



Trädslagets betydelse för näringsstatusen i den boreala skogens organiska (O) horisont

Påverkas halten och mängden fosfor, kalcium, kalium, mangan och svavel?

Mollie Lindström och Sofia Udell

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Skogsvetarprogrammet
Kandidatarbeten i skogsvetenskap • 2026:11
Umeå 2026



Trädslagets betydelse för näringsstatusen i den boreala skogens organiska (O) horisont: Påverkas halten och mängden fosfor, kalcium, kalium, mangan och svavel?

*The influence of tree species on nutrient status in the boreal forests organic (O) Horizon:
Are phosphorus, calcium, potassium, manganese and sulfur concentrations and stocks affected?*

Mollie Lindström och Sofia Udell

Handledare:	Jonatan Klaminder, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel
Examinator:	Marcus Klaus, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogens ekologi och skötsel
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i Skogsbruksvetenskap
Kurskod:	EX1015
Program/utbildning:	Skogsvetarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för skoglig ekologi och skötsel
Utgivningsort:	Umeå
Utgivningsår:	2026
Omslagsbild:	Sofia Udell
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Delnummer i serien:	2026:11
Nyckelord:	Näringsupptag, trädslag, näringsämnen, O horisont, markkemi, Sverige

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för Skogens ekologi och skötsel

Sammanfattning

Under de senaste decennierna har poolen (g/m^2) samt koncentrationen (%) växttillgängliga näringsämnen i skogsmarkens organiska (O) horisont ökat i Sverige. Syftet med denna studie var att undersöka om förändringar i trädslagsfördelning kan utgöra en möjlig förklaringsfaktor. Studien genomfördes på två försökslokaler i norra Sverige där näringsstatusen (kalcium, kalium, mangan, fosfor och svavel) i markens O horisont analyserades med hjälp av röntgenfluorescensspektrometri (XRF).

Effekter av tio olika trädslag i replikerade bestånd ($N=6$) på två lokaler, undersöktes med tvåvägs-ANOVA. Resultaten visade att trädslag har betydelse för både näringskoncentrationen och poolen makro- och mikronäringsämnen i O horisonten. Kalciumkoncentrationen för svartgran (*Picea mariana*) var lägre än banksianatall (*Pinus banksiana*), contortatall (*Pinus contorta*), sibirisk ädelgran (*Abies sibirica*), vårtbjörk (*Betula pendula*) och vitgran (*Picea glauca*). Manganhalten påverkades av både trädslag och lokal, där svartgran uppvisade lägre halter än vårtbjörk. Kalciumpooler var högre hos contortatall än svartgran, vitgran och klippgran (*Abies lasiocarpa*), medan svartgran visade lägre manganpooler än banksianatall och contortatall. Kalium-, fosfor- och svavelhalter påvisade skillnader mellan lokaler men inte mellan trädslag. Interaktionen mellan trädslag och lokal påvisade ingen effekt för någon av de analyserade näringshalterna och poolerna.

Sammantaget visar vårt resultat att halten samt mängden av kalcium och mangan påverkas av trädslag, men att inga skillnader mellan de vanligaste trädslagen i svenskt skogsbruk kunde observeras. Vi anser det därför mindre sannolikt att förändringar i trädslag sedan 1980-talet har orsakat ökad koncentration och pool i O horisonten. Särskilt med tanke på att våra resultat även tyder på betydelsen av lokala markkemiska förutsättningar för övriga studerade ämnen.

Nyckelord: Näringsupptag, trädslag, näringsämnen, O horisont, markkemi, Sverige

Abstract

During the last decades, the pool (g/m^2) and the concentration (%) of plant-available nutrients in the organic (O) horizon of forest soils have increased in Sweden. The aim of this study was to examine whether changes in tree species composition could represent a potential explanatory factor. The study was conducted at two experimental sites in northern Sweden, where the nutrient status (calcium, potassium, manganese, phosphorus and sulphur) in the soil O horizon was analysed using X-ray fluorescence spectrometry (XRF).

Effects of ten different tree species in replicate stands ($N=6$) at two sites, were examined using two-way ANOVA. The results showed that tree species has an impact on both nutrient concentration and the pool of macro- and micronutrients in the O horizon. The calcium concentration of black spruce (*Picea mariana*) was lower than that of banksian pine (*Pinus banksiana*), contorta pine (*Pinus contorta*), Siberian fir (*Abies sibirica*), pendula birch (*Betula pendula*) and white spruce (*Picea glauca*). Manganese levels were affected by both tree species and site, with black spruce showing lower levels than pendula birch. Calcium pools were higher in contorta pine than black spruce, white spruce and Scots fir (*Abies lasiocarpa*), while black spruce showed lower manganese pools than banksian pine and contorta pine. Potassium, phosphorus and sulfur levels showed differences between sites but not between tree species. The interaction between tree species and site showed no effect for any of the analysed nutrient levels and pools.

Overall, our results indicate that both concentrations and pools of calcium and manganese are affected by tree species, no differences were found among the tree species most commonly used in Swedish forestry. We therefore consider it unlikely that shifts in tree-species composition since the 1980s have driven the observed increases in nutrient concentrations and pools in the O horizon. This conclusion is further supported by the strong influence of local soil-chemical conditions on the remaining studied nutrients.

Keywords: Nutrient uptake, tree species, nutrients, O horizon, soil chemistry, Sweden

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning	7
Förkortningar	8
1. Inledning	9
2. Metod.....	11
2.1 Lokal & försöksdesign	11
2.2 Trädslag & behandling	12
2.3 Markprover	14
2.4 Analys av näringsämnen.....	14
2.5 Statistiska analyser	15
3. Resultat	18
3.1 Näringskoncentrationer (%) i O horisonten	18
3.2 Näringspool (g/m ²) i O horisonten.....	20
4. Diskussion	22
4.1 Trädslagseffekter på näringsstatus i O horisonten	22
4.2 Lokaleffekter på näringsstatus i O horisonten	24
4.3 Trädslag som möjlig förklaringsfaktor till förändrad näringsstatus i O horisonten ..	26
Referenser.....	28
Bilaga 1.....	32
Bilaga 2.....	33
Bilaga 3.....	34
Tack	35

Tabellförteckning

Tabell 1. Resultat från tvåvägs-ANOVA avseende effekterna av trädslag, lokal och deras interaktion (trädslag *lokal) på näringskoncentrationer (%) i markens O horisont. Kalcium och mangan redovisas som resultatet av ln-transformerade värden. Tabellen redovisar frihetsgrader (df) F-värden och p-värden för respektive näringsämne.....	19
Tabell 2. Resultat från tvåvägs-ANOVA avseende effekterna av trädslag, lokal och deras interaktion (trädslag *lokal) på näringspoolen (g/m ²) i markens O horisont. Kalium och mangan redovisas som resultatet av ln-transformerade värden. Tabellen redovisar frihetsgrader (df) F-värden och p-värden för respektive näringsämne.	21
Tabell 4. Medelvärden av koncentrationer (%) av näringsämnena kalcium (Ca%) kalium (K%), mangan (Mn%) fosfor (P%) och svavel (S%). 2293 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2293 Manjaur, 2291 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2291 Renberget och fetstilt presenteras sammanvägda medelvärden.	32
Tabell 5. Medelvärden av näringspooler (g/m ²) av näringsämnena kalcium (Ca g/m ²) kalium (K g/m ²), mangan (Mn g/m ²) fosfor (P g/m ²) och svavel (S g/m ²). 2293 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2293 Manjaur, 2291 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2291 Renberget och i fetstilt presenteras sammanvägda medelvärden.	33

Figurförteckning

- Figur 1. Lokalerna för försöket är (I) 2293 Manjaur och (II) 2291 Renberget (inspirerad av Lantmäteriet 2015 och Lantmäteriet 2017)..... 11
- Figur 2. Försöksdesign för a) Manjaur 2293 och b) Renberget 2291. Varje ruta representerar en försöksavdelning (Avd), där trädslag anges i respektive ruta. Avdelningarna är organiserade i tre block per lokal och separeras av feta linjer. Skalan (m) anger sidlängd för avdelningarna och pilar markerar nordriktning (inspirerad av Silvaboreal Manjaur 2026; Silvaboreal Renberget 2026). 12
- Figur 3. Koncentrationer (%) av kalcium (Ca), kalium (K), mangan (Mn), fosfor (P) och svavel (S) i markens O horisont för olika trädslag vid lokalerna Manjaur 2293 och Renberget 2291. För kalcium och mangan redovisas ln-transformerade värden. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd. Versaler indikerar signifikanta ($p < 0,05$) skillnader mellan trädslag. Färgkodning för respektive trädslag redovisas i legenden höger om figuren. 18
- Figur 4. Pool (g/m^2) kalcium (Ca), kalium (K), mangan (Mn), fosfor (P) och svavel (S) i markens O horisont för olika trädslag vid lokalerna Manjaur 2293 och Renberget 2291. För kalium och mangan redovisas ln-transformerade värden. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd. Versaler indikerar signifikanta ($p < 0,05$) skillnader mellan trädslag. Färgkodning för respektive trädslag redovisas i legenden höger om figuren. 20
- Figur 5. A) O horisontens tjocklek (cm) samt B) torrsvikt (g) i Manjaur 2293 och Renberget 2291. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd. 34

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
XRF	X-ray fluorescence (röntgenflourecens)

1. Inledning

Sedan början av 1920-talet har det pågått forskning rörande hur växter påverkar fördelningen av grundämnen i markytan (Vernadsky 1997). Upptäckten att växter selektivt kan ta upp ämnen från djupare marklager, ”nutrient pumping”, och deponera dessa i ytliga skikt i samband med förnafall och rotdeposition lade grunden för teorier kring ”biosfärens” specifika kemiska sammansättning. Även om det idag är vederlagt att de flesta makro- och mikro-näringsämnen är anrikade i markytan i skogliga ekosystem (Vernadsky 1997), kvarstår kontroverser kring deras ursprung. Dessa avser i vilken utsträckning ämnen i markens organiska O horisont, ”mårlagret”, som utgörs av förna- och humuslager härrör från växters upptag, atmosfäriskt nedfall och/eller inblandning av underliggande mineraler genom biologisk omrörning (bioturbation) eller uppfrysning (kryoturbation) (Klaminder et al. 2011).

På liknande sätt är mekanismerna bakom de observerade ökningarna av halterna av flera näringsämnen såsom magnesium, mangan och kalcium i svensk skogsmarks O horisont under de senaste 40 åren ännu inte helt klarlagda (Spohn et al. 2025). Författarna i artikeln har föreslagit flera teorier, bland annat att urlakningen i O horisonten har minskat till följd av minskat surt nedfall. Även att ökad träd tillväxt och djupare rotbildning kan ha främjat transporten av näringsämnen från mineraljorden till O horisonten via förnafall. Slutligen nämner de också att ökningen av näringsämnen kan vara relaterad till det dominanta trädslaget.

Implicit i den sistnämnda teorin är en möjlig förklaring att förändringar i trädslagsfördelning över tid har påverkat näringsstatusen i O horisonten. Det svenska skogslandskapet präglades under 1900-talet av kemisk bekämpning av lövträd och storskalig granplantering vilket skapade homogena barrskogar (Östlund & Zackrisson 2000; Laestander 2015). Efter 1980-talet förbjöds kemiska bekämpningsmedel (Werner et al. 1980), samt infördes ny skogspolitik där produktionsmål och miljömål jämfördes (Skogsvårdsförordning, (1993:1096) u.å.), vilket förändrade skogsbruket. Tillsammans ledde detta till en successiv ökning av volymen lövträd i svenska skogar under slutet på 1900-talet (Roberge et al. 2024).

Parallellt med den ökade volymen lövträd introducerades även flertalet främmande barrträdslag i Sverige under senare delen av 1900-talet. Contortatall (*Pinus contorta*) var det barrträd som introducerades i störst omfattning och är idag vanligt förekommande i skogsbruket (Skogsstyrelsen 2009). Även olika lärkarter (*Larix spp.*) har planterats in, däribland rysk lärk, (*Larix sukaczewii*) som

länge betraktats som främmande och potentiellt invasiv, men efter fynd av makrofossil klassificeras arten nu som inhemsk (Klaminder et al. 2026). Andra främmande barrträdslag som förekommer i begränsad omfattning, främst i försökslokaler och som parkträd, är sibirisk ädelgran eller pichta (*Abies sibirica*), klippgran eller berggran (*Abies lasiocarpa*), banksianatall (*Pinus banksiana*) samt vit- och svartgran (*Picea glauca* respektive *Picea mariana*) (SLU artdatabanken 2025). Sammantaget har det svenska skogslandskapet förändrats kraftigt, vilket väcker frågan om dessa förändringar även kan ha betydelse för näringsinnehållet i markens O horisont.

Syftet med denna studie var att undersöka om trädslag påverkar den totala halten och näringspoolen näringsämnen (kalcium, kalium, mangan, fosfor och svavel). Mot denna bakgrund kommer följande frågeställningar att analyseras:

- Är trädslag en möjlig orsak till förändringar av halten näringsämnen i markens O horisont?
- Är effekter av trädslag på näringsstatusen i O horisonten oberoende av lokal?

2. Metod

Studien genomfördes som en empirisk och kvantitativ undersökning. Provtagning av O horisonten utfördes efter 30 respektive 32 tillväxtsånger från plantering. Markprover samlades in, torkades, siktades och analyserades i Renberget 2291 sommaren 2021 och i Manjaur 2293 våren 2026. En detaljerad beskrivning av de studerade lokalerna och analytiska metoder följer nedan.

2.1 Lokal & försöksdesign

Beskrivningen av försökslokalerna nedan baseras på dokumentation från Silvaboreal (Silvaboreal Manjaur 2026; Silvaboreal Renberget 2026). Provtagning har genomförts på två försökslokaler i Vindelns kommun, Västerbottens län. Lokalerna är (Figur 1; I) Manjaur 2293 (lat. 64°42'N; long. 19°18'E, alt. 315 m.ö.h) och (Figur 1; II) Renberget 2291 (lat. 64°16'N; long. 19°48'E, alt. 300 m.ö.h).



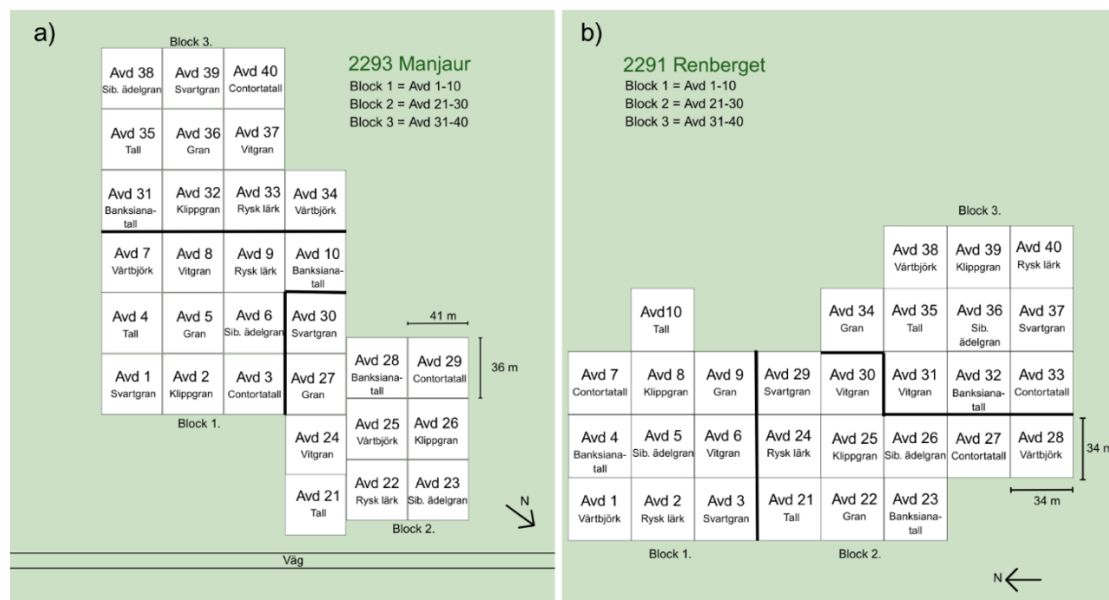
Figur 1. Lokalerna för försöket är (I) 2293 Manjaur och (II) 2291 Renberget (inspirerad av Lantmäteriet 2015 och Lantmäteriet 2017)

Försöken är en del av en landsomfattande försöksserie om 9 produktionsförsök med nya trädslag och anlades mellan 1992 och 1994. Försöksägare är SLU-ESF (Enheten för skoglig fältforskning) -Vindelns försöksparker. Holmen AB är markägare vid lokalen Manjaur 2293 och Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag är markägare vid lokalen Renberget 2291.

Båda lokalerna består av jordarten podsol med sandig-moig morän och ett mäktigt jorrdjup. Humustjockleken var 3–6 cm i Manjaur och 5–15 cm i Renberget (Larsson 2026). Fuktigheten klassificeras som frisk, vegetationstypen är

blåbärsristyp och det förekommer markvatten i längre perioder på båda lokalerna. I Manjaur bestod den tidigare skogsmarken av lika delar tall och gran med inslag av björk och boniteten på lokalen är T21. Försöket Renberget är anlagt på en bördig granbonitet i ostsluttning med boniteten G22.

Försöken är designade som randomiserade blockförsök. Varje lokal omfattar tio trädslag fördelade över tre block och 30 avdelningar, där varje trädslag representeras en gång per block. Figur 2 a-b redovisar försöksdesignen på respektive lokal. I försöksområdet Manjaur (Figur 2a) utgörs varje avdelning av 18 rader med 18 plantor, motsvarande 324 plantor av ett trädslag med 2×2,3 m förband. Den totala arealen per avdelning uppgår till 1490 m² (36×41m). I försöksområdet Renberget (Figur 2b) utgörs varje avdelning av 17 rader med 17 plantor, motsvarande 289 plantor. Förbandet är 2×2 meter och den totala arealen per avdelning är 1156 m² (34×24m).



Figur 2. Försöksdesign för a) Manjaur 2293 och b) Renberget 2291. Varje ruta representerar en försöksavdelning (Avd), där trädslag anges i respektive ruta. Avdelningarna är organiserade i tre block per lokal och separeras av feta linjer. Skalan (m) anger sidlängd för avdelningarna och pilar markerar nordriktning (inspirerad av Silvboreal Manjaur 2026; Silvboreal Renberget 2026).

2.2 Trädslag & behandling

Beskrivningen av trädslag, plantmaterial, planteringsmetod och efterföljande skötselåtgärder baseras på dokumentation från Silvboreal (Silvboreal u.å.a); Silvboreal u.å.b).

Trädslagen i försöken är banksianatall (*Pinus banksiana*), contortatall (*Pinus contorta*), gran (*Picea abies*), klippgran/berggran (*Abies lasiocarpa*), rysk lärk (*Larix sukaczewii*), sibirisk ädelgran/pichta (*Abies sibirica*), svartgran (*Picea mariana*), tall (*Pinus sylvestris*), vitgran (*Picea glauca*) samt vårtbjörk (*Betula pendula*).

Plantorna som användes i försöken odlades huvudsakligen som täckrotsplanter vid SkogForsks plantskola i Sävar, norr om Umeå. Det fanns dock undantag i försöket Manjaur 2293 då svartgran täckrotodlades vid Bogrundets plantskola i Västernorrland och klippgran barrotodlades i Norge. Hösten före plantering förbereddes planteringslokalerna och plantmaterialet genom markberedning samt förflyttning av plantmaterialet till Piparböles plantskola, nordväst om Umeå. Markberedning utfördes med driven harv i Manjaur 2293 och i Renberget 2291 utfördes invers högläggning med grävmaskin vid planteringspunkterna. Plantmaterialet fryslagrades i -3 °C och tinades i + 4 °C i plantkyl två veckor innan plantering.

I Renberget 2291 initierades första planteringen i juni 1992 där huvudsakligen ettåriga plantor användes. I Manjaur 2293 användes i första hand tvååriga plantor vid planteringen som utfördes i juni 1994. På grund av bortfall i fält och på plantskola förekom även plantering av ettåriga plantor av tall, banksianatall, rysk lärk, contortatall och vårtbjörk i Manjaur 2293. Alla plantor var i god kondition med undantag för ett fåtal som hade obalanserad rot/skott kvot. I detta fall var det den 1-åriga svartgranen våren 1994 och Bogrundets svartgran våren 1995. I Renberget 2291 användes främst ettåriga plantor, för att ha tillgång till jämnåriga plantor vid hjälpplantering omplanterades ett antal plantor av vardera av trädslagen till treliterskrukor samma år som plantering. Dock överstegs behovet 1993 när hjälpplantering utfördes, därför förekommer plantor av annat ursprung i försöket. I samband med plantering felplanterades 22 plantor av pappersbjörk (*Betula papyrifera*) i en av avdelningarna med vårtbjörk. Det förekommer även totalt 25 klippgransplantor i två av avdelningarna med sibirisk ädelgran. Båda försöken hägnades hösten samma år som plantering utfördes i syfte att skydda mot viltskador.

Hjälplantering genomfördes där behov fanns för båda försöken i juni ett år efter plantering. I försöket Manjaur 2293 fanns behov för samtliga trädslag i varierande omfattning, den högsta avgången noterades hos den ettåriga svartgranen, till följd av låg plantkvalitet, samt hos klippgran där en torr försommar bedömdes vara orsaken. För resterande plantor var avgången låg. I Renberget 2291 varierade behovet av hjälpplantering för de olika trädslagen. Det upptäcktes vid en besiktning att det planterats contortatall i avdelningar med tall, detta åtgärdades i

juni 1995. Vidare har röjning gjorts för båda försöken vid behov för att huvudstammar av planterat trädslag fortsatt ska vara det dominerande trädslaget på ytan.

2.3 Markprover

Provtagning av markens O horisont genomfördes i juni 2021 på försökslokalen Renberget och i april 2026 i Manjaur. Vid provtagning användes ett PVC-rör försett med tandat blad med en diameter på 10 cm. Prover togs från markytan ned till att det översta mineraljordsskiktet (A horisonten) påträffades. Provtagning avslutades vid övergången mellan O horisonten och det översta mineraljordsskiktet då djupare mineraljordlager inte ingick i studien.

I Manjaur togs fyra delprover per avdelning vilka placerades fem meter från avdelningens mittpunkt längs två vinkelräta axlar likt ett kors. Vid förekomst av hinder såsom kraftig tjäle eller blockighet anpassades provpunkternas placering i fält. Avstånd och riktning bibehölls dock i största möjliga utsträckning. Efter provtagning avlägsnades grövre material såsom rötter, kvistar och vegetation manuellt. Proverna torkades därefter i 100°C till konstant vikt och siktades genom 2 mm-säll för att avskilja finjordfraktionen (<2 mm), vilket utgör standardfraktionen för kemiska markanalyser och möjliggör jämförbarhet (van Reeuwijk 2002). I Renberget togs i stället 10 delprover per avdelning i ett systematiskt rutnmönster som sedan siktades genom 2mm-säll, torkades i 70°C i minst 48 timmar och sedan maldes. Därefter slogs proverna från Renberget ihop till ett generalprov per avdelning bestående av de tio delproverna. Det homogeniserade materialet från respektive lokal vägdes och förvarades i rumstemperatur fram till analys.

2.4 Analys av näringsämnen

Analysen av provernas näringsinnehåll gjordes med röntgenfluorescensspektrometri (XRF) som är en icke-destruktiv spektrometrisk metod som möjliggör analys av flera grundämnen samtidigt (González et al. 2024).

Resultaten från XRF-analysen redovisades som den procentuella andelen av provets analyserade mängd som respektive grundämne utgjorde. Vid urval av näringsämnen för vidare analys inkluderades endast grundämnen som klassificeras som mikro- eller makronäringsämnen för växter. Vidare krävdes att halterna låg över XRF-analysens detektionsgräns (LOD) samt uppvisade tillräcklig mätprecision.

Detektionsgränsen (LOD, *Limit of Detection*) definieras som den lägsta halt av ett grundämne som med rimlig statistisk säkerhet kan påvisas med XRF-analys (Elvatech, 2025). För att bedöma mätprecisionen beräknades den relativa standardavvikelsen (RSD), även benämnd variationskoefficient, enligt Rousseau (2001). RSD beräknades som kvoten mellan XRF-analysens rapporterade mätosäkerhet (2σ) och den uppmätta procentandelen av respektive grundämne (ekvation 1).

$$\text{RSD (\%)} = 2\sigma / \text{"procentandel"} \times 100 \quad (\text{Ekv 1})$$

Endast grundämnen med ett RSD-värde under 20% inkluderades i den fortsatta analysen. RSD-värden som översteg 20% bedömdes ha en för hög osäkerhet för att vara tillförlitligt vid kvantitativ analys av denna typ (Browne & Whitcomb 2010). De näringsämnen som uppfyllde kriterierna för vidare analys var kalcium, kalium, mangan, fosfor och svavel.

För prover tagna i Manjaur 2293 beräknades aritmetiskt medelvärde och standardavvikelse baserat på de fyra delproverna. Avdelningen betraktades som den experimentella enheten, och delproverna sammanfördes därför till ett medelvärde inför den statistiska analysen. Detta gjordes för att undvika pseudoreplikation, eftersom delprover inom samma avdelning inte är statistiskt oberoende (Hurlbert 1984). Prover från Renberget var redan sammanslagna på avdelningsnivå inför analys vilket innebar att beräkning av medelvärde inte var nödvändigt.

För att bestämma mängden näringsämne i respektive prov beräknades gram näringsämne genom att multiplicera provets totala torrsustans (g) med näringsämnets halt i procent dividerat med 100 (ekvation 2).

$$g_{\text{ämne}} = \text{provvikt (g)} * (\text{Halt näringsämne (\%)} / 100) \quad (\text{Ekv 2})$$

För att uttrycka resultaten som gram per kvadratmeter (g/m^2) dividerades mängden näringsämne i varje prov med provytans area (ekvation 3).

$$\text{g/m}^2 = g_{\text{ämne}} / \text{provytearea} \quad (\text{Ekv 3})$$

2.5 Statistiska analyser

I den statistiska analysen valdes tvåvägs-ANOVA med signifikansnivå $\alpha = 0,05$ och 95% konfidensintervall som analysmetod för att möjliggöra analys av huvud- och interaktionseffekter mellan trädslag och lokal. Metoden är lämpad för analys med två oberoende faktorer (Bobbitt 2018). Den statistiska analysen utfördes i

programvaran SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). För att tvåvägs-ANOVA skulle kunna användas krävdes att tre grundläggande statistiska antaganden var uppfyllda. Dessa antaganden innebar att datamaterialet för varje näringsämne behövde bestå av oberoende observationer, uppfylla homoskedasticitet samt vara normalfördelat (Bobbitt 2018). Innan den statistiska analysen undersöktes således om datamaterialet uppfyllde alla krav. Kravet på oberoende observationer bedömdes vara uppfyllt då varje avdelning representerades av endast ett värde.

För att kontrollera att homoskedasticitet, det vill säga om det var lika spridning av residualerna, var uppfyllt granskades residualfigurer för samtliga responsvariabler. Residualer, definierade som skillnaden mellan observerade och förutsagda värden, analyserades visuellt för varje responsvariabel (Bobbitt 2018; Bobbitt 2020). Homoskedasticitet antogs vara uppfyllt om residualerna i residualfigurerna var jämnt fördelade med samma vertikala spridning enligt Chugani (2025). De responsvariabler som inte uppfyllde homoskedasticitet transformerades med den naturliga logaritmen ($\ln$) då transformering (ekvation 4), minskar spridningen av datamaterialet och ökar sannolikheten för att homoskedasticitet uppfylls (Osborne 2010). Efter logaritmering uppfyllde samtliga responsvariabler homoskedasticitet.

$$y = \ln(x) \quad (\text{Ekv 4})$$

x = uppmätt koncentration

$\ln$ = naturlig logaritm

y = $\ln$ -transformerat värde

Normalfördelningen hos datamaterialet testades med ett Shapiro-wilk test (Bobbitt 2024). Ett Shapiro-wilk test genomfördes då det anses vara mer statistiskt kraftfullt jämfört med Kolmogorow-Smirnow vid mindre urvalsstorlek (Mohd Razali & Yap 2011). Majoriteten av variablerna uppvisade normalfördelning enligt Shapiro-wilk testet. För de variabler som inte uppfyllde detta antagande genomfördes visuell kontroll av normalfördelning med hjälp av Q-Q-diagram, där normalfördelning indikeras av att datapunkterna följer den rätta referenslinjen (Mohd Razali & Yap 2011). Vid denna kontroll bedömdes samtliga variabler uppvisa acceptabel normalfördelning. När det kontrollerats att alla krav för tvåvägs-ANOVA var uppfyllt genomfördes analysen.

Tvåvägs-ANOVA utfördes för att analysera effekterna av trädslag och lokal på koncentrationerna av respektive näringsämne. Analysen inkluderade trädslag och lokal som fasta faktorer samt deras interaktion. Vid signifikanta effekter av

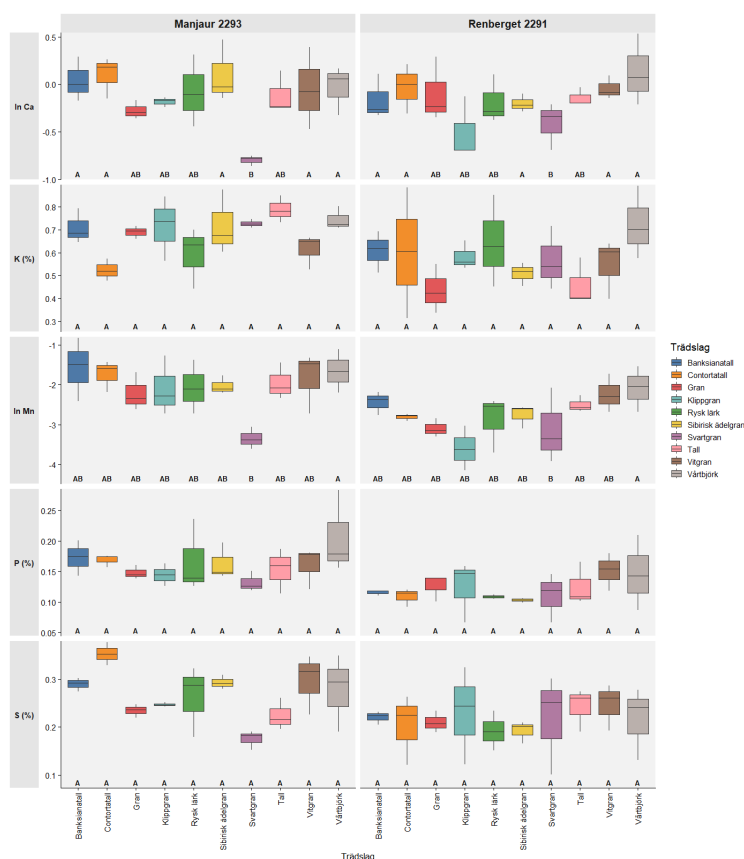
trädslag utfördes post hoc-tester enligt Tukey HSD för att identifiera parvisa signifikanta skillnader mellan trädslagen. För visualisering av resultat skapades tabeller och låddiagram med hjälp av Microsoft Excel och Rstudio (version 2024.09.01).

3.Resultat

Resultat från analyser av koncentrationer (%) och näringspooler (g/m²) av respektive näringsämne i markens O horisont vid lokalerna Manjaur 2293 och Renberget 2291 presenteras nedan. Medelvärden av koncentrationer och pooler av respektive näringsämne redovisas i Bilaga 1 och 2.

3.1 Näringskoncentrationer (%) i O horisonten

Övergripande skillnader i näringshalt mellan trädslag och lokaler framgår av Figur 3. Koncentrationerna av flera näringsämnen, särskilt kalcium och mangan generellt var högre i Manjaur jämfört med Renberget för flera trädslag. Det framgår även att variationen mellan trädslag är relativt stor, där vårtbjörk uppvisar generellt högre halter av flera näringsämnen och svartgran uppvisar generellt lägre koncentration.



Figur 3. Koncentrationer (%) av kalcium (Ca), kalium (K), mangan (Mn), fosfor (P) och svavel (S) i markens O horisont för olika trädslag vid lokalerna Manjaur 2293 och Renberget 2291. För kalcium och mangan redovisas ln-transformerade värden. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd. Versaler indikerar signifikanta ($p < 0,05$) skillnader mellan trädslag. Färgkodning för respektive trädslag redovisas i legenden höger om figuren.

Resultaten från tvåvägs-ANOVA (Tabell 1a-e) visade att effekten av trädslag och lokal på halten näringsämnen i O horisonten varierade mellan de analyserade näringsämnena. Någon interaktion mellan trädslag och lokal påvisades inte för något av näringsämnena. Halten kalcium (Tabell 1a) påverkades av trädslag ($p=0,003$), men inte av lokal. Post hoc-analysen visade att skillnaden i huvudsak drevs av att svartgran uppvisade lägre kalciumhalter än banksianatall, contortatall, sibirisk ädelgran, vårtbjörk och vitgran ($p < 0,05$). Inga skillnader observerades mellan de övriga trädslagen.

Halterna av kalium (Tabell 1b), fosfor (Tabell 1d) och svavel (Tabell 1e) påverkades samtliga av lokal (K%: $p < 0,001$; P%: $p < 0,001$; S%: $p = 0,001$), men inte av trädslag.

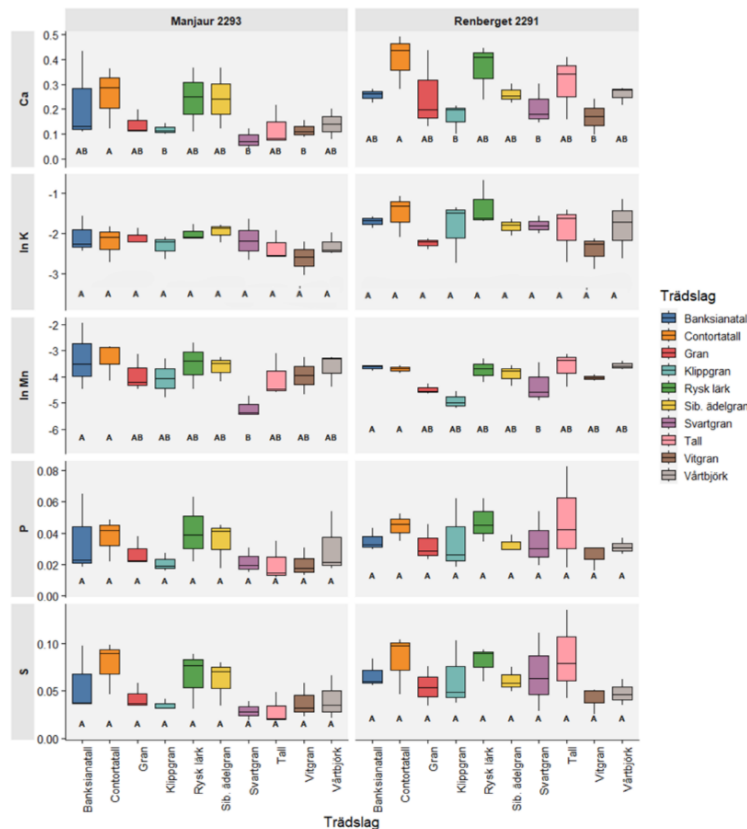
För ln transformerat mangan (Tabell 1c) var både effekten av trädslag ($p=0,002$) och lokal ($p < 0,001$) signifikant. Post hoc- analysen visade endast en skillnad mellan vårtbjörk och svartgran ($p = 0,025$) där vårtbjörk uppvisade högre halter.

*Tabell 1. Resultat från tvåvägs-ANOVA avseende effekterna av trädslag, lokal och deras interaktion (trädslag *lokal) på näringskoncentrationer (%) i markens O horisont. Kalcium och mangan redovisas som resultatet av ln-transformerade värden. Tabellen redovisar frihetsgrader (df) F-värden och p-värden för respektive näringsämne.*

	df	F	P-Värde
a) ln Ca			
Trädslag	9	3,531	0,003
Lokal	1	0,277	0,602
Trädslag *Lokal	9	1,156	0,349
n	60		
b) K%			
Trädslag	9	1,063	0,41
Lokal	1	13,12	<,001
Trädslag *Lokal	9	1,693	0,123
n	60		
c) ln Mn			
Trädslag	9	3,626	0,002
Lokal	1	25,499	<,001
Trädslag *Lokal	9	1,107	0,38
n	60		
d) P %			
Trädslag	9	1,096	0,388
Lokal	1	19,515	<,001
Trädslag *Lokal	9	0,546	0,832
n	60		
e) S%			
Trädslag	9	1,165	0,343
Lokal	1	11,948	0,001
Trädslag *Lokal	9	1,613	0,145
n	60		

3.2 Näringspool (g/m^2) i O horisonten

Övergripande skillnader i näringspooler mellan trädslag och lokaler redovisas i Figur 4. Näringspoolerna var generellt högre i Manjaur jämfört med Renberget för samtliga analyserade näringsämnen.



Figur 4. Pool (g/m^2) kalcium (Ca), kalium (K), mangan (Mn), fosfor (P) och svavel (S) i markens O horisont för olika trädslag vid lokalerna Manjaur 2293 och Renberget 2291. För kalium och mangan redovisas ln-transformerade värden. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd. Versaler indikerar signifikanta ($p < 0,05$) skillnader mellan trädslag. Färgkodning för respektive trädslag redovisas i legenden höger om figuren.

Resultaten från tvåvägs-ANOVA (Tabell 2a-e) avseende näringspool (g/m^2) i O horisonten visade att effekten av trädslag och lokal varierade mellan de analyserade näringsämnena samtidigt som ingen interaktion mellan trädslag och lokal påvisades.

Kalcium (Tabell 2a) uppvisade skillnader mellan både trädslag ($p=0,011$) och lokal ($p < 0,001$). Post hoc-analysen indikerade att contortatall hade en högre kalciumpool jämfört med klippgran, svartgran och vitgran ($p < 0,05$). Även mangan uppvisade skillnader mellan trädslag ($p=0,00338$) men inte av lokal. Post

hoc-analysen visade att svartgran hade lägre näringspool än banksianatall och contortatall ($p < 0,05$).

Näringspoolen kalium (Tabell 2b), och svavel (Tabell 2e) påverkades av lokal (ln K: $p = 0,002$; S: $p = 0,01$) men inte av trädslag. Fosfor (Tabell 2d) uppvisade ingen effekt av trädslag eller lokal, även om en svag lokaleffekt noterades ($p = 0,066$). Manjaur uppvisade generellt högre näringspooler.

*Tabell 2. Resultat från tvåvägs-ANOVA avseende effekterna av trädslag, lokal och deras interaktion (trädslag *lokal) på näringspoolen (g/m^2) i markens O horisont. Kalium och mangan redovisas som resultatet av ln-transformerade värden. Tabellen redovisar frihetsgrader (df) F-värden och p-värden för respektive näringsämne.*

	df	F	P-Värde
a) Ca			
Trädslag	9	2,826	0,011
Lokal	1	15,359	<,001
Trädslag *Lokal	9	0,48	0,880
n	60		
b) ln K			
Trädslag	9	1,674	0,128
Lokal	1	10,555	0,002
Trädslag *Lokal	9	0,509	0,859
n	60		
c) ln Mn			
Trädslag	9	2,949	0,009
Lokal	1	0,709	0,405
Trädslag *Lokal	9	0,978	0,473
n	60		
d) P			
Trädslag	9	0,977	0,474
Lokal	1	3,573	0,066
Trädslag *Lokal	9	0,461	0,892
n	60		
e) S			
Trädslag	9	1,582	0,154
Lokal	1	7,272	0,010
Trädslag *Lokal	9	0,771	0,644
n	60		

4. Diskussion

Syftet med denna studie var att undersöka om trädslag påverkar den totala halten och näringspoolen kalcium, kalium, mangan, fosfor och svavel. Studien visar att koncentrationen och näringspoolen av näringsämnen i markens O horisont i viss utsträckning påverkas av trädslag men även av lokala markförutsättningar. I denna studie var effekten av trädslag tydligast för kalcium och mangan, vilket uppvisades både för koncentrationer och pooler. Mellan lokalerna observerades skillnader i pooler för samtliga undersökta näringsämnen, även koncentrationerna uppvisade liknande mönster, med undantag för kalcium där ingen skillnad mellan lokal kunde påvisas.

Nedan diskuteras resultaten från analyserna av näringskoncentrationer och näringspooler med avseende på trädslag och lokal.

4.1 Trädslagseffekter på näringsstatus i O horisonten

Svartgranens lägre kalcium- och manganhalter kan bero på dess trädslagsspecifika anpassningar till fuktiga och näringsfattiga marker (Krause & Lemay 2023). Svartgranen förekommer ofta på sådana lokaler, där syretillgången i marken är begränsad. Den har därför utvecklat ett extremt ytligt rotsystem som normalt sett inte är mer än 20 cm djupt, för att få ett effektivt syreupptag genom att prioritera rotbildning i de syrerika marklagren. Eftersom majoriteten av kalciumet är lagrat i de djupare marklagren kan svartgranens anpassade rotsystem göra det svårare för den att nå de djupare marklagren. Vilket i sin tur kan orsaka lägre halter av kalcium i svartgranens O-horisont (Krause & Lemay 2023; Hägermark et al. 2002).

En möjlig förklaring till skillnader i kalciumhalter är att trädslag med djupare eller mer omfattande rotsystem i mineraljorden, tar upp större mängder kalcium passivt via vattenflödet och återför det till O-horisonten genom förnafall (Spohn et al. 2025). Som i sin tur leder till högre kalciumkoncentrationer i O horisonten. Enligt Spohn et al. (2025) är det speciellt vårtbjörken som använder sig av dessa mekanismer.

För mangan kan skillnaderna även vara orsakade av pH-värdet i marken, då mangan blir rörligare och riskeras att urlakas i större utsträckning vid lägre pH, vilket leder till lägre mangankoncentrationer (Marschner 2012). Generellt sett bidrar barrträd till lägre pH i O-horisonten än lövträd. Det kan vara en bidragande orsak till de lägre halterna mangan för svartgran i jämförelse med vårtbjörk (Nilsson et al. 2007). Vårtbjörken har dessutom en god förmåga att ta upp

mikronäringsämnen från mineraljorden samt återföra dem till O horisonten via förnafall, vilket kan bidra till ökad manganhalt (Spohn et al. 2025). När större mängder av markens manganförråd är bundet till mineraler i mineraljorden (Vodyanitskii. 2009), kan svartgranens ytliga rotsystem orsaka en begränsad tillgång till dessa reserver. Vårtbjörken var en av dem med högst tillväxt vid revisionen för båda lokalerna. Eftersom biomassan i form av förna och rötter utgör basen för markens organiska material, påverkar dessa skillnader direkt utvecklingen av O horisonten (Stolt & Lindbo 2010). Vilket också kan vara en bidragande orsak till studiens resultat.

Gällande näringspooler hade contortatall en högre kalciumpool jämfört med klippgran, svartgran och vitgran. För mangan hade svartgran lägre näringspool än banksianatall och contortatall. Sannolikt beror dessa resultat på svartgranens anpassningar och egenskaper. Eftersom det i båda fallen är tallarter som hade högre värden jämfört med gran är det möjligt att tallarter generellt sett har egenskaper som leder till en större näringspool av kalcium och mangan jämfört med granarter. Vilka egenskaper som ger upphov till detta är svårt att fastslå men de verkar påverka näringspoolen i större utsträckning jämfört med näringskoncentrationen.

Tidigare studier har visat att vårtbjörk (*Betula pendula*) och gran (*Picea abies*) kan ge högre halter av kalcium jämfört med tall (*Pinus sylvestris*) (Spohn et al. 2025). Det var inget generellt mönster som visades i vår studie. Avsaknaden av dessa skillnader i vår studie betyder nödvändigtvis inte att små variationer saknas, det kan bero på att våra metoder var för okänsliga för att upptäcka dem. Till exempel så är XRF-analysen känslig för provernas homogenitet (López-Núñez 2022). Eftersom proverna till stor del bestod av organiskt material där näringsämnen ofta är ojämnt fördelade (Stolt & Lindbo 2010), kan variation i uppmätta halter förekomma. Denna variation kan enligt López-Núñez (2022) minimeras genom torkning och malning. Lätta grundämnen påverkas dessutom mer av att organiskt material dämpar röntgensignalen vilket kan leda till underskattning vid XRF-analys (López-Núñez 2022). I denna studie innebär det att fosfor och svavel kan ha underskattats. Sammantaget kan skillnaderna i näringsinnehåll mellan trädslagen således vara större eller mindre än vad resultaten i denna studie visar och bör därför tolkas med viss försiktighet.

En annan faktor som kan påverka resultatet är ln-transformeringen som genomfördes för kalcium- och manganhalter samt näringspoolerna vid analys. Vid ln-transformering beskriver resultaten främst relativa skillnader mellan grupper snarare än absoluta skillnader i näringshalter (West 2021). I denna studie betyder det att de skillnader som observerats för halten kalcium och mangan, samt mellan

näringspoolerna främst speglar relativa skillnader mellan trädslag och lokaler snarare än absoluta skillnader. Dock påverkas frågeställningen inte av detta i någon större utsträckning då vi i denna studie endast vill veta om någon skillnad mellan trädslagen existerar. Sammanfattningsvis bör resultaten därför tolkas som indikatorer på hur trädslag påverkar den proportionella fördelningen av näringsämnen snarare än mått på faktiska halter och näringspooler.

4.2 Lokaleffekter på näringsstatus i O horisonten

Variationer i näringshalter och näringspooler mellan lokalerna kan delvis förklaras av skillnader i lokalernas geologi och vittringshastighet (SLU 2025). Berggrunden i Manjaur utgörs av granit vilket innehåller kaliumrika primära mineraler som glimmer och kalifältspat. Dessa mineraler återfinns även i paragnejs, som utgör berggrunden i Renberget, men förekommer generellt sett i mindre utsträckning, vilket kan förklara de högre kaliumhalterna och poolerna i Manjaur (SGU u.å.b.; SGU u.å.a.). Fosforhalterna kan på liknande sätt påverkas av variationer i modernmateriallets fosforinnehåll och vittringshastighet (Adediran et al. 2020). Samtidigt varierar fosforinnehåll betydligt beroende på bergartens geologiska ursprung (Sha et al. 1999; Adediran et al. 2020), vilket gör det svårt att dra säkra slutsatser utan geokemiska analyser på lokalerna. För att kunna dra en slutsats om modernmateriallets påverkan på fosforhalterna krävs således kompletterande analyser.

Skillnader i förekomst av järn- och aluminiumoxider som binder sulfat kan även bidra till de variationer som observerades mellan lokalerna. Paragnejs som är en metamorf bergart vittrar generellt snabbare än granit som är en magmatisk bergart, vilket kan leda till större mängd järn- och aluminiumoxider som i sin tur leder till en större mängd svavel i O-horisonten (Johnson 1984). Detta var dock inget generellt mönster vi såg i denna studie, då svavelhalten och poolen var högre i Manjaur. Detta tyder på att andra faktorer sannolikt haft större betydelse för O horisontens svavelstatus.

Bergarter är även en av de viktigaste faktorerna för markens pH-värde (Zhang et al. 2019). Paragnejs frigör fler baskatjoner än granit i och med dess snabbare vittring (Högberg 2022; SGU 2021), vilka motverkar försurning och höjer pH:t i marken (Andersson & Lax 1996). Mangan blir mer rörligt vid lägre pH-nivåer och löper högre risk att urlakas (Berg et al. 2015). Ett något högre pH i Renberget borde således leda till att mangan har urlakats i mindre utsträckning och ha en högre koncentration. Eftersom manganhalten var högre i Manjaur tyder resultaten på att andra faktorer sannolikt haft större betydelse. För att kunna fastställa pH:ts roll behövs kompletterande mätningar av pH på respektive lokal.

I sura skogsmarker utgör humuslagret den primära fosforkällan för träden, där upp till 99% av fosforupptaget sker från O horisonten (Zederer et al. 2017). Eftersom båda lokalerna domineras av barrträd är marken sannolikt sur (Nilsson et al. 2007), vilket innebär att variationer i humustäckets tjocklek får betydelse för trädens fosforupptag. Enligt Zederer et al. (2017) gynnar ett tjockare humustäcke mikrobiell aktivitet genom sitt högre kolinnehåll vilket ökar frigörelsen av fosfor till marklösningen. Bilaga 3 visar att O horisonten i Renberget generellt var tjockare och hade större variation jämfört med Manjaur. Trots detta visade resultaten att Manjaur hade högre fosforhalt, vilket kan tyda på att effekten var begränsad eller att studiens mätprecision inte var tillräcklig för att upptäcka sambandet.

Humuslagrets egenskaper påverkar även andra näringsämnen. Ett tjockare humuslager kan lagra mer baskatjoner som kalcium (Uggla et al. 2003; Nilsson et al. 2007), men kan samtidigt minska markdjurens omrörning mellan O horisonten och mineraljorden (Nilsson et al. 2007). Detta kan hindra transporten av kalcium från mineraljorden till O horisonten vilket kan förklara varför kalciumpoolerna var högre i Manjaur som hade tunnare O horisont.

Skillnader i trädens vitalitet och skadenivå kan också ha påverkat resultaten. Manjaur hade en högre andel skadade träd, där cirka 30% av plantorna var skadade och den genomsnittliga vitaliteten var 93%, medan Renberget hade något högre vitalitet på 98% och en lägre andel skadade plantor, cirka 10% vid fem- och sexårsrevisionerna (Silvaboreal Manjaur 2026; Silvaboreal Renberget 2026). Dessa skillnader i vitalitet och skadenivå kan ha påverkat trädens tillväxt då högre vitalitet och lägre skadenivå generellt innebär bättre tillväxt (Dobbartin 2005). Detta kan i sin tur ha förstärkt skillnaderna mellan lokalerna genom att påverka mängden krondropp och förfall med svavelinnehåll som återförs till O horisonten (Johnson 1984). Att tillväxtskillnader kan ha haft betydelse för våra resultat stöds även av att contortatall, som generellt hade högre tillväxt än svartgran (Silvaboreal Manjaur 2026; Silvaboreal Renberget 2026) även uppvisade högre kalciumpooler. Högre tillväxt kan möjliggöra ett ökat upptag av näringsämnen från djupare marklager, så kallad ”nutrient pumping” vilket i sin tur leder till en högre pool i O horisonten (Jobbágy & Jackson 2004). Trädens tillväxt på lokalerna kan även ha påverkat mängden undervegetation, där en lägre tillväxt potentiellt har gynnat undervegetation, vilket i sin tur kan ha påverkat näringsdynamiken i O horisonten.

Tidpunkten för provtagningen utgör ytterligare en viktig faktor. Halterna av framför allt kalcium och kalium är som högst i marken vid snösmältning och sjunker därefter (Fahey & Yavitt 1988). Proverna i Manjaur togs i april under

pågående snösmältning, medan proverna i Renberget togs i juni efter snösmältningen. Detta kan vara en möjlig förklaring till de generellt högre halterna i Manjaur. Enligt Fahey & Yavitt (1988) gäller mönstret även för mangan och svavel i sulfatform, men inte för fosfor.

Slutligen kan även temperatur och lokala mikroklimat påverkat resultaten, även om lokalerna ligger inom samma geografiska område. Skillnaden i halten mangan för de olika lokalerna kan bero på lokalernas temperatur då manganhalten ökar i O horisonten med sjunkande temperaturer (Vodyanitskii 2009). I denna studie observerades högre halter mangan i Manjaur, vilket skulle kunna indikera något svalare lokala förhållanden. Det är dock osannolikt att temperaturskillnader mellan lokaler utgör den huvudsakliga förklaringen i förhållande till andra faktorer. Sannolikt är även mängden atmosfärisk deposition lika för de båda lokalerna.

4.3 Trädslag som möjlig förklaringsfaktor till förändrad näringsstatus i O horisonten

Sammantaget visar studien att både trädslag och lokal påverkar näringshalterna och näringspoolerna i O horisonten, lokaleffekterna hade genomslag på fler näringsämnen än trädslagseffekterna. Detta innebär att trädslagseffekter troligtvis är beroende av de lokala förutsättningarna och måste ses som ett samspel mellan geologi, bergartstyp och vittring. Som i sin tur påverkar tillgången på baskatjoner och atmosfärisk deposition. Dessa faktorer i samspel med trädslagens egenskaper som rotstrategier, tillväxt, förnafallets mängd och innehåll samt upptagningsförmåga av näringsämnen påverkar markens pH, humusens tjocklek och mikroorganismers aktivitet. Samspel mellan dessa bidrar till variationerna i markens näringsstatus.

Studien ger ett visst stöd till att trädslag kan påverka näringsstatusen i O horisonten, särskilt för kalcium och mangan. Det var endast svartgranen som hade lägre halter och pooler av kalcium och mangan jämfört med andra trädslag. Eftersom svensk skog inte genomgått en förändring från svartgran till de trädslag med högre näringsstatus under de sista årtiondena är det osannolikt att trädslagsförändringar orsakat ökningarna av kalcium och mangan i O horisonten som Spohn et al. (2025) observerat. Det är dock viktigt att poängtera att det kan finnas skillnader mellan andra trädslag som inte upptäcktes med de analysverktyg och metoder som använts i vår studie. Eftersom denna studie påvisade trädslagseffekter på två av fem studerade näringsämnen så är det möjligt att trädslagsförändringar kan påverka de observerade ökningarna till viss del. Det hade behövt göras fler studier på detta för att se om våra resultat för kalcium och mangan gällande trädslagseffekter är ett generellt mönster. En viktig aspekt att ta i

beaktande är att Spohn et al. (2025) undersöker växttillgängliga halter av näringsämnen och i denna studie har den totala halten och poolen av näringsämnen undersökts. Det hade även behövt göras studier som fastslår vilka egenskaper i marken som är de främsta orsakerna till lokalers påverkan på näringsstatus i marken.

Sammanfattningsvis visar resultaten att trädslagens rotstrategier och markens kemiska egenskaper kan förklara en stor del av variationen i kalcium- och manganpooler i O horisonten. Parallellt finns det dock andra faktorer kopplat till metoden som kan påverka resultatet. Det är därför svårt att avgöra om de observerade mönstren i denna studie är generella för svenska skogsmarker eller om de främst representerar de egenskaper som existerar för de undersökta markerna och trädslagen. För att öka resultatens generaliserbarhet behöver fler studier med fler provytor och större geografisk spridning över hela landet göras. Det skulle minska risken för platsbundna effekter och samtidigt skapa bättre möjligheter att undersöka hur lokala klimatförhållanden, atmosfärisk deposition och andra markegenskaper påverkar koncentrationer och pooler av näringsämnen i O horisonten. För att ta reda på vilka faktorer som orsakar de observerade mönstren i denna studie hade ytterligare studier behövt göras.

Referenser

- Adediran, G.A., Tuyishime, J.R.M., Vantelon, D., Klysubun, W. & Gustafsson, J.P. 2020. Phosphorus in 2D: Spatially resolved P speciation in two Swedish forest soils as influenced by apatite weathering and podzolization. *Geoderma*, 376, 114550. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114550> [2026-05-13]
- Andersson, M. & Lax, K. 1996. *Markgeokemiska kartan*. Rapporter och meddelanden 85. Sveriges geologiska undersökning (SGU), Uppsala. Tillgänglig på: <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/rm/rm85rapport/rm85-rapport.pdf> [2026-05-20]
- Berg, B., Erhagen, B., Johansson, M.-B., Nilsson, M., Stendahl, J., Trum, F. & Vesterdal, L. 2015. Manganese in the litter fall-forest floor continuum of boreal and temperate pine and spruce forest ecosystems – A review. *Forest Ecology and Management*, 358, 248–260. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.09.021>
- Bobbitt, Z. 2018. Two-Way ANOVA: Definition, Formula, and Example. *Statology*. <https://www.statology.org/two-way-anova/> [2026-05-19]
- Bobbitt, Z. 2020. What Are Residuals in Statistics? *Statology*. <https://www.statology.org/residuals/> [2026-05-02]
- Bobbitt, Z. 2024. How to Perform a Shapiro-Wilk Test in SPSS. *Statology*. <https://www.statology.org/shapiro-wilk-test-spss/> [2026-05-05]
- Browne, R.W. & Whitcomb, B.W. 2010. Procedures for Determination of Detection Limits: Application to High-performance Liquid Chromatography Analysis of Fat-soluble Vitamins in Human Serum. *Epidemiology*, 21 (4), S4–S9
- Chugani, V. 2025. The Concise Guide to Homoscedasticity. *Statology*. <https://www.statology.org/concise-guide-homoscedasticity/> [2026-05-05]
- Dobbertin, M. 2005. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, 124 (4), 319–333. <https://doi.org/10.1007/s10342-005-0085-3>
- Elvatech 2025. Fundamentals of Metrology in XRF Analysis. <https://elvatech.com/fundamentals-of-metrology-in-xrf-analysis/> [2026-04-27].
- Fahey, T.J. & Yavitt, J.B. 1988. Soil solution chemistry in lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) ecosystems, southeastern Wyoming, USA. *Biogeochemistry*, 6 (2), 91–118. <https://doi.org/10.1007/BF00003033>
- González, M.F., Saadatkhan, N. & Patience, G.S. 2024. Experimental methods in chemical engineering: X-ray fluorescence—XRF. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 102 (6), 2004–2018. <https://doi.org/10.1002/cjce.25218>
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the Design of Ecological Field Experiments. *Ecological Monographs*, 54 (2), 187–211. <https://doi.org/10.2307/1942661>
- Hägermark, I., Grundén, N. & Eriksson, S. 2002. Skog&Miljö: Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun. Rapport 12. Skogsstyrelsen, Jönköping.

- Tillgänglig på: <https://cdn.abicart.com/shop/9098/art71/4646071-7e06ef-1719.pdf> [2026-05-20]
- Högberg, G. 2022. Hur hänger det ihop? : En hydrologisk detaljstudie av ytvattenkonnektivitet mellan sjöar och vattendrag i Västerbottens län. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-196542> [2026-05-13]
- Jobbágy, E.G. and Jackson, R.B. 2004. The uplift of soil nutrients by plants: Biogeochemical consequences across scales. *Ecology*, 85: 2380-2389. <https://doi.org/10.1890/03-0245> [2026-05-26]
- Johnson, D.W. 1984. Sulfur cycling in forests. *Biogeochemistry*, 1 (1), 29–43. <https://doi.org/10.1007/BF02181119>
- Klaminder, J., Farmer, J.G. & MacKenzie, A.B. 2011. The origin of lead in the organic horizon of tundra soils: Atmospheric deposition, plant translocation from the mineral soil or soil mineral mixing? *Science of The Total Environment*, 409 (20), 4344–4350. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.005>
- Klaminder, J., Klingberg, A. & Jerand, P. 2026. Perspective: The enigmatic extirpation of Russian larch from Fennoscandia and its relevance to modern forestry. *Forest Ecology and Management*, 608, 123599. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2026.123599>
- Krause, C. & Lemay, A. 2023. Development and growth of young black spruce (*Picea mariana*) trees under two different hydrological conditions. *Forest Ecology and Management*, 541, 121083. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121083>
- Laestander, S. 2015. Den kemiska bekämpningen av skadlig lövskog har öppnat helt nya vyer för skogsbruket. Examensarbete, kandidatnivå. Institutionen för Skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Tillgänglig på: https://stud.epsilon.slu.se/7946/7/laestander_s_150521.pdf [2026-05-20]
- Lantmäteriet. 2015. *Karta över Sverige med studieområde* [kartmaterial]. Tillgänglig via Silvaboreal: <https://www.silvaboreal.com/download.php?file=10852> [2026-05-21]
- Lantmäteriet. 2017. *Karta över Sverige med studieområde* [kartmaterial]. Tillgänglig: <https://www.silvaboreal.com/download.php?file=10853> [2026-05-21]
- Larsson, M. 2026. Forest management and soil carbon stocks in Swedish boreal forests. Doktorsavhandling. Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Tillgänglig på: <https://pub.epsilon.slu.se/39728/1/larsson-m-20260317.pdf> [2026-05-20]
- López-Núñez, R. 2022. Portable X-ray Fluorescence Analysis of Organic Amendments: A Review. *Applied Sciences*, 12 (14), 6944. <https://doi.org/10.3390/app12146944>
- Marschner, P. (red.) 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3 uppl. London: Academic Press. Tillgänglig: ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants> [2026-05-07]
- Mohd Razali, N. & Yap, B. 2011. Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling Tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics* 2(1), 21-33.

- Nilsson, T., Johansson, M.-B. & Nilsson, Å. 2007. Trädslagets betydelse för markens syrabasstatus-resultat från Ståndortskarteringen. Rapport 2. Skogsstyrelsen, Jönköping. ISSN 1100-0295. Tillgänglig på:
<https://cdn.abicart.com/shop/9098/art33/4646133-1ecab2-1779.pdf> [2026-05-20]
- Osborne, J. 2010. Improving your data transformations: Applying Box-Cox transformations as a best practice. *Pract Assess Res Eval*, 15, 1–9
- Roberge, C., Dahlgren, J., Nilsson, P., Wikberg, P.-E. & Fridman, J. 2024. Skogsdata 2024: Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från SLU Riksskogstaxeringen. Tema: Arter. Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. ISSN 0280-0543. Tillgänglig på:
https://www.slu.se/globalassets/slu.se/om-slu/organisation/institutioner/skoglig-resurshushallning/riksskogstaxeringen/dokument/skogsdata/skogsdata_2024_web.pdf [2026-05-20]
- Rousseau, R. M. 2001. Detection limit and estimate of uncertainty of analytical XRF results. *The Rigaku Journal*, 18(2), 33-47
- SGU 2021. *Bergarter*. <https://www.sgu.se/om-geologi/berg/bergarter/> [2026-05-13]
- SGU u.å.a. *Bergartsbildande mineral*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/om-geologi/mineral/bergartsbildande-mineral/> [2026-05-04]
- SGU u.å.b. *Kartvisaren Berggrund 1:50 000 - 1:250 000*. Tillgänglig:
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-berg-50-250-tusen.html> [2026-05-04]
- Sha, L.-K. & Chappell, B.W. 1999. Apatite chemical composition, determined by electron microprobe and laser-ablation inductively coupled plasma mass spectrometry, as a probe into granite petrogenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63 (22), 3861–3881. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(99\)00210-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(99)00210-0)
- Silvaboreal Manjaur 2026. *Försöksbeskrivning Manjaur 2293*. Tillgänglig:
<https://www.silvaboreal.com/download.php?file=10852> [2026-05-11]
- Silvaboreal Renberget 2026. *Försöksbeskrivning Renberget 2291*. Tillgänglig:
<https://www.silvaboreal.com/download.php?file=10853> [2026-05-11]
- Skogsstyrelsen. 2009. Regler om användning av främmande trädslag. Skogsstyrelsen, Jönköping. Tillgänglig på:
<https://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art89/4645989-7880a1-1572-1.pdf> [2026-05-20].
- Skogsvårdsförordning (1993:1096). u.å. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/skogsvardsforordning-19931096_sfs-1993-1096/ [2026-04-23]
- SLU 2025. *Vittring*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/om-slu/organisation/institutioner/mark-miljo/miljoanalys/markinfo/markkemi/vittring/> [2026-05-11]
- SLU Artdatabanken 2025. *Risklista 2024*. Tillgänglig:
<https://www.slu.se/artdatabanken/arter-och-natur/invasiva-frammande-arter/risklista-2024/> [2026-05-17]

- Stolt, M.H. & Lindbo, D.L. 2010. Soil Organic Matter. I: Stoops, G., Marcelino, V. & Mees, F. (red.) Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. Amsterdam: Elsevier, s. 369–396. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53156-8.00017-9> [2026-05-20]
- Spohn, M., Karlton, E. & Stendahl, J. 2025. Strong Changes in Soil Nutrient Stocks in Northern Forests Over Four Decades. *Global Change Biology*, 31 (11), e70615. <https://doi.org/10.1111/gcb.70615>
- Uggla, E., Larsson, P.-E. & Westling, O. 2003. Markkemi i kalkad skog. Lägesrapport 10 år efter kalkning. Årsrapport 2002. Effekttuppföljning av Skogsstyrelsens program för åtgärder mot markförsurning. IVL Svenska Miljöinstitutet. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-1840> [2026-05-14]
- Van Reeuwijk, L.P. 2002. Procedures for Soil Analysis. Sixth edition. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen, The Netherlands. Tillgänglig på: https://files.isric.org/public/documents/ISRIC_TechPap09.pdf [2026-05-20]
- Vernadsky, V.I. 1997. The Biosphere. Övers. av D.B. Langmuir. Reviderad och kommenterad av M.A.S. McMenamin. Copernicus/Springer-Verlag, New York.
- Vodyanitskii, Yu.N. 2009. Mineralogy and geochemistry of manganese: A review of publications. *Eurasian Soil Science*, 42 (10), 1170–1178. <https://doi.org/10.1134/S1064229309100123>
- Werner, L., Marklund, E., Andersson, J., Hermansson, C.-H., Måbrink, B., Berndtson, N., Israelsson, P. & Svensson, J. 1980. *Om användningen av hälso- och miljöfarliga produkter*. Motion 1979/80:215. Stockholm: Sveriges riksdag. Tillgänglig: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion/om-anvandningen-av-halso-och-miljofarliga_g302215/ [2026-05-17]
- West, R.M. 2021. Best practice in statistics: The use of log transformation. *Annals of Clinical Biochemistry*, 59(3):162-165. doi:10.1177/00045632211050531. Tillgänglig på: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9036143/> [2026-05-20]
- Zederer, D.P., Talkner, U., Spohn, M. & Joergensen, R.G. 2017. Microbial biomass phosphorus and C/N/P stoichiometry in forest floor and A horizons as affected by tree species. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.04.009>
- Zhang, Y.-Y., Wu, W. & Liu, H. 2019. Factors affecting variations of soil pH in different horizons in hilly regions. *PLOS ONE*, 14 (6), e0218563. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218563>
- Östlund, L. & Zackrisson, O. 2000. The forest history of boreal Sweden: a multidisciplinary approach. I: Methods and approaches in forest history. Papers selected from a conference held in Florence, Italy in 1998. 119–128. <https://doi.org/10.1079/9780851994208.0119>

Bilaga 1

Tabell 3. Medelvärden samt standardavvikelsen av koncentrationer (%) av näringsämnena kalcium (Ca%) kalium (K%), mangan (Mn%) fosfor (P%) och svavel (S%). 2293 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2293 Manjaur, 2291 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2291 Renberget och i fetstilt presenteras sammanvägda medelvärden.

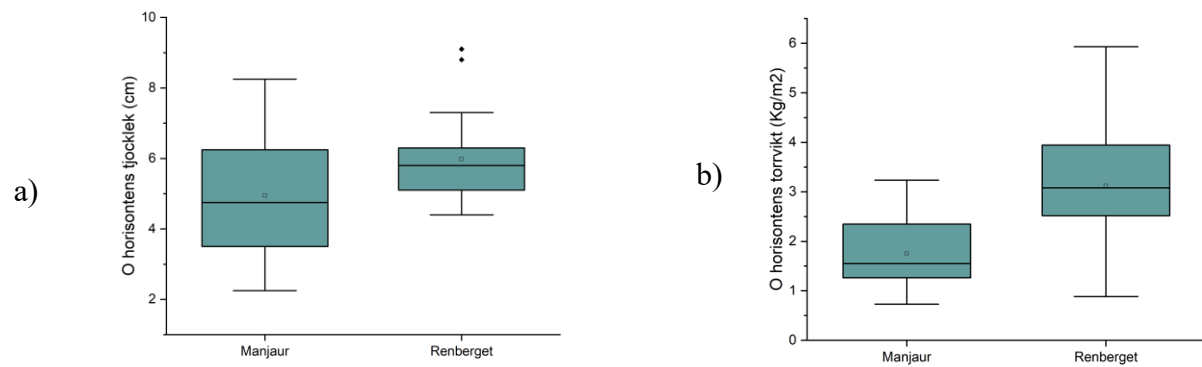
Trädslag	Ca %	K %	Mn %	P %	S %
Banksianatall	0,97 ±0,24	0,66 ±0,09	0,17 ±0,14	0,14 ±0,04	0,25 ±0,04
2293	1,06 ±0,25	0,71 ±0,08	0,25 ±0,17	0,17 ±0,03	0,29 ±0,01
2291	0,87 ±0,22	0,61 ±0,09	0,09 ±0,02	0,12 ±0,00	0,22 ±0,01
Contortatall	1,06 ±0,23	0,56 ±0,19	0,12 ±0,08	0,14 ±0,03	0,28 ±0,10
2293	1,12 ±0,23	0,52 ±0,05	0,18 ±0,07	0,17 ±0,01	0,35 ±0,02
2291	0,99 ±0,25	0,60 ±0,29	0,06 ±0,01	0,11 ±0,02	0,20 ±0,07
Gran	0,85 ±0,24	0,56 ±0,15	0,08 ±0,05	0,14 ±0,02	0,22 ±0,02
2293	0,76 ±0,08	0,69 ±0,03	0,12 ±0,06	0,15 ±0,01	0,23 ±0,01
2291	0,94 ±0,34	0,44 ±0,11	0,05 ±0,01	0,13 ±0,02	0,21 ±0,02
Klippgran	0,73 ±0,18	0,65 ±0,12	0,09 ±0,10	0,13 ±0,04	0,24 ±0,07
2293	0,83 ±0,04	0,72 ±0,14	0,15 ±0,11	0,14 ±0,02	0,25 ±0,00
2291	0,63 ±0,22	0,58 ±0,06	0,03 ±0,02	0,12 ±0,05	0,23 ±0,10
Rysk lärk	0,91 ±0,28	0,62 ±0,15	0,11 ±0,08	0,14 ±0,05	0,23 ±0,07
2293	0,97 ±0,37	0,59 ±0,13	0,15 ±0,10	0,17 ±0,06	0,26 ±0,07
2291	0,85 ±0,23	0,64 ±0,20	0,06 ±0,04	0,11 ±0,00	0,19 ±0,04
Sib.ädelgran	0,98 ±0,31	0,61 ±0,15	0,10 ±0,04	0,13 ±0,04	0,24 ±0,06
2293	1,15 ±0,40	0,72 ±0,14	0,13 ±0,03	0,16 ±0,03	0,29 ±0,01
2291	0,82 ±0,08	0,51 ±0,05	0,07 ±0,02	0,10 ±0,00	0,19 ±0,02
Svartgran	0,56 ±0,16	0,65 ±0,12	0,05 ±0,04	0,12 ±0,03	0,20 ±0,07
2293	0,45 ±0,03	0,73 ±0,02	0,04 ±0,01	0,13 ±0,02	0,17 ±0,02
2291	0,67 ±0,16	0,57 ±0,14	0,06 ±0,06	0,11 ±0,04	0,22 ±0,10
Tall	0,89 ±0,15	0,62 ±0,19	0,12 ±0,06	0,14 ±0,04	0,23 ±0,04
2293	0,91 ±0,21	0,79 ±0,06	0,15 ±0,07	0,15 ±0,04	0,22 ±0,03
2291	0,87 ±0,08	0,46 ±0,10	0,08 ±0,02	0,13 ±0,04	0,24 ±0,04
Vitgran	0,99 ±0,29	0,58 ±0,10	0,15 ±0,09	0,16 ±0,03	0,27 ±0,06
2293	1,01 ±0,44	0,61 ±0,08	0,19 ±0,11	0,16 ±0,03	0,30 ±0,06
2291	0,96 ±0,12	0,55 ±0,13	0,12 ±0,06	0,15 ±0,03	0,25 ±0,05
Vårtbjörk	1,09 ±0,35	0,73 ±0,11	0,17 ±0,09	0,18 ±0,07	0,25 ±0,08
2293	0,99 ±0,24	0,74 ±0,05	0,21 ±0,11	0,21 ±0,07	0,28 ±0,08
2291	1,20 ±0,46	0,72 ±0,16	0,14 ±0,07	0,15 ±0,06	0,22 ±0,08

Bilaga 2

Tabell 4. Medelvärden samt standardavvikelse av näringspooler (g/m²) av näringsämnena kalcium (Ca g/m²) kalium (K g/m²), mangan (Mn g/m²) fosfor (P g/m²) och svavel (S g/m²). 2293 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2293 Manjaur, 2291 presenterar medelkoncentrationerna vid lokalen 2291 Renberget och i fetstilt presenteras sammanvägda medelvärden.

Trädslag	Ca g/m ²	K g/m ²	Mn g/m ²	P g/m ²	S g/m ²
Banksianatall	0,24 ± 0,12	0,16 ± 0,05	0,04 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,06 ± 0,03
2293	0,22 ± 0,18	0,13 ± 0,06	0,06 ± 0,07	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,04
2291	0,26 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,07 ± 0,02
Contortatall	0,33 ± 0,13	0,18 ± 0,10	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,03
2293	0,26 ± 0,12	0,12 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,03
2291	0,40 ± 0,11	0,24 ± 0,11	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,03
Gran	0,20 ± 0,12	0,12 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,02
2293	0,14 ± 0,05	0,12 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01
2291	0,26 ± 0,16	0,11 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,02
Klippgran	0,14 ± 0,05	0,14 ± 0,08	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,05 ± 0,03
2293	0,12 ± 0,02	0,10 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01
2291	0,17 ± 0,06	0,18 ± 0,10	0,01 ± 0,00	0,04 ± 0,02	0,06 ± 0,04
Rysk lärk	0,30 ± 0,13	0,22 ± 0,15	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,07 ± 0,02
2293	0,24 ± 0,13	0,14 ± 0,03	0,04 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,07 ± 0,03
2291	0,36 ± 0,11	0,30 ± 0,18	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,02
Sib. ädelgran	0,25 ± 0,08	0,15 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,02
2293	0,24 ± 0,12	0,14 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,06 ± 0,02
2291	0,26 ± 0,04	0,16 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Svartgran	0,14 ± 0,09	0,15 ± 0,05	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,03
2293	0,08 ± 0,04	0,12 ± 0,06	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01
2291	0,21 ± 0,08	0,17 ± 0,04	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,07 ± 0,04
Tall	0,21 ± 0,14	0,13 ± 0,07	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,04
2293	0,12 ± 0,08	0,10 ± 0,04	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02
2291	0,30 ± 0,13	0,17 ± 0,09	0,03 ± 0,02	0,05 ± 0,03	0,09 ± 0,05
Vitgran	0,14 ± 0,06	0,09 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,02
2293	0,12 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,02
2291	0,17 ± 0,07	0,09 ± 0,03	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02
Vårtbjörk	0,20 ± 0,08	0,15 ± 0,09	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02
2293	0,14 ± 0,06	0,10 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02
2291	0,26 ± 0,04	0,19 ± 0,12	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01

Bilaga 3



Figur 5. a) *O horisontens tjocklek (cm)* samt b) *provernas torrvt (g)* i Manjaur 2293 och Renberget 2291. Boxarna visar median, övre och undre kvartil samt variationsvidd.

Tack

Stort tack till vår handledare Jonatan Klaminder, Professor på institutionen för skoglig ekologi och skötsel som väglett oss på ett mycket pedagogiskt vis under tiden vi har arbetat med kandidatuppsatsen.

Ytterligare stort tack till Miljöarkeologiska laboratoriet på Umeå universitet som möjliggjorde analysen med röntgenfluorescens och bidragit med stöd och materiel därtill.

Slutligen, tack Maria Wiklund, språkkordinator vid avdelningen pedagogiskt stöd och lärandemiljöer för vägledning i skrivandet.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Sofia Udell har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Mollie Lindström har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.