



Kan SGUs kornstorleksdata användas för modellering av utlakning och andra miljörelaterade frågeställningar?



Gustav Sohlenius & Jan Eriksson

Kan SGUs kornstorleksdata användas för modellering av utlakning och andra miljörelaterade frågeställningar?

Gustav Sohlenius och Jan Eriksson

Inledning

Denna Rapport har skrivits av Gustav Sohlenius (SGU) i samråd med Jan Eriksson (Institutionen för mark och miljö på SLU).

I denna rapport presentas de resultat som uppnåtts inom det SGU-finansierade FoU-projektet: ”Kan SGUs kornstorleksdata användas vid läckagemodelleringar och andra miljörelaterade frågeställningar?” (2007-2008). Projektet har formulerats och letts av Gustav Sohlenius.

För att möjliggöra en jämförelse mellan alvens och matjordens textur har Naturvårdsverket bekostat ett projekt för att analysera prover från dessa två nivåer (*”Matjordens och alvens textur – en jämförande studie”*). Analyserna har utförts på SLU i samarbete med Jan Eriksson från Institutionen för mark och miljö på SLU. Resultaten från det projektet redovisas i denna rapport. Proverna kommer från platser som ingår i det av Naturvårdsverkets finansierade miljöövervakningsprogrammet ”Yttäckande rikskartering av mark och gröda”

Följande personer har deltagit i projektet:

Sven Svantesson har arbetat med en utvärdering av behovet av jordmånsdata inom framförallt skogsbruket. Han har även gjort en bedömning av hur långt SGUs nuvarande data räcker för att göra klassificeringar av jordmåner.

Björn Wiberg har upprättat kontakter och erhållit data från Hushållningssällskapet och Ståndortskarteringen.

Kjell Olsson har främst arbetat med texturdata från SGUs lokala jordartskartering (serie Ae) men även med data från den agrogeologiska karteringen. Han har framställt kartor som visar geografiska variationer av jordarternas textur.

Helena Johansson har granskat de texturdata från SGUs lokalkartering som inom den närmsta framtiden kommer att läggas in i en databas. Detta arbete har påbörjats inom ett tidigare projekt där Björn-Erik Holmlund under ledning av Tor Söderlund digitaliserade en stor mängd texturdata.

Helene Jansson har digitaliserat sammanställt data från de texturanalyser som tidigare (mitten av 1900-talet) utförts inom SGUs agrogeologiska kartering.

Kaj Lax har plockat fram och utvärderat de data som kommer från SGUs provtagningar av morän för geokemiska analyser.

Sammanfattning

Det har blivit allt vanligare att använda datorsimulerade modeller för att beräkna förlust av näringsämnen och spridning av bekämpningsmedel från jordbruksmark. För att dessa modeller ska bli tillförlitliga krävs information om jordarternas egenskaper. På SGU finns idag moderna jordartskartor över de flesta jordbruksintensiva områdena i Sverige. Efter diskussioner med forskare på SLU har det framkommit att SGUs jordartskartor inte innehåller tillräckligt med information för att kunna användas som underlag för tillförlitliga modelleringar. Bland annat krävs mer utförlig information om jordarternas kornstorleksfördelning (textur), framförallt lerhalten har stor betydelse. Därför startades ett projekt för att utvärdera de resultat från texturanalyser som utförts inom SGUs ordinarie kartering och på inom andra organisationer t ex Naturvårdsverket och SLU. Studien har fokuserat på data över åkermarkens jordarter, men även data från skogsmark har studerats. De texturdata som idag till största delen används vid modellering av näringsläckage från åkermark har samlats in av SLU med medel från Naturvårdsverket. Dessa analyser har utförts på prover från den närmast markytan liggande matjorden, medan de prover som analyserats på SGU nästan uteslutande kommer från den djupare liggande alven, som anses vara relativt opåverkad av markprocesser.

Följande frågeställningar har behandlats i detta projekt:

- Kan SGUs kornstorleksdata från den djupare liggande alven användas för att skatta den ytligt liggande matjordens textur?
- Kan SGUs data användas för att beskriva regionala variationer i de vanligaste jordarternas textur?
- Vilka texturdata finns idag tillgängliga på SGU samt på andra myndigheter och organisationer?
- Vilket behov finns av jordmånskartor inom framförallt skogsbruket?, Kan SGUs jordartsdata användas för att framställa sådana kartor?

För att studera skillnaden mellan alvens och matjordens textur har Naturvårdsverket gett medel till ett projekt som analyserat prover av både matjord och alv från 400 platser i Skåne och Mälardalen. Resultaten från det projektet utvärderas delvis i denna rapport. Dessutom har alv- och matjordsdata från SGUs agrogeologiska kartorna i Skåne utvärderats. Resultaten visar att i uppodlade moränområden är det generellt sett liten skillnad mellan alvens och matjordens textur. På platser med glacial och postglaciala leror är däremot är lerhalten högre i alven än matjorden. Moränproverna som ingick i jämförelsen kommer nästan uteslutande från Skåne medan glacial och postglaciala lerorna till största delen är provtagna i Mälardalen.

En databas med texturdata från SGUs lokala jordartskartering (skala 1:50 000) är under uppbyggnad. Dessa data finns i första hand i beskrivningen till de Ae-kartor vilka visar jordarternas fördelning i stora delar av Sydsverige. Hitintills har data från främst Mälardalen och Västsverige digitaliserat. En utvärdering av dessa data visar att dessa data kan användas för att få en bättre uppfattning om jordens textur i ett visst område jämfört med den bild som framgår av jordartskartan. Exempelvis redovisas på jordartskartan alla jordar med en lerhalt över 15 % som olika typer av leror utan att visa vilka som är lättare och vilka som är styvare. Genom att även använda texturdata kan man få en bättre uppfattning om lerhalten hos lerorna.

Texturdata från SGUs jordartskartering jämfördes med de resultat från Mälardalen, som togs fram med medel från Naturvårdsverket. De två datamängderna uppvisar likartade värden för alvens textur för områdets leror. Det finns dock vissa mindre skillnader.

Resultaten ovan har delvis redovisats för några av de forskare som arbetar med modellering av läckage av fosfor och kväve från åkermark. De anser att resultaten är av stort värde för deras arbete. Det är därför angeläget att SGUs resterande texturdata från de mest jordbruksintensiva delarna av landet koordinatsätts och digitaliseras.

Inom SGUs morängeokemiska provtagning har halterna av sand, grus och silt+lera kvantifierats genom manuell siktning i ett stort antal prover. Dessa data har jämförts med data från den lokala jordartskarteringen. Data från den geokemiska karteringen uppvisar betydligt lägre halter av silt+lera jämfört med motsvarande data från jordartskarteringen. Orsaken till denna skillnad är inte känd, men metodiken för texturanalyser inom jordartskarteringen är väl beprövad. Texturdata från den geokemiska karteringen får därför betraktas som mindre tillförlitliga och har en begränsad användbarhet.

I detta projekt har vi även utvärderat texturdata som sammanställts inom andra organisationer än SGU. Inom Ståndortskarteringens (SLU) görs fältbedömningar av skogsmarkens jordarter (främst morän). I denna rapport redovisas resultat från en jämförelse mellan SGUs texturdata från Mälardalen och Ståndortskarteringens data från samma område. Det visade sig vara svårt att jämföra de två data-seten. Det beror delvis på olika nomenklatur används på SGU och SLU. Dessutom omfattar jämförelsen ett relativt litet material. Resultaten visar dock att man inom Ståndortskarteringen, i jämförelse med SGU, klassificerat en mindre andel av moränproverna som sandiga.

Vi har även fått tillgång till fältbedömningar av matjordens textur på åkermark, som utförts av Hushållningssällskapet i Uppsala och Länsstyrelsen i Dalarnas län. Resultaten från dessa bedömningar överensstämmer i de flesta fall väl med de jordarter som redovisas på SGUs kartor. Resultaten från detta projekt visar dock att det generellt sett är svårt att vid fältbedömningar uppskatta finkorniga jordarters textur. För att få en bra uppfattning om jordarters ler och silthalt krävs därför alltid laboratorieanalyser av texturen. Vi har dessutom studerat resultat från Hushållningssällspets texturanalyser. Dessa data skulle troligtvis kunna användas tillsammans med texturdata från SGU och Naturvårdsverket för att få en mer fullständig bild av åkermarkernas kornstorlekssammansättning.

SGUs jordartskartor kan användas som ett viktigt stöd för att framställa jordmånkartor. Det krävs dock även andra typer av information, t ex markfuktighet och markanvändning, för att ta fram en sådan produkt. I vissa avseenden kan SGUs jordartsdata vara av intresse för skogsnäringen och inom forskning kring markfrågor i skogen. I många områden är dock SGUs information för översiktliga för att kunna uppfylla alla de behov som skogsbruk och skogsforskning har. SGUs data kan användas som ett hjälpmedel för att ta fram jordmånkartor. Det är dock nödvändigt att samla in vissa kompletterande data för att framställa sådana kartor.

Abstract

It has been increasingly common to use computer simulated models to calculate leaching of nutrients and pesticides from arable land. To make these models reliable the properties of the soils must be known. Most Swedish areas with a high density of arable land are today covered by modern maps of Quaternary deposits, which are available at the Geological Survey of Sweden (SGU). Discussions with researchers from the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) have, however, revealed that the maps from SGU lack information necessary for reliable modelling. One important thing that is missing on SGU's maps is data showing the grain-size distribution (texture) of the deposits. It was therefore decided to evaluate results from texture analyses made by SGU and other organisations. The study was focused on soil data from arable land, but data from forested areas has also been included in this study. Most texture data which today is used for modelling leaching of nutrients from arable land have been collected by SLU and financed by the Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket). These analyses have been performed on samples from the topsoil, whereas almost all the samples analysed by SGU presents the subsoil.

The project has had the following aims:

- To determine if SGU's texture data from the subsoil can be used to estimate the texture of the topsoil.
- To evaluate if SGU's texture data can be used to describe regional textural variation of the most common Quaternary deposits.
- To establish which texture data that today is available at SGU and other organisations.
- To evaluate the demand for soil maps in forested areas? Is it possible to use data from SGU to produce such maps?

To study the difference between the texture of the subsoil and the topsoil a project was initiated which gained financial support from the Swedish Environmental Protection Agency. That project was made in cooperation with the Department of Soil and Environment at SLU. Samples from 400 sites in Skåne and the Mälaren region was analysed within that project and the results are partly evaluated in the present report. Additionally topsoil and subsoil data from SGU's Agrogeological maps in Skåne have been evaluated. The results show that there is only a small general difference in texture between the topsoil and subsoil in till areas used as arable land. However, in areas with glacial and postglacial clay the clay content in the subsoil is generally higher than in the topsoil. Almost all of the till samples are from Skåne, whereas most of the clay samples are from the Mälaren region.

A database with texture data from SGU's detailed mapping of Quaternary deposits (Scale 1:50 000) is under construction. Most of these data are presented in the descriptions of the Ae-maps, which show the distribution of Quaternary deposit in large parts of southern Sweden. Hitherto data from the Mälaren region and West Sweden have been digitalised. An evaluation of these data shows that textural data can be used to recognise regional textural variation of the Quaternary deposits, which are not shown on the maps of Quaternary deposits. As an example: all soils with clay contents over 15 % are shown as different types of clays on SGU's maps. The texture data can, however, be used to get a better view of the clay content of the clays.

Texture data from SGUs maps of Quaternary deposits in the Mälaren region were compared with the data, which was obtained from the study financed by Naturvårdsverket. The two data-sets show similar values concerning the content of clays in the subsoil of the area. There are, however, some small differences between the SGU data and Naturvårdsverket data.

The results discussed in the text above were presented for some of the researchers, which are modelling phosphorus and nitrogen leaching from arable land. It is obvious that these results are important for their modelling work. It is therefore important that SGUs remaining texture data from areas with a large density of arable land is digitalised.

The contents of sand, gravel and silt+clay have been quantified within SGUs geochemical mapping programme. These data have been compared with texture data from the detailed mapping of Quaternary deposits. The data obtained from the geochemical mapping show considerably lower contents of silt+clay compared to corresponding data from the detailed mapping of Quaternary deposits. The reason for that is not known, but the method used for analysing texture during the mapping of Quaternary deposit is well established. Texture data from the geochemical mapping are therefore regarded as less reliable.

Texture data collected by other organisations than SGU have also been evaluated within the present project. Field classifications of Quaternary deposits (mainly till) in forested areas have been made within National Survey of Forest Soils and Vegetation (Ståndortskarteringen) at SLU. The results from “Ståndortskarteringen” have been compared with SGUs texture data from the same area. It was, however, difficult to compare the two data-sets, partly since a different nomenclature is used at SGU and SLU. Furthermore, the comparison was made with a relatively small number of data. However, the results show that fewer samples were classified as sandy within “Ståndortskarteringen” compared to the results obtained from SGUs texture analyses.

We have also received field determinations of texture from topsoils in areas with arable land. These determinations have been made by the Agricultural Society (Hushållnigssällskapet) in Uppsala and the County Administrative Board (Länsstyrelsen) in Dalarna. The results from these field determinations agree in most cases well with the Quaternary deposits shown on SGUs maps. However, the results from the present project show that it is difficult to determine the texture of fine-grained deposits with a high precision in the field. Analyses are therefore always necessary to get reliable data concerning the contents of silt and clay. We have also studied results from texture analyses from the Agricultural Society. These data can probably be used together with data from SGU and the Swedish Environmental Protection Agency to get a more comprehensive view of the texture of soils on the Swedish arable land.

SGUs maps of Quaternary deposits can be used as input when producing soil maps. Other data are, however, also necessary, e.g. information about land use and soil moisture, to produce such maps. Certain of SGUs data is of usage for the forest industry and within research dealing with soil properties in forested areas. In many forested areas SGUs data is, however, not detailed enough to meet all demands from the forest industry and forest research. SGUs data can be used as a tool for producing soil maps. It is, however, necessary to use additional data when producing such maps.

Bakgrund	10
Genomförande.....	13
<i>Jordarternas indelning efter kornstorlek.....</i>	13
<i>Jämförelse mellan matjordens och alvens textur</i>	15
Analysdata från prover analyserade på uppdrag av Naturvårdsverket.....	15
Analysdata från SGUs agrogeologiska kartor.....	18
<i>Texturdata från SGUs jordartskarteringen i skala 1:50 000</i>	19
<i>Texturdata från SGUS morängeokemiska kartering</i>	21
<i>Fältbestämningar av textur från Dalarnas länsstyrelse.....</i>	21
<i>Texturdata från Hushållningssällskapet i Uppsala</i>	22
<i>Fältbestämningar av textur från Ståndortskarteringen vid SLU.....</i>	22
Resultat	23
<i>Klassificering av jordarter enligt FAO-systemet</i>	23
<i>Jämförelse mellan matjordens och alvens textur</i>	24
<i>Data från SGUs databaser</i>	35
Geografisk fördelning av jordarters textur.....	35
Databas för SGUs texturdata.....	36
Jämförelse mellan SGU-data och prover analyserade på uppdrag av Naturvårdsverket	37
Jämförelse mellan textur data från SGUs detaljerade jordartskartering och data från SGUs morängeokemiska undersökningar	39
<i>Texturdata från databaser utanför SGU</i>	39
Data från Ståndortskarteringen	39
Data från Hushållningssällskapet (HS) i Uppsala.....	40
Jordartsbedömningar från åkermark i Dalarnas län	41
<i>Jordmånsdata</i>	44
Diskussion.....	49
<i>Kan från SGUs data användas för att beskriva regionala variationer hos de vanligaste jordarternas textur?</i>	49
<i>Kan SGUs kornstorleksdata från den djupare liggande alven användas för att uppskatta den ytligt liggande matjordens textur?</i>	49
<i>Vilka texturdata finns idag på andra myndigheter och organisationer?</i>	50
<i>Vilket behov finns av jordmånskartor inom framförallt skogsbruket?</i>	51
<i>Förslag på hur SGU kan förbättra sin jordartsinformation</i>	51

Slutsatser.....	54
Referenser.....	55

Det har blivit allt vanligare att använda datorsimulerade modeller för att beräkna förlust av näringsämnen och bekämpningsmedel från jordbruksmark. För att dessa modeller ska bli tillförlitliga krävs jordartsdata av hög kvalitet. Eftersom jordarternas sammansättning ofta varierar både lokalt och regionalt krävs dessutom att data inte är allt för glest insamlade. En av de jordartsparametrar som är viktiga vid modellering är uppgifter om jordarternas kornstorlekssammansättning (textur).

De jordartskartor som framställts på SGU redovisar i huvudsak den geografiska fördelningen av jordarter på en halvmeters djup. I många områden har kartorna en hög geografisk noggrannhet (skala 1:50 000). Jordarterna på SGUs kartor har dels klassificerats efter hur de en gång bildats och dels efter deras sammansättning. Den parameter som oftast ligger till grund för denna indelning är jordartens textur. För modelleringar finns det ofta behov av en mer detaljerad information om jordarternas textur än den som redovisas på SGUs jordartskartor. Framförallt efterfrågas en kvantifiering av jordarternas lerhalt. Det finns visserligen kornstorleksdata i beskrivningarna till kartbladen för de mer detaljerade kartorna, men dessa data har hitintills inte användas för att på ett noggrannare sätt beskriva geografiska variationer hos jordarternas textur. Vid modelleringar är det dessutom ofta viktigt att ha kännedom om de närmast markytan liggande matjordens textur. På SGU finns texturdata från karteringsdjupet (0,5 meter) och därunder liggande lager. Däremot saknas texturdata från de närmast markytan liggande lagren nästan saknas helt. I detta projekt har vi till största delen studerat texturdata från åkermark eftersom behovet av tillförlitliga data för modelleringar av förlust av näringsämnen och spridning av bekämpningsmedel från sådan mark visat sig vara stort.

I denna rapport behandlas fyra huvudsakliga frågeställningar:

- Kan SGUs kornstorleksdata från den djupare liggande alven användas för att uppskatta den ytligt liggande matjordens textur?
- Finns det regionala skillnader i kornfördelningen hos de vanligaste jordarterna, och i så fall går det att beskriva detta med utgångspunkt från resultaten från SGUs kornstorleksanalyser och jordartskartor?
- Vilka texturdata finns idag tillgängliga på SGU samt på andra myndigheter och organisationer?
- Vilket behov finns av jordmånskartor inom framförallt skogsbruket?, Kan SGUs jordartsdata användas för att framställa sådana kartor?

En målsättning med projektet är beskriva hur SGUs processer bör förändras för att framställa databaser med jordartsinformation som är användbar vid läckagemodelleringar och andra miljörelaterade frågeställningar.

Bakgrund

Inom både jord- och skogsbruk finns frågeställningar som skulle kunna dra nytta av en bättre kännedom om kornstorleksfördelningen hos de svenska jordarterna. Exempelvis är jordarters känslighet för erosion, vattenhållande förmåga, och näringsinnehåll starkt korrelerade med kornstorlek (textur). Det är därför önskvärt att utvärdera vilka texturdata som finns, på SGU och andra platser, samt hur dessa data kan användas för att presentera den geografiska fördelningen av jordarter med olika kornstorlek. Det är även viktigt att SGU i framtiden insamlar och analyserar jordprover på ett sådant sätt att resultaten blir attraktiva för externa användare.

I samband med att detta projekt initierades var SGU i kontakt med flera forskare från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) som arbetar med modellering av läckage av kväve, fosfor eller bekämpningsmedel från jordbruksmark. Efter diskussioner med forskarna framgick att deras modellering kräver en mer detaljerad information om jordarternas kornstorlek än vad som kan utläsas från SGUs jordartskartor. En viktig parameter är jordarternas halt av lera. På en stor andel av SGUs jordartskartor har alla jordarter som bedömts ha en lerhalt på över 15 % klassificerats som leror. Morän med en lerhalt mellan 5 och 15 % har klassats som leriga. Någon ytterligare indelning har ofta inte gjorts. Inom detta projekt har vi därför studerat om det är möjligt att använda befintlig texturdata för att på ett bättre sätt kvantifiera lerhalten hos jordarterna från olika regioner.

På SLU sker modellering av fosforläckage från åkermark. I dessa modeller är ofta matjordens textur av större intresse än sammansättningen hos den djupare liggande alven. Den modellering av fosforläckage som hitintills utförts vid SLU har nyttjat resultat från texturanalyser som utförts vid SLU på uppdrag av Naturvårdsverket (Eriksson m fl., 1999). Dessa texturdata omfattar sammanlagt drygt 3 000 prover som tagits från åkermarkernas matjord. Denna information räcker endast för översiktlig modellering av åkerjordarnas läckage. För att på ett bättre sätt kunna modellera läckage från enskilda avrinningsområden krävs jordartsdata med högre geografisk täthet. En målsättning med detta projekt var därför att utreda om SGUs kornstorleksdata från den djupare liggande alven kan användas för att uppskatta den ytligt liggande matjordens kornstorleksfördelning. En mer detaljerade modellering av fosforläckage kräver dessutom kornstorleksdata från både alven och matjorden.

Idag finns texturdata som samlats in inom ett stort antal projekt som utförts av SGU. De flesta av dessa texturanalyser har utförts inom karteringsverksamheten. Dessutom finns texturdata som samlats in av andra organisationer t ex SLU och Naturvårdsverket. Det rör sig både om jordartsklassifikationer som gjorts i fält och sådana som bygger på resultat från laboratorieanalyser. Ett viktigt syfte med det här redovisade projektet har varit att jämföra och utvärdera dessa olika dataset.

För att undersöka sambandet mellan matjorden och alvens textur erhöll Jan Eriksson (SLU) medel från Naturvårdsverket för texturanalyser. Alv- och matjordprover från sammanlagt 400

platser belägna i Skåne och i Mälardalen analyserades inom det projektet. Resultaten från dessa analyser utvärderades i samarbetet med det här avrapporterade projektet.

Från delar av Skåne finns agrogeologiska kartor i skala 1:20 000 vilka tidigare framställdes på SGU (Serie Ad, t ex Ekström 1953). I beskrivningarna till dessa kartor finns resultat från kornstorleksanalyser av prover från både matjord och alv från sammanlagt 230 platser. Inom detta projekt har dessa data digitaliserats och utvärderats. Syftet har varit att studera sambandet mellan alvens och matjordens textur.

I samband med SGUs detaljerade jordartskartering (Skala 1:50 000, dåvarande serie Ae) har ett stort antal prover analyserats med avseende på textur (sammanlagt ca 9 000 prov). Dessa resultat har delvis digitaliserats och har inom detta projekt studerats i en GIS-miljö för att undersöka hur jordarternas kornstorlek varierar geografiskt. Ett annat syfte har varit att ta fram underlag till en databas där också resultat från SGUs nuvarande texturanalyser kan lagras.

Inom SGUs morängeochemiska kartering samlas ungefär 15 prover per kvadratmil in från moränmarker. Proverna delas upp i olika kornstorleksfraktioner genom siktning. Dessa data kan därmed förväntas vara användbara för att få en bild av moränens kornstorlekssammansättning i olika regioner. I detta projekt har vi studerat om de texturdata som samlats in i Mälardalen kan användas för att få fram regionala variationer hos moränens textur.

Texturdata har även samlats in av flera andra myndigheter och organisationer. Genom att studera dessa data tillsammans borde det finnas goda möjligheter att få en ökad kunskap om de svenska jordarternas kornstorleksfördelning. Ett viktigt syfte med detta projekt har därför varit att inventera vilka texturdata som idag finns tillgängliga. Efter kontakt med länsstyrelsen i Dalarna har vi fått tillgång till fältbedömningar av drygt 7 000 matjordprover från åkermark i Dalarnas län.

Då det gäller skogsmark sker en inventering inom Markinventeringen (MI) tidigare Ståndortskarteringen. Projektet finansieras av Naturvårdsverket och utför av personal på Institutionen för mark och miljö (SLU). Inom detta projekt har vi fått tillgång till texturdata som erhållits genom fältbestämningar inom dåvarande Ståndortskarteringen. Dessa data har inom detta projekt jämförts med texturdata som tagits fram av SGU.

Under projektets slutfas tog vi kontakt med Hushållningssällskapet i Uppsala, som har stora mängder jordartsdata från åkermark i Mälardalen. Dessa data kommer från både analyser och fältbestämningar. De senare har tagits fram med en metodik liknande den som använts för att ta fram de data som erhöles från Dalarnas län (se ovan). Inom detta projekt har vi fått möjlighet att utvärdera ett urval av de data som finns i Hushållningssällskapets databas. De data som studerats här kommer från ett område nära Enköping.

Under 2007 inleddes ett mindre samarbete med Faruk Djodjic (Institutionen för miljöanalys SLU), som studerar läckage av fosfor från åkermark. Han arbetade då med modellering av fosforläckage från ett avrinningsområde nära Borlänge i Dalarnas län. I det området mobiliserar fosfor från åkermark som en effekt av erosion. Detta har lett till övergödning av en av

avrinningsområdets sjöar. Liknade problem kan förväntas förekomma i områden med siltjordar där markytan har en relativt kraftig lutning. För att bedöma jordarternas känslighet för erosion krävs en god uppfattning om både alvens och matjordens textur. Under sommaren 2007 utfördes inom detta projekt en mindre fältkontroll av avrinningsområdet vid Borlänge.

Under vintern 2007 tog Nick Jarvis vid Institutionen för mark och miljö (SLU) kontakt med SGU. Nick Jarvis arbetar med att modellera läckage av bekämpningsmedel inom det EU finansierade projektet FOOTPRINT (www.eu-footprint.org). Vid ett möte diskuterades möjligheten att använda SGUs jordartsdata för att modellera läckage av bekämpningsmedel från åkermark. Den indelning av jordarter som SGU gör är dock inte direkt användbar för den här aktuella modelleringen. Det framkom även att sammansättningen hos de översta tre metrarna av jordtäcket är av betydelse för dessa modelleringar. Det krävs dock stratigrafiska kunskaper för att uppskatta fördelningen av jordarter under karteringsdjupet (0,5 meter). För att göra det möjligt att använda SGUs jordartsdata för denna modellering projektanställdes Joachim Albrecht (tidigare anställd på SGU) vid SLU. Under 2008 har han arbetat med att om-klassa SGUs jordartsdata för att möjliggöra modellering av läckage av bekämpningsmedel. I en pilotstudie har Joachim klassat SGUs jordartsdata från Skåne enligt de klasser som används inom FOOTPRINT-projektet. Slutprodukten har blivit en karta som visar Skånes jordarter indelade i sju klasser. I framtiden kommer förhoppningsvis SGUs jordartsdata från övriga delar av Sverige att omklassas med samma metodik.

Vid en litteraturgenomgång har det framkommit att SGUs jordartsdata har använts i flera sammanhang för att besvara miljörelaterade frågeställningar. Joel och Wesström (2004) studerade förutsättningarna för att använda reglerad dränering av åkermark för att minska läckaget av närsalter. För att kvantifiera dessa förutsättningar användes bl a SGUs jordartskartor. Zakrisson m. fl. (2003) har använt SGUs jordartsdata för att modellera läckage av fosfor och kväve från ett avrinningsområde nära Västerås. De ursprungliga jordartsklasserna klassades då om för att överensstämja med det internationellt använda FAO-systemet. Denna omklassning gjordes med hjälp av resultaten från de texturanalyser som utförts av Eriksson m. fl. (1999).

I beskrivningarna till några av SGUs jordartskartor redovisas fördelningen av jordmåner i de karterade områdena. Jordmånskartor har även framställts över de två områden som undersöks av Svensk kärnbränslehantering, SKB (Lundin m fl 2004 och 2005) i syfte att hitta en lämplig plats för att deponera använt radioaktivt bränsle från kärnkraftverken. En av de avgörande parametrarna för vilken jordmån som bildas på en viss plats är jordartens egenskaper, t. ex. textur. Andra faktorer som är av stor vikt är vegetationens sammansättning, det topografiska läget och platsens klimat. De jordmånskartor som nämns ovan har delvis framställts med hjälp av jordartsdata. Inom detta projekt har vi därför utrett om SGUs jordartsdata kan användas som grund för att framställa jordmånskartor.

Genomförande

Jordarternas indelning efter kornstorlek

Fram till 1997 använde SGU och SLU i huvudsak samma system för att klassificera jordarter med utgångspunkt från deras kornstorlek. Denna indelning baseras på 1953 års jordartsnomenklaturkommittés förslag som vidareutvecklats från den indelning som togs fram av Ekström (1927). Från och med kartbladet Ae 122 (Persson 1997) används på SGU klassgränser och benämningar enligt delar av ett förslag från Svensk Geoteknisk Förenings laborierkommitté (SGF 81). På SGU och SLU används därför idag två olika system (Tabell 1). I denna rapport redovisas därför de data som tagits fram i samarbete med SLU enligt både SGUs och SLUs klassificering. Skillnaden mellan de två systemen är dock ganska liten och i huvudsak används samma kornstorleksgränser (Tabell 1) för indelning av jordarter. Däremot skiljer sig jordarterna åt med avseende på benämning. Gränserna mellan sten/block och grus/sten ligger dock vid olika korndiametrar i de två systemen. Dessa två gränser har dock ingen betydelse för de frågeställningar som diskuteras i denna rapport. Jordarternas lerhalt har en stor betydelse för hur de namnges (Tabell 2). Här skiljer sig SGUs och SLUs klassificeringssystem delvis åt (Tabell 2).

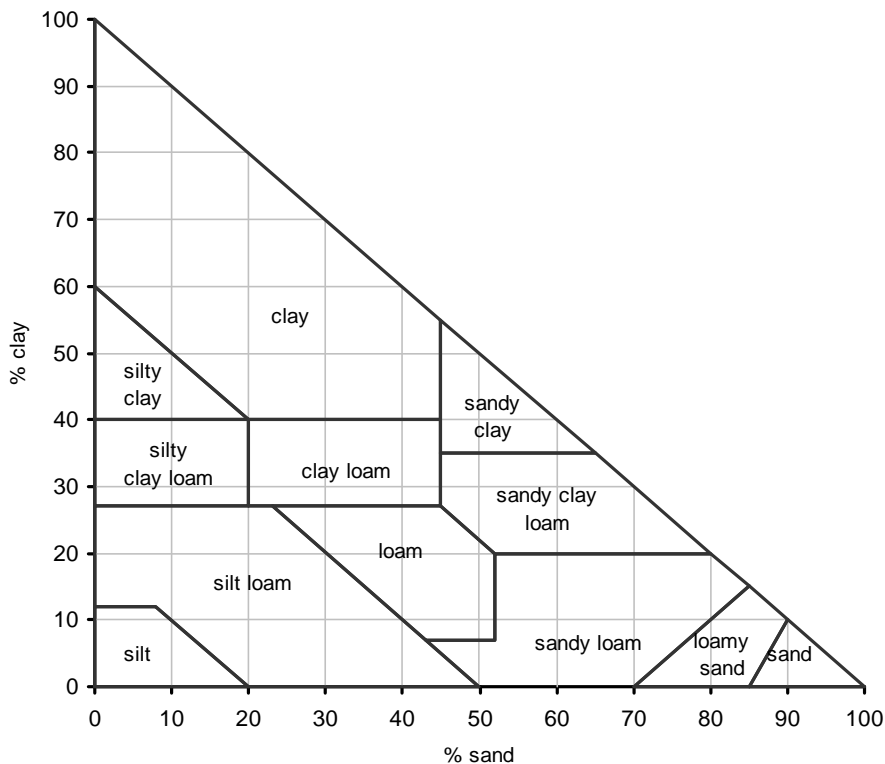
Internationellt används ofta en klassificering som är definierad av "Food and Agriculture Organization of the United Nations" (FAO). På SLU används ofta FAO-systemets klassificering vid modellering av läckage från åkermark. Denna klassificering är baserad på en texturtriangel (Figur 1), vilken visar jordarternas halter av ler, silt och sand. Jordarter som består av dessa tre fraktioner namnges på ett helt annat sätt med FAO-systemet än vad som görs i de svenska systemen. Som exempel kan nämnas att enligt det svenska systemet utgörs mer än hälften av de svenska åkerjordarna av lera medan endast 16 % av åkerjorden utgörs av lera enligt FAO-systemet (cf. Eriksson m fl 1999). Inom FAO-systemet används termen "Loam" som inte har någon motsvarighet i svensk klassificering. Denna term används för relativt osorterade jordar vilka är en blandning av sand, ler och silt och där ingen av de olika fraktionerna präglar jordartens egenskaper nämnvärt mer än någon annan. I denna rapport har jordarterna klassificerats enligt FAO-systemet och resultaten finns redovisade separat i Appendix 1.

Tabell 1. I Sverige används idag två huvudsakliga system för att med utgångspunkt från kornstorlek klassificera jordarter. Den övre skalan används idag på SGU medan den undre skalan används på SLU.

Block		Sten		Grus			Sand			Silt			Ler
Grov-block		Grovsten	Mellansten	Grov	Mellan-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mellan-sand	Fin-sand	Grov-silt	Mellan-silt	Fin-silt	
Korn-	2000	600	200	60	20	6	2	0,6	0,2	0,06	0,02	0,006	0,002
Storlek (mm)													
				Grov-grus	Fin-grus	Grov-sand	Mellan-sand	Grov-mo	Fin-mo	Grov-mjåla	Fin-mjåla		
Block		Sten		Grus			Sand		Mo		Mjåla		Ler

Tabell 2. Jordarters indelning med utgångspunkt från deras lerhalt. SGU och SLU använder något olika klassifikation för leror. I båda systemen benämns dock alla jordarter med en lerhalt > 15 % som leror.

Lerhalt %	SGU	SLU
< 5	Lerfri eller svagt lerig jordart	Lerfri eller svagt lerig jordart
5-15	Lerig jordart	Lerig jordart
15-25	Grovlera	Lättlera
25-40	Finlera	Mellanlera
40-60	Finlera	Styv lera
> 60	Finlera	Mycket styv lera



Figur 1. Klassificering av jordarter enligt det internationella FAO-systemet, där jordarterna benämns med utgångspunkt från innehåll av lera (clay), sand och silt. I detta diagram finns ingen axel som representerar provernas silthalt. Eftersom summan av de tre kornstorleksfraktionerna är 100 % är silthalten i en jordart = $100 - (\text{Clay}\% + \text{Sand}\%) = \text{Silt}\%$. I Appendix 1 finns diagram där stora delar av de texturdata som diskuteras i denna rapport klassificerats med FAO-systemet.

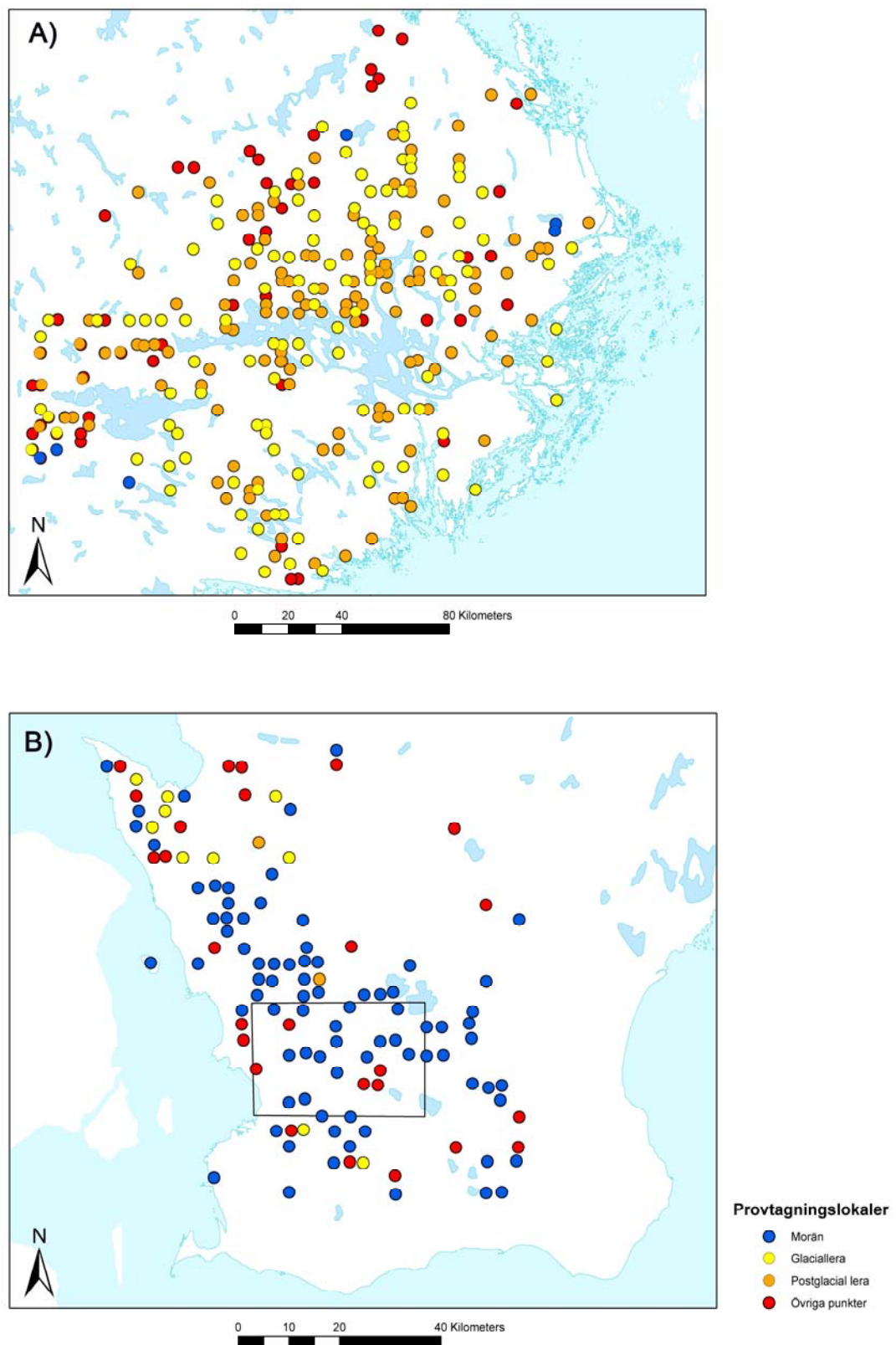
Jämförelse mellan matjordens och alvens textur

Analysdata från prover analyserade på uppdrag av Naturvårdsverket

På SLU har matjordsprover från över 3 000 platser från svenska åkermarker analyserats med avseende på textur (Eriksson m fl, 1999). Dessa analyser utfördes inom miljöövervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket. Koordinaterna för de undersökta lokalerna finns inte angivna med tillräcklig noggrannhet för att kunna korrelera dessa data med jordarterna på SGUs kartor. Under senare år har en ny omgång prover börjat samlats in från koordinatsatta platser från svensk åkermark. På SLU finns idag alv- och matjordsprover från 2 000 koordinatsatta platser, som är fördelade på åkermarker från hela landet. Inom projektet "*Matjordens och alvens textur – en jämförande studie*" (finansierat av Naturvårdsverket) har matjords- och alvprover från drygt 400 av dessa platser analyserats med avseende på textur. Det projektet genomfördes i samarbete Jan Eriksson på Institutionen för mark och miljö (SLU). Arbetet har till stor del skett inom ramen för det här redovisade projektet och resultaten redovisas därför delvis i denna rapport. Studien har inriktats på prover från Skåne och Mälardalen. Koordinaterna för dessa provtagningslokaler är sekretessbelagda men inom detta projekt har vi haft tillstånd från Statistiska centralbyrån (SCB) för att arbeta med dessa data. I denna rapport visas därför inte koordinaterna för de undersökta platserna. Texturanalyserna utfördes på Institutionen för mark och miljö (SLU). Analyserna omfattar allt material som har en kornstorlek finare än grus (korn < 2 mm). Innan analyserna påbörjades gjordes en jämförande studie där parallellprov skickades till olika laboratorier. Prover skickades även till laboratoriet som SGU idag nyttjar för kornstorleksanalyser (SWECO Geolab i Stockholm). Resultaten visade att de resultat som erhöles vid Institutionen för mark och miljö stämmer väl med resultaten de flesta andra lab som var med i jämförelsen. Vissa av de resultat som erhöles från SWECO Geolab visar dock på lägre lerhalter än de resultat som erhöles från andra lab. Orsaken till detta har inte gått att fastställa. Ett antal prover plockades dessutom fram ur SGUs arkiv. Dessa prover har för mer än 20 år sedan analyserats med avseende på kornstorlek inom ramen för SGUs detaljerade kartering (Skala 1:50 000). Resultaten från analyserna av arkivprover från SGU överensstämmer väl med de resultat som tidigare erhöles från SGUs jordartslaboratorium vid analys av samma prover (SGUs jordlab är inte längre i drift). Även de arkivprover från SGU som skickades till SWECO Geolab uppvisade en likartad textur som de resultat som tidigare erhöles. Det visar att de texturdata som nu och tidigare (Eriksson m fl, 1999) tagits fram på uppdrag av Naturvårdsverket är jämförbara med texturdata som tidigare tagits fram vid SGU. Efter utvärdering av resultaten från denna jämförelse beslöts att analyserna skulle utföras av det lab som finns på Institutionen för mark och miljö (SLU). Proverna analyserades med pipettmetoden. Grus och grövre material omfattades inte av dessa analyser.

Resultaten har använts för att utvärdera sambandet mellan alvens och matjordens textur. Skillnaden mellan matjordens och alvens textur analyserades statistiskt genom att jämföra medelhalterna av lera, silt och sand hos prover från de två nivåerna. Materialet har även jämförts med jordartskartor och texturdata som tagits fram på SGU. SGUs Jordartskartor från Skåne och Mälardalen är alla framtagna för presentation i skala 1:50 000 (t ex Svantesson 1991).

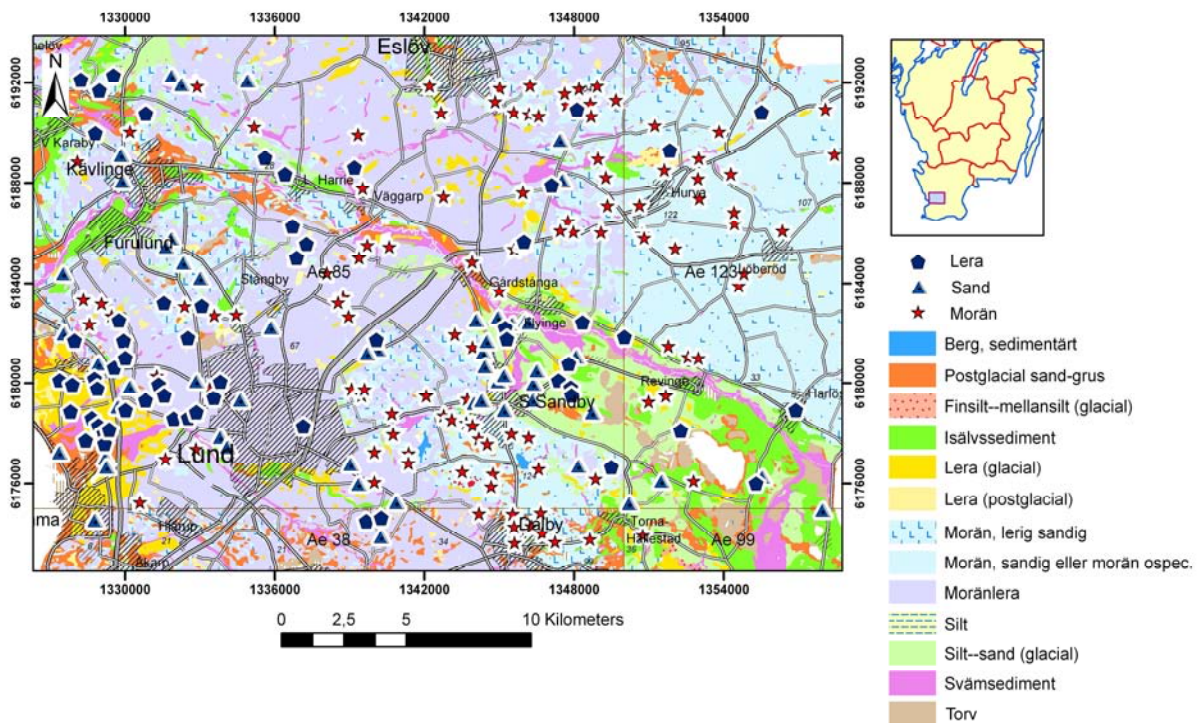
De flesta provresultaten har kunnat klassas i enlighet med den jordart som redovisas på SGUs jordartskartor. Analysresultaten delades först upp i två jordartsklasser: morän och vattenavsatta leror. Den sist nämnda klassen delades sedan upp i glaciala och postglaciala leror. Till den postglaciala leran räknades även lergyttja och gyttjelera. Därefter har skillnaden alv/matjord studerats för varje jordart. Ett fåtal prover har tagits på platser med andra jordarter än de tre som nämns ovan, t ex sand eller torv. Dessa prover är för få för att det ska vara möjligt att utföra någon statistisk analys av de resultaten. Kartor framställdes vilka visar den geografiska fördelningen av de olika jordarternas kornstorleksfördelning. Resultaten från de texturanalyser som utförts med medel från Naturvårdsverket har jämförts med resultat från de kornstorleksanalyser som tidigare utförts inom SGUs detaljerade jordartskartering.



Figur 2. De lokaler där alvens och matjordens textur analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket: A) Mälarenregionen, B) Skåne. I figur B finns en ruta som visar det område som omfattas av SGUs agrogeologiska kartor.

Analysdata från SGUs agrogeologiska kartor

Det finns sammanlagt tio agrogeologiska kartor (Serie Ad, skala 1:20 000) som visar fördelningen av alvens jordarter. Sex av dessa kartor (Tabell 3) har beskrivningar där resultat från texturanalysen av alv och matjord redovisas. Dessa sex kartor visar de geografiska fördelningarna av jordarterna i ett område kring Lund som är ungefär 2 x 3 mil. Samtliga dessa sex kartor scannades och rektifierades med hjälp av moderna kartor i ArcMap. I beskrivningarna till kartorna finns tabeller där jordarternas textur finns redovisade. Dessa tabeller scannades och överfördes till Excel. Provtagningsplatserna för de analyserade proverna finns angivna på kartorna och med hjälp av de rektifierade kartorna var det möjligt att koordinatsätta dessa platser. Punkterna plottades sedan på den detaljerade jordartskartan (Figur 3).



Figur 3. Fördelningen av lokaler från de agrogeologiska kartorna där analys av alvens och matjordens textur utförts. Punkterna har delats upp efter jordart och plottats på den detaljerade jordartskartan (Serie Ae skala 1:50 000). Området sammanfaller till störst delen med kartan Ae 85 (Ringberg 1987).

Inom den agrogeologiska karteringen analyserades det finkornigaste materialet med pipettmetoden (t ex Ekström 1953). Analyserna omfattar allt material som har en kornstorlek finare än grus (korn < 2 mm).

Analysresultaten delades upp i tre jordartsklasser: morän, vattenavsatta leror och sand (Figur 3). Därefter har skillnaden alv/matjord studerats för varje jordart. Skillnaden mellan matjordens och alvens textur har analyserats statistiskt genom att jämföra medelhalterna av lera, silt och sand hos prover från de två nivåerna. I ArcMap framställdes kartor vilka visar den geografiska fördelningen av de olika jordarternas kornstorleksfördelning. Merparten av de

analyserade proverna kommer från platser som utgörs av jordbruksmark. Prover från vissa av framförallt sandjordarna kommer dock från platser som idag inte nyttjas som åkermark.

Tabell 3. De agrogeologiska kartbeskrivningar (Serie Ad) i skala 1:20 000. Texturdata från dessa beskrivningar redovisas i denna rapport.

<i>Kartblad</i>	<i>Område</i>	<i>Tryckår</i>	<i>Författare</i>
Ad 1	Hardeberga	1947	G. Ekström
Ad 2	Lund	1953	G. Ekström
Ad 3	Revinge	1961	G. Ekström
Ad 4	Löberöd	1960	G. Ekström
Ad 5	Örtofta	1961	G. Ekström
Ad 6	Kävlinge	1966	G. Ekström och E. Mohrén

Texturdata från SGUs jordartskarteringen i skala 1:50 000

På SGU finns resultat från texturanalyser vilka gjorts i samband med olika karteringsprojekt. SGUs jordartskartor visar fördelningen av jordarter på karteringsdjupet 0,5 meter. De prover som analyserats har nästa alltid tagits på eller under karteringsdjupet. Ett undantag är de analyser av matjordens textur som utfördes inom den agrogeologiska karteringen i Skåne (Serie Ad). Inom detta projekt har dessa data, som nämnts i avsnittet ovan, digitaliserats och koordinatsatts.

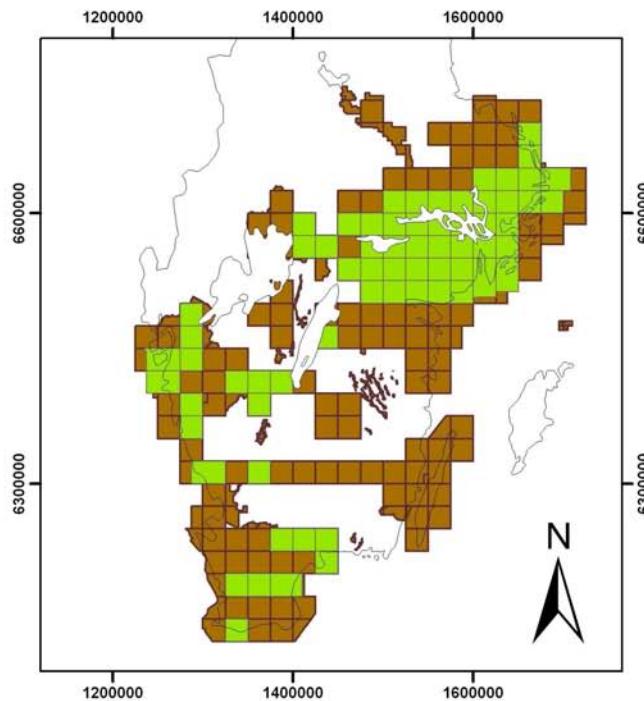
På SGU utgörs den största mängden texturdata av resultat som tagits fram i samband med den detaljerade jordartskarteringen (Serie Ae, skala 1:50 000, Figur 4). Merparten av dessa data finns redovisade i beskrivningarna till kartorna. Idag (2008) finns sammanlagt drygt 150 sådana beskrivningar. Sammanlagt har ungefär 9 000 prover analyserats med avseende på (textur). Med några få undantag är provtagningslokalerna tyvärr inte angivna med koordinater. Lokalerna finns istället angivna på olika typer av arbetskartor som använts i samband med fältarbetena. Digitaliseringen av detta material har påbörjats i ett tidigare projekt. I det här redovisade projektet har detta arbete fortsatt (Figur 4). I nuläget har dessa data börjat läggas in i en databas. Målet är att denna databas i framtiden ska innehålla resultat från alla texturanalyser som utförts inom SGUs detaljerade kartering. Denna databas kan även fyllas på med texturdata som tagits fram inom andra SGU-finansierade projekt. Idag har samtliga de tabeller med texturdata som finns i beskrivningar till de detaljerade jordartskartorna scannats och lagts in i en databas. Ungefär hälften av de provtagna platserna har idag koordinatsatts (data från sammanlagt 67 kartblad). Nu återstår att sätta koordinater på återstoden av de platser varifrån de analyserade proverna kommer. Stora delar av de data som finns från Mälardalen och Västsverige samt delar av Skåne har i nuläget koordinatsatts (Figur 4). Vissa av de texturdata som digitaliserats har använts i detta projekt för att undersöka om det är möjligt att få en bild av hur de olika jordarternas textur varierar regionalt.

De analyser som gjorts inom den lokala jordartskarteringen har dels gjorts med siktning av tvättade partiklar (material 20 - 0,06 mm) och dels med sedimentationsanalys (material < 0,06 mm). Resultaten från sedimentationsanalyserna har nästan uteslutande gjorts med hydrometermetoden.

Sammanlagt har resultat från över 1 300 texturanalyser i Mälmarregionen studerats i detta projekt. Jordarterna delades först upp i två klasser: morän och lera. Leran har sedan delats upp i glacial och postglacial lera (inklusive lergyttja och gyttjelera). Totalt omfattar studien resultat från närmare 600 moränprover och närmare 700 lerprover. Därefter framställdes i ArcMap kartor som visar hur kornstorleksfördelningen i ler- och moränklasserna varierar i Mälmarområdet. De glaciala och postglaciala lerorna åtskiljdes inte vid denna interpolering. Inom varje grupp interpolerades varje fraktion med rbf, radialbasfunktion, med ESRI's defaultparametrar.

I denna rapport har vi inte försökt att på något utförligt sätt förklara orsakerna till de regionala variationer i jordarternas textur som data visar. Det är dock möjligt att de resultat som presenteras här skulle kunna användas för att få en större kunskap om bildningsbetingelserna för jordarterna.

På SGU finns även texturdata som tagits fram inom andra typer av jordartskartering. I beskrivningarna till SGUs länskartor (Serie Ca) redovisas exempelvis data från hundratals kornstorleksanalyser. Dessutom har jordarternas kornstorlek analyserats inom projekt vid SGUs uppdrags- och FoU-verksamhet (t ex Påsse 1996).



Figur 4. De områden som idag omfattas av SGUs databas för detaljerade jordartskartor. Ungefär 2/3 av Sveriges åkermark ligger inom detta område. De gröna rutorna visar de kartblad från vilka texturdata i nuläget har digitaliserats och koordinatsatt.

Texturdata från SGUS morängekemiska kartering

Inom SGUs geokemiska kartering sker en viss karaktärisering av moränens textur. Proverna delas upp i tre fraktioner, material grövre än sand (2 mm), sand (2-0.06 mm) och material finare än sand, d v s silt och lera. I detta projekt har dessa data studerats för att undersöka om de går att använda för att få fram regionala variationer hos moränens textur. Det har dock visat sig att den metodik som används för att sikta fram finfraktionen ur proverna har varierat över tiden. Det gör att data som samlats in inom olika geokemiska karteringsprojekt inte alltid är direkt jämförbara. Ett annat problem är att prover med hög lerhalt har en tendens att bilda aggregat vilka är svåra att finfördela. Det gör att i vissa områden ger dessa prover ett intryck av att ha en grövre textur än vad som i verkligheten är fallet. Detta gäller speciellt i områden med moränlera och lerig morän. I denna undersökning har vi inriktat oss på data från Mälarenregionen där en enhetlig metodik använts och där moränen överlag har en låg lerhalt.

Fältbestämningar av textur från Dalarnas länsstyrelse

Efter kontakt med länsstyrelsen i Dalarna fick vi tillgång till fältbedömningar av 7 741 matjordprover från åkermark i Dalarnas län. Samtliga dessa prover har klassificerats enligt den metodik som idag tillämpas av hushållningssällskapen. Data är klassificerade enligt samman

system som används på SLU (Tabell 1 och Tabell 2). Resultaten har jämförts med den jordartsinformation som finns på SGUs jordartskartor. Proverna kommer till största delen från områden som karterats i skala 1:50 000. Data från sammanlagt 5 715 punkter jämfördes med SGUs jordartsklasser. De översiktligt karterade områdena innehåller dock allt för grov indelning av jordartsklasser för att en meningsfull jämförelse ska vara möjlig.

Texturdata från Hushållningssällskapet i Uppsala

Inom detta projekt har vi tagit kontakt med Hushållningssällskapet (HS) i Uppsala och fick då möjlighet att studera de jordartsdata som analyserats på uppdrag av HS. På HS finns en oerhört stor mängd data som visar matjordens textur på åkermarker. Eftersom inte alla markägare lämnar prover till HS är de undersökta platserna dock ojämnt spridda i geografien. Den största datamängden utgörs av fältbedömningar av matjordens textur och mullhalt. Sedan ett par år har även matjordens textur analyserats på lab. Eftersom det inte var praktiskt möjligt att studera hela den datamängd som finns på HS valdes ett område nära Enköping ut. För att få möjlighet att studera data från detta område krävdes markägarnas medgivande. Sammanlagt tillfrågades ca 15 markägare och alla utom en godtog att vi studerade data från deras ägor. Materialet omfattar dels ett stort antal fältbestämningar av matjordens textur och dels resultat från texturanalyser av 175 prover.

Fältbestämningar av textur från Ståndortskarteringen vid SLU

Inom detta projekt har SGU fått tillgång till Ståndortskarteringens numera Markinventeringens (MI) data från Mälarenregionen. Inom Ståndortskarteringen har jordarternas textur bestämts i fält på provytor (23 500 st.), fördelade i kluster över hela Sverige. Ståndortskarteringens prover är tagna på de ytor som även undersöks inom Riksskogstaxeringen. I detta projekt har vi jämfört texturdata från SGU med de fältbedömningar av moränens textur som gjorts inom Ståndortskarteringen. De data som jämförts kommer från Mälarenregionen. Syftet har varit att utreda om Ståndortskarteringens data kan användas för att få en bättre uppfattning om moränens textur än den som redovisas på SGUs jordartskartor.

Resultat

En stor mängd data har studerats inom detta projekt. Både data som samlats in av SGU och andra organisationer har utvärderats. En relativt stor andel av de data som studerats inom projektet kommer från jordar vilka nyttjas som åkermark. I avsnittet nedan följer en genomgång av de viktigaste resultat som uppnåtts inom projektet.

Klassificering av jordarter enligt FAO-systemet

Det klassificeringssystem som SGU använder utgår både från jordarternas textur och bildningssätt medan FAO-systemet helt utgår från jordarternas textur. Inom FAO-systemet finns dessutom fler klasser för att beskriva de finkorniga jordarterna än vad som används på SGU. Det gör att det finns stora skillnader mellan de två nomenklaturerna. En annan skillnad mellan de två klassificeringssystemen är att SGU även tar hänsyn till jordarternas halt av grus, medan FAO-systemet endast utgår från jordarternas innehåll av sand, lera och silt. Då det gäller de prover som diskuteras i denna rapport är det främst moränprover som innehåller nämnvärda mängder grus. Av de prover som redovisas här är det moränproverna från Mälarenregionen som uppvisar de högsta grushalterna.

Texturdata från den agrogeologiska karteringen och SGUs detaljerade kartering har klassificerats enligt FAO-systemet. Dessutom har resultaten från de analyser vilka utfördes med medel från Naturvårdsverket klassificerats på samma sätt. Resultaten finns presenterade i Appendix 1. FAO-systemet ger som förväntat en betydligt mer detaljerad indelning av finkorniga jordarter än den indelning som idag tillämpas på SGU. Idag klassar SGU oftast alla jordar med en lerhalt över 15 % som leror, vilka i sin tur delas in efter bildningssätt (t ex moränlera eller postglacial lera). På många av SGUs detaljerade jordartskartor har dock leran delats in i finlera och grovlera (se Tabell 2), vilket gör att det på vissa kartblad finns mer detaljerad information om lerornas textur. På många kartblad från Mälarenregionen, Skåne, Östergötland och Västkusten har de postglaciala lerorna delats in i finlera och grovlera. På många av kartbladen från Skåne och Västkusten har även glacialerna delats in i grovlera och finlera.

Studerar man figurerna i Appendix 1 framgår det att de jordar som på SGU klassas som t ex glaciallera (Figur A-3 och Figur A-4) i FAO-systemet hamnar i en rad olika jordartsklasser. Merparten av de prover från Skåne som enligt de svenska systemen klassificeras som lera har för låg lerhalt för att enligt FAO-systemet klassas som lera (Figur A-7 – Figur A-10). Flertalet av de prover från Mälardalen som enligt det svenska systemet klassas som lera klassas däremot även enligt FAO-systemet som lera (Figur A-1). Ett stort antal av de skånska proverna klassas enligt FAO-systemet som ”sandy loam”. Anmärkningsvärt är att jordarter som enligt de svenska systemen klassificeras som lera, sand eller morän i många fall hamnar i samma klass enligt FAO-systemet (Figur A-15). Exempelvis återfinns alla dessa tre jordarter i klassen ”sandy loam”. Omvänt hamnar de jordarter som enligt SGUs klassificering är glaciala eller postglaciala leror i ett stort antal olika FAO klasser (Figur A-3 – Figur A-6).

Jämförelse mellan matjordens och alvens textur

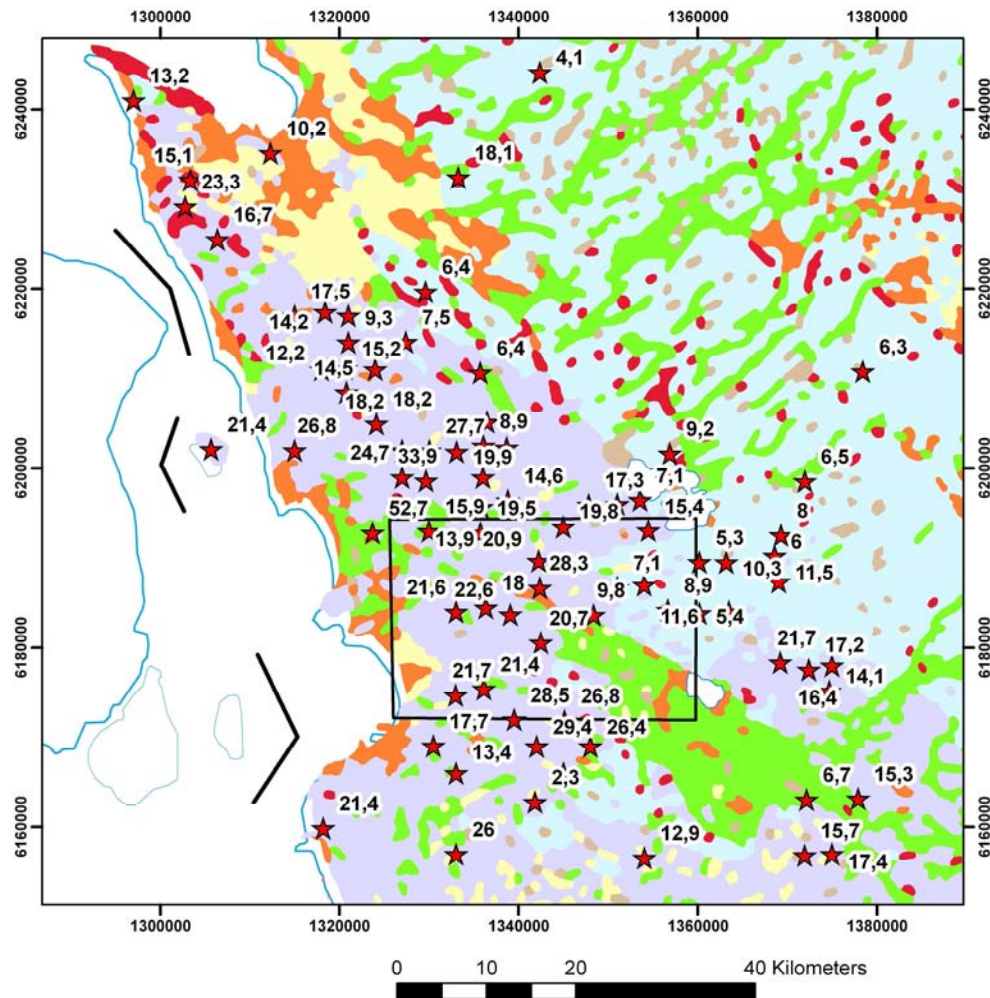
Denna jämförelse bygger dels på analyser vilka utförts på uppdrag av Naturvårdsverket och dels på data som finns i beskrivningarna till SGUs agrogeologiska kartor (Tabell 3). Eftersom lerpartiklar i så stor utsträckning påverkar jordarternas egenskaper är denna jämförelse till stor del inriktad på att beskriva skillnaderna i lerhalt mellan matjord och alv. Samtliga prover som diskuteras i detta avsnitt har tagits från områden som vid provtagningsstillfället utgjordes av åkermark. Det går därför inte att dra några slutsatser om skillnader mellan de ytliga och djupare liggande jordlagren då det gäller de ofta grovkorniga jordarter (t ex sandig morän) vilka vanligen inte nyttjas som åkermark.

Provtagningsplatserna för de jordarter som analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket plottades upp på SGUs detaljerade jordartskarta. I de allra flesta fall visar resultaten från texturanalyserna en god överensstämmelse med den jordart som redovisas på jordartskartan. I vissa fall ligger provtagningsplatserna dock nära övergången från åker till annan mark. Ofta sammanfaller denna övergång med en jordartsgräns som i vissa fall ligger något förskjutet på jordartskartan. Detta gör att jordarten på provtagningsplatserna ibland är en annan än den som visas på jordartskartan. Oftast var det dock möjligt att avgöra vilken av SGU-kartans jordarter som finns på provtagningsplatsen. I några fall har det dock inte varit möjligt att fastställa vilken jordart som provet representerar. På några platser visade det sig att den jordart som visas på jordartskartan inte är korrekt klassificerad. Exempelvis finns det områden som karterats som silt där resultaten från texturanalysen visar att lerhalten är så hög att jordarten eventuellt borde ha redovisats som lera på kartan. De jordarter som visas på kartan ger dock en generaliserad bild av geologin och det kan förekomma variationer inom varje jordartsyta som redovisas på kartan. Dessutom är det så att den grovkornigaste delen av lerfraktionen har egenskaper som liknar silt. Detta gör att jordar med en hög andel relativt grovkornig lera lätt kan klassificeras som silt i fält (Dag Fredriksson, SGU, pers. kom.)

Resultaten från texturanalyserna delades först in i två klasser, morän och vattenavsatta leror. Den sist nämnda klassen delades sedan in i glaciala och postglaciala leror. Merparten av moränproverna kommer från Skåne medan nästan alla de prover som består av vattenavsatta leror kommer från Mälarenregionen.

I beskrivningarna till de agrogeologiska kartorna har de analyserade proverna klassificerats med avseende på jordart. Dessa provresultat har här delats in i tre klasser sand, lera och morän. De två förstnämnda utgörs av jordarter vilka avsatts i vatten och därför kan förväntas var mer väl sorterade än morän med avseende på kornstorlek.

I Tabell 4 - Tabell 8 redovisas de genomsnittliga halterna av de olika kornstorleksfraktionerna. I Tabell 4 och Tabell 6 redovisas resultat från matjordsprover enligt SGUs respektive SLUs nomenklatur. Tabell 5 och Tabell 7 redovisar resultat från alvprover enligt SGUs respektive SLUs nomenklatur. Skillnaderna mellan alvens och matjordens textur visas i Tabell 8. Eftersom SLU och SGU använder olika nomenklatur för kornfraktionerna redovisas resultaten enligt båda dessa system. Resultaten från de agrogeologiska kartorna och de av Naturvårdsverket finansierade analyserna redovisas separat. De slutsatser som kan dras från de två undersökningarna är dock likartade.



Figur 5. Resultat från analyser av alvens lerhalt i moränprover från Skåne (analyserna är finansierade av Naturvårdsverket). Samtliga prover kommer från områden som utgörs av åkermark. Det är tydligt att prover från områden med moränlera (lila) har en högre lerhalt än prover från områden med sand-dominerad morän (ljus blå).

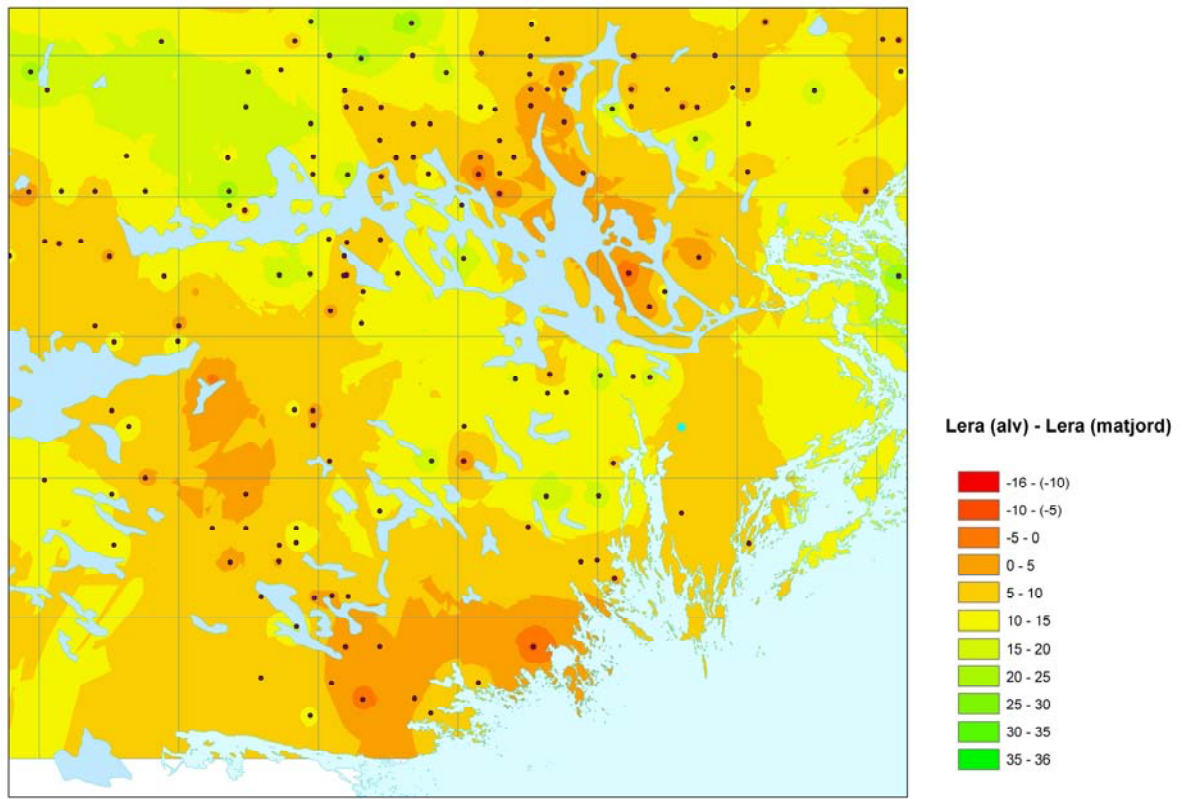
Resultaten från texturanalyser av morän från Skåne visar att de områden som på SGUs jordartskartor anges som moränlera har generellt sett högre lerhalt än morän från områden som enligt samma karta har en sanddominerad textur (Figur 5). Resultaten visar också att skillnader i kornstorleksnamnsättning mellan matjord och alv är små i moränjordarna (Tabell 8). Detta gäller både de data som redovisas i beskrivningarna till de agrogeologiska kartorna och de data som tagits fram på uppdrag av Naturvårdsverket. Det bör dock påpekas att merparten av de analyserade moränproverna kommer från områden som ligger ovanför den Högsta kustlinjen. Det innebär att de ytliga jordlagren inte kunnat påverkas av de kustprocesser som ofta svallar ut de finkornigaste fraktionerna av jorden.

Då det gäller postglaciala och glaciala leror är dock lerhalten signifikant högre i alven jämfört med matjorden (data framtagna med medel från Naturvårdsverket). Resultaten från de

agrogeologiska kartorna redovisas utan åtskillnad på glaciala och postglaciala leror. Även dessa leror uppvisar en högre lerhalt i alven jämfört med matjorden. Den största skillnaden mellan alvens och matjordens lerhalt uppvisar glaciallerorna (Tabell 8). Alvprover från det av Naturvårdsverket finansierade projektet indikerar att postglaciala leran har en högre genomsnittlig lerhalt än den glaciala leran, medan resultaten från SGUs detaljerade kartor pekar på motsatsen. Orsaken till detta diskuteras nedan. Både glaciala och postglaciala leror har avsatts på botten som successivt grundats upp som en följd av landhöjningen. Dessa leror har till största delen avsatts på relativt stora vattendjup. Då vattendjupet minskat har de överlagras av grovkornigare sediment t ex sand och silt, vilket förklarar varför matjorden oftast är grovkornigare än alven. En jämförelse mellan Tabell 4 och Tabell 5 visar att den genomsnittliga sandhalten i glaciallerans alv är signifikant lägre än det genomsnittliga värdet för matjorden. Vilket indikerar att denna jordart på många platser täcks av ett tunt sandlager. Denna observation bekräftas av resultat från SGUs maringeologiska undersökningar som visar att de glaciala lerorna ofta överlagras av ett tunt sandlager (t ex Elhammer and Sandkvist 2005). Då det gäller postglacial lera är skillnaden i sandhalt mellan matjord och alv mindre. Silthalten i de undersökta jordarterna uppvisar inte någon större skillnad mellan matjord och alv (jämför Tabell 4 med Tabell 5).

Data från vattenavsatta sandjordar har endast hämtats från de agrogeologiska kartorna. Dessa jordar uppvisar en genomsnittlig lerhalt som är något högre i matjorden än i alven (56 platser, se Tabell 8). En orsak till detta kan vara att kraftigare vittring skett i matjorden vilket lett till bildandet av lerpartiklar.

Skillnaden i lerhalt mellan matjord och alv hos lerprover, analyserade med medel från Naturvårdsverket, plottades på en karta över Mälarenregionen (Figur 6). Det är svårt att se något geografiskt mönster då det gäller skillnaden i matjordens och alvens lerhalt. De största skillnaderna i lerhalt verkar många gånger finnas på platser som är belägna nära glaciofluvialt avsatta sediment. Mitt ute på de större lerslätterna är skillnaderna ofta mindre. Det skulle dock behövas ett större dataunderlag för att säkerställa detta.



Figur 6. Skillnaden i lerhalt (%) mellan matjord och alv hos vattenavsatta glaciala och postglaciala leror från Mälarenregionen. Matjordens lerhalt har subtraherats från alvens lerhalt (resultat från analyser finansierade av Naturvårdsverket).

Figur 7 - Figur 14 visar korrelationen mellan matjordens och alvens lerhalt för de olika jordartsklasserna. Det är tydligt att lerhalten i alv och matjord uppvisar en korrelation. Moränen uppvisar den bästa korrelationen mellan lerhalten i alven och matjorden. För alla jordarter varierar dock skillnaden mellan alvens och matjordens lerhalt för de olika provtagningsplatserna.

Data från de agrogeologiska kartorna och data som togs fram med medel från Naturvårdsverket plottades upp på kartor. Därefter framställdes kartor som visar regionala variationer av jordarternas textur. Dessa kartor redovisas i Appendix 2 och Appendix 5. Under rubriken data från SGUs detaljerade databaser jämförs dessa kartor med motsvarande kartor som tagits fram med data från SGUs detaljerade databaser.

Tabell 4. Den genomsnittliga kornstorleksfördelningen i prover från åkermarkens matjord. Proverna har klassificerats efter de kornstorleksgränser som idag används på SGU (SGF 81).¹ Prover från SGUs agrogeologiska kartor (Serie Ad, t ex Ekström 1953).² Samtliga prover från vattenavsatta leror analyserade med medel från Naturvårdsverket.³ 82 av proverna kommer från Skåne resterande från Mälarenregionen.

	<i>N</i>	<i>Ler</i>	<i>Silt</i>	<i>Sand</i>
Alla prover	404	32,6±16,8	37,8±12,5	29,4±24,1
Morän	88 ³	15,5±5,1	30,1±6,8	54,3±10,2
Morän (SGU ¹)	116	14,2±7,0	22,9±7,1	62,9±11,4
Lera (Alla ²)	283	40,6±13,4	41,9±10,4	17,6±15,5
Lera (Alla SGU ¹)	58	21,2±9,6	27,0±10,5	51,8±15,9
Sand (SGU ¹)	56	11,9±6,0	15,4±8,6	72,7±13,6
Lera glacial	121	36,2±12,1	41,6±11,3	22,2±16,1
Lera postglacial	131	46,1±11,6	42,4±8,9	11,5±11,1

Tabell 5. Den genomsnittliga kornstorleksfördelningen i prover från åkermarkens alv. Proverna har klassificerats efter de kornstorleksgränser som idag används på SGU (SGF 81).¹ Prover från SGUs agrogeologiska kartor (Ser Ad, t ex Ekström 1953).² Samtliga prover från vattenavsatta leror analyserade med medel från Naturvårdsverket.³ 82 av proverna kommer från Skåne resterande från Mälarenregionen.

	<i>N</i>	<i>Ler</i>	<i>Silt</i>	<i>Sand</i>
Alla prover	404	38,4±20,6	36,1±33,2	25,3±25,8
Morän	88 ³	16,5±8,4	30,3±7,9	53,1±13,1
Morän (SGU ¹)	116	14,5±9,2	21,9±7,5	63,6±14,2
Lera (Alla ²)	283	48,9±14,3	39,5±11,2	11,5±12,6
Lera (Alla SGU ¹)	58	27,6±15,9	28,8±11,5	43,7±21,4
Sand (SGU ¹)	56	9,5±4,9	15,2±11,3	76,2±13,2
Lera glacial	121	47,5±15,3	38,9±12,3	13,6±13,9
Lera postglacial	131	52,3±12,1	39,5±9,6	8,3±8,9

Tabell 6. Den genomsnittliga kornstorleksfördelningen i prover från åkermarkens matjord. Proverna har klassificerats efter de kornstorleksgränser som idag används på SLU. ¹Prover från SGUs agrogeologiska kartor (Ser Ad, t ex Ekström 1953). ²Samtliga prover från vattenavsatta leror analyserade med medel från Naturvårdsverket. ³82 av proverna kommer från Skåne resterande från Mälardalenregionen.

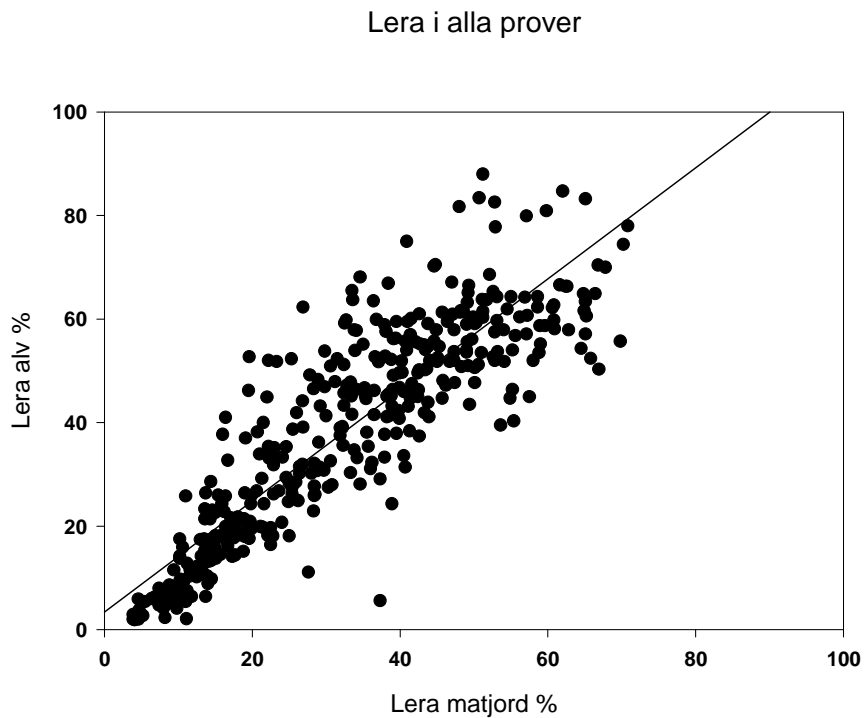
	<i>N</i>	<i>Ler</i>	<i>Mjåla</i>	<i>Mo</i>	<i>Sand</i>
Alla prover	404	32,6±16,8	24,3±10,1	27,9±13,0	15,0±16,5
Morån	88 ³	15,5±5,1	16,4±6,1	36,7±5,9	31,3±7,9
Morån (SGU ¹)	116	14,2±7,0	12,4±5,4	32,9±6,6	40,6±10,8
Lera (Alla ²)	283	40,6±13,4	28,1±7,8	24,3±12,3	7,0±8,7
Lera (Alla SGU ¹)	58	21,2±9,6	14,6±7,0	37,4±13,0	26,8±15,1
Sand (SGU ¹)	56	11,9±6,0	8,3±4,4	29,0±12,1	50,9±18,5
Lera glacial	121	36,2±12,1	27,5±8,9	27,4±12,4	8,9±9,2
Lera postglacial	131	46,1±11,6	29,1±6,1	20,7±10,3	4,1±5,8

Tabell 7. Den genomsnittliga kornstorleksfördelningen i prover från åkermarkens alv. Proverna har klassificerats efter de kornstorleksgränser som idag används på SLU. ¹Prover från SGUs agrogeologiska kartor (Ser Ad, t ex Ekström 1953). ²Samtliga prover från vattenavsatta leror analyserade med medel från Naturvårdsverket. ³82 av proverna kommer från Skåne resterande från Mälardalenregionen.

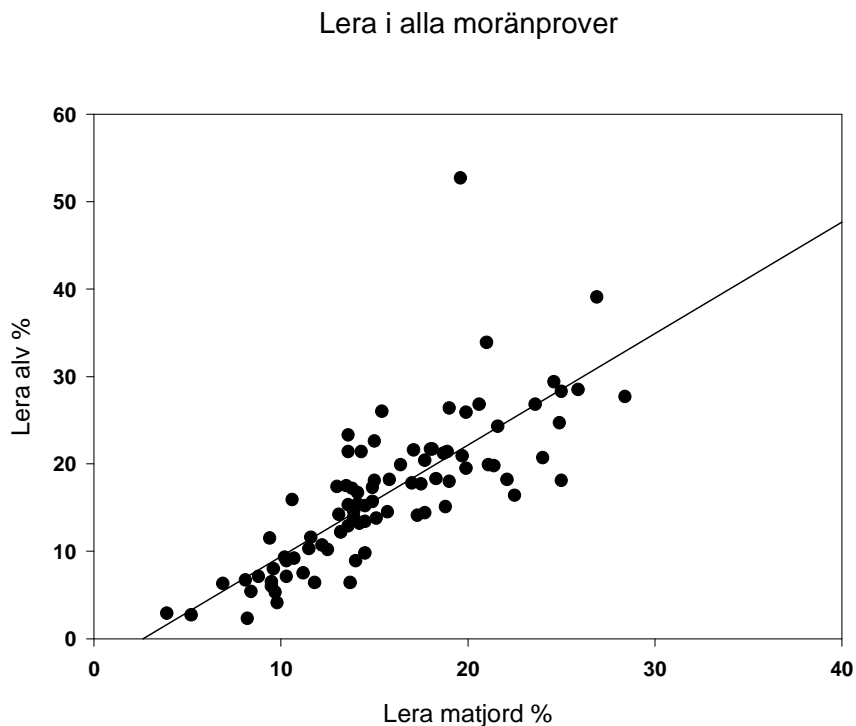
	<i>N</i>	<i>Ler</i>	<i>Mjåla</i>	<i>Mo</i>	<i>Sand</i>
Alla prover	404	38,4±20,6	23,7±10,6	25,0±14,5	12,9±17,1
Morån	88 ³	16,5±8,4	17,2±6,9	35,8±7,2	30,5±9,4
Morån (SGU ¹)	116	14,5±9,2	11,9±5,5	31,5±7,3	42,0±13,9
Lera (Alla ²)	283	48,9±14,3	27,1±8,4	19,7±11,6	4,2±7,5
Lera (Alla SGU ¹)	58	27,6±15,9	16,1±8,3	36,5±16,7	19,9±15,9
Sand (SGU ¹)	56	9,5±4,9	7,6±5,6	31,3±17,5	52,5±21,4
Lera glacial	121	47,5±15,3	26,5±10,0	20,8±12,2	5,1±8,7
Lera postglacial	131	52,3±12,1	27,4±6,5	17,7±10,1	2,6±4,9

Tabell 8. Den genomsnittliga differensen mellan matjordens och alvens textur. M-A = Matjordens textur – alvens textur. Proverna har klassificerats efter de kornstorleksgränser som idag används på SLU. ¹Prover från SGUs agrogeologiska kartor (Ser Ad, t ex Ekström 1953). ²Samtliga prover från vattenavsatta leror analyserade med medel från Naturvårdsverket. ³82 av proverna kommer från Skåne resterande från Mälarenregionen.

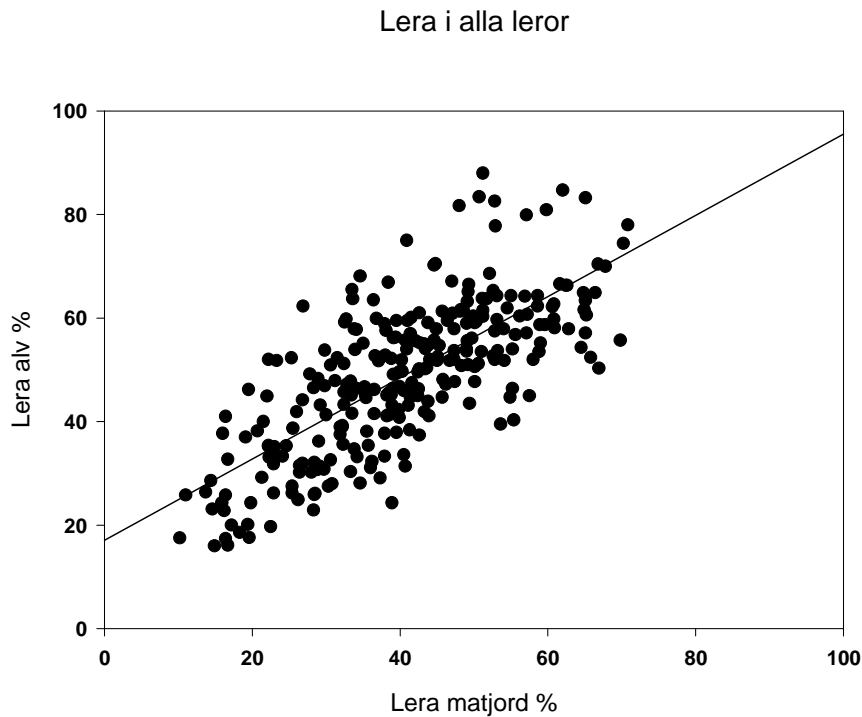
	<i>N</i>	<i>Ler (M-A)</i>	<i>Mjåla (M-A)</i>	<i>Mo (M-A)</i>	<i>Sand (M-A)</i>
Alla prover	404	-5,8±9,9	0,7±6,2	3,0±8,7	2,1±6,2
Morän	88 ³	-0,9±5,4	-0,7±3,4	0,9±4,4	0,8±5,6
Morän (SGU ¹)	116	-0,3±4,9	0,4±3,6	1,3±4,5	-1,5±7,7
Lera (Alla ²)	283	-8,3±10,1	1,1±6,6	4,6±8,3	2,7±5,6
Lera (Alla SGU ¹)	58	-6,4±11,5	-1,5±7,2	0,8±10,8	6,9±10,4
Sand (SGU ¹)	56	2,4±4,1	0,7±4,2	2,3±12,2	-1,6±13,5
Lera glacial	121	-11,3±10,5	1,0±7,0	6,6±7,4	3,7±5,9
Lera postglacial	131	-6,0±9,4	1,8±5,4	2,8±8,1	1,3±3,5



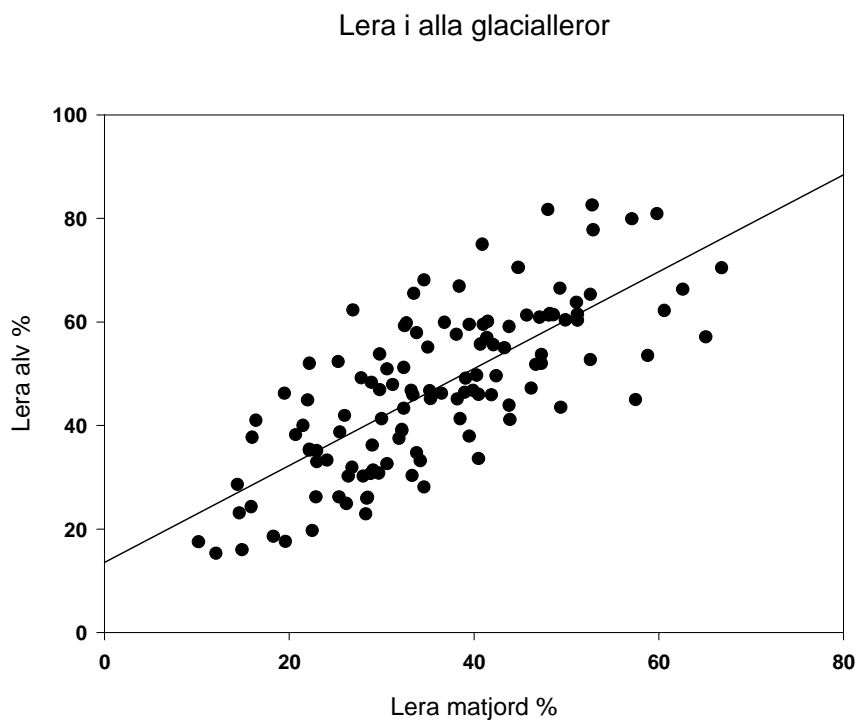
Figur 7. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla de prover från Mälarenregionen och Skåne vilka analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket ($r^2 = 0,77$).



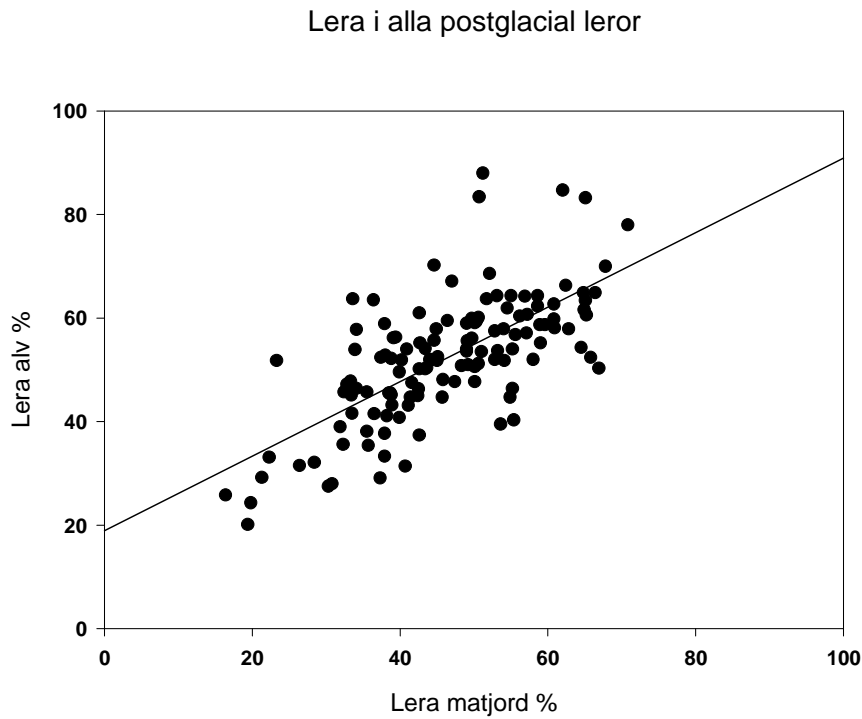
Figur 8. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla de moränprover från Mälarenregionen och Skåne vilka analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket ($r^2 = 0,61$). Merparten (82 av 88) av proverna kommer från Skåne.



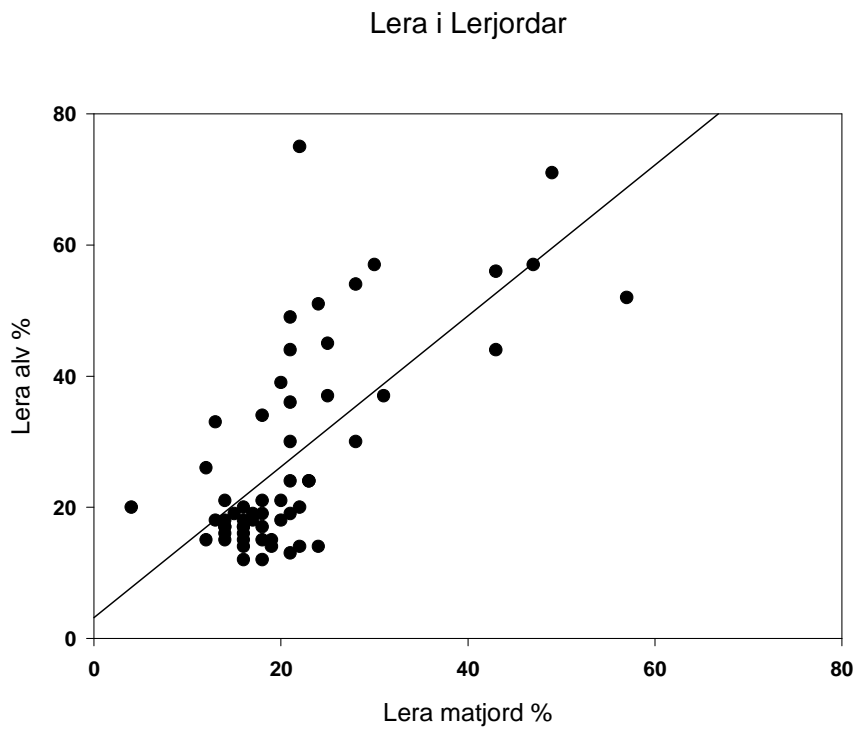
Figur 9. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla prover från vattenavsatta leror vilka analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket ($r^2 = 0,54$). Med undantag av tio prover från Skåne kommer alla prover från Mälarenregionen.



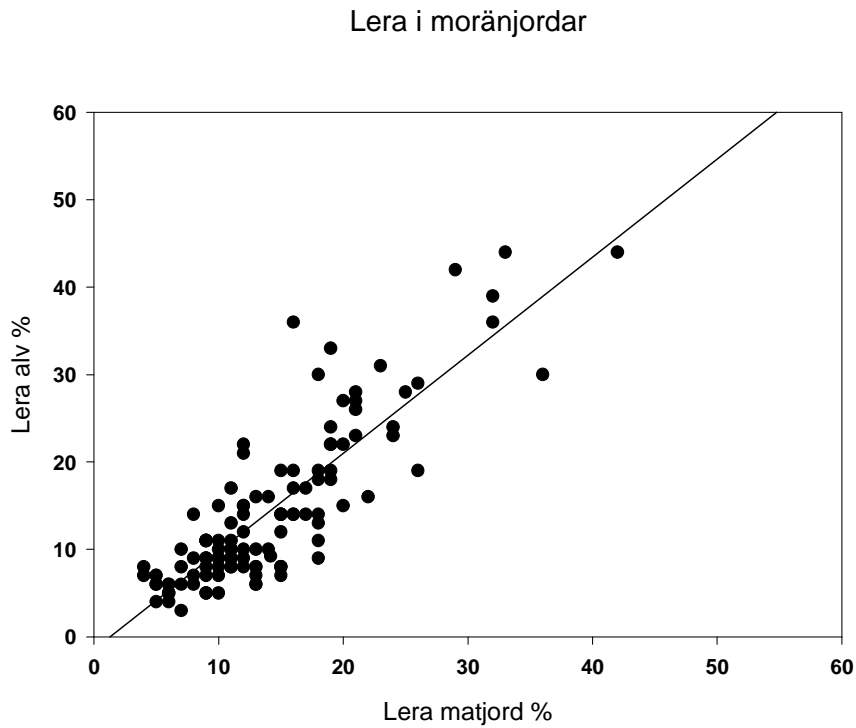
Figur 10. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla prover från glaciallera vilka analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket ($r^2 = 0,54$).



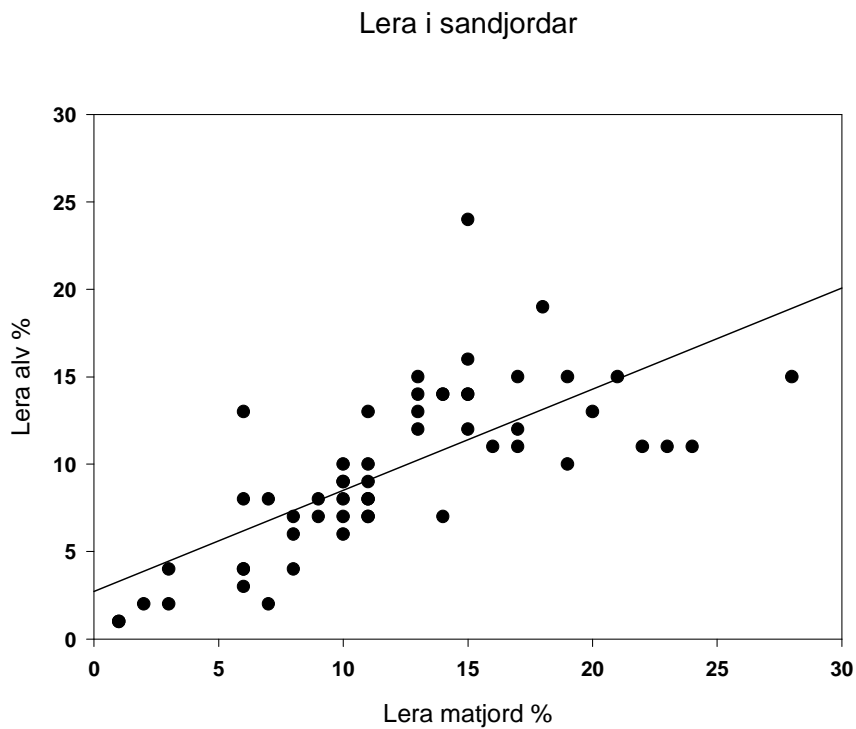
Figur 11. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla prover från postglacial lera vilka analyserades på uppdrag av Naturvårdsverket ($r^2 = 0,47$).



Figur 12. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla lerprover som har hämtats från beskrivningarna till de agrogeologiska kartorna ($r^2 = 0,48$).



Figur 13. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla moränprover som har hämtats från beskrivningarna till de agrogeologiska kartorna ($r^2 = 0,73$).



Figur 14. Förhållandet mellan alvens och matjordens lerhalt i alla sandprover som har hämtats från beskrivningarna till de agrogeologiska kartorna ($r^2 = 0,51$).

Data från SGUs databaser

Geografisk fördelning av jordarters textur

Texturdata från den detaljerade karteringen (1:50 000)

Resultaten från denna studie visar att de texturdata som tagits fram inom SGUs detaljerade kartering kan användas för att få en uppfattning om geografiska variationer hos en viss jordarts textur. Dessa data kan därför vara av stort värde för att få en utförligare uppfattning om jordarternas textur än vad som framgår av jordartskartan.

De data som tagits fram vid SGUs detaljerade kartering kommer helt och hållet från prover vilka tagits på eller under karteringsdjupet (0,5 meter). I Appendix 3 och 4 finns kartor som visar geografiska texturvariationer hos morän och lera i Mälarenregionen. Kartorna visar fördelningen av sand, silt respektive lera i lerjordarna samt fördelningen av grus, sand, silt respektive lera i moränjordarna.

Sammanlagt har resultat från närmare 600 prover används för att framställa de kartor som visar geografiska variationerna hos moränens textur (Appendix 3). Det är tydligt att det finns signifikanta regionala variationer hos moränens textur. Exempelvis har moränen närmast runt sjön Mälaren en generellt sett högre lerhalt än moränen i det övriga området. Dessa skillnader framgår inte på den detaljerade jordartskartan där i stort sett all morän inom det aktuella området redovisas på samma sätt ("sandig morän"). De finns säkert flera orsaker till dessa geografiska variationer av moränens textur. Två faktorer som är av stor betydelse är dels den sträcka moränen transporterats av inlandsis och dels de fysikaliska egenskaperna hos de bergarter som bygger upp moränen. Kännedom om moränens textur kan därför vara av vikt för att förstå inlandsisens dynamik. I detta arbete har dock inga försök gjorts att förklara orsakerna till de geografiska variationerna av moränens textur. I några områden där moränen har en hög grushalt visar jordartskartan att moränens överyta har en relativt hög frekvens av block. Det kan därför finnas en, inte helt oväntad, korrelation mellan moränens blockfrekvens och dess grushalt.

Moränens vattenhållande förmåga och innehåll av för växterna tillgängliga näringsämnen är generellt högre i moränjordar med en hög silt- och lerhalt än i motsvarande jordar med hög grus- och sandhalt. De kartor som kan tas fram genom att använda resultat från texturanalyser kan därför ha ett värde för skogsbruket. I kombination med SGUs reguljära jordartskartor kan därför dessa "texturkartor" ge ett mervärde för vissa användare. Nedan 0 jämförs kartorna i Appendix 3 med data från Ståndortskarteringen.

I Appendix 4 redovisas den geografiska variationen hos vattenavsatta leror i Mälarenregionen. Sammanlagt har data från närmare 700 prover använts för att framställa kartorna. Det är tydligt att även de vattenavsatta lerorna uppvisar regionala variationer. Exempelvis saknar leran i vissa områden nästan helt sand medan leran i andra områden innehåller en betydande andel sand. Det kan finnas flera orsaker till dessa variationer. Lerorna har avsatts i skiftande miljöer från den senaste deglaciationen fram tills då lerområdena till följd av landhöjningen torrlades. Det är därför inte förvånande att lerornas textur varierar. Till viss del kan skillnaderna förklaras

av att vissa områden domineras av glaciallera medan andra domineras av postglacial lera. Exempelvis har de postglaciala lerorna en något lägre genomsnittlig lerhalt än de glaciala (se Tabell 9). Detta förklarar dock inte helt och hållet variationerna av lerans lerhalt. Dessutom verkar lerhalten på de större lerslätterna generellt vara något högre än lerhalten i mindre lerområden. Lerorna i Mälarregionen nyttjas i stor utsträckning som åkermark och kunskapen om texturen hos lerjordarna är därför av värde för jordbruket. Eriksson m fl (1999) har visat hur matjordens textur varierar i åkermarkens jordarter. Resultaten från detta projekt visar att det finns ett statistiskt samband mellan alvens och matjordens textur. De resultat som presenteras här kan därför användas tillsammans med Erikssons resultat för att få en mer fullständig bild av texturen hos åkermarkens jordarter.

Texturdata från de agrogeologiska kartorna

De agrogeologiska kartorna omfattar ett relativt litet geografiskt område (Figur 3). Det är därför svårt att avgöra om resultaten från texturanalyserna återspeglar några statistiskt signifikanta geografiska variationer av jordarternas textur. Det är dock tydligt att de områden som på jordartskartan (skala 1:50 000) karterats som lerig morän framträder som områden med relativt låg lerhalt på de griddar som tagits fram med hjälp av resultaten från texturanalyserna (Appendix 5). De områden som karterats som moränlera inom samma kartering framträder däremot på griddarna som områden med en högre lerhalt. Resultaten från texturanalyserna stämmer alltså bra med de fältbedömningar som legat till grund för moränens indelning inom den detaljerade karteringen.

En ganska stor andel av de prover som vid texturanalyserna klassats som vattenavsatt lera ligger i områden som inom den detaljerade karteringen (skala 1:50 000) klassats som morän. I vissa fall skiljer sig inte dessa vattenavsatta leror nämnvärt från moränen då det gäller kornstorleksammansättningen. Samma sak gäller vissa av de prover vilka klassificerats som sand vid den agrogeologiska karteringen. Det kan tyda på att vissa av ler- och sandproverna från den agrogeologiska karteringen har en felaktig jordartsklassifikation och istället borde ha klassats som morän. En annan orsak till att vissa av ler och sandproverna ligger i områden som på den nyare kartan ligger som morän är antagligen att den moderna jordartskartan endast visar jordarter med en viss geografisk utbredning. Det gör att jordarten på en viss punkt kan skilja sig från den som visas på jordartskartan.

Databas för SGUs texturdata

De resultat som presenteras i denna rapport visar att data från de texturanalys som SGU låtit göra tillför ett mervärde till SGUs jordartskartor. Tyvärr har ännu inte alla texturdata från SGUs detaljerade kartering lagrats digitalt. Redan många år innan detta projekt påbörjades har arbetet med att framställa en databas där texturdata ska kunna lagras påbörjats. Idag har samtliga de tabeller med texturdata som finns i beskrivningar till de detaljerade jordartskartorna scannats och lagts digitalt. Sammanlagt har i dagsläget ca 9 000 prover analyserats inom SGUs Ae-karteringen (skala 1:50 000). Nu återstår att sätta koordinater på de platser varifrån de analyserade proverna kommer. Stora delar av de data som finns från Mälarregionen och Västsverige har i nuläget koordinatsatt (Figur 4, sammanlagt data från 67 kartblad). Vilket motsvarar ungefär hälften av de prover som analyserats inom Ae-karteringen. Dessutom har texturdata från de agrogeologiska kartorna digitaliserats och koordinatsatts (resultat från nästan

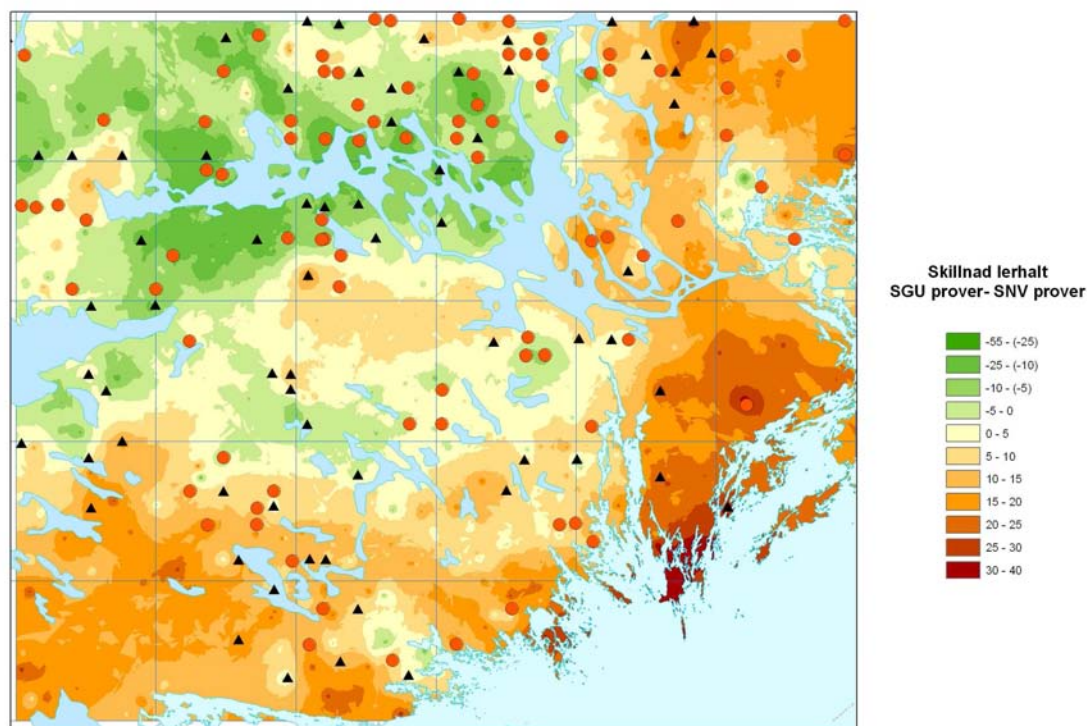
700 analyser). Inom detta projekt har en struktur för en databas som innehåller resultat från SGUs texturanalyser färdigställts och data har börjat lagras in. Databasen innehåller även analysresultat från bestämningar av jordarterna kalkhalt och organiska halt. Dessa analyser har dock inte gjorts på alla de prover som analyserats med avseende på textur. Data från denna databas kommer i framtiden kunna levereras till externa användare. I första hand kommer data från SGUs detaljerade kartering (skala 1:50 000) läggas in i databasen. Det arbetet kommer förhoppningsvis att slutföras inom den närmsta framtiden. Därefter kan data från exempelvis andra FoU projekt och SGUs uppdragsverksamhet lagras in. Det finns även en stor mängd texturdata från de länsvisa karteringar av jordarter som tidigare utförts (Serie Ca).

Jämförelse mellan SGU-data och prover analyserade på uppdrag av Naturvårdsverket

En jämförelse mellan de texturdata från alven som analyserats med medel från Naturvårdsverket och motsvarande data som tagits fram inom SGUs detaljerade jordartskartering visar att de finns vissa skillnader mellan de två datamängderna (Tabell 9). I Mälarenregionen uppvisar de vattenavsatta leror som analyserades med medel från Naturvårdsverket ca 5 % lägre lerhalter jämfört med prover från samma område som tagits fram av SGU (Tabell 9). SGU-data från vattenavsatta leror uppvisar däremot nästan 7 % lägre genomsnittlig sandhalt. Delar man upp proverna i glaciala och postglacial leror framträder en något annorlunda bild vid jämförelse mellan de två datamängderna. Den största skillnaden mellan de två undersökningarna uppvisar den genomsnittliga texturen av glacialleran (Tabell 9). Däremot uppvisar den postglaciala lerans lerhalt ingen större skillnad mellan de två undersökningarna.

De prover från glaciallera som analyserats inom SGUs kartering uppvisar en högre lerhalt än prover från postglacial lera. De prover som analyserats med medel från Naturvårdsverket uppvisar ett motsatt förhållande dvs den genomsnittliga lerhalten i den postglaciala leran är högre än i glacialleran. En orsak till denna skillnad kan vara att de alvprover från glaciallera som analyserats med medel från Naturvårdsverket innehåller förhållandevis mycket sand som en följd av att denna jordart ofta täcks av ett sandlager. Samtliga dessa alvprover har tagits 40-60 cm under markytan och det finns därmed en möjlighet att det finns en inblandning från det ytliga sandskikt. SGUs prover kommer däremot ofta från större djup där inblandningen från det ytliga sandlagret kan förväntas vara mindre.

Tittar man på den geografiska variationen mellan SGUs och Naturvårdsverkets data framträder en lite annorlunda bild. Kring Mälaren uppvisar SGUs prover generellt sett lägre lerhalter än Naturvårdsverkets prover medan det omvända förhållandet råder längre söder ut (Figur 15). Orsaken till denna geografiska variation har inte kunnat fastställas här. Eftersom Naturvårdsverket och SGU proverna kommer från olika provtagningsplatser är det svårt att avgöra om dessa geografiska variationer verkligen är statistiskt signifikanta.



Figur 15. Skillnaden i alvens lerhalt mellan Naturvårdsverkets prover och SGUs prover. Kring de västra delarna av Mälaren uppvisa Naturvårdsverkets prover generellt sett högre lerhalter än SGUs prover. I övriga områden gäller till stor del det omvända förhållandet. Trianglar representerar provtagningsplatser med glaciälera medan cirklar representerar platser med postglacial lera.

Tabell 9. Jämförelse mellan texturdata från alven som tagits fram i samband med SGUs detaljerade kartering i Mälarenregionen och data som togs fram med medel från Naturvårdsverket i samma region.

Jordart	Kornstorleksfraktion	SGUs detaljerade kartering	Naturvårdsverket
Alla leror	Lerhalt (%)	692 st 55,4±14,1	239 st 50,6±13,8
	Silthalt (%)	41,1±12,5	39,4±11,0
	Sandhalt (%)	3,4±5,4	10,1±11,2
Lera glacial	Lerhalt (%)	355 st 57,9±14,5	111 st 48,4±15,2
	Silthalt (%)	38,3±12,5	39,2±12,3
	Sandhalt (%)	3,7±6,0	12,5±13,1
Lera Postglacial	Lerhalt (%)	337 st 52,8±13,2	128 st 52,5±12,0
	Silthalt (%)	44,0±11,9	39,5±9,7
	Sandhalt (%)	3,1±4,6	8,0±8,6

Jämförelse mellan textur data från SGUs detaljerade jordartskartering och data från SGUs morängeokemiska undersökningar

Vid SGUs morängeokemiska provtagning delas proverna upp i tre kornstorleksfraktioner (grus, sand och lera+silt). Den procentuella fördelningen av dessa fraktioner har jämförts med resultaten från texturanalysen utförda inom den lokala jordartskarteringen (skala 1:50 000) i Mälardalen (Tabell 10). Geokemiska data omfattar sammanlagt 1 600 prover och data från jordartskarteringen omfattar närmare 600 prover. Materialet borde därmed vara tillräckligt stort för att fastställa eventuella statistiska skillnader mellan de två datamängderna.

Resultaten visar att de genomsnittliga finjordshalterna (silt+lera) är betydligt högre i de data som tagits fram vid den detaljerade jordartskarteringen jämfört med data från den geokemiska karteringen (Tabell 10). Halterna av sand och grus är däremot högre i data från den geokemiska karteringen. Det har inte gått att fastställa orsakerna till dessa skillnader. En trolig förklaring är dock att leran och silten bildar aggregat som endast ofullständigt sönderdelats i samband med de texturbestämningar som utförts vid den geokemiska karteringen. De texturdata som tagits fram vid den geokemiska karteringen får därför betraktas som mindre tillförlitliga.

Tabell 10. En jämförelse mellan SGUs texturdata från den detaljerade jordartskarteringen och data från SGUs morängeokemiska provtagning.

<i>Jordart</i>	<i>Morän-geokemi N=1 600</i>	<i>Jordart</i>	<i>Lokalkartering N =570</i>
Silt+ler	12,7 ± 7,2	Ler	2,8 ± 2,1
Sand	55,6 ± 10,4	Silt	20,9 ± 8,9
Grus	31,7 ± 12,5	Sand	48,6 ± 7,9
		Grus	27,7 ± 11,4

Texturdata från databaser utanför SGU

Data från Ståndortskarteringen

SGUs texturdata från den lokala karteringen har jämförts med fältbedömningar som gjorts inom Ståndortskarteringen på SLU. Eftersom Ståndortskarteringens provtagningspunkter ligger i skogsmark så är morän den helt dominerande jordarten. Den jämförelse som gjorts här är därför helt inriktad på moränprover. De resultat som studerats kommer från Mälardalen. Först plottades Ståndortskarteringens provtagningspunkter på jordartskartan. De koordinat-angivelser vi fick från SLU är inte exakt angivna. Det är ändå tydligt att den jordartsklassifikation som gjorts inom Ståndortskarteringen stämmer väl överens med de jordarter som finns redovisade på SGUs jordartskarta. I det aktuella området finns ungefär 300 punkter med moränprover från Ståndortskarteringen och närmare 600 från SGUs kartering. Punkterna från Ståndortskarteringen ligger i kluster som är fördelade på drygt hundra platser. Dessa kluster sammanfaller endast i ett fåtal fall med de platser varifrån moränprover tagits inom SGUs lokal

jordartskartering. Det är därför svårt att säga hur väl resultaten från SGUs texturanalyser samvarierar med resultaten från Ståndortskarteringens fältbedömningar.

Enligt Ståndortskarteringens bedömning är närmare 200 av de 300 undersökta moränproverna dominerade av fraktionen mo, medan ett 70 tal proverna är dominerade av sand.

Fraktionen mo innefattar både SGU-termerna finsand och grovsilt. Det innebär att ett prov som inom Ståndortskarteringen klassificerats som moigt kan vara dominerat av finsand eller grovsilt. Detta gör att det delvis inte går att jämföra ståndortskarteringens fältbedömningar med resultaten från SGUs texturanalyser. Det är däremot anmärkningsvärt att relativt få av Ståndortskarteringens prover klassificerats som sandiga medan ett relativt stort antal av SGU proverna domineras av mellansand och grovsand. Eftersom dessa två sandfraktioner motsvarar sand i Ståndortskarteringens nomenklatur skulle man kunna förvänta sig att fler av dessa prover skulle ha klassificerats som sanddominerade.

Det geografiska område som ingått i denna jämförelse är dock relativt liten och moränens textur är relativt homogen. Det är möjligt att resultatet hade blivit ett annat om jämförelsen hade inkluderat områden med fler typer av morän (t ex Skåne eller norra Uppland).

Data från Hushållningssällskapet (HS) i Uppsala

Från Hushållningssällskapet (HS) i Uppsala fick vi tillgång till jordartsdata från ett område nära Enköping. Materialet består texturdata från matjorden, dels från fältbestämningar och dels från analyser i lab. Ett viktigt syfte var att jämföra data från HS med de data som tagits fram på SGU samt de med medel från Naturvårdsverket. Vid HS fältbestämningar har även jordarternas mullhalt bestämts. Leran har delats in i lättlera, mellanlera och styva lera. Det är dock inte så givande att jämföra dessa fältbedömningar direkt med jordartskartorna eftersom de senare inte på ett detaljerat sätt urskiljer leror med olika lerhalt. Åkermarkerna i området vid Enköping utgörs nästan enbart av glacialera och postglacial finlera (mellanlera och styv lera). Studien inriktades istället på att jämföra resultaten från de texturanalyser som utförts av HS med resultaten av de analyser av matjordens textur som utfört med medel från Naturvårdsverket. Provtagningsplatsernas jordart bestämdes efter att ha plottat läget för HS-proverna på jordartskartan. Alla utom ett av de prover som HS analyserat kommer från områden med antingen glacial eller postglacial lera. Ett prov kommer dock från ett område som enligt jordartskartan består av postglacial sand. Detta prov har en betydligt högre sandhalt än de övriga proverna.

Den genomsnittliga lerhalten i matjordsproverna från HS (Tabell 11) är i stort sett den samma som den genomsnittliga lerhalten i samtliga lerprover analyserade med medel från Naturvårdsverket (Tabell 6). Då det gäller Naturvårdsverkets prover uppvisar de postglacial leran en högre lerhalt och lägre sandhalt jämfört med den glaciala leran (Tabell 4). Däremot uppvisar HS-proverna närmast identisk medeltextur i den postglaciala och glaciala leran.

De prover från Naturvårdsverket som analyserats i området kring Enköping plockades ut och jämfördes separat med de prover som erhållits från HS (Tabell 11). Data från HS kommer från ett område som är ca 20*15 km medan data från Naturvårdsverket kommer från ett större

område som är ca 40*40 km. Resultaten visa at den genomsnittliga i lerhalten i HS-proverna är ca 10 % lägre än motsvarande värde för Naturvårdsverkets prover (Tabell 11). Även i Enköpingsområdet uppvisar Naturvårdsverkets prover högre sandhalt i glacialleran än i den postglaciala leran (Tabell 11). Orsakerna till skillnaderna i medeltextur mellan Naturvårdsverkets prover och HS-proverna är inte kända. Det är möjligt att skillnaderna speglar skillnader i analysmetoderna. En större mängd data skulle dock behövas för att avgöra om så är fallet eller om skillnaderna som redovisas i Tabell 11 endast är en tillfällighet som beror på geografiska variationer av lerornas textur.

Tabell 11. Analysdata från matjordens textur i ett område nära Enköping. Proverna har analyserats av från Hushållningssällskapet (HS) och Naturvårdsverket. Samtliga analyserade prover kommer från åkermarkens matjord.

	<i>Antal</i>	<i>Sand</i>	<i>Silt</i>	<i>Ler</i>
Alla leror (HS)	174	11,6±11,7	47,6±7,2	40,8±10,0
Glaciallera (HS)	70	12,6±13,4	46,6±6,6	40,8±10,3
Postglacial lera (HS)	104	11,0±10,4	48,3±7,6	40,9±9,9
Alla leror (Naturvårdsverket)	35	9,7±6,2	40,4±7,6	49,9±9,7
Glaciallera (Naturvårdsverket)	13	13,9±6,9	40,7±7,7	45,4±8,9
Postglacial lera (Naturvårdsverket)	22	7,2±4,2	40,2±7,7	52,6±9,3

Jordartsbedömningar från åkermark i Dalarnas län

Efter kontakt med länsstyrelsen i Dalarna fick vi tillgång till fältbedömningar av 7 741 matjordsprover från åkermark i Dalarnas län. Samtliga dessa prover har klassificerats enligt den metodik som idag tillämpas av Hushållningssällskapet. Dessa resultat har jämförts med den jordartsinformation som finns på SGUs jordartskartor. Här redovisas jämförelsen med data från de sammanlagt 5 715 fältbestämda prover som kommer från de områden som ingår i SGUs detaljerade databaser (Tabell 12). Det har dock visat sig svårt att få fram några entydiga resultat från denna jämförelse. En orsak till det är att det på SGUs jordartskartor finns relativt få jordartsklasser på åkermarkerna inom det aktuella området. Det verkar dessutom som om resultaten från länsstyrelsens fältbedömningar varierar något mellan de år undersökningarna utförts. Det går dock att dra några slutsatser av jämförelsen (Tabell 12). Nästan 60 % av alla prover ligger i områden som av SGU karterats som glacial silt. Över 90 % av dessa prover är i länsstyrelsens material klassade som mjäla eller mo vilket i SGUs nomenklatur motsvarar silt. Vissa av de prover som klassats som mo kan dock vara finsand enligt SGUs nomenklatur. Likaså har nästan samtliga prover från områden som av SGU klassats som glacial varvig silt med lerskikt av länsstyrelsen klassats som mjäla eller mo. I dessa två fall är följaktligen korrelationen mellan SGUs och länsstyrelsens data god. Däremot har nästan samtliga prover som ligger i områden som av SGU karterats som glaciallera i länsstyrelsens material klassats

mjäla eller mo . Endast drygt 30 av de sammanlagt närmare 600 proverna som enligt SGU ligger inom lerområden klassades som lera. Det tyder antingen på olika bedömningar eller, kanske mer troligt, på att den ytligt liggande matjorden är något grovkornigare än den djupare liggande alven. En viktig slutsats, av de jämförelser som gjorts mellan alvens och matjordens textur, är att matjorden i områden med vattenavsatt lera ofta har en grövre textur än den underliggande alven.

Tabell 12. Den procentuella fördelningen av jordarter från SGUs detaljerade kartering jämfört med resultat från länsstyrelsens undersökningar. Länsstyrelsens klassificering finns angiven i den vänstra kolumnen.

SGUs jordartsklasser anges i den övre lodräta raden. Varje jordarts (SGU) fördelning illustreras genom att läsa varje kolumn uppifrån och ner. Endast SGU klasser med som representeras av fler än tio prover finns med i tabellen. 1 = Kärrtorv, 2 = Svämsediment, ler - silt (postglacialt, yngre), 3 = Svämsediment, sand (postglacialt, yngre), 4 = Svallsediment, sand, 5 = Glacial lera, 6= Glacial varvig silt med lerskikt, 7 = Glacial silt, 8 = Isälvssediment, sand, 9 = Lera - silt, 10 = Älvsediment, sand (postglacialt, äldre), 11 = Morän, sandig, 12 = Älvsediment, grovsilt - finsand (postglacialt, 13 = Glacial grovsilt - finsand.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N	79	66	31	63	576	821	3337	125	154	28	91	281	63
Ej Angiven	24,0	18,2	6,5	9,5	17,7	5,2	5,9	8,8	6,5	0	9,9	8,5	6,3
Ospecificerad Mulljord	15,2	0	0	0	0,7	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
Moig mjäla	19,0	13,6	54,8	7,9	25,9	31,2	29,9	13,6	45,5	25,0	16,5	13,2	17,5
Moig mulljord	10,1	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Mjälilig mo	7,6	21,2	32,2	41,3	5,7	18,0	16,7	26,4	16,2	42,9	16,5	50,5	19,1
Mjälilig lättlera	1,3	1,5	0	0	3,8	1,6	1,4	0	0	0	0	0	0
Svagt lerig mjäla	1,3	16,7	0	0	2,4	4,8	0,8	0	0	0	0	0	6,3
Lerig mjäla	19,0	10,6	6,5	7,9	38,2	29,5	26,1	1,6	4,6	10,7	30,8	1,1	11,1
Lerig mulljord	1,3	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Kärrtorv mulljord	1,3	0	0	25,4		0	0	0	0	0	0	0	0
Ospecificerad mo	0	4,5	0	1,6	0,5	1,3	2,4	3,2	1,9	0	2,2	19,2	1,6
Ospecificerad mjäla	0	1,5	0	0	0,5	0,6	3,8	0	0	14,3	7,7	1,4	0
Ospecificerad lättlera	0	1,5	0	0	0	0	0,4	0	0	0	1,1	0	0
Sandig mo	0	7,6	0	25,4	0,5	3,8	4,7	16,8	14,3	3,6	3,3	4,6	30,1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Moig lättlera	0	3,0	0		0,9	0	4,7	0	0	0	2,2	0	0
Morän sand	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0	0	3,3	0	0
Moig sand	0	0	0	4,8	0	1,6	0,7	16,0	5,2	3,6		0	6,3
Ospecificerad styv lera	0	0	0	0	1,9	0	0,2	0	0	0	2,2	0	0
Sandig mjäla	0	0	0	0	1,0	0	0	4,8	1,3	0	1,1	0	0
Ospecificerad sand	0	0	0	0	0	0,6	0,8	6,4	1,9	0	0	0	1,6
Mjällig sand	0	0	0	0	0	0,2	0,1	2,4	1,9	0	0	1,4	0
Lerig mo	0	0	0	0	0	1,2	1,1	0	0,7	0	1,1	0	0
Svagt lerig mo	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
Morän mjäla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0

Jordmånsdata

SGU och SLU har tidigare fört diskussioner om SGUs data kan användas för att framställa jordmånskartor samt i vilken utsträckning SGUs data är av värde för skogsnäringen. Även om dessa diskussioner fördes för närmare 20 år sedan är de synpunkter som då framkom av intresse även idag.

I stycket nedan följer en sammanställning av synpunkter erhållna i olika sammanhang (SGUs marknadsråd, prof. Tryggve Troedsson personligen samt temadag "Geologiska kartors användning inom skogsbruket" på SGU 1986-04-10).

- 1) **Kombinationen av berggrund, jordart och isrörelseriktning är viktig.** Detta för att bedöma berggrundens inflytande på moränens mineralogiska sammansättning och därmed näringsinnehåll.
- 2) **Differentierad svallningsintensitet.** Svallgrusets mäktighet och underliggande jordarts finjordshalt är mycket betydelsefullt för skogsproduktionen. Svallgrustäckets mäktighet är avgörande för om torkskador uppstår. Helst skulle skogsbruket vilja ha en klassindelning efter svallmaterialets mäktighet och kornstorlek. Även exponering för tidigare svallning vore en tänkbar klassifikationsenhet. Särskild markering av HK kan vara värdefull.
- 3) **Tätare profilbeskrivningar med mäktighetsuppgifter.** Även grunda profiler (0,5 – 1,5 m) är viktiga.
- 4) **Tre klasser torvmarker** (eutrof, mesotrof, oligotrof). Man får då begrepp om torvmarkens skogsodlingsmöjligheter, samt vilka som inte bör skogsodlas från miljösynpunkt. En sådan indelning ger i princip bördighetsgrader för torvmarker.
- 5) **Bättre redovisning av moränernas kornstorlekssammansättning.** För bedömning av bonitet och val av planteringsmetoder är skogsbruket mycket betjänt av upplysningar om moränernas finjordshalt.
- 6) **Kartor som visar jordarnas benägenhet att vittra kemiskt.** Dessa kartor skulle även redovisa inlandsisens förflyttning av materialet (transportlängd), jordmäktighet, genes m.m. Det vore även värdefullt att koppla ihop jordmån-hydrologi-vitringsgrad till intressanta bördighetskartor.
- 7) **Framkomlighetsaspekter** bör man lägga mer tid på vid kartläggningen, såsom terrängklassificering ur framkomlighetssynpunkt.
- 8) **Kartlägg även små grusfyndigheter,** då dessa är av betydelse för skogsbilvägarnas anläggning och underhåll.

- 9) **SGUs agrogeologiska kartor** i Skåne utgör de yppersta i världen enligt Troedsson. Sådan kartering bör tas upp igen.
- 10) **Grundvattenläge, markfuktighet är viktiga.** Kanske m.a.o. utmärkande av in- och utströmningsområden för grundvattnet.
- 11) **Mineralogin** (t ex halt av lättvittrade bergarter, **basmineralindex**). Tätare analyser av basmineralindex efterlyses.
- 12) **Tunna jordlager även viktiga.** Mycket bra skog växer på ytor som redovisas som berg på SGUs jordartskartor. Det är t.o.m. så att det framför allt är den översta halvmetern som är av störst intresse för skogsbruket (dvs det skikt som ligger över SGUs karteringsdjup).
- 13) **Mer noggranna geologiska kartor måste få större täckningsgrad.** Man kan inte bygga upp rutiner inom skogsbruket, utbilda personal etc. när täckningsgraden är dålig
- 14) **Fortlöpande utbildning av skogsfolk** gällande SGUs kartor bör genomföras.
- 15) **Framställ jordmånkartor som bilaga till jordartskartorna.** I regel finns en god korrelation mellan jordmänen och boniteten.

Möjligheten att uppfylla skogsbrukets önskemål och tankar kring detta.

Synpunkter från Sven I Svantesson 081218)

Punkt 1. I princip finns det nu tillgänglig information om såväl berggrund, isrörelser och jordarter, dock i regel inte med den noggrannhet vad beträffar jordarternas finjordshalt (främst moränens) som efterfrågas. Vad beträffar berggrunden kanske det är tillfyllest för skogsbrukets del att kombinera kommande mer noggranna jordartskartor med en enkel indelning av berggrunden i sura, intermediära och basiska bergarter.

Punkt 2. Önskemål som redan delvis är uppfyllda genom regionalarteringens metodik, dock inte vad gäller underliggande jordarts (moränens) finjordshalt.

Punkt 3. Fullt möjligt att i framtiden göra tätare grävningar och i profilbeskrivningarna även ta hänsyn till moränens finjordshalt.

Punkt 4. Informationen finns inte annat än i form av en enkel uppdelning i mosse och kärr inom Ae-karterade (Skala: 1:50 000) områden och sporadiskt i de mer översiktligt C-karterade områden. I enstaka Ae-karterade områden förekommer också en uppdelning i fattigkärr (i princip starrmossar) och rikkärr. Då det gäller bördigheten kommer det även in aspekter som dikning och vegetationsbedömningar av en typ som vi sannolikt har svårt att redovisa.

Punkt 5. Information om moränens finjordshalt saknas i regel sett till landet som helhet. Inom Ae-karterade områden finns dock den traditionella redovisning av moränen efter finjordshalt (grusig, sandig, sandig-siltig, lerig osv.), men erfarenhetsmässigt har det varit svårt att i en del områden få en helt tillförlitlig redovisning då moränen ofta har en heterogen sammansättning. För att tillfredställa skogsbruket fullt ut i detta avseende krävs antagligen tätare provtagning och fältbestämningar/analyser än normalt inom Ae-karteringen. Ett sätt att öka kunskapen om moränens textur vore att kombinera SGUs data med Ståndortskarteringens.

Punkt 6. En fråga för berggrundskarteringen i huvudsak, men det finns i sammanhanget en del intressanta aspekter som även rör jordartskarteringen, t.ex spridningen av vittrat berg i jordarterna, kalkurlakningsdjup m.m. Som exempel kan kalkgränsen ligga på flera meters djup under krönet av en kulle och ligga i ytan vid kullens fot. SGUs morängeokemiska data har i nuläget redan använts för att beräkna vittringens bidrag av vissa näringsämnen (t ex Akselsson 2005).

Punkt 7. Framkomlighetsaspekter (främst då markens bärighet) har SGU studerat tidigare för Försvarsmaktens behov, och i viss utsträckning finns det underlag som behövs (främst Ae-karterade jordartskartor i kombination med LMVs höjddata m.m.) samt även den kompetens som behövs för att framställa sådana kartor.

Punkt 8. Finns inom Ae-karterade områden.

Punkt 9. Ett antal kartor i skala 1:20 000 finns från Skåne, framtagna mellan åren 1947 och 1966. Sannolikt är det inte realistiskt att ta upp denna kartläggningstyp igen då den är alltför resurskrävande genom dels noggrannheten, dels analysmängden.

Punkt 10. Markfuktigheten framgår i viss utsträckning genom jordartskartornas torvbild, redovisningen av tunna torvtäcken och kanske förekomsten av lerområden i skogsmarken, och i övrigt finns på ett osystematiskt sätt en del grundvattenläckage redovisade som källor. Man skulle behöva ha med alla våtmarker i kartbilden, liksom alla översilnings- och genomsilningsområden för en riktig redovisning av in- och utströmningsområden. Hydrokartorna kan tillföra en del information, men det rör sig då mest om tillrinningsområden till lokala grundvattenmagasin och det är inte den mer regionala, detaljerade information som skogsbruket efterfrågar.

Punkt 11. En hel del bestämningar av basmineralindex finns redovisade från A-karterade områden, där sådana bestämningar i princip generellt gjordes för alla moränprover så länge som SGU hade ett eget laboratorium. Efter labbets nedläggning har det i mångt och mycket blivit en kostnadsfråga, och antalet analyser av basmineralinnehållet har begränsats och görs nu inte längre. Kanske värt att utreda om det finns någon annan enklare och billigare analysmetod som kan ersätta den traditionella bestämningen av basmineralindex med hjälp av tunga vätskor.

Punkt 12. Finns numera redovisat på såväl Ae- som C-kartor, och det är bara att fortsätta på den inslagna vägen vid den fortsatta, mer noggranna karteringen.

Punkt 13. Inga kommentarer.

Punkt 14. Inga kommentarer.

Punkt 15. De jordmånskarter som SGU gjort är alla framtagna i samarbete med prof. Tryggve Troedsson, SLU. Det rör sig om följande kartområden: Ae 110 Enköping NO (Svantesson), Ae 112 Västervik NO (Svantesson), Ae 124 Västervik SO/Loftahammar SV (Svantesson), Ae 118 Finspång NO (Lindén och Björnbom) och Ae 122 Norrtälje NV (Persson). Troedsson har gjort jordmånskartan utifrån jordartskartbilden kompletterad med en mycket liten (några få dagars) fältinsats.

Följande jordmånsindelning har gjorts:

Histosols = jordmånstypen för torvjordarter.

Gleysols = jordmånstypen för gyttjejordarter.

Podsoler = I stor utsträckning icke odlad mark utan grävande markorganismer, bortsett från områden med berg i dagen eller tunna jordtäcken, som för det mesta bildar egen jordmån.

Leptosols = I huvudsak områden med berg i dagen eller tunna jordtäcken.

Stabila brunjordar = Odlad, bördig mark (dvs. med hög finjordshalt), där ytlagret ständigt rörs om av grävande organismer.

Instabila brunjordar = Magrare jordar (normalt morän, sand- och grusjordar, nyodlad skogsmark?), men där människan genom odlingsåtgärder höjt en naturgiven, svag markbördighet.

Stabila brunjordar (associerade instabila brunjordar) = Där båda jordmånerna förekommer i rik, mosaikartad blandning.

I området för jordartskartan Ae124 Västervik SO/Loftahammar SV kunde man inte påvisa någon koppling mellan jordmån och bonitet märkligt nog, men i de andra områdena fanns ett tydligt samband. Normalt finns ett mycket klart samband mellan jordmån och bonitet, så skogsbruket skulle definitivt ha stort intresse av att SGU tar fram sådana kartor. Frågan är då om SGU har kompetensen att göra sådana kartor.

Histosols, gleysols och stabila brunjordar kan förmodligen skilja ut rätt väl med hjälp av jordartskartan. Då det gäller podsoler och leptosols kan dessa troligen identifieras rätt så väl utifrån själva kartbilden, men en hel del osäkra faktorer finns, bl.a. jordarternas mineralogi eller tidigare odling i sen tid. Svårast är det förmodligen att i jordartskartan urskilja de instabila brunjordarna liksom områden med stabila brunjordar med associerade instabila, dvs där dessa förekommer i mosaikartad blandning. Då krävs det nog en del fältobservationer liksom erfarenhet och kunskap om t ex tidigare markanvändning.

Med viss utbildning i jordmånslära och noteringar om jordmånsprofiler vid fältarbetet skulle SGU förmodligen kunna göra hyggliga egenproducerade jordmånskarter, men frågan är om det är SGUs gebit. I de flesta fall tycks faktorerna finjordhalt (främst moränens kornstorleksammansättning), berggrundens vittringsgrad (och vittringsmaterialets spridning i jordarterna), basmineralinnehållet (basmineralindex för morän) samt svallningsintensitet vara väl så avgörande för skogsproduktionen som själva jordmånstypen (jordmånstypen är naturligtvis

till stor del avhängig av dessa faktorer). Förmodligen servar SGU skogsbruket allra bäst genom att lägga mer resurser på kornstorleksanalyser av moränen inom ett kartområde, liksom göra bestämningar av basmineralinnehållet i moränen, snarare än att göra egenproducerade jordmånskartor.

Diskussion

Kan från SGUs data användas för att beskriva regionala variationer hos de vanligaste jordarternas textur?

En viktig slutsats av detta projekt är att texturdata ger en mer utförlig bild av regionala variationer hos de olika jordarternas textur än vad som framgår av SGUs detaljerade jordartskartor (Skala 1:50 000). Jordartskartorna ger däremot en mycket bra bild av de olika jordarternas geografiska fördelning som tillsammans med texturdata kan ge en god uppfattning om både jordarternas utbredning och deras egenskaper i en viss region.

Resultaten visar att det är stora skillnader mellan den klassificering av jordarter som används vid SGU och det mer internationellt spridda FAO-systemet. I det senare systemet har jordarternas innehåll av silt och ler en avgörande betydelse (Figur 1). Halten av dessa fraktioner har stor betydelse för en rad parametrar som är viktiga inom både jord- och skogsbruk. Som exempel kan nämnas jordarternas vattenhållande förmåga, erosionkänslighet, vittringsbenägenhet samt förmåga att hålla för växterna tillgängliga näringsämnen. Resultaten från denna undersökning visa att en jordart som enligt SGU tillhör en viss klass många gånger hamnar i flera FAO-klasser (Appendix 1). En kanske mer oväntad slutsats är att jordarter som enligt SGUs system hamnar i olika klasser i vissa fall hamnar i samma klass i FAO-systemet. Det bör dock påpekas att FAO-systemet inte tar hänsyn till jordarternas grushalt, vilken i det svenska systemet har en stor betydelse för t e x klassificeringen av olika typer av morän. FAO-systemet är utarbetat för att klassificera jordarterna med utgångspunkt från de kornstorleksfraktioner som är av störst vikt för vegetationen. Skillnaden mellan SGUs klassificering och FAO visar att den klassificering som tillämpas inom SGUs jordartskartering inte beskriver jordarterna på ett för jord- och skogsbruk optimalt sätt. Eftersom SGU utfört texturanalyser i samband med den detaljerade jordartskarteringen finns det dock en möjlighet att klassificera om SGUs jordarter till det för jord- och skogsbruk mer användbara FAO-systemet.

Texturdata från SGUs morängeokemiska kartering jämfördes med texturdata från den lokala jordartskarteringen. Data från den geokemiska karteringen uppvisar betydligt lägre halter av silt+lera jämfört med motsvarande data från jordartskarteringen. Texturdata från den geokemiska karteringen får därför betraktas som mindre tillförlitliga och har en begränsad användbarhet i detta sammanhang.

Kan SGUs kornstorleksdata från den djupare liggande alven användas för att uppskatta den ytligt liggande matjordens textur?

En viktig frågeställning inom detta projekt har varit att ta reda på om det finns några skillnader mellan alven och matjordens textur i områden som används som åkermark. Med utgångspunkt från de resultat som presenteras här bör det vara möjligt att uppskatta alvens textur med utgångspunkt från matjordens textur och vice versa. Skillnaden matjord/alv varierar dock från plats till plats och det går därför endast att få en generaliserad bild av matjordens textur med utgångspunkt från alvens textur (och tvärtom). Resultaten visar att det är ganska liten generell skillnad mellan matjordens och alvens textur i områden med uppodlade moränjordar. I uppodlade områden med vattenavsatta leror har dock alven en fin-

kornigare textur än matjorden. Glaciallera uppvisar den största skillnaden mellan de två horisonterna.

Resultaten visar att det går att använda SGUs texturdata från alven i kombination med motsvarande data från matjorden (Eriksson m fl, 1999) för att få en bättre uppfattning om texturen hos åkermarkens jordarter. De två datamängderna kan följaktligen användas tillsammans som underlag för läckagemodelleringar.

Inom detta projekt kommer samtliga lokaler där skillnaden matjord/alv studerats från Skåne och Mälardalenregionen. Det är därför möjligt att bilden ser annorlunda ut i andra delar av Sverige. Det är exempelvis tänkbart att de ofta siltdominerade åkerjordarna längst Norrlandskusten uppvisar en avvikande trend då det gäller skillnaden mellan matjord och alv.

Vilka texturdata finns idag på andra myndigheter och organisationer?

Inom detta projekt har vi studerat texturdata från några av de myndigheter och organisationer som samlat in sådan information. Exempelvis har vi studerat resultat från fältbedömningar av åkermarkens jordar vilka utförts på länsstyrelsen i Dalarnas län samt från Hushållningssällskapet i Uppsala. Dessa bedömningar ger en mer detaljerad indelning av jordarterna än den som tillämpas på SGU. Framförallt har man försökt bestämma jordarnas lerhalt med en betydligt större noggrannhet än vad som tillämpas inom SGUs jordartskartering. Det är därför svårt att göra en jämförelse mellan dessa data och SGUs jordartskartor. Resultaten antyder dock att det inte finns några större motsättningar mellan de två datamängderna. En närmare titt på materialet från Dalarna visar att närbelägna platser som klassificerats under olika år har bedömts olika. Det är därför svårt att bedöma tillförlitligheten i dessa ganska detaljerade fältbedömningar. Erfarenheterna från SGUs jordartskartering visar att det är svårt att bedöma jordarters lerhalt med stor noggrannhet. En viktig slutsats är därför att en detaljerad indelning av finkorniga jordarter i olika texturklasser alltid måste underbyggas av texturanalyser.

Inom projektet fick vi tillgång till resultat från texturanalyser vilka utförts på uppdrag av Hushållningssällskapet i Uppsala. Resultaten från Hushållningssällskapet avviker något från de resultat som Naturvårdsverket har tagit fram från samma område. Det finns alltid en risk att texturdata som tagits fram vis olika labb ger olika resultat och det är därför viktigt att jämföra resultat från olika labb innan en omfattande analysverksamhet påbörjas. Det skulle dock behövas en mer omfattande jämförelse av resultaten från de två undersökningarna.

De fältbedömningar av moränjordars textur som gjorts inom Ståndortskarteringen har jämförts med resultat från SGUs texturanalyser. Resultaten visar inte entydigt om Ståndortskarteringens data visar samma regionala mönster som SGUs data. Data som jämförts kommer dock från ett område där de geografiska variationerna antagligen är relativt små. Det vore därför intressant att jämföra SGU-dat med Ståndortskarteringens data i ett område där moränen uppvisar en mer varierande textur. I många områden med morän saknas idag resultat från texturanalyser. Det vore därför värdefullt om det var möjligt att kombinera Ståndortskarteringens relativt noggranna fältbedömningar med SGUs kartor som redovisar moränens geografiska utbredning.

Texturdata från SGUs jordartskartering i Mälarenregionen jämfördes med de resultat som togs fram med medel från Naturvårdsverket. Även om det finns vissa skillnader uppvisar två datamängderna likartade värden för alvens textur hos området leror. Det är därför möjligt att använda SGUs texturdata tillsammans med motsvarande data från Naturvårdsverket. De två datamängderna kompletterar varandra eftersom de analyserade proverna kommer från olika nivåer i marken (matjord och alv).

En viktig slutsats av jämförelserna ovan är att det många gånger är svårt att jämföra texturdata från olika organisationer eftersom olika analysmetoder använts. Ett problem vid analyser av lerhaltiga prover kan vara att proverna inte dispergerats ordentligt vilket gör att lerhalterna underskattas. Det vore därför önskvärt att de organisationer som utför texturanalyser gemensamt skickade blindprover till ett antal laboratorier. Det skulle då gå att få en uppfattning om vilket eller vilka av dessa laboratorier som utför de mest tillförlitliga analyserna.

Vilket behov finns av jordmånskarter inom framförallt skogsbruket?

Många av de geologiska frågeställningar som är viktiga för skogsbruk och forskning kring skogsfrågor kan idag sannolikt delvis besvaras med de data som finns på SGU. De frågor som är av intresse för skogsidan omfattar inte bara jordartsgeologiska data utan även data som rör berggrund, geokemi och grundvatten. Det finns dock en hel del frågeställningar som inte kan besvaras med de data som SGU samlat in.

För att besvara vissa av skogsbrukets frågeställningar har inte SGUs data tillräckligt hög geografisk noggrannhet i andra fall har inte de data som efterfrågas samlats in av SGU. Det finns dock en hel del av de behov som finns inom skogsbruk/forskning där SGUs data kan komma och har kommit till nytta (t ex vittring och framkomlighet.). Ett sätt att få bättre jordartsdata för skogsområden vore att kombinera SGUs jordartsdata med data från andra källor t ex Ståndortskarteringen. Ett sätt att få bättre kunskap om jordarternas textur i norra Sveriges skogsmarker vore att digitalisera de data som finns i beskrivningarna från SGUs länskarter.

SGUs data kan i viss utsträckning användas för att framställa jordmånskarter. Det krävs dock kompletterande information rörande t ex markanvändning och markfuktighet för att ta fram sådana karter. Inom Svensk kärnbränslehanterings (SKB) platsundersökningar gjordes klassificeringar av jordmåner på några olika marktyper. Dessa klassificeringar användes sedan i kombination med andra data, t ex jordartskarter, för att framställa jordmånskarter (Lundin m fl 2004 och 2005). Den metodik som användes där skulle eventuellt kunna användas för att ta fram jordmånskarter över större geografiska områden. Kompetensen för att göra detta finns idag inte på SGU.

Förslag på hur SGU kan förbättra sin jordartsinformation

En viktig frågeställning inom detta projekt har varit att ta reda på vilka jordartsdata som behövs för modellering av ämnestransport, samt om det finns möjlighet för SGU att tillhandahålla sådana data. Under projektets gång har vi varit i kontakt med flera forskare vid

SLU som modellerar transport av olika substanser från åkermark. Det har då framkommit att det finns en efterfrågan på texturdata av hög kvalitet. I texten nedan följer några förslag på hur SGUs jordartsinformation kan förbättras.

Inom detta projekt har en databas initierats där förhoppningsvis samtliga resultat från SGUs texturanalyser kommer att lagras. I framtiden vore det även önskvärt att de resultat från texturanalyser som erhålls från labbet direkt lagras i ett format som är anpassat till denna databas. Databasen har i första hand anpassats till att kunna lagra texturdata som tagits fram vid SGU. I framtiden kan det även bli aktuellt att anpassa denna databas så att det blir möjligt att även plocka in externt utförda texturanalyser. En framtida vision vore att bygga upp en nationell databas med texturdata som samlats in av olika myndigheter och andra organisationer. En sådan databas skulle kunna innehålla information som kommer både från fältbedömningar och från regelrätta analyser.

SGUs detaljerade jordartskartor omfattar idag stora delar av de mest jordbruksintensiva områdena i södra Sverige. Ungefär 2/3 av Sveriges åkermark omfattas idag av SGUs detaljerade jordartskartor. Under de närmsta åren kommer dessutom detaljerade kartor (skala 1:50 000) av de uppodlade områdena längst Norrlandskusten att framställas. Följaktligen kommer det i framtiden att finnas möjlighet att med hjälp av de data som tas fram på SGU på ett mer tillförlitligt sätt än idag modellera ämnestransport från åkermark. Det bör dock påpekas att det ofta är ganska glest mellan provtagningsplatserna och SGU-data kan därför endast användas för att få en regional bild av åkermarkens textur. Ur ett kostnadsperspektiv är det inte möjligt att utföra texturanalyser med en täthet som möjliggör en detaljerad geografisk avgränsning av exempelvis leror med olika lerhalt. För att få ett underlag som kan användas för att på ett detaljerat sätt modellera ämnestransport från mindre avrinningsområden behövs därför troligen oftast kompletterande texturanalyser.

Idag utförs texturanalyser på prover från de områden där detaljerad kartering pågår. Generellt sett utförs idag färre texturanalyser per kartblad än vad som tidigare varit fallet. I många fall är det svårt att i fält avgöra om en jordart ska klassificeras som silt eller lera. Ytterligare texturanalyser skulle göra dessa bedömningar säkrare. Det vore därför önskvärt att man i framtiden gör fler texturanalyser per kartblad än vad som idag är fallet. Eventuellt skulle även SGUs analyser av alvprover i framtiden även kunna kompletteras med analyser av matjordsprover. De prover som analyserats inom SGUs tidigare kartering har tagits utan större hänsyn till den geografisk spridning av provtagningsplatserna för de olika jordarterna (se Appendix 3 och Appendix 4). Det vore önskvärt om platserna för de analyserade proverna i framtiden sprids på ett geografiskt jämt sätt för varje analyserad jordart. Det vore även bra att se över den geografiska fördelningen av texturdata på tidigare framställda jordartskartor och eventuellt komplettera med ytterligare analyser.

Då det gäller skogsmark så finns stora områden som inte omfattas av SGUs detaljerade kartering (Figur 4). I dessa oftast översiktligt karterade områden saknas många gånger analysdata som beskriver jordarternas textur. I största den av landet är det idag därför inte möjligt att använda SGUs data för att med någon större noggrannhet modeller ämnestransport. I viss utsträckning finns dock texturdata i beskrivningarna till de länskartor som

omfattar största delen av norra Sverige. Genom att koordinatsätta resultaten från dessa analyser skulle det bli möjligt att få en uppfattning om moränens textur i olika regioner. Eventuellt skulle det även vara möjligt att använda data från Ståndortskarteringen för att ytterligare öka kunskapen om moränens textur i olika områden.

Den kanske största nackdelen med det klassificeringssystem som SGU nyttjar jämfört med FAO-systemet är att alla jordar med en lerhalt över 15 % klassificeras som lera utan att någon ytterligare indelning görs. På vissa äldre jordartskartor (Ser Ae, skala 1:50 000) har man dock skiljt på finlera och grovlera (se Tabell 2). Det bör dock påpekas att det i fält ofta är svårt att bestämma lerhalt med någon större precision. En av orsakerna till detta är att markfuktigheten varierar under året vilket i sin tur gör att jordarnas egenskaper varierar. Eftersom SGUs jordartskartor till allra största delen baseras på iakttagelser i fält är det därför inte möjligt att med nuvarande karteringsmetodik framställa kartor med en indelning som motsvarar FAO-systemet. En uppdelning mellan finlera och grovlera skulle dock vara möjlig att göra i fält vilket skulle höja kvaliteten på jordartskartorna avsevärt. I viss utsträckning kan man även använda de texturdata som tagits fram genom analyser för att få en uppfattning om hur jordarternas textur varierar geografiskt. Det är dock inte möjligt att på ett detaljerat sätt avgränsa jordarter med olika textur med hjälp av befintliga analysdata. Eftersom många användare nyttjar FAO-systemet vore det däremot önskvärt att de resultat från texturanalyser som gjorts på SGU klassificerades enligt samma system. Det är också möjligt att med utgångspunkt från dessa analysdata klassificera jordarterna på de detaljerade kartorna enligt FAO-systemet. En sådan karta ger dock en förenklad bild av verkligheten eftersom jordarternas textur inom varje jordartsklass kan variera även lokalt.

En viktig slutsats av detta projekt är att det finns regionala variationer hos jordarternas kornstorlekssammansättning vilka inte framgår av SGUs jordartskartor. Det skulle dock vara möjligt att tillföra information om de vanligaste jordarternas textur till den GIS-databas som finns på SGU. Genom att tillföra information till de vanligaste jordartsklasserna i en viss region skulle jordartsdatabasens användbarhet vid modellering kunna öka väsentligt. Jordarterna skulle då kunna klassas både enligt det svenska systemet och enligt det internationellt använda FAO-systemet. Det skulle också vara möjligt att använda texturdata för att teoretiskt beräkna andra jordegenskaper (t ex porositet och densitet), som kan vara av värde för många användare.

I Appendix 6 har Faruk Djodjic, (Institutionen för miljöanalys SLU) listat en rad parametrar som är viktiga för att modellera fosforläckage från åkermark. Flera av dessa parametrar har inte diskuterats inom detta projekt. Då det gäller vissa av dessa parametrar t ex markdjup, d v s jorddjup finns en hel del data på SGU t ex i Brunnsarkivet. Dessa data kommer dock oftast inte från åkermark. Det krävs dessutom oftast en stor geografisk täthet av data för att de på ett tillförlitligt sätt ska vara möjligt att ange jorddjup.

Slutsatser

SGUs data från texturanalyser kan användas för att åskådliggöra regionala variationer hos de vanligaste jordarternas textur.

SGUs data kan användas tillsammans med data från den av Naturvårdsverket finansierade miljöövervakningen för att få en bättre uppfattning om texturen hos åkermarkens jordarter och dessa data därmed användas för t ex läckagemodelleringar.

I uppodlade områden med lera uppvisar matjorden en grövre textur än alven, medan skillnaden mellan matjord och alv är liten i områden med morän.

SGUs data kan användas som ett underlag för att ta fram jordmånskartor. Det krävs dock kompletterande information om markegenskaper för att framställa sådana kartor eftersom jordmånsbildningen också styrs av andra faktorer än modermaterialet.

Referenser

- Akselsson C, 2005. Regional nutrient budgets in forest soils in a policy perspective. Department of Chemical Engineering. Doctoral thesis. 79 pp.
- Djordjic F. 2001. Displacement of Phosphorus in Structured Soils. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Agraria 283. Doktorsavhandling vid Institutionen för Markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Ekström, G. 1927. Klassifikation av svenska jordarter. SGU C 345.
- Ekström, G., 1953. Beskrivning till agrogeologiska kartbladet Lund. SGU Ad 2.
- Elhammer A. och Sandkvist Å. 2005. Oskarshamn site investigation - Detailed marine geological survey of the sea bottom outside Simpevarp. SKB P-05-35. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1999. Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverket, rapport 4955.
- FAO, 1990. Guidelines for soil profile description – Soil Resources Development and Conservation Service, Land and Water Development Division, FAO, Rome.
- Djordjic F. Identifiering av riskområden för fosforförluster i ett jordbruksdominerat avrinningsområde i Dalarna. Institutionen för miljöanalys, SLU Uppsala.
- Joel A. och Wesström, I., 2004. Kartläggning av förutsättningarna för reglerad dränering i södra Sveriges kustnära jordbruksområden. Slutredovisning av projekt 25-5673/02. Sverige lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för hydroteknik.
- Jordartskommittén, 1953. Jordartsnomenklatur utarbetad av representanter för Kungl. Skogshögskolan, Statens geotekniska institut, Statens väginstitut och Sveriges geologiska undersökning i juni 1953 (stencil undertecknad av O Tamm, W Kjellman, B Jakobson, N von Matern, F Rengmark, N Odemark, G Ekström, E Fromm, och B Järnefors. Daterat 6 juni 1953).
- Lundin L, Lode E, Stendahl J, Melkerud P A, Björkvald L, Thorstensson A, 2004. Forsmark site investigation. Soils and site types in the Forsmark area. SKB R-04-08. Svensk Kärnbränslehantering AB.

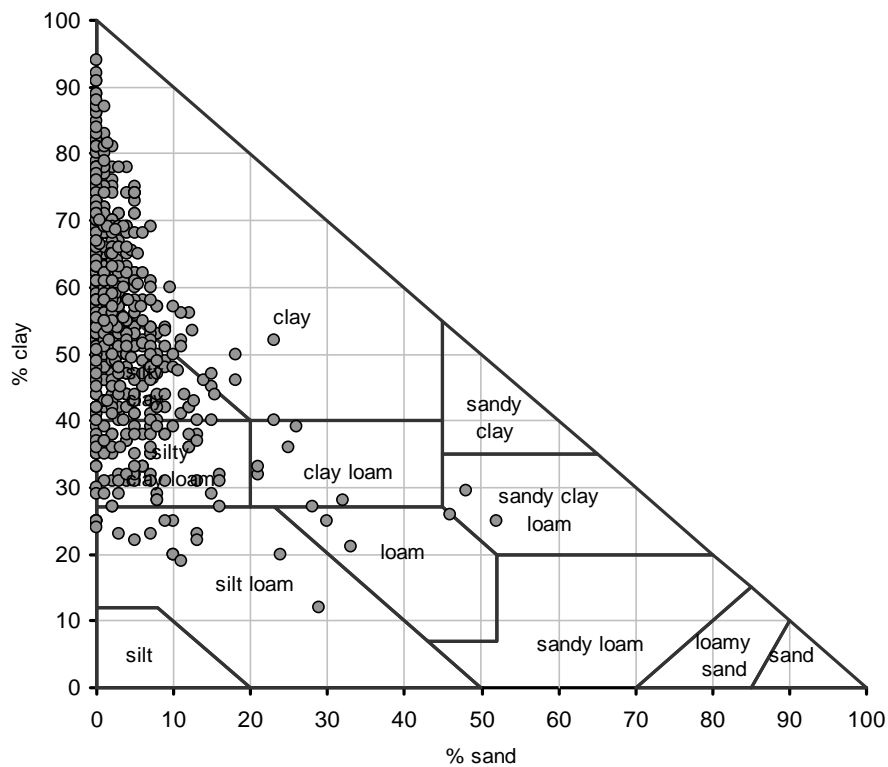
- Lundin L, Lode E, Stendahl J, Björkvald L, Hansson J, 2005. Oskarshamn site investigation – Soils and site types in the Oskarshamn area. SKB R-05-15. Svensk Kärnbränslehantering AB.
- Länstyrelsen Örebro län 2004. Utsläpp av fosfor och kväve till vatten i Örebro län – Översyn av miljökonsekvenserna av mänsklig verksamhet enligt EG:s ramdirektiv för vatten. Länsstyrelsen i Örebro län. Publ. Nr 2004:38.
- Persson, Ch. 1997. Beskrivning till jordartskartan Norrtälje NV: SGU Ae 122.
- Påsse, T. 1996. *Tanh*-functions for interpreting grain size distribution. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 118, 122-123.
- Ringberg, B. 1987. Beskrivning till jordartskartan Malmö NO SGU Ae 85. 147 pp.
- SGU, 1994. Metodik och jordartsindelning tillämpad vid geologisk kartering i skala 1:50 000, Särtryck ur SGU serie Ae, Allmänna delen omarbetad 1994.
- Spännar, M. 2008. Milsbosjöarna – ett pilotprojekt inför arbetet med åtgärdsprogrammet EU:s Ramdirektiv för vatten. Länsstyrelsen Dalarnas Län Rapport 2008:4.
- Svantesson S. 1991. Beskrivning till jordartskartan Enköping NO. SGU Ae 110. 85 pp.
- Zakrisson J., Ekstrand S. och Olshammar M. 2003. Fosfor- och kvävemodellering för avrinningsområden i relation till EU:s vattendirektiv (C21/02). IVL Rapport B1550. IVL Svenska miljöinstitutet AB.

Websidor

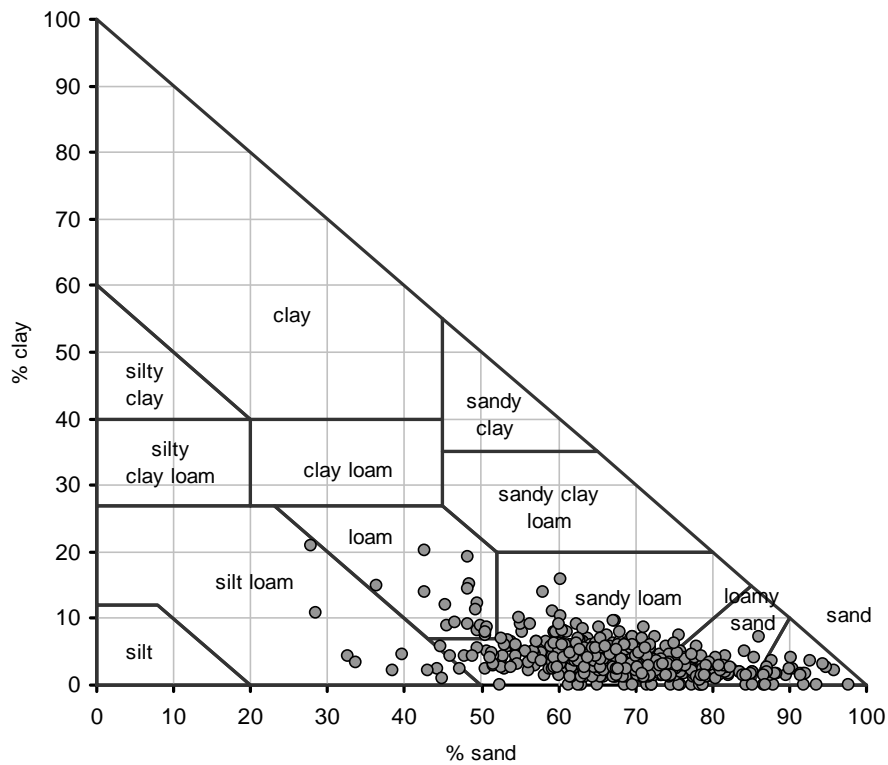
http://www.eu-footprint.org/index_se.html

Klassificering med FAO systemet

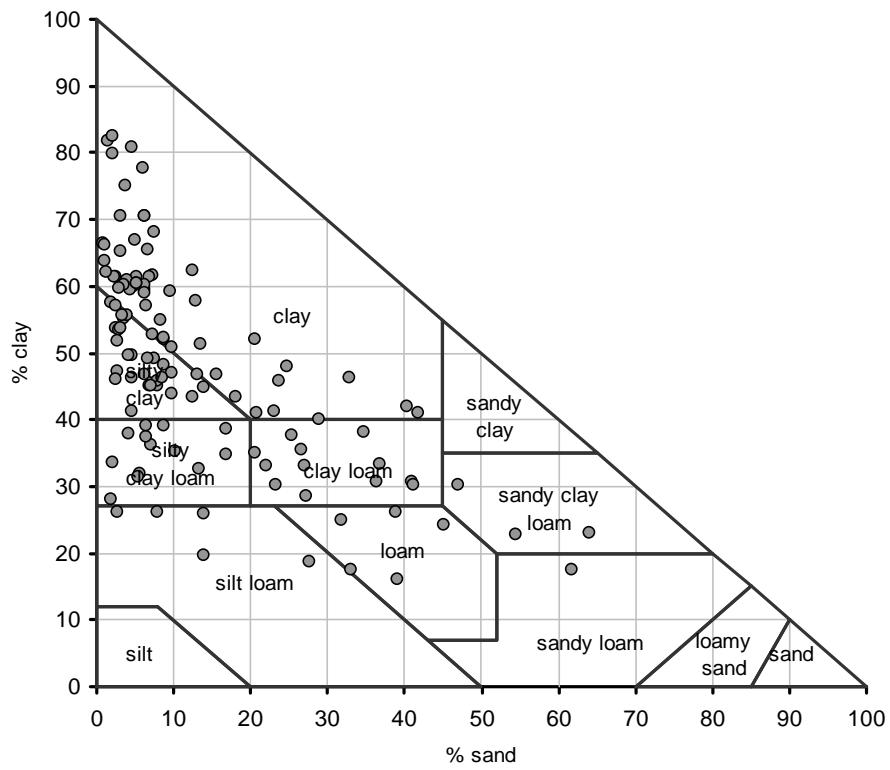
Appendix 1



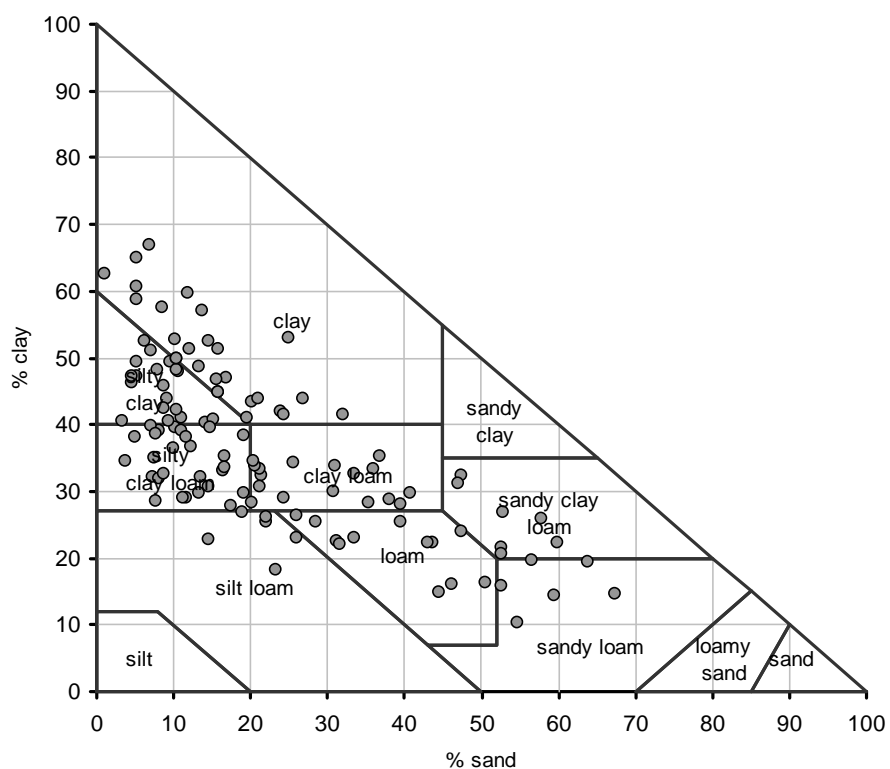
Figur A1-16. Klassificering av alvprover från lera enligt FAO-systemet. Proverna kommer från Mälarenregionen och har analyserats inom SGUs detaljerade kartering (Serie Ae, skala 1:50 000). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



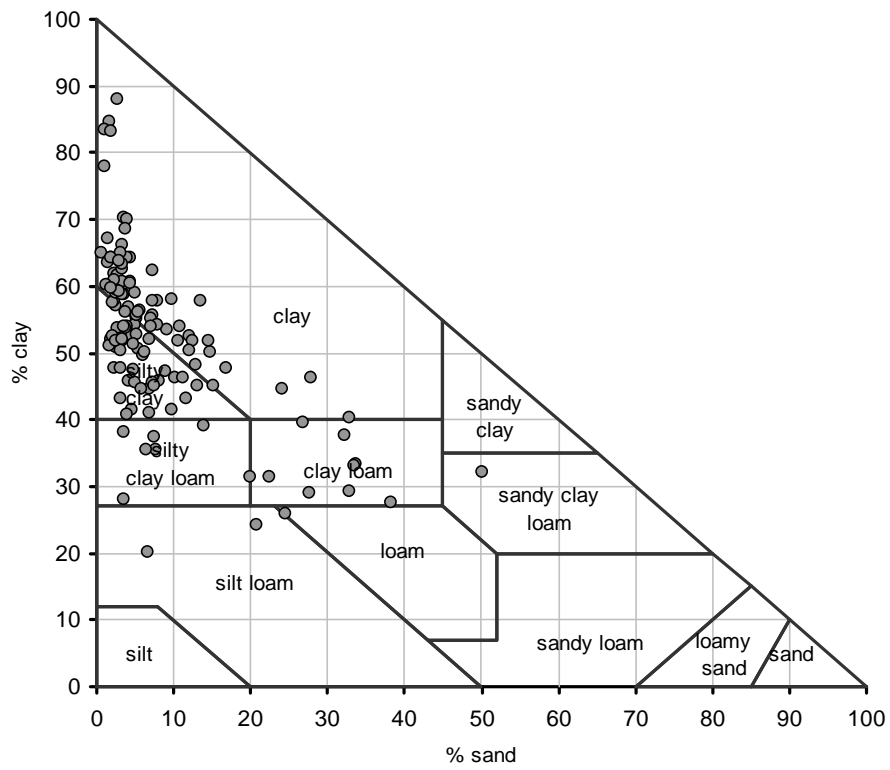
Figur A1-17. Klassificering av alvprover från morän enligt FAO-systemet. Proverna kommer från Mälärregionen och har analyserats inom SGUs detaljerade kartering (Serie Ae, skala 1:50 000). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



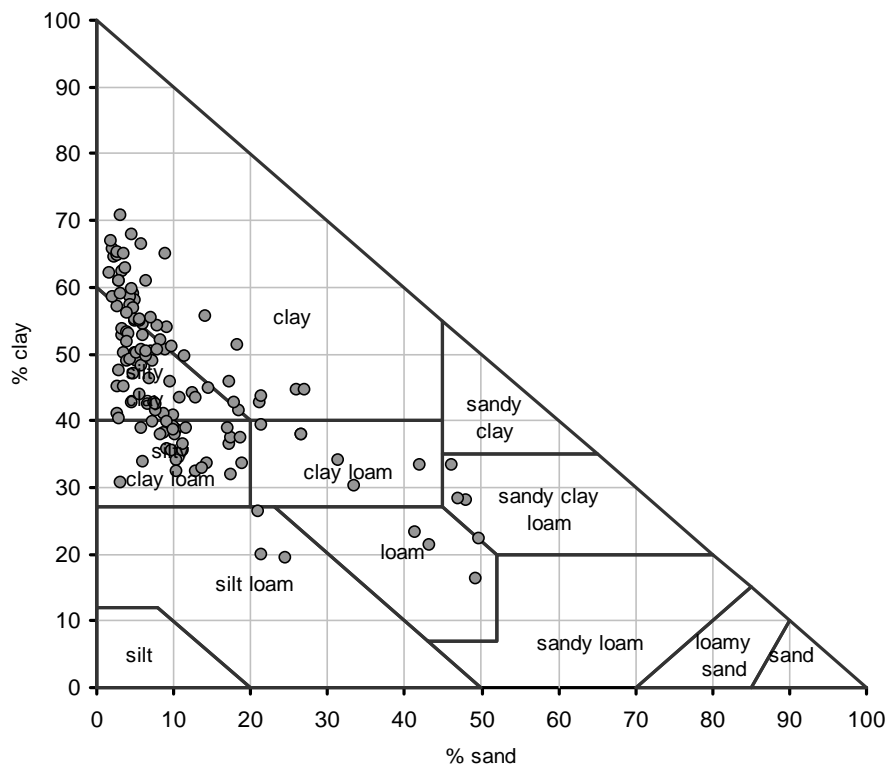
Figur A1-18. Klassificering enligt FAO-systemet av alvprover från glaciärra. Proverna kommer från Mälardalen och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



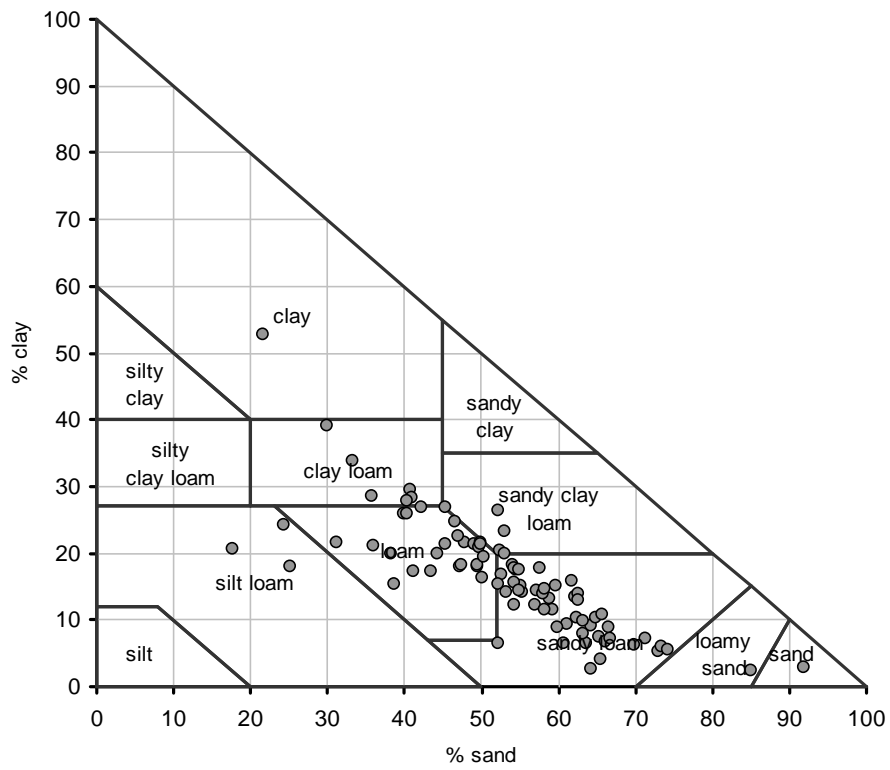
Figur A1-19. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från glaciällera. Proverna kommer främst från Mälarenregionen och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



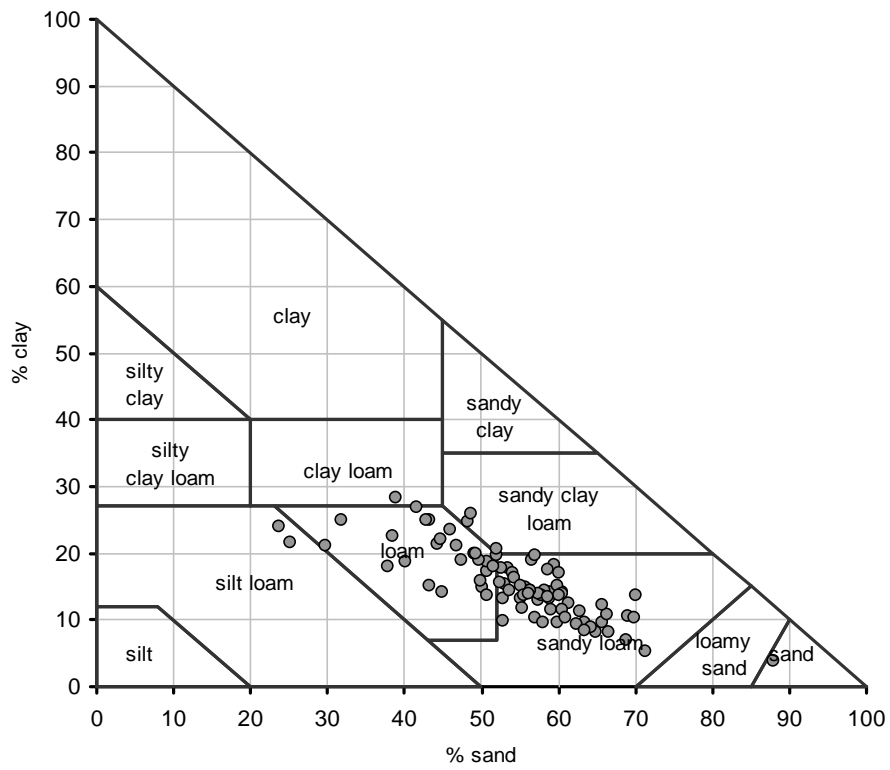
Figur A1-20. Klassificering enligt FAO-systemet av aluprover från postglaciala lea. Proverna kommer främst från Mälardalen och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



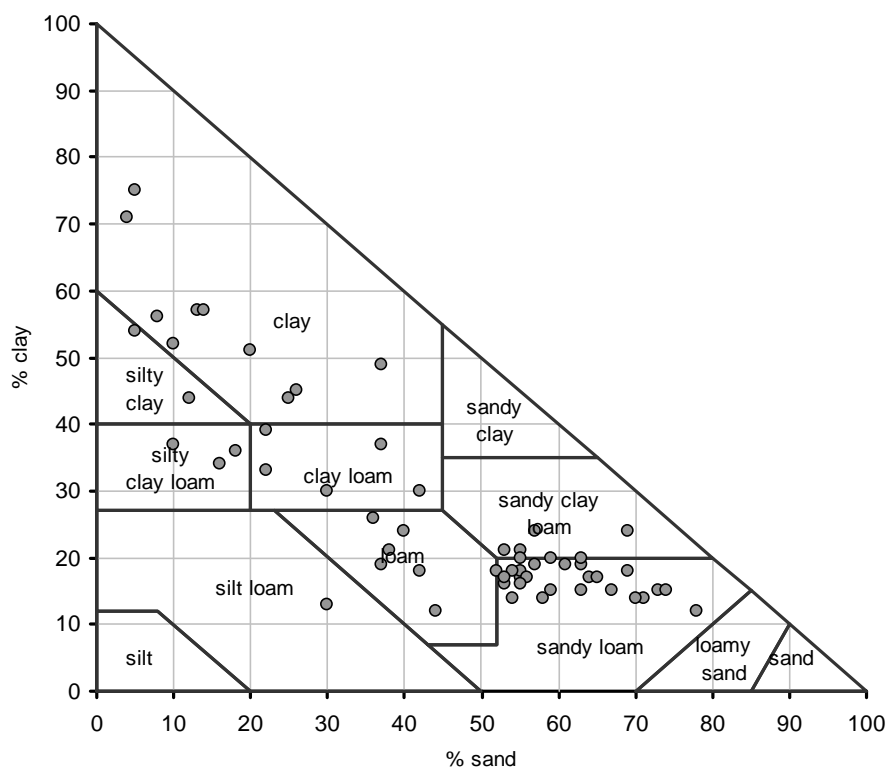
Figur A1-21. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från postglaciala lera. Proverna kommer främst från Mälarenregionen och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



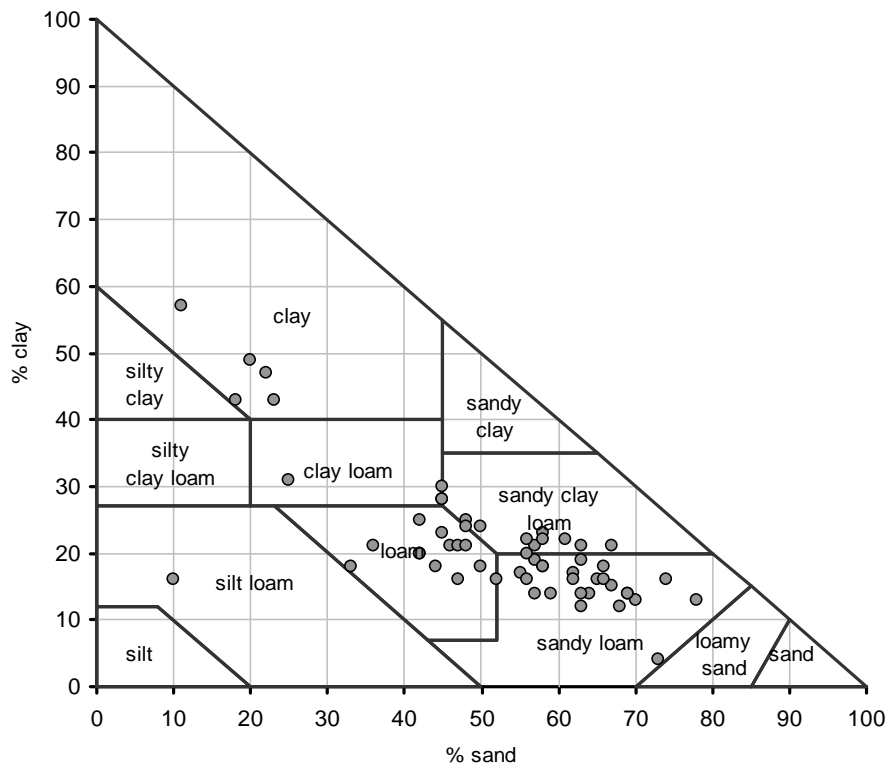
Figur A1-22. Klassificering enligt FAO-systemet av aluprover från morän. Proverna kommer främst från Skåne och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



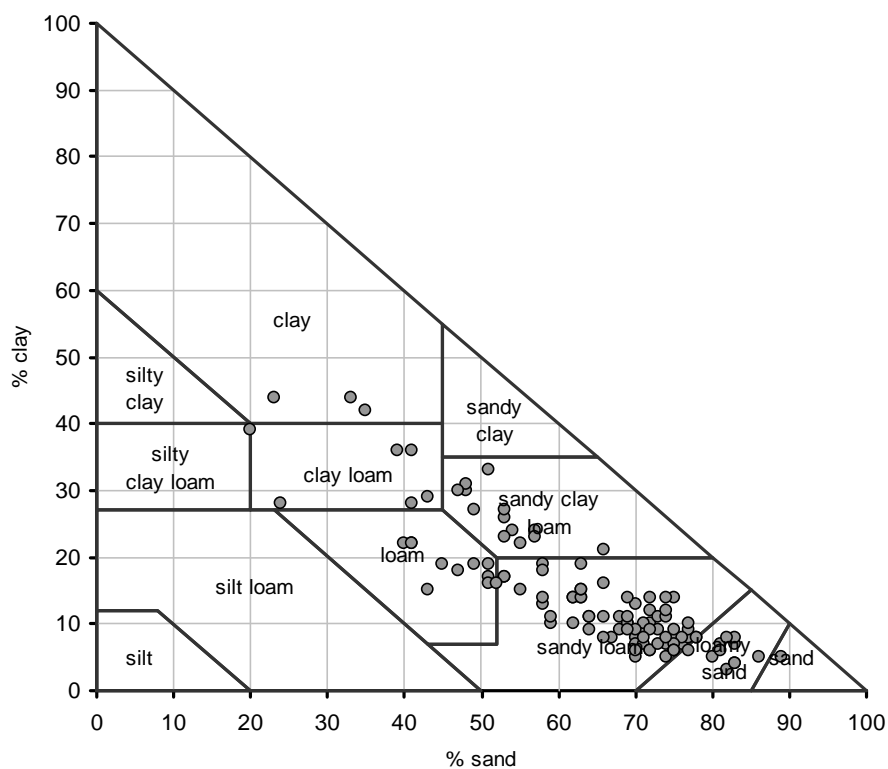
Figur A1-23. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från morän. Proverna kommer främst från Skåne och har analyserats med medel från Naturvårdsverket. Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



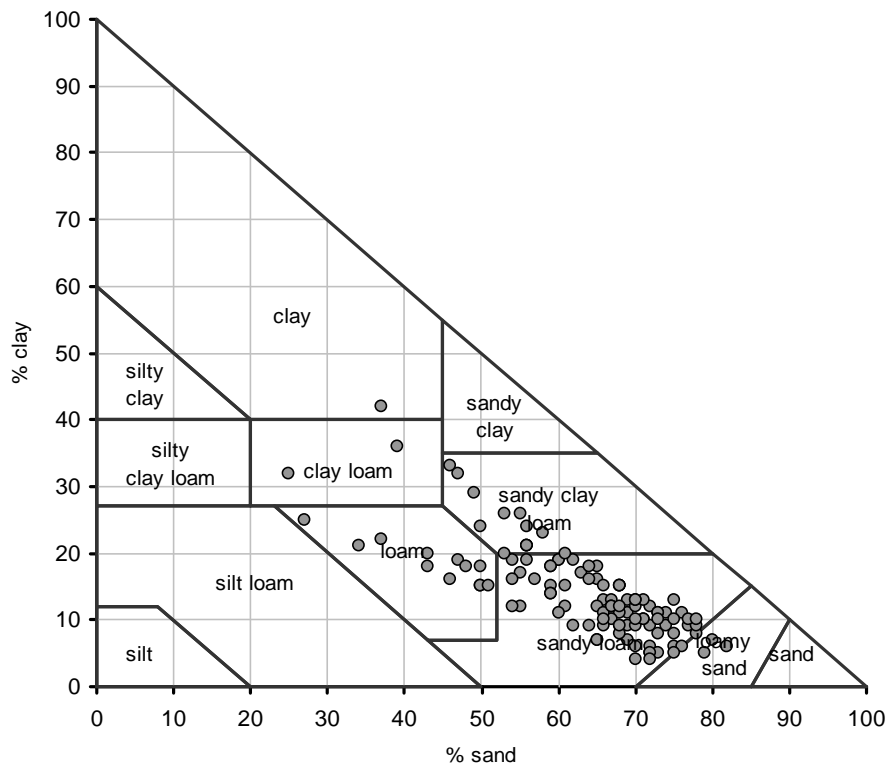
Figur A1-24. Klassificering enligt FAO-systemet av aluprover från leror. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



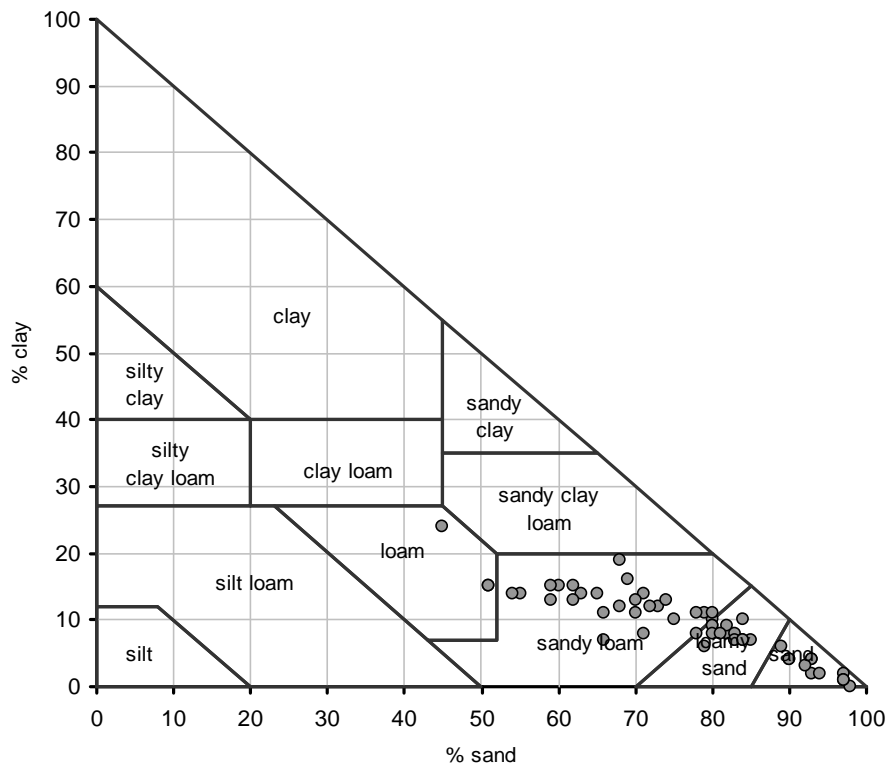
Figur A1-25. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från leror. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



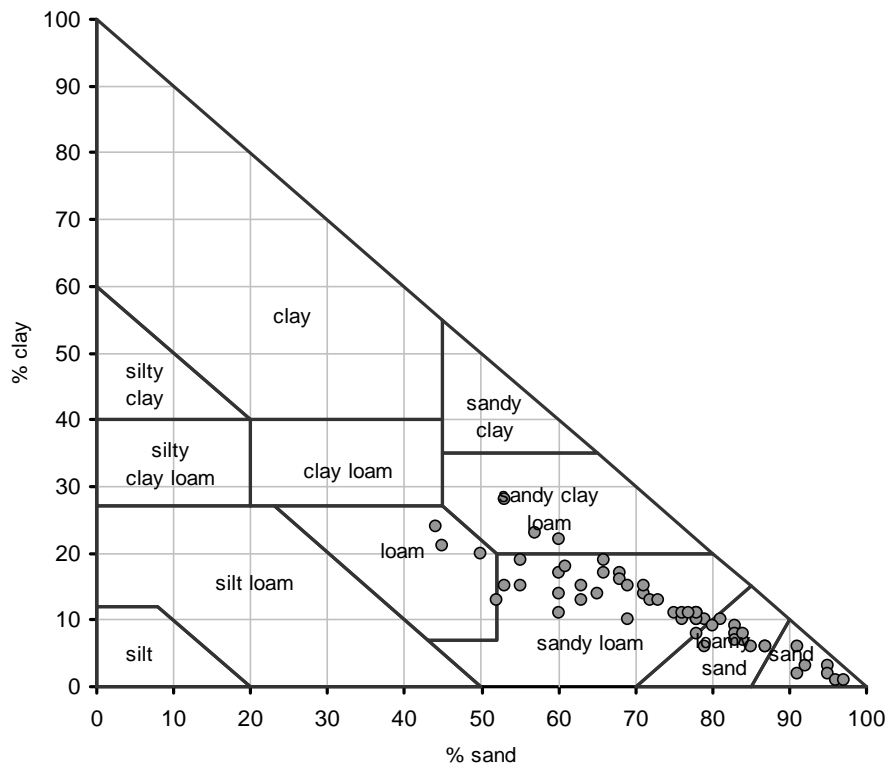
Figur A1-26. Klassificering enligt FAO-systemet av alvprover från morän. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



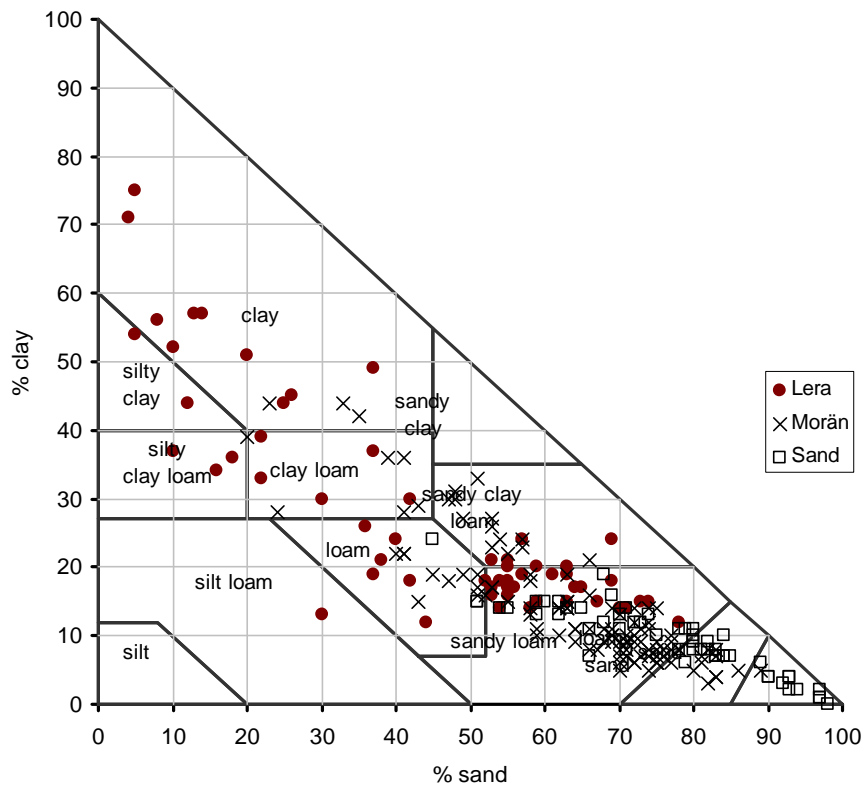
Figur A1-27. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från morän. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



Figur A1-28. Klassificering enligt FAO-systemet av aluprover från sand. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.



Figur A1-29. Klassificering enligt FAO-systemet av matjordsprover från sand. Proverna kommer främst Skåne och har analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.

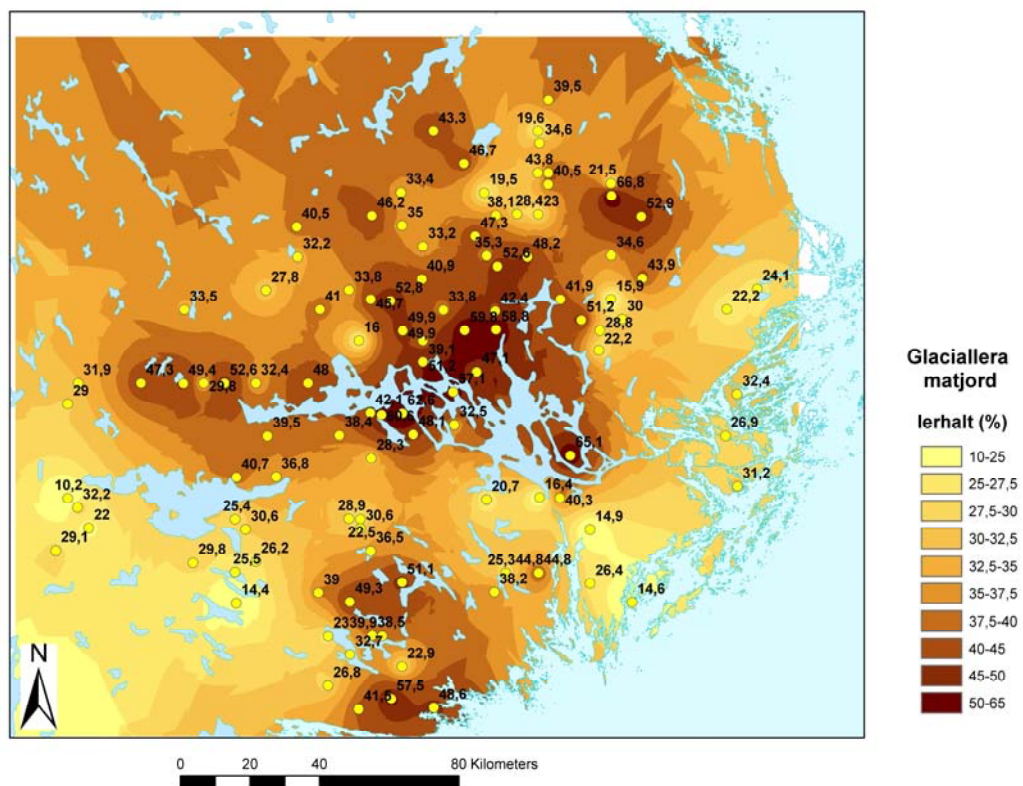


Figur A1-30. Klassificering enligt FAO-systemet av de alvprover från sand, morän och lera som analyserades inom SGUs agrogeologiska kartering (Serie Ad). Proverna har klassificerats med avseende på halterna av ler, silt och sand. I diagrammet syns endast sand- och lerhalterna. Silthalten kan beräknas enligt formeln: $100 - (\text{clay}\% + \text{sand}\%) = \text{silt}\%$.

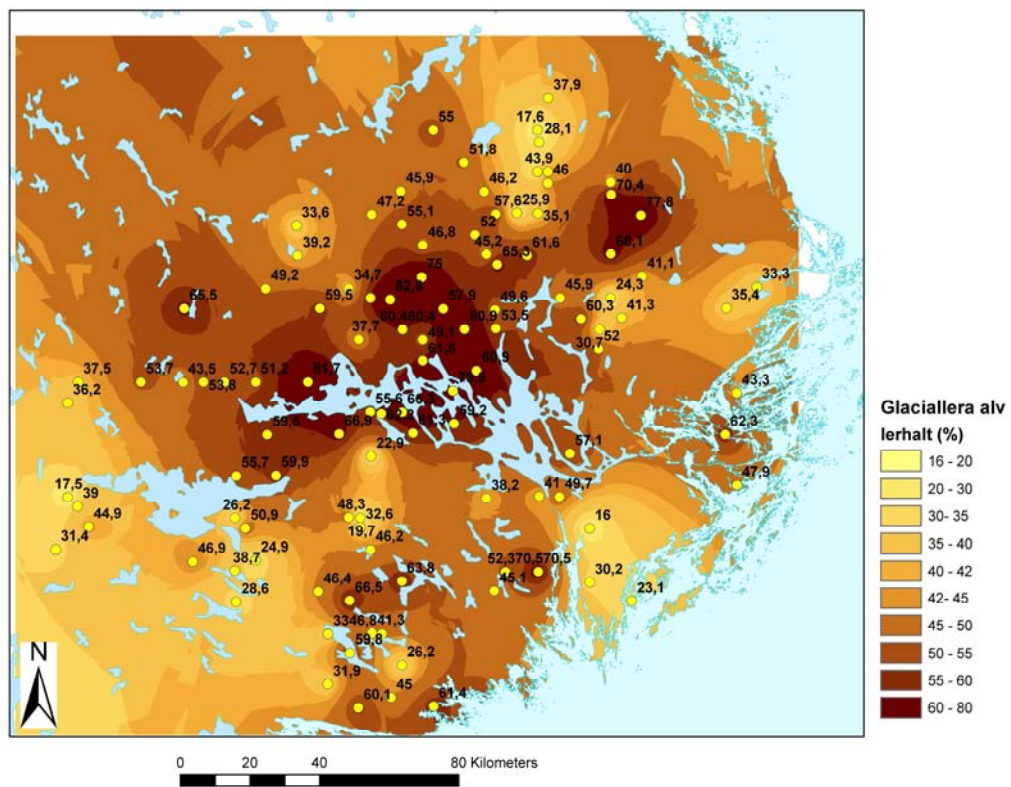
Alven och matjordens textur i Mälarenregionen

Appendix 2

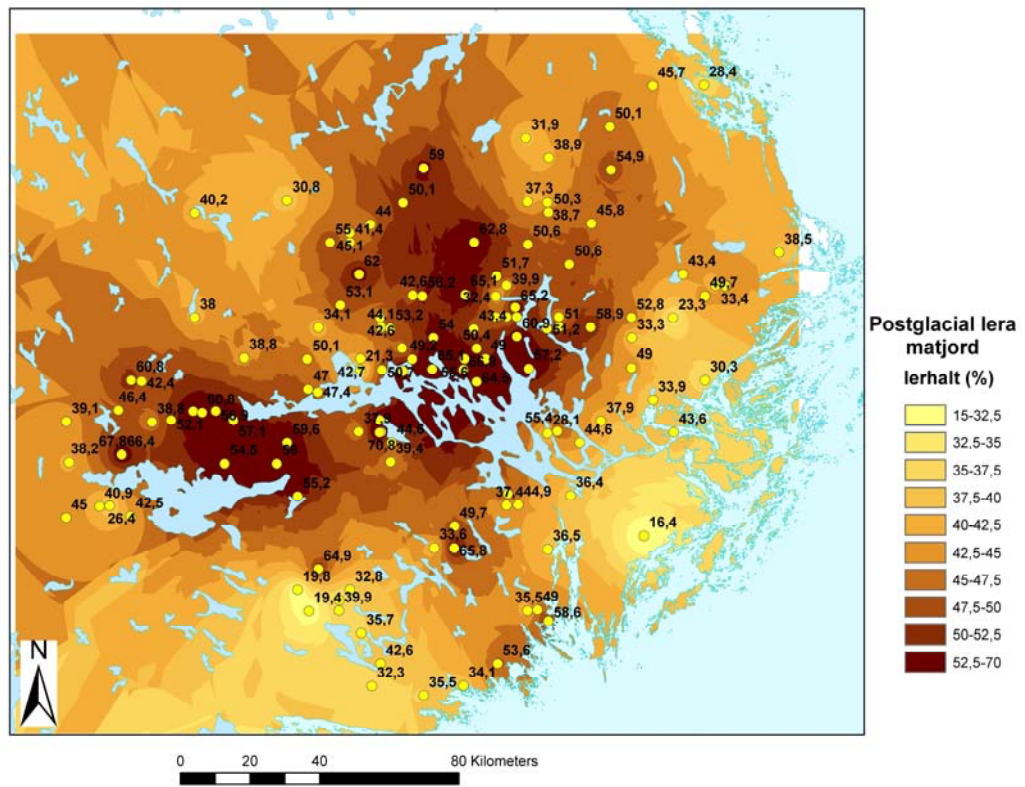
Data från SNV-prover



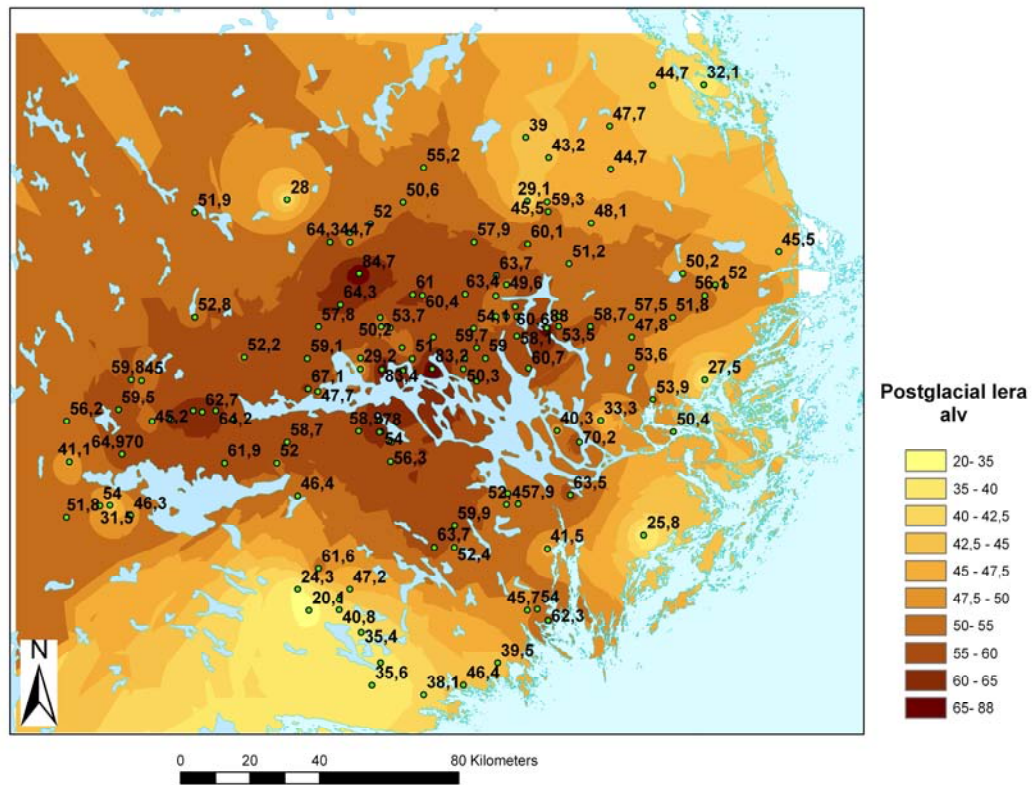
Figur A2-1. Lerhalten i matjordsprover från lokaler med glaciärra i Mälarenregionen.



Figur A2-2. Lerhalten i alvprover från lokaler med glaciärlera.



Figur A2-3. Lerhalten i matjordsprover från lokaler med postglacial lera.

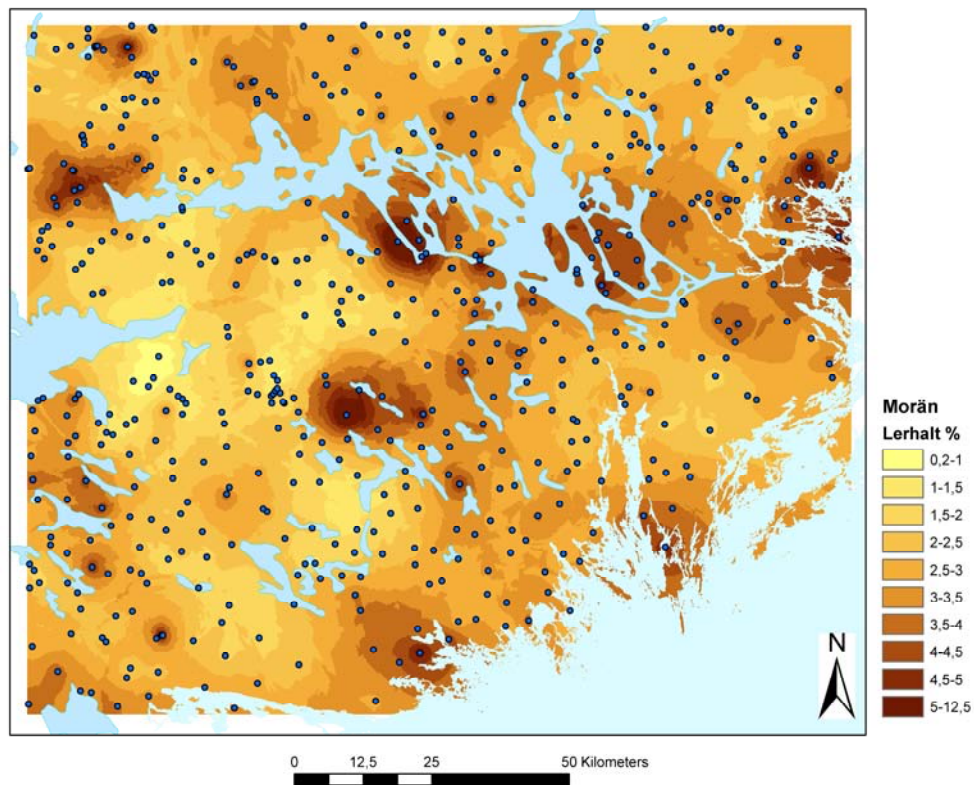


Figur A2-4. Lerhalten i alvprover från lokaler med postglacial lera.

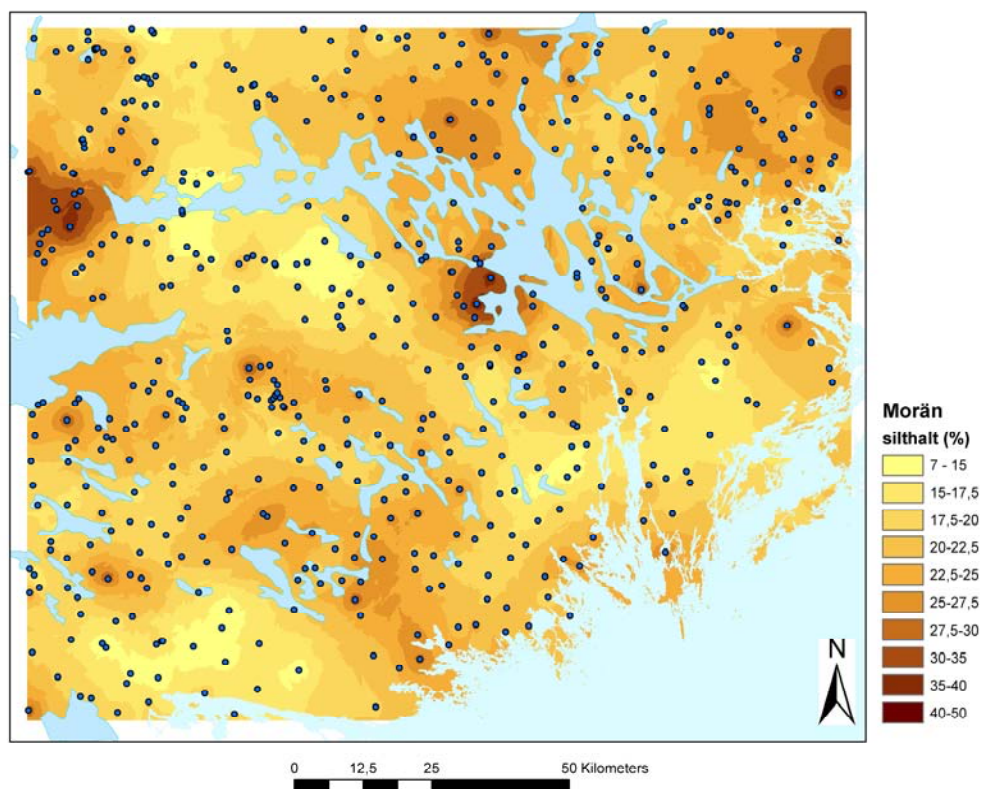
Moränens textur i Mälarenregionen

Appendix 3

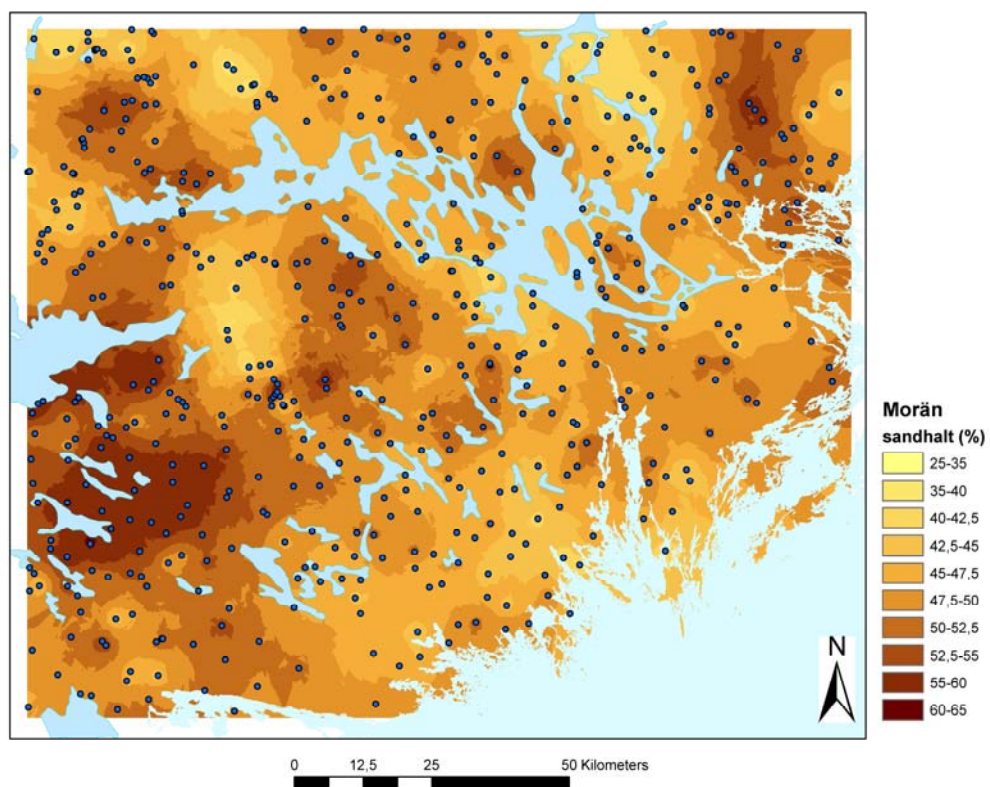
Data från SGUs lokala jordartskartering
(Serie Ae, Skala 1:50 000)



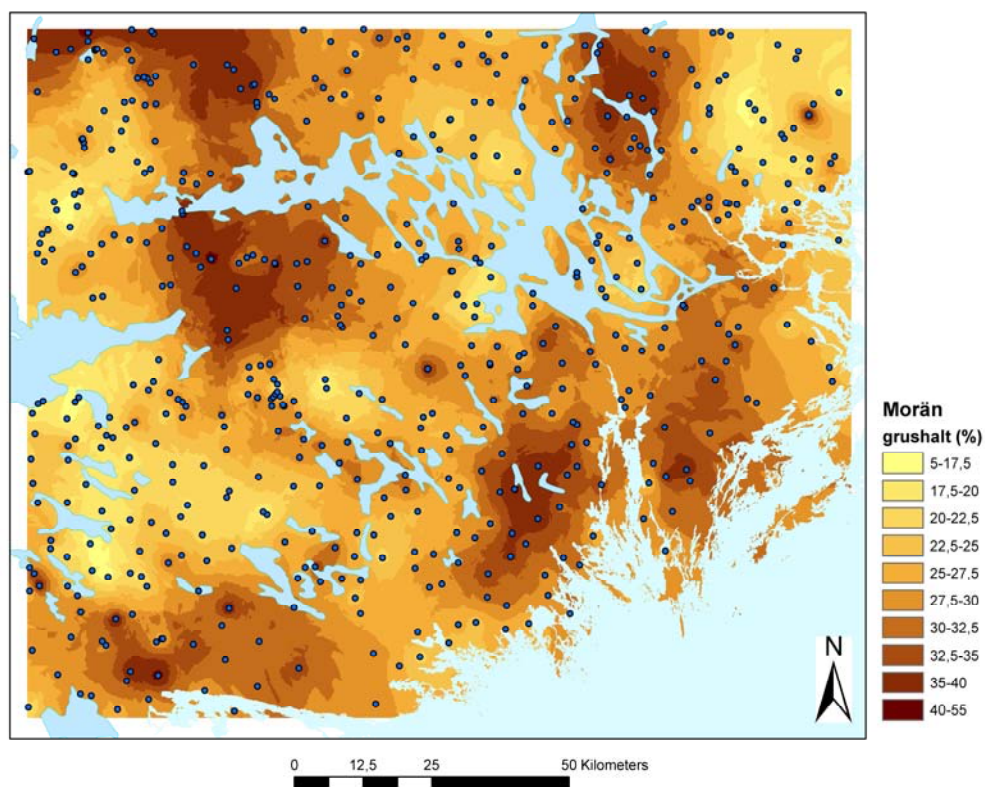
Figur A3-1. Moränens lerhalt i Mälarenregionen.



Figur A3-2. Moränens silthalt i Mälarenregionen.



Figur A3-3. Moränens sandhalt i Mälarenregionen.

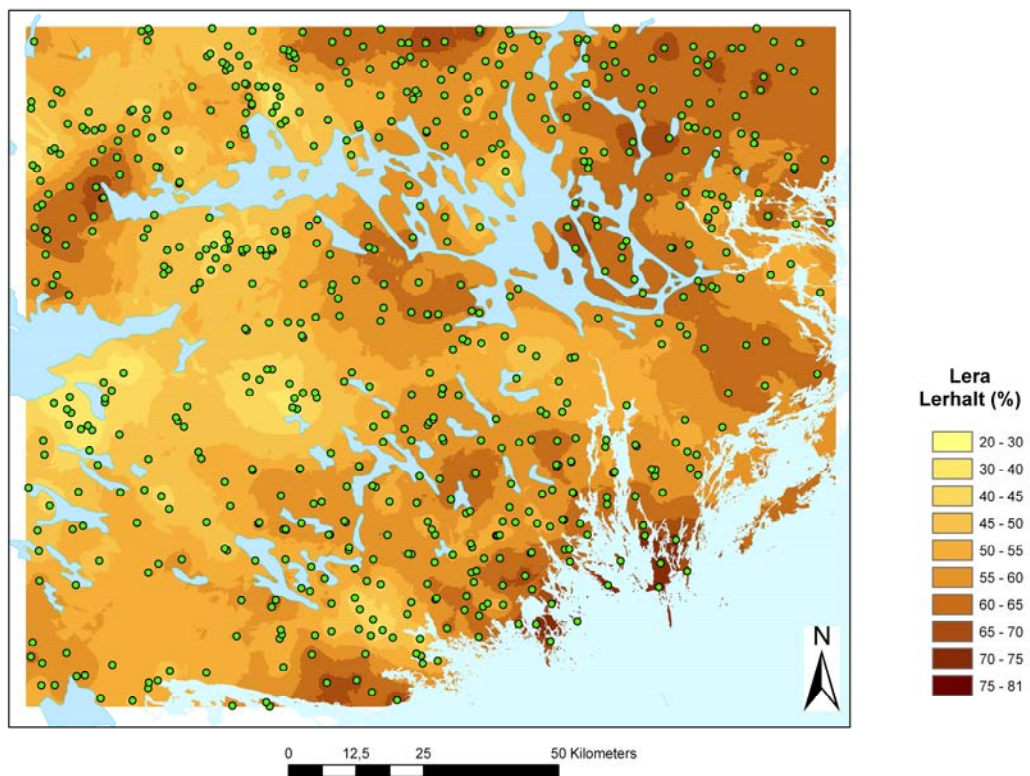


Figur A3-4. Moränens grushalt i Mälarenregionen.

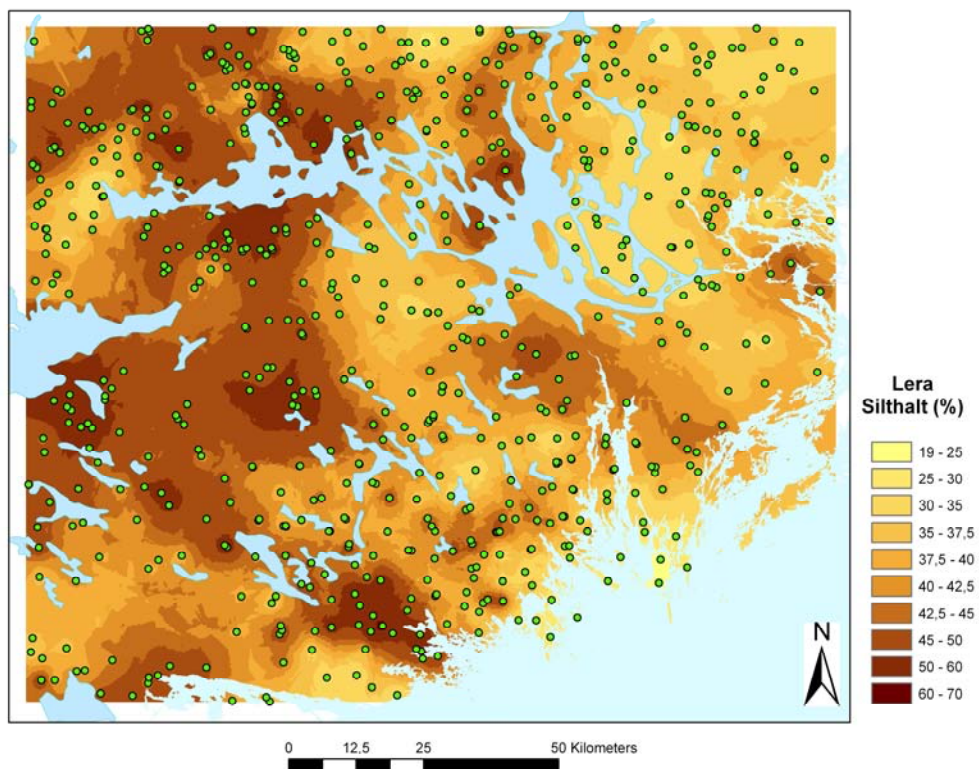
Lerornas textur i Mälarenregionen

Appendix 4

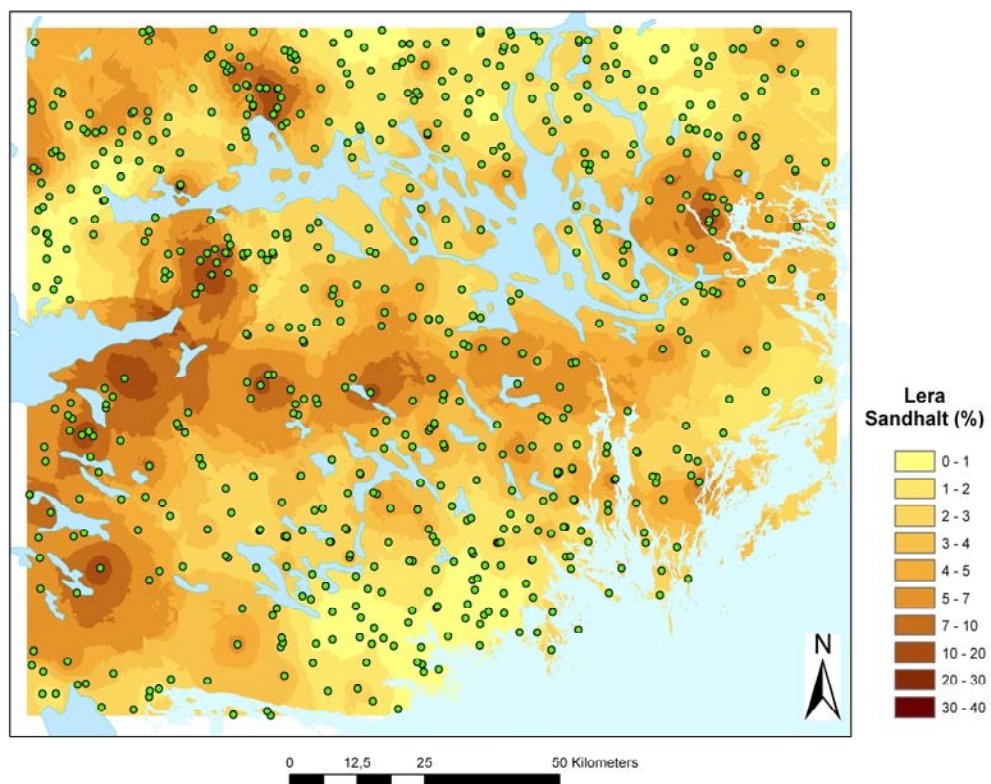
Data från SGUs lokala jordartskartering
(Serie Ae, Skala 1:50 000)



Figur A4-1. Lerhalten hos vattenavsatta leror i Mälarenregionen.



Figur A4-2. Silthalten hos vattenavsatta leror i Mälarenregionen.

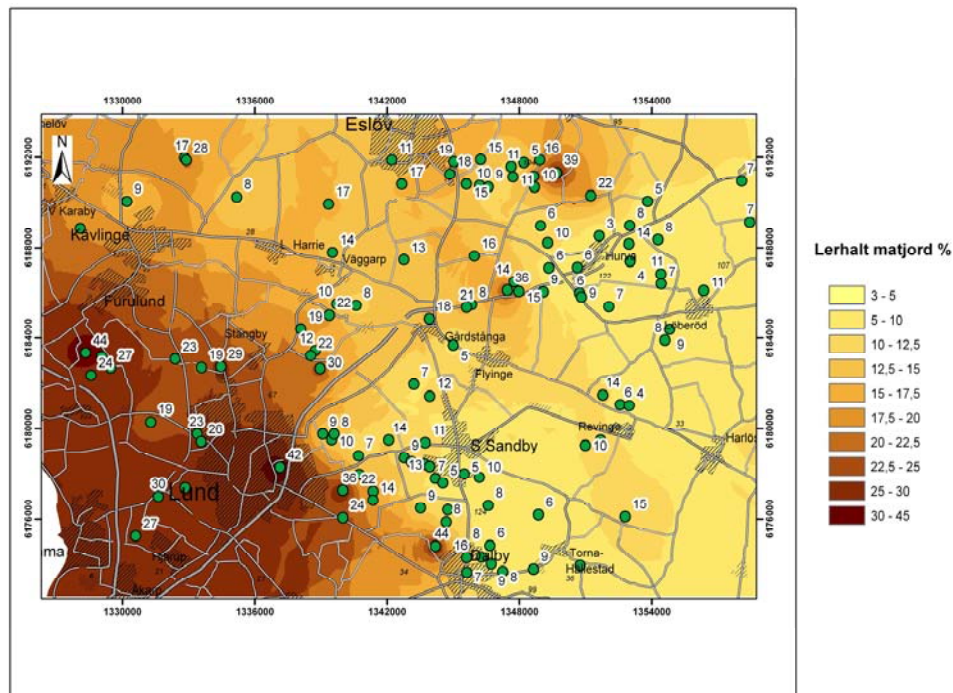


Figur A4-3. Sandhalten hos vattenavsatta leror i Mälarenregionen.

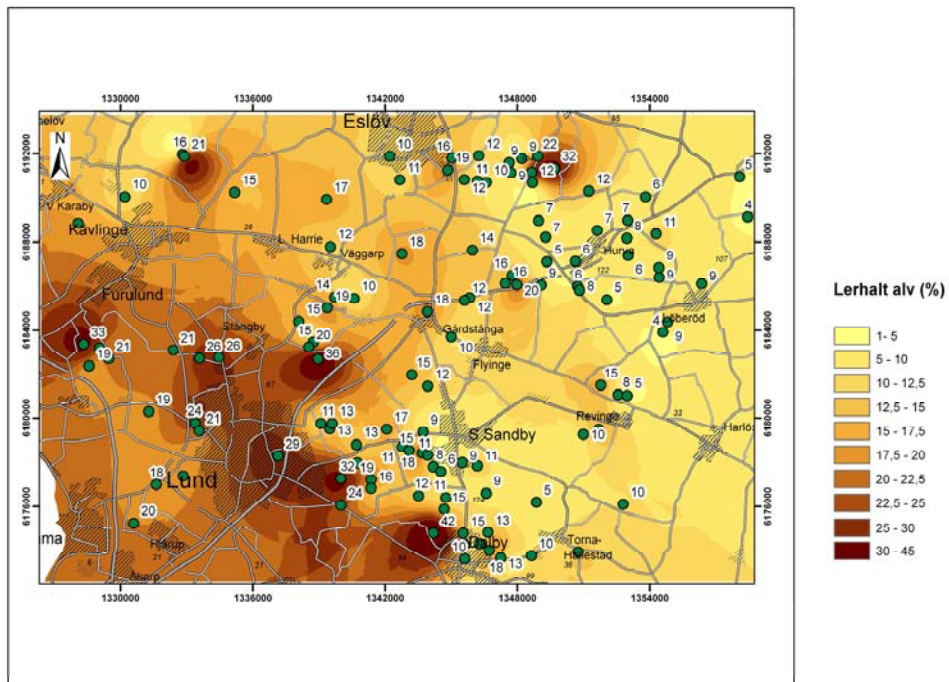
Jordarternas textur i Skåne

Appendix 5

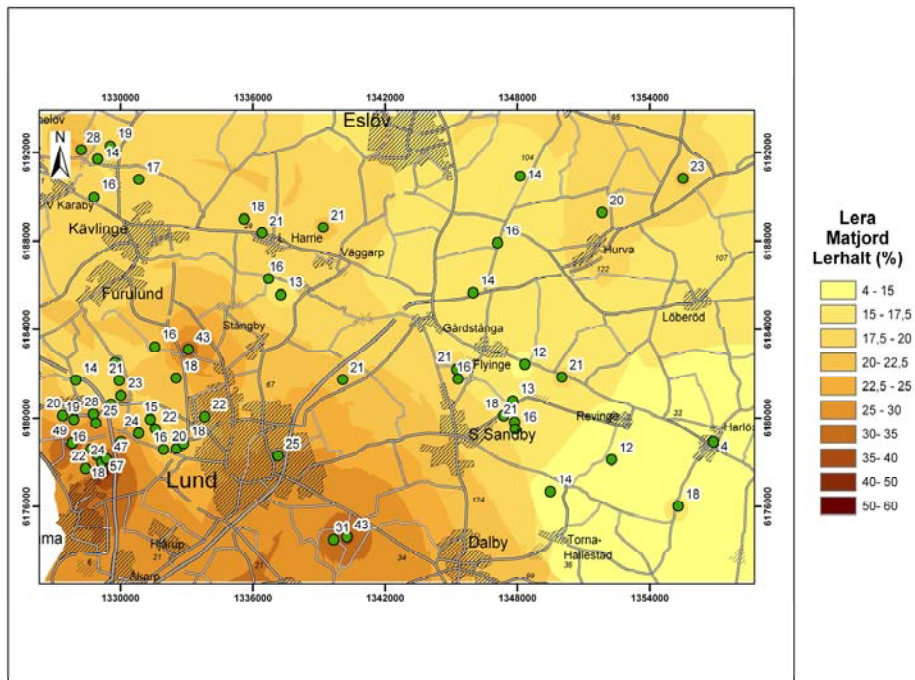
Data från SGUs agrogeologiska jordartskartor
(Serie Ad, Skala 1:20 000)



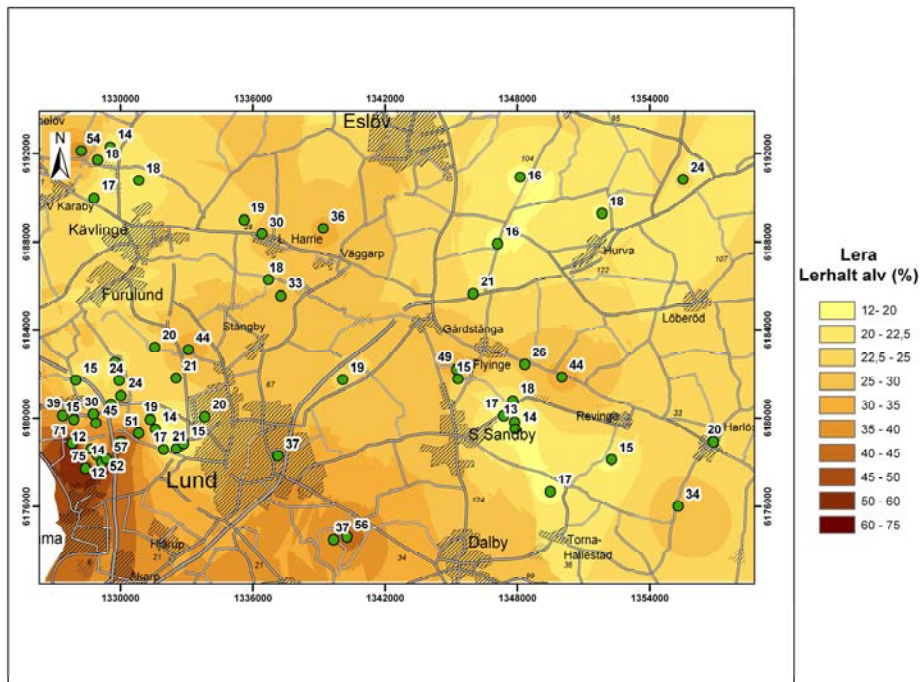
Figur A5-1. Lerhalten i matjorden hos moränprover.



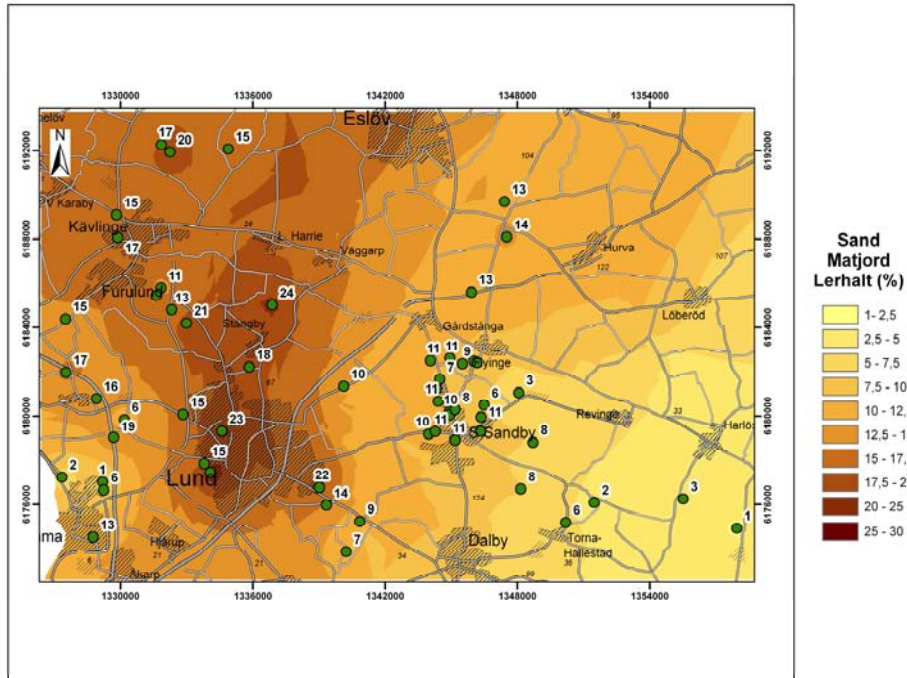
Figur A5-2. Lerhalten i alven hos moränprover.



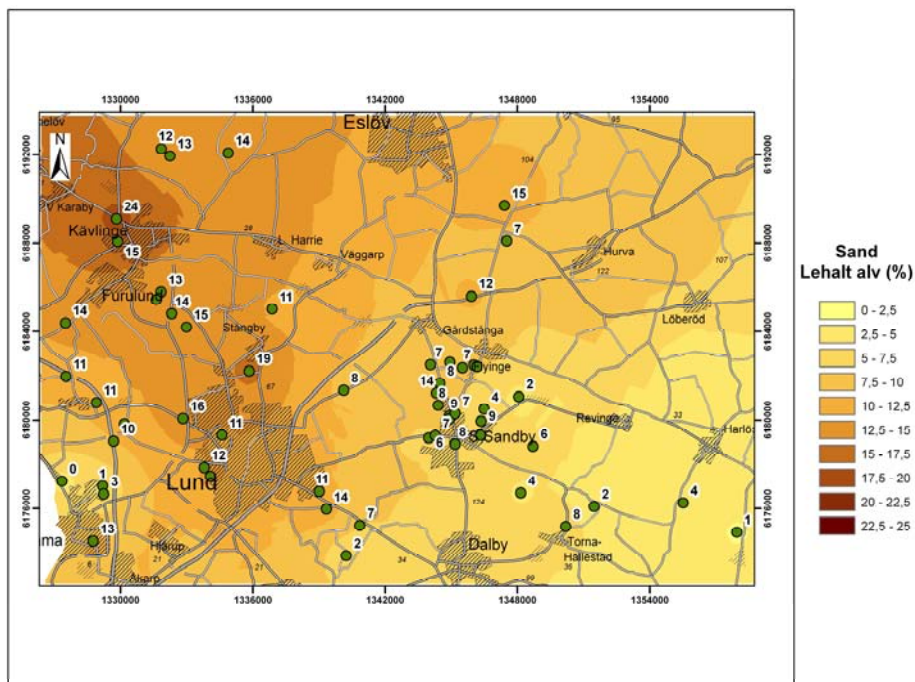
Figur A5-3. Lerhalten i matjorden hos prover från vattenavsatta leror.



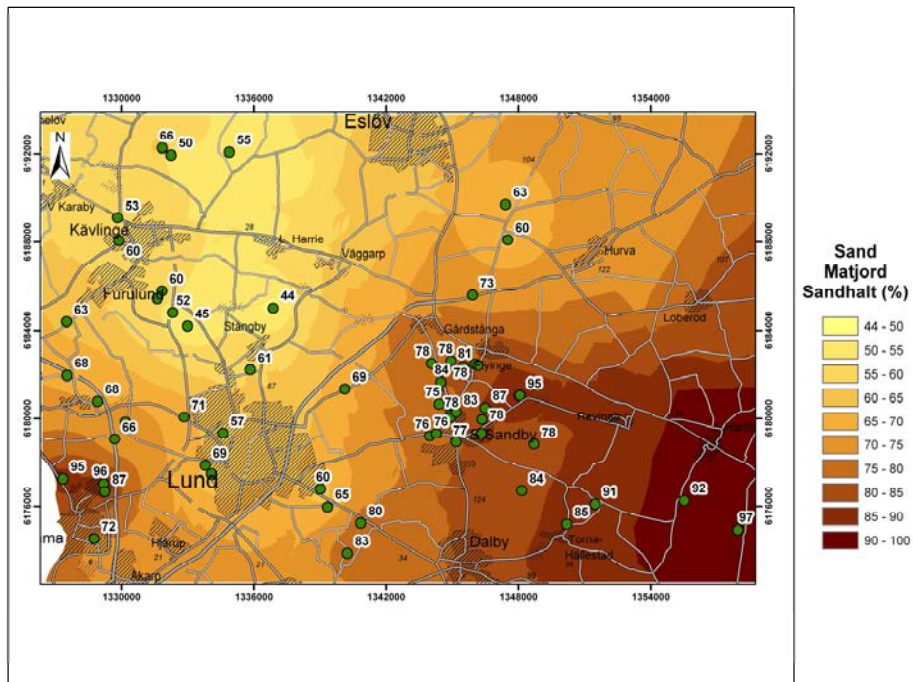
Figur A5-4. Lerhalten i alven hos prover från vattenavsatta leror.



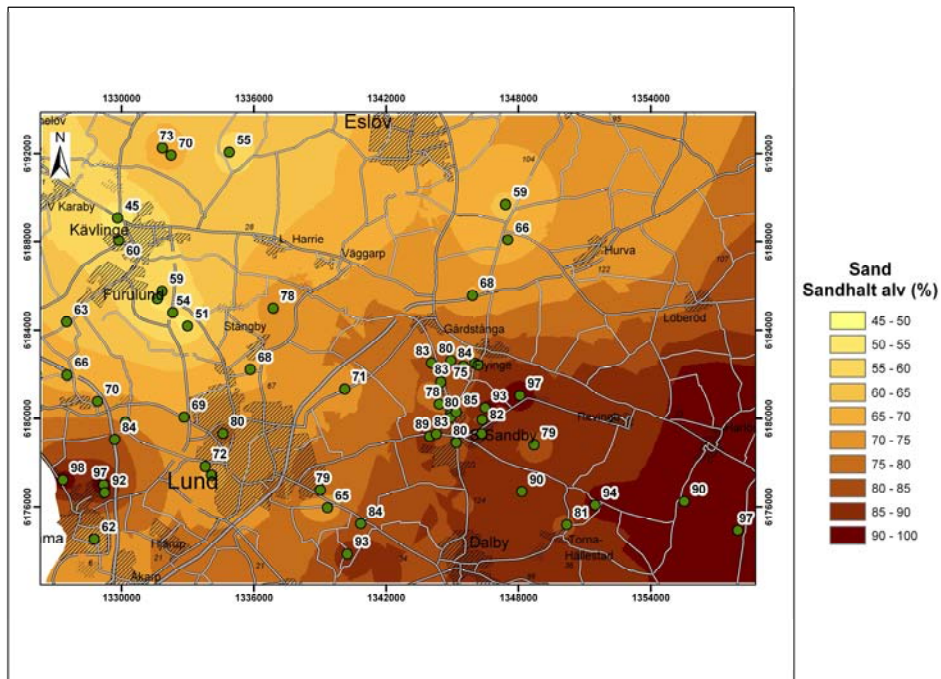
Figur A5-5. Lerhalten i matjorden hos prover från sand.



Figur A5-6. Lerhalten i alven hos prover från sand.



Figur A5-7. Sandhalten i matjorden hos prover från sand.



Figur A5-8. Sandhalten i alven hos prover från sand.

Appendix 6

Markparametrar som behövs för modellering av hydrologi och ämnestransport

1. Textur – kornstorleksfördelning –
 - a. Grundat på kornstorlek beräknas jordartstillhörighet men också porstorleksfördelningen som påverkar vatteninfiltration och rörelse i marken. Detta är helt avgörande och förutom numerisk bestämning av olika kornstorlekar är det bra att ha info om jorden är genomsläpplig eller ”tätt” eftersom ibland kan två jordar med samma struktur bete sig olika gällande genomsläpplighet. Om SGU tycker att det finns grunder för sådana bedömningar så vore det mycket värdefullt. I USA t ex delar man alla jordar i 4 grupper (mycket genomsläppliga, genomsläppliga o s v) vilket används väldigt flyttigt i modellerna.
 - b. Leranrikning (enrichment ratio) beräknas ofta utifrån lerhalten för att kunna beräkna P förluster. Silthalt är oftast avgörande för att bedöma jordarnas erosionsbenägenhet. Ibland relaterar man jordens P bindande förmåga till lerhalt men nu försöker man förfina det genom att relatera bindande förmåga till järn och aluminium.
2. Mättad hydraulisk konduktivitet – bör hänga ihop med genomsläpplighetsdata beskrivet ovan
3. Markens vattenhållandeförmåga
 - a. Porositet
 - b. Fält kapacitet
 - c. Visningsgräns
4. Organiskt material i marken – påverkar näringsämnesomsättning i marken och markens struktur
5. Markstruktur – kombineras ofta med texturdata för bedömningar av vatteninfiltration
6. Förekomst av ogenomsläppliga skikt
7. Markdjup
8. Skrymdensitet
9. Grundvatten – förekomst och djup samt nivåvariationer i olika jordar

(Källa Faruk Djodjic, Institutionen för miljöanalys SLU)

