattnet i mossen har sänkts. Det här examensarbetet baseras på borrhämnor som har tagits upp från Saxnäs mosse, Hästhults mosse och Buxabygds mosse i Småland i södra Sverige för att se om ett mer nedbrutet lager även finns i andra mossar och om tallens etablering i så fall sammanfaller tidsmässigt med detta. Borrhämnorna togs från den översta metern i torvmossarna och har beskrivits genom att bedöma deras grad av nedbrytning och vad de innehåller för växter. Borrhämnorna delades sedan in i 2 cm stora prover som torkades och brändes för att få ytterligare information om nedbrytningsgraden. Träd-ringsdata visar hur många träd som är lika gamla och hur breda årsringarna är hos tallen. Resultatet visar att alla tre undersökta mossar hade ett lager som var mer nedbrutet än omgivande lager och att tallen som växer på mossarna är ung, endast 50-160 år gammal. Diken har anlagts på, och i anslutning till, alla tre mossarna för att sänka grundvattennivån så att man kunde bryta torv. Den dokumenterade tiden för utdikningen sammanfaller på vissa platser med tiden då tallen började växa på mossen. Undersökningar som har gjorts tidigare har visat att tallens etablering på mossar har ett samband med utdikningar och torvbrytning. Därför är det möjligt att tall började växa på de undersökta mossarna i samband med utdikningar. Utdikningarna bidrog till grundvattensänkningar i mossarna, vilket resulterade i en tillräckligt torr och näringsrik miljö för etablering av tall.

Nyckelord: tall, dikning, högmosse, dendrokronologi, torvstratigrafi.

*Jonna Axbom, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.
E-post: geo09jax@student.lu.se*

Climatic and anthropogenic influences on pine establishment in south Swedish bogs during recent centuries – a dendrochronologic and peat stratigraphic analysis of three bogs in Småland

JONNA AXBOM

Axbom, J., 2012: Climatic and anthropogenic influences on pine establishment in south Swedish bogs during recent centuries – a dendrochronologic and peat stratigraphic analysis of three bogs in Småland. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 321, 21 pp. 15 hp (15 ECTS credits) .

Abstract: Scots pine (*Pinus sylvestris*) can be found growing in many raised bogs in Småland, south Sweden, and these trees have been established during the last 100-200 years. Because pine prefers a relatively dry environment rich in nutrients, its presence indicates a lowering of the groundwater table. Three bogs in south Sweden were investigated with dendrochronologic and peat stratigraphic methods to document the presence of any near-surface layers with a high degree of humification that could reflect low groundwater levels associated with the establishment of pine. A highly humified layer dated to 1960 has been observed in an earlier study in Saxnäs mosse, south Sweden. Six peat cores were collected from Saxnäs mosse, Hästhults mosse and Buxabygds mosse, all located in south Sweden, and analyzed to see if a highly humified horizon also can be found in the latter two bogs. The peat cores covered the uppermost meter and the stratigraphy was described according to degree of humification and peat type. They were analyzed in 2 cm samples for loss-on-ignition, dry bulk density and organic bulk density. The dendrochronologic results show that the pines are relatively young, only 50-160 years old. The peat stratigraphies and the analyzes show that a near-surface highly humified horizon can be found in each bog. Ditching has been a common way to achieve lowering of groundwater levels in bogs during the 20th century and signs of such activities are visible at the investigated sites. Earlier studies of pine growing on bogs have showed a connection between pine growth and drainage and peat harvesting. Therefore it is likely that pine was established on the investigated bogs during the last 100-200 years as a consequence of water regulation.

Keywords: scots pine, ditching, raised bog, dendrochronology, peat stratigraphy.

*Jonna Axbom, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.
E-mail: geo09jax@student.lu.se*

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Tall (*Pinus sylvestris*) är en vanligt förekommande art på många torvmarker i Fennoskandia (Linderholm *et al.*, 2002). Ofta utgörs dessa tallar av relativt unga individer, vilket indikerar att etableringen har skett de senaste 100-200 åren. Träd tillväxt på mossar påverkas direkt av förändringar i grundvattennivån, när vattnet sjunker blir näringsämnen mer tillgängliga och stimulerar tillväxt (Linderholm, 1999; Linderholm *et al.*, 2002). Etablering av tall på mossar kan därför ge en indikation på ett miljöskifte från kallt/fuktigt till varmt/torr klimat (Linderholm & Leine, 2004) eller en förändring i mossens hydrologi. Subfossil tall har hittats i svenska torvmarker (Linderholm *et al.*, 2002; Edvardsson *et al.*, 2012a), vilket visar på tidigare etableringsfaser av skog på torvmossar. Att studera tillväxt och etablering av subfossila och levande tallar kan ge information om årliga till sekellånga hydrologiska förändringar i mossar (Edvardsson *et al.*, 2012a). Även torvlagerföljder från mossar som är uppbyggda av vitmossor är lämpliga för att rekonstruera klimatet (Rundgren, 2008) då dessa mossar enbart får sitt vatten från nederbörd (van der Linden & van Geel 2006; Andréasson, 2006) och på grund av att vitmossor bryts ned olika snabbt beroende på om de växer i en relativt fuktig eller torr miljö (van der Linden & van Geel, 2006). Torr och varmt klimat ökar nedbrytningen av torvbildande växter, vilket ger en högre humifieringsgrad, medan det i svalare och blötare klimat ger mindre nedbrytning (Charman, 2002; Andréasson, 2006; van der Linden & van Geel, 2006). Klimatrekonstruktioner från torvborkkärnor har gjorts i över ett sekel (Gunnarson, 1999; Schoning *et al.*, 2005; Borgmark, 2005) och att analysera torvens humifieringsgrad, som man kan göra genom exempelvis visuell bedömning, reflektansmätning, bulkdensitet (Franzén, 2006) eller absorptionsmätning (Borgmark, 2005) är en bra proxymetod. Genom att kombinera dendrokronologi och torvstratigrafi går det att erhålla data som påverkas starkt av grundvattenfluktuationer, på så sätt kan förändringar i hydrologin över lång tid studeras (Gunnarson *et al.*, 2003). I en studie av Gunnarson *et al.* (2003) påvisades 16 sammanfallande hydrologiska perioder mellan torvstratigrafi och dendrokronologi de senaste 7000 åren.

Högmossor byggs främst upp av olika vitmossor (*Sphagnum* spp.) och dessa hittas ofta ihop med exempelvis tuvdun (*Eriophorum vaginatum*), halvgräs (*Carex* spp.) och tranbär. Vitmossan växer endast i ett lager som är mellan 3,5 och 10 cm medan den underliggande mossan dör och bildar torv (Mitsch & Gosselink, 1986). Högmossor har en konvex form (Linderholm, 1999) och domen bildas av en liten hydraulisk konduktivitet i katotelmen, den anaeroba delen av mossen belägen under grundvattenytan. Den överliggande akrotelmen är mestadels aerob och det är där produktion och den främsta nedbrytningen sker. En högmosseplåtå har ett fuktigare och näringsrikare om-

råde omkring sig som kallas laggkärr, detta på grund av att avrinningsvatten från omgivande marker inte når de centrala delarna av mossen. Högmosseplanet får istället allt vatten och näring från nederbörd och är således direkt påverkad av kemisk variation av dessa. Även variationer i klimatet som temperatur och nederbörd, framför allt under sommarhalvåret, påverkar mosstillväxten (Charman, 2002).

Under senare delen av holocen har torvmossor även påverkats av annat än naturliga klimatvariationer. Torvtäkter har förekommit länge i Sverige och i samband med denna verksamhet har man bl.a. hittat redskap, dock oklara redskap, i svenska torvmarker från järnåldern (Liljegren, 2010). Från 1600-talet finns de första dokumenterade torvtäkterna i södra Sverige, men det är inte helt klart vad för torvtäkt det handlade om. Under 1800-talet började man dika ut laggkärr, och torv från husbehovstäkter användes främst som bränsle. Vid 1900-talets början tog skogsdikningen fart, vilken kulminerade under 1930-talet för att hjälpa massarbetslösheten efter depressionsåren (Eliasson, 2010). Under århundraden har torv brutits för energiutvinning och som jordförbättringsmedel och torvmarker dräneras även för att öka arealen odlingsmark. Idag utgörs 11% av Kronobergs läns yta i Småland av våtmarker som är starkt påverkade av mänsklig aktivitet i form av utdikningsarbeten (Warodell, 2010) och det är svårt att hitta torvmossor i Småland som inte är påverkade av mänsklig aktivitet i form av dräneringar (Linderholm & Leine, 2004). Syftet med dränering, som ofta sker i de perifera delarna av mossen (Charman, 2002), är att sänka grundvattennivån, vilket bidrar till en torrare miljö på mossen. Detta för att mossen, utöver att bli torvtäkter för olika ändamål, även ska kunna bära skog (Eliasson, 2010) eller bli uppodlad. Länsstyrelsens centralarkiv innehar idag handlingar om vattenförrättningar som har gjorts sedan 1879 då dikningslagen instiftades (Warodell, 2010).

van der Linden & van Geel (2006) undersökte en höghumifierad horisont vid Saxnäs mosse i Kronobergs län, Småland, för att se om lagret hade brutits ned kraftigt på grund av klimatförändringar eller antropogena ingrepp på mossen. Det här examensarbetet kombinerar torvstratigrafi och dendrokronologi för att se om lagret återkommer vid två andra närliggande torvmossor och om tallens etablering på mossarna kan kopplas till den ökade humifieringsgraden i torven och i så fall till en grundvattensänkning. Studien av Saxnäs mosse (van der Linden & van Geel, 2006) används som referens, dels för att i fält identifiera det omskrivna lagret och dels för att se om liknande horisonter finns på andra platser. Genom att jämföra trädryngsdata från Saxnäs mosse med de andra lokalerna kan man förhoppningsvis få indikation på åldern av de höghumifierade lagren där, om man antar att lagret i Saxnäs kan dateras med trädryngarna.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att försöka klargöra när och varför tallen etablerats på sydsvenska mossor de senaste 100-200 åren. För att uppnå detta syfte un-

dersöktes om extern påverkan i form av klimatförändringar eller antropogena ingrepp som kan kopplas till grundvattensänkningar har varit orsaken till trädexpansionen i denna region. Undersökningen hade följande frågeställningar:

- Finns det torvstratigrafiska indikationer på att grundvattennivån i de provtagna mossarna har sjunkit i senholocen tid?
- Kan det finnas ett samband mellan etableringen och expansionen av träd (tall) på mossarna och eventuella grundvattensänkningar i mossarna?
- Kan eventuella grundvattensänkningar knytas till mänsklig aktivitet och i så fall vilken typ av aktivitet, eller beror de på klimatförändring eller kanske en kombination av klimatförändring och mänsklig aktivitet?

2 Områdesbeskrivning

De tre undersökta mossarna ligger i Ljungby kommun i Kronobergs län på det Sydsvenska höglandet (Figur 1). Det undersökta området är rikt på sjöar och ligger i Götalands försumpningsområde och de flesta torvmarkerna är bildade då fast mark försumpats. Högmossar med glest bevuxen skog, martall, dominerar (Fredén, 1988). I stort sett alla mossar är påverkade av utdikning eller exploatering i någon form (Daniel, 1989). Vid val av mossar eftersöktes sådana som enligt Skogsstyrelsen har tallar med hög egenålder för att bilda så långa tidsserier som möjligt (Edvardsson,

pers.kom.). Dessutom hade en relevant studie tidigare gjorts vid Saxnäs mosse i Kronobergs län av van der Linden & van Geel (2006), vilket gjorde att denna mosse inkluderades i undersökningen.

Enligt kartbladsbeskrivningar drog sig isen tillbaka för ca 12 400 ¹⁴C-år sedan i närheten av Bolmen (Fredén, 1988) och mellan 12 000 och 12 500 ¹⁴C-år sedan i östra delen av Ljungby kommun (Daniel, 1989). I Bolmenområdet, Ljungby kommun, finns spår från oscillerande iskantsrörelser (Lundqvist & Wohlfarth, 2001). När isavsmältningen stannade av (Fredén, 1988) formades ryggar av den så kallade Göteborgsmoränen (Lundqvist & Wohlfarth, 2001). Moränen i Bolmenområdet består av sandig-siltig morän och mäktigheten varierar mellan 1 och 2 m vid synliga hållar och mellan 20 och 30 m vid flacka områden (Fredén, 1988), medan den i närheten av Buxabygd är upp till 5 m mäktig (Daniel, 1989). Moränen är normalblockig i stora delar av det beskrivna området. Småkullig morän förekommer i området, med ryggar orienterade i olika riktningar. Utmed Saxnäs mosses SO-sida sträcker sig Lidhultsåsen som är uppbyggd av isälvsmaterial som domineras av sand och grus med medel till hög andel sten (Fredén, 1988). Spår av täktverksamhet syns då delar av åsen är bortgrävd. Torvmossarnas mäktighet varierar i området: runt Saxnäs mosse är många mossar uppbyggda av 1-4 m vitmossetorv med 1-2 m underliggande kärrtorv (Fredén, 1988). I närheten av Buxabygd är torvtäcket 3-5 m mäktigt (Daniel, 1989). Torvmarkerna ligger i sänkor

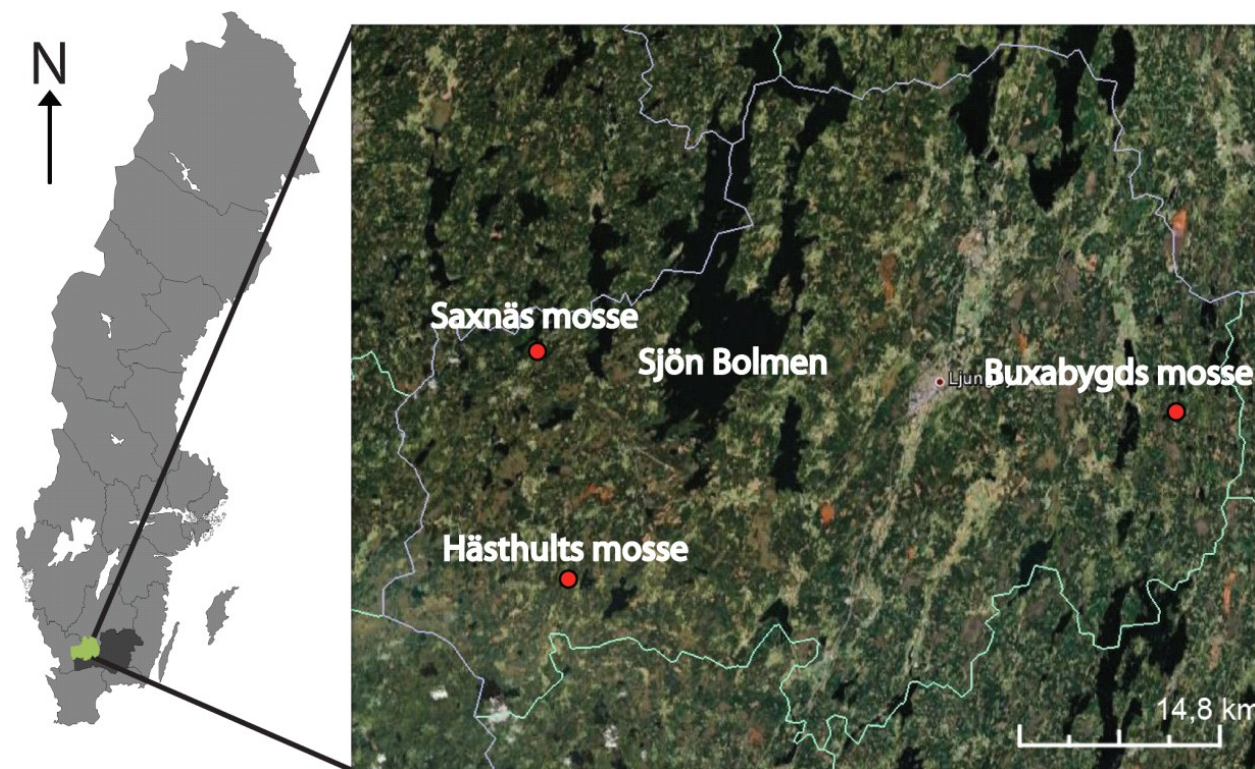


Fig. 1. Här De tre utvalda mossarna är belägna i Ljungby kommun, Småland. Mossarna är markerade med röda punkter och namn. Koordinater för de besökta platserna är: Buxabygds mosse 56°48'53''N, 14°13'06''Ö, Saxnäs mosse 56°51'23''N, 13°27'39''Ö, Hästhults mosse 56°42'08''N, 13°29'31''Ö. Sverigekartan med länsindelning är modifierad efter SCB (2012). Bild modifierad från Google Earth (2012).

(Andersson, 1998) och underlagras av sand (Fredén, 1988). På och omkring de tre utvalda mossarna växer tall. Högre individer finns utmed mossarnas sidor och även i grupper ute på mossarna där moränkullar ger träden mer stabila och torra förhållanden. På platån växer kortvuxna träd utspritt. Enstaka granar växer bland de högre tallarna utmed mossekanten (Figur 2). Vid samtliga mossar syns spår från mänsklig aktivitet i form av diken som är mer eller mindre igenvuxna. Berggrunden i området är gnejs av varierande sorter (Fredén, 1988; Daniel, 1989).

3 Metod

3.1 Litteraturstudie

Inledningsvis söktes relevanta artiklar och böcker som berörde torvmossars utbredning, utveckling och användning i Sverige under senare delen av holocen. Artiklarna behandlade även tallen och den trädtingsinformation som man kan få ut av denna. All litteratur sammanfattades för att utgöra underlag för introduktions- och resultatdelen i examensarbetet. För områdesbeskrivningen för Saxnäs har SGUs kartblad med beskrivningar studerats (serie Ae). För beskrivning av geologiska förhållanden i Buxabygd och Hästhult har översiktliga kartor från SGUs hemsida använts samt ett antagande om liknande områdens geologi som finns i kartbladsbeskrivningar av SGU (serie Ae). Informationssökning i Länsstyrelsens databas om olika dikningsföretag som förekommit i Kronobergs län för de



Fig. 2. Översiktligt landskap från Buxabygds mosse (56°48'53''N, 14°13'06''Ö). De högre bestånden av tall syns växande utmed mossekanten medan kortvuxna individer är utspridda över högmosseplanet. Granar syns som toppar bakom tallarna.

tre utvalda mossarna ingick även i litteraturstudien.

3.2 Egna undersökningar

3.2.1 Fältarbete

3.2.1.1 Torvprovtagning

Fältarbetet koncentrerades till en arbetsdag, 3 april 2012, då 1 m långa borrhävar togs upp med 7,5 cm ryssborr från de tre utvalda högmossarna. Från varje mosse hämtades två borrhävar som omfattade den översta metern och som sedan analyserades i laboratorium. I fält gjordes en översiktlig beskrivning av stratigrafi, torvtyp, humifieringsgrad och färg samt annan synlig information från områdena som togs i beaktande. Beskrivningen i fält gjordes genom visuell bedömning. Senare i laborationssal undersöktes torvinnehåll närmare i mikroskop och en mer noggrann visuell beskrivning av stratigrafi och färg gjordes.

En sticksond användes för att se hur mäktig mossen var i borrhävarna. Dessa mätningar gav djupet till underliggande morän, vilket innebär att de förutom torv inkluderade eventuell underlagrande gyttja och finkorniga, minerogena sediment. Provpunkterna på de tre mossarna valdes ut genom att ha ett visst avstånd till växande tall för att undvika rötter vid borrhävar samt att vegetation och vattenstånd skulle vara lika för alla platser. Vid varje mosse togs två borrhävar upp ca 20 m ifrån varandra. Detta gjordes för att undersöka lokala avvikelser i torvstratigrafi och för att kunna följa en lagerföljd med hög upplösning för fortsatta analyser. Den andra borrhävar sparades för framtida undersökningar.

3.2.1.2 Trädprovtagning

Johannes Edvardsson utförde provtagning med tillväxtborr på tall från de tre mossarna den 2-3 april 2012, för att undersöka när träden etablerades på mossarna och hur deras tillväxt har varierat. Totalt 76 mosssetallar provtogs på de tre mossarna för att ge svar på när tallen etablerades och om denna händelse kan speglas med variationer i torvavsättningen. Ringbredd uppmättes på samtliga prover med standardutrustning för dendrokronologisk analys (Schweingruber 1988). Trädtingsserierna har korsdaterats och trädtingskronologier med årlig upplösning har sammanställts. Materialet har därefter visuellt och statistiskt kontrollerats med samma metoder som beskrivs i Edvardsson *et al* (2012b). Jag fick tillgång till trädtingsdata från Edvardsson efter hans arbete med rådatan. Det jag erhöll var ringbreddsdata som körts genom ett 10-års Gaussfilter, detta för att kunna jämföra trädets tillväxttrender med decennieupplösning samt replikationsdata som visar hur många träd det är som överlappar varandra. De senare data har justerats för de träd som saknar de innersta årsringarna och för den höjd över marken som proverna togs på.

3.2.2 Volymberäkning

Borrhävarna delades på mitten där den ena halvan

användes till de olika analyserna och den andra sparades för framtida undersökningar. Borrkärnehalvan som skulle analyseras delades in i 2 eller 2,5 cm breda bitar, beroende på hur lagergränserna förhöll sig till varandra så att proven enbart var från ett och samma lager. Bitarna ritades av mot vitt kopieringspapper, vilket i sin tur gav underlag för att beräkna volymen av provet där den kända provbredden gav djupinformation. Proven lades sedan i märkta och vägda påsar och vägdes därefter igen.

3.2.3 Torr bulkdensitet

40 prov togs ut från varje borrkärna som omfattade 83 cm för Buxabygds mosse och Hästhults mosse respektive 84 cm från Saxnäs mosse. Att analysera hela borrkärnan är inte relevant då det eftersökta höghumifierade lagret ligger ytnära. Torr bulkdensitet används för att ge en indikation på humifieringsgrad av torven som i sin tur kan ge svar på paleoklimatvariationer. Torr bulkdensitet innehåller förutom organisk massa även minerogent material (Chambers *et al.*, 2010-2011). Hög bulkdensitet visar på högre humifieringsgrad och låg bulkdensitet indikerar lägre nedbrytningsgrad.

För att beräkna torr bulkdensitet lades en tredjedel av varje prov i rengjorda, vägda och märkta deglar, och dessa vägdes igen innehållande prov. De placeras sedan i en ugn för att torka i 105°C i minst 12 timmar. Efter torkning placerades proverna i exsickator i en timme för att svalna. Deglar med torkade prov vägdes sedan igen. Beräkning av provets totala torrsvikt gjordes genom att multiplicera torrsviktshalten (%) med vikten av hela provet (Hansson, 2011). Torr bulkdensitet (g/cm^3) beräknades sedan genom att den beräknade torrsvikten i hela provet dividerades med den totala volymen av provet (Chambers *et al.* 2010-2011).

3.2.4 Glödförlust

För att få reda på andelen organisk (askfri) halt i torven gjordes en glödförlustanalys. De 40 torkade proverna brändes i 550°C i fyra timmar. Proverna fick sedan svalna i en exsickator i två timmar. Proven vägdes därefter när de svalnat till rumstemperatur. Den procentuella halten organiskt material beräknades genom att subtrahera den torra provvikten med glödförlustvikten och dividera med torrsvikten (Chambers *et al.* 2010-2011).

3.2.5 Organisk bulkdensitet

Organisk bulkdensitet är vanligtvis hög i naturliga torvmiljöer, men kan variera mycket på grund av tillförsel av oorganiskt material (Chambers *et al.*, 2010-2011). Den organiska bulkdensiteten ger ett mer precist svar om humifieringsgrad i proven, jämfört med torr bulkdensitet som även inkluderar minerogent innehåll (Hansson, 2011). Välbevarad torv har en låg organisk bulkdensitet och kan ge indikation på att den är avsatt under blöta förhållanden (Chambers *et al.*, 2010-2011).

Den organiska bulkdensiteten beräknades genom att torr bulkdensitet multiplicerades med andelen orga-

niskt material (Chambers *et al.* 2010-2011).

4 Resultat

4.1 Resultat av litteraturstudie

4.1.1 Studier av tallens etablering på mossar under holocen

Edvardsson *et al.* (2012a) har med hjälp av dendrokronologisk data studerat subfossil tall från mellersta delen av holocen vid två sydsvenska mossar, Viss mosse och Hällarydsmossen, som tillsammans ger en sammanhängande kronologi av 1492 år mellan 5219 och 3728 f.Kr., baserat på 161 prover. Materialet har jämförts med likåldrigt material från norra Tyskland och nutida material från Sydsverige. Resultatet visar att tallens etablering på mossarna har skett under relativt torra perioder och att de största synkrona etableringarna är daterade till ca 5070 och 4210 f.Kr. Drastiska minskningar i antal träd observerades ca 4050, 4010 och 3850 f.Kr och efter ca 4000 f.Kr. sker ingen betydande etablering (Edvardsson *et al.*, 2012a).

Gunnarson *et al.* (2003) jämförde dendrokronologi från sjön Häckren i centrala Sverige med torvstratigrafi från Stömyren i södra Mellansverige. Dendrokronologin av 300 subfossila och levande träd omfattade 2893 f.Kr. till 1998 e.Kr. med ett par luckor mellan 887 och 907 e.Kr. samt 1650-1633 f.Kr. Stark etablering förekom 4900, 3800, 3400, 2900, 2400, 2100, 1500, 1300, 900, 400 f.Kr., 50, 400, 900, 1350 och 1700 e.Kr. Torvstratigrafin indikerade en blöt period ca 5500-2500 f.Kr. Mellan 2300 och 1600 f.Kr. var klimatet torrare med inslag av en wet-shift (omslag från torrare till fuktigare klimat) som är daterad till 2150 f.Kr. Ytterligare wet-shifts observerades vid 1200 f.Kr., 650 f.Kr. samt 700 e.Kr. Tillsammans gav dendrokronologiska och torvstratigrafiska data 16 sammanfallande hydrologiska perioder under de senaste 7000 åren. Under samma tidsintervall inföll 9 blöta perioder som inte sammanföll med varandra dendrokronologiskt och torvstratigrafiskt.

Linderholm (1999) jämförde talltillväxt med meteorologiska data vid Hanvedsmossen, SV om Stockholm, som valdes ut på grund av att tall växer på både mänskligt påverkade och opåverkade områden på mossen. Dendrokronologin från den antropogent påverkade delen av mossen baserades på 33 levande träd som löpte över 159 år mellan 1839 och 1994 e.Kr., medan den icke påverkade delen hade en sammanhängande tid på 194 år mellan 1800 och 1994 e.Kr. efter analys av 23 träd. 1908 e.Kr. påbörjades torvbrytningen i liten skala för att sedan accelerera fram till 1930-talet. Brytningen avslutades under 1940-talet men återupptogs på 1970-talet e.Kr. Som en effekt av grundvattensänkningen i samband med brytningen ökade trädringsbredden från 0,55 mm/år till 1,59 mm/år efter 1908 e.Kr. Ytterligare tillväxtperioder kan observeras efter den storskaliga brytningen under 1930-talet samt efter 1970-talet. Tallen började växa på mossen i början av

1900-talet och störst etablering skedde runt 1930 e.Kr. Resultatet visar att dränering av torvmarker influerar träd tillväxten starkt och att grundvattennivån är av betydelse. Av Linderholms (1999) resultat framgick att tallens tillväxt tillsammans med meteorologiska data inte gav bra korrelation och att det skulle kunna bero på att området ligger på en latitud där nederbörd eller temperatur var för sig inte av omfattande betydelse för träd tillväxt (Linderholm, 1999). Vid den icke mänskligt påverkade delen av mossen visar tallens tillväxt ingen korrelation med tillväxten hos tallen i provområdet som är mänskligt påverkat. Slutsatsen är där att tillväxten förmodligen påverkats av temperatur och nederbörd (Linderholm, 1999). Minskad tillväxt hos tallen kan bero på att naturliga dräneringssystem har vuxit igen. Det finns en stark koppling mellan blötare klimat och torvtillväxt (Gunnarson, 1999). Linderholm (1999) konstaterar att analyser av tillväxtvariationer hos tall kan vara ett bra sätt att studera dräneringshistoria.

Linderholm & Leine (2004) kombinerade dendroklimatologi med flygfoton över Anebymossen som ligger öster om Jönköping i södra Sverige, för att klargöra när tallen etablerades på den nämnda mossen. Baserat på flygfotona kom de fram till att träd täckningen av mossen hade ökat med 30% mellan 1950 och 1993 där den största etableringen skedde mellan 1969 och 1993 e.Kr. Tillsammans med analys av antalet synkrona träd menar de att den största talletableringen skedde under mitten av 1900-talet och att utdikning av mossen 1927 var orsaken (Linderholm & Leine, 2004). Tiden det tar för tallen att nå maximal tillväxt efter dränering är 5-20 år (Linderholm, 1999). Det är mest troligt att en stor ökning i antal träd är en effekt av dränering (Linderholm *et al.*, 2002) i samband med brytning, när näringsämnen blir mer tillgängliga av grundvattensänkningen (Linderholm & Leine, 2004). Dränering gör även att syretillgången ökar och att rotsystemen kan nå djupare (Charman, 2002). Höga vattenstånd kan alltså bidra till mindre tillväxt hos tallen, då näringsämnen inte kan tas upp lätt och rötternas förmåga att ta upp syre försämras (Linderholm *et al.*, 2002). Vid Anebymossen registrerades även en tillväxtdepression hos tallen som inföll 1928, vilken var en följd av temperatursänkning och ökad nederbörd (Linderholm & Leine, 2004).

4.1.2 Torvstratigrafiska studier av mossars paleohydrologi

Baserat på databasinformation om torvackumulation vid 61 platser i centrala och norra Sverige har Rundgren (2008) undersökt samband med bland annat klimatiska och hydrologiska förändringar. Resultaten visar att torvmarker började bildas mellan 11000 och 10500 år sedan och maximum nås mellan 9500 och 8000 före idag. För 6000-5500 år sedan inföll en ny period där torvmarker utvecklades. De tre tydligaste wet-shiften förekom ca 3300, 2500-2100 och 1300 år sedan. Wet-shifts förekom även mellan 4500 och 4100 samt 700 och 500 år före nutid (Rundgren, 2008).

Borgmark & Schoning (2006) undersökte två mossar i Uppland, Ältabergsmossen och Gullbergbymossen, för att se om torvstratigrafin i områdena kunde korreleras med meteorologiska data från Uppsala och med grundvattenförändringar. Mossarna var omgärdade av skog och var till synes opåverkade av mänsklig aktivitet. Deras resultat visade att Ältabergsmossens humifieringsgrad mellan 1855 och 1890 var relativt stabil. Efter den tidsperioden uppvisade torven låg humifiering med ett lägsta värde under åren 1910-1920. Humifieringen ökade efter 1930, en ökning som pågick fram till ca 1975 med något lägre värden mellan 1955 och 1960. Från 1980 och framåt är humifieringsgraden relativt stabil. Den rekonstruerade vattennivån vid mossen var 1880 och 1900-1910 hög för att sedan minska fram till 1935. Vattennivån höjdes under 1950- och 1960-talen och minskade från 1970 och framåt. För Gullbergbymossen undersöktes endast de översta 21 cm på grund av en möjlig hiatus. De 21 cm hade en räckvidd av de senaste 60 åren. Fram till mitten av 1970-talet observerades en ökande humifieringsgrad för att till toppen av stratigrafin minska i humifieringsgrad. 1950 till 1970 skedde en höjning av vattennivån för att efter 1970 minska (Borgmark & Schoning, 2006). Meteorologiska data från Uppsala ger att mellan 1955 och 1970 var sommartemperaturerna låga och nederbörden stor medan 1970-1980 visade en varmare och torrare period.

van der Linden & van Geel (2006) studerade torvstratigrafin i Saxnäs mosse i Kronobergs län, Småland.

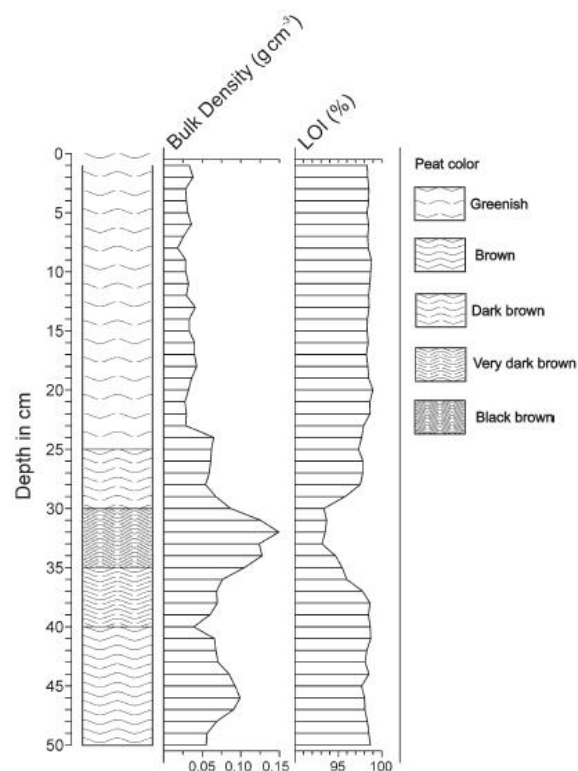


Fig. 3. Torvstratigrafi, bulkdensitet och glödförlust från översta delen av Saxnäs mosse. Ett svartbrunt lager har identifierats som höghumifierat. Figur modifierad från van der Linden & van Geel (2006).

En höghumifierad horisont, med sammanfallande hög bulkdensitet och låg glödförlust, hittades vid 30-35 cm djup (Figur 3) och övre biten av lagret har ^{14}C -daterats till 1960 och yngre. Lagret har enligt författarna genomgått en sekundär nedbrytning utifrån deras analys av makrofossil i borrhärnan. Samma lager återkom i flera borrhärnor över mossen mellan 19 och 40 cm. En hiatus förekom mellan 29 och 30 cm i den beskrivna och daterade borrhärnan enligt ^{14}C -datering och varade i ca 300 år. Att klimatförändringar skulle vara orsaken till en 300 år lång hiatus är enligt författarna otänkbart och dränering skulle då vara det möjliga skälet till avbrottet i stratigrafin. Småskalig torvbrytning har skett vid mossen och författarna föreslår att det är dränering före brytningen som är orsaken till hiatusen som uppmärksammas (van der Linden & van Geel, 2006).

van der Linden *et al.* (2008a) undersökte Lappmyran, 50 km NV om Umeå, genom att studera torvackumulat och vegetation för att klargöra om förändringar berodde på naturliga klimatvariationer eller mänsklig påverkan. van der Linden *et al.* (2008a) jämförde biologiska och humifieringsanalyser och ^{14}C -datering med meteorologiska data och historisk användning av marken. Resultatet från meteorologiska data visade att det förekommit torra perioder 1870-1885, 1915-1922, 1940-1945, 1965-1976 och blöta perioder 1905-1910, 1925-1930, 1950-1965 e.Kr. I ett lager på djupet 21-24 cm observerades mellan 1966 och 1968 e.Kr. en topp i pollenkoncentrationen som sammanföll med hög bulkdensitet och låg glödförlust. Lagret är höghumifierat och perioden var varm och torr. Med avseende på polleninnehåll, temperaturdata

och den rekonstruerade vattennivån anser van der Linden *et al.* (2008a) att händelsen är klimatrelaterad.

van der Linden *et al.* (2008b) studerade även Åkerläna Römossa NV om Uppsala med samma metoder som vid Lappmyran (van der Linden *et al.*, 2008a). Mossen är omgiven av diken som grävdes någon gång mellan 1716 och 1862 e.Kr. Mellan 1910 och 1920 skedde den största torvbytningen i de östra delarna av mossen, men denna pågick fram till 1953. Brytningsområdet var som närmast provtagningspunkten under andra världskriget. Runt mossen växer tall och gran. Resultatet visar att ett höghumifierat lager mellan 17 och 20 cm har hög bulkdensitet och låg glödförlust. Lagret är daterat till 1948-1970 e.Kr. Prov som är daterade 1958-1985 omfattar enbart 1 cm och ger därför ingen bra upplösning. Det höghumifierade lagret skulle i så fall kunna vara en följd av dränering vid mossen. Den perioden är registrerad som varm och torr mellan 1960 och 1980 i meteorologiska data från Uppsala. Under samma period visar den rekonstruerade vattennivån för mossen endast början mot en torr miljö i mitten av 1950-talet, då informationen i torvstratigrafin fram till 1985 är lågupplöst. Tallbarr har hittats i lager daterade till 1958-1991, vilket visar att tall har vuxit i närheten av borrhärnan (van der Linden *et al.*, 2008b).

Graden av torvnedbrytning i svenska torvmarker har varierat under holocen, vilket kan bero på klimatförändringar och hydrologiska fluktuationer. Höghumifierade lager är avsatta under torrare förhållande medan välbevarad torv återfinns under perioder som varit mer nederbördsrika (Rundgren 2008). Torrare

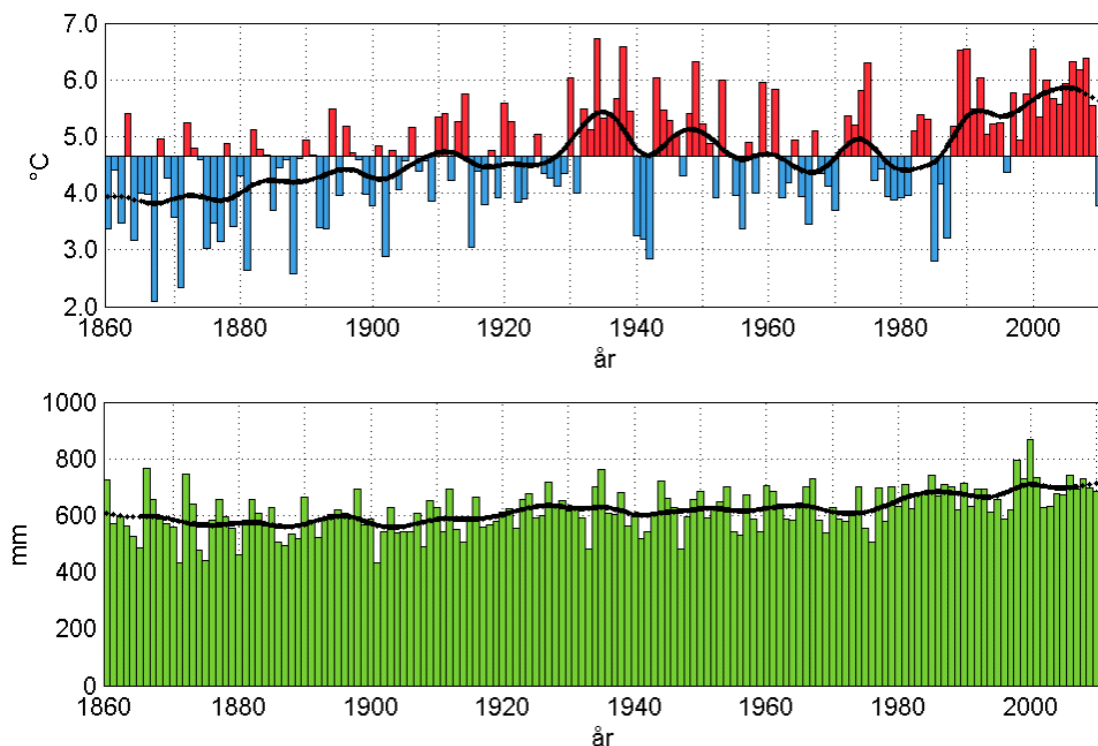


Fig. 4. Meteorologiska data baserat på årsmedelvärden från 87 mätstationer i Sverige. Överst årsmedeltemperaturdata och underst årsmedelnederbörd. Svart linje är tioårsvariationer. Sedan 1980-talet har både temperaturen och nederbörden ökat. Figur från SMHI (2012a och 2012b).

miljö i mossen kan resultera i snabbare nedbrytning och kompaktion av mosskomplexet (Charman, 2002). En sänkning av den aeroba akrotelmen medför att redan nedbruten torv går igenom ytterligare en nedbrytningsfas, vilket gör att humifieringsgraden ökar. I höghumifierade torvlager är den torra bulkdensiteten hög (van der Linden *et al.*, 2008b). Stofthinnehållet är högre i höghumifierade lager på grund av högt mineralinnehåll, exempelvis från luftburna partiklar (Franzén, 2006). Franzén (2006) undersökte 14 torvmossor i Sverige och alla visade en ytlig, höghumifierad horisont generellt 10-25 cm under markytan, där stofthinnehållet var 3-4 gånger högre och den torra bulkdensiteten 2-3 gånger högre än underliggande torv. En hög bulkdensitet samt pollenackumulation kan bero på kompaktering av mossen (van der Linden 2008b) och om lagret har genomgått en sekundär nedbrytning kan pollenkoncentrationen öka då pollen är mer resistent mot nedbrytning än omgivande organiskt material (van der Linden & van Geel, 2006).

4.1.3 Studier av meteorologiska data

För att i diskussionsavsnittet kunna diskutera huruvida det är klimatologiska variationer eller antropogen påverkan som bidragit till talletableringen på mossarna, har meteorologiska data från SMHI studerats. Meteorologiska data från 87 mätstationer i Sverige visar en svag temperatursänkning 1915-1930 (Figur 4). Därefter, under 1930-talet, höjs temperaturen och denna går ner igen i början av 1940-talet. Ytterligare en liten temperaturopp kan ses under 1970-talet. Diagrammen visar att temperaturen och nederbörden har ökat sedan 1980-talet med variationer (SMHI, 2012).

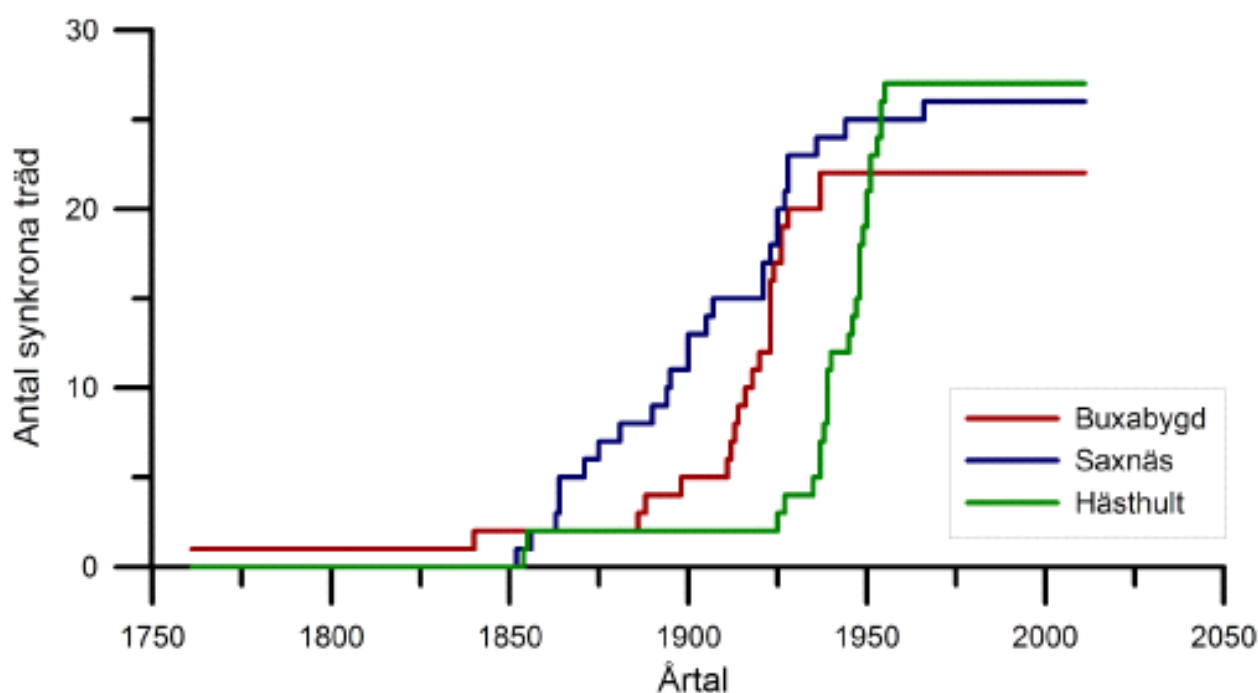


Fig. 5. Replikation för tallar provtagna på de undersökta mossarna. X-axeln visar år och Y-axeln visar antalet synkrona träd. Replikationsdata erhållen från Edvardsson (pers. kom.).

4.1.4 Studier av antropogen påverkan på mossars hydrologi

Länsstyrelsens register över dikningsföretag i Kronobergs län innehöll endast direkt information för en av de tre undersökta mossarna, Hästhults mosse. Enligt arkivet gjordes vattenförrättningar i det området år 1930 (Länsstyrelsen i Kronobergs län, 2012). Av bilder att döma syns tydliga spår av dikningsarbeten även utmed Buxabygds mosse men det saknas information om när dessa utfördes. Däremot finns information om närliggande vattenförrättningar, ca 1500 m i östlig riktning samt lika långt söderut, som utfördes i etapper med dokumenterade årtal 1900, 1912 och 1917 e.Kr. För Saxnäs mosse har van der Linden & van Geel (2006) inhämtat relevant information från markägaren. Det har enligt ägaren inte funnits några odlingsmarker i närheten men träd av okänd art planterades NV om mossen 1912. Torvbrytning har förekommit och utdikningar kan då ha skett i och omkring mossen. Tiden för när torvavsättningen startade igen är inom samma tidsperiod som när en angränsande väg förstärktes och den konstgjorda dräneringen avslutades. Vattennivån steg och torv kunde avsättas (van der Linden & van Geel, 2006).

4.2 Resultat av egna undersökningar

4.2.1 Trädringsanalys

Tre tallkronologier, en från vardera mosse, konstruerades utav de 76 provtagna tallarna. Med hjälp av dessa kronologier kunde etablering för varje enskilt träd samt gemensamma tillväxtvariationer studeras. Figur 5 visar tallens etablering vid de tre utvalda mossarna. På Buxabygds mosse sker den största synkrona etable-

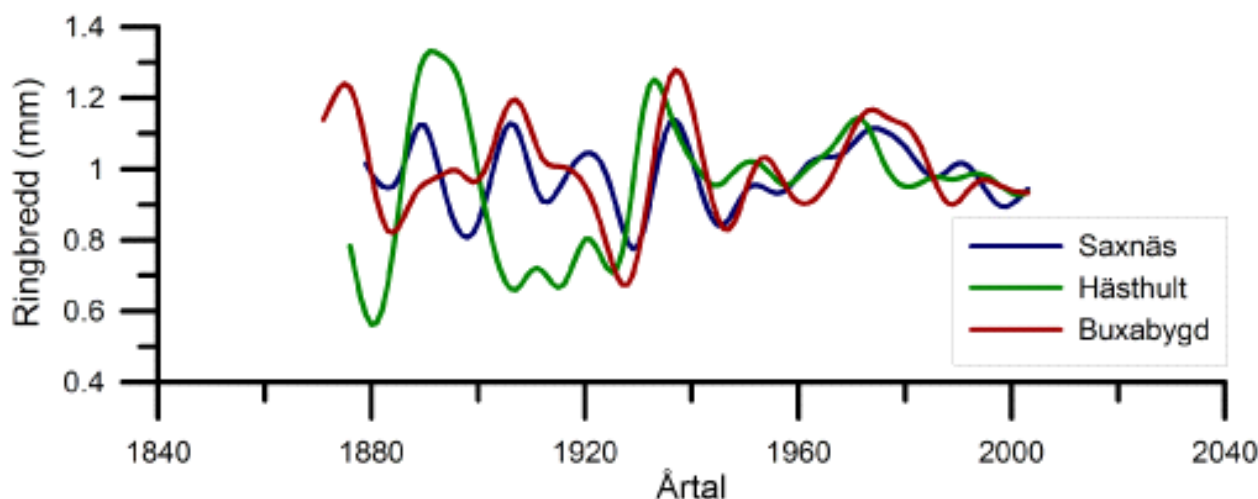


Fig. 6. Trädringstjocklek för tallar provtagna på de undersökta mossarna. X-axeln visar år och Y-axeln visar ringbredd i mm hos tallen för de tre utvalda mossarna. Data har körts genom ett tioårs Guassfilter för att visa trender över längre tid. Före 1925 baseras resultatet från Hästhults mosse (grön linje) endast på två träd och bör inte ses som en generell bild av tallens tillväxt. Trädringsdata erhållna från Edvardsson (pers. kom.).

ringen av tall ca 1920 och stannar sedan av mellan ca 1925 och 1935. På Hästhults mosse börjar den huvudsakliga talletableringen ca 1940. I Saxnäs mosse sker etableringen successivt med start från mitten av 1800-talet med ett litet uppehåll 1905-1920 för att sedan återigen ske i snabb takt efter 1920.

Figur 6 visar tallens tillväxt vid alla tre undersökta mossar. Tallens tillväxtkurva för Buxabygds mosse visar på god tillväxt runt 1940 och mindre toppar ca 1905 och 1975. Tillväxten är svag strax innan 1930. För Hästhults mosse baseras kurvan innan 1925 endast på två träd och ger således ingen generell bild av tillväxten. Dessa värden utesluts därför från diskussionen. God tillväxt på Hästhults mosse sker mellan 1930 och 1940. Ytterligare en tillväxttopp syns strax efter 1970. Åren närmaste efter 1925 är det svag tillväxt hos tallen på Hästhults mosse. Saxnäs mosse visar god tillväxt ca 1890, 1905, 1935 och 1975. Tillväxten på Saxnäs mosse är svag precis innan 1930.

4.2.2 Torvanalys

De insamlade lagerföljderna från de tre mossarna domineras av starr-vitmosstorv (Figur 7). Borrkärnan från Buxabygds mosse har en horisont på 31-36 cm djup som utmärker sig genom att vara mer nedbruten än ovan- och underliggande lager. Från Hästhults mosse visar borrkärnan en högre humifieringsgrad i ett lager som är 14-20 cm under ytan. Saxnäs mosses medel-höghumifierade lager finns på djupet 22-30 cm. Ytterligare en medel-höghumifierad horisont återfinns på 89-96 cm djup men har inte analyserats. Alla tre ovan beskrivna lager innehåller inga eller bara enstaka tuvdunsfibrer. Svagt nedbrutna tuvdunsfibrer förekommer i större mängd i Buxabygdsborrkärnan vid 15-31 cm samt 53-100 cm. I Hästhults mosse finns ett lager med grövre tuvdunsfibrer vid 62-84 cm, och i borrkärnan från Saxnäs förekom två lager med svagt nedbrutna tuvdunsfibrer vid 41-77 cm samt 89-96 cm där det

sistnämnda lagret inte är analyserat för glödförlust och bulkdensitet.

Resultaten från mätning med sticksond av total mäktighet av mossen inklusive eventuell gytta och finkorniga, minerogena sediment under torven vid borrhöjningarna framgår av Tabell 1.

4.2.2.1 Torr bulkdensitet, organisk bulkdensitet och glödförlust

I Buxabygds mosse visar glödförlustkurvan tydliga sänkor vid 17 cm samt 33-38 cm där värdena sjunker till 97% respektive 96% (Figur 8). Torr och organisk bulkdensitet visar högre värden i tre toppar vid 42, 55 samt 71 cm, där värdena går upp till 0,068, 0,074 respektive 0,060 g/cm³.

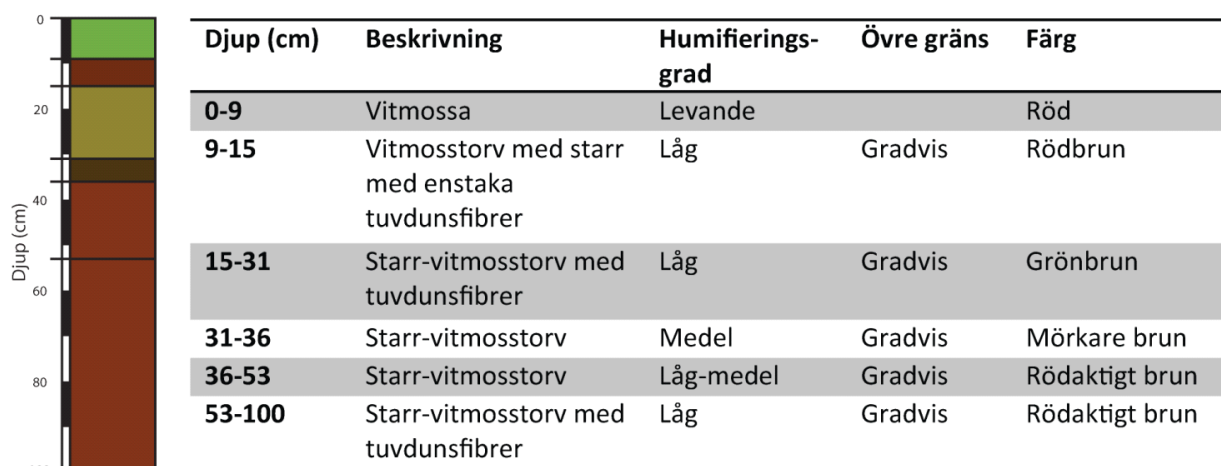
Glödförlustkurvan för Hästhults mosse sänks kraftigt mellan 8 och 21 cm där uppmätt lägstavärde är 91,5% (Figur 9). Resterande värden i borrkärnan är 98-99%. Torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet visar vid intervallet 16-20 cm en markant höjning till värden på ca 0,10 g/cm³ högre än i resten av lagerföljden.

Analyserna från Saxnäs mosse redovisas i Figur 10. Glödförlusten visar en kraftig sänkning vid 24 cm till 95%. Värdet strax innan som är 100% är troligen inte tillförlitligt då det skulle innebära att provet enbart innehöll organiskt material, vilket är orimligt. Detta värde utesluts därför från diskussionen. Torr och organisk bulkdensitet ökar i samma intervall som glödförlusten minskar vid 24 cm. En lika stor förändring i torr och organisk bulkdensitet ses även vid 38 och 51 cm. Övriga prover från borrkärnan fluktuerar mellan värdena 0,030-0,050 g/cm³.

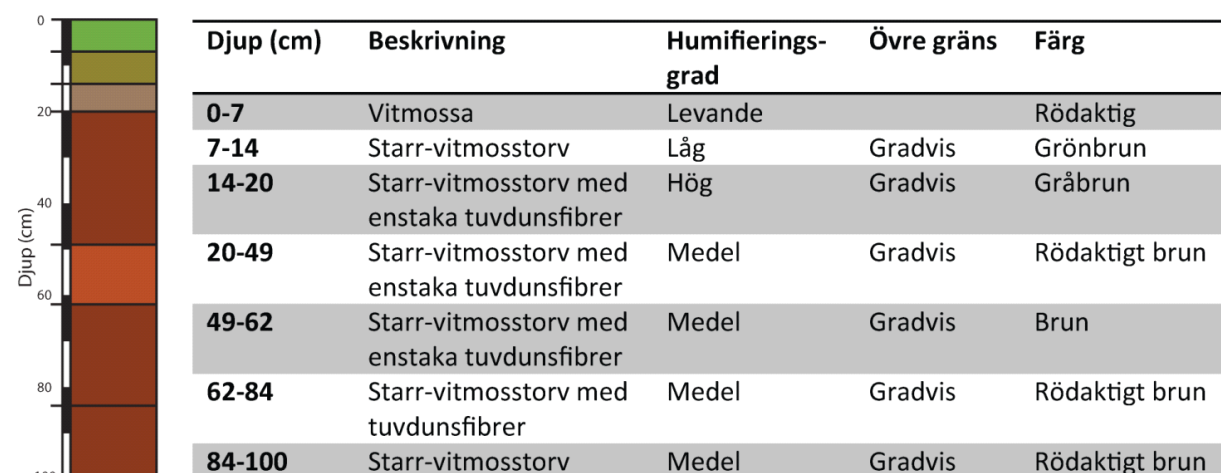
5 Diskussion

5.1 Litteraturstudie

A. Buxabygds mosse



B. Hästhults mosse



C. Saxnäs mosse

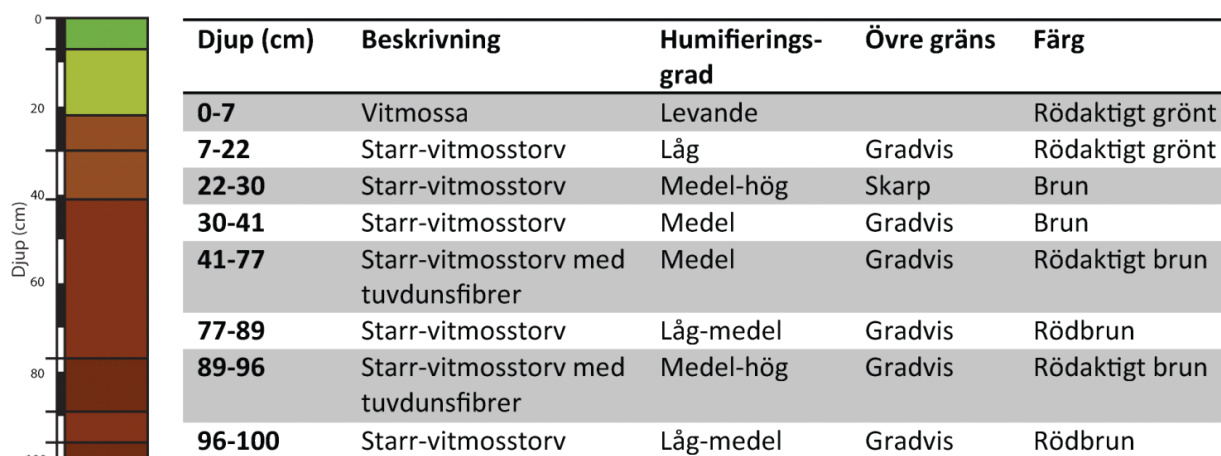


Fig. 7. Beskrivning av borrhäns stratigrafi, humifieringsgrad, lagrens övre gräns och färg.

5.1.1 Tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter

Denna diskussion kommer främst behandla förekomsten av tall på mossar de senaste 100-200 åren samt torvstratigrafier för motsvarande tidsintervall. Detta då

det är mest relevant för examensarbetets frågeställningar som behandlar när och varför tallen etablerades på de tre undersökta mossarna och om etableringen berodde på grundvattensänkningar. Frågeställningarna innefattar även om det finns indikationer på grundvat-

tensänkningar i torvstratigrafin och om dessa kan kopplas till talletableringen på mossen.

Flera studier har visat att tallens tillväxt på svenska mossar under holocen beror på hydrologiska förändringar (Gunnarson *et al.*, 2003; Edvardsson *et al.*, 2012; Linderholm *et al.*, 2002; Linderholm & Leine, 2004). Även trädetablering under de senaste 100-200 åren påverkas av grundvattenfluktuationer, men dessa kan på flera platser i Sverige knytas till vattenförändringar (Linderholm, 1999; Linderholm & Leine,

Tab. 1. Totala mäktigheten av mossarna inklusive eventuell gyttja och finkorniga minerogena sediment som finns under torven. Mätningen gjordes med sticksond precis intill borrhöjningarna.

Plats	Djup (m)
Buxabygds mosse	4,13
Hästhults mosse	5,35
Saxnäs mosse	4,16

2004). Talletablering har skett ca 1930 vid två mossar (Linderholm, 1999; Linderholm & Leine, 2004), och denna kan i båda fallen kopplas till dränering. Meteorologiska data från SMHI visar även att en temperaturhöjning började vid 1930, vilket kan tyda på att talletableringen är orsakad av en kombination av dikning och ökad temperatur. Torvhumifieringsdata från Ältabergsmossen i Uppland (Borgmark & Schoning, 2006) visar en ökning efter 1930. Samtidigt visar den rekonstruerade vattennivån en minskning fram till 1935. Linderholms och Leines (2004) resultat från Anebymossen, öster om Jönköping, visar att tallens starka etablering förmodligen orsakades av utdikning i området. Samma resultat visas av Gunnarsons (1999) studie av Handedsmossen, SV om Stockholm, där trädetablering skedde som en effekt av storskalig torvbrytning i området. Även ringbredden påverkas av torrläggning av torvmossar och ökar markant i bredd, vilket kan ge indikation på att mänsklig aktivitet har förekommit (Linderholm, 1999). van der Lindens *et al.* (2008b) studie av Åkerläna Rössen utanför Uppsala visade att ett höghumifierat lager som är daterat till 1948-1970 e.Kr. innehöll tallbarr mellan 1958-1991. Deras

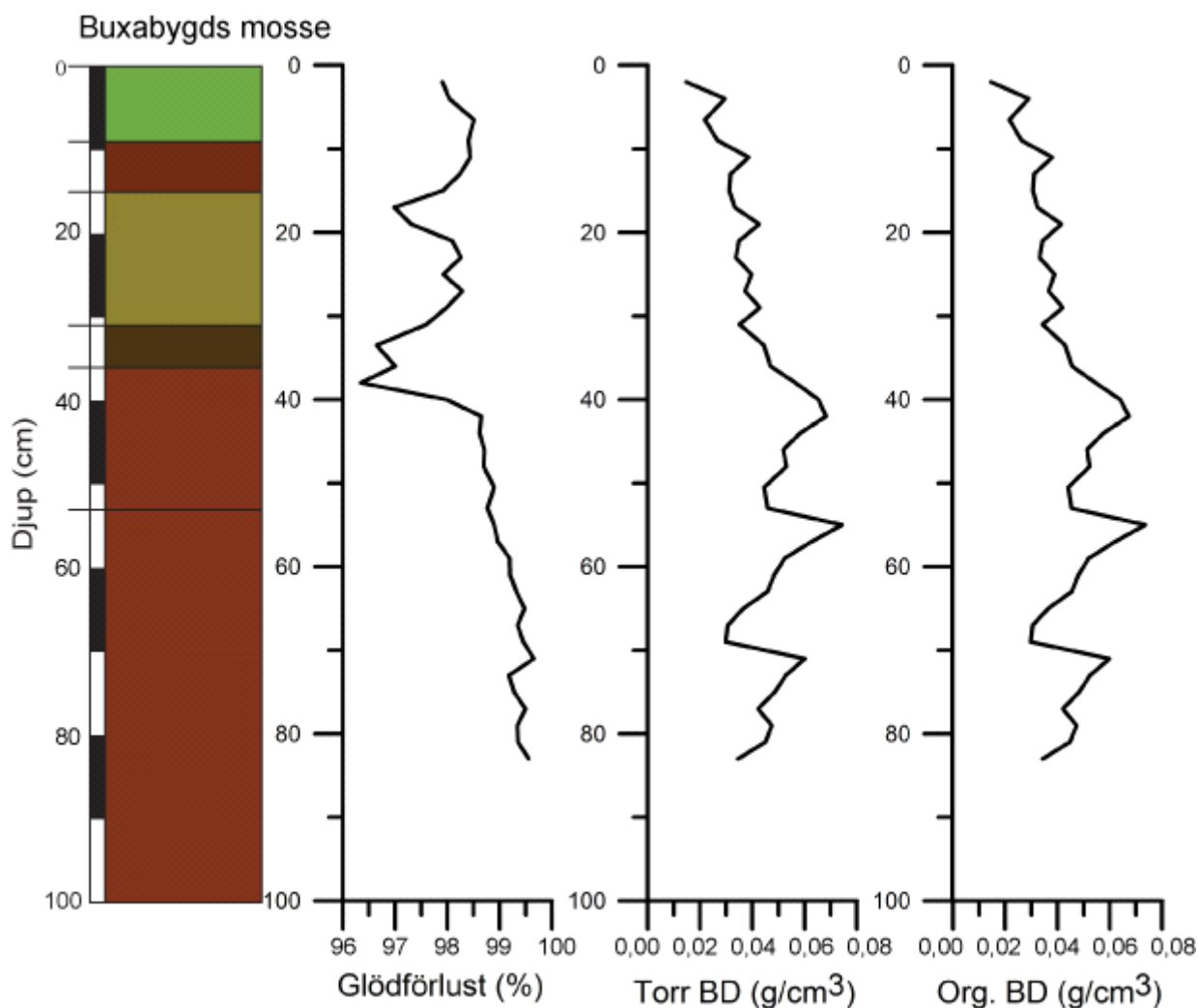


Fig. 8. Torvstratigrafi, glödförlust, torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet för borrhöjningarna från Buxabygds mosse. Torvstratigrafin med färg finns beskriven i Figur 7 A.

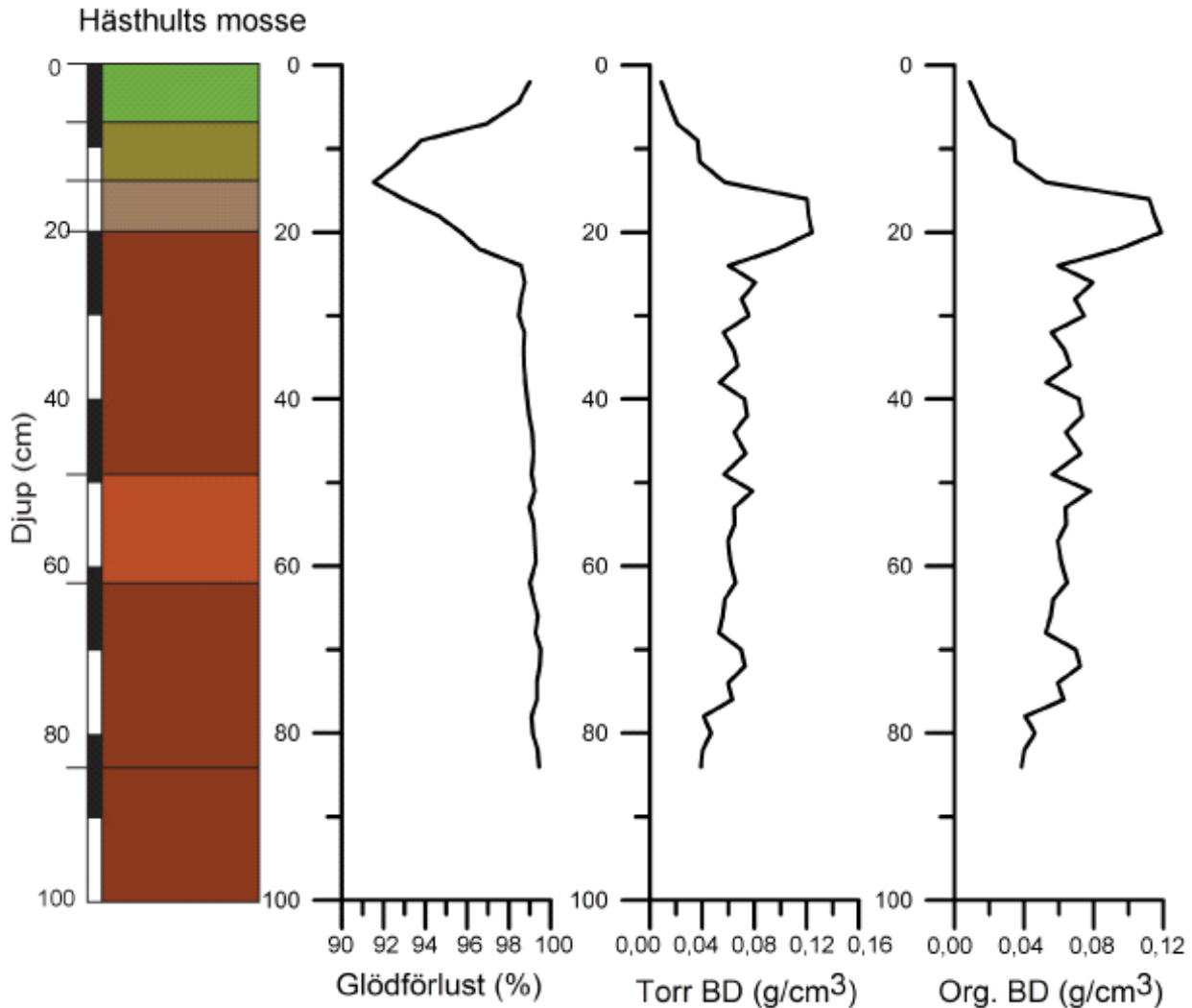


Fig. 9. Torvstratigrafi, glödförlust, torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet för borkkärnan från Hästhults mosse. Observera olika skalor för torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet. Torvstratigrafin med färg finns beskriven i Figur 7 B.

provpunkt var i närheten av ett område där torvbrytning bedrevs under andra världskriget och talletableringen skulle där kunna vara orsakad av den mänskliga aktiviteten som skedde några år tidigare. Trädetableringen skulle hamna inom de 5-20 år det tar för tallen att ge respons på hydrologiska förändringar. Linderholms (1999) studie av talltillväxt och etablering vid Hanvedsmossen visade att talltillväxten vid den opåverkade delen av mossen inte visade tecken på dränering men istället gav respons på varierande temperatur och nederbörd.

Vid flera undersökta svenska torvmossor kan en höghumifierad horisont observeras i ytnära torvstratigrafi (van der Linden *et al.*, 2008a; van der Linden *et al.*, 2008b; van der Linden & van Geel, 2006, Franzén, 2006) vilken indikerar en grundvattensänkning. För flertalet finns information om vattenförrätningar i respektive område dokumenterad. Dateringar av de observerade höghumifierade lagrena har visat varierande åldrar inom de olika områdena och att vissa mossor kan innehålla lagerluckor. van der Lindens & Leines (2006) resultat från Saxnäs mosse visar att

översta delen av det höghumifierade lagret är daterat till 1960 och att en hiatus förekommer därunder. Hiatusen skulle i sin tur vara ett resultat av dränering i området och därav orsakad av grundvattensänkning och nedbrytning (van der Linden & Leine, 2006). Under samma period visar däremot den rekonstruerade vattennivån från Uppland en stigning. Meteorologiska data från Uppsala visar även att sommartemperaturerna var låga och nederbörden var rik 1955-1970 (Borgmark & Schoning, 2006). Samtidigt påstår van der Linden *et al.* (2008b) att meteorologiska data från Uppsala visar att perioden 1960-1980 var relativt varm och torr. Att meteorologiska data från samma plats skulle skilja sig åt kan inte stämma, och genom visuell bedömning av figurerna visar respektive rapport samma data, dock med olika skalor. Däremot kan författarna av de båda artiklarna ha tolkat tidsintervallen olika och därmed delat in variationerna efter eget ändamål. Hur som helst, av Borgmarks & Schonings (2006) studie framkommer det att ett höghumifierat lager som genomgått sekundär nedbrytning ursprungligen har avsatts vid låga sommartemperaturer och stor neder-

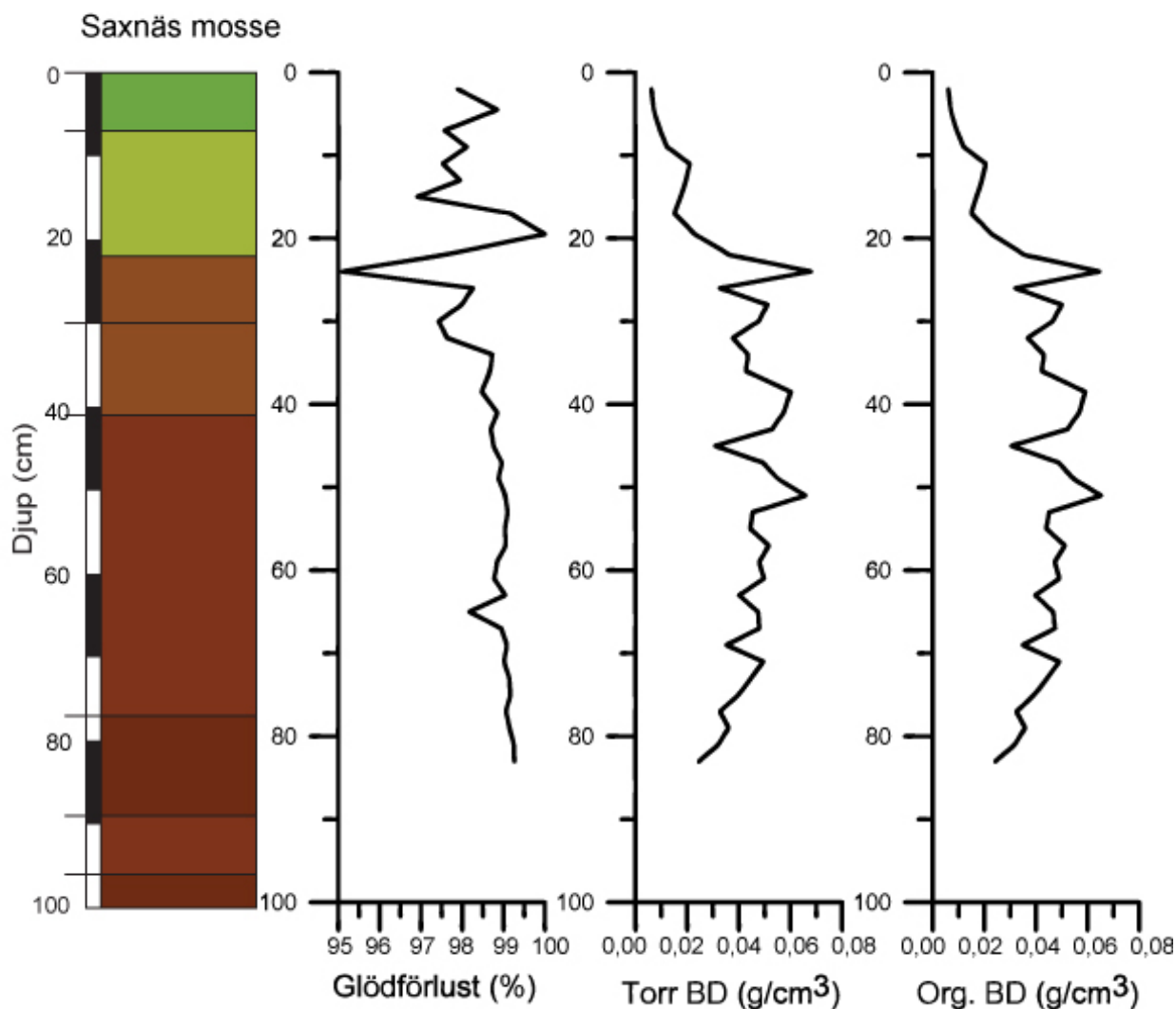


Fig. 10. Torvstratigrafi, glödförlust, torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet för borkkärnan från Saxnäs mosse. Torvstratigrafin med färg finns beskriven i Figur 7 C.

börd mellan 1955 och 1970 samtidigt med hög vattennivå på mossen. Detta visar att sekundär nedbrytning av torv kan leda till missledande resultat (Borgmark & Schoning, 2006).

Rekonstruerade vattennivåer från 1900-talet visar på liknande variationer mellan två olika mossar, Ältbergsmossen och Gullbergbymossen i Uppland (Schoning *et al.*, 2005; Borgmark & Schoning, 2006). Då de följer varandra borde dessa variationer i grundvattennivå bero på klimatförändringar. Minskad nederbörd under 1970-talet kan vara en orsak till att vattennivån ändrades trots att temperaturen endast visade en liten stegring (Schoning *et al.*, 2005). Tillväxttoppen för tall som kommer direkt efter tillväxtdepressionen vid 1930 är ett resultat av dränering i perifera delar av mossen. Dränering resulterar i att grundvattennivån sjunker och att näringsämnen blir mer lättåtkomliga, vilket i sin tur gör att tallen kan tillväxa (Linderholm & Leine, 2004). Enligt Linderholm (2002) har tallens tillväxt minskat sedan 1970-talet och detta ska bero på att nederbörden har ökat.

Av ett flertal artiklar att döma är det inte helt möj-

ligt att klargöra om tallens etablering går att korrelera med det höghumifierade lagret. Men både ett mer nedbrutet lager samt växande tall på mossar indikerar att marken har blivit torrare eller att temperaturen har ökat, och genom att jämföra tallens etablering på mossar med torvstratigrafi kan man få data för hur hydrologin i mossen har varierat med bra upplösning (Gunnarson *et al.*, 2003). De utförda vattenförrätningarna som finns dokumenterade vid vissa platser kan i många undersökningar korreleras med det höghumifierade lagret eller tallens etablering eller tillväxten hos tallen. Det skulle ge stöd åt en tolkning att utdikningar eller torvbrytning vid mossar påverkar grundvattennivån starkt som i sin tur gynnar tallens tillväxt och etablering samt en ökad nedbrytning av torv genom syresättning av marken.

5.2 Eget fältarbete och analyser

5.2.1 Tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter

Tallen etablerade sig på Saxnäs mosse redan kring 1850 och ökade successivt i antal fram till ca 1905 då etableringen avtog för att vid 1920 öka i antal med flera synkrona talletableringar (Figur 5). Av analysresultaten från borrhärnorna framgår densitetsfluktuationer genom stora delar av borrhärnan vilket gör att mossen skulle kunna ha utsatts för mänsklig påverkan i form av utdikningar i omgångar. Trädplanteringen 1912 intill Saxnäs mosse (van der Linden & van Geel, 2006) kan ha gynnat talletableringen på mossen som tog fart ca 1920 genom att ökad transpiration hos de planterade träden medförde en sänkning av grundvattnen intill, och därmed även på mossen. Perioden vid trädplanteringen fram till ca 1920 var relativt kall enligt meteorologiska data från SMHI (Figur 4), vilket gör att evaporationen från marken förmodligen inte var hög. I Buxabygds mosse etablerade sig en del tall mellan 1870 och 1900, följt av en större etablering av tall ca 1910, men den huvudsakliga etableringen skedde först kring 1920. Ingen information om den synliga utdikning som förekommit intill mossen finns, men tre vattenförrättningar ligger inom 1500 m i både östlig och sydlig riktning som gjordes 1900, 1912 och 1917 (Länsstyrelsen i Kronobergs län, 2012). Om vattenförrättningarna, trots avståndet på 1500 m, var av omfattande karaktär skulle detta kunna påverka Buxabygds mosses hydrologi och på så sätt gynna talletableringen som syns 1910 och 1920. Årtalen hamnar inom den responstid (5-20 år) för maximal tillväxt av tall som Linderholm (1999) anger. På Hästhults mosse expanderade tallen kraftigt strax efter 1930. Av länsstyrelsens databas med vattenförrättningar går att utläsa att utdikning skedde i stor omfattning runt Hästhults mosse 1930. Därmed ligger även expansionen av tall på denna mosse inom den av Linderholm (1999) angivna responstiden.

Ingen av tillväxtkurvorna för tallar på de utvalda och undersökta mossarna visar ett samband med dräneringar i områdena liknande det som Linderholm (1999) påvisade för Hanvedsmossen, där trädrygsbredden ökade markant och talletableringen tydligt var en följd av dränering och torvbrytning. Linderholms resultat visade även att hans undersökta område är beläget i en zon där tallens tillväxt i huvudsak inte påverkades av klimatologiska variationer. Mina studerade tillväxtkurvor följer däremot trender i meteorologiska data. Där SMHIs temperaturkurva visar en mycket svag sänkning 1915-1930 och höjningar vid 1930, strax innan 1950 och mitten av 1970-talet (Figur 4) följer även tallens tillväxtkurvor samma mönster (Figur 6). Att tallens tillväxt vid Hästhults mosse inte minskar lika mycket ca 1940 som vid de andra mossarna skulle kunna vara en respons på dräneringen av mossen som skedde 1930, men detta är svårbedömt eftersom data är otillförlitliga före 1925. Slutligen dalar kurvorna gemensamt efter 1980-talet vilket kan korreleras med SMHIs data där ökad temperatur och ökad nederbörd syns. Det skulle överensstämma med Linderholm et al. (2002) som menar att tillväxten stadigt har minskat sedan 1970-talet och att detta skulle

bero på ökad temperatur och nederbörd, då ökad nederbörd kan ge negativ påverkan på tillväxten. Tillväxtkurvorna hos tallen för de utvalda mossarna visar ingen tydlig koppling med årtalen för etablering av tall på mossarna. Enda undantaget är Hästhults mosse vars svar på dränering skulle kunna ses där tillväxten inte minskar lika mycket som vid de övriga mossarna ca 1940. Tidpunkten sammanfaller med den starka etableringen av tall på mossen, men detta eventuella samband vara diskutabelt på grund av otillförlitliga data före 1925.

Höghumifierade horisonter i torvstratigrafier indikeras av hög bulkdensitet tillsammans med högt stoftinnehåll (låg glödförlust) (Franzén, 2006). Vid Hästhults mosse och Saxnäs mosse ses det förväntade resultatet där låg glödförlust sammanfaller med hög torr bulkdensitet och hög organisk bulkdensitet (Figur 9 och 10). För Buxabygds mosse syns den förväntade låga glödförlusten vid det beskrivna medelhumifierade lagret på 31-36 cm, men torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet avviker från det förväntade mönstret (Figur 8). Förekomst av svagt nedbrutna tuvdunnsfibrer i proven skulle kunna vara orsaken till de oväntade värdena, men fibrerna är observerade först vid 15-31 cm samt 53-100 cm (Figur 7 A). Chambers *et al.* (2010-2011) menar att tuvdunnsfibrer kan ge opålitliga värden, då det är stor skillnad i kompaktion mellan fibrer och det mer humifierade materialet och dessutom svårt att skära till små, jämna prover. Det oväntade resultatet från Buxabygd skulle i så fall kunna bero på överlag svagt nedbrutet organiskt material i borrhärnan eller felbeskrivning av stratigrafien. Ingen information finns om dikningsarbeten i anslutning till området förutom den visuella observationen vid fältarbetet. Där emot, som tidigare nämnts, finns information om mer omfattande utdikningar inom en radie av 1500 m från Buxabygds mosse.

Som framgår av Figur 9 överensstämmer låga glödförlustvärden med höga bulkdensitetsvärden i Hästhults mosse. Horisonten vid det djupet är beskrivet som höghumifierad (Figur 7 B). Det indikerar att mer nedbrytning har skett som kan kopplas till sänkt grundvattennivå. Om det höghumifierade lagret kan korreleras med åren då etableringen av tall var som störst på mossen är svårt att säga då borrhärnan inte är daterad. Men med den kunskap om att en omfattande utdikning med grundvattensänkning som följd skedde i området 1930, tillsammans med vetskap om att tallen trivs i torrare miljö samt åren för etableringen av tall på mossen är det stor sannolikhet att tallens etablering är en följd av mänsklig aktivitet. Detta är dock inte helt säkert då även början av 1930-talet var en relativt varm och torr period, vilket kan ha bidragit till en torrare miljö samt en grundvattensänkning i Hästhults mosse.

Diagrammen för Saxnäs mosse visar på låg glödförlust och hög torr bulkdensitet tillsammans med hög organisk bulkdensitet på ett djup vid 24 cm (Figur 10), vilket sammanfaller med en horisont som är beskriven som medel-höghumifierad vid 22-30 cm (Figur 7 C).

van der Linden & van Geel (2006) fann det höghumifierade lagret mellan 30 och 35 cm och över hela mossen varierade det från 19 ner till 40 cm (van der Linden & van Geel, 2006). Det egna resultatet är inte helt överensstämmande på grund av ett ej tillförlitligt glödförlustvärde vid 22 cm. Borrkärnan innehöll dåligt nedbrutna tuvdunsfibrer i ett lager vid 41-77 cm som skulle kunna ha gett upphov till de högre värdena i torr bulkdensitet och organisk bulkdensitet vid ca 50 cm. Etableringen av tall på mossen har skett successivt med störst etablering ca 1920. Av informationen som hämtades från markägaren av van der Linden & van Geel (2006) framgår inga årtal för vattenförrättningar i området. Författarnas datering av toppen av det höghumifierade lagret är 1960 men de menar att det förekommer en hiatus som sträcker sig från 1650 till 1960 och att dränering har skett någon eller flera gånger under den tidsperioden. Det skulle kunna förklara varför deras datering av borrkärnan inte kan jämföras med årtalen för talletableringen på mossen.

De tydliga lokala skillnaderna i tid för etablering av tall som uppvisas mellan de olika mossarna, visar att den ökade nedbrytningen främst beror på mänsklig aktivitet i form av utdikningar då grundvattensänkning har skett. Genom att jämföra tallens etablering på mossar med torvstratigrafi kan man få en bra upplösning av hur hydrologin i mossen har varierat över åren (Gunnarson *et al.*, 2003). Ingen datering har gjorts och det kan inte helt säkerställas att talletableringen sammanfaller med det höghumifierade lagret. Eftersom årtalen för Saxnäs mossens talletablering inte kan korreleras med borrkärnedateringen från van der Linden & van Geel (2006) är det svårt att säga något om huruvida det höghumierade lagret sammanfaller med tallens etablering. Det som kan sägas är att hydrologin har ändrats och/eller att klimatet blivit varmare/torrare under den här perioden.

5.3 Orsaker till tallens etablering och tillväxt samt förekomst av höghumifierade torvhorisonter

Tallens tillväxt på de undersökta mossarna kan kopplas till meteorologiska data från SMHI (Figur 4) men visar ingen överensstämmelse med årtalen för tallens etablering vid mossarna (Figur 5). Det skulle i så fall innebära att det undersökta området ligger i en zon som påverkas mer av klimatologiska förändringar än vad ett tidigare undersökt område, Hanvedsmossen, SV om Stockholm, gör (Linderholm, 1999). Genom att jämföra tallens etablering och tillväxt vid mossar som både är mänskligt påverkade och icke påverkade kan man möjligen utesluta klimatvariationer som orsak till hydrologiska förändringar genom att se skillnader i tillväxten hos tallen.

Genom att jämföra tidigare resultat där utdikningsarbeten har varit den viktigaste orsaken till tallens etablering på mossar (Linderholm, 1999; Linderholm & Leine, 2004), med egna resultat, kan ett antagande göras om att samma förhållande gäller de tre utvalda

mossarna i Ljungby kommun. Resultatet stämmer bäst överens vid lokalen Hästhults mosse där en höghumifierad horisont visas av resultaten från sammanfallande låg glödförlust och hög torr bulkdensitet samt hög organisk bulkdensitet, vilket indikerar en grundvattensänkning. I området har även en utbredd utdikning gjorts 1930 och därför är det troligt att ytnära höghumifierade lager är orsakade av dränering och att dessa lager är likåldriga med etableringen av tall. Det går dock inte med säkerhet att säga att den högre humifieringsgraden i Hästhults mosse beror på klimatförändringar eller mänsklig aktivitet, eller en kombination av båda då även perioden var relativt varm. Buxabygds mosses mest omfattande trädetablering skedde ca 1920 vilket skulle kunna knytas till vattenförrättningar som gjordes i början av 1900-talet inom en radie på 1500 m i sydlig och östlig riktning. Saxnäs mosse har en höghumifierad horisont som enligt van der Linden & van Geel (2006) även är förknippad med en hiatus som har orsakats av mänsklig påverkan. Det är högst troligt att ett lager som har brutits ned så mycket skulle vara orsakat av en grundvattensänkning och att torven då utsatts för ytterligare humifiering. Det höghumifierade lagret vid Saxnäs mosse har daterats till 1960 (van der Linden & van Geel, 2006) men sammanfaller inte med talletableringen vid Saxnäs mosse som skedde ca 1920. Eftersom en lagerlucka finns är det inte möjligt att säga om trädetableringen är en följd av utdikningar i området som då inte har registreras på grund av hiatusen. Då datering av de egna borrkärnorna inte har gjorts är det omöjligt att säga om en hiatus verkligen finns i dessa. Eftersom utgrävda diken finns i anslutning till respektive mosse så är sannolikheten stor att grundvattensänkning har skett som följd av utdikningsarbeten.

6 Slutsatser

Att kombinera dendrokronologi med torvstratigrafi är ett bra sätt att undersöka hydrologiska förändringar. Det är svårt att klargöra om talletableringen på de undersökta mossarna de senaste 100-200 åren beror på klimatförändringar eller antropogen påverkan i form av utdikningar. Vid jämförelse med andra områden med liknande fenomen där dränering och torvbrytning har varit orsaken till ett höghumifierat lager, är det dock mycket troligt att de utvalda mossarna har påverkats av samma förhållanden. Eftersom ingen datering har gjorts av de egna borrkärnorna är det inte heller möjligt att korrelera tiden för tallens etablering med horisonter som är mer nedbrutna än omgivande lager. Följande kan dock sägas:

- De undersökta borrkärnorna från tre torvmossar i Kronobergs län visar alla tre indikationer, i form av ett relativt höghumifierat lager, på att grundvattnet har sjunkit de senaste 100-200 åren.
- Tallens etablering vid de utvalda och undersökta mossarna skedde ca 1920 vid Buxabygds mosse, ca 1940 vid Hästhults mosse och ca

1920 vid Saxnäs mosse som ett resultat av en grundvattensänkning i mossarna.

- Utdikningar har gjorts vid alla tre mossarna, vilka har medfört grundvattensänkningar som åtminstone i några fall kan kopplas till tallens etablering på mossarna.

7 Fortsatta undersökningar

Det finns mer att göra för att säkerställa om talletableringen på mossar kan korreleras med det höghumifierade lagret i torvmossarna och om det i sin tur kan kopplas till mänsklig påverkan i form av utdikningar. Ett sätt är att ¹⁴C-datera borrhärdarna för att se när det höghumifierade lagret bildades och om det då går att korrelera med etableringen av tall. Lämpliga undersökningar hade även varit att se vilken flora och fauna som har funnits på mossarna de senaste 100-200 åren och på så sätt se när vattennivåerna har fluktuerat och om växter knutna till odlingsmark kan säga något om markanvändningen i närheten. Genom att kombinera dendrokronologi med torvstratigrafi vid mossar som både är påverkade och opåverkade finns möjlighet att tydligt se om talletableringen har skett som en följd av vattenförrättningar eller vid jämförelse med meteorologiska data komma fram till om denna har klimatologiska orsaker.

8 Tack

Ett stort tack till mina handledare Mats Rundgren och Johannes Edvardsson för råd och vägledning samt för det stöd som behövts under arbetets gång. Även ett stort tack för en fantastisk vacker fältdag i Småland. Tack till Anton Hansson för stort engagemang och värdefulla tips vid laborationsarbetet och slutligen ett tack till Åsa Wallin för instruktioner i sedimentlaboratoriet.

9 Referenser

Andersson, G., 1998: Deglaciation pattern and dynamics in the Bolmen area, southwestern Sweden. Lundqua Thesis 42. Lunds universitet.

Andréasson, P.G. (red), 2006: *Geobiosfären – en introduktion*. Studentlitteratur. 604 sidor.

Borgmark, A., 2005: Holocene climate variability and periodicities in south-central Sweden, as interpreted from peat humification analysis. *The Holocene* 15, 387-395.

Borgmark, A., Schoning, K., 2006: A comparative study of peat proxies from two eastern central Swedish bogs and their relation to meteorological data. *Journal of Quaternary Science* 21, 109-114.

Chambers, F.M., Beilman, D.W. & Yo, Z., 2010-2011: Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for paleostudies of climate and peatland carbon dynamics. *Mires and Peat* 7, 1-10.

Charman, D., 2002: *Peatlands and Environmental Change*. John Wiley and Sons. 301 sidor.

Daniel, E., 1989: Beskrivning till jordartskartan SV

Växjö, Serie Ae. Sveriges geologiska undersökning.

Edvardsson, J., Leuschner, H.H., Linderson, H., Linderholm, H.W., Hammarlund, D., 2012a: South Swedish bog pines as indicators of Mid-Holocene climate variability. *Dendrochronologia* 30, 93-103.

Edvardsson, J., Linderson, H., Rundgren, M., Hammarlund, D., 2012b: Holocene peatland development and hydrological variability inferred from bog-pine dendrochronology and peat stratigraphy – a case study from southern Sweden. *Journal of Quaternary Science*. DOI: 10.1002/jqs.2543.

Edvardsson, J., 2012: Personlig kommunikation.

Eliasson, P., 2010: Skogsdikning och skogsväxt under 1900-talet. Runefelt, L. (red): *Svensk mosskultur – odling, torvanvändning och landskapets förändring 1750-2000*. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. 528 sidor.

Franzén, L.G., 2006: Increased decomposition of sub-surface peat in Swedish raised bogs: are temperate peatlands still net sinks of carbon? *Mires and Peat* 1, 1-16.

Fredén, C., 1988: Beskrivning till jordartskartan SV Värnamo, Serie Ae. Sveriges geologiska undersökning.

Google Earth, 2012. Flygbilder hämtade 2012-05-09.

Gunnarson, B.E., 1999: A 200-year tree-ring chronology of pine from a raised bog in Sweden: Implication for climate change? *Geografiska Annaler*, 81 A, 421-430.

Gunnarson, B.E., Borgmark, A., Wastegård, S., 2003: Holocene humidity fluctuations in Sweden inferred from dendrochronology and peat stratigraphy. *Boreas* 32, 347-360.

Hansson, A., 2011: Torvstratigrafisk studie av en trädstamshorisont I Viss mosse, central Skåne kring 4 000 – 3 000 cal BP med avseende på klimat- och vattenståndsförändringar. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet – Kvartärgeologi* 280, 22 sidor.

Liljegren, R., 2010: Pluddertorv, tramptorv och maskintorv. Om torvtäkt och torvanvändning i Sverige 1800-1950. Runefelt, L. (red): *Svensk mosskultur – odling, torvanvändning och landskapets förändring 1750-2000*. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. 528 sidor.

Linderholm, H.W., 1999: Climatic and anthropogenic influences on radial growth of Scots pine at Hanvedsmossen, a raised peat bog, in south central Sweden. *Geografiska Annaler*, 81 A, 75-86.

Linderholm, H.W., Moberg, A. & Grudd, H., 2002: Peatland pines as climate indicators? A regional comparison of the climatic influence on Scots pine growth in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 32, 1400-1410.

Linderholm, H.W., & Leine, M., 2004: An assessment of twentieth century tree-cover changes on a southern Swedish peatland combining dendrochronology and aerial photograph analysis. *Wetlands* 24, 357-363.

- Lundqvist, J., Wohlfarth, B., 2001: Timing and east-west correlation of south Sweden ice marginal lines during the late Weichselian. *Quaternary Science Reviews* 20, 1127-1148.
- Länsstyrelsen i Kronobergs län, 2012. GISdata från Länsstyrelserna. http://lanstema.lst.se/AspMapPrev/default.asp?NewLayer=D%3A\data/lansdata_gws/LSTGIS/GL%C4N%20och%20vattenregleringar/vattenforrhattning.shp&add=true Hämtat 2012-05-07.
- Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., 1986: *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold Company. 539 sidor.
- Rundgren, M., 2008: Stratigraphy of peatlands in central and northern Sweden: evidence of Holocene climatic change and peat accumulation. *GFF* 130, 95-107.
- SCB, 2012 Karta över Sverige med länsindelning. Statistiska centralbyrån. http://www.scb.se/Pages/List____257347.aspx Hämtat 2012-05-09.
- Schoning, K., Charman, D.J., Wastegård, S., 2005: Reconstructed water tables from two ombrotrophic mires in eastern central Sweden compared with instrumental meteorological data. *The Holocene* 15, 111-118.
- Schweingruber, F.H., 1988. *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. Reidel: Dordrecht. 292 sidor.
- SMHI, 2012a. Klimatindikator – temperatur. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/klimatindikator-temperatur-1.2430> Hämtat 2012-05-07.
- SMHI, 2012b. Klimatindikator – nederbörd. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbörd/klimatindikator-nederbörd-1.2887> Hämtat 2012-05-07.
- van der Linden, M., van Geel, B., 2006: Late Holocene climate change and human impact recorded in a south Swedish ombrotrophic peat bog. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 649-667.
- van der Linden, M., Barke, J., Vickery, E., Charman, D.J., van Geel, B., 2008a: Late Holocene human impact and climate change recorded in a North Swedish peat deposit. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 258. 1-27.
- van der Linden, M., Vickery, E., Charman, D.J., van Geel, B., 2008b: Effects of human impact and climate change during the last 350 years recorded in a Swedish raised bog deposit. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 262. 1-31.
- Warodell, B., 2010: Mossodling förr och nu – om utdikningsverksamheten i Kronobergs län. Runefelt, L. (red): *Svensk mosskultur – odling, torvanvändning och landskapets förändring 1750-2000*. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. 528 sidor.

**Tidigare skrifter i serien
”Examensarbeten i Geologi vid Lunds
universitet”:**

272. Andersson, Josefin, Hybertsen, Frida, 2010: Geologi i Helsingborgs kommun – en geoturistkarta med beskrivning. (15 hp)
273. Barth, Kilian, 2011: Late Weichselian glacial and geomorphological reconstruction of South-Western Scania, Sweden. (45 hp)
274. Mashramah, Yaser, 2011: Maturity of kerogen, petroleum generation and the application of fossils and organic matter for paleotemperature measurements. (45 hp)
275. Vang, Ina, 2011: Amphibolites, structures and metamorphism on Flekkerøy, south Norway. (45 hp)
276. Lindvall, Hanna, 2011: A multi-proxy study of a peat sequence on Nightingale Island, South Atlantic. (45 hp)
277. Bjerg, Benjamin, 2011: Metodik för att förhindra metanemissioner från avfallsdeponier, tillämpad vid Albäcksdeponin, Trelleborg. (30 hp)
278. Pettersson, Hanna, 2011: El Hicha – en studie av saltstämpssediment. (15 hskp)
279. Dyck, Brendan, 2011: A key fold structure within a Sveconorwegian eclogite-bearing deformation zone in Halland, south-western Sweden: geometry and tectonic implications. (45 hp)
280. Hansson, Anton, 2011: Torvstratigrafisk studie av en trädstamshorisont i Viss mosse, centrala Skåne kring 4 000 - 3 000 cal BP med avseende på klimat- och vattenståndsförändringar. (15 hp)
281. Åkesson, Christine, 2011: Vegetationsutvecklingen i nordvästra Europa under Eem och Weichsel, samt en fallstudie av en submorän, organisk avlagring i Bellinga stenbrott, Skåne. (15 hp)
282. Silveira, Eduardo M., 2011: First precise U-Pb ages of mafic dykes from the São Francisco Craton. (45 hp)
283. Holm, Johanna, 2011: Geofysisk utvärdering av grundvattenskydd mellan väg 11 och Vombs vattenverk. (15 hp)
284. Löfgren, Anneli, 2011: Undersökning av geofysiska metoders användbarhet vid kontroll av den omättade zonen i en infiltrationsdamm vid Vombverket. (15 hp)
285. Grenholm, Mikael, 2011: Petrology of Birimian granitoids in southern Ghana - petrography and petrogenesis. (15 hp)
286. Thorbergsson, Gunnlaugur, 2011: A sedimentological study on the formation of a hummocky moraine at Törnåkra in Småland, southern Sweden. (45 hp)
287. Lindskog, Anders, 2011: A Russian record of a Middle Ordovician meteorite shower: Extraterrestrial chromite in Volkhovian-Kundan (lower Darriwilian) strata at Lynna River, St. Petersburg region. (45 hp)
288. Gren, Johan, 2011: Dental histology of Cretaceous mosasaurs (Reptilia, Squamata): incremental growth lines in dentine and implications for tooth replacement. (45 hp)
289. Cederberg, Julia, 2011: U-Pb baddelyit dateringar av basiska gångar längs Romeleåsen i Skåne och deras påverkan av plastisk deformation i Protoginzonen (15 hp)
290. Ning, Wenxing, 2011: Testing the hypothesis of a link between Earth's magnetic field and climate change: a case study from southern Sweden focusing on the 1st millennium BC. (45 hp)
291. Holm Östergaard, Sören, 2011: Hydrogeology and groundwater regime of the Stanford Aquifer, South Africa. (45 hp)
292. Tebi, Magnus Asiboh, 2011: Metamorphosed and partially molten hydrothermal alteration zones of the Akulleq glacier area, Paamiut gold province, South-West Greenland. (45 hp)
293. Lewerentz, Alexander, 2011: Experimental zircon alteration and baddeleyite formation in silica saturated systems: implications for dating hydrothermal events. (45 hp)
294. Flodhammar, Ingrid, 2011: Lövestads åsar: En isälvsavlagring bildad vid inlandsisens kant i Weichsels slutskede. (15 hp)
295. Liu, Tianzhuo, 2012: Exploring long-term trends in hypoxia (oxygen depletion) in Western Gotland Basin, the Baltic Sea. (45 hp)
296. Samer, Bou Daher, 2012: Lithofacies analysis and heterogeneity study of the subsurface Rhaetian–Pliensbachian sequence in SW Skåne and Denmark. (45 hp)

297. Riebe, My, 2012: Cosmic ray tracks in chondritic material with focus on silicate mineral inclusions in chromite. (45 hp)
298. Hjulström, Joakim, 2012: Återfyllning av borrhål i geoenergisystem: konventioner, metod och material. (15 hp)
299. Letellier, Mattias, 2012: A practical assessment of frequency electromagnetic inversion in a near surface geological environment. (15 hp)
300. Lindenbaum, Johan, 2012: Identification of sources of ammonium in groundwater using stable nitrogen and boron isotopes in Nam Du, Hanoi. (45 hp)
301. Andersson, Josefin, 2012: Karaktärisering av arsenikförorening i matjordsprofiler kring Klippans Läderfabrik. (45 hp)
302. Lumetzberger, Mikael, 2012: Hydrogeologisk kartläggning av infiltrationsvattentransport genom resistivitetsmätningar. (15 hp)
303. Martin, Ellinor, 2012: Fossil pigments and pigment organelles – colouration in deep time. (15 hp)
304. Rådman, Johan, 2012: Sällsynta jordartsmetaller i tungsand vid Haväng på Österlen. (15 hp)
305. Karlstedt, Filippa, 2012: Jämförande geokemisk studie med portabel XRF av obehandlade och sågade ytor, samt pulver av Karlshamnsdiabas. (15 hp)
306. Lundberg, Frans, 2012: Den senkambriska alunskiffern i Västergötland – utbredning, mäktigheter och facietyper. (15 hp)
307. Thulin Olander, Henric, 2012: Hydrogeologisk kartering av grundvattenmagasinet Ekenäs-Kvarndammen, Jönköpings län. (15 hp)
308. Demirer, Kursad, 2012: U-Pb baddeleyite ages from mafic dyke swarms in Dharwar craton, India – links to an ancient supercontinent. (45 hp)
309. Leskelä, Jari, 2012: Loggning och återfyllning av borrhål – Praktiska försök och utveckling av täthetskontroll i fält. (15 hp)
310. Eriksson, Magnus, 2012: Stratigraphy, facies and depositional history of the Colonus Shale Trough, Skåne, southern Sweden. (45 hp)
311. Larsson, Amie, 2012: Kartläggning, beskrivning och analys av Kalmar läns regionalt viktiga vattenresurser. (15 hp)
312. Olsson, Håkan, 2012: Prediction of the degree of thermal breakdown of limestone: A case study of the Upper Ordovician Boda Limestone, Siljan district, central Sweden. (45 hp)
313. Kampmann, Tobias Christoph, 2012: U-Pb geochronology and paleomagnetism of the Westerberg sill, Kaapvaal Craton – support for a coherent Kaapvaal-Pilbara block (Vaalbara). (45 hp)
314. Eliasson, Isabelle Timms, 2012: Arsenik: förekomst, miljö och hälsoeffekter. (15 hp)
315. Badawy, Ahmed Salah, 2012: Sequence stratigraphy, palynology and biostratigraphy across the Ordovician-Silurian boundary in the Röstånga-1 core, southern Sweden. (45 hp)
316. Knut, Anna, 2012: Resistivitets- och IP-mätningar på Flishultsdeponin för lokalisering av grundvattenytor. (15 hp)
317. Nylén, Fredrik, 2012: Förädling av ballastmaterial med hydrocyklon, ett fungerande alternativ? (15 hp)
318. Younes, Hani, 2012: Carbon isotope chemostratigraphy of the Late Silurian Lau Event, Gotland, Sweden. (45 hp)
319. Weibull, David, 2012: Subsurface geological setting in the Skagerrak area – suitability for storage of carbon dioxide. (15 hp)
320. Petersson, Albin, 2012: Förutsättningar för geoenergi till idrottsanläggningar i Kallerstad, Linköpings kommun: En förstudie. (15 hp)
321. Axbom, Jonna, 2012: Klimatets och människans inverkan på tallens etablering på sydsvenska mossar under de senaste århundradena – en dendrokronologisk och torvstratigrafisk analys av tre småländska mossar. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund