



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2017 30 stp.
Institutt for miljøvitenskap

VEDLEGG TIL:

Infiltrasjon for lokal overvannsdiskonering (LOD)

- Vurdering av metoder for å måle infiltrasjon på lokal tomt

APPENDIX TO:

Infiltration for Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)

- An assessment of methods for site specific infiltration measurements

Elisabeth Blom Solheim
Vann- og miljøteknikk

Innhold

Vedlegg A	Oversiktskart over lokaliteter	5
Vedlegg B	Kart over infiltrasjonsevne (NGU)	6
Vedlegg C	Plassering av ERT-linjer ved de ulike lokalitetene	7
Vedlegg D	Prinsippskisse blokkforsøk.....	10
Vedlegg E	Utstyrliste til de ulike infiltrasjonstestene	11
Vedlegg F	Værforhold under forsøksperioden	12
Vedlegg G	Resultater fra Deichmansgate	13
G.1	Beskrivelse av lokalitet.....	13
G.2	Klassifisering av jordart.....	13
G.3	Jordartstrekant	14
G.4	Kornfordelingskurver	15
G.5	Jordfysiske parametere	15
G.6	pF-kurver	16
G.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	17
G.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	18
G.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	19
Vedlegg H	Resultater fra Jupiterjordet	20
H.1	Beskrivelse av lokalitet.....	20
	Forsøksfeltet på Jupiterjordet er vist i Figur H.1. 1.	20
H.2	Klassifisering av jordart.....	20
H.3	Jordartstrekant	21
H.4	Kornfordelingskurver	22
H.5	Jordfysiske parametere	22
H.6	pF-kurver	23
H.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	24
H.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	25
H.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	26
Vedlegg I	Resultater fra Kubaparken	28
I.1	Beskrivelse av lokalitet.....	28
I.2	Klassifisering av jordart.....	28

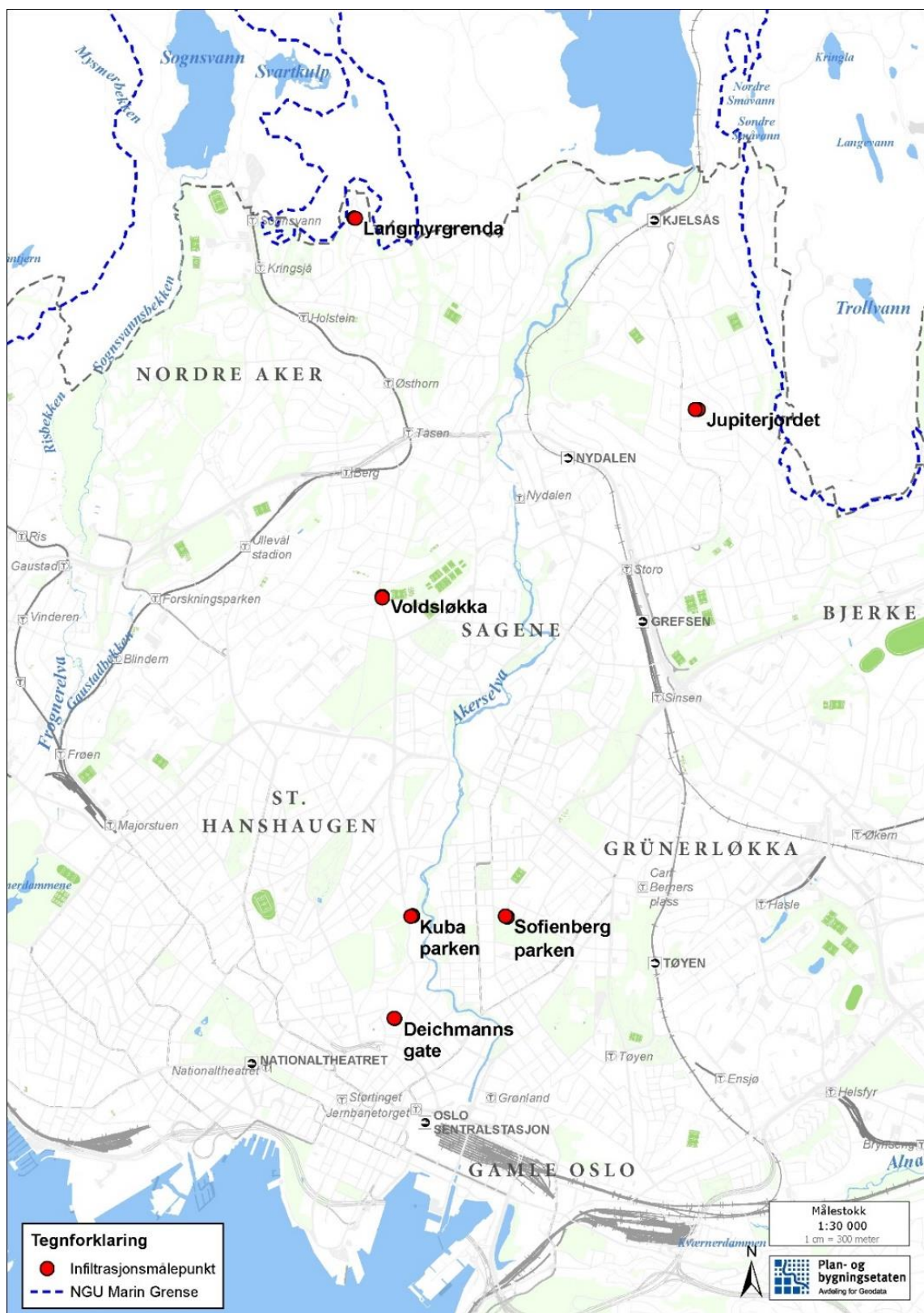
I.3	Jordartstrekant	29
I.4	Kornfordelingskurver	30
I.5	Jordfysiske parametere	30
I.6	pF-kurver	31
I.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	32
I.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	33
I.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	34
Vedlegg J Resultater fra Langmyrgrenda		35
J.1	Beskrivelse av lokalitet	35
J.2	Klassifisering av jordart	35
J.3	Jordartstrekant	36
J.4	Kornfordelingskurver	37
J.5	Jordfysiske parametere	37
J.6	pF-kurver	38
J.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	39
J.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	40
J.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	41
Vedlegg K Resultater fra Sofienbergparken		42
K.1	Beskrivelse av lokalitet	42
K.2	Klassifisering av jordart	42
K.3	Jordartstrekant	43
K.4	Kornfordelingskurver	44
K.5	Jordfysiske parametere	44
K.6	pF-kurver	45
K.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	46
K.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	47
K.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	48
Vedlegg L Resultater fra Voldsløkka		49
L.1	Beskrivelse av lokalitet	49
L.2	Klassifisering av jordart	49
L.3	Jordartstrekant	50
L.4	Kornfordelingskurver	51
L.5	Jordfysiske parametere	51
L.6	pF-kurver	52
L.7	Infiltrasjonstester presentert grafisk	53

L.8	Oversikt over K_{sat} -verdier	54
L.9	Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet	55
Vedlegg M	Resultater for mettet hydraulisk konduktivitet.....	56
M.1	Samlede K_{sat} -verdier fra ulike infiltrasjonstester.....	56
M.2	Grafisk framstilling av infiltrasjonsforsøk	57
Vedlegg N	Typiske verdier for mettet hydraulisk konduktivitet	59
Vedlegg O	Skjønnsmessig bedømmelse av jordart i felt.....	61
Vedlegg P	Kornfordelingsanalyse	63
P.1	Estimering av d_{10} etter Hazens metode (<2mm)	64
P.2	Estimering av d_{10} etter Hazens metode (alle fraksjoner).....	65
P.3	Beregning av K_{sat} ved Hazens og Gustafsons metode.....	66
P.4	Beregning av infiltrasjon fra kornfordelingsanalyse	68
Vedlegg Q	Matlab-kode for beregning av K_{sat} fra MPD-forsøk (Paus, 2016).....	71
Vedlegg R	Excel-ark for utregning til MPD – Matlab	74
Vedlegg S	Beregninger bak Matlab-skript for beregning av K_{sat} fra MPD-forsøk.....	75
Vedlegg T	Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige jordfuktighetsverdier».....	77
Vedlegg U	Regresjonslinjer for Dobbelring-infiltrrometer	82
Vedlegg V	Metoder for jordfysiske analyser.....	83
V.1	Kornfordelingsanalyse etter pipettemetoden	83
V.2	Volumetrisk vanninnhold.....	83
V.3	Tørrstoffinnhold	84
V.4	Glødetap.....	84
V.5	pF-analyse	84
Vedlegg W	Rulleprøven (Øien & Krogstad, 1989).	88
Vedlegg X	Statistikk	89

Det henvises til Masteroppgaven: *Infiltrasjon for lokal overvannsdiskonering (LOD)*, for forkortelsesliste og referanseliste.

Vedlegg A Oversiktskart over lokaliteter

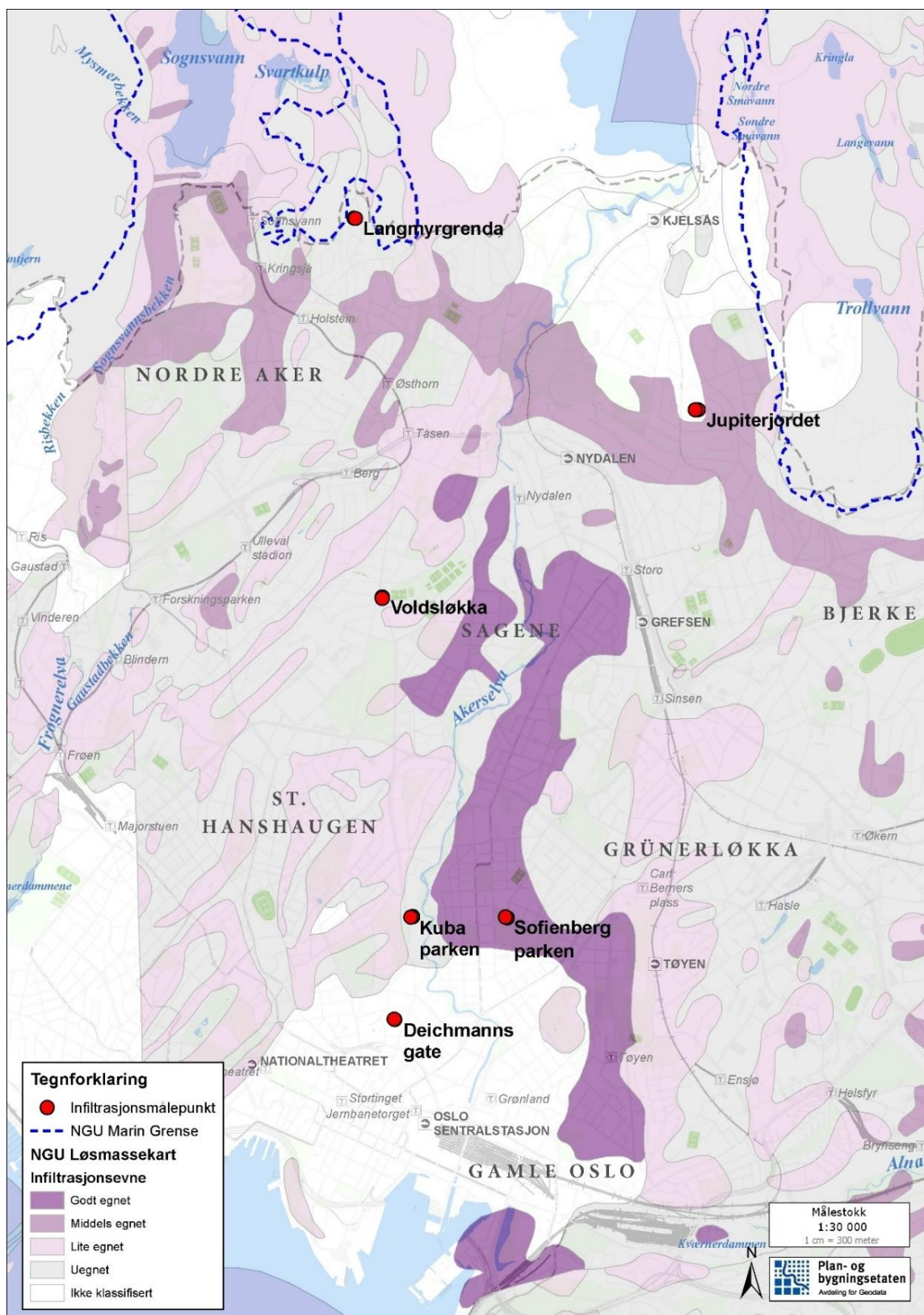
Figur A. 1 gir en oversikt over lokalitetene der de ulike infiltrasjonsforsøkene ble gjennomført.



Figur A. 1: Kart over lokalitetene i Oslo, der infiltrasjonsforsøkene ble gjennomført.

Vedlegg B Kart over infiltrasjonsevne (NGU)

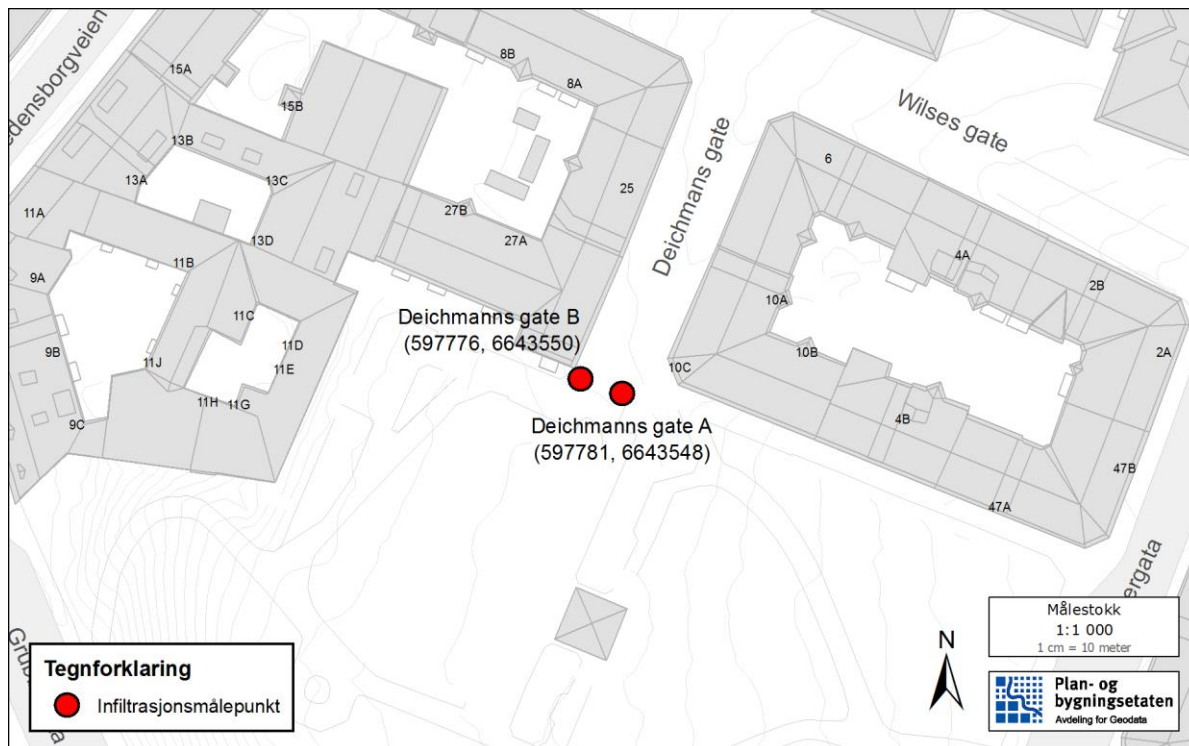
Kart over infiltrasjonsevne, med de ulike lokalitetene inntegnet (røde punkter), er vist i Figur B. 1.



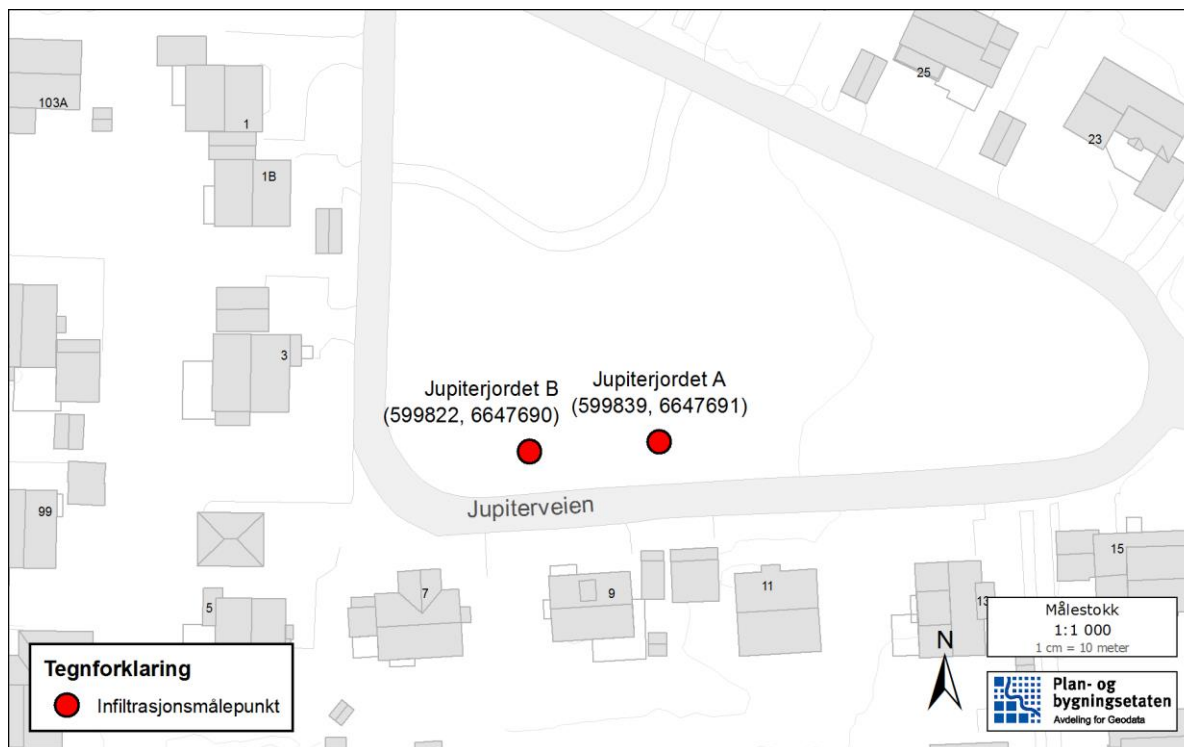
Figur B. 1: Kart over infiltrasjonsevne med forsøkslokalitetene avmerket (røde punkter) (NGU).

Vedlegg C Plassering av ERT-linjer ved de ulike lokalitetene

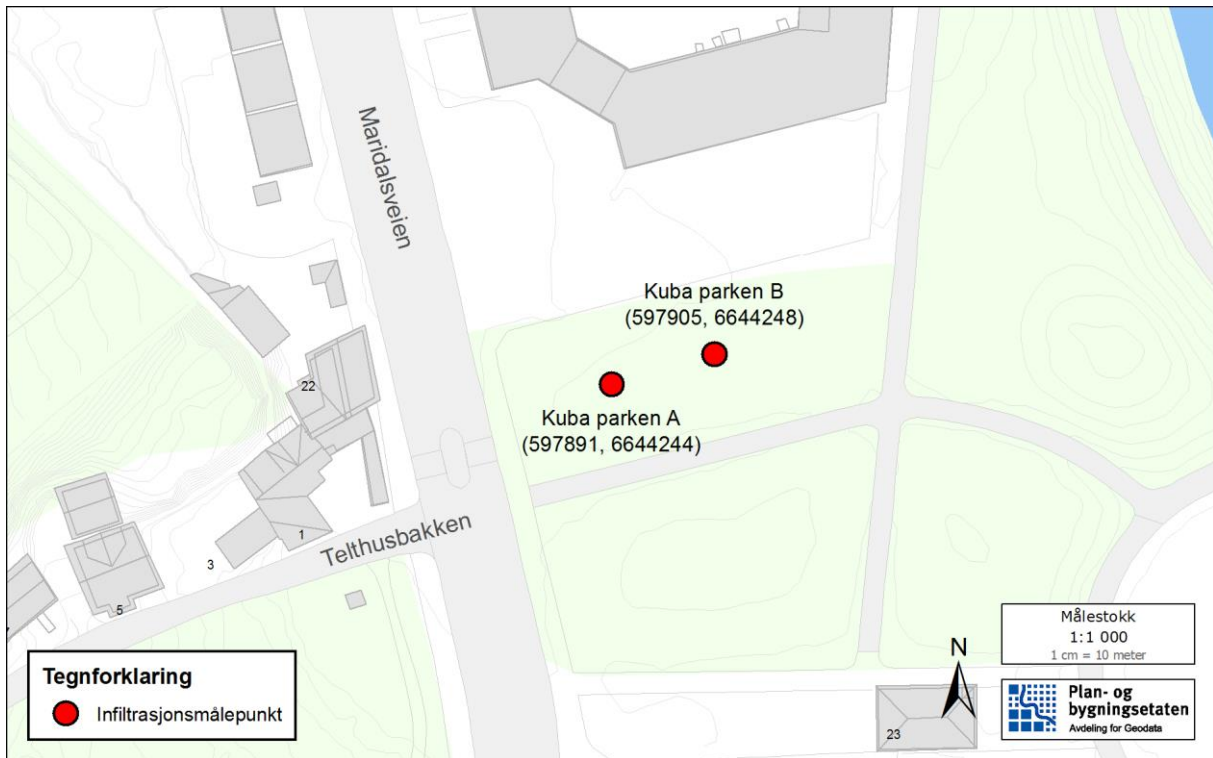
Kartene i Figur C. 1 - Figur C. 6 viser plassering av ERT-linjer, mellom blokkene A og B, ved de ulike lokalitetene. Koordinatene for plasseringen er inntegnet på kartet.



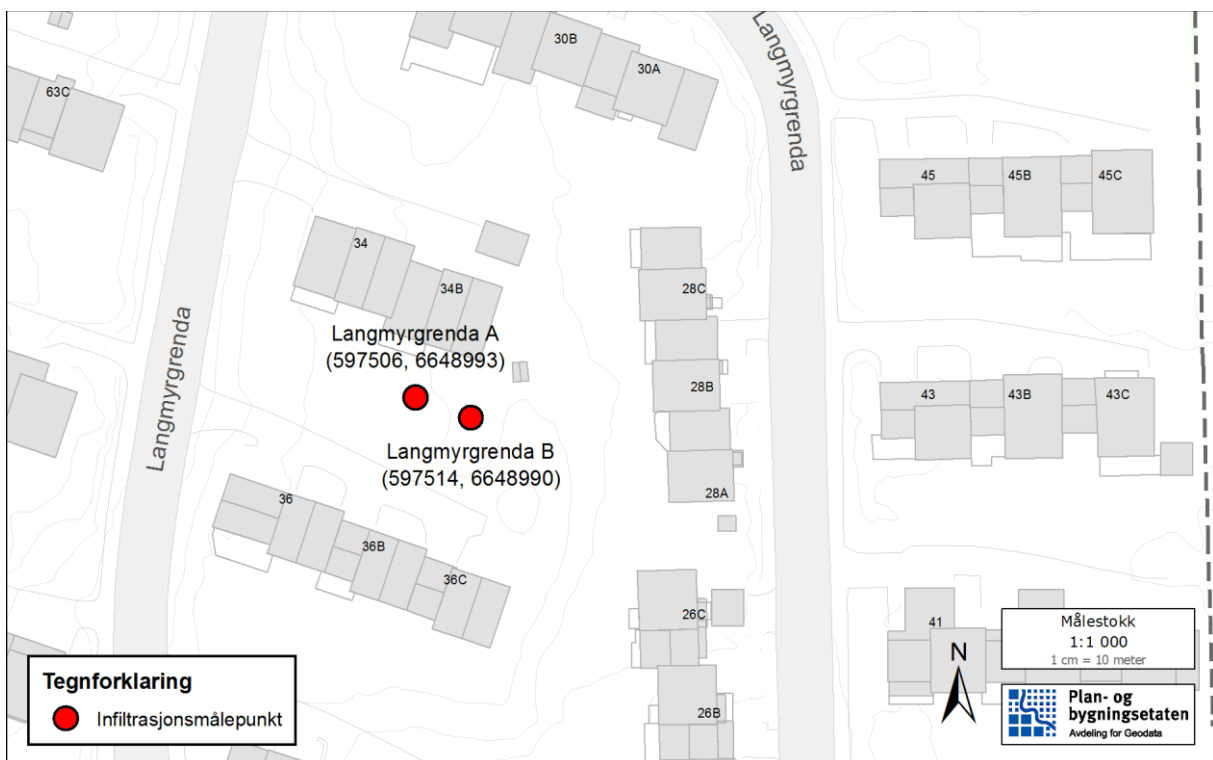
Figur C. 1: Kart som viser plassering av ERT-linje i Deichmanns gate.



Figur C. 2: Kart som viser plassering av ERT-linje på Jupiterjordet.



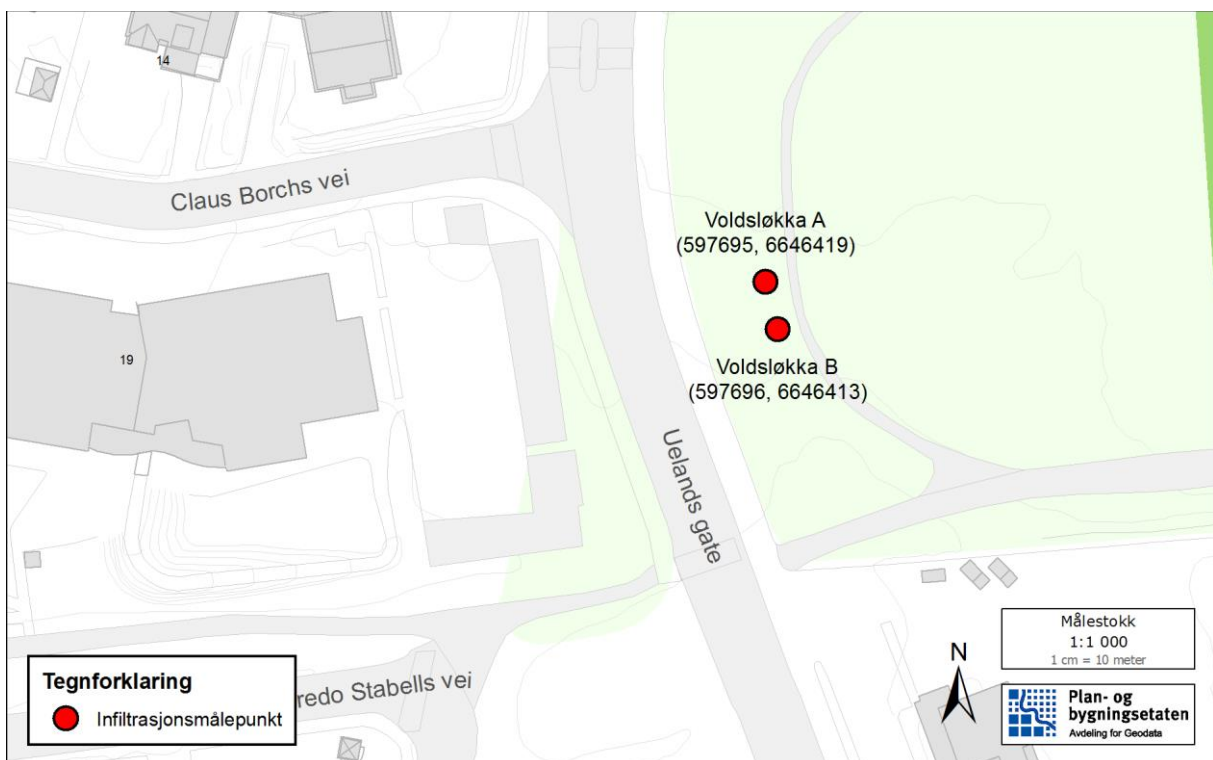
Figur C. 3: Kart som viser plassering av ERT-linje i Kubaparken.



Figur C. 4: Kart som viser plassering av ERT-linje i Langmyrgrenda 34b.



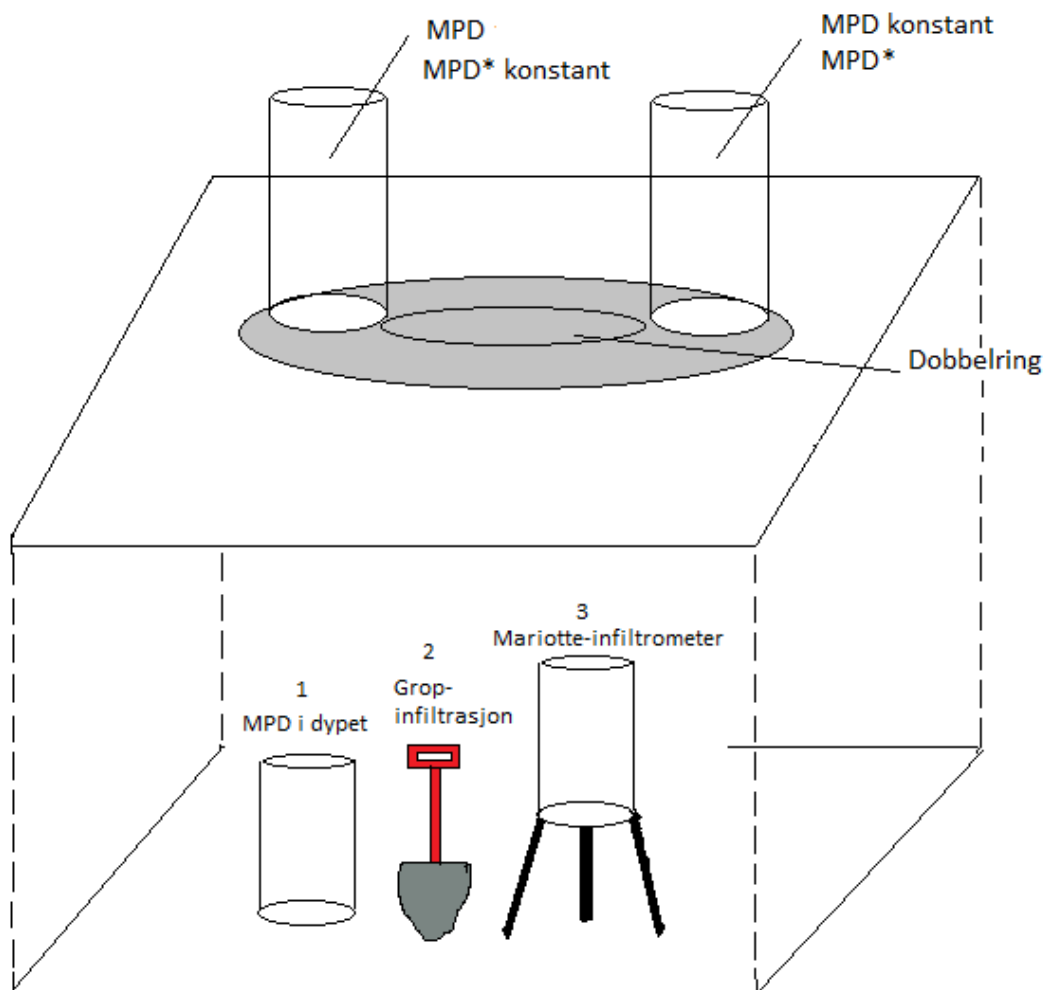
Figur C. 5: Kart som viser plassering av ERT-linje i Sofienbergparken.



Figur C. 6: Kart som viser plassering av ERT-linje på Voldsløkka.

Vedlegg D Prinsippskisse blokkforsøk

Figur D. 1 viser en skissering av prinsippet for forsøkene gjennomført i en blokk (overflate og dyp). Blokken er 60*60 cm i overflaten, og ca. 60 cm dyp. MPD-forsøk med både synkende og konstant vannhøyde ble gjennomført i hvert MPD-rør, slik som inntegnet på figuren. Resultatene fra MPD-forsøkene med konstant trykkehøyde er presentert her i vedlegget, men er ikke evaluert i selve masteroppgaven.



Figur D. 1: Prinsippskisse for forsøk gjennomført i en blokk (overflate og dyp). På overflaten gjennomføres forsøk med MPD-infiltrrometer (synkende og konstant vannnivå) og Dobbelring-infiltrrometer. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket startet. I dypet gjennomføres "MPD i dypet" etterfulgt av "Grop-infiltrasjon" og forsøk med "Mariotte-infiltrrometer».

Vedlegg E Utstyrliste til de ulike infiltrasjonstestene

Detaljert utstyrliste til de ulike infiltrasjonsmetodene er oppført i Tabell E. 1. Generelt trenger man stoppeklokke og skrivesaker for å notere ned resultatene.

Tabell E. 1: Utstyrliste til de ulike infiltrasjonstestene

MPD – infiltrometer

- MPD-rør
- Lokk/beskyttelse til MPD-røret når det skal bankes ned
- Hammer/slegge
- Bøtte m/vann

Dobbelring – infiltrometer

- 2 infiltrasjonsringer
- Planke / beskyttelse for å slå ned ringene
- Slegge
- Målestokk
- Vannkanner/bøtter med vann

Mariotte – infiltrometer

- Mariotte-infiltrometer m/ svamp og nivåplate
- Bøtte
- Vann (Hageslange/vannuttak/kanner)
- Spade
- Målestokk

Grop – infiltrasjon

- Spade
- Bøtte
- Svamp
- Målestokk
- Vann (Hageslange/vannuttak/kanner)

Vedlegg F Værforhold under forsøksperioden

Opplysninger om værforhold, med tilhørende temperatur og nedbør, for hver forsøksdag er presentert i Tabell F. 1. Det vises i tillegg en skjønnsmessig bedømmelse av jordfuktighet, basert på om bakken kjennes tørr, fuktig eller våt.

Tabell F. 1: Oversikt over dato for gjennomføring av forsøk ved de ulike lokalitetene, med tilhørende værforhold, temperatur, jordas tilstand og nedbør de siste 5 døgn i forkant av forsøkene.

Lokalitet	Dato for infiltrasjonsforsøk	Værforhold	Temperatur (middel) [°C]	Nedbør (akkumulert) siste fem døgn [mm]	Jordas tilstand
Deich_A	12.07.2016	Overskyet	16,5	6,2	Tørr
Deich_B	11.07.2016 (overflate)	Overskyet, regnbyger	16,7	0,8	Fuktig
	12.07.2016 (dyp)		16,5	6,2	Fuktig
Jupiter_A	07.07.2016 (overflate)	Sol, pent vær	16,3	12,5	Tørr
	08.07.2016 (dyp)		18,0	4,6	Tørr
Jupiter_B	07.07.2016	Sol, pent vær	16,3	12,5	Tørr
Kuba_A	04.07.2016	Sol, pent vær	15,2	22,2	Tørr
Kuba_B	01.07.2016	Overskyet, regnbyger	13,7	18,3	Våt
Langmyr_A og B	15.07.2016 (overflate)	Overskyet, pent vær, regnbyger	19,1	24,8	Tørr
	17.06.2016 (dyp)		15,8	19,3	Fuktig
Sofie_A	13.07.2016	Grått, regntungt	16,2	8,9	Fuktig
Sofie_B	14.07.2016	Overskyet, regnet mye natten før	17,2	19,8	Våt
Vold_A	06.07.2016	Sol, pent vær, noen småbyger	16,6	18,0	Tørr
Vold_B	20.07.2016	Sol, pent vær	20,0	1,0	Tørr

FELTBESKRIVELSER

Vedlegg G Resultater fra Deichmansgate

G.1 Beskrivelse av lokalitet

Infiltrasjonsforsøkene gjennomført i Deichmansgate (Figur G.1. 1) er utført på byggegrunn i en gammel bydel.



Figur G.1. 1: Forsøksfeltet i Deichmansgate med blokk A og blokk B inntegnet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet

G.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell G.2. 1 og Tabell G.2. 2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av pipettemetoden, som ikke tar hensyn til frasikt (>2mm). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasikt-prosenten er stor.

Tabell G.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten i Deich (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	2,7	19,3	78,0	Siltig sand	73,5	1,0
B	5,3	19,1	75,6	Siltig sand	66,8	1,9

Tabell G.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet i Deich (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosent av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

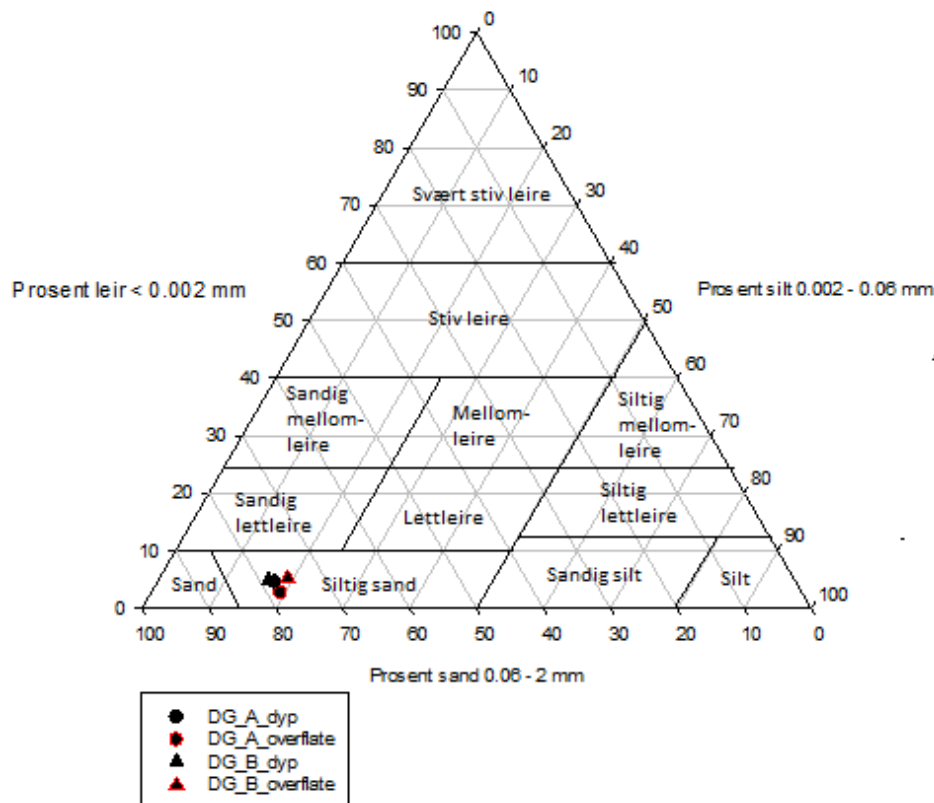
Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	4,9	16,4	78,6	Siltig sand	67,2	1,3
B	4,6	17,5	77,9	Siltig sand	65,4	1,4

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 99,7- 99,9 %.

I Deich utgjør frasikten en høy prosentandel av total jordprøve (65 – 74 %). Fra pipetteanalysen (for fraksjoner < 2mm) ble jordarten betegnet siltig sand, men da frasikten er stor, bli det mer riktig å betegne jordarten som grus.

G.3 Jordartstrekant

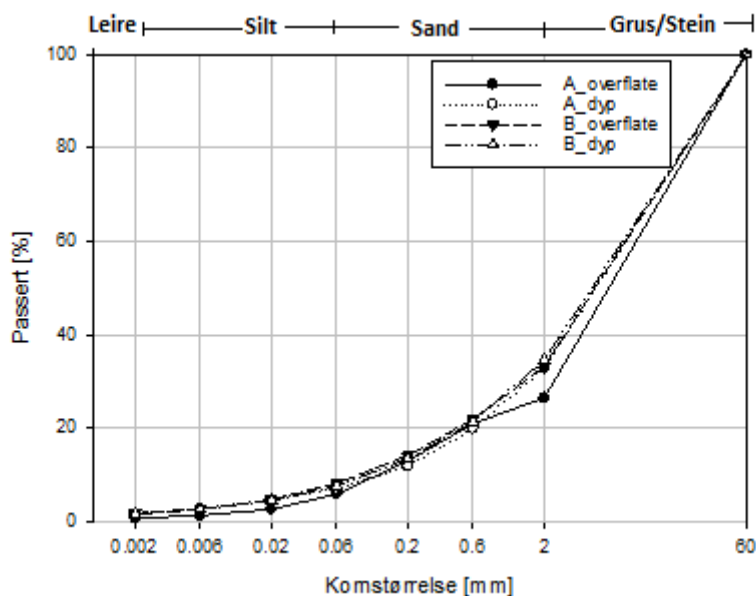
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ut ifra en jordartstrekant for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur G.3. 1.



Figur G.3. 1: Jordartstrekant etter Sveistrup og Njøs (1984) for klassifisering av mineraljord (<2mm). Jordprøver fra overflaten og dypet i Deichmansgate (DG) er markert (blokk A og B).

G.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er i fremstilt i Figur G.4. 1 (alle fraksjoner inkludert). Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne mettet hydraulisk konduktivitet med Hazen og Gustafsons metode.



Figur G.4. 1: Kornfordelingskurver for jordprøver fra Deich (overflate og dyp, blokk A og B). Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

G.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Deich er vist i Tabell G.5. 1.

Tabell G.5. 1: Jordfysiske parametere for jordprøver fra overflate og dyp i Deich (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	1,6	44,6	33,9	7,3	43,2
Etter MPD*					
Før MPD	1,8	38,4	25,8	9,2	27,0
Etter MPD					
Etter Dobbelring	2,0	32,1	16,3	15,0	23,7
Dyp	1,5	48,4	25,3	20,1	45,3
Blokk B					
Før MPD*	1,6	44,5	35,4	6,1	99,3
Etter MPD*	2,2			18,2	
Før MPD	1,7	42,5	31,7	7,3	45,3
Etter MPD	2,1			19,2	
Dyp	1,8	37,2	26,4	11,0	37,8

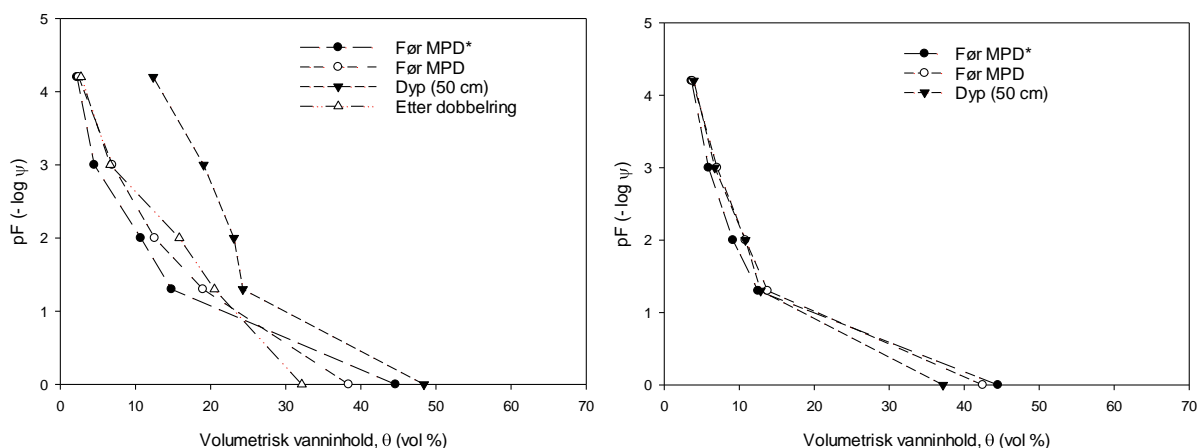
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Deich er vist i Tabell G.5. 2.

Tabell G.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Deich (overflate og dyp, blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	14,7	39,7	45,6	51,7
Etter MPD*				
Før MPD	7,9	21,4	24,6	28,0
Etter MPD				
Etter Dobbelring	6,7	18,1	20,8	23,6
Dyp	15,7	42,3	48,6	55,2
Blokk B				
Før MPD*	43,8	118,2	135,7	154,1
Etter MPD*				
Før MPD	15,7	42,3	48,6	55,2
Etter MPD				
Dyp	12,3	33,3	38,3	43,4

G.6 pF-kurver

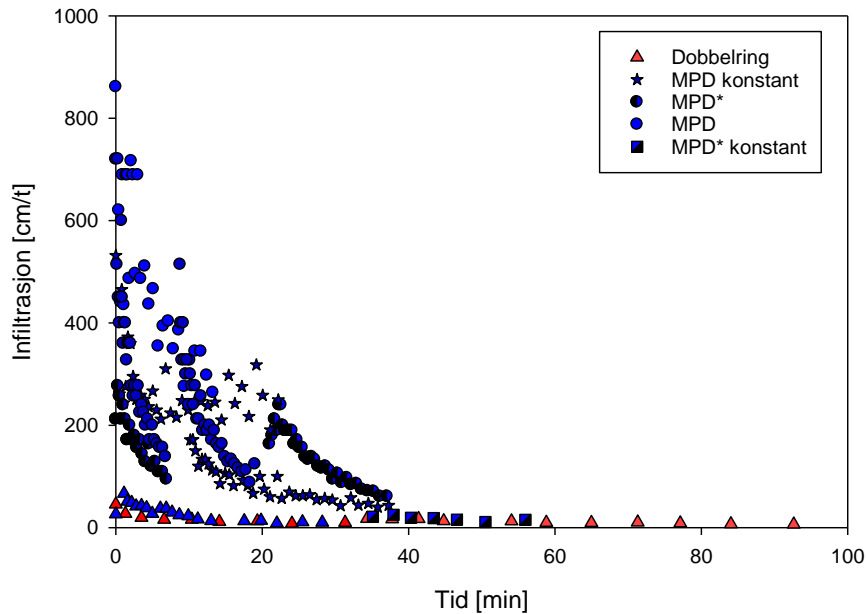
Figur G.6. 1 viser pF-kurver fra Deich, som viser sammenhengen mellom jordas volumetriske vanninnhold og jordas matrikspotensiale.



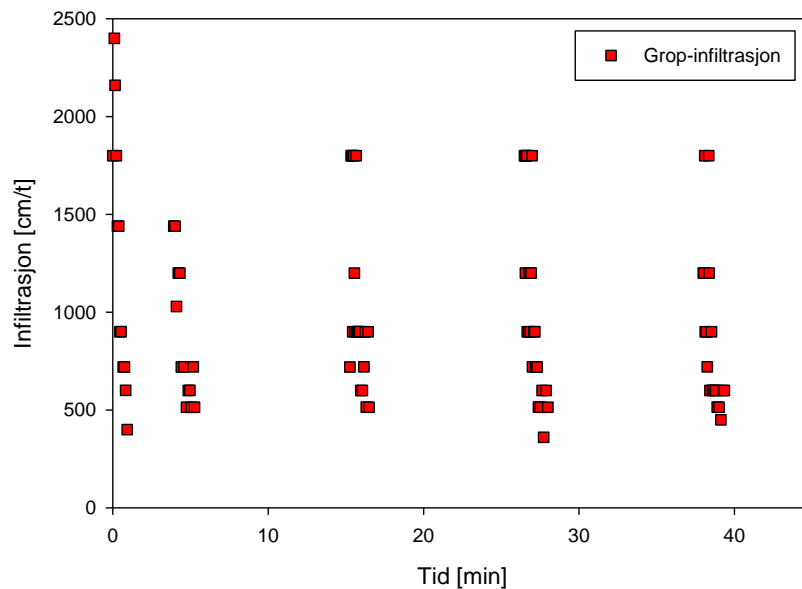
Figur G.6. 1: pF-kurver fra Deich. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

G.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført i Deich, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur G.7. 1 og Figur G.7. 2. Forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant trykkehøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur G.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten i Deichmans gate, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. Forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant trykkehøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur G.7. 2: Grop-infiltrasjon gjennomført i dypet i Deich, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B) (resultater fra blokk B mangler da infiltrasjonsevnen var så høy, slik at ikke sammenhørende vannhøyde og tid kunne noteres). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. «MPD i dypet» kunne ikke gjennomføres pga. steinholdg grunn. Mariotte-infiltrometeret var uegnet til bruk på jordart med stor hydraulisk ledningsevne, da infiltrasjonsraten var så høy at avlesning på Mariotte-infiltrometeret ikke var mulig.

G.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Deich, beregnet fra målinger, regresjon og Matlab, er presentert i Tabell G.8. 1.

Tabell G.8. 1: K_{sat} -verdier fra Deich, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	NA		
MPD*	NA	NA		
MPD	NA	NA		
MPD konstant	-	NA		
Dobbelring (runde 1)	-	11,9 (35 min)	12,0	1,0
Dobbelring (runde 2)	-	6,2 (100 min)	3,6	1,0
MPD i dypet	NA	NA		
Grop-infiltrasjon (runde 1)	-	400,0 (1 min)		
Grop-infiltrasjon (runde 2)	-	514,3 (5,2 min)		
Grop-infiltrasjon (runde 3)	-	514,2 (16 min)		
Grop-infiltrasjon (runde 4)	-	360,0 (28 min)		
Mariotte-infiltrometer	-	>300 (40 sek)		
Blokk B				
MPD konstant (runde 1)	-	269,5 (25 min)		
MPD konstant (runde 2)	-	231,0 (45 min)		
MPD* (runde 2)	19,2	54,5 (40 min)	54,5	0,9
MPD (runde 2)	55,0	118,8 (20 min)	54,5	0,9 3
MPD (runde 3)	36,5	56,3 (38 min)		
MPD* konstant	-	271,0 (14 min)	174,7	0,8
Dobbelring (runde 1)	-	8,3 (35 min)		
Dobbelring (runde 2)	-	12,5 (60 min)	8,5	0,8
MPD i dypet		NA	-	-
Grop-infiltrasjon	-	595,0 (40 min)		
Mariotte-infiltrometer	-	>290 (40 sek)		

G.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Deich er presentert i Tabell G.9. 1. Det var ikke mulig å gjennomføre MPD i dypet, da MPD-rørene ikke er egnet for forsøk på steinholdig grunn.

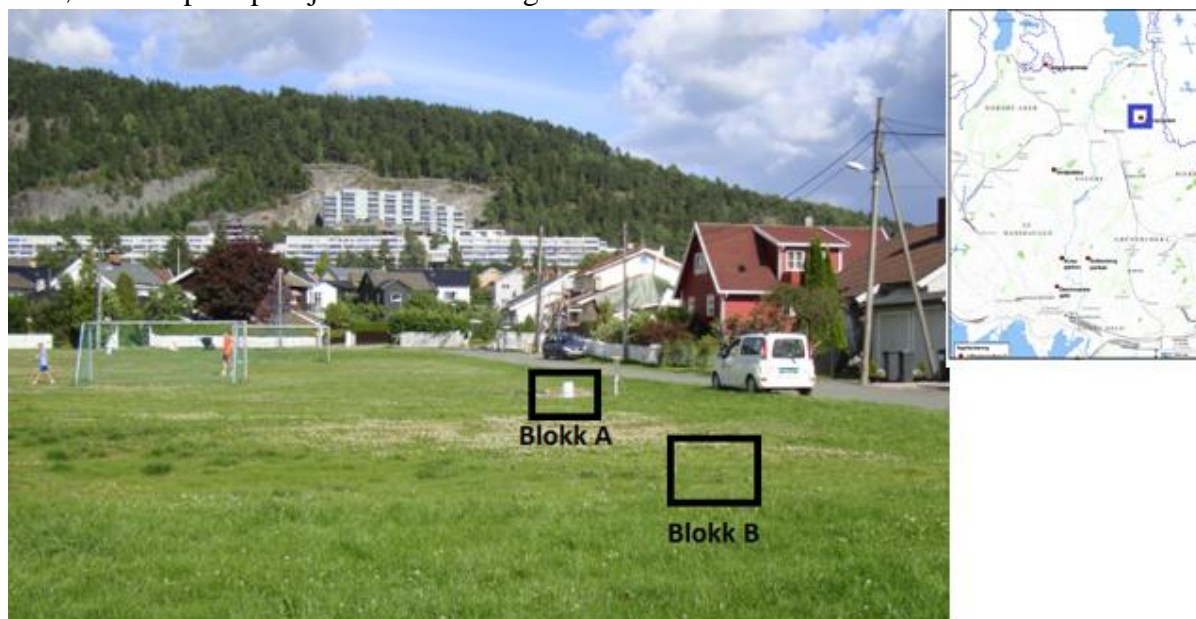
Tabell G.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Deich, blokk B. Verdier fra blokk A mangler, da MPD-rørene ble ødelagt (slo sprekker) av forsøk på byggegrunn. Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} -verdi. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet.. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	NA	NA	NA	NA
MPD	NA	NA	NA	NA
MPD i dypet	NA	NA	NA	NA
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*(runde 1)	7,0	18,2	50,5	-
Økning før og etter	8,4	21,8	49,7	-1,6
Minking før og etter	5,6	14,6	51,4	1,8
Økning etter	7,0	21,8	49,3	-2,4
Minking før	5,6	18,2	50,0	-1,0
MPD* (runde 2)	7,0	18,2	19,0	-
Økning før og etter	8,4	21,8	18,8	-1,1
Minking før og etter	5,6	14,6	19,3	1,6
Økning etter	7,0	21,8	18,2	-4,2
Minking før	5,6	18,2	18,9	-0,5
MPD (runde 1)	7,3	19,1	83,6	-
Økning før og etter	8,8	22,9	80,4	-3,8
Minking før og etter	5,8	15,3	84,8	1,4
Økning etter	7,3	22,9	79,9	-4,4
Minking før	5,8	19,1	83,0	-0,7
MPD (runde 2)	7,3	19,1	55,0	-
Økning før og etter	8,8	22,9	53,7	-2,4
Minking før og etter	5,8	15,3	55,7	1,3
Økning etter	7,3	22,9	53,3	-3,1
Minking før	5,8	19,1	54,6	-0,7
MPD (runde 3)	7,3	19,1	36,5	-
Økning før og etter	8,8	22,9	36,3	-1,1
Minking før og etter	5,8	15,3	37,2	1,4
Økning etter	7,3	22,9	36,7	0,0
Minking før	5,8	19,1	36,4	-0,8
MPD i dypet	NA	NA	NA	NA

Vedlegg H Resultater fra Jupiterjordet

H.1 Beskrivelse av lokalitet

Forsøksfeltet på Jupiterjordet er vist i Figur H.1. 1.



Figur H.1. 1: Forsøksfeltet på Jupiterjordet med blokk A og blokk B inntegnet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet.

H.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell H.2. 1 og Tabell H.2. 2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av pipettemetoden, som ikke tar hensyn til frasiakt (>2mm). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasiakt-prosenten er stor.

Tabell H.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten på Jupiter (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	21,5	45,9	32,4	Lettleire	23,8	5,3
B	17,1	38,2	44,7	Lettleire	24,9	7,4

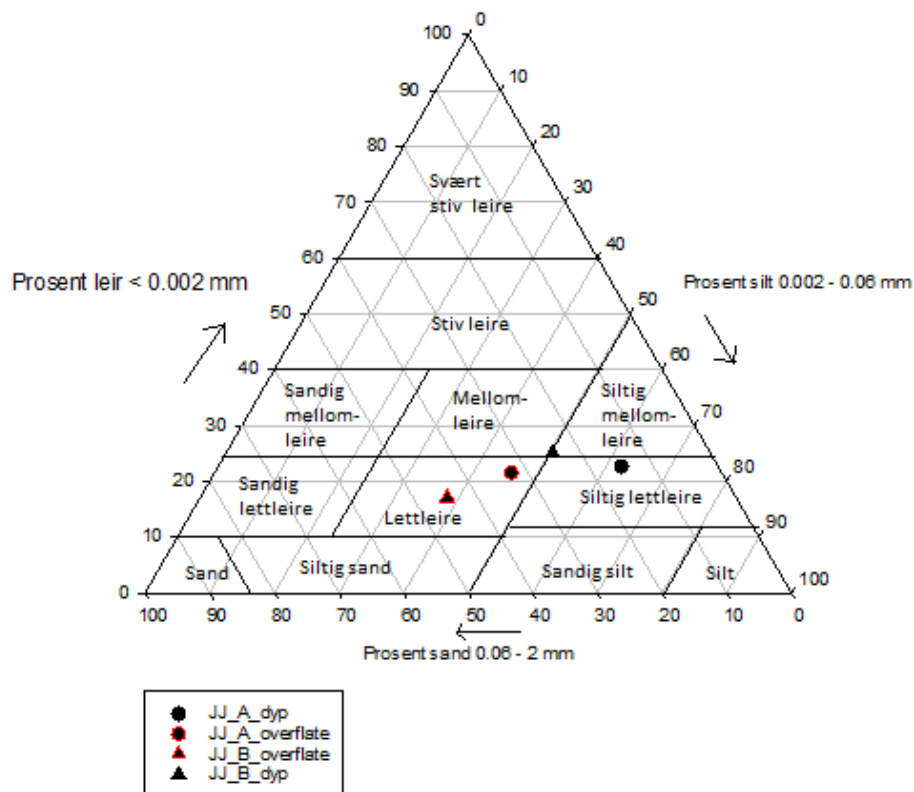
Tabell H.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet på Jupiter (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosent av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	22,6	62,4	15,0	Siltig letteire	5,5	7,4
B	25,0	50,7	24,4	Siltig mellom- leire	23,4	2,5

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 98,7- 98,9 %.

H.3 Jordartstrekant

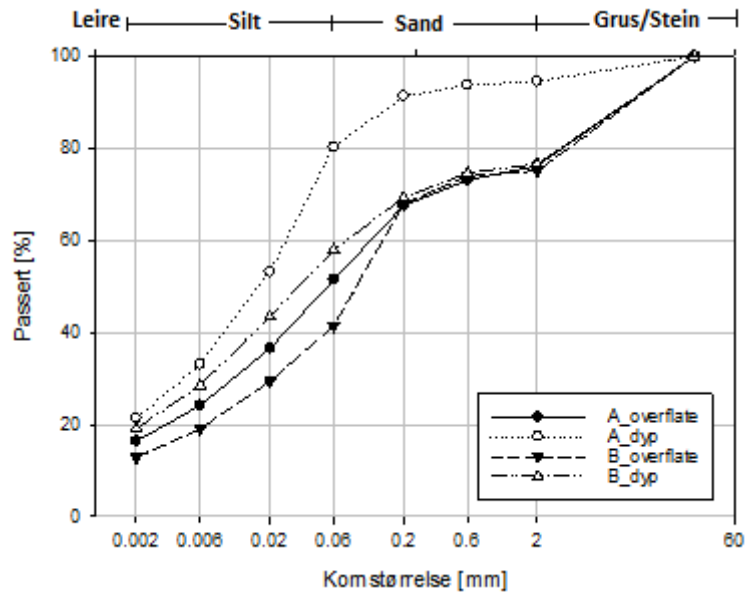
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ved hjelp av jordartstrekanten for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur H.3. 1.



Figur H.3. 1: Jordartstrekant (etter Sveistrup og Njøs 1984) for klassifisering av mineraljord (<2mm). Jordprøver fra overflaten og dypet på Jupiterjordet (JJ) er markert (blokk A og B).

H.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er fremstilt i Figur H.4. 1. Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne K_{sat} (Hazen) og sammenligne denne med K_{sat} -verdier beregnet på andre måter.



Figur H.4. 1: Kornfordelingskurver for jordprøver fra Jupiter (overflate og dyp, blokk A og B). Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

H.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Jupiter er vist i Tabell H.5. 1.

Tabell H.5. 1: Jordfysiske parametere for jordprøver fra overflate og dyp på Jupiter (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	1,1	57,0	16,6	43,1	0,2
Etter MPD*	1,2	54,8	10,6	43,2	1,9
Før MPD	1,1	58,3	20,0	41,0	17,3
Etter MPD	1,1	56,7	15,9	39,7	17,3
Dyp	1,8	34,4	1,9	30,2	0,6
Blokk B					
Før MPD*	1,3	52,9	19,5	28,5	9,3
Etter MPD*	1,2	56,3	12,2	42,6	3,2
Før MPD	1,1	56,6	25,2	26,8	22,7
Etter MPD	1,0	61,2	18,2	42,4	23,7
Dyp	1,6	39,7	8,6	27,4	1,9

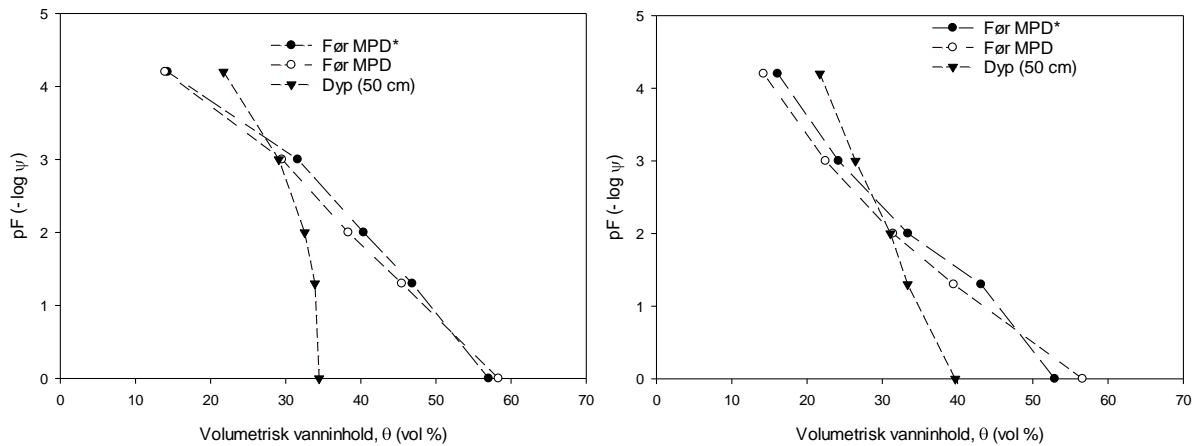
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Jupiter er vist i Tabell H.5. 2.

Tabell H.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer fra Jupiter (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	0,0	0,0	0,0	0,1
Etter MPD*	0,3	0,7	0,8	0,9
Før MPD	4,4	12,0	13,7	15,6
Etter MPD	4,4	12,0	13,7	15,6
Dyp	0,1	0,2	0,2	0,2
Blokk B				
Før MPD*	2,0	5,3	6,1	6,9
Etter MPD*	0,5	1,3	1,5	1,7
Før MPD	6,3	17,1	19,6	22,2
Etter MPD	6,7	18,1	20,8	23,6
Dyp	0,3	0,7	0,8	0,9

H.6 pF-kurver

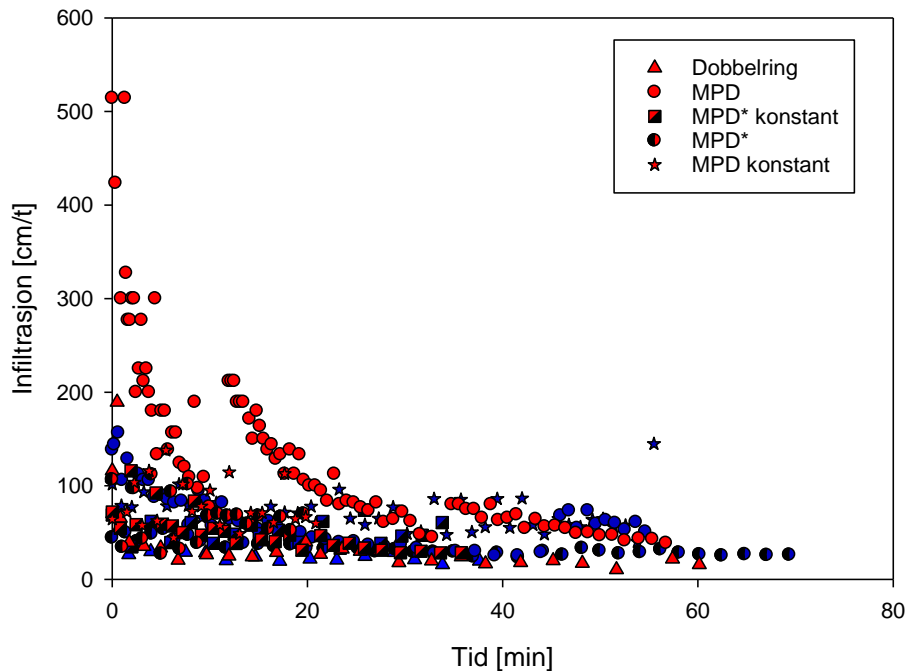
Figur H.6. 1 viser pF-kurver fra Jupiter. pF-kurvene er fra før MPD-forsøkene ble satt i gang, hovedsakelig på overflaten.



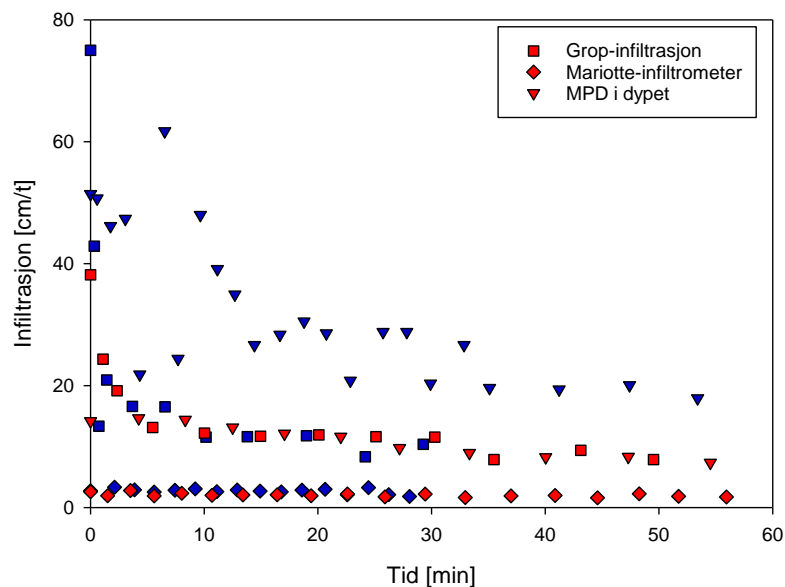
Figur H.6. 1: pF-kurver fra Jupiter. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

H.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført på Jupiter, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur H.7. 1 og Figur H.7. 2.



Figur H.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten på Jupiter, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. Forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant trykkhøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur H.7. 2: Infiltrasjonstester gjennomført i dypet på Jupiter, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].

H.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Jupiter, beregnet fra Matlab, målinger, og regresjon, er presentert i Tabell H.8. 1.

Tabell H.8. 1: K_{sat} -verdier fra Jupiter, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	63,8 (25 min)	-	-
MPD*	7,2	28,8 (35 min)	12,4	0,78
MPD (runde 3)	16,7	35,7 (60 min)	13,5	0,96
MPD* konstant	-	61,8 (25 min)	-	-
Dobbelring (runde 2)	-	16,6 (1 time)	16,1	0,85
MPD i dypet	6,0	6,7 (60 min)	-	-
Grop-infiltrasjon	-	8,2 (50 min)	10,6	0,98
Mariotte-infiltrometer	-	1,9 (60 min)	1,8	0,59
Blokk B				
MPD konstant	-	59,9 (60 min)	65,4	0,34
MPD* (runde 2)	6,3	27,3 (70 min)	24,8	0,81
MPD	15,5	27,2 (50 min)	27,1	0,96
MPD* konstant	-	50,0 (40 min)	49,1	0,39
Dobbelring (runde 1)	-	24,6 (25 min)	25,6	0,98
Dobbelring (runde 2)	-	21,3 (40 min)	21,3	-
MPD i dypet	5,4	18,3 (60 min)	15,7	0,8
Grop-infiltrasjon	-	12,8 (30 min)	12,7	1,0
Mariotte-infiltrometer	-	2,6 (30 min)	2,7	0,03

H.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet på Jupiter, ved endring på +/- 10% og +/- 20%, er presentert i hhv. Tabell H.9.1 og Tabell H.9.2.

*Tabell H.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Jupiter, beregnet med Matlab-skriptet (endring +/- 10 %). Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} – verdi uten endringer i jordfuktighet. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med Matlabskriptet.. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.*

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	43,1	43,2	7,2	-
Økning før og etter	47,4	47,5	7,1	-0,4
Minking før og etter	38,8	38,9	7,2	0,4
Økning etter	43,1	47,5	6,5	-9,3
Minking før	38,8	43,2	6,5	-9,2
MPD (runde 2)	39,0	41,0	32,0	-
MPD (runde 3)	41,0	41,1	16,7	-
Økning før og etter	45,1	45,2	-	
Minking før og etter	36,9	37,0	-	
Økning etter	41,0	45,2	13,6	-18,4
Minking før	36,9	41,1	13,6	-18,4
MPD i dypet	30,2	34,4	6,0	-
Økning før og etter	33,2	37,8	-	
Minking før og etter	27,2	31,0	-	
Økning etter	30,2	37,8	5,7	-5,4
Minking før	-			

Tabell H.9. 2: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Jupiter (endring +/- 20 %). Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} - verdi.. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med Matlabskriptet.. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	43,1	43,2	7,2	-
Økning før og etter	51,7	51,8	7,3	1,6
Minking før og etter	34,5	34,6	7,2	1,0
Økning etter	43,1	41,5	6,2	-13,7
Minking før	34,5	43,2	5,8	-19,7
MPD (runde 2)	39,0	41,0	32,0	-
MPD (runde 3)	41,0	41,1	16,7	-
Økning før og etter	49,2	49,3	16,6	-0,4
Minking før og etter	32,8	32,9	14,7	-11,9
Økning etter	41,0	49,3	12,9	-23,0
Minking før	32,8	41,1	12,9	-23,0
MPD i dypet	30,2	34,4	6,0	-
Økning før og etter	36,2	41,3	5,9	-1,6
Minking før og etter	24,2	27,5	6,1	1,7
Økning etter	30,2	41,3	5,3	-58,4
Minking før	24,2	34,4	5,4	-10,0
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} (matlab) [cm/t]	% endring fra K_{sat}
MPD* (runde 1)	42,5	42,6	7,6	-
Økning før og etter	51,0	51,1	7,6	0,0
Minking før og etter	34,0	34,1	6,2	-18,4
Økning etter	42,5	51,1	5,8	-23,2
Minking før	34,0	42,6	5,8	-23,7
MPD* (runde 2)	42,5	42,6	6,3	-
MPD (runde 1)	26,8	42,3	15,5	-
Økning før og etter	32,2	50,8	15,3	-1,4
Minking før og etter	21,5	33,8	15,7	1,2
Økning etter	26,8	50,8	14,9	-4,1
Minking før	21,5	42,3	15,1	-2,6
MPD (runde 2)	26,8	42,3	7,3	-
Økning før og etter	32,2	50,8	7,0	-4,1
Minking før og etter	21,5	33,8	5,6	-23,3
Økning etter	26,8	50,8	1,0	-86,3
Minking før	21,5	42,3	1,1	-84,9
MPD i dypet	27,4	39,7	5,4	-
Økning før og etter	32,9	47,6	5,3	-2,3
Minking før og etter	21,9	31,8	5,8	7,0
Økning etter	27,4	47,6	5,8	6,1
Minking før	21,9	39,7	5,8	7,0

Vedlegg I Resultater fra Kubaparken

I.1 Beskrivelse av lokalitet

Forsøksfeltet i Kubaparken er vist i Figur I.1.1.



Figur I.1. 1: Forsøksfeltet i Kubaparken med blokk A og blokk B inntegnet. Maridalsveien ses i bakgrunnen, og Arkitektthøyskolen ligger bak til høyre utenfor bildet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet.

I.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell I.2.1 og Tabell I.2.2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av Pipette-metoden, som ikke tar hensyn til frasiakt (>2mm). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasiakt-prosenten er stor.

Tabell I.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten i Kuba (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	1,3	5,2	93,5	Sand	12,3	3,3
B	1,5	10,5	88,1	Sand	10,6	3,5

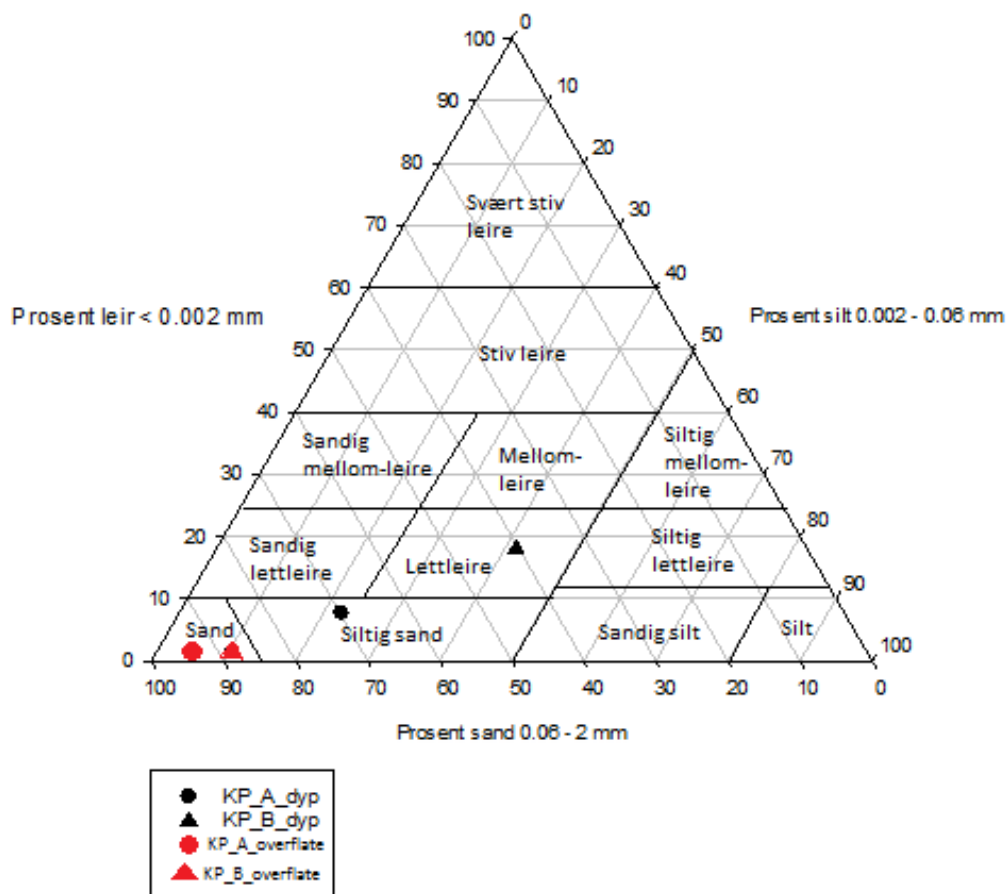
Tabell I.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet i Kuba (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	7,7	22,5	69,7	Siltig sand	41,8	4,2
B	18,0	41,5	40,4	Lettleire	32,0	6,7

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 98,8- 99,6 %.

I.3 Jordartstrekant

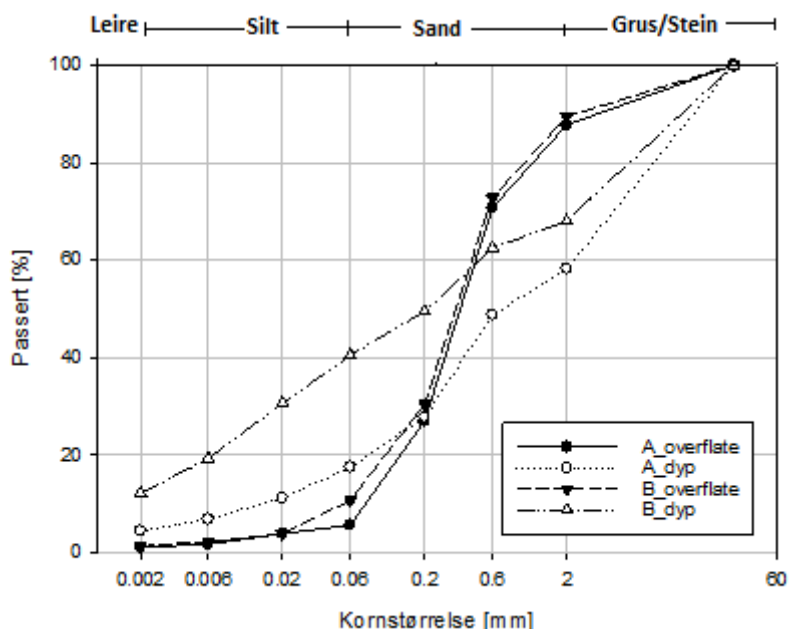
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ut ifra jordartstrekant for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur I.3.1.



Figur I.3. 1: Jordartstrekant etter Sveistrup og Njøs (1984) for klassifisering av mineraljord (<2mm). Jordprøver fra overflaten og dypet i Kubaparken (KP) er markert (blokk A og B).

I.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er fremstilt i Figur I.4. 1. Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne K_{sat} (Hazen) og sammenligne denne med K_{sat} -verdier beregnet på andre måter.



Figur I.4. 1: Kornfordelingskurver for jordprøver fra Kuba (overflate og dyp, blokk A og B). Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

I.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Kuba er vist i Tabell I.5. 1.

Tabell I.5. 1: Jordfysiske parametere for jordprøver fra overflate og dyp i Kuba (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	1,4	47,3	22,9	24,8	13,0
Etter MPD*	1,2			24,5	
Før MPD	1,2	55,5	37,9	18,0	32,4
Etter MPD	1,2			31,5	
Dyp	1,2	56,2	22,4	33,2	19,4
Blokk B					
Før MPD*	1,3	50,1	31,7	23,3	2,8
Etter MPD*					
Før MPD	1,2	54,2	31,5	29,3	28,1
Etter MPD					
Dyp	1,3	55,2	31,0	14,5	54,0

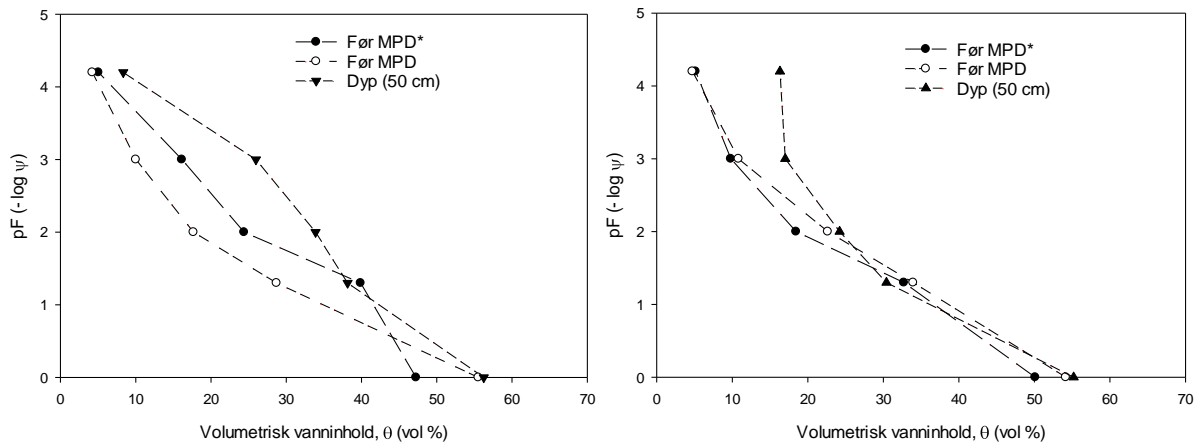
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Kuba er vist i Tabell I.5.2.

Tabell I.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer, fra jordprøver i Kuba. Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	3,0	8,2	9,4	10,7
Etter MPD*				
Før MPD	10,1	27,2	31,3	35,5
Etter MPD				
Dyp	5,2	13,9	16,0	18,2
Blokk B				
Før MPD*	0,4	1,1	1,3	1,4
Etter MPD*				
Før MPD	8,4	22,6	25,9	29,4
Etter MPD				
Dyp	19,7	53,2	61,0	69,3

I.6 pF-kurver

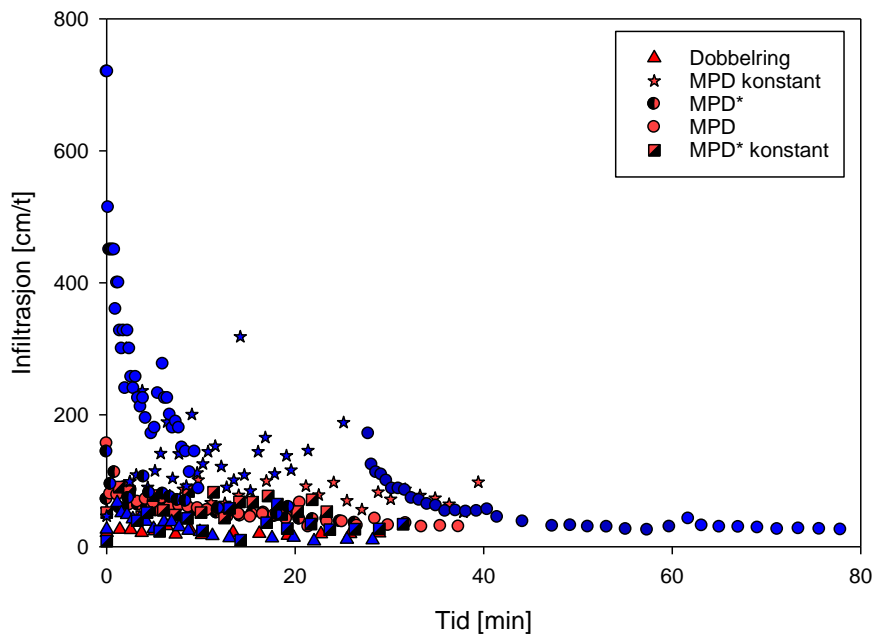
Figur I.6. 1 viser pF-kurver fra Kuba.



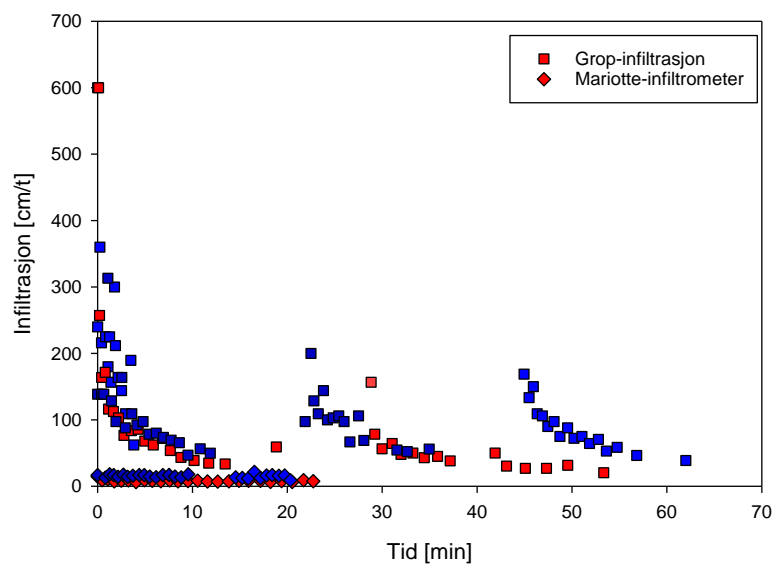
Figur I.6. 1: pF-kurver fra Kuba. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

I.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført i Kuba, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur I.7. 1 og Figur I.7. 2.



Figur I.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten i Kuba, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. Forsøk med MPD-infiltrrometeret med konstant trykkehøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur I.7. 2: Infiltrasjonstester gjennomført i dypet i Kuba, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].

I.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Kuba, beregnet fra målinger, regresjon og Matlab, er presentert i Tabell I.8. 1.

Tabell I.8. 1: K_{sat} -verdier fra Kuba, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	75,4 (45 min)	-	-
MPD*	13,3	37,2 (30 min)	39,6	0,8
MPD	11,7	31,6 (40 min)	36,8	0,87
MPD* konstant	-	64,8 (25 min)	-	-
Dobbelring	-	20,4 (35 min)	16,2	0,52
MPD i dypet	NA	NA		
Grop-infiltrasjon (runde 1)	-	50 (20 min)	70,0	0,96
Grop-infiltrasjon (runde 2)	-	28,8 (55 min)	-	-
Mariotte-infiltrometer	-	7,8 (25 min)	7,7	0,83
Blokk B				
MPD konstant	-	144,8 (30 min)	174,7	0,82
MPD*	13,8	54,2 (25 min)	53,4	0,84
MPD (runde 2)	18,4	33,1 (60 min)	32,2	0,97
MPD (runde 3)	7,5	32,3 (118 min)	29,8	-
MPD* konstant	-	29,5 (35 min)	-	-
Dobbelring	-	10,6 (30 min)	1,20	0,86
MPD i dypet	NA	-	NA	-
Grop-infiltrasjon (runde 3)	-	48,3 (60 min)	47,9	0,97
Mariotte-infiltrometer (runde 2)	-	15,5 (12min)	14,9	0,21

I.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Kuba er presentert i Tabell I.9. 1.

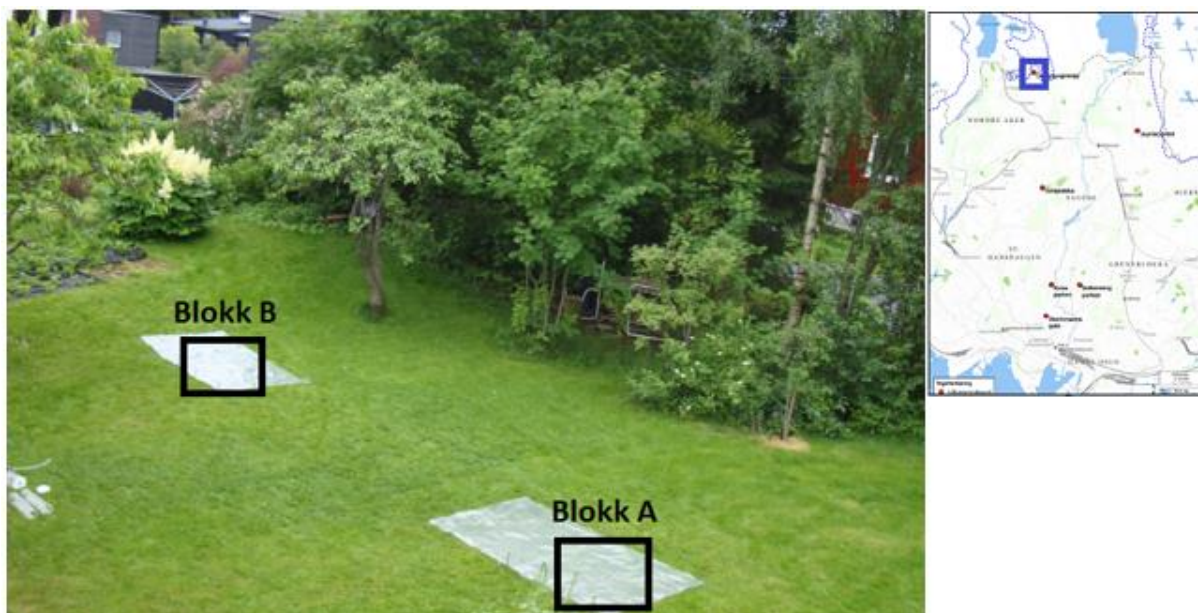
Tabell I.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Kuba. Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} -verdi. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	24,4	24,5	13,3	-
Økning før og etter	29,3	29,4	13,3	0,0
Minking før og etter	19,5	19,6	13,3	0,0
Økning etter	24,4	29,4	9,2	-30,8
Minking før	19,5	24,5	9,2	-30,8
MPD	18,0	31,4	11,7	-
Økning før og etter	21,6	37,7	11,3	-3,4
Minking før og etter	14,4	25,1	11,8	0,9
Økning etter	18,0	37,7	11,1	-5,1
Minking før	14,4	31,4	11,3	-3,4
MPD i dypet	33,2	56,2	NA	-
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	23,3	42,8	13,8	-
Økning før og etter	28,0	51,4	13,6	-1,4
Minking før og etter	18,6	34,2	9,7	-29,7
Økning etter	23,3	51,4	13,8	0,0
Minking før	18,6	42,8	13,5	-2,2
MPD (runde 2)	29,3	54	18,4	-
Økning før og etter	35,2	64,8	17,5	-4,9
Minking før og etter	23,4	43,2	19,1	3,8
Økning etter	29,3	64,8	17,4	-5,4
Minking før	23,4	54	17,8	-3,3
MPD (runde 3)	52,0	54,5	7,5	-
Økning før og etter	62,4	65,4	7,3	-2,7
Minking før og etter	41,6	43,6	7,8	4,0
Økning etter	52,0	65,4	3,5	-53,3
Minking før	41,6	54,5	3,5	-53,3
MPD i dypet	NA	NA	NA	NA

Vedlegg J Resultater fra Langmyrgrenda

J.1 Beskrivelse av lokalitet

Forsøksfeltet i Langmyrgrenda er vist i Figur J.1. 1.



Figur J.1. 1: Forsøksfeltet i Langmyrgrenda med blokk A og blokk B inntegnet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet.

J.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell J.2. 1 og Tabell J.2. 2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av pipettemetoden, som ikke tar hensyn til frasiakt (>2mm). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasiakt-prosenten er stor.

Tabell J.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten i Langmyr (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	10,7	23,3	66,0	Sandig letteleire	34,4	8,9
B	12,3	24,3	63,3	Sandig letteleire	26,5	8,7

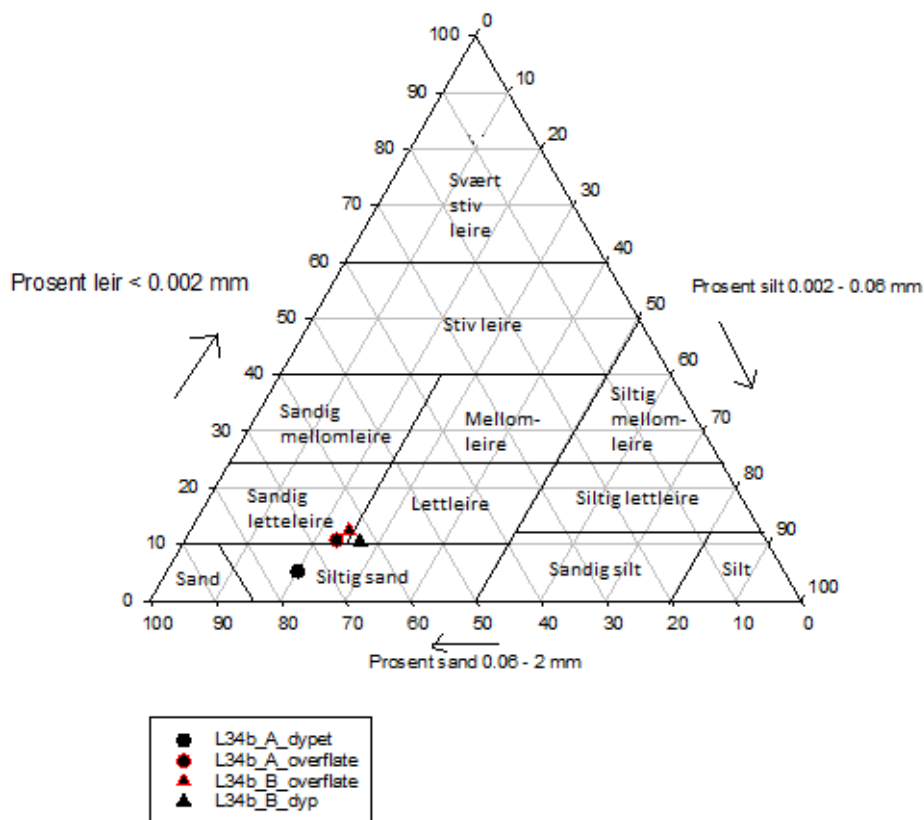
Tabell J.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet i Langmyr (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	5,2	20,2	74,7	Siltig sand	61,5	5,5
B	10,3	27,1	62,6	Lettleire	53,4	6,6

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 98,4 - 98,7 %.

J.3 Jordartstrekant

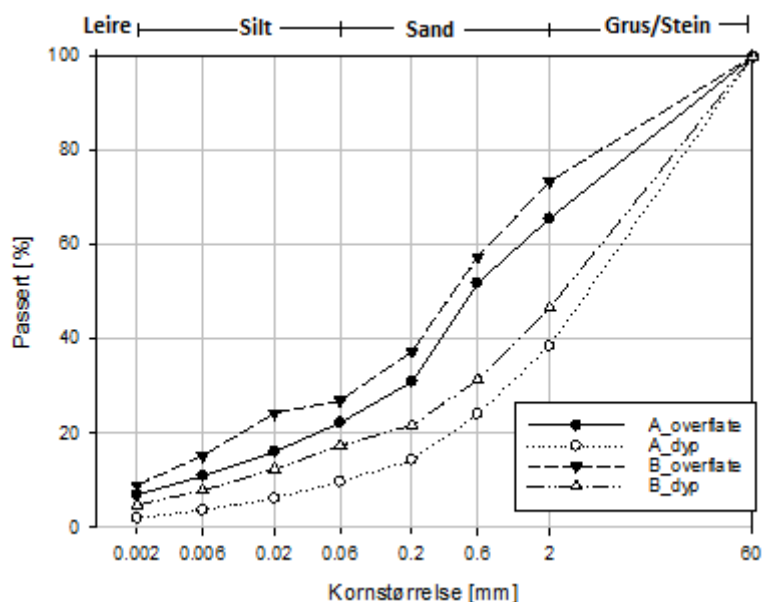
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ut ifra jordartstrekant for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur J.3. 1.



Figur J.3. 1: Jordartstrekant etter Sveistrup og Njøs (1984) for klassifisering av mineraljord (<2mm). Jordprøver fra overflaten og dypet i Langmyrgrenda 34b (L34b) er markert (blokk A og B).

J.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er fremstilt i Figur J.4. 1. Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne K_{sat} (Hazen) og sammenligne denne med K_{sat} -verdier beregnet på andre måter.



Figur J.4. 1: Kornfordelingskurver for jordprøver fra Langmyr (overflate og dyp, blokk A og B). Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

J.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Langmyr er vist i Tabell J.5. 1.

Tabell J.5. 1: Jordfysiske parametere for jordprøver fra overflate og dyp i Langmyr (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	1,0	62,2	27,3	30,0	15,1
Etter MPD*	1,0			44,4	
Før MPD	0,9	64,9	25,7	29,0	36,7
Etter MPD	1,0			45,6	
Dyp					
Blokk B					
Før MPD*	1,0	65,1	31,5	26,5	22,7
Etter MPD*	1,1			45,7	
Før MPD	1,0	64,3	25,4	29,5	15,1
Etter MPD	1,3			39,3	
Dyp					

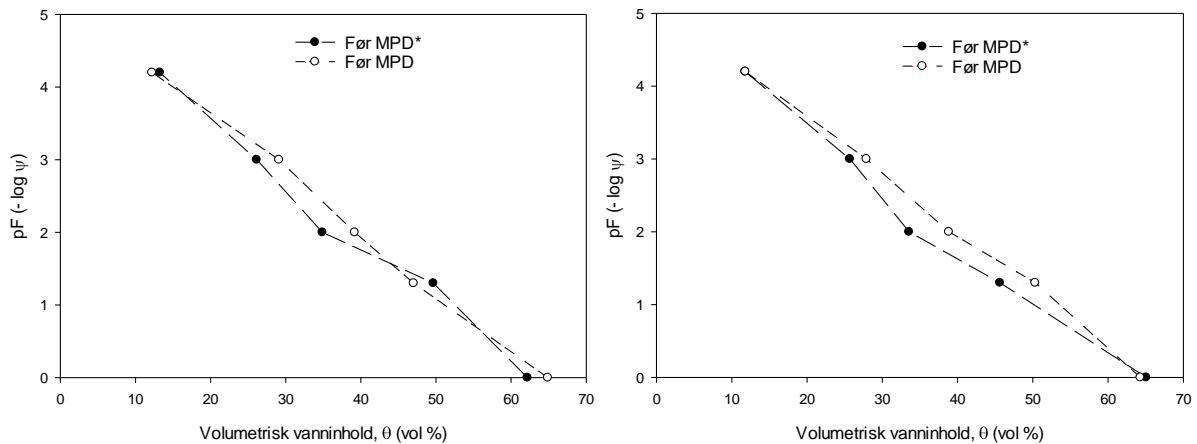
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Langmyr er vist i Tabell J.5. 2.

Tabell J.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer, fra jordprøver i Langmyr. Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	3,7	10,0	11,5	13,1
Etter MPD*				
Før MPD	11,9	32,1	36,8	41,8
Etter MPD				
Dyp				
Blokk B				
Før MPD*	6,3	17,1	19,6	22,2
Etter MPD*				
Før MPD	3,7	10,0	11,5	13,1
Etter MPD				
Dyp				

J.6 pF-kurver

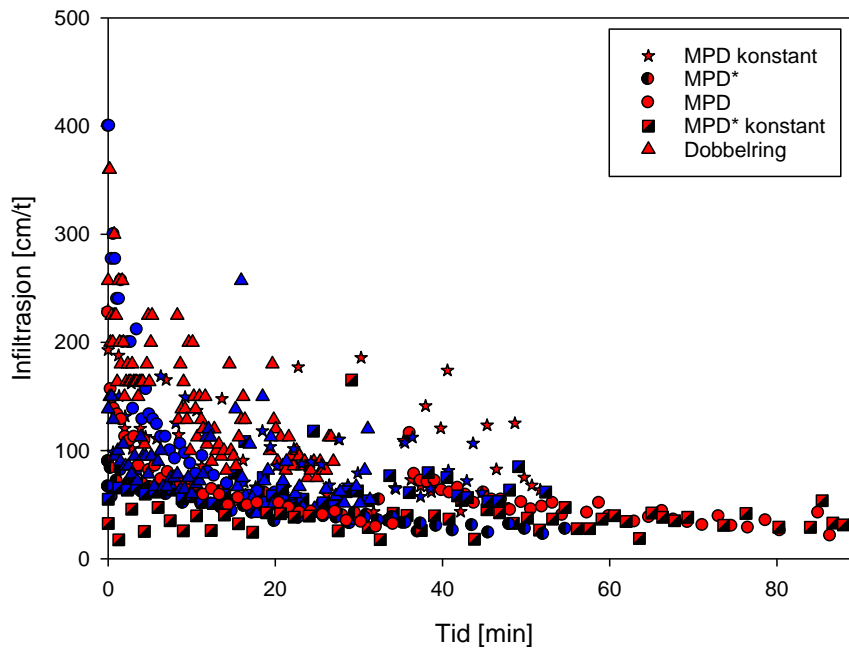
Figur J.6. 1 viser pF-kurver fra Langmyr.



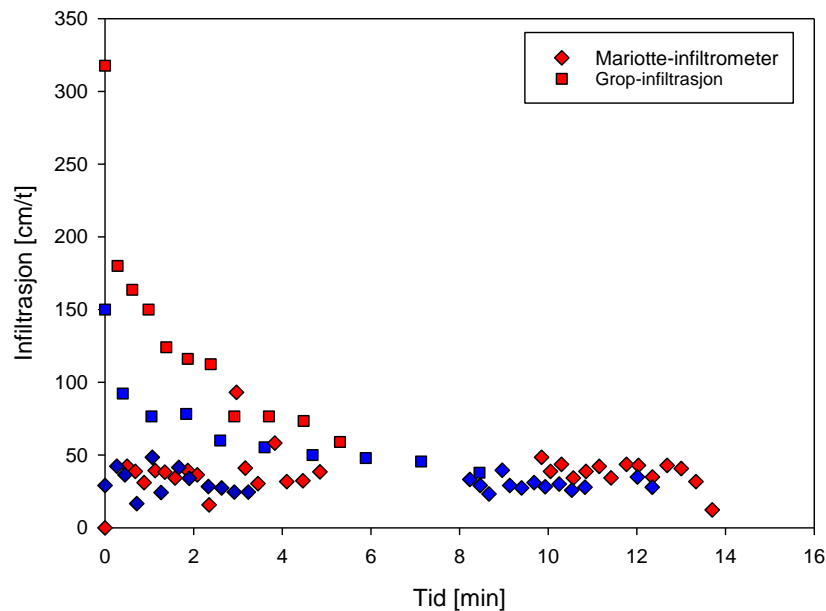
Figur J.6. 1: pF-kurver fra Langmyr. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

J.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført i Langmyr, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur J.7. 1 og Figur J.7. 2.



Figur J.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten i Langmyr, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].



Figur J.7. 2: Infiltrasjonstester gjennomført i dypet i Langmyr, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].

J.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Langmyr, beregnet fra Matlab, målinger, og regresjon, er presentert i Tabell J.8. 1.

Tabell J.8. 1: K_{sat} – verdier fra Langmyr, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	92,5 (55 min)	92,5	0,51
MPD*	9,3	32,7 (40 min)		
MPD (runde 2)	5,1	37,9 (85 min)	33,6	0,91
MPD* konstant (runde 2)	-	35,6 (90 min)	35,9	0,24
Dobbelring (runde 3)	-	89,5 (28 min)	88,4	0,61
MPD i dypet	NA	-		
Grop-infiltrasjon	-	82,3 (6 min)	81,0	0,96
Mariotte-infiltrometer (runde 2)	-	37,3 (14 min)	-	-
Blokk B				
MPD konstant	-	81,8 (50 min)	80,8	0,66
MPD*	7,9	24,7 (60 min)	17,4	0,94
MPD	33,1	73 (20 min)	71,4	0,97
MPD* konstant	-	64,1 (60 min)	-	-
Dobbelring (runde 1)	-	82,4 (14 min)	82,3	0,75
Dobbelring (runde 2)	-	62,5 (35 min)	58,4	0,49
MPD i dypet	NA	NA	-	-
Grop-infiltrasjon	-	48,8 (10 min)	48,8	0,96
Mariotte-infiltrometer (runde 2)	-	29,7 (13 min)	-	-

J.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Langmyr er presentert i Tabell J.9. 1.

Tabell J.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Langmyr. Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} -verdi. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet.. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	30,0	44,3	9,3	-
Økning før og etter	36,0	53,2	9,2	-0,8
Minking før og etter	24,0	35,4	9,5	2,2
Økning etter	30,0	53,2	9,0	-3,2
Minking før	24,0	44,3	9,1	-2,2
MPD (runde 1)	29,0	45,5	16,3	-
Økning før og etter	34,8	54,6	16,1	-1,2
Minking før og etter	23,2	36,4	16,8	3,1
Økning etter	29,0	54,6	15,5	-4,9
Minking før	23,2	45,5	15,7	-3,7
MPD (runde 2)	30,0	45,5	5,1	-
Økning før og etter	36,0	54,6	5,0	-2,0
Minking før og etter	24,0	36,4	5,4	5,9
Økning etter	30,0	54,6	4,7	-7,8
Minking før	24,0	45,5	4,8	-5,9
MPD i dypet	NA	NA	NA	-
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	26,5	45,6	7,9	-
Økning før og etter	31,0	54,7	7,7	-2,5
Minking før og etter	21,2	36,5	8,0	1,3
Økning etter	26,5	54,7	7,6	-3,8
Minking før	21,2	45,6	7,7	-2,5
MPD	29,5	39,2	33,1	-
Økning før og etter	35,4	47,0	32,8	-0,9
Minking før og etter	23,6	31,3	33,5	1,2
Økning etter	29,5	47,0	30,7	-7,3
Minking før	23,6	39,2	30,9	-6,6
MPD i dypet	NA	NA	NA	-

Vedlegg K Resultater fra Sofienbergparken

K.1 Beskrivelse av lokalitet

Forsøksfeltet i Sofienbergparken er vist i Figur K.1.1.



Figur K.1. 1: Forsøksfeltet i Sofienbergparken med blokk A og blokk B inntegnet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet.

K.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell K.2.1 og Tabell K.2.2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av pipettemetoden, som ikke tar hensyn til frasiakt ($>2\text{mm}$). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasiakt-prosenten er stor.

Tabell K.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten i Sofie (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale $< 2\text{mm}$ (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt ($>2\text{mm}$) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	16,4	38,3	45,3	Lettleire	44,9	7,3
B	18,7	45,5	35,9	Lettleire	36,2	5,9

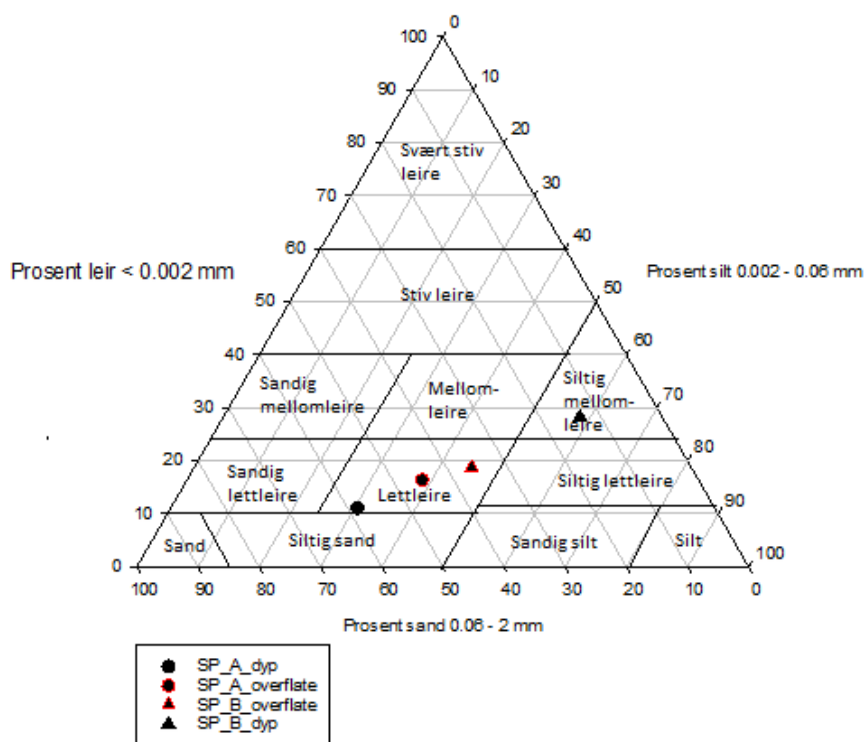
Tabell K.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet i Sofie (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosent av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	11,1	30,5	58,4	Lettleire	63,6	4,4
B	28,2	58,3	13,5	Siltig mellomleire	17,2	3,0

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 98,7 – 99,0 %.

K.3 Jordartstrekant

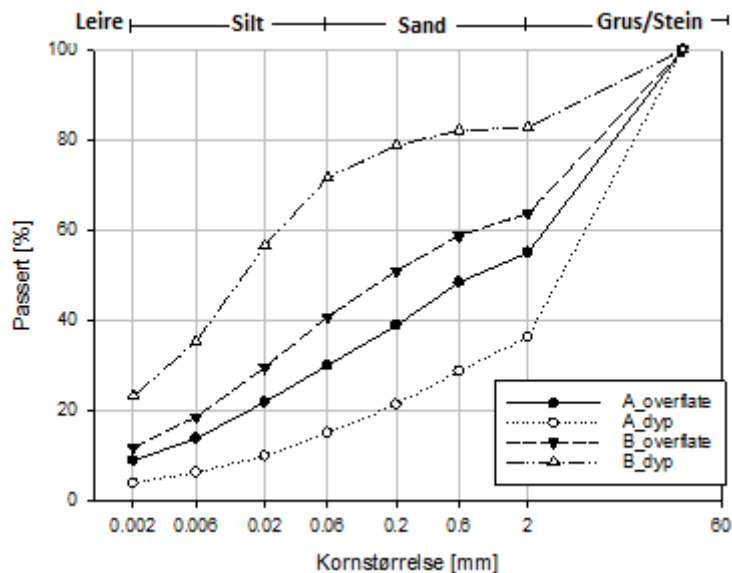
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ut ifra jordartstrekant for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur K.3. 1.



Figur K.3. 1: Jordartstrekant etter Sveistrup og Njøs (1984) for klassifisering av mineraljord (<2mm). Jordprøver fra overflaten og dypet i Sofienbergparken (SP) er markert (blokk A og B).

K.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er fremstilt i Figur K.4. 1. Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne K_{sat} (Hazen) og sammenligne denne med K_{sat} -verdier beregnet på andre måter.



Figur K.4. 1: Kornfordelingskurver fra jordprøver fra Sofie. Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

K.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Sofie er vist i Tabell K.5.1.

Tabell K.5. 1: Jordfysiske parametere for jordprøver fra overflate og dyp i Sofie (blokk A og B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	1,2	58,8	27,6	23,9	30,2
Etter MPD*	1,4			25,7	
Før MPD	1,4	48,5	13,4	28,2	3,2
Etter MPD	1,5			37,7	
Dyp	1,7	38,9	15,7	23,0	13,0
Blokk B					
Før MPD*	1,2	53,2	16,6	34,6	21,6
Etter MPD*	1,3			34,8	
Før MPD	1,4	49,2	9,2	36,6	1,9
Etter MPD	1,5			37,3	
Dyp	1,5	45,6	11,3	31,2	5,2

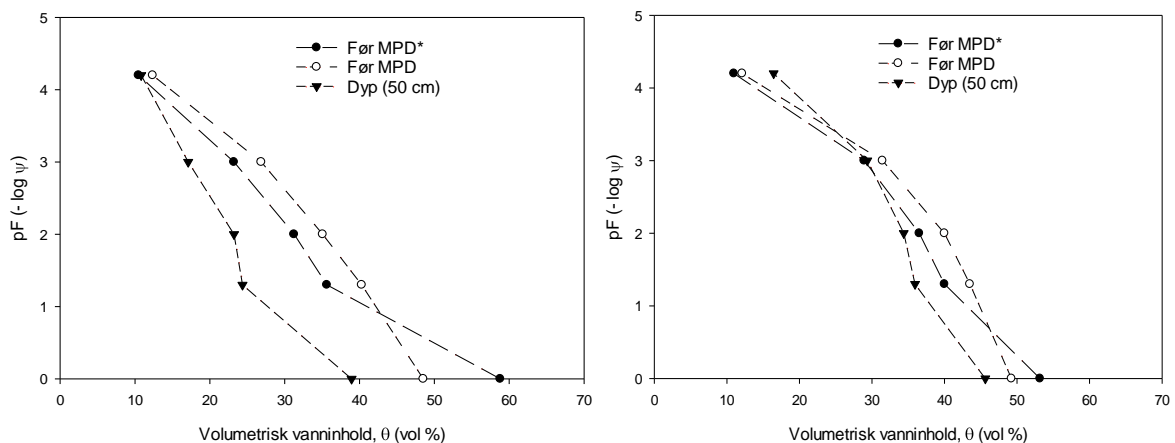
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Sofie er vist i Tabell K.5.2.

Tabell K.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer, fra jordprøver i Sofie. Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	9,2	24,9	28,6	32,4
Etter MPD*				
Før MPD	0,5	1,3	1,5	1,7
Etter MPD				
Dyp	3,0	8,2	9,4	10,7
Blokk B				
Før MPD*	5,9	16,0	18,4	20,9
Etter MPD*				
Før MPD	0,3	0,7	0,8	0,9
Etter MPD				
Dyp	0,9	2,5	2,8	3,2

K.6 pF-kurver

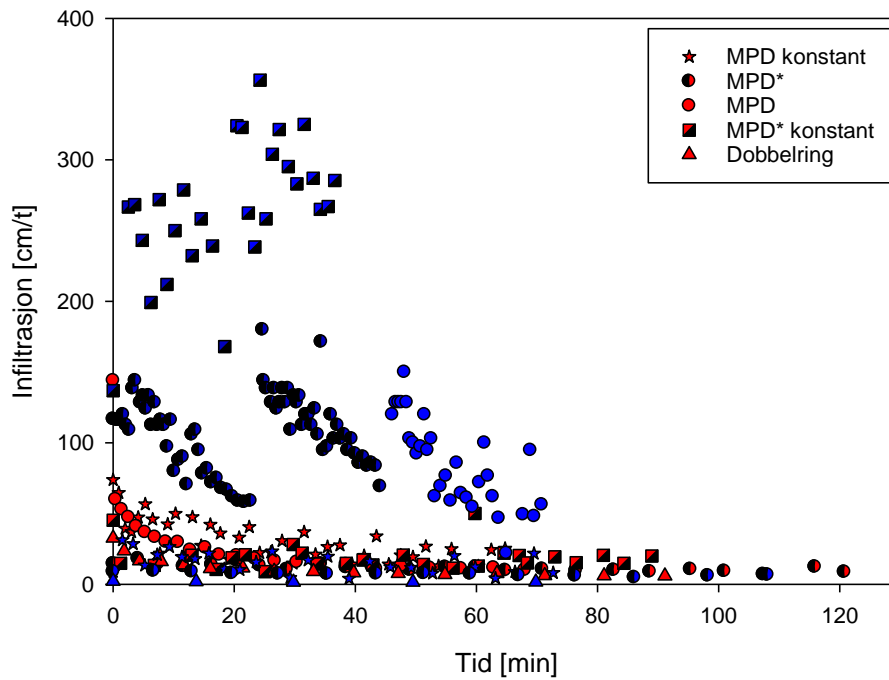
Figur K.6. 1 viser pF-kurver fra Sofie.



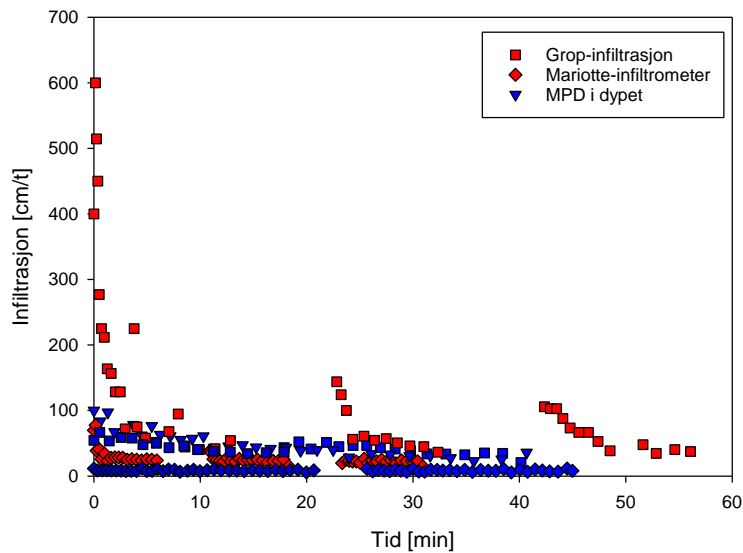
Figur K.6. 1: pF-kurver fra Sofie. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

K.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført i Sofie, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur K.7. 1 og Figur K.7. 2.



Figur K.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten i Sofie, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. Forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant trykkhøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur K.7. 2: Infiltrasjonstester gjennomført i dypet i Sofie, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].

K.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Sofie, beregnet fra målinger, regresjon og Matlab, er presentert i Tabell K.8. 1.

Tabell K.8. 1: K_{sat} -verdier fra Sofie, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	21,6 (70 min)	21,4	0,78
MPD*	2,2	9,2 (140 min)	8,5	0,81
MPD	9,2	11,9 (60 min)	22,5	0,91
MPD* konstant	-	18,3 (90 min)	18,3	
Dobbelring	-	8,9 (35 min)	7,6	0,97
MPD i dypet	NA	-		
Grop-infiltrasjon (runde 1)	-	70,8 (15 min)	69,5	0,93
Grop-infiltrasjon (runde 3)	-	34,9 (60 min)	33,7	0,98
Mariotte-infiltrometer (runde 1)	-	25,6 (6 min)	25,6	0,91
Mariotte-infiltrometer (runde 2)	-	24,7 (20 min)	-	-
Mariotte-infiltrometer (runde 3)	-	22,1 (32 min)	-	-
Blokk B				
MPD konstant	-	11,6 (75 min)	9,9	0,49
MPD*	2,7	6,9 (110 min)	5,0	0,88
MPD (runde 3)	26,2	53,3 (75 min)	52,2	0,83
MPD* konstant (runde 1)	-	240,6 (20 min)	240,7	-
MPD* konstant (runde 2)	-	282,2 (38 min)	282,2	-
Dobbelring	-	1,5 (75 min)	1,5	0,95
MPD i dypet	12,1	27,5 (50 min)	26,7	0,96
Grop-infiltrasjon (runde 1)	-	35,1 (20 min)	23,0	0,93
Grop-infiltrasjon (runde 2)	-	29,1 (40 min)	40,1	-
Mariotte-infiltrometer (runde 2)	-	8,6 (50 min)	8,5	-

K.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Sofie er presentert i Tabell K.9.1.

Tabell K.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Sofie. Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} -verdi. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	24,5	25,7	2,2	-
Økning før og etter	29,4	30,8	2,1	-4,5
Minking før og etter	19,6	20,6	2,2	0,0
Økning etter	24,5	30,8	1,7	-22,7
Minking før	19,6	25,7	1,7	-22,7
MPD	28,2	37,6	9,2	-
Økning før og etter	33,8	45,1	9,1	-1,1
Minking før og etter	22,6	30,1	9,5	3,3
Økning etter	28,2	45,1	8,4	-8,7
Minking før	22,6	37,6	8,5	-7,6
MPD i dypet	23,0	38,9	NA	-
Økning før og etter	27,6	46,7		
Minking før og etter	18,4	31,1		
Økning etter	23,0	46,7		
Minking før	18,4	38,9		
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	34,6	34,7	2,7	-
Økning før og etter	41,5	41,6	2,7	0,0
Minking før og etter	27,7	27,8	2,7	0,0
Økning etter	34,6	41,6	1,9	-29,6
Minking før	27,7	34,7	1,9	-29,6
MPD (runde 1)	36,6	37,2	17,1	-
Økning før og etter	43,9	44,6	17,0	-0,6
Minking før og etter	29,3	29,8	17,2	0,6
Økning etter	36,6	44,6	15,6	-8,8
Minking før	29,3	37,2	15,6	-8,8
MPD (runde 2)	36,6	37,2	14,3	-
Økning før og etter	43,9	44,6	14,2	-0,7
Minking før og etter	29,3	29,8	14,4	0,7
Økning etter	36,6	44,6	12,2	-14,7
Minking før	29,3	37,2	12,2	-14,7
MPD (runde 3)	36,6	37,2	26,2	-
Økning før og etter	43,9	44,6	26,0	-0,8
Minking før og etter	29,3	29,8	26,3	0,4
Økning etter	36,6	44,6	23,3	-11,1
Minking før	29,3	37,2	23,3	-11,1
MPD i dypet	31,2	45,6	12,1	-
Økning før og etter	37,4	54,7	12,0	-0,8
Minking før og etter	25,0	36,5	12,7	5,0
Økning etter	31,2	54,7	11,7	-3,3
Minking før	25,0	45,6	11,80	-2,5

Vedlegg L Resultater fra Voldsløkka

L.1 Beskrivelse av lokalitet

Forsøksfeltet på Voldsløkka er vist i Figur L.1.1.



Figur L.1. 1: Forsøksfeltet på Voldsløkka med blokk A og blokk B inntegnet. Oversiktskart øverst til høyre viser beliggenhet av lokalitet.

L.2 Klassifisering av jordart

Jordprøver fra felt ble analysert etter pipettemetoden (Krogstad, 1992). Prosentvise fraksjoner av leire, silt og sand, fra jordprøver i overflate og dyp (blokk A og B), er vist i hhv. Tabell L.2.1. og Tabell L.2.2.

Betegnelsen på jordarten er gjort på grunnlag av pipettemetoden, som ikke tar hensyn til frasiakt (>2mm). Betegnelsen er derfor noe misvisende når frasiakt-prosenten er stor.

Tabell L.2. 1: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i overflaten på Vold (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosenter av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasiakt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (overflate)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelsen	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	27,6	60,7	11,8	Siltig mellom-leire	8,9	8,5
B	28,4	60,5	10,9	Siltig mellom-leire	5,0	8,0

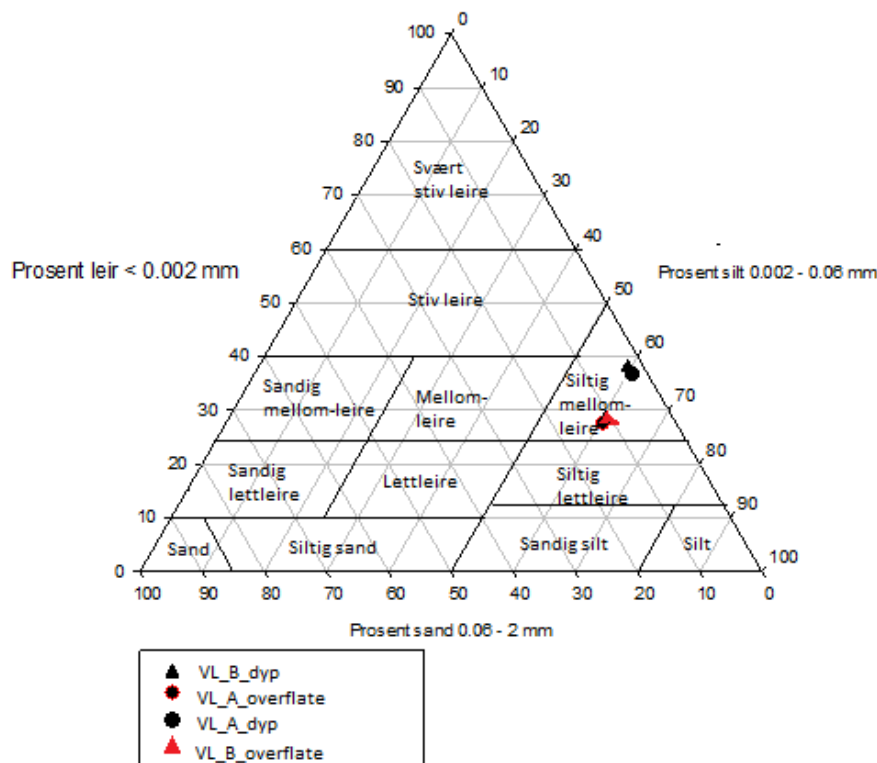
Tabell L.2. 2: Kornstørrelsesfordeling for jordprøver tatt i dypet på Vold (blokk A og B). Kornfraksjoner for leire, silt og sand er bestemt ved pipettemetoden, og er oppgitt i prosent av totalt materiale < 2mm (leire, silt, sand). Betegnelsen på jordarten er ut ifra disse fraksjonene. Frasikt (>2mm) betegner alt materiale som tilhører fraksjonen grus og er oppgitt i prosent av total prøve. Glødetap indikerer innhold av organisk materiale i jordprøven [%].

Blokk (dyp)	Leire [%]	Silt [%]	Sand [%]	Betegnelse	Frasikt [%]	Glødetap [%]
A	37,1	60,3	2,5	Siltig mellom-leire	4,5	2,9
B	37,9	59,5	2,6	Siltig mellom-leire	4,0	2,8

Innhold av tørrstoff i overflate og dyp i blokk A og blokk B var på 98,1- 98,8 %.

L.3 Jordartstrekant

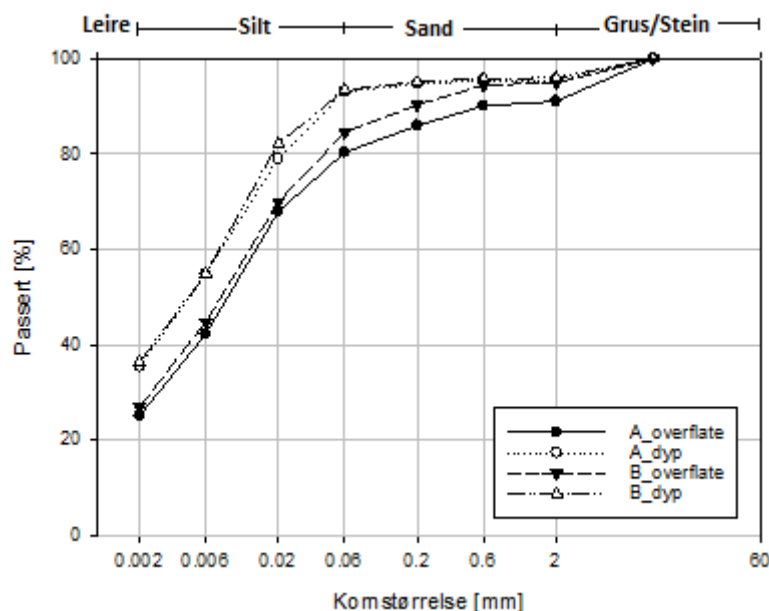
Basert på resultatene fra pipetteanalysen, kan jordartene navngis ut ifra jordartstrekant for mineraljord finere enn 2 mm (Sveistrup og Njøs, 1984), slik som vist i Figur L.3.1.



Figur L.3. 1: Jordartstrekant etter Sveistrup og Njøs (1984) for klassifisering av mineraljord (<math>< 2\text{ mm}</math>). Jordprøver fra overflaten og dypet på Voldsløkka (VL) er markert (blokk A og B).

L.4 Kornfordelingskurver

Kornfordelingskurver for jordprøver fra overflate og dyp, fra blokk A og B, er fremstilt i Figur L.4. 1. Kornfordelingskurvene er tegnet for å beregne K_{sat} (Hazen) og sammenligne denne med K_{sat} -verdier beregnet på andre måter.



Figur L.4. 1: Kornfordelingskurver for jordprøver fra Vold (overflate og dyp, blokk A og B). Passert [%] angir vektprosent av total jordprøve som passerer en sikt ved forskjellige siktåpninger (kornstørrelser).

L.5 Jordfysiske parametere

Jordfysiske parametere for jordprøver fra Vold er vist i Tabell L.5.1.

Tabell L.5. 1 Jordfysiske parametere for jordprøver fra Vold (overflaten og dypet, blokk A og blokk B). Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøk.

Jordprøve (pF-sylinder)	Jordtetthet [g/cm ³]	Porevolum [vol%]	Luft (100hPa) [vol%]	Vann, uttak [vol%]	Luftpermeabilitet [μm ²]
Blokk A					
Før MPD*	0,9	66,2	25,6	33,9	34,5
Etter MPD*	0,9			37,7	
Før MPD	1,0	63,0	20,9	24,6	14,0
Etter MPD	1,0			38,1	
Dyp	1,7	39,2	0,5	35,8	0,2
Blokk B					
Før MPD*	1,3	51,6	2,9	46,3	0,2
Etter MPD*	1,2			47,4	
Før MPD	1,0	63,8	20,1	41,3	24,8
Etter MPD	1,1			49,5	
Dyp	1,7	38,9	1,4	34,0	0,2

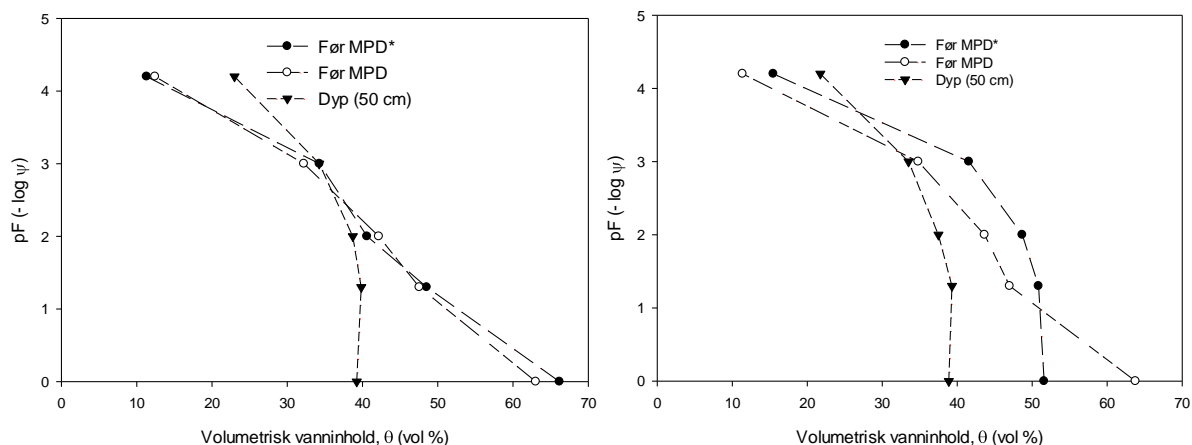
Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer for jordprøver fra Vold er vist i Tabell L.5.2.

Tabell L.5. 2: Vannpermeabilitet og mettet vannledningsevne for ulike temperaturer, fra jordprøver på Vold. Jordprøver ble tatt ut før og etter gjennomført MPD-forsøk. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 ime) før forsøket.

Jordprøve (pF-sylinder)	Vannpermeabilitet [μm^2]	Mettet vannledningsevne [cm/h]		
		10°C	15°C	20°C
Blokk A				
Før MPD*	11,0	29,6	34,0	38,6
Etter MPD*				
Før MPD	3,4	9,1	10,5	11,9
Etter MPD				
Dyp	0,0	0,0	0,0	0,1
Blokk B				
Før MPD*	0,0	0,0	0,0	0,1
Etter MPD*				
Før MPD	7,1	19,2	22,1	25,1
Etter MPD				
Dyp	0,0	0,0	0,0	0,1

L.6 pF-kurver

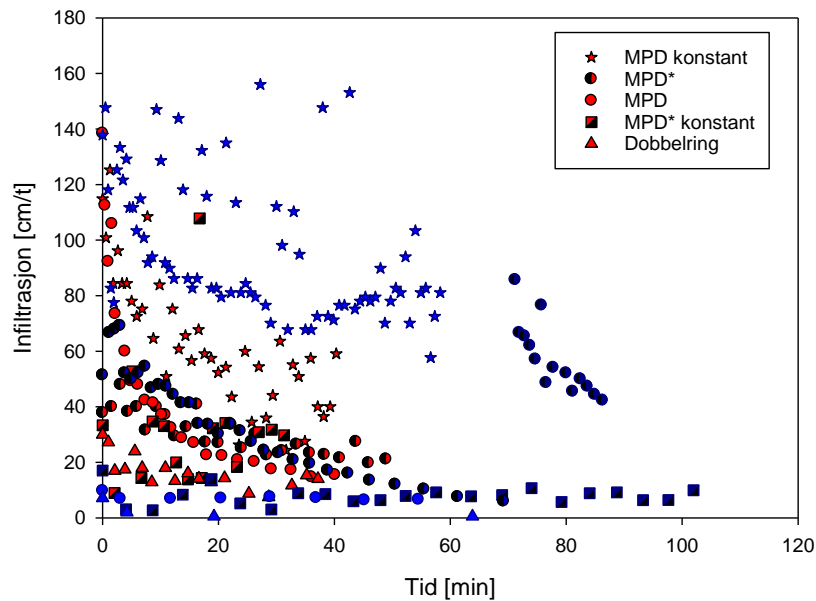
Figur L.6. 1 viser pF-kurver fra Vold.



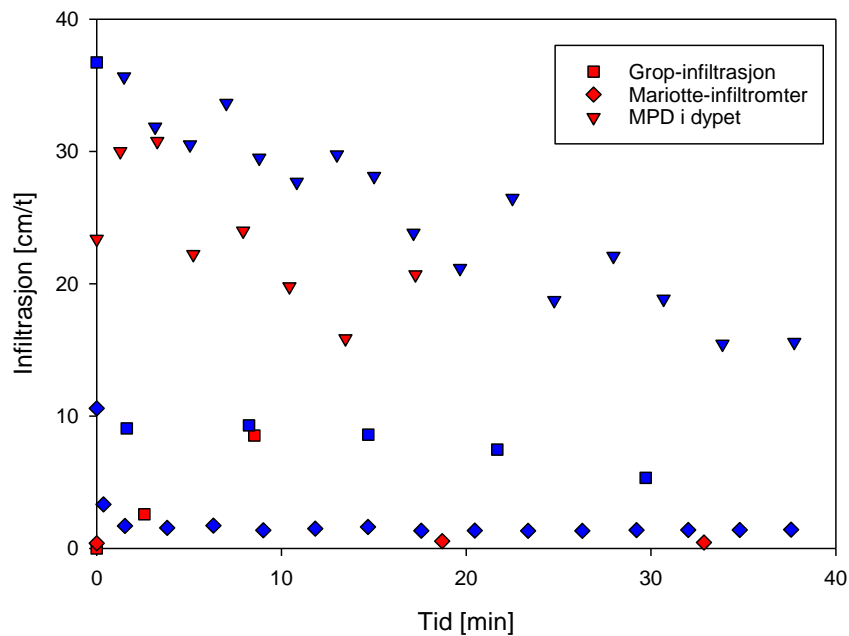
Figur L.6. 1: pF-kurver fra Vold. Blokk A til venstre og blokk B til høyre. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 ime) før start av forsøk.

L.7 Infiltrasjonstester presentert grafisk

Infiltrasjonstester gjennomført på Vold, på overflaten og i dypet, er vist i henholdsvis Figur L.7.1. og Figur L.7.2.



Figur L.7. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten på Vold, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. Forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant trykkehøyde er inkludert, med og uten fuktet profil, hhv. MPD* konstant og MPD konstant.



Figur L.7. 2: Infiltrasjonstester gjennomført i dypet på Vold, med fargekoder; rød (blokk A) og blå (blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min].

L.8 Oversikt over K_{sat} -verdier

K_{sat} -verdier fra Vold, beregnet fra målinger, regresjon og Matlab, er presentert i Tabell L.8.1.

Tabell L.8. 1: K_{sat} – verdier fra Vold, beregnet fra infiltrasjonsmålinger, Matlab og regresjon (med tilhørende R-verdi). Skraverte ruter indikerer ikke-stabilitet (20 %) ved de 2-3 siste målingene. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannivå (trykkhøyde).

Metode	K_{sat} (matlab) [cm/t]	K_{sat} (stabil måling) [cm/t]	K_{sat} (regresjon) [cm/t]	R
Blokk A				
MPD konstant	-	41,5 (60 min)	40,4	0,87
MPD*	6,6	20,1	12,4	0,86
MPD	17,3	20,2	20,8	0,98
MPD* konstant	-	32,6	32,6	
Dobbelring	-	12,4 (40 min)	12,3	0,84
MPD i dypet	19,8	18,7 (20 min)	2,6	0,71
Grop-infiltrasjon	-	2,0 (35 min)	2,1	0,10
Mariotte-infiltrometer	-	0,5 (40 min)	0,5	
Blokk B				
MPD konstant	-	77,8 (60 min)	69,6	
MPD*	15,5	8,1 (70 min)	5,4	
MPD	1,1	7,0 (60 min)	7,0	0,95
MPD* konstant	-	7,4 (110 min)	7,4	0,61
Dobbelring	-	0,5 (60 min)	0,5	1,00
MPD i dypet	9,0	10,3 (70 min)	3,2	0,98
Grop-infiltrasjon	-	7,1 (55 min)	7,0	0,99
Mariotte-infiltrometer	-	1,5 (40 min, stabil etter 5 min)	1,5	1,00

L.9 Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet

Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet i Vold er presentert i Tabell L.9.1.

Tabell L.9. 1: Sensitivitetsanalyse av jordfuktighet fra Vold. Minustegn (i prosent-endring) indikerer negativ endring fra «original» K_{sat} – verdi. - betyr at K_{sat} ikke kan beregnes med matlabskriptet. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Blokk A	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD*	35,0	37,7	6,6	-
Økning før og etter	42,0	45,2	6,7	1,5
Minking før og etter	28,0	30,2	6,7	1,5
Økning etter	35,0	45,2	5,9	-10,6
Minking før	28,0	37,7	6,0	-9,1
MPD	24,6	38,0	17,3	-
Økning før og etter	29,5	45,6	16,4	-5,2
Minking før og etter	19,7	30,4	17,5	1,2
Økning etter	24,6	45,6	15,4	-11,0
Minking før	19,7	38,0	16,3	-5,8
MPD i dypet	35,8	39,2	19,8	-
Økning før og etter	43,0	47,0	19,4	-2,0
Minking før og etter	28,6	31,4	20,2	2,0
Økning etter	35,8	47,0	14,9	-24,7
Minking før	28,6	39,2	15,0	-24,2
Blokk B	Jordfukt før [%]	Jordfukt etter [%]	K_{sat} [cm/h]	% endring fra K_{sat}
MPD* (runde 1)	46,7	47,4	15,6	-
Økning før og etter	56,0	56,9	15,6	0,0
Minking før og etter	37,4	37,9	15,7	0,6
Økning etter	46,7	56,9	14,2	-9,0
Minking før	37,4	47,4	14,3	-8,3
MPD* (runde 2)	46,7	47,4	15,5	-
Økning før og etter	56,0	56,9	15,3	-1,3
Minking før og etter	37,4	37,9	15,8	1,9
Økning etter	46,7	56,9	11,0	-29,0
Minking før	37,4	47,4	11,1	-28,4
MPD	41,3	49,4	1,1	-
Økning før og etter	49,6	59,3	1,0	-9,1
Minking før og etter	33,0	39,5	1,1	0,0
Økning etter	41,3	59,3	3,5	218,2
Minking før	33,0	49,4	2,1	90,9
MPD i dypet	34,0	38,9	9,0	-
Økning før og etter	40,8	46,7	8,9	-1,1
Minking før og etter	27,2	31,1	9,1	1,1
Økning etter	34,0	46,7	8,5	-5,6
Minking før	27,2	38,9	8,6	-4,4

Vedlegg M Resultater for mettet hydraulisk konduktivitet

M.1 Samlede K_{sat} -verdier fra ulike infiltrasjonstester

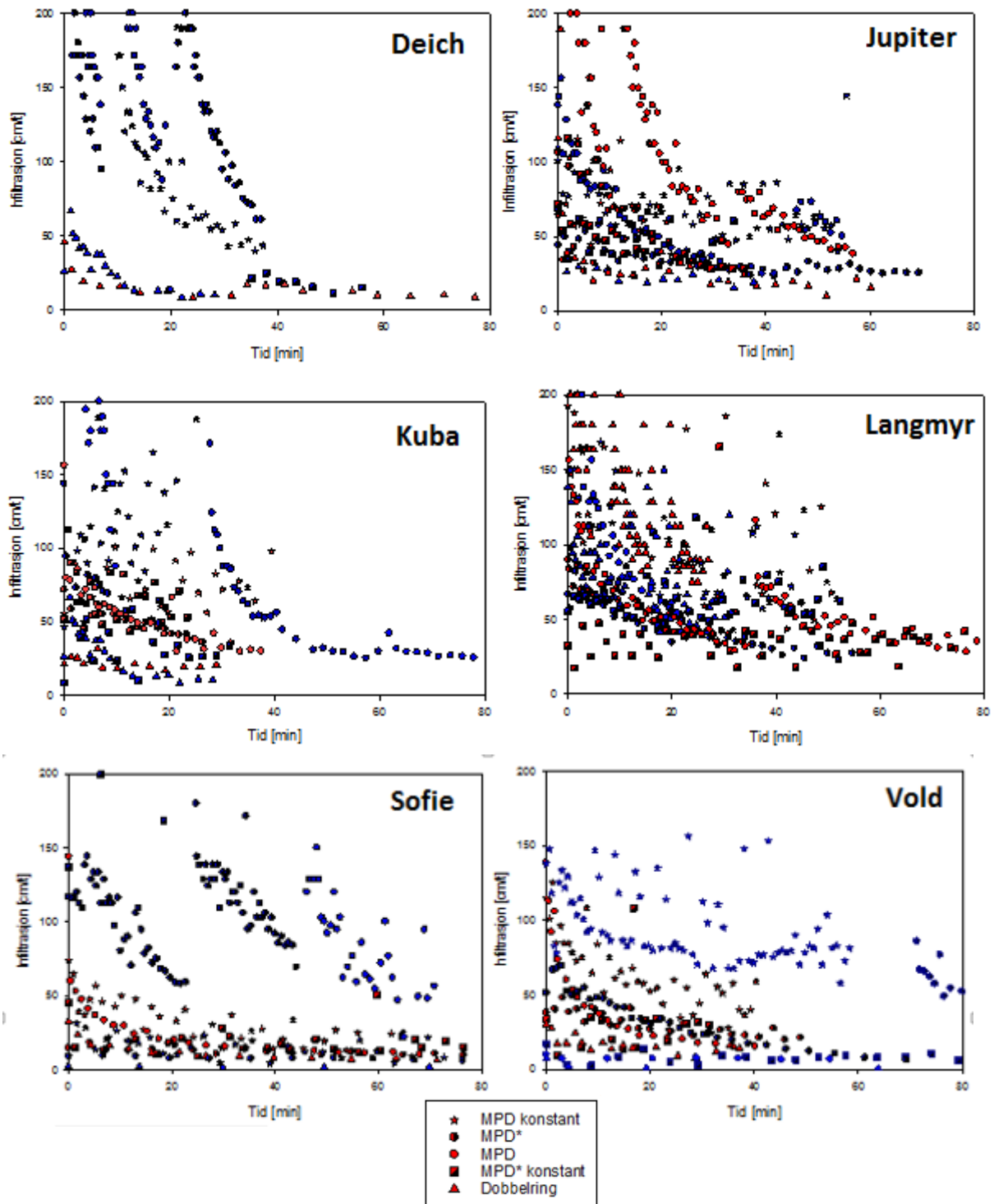
Samlede K_{sat} -verdier fra overflatetester, inkludert MPD konstant, ved de ulike lokalitetene er presentert i Tabell M.1.1. Mettet hydraulisk konduktivitet er beregnet fra synkehastighet (vannhøyde/tid).

Tabell M.1. 1: Mettet hydraulisk konduktivitet (K_{sat}) fra målte verdier fra overflatetester, for de ulike lokalitetene. Skraverte ruter indikerer K_{sat} - verdier som ikke er stabile ved forsøkets slutt. NA er en forkortelse for «Not Available»; forsøkene er ikke gjennomført. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrrometer med konstant vannivå (trykkhøyde).

Lokalitet	K_{sat} [cm/t] for tester på overflaten				Dobbelring
	MPD konstant	MPD*	MPD	MPD* konstant	
Deich_A	NA	NA	NA	NA	6,2
Deich_B	231 (45 min)	54,5 (40 min)	56,3 (38 min)	271 (14 min)	12,5 (60 min)
Jupiter_A	63,8 (25 min)	28,8 (35 min)	35,7 (60 min)	61,8 (25 min)	16,6 (60 min)
Jupiter_B	59,9 (60 min)	27,3 (70 min)	27,2 (50 min)	50,0 (40 min)	21,3 (40 min)
Kuba_A	75,4 (45 min)	37,2 (30 min)	31,6 (40 min)	64,8 (25 min)	20,4 (35 min)
Kuba_B	144,8 (30 min)	54,2 (25 min)	32,3 (60 min)	29,5 (35 min)	10,6 (30 min)
Langmyr_A	92,5 (55 min)	32,7 (40 min)	37,9 (85 min)	35,6 (90 min)	89,5 (28 min)
Langmyr_B	81,8 (50 min)	24,7 (60 min)	73 (20 min)	64,1 (60 min)	62,5 (35 min)
Sofie_A	21,6 (70 min)	9,2 (140 min)	11,9 (60 min)	18,3 (90 min)	8,9 (35 min)
Sofie_B	11,6 (75 min)	6,9 (110 min)	53,3 (75 min)	282,2 (38 min)	1,5 (75 min)
Vold_A	41,5 (60 min)	20,1	20,2	32,6	12,4 (40 min)
Vold_B	77,8 (60 min)	8,1 (70 min)	7,0 (60 min)	7,4 (110 min)	0,5 (60 min)

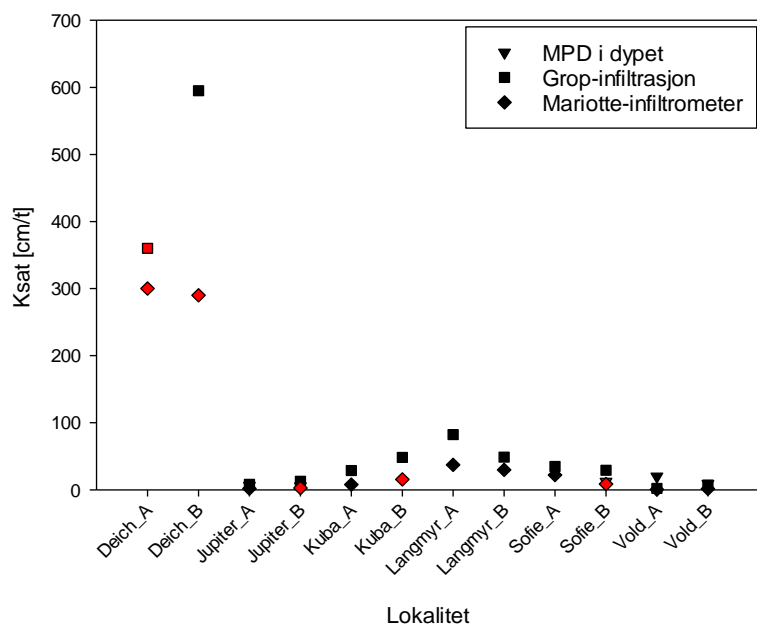
M.2 Grafisk framstilling av infiltrasjonsforsøk

Infiltrasjonstester gjennomført på jordoverflaten ved de ulike lokalitetene, der MPD konstant er inkludert, er fremstilt i Figur M.2.1.



Figur M.2. 1: Infiltrasjonstester gjennomført på overflaten ved de ulike lokalitetene (fargekoder; rød = blokk A og blå = blokk B). Infiltrasjon [cm/t] er plottet mot tid [min]. MPD konstant betyr forsøk med MPD-infiltrometeret med konstant vannnivå (trykkhøyde). * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Variasjon i K_{sat} -verdier ved de ulike lokalitetene, fra infiltrasjonstester i dypet, er presentert grafisk i Figur M.2.2.



Figur M.2. 2: Variasjon av K_{sat} -verdier ved de ulike lokalitetene fra infiltrasjonstester gjennomført i dypet.

Vedlegg N Typiske verdier for mettet hydraulisk konduktivitet

Hydraulisk konduktivitet for ulike jordarter er oppført i Tabell N.1.

Tabell N. 1: Hydraulisk konduktivitet for ulike jordarter (Fetter, 2001; Dagestad et al., 2003; Domenico & Schwartz, 1998).

Materiale	Hydraulisk konduktivitet [cm/t]		
	(Fetter, 2001)	(Dagestad et al., 2003)	(Domenico & Schwartz, 1998.)
Uforvitret, marin leire			$28,8 \cdot 10^{-8} - 7,2 \cdot 10^{-4}$
Leire	$3,6 \cdot 10^{-6} - 3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-7} - 3,6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-5} - 16,9 \cdot 10^{-4}$
Morene			$3,6 \cdot 10^{-7} - 7,2 \cdot 10^{-1}$
Silt	$3,6 \cdot 10^{-3} - 3,6 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-4} - 3,6 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-4} - 7,2$
Siltig sand, fin sand	$3,6 \cdot 10^{-2} - 3,6$		$7,2 \cdot 10^{-2} - 7,2 \cdot 10^1$
Sand	$3,6 - 3,6 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^{-1} - 3,6 \cdot 10^2$	
Medium sand			$32,4 \cdot 10^{-2} - 18,0 \cdot 10^1$
Grov sand			$32,4 \cdot 10^{-2} - 21,6 \cdot 10^2$
Grus	$3,6 \cdot 10^{-1} - 3,6 \cdot 10^3$	$3,6 \cdot 10^2 - 3,6 \cdot 10^4$	$10,8 \cdot 10^1 - 10,8 \cdot 10^3$

Vedlegg O Klassifisering av jordartene

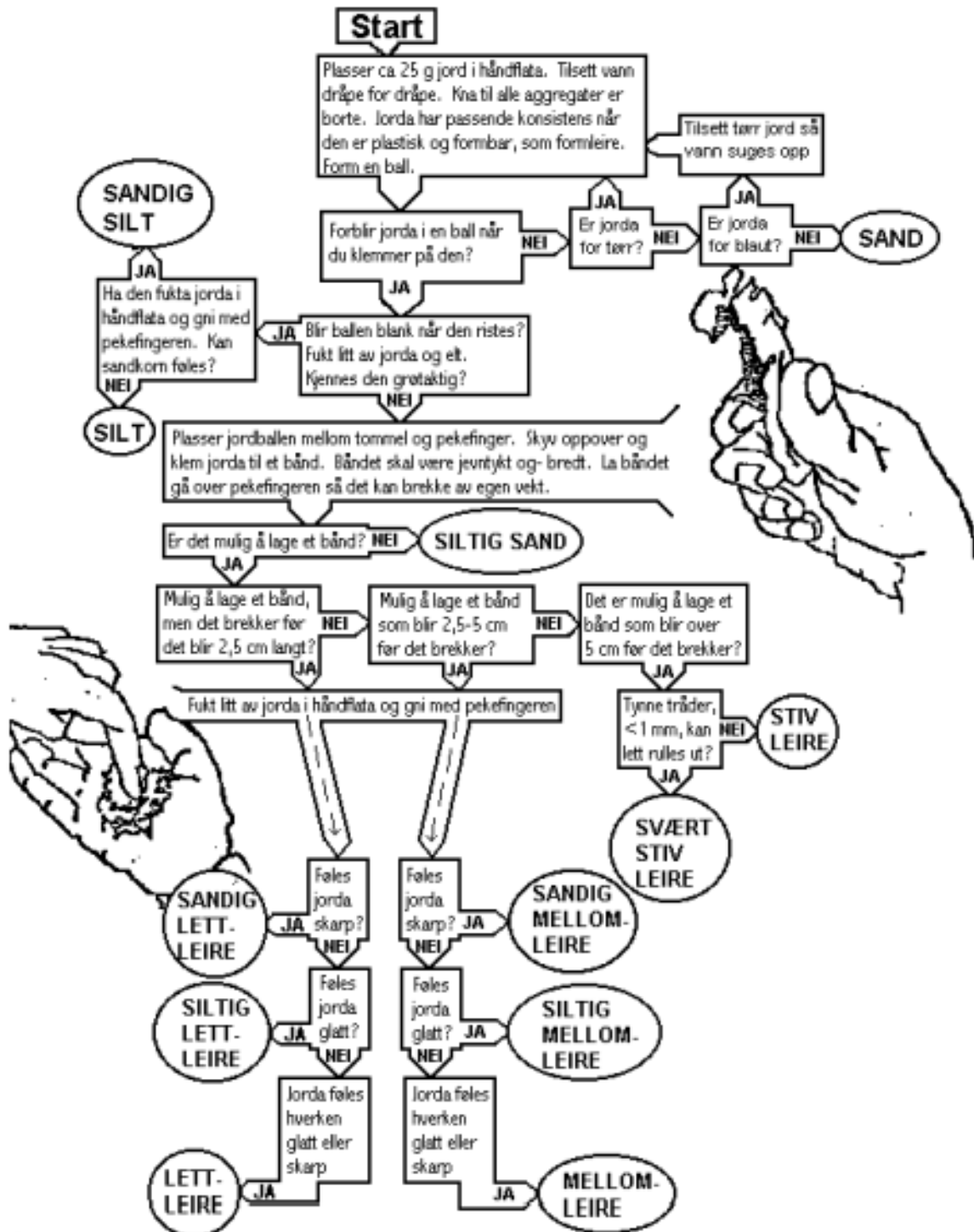
Klassifisering av jordartene etter pipetmetoden, med tilhørende leirprosent, er listet opp i Tabell O.1. For porøsitetsverdier er porevolum [vol %] oppgitt.

Tabell O. 1: Klassifisering av jordartene etter jordartstrekant (Sveistrup og Njøs, 1984) for klassifisering av mineraljord (< 2mm). Leirprosent og porøsitet ved de ulike lokalitetene er også oppgitt. Bokstav A og B angir forsøk i respektiv blokk. O = overflate, D = dyp.

Lokalitet	Jordart	Leirprosent [%]	Porøsitet [vol %]
Deich_A_O	Siltig sand	3	42
Deich_A_D	Siltig sand	5	48
Deich_B_O	Siltig sand	5	44
Deich_B_D	Siltig sand	5	37
Jupiter_A_O	Lettleire	22	58
Jupiter_A_D	Siltig lettleire	23	34
Jupiter_B_O	Lettleire	17	55
Jupiter_B_D	Siltig mellomleire	25	40
Kuba_A_O	Sand	1	51
Kuba_A_D	Siltig sand	8	56
Kuba_B_O	Sand	2	52
Kuba_B_D	Lettleire	18	-
Langmyr_A_O	Sandig lettleire	11	60
Langmyr_A_D	Siltig sand	5	-
Langmyr_B_O	Sandig lettleire	12	63
Langmyr_B_D	Lettleire	10	-
Sofie_A_O	Lettleire	16	54
Sofie_A_D	Lettleire	11	39
Sofie_B_O	Lettleire	19	51
Sofie_B_D	Siltig mellom-leire	28	46
Vold_A_O	Siltig mellom-leire	28	65
Vold_A_D	Siltig mellom-leire	37	39
Vold_B_O	Siltig mellom-leire	28	58
Vold_B_D	Siltig mellom-leire	38	39

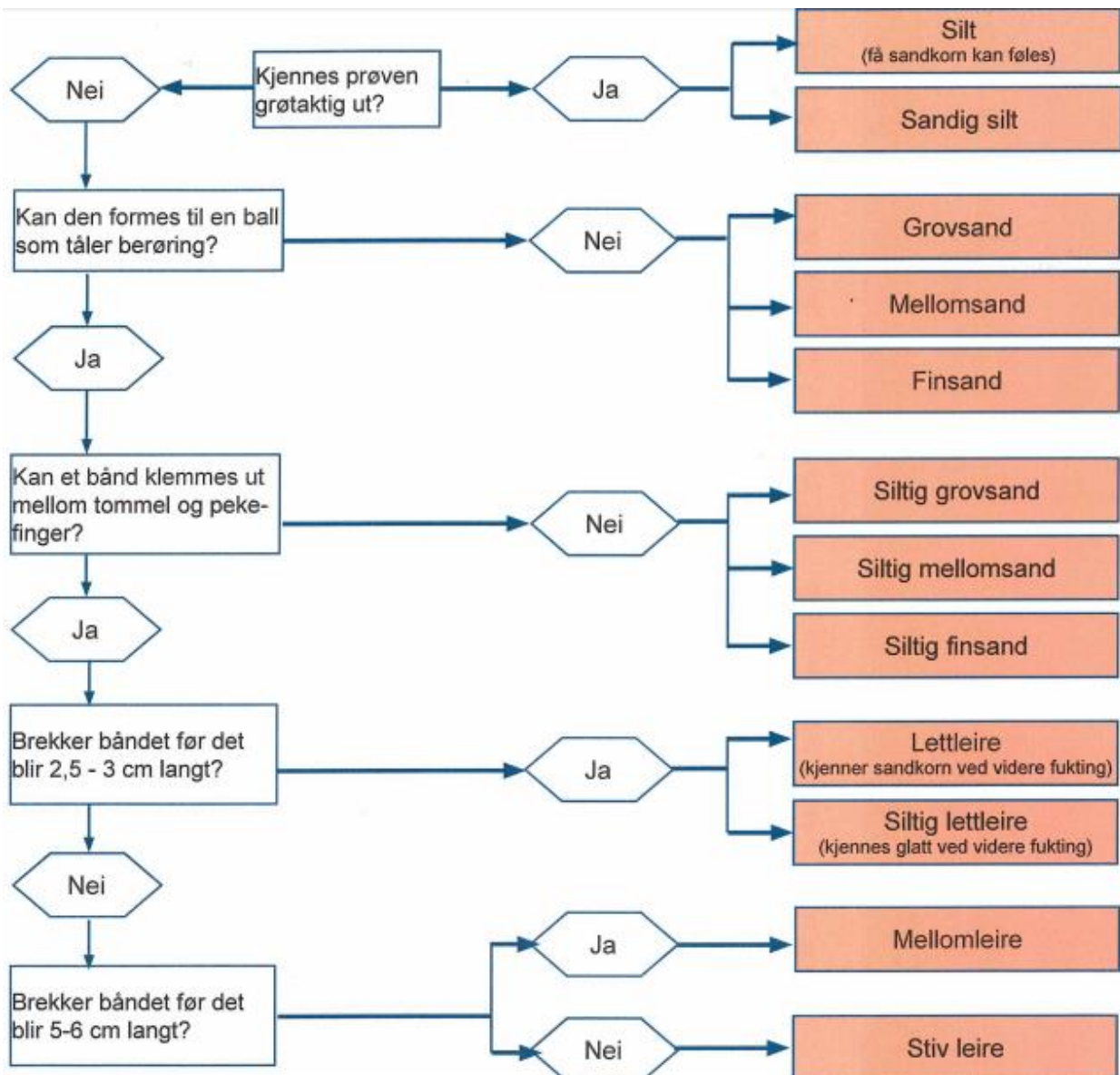
Vedlegg O Skjønnsmessig bedømmelse av jordart i felt

I Figur O. 1 vises skjema for skjønnsmessig bedømmelse av jordart i felt.



Figur O. 1: Skjema for skjønnsmessig bedømmelse av jordart i felt (Mjaavatten, 2008).

Figur O. 2 viser en skjematisk oversikt over skjønnsmessig bedømmelse av mekanisk sammensetning i jord.



Figur O. 2: Skjema for skjønnsmessig bedømmelse av mekanisk sammensetning i jord (Eurofins, 2015).

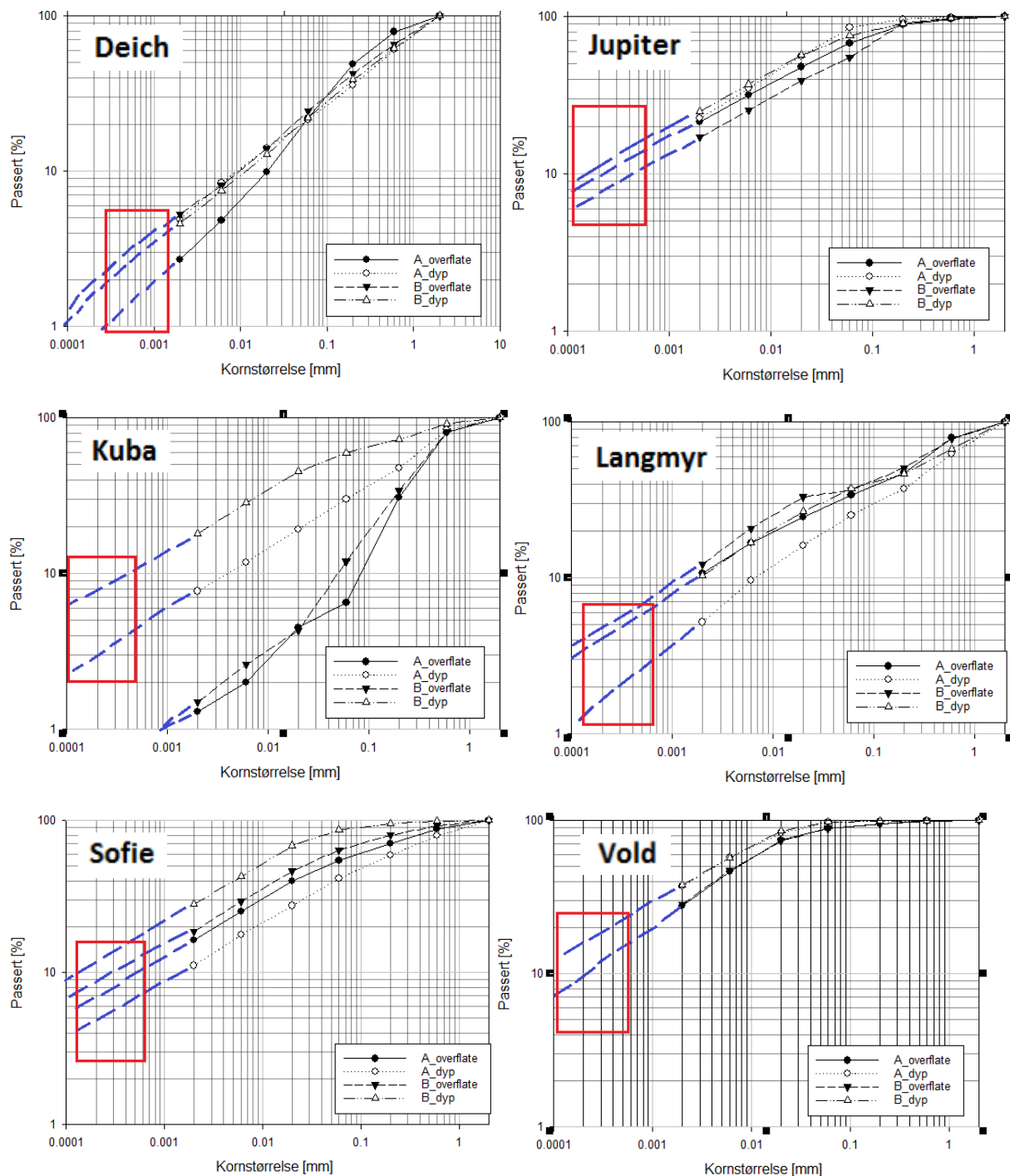
Vedlegg P Kornfordelingsanalyse

For jordprøver med sorteringstall (S_0) større enn 5 kan alternativ metode benyttes for bestemmelse av d_{10} i Hazens formel. Ved denne metoden plottes en dobbellogaritmisk graf av kornstørrelse mot kumulativ kornstørrelse gjennom sikt (se Figur P.1. 1 og Figur P.2. 1). Det lages et rektangel der avstanden mellom to av sidene er lik avstanden mellom 1 og 5 mm langs x-aksen. Avstanden langs de to andre sidene er lik avstanden mellom 10 og 60 % på y-aksen. Rektangelet legges oppå kornfordelingskurven slik at øverste høyre hjørne og nederste venstre hjørne ligger på kurven. Når rektangelet passer til kurvene på denne måten, følges venstre side av rektangelet ned mot x-aksen. Verdien i det punktet som krysser x-aksen brukes som verdi for d_{10} i Hazens formel (Brattli, 2009).

For å beregne d_{10} med alternativ metode, ble det stipulert en forlengelse av kornfordelingskurvene, for å undersøke om rektanglene kunne passe. Jordprøvene er mange steder lite sortert, og flere av kornfordelingskurvene har en tilnærmet lineær form. Stipuleringene av kornfordelingskurvene er derfor trukket som lineære forlengelser, med omtrent samme stigningstall som resten av kornfordelingskurvene (Vedlegg P). Kurvene var for slake til at rektanglene passet, både med og uten kurveforlengelse. Metoden var derfor ikke gjennomførbar, og følgelig kunne ikke K_{sat} for Hazens metode beregnes for flere av jordprøvene.

P.1 Estimering av d_{10} etter Hazens metode (<2mm)

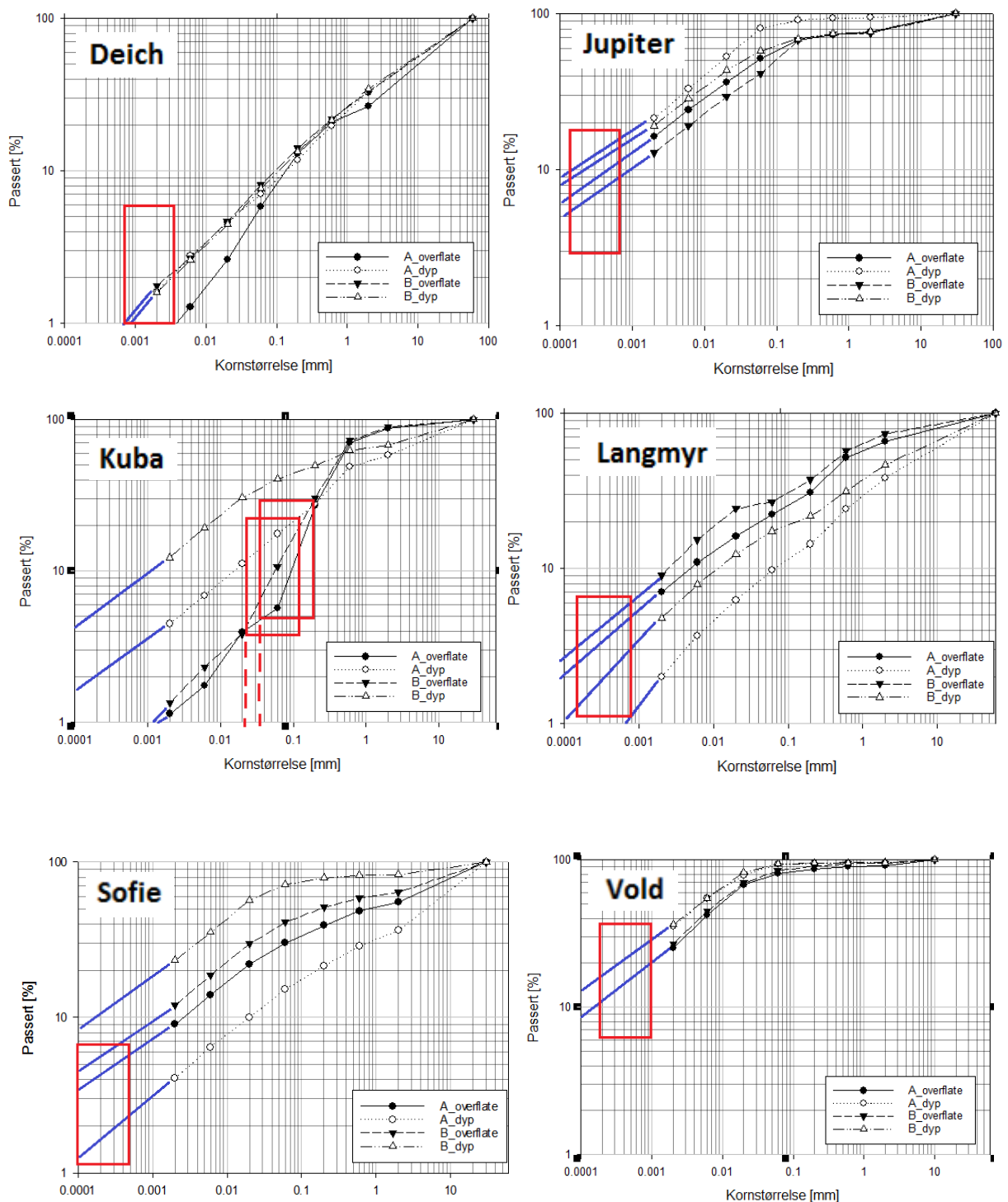
Estimering av d_{10} etter Hazens metode, for kornfordelingskurver med materiale <2mm, er fremstilt i Figur P.1. 1.



Figur P.1. 1: Estimering av d_{10} etter Hazens metode for kornfordelingskurver med materiale < 2mm. Verdiene brukt i metodene er basert på infiltrasjonstester i overflate og dyp, i blokk A og B ved hver lokalitet. Det er stipulert en forlengelse av kornfordelingskurvene, hvor røde rektangler er plassert slik at øverste høyre hjørne og nederste venstre hjørne ligger på kurven. Når rektangelet passer til kurvene på denne måten, følges venstre side av rektangelet ned mot x-aksen. Verdien i det punktet som krysser x-aksen brukes som verdi for d_{10} . Rektanglene passet ikke i noen av disse tilfellene.

P.2 Estimering av d_{10} etter Hazens metode (alle fraksjoner)

Estimering av d_{10} etter Hazens metode, for kornfordelingskurver med alle fraksjoner inkludert, er fremstilt i Figur P.2. 1.



Figur P.2. 1: Estimering av d_{10} etter Hazens metode for kornfordelingskurver med alle fraksjoner inkludert (frasikt inkludert). Verdiene brukt i metodene er basert på infiltrasjonstester i overflate og dyp, i blokk A og B ved hver lokalitet. Det er stipulert en forlengelse av kornfordelingskurvene, hvor røde rektangler er plassert slik at øverste høyre hjørne og nederste venstre hjørne ligger på kurven. Når rektangelet passer til kurvene på denne måten, følges venstre side av rektangelet ned mot x-aksen. Verdiene i det punktet som krysser x-aksen brukes som verdi for d_{10} . Rektanglene passet kun for tilfellet for Kuba, hvor skraverte linjer indikerer verdier for d_{10} ved kryssning av x-aksen.

P.3 Beregning av K_{sat} ved Hazens og Gustafsons metode

Tabell P.3. 1 viser midlere kornstørrelser for jordprøver fra kornfordelingskurver for fraksjoner < 2mm og for alle fraksjoner. Tilsvarende er vist for sorteringsgrad i Tabell P.3. 2.

Tabell P.3. 1: Midlere kornstørrelser (d_{50}) for jordprøvene fra kornfordelingskurver for fraksjoner < 2mm og alle fraksjoner. Kategoribetegnelser etter Rueslåtten & Brattli (1992).

Jordprøve	Alle fraksjoner		Fraksjoner < 2mm	
	d_{50} [mm]	Kategori	d_{50} [mm]	Kategori
OVERFLATE				
Deich_A	37,9	Grov grus	0,2	Middels sand
Deich_B	33,6	Grov grus	0,3	Middels sand
Jupiter_A	0,05	Grov silt	0,02	Grov silt
Jupiter_B	0,09	Fin sand	0,04	Grov silt
Kuba_A	0,4	Middels sand	0,3	Middels sand
Kuba_B	0,3	Middels sand	0,3	Middels sand
Langmyr_A	0,5	Middels sand	0,2	Middels sand
Langmyr_B	0,4	Middels sand	0,2	Middels sand
Sofie_A	0,8	Grov sand	0,04	Grov silt
Sofie_B	0,2	Fin sand	0,02	Grov silt
Vold_A	0,009	Middels silt	0,007	Middels silt
Vold_B	0,008	Middels silt	0,007	Middels silt
DYP				
Deich_A	33,6	Grov grus	0,4	Middels sand
Deich_B	33,8	Grov grus	0,3	Middels sand
Jupiter_A	0,02	Middels silt	0,01	Grov silt
Jupiter_B	0,03	Grov silt	0,01	Grov silt
Kuba_A	0,7	Grov sand	0,2	Middels sand
Kuba_B	0,2	Middels sand	0,03	Fin sand
Langmyr_A	3,8	Fin grus	0,3	Middels sand
Langmyr_B	2,5	Fin grus	0,2	Middels sand
Sofie_A	3,7	Fin grus	0,1	Middels silt
Sofie_B	0,01	Middels silt	0,008	Middels silt
Vold_A*	0,005	Fin silt	0,004	Fin silt
Vold_B*	0,005	Fin silt	0,004	Fin silt

Tabell P.3. 2: Sorteringsgrad for jordprøvene fra kornfordelingskurver (for alle fraksjoner + fraksjoner < 2mm).

Jordprøve	Alle fraksjoner		Fraksjoner < 2mm	
	Sorteringsgrad	Beskrivelse	Sorteringsgrad	Beskrivelse
OVERFLATE				
Deich_A	86	Dårlig sortert	15	Middels sortert
Deich_B	89	Dårlig sortert	49	Dårlig sortert
Jupiter_A	55	Dårlig sortert	20	Dårlig sortert
Jupiter_B	70	Dårlig sortert	38	Dårlig sortert
Kuba_A	6	Middels sortert	5	Godt sortert
Kuba_B	8	Middels sortert	8	Middels sortert
Langmyr_A	315	Dårlig sortert	150	Dårlig sortert
Langmyr_B	340	Dårlig sortert	150	Dårlig sortert
Sofie_A	1355	Dårlig sortert	47	Dårlig sortert
Sofie_B	410	Dårlig sortert	23	Dårlig sortert
Vold_A	7	Middels sortert	5	Godt sortert
Vold_B	6	Middels sortert	5	Godt sortert
DYP				
Deich_A	70	Dårlig sortert	67	Dårlig sortert
Deich_B	89	Dårlig sortert	61	Dårlig sortert
Jupiter_A	13	Middels sortert	12	Middels sortert
Jupiter_B	37	Dårlig sortert	12	Middels sortert
Kuba_A	186	Dårlig sortert	85	Dårlig sortert
Kuba_B	240	Dårlig sortert	30	Dårlig sortert
Langmyr_A	115	Dårlig sortert	90	Dårlig sortert
Langmyr_B	510	Dårlig sortert	205	Dårlig sortert
Sofie_A	272	Dårlig sortert	100	Dårlig sortert
Sofie_B	13	Middels sortert	7	Middels sortert
Vold_A	4	Godt sortert	3	Godt sortert
Vold_B	4	Godt sortert	3	Godt sortert

P.4 Beregning av infiltrasjon fra kornfordelingsanalyse

Klassifisering av jordart etter kornstørrelse er vist i Tabell P.4. 1. Hydraulisk konduktivitet for jordprøver fra de ulike lokalitetene er oppført i Tabell P.4. 3.

Tabell P.4. 1: Klassifisering av jordart etter kornstørrelse (Rueslåttén og Brattli, 1992).

Hovedkategori	Underkategori	Kornstørrelse [mm]
Leire	Fin	< 0,0002
	Middels	0,0002 – 0,0006
	Grov	0,0006 – 0,002
Silt	Fin	0,002 – 0,006
	Middels	0,006 – 0,02
	Grov	0,02 – 0,06
Sand	Fin	0,06 – 0,2
	Middels	0,2 – 0,6
	Grov	0,6 - 2
Grus	Fin	2 - 6
	Middels	6 - 20
	Grov	20 - 60
Stein		60 - 600
Blokk		>600

Verdier for sorterings- og størrelseskoeffisienten i Hazens formel for ulike typer materialer er vist i Tabell P.4.2. For godt sorterte jordprøver ($So < 5$) er finstoffinnholdet høyt og midlere kornstørrelse liten, slik at prøvene får en lav sorterings- og størrelseskoeffisient. Midlere kornstørrelse er middels silt eller fin silt, eller middels sand. Den faller derfor under kategorien «Dårlig sortert til godt sortert veldig fin sand».

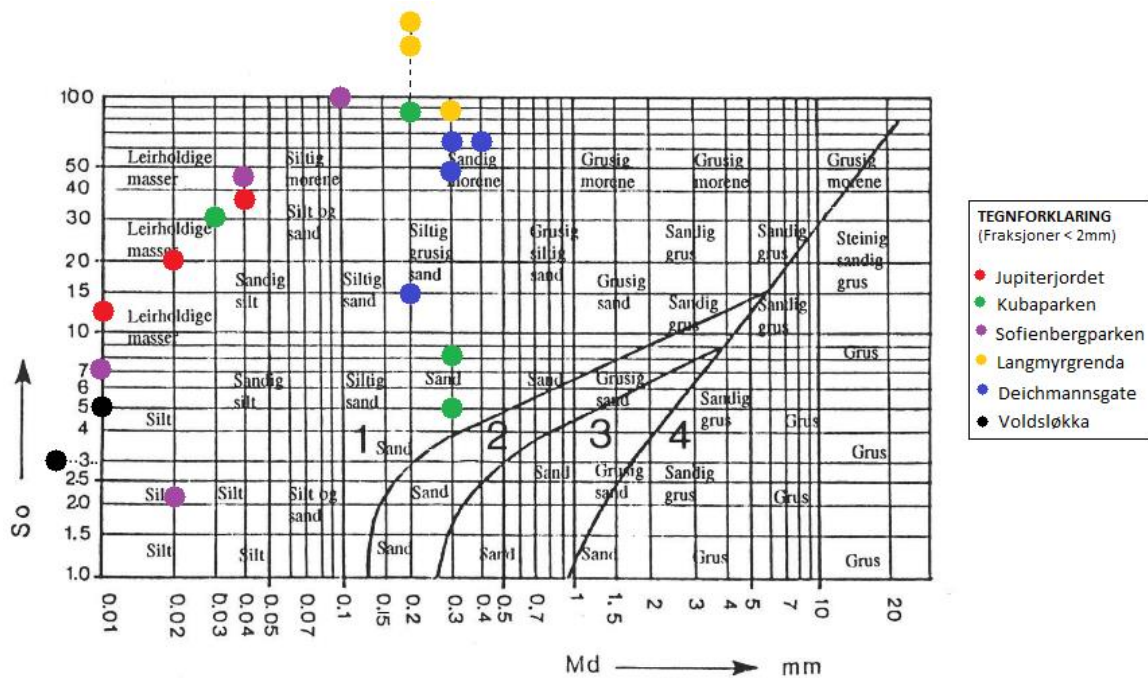
Tabell P.4. 2: Verdier for sorterings- og kornstørrelseskoeffisienten i Hazens formel (Weight, 2008) for ulike typer materialer.

Beskrivelse	Sorterings – og kornstørrelseskoeffisient [(cm/s) ⁻¹]
Dårlig sortert til godt sortert veldig fin sand	40 – 80
Dårlig sortert til middels sortert fin sand	40 – 80
Middels sortert til godt sortert medium sand	80 – 120
Dårlig sortert til middels sortert grov sand	80 – 120
Middels sortert til godt sortert grov sand	120 – 150

Tabell P.4. 3: Hydraulisk konduktivitet for jordprøvene, beregnet fra kornfordelingskurvene ved bruk av Hazens og Gustafsons metode. Alle fraksjoner + fraksjoner < 2mm.

Jordprøve	Alle fraksjoner		Fraksjoner < 2mm	
	K_{Hazen} (Hazens metode) ($C*(d_{10})^2$) [cm/time]	K_G (Gustafsons metode) [cm/time]	K_{Hazen} (Hazens metode) ($C*(d_{10})^2$) [cm/time]	K_G (Gustafsons metode) [cm/time]
OVERFLATE				
Deich_A	-	11,0	-	1,1
Deich_B	-	6.7	-	0,1
Jupiter_A	-	0,005	-	0,009
Jupiter_B	-	0,004	-	0,006
Kuba_A	1,8	28,0	-	23,4
Kuba_B	0.7	10,4	-	7.7
Langmyr_A	-	0,006	-	0,003
Langmyr_B	-	0,002	-	0,003
Sofie_A	-	0,001	-	0,005
Sofie_B	-	0,001	-	0,008
Vold_A	-	0,02	-	0,02
Vold_B	-	0,02	-	0,02
DYP (50 – 60 cm)				
Deich_A	-	12,4	-	0,09
Deich_B	-	6.7	-	0,09
Jupiter_A	-	0,01	-	0,01
Jupiter_B	-	0,006	-	0,01
Kuba_A	-	0,08	-	0,01
Kuba_B	-	0,002	-	0,007
Langmyr_A	-	2,8	-	0,03
Langmyr_B	-	0,03	-	0,002
Sofie_A	-	0,2	-	0,003
Sofie_B	-	0,01	-	0,02
Vold_A	-	0,02	0,006	0,02
Vold_B	-	0,02	0,006	0,02

En vurdering av infiltrasjonsevne ved de ulike lokalitetene, for fraksjoner < 2mm, er vist i Figur P.4. 1



Figur P.4. 1: Vurdering av infiltrasjonsevne i et infiltrasjonsdiagram (VA-miljøblad nr. 59, 2016). Fraksjoner < 2mm er vurdert ved bestemmelse av midlere kornstørrelse (M_d) [mm] og sorteringsgrad (S_o).

Vedlegg Q Matlab-kode for beregning av K_{sat} fra MPD-forsøk (Paus, 2016)

```

data = xlsread('mpddata.xlsx', 'Input');           % Reads input matrix
n = size(data);                                   % Finds the size of
the input matrix
n = n(1);                                         % Finds the number of
rows (n)
t = data(1:n,3)*60*60*24;                         % Finds time time
matrix and convert values from days to seconds
h = data(1:n,2);                                  % Finds head matrix

dteta=data(2,1)-data(1,1);                        % Finds differences
in volumetric water content (dteta)
Lmax = data(3,1);                                 % Finds length of
device below surface
rd = data(4,1);                                   % Finds radius of
device
H = data(5,1);                                    % Finds phase one
initialheight
K = 0.001;
C = -100;

tt(1,1)=0;                                        % Sets first
intermediate time value to zero
i=2:n;                                            % Prepare integers for
the remaining intermediate time values
tt(i,1)= (t(i,1)-t(i-1,1))*0.5+t(i-1,1);         % Finds intermediate
time values (tt)
hh = spline(t,h,tt);                              % Cubic spline
interpolation to find intermediate h values (hh)

q(1,1)=0;                                         % Sets first
difference value to zero
qt(1,1)=0;                                        % Sets first time
difference value to zero
qh(1,1)=0;                                        % Sets first head
difference value to zero

i = 2:n;                                          % Prepare integers for
the remaining intermediate time values
qt(i,1) = tt(i,1)-tt(i-1,1);                      % Fills in remaining
time difference values (qt)
qh(i,1) = hh(i,1)-hh(i-1,1);                      % Fills in remaining
head difference values (qh)

for i=2:n,                                       % Calculate difference
values (q)

    q(i,1)=qh(i,1)/qt(i,1);

end

i=1;
while(i<n+1)                                     % Using Newton-Rhapson
to find R values

```



```

x = 1;
ii = 1;

while(ii<10000)

f1=2*x^3+Lmax*3*x^2-Lmax^3-2*(rd/2)^3-3*rd^2*(H-hh(i,1))/(dteta);
ff = 6*x^2+Lmax*6*x;
x = x-f1/ff;
ii =ii +1;
R(i,1)=x;

end
i=i+1;
end

for i=2:n, % Calculate difference
values (q)

q(i,1)=qh(i,1)/qt(i,1);

end

i = 1;
while(i<n+1) % Calculate R values
if R(i,1)<(Lmax^2+rd^2)^0.5, R(i,1)=0;
(R)
end
i=i+1;
end

i = 2:n; % Prepare integers for
the remaining intermediate time values
dt1(i,1)=tt(i,1)-tt(i-1,1); % Fills in remaining
time difference values (qt)

for i=1:n, % Calculate R values (R)
if R(i,1)<10^-10, ss=i;
end
end

KC0 = [0.01,-100];
f = @(KC) optt(KC,n,Lmax,dteta,R,rd,hh,dt1,ss);
[KC,f] = fminsearch(f,KC0);

Results(1,1)=KC(1);
Results(1,2)=KC(1)*60^2;
Results(1,3)=KC(2);
Results(1,4)=f;
Results(1,5)=n-ss-1;
Results(1,6)=sqrt(f/(n-ss-1));

```

```

i = 2:n; % Prepare integers for
the remaining intermediate time values
dh1(i,1)=-hh(i,1)+hh(i-1,1); % Fills in remaining
time difference values (qt)

KC0 = [0.01,-100];
f = @(KC) opth(KC,n,Lmax,dteta,R,rd,hh,tt,dh1,ss);
[KC,f] = fminsearch(f,KC0);

Results(2,1)=KC(1);
Results(2,2)=KC(1)*60^2;
Results(2,3)=KC(2);
Results(2,4)=f;
Results(2,5)=n-ss-1;
Results(2,6)=sqrt(f/(n-ss-1));

'Estimated parameters:'

format shortG

ForExcelSheet(1,1)=Results(1,1);
ForExcelSheet(2,1)=Results(1,2);
ForExcelSheet(3,1)=Results(1,3);
ForExcelSheet(4,1)=Results(1,4);
ForExcelSheet(5,1)=Results(1,5);
ForExcelSheet(6,1)=Results(1,6);
ForExcelSheet(7,1)=Results(2,1);
ForExcelSheet(8,1)=Results(2,2);
ForExcelSheet(9,1)=Results(2,3);
ForExcelSheet(10,1)=Results(2,4);
ForExcelSheet(11,1)=Results(2,5);
ForExcelSheet(12,1)=Results(2,6);

ForExcelSheet

disp(' Ksat[cm/s] Ksat[cm/h] Cap.Suc.[cm] Sum of error Obs.
RMS error')

disp(Results)

if Results(1,4)<Results(2,4), 'Delta T optimization gives smallest error:'
else 'Delta H optimization gives smallest error: '
end

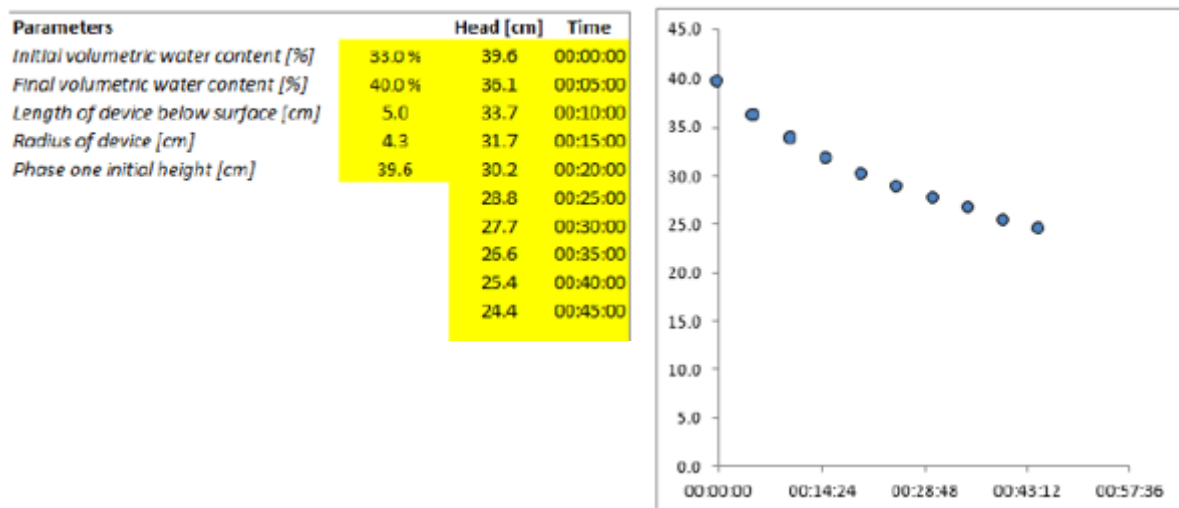
if Results(1,4)<Results(2,4), Ksat=Results(1,2)
else Ksat=Results(2,2)
end

if Results(1,4)<Results(2,4), C=Results(1,3)
else C=Results(2,3)
end

```

Vedlegg R Excel-ark for utregning til MPD – Matlab

Figur R. 1 viser input-fila som benyttes i Matlab-skriptet (Vedlegg Q), med oversikt over nødvendige parametere som må fylles ut.

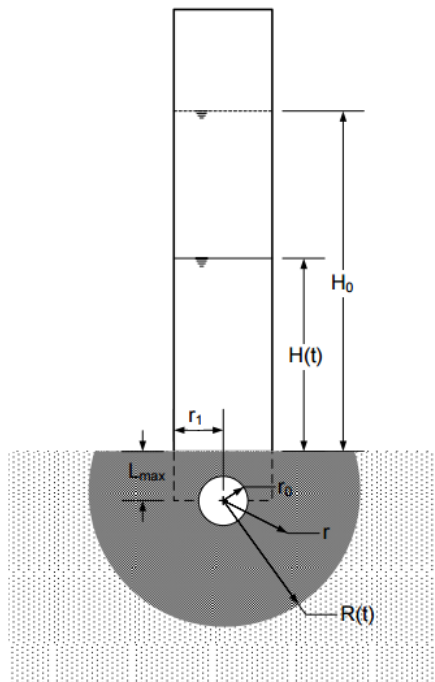


Figur R. 1: Excel-ark som benyttes som input-fil i Matlab-skriptet (Vedlegg Q). Nødvendige parametere som må fylles ut er jordfuktighet før og etter gjennomført forsøk, radius på MPD-røret, vannivå i MPD-rør ved start av måling, og tilhørende vannivå og tid etter hvert som vannet infiltrerer ned i bakken.

Vedlegg S Beregninger bak Matlab-skript for beregning av K_{sat} fra MPD-forsøk

For hvert MPD-forsøk kan tilhørende K_{sat} -verdi beregnes med et Matlab-skript (Vedlegg Q). Matlab-skriptet er utviklet av Kim Paus (Paus, 2016) som en del av hans doktorgradsarbeid.

For beregning av K_{sat} med Matlab-skriptet er det en del viktige parametere som inngår i beregningsprosessen. Figur S. 1 viser et tverrsnittprofil av MPD-røret under forsøk, samt hvilke parametere som inngår.



Figur S. 1: Tverrsnittprofil av MPD-rør hvor viktige parametere er oppført. H_0 representerer vannhøyde i MPD-røret ved start. $H(t)$ representerer vannhøyde i MPD-røret ved tiden t . L_{max} angir hvor dypt ned i jorda MPD-røret er banket ned. $R(t)$ representerer radius til fuktighetsfronten under infiltrasjonsforsøket. r_1 er indre radius til MPD-røret, og r_0 er en ekvivalent «source radius». r_0 representerer radiusen til en sfære med et overflateareal som er likt overflatearealet til den sirkulære overflaten til bunnen av MPD-røret (Nesting, 2007).

Følgende beregninger ligger bak utregningen av K_{sat} fra Matlab-skriptet:

Formel (S.1) benyttes for å bestemme radiusen til «the sharp» fuktighetsfronten $R(t)$ for hvert tidsintervall. «The sharp» fuktighetsfront utvikler seg fra infiltrasjonskilden som er bunnen av MPD-røret, og gjennom jorden som en sfære.

$$(H_0 - H_t)r_1^2 = \frac{(\theta_i - \theta_f)}{3} (2(R(t))^3 + 3(R(t))^2 L_{max} - L_{max}^3 - 4r_0^3) \quad (S.1)$$

I formel (S.1) representerer H_0 vannhøyde i MPD-røret ved start. $H(t)$ representerer vannhøyde i MPD-røret ved tiden t . L_{max} angir hvor dypt ned i jorda MPD-røret er banket ned. $R(t)$ representerer radius til fuktighetsfronten under infiltrasjonsforsøket. θ_i og θ_f representerer volumetrisk vanninnhold [m^3/m^3] ved henholdsvis start (initial) og slutt (final), dvs. før og etter infiltrasjonstesten. r_1 er indre radius til MPD-røret, og r_0 er en ekvivalent «source radius». r_0 representerer radiusen til en sfære med et overflateareal som er likt overflatearealet til den sirkulære overflaten til bunnen av MPD-røret

Under infiltrasjonstesten vil den første infiltrasjonsperioden være begrenset til en vertikal strømning i stedet for en tredimensjonal, pga. sidekantene til MPD-røret som er banket ned i jorden (Nesting, 2007). Da formlene som brukes i beregningene er tilpasset tredimensjonal strømning, må infiltrasjonsdata der tredimensjonal strømning inntreffer velges ut. Formel (S.2) beregner grenseverdien til radiusen til fuktighetsfronten fra der den tredimensjonale strømmen starter;

$$R(t) \geq \sqrt{r_1^2 + L_{max}^2} \quad (S.2)$$

Dataene som oppfyller «kravet» til den nødvendige grenseverdien velges. Forskjellen i vannivå (vannhøyde), dH , for hvert tidsintervall kan bestemmes. De neste to formlene, (S.3) og (S.4), beskriver forholdet mellom mettet hydraulisk konduktivitet (K_{sat}), the wetting front suction force (C) og kapillært potensielt fall i vannivået i røret (ΔP). Asleson et al. (2009) har beskrevet formel (S.3), og formel (S.4) er utledet fra Darcys lov.

$$\Delta P(t) = \frac{\pi^2}{8} \left((\theta_1 - \theta_2) \frac{R(t)^2 + R(t)L_{max}}{\bar{K}} \frac{dR}{dt} - 2r_0^2 \right) \frac{\ln\left(\frac{R(t)(r_0 + L_{max})}{r_0(R(t) + L_{max})}\right)}{L_{max}} \quad (S.3)$$

$$\Delta P(t) = C - H(t) - L_{max} + \frac{L_{max}}{\bar{K}} \frac{dH}{dt} \quad (S.4)$$

Formel (S.3) og (S.4) kombinert resulterer i formel (S.5) med to ukjente; K_{sat} og C -verdien (Olson et al., 2013).

$$\Delta H = \frac{K_{sat}}{L_{max}} \left(\frac{\pi^2}{8} (\theta_f - \theta_i) \frac{R(t)^2 + R(t)L_{max}}{K_{sat}} \frac{dR}{dt} - 2r_0^2 \right) \frac{\ln\left(\frac{R(t)(r_0 + L_{max})}{r_0(R(t) + L_{max})}\right)}{L_{max}} - C - H(t) + L_{max} \quad (S.5)$$

Matlab-scriptet bruker iterative prosesser for å bestemme avsluttende K_{sat} - [cm/time] og C -verdi [cm]. For å starte beregningene ved bruk av Matlab-scriptet, må resultatene fra infiltrasjonstestene fylles inn i et excel-ark (Vedlegg R). Dette excel-arket er formattert til å bli brukt som input-fil i Matlab. Følgende parametere er nødvendige å fylle ut i excel-arket;

- Volumetrisk vanninnhold før forsøket [%]
- Volumetrisk vanninnhold etter gjennomført forsøk [%]
- Lengden av instrumentet (MPD-røret) under overflaten [cm]
- Radiusen til MPD-røret [cm]
- Vannhøyde ved start [cm]
- Tabell med vannhøyde [cm] vs. tid [tt.mm.ss]

Ved bestemmelse av verdiene K_{sat} og C velges de verdiene som fra ΔH optimalisering (ligning (S.5)) gir minst feil (Sum of error og RMS error). Fra Figur S. 2 betyr det at MATLAB velger verdiene på nederste linje, der «Sum of error» og «RMS-error = Root Mean Square error» er minst.

K_{sat} [cm/s]	K_{sat} [cm/h]	Cap.Suc. [cm]	Sum of error	Obs.	RMS error
0.01233	44.387	-8.8229	28.26	14	1.4208
0.011951	43.025	-9.4421	0.090828	14	0.080546

Figur S. 2: Ved bruk av ΔH -optimalisering velger Matlab-skriptet å angi svar for K_{sat} -verdi og C -verdi med minst feil («Sum of error», «RMS-error»). Det medfører at K_{sat} - og C -verdi velges fra den nederste linjen.

Vedlegg T Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige jordfuktighetsverdier»

Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige fuktighetsverdier» fra hver lokalitet er vist i Tabell T. 1. – Tabell T.6.

Tabell T. 1: Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige jordfuktighetsverdier» fra Deich. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Deich_A			Deich_B		
Inf. forsøk	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD, runde 1				0,6	9,3	11,9
MPD, runde 2				0,5	12,0	14,8
MPD, runde 3				0,6	1,8	4,6
MPD*, runde 1				0,5	20,7	25,4
MPD*, runde 2				0,4	13,8	16,6
Silt						
MPD, runde 1				-9,1	9,3	7,5
MPD, runde 2				-9,4	12,0	7,1
MPD, runde 3				-5,8	1,8	5,1
MPD*, runde 1				-14,8	20,7	14,6
MPD*, runde 2				-10,1	13,8	11,9
Lettleire						
MPD, runde 1				-5,6	6,0	7,5
MPD, runde 2				-4,3	5,8	7,1
MPD, runde 3				-1,2	3,7	5,1
MPD*, runde 1				-4,2	12,6	14,6
MPD*, runde 2				-5,7	7,5	11,9
Stiv leire						
MPD, runde 1				0,0	6,0	7,5
MPD, runde 2				0,0	5,8	7,1
MPD, runde 3				0,0	3,7	5,1
MPD*, runde 1				-0,2	12,6	14,6
MPD*, runde 2				-0,2	7,5	11,9

Tabell T. 2: Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige jordfuktighetsverdier» fra Jupiter. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Jupiter_A			Jupiter_B		
Inf. forsøk	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD, runde 2	-8,4	-0,5	1,8	-17,8	66,9	87,2
MPD, runde 3	-24,3	-12,4	-8,7			
MPD*, runde 1	67,8	73,2	78,9	-22,2	-11,9	-8,2
MPD*, runde 2				-53,8	-28,1	-18,1
MPD i dypet	-10,2	4,0	9,6	8,4	24,8	32,8
Silt						
MPD, runde 1				-5,6	13,1	11,5
MPD, runde 2	-15,6	-0,5	-2,6	-68,8	66,9	-29,9
MPD, runde 3	-29,9	-12,4	-16,8			
MPD*, runde 1	46,5	73,2	69,4	-32,0	-11,9	-16,9
MPD*, runde 2				-92,3	-27,7	-49,4
MPD i dypet	-42,3	4,0	2,3	-4,8	24,8	22,1
Lettleire						
MPD, runde 1				-1,4	10,3	11,5
MPD, runde 2	-11,7	-3,7	-2,6	-3,9	-35,9	-29,9
MPD, runde 3	-28,7	-18,5	-16,8			
MPD*, runde 1	50,2	83,8	69,4	-22,7	-18,5	-16,9
MPD*, runde 2				-28,8	-52,5	-49,4
MPD i dypet	-20,0	-0,1	2,3	7,6	19,9	22,1
Stiv leire						
MPD, runde 1				3,1	10,3	11,5
MPD, runde 2	-8,8	-3,7	-2,6	-20,0	-35,9	-29,9
MPD, runde 3	-25,0	-18,5	-16,8			
MPD*, runde 1	66,6	83,8	69,4	-22,8	-18,5	-16,9
MPD*, runde 2				-54,8	-52,5	-49,4
MPD i dypet	-11,1	-0,1	2,3	7,6	19,9	22,1

Tabell T. 3: Resultater fra analyse av «Skjønsmessige jordfuktighetsverdier» fra Kuba. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Kuba_A			Kuba_B		
Inf. forsøk	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD, runde 1	1,7	13,2	16,5			
MPD, runde 2				10,6	25,4	28,5
MPD, runde 3				-49,8	4,2	14,7
MPD*	-40,5	-26,0	-8,2	-26,1	12,0	17,2
Silt						
MPD, runde 1	-11,8	13,2	11,0			
MPD, runde 2				-3,2	25,4	23,3
MPD, runde 3				-90,2	4,2	-2,9
MPD*	-42,1	-26,0	-28,0	-0,5	12,0	-17,7
Lettleire						
MPD, runde 1	-4,2	5,4	11,0			
MPD, runde 2				4,3	18,1	23,3
MPD, runde 3				-58,2	-41,5	-2,9
MPD*	-37,9	-29,5	-28,0	0,6	-19,5	-17,7
Stiv leire						
MPD, runde 1	1,1	5,4	11,0			
MPD, runde 2				9,9	18,1	23,3
MPD, runde 3				-51,0	-41,5	-2,9
MPD*	-41,1	-29,5	-28,0	-26,9	-19,5	-17,7

Tabell T. 4: Resultater fra analyse av «Skjønsmessige jordfuktighetsverdier» fra Langmyr. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Langmyr_A			Langmyr_B		
Inf. forsøk	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD, runde 1	4,8	17,9	20,5	-0,2	12,9	15,3
MPD, runde 2	7,0	26,9	30,8			
MPD*	2,3	10,8	14,8	5,8	15,4	17,1
Silt						
MPD, runde 1	-7,5	17,9	16,1	-13,4	12,9	5,1
MPD, runde 2	-12,5	26,9	24,1			
MPD*	-5,1	10,8	8,7	-3,9	15,4	13,4
Lettleire						
MPD, runde 1	-0,6	11,4	16,1	-7,3	4,0	5,1
MPD, runde 2	-1,0	16,7	24,1			
MPD*	-1,2	7,0	8,7	0,3	11,8	13,4
Stiv leire						
MPD, runde 1	4,2	11,4	16,1	-0,7	4,0	5,1
MPD, runde 2	6,2	16,7	24,1			
MPD*	1,6	7,0	8,7	5,1	11,8	13,4

Tabell T. 5: Resultater fra analyse av «Skjønsmessige jordfuktighetsverdier» fra Sofie. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Sofie_A			Sofie_B		
Inf. forsøk	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD, runde 1	-0,5	16,3	19,2	-10,3	-8,4	-5,8
MPD, runde 2				-16,3	-7,1	-2,7
MPD, runde 3				-12,9	-4,8	-2,2
MPD*	-33,0	-5,0	-0,2	-37,3	-15,4	-10,3
MPD i dypet				5,9	19,3	22,6
Silt						
MPD, runde 1	-19,7	16,3	14,3	-6,7	-8,4	-10,2
MPD, runde 2				-17,6	-7,1	-9,3
MPD, runde 3				-24,0	-4,8	-6,5
MPD*	-44,7	-5,0	-18,1	-26,9	-15,4	-22,5
MPD i dypet				-5,5	19,3	17,0
Lettleire						
MPD, runde 1	-9,1	7,0	14,3	-11,1	-8,7	-10,2
MPD, runde 2				-17,3	-11,1	-9,3
MPD, runde 3				-16,5	-8,0	-6,5
MPD*	-35,2	-20,1	-18,1	-42,8	-24,6	-22,5
MPD i dypet				-1,6	14,0	17,0
Stiv leire						
MPD, runde 1	-1,1	7,0	14,3	-10,9	-8,7	-10,2
MPD, runde 2				-17,0	-11,1	-9,3
MPD, runde 3				-13,4	-8,0	-6,5
MPD*	-33,8	-20,1	-18,1	-38,0	-24,6	-22,5
MPD i dypet				5,2	14,0	17,0

Tabell T. 6: Resultater fra analyse av «Skjønnsmessige jordfuktighetsverdier» fra Vold. * betyr at bakken var fuktet (opptil 1 time) før start av forsøket.

Inf. forsøk	AVVIK [%] fra referanse-K _{sat}					
	Vold_A			Vold_B		
	Tørr	Fuktig	Våt	Tørr	Fuktig	Våt
Sand						
MPD	1,2	16,8	19,5	-7,5	-60,7	3,3
MPD*	-10,1	1,8	5,9	-9,0	-3,1	-1,2
MPD*, runde 2				-28,9	-8,4	-2,8
MPD i dypet	-24,2	4,2	-1,9	-4,3	5,2	8,3
Silt						
MPD	-16,1	16,8	10,6	-74,5	-60,7	-69,1
MPD*	-20,7	1,8	2,2	-13,7	-3,1	-4,3
MPD*, runde 2				-45,3	-8,4	-12,2
MPD i dypet	-96,1	4,2	0,6	-10,0	5,2	1,8
Lettleire						
MPD	-6,2	9,2	10,6	216,8	-75,5	-69,1
MPD*	-17,8	0,3	2,2	-12,3	-5,2	-4,3
MPD*, runde 2				-37,0	-21,9	-12,2
MPD i dypet	-12,7	-2,2	0,6	-5,9	0,3	1,8
Stiv leire						
MPD	0,6	9,2	10,6	-9,9	-75,5	-69,1
MPD*, runde 1	-10,9	0,3	2,2	-29,7	-21,9	-12,2
MPD*, runde 2				-9,5	-5,2	-4,3
MPD i dypet	-25,0	-2,2	0,6	-4,9	0,3	1,8

Vedlegg U Regresjonslinjer for Dobbelring- infiltrrometer

Regresjonslinjer for infiltrasjonsforsøk gjennomført med Dobbelring-infiltrrometer ved de ulike lokalitetene er vist i Tabell U. 1.

Tabell U. 1: Regresjonslinjer [mm/min] for infiltrasjonsforsøk med Dobbelring-infiltrrometer, med tilhørende R-verdi og R²-verdi.

Lokalitet_forsøk	Regresjonslinje	R-verdi	R ²
Deich_A_runde 1	$f = 1,99 + 5,43 * e^{(-0,46x)}$	0,98	0,96
Deich_A_runde 2	$f = 0,59 + 5,92 * e^{(-0,026x)}$	0,97	0,94
Deich_B_runde 1	$f = 2,28 + 3,50 * e^{(-0,71x)}$	0,89	0,79
Deich_B_runde 2	$f = 1,40 + 2,54 * e^{(-0,059x)}$	0,83	0,69
Jupiter_A_runde1	$f = 3,94 + 20,43 * e^{(-0,64x)}$	0,83	0,69
Jupiter_A_runde2	$f = 2,68 + 27,04 * e^{(-0,10x)}$	0,85	0,72
Jupiter_B	$f = 4,27 + 13,92 * e^{(-2,11x)}$	0,98	0,96
Kuba_A	$f = 2,70 + 1,47 * e^{(-0,042x)}$	0,52	0,27
Kuba_B	$f = 0,20 + 8,36 * e^{(-0,076x)}$	0,86	0,74
Langmyr_A_runde1	$f = 28,24 + 23,39 * e^{(-1,09x)}$	0,72	0,52
Langmyr_A_runde2	$f = 18,38 + 751,88 * e^{(-0,50x)}$	0,58	0,34
Langmyr_A_runde3	$f = 14,74 + 52796833,53 * e^{(-0,81x)}$	0,61	0,37
Langmyr_B_runde1	$f = 13,71 + 11,77 * e^{(-0,95x)}$	0,74	0,55
Langmyr_B_runde2	$f = 9,73 + 3388,33 * e^{(-0,37x)}$	0,49	0,24
Sofie_A	$f = 1,27 + 3,76 * e^{(-0,13x)}$	0,97	0,94
Sofie_B	$f = 0,26 + 0,10 * e^{(-0,076x)}$	0,93	0,86
Vold_A	$f = 2,05 + 2,59 * e^{(-0,17x)}$	0,84	0,71
Vold_B	$f = 0,089 + 1,10 * e^{(-0,36x)}$	1,00	1,00

Vedlegg V Metoder for jordfysiske analyser

V.1 Kornfordelingsanalyse etter pipettemetoden

I forkant av pipettemetoden ble jordprøvene videre forbehandlet for å fjerne organisk materiale, samt for å separere jordpartiklene. 10 g av hver jordprøve ble brakt i suspensjon med destillert vann (20 mL). 33 % hydrogenperoksid (H₂O₂) ble tilsatt (10 mL) for å fjerne organisk materiale ved oksidasjon (Øien og Krogstad, 1989). Dette ble gjort både med og uten oppvarming. H₂O₂ ble tilsatt i tre omganger, grunnet det høye innholdet av organisk materiale i jordprøvene. Prøvene ble stående i et par dager for å la reaksjonsprosessen skje.

Da det organiske materialet var oksidert, ble jordprøvene vasket med destillert vann og dispergering foregikk ved å tilsette saltsyre (2M HCl, 10 mL) og natriumpyrofosfat (0,05 M Na₄P₂O₇, 50 mL). Suspensjonene, som så var dispergert og oksidert, ble overført til 400 mL sylindere, klare for pipettemetoden. Analysen ble utført av avdelingsingeniør Magdalena Rygalska (NMBU).

Ved bruk av pipettemetoden blir kornfordelingen til en jordprøve bestemt ut ifra sedimentasjonshastigheten til de forskjellige partiklene som finnes i jordprøven. Denne sammenhengen beskrives med Stokes lov:

$$v = \frac{\mu_s - \mu_w}{18\eta} g d_e^2 \quad (\text{V.1.1})$$

der v er sedimentasjonshastigheten til et sfærisk objekt, μ_s og μ_w er tettheten til henholdsvis jordpartikler og vann, d_e er effektiv partikkeldiameter, g er tyngdeakselerasjonen og η er viskositeten til vann.

Temperaturen til løsningen i sylindrene ble målt med en nøyaktighet på 1°C, for å beregne sedimentasjonstiden for forskjellige jordpartikkel-fraksjoner. Løsningene ble blandet grundig for å sikre suspensjon av alle jordpartiklene. Med en pipette ble 20 mL av suspensjonen ekstrahert ved ulike tidsintervaller. Tidsintervallene var tidligere bestemt av temperaturen i suspensjonen. På denne måten ble kornstørrelser fra leire til grov silt fjernet fra løsningen. Den gjenværende suspensjonen ble siktet gjennom sifter med størrelser på 600 µm, 212 µm og 63 µm, for å bestemme sandfraksjonene. Prøvene ble tørket ved 105°C og vekten av hver fraksjon ble notert.

Forbehandling og pipettemetoden ble utført på totalt 28 jordprøver, gjennom 3 serier.

V.2 Volumetrisk vanninnhold

Jordens porøsitet kan beregnes etter følgende formel:

$$\varphi = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_m} \quad (\text{V.2.1})$$

der

φ = porøsitet [%]

$\rho_b = \text{romvekt [g/cm}^3\text{]}$

$\rho_m = \text{massetetthet, 2,66 [g/cm}^3\text{]}$

V.3 Tørrstoffinnhold

Tørrstoff defineres som rest etter tørking. Bestemmelse av tørrstoffinnhold til jordprøvene ble utført slik det er beskrevet i NS4764; en kjent prøvemengde ble tørket ved 105°C (minst 20 timer) og gjenværende rest ble veid.

Tørrstoff [%] kan beregnes etter formelen (NS4764):

$$TS = \frac{m_3 - m_1}{m_2} * 100 \quad (\text{V.3.1})$$

der

$x = \text{tørrstoff i prosent av jordprøve}$

$m_3 = \text{vekt av digel og jordprøve etter tørking (105°C)}$

$m_1 = \text{vekt av digel}$

$m_2 = \text{innveid jord (vekt) før tørking}$

V.4 Glødetap

Organisk materiale ble estimert ved en glødetapstest av de tørkede prøvene. Glødetap defineres som tørrstoffets vektminsking ved gløding, og ble bestemt i prosent av tørrstoffinnhold i henhold til Krogstad (1992) og (Norsk Standard, 1980). Porselensdigler ble fylt med jordprøver, og disse ble veid før og etter gløding i muffelovn ved 550°C i to timer, se **Feil! Fant ikke referanse-kilden..** Temperaturen på 550°C ble valgt fordi den er hensiktsmessig i forhold til å ødelegge organisk materiale, uten at større mengder uorganisk stoff går tapt (Norsk Standard, 1980).

Beregning av prøvens glødetap gjøres ut ifra formelen:

$$GT = \frac{m_3 - m_4}{m_3 - m_1} * 100 \quad (\text{V.4.1})$$

der

$GT = \text{Glødetap [\%]}$

$m_3 = \text{vekt av digel og jordprøve etter tørking (105°C) [mg]}$

$m_4 = \text{vekt av digel og jordprøve etter gløding (550°C) [mg]}$

$m_1 = \text{vekt av digel [mg]}$

V.5 pF-analyse

Metning av sylindrerprøvene

Jordprøvene ble veid og deretter satt til metning i et vannkar i to døgn, som første steg i pF-analysen. Syllinderprøvene ble dekket til med gassbind på over -og undersiden for å unngå tap av finstoff.

I løpet av pF-analysen ble jordprøvene analysert ved ulike pF-grenser basert på sug ($-\psi$) [bar].

Kjøring til 0,02 bar (pF 1,2) med sandboks

Ved analysering av vannlagringsevne ved 0,02 bar ble det benyttet sandbokser etter metoden beskrevet av Eijkelkamp (2007).

Jordprøvene ble plassert i en sandboks, som første steg i pF-analysen. En sandboks er en boks fylt med sand, dekket med en nylonduk. Nylonduken hindrer at sanden i boksen og sedimenter fra jordprøvene blandes. Hver sylinter ble presset forsiktig ned mot sanden for å få god jord-sand kontakt (Børresen, 2011). Det ble satt på et sug på 20 hPa, og et lokk ble plassert på sandboksene for å unngå fordampning. Ekstrahert vann fra jordprøvene ble ledet fra sandboksen og ut gjennom et rør til en målesylinder. Forsøket ble avsluttet etter en drøy uke, da systemet hadde oppnådd likevekt, og væskebalansen i målesylindren var konstant.

Kjøring til 0,1 bar (pF2), 1 bar (pF3) og 3 bar (pF3) i trykkammere

For trykk på 0,1, 1 og 3 bar ble det benyttet keramiske plater plassert i trykkokere (5 bar pressure plate extractor) fra Soil Moisture Equipment Company, Santa Barbara, California. Analysene ble utført som beskrevet av Børresen (2014). Prøvene ble plassert på vannmettede keramiske plater i et trykkammer. Når prøvene ble utsatt for sug ble vannet i jordprøvene ekstrahert og ledet ut gjennom de keramiske platene, deretter videre gjennom et rør og ut av trykkammeret. En målesylinder på utsiden ble benyttet for å måle hvor mye vann som var ekstrahert, og samtidig for å si noe om likevekt. Når vannivået i sylindren var stabilt hadde systemet nådd likevekt.

Når likevekt var oppnådd ved de ulike pF-grensene, ble prøvene veid, før man gikk over til neste trinn. Etter analyse av pF-grense for trykk på 0,1 bar, ble prøvene analysert for luftkapasitet og luft-permeabilitet med henholdsvis et lufttryknometer og et luftpermeameter.

Luftinnhold

Luftinnholdet i sylinterprøvene ved sug på 0,1 bar ble målt ved hjelp av et lufttryknometer. Dette ble gjort i henhold til Torstensson & Erikson (1936). Det ble laget en kalibreringskurve for dagens trykkvariasjon. Lufttryknometeret måler luftkapasiteten til hver sylinterprøve, altså volum luft i sylinterprøven. For hver måling ble sylindren plassert i et målekammer, og trykkventilen ble åpnet. Når trykkmåleren viste 1000, ble trykkventilen dreid om (stengt) slik at trykkmåleren var forbundet til målekammeret. Trykket ble notert da det hadde stabilisert seg (Børresen, 2011).

Luftpermeabilitet og mettet vannledningsevne

Luftpermeabiliteten til hver sylinterprøve ble målt ved sug på 0,1 bar med et luftpermeameter (**Feil! Fant ikke referansekilden.**) i henhold til Børresen og Haugen (2003).

Luftpermeameteret måler strømming av luft gjennom jordprøven.

Permeameteret var koblet til en kompressor og to ventiler som kontrollerte mengden luft som strømmet gjennom apparatet. Når ventilene ble åpnet, ble luften ledet gjennom et rammeverk med tre Platon luftstrømningsmålere, som hadde ulike størrelser å måle på. En av luftmålerne var åpen hele tiden. Apparatet var videre forbundet til en vannsøyle, med et lufttrykk på 15 cm v.s. Hver av jordprøvene ble plassert i luftpermeameteret og utsatt for luftstrømning fra kompressoren. Mengden frigjort luft ble justert for ved å stabilisere vannet i vannsøylene til et nivå på 15 cm. Luftstrømningen ble notert fra den aktive luftmåleren.

Vannpermeabilitet ble beregnet ut i fra målingene fra luftpermeabilitet, ved bruk av følgende formel (Riley, 1996):

$$\text{Vannpermeabilitet } [\mu\text{m}^2] = 0,106 * \text{luftpermeabilitet}^{1,31} \quad (\text{V.5.1})$$

Mettet vannledningsevne (K_{sat}) ble estimert ut ifra luftpermeabiliteten ved bruk av følgende formel (Riley 1996):

$$K_{\text{sat}} (\text{ved } 10 \text{ } ^\circ\text{C}) [\text{cm/t}] = \text{Vannpermeabilitet} * 2,70 \quad (\text{V.5.2})$$

Kjøring til 15 bar (pF 4,2)

Etter analyse av pF-grense på 3 bar, ble prøvene tørket ved 105°C i to døgn, og deretter veid. For det høyeste trykket på 15 bar ble visnegrense målt (pF 4,2) og utført som beskrevet av Børresen (2014). For denne analysen ble det benyttet materiale av siktet jordprøve (2 mm sikt), og frasikt over 2 mm ble fjernet (prøvene fra samme sjikt ble slått sammen, innad i hver blokk). Deler av jordprøvene ble overført til små plastsylindere hvor de ble mettet med vann.

Måling av visnegrense ble utført ved bruk av keramiske plater og trykkammer (15 bar ceramic extractor, Soil Moisture Equipment Company). Prøvene stod i kammeret i en drøy uke, til likevekt var oppnådd. Prøvene ble veid både våte og tørre.

Det ble foretatt følgende beregninger (Børresen, 2014):

1. Jordtetthet [g/cm^3]: Netto tørrvekt * [g]/ 100 [cm^3]
2. Vannvolum ved gitt pF-grense [vol%]: Vekt av sylinder ved pF-grense – tørrvekt
3. Vanninnhold ved 15 000 hPa [vekt%]:
(100*(vekt ved 15 000 hPa – tørrvekt))/ netto tørrvekt [g]
4. Vannvolum ved 15 000 hPa [vol%]: vekt% vann ved 15 000 hPa * jordtetthet [g/cm^3]
5. Porevolum [vol%]: Luftvolum ved 100 hPa + vannvolum ved 100 hPa
6. Nyttbart vann [vol%]: Vannvolum ved 100 hPa – vannvolum ved 15 000 hPa

*Netto tørrvekt = (vekt av tørr sylinder + jord) - sylindervekt

Vol% vann og luft ved gitte pF-grenser brukes for å beskrive porestørrelsesfordelingen i jorda, hvor følgende sammenhenger er gitt (Riley 1996):

Vol% luft ved pF 2 (100 hPa) viser andel drenerbare porer ($>30 \mu\text{m}$). Vol% vann bundet mellom pF 2 og pF 4,2 (15 000 hPa) tilsvarer vol% mellomstore porer (0,2 -30 μm). Vol% vann bundet ved pF 4,2 tilsvarer vol% små porer ($<0,2 \mu\text{m}$) og vann bundet til partikkeloverflater.

Vedlegg W Rulleprøven (Øien & Krogstad, 1989).

Etter utrullingsprøve, strykningsprøve og farge kan jordarten bedømmes slik det fremgår av Tabell W. 1 (Øien & Krogstad, 1989).

Tabell W. 1: Utrullingsprøve (rulleprøve), strykningsprøve og farge på ulike jordarter.

Jordart	Utrullingsprøve	Strykningsprøve	Farge
Grov sand (2,0-0,6 mm)	Kan ikke ruller ut	Jorda alltid i enkeltkornstruktur	Rød eller spraglet
Middels sand (0,6-0,2 mm)	“	“	Lysegrå, svak sandfarget
Fin sand (0,2-0,06 mm)	“	Meget løs, går lett istykker	“
Grov silt (0,06-0,02 mm)	4-6 mm	Meler meget sterkt	Lysegrå
Middels silt (0,02-0,006 mm)	“	Meler meget sterkt (melaktig pulver)	“
Fin silt (0,006-0,002 mm)	“	“	“
Leire (< 0,002 mm)	< 1 mm	Meler ikke	Mørkegrå
Leirfattig jord (< 5% leire)	Hvis siltrik 4-6 mm	Meler hvis siltrik	Lysegrå
Leirfattig jord (5-10% leire)	3 mm	Meler ganske sterkt	“
Lettleire (10-25% leire)	2 mm	“	“
Mellomleire (25-40% leire)	1-1,5 mm	Meler lite	Ganske lysegrå eller rødbrun
Stiv leire (40-60% leire)	1 mm	Meler ikke	Grå, gråbrun eller rødbrun
Svært stiv leire (> 60% leire)	<1 mm	“	“

Vedlegg X Statistikk

Deskriptiv statistikk for K_{sat} -verdier for alle metoder (alle jordtyper inkludert), finkornede jordarter og grovkornede jordarter er vist i hhv. Tabell X. 1, Tabell X. 2 og Tabell X. 3.

Tabell X. 1: Deskriptiv statistikk for K_{sat} -verdier [cm/t] fra MPD-forsøkene, beregnet med Matlab-scriptet (Vedlegg Q) og basert på infiltrasjonsmålinger (inf). Følgende parametere vurderes: Minimum-verdi (min), Maksimum-verdi (max), Gjennomsnitt (Gj.snitt), Median, standardavvik (σ), varians (σ^2), standardfeil (std.feil), og antall (n).

K_{sat} [cm/t]	Min	Maks	Gj.snitt	Median	σ	σ^2	Std.feil	n
MPD (inf.)	6,9	73	29,0	28,1	17,3	297,9	3,9	20
Dobbelring (inf.)	6,9	73	29,0	28,1	17,3	297,9	3,9	20
MPD (matlab)	1,1	33,1	11,9	9,3	8,3	68,4	1,9	19
Grop infiltrasjon	2,0	82,3	30,2	29,0	24,8	614,3	7,8	10
Mariotte infiltrometer	2,0	82,3	30,2	29,0	24,8	614,3	7,8	10

Tabell X. 2: Deskriptiv statistikk for K_{sat} -verdier fra finkornede jordarter.

K_{sat} [cm/t]	Min	Maks	Gj.snitt	Median	σ	σ^2	Std.feil	n
MPD (inf.)	6,9	53,3	21,3	20,2	14,1	212,1	4,1	12
Dobbelring (inf.)	0,5	21,3	10,2	10,7	7,9	63,6	2,3	12
MPD (matlab)	1,1	26,2	10,5	8,2	7,7	63,2	2,2	12
Grop infiltrasjon	2,0	34,9	15,7	10,5	13,2	174,9	5,4	6
Mariotte infiltrometer	0,5	22,1	6,2	2,3	8,3	68,9	3,4	6

Tabell X. 3: Deskriptiv statistikk for K_{sat} -verdier fra grovkornede jordarter.

K_{sat} [cm/t]	Min	Maks	Gj.snitt	Median	σ	σ^2	Std.feil	n
MPD (inf.)	24,7	73,0	40,3	35,0	15,8	248,5	5,6	8
Dobbelring (inf.)	10,6	89,5	45,8	41,5	34,1	1163,6	12,1	8
MPD (matlab)	5,1	33,1	14,1	12,5	8,7	75,5	3,1	8
Grop infiltrasjon	28,8	82,3	52,1	48,6	22,2	493,4	11,1	4
Mariotte infiltrometer	7,8	37,3	22,6	22,6	13,4	178,6	6,7	4



Norges miljø- og biovitenskapelig universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway