

Olika filtermaterial vid jordbruksdränering

Different filter materials for agricultural drainage

Hanna Falk



Olika filtermaterial vid jordbruksdränering

Different filter materials for agricultural drainage

Hanna Falk

Handledare: Ingrid Wesström, institutionen för mark och miljö, SLU

Examinator: Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete

Kurskod: EX0728

Program/utbildning: Agronomprogrammet - mark/växt 270 hp

Kursansvarig institution: mark och miljö

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: foto Hanna Falk, 2018

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2019:04

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: dräneringsfilter, mineralfilter, organiska filter, syntetiska filter

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Sammanfattning

Dränering av åkermark skapar en bättre markstruktur och en bättre genomluftning av markprofilen. En del åkermarker är naturligt dränerade medan andra är beroende av dikning för att skapa goda odlingsförutsättningar. Täckdikning är det vanligaste sättet som tillämpas för att aktivt dränera åkermark. För att skydda de nedgrävda dräneringsledningarna används olika typer av filter. Filtrets uppgift är, förutom att skydda ledningarna, att minska inslamning av sedimenteringsbenägna partiklar samt underlätta vattenintaget. De olika filtermaterialen brukar delas in i kategorierna mineralfilter, organiska filter och syntetiska filter. Till kategorin mineralfilter hör bland annat grus och till kategorin organiska filter hör bland annat torv, sågspån och kokosfibrer. Syntetiska filter är gjorda av olika typer av plaster. I Sverige är grus det filtermaterial som används mest.

I ett långliggande filterförsök vid Härna utanför Linköping studerades hur olika typer av filtermaterial påverkar slamavsättningen i dräneringsledningarna samt dränerings-systemens hållbarhet på lång sikt. Filterförsöket består av 10 grenledningar och i försöket ingår filtermaterialen grus, kokosfiber, torv och syntetfiber. Insamling av prover gjordes den 27 november 2018. Vid varje framgrävd dräneringsledning togs två jordprover, ett prov med sedimenterat material inifrån ledningen och ett prov precis utanför ledningen, samt ett grusprov med filtergrus, som sedan analyserades på laboratorium. Kornstorleksanalysen visar att dräneringsledningarna med grusfilter släpper in mest grovt material av de undersökta ledningarna. Detta beror troligen på att gruset innehåller relativt stora porer. Resultatet av laborationsanalysen visar även att andelen ler inuti dräneringsledningarna är betydligt lägre än utanför ledningarna. En förklaring till detta kan vara att leror bildar aggregatstrukturer, vilket försvårar inslamning av lerpartiklar.

Vid val av filtermaterial ska fördelar vägas mot nackdelar. Organiska filter är fördelaktigt att använda då organiskt material är en förnybar resurs. Organiska filtermaterial kan dock brytas ner av mikroorganismer i jorden till skillnad från grus och syntetiska filter. En nackdel med syntetiska filter kan vara att de orsakar spridning av mikroplaster i naturen. Avsöndring av mikroplaster från syntetiska filtermaterial är ett förslag på framtida forskning.

Nyckelord: Dräneringsfilter, mineralfilter, organiska filter, syntetiska filter

Abstract

Drainage of arable land creates a better soil structure and a better aeration of the soil profile. Some fields are naturally drained, while others are dependent on drainage to create good cultivation conditions. Subsurface drainage is the most common method used to artificially drain arable land. Various types of filters are used to protect the buried drainage pipes. The task of the filter is, in addition to protecting the pipes, to reduce the sedimentation of particles in the pipes and to facilitate water intake. The different filter materials are usually divided into three categories; mineral filters, organic filters and synthetic filters. The category mineral filters include gravel and the category organic filters include peat, sawdust and coconut fibers. Synthetic filters are made of different types of plastic materials. In Sweden, gravel is the most widely used filter material.

In a filter trial at Härna outside Linköping, it was studied how different types of filter material affect the sludge deposition in the drainage pipes and the drainage systems durability in the long term. The filter trial consists of 10 lateral pipes and the filter materials include gravel, coconut fiber, peat and synthetic fiber. Collection of samples were done on November 27, 2018. For each excavated drainage pipe, two soil samples were taken, one sample of sedimented material from within the pipe and one sample just outside the pipe, as well as a gravel filter sample, which was then analyzed in the laboratory. The particle size analysis showed that the drainage pipes with gravel filter release most coarse material from the examined pipes. This is probably due to the gravel contains relatively large pores. The result of the particle size analysis also showed that the proportion of clay inside the drainage pipes is considerably lower than outside the pipes. One explanation for this may be that clays form aggregate structures.

When selecting filter materials, the advantages should be weighed against the disadvantages. Organic filters are advantageous to use as organic material is a renewable resource. However, organic filter materials can be decomposed by microorganisms in the soil, which is not the case with gravel and synthetic filters. A disadvantage of synthetic filters may be that they can release microplastics in nature. The release of microplastics from synthetic filter materials is a proposal for future research.

Keywords: Drain filters, mineral filters, organic filters, synthetic filters

Populärvetenskaplig sammanfattning

När vatten blir stående på åkrar försämras odlingsförutsättningarna då grödornas rötter behöver syre. Syrebrist i marken leder till försämrad grobarhet och uppkomst. För att skapa goda odlingsförutsättningar dräneras därför många åkermarker. Dränering av åkermark skapar en bättre markstruktur och en bättre genomluftning av marken. Det vanligaste sättet att dränera åkermark är genom täckdikning. Täckdikning innebär att dräneringsledningar grävs ner i jorden för att leda bort överskottsvatten. För att skydda de nedgrävda ledningarna används olika typer av filtermaterial. Filtrets uppgift är, förutom att skydda ledningarna, att underlätta vattenintaget och minska inslamning av jordpartiklar som kan sedimentera och fastna i ledningarna. Filtermaterialen delas vanligen in i tre kategorier; mineralfilter, organiska filter och syntetiska filter. Grus är det vanligaste materialet inom kategorin mineralfilter och är det filtermaterial som används mest i Sverige. Till kategorin organiska filter hör bland annat torv, sågspån och kokosfibrer. Syntetiska filter tillverkas av olika typer av plaster.

I ett fältförsök vid Härna utanför Linköping testas olika typer av filtermaterial. Försöket består av 10 dräneringsledningar och i försöket ingår filtermaterialen grus, kokosfiber, torv och syntetfiber. I detta arbete studerades hur de olika typerna av filtermaterial påverkar slamavsättningen i ledningarna och dräneringssystemens hållbarhet på lång sikt. Den 27 november 2018 samlades jordprover in vid försöket. Vid varje framgrävd dräneringsledning togs två jordprover, ett prov med sedimenterat material inifrån ledningen och ett jordprov precis utanför ledningen. Dessutom togs ett grusprov med filtergrus. Kornstorleksfördelningen i proverna analyserades sedan på laboratorium.

Kornstorleksanalysen visar att dräneringsledningarna med grusfilter släpper in mest grovt material av de undersökta ledningarna. En förklaring till detta kan vara att gruset innehåller relativt stora porer där grövre material kan tränga ner. Resultatet av analysen visar även att andelen ler inuti ledningarna är betydligt lägre än utanför ledningarna. Detta kan bero på att leror bildar aggregatstrukturer, det vill säga lerpartiklarna sitter hårt samman, vilket gör det svårare för lerpartiklarna att slammas in i dräneringsledningarna.

De olika typerna av filtermaterial har både fördelar och nackdelar. Organiska filter är fördelaktigt att använda eftersom organiskt material är en förnybar resurs. Dock kan organiska filtermaterial brytas ner av mikroorganismer i jorden till skillnad från grus och syntetiska filtermaterial. En nackdel med syntetiska filter kan vara att de orsakar spridning av mikroplaster, det vill säga små plastpartiklar, i naturen. Ett förslag på framtida forskning är därför avsondring av mikroplaster från syntetiska filtermaterial.

Förord

Det här examensarbetet är ett magisterarbete på 30 hp i markvetenskap i agronomprogrammet, med inriktning mark/växt, på Sveriges lantbruksuniversitet. I denna studie studeras olika typer av filtermaterial vid jordbruksdränering.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Syfte med studien	8
2	Litteraturgenomgång	9
2.1	Filteregenskaper och olika typer av filter	9
2.1.1	Mineralfilter	10
2.1.2	Organiska filter	11
2.1.3	Syntetiska filter	11
2.2	Användningen av dräneringsfilter i olika länder	12
2.3	Risker vid olika jordtyper	12
2.3.1	Slamningsbenägna jordar	12
2.3.2	Rostjordar	13
2.3.3	Källor och surhål	13
2.4	Underhåll av dräneringsledningarna	14
3	Material och metod	15
3.1	Fältförsökets belägenhet och utformning	15
3.2	Insamling av prover	16
3.3	Laborationsanalys av kornstorleksfördelningen	17
4	Resultat	20
4.1	Observationer vid insamling av prover	20
4.2	Resultat laborationsanalys av kornstorleksfördelningen	22
5	Diskussion	25
6	Slutsatser	29
7	Referenslista	30
8	Tack	33

1 Inledning

På många platser i världen är en välfungerande markavvattning en förutsättning för jordbruk. Luft i markprofilen är livsviktigt för grödornas rotsystem. Syrebrist leder till försämrad grobarhet och uppkomst. Minst 10 % av porerna i rotzonen bör vara luftfyllda när dräneringsjämvikt uppnåtts (Fogelfors, 2015; SDR, 2013; Joel *et al.*, 2003). Genom dränering av åkermark skapas en bättre markstruktur och därmed en bättre genomluftning av markprofilen. Förutom en bättre genomluftning bidrar dränering till en jämnare och snabbare upptorkning av åkermarken på våren. Detta leder i sin tur till att marken får en bättre hållfasthet för tunga maskiner och därmed minskar risken för markpackning. Dränering av åkermark minskar även ytavrinningen (LRF, 2014; Jordbruksverket, 2013; Joel *et al.*, 2003).

Tack vare topografin och jordart är en del åkermarker naturligt dränerande medan andra åkermarker är beroende av dikning (Jordbruksverket, 2013). Med självdränerande åkermark menas mark som inte kräver dränerande åtgärder för att ge goda odlingsförutsättningar. Den åkermark som inte är så pass genomsläpplig att den är självdränerande är i behov av dikning för att skapa förutsättningar för växtodling. Det vanligaste sättet att aktivt dränera åkermark är genom täckdikning (Jordbruksverket, 2018; Jordbruksverket, 2016). Täckdikning innebär att grenledningarna grävs ner i jorden och kopplas samman med stamledningar för att leda bort överskottsvatten. Vattnet leds sedan via stamledningarna ut till vattendrag, öppna diken eller brunnar. Systemtäckdikning innebär att ledningar grävs ner i regelbundna mönster över hela arealen. Behovstäckdikning innebär att enstaka ledningar grävs ner på de delarna av fältet där vatten samlas. Täckdikningen anpassas efter markanvändning, jordart och genomsläpplighet, klimat och fältets topografi (Jordbruksverket, 2016; Jordbruksverket, 2013).

År 2016 var 1,2 miljoner hektar åkermark i Sverige systemtäckdikad, vilket är närmare hälften av all åkermark i Sverige. Totalt bedöms ungefär 2 miljoner hektar åkermark i Sverige ha en tillfredställande dränering, vilket motsvarar närmare 80

%. Behovet av nytäckdikning, det vill säga täckdikning av åkermark som inte tidigare varit täckdikad, bedöms vara ungefär 14 % av den totala arealen åkermark i Sverige och behovet av omtäckdikning bedöms vara omkring 12 % (Jordbruksverket, 2016).

Vid täckdikning används olika typer av filter närmast dräneringsledningarna vars uppgift är att skydda ledningarna från skador vid grund dränering samt underlätta vattenintaget och minska inslamning av partiklar. Underlätta vattenintaget är framförallt viktigt på de jordar med låg vattengenomsläpplighet, till exempel mycket styva leror eller leror med svag struktur och mjälajordar. Filtrets uppgift att minska inslamning av partiklar som är sedimenteringsbenägna är viktigt på mojordar och mjälör (Bahçeci *et al.*, 2018; Ritzema, 1994; Jonsson, 1985).

1.1 Syfte med studien

Syftet med detta magisterarbete var att utreda hur olika filtermaterial påverkar slamavsättningen i dräneringsledningarna och därmed underhållsbehovet och dräneringssystemens hållbarhet på lång sikt. I arbetet studeras fördelar och nackdelar med mineralfilter, organiska filter och syntetiska filter. Detta studeras dels genom en litteraturgenomgång samt genom en fältstudie och laborationer.

De frågeställningar arbetet utgår från är:

- Skiljer sig mängden sedimenterat material inuti dräneringsledningar med olika filtermaterial?
- Vilken typ av filtermaterial släpper igenom grövst material?
- Vilket filtermaterial är mest hållbart på lång sikt?

2 Litteraturgenomgång

2.1 Filteregenskaper och olika typer av filter

Skydd mot inslamning av partiklar och kraven på vattengenomsläpplighet är de faktorer som främst avgör valet av filter vid täckdikning (Jordbruksverket & Vägverket, 1996). Filtrets genomsläpplighet måste vara större än genomsläppligheten i den omgivande jorden för att minska strömningsförlusterna, därför avgör även jordart och lerhalt valet av filtermaterial (Messing & Wesström, 2006; Stuyt, 1987; Jonsson, 1985). Strömningsförluster uppstår då vattenströmmen koncentreras in mot dräneringsledningen. Filtermaterial med hög genomsläpplighet ska placeras närmast dräneringsledningen för att effektivt minska strömningsförlusterna. Det är främst tjockleken på filtermaterialet som avgör hur stora förlusterna blir. Om dräneringsfiltret är 0,50 – 0,75 cm tjockt och har en genomsläpplighet som är omkring 20 gånger större än den omgivande jordens genomsläpplighet, är strömningsförlusterna minimerade (Jonsson, 1985).

Filtrets egenskap att skydda mot inslamning av partiklar är viktigt för att skydda dräneringsledningen från slamavsättningar (Jonsson, 1985). De flesta små jordpartiklarna kommer dock passera filtret, därför måste filtret ha en selektiv verkan. Filtret ska släppa igenom små jordpartiklar som lätt rinner med dräneringsvattnet utan att sedimentera och hålla tillbaka större jordpartiklar som lätt avsätts, detta samtidigt som filtret självt inte ska bli igensatt. Ett sätt att åstadkomma detta är att använda ett filter som är voluminöst vilket håller slammingsbenägen jord på avstånd från dräneringsledningen. Strömningshastigheten mellan jorden och filtret blir låg och risken för inslamning av jordpartiklar minskar. Ett annat sätt att åstadkomma en selektiv filterförmåga är att använda ett tunnare filter. Tunna filter har mindre poröppningar vilket försvårar för jordpartiklar att tränga igenom (Stuyt *et al.*, 2005; Håkansson, 1989; Jonsson, 1985). Olika filter har olika egenskaper och det finns

flera olika typer av filtermaterial som används vid täckdikning. Filtermaterialen brukar delas in i kategorierna mineralfilter, organiska filter och syntetiska filter (Stuyt *et al.*, 2005; Vlotman *et al.*, 2000).

2.1.1 Mineralfilter

Mineralfilter används oftast i granulatform och vanligast är grus (figur 1). Till kategorin mineralfilter hör, förutom grus, även slagg och lergranulat. Även glasull, glasfibrer och stenull hör till kategorin mineralfilter (Bahçeci *et al.*, 2018; Ritzema, 1994; Jonsson, 1985). Grus skyddar dräneringsledningen effektivt mot tryckskador och det har en god vattengenomsläpplighet. Dessutom har grus en i stort sätt obegränsad hållbarhet i jorden då det inte bryts ner av mikroorganismer (Jonsson, 1985). Dräneringsgruset ska vara en blandning mellan grus och sand och det ska inte innehålla sedimenteringsbenägna jordpartiklar eller organiskt material. Kornstorleken på dräneringsgruset ska vara mellan 0,1 – 32 mm för att underlätta vattenintaget. På slammingsbenägna jordar bör kornstorleken på gruset vara mellan 0,1 – 16 mm för att skydda mot inslamning av partiklar som är sedimenteringsbenägna. Kalkstensgrus ska undvikas då kalkpartiklar lätt slammar in i dräneringsledningen (Stuyt *et al.*, 2005; Håkansson, 1989). Mineralfilter i granulatform placeras ovanpå dräneringsledningen efter att den lagts ner i jorden (figur 2), på så sätt skyddas hjässan och sidorna av ledningen. I vissa fall placeras även mineralfilter i granulatform under dräneringsledningen för att skydda hela ledningen från omgivande jord (Ritzema, 1994).



Figur 1. En framgrävd dräneringsledning med ett grusfilter. Foto: Hanna Falk



Figur 2. Placering av dräneringsgrus ovanpå dräneringsledningen vid täckdikning. Foto: Hanna Falk

2.1.2 Organiska filter

Till kategorin organiska filter hör bland annat torv, olika typer av halm, sågspån och kokosfibrer. Agnar, ljung, vass och annat organiskt material hör även till kategorin organiska filter men används inte i lika stor utsträckning som filtermaterial vid jordbruksdränering (Stuyt *et al.*, 2005; Ritzema, 1994). Organiska filter är ofta voluminösa vilket dämpar slag mot dräneringsledningen vid igenläggning av diket. Filtringsverkan hos organiska filter är mycket god och även vattengenomsläppligheten är relativt god. Sågspån med mycket fint material ska dock undvikas då det minskar vattengenomsläppligheten. Finare filtermaterial bryts dessutom ner snabbare i jorden än grövre material, vilket inte är önskvärt. Organiska filter kan antingen placeras ovanpå dräneringsledningen efter att den lagts ner i jorden eller lindas runt dräneringsledningen på fabrik. Fabrikslindade dräneringsledningar är oftast lindade med torv, halm eller kokosfibrer (Stuyt *et al.*, 2005; Jonsson, 1985).

2.1.3 Syntetiska filter

Syntetiska filter finns både i granulatform och i fiberform. Granulatformen består oftast av polystyren som är en typ av plast. Syntetiska filter i fiberform är för det mesta fabrikslindade runt dräneringsledningen och består av olika typer av plastmaterial bland annat polyamid, polyester eller polypropen (Ritzema, 1994; Jonsson, 1985). Syntetiska filter kan delas upp i vävda filter, stickade filter och så kallade icke-vävda filter. Indelningen beror på hur de syntetiska filtren är framställda. Vid framställning av vävda filter används ofta bandfibrer, det vill säga platta fibrer.

Stickade filter framställs med tunna och elastiska fibrer. Fibrerna i de icke-vävda filtermaterialen är antingen stapelfibrer eller filament. Stapelfibrer är filament som är nedklippta till kortare fibrer. Syntetiska filter har god vattengenomsläpplighet och filtreringsverkan (Stuyt *et al.*, 2005; Jonsson, 1985).

2.2 Användningen av dräneringsfilter i olika länder

Filtermaterialen varierar något i olika delar av världen då valet av filtermaterial anpassas efter lokala förhållanden såsom tillgängliga material, klimat och jordart. I Sverige har grus länge varit det filtermaterial som används mest. Svenska jordar är ofta täta och har en relativt låg vattengenomsläpplighet och därför används många gånger voluminösa dräneringsfilter. Tjocka och voluminösa filter ökar vattenintaget i dräneringsledningen (Bahçeci *et al.*, 2018; Jonsson, 1985). I Sverige används, förutom grus, även sågspån och fabrikslindade dräneringsledningar med både syntetiska och organiska filtermaterial (Jonsson, 1985).

I många andra länder i Europa är det ont om grus som lämpar sig som filtermaterial vid jordbruksdränering. I västra Europa används främst organiska filter, vanligen torv, halm eller kokosfibrer. Precis som i Sverige används ofta tjocka och voluminösa filter för att öka vattenintaget (Ritzema, 1994; Jonsson, 1985). Förutom organiska filtermaterial blir syntetiska filtermaterial allt vanligare. Numera används syntetiska filtermaterial i nästan hela Europa, USA, Kanada och stora delar av Asien (Bahçeci *et al.*, 2018). I USA och Kanada är tunna fabrikslindade syntetiska filter vanligast. En förklaring till detta är att dräneringsfilter i USA och Kanada främst används på genomsläppliga men slammingsbenägna jordar. En annan förklaring kan vara att det i större utsträckning används grövre dräneringsledningar i dessa länder än i Europa. Grövre dräneringsledningar har en större yta vilket minskar kravet på filtrets vattenintagningsförmåga (Pavelis, 1987; Jonsson, 1985).

2.3 Risker vid olika jordtyper

Innan täckdikning utförs bör det undersökas om jorden är en riskjord. Med riskjord i detta fall menas främst slammingsbenägna jordar och rostjordar (Berghlund *et al.*, 1984).

2.3.1 Slammingsbenägna jordar

Finmo- och mjälajordar är slammingsbenägna jordar, detta på grund av en svag kohesion mellan jordpartiklarna, det vill säga svag eller ingen aggregatbildning.

Dessutom har vattnet i porerna hos dessa jordar en stark kapillär bindning, vilket gör att de är svåra att få genomluftade trots dränering. Finmo har en kornstorlek mellan 0,06 – 0,02 mm och mjåla en kornstorlek inom intervallet 0,02 – 0,002 mm. Därför bör voluminösa eller tunna filter, som har en selektiv verkan, användas på dessa jordar. Jordpartiklar i storleksintervallet 0,15 – 0,05 mm, det vill säga mopartiklar, är sådana partiklar som lätt slammar in och avsätts i dräneringsledningarna. Mjåljordar innehåller oftast inslag av mo och räknas därför som riskjordar. Finmo- och mjåljordar är vanliga i älvsediment och förekommer därför i stor utsträckning i norra Sverige. Mjåljordarna innehåller ofta, förutom mo, en stor andel grovler, vilken inte medverkar till en stabil aggregatbildning i samma utsträckning som finler (Eriksson *et al.*, 2011; Jonsson, 1985).

2.3.2 Rostjordar

Rostjordar förekommer i hela Sverige men är vanligast i Halland och Skåne samt Norrbottens och Västerbottens kustland (Berglund *et al.*, 1984). Mer eller mindre alla jordar innehåller järn men rostutfällning sker endast under vissa omständigheter (Ericson *et al.*, 1985). Jordar med rostutfällningsproblem har ofta höga halter järn löst i markvätskan. Då järnet i markvätskan kommer i kontakt med syre oxideras det och fälls ut. Denna oxidation med rostutfällning kan ske i dräneringsledningen vilket på sikt nedsätter ledningens funktion. Risken för rostutfällning är större med en sur markvätska. På jordar som är vattendränkta och har ett lågt pH-värde är risken för rostutfällningsproblem vid dränering därför stor. I en väl genomluftad jord med ett pH-värde omkring 7 föreligger det oxiderade järnet bundet i jorden, vilket gör att det inte följer med markvätskan till dräneringsledningen. På dessa jordar uppstår därför sällan problem även om syretillgången är god och järninnehållet i marken är stort (Lax & Sohlenius, 2006; Berglund *et al.*, 1984). På rostjordar har valet av dräneringsmetod större betydelse än valet av filtermaterial. Om järnet kommer från grundvattnet är undervattensdränering den säkraste dräneringsmetoden för att undvika problem med rostutfällning. Undervattensdränering innebär att dikessystemet, med hjälp av uppdämning, hålls vattenfyllt för att förhindra luft från att tränga in (Berglund *et al.*, 1984).

2.3.3 Källor och surhål

Förutom slammingsbenägna jordar och rostjordar kan källor och surhål ställa till problem vid dränering. Källor och surhål kan uppkomma då tryckvatten med en uppåtriktad strömningsriktning förekommer. Tryckvatten uppstår då vattenförande lager begränsas av svårgenomsläppliga lager både neråt och uppåt, en så kallad slutten akvifer. Då grundvattnets påfyllning är högre beläget än akviferen uppstår

övertryck i det vattenförande lagret. Om det uppstår sprickor i det övre svårgenomsläppliga lagret kommer tryckvattnet strömma upp mot markytan och källor eller surhål kan bildas (Grip & Rodhe, 2009; Berglund *et al.*, 1984). Även här har valet av dräneringsmetod större betydelse än valet av filtermaterial. Vid dränering av tryckvatten sätts dräneringsledningarna ner vertikalt för att få vattnet att passera det övre svårgenomsläppliga lagret. Vattnet leds sedan vidare till uppsamlingsledningar eller öppna diken (Berglund *et al.*, 1984).

2.4 Underhåll av dräneringsledningarna

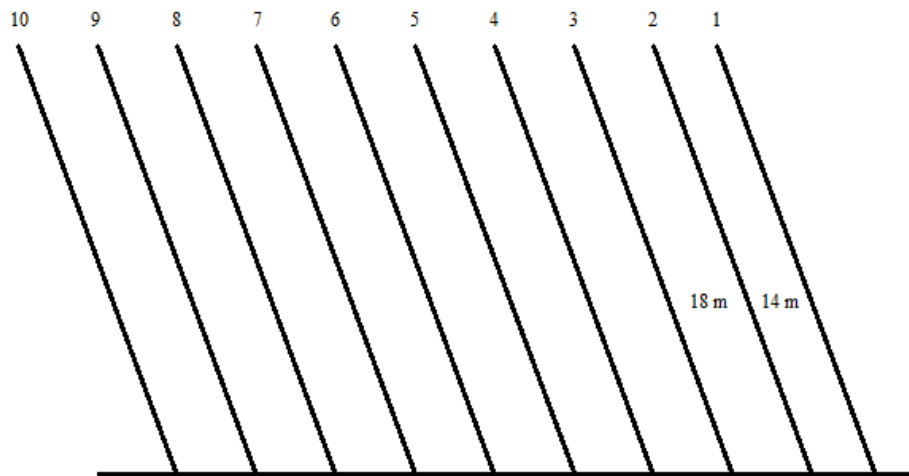
Täckdiken behöver underhållas då kapaciteten efterhand begränsas genom att dräneringsledningarna sätts igen. Underhåll av dräneringsledningarna är särskilt viktigt på slammingsbenägna jordar och rostjordar. Underhåll av dräneringsledningarna innebär ofta spolrensning. Vid spolning förs vattenslangar med munstycken in i ledningarna för att spola rent väggarna. Det sediment som spolningen lösgör följer sedan med spolvattnet ut ur ledningen. Spolningens effekt beror bland annat på vattentrycket vid munstycket, hur stor mängd vatten som används och vinkeln på vattenstrålen. Spolrensning förlänger dräneringssystemets livslängd och torrläggningseffekten förbättras (Jordbruksverket, 2013; Dräneringscentralen RF, 2001).

En väl utförd täckdikning med igenslammingsförebyggande åtgärder kräver för det mesta relativt litet årligt underhåll. För att förebygga igensättning av dräneringsledningen ska svackor på ledningen undvikas. Svackor på ledningen kan medföra att jordpartiklar ansamlas. Andra åtgärder för att förebygga igensättning är att förse brunnarna med slamfickor och se till att utloppet ligger på en tillräckligt hög nivå så att dräneringsledningen vid utloppet inte däms upp (Wesström *et al.*, 2017; Jordbruksverket, 2013; Dräneringscentralen RF, 2001).

3 Material och metod

3.1 Fältförsökets belägenhet och utformning

Fältförsöket (58°27'53.5"N 15°31'42.7"E) är beläget vid Härna utanför Linköping i Östergötlands län. Filterförsöket består av 10 grenledningar, med olika typer av filtermaterial, kopplade till en stamledning (figur 3). Rördimensionen på grenledningarna är 58/50 mm och ledningarna är lagda med 18 meters mellanrum, förutom mellan ledning 1 och 2 där det är 14 meters dikesavstånd. Grus, polypropenfiber, torv och kokosfiber är filtermaterialen som ingår i försöket (tabell 1). Filterförsöket vid Härna grävdes ner för närmare 40 år sedan.



Figur 3. Försöksplan av filterförsöket vid Härna utanför Linköping.

Tabell 1. Filtermaterialen som testas vid respektive grenledning i filterförsöket vid Härna.

Ledningsnummer	Filtermaterial
1	Grus
2	Grus
3	Polypropenfiber
4	Polypropenfiber
5	Torv
6	Torv
7	Kokosfiber
8	Kokosfiber
9	Grus
10	Grus

3.2 Insamling av prover

Insamling av jordprover från filterförsöket vid Härna utanför Linköping gjordes den 27 november 2018 (figur 4). Dräneringsledningarna grävdes fram med hjälp av en grävmaskin och spadar. De 10 grenledningarna grävdes fram nära stamledningen för att ge en bild av hela ledningarna. Efter framgrävning skars några decimeter av ledningen av för att studeras invändigt. Slamskiktstjockleken i dräneringsledningarna mättes med tumstock. Två jordprover togs sedan vid varje dräneringsledning, ett prov med sedimenterat material inifrån ledningen och ett prov precis utanför ledningen. Jordproverna lades i uppmärkta plastpåsar. Utöver insamling av jordprover noterades det hur filtermaterialen såg ut vid respektive ledning. Det togs även ett grusprov, med filtergrus, vid ledning 1.



Figur 4. Framgrävning av dräneringsledningarna och insamling av jordprover från filterförsöket vid Härna. På fotot högst upp till höger syns en av de tio groparna som grävdes. Jorden var betydligt mörkare intill dräneringsledningen vilket troligen beror på att ledningarna täckts med matjord vid igenläggning. Foto: Hanna Falk

3.3 Laborationsanalys av kornstorleksfördelningen

De insamlade jordproverna från filterförsöket vid Härna torkades före kornstorleksanalysen. Efter torkning maldes och siktades jordproverna med hjälp av en jordkvarn, en mortel och en 2 mm-sikt (figur 5). Därefter delades varje prov upp i två plastpåsar med material mindre än 2 mm i den ena påsen och material större än 2 mm i den andra påsen.

Av de siktade jordproverna, med material mindre än 2 mm, vägdes 20 g av varje prov upp i glasbägare och efter det tillfördes 50 ml 10-procentig väteperoxidlösning. Därefter kokades proverna på ett vattenbad tills den grumliga vätskan blev klar. När oxidationen var klar tillsattes 50 ml 0,100-M lösning av $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. Efter det överfördes proverna till 1-liters sedimentationscylindrar av plexiglas. Cylindrarna fylldes upp till märket för 1000 ml med destillerat vatten och skakades i en skakapparat över natten.



Figur 5. Malning och siktning av de insamlade jordproverna. På fotot mortlas aggregat sönder och siktas genom en 2 mm-sikt. Foto: Hanna Falk

När proverna var färdigskakade utfördes pipettprovtagningar för bestämning av fraktionerna ler ($<0,002$ mm), finmjäla ($0,002 - 0,006$ mm), grovmjäla ($0,006 - 0,02$ mm) och finmo ($0,02 - 0,06$ mm) (Eriksson *et al.*, 2011). Sedimentationscylindrarna ställdes då på ett bord varefter proverna rördes om. Samtidigt som omrörningen upphörde startades ett tidtagarur och på bestämda tider och djup togs prover ut med en pipett. Första provet togs ut efter 32 sekunder (finmo + mjäla + ler), andra provet efter 4 minuter och 48 sekunder (mjäla + ler), tredje provet efter 53 minuter och 20 sekunder (finmjäla + ler) och fjärde provet efter 6 timmar (ler). De tre första proverna togs ut från 10 cm djup och det fjärde provet togs ut från 7,5 cm djup. Pipettens innehåll överfördes till en rostfri ståldegel efter varje provtagning.

När pipettprovtagningarna var slutförda våtsiktades innehållet i cylindrarna genom en siktats med en 0,2 mm-sikt och en 0,06 mm-sikt. De uppdelade fraktionerna överfördes sedan till rostfria ståldeglar. Ståldeglarna med de olika fraktionerna torkades över natten vid 105°C och vägdes på morgonen. Grovmon och sanden siktades och delades upp i grovmo ($0,06 - 0,2$ mm), mellansand ($0,2 - 0,6$ mm) och grovsand ($0,6 - 2$ mm) efter torkning (Eriksson *et al.*, 2011).

Vid vägning av grovmo, mellansand, grovsand och grus erhålls mängderna direkt då hela provet siktas. För övriga fraktioner erhålls endast en hundradel av mängden vid vägning. Dessa fraktioner måste därför multipliceras med 100. Fraktionernas vikt ska uttryckas i procent av torrsubstansmängden (Ljung, 1987). Dessutom bestämdes glödningsförlust, eventuella fel och mullhalt. Glödningsförlusten

bestämdes genom att 10 g av ursprungsprovet torkades, vägdes in i en ståldegel och placerades i en muffelugn. Provet glödgades i ungefär 1 timme på 600°C och vägdes därefter igen. Provets viktminskning utgör glödgningsförlusten. När den reducerade glödgningsförlusten och procenttalen för de olika fraktionerna summeras bör resultatet bli 100 %, eventuella fel fördelas mellan fraktionerna. Vid större fel än ± 5 procentenheter bör analysen göras om. Med hjälp av glödgningsförlusten och kristallvattenförlusten, ett korrelationstal som beror på lerhalten, togs ett ungefärligt mått på mullhalten fram (Ljung, 1987).

4 Resultat

4.1 Observationer vid insamling av prover

Vid insamling av jordprover från filterförsöket vid Härna upptäcktes det att dräneringsledningarna 7 och 8 var lindade med ett svart och relativt voluminöst syntetiskt filtermaterial och inte kokosfibrer (figur 6). Ledningarna med kokosfilter lades troligen ner vid dike 3 och 4 istället då filtermaterialen vid ledning 3, 4, 5 och 6 var helt nedbrutna så när som på nylontråden som ska hålla omlindningsfiltret på plats (tabell 2). Grusfiltren vid ledningarna 1, 2, 9 och 10 var intakta.



Figur 6. En avskuren bit av dräneringsledning 7 med ett svart och relativt voluminöst syntetiskt omlindningsfilter. Foto: Hanna Falk

När dräneringsledningarna studerades invändigt konstaterades det att ledningarna 1, 2, 3 och 4 hade mest sedimenterat material i ledningen (tabell 2). Ledningarna 1 och 2 hade 2,5 respektive 2 cm sediment och ledningarna 3 och 4 hade omkring 1 cm. Resterande ledningar hade mycket lite eller nästan inget sedimenterat material alls. Inuti dräneringsledning 1 noterades mycket organiskt material (figur 7).

Tabell 2. Filtermaterial och slamskiktstjockleken i dräneringsledningarna i filterförsöket vid Härna. Sedimenterat material är angivet i cm.

Ledningsnummer	Filtermaterial	Sedimenterat material
1	Grus	2,5
2	Grus	2
3	Nedbrutet	1
4	Nedbrutet	1
5	Nedbrutet	0,5
6	Nedbrutet	0,5
7	Syntetfiber	0
8	Syntetfiber	0
9	Grus	0,5
10	Grus	0



Figur 7. Organiskt material i form av växtrötter inuti dräneringsledning 1. Foto: Hanna Falk

4.2 Resultat laborationsanalys av kornstorleksfördelningen

Totalt ingick 20 jordprover och ett grusprov i analysen men jordproverna som togs inifrån ledningarna 7, 8 och 10, med syntetfilter samt grusfilter, kunde inte analyseras då proverna vägde mindre än 20 g. Därför saknas kornstorleksfördelningen och mullhalt för dessa jordprover.

Resultatet från laborationsanalysen av jordprover tagna inifrån dräneringsledningarna visar att ledningarna 1, 2 och 9, med grusfilter, släpper igenom mest grovt material (mellansand och grovsand) av de undersökta ledningarna (tabell 3). Resultatet visar även att jordproverna som togs inifrån dräneringsledningarna 4, 5 och 9, med nedbrutet organiskt filter samt grusfilter, innehåller mest mo (finmo och grovmo) av de analyserade proverna med sedimenterat material. Jordproverna inifrån ledningarna 1, 3 och 6, med grusfilter samt nedbrutet organiskt filter, innehåller mest fint material (ler, finmjäla och grovmjäla) och har högst mullhalt av proverna inifrån ledningarna. Inget av de undersökta filtermaterialen har släppt igenom material större än 2 mm (grus) (tabell 3).

Tabell 3. Kornstorleksfördelningen, glödningsförlust, fel och mullhalt, angivet i viktprocent. Provnamnet anger ledningsnummer samt att provet är taget inifrån (in.) ledningen.

Prov	Ler <0,002 mm	Fin- mjäla 0,002 – 0,006 mm	Grov- mjäla 0,006 – 0,02 mm	Fin- mo 0,02 – 0,06 mm	Grov- mo 0,06 – 0,2 mm	Mellan- sand 0,2 – 0,6 mm	Grov- sand 0,6 – 2 mm	Grus >2 mm	Gl. förl.	Fel	Mull- halt
1 in.	25,7	7,2	29,5	34,8	1,7	0,9	0,2	0	6,1	1,2	3,9
2 in.	19,5	4,2	25,4	49,4	0,6	0,6	0,3	0	4,4	-0,6	2,6
3 in.	26,9	7,9	27,6	37,4	0,1	0	0	0	6,6	1	4,3
4 in.	6,2	0,7	8,4	79,8	4,9	0	0	0	1,4	-7,3	0,8
5 in.	15,5	4,4	17,8	60,3	1,8	0,2	0,1	0	4,8	-3,2	3,4
6 in.	24,8	6,7	28,1	39,9	0,4	0	0,1	0	6,9	1,8	4,7
9 in.	12,4	3,1	10,2	60,9	7,8	4,3	1,3	0	2,6	-4	1,5

Resultatet från laborationsanalysen av jordprover tagna utanför dräneringsledningarna visar en relativt jämn kornstorleksfördelning över hela försöket (tabell 4). Lerhalten ligger på omkring 50 % förutom vid ledning 3 där lerhalten ligger på 23,3 %. Även vid ledning 4 är lerhalten något lägre. Vid ledning 3 ligger finmohalten på 49,1 % och grovmohalten på 3,6 %. Vid övriga ledningar ligger finmohalten mellan 12 – 23 % och grovmohalten omkring 1 %. Jordproverna tagna vid ledningarna 1, 2, 3, 8, 9 och 10 innehåller en liten andel grus (tabell 4).

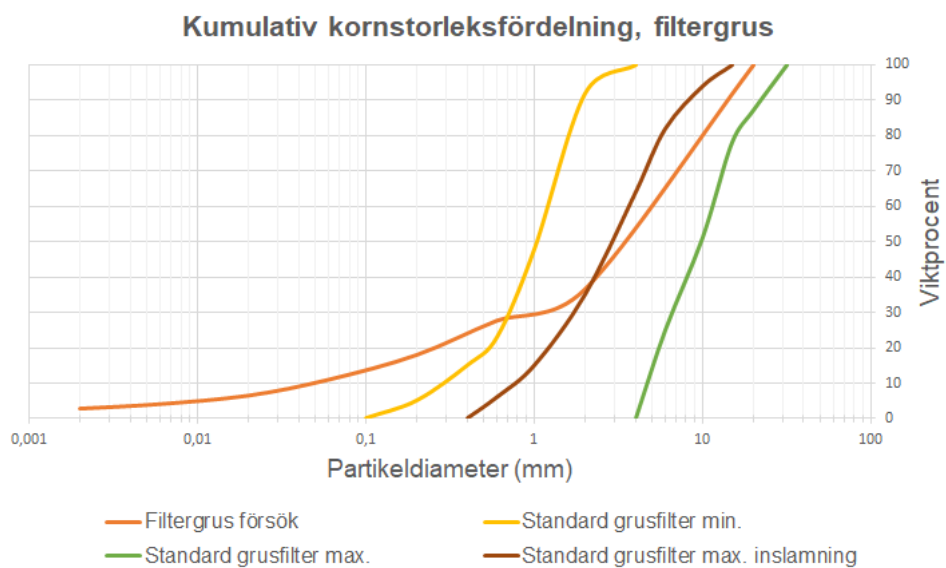
Tabell 4. Kornstorleksfördelningen, glödningsförlust, fel och mullhalt, angivet i viktprocent. Provnamnet anger ledningsnummer samt att provet är taget utanför (ut.) ledningen.

Prov	Ler <0,002 mm	Fin- mjäla 0,002 – 0,006 mm	Grov- mjäla 0,006 – 0,02 mm	Fin- mo 0,02 – 0,06 mm	Grov- mo 0,06 – 0,2 mm	Mellan- sand 0,2 – 0,6 mm	Grov- sand 0,6 – 2 mm	Grus >2 mm	Gl. förl.	Fel	Mull- halt
1 ut.	54,5	11,8	16,7	12,6	1,6	1,2	0,4	1,2	2,6	1,3	0
2 ut.	55,3	13,4	17,6	12,2	0,8	0,4	0,1	0,3	2,6	2,2	0
3 ut.	23,3	5,8	16,5	49,1	3,6	0,8	0,6	0,4	2,6	-3,4	0,5
4 ut.	43,2	11,7	20,1	22,5	1,4	0,8	0,3	0	2,3	-0,1	0
5 ut.	46,2	12,9	20,1	19,6	0,8	0,4	0,1	0	2,2	1,7	0
6 ut.	47,9	11,2	17,2	21,5	1,6	0,5	0,2	0	2,2	1,3	0
7 ut.	53,1	12,5	16,1	16	1,2	0,6	0,5	0	2,5	1,9	0
8 ut.	47,6	12,7	16,1	21,7	1,2	0,3	0,3	0,2	2,2	0,9	0
9 ut.	46,1	10,8	17	22,8	1,2	0,5	0,6	0,8	2,1	1,3	0
10 ut.	47,3	11	19,1	20,4	0,9	0,4	0,4	0,4	2,1	2,7	0

Resultatet från laborationsanalysen av grusprovet taget vid ledning 1 visar att filtergruset innehåller 63,3 % grus, 8,9 % grovsand och 9,7 % mellansand (tabell 5) (figur 8). Resultatet visar även att filtergruset innehåller en liten andel mo samt finare material (ler, finmjäla och grovmjäla).

Tabell 5. Kornstorleksfördelningen för filtergruset angivet i viktprocent.

Prov	Ler <0,002 mm	Fin- mjäla 0,002 – 0,006 mm	Grov- mjäla 0,006 – 0,02 mm	Fin- mo 0,02 – 0,06 mm	Grov- mo 0,06 – 0,2 mm	Mellan- sand 0,2 – 0,6 mm	Grov- sand 0,6 – 2 mm	Grus >2 mm
Filter- grus	2,9	1,4	2,3	4,5	7	9,7	8,9	63,3



Figur 8. Kumulativ kornstorleksfördelning för filtergruset vid Härna samt rekommenderad kornstorleksfördelning för filtergrus. Filtergrusets kornstorleksfördelning bör ligga mellan standard grusfilter min och standard grusfilter max. För slammingsbenägna jordar med stor risk för inslamning av sedimenteringsbenägna partiklar bör filtergrusets kornstorleksfördelning ligga mellan standard grusfilter min och standard grusfilter max inslamning.

5 Diskussion

Vid val av dräneringsfilter ska fördelar vägas mot nackdelar och filtermaterialet ska anpassas efter lokala förhållanden. Grus är fördelaktigt att använda som filtermaterial då det inte bryts ner av mikroorganismer i jorden. I Sverige har sedan länge naturgrus varit det filtermaterial som främst används (Jonsson, 1985). Naturgrus är en ändlig resurs och ska därför i första hand användas då det inte kan ersättas med andra material. Istället för naturgrus kan bergkross från bergbrott användas. Bergkross som filtermaterial vid dränering bör dock undvikas då bergkross innehåller mycket fint material som försämrar vattengenomsläppligheten och riskerar att slamma in i dräneringsledningarna (Göransson, 2015; Håkansson, 1989). För att bergkross ska lämpa sig som filtermaterial vid dränering behöver det fina materialet avlägsnas. Två metoder som används för att avlägsna det fina materialet från bergkross är vindsiktning och våtklassering. Dessa metoder att ta bort fint material från bergkross är dock relativt kostsamma (Elmefors *et al.*, 2016; Lagerblad *et al.*, 2011).

Resultatet från laborationsanalysen visar att dräneringsledningarna med grusfilter släpper igenom mest grovt material jämfört med övriga filtermaterial i försöket. Även andelen sedimenteringsbenägna mopartiklar är stor i ledningarna med grusfilter. Detta kan bero på att gruset innehåller relativt stora porer, vilket ökar risken för inslamning av större sedimenteringsbenägna partiklar. Filtergruset från försöket vid Härna innehåller dock mer fint material än rekommendationen men det fina materialet kommer troligtvis från ovanliggande jord med dräneringsvattnet och har fastnat i filtret (figur 8) (Jordbruksverket & Vägverket, 1996). Mycket växtrötter i dräneringsledningen tyder även det på att filtergruset vid ledning 1 innehåller relativt stora porer där växtrötter kan tränga ner. För att förbättra jämförelsen mellan ledningarna med grusfilter skulle grusprover tagits även vid ledningarna 2, 9 och 10, då kornstorleksfördelningen kan skilja sig åt.

Organiska filter är fördelaktigt att använda som filtermaterial då organiskt material är en förnybar resurs. Dessutom kan organiska filter fabrikslindas runt

dräneringsledningarna vilket sparar arbetskraft och effektiviserar täckdikningen. Grus och organiska filter som inte är fabrikslindade, till exempel sågspån, kräver dock en stor arbetsinsats vid nedläggning. Det krävs ofta en person som enbart jobbar med att transportera och påföra gruset eller sågspånet (Jonsson, 1985). En nackdel med organiska filter, såväl sågspån som organiska omlindningsfilter, är att de bryts ner i jorden. Organiska filter med mycket fint material bryts ner snabbare än grövre filtermaterial. Efter ungefär 20 år beräknas sågspån ha brutits ner till hälften i jorden. Filtrets hållbarhet i jorden beror, förutom på filtermaterialet, bland annat på jordart, jordens pH-värde, jordens fuktighet och mikroorganismaktiviteten. Försök från Nederländerna visar att dräneringsfilter av kokosfibrer, under vissa omständigheter, kan brytas ner fullständigt på endast två år. Den snabba nedbrytningen av kokosfiltret uppträdde under aeroba förhållanden i jordar med hög humushalt och ett pH-värde på 6 eller högre (Håkansson, 1989; Jonsson, 1985).

Vid insamling av jordprover konstaterades det att dräneringsledningarna 7 och 8 var lindade med syntetfibrer och inte med kokosfibrer som det står i försöksplanen. Det konstaterades även att torvfiltret var helt nedbrutet efter närmare 40 år i jorden. Det är svårt att fastslå hur länge torvfiltret varit helt nedbrutet men den relativt höga mullhalten inuti ledningarna 5 och 6 kan tyda på nedbrutet torvfiltermaterial. Dräneringsledningarna 5 och 6 innehåller även en stor andel sedimenteringsbenägna mopartiklar vilket troligen beror på att ledningarna saknar ett fungerande filter. Kokosfiltret som visade sig vara ett syntetfilter kan bero på en miss vid nedläggning av dräneringsledningarna alternativt en felskrivning på försöksplanen. Troligtvis lades dräneringsledningarna med kokosfilter ner vid dike 3 och 4, istället för 7 och 8, då filtermaterialet vid dessa ledningar är helt nedbrutet. Den relativt höga mullhalten inuti ledning 3 kan tyda på nedbrutet organiskt filtermaterial. Kornstorleksfördelningen och mullhalten inuti ledning 4 skiljer sig förhållandevis mycket från ledningarna 3, 5 och 6. Denna skillnad kan bero på att felet vid kornstorleksanalysen är större än ± 5 procentenheter, vilket kan innebära att resultatet är felaktigt. Detta prov analyserades två gånger men det stora felet kvarstod.

Syntetiska filter är, precis som organiska filter, fördelaktigt att använda som filtermaterial då fabrikslindade dräneringsledningar effektiviserar täckdikningen (Jonsson, 1985). En nackdel med syntetiska filter är att de tillverkas av olika typer av plaster. I dagsläget framställs de flesta plasttyper av råolja vilket är en ändlig resurs. Plastmaterial kan dessutom orsaka spridning av plastfragment, så kallade mikroplaster, i naturen. Eftersom mikroplaster inte bryts ner i naturen kan de små plastfragmenten vandra uppåt i näringskedjan och orsaka skada. Forskningen om mikroplaster i naturen är ännu begränsad då det är svårt att kartlägga källor och

spridning av mikroplaster. Användning av plastmaterial i naturen bör därför övervägas om det finns alternativa material (Naturvårdsverket, 2018; Klar *et al.*, 2014).

Dräneringsledningarna 7 och 8, med syntetfilter, kunde inte analyseras då jordproverna inifrån ledningarna vägde mindre än 20 g. Dessa jordprover kan därför inte jämföras med övriga prover. En förklaring till varför dessa ledningar nästan inte innehöll något sedimenterat material alls kan vara att filtret var igensatt. En annan förklaring kan vara att det relativt voluminösa filtret håller tillbaka sedimenteringsbenägna jordpartiklar. Ytterligare en förklaring kan vara att det är stopp i dräneringsledningarna. För att undersöka detta skulle ledningarna kunna grävas upp vid olika tidpunkter på året för att studera vattenflödet.

Mängden sedimenterat material i de olika dräneringsledningarna kan även bero på jordartsvariationer inom fältet, till exempel vid ledning 3 där lerhalten är lägre och därmed har en svagare aggregatstruktur. Laborationsanalysen av jordprover tagna utanför dräneringsledningarna tyder dock inte på stora jordartsvariationer men dessa jordprover är tagna på 1 m djup och ger inte hela fältets variationer. En annan förklaring kan vara att vattenflödet genom ledningarna skiljer sig åt. Enligt resultatet är inte förklaringen nakna ledningar, det vill säga nedbrutna filter, då ledningarna 1 och 2 hade mest sedimenterat material. En förklaring till att andelen ler är lägre inuti dräneringsledningarna än utanför kan vara att lerpartiklarna runnit med dräneringsvattnet utan att sedimentera. Det kan även bero på lerors stabila aggregatbildning, vilket försvårar inslamning. Vid analys av kornstorleksfördelningen krossas och dispergeras leraggregaten, därför skiljer denna analys inte på mängden fria lerpartiklar och lerpartiklar i aggregat.

Olika typer av dräneringsförsök är viktiga för att dräneringen och valet av filtermaterial ska kunna anpassas efter lokala förhållanden. Dessutom kommer dränering av åkermark troligtvis bli ännu viktigare i framtiden med tanke på klimatförändringarna som medför mer extremväder (SMHI, 2017). Dräneringsförsök kan dock vara svåra att anlägga och undersöka kontinuerligt. Dels ekonomiskt men även då flera parter ofta är inblandade. Dräneringsförsök med olika typer av filtermaterial bör undersökas kontinuerligt bland annat för att följa nedbrytningsprocessen av organiska filter. Varje framgrävning innebär dock ett stort ingrepp, särskilt om framgrävningen görs i växande gröda. Dessutom finns en risk för ansamling av jordpartiklar vid den avskurna och tillbakalagda ledningsbiten. Detta är förklaringen till varför det endast togs ett prov inifrån varje dräneringsledning.

Förutom mer kontinuerliga undersökningar av dräneringsförsök med organiska filter bör fler dräneringsförsök med nakna ledningar, det vill säga ledningar utan filter,

anläggas. Detta för att få en bild av huruvida dräneringsfilter är nödvändigt eller inte. För att undersöka detta bör samma typ av dräneringsförsök anläggas i flera olika typer av jordar samt på flera platser i landet. Detta för att kunna dra slutsatser om hur regionala variationer påverkar dräneringsledningarnas behov av filter. Något som även bör undersökas är om syntetiska filter avsöndrar mikroplaster och hur det i så fall kan undvikas. Om det framgår att dräneringsfilter inte är nödvändigt i vissa typer av jordar skulle användningen av syntetiska filter, och därmed användningen av plast i naturen, kunna minskas.

6 Slutsatser

Arbetet utgick från följande frågeställningar:

- Skiljer sig mängden sedimenterat material inuti dräneringsledningar med olika filtermaterial?
- Vilken typ av filtermaterial släpper igenom grövst material?
- Vilket filtermaterial är mest hållbart på lång sikt?

Slutsatser som kan dras från denna studie är att grusfilter släpper in mest grovt material. Det kan inte dras några slutsatser om mängden sedimenterat material skiljer sig inte inuti dräneringsledningar med olika filtermaterial då resultatet inte visar några tydliga trender. Det är dock svårt att dra slutsatser då endast ett filterförsök undersökts. För att få ett statistiskt säkrare resultat skulle fler filterförsök studerats vid flera tillfällen och grusprover från samtliga grusfilter skulle analyserats för att avgöra eventuella variationer.

Det är även svårt att dra slutsatser om vilket filtermaterial som är mest hållbart på lång sikt. Organiskt material är en förnybar resurs men organiska filter bryts ner av mikroorganismer i jorden. Dock visar inte resultatet från filterförsöket vid Härna att nakna ledningar innehåller mest sedimenterat material. Grus och syntetiska filter bryts inte ner i jorden men naturgrus är en ändlig resurs och syntetiska filter kan avsöndra mikroplaster.

Nakna dräneringsledningar är något som bör studeras mer för att avgöra huruvida dräneringsfilter är nödvändigt eller inte. Underhåll av dräneringsledningarna kanske visar sig spela större roll än filtret. Dräneringsfilter har dock fler funktioner än att skydda ledningarna från inslamning av sedimenteringsbenägna partiklar. Valet av filtermaterial är därför komplext. Fler försök behöver anläggas och studeras i olika typer av jordar och i olika delar av landet.

7 Referenslista

- Bahçeci, I., Nacar, A.S., Topalhasan, L., Tari, A.F. & Ritzema, H.P. (2018). A new drainpipe-envelope concept for subsurface drainage systems in irrigated agriculture. *Irrigation and Drainage*. Tillgänglig: www.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ird.2247 [2018-10-13].
- Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall, A. (1984). Dränering av jordar med rostproblem. Dränering av tryckvatten. (Institutionen för markvetenskap, avdelning för lantbrukets hydroteknik, Rapport 138). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Dräneringscentralen RF (2001). Skötsel av täckdiken. (Medlemspublikation, 2/01). Helsingfors. Tillgänglig: <http://www.salaojayhdistys.fi/pdf/kpopasR.pdf> [2018-10-23].
- Elmefors, E., Eveborn, D. & Tuveesson, M. (2016). Bergkross och naturgrus som filtermaterial i markbäddar. (SVU-rapport, 9): Svenskt vatten utveckling. Tillgänglig: http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2016-09.pdf [2018-11-12].
- Ericson, L., Fabricius, M., Danielsson, E., Hultman, B., Juto, H. & Huhtasaari, C. (1985). De odlade jordarna i norrbottens och västerbottens län. (Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Rapport 146). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2011). Marklära. 1:3 uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Fogelfors, H. (2015). Vår mat - Odling av åker-och trädgårdsgrödor. 1:1 uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Grip, H. & Rodhe, A. (2009). Vattnets väg från regn till bäck. 3:e uppl. Uppsala: Hallgren och Fallgren.
- Göransson, M. (2015). Ersättningsmaterial för naturgrus. (SGU-rapport, 35): Sveriges geologiska undersökning. Tillgänglig: <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1535-rapport.pdf> [2018-11-01].
- Håkansson, A. (1989). Filtermaterial för dränering. (Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 89:6). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Joel, A., Wesström, I. & Linnér, H. (2003). Reglerad dränering. (Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 03:1). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Jonsson, B. (1985). Organiska och syntetiska fibermaterial som dräneringsfilter. (Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Rapport 145). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Jordbruksverket (2013). Jordbrukets markavvattningsanläggningar i ett nytt klimat: Rapport Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra13_14.pdf [2018-09-25].

- Jordbruksverket (2016). Dränering av jordbruksmark 2016. (Statistiska meddelanden, JO 41 SM 1701). Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Arealer/JO41/JO41SM1701/JO41SM1701.pdf> [2018-09-25].
- Jordbruksverket (2018). Avvattningsanvisningar för jordbruksmark i ett förändrat klimat: Rapport Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/download/18.5bd82a281633701bda755c49/1525767877499/ra18_19.pdf [2018-10-22].
- Jordbruksverket & Vägverket (1996). Läggningsanvisningar för jordbruks- och vägdränering. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.31272047121541f6c33800033/1370040772072/L%25C3%25A4ggningsanvisningar.pdf> [2018-10-03].
- Klar, M., Gunnarsson, D., Prevodnik, A., Hedfors, C. & Dahl, U. (2014). Allt du (inte) vill veta om plast: Naturskyddsföreningen. Tillgänglig: www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/rapporter/Plastrapporten.pdf [2018-12-20].
- Lagerblad, B., Mikael, W., Fjällberg, L. & Gram, H.E. (2011). Bergkrossmaterial som ballast i betong: Cement-och betonginstitutet. Tillgänglig: www.researchgate.net/profile/Bjoern_Lagerblad/publication/265349713_Bergkrossmaterial_som_ballast_i_Betong/links/55c226b108aeca747d5dc6b3/Bergkrossmaterial-som-ballast-i-Betong.pdf [2018-11-12].
- Lax, K. & Sohlenius, G. (2006). Sura sulfatjordar och metallbelastning. (SGU-rapport, 5): Sveriges geologiska undersökning. Tillgänglig: <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s0605-rapport.pdf> [2018-10-22].
- Ljung, G. (1987). Mekanisk analys - beskrivning av en rationell metod för jordartsbestämning. (Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Avdelningsmeddelande 87:2). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- LRF (2014). Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.6af3a73c14c1f5e15e981541/1426492397827/aga-och-forvalta-diken.pdf> [2018-10-15].
- Messing, I. & Wesström, I. (2006). Efficiency of old tile drain systems in soils with high clay content: Differences in the trench backfill zone versus the zone midway between trenches. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 55(5), ss. 523–531.
- Naturvårdsverket (2018-04-24). Mikroplaster - källor och förslag på åtgärder. Tillgänglig: www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Redovisade-2017/Mikroplaster--kallor-och-forslag-pa-atgarder/ [2018-12-20].
- Pavelis, G.A. (1987). *Farm drainage in the United States: History, status, and prospects*. Washington, D.C.: US Department of agriculture, economic research service. Tillgänglig: www.books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=agEUAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Farm+Drainage+in+the+United+States:+History,+Status,+and+Prospects&ots=ujRy4P-VVN&sig=mz1Q4IOpbaYgwUtqH_v6a0UGLOW&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false [2018-10-16].
- Ritzema, H.P. (1994). *Drainage principles and applications*. Andra uppl. Wageningen: International institute for land reclamation and improvement.
- SDR (2013). Dränering - från missväxt till tillväxt. Tillgänglig: <http://www.svenskadranerare.com/wp-content/uploads/2013/07/sdr-folder2013.pdf> [2018-09-24].
- SMHI (2017). Klimatberäkningar visar på mer extremt väder. Tillgänglig: www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/nya-klimatberakningar-visar-pa-mer-extremt-vader-1.12922 [2019-03-12].

- Stuyt, L.C.P.M. (1987). Developments in land drainage envelope materials. I: Proceedings of the Symposium of the 25th International Course on Land Drainage. International Institute for land reclamation and improvement/ILRI and International agricultural centre/IAC ss. 82–93. Tillgänglig: <http://edepot.wur.nl/312990#page=80> [2018-10-15].
- Stuyt, L.C.P.M., Dierickx, W. & Martínez Beltrán, J. (2005). Materials for subsurface land drainage systems. (FAO Irrigation and drainage paper, 60 rev. 1): Food and agriculture organization of the United Nations Tillgänglig: <http://www.fao.org/tempref/agl/AGLW/docs/idp60.pdf> [2018-10-03].
- Wesström, I., Hargeby, A. & Tonderski, K. (2017). Miljökonsekvenser av markavvattning och dikesrensning - en kunskapssammanställning: Rapport Naturvårdsverket. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6777-9.pdf?pid=20795> [2018-10-22].
- Vlotman, W.F., Willardson, L.S. & Dierickx, W. (2000). Envelope design for subsurface drains. Wageningen: International institute for land reclamation and improvement. Tillgänglig: www.library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/81694 [2018-10-13].

8 Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Ingrid Wesström, institutionen för mark och miljö, som har guidat mig genom detta examensarbete.