
MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen

Fund af glyphosat og AMPA i
drikkevand fra små
vandforsyningsanlæg i Storstrøms
Amt

Walter Brusch og Per Rosenberg
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Miljøprojekt Nr. 1163 2008

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
SUMMARY	9
1 INDLEDNING	11
1.1 FORMÅL	11
1.2 BAGGRUND	12
1.2.1 Små vandforsyningsanlæg i 4 amter	12
1.3 PESTICIDER OG COLIFORME BAKTERIER	13
1.3.1 BAM og glyphosat	13
1.3.2 Coliforme bakterier	14
1.4 GEOLOGI	14
2 METODER	17
2.1 UDVELGELSE AF ANLÆG	17
2.2 ANALYSE PROGRAM	17
2.3 PRØVEUDTAGNING AF VANDPRØVER OG JORDPRØVER	18
2.3.1 1. prøvetagningsrunde	18
2.3.2 2. prøvetagningsrunde	18
2.4 SEDIMENTOLOGI OG BESKRIVELSE AF HÅNDBORINGER	21
2.5 INTERVIEWUNDERSØGELSE	22
2.6 FOTOGRAFERING AF ANLÆG	22
2.7 PCA OG ANDRE ANALYSER	22
2.7.1 Beskrivelse af principper for PCA, Cluster analyse og PLS-R	22
3 RESULTATER	25
3.1 BESKRIVELSE AF ANLÆG	25
3.1.1 Belægning, terranfald og forureningsrisiko	27
3.1.2 Forurenede grunde	28
3.1.3 Nedlæggelse af små vandforsyningsanlæg	29
3.2 INTERVIEWUNDERSØGELSE	29
3.3 PESTICIDER: GLYPHOSAT, AMPA OG BAM	31
3.3.1 Glyphosat og AMPA	31
3.3.2 BAM	33
3.3.3 BAM, glyphosat og AMPA	33
3.3.4 Vurdering af BAM og glyphosat i prøver fra forskellige udtagningssteder	35
3.3.5 Diskussion pesticider	38
3.4 COLIFORME BAKTERIER	41
3.4.1 Diskussion af transport og overlevelse af coliforme bakterier i jord	43
3.4.2 Håndboringer og coliforme bakterier	45
3.5 UDVALGTE HOVEDBESTANDDELE	47
3.6 STATISTISKE BEARBEJDNING AF RESULTATER	52
3.6.1 Statistisk bearbejdning af data fra 2001/2002	52

3.6.2	<i>Statistisk bearbejdning af data fra 2005</i>	53
4	TVÆRGÅENDE SAMMENSTILLING AF RESULTATER	57
5	DISKUSSION	63
5.1	ANALYSER	63
5.2	BRØNDTYPER OG DERES INDRETNING	63
5.3	GEOLOGISKE FORHOLD	63
5.4	INTERVIEWUNDERSØGELSEN	64
5.5	STATISTISKE BEARBEJDNING AF DATA INDSAMLET I 2005	65
5.6	USIKKERHEDER, DE ANVENDTE METODERS EGNETHED	66
6	KONKLUSION	69
7	PERSPEKTIVER	73
7.1	VIDENSKABELIGE	73
7.2	ADMINISTRATIVE	73
8	ORDLISTE	77
9	REFERENCER	79

- Bilag 1: Resultater fra tidligere undersøgelser
- Bilag 2: Geologisk beskrivelse og sprækkedannelse i till
- Bilag 3: Principper bag beskrivelse af sedimentprøver, facies beskrivelse
- Bilag 4: Spørgeskema anvendt ved undersøgelsen i 2005
- Bilag 5: Detaljeret beskrivelse af anlæg med fund af glyphosat eller AMPA
- Bilag 6: Resultater fra interviewundersøgelser
- Bilag 7: Glyphosat, AMPA analyser, vand- og jordanalyser
- Bilag 8: Coliforme bakterier
- Bilag 9: Hovedbestanddele
- Bilag 10: Statistiske bearbejdning af resultater fra Storstrøms Amt

Forord

Projektet *"Fund af glyphosat og AMPA i drikkevand fra små vandforsynings anlæg i Storstrøms Amt"* er et samarbejdsprojekt mellem GEUS, Miljøstyrelsen og Storstrøms Amt.

Projektet har til hensigt at vurdere, hvorfor der er konstateret mange fund af glyphosat og AMPA i små vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt ved en undersøgelse fra 2004 (Brüsch et al, 2004), mens stofferne kun er fundet sjældent i to andre amter i samme undersøgelse.

I forbindelse med gennemførelsen af projektet blev der nedsat en styringsgruppe med følgende medlemmer:

Specialkonsulent Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen, formand for styregruppen
Cand. Scient. Steen Marcher, Miljøstyrelsen
Lektor Carsten Petersen, Institut for Jordbrugsvidenskab, KU
Civilingeniør Henrik Andersen, Storstrøms Amt
Professor Karsten Høgh Jensen, Geologisk Institut, KU
Forskningsleder Ole Hørbye Jacobsen, Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, AAU
Afdelingsleder Poul Henning Petersen, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret

Walter Brüsch, GEUS, stod for gennemførelse af projektet bl.a. feltarbejde og bearbejdning af data, mens Statsgeolog Per Rosenberg, GEUS, gennemførte statistiske undersøgelser.

Henrik Andersen, Storstrøms Amt deltog i arbejdet med at kontakte anlægsejerne og udarbejdede kortmateriale omfattende depoter i amtet. Analyse af glyphosat og AMPA i jord- og vandprøver blev gennemført af EUROFINS.

Analyse af hovedbestanddele og BAM blev gennemført af GEUS.

Spire Kiergaard, GEUS, deltog i feltarbejdet og gennemførte BAM analyser af vandprøver, mens Simon Kopalski, GEUS, gennemførte de uorganiske analyser.

Sammendrag

Undersøgelsens formål var at undersøge, hvorfor glyphosat/AMPA blev fundet i 38 vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt i 2001/2002, hvor der var analyseret 193 små private vandforsyningsanlæg, der forsynede private husstande.

Ejerne af de 38 anlæg med tidligere fund af glyphosat eller AMPA blev kontaktet, og 28 anlæg blev undersøgt. Der blev genfundet glyphosat/AMPA i 15 anlæg svarende til at 54% i 2005 stadig indeholdt et eller begge stoffer. Ved 10 anlæg blev der fundet koncentrationer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$, svarende til 36% af de undersøgte anlæg.

Der blev genfundet glyphosat/AMPA i 14 gravede brønde, og i 1 borer i en gravet brønd. Der blev således ikke genfundet glyphosat eller AMPA i enkeltstående borer. Alle anlæg var lå i områder domineret af moræner.

12 anlæg blev undersøgt nærmere, og der var anvendt glyphosat nær anlæggene på 6 ejendomme, mens der ifølge en interviewundersøgelse ikke var anvendt glyphosat på matriklen ved 6 anlæg. 3 anlæg lå tæt på marker, hvor der var anvendt glyphosat, mens to anlæg lå ved marker, der var sprøjtet i efteråret 2004, hvor sprøjtemidlet ikke var kendt.

Hovedkilderne til glyphosat og AMPA i de undersøgte anlæg er formodentlig grundvand og/eller overfladevand, der stammer fra glyphosat behandlede gårdspladser, og grundvand der stammer fra behandlede marker. Derudover blev der fundet en række andre kilder. Der kunne ikke med sikkerhed fastslås en sammenhæng mellem fund og anvendelse af glyphosat i nærmiljøet omkring brøndene. Der blev ved de undersøgte anlæg fundet horisontale og vertikale makroporer i moræneleret, hvor transport af vand forekommer, men der kunne ikke med sikkerhed vises en sammenhæng mellem fund af glyphosat/AMPA og transport fra behandlede arealer gennem disse sprækkesystemer mod brøndene.

Sammenholdes afstanden til de formodede primære kilder med glyphosat/AMPA i de enkelte anlæg, findes, at koncentrationerne falder med stigende afstand til kilden. Denne sammenhæng betyder, at der formodentlig kan anvendes et afstandskriterium ved anlæg, der indvinder grundvand fra brønde for at sikre en overholdelse af grænseværdien for drikkevand på $0,1 \mu\text{g/l}$ i drikkevand fra sårbare anlæg.

Fund af coliforme bakterier i håndboringer ved anlæggene viser, at der kan ske en hurtig transport fra terræn ned til grundvandet via sprække- og bioporesystemer i moræneleret, samt at tidligere fund af bakterier i brønde også kan stamme fra højtliggende opsprækkede grundvandsmagasiner.

De undersøgte lokaliteter ligger alle i områder, hvor morænen er afsat under det Ungbaltiske isfremstød. Den Ungbaltiske moræne er karakteristisk ved udvikling af horisontalt opsprækkede zoner dannet som følge af issegmentering i Yngre Dryas (11.000 BP), hvor udfældning af islinser har

opsprækket morænen horisontalt (fissil zone). Den fissile zone har oprindeligt præget morænen fra terræn til ca. 2,5 meters dybde. Zonens dybde vil dog variere lokalt, mens zonens øvre grænse afhænger af senere klima påvirkninger: frost- og tørkesprækker, ormegange og rodpåvirkning. Ved 7-8 af anlæggene blev der fundet højporøse fissile zoner, som var i direkte forbindelse med de undersøgte brønde, og det kan ikke udelukkes at den samme zone ville kunne findes ved de øvrige anlæg. Der blev fundet flere åbentstående bioporesystemer (rodkanaler, ormegange eller sprækker) ved 7 anlæg, mens der ved de resterende 5 anlæg blev fundet åbentstående ormegange.

Den statistiske bearbejdning af de indsamlede data viste, at der kunne skelnes mellem to vandtyper med høje AMPA-koncentrationer svarende til "tyndt" og "tykt" vand, hvor det tynde vand svarer til regnvand, der hurtigt er transporteret fra overfladen og ned til det højtliggende grundvand eller til brøndene, mens grundvandet med et større indhold af hovedbestanddele har haft en længere opholdstid i magasinerne. Den statistiske bearbejdning af resultaterne viser en (negativ) sammenhæng mellem stigende afstand til grundvandsspejlet og faldende AMPA-indhold, hvilket afspejler at både glyphosat og AMPA-koncentrationer falder med stigende dybde i forhold til terrænoverflade. En positive sammenhæng mellem PO_4 og AMPA stemmer overens med, at der kan findes høje PO_4 -koncentrationer i de øverste jordlag, og at AMPA og PO_4 formodentlig følger samme transportveje.

Det dybereliggende grundvand vurderes som ikke sårbart overfor glyphosat/AMPA-forurening, med mindre der lokalt forekommer geologiske vinduer, hvor en hurtig transport mod dybtliggende grundvand kan ske. Det forventes ikke at finde tilsvarende sårbarhed for brønde i sandede områder, med mindre der er tale om direkte overfladisk tilstrømning af forurenat vand fra fx gårdspladser og andre sprøjtede arealer i umiddelbar tilknytning til anlægget.

Summary

Glyphosate and AMPA were found in 38 out of 193 analyzed small private water plants supplying private households in Storström County in 2001/2002. The water supply systems are all situated in areas dominated by till.

The owners of the 38 plants were contacted, and 28 plants were investigated. Glyphosate and/or AMPA were again found in 2005 in 15 plants, corresponding to 54%. In ten plants glyphosate/AMPA was found in concentrations exceeding 0.1 µg/l.

The 15 water plants extracted groundwater near the surface from 14 excavated wells and from 1 drilling situated in an excavated well. Glyphosate/AMPA were not found again in drillings extracting ground water from deeper levels in the reservoirs underbedding till layers.

Twelve water plants were investigated in detail, and the owners were interviewed, e.g. about use of glyphosate on their property. Use of glyphosate was reported close to 6 wells, while glyphosate was not used on the remaining six properties. Eight wells were situated near fields treated with glyphosate, and two wells were situated close to fields treated in the late autumn 2004, but the pesticide was not known.

The main sources of glyphosate/AMPA in the investigated wells were probably ground and surface water from sprayed courtyards and groundwater originating from sprayed fields. However other sources were also reported.

A relation between increasing distance to the source and decreasing glyphosate /AMPA concentrations was found. This means that it is possible to use a distance criterion in relation to wells extracting ground water from reservoirs situated near the surface.

Findings of coli bacteria in manual drillings sampling groundwater near the surface, indicate fast transport from the surface to the uppermost parts (1-2 m below surface) of the ground water in till via macro pore systems. Previous findings of bacteria in wells can therefore also be explained by transport of ground water through pore systems towards the wells.

The 12 localities investigated are situated in areas dominated by till deposited by the Young Baltic Ice during the last glacial advance. The Young Baltic till is also characterized by horizontal fractured zones generated by ice segmentation in Younger Dryas (11,000 BP), where precipitation of ice lenses fractured the clay till sediment. This fissile zone has originally characterized the till from terrain to about 2.5-meter depth, but the depth of the zone will vary locally. The upper boundary of the fissile zone depends on later and recent climatic influence and bioturbation: frost, thaw and desiccation fractures, worm burrows and root channels. Highly porous fissile zones were found at 7-8 localities, where the fissile zones were in direct contact with the wells. It can not be excluded that similar zones can be found at the remaining localities. Several open macro pore systems (root channels, worm burrows or

fractures) were found near 7 wells, and near the remaining 5 wells, open worm channels were found.

Multivariable statistic work on analytical data showed two water types with high concentrations of AMPA corresponding to "thin" and "thick" water. Thin water resembles precipitation water quickly transported from the surface towards the upper parts of the ground water in the till or direct to the wells, while "thick" ground water with a larger amount of chloride etc. has a longer residence time in the till reservoirs. A negative correlation between decreasing AMPA concentrations and increasing depth of the water table reflect, that both glyphosate and AMPA concentrations decrease with increasing depth of water sampling. A positive correlation between phosphate and AMPA may reflect high phosphate concentrations in the sediments near the surface, and that AMPA and phosphate presumably follow the same transport patterns.

It is not expected to find a similar vulnerability in sandy areas, unless surface water infiltrates directly towards the wells from sprayed courtyards or other treated areas in the immediate vicinity of the wells.

1 Indledning

GEUS publicerede rapporten "Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger" i foråret 2004, (Brüsch et al., 2004), der viste, at der i 54 ud af 615 undersøgte små vandforsyninger i 4 amter blev påvist glyphosat og/eller AMPA, og at der i 21 anlæg blev fundet koncentrationer over grænseværdien for drikkevand. 15 af disse fund over grænseværdien var fra Storstrøms Amt. En interviewundersøgelse af alle ejerne af de små vandforsyningsanlæg viste, at glyphosat ikke var anvendt hyppigere i Storstrøms Amt, og desuden viste forekomsten af andre analyserede pesticider (fx BAM) ikke en tilsvarende overrepræsentation i Storstrøms Amt. I projektet deltog Sønderjyllands Amt, Viborg Amt og Storstrøms Amt samt Københavns Amt. Fordelingen af glyphosat og AMPA i de 4 amter kunne ikke forklares ud fra anlæggenes tilstand eller placering.

Dette projekt skal undersøge, hvorfor der blev fundet en overrepræsentation af glyphosat/AMPA i Storstrøms Amt.

1.1 Formål

Formålet er at undersøge, hvilke særlige forhold der ligger til grund for, at glyphosat og AMPA blev fundet i drikkevandsprøver udtaget fra næsten hver femte undersøgte vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt i undersøgelsen gennemført i 2001/2002, (Brüsch et al. 2004).

Undersøgelsen skal klarlægge, om der i områder med højtliggende kalk dækket af tynde lerlag er en særlig risiko for udvaskning af glyphosat og AMPA til højtliggende grundvandsmagasiner, eller om der er andre lokale forhold som har betydning, herunder at afklare om glyphosat har været anvendt regelret, eller om der er tale om specielle anvendelser og transportforhold omkring de private vandforsyningsanlæg.

Der blev opstillet følgende hypoteser for mulige årsager til hvorfor glyphosat og AMPA er fundet hyppigt i Storstrøms Amt:

- De øvre grundvandsmagasiner er lokalt meget terrænnære og magasinerne er derfor sårbare overfor forurening på grund af hurtig transport fra overfladen fx gennem sprækker til de højtliggende magasiner, som kan bestå af opsprækket kalk, eller mindre sand- og gruslag eller kalkflager mellemlejret moræner.
- Der er særlige forhold i Storstrøms Amt som fx infiltrationsbrønde (nedhælningsbrønde for drænvand) knyttet til drænsystemer, hvor der kan ske en direkte infiltration af grund/drænvand til de højtliggende grundvandsmagasiner hvorfra der indvindes drikkevand.
- Den generelle tilstand af vandforsyningsanlæggene i Storstrøms Amt er ikke sammenlignelig med de tre øvrige amter, og udformningen af anlæggene betyder, at der kan ske en direkte forurening af gravede brønde eller boringer fra de omkringliggende overfladearealer.
- Behandlingsmønstret med glyphosat, herunder tilstedeværelse af punktkilder med høje koncentrationer, er anderledes i Storstrøms Amt end i de øvrige undersøgte amter.

1.2 Baggrund

1.2.1 Små vandforsyningsanlæg i 4 amter

Drikkevand udtaget fra 621 anlæg i 2000-2002 blev bl.a. analyseret for glyphosat og AMPA, og glyphosat og AMPA blev fundet i henholdsvis 6,1% og i 8,1 % af anlæggene, mens grænseværdien for drikkevand var overskredet i henholdsvis 1,3% og i 3,4%.

Vurderes fund af glyphosat og AMPA samlet og pr. amt blev der fundet glyphosat og/eller AMPA i 19,7% af de undersøgte anlæg i Storstrøms Amt, mens grænseværdien for drikkevand var overskredet i 7,8%. I de andre deltagende amter var antallet af fund over grænseværdien ubetydeligt, tabel 1.1.

Boringer med fund af glyphosat eller AMPA var ikke fordelt ligeligt på de 4 amter, og glyphosat og AMPA blev kun fundet i få boringer i Viborg og Sønderjyllands amter, svarende til 5 og 1,5% af de undersøgte anlæg tabel 1.1. I Storstrøms Amt blev der fundet glyphosat og/eller AMPA i 38 drikkevandsanlæg svarende til 19,7% af de undersøgte 193 anlæg. I Københavns Amt blev 28 anlæg analyseret for glyphosat og AMPA og i 3 blev et eller begge stoffer påvist, dog under grænseværdien for drikkevand.

Tabel 1.1 Glyphosat og AMPA analyser i de 4 amter. Opgørelse af antal anlæg analyseret og antal anlæg med fund af glyphosat/AMPA.

Glyphosat og AMPA	Anlæg analyseret for glyphosat/AMPA	Anlæg med fund af glyphosat eller AMPA		Anlæg med fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$	
		antal	%	antal	%
København	28	3	10,7	0	0
Storstrøm	193	38	19,7	15	7,8
Sønderjylland	195	3	1,5	2	1
Viborg	199	10	5	4	2
Alle 4 amter	615	54	8,8	21	3,4

Storstrøms Amt er mange steder karakteriseret af højtliggende kalk dækket af tynde opsprækkede lerlag. Undersøgelsen af de små vandforsyningsanlæg i de fire amter i undersøgelsen viste, at glyphosat ikke var anvendt hyppigere i Storstrøms Amt. Det er derfor sandsynligt at lokale forhold fx geologi favoriserer transport af glyphosat og nedbrydningsproduktet AMPA i områder karakteriseret af samme geologi som i Storstrøms Amt. Enten ved direkte nedslivning gennem opsprækkede lerlag til højtliggende opsprækket kalk, sand- og gruslinser mellemlejret moræner eller kalkflager mellemlejret moræner, hvorfra der indvindes grundvand til drikkevandsforsyning eller ved en mere direkte forurening af de små vandforsyningsanlæg fra gårdspladser eller andre befastede arealer.

Ud fra kort der viser morænerets tykkelse over kalken, kan der ses en sammenhæng mellem antallet af fund af glyphosat og AMPA og morænerets mægtighed, (Brüsch et al. 2004).

Opgørelsen af anlægstyper viste, at glyphosat og AMPA særligt findes i gravede brønde og i anlæg, hvor der indvindes drikkevand fra boringer sat i bunden af gravede brønde, (Brüsch et al. 2004). Denne fordeling på anlægstyper var forventelig, da netop de gravede brønde er konstrueret på en sådan måde at de allerøverste dele af grundvandet indvindes sammen med eventuelt dybere grundvand, mens boringer sat i bunden af gravede brønde erfaringsmæssigt ofte er utætte og derfor også indvinder vand fra højtliggende grundvandsmagasiner. Ved utætte boringer kan højtliggende grundvand eller brøndvand sive ned langs forerør eller borestammer, eller der er utæthed i

borestammen i brønden. Desuden kan borestammen være savet af under vandspejlet i brønden, således at anlægget også indvinder grundvand fra de øverste grundvandsmagasiner.

1.3 Pesticider og coliforme bakterier

I 2000 og 2001 blev der analyseret for en lang række pesticider bl.a. BAM, glyphosat og AMPA, bilag 1. Nedenfor gennemgås anvendelse og forekomst af BAM og glyphosat og desuden forekomst af coliforme bakterier, der kan anvendes til at karakterisere og beskrive højtliggende grundvandsmagasiner.

1.3.1 BAM og glyphosat

Da glyphosat bl.a. anvendes til bekæmpelse af ukrudt på befæstede arealer, ville man kunne forvente, at anlæggenes sårbarhed overfor en direkte forurening fra terræn eller ved nedsviining gennem de øverste jordlag ville være den samme på landsplan, (Brüsch et al. 2004). Dette er imidlertid ikke tilfældet, og en sammenligning med udbredelsen af BAM, hvor moderstoffet dichlobenil udelukkende har været anvendt ved bekæmpelse af ukrudt på befæstede arealer viser, at BAM findes omtrent ligeligt fordelt i de 4 amter. Da BAM er et mobilt stof, som kun i ringe grad sorberes, viser udbredelsen af BAM, at glyphosat/ AMPA's fysiske og kemiske egenskaber eller lokale transportveje må spille en rolle for udbredelses mønstret.

Den markante overrepræsentation af glyphosat og AMPA i Storstrøms Amt må derfor skyldes lokale geologiske forhold.

BAM er et nedbrydningsprodukt, som stammer fra nedbrydning af herbiciderne dichlobenil (Prefix og Casoron G) og chlorthiamid (Casoron). Chlorthiamid nedbrydes i jord til dichlobenil. Dichlobenil har været anvendt som granulat ved bekæmpelse af ukrudt på udyrkede arealer, især i bymæssig bebyggelse, på gårdspladser, i plantager og under prydræer og prydbuske i doseringer op til 400 kg/ha med 6,75% aktivstof svarende til 27 kg aktivstof/ha. Dichlobenil blev solgt sidste gang i Danmark i 1997, hvor Miljøstyrelsen forbød anvendelse af stoffet.

Glyphosat har ifølge interviewoplysninger været anvendt i nærheden af 229 anlæg svarende til 37% af de 628 undersøgte, (Brüsch et al. 2004). Opgøres disse anlæg pr. amt findes, at der i Storstrøms Amt er anvendt glyphosat ved 31% af de undersøgte anlæg. I Sønderjyllands og i Viborg Amter er glyphosat anvendt ved henholdsvis 43% og 38% af de undersøgte anlæg, mens der i Københavns Amt er anvendt glyphosat ved 20% af anlæggene. Anvendelsesmønstret for glyphosat kan derfor ikke anvendes til at forklare den hyppigere forekomst af glyphosat i Storstrøms Amt.

BAM blev i 2001 og 2002 fundet hyppigst af de undersøgte pesticider og nedbrydningsprodukter, der blev analyseret for i ca. 625 private anlæg i 4 amter. I 41% af anlæggene blev der fundet BAM, og 28,5% havde fund over grænseværdien for drikkevand. BAM blev i 2001/2002 fundet i 45,7% af de analyserede anlæg i Storstrøms Amt, heraf indeholdt 30,7% af anlæggene BAM over grænseværdien.

Da moderstoffet har været anvendt på befæstede arealer kan stoffet anvendes som indikator for forurening fra disse arealer.

1.3.2 Coliforme bakterier

Coliforme bakterier omfatter en gruppe af morfologisk og biokemisk nært beslægtede bakterier. Coliforme bakterier som gruppe forekommer naturligt i jord, forrådnede planter og overfladevand. Nogle coliforme bakterier er vidt udbredt i jord og overfladevand og kan vokse heri, mens andre - specielt *Escherichia coli* (*E.coli*) - anses for at være specifikke tarmbakterier hos varmblodede dyr og mennesker. *E.coli* kan normalt ikke overleve lang tid i jordmiljøer, og fund af *E.coli* vil derfor blive anset som en indikator for forurening med spildevand. Da *E.coli* er en naturlig bestanddel af tarmfloraen hos dyr og mennesker, kan der forekomme *E.coli* i jord og vand, der er forurennet med afføring fra dyr eller mennesker fx husspildevand, dyregødning, gylle o.lign.

Ved fund af *E.coli* er der en risiko for at også andre mikroorganismer kan være tilstede. Nogle af disse kan være sygdomsfremkaldende. Fund af *E.coli* i drikkevand anses normalt for en indikator parameter der indikerer en frisk forurening. Coliforme bakterier bruges ligeledes som indikator for, at der kan findes andre sygdomsfremkaldende bakterier eller vira i vandet.

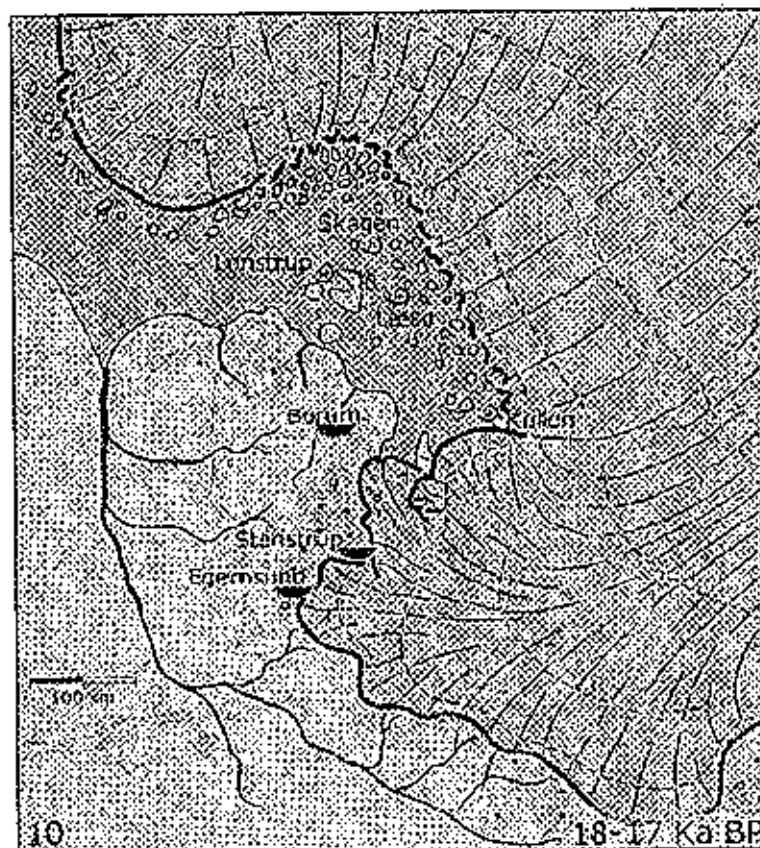
1.4 Geologi

Udbredelse af den Ungbaltiske moræne og karakteristiske egenskaber for denne er beskrevet af en lang række forfattere fx Hounmark-Nielsen, 2003, Kjar et al., 2003, Stokes & Clark, 2001, Jørgensen & Piotrowski, 2003, Christoffersen & Tulaczyk, 2003 og Klint 2001, som beskriver de Ungbaltiske isstrømme og tilbagesmeltningen af disse. Figur 1.1 viser den Ungbaltiske is' udbredelse i perioden 18.000- 17.000 år BP., hvor det ses at Lolland, Falster og Møn var dækket af isstrømmen.

Både geologi og sprækkedannelse i moræner i Storstrøms Amt er beskrevet detaljeret i bilag 2, for at vurdere forekomsten af de makroporer, hvor der kan ske en horisontal og vertikal transport af infiltrationsvand og grundvand. Morænen afsat af den Ungbaltiske is har en karakteristiske sammensætning som skyldes det lokale og regionale bagland, som isstrømmen har bevæget sig frem over. Dette bagland er domineret af kalkrige bjergarter, og den lokale til indeholder store mængder kalk.

Det er de lokale egenskaber, som den øvre del af moræneaflejringerne (0-2 meter under terræn) besidder, der er afgørende for morænenes sårbarhed overfor hurtig infiltration af vand fra overfladen. Den hydrauliske ledningsevne og sprækkestruktur er styret af en kombination af lokal mineralogi, og af hvilke klimatiske forhold samt bioturbation den øvre del af morænen har været udsat for i postglacial tid. Desuden har den lokale jordbearbejdning, herunder jordpakning (traktose) også betydning for jordtæthed, sprækkestrukturer og bioporer i de øverste 20 til 40 cm. De oprindelige tektoniske sprækker i den øvre del af morænen eksisterer ikke i dag pga. af påvirkning af ormegange, rødder og frost/tø effekt, som dels kan være af recent natur, og i de lidt dybere dele af den øvre moræne også kan stamme fra permafrost. Frost/tø gennem perioden fra afsmeltningen og frem til i dag har dannet både frostsprækker og islinser i det oprindelige lav porøse sediment, som i dag fremstår opsprækket både horisontalt og vertikalt.

En faktor som også kan have lokal indflydelse på en moræneler er forholdene under moræneleret. Såfremt der findes gode afdræningsforhold fra en opsprækket kalk eller et sandlag vil morænelers enheden under isen miste en del af sin plastiske egenskab, og enheden vil være udsat for opsprækning, når den overliggende is bevæger sig. Dette vil særligt være tilfældet i områder som fx Stevns, hvor kalken ligger ganske tæt ved terræn.



Figur 1.1 Paleogeografisk rekonstruktion for den Ungbaltiske is' udbredelse i perioden 18.000-17.000 år BP. Den maksimale udbredelse dækkede i perioden 19.000-18.000 år BP dele af Østjylland, fra Houmark-Nielsen & Kjær, 2003.

I Storstrøms amt blev der på mange af de besøgte lokaliteter fundet dels kompakteret og lamineret till som antagelig stammer fra recente frost/hændelser samt mange lidt større sprækkesystemer som antagelig stammer fra udvikling af frostsprækker, samt desiccation sprækker, der dannes ved udtørring.

Den øvre del af de undersøgte moræner indeholder ikke rester fra den oprindelige struktur, da morænen blev afsat, og sprækkesystemerne afspejler en kompleks påvirkning fra mange forskellige processer, der har forløbet sideordnet efter isen forlod området, herunder også bioturbation af fx orme og rester af dybtgående rødder fra gamle skovbevoksninger og fra afgrøder med dybtgående rødder.

Projektet omfattede udtagning af vandprøver fra drænsystemer, men det var karakteristisk, at det kun i få tilfælde var muligt at finde samlebrønde for drænen nær anlæggene. Dette skyldes ifølge anlægsejerne, at der kun sjældent står

vand på markerne, og at det derfor ikke er nødvendigt at gennemføre større vedligeholdelse af eksisterende drænsystemer.

2 Metoder

I metodeafsnittet er det gennemførte analyse program og prøveudtagnings metoder af jord og vandprøver gennemgået. Beskrivelse af sedimenttyper samt statistiske metoder er nævnt på baggrund af de udarbejdede bilag om emnerne.

2.1 Udvalgelse af anlæg

Der er tidligere ved gennemførelsen af projektet "Pesticid forurenet vand i små vandforsyninger" fundet 38 små private vandforsyningsanlæg med fund af glyphosat og/eller AMPA, (Brüsch et al. 2004).

Ejerne af disse 38 anlæg blev kontaktet pr. brev. Nogle af ejerne reagerede på brevet, mens resten blev kontaktet telefonisk.

2.2 Analyse program

Alle vandprøver udtaget fra anlæg, brønde og håndboringer er analyseret for glyphosat og AMPA samt for to bakterielle parametre – coliforme bakterier og E.coli. De bakterielle parametre blev analyseret for at undersøge om tidligere overskridelser af bakterielle parametre skyldtes direkte tilstrømning af overfladevand, eller om der var andre kilder til denne forureningstype. Desuden er jordprøver udtaget fra håndboringer og fra bunden af 2 brønde analyseret for glyphosat og AMPA.

Tabel 2.1 Stoffer aftalt analyseret i forbindelse med projektaftale i jord og vandprøver. Ud over disse stoffer blev der desuden analyseret for BAM og en række andre hovedbestanddele. * Glyphosat og AMPA – analysemetode MK2275 – GC/MS. ** E.coli og Coliforme bakterier – analysemetode DS2255. De coliforme bakterier er ikke analyseret med ColiHert®-metoden, der er mere følsom.

Stof	vandprøver	Jordprøver
Glyphosat*	X	x
AMPA*	X	x
Jern	x	
Fosfor	x	
Klorid	x	
Nitrat	x	
Ammonium	x	
Calcium	x	
E.coli**	x	
Coliforme bakterier**	x	

Ved den nærmere undersøgelse af anlæg med genfund af glyphosat/AMPA blev vandprøver fra anlæg, brønde, håndboringer og dræn også analyseret for en række hovedbestanddele: jern, fosfor, klorid, nitrat, ammonium og calcium, tabel 2.1. Ud over glyphosat og AMPA blev der analyseret for BAM samt følgende hovedbestanddele: NO₂, PO₄, SO₄, Na, K, Mg samt F og Br. Desuden blev pH og ledningsevne målt i vandprøverne.

Analyserne blev gennemført for at kunne beskrive den generelle grundvandskerni og transport i de øverste grundvandsmagasiner ved de enkelte besøgte lokaliteter, samt for at kunne sammenholde forskellige grundvandstyper fx på gårdspladser og tilstødende marker.

For yderligere at kunne gennemføre en beskrivelse af grundvandets transportveje blev der analyseret for BAM, fordi BAM's moderstof, dichlobenil, tidligere var godkendt til anvendelse på befæstede arealer som gårdspladser og veje, hvor også glyphosat har været anvendt.

Glyphosat, AMPA og bakterielle parametre blev analyseret af EUROFINS, mens hovedbestanddele og BAM blev analyseret af GEUS.

2.3 Prøveudtagning af vandprøver og jordprøver

2.3.1 1. prøvetagningsrunde

Glyphosat og AMPA analyserne i 1. prøvetagningsrunde blev gennemført, for at identificere de anlæg som stadig indeholdt glyphosat eller AMPA, efter disse stoffer var blevet fundet i anlæggene i 2001/2002.

Ved prøvetagning fra taphaner er taphanerne først rensset med 70% ethanol efter vandet i eventuelle ledningssystemet er udskiftet. Efter rensning med ethanol er taphanerne aftørret, og vandet har derefter løbe i nogle minutter. Der er fra vandhanerne udtaget vandprøver til analyse for to bakterielle parametre, AMPA og glyphosat samt for BAM.

Vandprøver udtaget direkte fra brønde (anlæg ude af drift) er udtaget 0,5 til 1 meter under vandspejlet i brønden med den flaske der anvendes til glyphosat analyse. Overskudsvandet i denne flaske er anvendt til den bakterielle vandprøve og til BAM analysen.

Rensede steriliserede flasker (1000 ml til glyphosat, AMPA, 500 ML til de bakterielle analyser) er leveret af EUROFINS. De anvendte flasker (125 ml) til jordprøver i 2. runde er ligeledes leveret af EUROFINS, mens flasker (20 ml) til analyse af vandprøver for BAM og hovedbestanddele er leveret af GEUS.

2.3.2 2. prøvetagningsrunde

Vandprøver fra anlæggene

Vandprøver ved 2. prøveudtagningsrunde er udtaget fra de udvalgte anlæg som beskrevet ovenfor, og der er desuden udtaget vandprøver fra de brønde, hvor der var placeret aktive indvindingsboringer i brøndene. Der blev også udtaget vandprøver til analyse af hovedbestanddele, hvor en delmængde til analyse af fx opløst jern blev filtreret i felten (sprøjtefilter CAMEO 30SS, PES membran, 0,45µm). Som i første prøvetagningsrunde blev der udtaget vandprøver til analyse for BAM.

Højtliggende grundvand

Ved gennemførelsen af håndboringer ved de udvalgte anlæg med fund af glyphosat/AMPA blev grundvandspejlets beliggenhed i forhold til terræn målt. Der blev gennemført to håndboringer pr anlæg undtagen enkelte tilfælde, hvor det ikke var hensigtsmæssigt at sætte mere end en håndboring. Håndboringerne blev gennemført med sneglebor, der er et modificeret

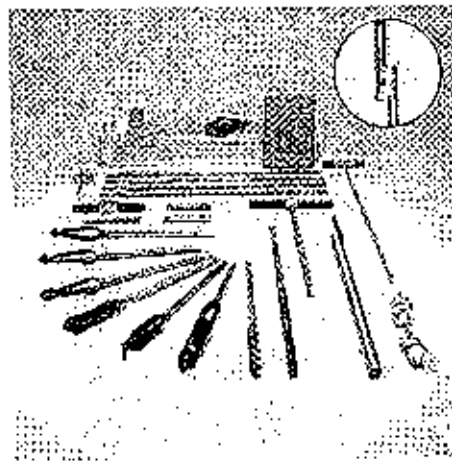
pålebor med forlængere, hvor der kan monteres forskellige sugespidsar konstrueret til forskellige sedimenttyper, figur 2.1.

Det allerøverste grundvand blev anboret og der blev udtaget jordprøver til analyse under borearbejdet. I enkelte tilfælde blev der anvendt håndboregrej fra det hollandske firma Eijkelkamp, figur 2.2, når der blev anboret stenlag, hvor stenene skulle presses ud i den omgivende matrix, før fortsat boring med det modificerede sneglebor. Før håndboringerne blev gennemført blev muldlaget gravet bort.

Figur 2.1 Sneglebor monteret forlængerstænger. Billedet til højre viser jordprøve på sneglebor. Modificeret fra almindeligt pålebor af Ole Stig Jacobsen, GEUS.



Figur 2.2 Eksempler på håndboregrej fra firmaet Eijkelkamp.



Vandprøverne fra håndboringerne blev udtaget med sugespids påmonteret en slange ført til en slangepumpe (peristaltisk pumpe, producent Ole Dich). Sugespidsen blev sat lidt under grundvandsspejlet, således at vandprøven repræsenterer det allerøverste grundvand. Spidsen blev ikke påmonteret snegl, da det var vanskeligt at sætte sneglen påmonteret sugespids ned i håndboringerne uden at skubbe sediment fra boringernes sider ned i boringen. Da boreddybden var lille, var det muligt at sænke sugespidsen ned i det øverste grundvand uden at forurene grundvandet med materiale fra overfladen. Spidsen og slangen blev skyllet med demineraliseret vand før prøvetagning, og

slanger og spids blev rensed ved gennempumpning af grundvand før prøvetagning ligesom slanger og spids blev tømt for vand efter prøvetagning. Den anvendte slangepumpe suger kun små mængder vand op og i langt de fleste tilfælde kunne vandprøverne udtages ved kontinuert prøvetagning. Der blev udtaget vandprøver fra alle håndboringer.

Placering af håndboringer i forhold til eksisterende anlæg

Vandprøverne blev udtaget fra håndboringer placeret fra 3 til ca 30 meters afstand fra anlæggene i det højtliggende grundvand opstrøms grundvandets strømningsveje. I å anlæggene tæt på dyrkningsarealer eller andre arealer, hvor glyphosat var anvendt, blev der udtaget vandprøver fra det højtliggende grundvand mellem anlægget og de behandlede arealer. Nogle håndboringer blev derfor sat i områder, hvor der ikke var anvendt glyphosat, mens andre blev sat på arealer, hvor der var anvendt glyphosat fx på gårdpladser eller i kanten af marker.

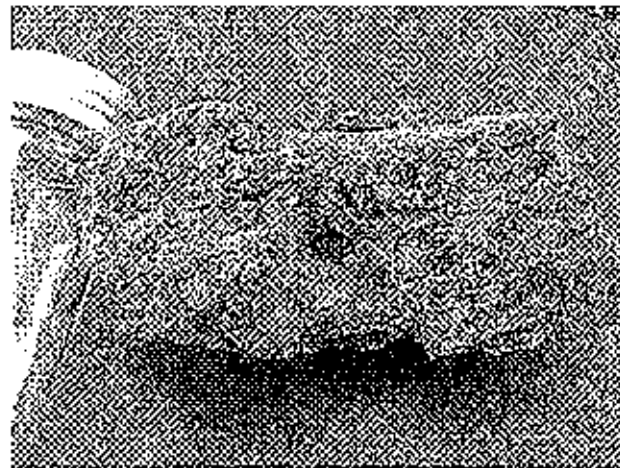
Nedsivningsanlæg, drænsystemer og andre brønde

Undersøgelsen omfattede også mulighed for at udtage vandprøver fra et begrænset antal nedsivningsanlæg i forbindelse med drænsystemer, hvor der nedsives drænvand direkte til det højtliggende grundvand, samt fra andre eksisterende brønde tæt ved de undersøgte anlæg. Da drænvand ofte indeholder både glyphosat og AMPA kan nedsivningsanlæg i nogle tilfælde være en direkte forureningskilde.

Imidlertid blev der ikke fundet nedsivningsanlæg eller almindelige drænbrønde ved anlæggene, hvilket skyldtes de undersøgte morænelerstypers høje porøsitet og permeabilitet. Ifølge nogle anlægsejerne står der kun sjældent vand på markerne og det er ofte ikke nødvendigt at gennemføre vedligeholdelse af eksisterende drænsystemer.

Det var heller ikke muligt at finde andre gravede brønde tæt ved de undersøgte anlæg. Der blev kun udtaget vandprøver fra to drænbrønde samt fra en rørlagt grøft, der var rørlagt tæt ved et anlæg.

Figur 2.3 Jordprøve fra sneglebor før afrensning. Alle prøver blev opbevaret i særlige glasflasker fra EUROFINS.



Jordprøver

Jordprøver til analyse for glyphosat og AMPA blev udtaget med håndbor. Før håndboringen blev gennemført er den øverste del af rodzonen fjernet (30-40 cm), og håndboringen derefter sat i det rensede areal. Da de undersøgte arealer alle var lerede, var det ikke nødvendigt at sætte forerør.

Jordprøverne blev udtaget under de opstrøms arealer nær anlægget, som anlægssejeren udpegede som behandlede med glyphosat samt fra håndboringer sat mellem brønd og arealer behandlet med glyphosat, dvs. under områder hvor der ifølge ejerne ikke var anvendt glyphosat. Enkelte af anlæggene blev undersøgt mere detaljeret og der blev udtaget jordprøver fra profiler under gårdpladser, hvor der var anvendt glyphosat. Figur 2.3 viser en jordprøve før afrensning. Afrensningen sikrer at jordprøven er uforurenet af sedimenter fra andre niveauer i håndboringen.

For at undersøge om der i bundslammet var sorberet glyphosat eller AMPA som måske kunne stamme fra uheld eller tidligere høje koncentrationer i brøndvandet blev der udtaget i alt 4 sedimentprøver fra bunden af to brønde, hvor det ene anlæg var i drift, mens indvindingen af drikkevand fra det andet anlæg var ophørt. Prøverne blev udtaget med en modificeret prøvetager fra Eijkelkamp, der blev forsynet med en tilbageløbsventil, se figur 2.4. Der blev udtaget 2 prøver fra det øverste slamlag i brøndene og 2 fra sedimenterne under slamlaget.

Figur 2.4 Prøvetager udviklet til udtagning af sedimentprøver fra bunden af to brønde.



2.4 Sedimentologi og beskrivelse af håndboringer

Alle sedimenter, fx moræner og forskellige sandtyper, i håndboringerne er beskrevet ved at ved at konstruere sedimentologiske logs.

Beskrivelsen (facies beskrivelse) anvendes til systematisere og beskrive sedimenters opbygning og udbredelse i rum og tid, og omfatter fx farve, kornstørrelses fordeling, tekstur, sediment, lagdeling, intern skrålejrning, og andre karakteregenskaber som grænseflader mellem forskellige lag, bilag 3. De enkelte lag beskrives under borearbejdet, hvor grænseflader mellem forskellige lag tegnes på en naturtro måde, og hvor fx slirer og klastre samt rødder, sprækker etc. også medtages.

Nøjagtighed ved beskrivelse af dybdemæssig fordeling af sedimenter er ved håndboringer i cm skalaen.

2.5 Interviewundersøgelse

I forbindelse med anden prøvudtagning er der gennemført et interview af brøndejerne. Som grundlag for interviewet er anvendt et spørgeskema, se bilag 4. Kun en enkelt af deltagerne i 2. runde var aktiv landmand, og det viste sig at kun få af ejerne kunne bidrage med alle de oplysninger som det var planlagt at indsamle, fx pga. ejerskifte. Da langt de fleste ejere ikke opholdt sig på ejendommen, da der blev udtaget vandprøver og gennemført håndboringer, blev interviewet gennemført telefonisk.

Oplysninger om anvendelse af glyphosat nær anlæggene er indsamlet i forbindelse med interview af brøndejerne for om muligt at identificere glyphosat og AMPA kilder nær anlæggene.

2.6 Fotografering af anlæg

Fotos af anlæggenes beliggenhed, overfladebelægninger og af sedimentprøver blev bl.a. anvendt ved den detaljerede beskrivelse af anlæggene og af håndboringer, bilag 5. Fotografier af anlæggene blev også sammenholdt med fotografier taget i 2002/2001 for at vurdere eventuelle ændringer i forholdene omkring det enkelte anlæg.

2.7 PCA og andre analyser

Den kemometriske undersøgelse er udført på standard PC med programmerne Matlab version 7.0 fra Mathworks inc., med tilføjelsesprogrammet PLS Toolbox fra Eigenvector Research inc.

Der er gennemført en PCA analyse for at undersøge mønstre i rådata og med henblik på at finde ud af om de boringer der er fundet glyphosat og AMPA i er specielle med hensyn til nogen af de øvrige parametre, der er indsamlet i undersøgelsen fra 2001/2002 i Storstrøms amt.

I PCA vil der sædvanligvis blive ekstraheret mere end tre komponenter og det kan derfor være vanskeligt at afgøre, om der eksisterer en underliggende gruppering. Der er derfor kørt en cluster analyse på objekternes koordinater i det reducerede variabelrum, d.v.s. projiceret ind på principal komponenterne for at afsløre om der er underliggende strukturer, der kan gruppere grupper med fund af glyphosat og AMPA sammen med objekter med særlige karakteristika.

Slutteligt forsøges med en PLS regression at klarlægge om der findes umiddelbare sammenhænge mellem koncentrationen af glyphosat og AMPA og fx uorganiske parametre. Denne regression vil vise om der er anlæg med fund der er mere sårbare end andre baseret på de informationer vi har.

Samtlige indsamlede data (inkl. interviewdata) samt data fra det tidligere gennemførte projekt (Brüsch et al., 2004) er indgået i den statistiske analyse. Hvor der ikke er fundet statistiske sammenhænge er data i den videre bearbejdning blevet ekskluderet fra datasættet. På denne måde har den statistiske bearbejdning medvirket til at klarlægge relevansen af de indsamlede data.

2.7.1 Beskrivelse af principper for PCA, Cluster analyse og PLS-R

PCA bruger princippet om at finde kombinationer af variable (faktorer eller såkaldte latente variable) til at beskrive tendenserne i datasættet. Normalt er

variable ikke uafhængige og målet er med så få såkaldt latente variable at beskrive den systematiske variation i datasættet. Det svarer til at man i et bivariat datasæt forsøger at lave lineær regression. Ved at gøre dette reducerer man antallet af variable fra to til en. Denne ene variabel er således en latent variabel, der ikke i sig selv kan oversættes til en bestemt egenskab, idet den er en lineær kombination af de to variable. Den algoritme man anvender (mindste kvadraters metoder), sikrer at der er mindst mulig fejl på forudsigelserne lavet på modellen (regressionslinjen).

I et multivariat tilfælde er det mere kompliceret. Først finder man den retning i variabelrummet der forklarer størst mulig af datasættets variation. Dernæst fortsætter man med en ny retning, idet det kræves at næste retning er orthogonal (det vil sige vinkelret) på den første, samtidigt med at man tilstræber at mest muligt variation i den resterende matrice forklares. Denne forudsætning sikrer at de latente variable, i modsætning til de reelle variable, er uafhængige. Man har en række metoder til at vurdere antallet af latente variable der skal ekstraheres, dels kan man bruge sin sunde fornuft og vurdere residualen eller fejlen i forhold til målesikkerhed, og dels kan man se på modellens evne til at prediktere hver enkelt objekt for hver iteration i forhold til den foregående. Falder modellen prediktive evne, har man taget for mange latente variable med og man stopper med at ekstrahere flere komponenter.

Cluster analyse kan anvendes på samme datastrukturer som fx PCA, det vil sige der skal være en række prøver, objekter, med en tilhørende række variable, og disse skal være bestemt for alle de objekter der skal indgå i cluster analysen. Cluster analyse er et velegnet værktøj til på simpel og visuel måde at finde strukturer i datasæt baseret på de indgåede variable, det vil sige at afgøre hvor godt prøverne ligner hinanden, om der er grupperinger og om der er prøver der er afvigende i forhold til disse grupperinger.

I dette tilfælde anvendes cluster analysen på resultatet fra PCA analysen, det vil sige objekterne projiceres ind i det reducerede variabelrum bestemt af de betydende principal komponenter.

PLS er en optimering af PCA analysen i forhold til at skabe en model der kan forklare en ukendt variabel (y variabelen) ved hjælp af en lineær regression. Udvalgelsen af latente variable udføres, således at der både tages hensyn til beskrivelsen af de variable, der indgår i korrelationen (de uafhængige variable, normalt kaldet x matricen), og evnen til at beskrive den afhængige y variabel efter en veldefineret og standardiseret algoritme. Regressions metoden anvendt i dette projekt kaldes for Partial Least Squares Regression og forkortes PLS-R eller blot PLS. Metoden udmærker sig ved at optimere udvalgelsen af latente variable, sådan at de bedst beskriver både det uafhængige datasæt og det afhængige datasæt. Det betyder at korrelationerne ofte kommer til at bestå af færre latente variable end ved andre metoder og dermed bliver mere simple og lette at fortolke. De latente variable i denne metode kaldes for "PLS-komponenter" analogt med "principal komponenter" ved principal component regression og analyse. PLS-regressionsmetoden er begrænset til at beskrive lineære sammenhænge. Dette betyder at rådata i situationer med ikke lineære sammenhænge må transformeres, fx ved en log transformation, for at kunne anvende metoden. Er det ikke muligt af finde en passende transformation, kan det være nødvendigt fx at anvende neurale netværk til at beskrive sammenhængen.

3 Resultater

3.1 Beskrivelse af anlæg

De undersøgte anlæg indvinder grundvand fra følgende anlægstyper: boring, boring i brønd og brønd. Ved en brønd forstås en gravet brønd som er sat i det øverste grundvand, som derfor indvinder vand fra grundvandsmagasiner ganske tæt ved terræen, mens "boring i brønd" er et anlæg, hvor der er sat en boring i bunden af en eksisterende gravet brønd. Der er udtaget vandprøver fra fungerende drikkevandsanlæg og fra nedlagte anlæg der ikke anvendes til drikkevandsforsyning. De nedlagte anlæg har næsten udelukkende bestået af gravede brønde. Fra fungerende anlæg er der udtaget vandprøver så tæt på hydroforen som muligt. I en række tilfælde har det været muligt at udtage vandprøverne fra haner placeret før hydrofor og eventuelt filter.

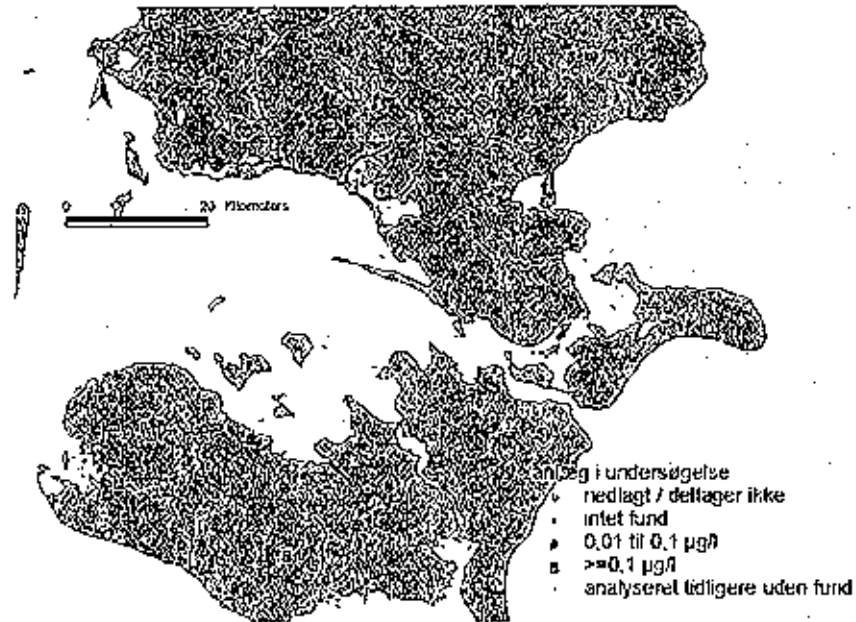
Ud af de 38 anlæg der oprindeligt indeholdt glyphosat eller AMPA var 10 anlæg enten nedlagt/ejerne ønskede ikke at deltage, eller det var ikke muligt at kontakte ejerne, tabel 3.1. Der blev således gennem hele projektforløbet udtaget vandprøver fra i alt 28 anlæg.

Tabel 3.1 Der blev i alt udtaget vandprøver fra 28 anlæg. To ejere reagerede ikke på udsendte brev og det var ikke muligt at etablere kontakt til anlæggets adresse til disse 2 ejere. 4 anlæg er nedlagt, og 4 ejere ønskede ikke at deltage. 1 ejer ønskede ikke at deltage i 2. runde. Der blev genfundet glyphosat og AMPA i 15 anlæg ud af 28 undersøgte.

	Antal anlæg	Antal med fund	Anlæg undersøgt detaljeret
Anlæg prøvetaget	28	15 (13 fra 1. runde og 2 fra 2. runde)	12
Kontakt til ejer ikke mulig	2		
Anlæg nedlagt og oplydt	4		
Anlæg prøvetaget i 2. runde pga. frost/bortrejse		(3, heraf 2 med fund)	
Ejer vil ikke deltage	4	En ejer fra 1. runde ønskede ikke at deltage i 2. runde	
Antal anlæg	39	15	12

Figur 3.1 viser fordelingen af anlæg med fund af glyphosat/AMPA, samt de anlæg hvor der tidligere blev analyseret for de to stoffer uden fund. Det fremgår af figuren, at der stadig findes en del anlæg med fund af glyphosat/AMPA i Stevns området, mens der ikke blev genfundet nogle af stofferne i den sydøstlige del af Sjælland. På Lolland / Falster blev der genfundet glyphosat/AMPA i de fleste af de anlæg hvor stofferne tidligere blev påvist, mens der på Møn blev genfundet glyphosat i et enkelt anlæg ud af tre. Det ser derfor ud til at de lerede områder ved Stevns og de lerede områder på Lolland Falster er særligt sårbare overfor nedvaskning af glyphosat og AMPA. Fordelingen af de oprindeligt 193 anlæg, der blev prøvetaget i 2001/2002 viser, at der særligt blev undersøgt mange anlæg i Stevns området, mens der blev undersøgt relativt færre på Lolland/Falster, mens andelen af fund til gengæld var høj på Lolland (Brusch et al. 2004).

Figur 3.1 Anlæg undersøgt i projektet, samt placering af anlæg undersøgt uden fund i tidligere gennemført projekt (prøvetaget i 2001/2002). Anlæg hvor der tidligere er fundet glyphosat eller AMPA, men hvor stofferne ikke blev genfundet i 2005 - "Intet fund", er vist på figuren. Kategorien "nedlagt/deltager ikke" er ligeledes anlæg, hvor der tidligere er fundet glyphosat eller AMPA.



Af de 28 undersøgte anlæg var de 20 i drift og forsynede de fleste af ejerne med drikkevand. Nogle af disse 20 anlæg blev dog anvendt til andet formål og ejerne var enten tilsluttet et alment vandværk eller hentede drikkevand fra andre lokaliteter. De resterende 8 anlæg var ikke i brug men anlæggene var endnu ikke sløjfet.

Tabel 3.2 viser antal anlæg i drift og antal inaktive anlæg samt fordelingen af fund i anlæggene. Det fremgår, at andelen af inaktive anlæg med fund (75%) af glyphosat/AMPA er større end andelen af aktive anlæg med fund (45%), hvilket formodentlig kan forklares som en følge af at ejerne af anlæg uden indvinding ikke har haft samme motivation til ikke at anvende glyphosat i nærheden af de nedlagte anlæg, som ejere af aktive anlæg, der fra den tidligere undersøgelse har vidst, at der var problemer med netop glyphosatanvendelse ved anlæggene. Det statistiske grundlag er dog meget begrænset da kun 8 ud af de 28 anlæg var inaktive. Desuden blev en del anlæg af de aktive kun anvendt i begrænset omfang til andre formål end drikkevandsindvinding.

Tabel 3.2 Fordeling af de undersøgte anlæg på aktive og ikke aktive anlæg, samt fordelingen af anlæg med fund af glyphosat eller AMPA. Fund over grænseværdien viser, at der en eller flere gange er fundet glyphosat eller AMPA i enten drikkevandet eller i tilknyttede brønde i koncentrationer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$.

anlæg	antal		
	undersøgte anlæg	0,01 til 0,1 $\mu\text{g/l}$	$\geq 0,1 \mu\text{g/l}$
aktivt	20	3	6
inaktivt	8	2	4
i alt	28	5	10

Tilsvarende er andelen af anlæg med fund over grænseværdien for drikkevand ($\geq 0,1 \mu\text{g/l}$) større i de inaktive anlæg, hvor der er fundet 50% der overskrider grænseværdien, mens andelen i de aktive anlæg er på 30%, tabel 3.2.

Fordelingen af anlæg på anlægstyper viser, at de undersøgte anlæg med fund af glyphosat/AMPA domineres af anlæg, der indvinder grundvand fra gravede brønde, hvor 70% af de undersøgte anlæg indeholdt glyphosat eller AMPA, heraf 50% over grænseværdien, mens der blev fundet glyphosat/AMPA i 40% af anlægstypen "boring i brønd", tabel 3.3. Denne fordeling minder meget om hvad der blev fundet i den tidligere undersøgelse, hvor der dog var medtaget en lang række andre pesticider og metabolitter, og fordelingen afspejler alene anlæggenes sårbarhed i forhold til hvilket niveau grundvandsindvindingen sker fra.

Den gennemsnitlige dybde for de besøgte anlæg viser, at brønde indvinder vand fra højere niveauer end både boringer og boringer sat i brønde. Det samme er tilfældet for anlæg med fund af glyphosat/AMPA, hvor der dog kun er to boring sat i bunden af brønde, hvor det ikke var muligt at peje bóringsdybden pga. af forsegling af forrøret i brøndene, tabel 3.4. Den gennemsnitlige koncentration af de målte maksimumskoncentrationer i de tre forskellige anlægstyper viser tilsvarende, at de højeste koncentrationer bliver fundet i gravede brønde, mens koncentrationen er mindst i boringen placeret i en brønd. Dette er i overensstemmelse med anlæggenes sårbarhed.

Tabel 3.3 Fordeling af glyphosat/AMPA fund i forskellige anlægstyper i de undersøgte 28 anlæg. "med fund" medtager alle anlæg, hvor stofferne er fundet, mens "fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ " er en delmængde af denne.

Anlægstype	Antal anlæg			i %		
	undersøgt	med fund	fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$	0,01 til 0,1 $\mu\text{g/l}$	$\geq 0,1 \mu\text{g/l}$	alle fund
Boring	5	0				
Boring i brønd	5	2	1	20	20	40
Brønd	18	13	9	22	50	72
i alt	28	15	10			

Tabel 3.4 Dybde af forskellige anlægstyper og gennemsnitlig koncentration for glyphosat/AMPA. * der er her medregnet dybden af to brønde, hvor to boringer er sat i bunden, da det ikke var muligt at peje disse boringer pga. forsegling. Den gennemsnitlige dybde for boringer i brønde er derfor større end vist i tabellen.

Anlægstype	Antal anlæg med fund	Gennemsnit dybde for anlæg med fund i meter	Gennemsnit af maks. glyphosat/AMPA konc i $\mu\text{g/l}$	Gennemsnitlig dybde for 28 besøgte anlæg i meter
Boring i brønd	2		0,17	(17,1)*
Brønd	12	13,9	0,73	12,5

3.1.1 Belægning, terrænfald og forureningsrisiko

For at undersøge sammenhængen mellem belægningen omkring de enkelte anlæg og fund af glyphosat blev der indsamlet oplysninger om belægninger ved de enkelt anlæg og alle anlæg blev fotograferet i 2. runde. Disse oplysninger viste, at stort set alle anlæggenes omgivelser var forskellige og belægningstyperne varierede fra staudebed, græsplæne, grus under halvtag, cementdække, perlegrus, jord under træterrass, fliser, grus eller stabil grus over gamle brobelægninger og forskellige mellemformer som fx perlegrus med græs og andre planter. Det var derfor ikke muligt at sammenkæde de

indsamlede oplysninger om belægningstyper omkring de enkelte anlæg på en meningsfuld måde.

Opgøres terrænfaldet ved de undersøgte 28 anlæg, tabel 3.5, findes ingen sammenhæng mellem terrænfald mod eller bort fra anlæggene. Ved enkelte af anlæggene var tilstanden så dårlig at selv den mindste vand stuvning ved brønden ville betyde en direkte indtrængning af overflade vand til brøndvandet. I de fleste af de besøgt anlæg var der dog ikke denne direkte risiko (der blev kun i et enkelt tilfælde observeret et terrænfald hen mod brønden).

Ved besøg på de enkelte anlæg i 2001/2002 (Brüsch et al., 2004) blev forureningsrisikoen vurderet i tre kategorier: lille, mulig og stor. Tabel 3.6 viser, at det ikke ved besøget var muligt på forhånd ved en visuel bedømmelse at forudsige om der kunne findes pesticider i råvandet fra anlæggene, hvor der i kategorien med stor vurderet forureningsrisiko er stort set lige mange anlæg med og uden fund. Bedømmelsen blev foretaget i 2002, og ved besøget i 2005 blev vurderingen testet.

Tabel 3.5 Terrænfald ved de undersøgte anlæg opdelt på antal anlæg med fund og antal anlæg uden fund af glyphosat/AMPA. N=28

Terrænfald ved anlæg	antal anlæg	
	med fund	uden fund
Bort fra brønd	7	8
Intet fald	7	5
Mod brønd	1	0

Tabel 3.6 Forureningsrisiko vurderet ved besøg ved anlægget. Antal anlæg i den enkelte kategori for henholdsvis anlæg med og anlæg uden fund af glyphosat/AMPA.

Forureningsrisiko	antal anlæg	
	med fund	uden fund
Lille	2	3
Mulig	6	4
Stor	7	6

Tilstrømningsrisikoen blev ligeledes vurderet, og denne vurdering falder lidt bedre ud, da der er en klar overvægt af anlæg uden fund i kategorien "ikke sandsynlig", mens andelen af anlæg uden fund i kategorierne "Mulig" og "Stor" tilstrømningsrisiko er relativ stor. Det er derfor ikke muligt, med denne parameter alene, at udelukke anlæg uden fund, tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tilstrømningsrisiko vurderet ved besøg på 28 ejendomme med tidligere fund af glyphosat/AMPA i 2002.

Tilstrømningsrisiko	antal anlæg	
	med fund	uden fund
Ikke sandsynlig	0	6
Mulig	7	4
Stor	8	3

3.1.2 Forurenede grunde

Alle lokaliteter med fund af glyphosat og AMPA er sammenholdt med kortlægningsmateriale for forurenede grunde i Storstrøms Amt for kortlægning på vidensniveau 1 og 2 samt kortlægningsmateriale for slagter.

Der blev ikke fundet et sammenfald mellem de registrerede affaldsdepoter og vandforsyningsanlæggene. Af samtlige undersøgte anlæg med fund af glyphosat/AMPA lå den nærmeste registrering, et slagge depot, ca. 5-600 meter fra anlægget. Det undersøgte kortlægningsmateriale giver ikke grund til at antage, at der er en sammenhæng mellem de undersøgte anlæg og registrering af depoter og slagger.

3.1.3 Nedlæggelse af små vandforsyningsanlæg

Ud af de 28 anlæg som blev prøvetaget i 2005 anvendes 8 anlæg ikke i dag til drikkevandsformål, svarende til ca. 30%. Den store andel nedlagte anlæg viser, at mange ejere vælger at nedlægge den private vandforsyning, når der konstateres forurening med pesticider og bakterier i drikkevandet. En del anlæg havde skiftet ejer, og næsten alle disse anlæg var nedlagt. Dette betyder at en del private anlæg formodentlig vil blive nedlagt ved ejerskifte, når der er konstateret forurening i drikkevandet.

3.2 Interviewundersøgelse

Efter 1. prøvetagning blev 12 ejere interviewet om forbrug af glyphosat på deres ejendomme og på arealer nær deres anlæg. Da der manglede prøveudtagning fra tre anlæg i 1. runde, blev der også indsamlet interviewoplysninger fra disse 3 anlæg. En enkelt ejer ønskede ikke at deltage i de fortsatte undersøgelser, da interviewet blev forsøgt gennemført.

Resultater fra interviewundersøgelsen, bilag 6, er anvendt ved gennemgangen af de enkelte anlæg i bilag 5, hvor der er udarbejdet kort over ejendommene med brøndenes placering, områder behandlet med glyphosat samt placering af håndboringer mm.

Ved anvendelse af interviewundersøgelser skal der tages forbehold overfor de indsamlede oplysninger, da nogle af ejerne måske ikke husker, eller har kendskab til, alle detaljer om pesticidanvendelse på eller nær ejendommene.

Der var 8 anlæg som lå tæt på marker, hvor der var anvendt glyphosat, mens to af ejerne ikke vidste, om der var anvendt glyphosat på de nærliggende marker. Det blev dog oplyst, at markerne var blevet sprøjtet i efteråret 2004. Et anlæg lå ikke i nærheden af marker, men i forbindelse med en meget stor gårdplads, hvor ejeren oplyste at gårdpladsen blev sprøjtet mindst en gang hvert år. Nogle af ejendommene har dog skiftet ejer indenfor de seneste år, og disse ejere kendte ikke de forrige ejeres brug af glyphosat.

Tabel 3.8 Udvalgte resultater fra interviewundersøgelse. Der er i tabellen medtaget 4 andre anlæg - et hvor ejeren ikke ønskede at fortsætte i undersøgelsen, og 3 der blev prøvetaget første gang ved 2. prøvetagning. Ud af disse sidstnævnte 3 anlæg blev der fundet glyphosat/AMPA i to. Se også bilag 5, hvor de enkelte anlæg er gennemgået i detaljer, og hvor placering af brønde og behandlede arealer er vist samt bilag 6 - som viser resultater fra interviewundersøgelsen. Landbr. - landbrug som hovederhverv. Glyp. anv. - glyphosat anvendt på ejendom. Gårdspl. - gårdsplads. Ant. pr. - antal prøver.

Anlæg	Ant. pr.	Glyp. anv. på ejendom	ved anlæg?	Hvor er stof anvendt	glyphosat på nærliggende marker	Afstand til behandlet areal	Belaegning	Land br.
a14	4	Måske	nej	måske (i indkørsel)	ja LGV p plads + marker	10 m og opad	Perlegrus, stabilgrus, overdækket terrasse	nej
a12	5	Nej	nej	ikke på ejendom siden 1998	? marker sprøjtes om efteråret	10 m og opad	Cementdække	nej
a3	6	Ja	nej	under hegn v hestefold	ja	20 m og opad	grus	nej
a9	7	Nej	nej	ikke i 5-6 år	ja	12 m og opad	tidligere cement nu grus	nej
a10	7	Nej	nej	ikke siden 2004	? opstrøms marker sprøjtes	15 m og opad	grus med græs + andre planter	nej
a15	7	Ja	ja	på gårdspl og indkørsel	ingen nærliggende marker	0 m og opad	Cement + gårdspl med grus over sten	nej
a16	8	Ja	ja	på gårdspl	ja	0 m og opad	muld fyldt grus o. gammel brobelægning	nej
a1	8	Ja	nej	Marker, +gårdspl, nedstrøms	ja	10 - 20m	Jord under træterrasse	nej
a5	8	Ja	ja	på fliser i små mængder	ja	0 - 18 m	fliser	nej
a13	8	Nej	nej	ikke anvendt i mindst 20 år	ja	8 m og opad	græs og havebeplantning	nej
a7	8	Ja	ja	på gårdspl og på marker	ja	0 m og opad	grus over gammel stenbelægning	ja
a4	10	Nej	nej		ja	18 m	græs	nej
a8	11	Nej	nej		ja	5 m og opad	græs og diverse m. ukrudt/stauder	nej
a2	11	Ja	ja	Gårdspl marker	ja	0	grus og stabilgrus	nej
a6	11	Ja	ja				græs og have	nej
a11	11	Udgar						ja

Anlæggene lå i langt overvejende grad i forbindelse med private ejendomme uden landbrugsproduktion og kun på to ejendomme havde ejerne landbrug som hovederhverv. Den ene af disse ønskede ikke at deltage i den opfølgende undersøgelse. Blandt de 12 anlæg som blev undersøgt detaljeret var der således kun en ejendom, hvor ejeren havde landbrug som hovederhverv. Nogle af ejendommene var dog tidligere landbrugsejendomme, som i dag anvendes til privat beboelse.

Ud af de 12 anlæg der blev undersøgt detaljeret oplyste ejerne fra 6 anlæg, at der var anvendt glyphosat på ejendommen, mens 4 oplyste at der var anvendt glyphosat ved anlæggene, tabel 3.8. Ved de sidste to anlæg blev oplyst, at glyphosat var anvendt på en gårdsplads og i indkørslen nedstrøms anlægget, mens der på den anden ejendom kun var anvendt glyphosat i meget små mængder under elhegn ved hestefolde.

Ved 5 anlæg var der ikke anvendt glyphosat på matriklen, mens der ved et anlæg muligvis var sprøjtet i en indkørsel.

Hvor der var anvendt glyphosat på ejendommen var 3 anlæg i drift, og der blev i disse tre tilfælde oplyst:

1. at der ikke var sprøjtet med glyphosat tæt ved anlægget, men under et elhegn ved en fold ca. 20 meter fra anlægget (anvendes til drikkevand).
2. at der var anvendt glyphosat på en gårdplads og i indkørslen på ejendommen. Anlægget anvendes ikke til drikkevand, men udelukkende til andet formål.
3. at glyphosat var anvendt i små mængder på fliser tæt ved anlægget (anvendes til drikkevand).

9 ejere oplyste, at der ikke var anvendt glyphosat ved anlæggene, og 11 ejere oplyste, at der var anvendt glyphosat (eller sprøjtemidler, formodentlig glyphosat) om efteråret på nærliggende marker. Der kan derfor, i nogle tilfælde, være tvivl om glyphosat har været anvendt på marker nær anlæggene.

Den tidligere interviewundersøgelse (Brüsch et al. 2004) omfattede også spørgsmål om brug af pesticider inklusiv glyphosat. Ved den tidligere undersøgelse blev oplyst, at der ved 5 af 15 anlæg med fund havde været anvendt glyphosat på ejendommene. På de samme 5 ejendomme blev der i denne undersøgelse oplyst, at der havde været anvendt glyphosat efterfølgende, bortset fra en ejendom med en ny ejer, der oplyste at der ikke var anvendt glyphosat i den mellemliggende periode.

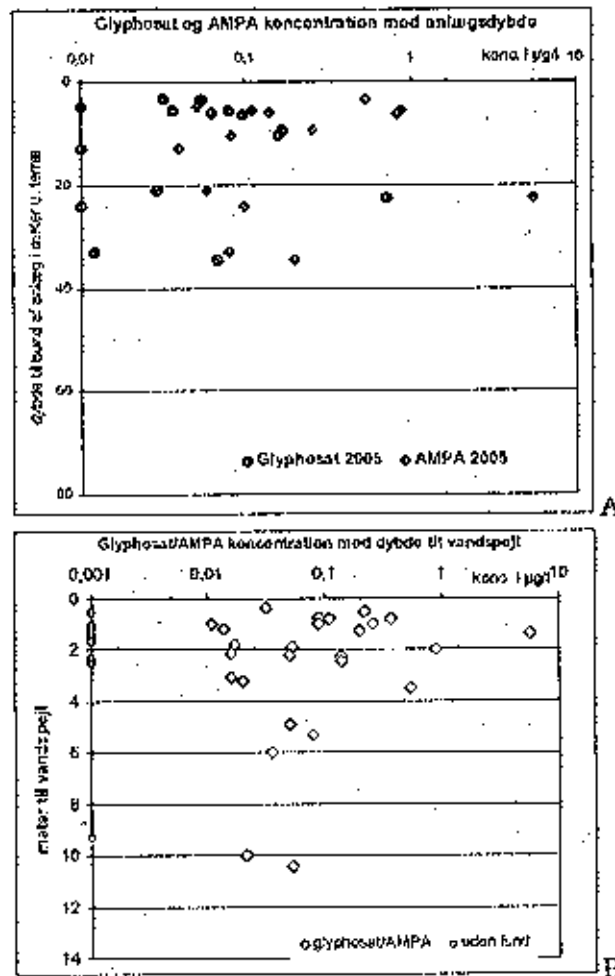
3.3 Pesticider: Glyphosat, AMPA og BAM

3.3.1 Glyphosat og AMPA

I hele projektforløbet blev der genfundet glyphosat/AMPA i 15 ud af de 28 analyserede anlæg svarende til 54%. Alle 28 anlæg indeholdt i 2001/2002 glyphosat eller AMPA. Ud af de undersøgte 28 anlæg blev der fundet glyphosat eller AMPA i vandprøver udtaget fra enten selve anlægget eller fra tilknyttede brønde i koncentrationer $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$ i 10 anlæg svarende til ca. 36%, bilag 7.

Da små private vandforsyningsanlæg ofte indvinder højtliggende grundvand som kan bevæge sig flere hundrede meter horisontalt pr. år, var det forventet at nogle anlæg, hvor der tidligere var fundet glyphosat eller AMPA ikke i 2005 indeholdt disse stoffer.

Figur 3.2 A - Glyphosat og AMPA-koncentrationer mod anlæggenes dybde målt i meter fra terræn til anlæggenes bund (bund af gravet brønd eller bund af boring). Der er kun medtaget analyser gennemført i 2005. B - glyphosat/AMPA maksimumkoncentration i vandprøver mod prøvetagningsdybden / grundvandspejlets beliggenhed i håndboringer og brønde.



Der blev fundet glyphosat/AMPA i vandprøver udtaget fra to brønde, hvor der var sat en boring i bunden af brøndene, men der blev dog kun fundet glyphosat/AMPA i den ene boring. Dette betyder, at gravede brønde er langt mere sårbare overfor glyphosatforurening end anlæg, der indvinder fra større dybder. Dette er ikke overraskende, da brønde indvinder det øverste grundvand.

3.3.1.1 Koncentration mod dybde

De maksimale fundkoncentrationer mod anlæggenes dybde for glyphosat og AMPA viser ingen markant fordeling med faldende fundkoncentrationer mod dybde. Dette er forventeligt på grund af anlæggenes udformning, hvor der indvindes vand fra de øverste grundvandsmagasiner, og hvor forurenende vand fra disse vil blive opblandet med grundvand, der strømmer mod anlæggen fra dybere niveauer, figur 3.2A. Det fremgår dog at AMPA-koncentrationerne generelt er højere end glyphosatkoncentrationerne.

Glyphosat og AMPA-koncentrationen mod dybden til grundvandspejlet i håndboringer/ brønde er vist i figur 3.2B, hvor koncentrationerne viser tendens til at falde med stigende afstand til vandspejlet.

3.3.2 BAM

Der er udtaget vandprøver til analyse for BAM fra de samme 28 anlæg der er analyseret for glyphosat og AMPA. Alle vandprøver fra anlæggene, tilknyttede brønde og håndboringer er ligeledes analyseret for BAM, bilag 7.

Der er fundet BAM i 18 anlæg eller i håndboringer ved anlæggene, svarende til at der er fundet BAM i 64 % af de undersøgte anlæg. Der er dog nogle anlæg hvor der kun er fundet BAM fx i håndboringerne sat ved anlægget. I eller ved 9 af anlæggene blev der fundet BAM i koncentrationer større end grænseværdien for drikkevand, svarende til 32% af de undersøgte 28 anlæg.

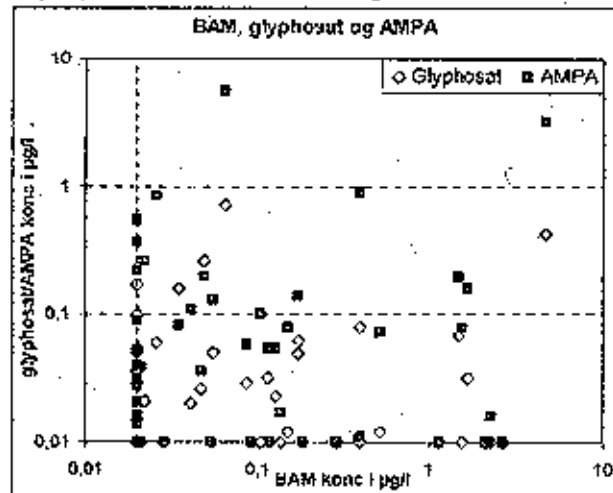
3.3.3 BAM, glyphosat og AMPA

Figur 3.3 viser glyphosat og AMPA koncentrationer mod BAM-koncentration i alle vandprøver udtaget fra de besøgte anlæg og fra de gennemførte håndboringer. Detektionsgrænsen er 0,01µg/l for glyphosat, mens detektionsgrænsen for BAM er 0,02µg/l. Der ses ingen klar tendens mod, at høje BAM-koncentrationer medfører høje glyphosat eller AMPA-koncentrationer. Undersøges de maksimalt fundne koncentrationer for glyphosat/AMPA og BAM for de 28 anlæg ses dog en svag tendens til, at anlæg med høje BAM-koncentrationer er mere belastet af glyphosat/AMPA, figur 3.4.

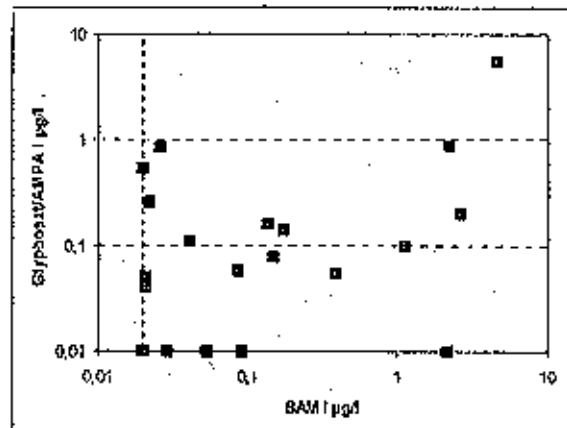
Opdeles i anlæg med fund og i anlæg uden fund af glyphosat/AMPA, og sammenholdes disse kategorier med BAM fund (i eller ved anlægget) findes, at der i ca. 90% af anlæggene med fund af glyphosat/AMPA også er fundet BAM (i 14 ud af 15 anlæg), mens der i anlæg uden fund af glyphosat/AMPA er fundet BAM i 4 anlæg svarende til ca. 30%, figur 3.5.

Dette kan, med baggrund i anvendelsesmønstret for BAM's moderstof, indikere at anvendelse på gårdspladser vil medføre en øget risiko for fund af glyphosat og AMPA i vandprøver udtaget nær ved eller fra anlæggene. Gennemgangen af de enkelte anlæg viser dog, at hvert anlæg har sin egen forklaringshistorie, hvor det ikke er sikkert at BAM's moderstof og glyphosat har været anvendt på samme arealer, se bilag 5, hvor de enkelte anlæg og anvendelse af glyphosat på nærliggende arealer er beskrevet.

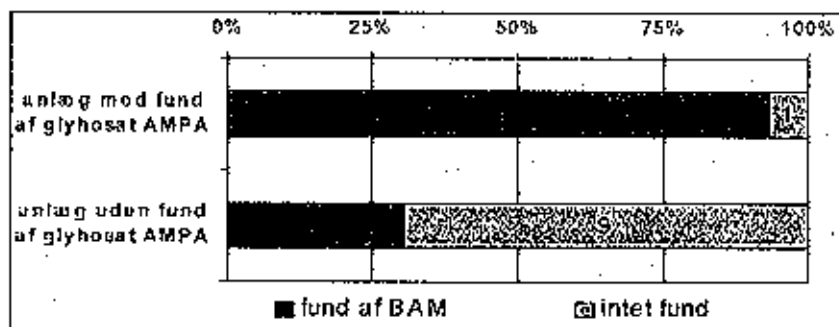
Figur 3.3 BAM, glyphosat og AMPA koncentrationer fra 71 vandprøver udtaget i og ved 28 anlæg. Detektionsgrænsen er 0,02 µg/l for BAM og 0,01 for glyphosat/AMPA. Den stiplede linie viser detektionsgrænsen for BAM.



Figur 3.4 Målte maksimumkoncentrationer for BAM, glyphosat/AMPA i vandprøver udtager i eller ved 28 anlæg – der er medtaget den største målte koncentration for hvert anlæg for BAM og for glyphosat/AMPA. Detektionsgrænsen er 0,02 for BAM mens den er 0,01 for glyphosat/AMPA. Den stiplede linie viser detektionsgrænsen for BAM.



Figur 3.5 Anlæg med fund af BAM og anlæg uden fund, opdelt efter andelen af anlæg med og uden fund af glyphosat eller AMPA. 28 anlæg. N = antal anlæg i hver kategori.



3.3.3.1 Diskussion af transport og sorption for BAM og glyphosat

Forskelligheder på forekomstnåde af BAM og glyphosat betyder dog ikke, at der nødvendigvis er en sammenhæng mellem transportmåde og infiltration af de to stofstyper, der er meget forskellige mht. binding og nedbrydning. Glyphosat bindes normalt ret hårdt til jordens indhold af jernhydroxider og i et vist omfang til andre mineraler (Kjær et al. 2005), og moderstof og metabolit nedbrydes normalt relativt hurtigt i rodzone jord, mens BAM sorberes i mindre omfang af organisk stof og kun i ringe grad nedbrydes af mikrobiel aktivitet i både underjord og rodzonejord.

Denne markante forskel på stofgruppernes fysiske/kemiske egenskaber kan derfor først og fremmest i dette projekt anvendes som et redskab til at forklare dannelseshistorien af det højtliggende grundvand ved de enkelte anlæg.

Fx blev der ved et inaktivt anlæg spredt Præfix (BAMs moderstof) under en træterrasse hvorunder brønden lå, mens en gårdplads på den modsatte side af huset blev sprøjet med glyphosat. Ganske tæt ved brønden og terrassen lå også to marker, der var sprøjet med glyphosat. I brøndvandet blev der fundet både BAM og glyphosat/AMPA samt coliforme bakterier.

Netop dette inaktive anlægs indhold af glyphosat/AMPA kan kun forklares ved at grundvand fra enten gårdpladsen på den modsatte side af huset er strømmet under huset, eller ved at glyphosat/AMPA stammer fra grundvand dannet under de nærliggende opstrøms marker, og at grundvandet er transporteret forbi/gennem brønden.

3.3.4 Vurdering af BAM og glyphosat i prøver fra forskellige udtagningssteder

Der er udtaget vandprøver fra en række forskellige prøveudtagningssteder:

- aktive anlæg
- brønde
- håndboringer sat i højtliggende grundvand ved aktive og inaktive anlæg
- dræn
- og i et enkelt tilfælde fra en grøft

Opgøres antallet af forskellige prøveudtagningssteder i to kategorier:

1) prøver med fund af BAM og 2) prøver uden fund af BAM, ses at mere end 50% af de udtagne vandprøver fra håndboringerne indeholdt BAM, mens næsten 70% af de undersøgte vandprøver fra gravede brønde indeholdt BAM, tabel 3.9.

Vandprøverne fra de undersøgte anlæg indeholdt i ca. 40% af de undersøgte vandprøver BAM.

Tabel 3.9 Vandprøver analyseret for BAM udtaget fra v - vandprøve fra anlæg, v brønd - gravet brønd, v dræn - drænudløb i samlebrønd, v hb - højtliggende grundvand fra håndboring, v grøft - vandprøve udtaget opstrøms anlæg. Prøver er opdelt i prøver med fund af BAM og i prøver uden fund af BAM. gns - gennemsnit af alle positive fund, maks - den største målte koncentration.

BAM	uden fund		med fund	
	antal prøver	antal prøver	gns BAM i µg/l	maks BAM i µg/l
v	17	12	0,36	2,17
v brønd	7	14	0,7	4,67
v dræn	0	2	0,22	0,4
v hb	9	10	0,9	2,63
v grøft	0	1		0,041

Tabel 3.9 viser også de gennemsnitlige koncentrationer for hver vandprøvetype og den maksimale målte BAMkoncentration. Den højeste målte gennemsnitlige koncentration på 0,9 µg/l blev målt i håndboringerne, mens koncentrationen i brønde var lidt lavere – 0,7 µg/l. I vandprøver udtaget fra anlæggene var den gennemsnitlige koncentration 0,36µg/l. Denne fordeling stemmer godt overens med den fortynding, som man ville forvente i dels brøndene og i vandprøver fra anlæggene som indvinder vand fra flere dybder.

Gennemføres samme opdeling for glyphosat og AMPA findes et andet mønster, tabel 3.10. De højeste gennemsnitlige koncentrationer for både glyphosat og AMPA blev fundet i vandprøver udtaget fra brøndene og fra de to dræn, mens koncentrationerne var noget mindre i vandprøverne udtaget fra anlæggene. Glyphosat og AMPA blev kun fundet i 5 ud af 19 analyserede prøver fra håndboringerne, selv om håndboringerne var sat opstrøms anlæggene og ofte ganske tæt på brønden, hvor der blev fundet glyphosat/AMPA.

Tabel 3.10 Vandprøver analyseret for glyphosat og AMPA udtaget fra j – jordprøve fra håndboring, v – vandprøve fra anlæg, v brønd - gravet brønd, v dræn – drænudløb i samlebrønd, v hb – højtliggende grundvand fra håndboring. Prøver er opdelt i prøver med fund af glyphosat/AMPA og i prøver uden fund af glyphosat/AMPA. gns – gennemsnit af alle positive fund, maks – den største målte koncentration.

Glyphosat/AMPA	uden fund	med fund koncentration i µg/l				
		antal prøver	gns glyphosat	gns AMPA	Maks Glyphosat	Maks AMPA
Vandprøve/jord	antal prøver	antal prøver	gns glyphosat	gns AMPA	Maks Glyphosat	Maks AMPA
j	26	5	0,013	0,08	0,05	0,36
v	14	15	0,03	0,09	0,16	0,54
v brønd	1	20	0,1	0,6	0,72	5,6
v dræn	0	2	0,14	0,11	0,28	0,2
v hb	14	5	0,01	0,03	0,015	0,09
v groft	0	1			0,02	0,11

Dette skyldes formentlig, at vandprøverne er udtaget fra det allerøverste grundvand efter en periode med tørke i forårsmånederne, hvor grundvandet var sænket i forhold til normalt, og fordi den efterfølgende nedbør har lejet sig over den del af grundvandet, der indeholdt glyphosat/AMPA.

Nogle håndboringer er også placeret på arealer, hvor der er ikke er anvendt glyphosat, fx i haver, mellem vandforsyningsanlæg og de arealer der er behandlet med glyphosat. Det er derfor ikke er forventeligt at nydannet infiltrationsvand (højtliggende grundvand) fra disse arealer, der ikke er sprøjtede, vil indeholde AMPA eller glyphosat. At glyphosat og AMPA må forekomme i grundvandet i lidt dybere niveauer underbygges af, at samtlige anlæg også ved anden prøvetagning indeholdt glyphosat og AMPA, og at der blev fundet relativt høje koncentrationer i de gravede brønde, hvor vandet udskiftes i takt med at grundvandet strømmer gennem og forbi brøndene.

Der kan dog også nævnes en række andre mulige transportveje for glyphosat /AMPA, ud over transport gennem sprækker og makroporer i moræner fx:

- Gamle dræn og afløbssystemer, hvis placering ikke er kendt i dag.
- Gamle stendræn i lerområder, der er etableret ved den oprindelige skovrydning af Danmark. Efter skovrydningen blev sten på overfladen fyldt ned i de oprindeligt meget fint forgrenede vandløbs/grøfts-systemer, som siden blev fyldt endeligt op med jord. Sådanne gamle "naturlige"

afdrainingsystemer kan stadigvæk være aktive, og systemernes placering kendes ikke, Ernsten et al, 1990.

Der blev som nævnt ovenfor fundet glyphosat/AMPA i ca. 25% af de undersøgte vandprøver fra håndboringerne, og efterfølgende undersøgelser bør derfor omfatte udtagning af vandprøver fra flere niveauer i det øverste grundvand, særligt når de klimatiske forhold har givet anledning til store vandspejlsvariationer og pålejring af rent grundvand ovenpå forureningsfaner.

I de udtagne jordprøver blev der fundet glyphosat/AMPA i ca. 16% af de udtagne jordprøver (fra 5 anlæg). Dette var forventeligt, da der også blev udtaget jordprøver fra de håndboringer, der var placeret mellem anlæggene og de opstrøms arealer, hvor der var anvendt glyphosat.

Der blev fundet glyphosat og AMPA ved tre anlæg, hvor stoffet var anvendt på jordoverfladen.

Glyphosat/AMPA i en jordprøve udtaget ved et anlæg stammer formodentlig fra en glyphosatholdig rørlagt grøft få meter fra brønden, der trak vand ind fra grøften. Dette anlæg lå placeret i en have hvor der ikke var anvendt glyphosat i en lang årrække.

Ved det sidste anlæg blev jordprøven udtaget fra en håndboring sat nedstrøms anlægget i en udsivningsfront langs en skræntfod, hvor det udsivende vand stammede fra markerne og gårdspladsen opstrøms anlægget. Arealet ved skræntfoden havde vedvarende græs.

De største koncentrationer af glyphosat og AMPA blev fundet ved anlæg, der ikke var i drift eller som ikke mere anvendes til drikkevandsforsyning, og hvor glyphosat var anvendt på gårdspladserne, hvor brøndene var placeret.

Der blev kun udtaget vandprøver fra to drænbrønde, en der dræned et haveanlæg, og en der dræned en mark der lå umiddelbart ved siden af et drikkevandsanlæg. I begge drænbrønde blev der fundet glyphosat/AMPA, men også BAM.

Samtidig med at anlæggene blev undersøgt, blev der ledt efter drænbrønde nær anlæggene, og ejerne blev også i forbindelse med interviewet spurgt om dette. Der lå dog kun to drænbrønde i nærheden af de undersøgte anlæg, hvilket kan skyldes at næsten alle de besøgte lokaliteter var karakteriseret af stærkt opsprækket moræneler, hvor ejerne ofte ikke var bekendt med, at der stod vand som pyler på jordoverfladen efter regn.

Nogle områder var ifølge ejerne drænet, men drænene var ført direkte til nærliggende vandløb, og den nøjagtige placering af drænene var ikke kendt. Der blev ikke fundet nedrivningsbrønde for drænvand, hvor drænvandet infiltreres direkte til underliggende kalk, grus og sandlag.

Stort set alle de undersøgte anlæg var karakteriseret af samme morænelerstype, domineret af bjergartsfragmenter fra Østersøen fx soite afrundede skifferfragmenter, hvilket viser, at morænen i hele det undersøgte område er afsat under den Ungbaltiske isstrøm.

3.3.4.1 Sedimentprøver fra bunden af to brønde

Der blev udtaget 4 sedimentprøver fra bunden af to brønde. Det ene anlæg var i drift, mens indvindingen af drikkevand fra det andet anlæg var ophørt. Prøverne blev i begge brønde udtaget fra det øverste slamlag der var op til ca. 10 cm tykt og fra sedimenterne under slamlaget. I begge tilfælde bestod sedimentet under slamlaget af uforstyrret reduceret moræneler.

Ingen af de analyserede prøver udtaget fra bunden af brøndene indeholdt glyphosat eller AMPA.

De to brønde var henholdsvis 5,8 og 5,45 meter dybe, og de maksimale koncentrationer for glyphosat/AMPA var 0,14µg/l AMPA i brøndvand fra det inaktive anlæg, og 0,2µg/l AMPA i brøndvand fra det aktive anlæg. De manglende fund af glyphosat og AMPA i både slamlæg og i den underliggende moræne viser, at der ikke i disse to anlæg er bundet glyphosat eller AMPA til bundsedimenter, selv om brøndvandet har indeholdt glyphosat/AMPA i alle de vandprøver, der er udtaget gennem en periode på 4 år i koncentrationer der overstiger grænseværdien for drikkevand.

Der blev dog ikke udtaget vandprøver fra 2002 til 2005, og det kan ikke udelukkes at brøndene i perioder ikke har indeholdt glyphosat/AMPA.

De manglende fund af glyphosat/AMPA i sedimenter fra bunden af brøndene kan formodentlig skyldes:

1. at der er en opad rettet vandtransport gennem brøndbunden med grundvand der ikke indeholder de to stoffer
2. at glyphosat/AMPA trænger ind gennem brøndsiderne i et lidt højere niveau og at brøndvandet i disse to brønde ikke opblandes
3. at der ikke sker en diffusion af glyphosat eller AMPA gennem slamlaget som i begge tilfælde havde en meget fed konsistens.

3.3.5 Diskussion pesticider

Fra varslingsystemet for pesticidudvaskning, VAP, er kendt, at glyphosatkoncentrationerne allerede efter en kort periode bliver mindre i vandprøver udtaget fra drænen, mens AMPAkoncentrationerne stiger og vedvarende findes i drænen, selv efter en lang periode på mere end 3 år efter glyphosat blev anvendt på testmarkerne (Kjær et al. 2003, 2004 og 2005). At AMPA findes hyppigere i vandprøver udtaget fra brønde og i højere koncentrationer kan derfor afspejle, at glyphosat i overvejende grad fastholdes og nedbrydes i rodzonen, mens AMPA i større grad udvaskes kontinuert. Undersøgelser af drænvand (Kjær et al. 2005 og 2004) viser fund af glyphosat og AMPA i tilsvarende koncentrationer i vandprøver udtaget fra drænsystemer i lerede oplande, mens undersøgelser af overfladevand (Bach et al. 2005) viser, at der i vandløbsvand findes AMPA i næsten ca. 90% af de undersøgte vandprøver, og at glyphosat findes i mere end 80%. I denne opgørelse er det dog ikke muligt at vurdere kilderne til glyphosat og AMPA i vandløbsvandet, som kan stamme fra tilførsel af drænvand fra marker eller fra gårdspladser, hvor grundvand afdrænes til vandløb via eksisterende drænsystemer samt fra punktkilder eller vinddrift.

En undersøgelse fra Ringkøbing amt, 1997, viste en stor forskel på pesticidindhold i vandløb med lerede og sandede oplande. I de drænedede og lerede oplande blev fundet langt flere pesticider, end i vandløb der modtog vand fra sandede oplande. Vandløbsvand i de sandede oplande er domineret af grundvand, hvor der er en langsom transport gennem sandlag i grundvandsmagasinerne, mens vandløb i de lerede oplande i hovedsagen er domineret af afstrømning via drænen. Undersøgelsen omfattede dog ikke glyphosat eller AMPA, men undersøgelsen viser, at der i lerede oplande er en hurtig respons på anvendelse af pesticider i oplandet og fund af pesticiderne i vandløb.

Analyseresultater fra et landovervågningsoplund ved Lillebæk viste høje glyphosat og AMPAkoncentrationer i grundvand udtaget under rodzonen, og der blev konstateret en hurtig transporttid af vand med bromid fra et infiltrationsbassin placeret mellem to drænen til drænsystemet (Nilsson et al,

2000). En udgravning viste, at morænen var gennemsat af store åbentstående makroporer hvorigennem transport nærmest skete øjeblikkeligt ved mættet strømning.

På et seminar afholdt i december 2005 gennemgik Mehrsheikh fra Monsanto, glyphosats skæbne og transportvej, og Mehrsheikh 2005, konkluderede bl.a., at der kan forekomme transport af glyphosat på suspendede jordpartikler til højtliggende grundvand.

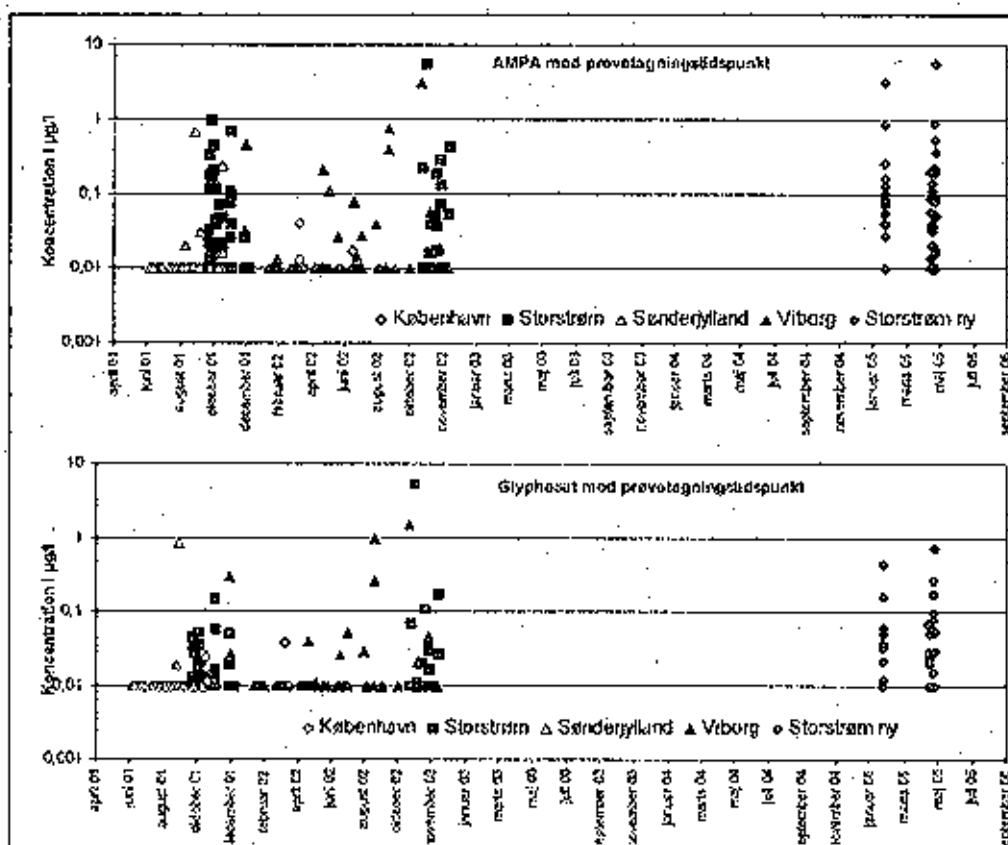
Jacobsen og Kjær, 2005, konkluderede, at drænvand med fund af glyphosat og AMPA i nogle tilfælde kan anvendes som indikator for forekomst af de to stoffer i højtliggende grundvand i opsprækket moræneler. Hvor der også forekommer horisontale sprækker udviklet ved issegmentering vil horisontal transport derfor kunne forekomme i dette sprækkesystem.

Iversen og Jacobsen, 2004, målte den mættede hydrauliske ledningsevne i prøver fra 4 danske morænelokaliteter og fandt, at den vertikale hydrauliske ledningsevne generelt er højere end den horisontale ledningsevne, men at der i situationer, hvor der i morænen visuelt kan ses horisontale sprækker ikke er forskel på den morænenes evne til transportere vand i horisontal eller lodret retning.

Ved indvinding af grundvand fra opsprækkede bjergarter vil hovedparten af grundvandet strømme gennem sprækker og makroporer mod den boring eller brønd, hvorfra der indvindes grundvand. I brønde der indvinder grundvand fra opsprækket moræneler vil transporttiden i sprækkesystemerne være afhængig af naturlige gradienter, af indvindingen og dermed af hvor meget grundvandsspejlet bliver sænket.

Den naturlige vandrette strømningshastighed i moræneler er målt under danske forhold i et opland med en lille horisontal gradient til ca 10 meter pr år, mens den nedadrettede strømningshastighed blev målt til ca 500 til 1000 meter pr år, (Harrer & Nilsson, 2001). McKay et al, 1993 har undersøgt transport af bakterier, der mht størrelsesforhold sammenlignes med kolloider, i opsprækket moræneler under naturlige forhold, og fundet transporthastigheder på fra 2 til >5 meter/døgn. Erfaringer fra tracerforsøget ved Lillebæk (Nilsson et al, 2000), viser en høj horisontale strømningshastighed mellem dræn. 3 timer efter bromidinfiltration mellem to dræn blev stoffet målt i en samlebrønd nedstrøms marken. Den horisontale strømningshastighed på mindst 2 til 3 meter pr time er ikke enestående, og Villholt, Jensen & Fredericia, 1998, har vist lignende hurtige responstider. Strømningshastigheden omkring brønde, der i princippet fungerer som lodrette dræn, kan formodentlig sammenlignes strømningshastigheden mellem dræn. Såfremt denne antagelse er korrekt vil en horisontal transporthastighed på ca 50 meter pr dag kunne forekomme, såfremt gradienten mod brønden er tilstrækkelig. Dette betyder, at transporttiden for grundvand under et areal placeret 10 meter fra et vandindvindingsanlæg er mindre end et døgn. Transporttiden kan dog ikke sidestilles med den tid, det vil tage at transportere opløste eller kolloidbundne stoffer gennem et sprækkesystem, men den hurtige transport viser, at der i opsprækket moræneler findes strømningsveje med hurtig grundvandstrømning.

Figur 3.6 Fund af glyphosat og AMPA fra den tidligere undersøgelse i 4 amter og fra denne undersøgelse. Alle analyser er vist mod prøvetagningstidspunkt. Detektionsgrænsen er på 0,01µg/l og den altovervejende del af værdierne på 0,01 µg/l er målinger under detektionsgrænsen. Storstrøm ny – analyser fra anlæg som blev besøgt i 2005.



3.3.5.1 Prøvetagningstidspunkter

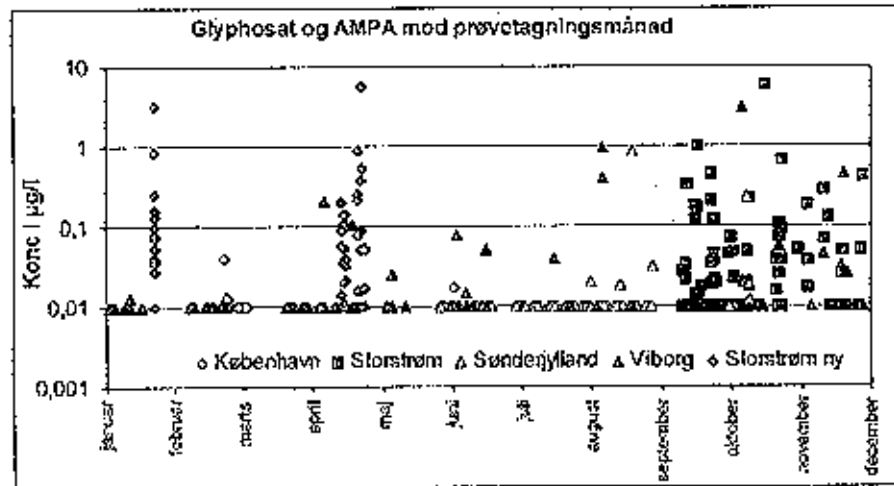
I den tidligere undersøgelse blev hovedparten vandprøverne fra anlæggene i Storstrøms amt udtaget i perioden fra slutningen af september til starten af december 2001, mens der blev udtaget nogle kontrolprøver i november-december 2002 (Brüsch et al., 2004). I de tre andre amter blev vandprøverne udtaget på andre tidspunkter, fx blev vandprøverne i Sønderjylland udtaget juni til september/oktober 2001, mens vandprøverne i Viborg blev udtaget i perioden december 2001 til juli 2002.

Vurderes prøvetagnings tidspunktet (og de fundne koncentrationer), findes, at de mange fund i Storstrøms amt netop er fra vandprøver taget i efterårsperioden, hvor glyphosat ofte anvendes på markerne, figur 3.6, mens indsamlingen af vandprøve i de øvrige amter var spredt mere over året. Dette kunne indikere, at de mange fund af glyphosat og AMPA i Storstrøms Amt skyldes prøvetagningstidspunktet. Dette kan dog ikke bekræftes, da vandprøverne udtaget i ved genbesøg i Storstrøms amt i 2005, blev udtaget i januar og april måned, se også figur 3.7, hvor alle de udtagne vandprøver er vist i forhold til prøveudtagnings måned.

Figur 3.7 viser, at langt de fleste fund af glyphosat/AMPA i det tidligere projekt er sket i vinterhalvåret, men også at der i Storstrøms amt er genfundet mange anlæg med glyphosat/AMPA i forårmånederne, hvor glyphosat ikke anvendes. Dette tyder på, at der er særlige forhold i amtet, som betyder at de undersøgte stoffer forekommer særligt hyppigt i højtliggende grundvand,

fx de geologiske forhold. Hvis prøveudtagningstidspunktet alene var afgørende for fund af glyphosat og AMPA i Storstrøms amt ville der ikke være genfundet anlæg med glyphosat og AMPA i både januar og april måned. Glyphosat anvendes hyppigst i efterårsmånederne bl.a. når der sprøjtes på stub efter høst, men stoffet anvendes også på andre arealtyper i foråret og i sommerhalvåret.

Figur 3.7 Udtagning af vandprøver analyseret for glyphosat og AMPA fordelt på måneder. Figuren har medtaget resultater fra den tidligere undersøgelse og resultater fra de genanalyserede anlæg i Storstrøms Amt. Storstrøm ny - analyser fra de anlæg som blev besøgt i 2005.



Sammenholdes to afbildninger i figur 3.6 ses, at glyphosat forekommer oftest i oktober/november, mens AMPA forekommer lidt hyppigere og i lidt større koncentrationer, også lidt senere på året. En forsinket udvaskning af AMPA er typisk for udvaskning til drænniveau, Kjær et al., 2005, 2004, 2003, Vereecken 2005. Det er derfor formodentlig ikke direkte nedvaskning til anlæggene i Storstrøms Amt (som ville være domineret af høje glyphosatkoncentrationer), der er afgørende for fund af stofferne i de private anlæg, men snarere nedvaskning gennem en porøs og opsprækket moræneler, hvor en del af glyphosaten er omsat i rodzonen. Såfremt der var tale om en direkte nedvaskning af glyphosat fra selve terranoverfladen omkring anlæggene ville glyphosat formodentlig dominere i vandprøverne. Glyphosat omsættes i de øverste cm af jordsøjlen og en udvaskning fra disse lag vil bidrage med AMPA. Transporten fra de øverste cm vil dog være nedadrettet mod det højtliggende grundvand.

3.4 Coliforme bakterier

Ud af i alt 71 vandprøver blev der fundet coliforme bakterier i 58 prøver svarende til ca. 80%, mens der blev fundet E.coli i 35 prøver svarende til ca. 50%, bilag 8. Sammenholdes både E.coli og coliforme bakterier ses, at samtlige analyser med fund af E.coli er indeholdt i de prøver, hvor der er fundet coliforme bakterier, tabel 3.11 og figur 3.8. Der blev i alt fundet coliforme bakterier og E.coli ved/feller i 18 anlæg ud af 28, svarende til ca. 65% af de undersøgte anlæg.

I det tidligere gennemførte projekt blev der i 2001/2002 fundet coliforme bakterier i ca. 35% af de undersøgte anlæg, der på dette tidspunkt alle var aktive.

Tabel 3.11 Vandprøver analyseret for E.coli og coliforme bakterier. I alt 71 prøver blev analyseret for E.coli og for coliforme bakterier. Prøverne blev udtaget fra: v – vandprøve fra anlæg; v brønd - gravet brønd; v dræn – dræneløb i samlebrønd; v hb – højtliggende grundvand fra håndboring. Prøver mærket "v brønd" stammer alle fra prøvetagning fra brønde mens prøver mærket "v" i overvejende grad stammer fra aktive anlæg, eller anlæg der anvendes til andet end drikkevandsforsyning, samt fra brønde der ligger i forbindelse med ikke aktive anlæg, hvor det ikke var muligt at udtage prøver fra ledningssystemet. Grænseværdi for drikkevand er for begge bakterielle indikatorparametre < 1 .

Vandprøvetype	antal prøver alle analyser	antal prøver med fund			%	
		coliforme	E.coli	E.coli og coliforme	coliforme	E.coli
v	28	18	14	18	64,3	39,3
v brønd	21	19	11	19	90,5	42,9
v dræn	2	2	2	2	.	.
v grøft	1	1	1	1	.	.
v hb	19	18	12	18	94,7	63,2
alle prøver	71	58	36	58	81,7	49,3

15 anlæg indeholdt glyphosat/AMPA og kun ved et af disse anlæg blev der ikke fundet bakterier i eller ved anlægget. I de resterende 13 anlæg, hvor der ikke blev fundet glyphosat/AMPA ved første prøvetagningsrunde, blev der fundet bakterier i vandprøver udtaget fra 5 anlæg. Der ser derfor ud til at være en sammenhæng mellem fund af glyphosat/AMPA og forekomst af coliforme bakterier.

Tabel 3.12 Vandprøver analyseret for E.coli og coliforme bakterier og gennemsnitlig forekomst i forskellige vandprøver med fund. I alt 71 prøver blev analyseret for E.coli og for coliforme bakterier. Prøverne blev udtaget fra: v – vandprøve fra anlæg; v brønd - gravet brønd; v dræn – dræneløb i samlebrønd; v hb – højtliggende grundvand fra håndboring. Prøver mærket v brønd stammer alle fra prøvetagning fra brønde mens prøver mærket "v" i overvejende grad stammer fra aktive anlæg eller anlæg der anvendes til andet end drikkevandsforsyning samt fra brønde der ligger i forbindelse med ikke aktive anlæg, hvor det ikke er muligt at udtage prøver fra ledningssystemet. Grænseværdi for drikkevand er for begge bakterielle indikatorparametre < 1 .

prøvetype	coliforme bakterier antal		E.coli, antal	
	antal med fund	Gennemsnit coliforme bakterier	antal med fund	Median
V	18	96	14	6,5
v brønd	19	103	11	1
v dræn	2	126	2	..
v grøft	1	24	1	..
v hb	18	183	12	4

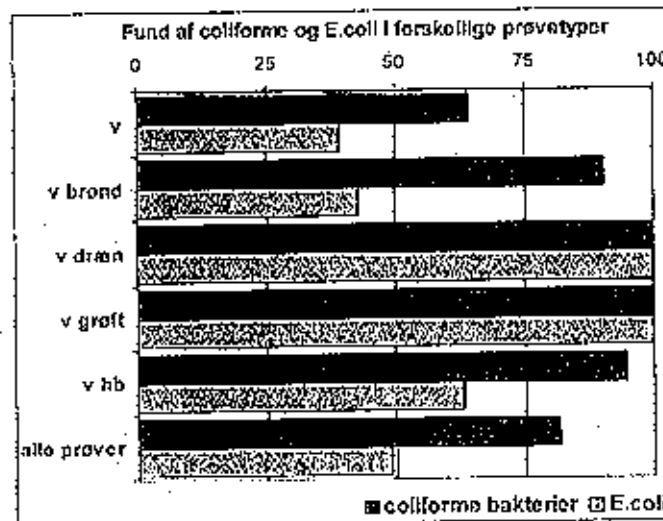
Opdeles prøverne efter prøveudtagningssted findes flest vandprøver med coliforme bakterier i brønde og i håndboringer sammenholdt med anlæggene, hvor der er fundet færrest bakterier.

Der er også udtaget en vandprøve fra en grøft og to fra dræn, og alle 3 indehold både E.coli og coliforme bakterier, tabel 3.11.

Det gennemsnitlige antal coliforme bakterier og medianantallet for E.coli, tabel 3.12, for de forskellige prøveudtagningssteder viser, at der er talt mange coliforme bakterier i vandprøver udtaget fra håndboringerne, mens der kun er fundet få E.coli i de samme håndboringer. Den gennemsnitlige forekomst af

bakterier i vandprøver udtaget fra anlæggene og fra de tilknyttede brønde ligger på samme niveau, dog er det medianantallet for E.coli i prøver med fund udtaget fra anlæggene lidt større. Et mindre antal vandprøver indeholder mange E.coli, mens 48 vandprøver indeholdt 1 eller ingen E.coli, bilag 8.

Figur 3.8 Andel vandprøver med fund af E.coli og coliforme bakterier. 71 prøver udtaget fra: v – vandprøve fra anlæg, v brønd – gravet brønd, v dræn – drænu løb i samlebrønd, v hb – højtliggende grundvand fra håndboring.



3.4.1 Diskussion af transport og overlevelse af coliforme bakterier i jord

De mange fund i vandprøver udtaget fra håndboringer er overraskende. Boringerne er gennemført efter den overliggende rodzone er bortgravet, og prøverne er udtaget på en skånsom måde, som ikke forurener prøverne med materiale fra rodzonen.

Vollertsen et al., 2002, skriver i en undersøgelse om udsivning af spildevand fra afløbssystemer (bl.a. kloak ledninger), at coliforme bakterier under nogle forhold kan overleve i længere perioder i koldt grundvand, og særligt under anaerobe forhold: "Transporten af bakterier bliver påvirket af jordens egenskaber samt bakteriernes egenskaber. Miljøstyrelsen, 1979, refererer undersøgelser af spildevand spredt på agerjord, der tyder på, at coliforme bakterier kun bevæger sig få meter ned i jorden, og at selv i grøft sand og grus bevæger disse bakterier sig højst 50-60 meter. Tilledes spildevand i høje koncentrationer som fx ved nedslivningsbassiner for husspildevand, kan bakterier transporteres og overleve væsentligt længere, idet anaerobe forhold fremmer visse bakteriers overlevelse".

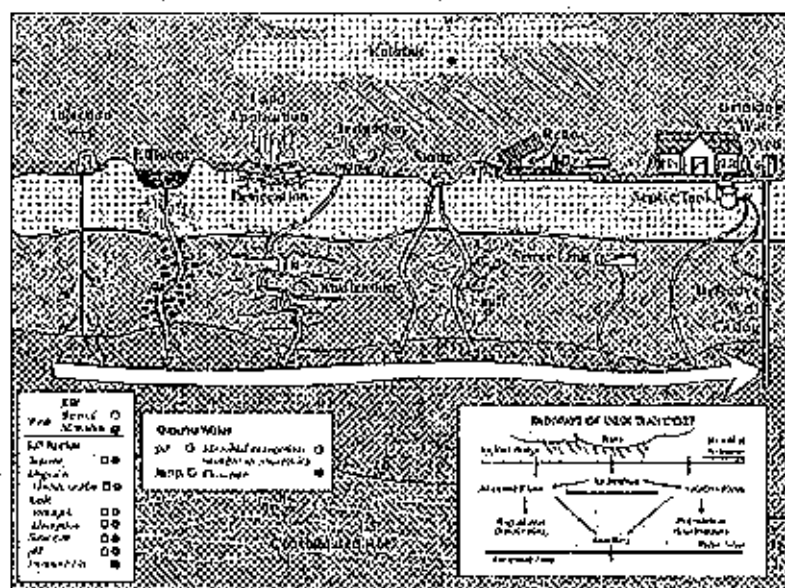
Netop i moræneler er det kendt, at der opstår anaerobe forhold i sprækker ved vandmætning efter timer/ minutter, og særligt disse geokemiske forhold kan måske spille en rolle for om der kan infiltreres coliforme bakterier til højtliggende grundvand, og for om disse kan overleve ved lave temperaturer gennem længere tid. Kan bakterierne overleve, vil de kunne transporteres ved horisontale transport i den øvre del af moræneleret, der er karakteriseret af mange horisontale makroporer.

Vollertsen et al., 2002 skriver videre at: "på grund af cellernes størrelse har filtrationen en større betydning i forhold til transporten af miljøfremmede stoffer. Filtration bliver en vigtig mekanisme, hvis udstrækningen af cellen er større end 5% af middeldiameteren af jordpartiklerne (Herzig et al., 1970). Dermed kan bakterierne også blive udelukket fra mikroporer, som

miljøfremmede stoffer muligvis vil diffundere ind i. Bakterier bliver mindre under næringsfattige forhold og kan så transporteres længere (Newby et al., 1999)”.

Ifølge McKay et al. (2000) findes der en optimumstørrelse for kolloidtransport, der lå mellem 0,5 og 1 µm i deres undersøgelser. Herbold-Paschke et al., 1991, konstaterede, at bakterier blev transporteret gennem sand hurtigere end opløste stoffer. De opløste stoffer har højere diffusionskoefficienter og vil dermed diffundere hurtigere ind i immobil porevand i den finkornede matrix. Forekomsten af en optimumstørrelse svarer til kolloid filtrationsteori, udviklet for granulære medier (Yao et al., 1971).” og ”De fleste humanpatogene organismer er tilpasset varmblodede dyrs temperatur og har en nederst vækstgrænse ved ca. 10°C.”, og ”Härig, 1991; Mull et al., 1992, giver en oversigt over nogle bakteriers og virus overlevelse ved 10°C. Teutsch et al., 1991, rapporterer dog en overlevelse af patogene bakterier i grundvand ved 10 °C på mere end 1.000 dage. Härig, 1991, beregnede transporten af E.coli og S.typhi i grundvandet til henholdsvis 50 m og 7 m, under antagelse af et bakterietal på $3 \cdot 10^4 \text{ ml}^{-1}$, en udsivningsrate på $0,25 \text{ l}^{-1}$, en hydraulisk ledningsevne på 10^{-4} m/s og en strømningshastighed på 100 m/år.

Figur 3.9 Forskellige transportmåder for bakterier fra terræn til grundvandsmagasiner, fra Azadpour-Keeley et al., 2005.



Generelt oprettes en beskyttelseszone omkring indvindingsbrønden, der er baseret på en transporttid i grundvandet på 50 dage (Teutsch et al., 1991).” Nevecherya et al., 2005 har fundet at E.coli kan overleve i underjord (og i grundvand) i op til 250 dage ved temperaturer på 10°C, og noget mindre ved højere temperaturer, mens Entry og Farmer, 2001, beskriver transport af coliforme bakterier i opsprækket basalt og i et sandmagasin, hvor de finder hurtig transport gennem sprækkerne, men til gengæld en lang opholdstid i sandmagasinet. Stoddard et al., 1998, skriver at potentialet af en forurening med coliforme bakterier afhænger mere af jordens struktur og vandtes strømning gennem denne end af de coliforme bakteriers overlevelse på jordoverfladen, og rapporterer om en overlevelse på 60 dage efter tilførsel af husdyrgødning, mens Unc og Goss, 2003, skriver at makroporer er afgørende

for transport af fækale bakterier. McKay et al., 1993, undersøgte lateral transport af kolloider og bakterier i en opsprækket moræne og fandt meget høje transporthastigheder på mellem 2 og 5 meter pr dag, mens en tracer som bromid blev tilbageholdt pga. diffusion. Jacobsen, 2001, har undersøgt transport af bakterier under umættede forhold i forskellige danske jordtyper, heriblandt opsprækket lerjord, og fundet at bakterier kan transporteres meget hurtigt fra pløjelaget og ned gennem sprækker til det øverste grundvand, mens Gagliardi og Karns, 2000, har vist, at E.coli og coliforme bakterier kan overleve mindst 2 måneder efter udbringning af gylle.

Azadpour-Koeley et al., 2004, viser forskellige transportveje for bakterier fra terræn til højliggende grundvand og særligt transport gennem sprækker og ved kanalisering er relevant i forhold til moræner, figur 3.9. Lateral transport af grundvand i opsprækket moræner er desuden undersøgt af D'Astous et al., 1989; Herzog et al., 1989; McKay et al., 1998.

Da der i moræner er vist en hydrauliske ledningsevne under mættede forhold i den øverste del af moræner, der er større end sands (Iversen & Hørbye, 2004), og da transporten sker gennem makroporer i et koldt grundvandsmiljø, hvor temperaturen i grundvandet i vinterhalvåret vil være omkring 5 grader C, er det ikke usandsynligt at kunne finde forskellige coliforme bakterier i vandprøver udtaget under bl.a. marker, hvor der fx er anvendt gylle, eller hvor de naturligt til stede værende coliforme bakterier er infiltreret gennem forskellige typer makroporer i opsprækket moræner. Pga. af den store hydrauliske ledningsevne i fissile zoner under den bioturberede og recent klimatisk påvirkede øvre moræne, vil det være muligt at kunne transportere bakterier, og andre opløste stoffer, over lange afstande tæt ved terræn.

I dybere niveauer af moræneret vil antallet af sprækker aftage hurtigt, og den primære transportvej vil være langsom og vertikal, med mindre der findes "geologiske vinduer", hvor det øverste grundvand hurtigt kan trænge ned mod dybere niveauer i grundvandsmagasinerne. Det vil dog være usandsynligt at coliforme bakterierne overlever en langvarig transport mod de dybere dele af grundvandsmagasinerne.

Vandværkernes råvandskontrol af vandprøver udtaget fra indvindingsboringer viser således næsten aldrig fund af de bakterielle indikator parametre. Den udbredte forekomst af coliforme bakterier i både håndboringer og brønde viser, at der på de undersøgte lokaliteter kan transporteres coliforme bakterier fra overfladen og ned til det højliggende grundvand, og at der kan ske en transport af de coliforme bakterier horisontalt gennem sprækker mod brøndene. Forekomst af coliforme bakterier skyldes derfor ikke nødvendigvis, at de coliforme bakterier stammer fra en direkte forurening fra overfladen pga. dårligt vedligeholdte anlæg, men også at de coliforme bakterier kan stamme fra det højliggende grundvand, hvor de transporteres horisontalt over betydelige afstande i det højliggende grundvand.

3.4.2 Håndboringer og coliforme bakterier

Alle vandprøver fra håndboringerne blev analyseret for de 10 bakterielle indikator parametre, BAM, glyphosat og AMPA samt en række hovedbestanddele. Tabel 3.13 viser en række udvalgte parametre. Af tabellen fremgår at der i de 19 håndboringer er fundet coliforme bakterier/ E.coli i de 18. Der er i mange af håndboringerne fundet mange coliforme bakterier, mens E.coli er fundet i færre boringer og i mindre antal. Det er desuden i overvejende grad boringer med vandspjlet ganske tæt ved terræn, hvor der er

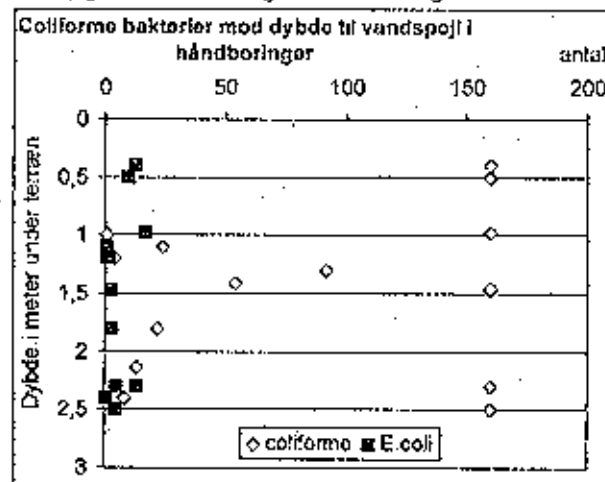
fundet mange E.coli. I de samme boringer er der desuden også fundet mange coliforme bakterier. Der er ikke en dybde relateret tendens for de coliforme bakterier, figur 3.10.

Der er ingen sammenhæng mellem kloridkoncentrationer og forekomst af bakterier, men en enkelt af håndboringerne har et ekstremt højt indhold af klorid og af kalium, sulfat og et mindre indhold af nitrat. Der er ikke sivebrønd eller kloak i nærheden af boringen, og den eksakte placering af afløbssystemet er kendt.

Tabel 3.13 Fund af coliforme bakterier og E.coli i vandprøver udtaget fra 19 håndboringer, samt fund af BAM, glyphosat og AMPA og udvalgte hovedbestanddele. 160 coliforme bakterie svare til >160. *boring kunne først prøvetages efter 5 døgn pga. langsom tilstrømning af vand via sprækker. Gly - glyphosat, amp - AMPA, hb - håndboring.

An-læg	hb nr	Coli bak	E. coli	vsp	NO ₃	NH ₄	PO ₄	SO ₄	Ca	K	Cl	BAM	Gly	AMPA
a1	hb1-523	350	2	1,2	8,2	<0,05	0,26	29	57	69,2	20			0,014
a1	hb2-523	160	3	1,47	1	0,06	7,38	273	102	221	222	2,6		
a3	hb1-1852	54		1,41	94,1	0,06	1,15	79	166	1,1	45,4			
a4	hb1-1862	160	10	0,5	0,6	0,07	1,73	194	179	6,7	276			
a4	hb2-1862	4	1	1,2	0,8	<0,05	0,04	74	75	0,5	20,1			
a5	hb1-1863	92		1,3	19,8	0,05	0,05	29	66	1,9	25,8	0,12		
a5	hb2-1863	160		1,45	6,4	<0,05	0,12	152	141	0,5	252	0,3		
a7	hb1-60			1,4	57,3	0,05	0,17	26	115	2,3	26,4	2,1		
a7	hb2-60	160	5	2,3	2,2	0,14	0,13	133	68	6,1	81,1	0,3		
a9	hb1-216	13		2,14	349	<0,05	0,08	151	139	1,7	28,4	2,3		0,016
a10	hb2-304	160	13	0,4	1,3	<0,05	0,18	1,7	178	1,0	25,4	0,02		0,032
a10	hb1-304	160	13	2,3*	107	0,09	0,11	249	172	81,9	190	0,02		
a12	hb1-502	8	1	2,4	2,7	0,35	0,05	31	70	32,5	62,1	1,14		
a13	hb1-553	1		1	0,6	<0,05	0,16	47	83	1,0	53,7			
a13	hb2-553	1		1,19	4,2	0,05	0,13	50	120	0,8	139			
a14	hb1-556	160	5	2,5	45,8	0,07	0,04	52	64	1,6	64,5			
a15	hb2-618	22	3	1,8	11,9	0,14	0,23	352	71	209	657	0,14		0,017
a16	hb1-622	160	17	0,93	261	0,05	0,15	50	123	8,1	78,8		0,015	0,089
a16	hb2-622	24	1	1,1	143	0,07	0,03	1199	694	41,2	1484			

Figur 3.10 Håndboringer - fund af coliforme bakterier og E.coli mod dybde til vandspejlet i håndboringer. Maksimumsgrænsen for talte bakterier er 160/100ml.



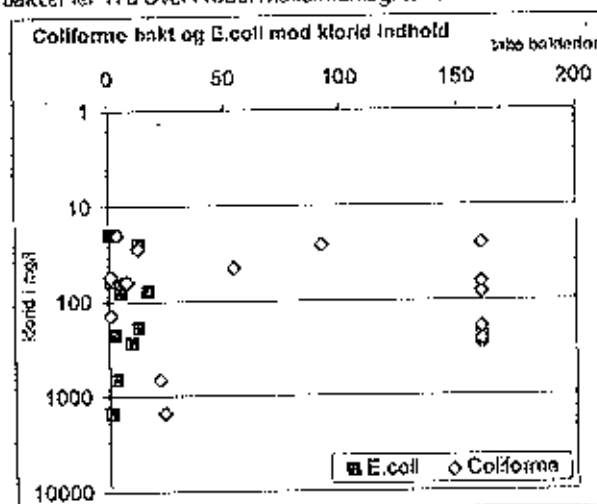
Kloridindholdet varierer meget, også ved lokaliteter, hvor der er sat to håndboringer. Dette er ikke overraskende, da netop det øverste grundvands kemi er stærkt varierende og præget af aktiviteten umiddelbart over prøvestedet. Det er dog bemærkelsesværdigt, at det er mere end en faktor 10, som skiller de laveste fra de højeste koncentrationer i håndboringerne, figur 3.11.

De laveste kloridkoncentrationer ledsages ikke altid af tilsvarende lave kalium, nitrat og sulfatkoncentrationer og høje ammoniumkoncentrationer, som fx kunne indicere kanaliseret nedsvivning af regnvand fra overfladen.

Nogle af de laveste koncentrationer kan dog kun stamme fra infiltreret regnvand, der har tilsvarende lave koncentrationer.

Der kan ikke umiddelbart konkluderes generelt ud fra de viste parametre i tabel 3.10. De enkelte lokaliteter diskuteres i bilag 5, hvor de viste parametres forklaringskraft kan anvendes lokalt, og i sammenhæng med områdernes historie. Tabel 3.10 og de statistiske analyser viser, at der i håndboringerne ikke findes nogen direkte overordnet sammenhæng mellem BAM, glyphosat og AMPA-indhold og indholdet af coliforme bakterier og E.coli.

Figur 3.11 Coliforme bakterier og E.coli mod kloridindhold i håndboringer. Hypotese: et lavt kloridindhold vil vise infiltration af regnvand -> medrivning af bakterier fra overflade. Maksimumsgrensen for tælte bakterie er 160 100/ml.



3.5 Udvalgte hovedbestanddele

De analyserede hovedbestanddele er anvendt ved tolkning af forekomsten af glyphosat/AMPA i forhold til arealer, hvor glyphosat har været anvendt. Hovedbestanddelene er også anvendt til at be- eller afkræfte transport af glyphosat/AMPA fra marker mod brønde.

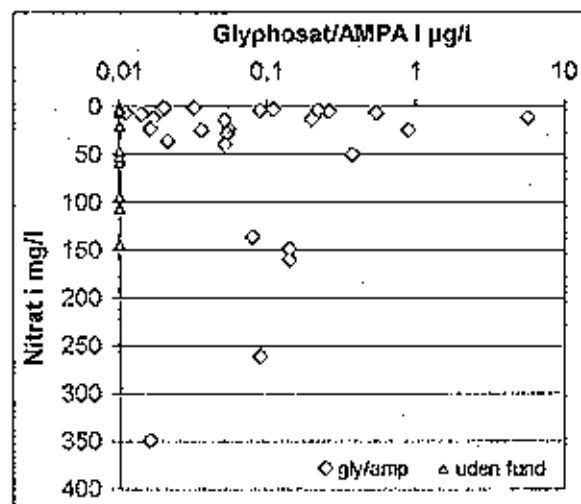
Fx i vandforsyningsanlæg A4, se bilag 5, hvor der blev sat to håndboringer ved en gravet brønd. Den ene af disse håndboringer blev sat ud mod en mark, hvor der var anvendt glyphosat, og den anden blev sat mellem brønden og en rørlagt grøft. I boringen mellem brønden og marken blev der fundet markant højere klorid, natrium, kalium, sulfat og calciumkoncentrationer i forhold til de koncentrationer, der blev fundet i brønden, hvilket betyder at vandet fra marken på prøveudtagningstidspunktet ikke prægede vandet i brønden. Da ejeren havde været bortrejst i en længere periode, hvor der ikke var indvundet grundvand, kan det dog ikke udelukkes at der trækkes vand ind fra marken, når der indvindes drikkevand fra brønden. Dette vil dog ikke vil ændre ved

konklusionen for anlægget: den primære kilde til glyphosat og AMPA i drikke- og brøndvand stammer fra vand, der er trukket over i brønden fra den rørlagte grøft.

De analyserede vandprøver indeholder generelt ret små nitratkoncentrationer, bilag 9, og ca. 24% af de undersøgte vandprøver overskred grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l.

Der er ikke fundet nogen sammenhæng mellem stigende/faldende nitratkoncentration og glyphosat/AMPAkoncentration, figur 3.12.

Figur 3.12 Nitrat mod glyphosat/AMPAkoncentration. Der er anvendt den maksimale glyphosat/AMPAkoncentration i den enkelte vandprøve. gly/amp - Vandprøver med fund af glyphosat eller AMPA; uden fund - vandprøver uden fund. Detektionsgrænsen for glyphosat/AMPA er 0,01 µg/l.



Et højt indhold af klorid kan stamme fra gylle eller fra handelsgødningstyper der tidligere er anvendt i jordbruget. Handelsgødningstyper med et højt kloridindhold har dog ikke har været anvendt i en årtække. Desuden kan et højt kloridindhold stamme fra spildevand. Som tidligere nævnt varierer kloridindholdet meget for alle prøver, men også indenfor de enkelte lokaliteter, tabel 3.14. Figur 3.13 viser kloridindhold mod glyphosat/AMPAkoncentration, og der ses at de to højeste glyphosat/AMPAkoncentrationer er fundet i vandprøver med et lavt kloridindhold. Dette kan skyldes, at der er transporteret glyphosat eller AMPA ned gennem sprækker og åbentstående makroporer med regnvand.

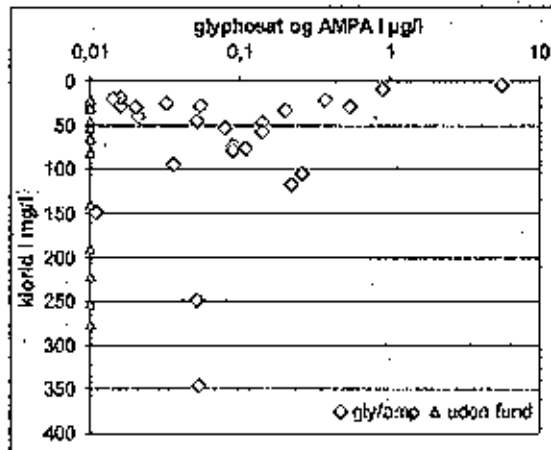
Da både glyphosat og AMPA indeholder en fosfor-lignende gruppe kan det måske antages, at fosfor og glyphosat/AMPA bindes på samme måde som fosfor, Jacobsen og Helweg, 2003, og at man derfor vil kunne finde høje glyphosat/AMPA koncentrationer i vandprøver med høje fosforkoncentrationer. Figur 3.14A viser ikke en sådan tendens. De fleste af de undersøgte vandprøver indeholder meget høje fosforkoncentrationer som normalt ikke findes i dybereliggende grundvand.

Figur 3.14B viser, at fosforkoncentrationerne er høje i det øverste grundvand, og at koncentrationerne bliver mindre med stigende dybde.

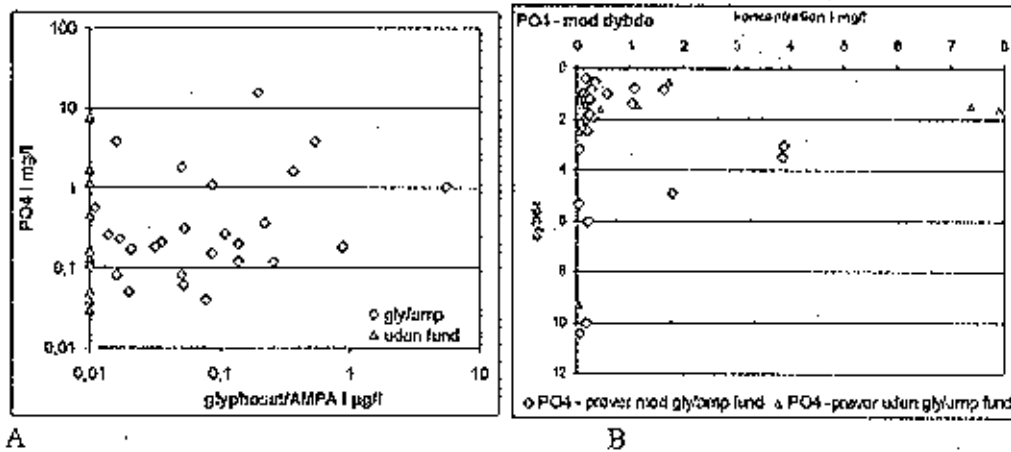
Tabul 3.14 Udvalgte hovedbestanddele og maksimale glyphosat/AMPA koncentrationer i de enkelte vandprøver. Hvor der ikke blev detekteret glyphosat/AMPA er prøverne sat til 0. Prøverne blev udtaget fra: v - vandprøve fra anlæg; v brønd - gravet brønd; v dræn - dræneløb i samlebånd; v grøft - vandprøve fra grøft; v hb - højtliggende grundvand fra håndboring. Se også bilag 9.

Anlæg	Prøve	dato	Maks glyph/AMPA	PO ₄	Cl	NO ₃	SO ₄	K	Mg	Ca
a1	v brønd	02-maj-05	0,2	15,6	33	13,2	25	59,3	12,6	69
a1	v hb	02-maj-05	0,014	0,26	20	8,2	29	69,2	20,9	57
a1	v hb	02-maj-05	0	7,38	222	1	273	221	46,8	102
a3	v	03-maj-05	0,036	0,21	94	24,3	144	2,8	17,8	127
a3	v brønd	03-maj-05	0,14	0,2	46	149	55	1,6	10,1	103
a3	v hb	04-maj-05	0	1,15	45	94,1	79	1,1	14,8	166
a3	v brønd	04-maj-05	0,14	0,12	58	160	81	1,6	10,1	93
a4	v	02-maj-05	0,089	1,09	73	3,3	46	6,4	10,5	117
a4	v hb	03-maj-05	0	1,73	276	0,8	194	6,7	19,2	179
a4	v hb	03-maj-05	0	0,04	20	0,8	73	0,5	26	76
a4	v grøft	03-maj-05	0,11	0,27	76	2	52	3,5	7,2	92
a5	v	03-maj-05	0,02	0,05	30	0,8	14	4,4	20,3	63
a5	v brønd	03-maj-05	0,054	0,31	28	22,7	29	9,3	9,8	77
a5	v dræn	03-maj-05	0,011	0,57	149	6,8	117	3	15	119
a5	v hb	03-maj-05	0	0,05	26	19,8	29	1,9	9,7	57
a5	v hb	03-maj-05	0	0,12	252	6,4	152	0,5	13,4	141
a6	v	04-maj-05	0	0,03	79		9	5,7	25,4	53
a7	v brønd	11-maj-05	5,6	1,04	4	11	3	3,3	1,4	29
a7	v hb	11-maj-05	0	0,17	26	37,3	28	2,3	12,6	115
a7	v hb	11-maj-05	0	0,13	81	2,2	133	6,1	42	69
a8	v	11-maj-05	0,54	3,86	29	5,6	29	12,8	11,5	79
a9	v	09-maj-05	0,079	0,04	53	136	52	5,6	20,8	139
a9	v brønd	09-maj-05	0,89	0,18	10	24,9	14	2,4	7,4	60
a9	v dræn	09-maj-05	0,26	0,12	105	5	33	5,6	16,8	72
a9	v hb	09-maj-05	0,016	0,08	28	349	151	1,7	17	139
a10	v brønd	04-maj-05	0	0,46	23	20,3	17	7,5	11	84
a10	v brønd	04-maj-05	0,021	0,17	40	36,3	35	8	11,7	79
a10	v hb	04-maj-05	0,032	0,18	25	1,3	2	1	9,8	178
a10	v hb	09-maj-05	0	0,11	190	107	249	81,9	37,4	172
a12	v brønd	11-maj-05	0	7,92	30	52,9	28	25,1	8,2	89
a12	v hb	11-maj-05	0	0,05	62	2,7	31	32,5	14,5	70
a13	v	09-maj-05	0	0,04	31		7	3,4	15,5	82
a13	v brønd	09-maj-05	0,22	0,36	117	3,6	68	4,2	17,8	104
a13	v hb	09-maj-05	0	0,16	54	0,6	47	1	15,5	83
a13	v hb	09-maj-05	0	0,13	139	4,2	50	0,8	9,3	120
a14	v	10-maj-05	0,051	1,80	46	13,7	38	10,5	11,7	90
a14	v brønd	10-maj-05	0,016	3,88	19	23,2	20	9,9	6,5	56
a14	v hb	12-maj-05	0	0,04	65	45,8	51	1,6	16,2	64
a15	v brønd	12-maj-05	0,051	0,08	249	40	128	14,6	26,5	118
a15	v	12-maj-05	0,053	0,66	346	28,4	227	18,9	33,8	167
a15	v hb	12-maj-05	0,017	0,23	657	11,9	352	20,9	65,5	72
a16	v brønd	10-maj-05	0,37	1,63	21	49,7	10	6,3	1,9	37
a16	v hb	10-maj-05	0,089	0,15	79	261	50	8,1	16,9	123
a16	v hb	10-maj-05	0	0,03	1484	143	1199	41,2	60,8	694

Figur 3.13 Kloridkoncentration i mg/l mod glyphosat AMPAkoncentrationer i µg/l. Der er anvendt den maksimale glyphosat/AMPAkoncentration i den enkelte vandprøve. gly/amp - Vandprøver med fund af glyphosat eller AMPA; uden fund - vandprøver uden fund.



Figur 3.14 A - Glyphosat og AMPAkoncentration mod PO₄koncentrationer. Der er anvendt den maksimale glyphosat/AMPAkoncentration i den enkelte vandprøve. gly/amp - vandprøver med fund af glyphosat eller AMPA; uden fund - vandprøver uden fund. B - Fosfor mod dybde i prøver med og uden fund af glyphosat/AMPA



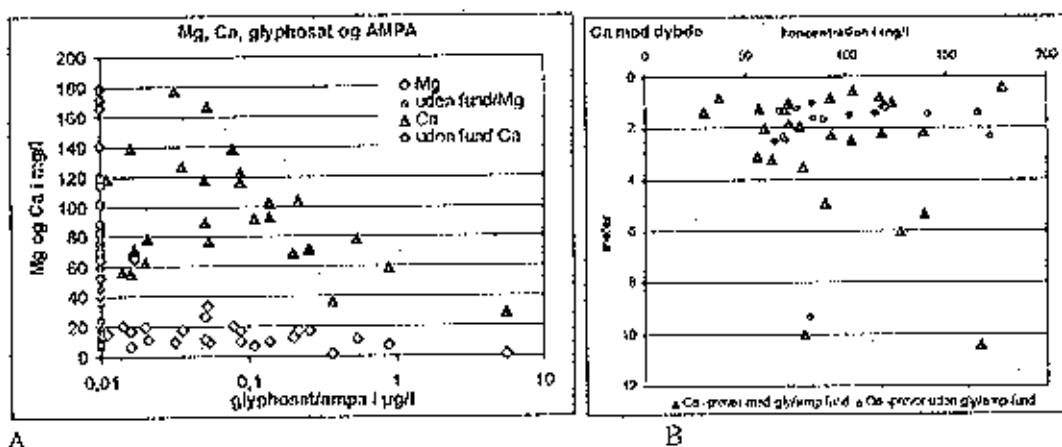
Figur 3. 15A viser, at der ved stigende glyphosat og AMPAindhold i de udtagne vandprøver ses et faldende Ca-indhold. Samme tendens ses for Mg-indholdet i vandprøverne. Der er tilsyneladende ingen sammenhæng mellem pH værdierne i de udtagne vandprøver og Ca-indholdet. Denne sammenhæng kan skyldes at vandprøver, der har et lavt indhold af Ca og Mg er udtaget fra højtliggende grundvand, hvor kalken er mere eller mindre udvasket. Man ville derfor forvente at Ca-indholdet stiger med stigende prøvedybde. Figur 3. 15B viser, at der findes høje Ca-koncentrationer i det højtliggende grundvand i intervallet 0 til 3 meter, men også at der er en tendens mod, at Ca-koncentrationerne stiger med stigende dybde i intervallet 4 til 10 meter.

De høje Ca-koncentrationer i det højtliggende grundvand kan skyldes, at jordbruget anvender kalk som jordforbedrende middel.

Tabel 3.15 viser de gennemsnitlige koncentrationer for en række udvalgte hovedbestanddele i forskellige prøvetyper i henholdsvis prøver med fund af

glyphosat/AMPA, og i prøver uden fund samt den gennemsnitlige dybde til grundvandsspejlet i de undersøgte anlæg, håndboringer og brønde. Dybden af dræn er sat til 1 meter under terræn. Det fremgår af tabellen at Ca indholdet er højest i håndboringerne, mens indholdet er lavest i brøndene. Dette kan forklares ud fra grundvandets transportveje, hvor grundvandet i brøndene transporteres gennem sprækker, hvor Ca indholdet i den tilstødende matrix er udvasket, mens vandprøverne fra håndboringerne måske også stammer fra lokale sprækkesystemer, hvor opholdstiden er større.

Figur 3.15 A - Glyphosat og AMPA-koncentration mod Mg og Ca-indhold. Der er anvendt den maksimale glyphosat/AMPA-koncentration i den enkelte vandprøve. B - Ca-koncentration i prøver med/uden fund af glyphosat mod prøvedybde.



Tabel 3.15 Den gennemsnitlige koncentration for udvalgte hovedbestanddele i vandprøver med og uden fund af glyphosat opdelt på prøvetype samt den gennemsnitlige dybde til vandspejl i brønde og håndboringer. For vandprøver udtaget fra anlæg er anvendt den gennemsnitlige brønddybde/dybde af borerne. v - vandprøve fra anlæg; v brønd - gravet brønd; v grøn - vandprøve taget fra samlebrønd; v grøft - vandprøve fra grøft; v hb - højtliggende grundvand fra håndboring. * - gennemsnitlig dybde af vandspejl.

prøver med fund af glyphosat/AMPA. Koncentrationer er gennemsnit.									
prøvetype	antal prøver	glyphosat - AMPA	Ca	Mg	PO ₄	Cl	NO ₃	SO ₄	vsp *
v	7	0,124	111,7	18,1	1,0	95,9	30,4	78,7	4,87
v brønd	11	0,700	75,1	10,5	2,1	56,8	48,5	42,5	2,53
v hb	5	0,034	113,8	26	0,2	161,9	126,3	116,7	1,30
v dræn	2	0,136	95,4	15,9	0,3	127,0	5,9	74,9	1,00
v grøft	1	0,110	92,3	7,2	0,3	76,1	2,0	52,2	-
prøver uden fund af glyphosat/AMPA									
v	2	0	67,4	20,4	0,0	55,0	0,1	7,9	(34,65)
v brønd	2	0	86,1	9,6	4,2	26,6	36,6	22,3	1,62
v hb	14	0	151,3	24,2	0,8	210,1	34,7	184,9	1,54

Nitratindholdet i håndboringer med fund af glyphosat/AMPA er væsentligt større end i anlæggene og brøndene, og nitratindholdet i håndboringer uden fund af glyphosat er mindre. Dette viser formodentlig, at det er de helt lokale forhold, der er styrende for vandprøvernes kvalitet i håndboringerne, og at brøndene og anlæggene er præget af grundvandet fra et større område. De meget høje kloridindhold skyldes delvist de meget høje koncentrationer der er fundet i enkelte borer, tabel 3.14.

Glyphosat og AMPA er fundet i anlæg med en gennemsnitlig dybde til vandspejlet på ca. 4,9 meter, mens den gennemsnitlige dybde i anlæg uden fund er 34,7 meter tabel 3.12. Denne store forskel skyldes at et anlæg uden fund indvinder grundvand fra en boring med indtag i stor dybde.

3.6 Statistiske bearbejdning af resultater

Klassifikation, notation af prøver og en detaljeret gennemgang af principper og udvalgte statistiske bearbejdninger er vist i bilag 10 "Statistisk bearbejdning af resultater fra Storstrøms Amt. Principal komponent analyse, Cluster analyser og partial least squares regression".

3.6.1 Statistisk bearbejdning af data fra 2001/2002

Der er anvendt en strategi hvor alle variable, der ikke umiddelbart har noget med forurening at gøre, undersøges. Det vil sige oplysninger om vandforsyningen, dybde til grundvandsspejl etc. og de uorganiske parametre, der kan fortælle, hvilken grundvandstype der er prøvetaget. Derimod bruges pesticiddata ikke og data om bakteriologiske parametre, idet det formodes at disse har noget med den almindelige forureningstilstand at gøre, og ikke udgør forklaringsparametre der er relevante.

I PCA testene kunne der ikke med de valgte kombinationsmuligheder og med de anvendte data identificeres grupperinger af fund gruppen i forhold til "ikke fund" gruppen, og dermed kunne der heller ikke peges på egenskaber ved anlæggene eller vandets kemi, der kan forklare hvorfor nogle anlæg i 2001/2002 var forurenet med glyphosat/AMPA og andre ikke.

Dette kan skyldes en række årsager:

- Interviewdata er upræcise og/eller at der er ikke er anvendt samme kriterier for vurderingerne på anlæggene. Det er dog samme interviewer og prøvetager, der har indsamlet alle vandprøver og oplysningerne til det første interviewskema. Ved genbesøget i 2005 blev der ikke fundet forkerte oplysninger i de oplysninger, der tidligere blev indsamlet. Oplysningerne indsamlet i 2001 må derfor anses som præcise og sammenlignelige.
- Den ranking, der er anvendt i testene er ikke korrekt i forhold til rækkefølgen med hensyn til sårbarhed. Dette er meget sandsynligt og bekræftet i PLS analysen.
- De egenskaber, der har betydning for om glyphosat og AMPA udvaskes, er ikke identificeret. Dette undersøges i den statistiske bearbejdning af analysedata indsamlet i 2005, idet en nærliggende årsag kunne være geologiske forhold.
- Grunden til at glyphosat og AMPA findes i anlæggene skyldes u hensigtsmæssig adfærd, hvilket kan være endog meget vanskelig at identificere. Dette understøttes også af, at der i de anlæg, hvor der i dag stadig indvindes grundvand, er fundet en langt mindre andel med fund af glyphosat eller AMPA end i de anlæg der i dag er inaktive. Dette kunne tyde på, at ejere af aktive anlæg har ændret adfærd efter den første undersøgelse, hvor der blev fundet glyphosat/AMPA i drikkevandet fra deres anlæg.

Korrelationsanalysen, der viser sårbarheden indenfor gruppen med fund i brønde, indikerer at den måle belægningens betydning vurderes, samt de

kriterier der har været anvendt til en vurdering af sårbarheden, herunder også terrænfald, har været forkerte. Dette har i dette projekt givet anledning til en nærmere undersøgelse af disse forhold blandt de brønde, der har haft fund i 2005, hvor der blev indsamlet oplysninger om forholdene omkring de enkelt anlæg. Det var dog ikke muligt at identificere betydende sammenhænge mellem belægning og forhold omkring de enkelte anlæg. De indsamlede oplysninger og foto dokumentation viser, at de besøgte anlæg har meget varierende belægninger, og belægningstyperne varierede fra staudebed, græsplæne, grus under halvtag, cementdække, perlegrus, jord under træterrasse, fliser, grus, perlegrus, eller stabil grus over gamle brolægninger og mellemformer, som perlegrus med græs og andre planter.

Endelig tyder korrelationsanalysen på, at der er en betydning fra parametre, der har betydning for glyphosat og AMPA's bindingsevne til jordpartikler samt til grundvandets sammensætning. Disse indikationer er beskrevet i næste afsnit.

3.6.2 Statistisk bearbejdning af data fra 2005

Ved den statistiske bearbejdning af analyseresultater indsamlet i 2005 er der anvendt de vandprøver, hvor der er analyseret for glyphosat, AMPA, BAM og for hovedbestanddele. Desuden er anvendt andre indsamlede oplysninger som vandspejlets beliggenhed i de brønde, borer og håndboringer, hvorfra vandprøverne er udtaget, samt prøvetype.

En sammenligning af vandprøver med fund af AMPA og vandprøver uden fund viste, at der ikke var forskel på de to grupper. Dette kunne forventes, da det formodentlig er anvendelsen af glyphosat, der er styrende for, om der kan genfindes AMPA i de undersøgte vandprøver.

Figur 3.16 viser betydningen af variablene på AMPA-koncentrationen i vandprøver, hvor der er fundet valide sammenhænge i fundgruppen. Variable med lille eller ingen indflydelse i modellen er fjernet, og der er således kun medtaget betydende variable. Der er fundet en gruppe variable, der korrelerer positivt, og en gruppe variable der korrelerer negativt - dels findes stigende AMPA-koncentrationer ved relativt højt indhold af Na, Cl, Ca, og PO_4 og pH, mens AMPA-indholdet er lavt ved stigende dybde til vandspejlet i brønde og håndboringer, stigende milliækvivalent og ledningsevne.

Dette stemmer godt overens med, at fundstederne er lokaliteter hvor, der hurtigt kan transporteres vand fra overfladen til det højliggende grundvand, og at dette grundvand er karakteriseret af højt PO_4 -indhold og lav ledningsevne. AMPA-indholdet korrelerer positivt med høje calciumkoncentrationer i det højliggende grundvand, hvilket kan skyldes, at jordbruget anvender kalk som jordforbedrende middel. Dette er der imidlertid ikke konkret viden om.

Den positive sammenhæng mellem PO_4 og AMPA stemmer godt overens med, at der findes høje PO_4 -koncentrationer i de øverste jordlag og at AMPA og PO_4 formodentlig følger samme transportveje.

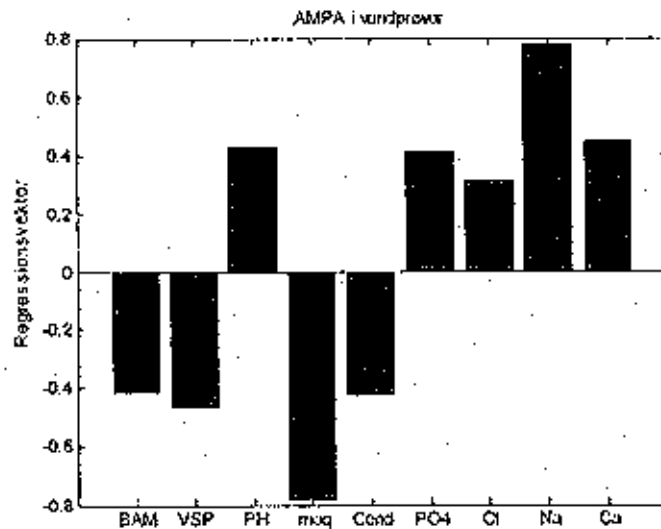
Den negative sammenhæng mellem stigende afstand til grundvandsspejlet og et faldende AMPA-indhold stemmer overens med at både glyphosat og AMPA-koncentrationer falder med stigende dybde.

Den modsatte sammenhæng mellem AMPA og henholdsvis Cl og Na på den ene side og ledningsevnen på den anden skyldes, at vandprøverne er præget af hvilke transportveje og hvilken alder de enkelte vandprøver har. Der kan derfor skelnes mellem "tyndt" og "tykt" vand, hvor det tynde vand kan

være regnvand, der hurtigt infiltreres til det højtliggende grundvand via makroporer.

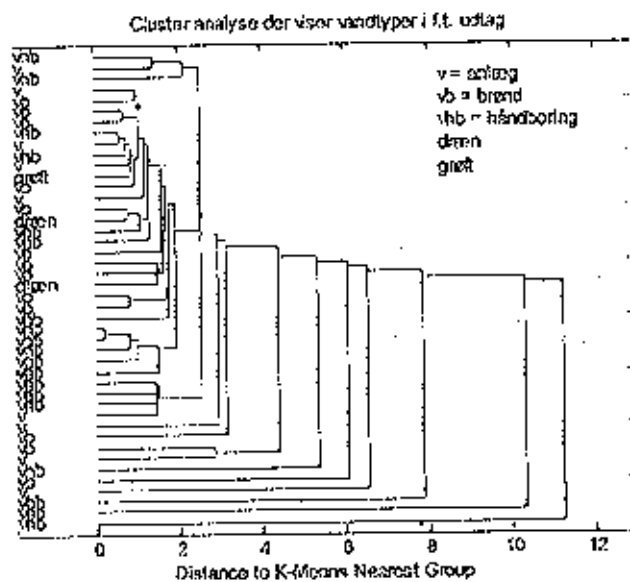
Det er bemærkelsesværdigt at indholdet af coliforme bakterier ikke korrelerer med AMPA. Desuden korrelerer AMPA negativt med BAM, og der er fundet en sammenhæng mellem lave AMPA og høje BAMkoncentrationer. Dette skyldes formodentlig, at BAMforureningen er af ældre dato, og at BAM derfor også vil kunne findes i dybere niveauer i grundvandsmagasinerne (hvor AMPAindholdet er lavt), selv mange år efter brugen af BAM's moderstof. Desuden må AMPA's forekomst også være styret af anvendelsen af glyphosat på tilgrænsende arealer

Figur 3.16 De uafhængige variables Indflydelse på korrelationens evne til prædiktion af de afhængige variable. Betydning af variablene på koncentrationen af AMPA i vandprøver fra Storstrøms amt. Ved stigende AMPAkoncentrationer ses en god overensstemmelse med fx Na, mens der ved lave AMPAkoncentrationer ses en god overensstemmelse med stigende dybde til vandspejlet.



Der er også gennemført forskellige test (PCA og efterfølgende cluster analyse) for at undersøge, om der er forskel på om vandprøverne er udtaget fra håndboringer, brønde, anlæg, grøfter etc. i relation til uorganiske parametre. Figur 3.17 viser, at udtagningssted og procedurer ikke grupperer sig i klare grupper, og at der ikke er større forskel på vandprøverne, hvad enten disse er udtaget fra håndboringer i opsprækket moræneler, dræn, brønde, eller fra anlæggene end der er vandprøverne inellem generelt. Dette var også forventeligt, da både brønde og anlæg er i direkte forbindelse med makroporerne i den opsprækkede moræneler, og vandet fra de højtliggende magasiner præger derfor vandkvaliteten i både brønde og anlæg.

Figur 3.17 Vandtyper fra forskellige udtag i forhold til hovedbestanddele, AMPA og BAM.



4 Tværgående sammenstilling af resultater

I dette afsnit anvendes sammenstillede resultater fra beskrivelserne af anlæggene i bilag 5 og resultater fra tidligere afsnit. I bilag 5 beskrives anlæggenes placering, håndboringers placering, geologiske logs, anvendelse af glyphosat, analyseresultater, hovedbestanddele, bakterier og andre oplysninger om de enkelte lokaliteter.

Ved interviewundersøgelsen oplyste anlægsejerne om og hvor der var sprøjtet med glyphosat på deres ejendom eller om der var andre tilstødende arealer, der var behandlet med glyphosat. Ved besøget på de enkelte ejendomme blev afstanden fra anlægget til de behandlede arealer målt, og det/de behandlede arealer beskrevet.

Den efterfølgende databehandling har fundet de sandsynlige kilder til glyphosat/AMPAforureningen i de enkelt anlæg, bilag 5, og en sammenstilling af resultaterne er vist i tabel 4.1.

Tabel 4.1 Sandsynlige kilder til forurening, gennemsnitlig koncentration for den største glyphosat/AMPAkoncentration der er fundet ved/i anlæg. Gns afstand - gennemsnitlig afstand til mulig kilde, N= 14, konc i µg/l, afstand i meter.

Kilde	antal anlæg	gns maks. konc	gns afstand
fliser / gårdsplads	1	0,05	3
rørlagt grøft	1	0,11	5
Gårdsplads	4	1,66	0
gårdsplads/mærk	1	0,04	15
indkørsel og parkeringsplads	1	0,05	10
mærk	5	0,41	10,6
under hæk	1	0,10	10

I 5 ud af 14 anlæg vurderes glyphosat og AMPAindholdet i brønd eller anlægsvand at stamme fra tilstødende marker som i gennemsnit ligger ca. 10 meter fra anlæggene, bilag 5. Ved 4 anlæg var kilden gårdspladsforurening, hvor der var sprøjtet rundt om anlæggene, mens kilderne til fund i de øvrige anlæg var af forskellig karakter: Sprøjtning af fliser og gårdsplads på modsat side af beboelse; indtrængning af vand fra rørlagt grøft; indkørsel og parkeringsplads på nabogrund; under hæk på nabomatrikel og en lokalitet hvor påvirkningen formodentlig stammer fra gårdsplads og måske fra en nærliggende mærk.

I de fleste tilfælde lå kilderne til forureningen tæt på anlæggene.

Den gennemsnitlige koncentration for vandprøver udtaget i anlæggene eller i brønde var 1,66 µg/l i anlæg, hvor kilden er gårdspladsforurening, mens den gennemsnitlige koncentration i anlæg som modtog vand fra nærliggende marker var 0,41 µg/l. En forklaring på de ret høje koncentrationer i anlæg der modtager vand fra nærliggende marker kan være at 4 ud af 5 anlæg indvinder grundvand, mens et ikke er aktivt, tabel 4.3. At anlæggene er aktive betyder, at grundvandspejlet sænkes i brøndene, når der indvindes vand, og at grundvandet derfor vil blive trukket horisontalt gennem makroporer og sprækker i moræneleret mod brøndene.

Alle de undersøgte anlæg, eller de brønde som borerne står i, indvinder grundvand fra den opsprækkede øvre del af morænen. Der er således ikke i denne undersøgelse gennemført håndboringer ved anlæg som indvinder grundvand fra en boring, med mindre denne er sat i bunden af en gravet brønd. Dette skyldes at der ikke er genfundet glyphosat eller AMPA i de enkeltstående boringer som tidligere indeholdt de to stoffer.

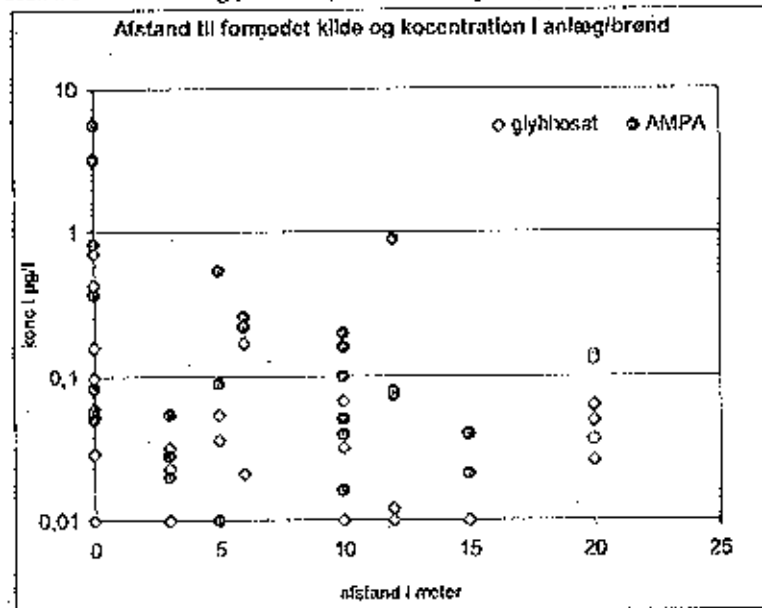
I tabel 4.2 er de enkelt anlæg gennemgået og de primære kilder er beskrevet. Af tabellen fremgår at kun en af anlægsejerne driver landbrug. Alle øvrige deltagere har enten bortforpagtet jorden eller anvender ejendommene til privat beboelse.

Tabel 4.2 Mulige kilder til forurening af små vandforsyningsanlæg. Sammenstilling af data fra de enkelte anlæg, se bilag 5. Landb - landbrug som hovederhverv.

Anlæg	antal pr	Konklusion	Landb	Mulige primære kilder
a1	8	Glyphosat stammer fra formodentlig fra de tilstødende marker. Det kan ikke udelukkes af forureningen stammer fra gårdsplads med dette er usandsynligt. Forurening af BAM stammer fra anvendelse ved brønd	nej	Marker, muligvis gårdsplads
a3	6	Der er ingen grund til at tro at denne brønd forurenes af glyphosat fra overfladen. Grundvandsspejlets hurtige respons ved nedbør viser at der sker en transport af vand fra det højtliggende bagland. Glyphosat formodentlig fra bagland som i dette tilfælde består af marker	nej	Marker, muligvis ukendt tidligere anvendelse på ejendommen.
a4	10	Her stammer glyphosatformureningen formodentlig fra rørtagt grøft der afdræner marker opstrøms ejendom. Rørtagt grøft ligger ca. 4-5 meter fra brønd	nej	Rørtagt grøft der afdræner opstrøms marker
a5	8	Da der er etableret et drænsystem som afvander have og en dykpumpe i brønd der sænker vandspejlet i denne, trækkes der formodentlig grundvand ind under beboelse. Der formodentlig tale om en forurening der stammer fra en gårdsplads der ligger på den anden side af beboelseshus og fra fliser/bede nær ved brønden.	nej	Fliser og formodentlig gårdsplads forurening
a7	8	Gårdspladsforurening. Dels ved tilstrømning af grundvand men også ved direkte tilstrømning af regnvand efter regnskyl.	ja	Gårdspladsforurening og overfladevand
a9	7	En forurening der stammer fra marken. Der er fundet AMPA i en håndboring sat mellem brønd og mark, hvor glyphosat var anvendt.	nej	Mark
a10	7	Der kan både være tale om en gammel gårdspladsforurening eller om recent tilstrømning i dybere niveauer, end hvor der er prøvetaget.	nej	Gammel gårdspladsforurening / mark
a12	5	AMPA er ikke genfundet i anlæg eller i andre prøver udtage ved anlæg. Da anlæg kun anvendes periodevis kan en forklaring på den manglende genfindning være at anlægget har ligget stille i en længere periode og at der derfor ikke er trukket vand ind mod brønden.	nej	Formodentlig anvendelse ved hæk på naboejendom. ?
a13	8	Forureningen kan stamme fra nærliggende marker der ligger ca. 10 meter fra anlæg. Glyphosat formodentlig trukket ned i dybere niveauer og er derfor ikke genfundet i det højtliggende grundvand.	nej	marker
a14	4	Forurening stammer formodentlig fra indkørsel og fra opstrøms p. plads. Kilden er ikke lokaliseret.	nej	Indkørsel og parkeringsplads. ?
a15	7	Gårdspladsforurening, hvor glyphosat må være trukket ned i dybere niveauer for transport gennem opsprækket moræne over tæt lertygte mod brønd.	nej	Gårdsplads forurening
a16	8	Gårdspladsforurening	nej	Gårdspladsforurening
a8	1	Mulig forurening fra mark	nej	Mulig markforurening ?
a2	1	Formodentlig gårdspladsforurening	nej	Mulig gårdspladsforurening. ?

Sammenholdes de enkelte koncentrationer i alle vandprøver med fund af glyphosat og AMPA udtaget fra anlæg eller brønde ses at koncentrationerne generelt falder med stigende afstand, figur 4.1. Anlægget, hvor kilden ligger ca. 20 meter fra brønden indvinder vand fra en opsprækket moræncier på en skråning, hvor vandspejlet i brønden stiger hurtigt efter nedbør, og hvor transporthastigheden gennem den opsprækkede moræncier må være meget stor. Tages dette i betragtning, viser figur 4.1 en væsentlig bedre sammenhæng mellem afstand til kilder og koncentrationer. Anlæg der ligger på gårdspladser der er behandlet med glyphosat er sat til en afstand på 0 meter.

Figur 4.1 Vandprøver med fund af glyphosat og/eller AMPA udtaget fra brønde og fra indvindings anlæggene. Koncentration mod afstand til formodet kilde. Detektionsgrænsen for både glyphosat og AMPA er 0,01 µg/l, og alle markeringer i diagrammet med en koncentration på 0,01 µg/l er "ikke fund". De åbne symboler stammer fra et anlæg placeret på en skråning.

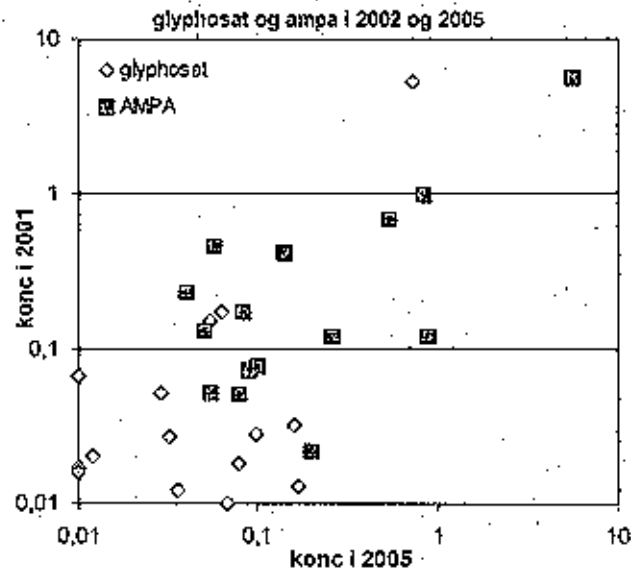


Tabel 4.3 De undersøgte anlæg med fund af glyphosat og AMPA. Afstanden til kilder, aktivt ikke aktivt anlæg, og glyphosat forbrug er vist.

Anlæg	Antal prøver	aktiv/ inaktiv	maks glyph AMPA	afstand til kilde	Formodet kilde	glyphosat anvendt på ejendom	glyphosat anvendt v. anlæg
a12	5	inaktivt	0,1	10	ved bænk	Nej	nej
a8	1	aktivt	0,54	5	mark	Nej	nej
a13	8	aktivt	0,26	6	mark	Nej	nej
a9	7	aktivt	0,89	12	mark	Nej	nej
a3	6	Aktivt	0,14	20	mark	Ja	nej
a1	8	inaktivt	0,2	10	mark	Ja	nej
a14	4	Aktivt	0,051	10	Indkørsel/parkerings- plads	Måske	nej
a10	7	Inaktivt	0,04	15	gårdsplads/mark	Nej	nej
a2	1	Inaktivt	0,058	0	gårdsplads	Ja	ja
a16	8	Inaktivt	0,04	0	gårdsplads	Ja	ja
a15	7	Aktivt	0,16	0	gårdsplads	Ja	ja
a7	8	Inaktivt	5,6	0	gårdsplads	Ja	ja
a4	10	Aktivt	0,11	5	grøft	Nej	nej

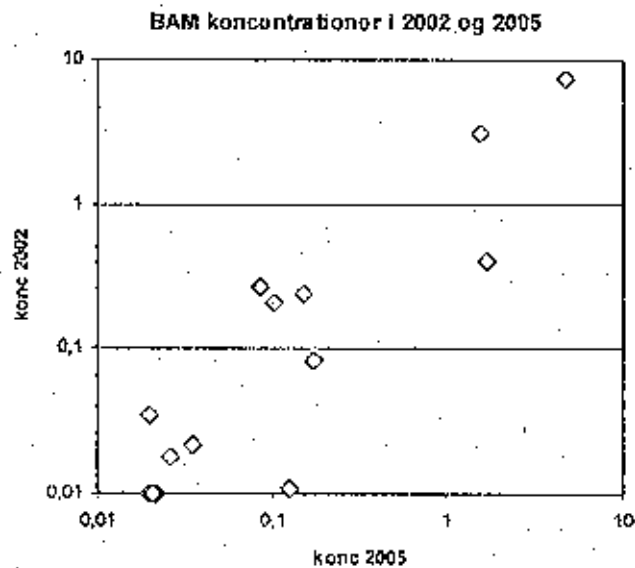
Anlæg	Antal prøver	aktivt/ inaktivt	maks glyph AMPA	afstand til kilde	Formodet kilde	glyphosat anvendt på ejendom	glyphosat anvendt v. anlæg
a5	8	Aktivt	0,054	3	fiser / gårdsplads	Ja	Ja

Figur 4.2 Glyphosat og AMPAkoncentrationer i vandprøver udtaget fra samme anlæg eller brønd i 2005 og i 2001/2002. Detektionsgrænse er 0,01 µg/l.



Glyphosat og AMPAkoncentrationer målt i 2001 og 2002 er sammenholdt med vandprøver analyseret for de samme to stoffer i 2005, figur 4.2, hvor det fremgår, at det er tilfældigt om glyphosat og AMPAkoncentrationerne er steget eller faldet i de enkelt indtag i perioden fra 2002 til 2005. Dog ligger de største AMPAkoncentrationer tæt på hinanden.

Figur 4.3 BAMkoncentrationer målt i samme anlæg i 2005 og 2001/2002. Detektionsgrænse er 0,01 µg/l.



For BAMkoncentrationerne er mønstret lidt anderledes, da der omtrent er fundet de samme koncentrationer i de undersøgte anlæg i 2001/2002 og i 2005, figur 4.3. Dette viser at BAM stadig nedvaskes i samme koncentrationer, mens det er andre forhold som fx anvendelse på de tilgrænsende arealer, der har betydning for udvaskning af glyphosat og AMPA ved fund af mindre koncentrationer. De høje glyphosat/AMPAkoncentrationer stammer fra behandlede gårdspladser, hvor der ofte sprøjtes med glyphosat hvert år.

Tabel 4.4 Geologiske karakteregenskaber for de gennemførte håndboringer. Isseg. - issegmentering / heterofitisk lagdeling af moræne; Højt. Grv. Transport - Transport af højtliggende grundvand sker gennem fx ML (moræneler). Kilde - Kilde til glyphosat og AMPA i anlæg, HB - dybde af håndboringer - der er anvendt den største boredybde når der gennemføres håndboringer. Maks. - maksimumkoncentration af glyphosat/AMPA i anlæg. Aktiv-inaktiv - aktiv hvis anlægget anvendes til indvinding af drikkevand. ML - moræneler, MS - morænesand.

Anlæg	geologi	opsprækning	Isseg.	åbentstående makroporer	Højt. Grv. Transport	Kalk anboret	HB	Kilde	Aktiv - Inaktiv	Maks. µg/l
a1	ML	stærkt opsprækket	fissil	ormegange	ML	nej	2,3	mark	inaktivt	0,2
a3	ML	stærkt opsprækket	fissil	ormegange	ML	nej	2,4	mark	aktivt	0,14
a4	ML silt	stærkt opsprækket	nej	rodkanaler ormegange	ML silt sand	nej	1,8	grøft	aktivt	0,11
a5	ML	opsprækket	fissil	rodkanaler ormegange	ML	nej	1,8	fliser / gårdsplads	aktivt	0,054
a7	ML MS	stærkt opsprækket	nej	ormegange rodkanaler	ML sand	nej	2,8	gårdsplads	inaktivt	5,6
a9	ML	stærkt opsprækket	fissil	rodkanaler ormegange	ML	nej	2,4	mark	aktivt	0,89
a10	ML sand	stærkt opsprækket	fissil	rodkanaler ormegange	ML sand	nej	3,6	gårdsplads/ mark	inaktivt	0,04
a12	ML	svagt opsprækket	fissil	ormegange	ML	nej	2,6	ved hæk	inaktivt	0,1
a13	ML sand	stærkt opsprækket	fissil	rodkanaler ormegange tørkesprækker	ML sand	nej	2	mark	aktivt	0,26
a14	ML	stærkt opsprækket	nej	rodkanaler ormegange	ML	nej	2,5	indkørsel og p-plads	aktivt	0,061
a15	ML gytt	svagt / stærkt opsprækket	mulig fissil	ormegange	ML	nej	2,2	gårdsplads	aktivt	0,16
a16	ML sand	stærkt opsprækket	nej	ormegange	Sand ML	nej	2	gårdsplads	inaktivt	0,84

Ingen af de gennemførte håndboringer anborede faststående kalk eller kalkflager mellemlejret moræneler, tabel 4.4. Da håndboringerne er gennemført for at udtage vandprøver fra det højtliggende grundvand betyder dette ikke, at nogle anlæg ikke indvinder grundvand fra den underliggende kalk.

Alle de undersøgte anlæg er etableret i forbindelse med gravede brønde og kun ved to af de aktive anlæg er der etableret en boring i bunden af brønden. Derfor vil alle anlæg/brønde være præget af grundvand der strømmer gennem moræneler, og i 5 tilfælde også af det grundvand, som strømmer gennem sand- og siltlag mellemlejret morænen, tabel 4.4.

Kun i et tilfælde var morænen svagt opsprækket i den øvre del, men ved dette anlæg blev der under den svagt opsprækkede moræne fundet en fissil zone i en meters dybde. Ved 7-8 af anlæggene blev der fundet højporøse fissile zoner under den øverste moræne, som var i direkte forbindelse med de undersøgte gravede brønde. Ved 7 af anlæggene blev der fundet flere åbentstående

bioporesystemer ved anlæggene, mens der ved de resterende 5 blev fundet åbentstående ormegange.

De undersøgte anlæg er alle præget af, at anlæggene er sårbare overfor horisontal transport af grundvand i den øverste moræne, og transport gennem den opsprækkede moræne vil kunne ske meget hurtigt, når/hvis grundvandsspejlet sænkes i brøndene i forbindelse med indvinding af grundvand.

5 Diskussion

5.1 Analyser

Det gennemførte analyseprogram har været tilstrækkeligt til at gennemføre en vurdering af vandtyper og grundvandstransport ved de undersøgte anlæg. Særlig forekomsten af BAM er interessant, da BAM's moderstof har været forbudt i en årrække, og da forekomsten af BAM kan indicere anvendelse på befæstede arealer, hvor også glyphosat anvendes.

Der har ikke været problemer med at gennemføre analyserne, når der ses bort fra de bakterielle indikator parametre i vandprøver fra 1. prøvetagningsrunde, hvor nogle af prøverne ikke viste de faktisk talte antal bakterier, men et minimumsantal. Da der senere blev udtaget vandprøver til analyse for bakterielle parametre fra de anlæg, hvor der blev fundet glyphosat og AMPA i 1. runde, er betydningen af denne fejlanalyse dog minimal.

5.2 Brøndtyper og deres Indretning

Der blev i alt besøgt 28 anlæg, hvorfra der blev udtaget vandprøver. Der var 10 anlæg, der enten var nedlagt (4 anlæg er sløjfet), eller hvor det af andre årsager ikke var muligt at udtage vandprøver.

Undersøgelse af belæggninger ved anlæggene, indretning af anlæggene, terrænforhold eller andre forhold viste, at disse ikke kunne anvendes til at identificere anlæg med fund. En tilsvarende undersøgelse gennemført i forbindelse et tidligere gennemført projekt viste tilsvarende, at der ikke var sammenhæng mellem anlæggenes omgivelser og forekomst af pesticider i drikkevandet (Brüsch et al. 2004).

5.3 Geologiske forhold

Der blev ikke fundet kalkflager eller faststående kalk i de håndboringer som blev sat ved 12 anlæg med glyphosat/AMPA fund. Da håndboringerenes formål var at udtage vandprøver fra det allerøverste grundvand, var disse sjældent dybere end 3 meter. Særligt i Stevns området vil det kunne forventes, at finde højtliggende kalk eller mellemlejrrede kalkflager i lidt dybere niveauer.

Den geologiske gennemgang viste, at amtet er domineret af moræneaflejringer afsat af den Ungbaltiske isstrøm og både håndboringer, og andre undersøgelser fra området gennemført i forbindelse med KUPA, Iversen & Hørbye, 2004, viste at der i amtet findes en horisontalt opsprækket del af moræneleret (fissil zone) som underlejrer den øvre del af morænen. Den øvre del af morænen er i dag er præget af nutidige biologiske processer og sprækkedannelse. Den fissile zone er dannet i forbindelse med issegmentering i Yngre Dryas for ca. 11.000 år siden, og segmenteringen har oprindeligt strakt sig fra terræn til en dybde på ca. 2,5 meter under terræn. Dybden af den fissile zone er bestemt af lokale forhold, og zonen er overpræget af

bioturbation og mere nutidige frost/tø hændelser samt tørkesprækker. Dette betyder at de oprindelige tektoniske sprækker i lerprofilerne først kan ses under den fissile zone.

De 12 undersøgte anlæg er etableret i forbindelse med gravede brønde og kun ved to anlæg er der etableret en boring i bunden af brønden. Derfor var alle anlæg/brønde præget af grundvand, der strømmer gennem moræner, og 5 anlæg også af grundvand, som strømmer gennem sand- og siltlag mellemlejret morænen, bilag 5, bilag 2.

Kun i et tilfælde var morænen svagt opsprækket i den øvre del, men ved dette anlæg blev fundet en fissil zone i en meters dybde. Ved 7-8 af anlæggene blev der fundet højporøse fissile zoner under den øverste moræne, som var i direkte forbindelse med de undersøgte gravede brønde. Ved 7 af anlæggene blev der fundet flere åbentstående bioporesystemer i moræneleret ved anlæggene, mens der ved de resterende 5 blev fundet åbentstående omgange.

De undersøgte anlæg var alle sårbare overfor horisontal transport af grundvand i den øverste moræne, og transport gennem en subhorisontalt opsprækket moræne, hvor transport af grundvand vil kunne ske hurtigt, når/hvis grundvandsspejlet sænkes i brøndene i forbindelse med indvinding af grundvand. Den udbredte forekomst af coliforme bakterier og *E.coli* i de gennemførte håndboringer viser, at der i de undersøgte områder må ske en transport af vand fra overfladen og ned til det højtliggende grundvand gennem vertikale sprækkesystemer og derfra en videre transport horisontalt.

Forekomsten af glyphosat og AMPA samt bakterier i brønde viser betydningen af, at renovere boringer sat i gravede brønde, hvilket er beskrevet af Otterstrøm et al. 2004, der viser, at det er muligt at forbedre vandkvaliteten i brønde med boringer, når der gennemføres en hensigtsmæssig opfyldning af brøndene med bentonit og en forlængelse/renovering af forerør og andre anlægsdele. En sådan renovering af boringer i brønde vil kunne afhjælpe både bakteriell forurening samt forurening med pesticider, der stammer fra de højtliggende grundvandsmagasiner.

De mange fund af bakterier i både brønde og håndboringer viser en meget stor sårbarhed for anlæg som udelukkende indvinder grundvand fra gravede brønde, hvor bakterierne kan stamme fra højtliggende grundvandsmagasiner og i nogle tilfælde fra direkte forurening fra overfladen. På grund af transporttider og geokemiske miljøer anses det ikke som sandsynligt, at de coliforme bakterier kan genfindes i de dybereliggende primære grundvandsmagasiner.

5.4 Interviewundersøgelsen

Den gennemførte interviewundersøgelse viste, at det var svært at få besvaret en række af de spørgsmål, der var indeholdt i interviewet, da nogle af ejendommene havde skiftet ejer siden undersøgelsen i 2002 blev gennemført. En række af anlægsejerne oplyste, at de ikke havde anvendt glyphosat på deres ejendomme, men at glyphosat var anvendt på nærliggende marker. Kun en interviewet ejer var aktiv landmand, og ejerne var i de fleste tilfælde ikke til stede på ejendommene, da vandprøverne blev udtaget. Dette betød at interviewet måtte gennemføres via telefon og at eventuelle opklarende

spørgsmål måtte stilles ved efterfølgende kontakt. En række af ejerne havde dog kendskab til, at nærliggende arealer/marker var behandlet med glyphosat, men nogle kunne ikke med sikkerhed sige, at der var sprøjtet med glyphosat, men kun at arealerne var behandlet om efteråret.

De indsamlede oplysninger anses for sikre mht. hvilke arealer ejerne selv havde behandlet med glyphosat, og hvornår arealerne var behandlet. De ejere som oplyste, at der var anvendt glyphosat på ejendommen, eller nær anlæggene, kunne i detaljer beskrive, hvor og hvornår der var sprøjtet. Det kan dog ikke udelukkes at nogle ejere ved interviewundersøgelsen ikke huskede alle detaljer korrekt, eller undlod at oplyse om brug af glyphosat på arealer nær anlæggene.

Ingen ejere havde kendskab til uheld eller nedgravet affald, men dette kan i nogle tilfælde skyldes, at nogle ejere først indenfor de seneste år havde overtaget ejendommene.

Belægninger og forhold omkring de enkelte anlæg blev undersøgt ved besøg på de enkelte ejendomme og sammenholdt med den tidligere gennemførte interviewundersøgelse. Der blev ikke fundet afvigelser fra den tidligere undersøgelse bortset fra enkelte anlæg, hvor der var gennemført en renovering af de omkringliggende arealer.

Da kun en af ejerne var aktiv landmand, var det svært at få nøjagtige oplysninger om forbrug og sprøjtetidspunkter på de nærliggende marker fra de øvrige brøndejeere, og det må konkluderes, at der ved tilsvarende fremtidige projekter afsættes tid til at besøge de landmænd som ejer eller forpagter markerne nær anlæggene.

5.5 Statistiske bearbejdning af data indsamlet i 2005

Den gennemførte statistiske bearbejdning af data viser, at der i det højtliggende grundvand kan skelnes mellem to forskellige vandtyper, som er karakteriseret af hvilken opholdstid vandet har haft i de højtliggende grundvandsmagasiner og af:

- transporten gennem makroporer
- opholdstider
- dybden til vandspejlet

som er de mest betydende faktorer, når sårbarheden af en AMPAforurening skal bedømmes.

Der kunne ikke skelnes mellem forskellige vandtyper i forhold til, hvor vandprøverne er udtaget, fx håndboringer og brønde. Dette viser, at grundvand fra højtliggende grundvandsmagasiner i ler, vil være præget af en vandkvalitet svarende til vandkvaliteten i makroporer og dræn.

En sammenligning af vandprøver med fund af AMPA og vandprøver uden fund viste, at der ikke var forskel på de to grupper, hvilket ikke er overraskende, da det er anvendelsen af glyphosat, der er styrende for, om der kan genfindes AMPA, og fordi alle vandprøverne er udtaget ved anlæg, hvor der er fundet enten glyphosat eller AMPA.

5.6 Usikkerheder, de anvendte metoders egnethed

Metode til udtagning af vandprøver, prøvetagningsdybden og -tidspunkt vil ofte være en begrænsende faktor, når de indsamlede oplysningers kvalitet skal bedømmes, og når de indsamlede resultater skal vurderes. Der er udtaget en række forskellige typer jord- og vandprøver fra forskellige kilder, hvor glyphosat, AMPA, BAM, bakterielle parametre og en række hovedbestanddele er analyseret. Den statistiske vurdering af de indsamlede data viser, at der kan skelnes mellem forskellige vandtyper, og at en række parameter har mindre eller ingen betydning for den samlede tolkning af resultaterne. Desuden kan man indenfor den enkelte lokalitet sammenholde vandkvaliteten på en meningsfuld måde.

Vandprøver fra brønde og anlæg er alle indsamlet på samme måde, og i brøndene fra samme dybde under vandspejlet. Enkelte brønde er prøvetaget i flere dybder, og der er fundet en lagdeling af vandsøjlen i nogle brønde.

Med hensyn til jordprøver er der fundet spor af glyphosat og AMPA i relativt få prøver udtaget under arealer, hvor der er anvendt glyphosat, hvilket (om ikke andet) viser, at prøverne ikke er blevet forurenet med rodzonejord, som kan indeholde absorberet glyphosat eller AMPA. Det kan dog ikke forventes, at finde glyphosat eller AMPA i jordprøver fra håndboringer sat i *ikke* sprøjtede arealer mellem de undersøgte brønde der indeholder glyphosat/AMPA, og de arealer ejerne havde oplyst var sprøjtede. Det har været overraskende, at der kun er fundet få jordprøver fra lidt dybere niveauer med glyphosat/AMPA under gårdspladser, hvor ejerne har oplyst, at der er sprøjtet regelmæssigt. Dette kan skyldes, at mange jordprøver er udtaget for dybt under rodzonen eller de øverste sedimentlag, hvor glyphosat og AMPA normalt sorberes, og at strategien med kun at udtage jordprøver under rodzonen var forkert.

De mange fund af bakterier i vandprøver fra håndboringerne er overraskende og gennemgangen af coliforme bakterier og E.coli i afsnit 3.4 viser, at bakterierne kan forekomme dels naturligt i rodzonen samt tilført via fx organisk gødning eller på anden måde. Da boringerne er gennemført som håndboringer, kan der være en risiko for, at vandprøver er forurenet af materiale fra rodzonen. Rodzonen blev dog fjernet før håndboringerne blev gennemført, og boringerne kun blev ført ned til det øverst grundvand. Forureningsrisikoen må derfor anses for at være begrænset, hvilket understøttes af, at der i næsten alle brønde, også de brønde der er godt vedligeholdt, ofte blev fundet coliforme bakterier og E.coli.

Indsamlingen af geologiske oplysninger fra håndboringerne viste, at der kunne gennemføres en række tolkninger, som meningsfuldt kan forklare transportveje gennem særlige sprækkesystemer i moræneleret, og det må anbefales, at der ved andre undersøgelser af forekomst af pesticider i moræner gennemføres detaljerede sedimentologiske beskrivelser og beskrivelser af makroporesystemer, da transporthastigheden for grundvand og opløste stoffer vil være stor i sådanne.

Prøvetagningsstidspunktet og nedbørsforhold vil formodentlig også være af afgørende betydning, når stoffer som glyphosat og AMPA skal undersøges. Længerevarende tørke situationer, som i foråret 2005, har givet en effekt på forekomsten af glyphosat og AMPA i det højtliggende grundvand. Da der ved de 12 detaljerede undersøgte anlæg ved 2 prøvetagninger blev genfundet

glyphosat/AMPA i brøndvandet, men ofte ikke i det allerøverste grundvand, må glyphosat og AMPA være trukket lidt længere ned i den opsprækkede fissile moræner under de ikke sprøjtede arealer ved de anlæg, hvor der ikke blev fundet glyphosat/AMPA i håndboringerne. Glyphosat og AMPA kan også være trukket ind mod brøndene fra en anden retning, hvis grundvandstrømningens retning er vurderet forkert. Desuden kan det ikke udelukkes, at der ved nogle anlæg findes gamle dræn og stendræn, der ikke er kortlagt.

6 Konklusion

I 38 ud af 193 undersøgte små vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt blev der fundet glyphosat og/eller AMPA i 2001/2002.

28 af anlæggene med fund blev undersøgt igen i 2005.

I 15 ud af de 28 undersøgte anlæg blev der genfundet glyphosat eller AMPA, heraf var grænseværdien for drikkevand på 0,1 µg/l overskredet i 10 tilfælde. Glyphosat/AMPA blev fundet i 14 gravede brønde, mens der blev fundet glyphosat/AMPA i 1 boring sat i bunden af en gravet brønd. Der var ikke fund i regulære boringer. Dette bekræfter, at gravede brønde er langt mere sårbare overfor glyphosat forurening end anlæg, der indvinder fra større dybder.

Ejerne af 6 anlæg oplyste, at der var anvendt glyphosat på selve ejendommen. Ud af disse 6 oplyste 4, at der var anvendt glyphosat tæt ved anlæggene på gårdspladser eller fliser, 1 ejer oplyste at glyphosat var anvendt på en gårdsplads/i en indkørslen nedstrøms anlægget, og en ejer oplyste, at der på ejendommen var anvendt små mængder glyphosat under elhegn. Ved 5 anlæg var der ifølge ejernes oplysninger ikke anvendt glyphosat på matriklen. Ved yderligere ét anlæg var der muligvis sprøjtet i en indkørsel opstrøms anlægget. 8 ejere oplyste, at der var anvendt glyphosat på de nærliggende marker, mens to ejere ikke havde viden om dette, men disse oplyste dog, at markerne havde været sprøjtet efteråret 2004.

12 detaljeret undersøgte lokaliteter med fund af glyphosat eller AMPA ligger alle i områder, hvor morænen er afsat under samme isfremstød. Anlæggene ligger både i områder med tynde og tykke morænelagslag. Ved 7-8 anlæg blev der fundet horisontalt opsprækket fissile zoner i direkte forbindelse med de undersøgte gravede brønde, og det kan ikke udelukkes, at den samme zone ville kunne findes ved de øvrige anlæg. Ved 7 anlæg blev der fundet flere åbentstående makroporesystemer, hvor de åbentstående porer kan være op til ca. 5 mm. Ved de resterende 5 anlæg blev der fundet åbentstående omgange, hvoraf mange var lodrette og i forbindelse med sprækkesystemer. Vandet i de 12 brønde er bl.a. præget af det grundvand, der strømmer gennem den øverste opsprækkede morænelag. Undersøgelsen viste således, at der i alle anlæg kunne påvises mulighed for makropore transport til indvindingen.

Glyphosat og AMPA blev fundet i 5 ud af 19 analyserede vandprøver fra håndboringer, selv om håndboringerne var sat opstrøms anlæggene og ofte ganske tæt på de brønde, hvor der blev fundet glyphosat/AMPA. De få fund skyldes sandsynligvis, at nogle vandprøver er udtaget fra det allerøverste grundvand under arealer, hvor der ikke er anvendt glyphosat, efter en periode med tørke i forårmånederne, hvor grundvandet var sænket i forhold til det normale grundvandsspejls beliggenhed.

Med baggrund i interviewundersøgelsen og forholdene omkring de enkelte anlæg vurderes det, at der er påvist lokale transportveje, hvor grundvand kan transporteres via sprækkesystemer i morænelaget fra de mulige kildedområder, hvor glyphosat har været anvendt. Der kan dog også forekomme andre mulige transportveje, som gamle stendræn eller gamle drænafløbssystemer, hvis

placering ikke er kendt i dag. Der kunne derfor ikke med sikkerhed fastslås en sammenhæng mellem fund og anvendelse af glyphosat i nærmiljøet omkring alle brøndene.

Der er fundet BAM i 18 anlæg eller i håndboringer ved anlæggene, svarende til at der er fundet BAM ved 64 % af de undersøgte anlæg. Der ses ingen klar tendens mod at høje BAMkoncentrationer medfører høje glyphosat eller AMPAkoncentrationer. Gennemgangen af de enkelte anlæg, bilag 5, viser, at hvert anlæg har sin egen forklaringshistorie, hvor det ikke er sikkert at BAM's moderstof og glyphosat har været anvendt på samme arealer. Der er desuden ikke nødvendigvis en sammenhæng mellem transportmåde og infiltration af de to stoftyper, der er meget forskellige mht. binding og nedbrydning.

Der blev fundet coliforme bakterier i 14 ud af 15 anlæg med fund af glyphosat /AMPA, og der er fundet bakterier i højtliggende grundvand udtaget fra håndboringer placeret langt fra brøndene, hvilket bekræfter at der findes et hydraulisk aktivt sprækkesystem, der kan transportere bakterier og dermed partikler fra overfladen til det øverste grundvand og formodentlig lateralt i det øvre grundvand.

De gennemførte statistiske tests viser, at transport gennem makroporer, transporthastighed/opholdstider og dybden til vandspejlet er de mest betydende faktorer, når sårbarheden af en AMPAforurening skal bedømmes, bilag 10.

Gennemgangen af de enkelte anlæg viser, at kilderne til glyphosat og AMPA indholdet i vandprøver fra brønd- eller anlægsvand i 5 anlæg sandsynligvis er tilstødende marker. Ved 4 anlæg var kilden gårdspladsforurening, hvor der var sprøjtet rundt om anlæggene. Kilderne til fund i de øvrige anlæg var af forskellig karakter. Det skal understreges at der ved nogle anlæg ikke blev fundet glyphosat/AMPA i håndboringerne, og at vurderingen derfor bygger på ejernes oplysninger om, at der ikke har været anvendt glyphosat mellem de behandlede arealer og brøndene, hvilket i nogle tilfælde er sandsynliggjort ved gennemgang af arealerne omkring anlæggene.

Sammenholdes afstanden til de mulige primære kilder med koncentrationen i de enkelte anlæg, findes at glyphosat/AMPAindholdet falder med stigende afstand til kilden.

Der blev i Kapitel 1 opstillet 4 hypoteser for mulige årsager til fund af glyphosat og AMPA. De 4 hypoteser er besvaret på følgende måde:

1. De geologiske forhold i Storstrøms Amt er præget af en opsprækket moræneler med både vandrette og horisontale sprækker i de øverste meter. Disse sprækkesystemer i den Ungbaltiske Isstrøms aflejringer vurderes som mulige og hurtige transportveje for grundvand fx med glyphosat og AMPA, når der indvindes vand fra gravede brønde, hvor vandkvaliteten også er præget af grundvand fra disse sprækkesystemer. Der blev ikke i den øvre del af moræneleret fundet mellemlejrede kalkflager i håndboringerne, men ofte mellemlejrede sand/gruslag.
2. Der blev ikke fundet infiltrationsbrønde, hvor der nedsives drænvand til det højtliggende grundvand nær de undersøgte anlæg, og det var ikke muligt at finde andre gravede brønde tæt ved anlæggene som mulige kilder til glyphosat eller AMPA.

3. Gennemgangen af anlæggene viste, at anlægges udformning, beliggenhed og placering i terrænet ikke adskilte sig fra andre anlæg, der tidligere er undersøgt i amtet samt i tre andre amter.
4. Ingen anlæg lå i nærheden af kendte punktkilder, og behandlingsmønsteret for glyphosat ved de undersøgte anlæg var ikke anderledes end i de tidligere undersøgelser i 4 amter.

7 Perspektiver

7.1 Videnskabelige

I forbindelse med den geologiske beskrivelse af de enkelte lokaliteter er der ofte fundet horisontalt opsprækkede zoner underlejret ca. 1 til 1,5 meter moræne, der er påvirket af bioturbation, rødder og frost-/tørke sprækker i perioden efter sidste isfremstød. Den horisontalt lagdelte (fissile)zonen nedre begrænsning er i de undersøgte områder op til ca. 2,5 meter under terræn, og den hydrauliske ledningsevne er formodentlig større end den hydrauliske ledningsevne i sand. Brøndenes konstruktion tilsigter, at grundvand fra hele brøndens indtag udnyttes, og ved en sænkning af grundvandsspejlet, vil der derfor hurtigt kunne transporteres vand fra nærliggende arealer, horisontalt gennem dette sprække system, hvor der formodentlig er svagt anaerobe forhold, og generelt temperaturer under 10° C.

Identifikation af de primære kilder til forurening bygger i en række tilfælde på oplysninger fra ejerne af anlæggene, da det i en række tilfælde ikke var muligt at genfinde glyphosat/AMPA i det højtliggende grundvand, selv under arealer hvor der var sprøjtet med glyphosat. Dette betyder, at en række af de primære kilder ikke er fundet ved håndboringerne. Fremtidige undersøgelser af glyphosat og AMPA i højtliggende opsprækket moræneler bør derfor omfatte udtagning af vandprøver fra dybere niveauer i opsprækket moræneler og bør foretages tættere på udbringningstidspunktet. Det vurderes at de indsamlede oplysninger fra ejerne i kombination med de geologiske beskrivelser og bakterielle målinger sandsynliggør mulige transportveje gennem opsprækket moræneler. Ved fremtidige projekter bør der udtages vandprøver fra flere og lidt dybere niveauer i de øverste grundvandsmagasiner.

Den mest overraskende i undersøgelsen er de mange fund af coliforme bakterier og E.coli i det højtliggende grundvand, hvor bakterierne blev fundet i brønde, og i håndboringer sat i det allerøverste grundvand. Forekomsten viser dels, at der kan ske en hurtig transport fra terræn og ned til grundvandet via sprække og poresystemer, men også at mange fund af bakterier i brønde, ikke nødvendigvis skyldes dårligt vedligeholdte brønde med en direkte forurening fra terræn, men at bakterierne også kan stamme fra højtliggende grundvand. Da de issegmenterede fissile zoner er dannet i forbindelse med en kuldeperiode for ca. 11.000 år siden må det formodes, at disse kan genfindes i moræneler med samme mineralogi som den øverste del af den Ungbaltiske moræneenhed.

7.2 Administrative

Undersøgelsen af forekomst af glyphosat og AMPA i de private vandforsyningsanlæg i denne undersøgelse viser at:

- 1) Gravede brønde sat i opsprækket moræneler er sårbare overfor glyphosat og AMPAforurening, bakterier og andre pesticider (fx BAM's moderstof dichlobenil) anvendt i oplandet til indvindingen.

- 2) Der er ikke genfundet glyphosat/AMPA i egentlige borer. Dybere liggende grundvand vurderes ikke sårbart overfor glyphosat og AMPA nedvaskning, med mindre der lokalt forekommer geologiske vinduer i moræneleret, hvor en hurtig transport af grundvand mod større dybder kan ske.

Forekomst af glyphosat og AMPA i brønde viser, at glyphosat og AMPAforureningen er knyttet til de øverste grundvandsmagasiner i opspakket ler. Dele af det grundvand der indvindes fra gravede brønde, og borer sat i gravede brønde, svarer i princippet til vand, der har samme kvalitet som drænvand. Da der også indvindes grundvand fra større dybde i brøndene, vil der ske en fortynding af eventuelle pesticidkoncentrationer i brønde, hvorfra der sker en indvinding.

Der er overensstemmelse mellem faldende koncentrationer af glyphosat og AMPA og stigende afstand til mulige forureningskilder, og der er i denne undersøgelse ikke fundet anlæg, hvor der er transporteret grundvand fra sprøjtede arealer, der ligger længere end 20 meter fra anlægget.

Hovedkilderne til glyphosat og AMPA i de undersøgte anlæg var grundvand og formodentlig også overfladevand, der stammer fra behandlede gårdspladser og fra behandlede marker.

Derudover var der en række andre kilder, som fx sprøjtning af fliser, under en hæk, en rørlagt grøft samt sprøjtning af indkørsel. Fund af glyphosat i brønde placeret på gårdspladser, der er behandlet med glyphosat viser, at det bør anbefales, at undlade at behandle arealerne omkring de små vandforsyningsanlæg.

Undersøgelse af de enkelte lokaliteter viste, at morænen karakter har stor betydning for vurdering af forureningsrisiko ved gravede brønde. Denne risiko gælder ikke kun for glyphosat og AMPA, men også for andre pesticider og metabolitter som kan nedvaskes fra arealer, hvor moderstofferne anvendes. Det formodes at, moræneler med fissile zoner er mere sårbart end andre lertyper. Dette skyldes, at de fissile zoner er horisontalt opsprækkede, og at disse giver mulighed for en horisontal grundvandsstrømning, der pga. lagets geologiske oprindelse kan have en stor lokal udbredelse.

Det forventes ikke at finde tilsvarende sårbarhed for brønde sat i sandede områder, med mindre der er tale om direkte overfladisk tilstrømning af forurenat vand til brønde fra fx gårdspladser og andre arealer i umiddelbar tilknytning til anlægget. I sandede sedimenter vil nedsivningen ske langsommere og ikke gennem en meget lille del af sedimentet, som i moræneler, hvor strømningen fortrinsvis sker gennem sprækker og makroporer. Glyphosat og AMPA vil i sand tilbageholdes ved binding til fx jernhydroxider, (Kjær et al. 2005, Piccolo et al., 1994, Gerritse et al. 1996, de Jonge et al. 2001).

Der er fundet coliforme bakterier og E.coli i det højtliggende grundvand i opsprækket moræneler. Dette viser betydningen af, at renovere borer sat i gravede brønde. Der kan med fordel gennemføres reovering af sådanne anlæg, hvor forerøret tætnes/forlænges, og brønden derefter fyldes med ekspanderende ler som fx bentonit. En sådan reovering vil kunne afhjælpe både bakteriel forurening samt forurening med pesticider, der stammer fra de højtliggende grundvandsmagasiner.

De mange fund af bakterier i brønde og håndboringer viser en stor sårbarhed for anlæg som udelukkende indvinder grundvand fra gravede brønde, hvor bakterierne kan stamme fra de højliggende grundvandsmagasiner, hvor de forekommer naturligt. På grund af transport-, overlevelsestider og geokemiske miljøer anses det ikke som sandsynligt, at de coliforme bakterier kan genfindes i de dybereliggende primære grundvandsmagasiner.

8 Ordliste

AMPA – Nedbrydningsprodukt fra glyphosat.

BAM – Nedbrydningsprodukt fra dichlobenil, et pesticid som blev anvendt ved total afrydning fx på befæstede arealer som veje, gårdspladser etc.

Befæstede arealer – Områder med fast belægning som asfalt, stabilgrus, brolægning cement etc. fx veje, parkeringspladser, gårdspladser.

BP - Before present – Antal år før 1950

Boring – En boring indvinder ofte vand fra større dybder end brønde og normalt fra dybereliggende grundvand. Boringer kan også være placeret i bunden af gravede brønde og disse boringer kan være påvirket af det vand der er i brønden.

Brønd – Gammeldag gravet brønd, hvor der indvindes overfladenært grundvand. Brønde er konstrueret med utætte sider og er normalt op til ca 10 meter dybe. Ofte omkring 1 meter i diameter. Brønde er oftest placeret tæt ved den ejendom hvor vandet skal anvendes fx på en gårdsplads eller i haven.

Dryas, Yngre – tidsperiode under afsmeltningen i sidste istid – ca 11.000 år før nu.

Facies – De egenskaber forskellige sedimentter besidder, fx strukturer, grænser mellem forskellige lag, indhold af fossiler, trækul etc.

Fissil – Horizontal lagdeling i en ler bjergart dannet som følge af udfældning af islinscr.

Forerør – Ved boring af en vandforsyningsboring anvender brøndboreren ofte et forerør som forhindrer de omgivende sedimentter i at synke sammen. Før borestammen trækkes op sættes et slidset rør inden i borestammen, og der gruskastes omkring dette rørs slidset. Dette rør kaldes normalt for et forerør. I kalk er det ikke nødvendigt at sætte forerør, fordi bjergarten ikke synker sammen.

Glyphosat – Pesticid der anvendes ved bekæmpelse af ukrudt. Handelsproduktet kan fx være RoundUp.

Håndboring – Boring der sættes med håndboregrej. Afhængig af sedimentter kan en sådan boring sættes op til 8 meter under terræn. I moræne hvor der ofte er indlejret store sten der den maksimale boreddybde 3- 4 meter.

Infiltrationsbrønd – I dræncede områder med lille afstand til underliggende vel afdræncede vandførende lag infiltrerede man tidligere nogle steder drænvand direkte til det højtliggende grundvand via gravede brønde.

Infiltrationsvand – Vand der bevæger sig lodret fra terrænoverfladen mod grundvandet. Når infiltrationsvandet når grundvandet vil vandets bevægelse i langt de fleste tilfælde være mere horisontalt.

Makroporer – Summen af alle større porer og sprækker i en bjergart, fx tørkesprækker, ormegange tektoniske sprækker etc.

Moræne – Usorteret ler afsat under eller foran en ismasse, fx den Ungbaltiske isstrøm.

PCA, Cluster og PLS-R – statistiske analyse redskaber der anvendes til at systematisere et stort datamateriale.

Sediment - En bjergart afsat i floder, søer, havet, af en ismasse etc. Hver sedimenttype afsat i forskellige miljøer besidder særlige karakteregenskaber.

Små private indvindingsanlæg – Et vandindvindingsanlæg der forsyner en enkelt husstand eller op til 9 husstande.

Sprække – Sprækker kan have mange oprindelser fx tørke, skrumpning, tektonik som følge af isbevægelse mm.

9 Referencer

- Azadpour-Keeley A., Faulkner B. R. & Chen, J., 2005 (from www.EPA.us): Movement and Longevity of Viruses in the Subsurface. United States Environmental Protection Agency Ground Water Issue
- Bach, H., Christensen, N., Gudmundsson, H., Jensen, T.S. & Normander, B. (red.) 2005: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU nr. 550.
- Benson C. H. & Othman M. A., 1993: Hydraulic conductivity of compacted clay frozen and thawed in situ. *Journal of geotechnical Engineering*, 119, 2, 276- 294.
- Bentzon C.H., Abichou T. H., Olson M. A. & Bosscher P. J., 1995: Winter effects on Hydraulic Conductivity of Compacted Clay, *Journal of Geotechnical Engineering*, vol. 121, No. 1, 1995.
- Brereton, 1992, Multivariate pattern recognition in chemometrics, illustrated by case stories.
- Brüsch W., Stockmar J., Platen-Hallermund F., Kelstrup N. & P. Rosenberg, 2004: Pesticidforurennet vand i små vandforsyninger. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse rapport 2004/9.
- Chris R. Stokes & Chris D. Clark, 2001: Palaeo-ice streams. *Quaternary Science Reviews* 20, 2001 1437-1457.
- Christoffersen, P. & Tulaczyk, S., 2003: Signature of palaeo-ice-stream stagnation: till consolidation induced by basal freeze-on. *Boreas*, Vol. 32, pp. 114-129.
- D'Astous, A.Y., W.W. Ruland, J.R.G. Bruce, J.A. Cherry, and R.W. Gillham. 1989. Fracture effects in the shallow groundwater zone in weathered Sarnia-area clay. *Canadian Geotech. Jour.*, 26, 43-56.
- De Jonge H. L.W., Jacobsen O. H., Yamaguchi T. and Moldrup P., 2001: Glyphosate sorption in soils of different pH and Phosphorus content. *Soil Sci.* 166: 230-238.
- Entry J.A. & Farmer N: 2001, Movement of Coliform Bacteria and Nutrients in Ground Water Flowing through Basalt and Sand Aquifers. *J. Environ. Qual.* 30:1533-1539.
- Ernstsen, V., P. Gravesen, B. Nilsson, W. Brüsch & J. Fredericia, 1990: Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland. NPo-forskning fra Miljøstyrelsen. Nr. B6. Miljøministeriet. 63 p.
- Esbensen, K.H. 2002, Multivariate data analysis - in practice. 5th. edition. CAMO Process AS, Oslo, Norway.
- Gagliardi J.V. & Karns J.S., 2000: Leaching of *Escherichia coli* O157:H7 in Diverse Soils under Various Agricultural Management Practices. *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol. 66, No. 3, p. 877-883.
- Gerritse R. G., Beltran J., and Hernandez F., 1996: Adsorption of atrazine, simazine and glyphosate in soils of the Gnagara Mound, Western Australia. *Aust. J. Soil Res.* 34: 599-607.
- Härig, F. & Mull, R., 1992: Undichte Kanalisationssysteme -- die Folgen für das Grundwasser. *gwf-Wasser / Abwasser* 133 (4), 196-200
- Harrar, Bill og Bertel Nilsson, 2001: 3D strømning og transport i sprækket moræne. *Vand & Jord*, Nr. 4, 8. årgang December 2001, 136-141.
- Herbold-Patschke, K., Straub, U., Hahn, T., Teutsch, G. & Botzenhart, K., 1991: Behaviour of pathogenic bacteria, phages and viruses in

- groundwater during transport and adsorption. *Wat. Sci. Tech.* 24 (2), 301-304.
- Herzig, J. P., Leclerc, D. M. & LeGoff, P., 1970: Flow of suspension through porous media – application to deep filtration. *Ind. Eng. Chem.* 62, 8-35.
- Herzog, B.L., R.A. Griffin, C.J. Stohr, L. R. Follmer, W.J. Morse and W.J. Su. 1989. Investigation of failure mechanisms and migration of organic chemicals at Wilsonville, Illinois. *Ground Water Monitoring and Review*, 9, 82-89.
- Houmark-Nielsen M., 1987: Pleistocene Stratigraphy and glacial history of the Central part of Denmark. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 36, 1-189.
- Houmark-Nielsen M. & Kjær K. H., 2003: Southwest Scandinavia, 40-15-kyr BP: Paleogeography and environment change. *Journal of Quaternary Science* (2003) 18(8), 769-786.
- Jacobsen O. H. & Kjær J., 2005: Is drainage water representative of root zone leaching of pesticides. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 2005.
- Iversen B.V & Jacobsen O. H., 2004: *Hydrauliske undersøgelser – Laboratorieundersøgelser*. I: Ernsten V. (ed.), 2004: *Koncept for udvikling af pesticidfølsomme arealer*, KUPA. Afprøvning af undersøgelsesmetoder med henblik på at etablering af et zoneringskoncept for danske lerjorde: Statusrapport. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse* 2004.
- Jacobsen, O.H. & A. Helweg. 2003. Glyphosat og fosfor i drænvand og lysmetervand som indikator for indhold af glyphosat i det dybereliggende grundvand. DJF rapport, Markbrug 93, 24 pp.
- Jacobsen, O.S. 2001: Leaching and transport of bacteria in unsaturated soils. ISME-9 Symposium. *Interactions in the Environment*. Amsterdam. 26-31 August, 2001. International Society for Microbial Ecology. Proceedings of the International Symposium on Microbial Ecology, p220. Samt data fra Poster.
- Jørgensen F. & J. A. Piotrowski, 2003: Signature of the Baltic Ice Stream on Funen Island, Denmark during the Weichselian glaciation. *BOREAS* 32, 2003, 242-255.
- Kjær J., Ullum M., Olsen P., Pia Sjelborg, Helweg A., Bügel Mogensen B., Plauborg F., Jørgensen J. O., Vangso Iversen B., Fornsgaard I. S. & B. Lindhardt, 2002: The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Monitoring results May 1999 - June 2001 Second report. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse*.
- Kjær J., Ullum M., Olsen P., Sjelborg P., Helweg A., Bügel Mogensen B., Plauborg F., Grant R., Fornsgaard I. S. & W. Brüsch, 2003: The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Monitoring results May 1999 - June 2002 Third report. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse*.
- Kjær, J., Olsen, P., Barlebo, H. C., Juhler, R. K., Plauborg, F., Grant, R., Gudmundsson, L. & Brüsch W., 2004: The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme: Monitoring results, May 1999-July 2003, *Geological Survey of Denmark and Greenland*, 2004.
- Kjær, J., Olsen, P., Ullum, M. & Grant, R., 2005: Leaching of glyphosate and Amino-Methylphosphonic Acid from Danish Agricultural Field Sites, *J. Environmental Quality*, 34, 608-630.
- Kjær K. H., Houmark-Nielsen M. & Richardt N., 2003: Ice-flow patterns and dispersal of erratics at the southwestern margin of the last Scandinavian Ice Sheet: signature of paleo-ice Streams. *Boreas*(2003) vol. 32, 130-148.

Klint K. E. S., 2001: Fractures in glaciogene diamict deposits; Origin and distribution. Pd.D. Thesis 2001. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.

Klint, K. E. S., 2004: Undersøgelse af de geologiske forhold ved ved Gjorslev, Højstrup, Manmen og Grundfør. I: Ernstsén V.(cd.), 2004: Koncept for udvikling af pesticidfølsomme arealer, KUPA. Afprøvning af undersøgelsesmetoder med henblik på at etablering af et zoneringskoncept for danske lerjorde: Statusrapport. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse 2004.

McKay, L. D., Sanford, W. E. & Strong, J. M., 2000: Field-scale migration of colloidal tracers in a fractured shale saprolite. *Ground Water* 38 (1), 139-147.

McKay, L.D., D.J. Balfour, and J.A. Cherry. 1998. Lateral chloride migration from a landfill in a fractured clay-rich glacial deposit. *Ground Water*, 36, 988-999.

McKay L. O., Cherry J. A., Bales R. C., Yahya M. T. & Gerba C. P., 1993: A Field Example of Bacteriophage as Tracers of Fracture Flow. *Environ. Sci. Technol.*, 27, 1075-1079.

Mehrsheikh A., 2005: Environmental fate. Seminar on glyphosate and Water. Foredrag fra "Agenda seminar on glyphosate and water" Bryssel 30 november og 1 december 2005. Arrangør: Monsanto.

Miljøstyrelsen, 1979: Jord som recipient for spildevand. Statusrapport vedrørende anvendelse af jord som recipient for spildevand. April 1979.

Miljøstyrelsen, GEUS, Dansk Vand- og Spildevandsforening, Foreningen af vandværker i Danmark, 2003: Notat fra arbejdsgruppe til vurdering af større sprøjtefrie zoner omkring vandindvindingsboringer. "300 meter udvalget" December 2003.

Mull, R., Härig, F. & Pickle, M., 1992: Groundwater Management in the Urban Area of Hanover, Germany. *J. of Water and Environ. Management* 6 (2).

Nevecherya I. K., Shestakov V. M., Mazaev V. T., and Shlepnina T. G., 2005: Survival Rate of Pathogenic Bacteria and Viruses in Groundwater, *Water Resources*, Vol. 32, No. 2, pp. 209-214.

Newby, D. T., Pepper, I. L., Maier & R. M., 1999: Microbial Transport. In: Maier, R. M., Pepper, I. L., Gerba, C. P. (1999): *Environmental Microbiology*. Academic Press, San Diego, USA.

Nilsson B., Brätsch W., Morthorst J. Vosgerau H., Abildtrup C., Pedersen D., Jensen P. & Clausen E. V., 2000: Undersøgelse af landovervågningsboringerne DGU nr. 165. 295-165 297 i LOOP område 4, Lillebæk, Fyns amt. GRUS rapport nr. 47.

Otterstrøm T., Bocck M. & H. Schmidt, 2004: Projekt om renovering af mindre vandforsyningsanlæg. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 4/2004

Piccolo A., Mirabella A. M., Arienzo M. and Celano G. A., 1994: Adsorption and desorption of glyphosate in some European soils. *J. Environ. Sci. Health Part B* B29: 1105-1115.

Ringkjøbing Amt, 1997: Undersøgelse for pesticider i vandløb og i Ringkjøbing Amt. Notat 8.56-32-3-96.

Stoddard C.S., Coyne M.S. & Grove J.H., 1998: Fecal bacteria survival and infiltration through a shallow agricultural soil: Timing and tillage effects, *J. Environmental Quality* 27 (6) 1516-1523, Nov-Dec.

Teutsch, G., Herbold-Paschke, K., Touganidou, D., Hahn, T. & Botzenhart, K., 1991: Transport of microorganisms in the underground - processes, experiments and simulation models. *Wat. Sci. Tech.* 24 (2), 309-314.

Torp, S., 2004: Undersøgelser af de pedologiske forhold ved Gjorslev, Højstrup, Mammen og Grundfør. I: Ernstsén V.(ed.), 2004: Koncept for udvikling af pesticidfølsomme arealer, KUPA. Afprøvning af undersøgelsesmetoder med henblik på etablering af et zoneringskoncept for danske lerjorde: Statusrapport. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse 2004.

Unc A. & Goss M. J., 2003: Movement of Faecal Bacteria Through the Vadose Zone, Water, Air, and Soil Pollution 149: 327-337.

Vereecken, H., 2005 in press: Review. Mobility and leaching of glyphosate: a review. Pest Management Science, in press.

Viklander, P., 1998: Permeability and volume changes in till due to cyclic freeze/thaw. Can. Geotech. J. 35: 471-477 (1998).

Villholth, K., Jensen, K.H. and Fredericia, J. (1998). Flow and transport processes in a macroporous subsurface-frained glacial till soil. I: Field investigations. J. Hydr. 207, 98-120.

Vollertsen J., Vorkamp K., Hvitved-Jacobsen T. & Jensen N. Å., 2002: Udsivning af spildevand fra afløbssystemer. Miljøprojekt Nr. 685 2002. Miljøstyrelsen.

Wise Barry M. & Galagher Neal B., 1998, PLS toolbox tutorial.

Yao, K. M., Habibian, M. T. & O'Melia, C. R., 1971: Water and waste water filtration: Concepts and applications. Environ. Sci. Technol 5 (11), 1105-1112.

Resultater fra tidligere undersøgelser

Udvalgte pesticider

Alle vandprøver er udtaget fra anlæg der var aktive i 2001/2002.

anlæg	maks glyphosat AMPA målt i 2005	DATO	AMPA	Glyphos at	BAM	Atrazin, desethyl	Atrazin, desisopr opyl-	Atrazin
a7-60	5,6	7-11-2001	0,094	0,059	3,8	0,026	< 0,01	0,062
a7-60	5,6	31-10-2002	5,7	5,3	7,4	0,24	0,064	0,49
a9-216	0,89	18-11-2002			2,9	< 0,01	0,11	< 0,01
a9-216	0,89	9-10-2001	0,12	0,018	3,1	< 0,01	0,092	< 0,01
a16-622	0,84	2-10-2001	0,99	0,028	0,018	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a8-292	0,54	7-11-2001	0,69	0,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a8-292	0,54	25-11-2002	0,29	0,033	0,035	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a13-553	0,26	28-11-2002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a13-553	0,26	1-10-2001	0,12	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a1-523	0,2	27-09-2001	0,022	< 0,01	0,41	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a15-618	0,16	2-10-2001	0,17	0,032	0,022	0,014	< 0,01	0,021
a3-1852	0,14	23-10-2001	0,049	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a3-1852	0,14	12-12-2002	0,42	0,17	0,083	0,055	0,045	0,014
a4-1862	0,11	11-11-2002			< 0,01	0,011	< 0,01	< 0,01
a4-1862	0,11	16-10-2001	0,073	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a12-502	0,1	6-11-2001	0,077	0,017	0,21	0,051	0,058	0,1
a11-273	0,079	3-12-2001	0,026	< 0,02	0,24	0,18	0,25	0,32
a11-273	0,079	14-11-2002	0,051	0,02	0,18	0,098	0,17	0,14
a2-913	0,068	8-10-2001	0,46	0,052	0,27	0,2	0,051	0,39
a5-1863	0,054	11-12-2002	0,052	0,027	0,011	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a5-1863	0,054	15-10-2001	0,046	0,021	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a14-556	0,051	1-10-2001	0,014	< 0,01	< 0,01	0,023	< 0,01	0,012
a14-556	0,051	27-11-2002	0,13	0,016	< 0,01	0,026	< 0,01	0,014
a10-304	0,04	24-10-2002	0,23	0,067	< 0,01	< 0,01	0,052	< 0,01
b17-330		4-12-2002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b21-1834		9-10-2001	0,039	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b20-1833		21-11-2002			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a6-574		3-10-2001	0,018	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b19-734		23-10-2002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b18-387		1-10-2001	0,18	0,034	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b20-1833		8-10-2001	< 0,01	0,035	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b21-1834		28-10-2002	< 0,01	< 0,01	0,5	0,092	0,025	0,069
b18-387		4-12-2002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b19-734		3-12-2001	< 0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b22-1848		11-11-2002			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b22-1848		17-10-2001	0,023	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b23-1856		15-10-2001	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

anlæg	maks glyphosat AMPA målt i 2005	DATO	AMPA	Glyphosat	BAM	Atrazin, desethyl	Atrazin, desisopropyl	Atrazin
b23-1856		5-11-2002	0,016	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b17-330		1-10-2001	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
a6-574		24-10-2002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b25-123		23-10-2001	0,02	< 0,01	0,35	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b26-1136		2-10-2001	0,014	< 0,01	0,015	0,015	0,041	< 0,01
b27-536		9-10-2001	0,045	< 0,01	2	0,14	0,08	0,23
b27-536		18-11-2002	0,038	< 0,01	2,2	0,12	0,16	0,19
b28-505		6-11-2001	0,026	0,01	0,092	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b28-505		18-11-2002	0,017	< 0,01	0,082	< 0,01	< 0,01	< 0,01
b24-1118		26-09-2001	0,027	< 0,01	0,16	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Udvalgte hovedbestanddele

analyseret i vandprøver udtaget fra drikkevand i aktive anlæg i 2001 og 2002. Der er kun medtaget de anlæg som blev prøvetaget i 2005. Alle de viste tal og koncentrationer er de maksimale målt i det enkelte anlæg. Der er også medtaget de maksimale glyphosat/AMPA koncentrationer der blev fundet i det enkelte anlæg i 2005.

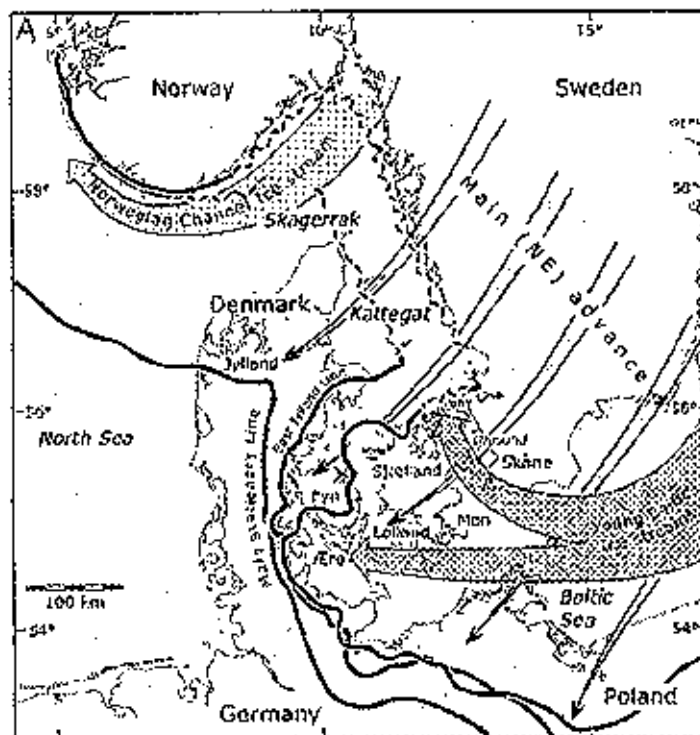
Anlæg	Glyphosat AMPA målt i 2005	Colifor me	E. coli	kalcium	jern	klorid	nitrat	nitrit	NH4	sulfat	total PO4
a7-60	5,6	1	1	9,7	0,13	70,2	43	0,13	0,54	49	0,07
a9-216	0,89	160	1	6	0,018	85,8	220	0,12	0,005	85	0,031
a16-622	0,84	160	160	12	0,082	37	14	0,018	0,045	33	0,11
a8-292	0,54	160	160	14	0,24	48	25	0,06	0,32	56	0,78
a13-553	0,26			2,9	2,3	33,8	1	0,044	0,58	8	0,021
a1-523	0,2	160	24	30	0,03	151	4,6	0,023	0,27	15	1,2
a15-618	0,16	160	13	17	0,075	232	22	0,043	0,008	117	0,024
a3-1852	0,14	14	8	2,9	0,019	69,9	140	0,14	0,034	110	0,17
a4-1842	0,11	160	54	6,4	0,026	34,2	10	0,014	0,005	42	0,3
a12-502	0,1	160	54	28	0,012	73,3	23	0,022	0,089	24	1,2
a11-273	0,079	160	3	35	0,058	37,7	56	0,15	0,065	59	0,055
a2-913	0,058	13	1	25	0,075	29,9	48	0,012	0,005	51	0,23
a5-1863	0,054	54	1	5,1	1,8	24,6	1	0,013	0,41	15	0,049
a14-556	0,051	1	1	4,7	0,09	49,5	8,6	0,019	0,15	26	0,38
a10-304	0,04						50	0,021	0,005		0,13
b17-330		3	3	6,2	1,1	16,5	1	0,01	0,66	1	0,011
b18-387				4	0,072	22	1,4	0,01	0,017	1	0,012
b19-734		1	1	4,4	0,1	58,7	6,2	0,027	0,026	83	0,019
b20-1833		1	1	3,2	0,032	41,3	2,8	0,01	0,051	15	0,006
b21-1834				2,9	2,2	72,3	37	0,14	0,13	83	0,043
b22-1948				6,2	2	34,3	1	0,037	0,17	31	0,051
b23-1856		160	54	9,4	0,018	37,8	26	0,025	0,027	32	0,22
b24-1118		160	54	4,9	1,2	70,5	1	0,01	0,93	75	0,079
a6-574				5	0,24	60,9	3,4	0,014	0,23	8	0,008
b25-123		43	11	12	0,02	93,5	64	0,044	0,046	42	0,035
b26-1136		160	1	2,6	0,012	30,6	1	0,011	0,021	17	0,068
b27-536		35	1	9,8	0,015	73,6	28	0,01	0,027	117	0,011
b28-505				2,9	1,4	29,8	1	0,043	0,24	16	0,013

Geologisk beskrivelse og sprækkedannelse i til

1.1 Den Ungbaltiske morænes udbredelse og karakter

Udbredelse af den Ungbaltiske moræne og karakteristiske egenskaber for denne er beskrevet af en lang række forfattere f.eks. Houmark-Nielsen, 2003, Kjær et al, 2003, Stokes & Clark, 2001, Jørgensen & Piotrowski, 2003, Christoffersen & Tulaczyk, 2003 og Klint 2001, som beskriver de Ungbaltiske isstrømme og tilbagesmeltningen af disse.

Figur 1 Isens hovedstrømningsretninger i perioden 28.000 til 15.000 år BP, fra Kjær et al 2003.



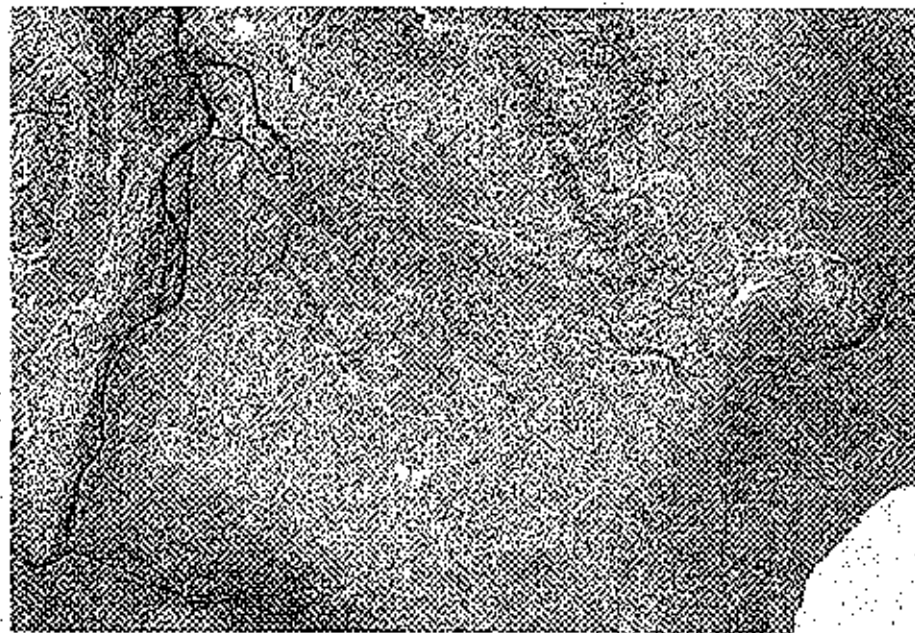
Figur 1 viser isens strømningsretninger i den sydvestlige del af det sidste skandinaviske isdække, Kjær et al 2003, hvor det ses at Lolland, Falster og Møn var dækket af den Ungbaltiske isstrøm. Morænen afsat af denne har en karakteristiske sammensætning som skyldes det lokale og regionale bagland som isstrømmen har bevæget sig frem over. Dette bagland er for den Ungbaltiske isstrøm domineret af kalkrige bjergarter og den lokale til indeholder store mængder kalk. Under tilbagesmeltningen har isstrømmen i pauser i smelteforløbet afsat en række lobeformede randmoræner som er

markante i det recente landskab, figur 2. Disse lobers placering fremgår også af landskabets recente udformning på land og i de tilgrænsende havområder. Platen-Hallermund og Klint (mundtlig kommunikation) har udarbejdet et kort som viser de lokale randmoræner i Danmark og figur 3 viser et udsnit af dette kort.

Figur 2 Retninger for de enkelte fremstøds retninger og is lobernes placering. Fra Kjær et al 2003.



Figur 3 Overfladeformer, der viser opholdstimer fra den Ungbaltiske isstrøms tilbagetrækning. Udarbejdet af Frants von Platen-Hallermund og Knud Erik Klint. De enkelte lobers placering ses som markante buer i Bæltthavet.



Den Ungbaltiske moræne er generelt i Storstrøms amt opdelt i flere aflejringsenheder, hvor det kun er den øvre enhed, der er undersøgt i dette

projekt. Figur 4 viser, hvor stort et område der i perioden 18.000 til 17.000 år BP var dækket Ungbaltens, og som derfor må formodes at have de samme udgangsegenskaber for den afsatte tilf. Christoffersen & Tulaczyk, 2003, viser et tematisk kort, hvor Ungbaltens udbredelse omfatter en del af Østjylland.

Figur 4 Paleogeografisk rekonstruktion for den Ungbaltiske Is' udbredelse i perioden 18.000- 17.000 år BP. Den maksimale udbredelse dækkede i perioden 19.000-18.000 år BP dele af Østjylland, fra Houmark-Nielsen & Kjær, 2003.



Det er dog de lokale egenskaber, som den øvre del af moræneaflejringerne (0-2 meter under terræn) besidder, der er afgørende for morænenes sårbarhed overfor hurtig infiltration af vand fra overfladen. Disse egenskaber (hydrauliske ledningsevne og sprækkestruktur) er styret af en kombination af lokal mineralogi og af hvilke klimatiske forhold samt bioturbation den øvre del af morænen har været udsat for i postglacial tid.

De oprindelige tektoniske sprækker i den øvre del af morænen eksisterer ikke i dag pga. af ormegange, rødder og frost/tø effekt, som dels kan være af recent natur, og i de lidt dybere dele af den øvre moræne også kan stamme fra periglaciale frost- tø hændelser. Frost/tø gennem perioden fra afsmeltningen og frem til i dag har dannet både frost sprækker og islinser i det oprindelige lavporøse sediment. Det vil derfor være lokale klimatiske forhold kombineret med morænenes mineralogi, der vil være afgørende for hvilke sprækkesystemer og egenskaber den lokale moræne besidder. Klint, 2001 har beskrevet forskellige sprækkesystemer og frost/tø processen som er af fundamental betydning for dannelsen af sprækker i periglaciale miljøer, hvor der kan skelnes mellem en række forskellige processer og sprækkesystemer. Særligt vil dannelsen af mikrosprækker og frostsprækker være knyttet til områder der gennemgår årstidsbestemt frost/tø hændelser. Mikrosprækker som følge af

frost/tø skyldes, at der i sedimentet under frysning dannes mindre rene islinser ved issegregationsprocesser, som under ekspansionen skaber en til tider laminær struktur, hvor en ellers tæt til opnår en langt større hydraulisk ledningsevne under samtidig kompaktion af de enkelte laminae. Omfanget af issegregationsprocesserne vil afhænge af hvilke ler typer den lokale till indeholder og af disses evne til binde/frigive vand. I Danmark er denne form for sprækker fundet i den øvre del af stort set alle undersøgt till lokaliteter, hvor der typisk ses at hyppigheden aftager med dybden og stopper ved overgangen mellem brunt/rødt oxideret og gråt/blåligt reduceret moræner. Desuden vil helt lokale forhold som sneelække også have indflydelse på hvilke sprække systemer der udvikles og det vil kunne forventes at marker, hvor sneen blæser væk vil være langt mere udsat for dannelse af både frostsprækker og issegregation. Dette er også vist i laboratorie forsøg, Benson & Othman, 1993, Viklander, 1998, der ved at udsætte kolonner af massiv ler for gentagne frost/tø hændelser skabte en hydraulisk ledningsevne, der var 10 til 100 gange større end i det oprindelige sediment.

En faktor som også kan have lokal indflydelse på en moræner er forholdene under morænelersenhederne. Såfremt der findes gode afdræningsforhold fra en opsprækket kalk eller et sandlag vil morænelersenheden under isen miste en del af sin plastiske egenskab og enheden vil være udsat for opsprækning når den overliggende is bevæger sig. Dette vil særligt være tilfældet i områder som f.eks. Stevns, hvor kalken ligger ganske tæt ved terræn. Tilsvarende områder vil kunne findes i den nordlige del af Jylland nær Limfjorden og i områder hvor underliggende salt diapirer bevæger sig opad og samtidig skubber kalken op mod terræn. Morænen kalkindhold har også en indflydelse på hvordan sprækker udvikler sig og et højt kalkindhold vil formodentlig betyde at morænen vil være mere opsprækket.

I Storstrøms amt blev der på mange af de besøgte lokaliteter fundet dels kompakteret og lamineret till som antagelig stammer fra recente frost/tø hændelser samt mange lidt større sprækkesystemer som antagelig stammer fra udvikling af frostsprækker, samt desiccation sprækker, der dannes ved udtørring. Den øvre del af de undersøgte moræner indeholder formodentlig ikke rester fra den oprindelige struktur, da morænen blev afsat, og sprækkesystemerne afspejler en kompleks påvirkning fra mange forskellige processer der har foregået sideordnet efter isen forlod området, herunder også bioturbation af f.eks. orme og rester af dybtgående rødder fra gamle skovbevoksninger og fra afgrøder med dybtgående rødder.

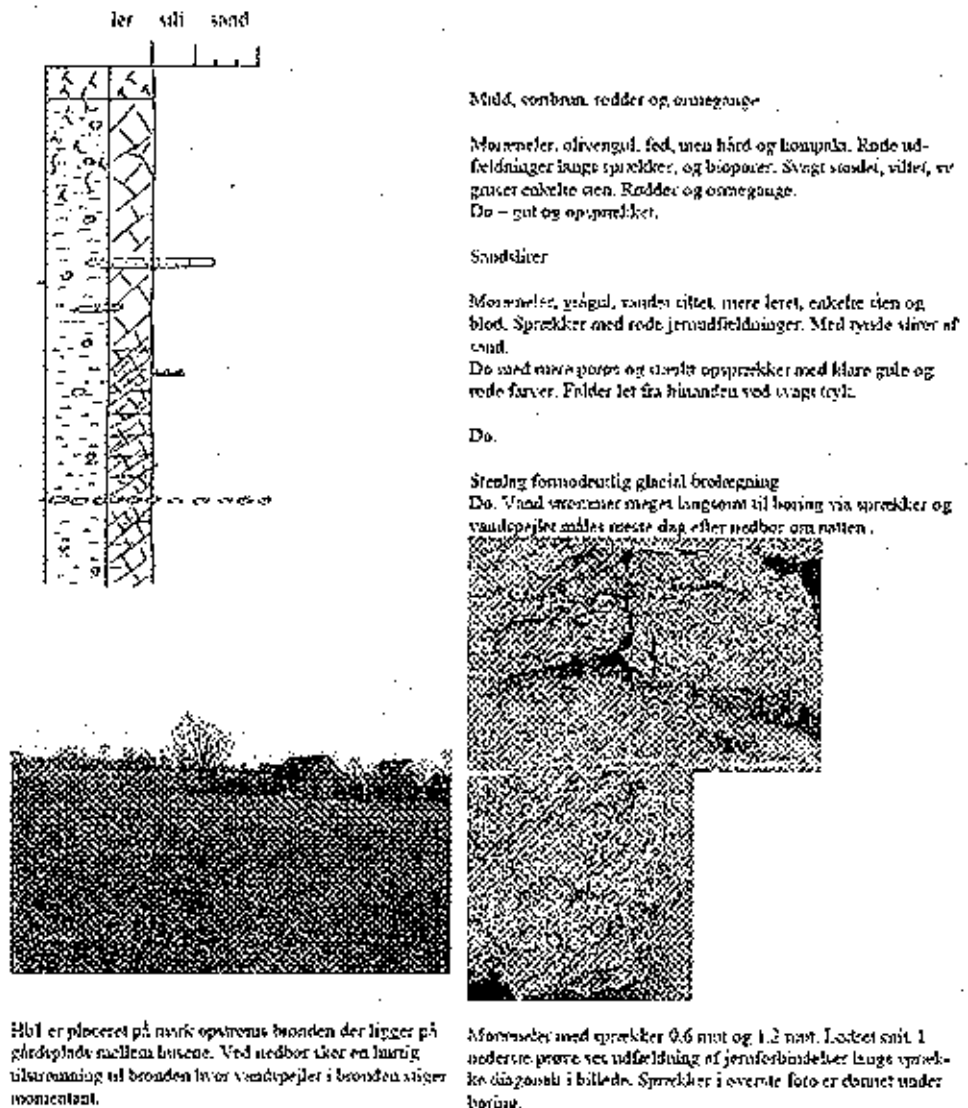
Projektet omfattede også en mulighed for at kunne udtage vandprøver fra eksisterende drænsystemer, men det var karakteristisk, at det kun i få tilfælde var muligt at finde samlebrønde for dræn, og at det ikke var muligt at finde nogle af de nedsvivningsbrønde som er beskrevet fra netop disse områder. Dette skyldes ifølge ejerne af anlæggene, at der kun sjældent står vand på de undersøgte arealer og at det derfor ikke er nødvendigt at gennemføre større vedligeholdelse af eksisterende drænsystemer. Denne observation kan forklares som en følge af de lokale moræners stor porøsitet.

1.2 Fissile lag, sprækkesystemer og makroporer

Figur 5 viser et eksempel på hvordan de gennemførte håndboringer blev beskrevet. Alle de gennemførte håndboringer er vist i bilag 1. Af figuren

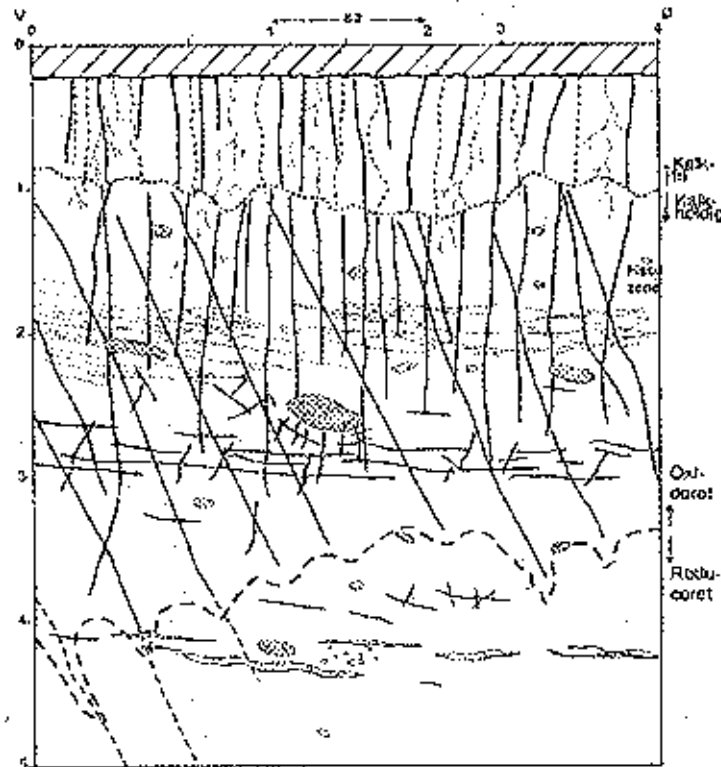
fremgår at moræneleret er gennemsat af forskellige sprækkesystemer, og at den nedre del af boringen er karakteriseret af en moræneler der er porøs og som tilsyneladende er horisontalt lamineret (fissil zone). Denne lamination skyldes formodentlig sprækker dannet som følge af frost/tø og er formodentlig dannet i en basal till i Yngre Dryas (11.000 år siden), mens de øvre sprækker kan skyldes recente tørke og frostgenererede sprækker, hvor både orme- og rodkanaler ofte følger de rød imprægnerede sprækkesystemer. Da den fissile zone er genfundet i en række andre håndboringer tyder dette på at den basale till allerede i Yngre Dryas var stærkt præget af tøfrost hændelser og at den fissile zone på det tidspunkt strakte sig fra terræn og ned til en dybde af 2 til 2,5 meter under terræn. Denne zone blev senere overpræget af processer som bioturbation og mere nutidige frost/tø hændelser. Netop denne type moræneler er karakteristisk for næsten alle de besøgte lokaliteter.

Figur 5 Eksempel på beskrivelse af håndboring gennemført i Stevns området a3-1852 hb1. Se afsnit 2.3 for signaturforklaring samt bilag 1.



I forbindelse med beskrivelse af en udgravning ved Højstrup i Stevns området, Torp, 2004, blev Højstrup profilet beskrevet som: "rødder til 130 cm; typisk roddebyde 100 cm; "og" "humusforede lodr. ormegange; porer og ormegange findes koncentreret i sprækkeflader(grå)" og "jorden er gennemsat af mikro porer. Torp, 2004 beskriver jorden pedologisk og nævner i C(g) horisonten (85-150cm) de markante udfældninger af jernoxider og hydroxider, og at der næsten sammenfaldende med sprækkefladerne er pseudogley striber. Torp tolker at begge systemer er en del af et gammelt sprækkesystem dannet af isen.

Figur 6 Tværprofil fra Højstrup, hvor forskellige enheder af morænen er opmålt, læg mærke til den fissile zone i ca. 2 meters dybde. Fra Klint, 2004.



Klint, 2004, har beskrevet samme profil geologisk og beskriver den samme fissile zone, som ved Højstrup forekommer i en dybde fra ca. 1,5 m til ca. 2,5 m, figur 6. At morænen er fissil betyder at strukturerne er dannet efter aflejringen af morænen og at sprækkerne ikke oprindeligt har været en del af de sedimentære strukturer. Moræneleret kan klassificeres om en basal till og fremstødet korreleres til det såkaldte Ungbaltiske fremstød, Klint 2001 og Houmark-Nielsen, 1987. Klint, 2004, beskriver et markant skift i silt indholdet under tre meters dybde og giver en mulighed for at den baltiske till kan opdeles i to underenheder, men ændringen af siltindhold kan også skyldes en ændring i de hydrauliske forhold under isen i forbindelse med afsætning af till enheden. Makropore fordelingen ved Højstrup profilet viser at der optræder mange rødgange og ormehuller i den øverste meter (300-500/m² i 0,75-meters dybde og aftagende fra 1 til 1,4 m). I den øvre del af profilet og aftagende ned til 2 m optræder vertikale udtørningsprækker og der optræder desuden to sprækkesystemer:

1. systematisk orienterede stejlt hældende sprækker bestående af to konjurerende sæt, hvor det ene hælder ca. 70-80 grader mod Ø-NØ, mens det andet er mere vertikalt. Sprækkerne optræder systematisk i profilet og har en afstand på ca. 12 cm i 2 meters dybde aftagende til ca. 50 cm i 4 meters dybde og til ca. 2 meter i 5 meters dybde.
2. subhorizontale sprækker med vekslende afstand. Specielt imellem 1,8 til 2,3 meters dybde optræder disse sprækker meget tæt med en afstand på 1 til 4 cm. Længere nede øges afstanden i disse sprækker til 2-8 cm og under 3,7 meter i profilet er till' en næsten massiv.

Principper bag beskrivelse af sediment prøver, facies beskrivelse

Facies beskrivelser er et almindeligt værktøj som bruges indenfor sedimentologi, når profiler, sedimenter eller boreriger beskrives.

Sedimentologisk facies beskrivelse anvendes til at systematisere beskrivelse af sedimenters opbygning og udbredelse i rum og tid. Beskrivelsen af de enkelte sedimentære enheder omfatter f.eks. farve, kornstørrelses fordeling, tekstur, sediment, lagdeling, intern skrålejring, og andre karakteregenskaber som grænse flader mellem forskellige lag (set grænser).

Ved beskrivelsen af håndboringer der er sat for at udtage vandprøver fra det øverste grundvand nær de udvalgte anlæg kan de sedimentologisk logs bl.a. omfatte følgende egenskaber, som suppleres afhængig af hvilke sediment lag der gennem-/anbores. Almindelige variable parametre der anvendes ved beskrivelse af sedimentprøver i felten:

- Lagtykkelse af de enkelte lag (herunder også registrering af om lagene er homogene/heterofitiske – det sidste ses ofte i marine sedimenter og i flodaflejringer med varierende vandføring).
- Farve (her anvender man i laboratoriet den almindelige farveskala og farvekort, mens man i felten ikke skelner så detaljeret). Farven i moræner viser om leret er oxideret (rødt), og hvor lang ned i sedimentet oxidationen er nået. Ældre sprækker og porer vil også kunne erkendes pga. farveforskelle.
- Kornstørrelse (dansk standard udviklet efter den oprindelige norske kornstørrelses fordeling, hvor der defineres bestemte kornstørrelses intervaller sten, grus, groft, mellem og fin sand, groft silt, ler og så selvfølgelig de rent organiske sedimenter som tørv og gytje). En beskrivelse af et tyndt sandlag kan være → Sand, mellemkornet, velsorteret, subrundet, olivengrå, svagt siltet og leret, svagt fintsandet, enkelte 4 til 5 cm store angulære sten bestående af bjergartsklastre, horisontalt lagdelt, (lagdelingen dannes af) tynde pålejrede lerslirer, intern ribbe skrålejring, enkelte recente rødder, grenfragment dia 2 cm længde mindst 5 cm. Nedre set grænse erosiv (dette vil fremgå af loggen). Evt. DS/KV hvilket er smeltevandssand/Kvartær.
- Sedimenttyper – der kan normalt skelnes mellem følgende sedimenttyper – ler (f.eks. moræner, smeltevandsler), silt, sand (her skelnes mellem fint, mellem og groft sand og der kan skelnes mellem f.eks. smeltevandssand, morænesand, ferskvandssand, marint sand etc.), grus og sten. Organiske sedimenter forekommer ofte mellemlejet i kvartære aflejringer. Disse kan omfatte forskellige tørvetyper, kalk-, ler- og sø gytje. I Storstrøms amt vil der også kunne forventes at finde kalk. Kalkbjergarter er dog oftest af en betydelig hårdhed og det vil formodentlig ikke være muligt at kunne beskrive disse nærmere.

- Mineralogi – Der gennemføres ikke i dette projekt en beskrivelse af de enkelte lags mineralog, men større bjergarts klastre bestemmes hvis muligt.
- Rundingsgrad – i velsorterede sand og gruslag beskrives kornenes rundingsgrad.
- Kornstørrelses fordeling i det enkelte lag – om sedimenterne bliver finere opad eller nedad. Registreres grafisk og i tekst ved siden af log.
- Set grænser/ grænseflader – lagenes afgrænsning mod hinanden beskrives – erosive flader, pålejring etc.
- Indlejrede sand/ler slirer i det enkelte set og beskrivelse af dissc.
- Indhold af afvigende sten, klastre herunder f.eks. indhold af underliggende materiale som kan stamme fra erosion i de underliggende lag.
- Strukturer i det enkelte lag. F.eks. vil sand/lerlag næsten altid indeholde strukturer som særlig i profiler vil kunne vise hvilket aflejningsmiljø sedimenterne er dannet i) I forbindelse med håndboringer i ler sand vil det formodentlig være svært at få tilstrækkeligt uforstyrrede prøver til at kunne beskrive strukturer.
- Sprækker – herunder beskrivelse af de enkelte sprækker i de gennemboede lerlag – f.eks. farveforskelle, belægninger, apertur etc. Sprækkernes orientering markeres på log. I håndboringer vil det ikke være muligt at gennemføre opmåling af tilstrækkelig mange sprækker i ler der kan anvendes til at vurdere istryk retninger eller gense.
- Bioturbation – herunder omgange mm. Linings etc. beskrives såfremt der er afvigelser. Bioturbation vil særligt kunne findes i marine sedimenter og i organiske sedimenter.
- Rødder – dybde og størrelse beskrives. Der skelnes mellem recente og sub fossile/fossile rødder, Hvis rodkanalerne er åbentstående beskrives dette.
- Gren/træfragmenter – Særligt i forbindelse med organiske sedimenter kan der findes mange grenfragmenter, men også i sandlag kan der særligt i postglacialt ferskvandsand findes mange grenfragmenter. Fordeling og orientering af disse beskrives. De organiske fragmenters lejrings mønster og tilsand kan i nogle tilfælde vise, om de er alloctone eller autochtone.
- Klastre – f.eks. indhold af transporterede eller lokalt oparbejdede klastre fra underliggende lag- ofte lerklastre i sand og lerlag eller kalk klastre i moræner. Disse viser om der er sket en syn sedimentær erosion i f.eks. flodaflejringer eller om der er sket en lokal oparbejdning af underliggende kalk.
- Fossil indhold– Findes der f.eks. makroskopiske ferskvandsmuslinger indlejret i sø- og flodaflejringer beskrives.

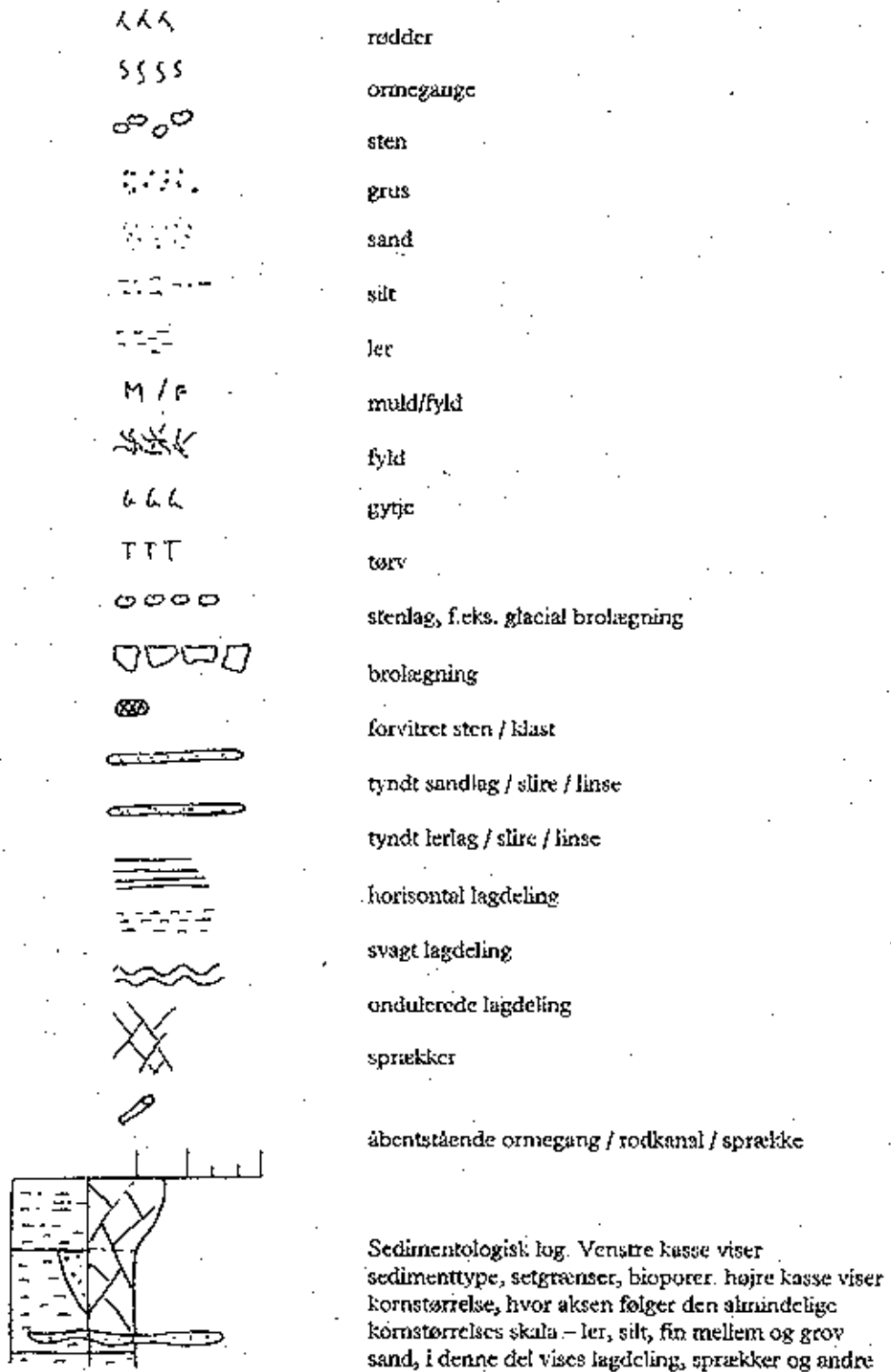
De enkelte lag beskrives under borearbejdet på den almindelige accepterede internationale metode. Dette vil sige som en log, hvor f.eks. setgrænser tegnes på en naturtro måde, og hvor f.eks. slirer og klastre samt rødder etc. også tegnes. (den øverste del af profilet beskrives også f.eks. rodzone / fyldlag / belægning).

Når der gennemføres en systematisk undersøgelse i et område, vil det ofte være muligt at udarbejde detaljerede geologiske modeller som beskriver et områdes opbygning i rum og gennem tid. Det vil dog kræve, at der skulle gennemføres langt flere håndboringer end dette projekt omfatter.

Boremetoden vil også have stor indflydelse på hvor meget man beskriver i feltet. Erfaringsmæssigt kan man, ved håndboringer i bløde sediment

erkende de fleste strukturer. Nøjagtighed ved beskrivelse af dybdemæssig fordeling af sedimenter er ved håndboringer i cm skalaen. Figur 2.5 viser hvilke symboler der er anvendt ved beskrivelsen af de håndboringer der er gennemført i forbindelse med projektet.

Figur 2.5 Signatur forklaring for symboler anvendt i forbindelse med sedimentologiske profiler og facies beskrivelse.



Udvidet spørgeskema vedr. glyphosat

DGUNr

Bilag 4

Ejer

Adresse

Glyphosat anvendt på arealer nær anlæg og privat beboelse

Handelsprodukter med glyphosat indhold: Zeppelin, Roundup, Thouchdown, Polar, Roxxon Glyphonova, Dan-Kvik, Glyphogan, All Out Bio + produktnavne fra SM
Hvornår blev stoffet anvendt sidst:

Hvilken dosering er anvendt:

Hvilket middel og hvilken sprøjteteknik:

Hvor mange l/ml der anvendes pr. fyldning af ryggsprøjte:

hvor mange m² der kan behandles med en tankfuld/ryggsprøjte:

Hvor mange gange sprøjtes der pr. sæson:

Hvor tæt på anlægget sprøjtes der:

Har glyphosat været anvendt på nærliggende marker (mange af anlæggenes ejere er ikke landmænd)

Er glyphosat anvendt tidligere og hvornår:

Glyphosat er anvendt på

Gårdsplads	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Vejanlæg	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Gangstier	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Køkkenhave	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Have	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Behandling af tagflader	<input type="checkbox"/>	afstand fra anlæg i m ...	behandlet areal i m ²
Hvordan bortledes tagvand.....			
Andre arealer nær bolig	<input type="checkbox"/>	Hvilke.....	

afstand fra anlæg i m ... behandlet areal i m²

Er der sprøjtet tæt ved/over brønd ja nej

Er der anvendt andre pesticider på ejendommen:

Er der kendskab til uheld

Beskrivelse

Andre mulige punktkilder F.eks. nedgravet affald, spild mm

Hvilke

Beskrivelse:

Tegning af behandlede arealer i forhold til anlæg (anvend bagside)

NOTE: Tidligere udfyldt skema medbringes og mangler forsøges udbedret.

Udvidet spørgeskema vedr. glyphosat

DGU nr

Bilag 4

Ejer

Adresse

Glyphosat anvendt på befæstede arealer

Belægning på behandlet areal

Grus

Sten

Stabilgrus

Asfalt

Cement

Anden belægning (f.eks. perlegrus/sten på stabilgrus):

Muldag/biologisk aktiv zone er fjernet før pålægning af belægning

Beskrivelse og sediment beskrivelse:

Er der afløb fra behandlede arealer?

Beskrivelse

Er der mulighed for afstrømning af nedsivningsvand på overside af f.eks. stabilgrus pålagt anden belægning (f.eks. rus/sten) og hvor sker nedsivning af dette vand:

Behandlet areal i m²:

Eventuel tegning af befæstede arealer (anvend bagside)

Udvidet spørgeskema vedr. glyphosat

DGUnr

Bilag 4

Ejer

Adresse

Glyphosat anvendt i forbindelse med **erhverv**:

Hvornår blev stoffet anvendt sidst:

Stoffet blev anvendt i forbindelse med:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| Frugtavl | <input type="checkbox"/> |
| Træer | <input type="checkbox"/> |
| Buske | <input type="checkbox"/> |
| Jordbær | <input type="checkbox"/> |
| Planteskole | <input type="checkbox"/> |
| Pyntegrønt/juletræer | <input type="checkbox"/> |
| Golf/fodbold anden fritid | <input type="checkbox"/> |
| Skov | <input type="checkbox"/> |
| Naturareal/Hede | <input type="checkbox"/> |
| Brakareal | <input type="checkbox"/> |
| Villabebyggelse | <input type="checkbox"/> |

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| Landbrug | <input type="checkbox"/> |
| Vinter korn | <input type="checkbox"/> |
| Vår korn | <input type="checkbox"/> |
| Græs/kløver i omdrift | <input type="checkbox"/> |
| Roer | <input type="checkbox"/> |
| Ærter | <input type="checkbox"/> |
| Vinter raps | <input type="checkbox"/> |
| Vår raps | <input type="checkbox"/> |
| Andre frø | <input type="checkbox"/> |
| Majs | <input type="checkbox"/> |
| Kartofler | <input type="checkbox"/> |
| Grøntsager | <input type="checkbox"/> |

Andet:

Er glyphosat anvendt tidligere, hvornår og til hvad:

Hvordan ligger behandlede arealer i forhold til indvindingsanlægget:

Er der sprøjtet tæt ved/over brønd ja nej

Det behandlede areals størrelse:

Hvilken jordtype består arealet af:

Er der særlige forhold på marken f.eks. dannelse af pytter etc.:

Er arealet drænet:

Foreligger der drænplaner for marken:

Er der samlebrønde for dræn og andre bortlednings systemer:

Findes der "nedhælningsbrønde" hvor drænvand og andet vand nedsvives:

Udvidet spørgeskema vedr. glyphosat

DGU nr

Bilag 4

Ejer

Adresse

Skema fortsat

Er der anvendt andre pesticider på ejendommen:

Hvilken dosering er anvendt

Hvilket middel og hvilken sprøjte teknik:

Hvor mange l/nl der anvendes pr. fyldning:

Hvor mange m² der kan behandles med en tankfuld:

Hvor mange gange sprøjtes der pr. sæson:

Hvor tæt på anlægget sprøjtes der:

Rengøring/påfyldning:

Fyldes/rengøres inksprøjten i nærheden af brønden:

Hvor stort er det areal der sprøjtes med glyphosat på bedriften:

Anvendt mængde pr. år:

Sprøjtens tankvolumen:

Er sprøjterest udtømt/er blevet udtømt på gårdspladsen:

Udtømmes fortyndet sprøjterest eller om fortyndet sprøjterest i marken:

Hvor mange gange vaskes sprøjten udvendigt på arealet:

Tegning af areal i forhold til anlæg (anvend bagside)

Opbevaring af glyphosat:

Opbevaring af tom emballage:

Under tag

Udendørs

Ved boring/brønd

Andet:

Udvidet spørgeskema vedr. glyphosat

DGUnr

Bilag 4

Ejer

Adresse

Hvor ske påfyldning og vask af sprøjtestyr

Påfyldning sker ved.....

Udstyr rengøres ved

Vaskeplads: m Bund befæstet Ubefæstet

Andet: m

Afstand fra boring/brønd til glyphosat behandlede veje/jerbaner mm:

Markvej: m

Privatvej: m

Kommunalvej: m

Amtsvej: m

Motorvej: m

Jernbane: m

Andet: m

Liste over handelsprodukter

Produktets salgsnavn	Firma
All Out 2000	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
ALL-OUT 360	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Bayer Garden langtidsvirkende	Bayer A/S, Bayer CropScience
Bayer Garden Spray	Bayer A/S, Bayer CropScience
Bonus All Round Ukrudtsmiddel konc.	Cab-Dan ApS
Bonus Koncentreret Ukrudtsmiddel 250	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Bonus ukrudtsmiddel	Aako Danmark ApS
Bonus Ukrudtsmiddel 125	LFS Kemi
Bonus Ukrudtsmiddel 250	LFS Kemi
Bonus Ukrudtsmiddel 500	LFS Kemi
BONUS Ukrudtsmiddel Klar til brug	LFS Kemi
Bonus Ukrudtsmiddel Klar-til-brug	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Clinic 360 SL	Nufarm GmbH & Co KG
Dan-Kvik 360	Cheminova Agro A/S
DanOut 360	Cab-Dan ApS
EK Totalukrudtsmiddel Klar-til-brug	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
EK Ukrudtsmiddel	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Farmer-Glyphosat	Dansk Eksperimental Landbrug
Folar 460 SC	Syngenta Crop Protection A/S
FR GLYF-UP	FR-kemi ApS
Fusta	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Glifogarde	Herbex Produtos Quimicos, S.A.
Glyfonova 360	Cheminova Agro A/S
Glyfonova Plus	Cheminova Agro A/S
Glyper	Austrital LDA
Glyphogan	Aako Danmark ApS
Glyphogan	Makhteshim Agan Holland B.V.
Glyphomax	Dow AgroSciences Danmark A/S
Grassat 5	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Grassat Klar-til-brug	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Inter-Glyphosat	Inter Trade Aalborg A/S
Jablo Glyfosat	Danagri ApS c/o Adv. Lene Sejersen
Jablo Glyfosat	Jablo Plant Protection Ltd.
JBC Glyphosat	JBC Handel ApS
Kvikdown	Dansk Landbrugs Grovvarerelskab
Kvikdown 2000	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
LFS Glyphosat	LFS Kemi
LFS Glyphosat	Anders Jakobsen
LFS Glyphosat 2000	Cheminova Agro A/S
LFS Glyphosat 360	LFS Kemi
LFS Glyphosat Ultra	LFS Kemi
LFS-Glyphosat	Herbex Produtos Quimicos, S.A.
Madrigal	Herbex Produtos Quimicos, S.A.
Marvel TM	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Material-Shop, Ukrudtsmiddel	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Material-Shop, Ukrudtsmiddel klar-til-brug	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Mod Ukrudt Overalt Totalukrudtsmiddel	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Mod Ukrudt Overalt Totalukrudtsmiddel-klar-til-brug	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
ND Glyphosat 360	NEDAB ApS

OK Glyphosat	Danagri ApS c/o Adv. Lene Sejersen
OK-500	Danagri ApS c/o Adv. Lene Sejersen
Polyplant Glyfosat	Polyplant Plant Protection Ltd.,
R-3 UP	Protector ApS
R-3 UP GLYPHOSAT	Protector ApS
Rambo	Klarsø & Co. A/S
Rambo	Klarsø & Co. ApS
Rambo Spray	Klarsø & Co. A/S
Roundup	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Roundup	AM Discount ApS
Roundup	Lars Andersen
Roundup	Inter Trade Aalborg A/S
Roundup 2000	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup 3000	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Bio	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Dry	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Garden	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Garden	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Garden Plus	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Max	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Spray	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Roundup Spray	Monsanto Crop Sciences Denmark A/S
Rånop	Inter Trade Aalborg A/S
Spray-Down Koncentrat Plus	Jens Møller Products
Tanaco Koncentretet Ukrudtsmiddel 360	Cab-Dan ApS
Tanaco ukrudtsmiddel	Aako Danmark ApS
Tanaco ukrudtsmiddel klar til brug	Aako Danmark ApS
Thor Glyphosat	Thorø Nielsen ApS
Thor Totalukrudtsmiddel	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
TO-Glyphosat	TO Trading
Touchdown Premium	Syngenta Crop Protection A/S
Ukrudts-Fjerner-fjerner alt grønt ukrudt All Round	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Ukrudtsfjerner- fjerner alt grønt ukrudt All Round konc.	AgroDan A/S, c/o United Phosphorus
Ukrudtsmiddel Klar-til-brug	Makhteshim Agan Holland B.V.
Ukrudtsmiddel klar-til-brug	Makhteshim Agan Holland B.V.
Ukrudtsmiddel Koncentreret	Makhteshim Agan Holland B.V.
UNIK Ukrudtsmiddel	LFS Kemi
UNIK Ukrudtsmiddel Koncentreret	LFS Kemi
Verus-Glyphosat 360	Verus International ApS
Zeppelin	Aventis CropScience Nordic A/S
Zeppelin	Bayer A/S, Bayer CropScience
Zeppelin	Rhône-Poulenc Agro-Norden A/S

Detaljeret beskrivelse af anlæg med fund af glyphosat eller AMPA

I bilaget beskrives de enkelte anlæg med fund af glyphosat eller AMPA detaljeret.

Der er under hvert anlæg medtaget:

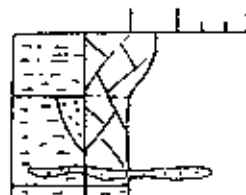
- Tabeller med resultater fra de analyserede vand og jordprøver
- Situationsplan med placering af anlæg, håndboringer og af arealer der er behandlet med glyphosat
- Sedimentologisk beskrivelse af de gennemførte håndboringer

Samt resultater fra interview og andre oplysninger indsamlet ved besøg på de enkelte lokaliteter

1.1	ANVENDTE SYMBOLER I DE SEDIMENTOLOGISKE PROFILER FRA HÅNDBORINGER	106
1.2	A1	107
1.3	A2	112
1.4	A3	113
1.5	A4	117
1.6	A5	122
1.7	A7	127
1.8	A8	132
1.9	A9	133
1.10	A10	138
1.11	A12	143
1.12	A13	146
1.13	A14	151
1.14	A15	155
1.15	A16	159
1.16	SAMMENDRAG AF KONKLUSIONER FRA DE ENKELTE ANLÆG	163

1.1 Anvendte symboler i de sedimentologiske profiler fra håndboringer

AAA	RØDDER
SSSS	ORMEGANGE
⊖ ⊙	STEN
⊖ ⊙ ⊙	GRUS
⊖ ⊙ ⊙ ⊙	SAND
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	SILT
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	LUR
M / F	MULDFFYLD
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	FYLD
GGG	GYTTE
TTT	TØRV
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	STENLAG, GLACIAL BROLÆGNING
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	BROLÆGNING
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	FORVITRET STEN / KLAST
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	TYNDT SANDLAG / SLIRE / LINSE
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	TYNDT LERLAG / SLIRE / LINSE
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	HORIZONTAL LAGDELING
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	SVAGT LAGDELING
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	ONDULEKENDT LAGDELING
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	SPRÆKKER
⊖ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	ÅBENTSTÅENDE ØMÆGANG / RØDKANAL / SPRÆKKE



SEDIMENTOLOGISK LOG. VENSTRE KASSE VISER SEDIMENTTYPE, SÆTORÆNSER, BIOPORER. HØJRE KASSE VISER KORNSTØRRELSE, HVOR AKSEN FØLGER DEN ALMINDelige KORNSTØRRELSESKALA - LER, SILT, FIN MELLEMLIG OG GROV SAND. I DENNE DEL VISER LAGDELING, SPRÆKKER OG ANDRE SEDIMENTÆRE EGENSKABER.

1.2 A1



Brønden, hvorfra der tidligere blev indvundet grundvand, ligger under en træterrasse i have. Belægning omkring anlæg: jord under træterrasse. Anlægget er ikke aktivt. Nærliggende marker er behandlet med glyphosat, figur 1, men også en gårdsplads på modsatte side af beboelseshus er behandlet med glyphosat. Gårdspladsen ligger dog ikke ifølge topografiske kort opstrøms brønden. Afstanden fra brønden til de behandlede marker er 10 til 20 meter, og der er ca. 5 meter til gårdspladsen. Glyphosat er anvendt på tilstødende mark i efteråret 2004 mod kvik, og på gårdspladsen for ca. 2-4 år siden. Der er anvendt rygsprøjt, RoundUp, dosering som på markedet ved tidligere sprøjtning af gårdsplads. De nærliggende marker tilhører ejendommen, men er bortforpagtet. Arealet under træterrassen er ikke behandlet med glyphosat, men jorden er tidligere behandlet med dichlobenil som granulat der er spredt under træterrassen.

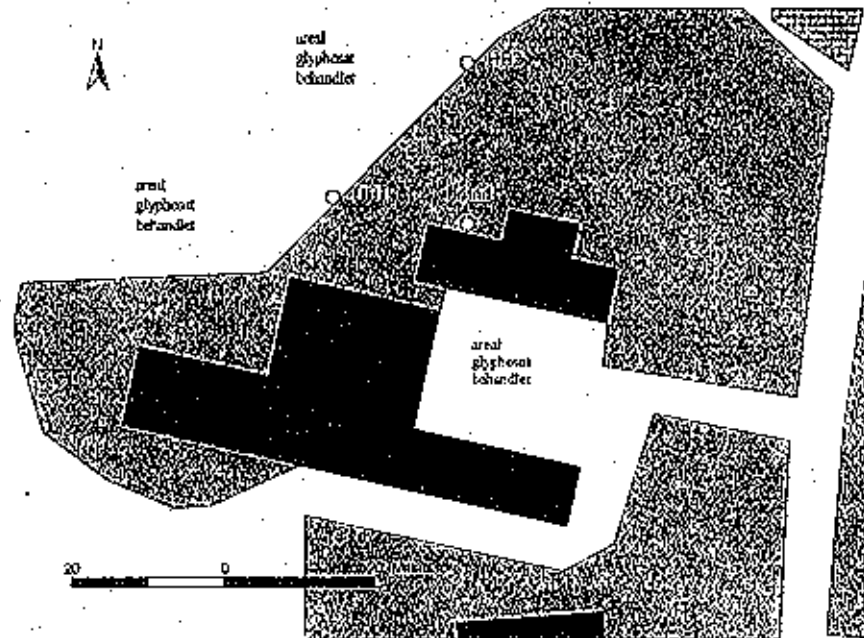
Grundvandets transportretning skønnes at være fra sydvest til vestsydvest. Transportvejen er her, og på de øvrige lokaliteter, bestemt ud fra terræn og ved hjælp af Målebordsblade 1:20.000 fra perioden 1842-1899 og nyere 4 cm kort.

Tabel 1 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver fra a1-523.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	Vand /jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coli-forme	E coli	Vsp
a1-523	Vandprøve, hb2-523, 1,50 mtr	v hb	02-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	2,63	1600	3	1,47
a1-523	Vandprøve fra hb1-523, 1,5-1,9 mtr	v hb	02-maj-05	fund	<0,01	0,014	<0,02	350	2	1,2
a1-523	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,032	0,16	1,673	92	92	131
a1-523	Vandprøve fra brønd	v brønd	02-maj-05	fund	0,068	0,2	1,482	<1	<1	1,25
a1-523	Jordprøve fra hb2-523, 0,3 mtr, ml	j	02-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a1-523	Jordprøve, hb1-523 1,6-1,7 mtr, våd ml	j	02-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a1-523	Jordprøve, hb1-523 0,2-0,3 mtr, rødzone	j	02-maj-05	intet fund	<0,002	<0,005				
a1-523	Jordprøve fra brønd, 0 - 0,1 m u bund, slam+ML	j	02-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a1-523	Jordprøve fra brønd, 0,20 m u bund, ML	j	02-maj-05	intet fund	<0,005	<0,005				

Tabel 2 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver fra al-523.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	Vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
al-523	vandprøve, hb2-523, 1,50 mtr	v hb	02-maj-05	intet fund	7,38	222	1	0,06	273	210	221	46,8	102
al-523	vandprøve fra hb1-523, 1,5-1,9 mtr	v hb	02-maj-05	fund	0,26	20	8,2	<0,05	28,7	15,1	69,2	20,9	67,3
al-523	vandprøve fra brønd	v brønd	02-maj-05	fund	15,6	32,7	13,2	<0,05	25,2	37,1	59,3	12,6	69,5



Figur 1 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer, hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

Der er sat to håndboringer i kanten af marken. HB1 er sat i det grundvand som strømmer ind under haven, mens HB2 er sat lidt længere mod nordøst hvor terræn ligger lidt lavere.

Der blev fundet næsten samme glyphosat, AMPA og BAM indhold i de to prøver udtaget fra brønden med ca. 3 måneders mellemrum, tabel 1 og 2, hvor der også blev målt et meget højt fosfat og kalium indhold, men som kan stamme fra anvendelse af gødning på de tilstødende marker. BAM indholdet var højt i brøndvandet, ca. 1,7 til 1,5 µg/l. Der blev ikke fundet BAM i HB1, men små koncentrationer af AMPA. I HB1 blev der fundet høje PO4 og K koncentrationer og Cl koncentration var lav. Dette tyder på at denne boring er sat i grundvand af samme type, som vandet i brønden, der dog også modtager vand fra dybere niveauer i grundvandet. I HB2 blev der ikke fundet glyphosat eller AMPA men til gengæld en ret høj BAM koncentration, og høje koncentrationer af K, Cl, Na, og PO4

Indholdet af coliforme bakterier var højt i vandprøven fra brønden i februar, mens der ikke blev målt coliforme bakterier eller E.coli i maj måned. Ved første prøvetagning blev der observeret mus ved brønden som ikke var dækket af tætsluttende dæksel, og det kan derfor ikke udelukkes at der er faldet en eller flere ned i brønden. I så fald ville vandet dog nok også indeholde bakterier ved

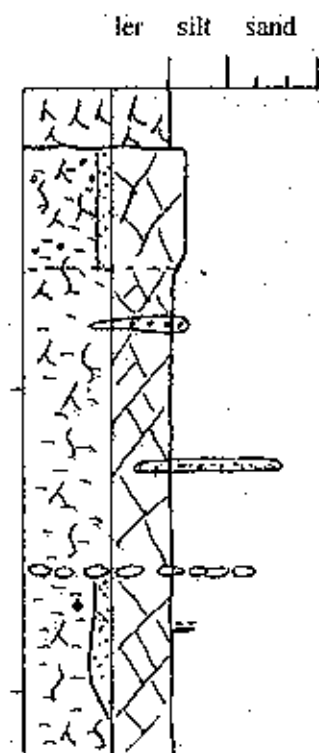
2. prøvetagning. Overraskende indeholder begge vandprøver fra håndboringen et stort indhold af coliforme bakterier. Disse kan stamme fra gylle udbringning og forrådnede plantemateriale. Der blev fundet enkelte E coli. E coli kan stamme fra tarmkulturen hos varmblodede dyr som kvæg, fugle, svin og mennesker. Særligt vandprøven fra HB2 viser en kraftig forurening som formodentlig stammer fra enten gylle udbringning eller fra husspildevand.

Konklusion:

Glyphosat kan stamme fra to kilder, men den mest sandsynlige er, at grundvandet stammer fra de tilstødende marker, da det er 2-4 år siden gårdspladsen blev behandlet. De mange coliforme bakterier viser, at vandet fra overfladen kan transporteres hurtigt ned til grundvandet, hvor det transporteres vertikalt i den opsprækkede moræneler. I HB1 er der beskrevet en moræneler, der er heterolitisk, kompakt og stærkt opsprækket, hvilket formodentligt skyldes is-segmentering og dannelsen af en fissil lerstype, som er stærkt porøs. De undersøgte tillag indeholder stærkt forvitrede bjergarts fragmenter og skiffer, der er karakteristisk for Ungbaltiske aflejringer. Den øvre del af morænen er karakteriseret af recente klimapåvirkninger og af recente makroporer, der har overpræget de oprindelige sprækkesystemer.

Der blev udtaget to sedimentprøver fra bunden af brønden: en fra det øverste slamlag og en fra den uforstyrrede till under slamlaget. Der blev ikke fundet glyphosat eller AMPA i de to jordprøver.

523 hb1



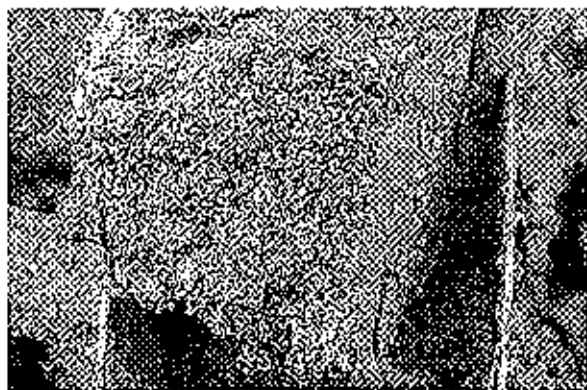
Muldag, sortbrun, sandet, leret, recente rødder. Muldrag fjernet for prøvetagning

Moræneler, brun oliven grå, sprækker med røde jernudfældninger, blød. St. sandet med sand korn i slirer. Rødder og ormegange. Enkelte sten og afrundede skifferstykker. Både sandsten og granit ekstremt forvitret og fremtræder som sandklæstre.

ML, rødbrun, fed leret og meget hård, opsprekket, mange rødder og ormegange, Alle makroporer er med kraftig udfældning af jernhydroxider. I større klumper er matrix oliven grå i midten af klast. Forvitrede sten. Mellemlejrrede sandslirer, velafgrænsede.

Stenlag med sten i samme størrelse – minder om en glacial brolægning.

ML, rødbrun, st. sandet, nærmest heterolitisk kompakt men stærkt opsprekket, mange ormegange, rødder og enkelte åbentstående rødkanaler der følger sprækkesystemerne.



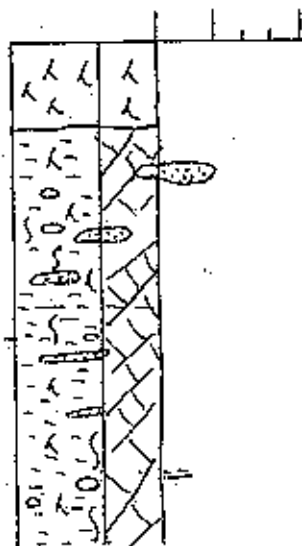
Forvitret bjergartsfragment med højt indhold af pyrit



Moræneler med sprækker, lodret snit. Læg mærke til rødfarvede sprækker der dykker ind i billedet samt den lodrette sprække prøven er braktet langs. Prøven fremtræder skornet.

523 hb2

ler silt sand

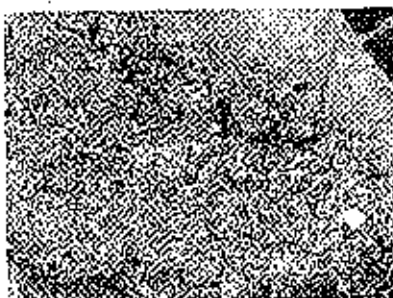


Muld, sortbrun, sandet, leret, recente rødder. Muldlag fjernet før prøvetagning

Moræneler, gulbrun/rød, sandet siltet, med grus og sten. Hård. En del små sand linser og stiver. Recent rødder og omgange. St. opsprækket med røde udfældninger langs sprækker.

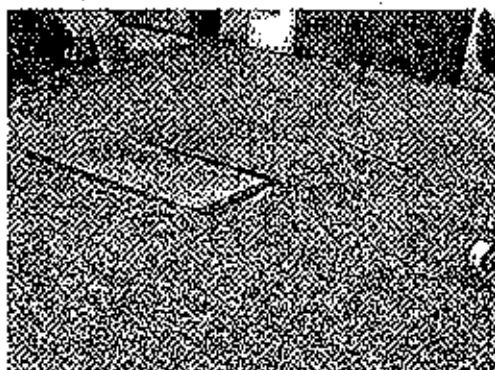
MJ., grå med røde jernhydroxyd udfældninger langs sprækker, stenet og gruset, , hård, falder let fra hinanden langs mindre sprækker. 0,9 mut til 1,8 mut

MJ. do, mere grå med markante røde udfældninger
Grundvandet løber til i sprækkerne, gvsp 1,47 mut.



Moræneler 1,2 mut, grå m. røde udfældninger, foto viser en vandret brudflade

1.3 A2



Brønd beliggende på gårdsplads.

Anlægget er ikke i drift.

Anlæg er kun prøvetaget en gang pga. fastfrosne dæksler ved første prøvetagningsrunde. Der har været anvendt glyphosat på gårdspladsen og på de omkringliggende marker i efteråret 2004. Anlægget er dækket af to dæksler i niveau med grusbelægning, og der er derfor stor risiko for tilstrømning af overflade vand. Der er anvendt almindelig håndbåret sprøjte, og dosering er som anbefalet på mærkat. Der er anvendt Roundup.

Tabel 13 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

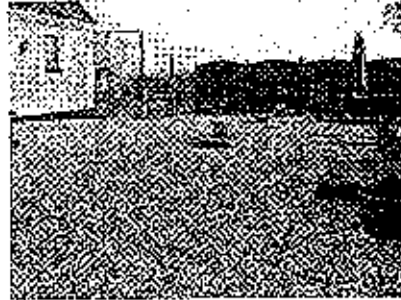
	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/ jord	Dato	fund-ikke fund	Glyp- hosat	AMPA	BAM	Coli- forme	E coli	vsp
a2-913	vandprøve fra brønd, anlæg anvendes ikke i dag	v	02-maj-05	Fund	0,029	0,048	0,086	54	2	2,31

Der er fundet relativt små koncentrationer af AMPA, glyphosat og BAM. Antallet af coliforme bakterier er ret højt, mens antallet af E.coli er lavt.

Konklusion:

Formodentlig gårdspladsforurening.

1.4 A3



Brønden er beliggende på gårdsplads med grus med hurtig tilstrømning af grundvand fra opsprækket ML opstrøms. Anlægget er aktivt. Der har ikke været anvendt glyphosat omkring brønden og kun sparsomt under elhegn mellem fold og marker for at friholde strømeførende hegn for planter. De tilstødende marker er sprøjtet i efteråret 2004, figur 2. Terræn falder fra HB1 mod brønden, og grundvandet skønnes at bevæge sig mod sydvest - sydsydvest. Der dyrkes ikke landbrug på ejendommen. Afstanden til de glyphosat behandlede arealer er ca. 20 meter. Det vides ikke, om der har været anvendt glyphosat eller andre midler før den nuværende ejer overtog ejendommen for ca 3 år siden. Dosering af glyphosat under hegn som anvist på dunk, formodentlig RoundUp. Der blev anvendt håndsprøjt.

Tabel 3 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund/ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coll-forme	E coll	vsp
a3-1852	vandprøve fra hb1-1852	v hb	04-maj-05	Intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	54	<1	1,41
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	04-maj-05	Fund	0,049	0,14	0,174	>160	<1	2,25
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	Fund	0,063	0,14	0,176	>160	<1	2,46
a3-1852	Køkken	v	10-feb-05	Fund	0,05	0,13	0,065	>160	>160	6
a3-1852	vandprøve fra hane i køkken	v	03-maj-05	Fund	0,026	0,036	0,047	>160	<1	6
a3-1852	Jordprøve fra hb1-1852, 0,5 mut. ML	j	03-maj-05	Intet fund	<0,003	<0,003				

Tabel 4 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund/ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a3-1852	vandprøve fra hb1-1852	v hb	04-maj-05	Intet fund	1,15	45,4	94,1	0,06	79,2	24	1,12	14,7	166
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	04-maj-05	Fund	0,12	57,7	160	<0,05	81,4	47,1	1,5	10,1	92,8
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	Fund	0,2	46,3	149	0,08	55	47,3	1,6	10,1	103
a3-1852	vandprøve fra hane i køkken	v	03-maj-05	Fund	0,21	94,1	24,3	0,06	144	26,2	2,8	17,8	127

Der har været et mindre fald i glyphosat og AMPA indholdet fra februar til maj i de to prøver der blev udtaget fra drikkevandet. Antallet af coliforme bakterier er det samme, men antallet af E.coli faldt fra >160 til <1. I begge prøver blev der fundet små BAM koncentrationer.

Da det havde regnet om natten før prøvetagning af HB1 blev brønden pejlet igen, og det viste sig, at vandspejlet var steget med 0,2 meter i løbet af natten, og det var muligt at iagttage hvordan højliggende grundvand langsomt løb

ned i brønden fra murværket over vandspejlet i brønden. Der blev derfor udtaget endnu en prøve fra det øverste brøndvand, som indeholdt næsten samme koncentrationer, som den første prøve fra brønden.

Ejerne oplyste, at vandspejlet i brønden varierer voldsomt efter regn, at vandspejlet efter regn hurtigt stiger næsten op til terræn, og at hydroforen derfor var blevet tøjret.

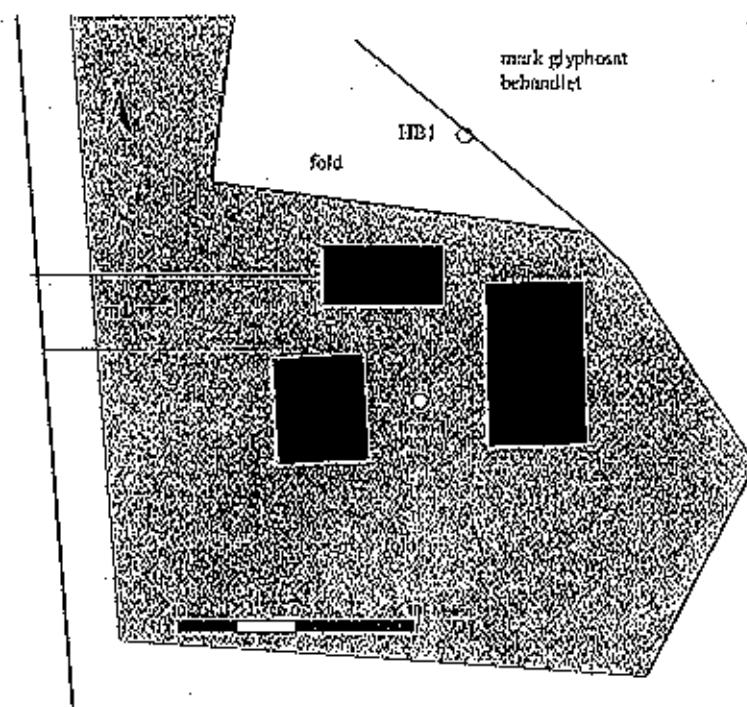
Vandprøven fra brønden indeholdt noget mere AMPA og glyphosat end den vandprøve, der blev taget fra anlægget, mens indholdet af coliforme bakterier var det samme. Der blev ikke fundet E.coli ved 2 prøvetagning. Vandprøven fra anlægget indeholder mere Cl₂ og væsentlig mindre nitrat end brøndvandet, og tilsvarende et højere indhold af SO₄, hvilket tyder på at anlægsvandet er blandingsvand der stammer fra flere niveauer i lermagasinet, og at nitrat omsættes ved denitrifikation via pyrit i de dybere del af grundvandsmagasinet. Der blev hverken fundet glyphosat eller AMPA i den håndboring, der blev sat opstrøms anlægget. Dette skyldes måske en tørke periode, før anlægget blev prøvetaget. Det var derfor også svært at få vand ud af leret, og HB1 blev prøvetaget dagen efter boringen blev sat, således at grundvandet kunne løbe til boringen. Også i HB1 blev der fundet coliforme bakterier, men ikke E.coli. Der er ikke mulighed for forurening med husspidevand, og bakterierne må derfor stamme fra nedvaskning fra overfladen.

Nitrat, klorid, sulfat, kalium og magnesium indholdet i håndboringen var tilsvarende størrelse som indholdet i brønden. Ca indholdet var lidt større, hvilket kan skyldes anvendelse af jordbrugskalk på markerne opstrøms HB1.

HB1 var karakteriseret af en fissil horisontal lamineret zone og moranen var stærkt opsprækket. Der var ikke vandførende sandlag, og kalken blev ikke aneboret, selvom denne ligger tæt på terræn i området.

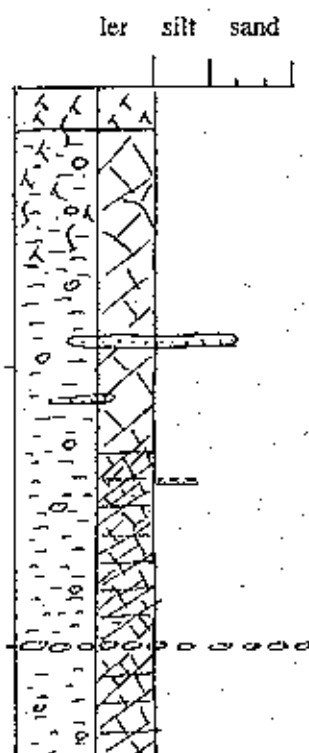
Konklusion:

Der har ikke været anvendt glyphosat omkring anlægget i mindst 3 år og efterfølgende kun i begrænsede mængder på ejendommen. De tilstødende opstrøms marker er behandlede og den stærkt porøse og fissile moræne samt de momentane vandspejlsændringer i den undersøgte brønd tyder på, at glyphosat transporteres til brønden fra de tilstødende marker. Det kan dog ikke udelukkes at der tidligere har været anvendt glyphosat på gårdspladsen, og at de fundne stoffer stammer fra en sådan anvendelse.



Figur 2 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

1852 hb1



Muld, sortbrun, rødde og orme-gange

Moræner, olivengul, fed, men hård og kompakt. Røde udfældninger langs sprækker, og bioporer. Svagt sandet, siltet, sv gruset enkelte sten. Rødder og orme-gange.
Do - gul og opsprækket.

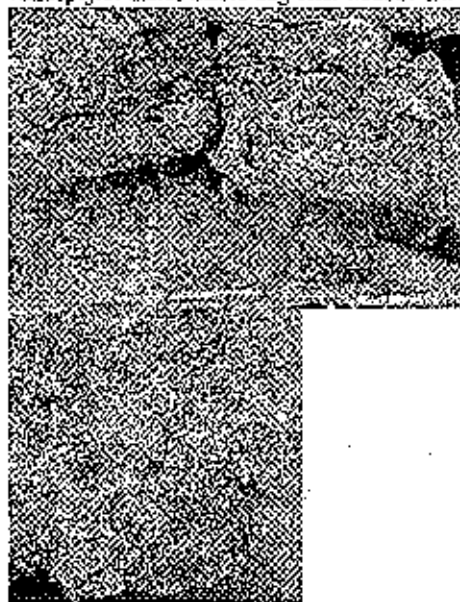
Sandslirer

Moræner, grågul, sandet siltet, mere leret, enkelte sten og blød. Sprækker rød røde jernudfældninger. Med tynde slirer af sand.
Do med mere porøs og stærkt opsprækket med klare gule og røde farver. Falder let fra hinanden ved svagt tryk.

Do.

Stenlag formodentlig glacial bro-lægning

Do. Vand strømmer meget langsomt til boring via sprækker og vandspejlet måles næste dag efter nedbør om natten.



Hb1 er placeret på mark opstrøms brønden der ligger på gårdsplads mellem husene. Ved nedbør sker en hurtig tilstrømning til brønden hvor vandspejlet i brønden stiger momentant.

Moræner med sprækker 0,6 m og 1,2 m. Lodret snit. I nederste prøve ses udfældning af jernforbindelser langs sprække diagonalt i billedet. Sprækker i øverste foto er dannet under boring.



Brønd i have mellem skov og marker. Anlægget er aktivt. Ejer har haft ejendommen i 34 år, ejeren oplyste at der aldrig har været anvendt glyphosat på ejendommen, der anvendes til beboelse. Brønden er placeret i en have og ligger mellem et skovområde og marker, der blev sprøjtet 3 uger før første prøvetagning, figur 3. Der løber en grøft langs skoven som afvander både skoven og de tilgrænsende marker. Grøften er rørlagt langs skellet mellem have og skov. Afstanden mellem brønden og de sprøjtede marker er ca 20 meter. Vandet i grøften løber mod sydøst, mens grundvandets strømning omkring brønden formodentlig i høj grad styres af indvindingens størrelse.

Tabel 5 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	Dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coll-forme	E coli	vsp
a4-1862	vandprøve fra hb2-1862	v hb	03-maj-05	Intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	4	1	1,2
a4-1862	vandprøve fra hb1-1862	v hb	03-maj-05	Intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	160	70	0,5
a4-1862	vandprøve fra grøft, opstrøms hus	v grøft	03-maj-05	Fund	0,02	0,11	<0,041	24	1	0,8
a4-1862	Bryggers	v	10-feb-05	Fund	0,036	<0,01	<0,02	160	160	0,76
a4-1862	vandprøve brønd, - prøve fra anlæg	v	02-maj-05	Fund	<0,01	0,089	<0,02	350	35	0,76
a4-1862	jordprøve hb2-1862, 1,6 mut, silt	j	03-maj-05	Intet fund	<0,002	<0,002				
a4-1862	jordprøve hb2-1862, 0,5 mut, ML	j	03-maj-05	Intet fund	<0,002	<0,002				
a4-1862	jordprøve hb1-1862, 0,6 mut, ML	j	03-maj-05	Fund	0,003	<0,005				
a4-1862	jordprøve fra bund brønd, 0-0,2 mu bund, slam	j	02-maj-05	Intet fund	<0,002	<0,002				
a4-1862	jordprøve fra bund brønd, 0,3-0,4 mu bund, ML	j	02-maj-05	Intet fund	<0,002	<0,002				

Tabel 6 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a4-1862	vandprøve fra hb2-1862	v hb	03-maj-05	Intet fund	0,04	20	0,8	<0,05	73,4	18,9	0,45	26	75,8
a4-1862	vandprøve fra hb1-1862	v hb	03-maj-05	Intet fund	1,73	276	0,83	0,07	194	74,8	6,66	19,2	179
a4-1862	vandprøve fra grøft, opstrøms hus	v grøft	03-maj-05	fund	0,27	76,1	1,99	0,06	52,2	22,7	3,47	7,21	92,2
a4-1862	vandprøve fra brønd, ingen prøve fra anlæg	v	02-maj-05	fund	1,09	73,1	3,31	0,07	46,2	23,5	6,37	10,5	117

Da ejer var bortrejst i en længere periode før 2. prøvetagning, var det ikke muligt at gentage prøveudtagning af en vandprøve fra anlægget ved 2. prøveudtagningsrunde.

Prøven fra brønden og fra anlægget indeholdt henholdsvis AMPA og glyphosat i små koncentrationer, samt coliforme bakterier og E.coli. Der er ikke fundet BAM i hverken anlæg, håndboringer eller grøftvand.

Glyphosat/AMPA blev fundet i grøftvandet og i en jordprøve fra HB1, der ligger mellem den rørlagte grøft og brønden, men ikke i vandprøver udtaget fra håndboringen. Den nøjagtige placering af den rørlagte grøft er ikke kendt, men afstanden mellem rørlagt grøft og brønd kan næppe være større end 5-7 meter.

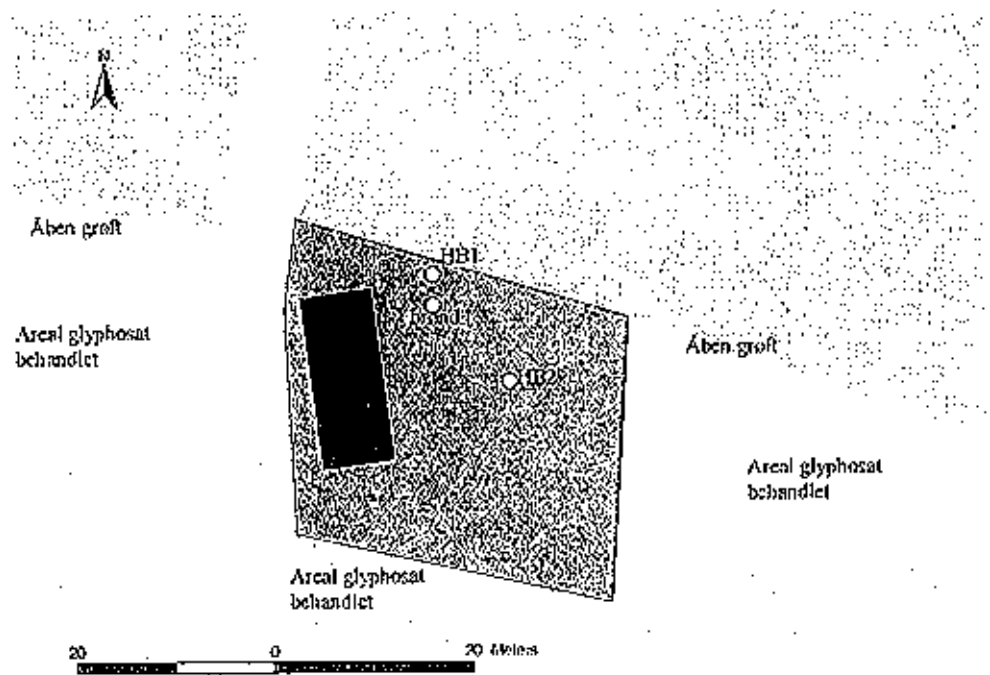
Nitrat indholdet er lavt i alle udtagne vandprøver, mens Cl, SO₄, K og Na indholdet er højt i HB2, der ligger mellem marken og brønden.

Grøftvandets sammensætning minder meget om ion indholdet i vandprøven der er udtaget fra brønden.

Der er i ca en meters dybde fundet et finkornet sandlag mellemlejret opsprækket morænelejer og i ca 1.5 meters dybde, er der fundet et markant horisontalt lagdelt silt lag med sprækker, formodentlig udtørings/frost sprækker.

Konklusion:

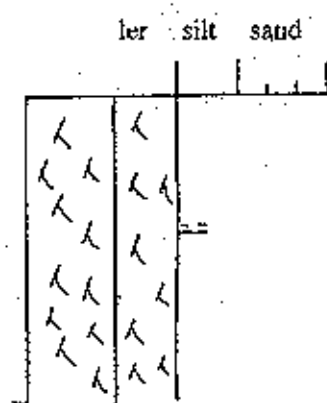
Analyserne tyder på at brønden trækker vand ind fra lidt dybere niveauer der stammer fra marken, men det er uden tvivl indtrængende vand fra den rørlagte grøft, som dominerer vandkvaliteten i brønden og i anlægget. Vandet trænger formodentlig frem til brønden gennem de fundne sandlag og de markante sprækkesystemer, der er fundet i den stærkt opsprækkede till. Dog viser hovedbestanddelene, at der trænger vand med en anden kvalitet ind mod brønden fra marken, der ligger øst for brønden, og da anlægget ikke havde været i brug i en periode kan grundvandet fra marken også være med til at præge vandkvaliteten i brønden, når anlægget er i drift.



Figur 3 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

Der blev udtaget to sedimentprøver fra bunden af brønden. Analysen for glyphosat og AMPA vise ingen forekomst, hverken i slamlaget eller i den underliggende uforstyrrede till.

1862 hb1



Muldag og fyld, brunsort, blød konsistens. Stenet sandet og leret med stort indhold af organisk materiale. Mange roccate nødder og ormegange.

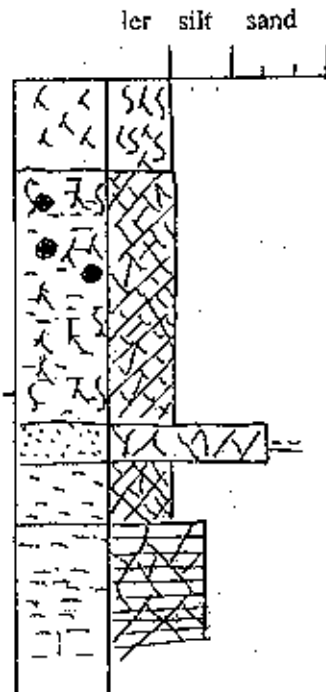


Oversigtsbillede. Fra brønd ud mod marker. Der er netop udtaget prøver fra bunden af brønden der forsyner en husstand med drikkevand. Hb2 er placeret på græsplænen ca. 1 meter fra stenkant.



Oversigtsbillede. Hb1 er placeret mellem brønd og skovbryn. En grøft langs skovbrynet er rørlagt gennem haven, men åben opstrøms og nedstrøms. Strømningen i grøften er ud af billedet.

1862 hb2



Muld, sortbrun, recentt rødde og ormegange med jvånere.

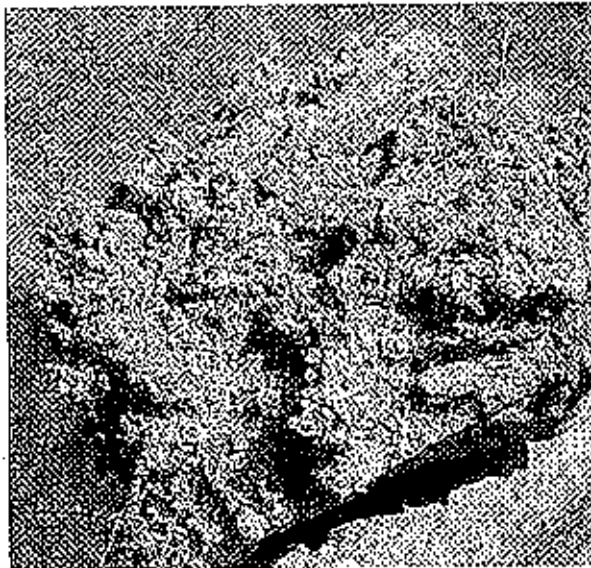
Moræneler, gulbrun med røde udfældninger ved ormegange og sprækker, stenet, leret, siltet sandet. Sterkt opsprækket, rødde og ormegange, klastre er hårde men ML hænger dårligt sammen ML do, flere sprækker, virker "porøs". Prøver falder let fra hinanden langs sprækkeflader ved let tryk. Moræneler virker næsten lamineret.

ML do, dog mere leret, åbentstående rodkanaler.

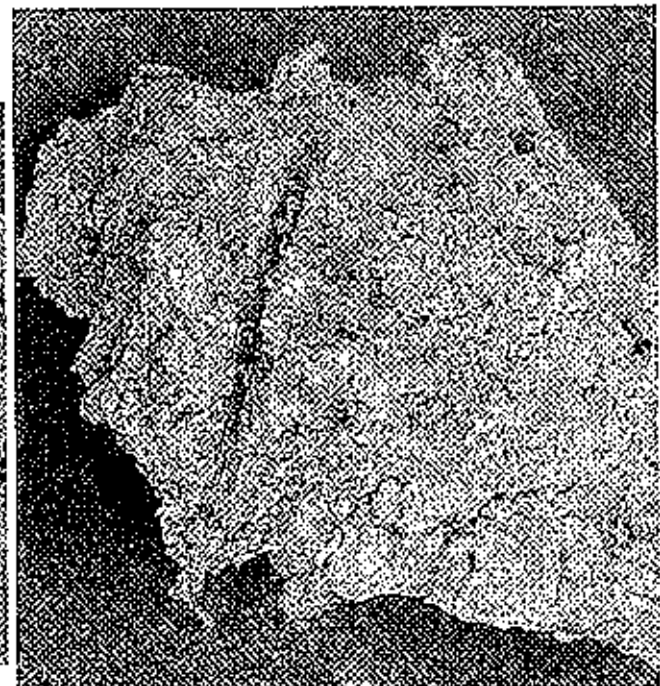
Sand finkornet, velsorteret, med røde flammestrukturer der viser hvor vandet siver gennem laget.

ML do dog mere sandet, ingen eller få rødde.

Silt, rød, horisontalt lagdelt med tydelige sprækker der er rødfarvede.



Moræneler, 0,5 ml. Læg mærke til de to sprækker med jernudfældninger der løber langs sedimentprøven. Der kan også ses en del rødde.



Åbentstående rodkanal, hvor resterne af roden ligger i bunden af den 2-3 mm åbne sprække. Læg mærke til hvor let lerprøven falder fra hinanden langs større og mindre sprækker.



Anlægget er beliggende på fliseegang langs hus i tilknytning til flisebelægning i have. Anlægget er aktivt. Glyphosat har været sparsomt anvendt under prydbusk pga. skvalderkål tæt ved anlæg, og formodentligt også på flisebelægning. De tilstødende marker er bortforpagtet, og markerne har været sprøjtet med glyphosat. På markerne er dyrket hvede og frøgræs. Der er også anvendt glyphosat på gårdsplads på modsatte side af huset, figur 4. De behandlede arealer er sprøjtet året før med almindelig sprøjte, og med dosering som anbefalet på dunk. Anlægget består af en boring sat i bunden af en gravet brønd, og der er sat en dykpumpe ned ved siden af forerøret i brønden, for at forhindre at brøndvandet løber ned i forerøret.

Ud fra terræn og det generelle afløbsmønster i området vil anlægget trække vand ind fra området mod vest, men der er etableret et drænsystem, som afdræner den nedre del af haven, hvor der er etableret en samlebrønd i skel mod mark. Drænsystemet ligger ret dybt og afdræner vandet fra haven mod vest.

Tabel 7 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coliforme	E.coli	vsp
a5-1863	vandprøve fra hb2-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	0,294	>160	<1	1,45
a5-1863	vandprøve fra hb1-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	0,119	92	<1	1,3
a5-1863	vandprøve fra drænbrønd	v dræn	03-maj-05	fund	<0,01	0,011	0,398	>160	1	1
a5-1863	gravet brønd ved terrasse	v brønd	10-feb-05	fund	0,032	0,054	0,115	>160	>160	1,8
a5-1863	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	0,023	0,054	0,128	>160	<1	1,9
a5-1863	udvendig hane ved bryggers	v	10-feb-05	fund	<0,01	0,028	<0,02	24		3,2
a5-1863	vandprøve fra hane i udhus, drikkevand	v	03-maj-05	fund	<0,01	0,02	<0,02	160	5	3,2
a5-1863	jordprøve fra hb1-1863, 0,4 mut. ML	j	03-maj-05	intet fund	<0,02	<0,02				

Der er i drikkevandet fra anlægget fundet små koncentrationer AMPA i samme størrelsesforhold ved begge prøvetagninger, og der er ikke fundet glyphosat. I brønden er der fundet lidt større AMPA koncentrationer, samt glyphosat. Der er fundet coliforme bakterier i anlægsvandet, men kun få E.coli. Da pumpning direkte fra brønden sænker grundvandsspejlet under huset, kan der trækkes vand ind under huset (fra gårdspladsen på den modsatte side af huset), hvor kloak systemet ligger, og hvor spildevandet afdrænes mod nordøst.

Tabel 8 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund/ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a5-1863	vandprøve fra hb2-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	0,12	25,2	6,4	<0,05	152	69,3	0,51	13,4	141
a5-1863	vandprøve fra hb1-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	0,05	25,7	19,7	0,05	29,2	22,4	1,93	9,7	66,5
a5-1863	vandprøve fra drænbrønd	v dræn	03-maj-05	fund	0,57	149	6,8	0,10	117	54,6	2,96	14,9	119
a5-1863	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	0,31	27,9	22,6	0,05	28,8	73	9,27	9,7	77,1
a5-1863	vandprøve fra hane i uohus, drikkevand	v	03-maj-05	fund	0,05	29,8	0,7	0,39	14,3	14,0	4,36	20,2	63,2

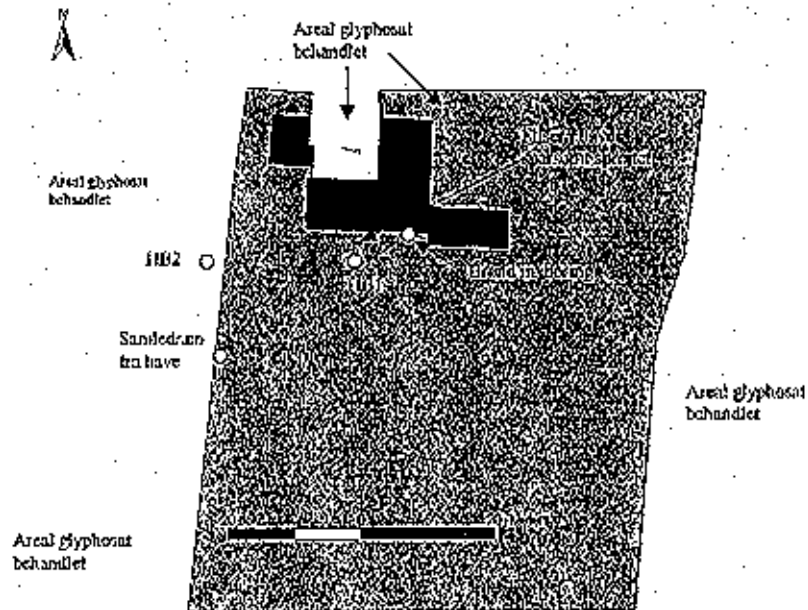
Hovedbestanddelene i brøndvandet og anlægsvandet ligner hinanden meget, men der er ikke målt så stort et K og nitrat indhold i anlægsvandet. Der er fundet mange E.coli i brøndvandet, men ikke i anlægsvandet.

Der blev ikke fundet glyphosat eller AMPA i de to håndboringer eller i jordprøven som blev udtaget 0,4 m i et bed, der er behandlet med glyphosat. Der er fundet BAM i alle vandprøver fra det højliggende grundvand, men ikke i anlægsvandet.

Indholdet af hovedbestanddele i vandprøven fra HB1 (som ligger ganske tæt på brønden) har stort set samme indhold af hovedbestanddele som brøndvandet, mens vandprøven fra HB2 (som ligger på marken mod øst) har et markant højere Cl, SO4 og Ca indhold. Grundvandet fra HB2 ligger derfor formodentlig ikke i brøndens oplandsområde, der dog er fundet BAM i begge håndboringer dog mest i den boring der ligger tættest ved anlægget. Indholdet af coliforme bakterier er højt i begge vandprøver fra håndboringerne, og der er ikke fundet E.coli.

Der er etableret et drænsystem som afdræner haven, og der blev udtaget en vandprøve fra samlebrønden i skellet ud mod de tilstødende marker. I denne blev der fundet spor af AMPA, men høje koncentrationer af BAM, som også blev fundet i begge håndboringer, hvor der så til gengæld ikke blev fundet glyphosat eller AMPA. Indholdet af hovedbestanddele i drænvandet var tilsvarende HB2.

Den gennemboede moræne er opsprækket og der er mange åbentstående bioporer. Morænen virker knust og falder let fra hinanden i små fragmenter, hvilket kan skyldes issegmentering. I håndstykkerne kan man se vandet i sprækkesystemet, og vandet løber til boringerne via sprækker. Morænen er meget porøs, og der vil kunne transporteres grundvand til brønden via sprækkesystemerne, når grundvandsspejlet i denne sænkes.

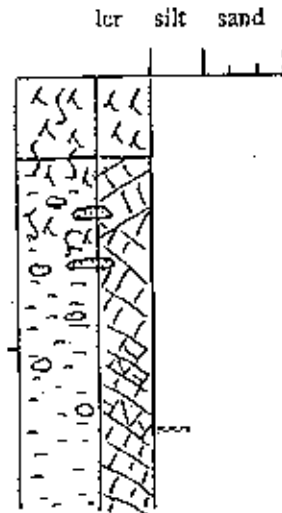


Figur 4 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

Konklusion:

Der er ikke fundet indicier på, at glyphosat eller AMPA er transporteret fra de tilstødende marker til brønden. Glyphosat og AMPA indholdet i både brønd og anlægsvand stammer formodentlig fra enten gårdspladsen på den modsatte side af huset, eller fra flisebelægningen rundt om brønden. Da der pumpes vand op fra brønden for at friholde forerørets top fra brøndvandet, er det sandsynligt, at grundvandet trækkes ind under huset fra gårdspladsen gennem den opsprækkede moræne.

1863 hb1



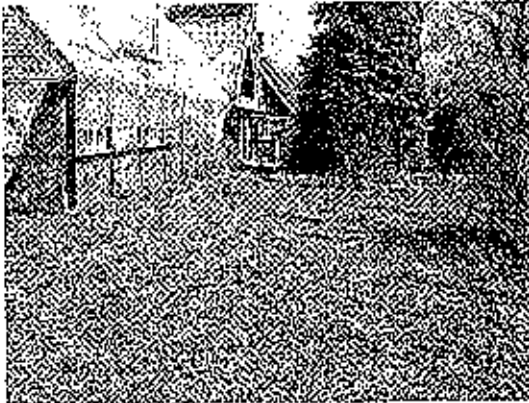
Muld, sortbrun. Rødder og

Moræner, blød, gulbrun. Ormegange, rødde, og røde okker udfældninger. Fed leret, siltet, sandet og Sandslirer 1-3 cm

ML mere fed, blød, gul med okkerudfældninger langs åbentstående bioporer 2-3

ML do, matrix olivengrå, store partier omkring sprækker. Moræne virker knust og hinanden langs sprækkerne i små

Mere grå i indre af blokke, mange markante løber til boring via

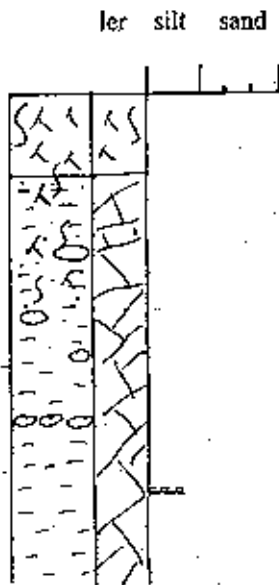


Oversigtssfoto. Brønd ligger ved gavl under Hb1 ligger ved græsplæne mens hb2 ligger bag



Moræner, ca. 0,8 m. Vandret flade med sprækker med røde okkerudfældninger og ormegange og

1863 hb2



Muld, brunsort, rødde og ormegange

Moræner, gul, fed blød. Siltet, sandet og med store sten.
Opsprekket med røde okker udfældninger langs sprækker, men ikke i samme grad som hb1.

ML do.

ML do, gul federe mange sprækker

Stenlag, formodentlig glacial brolægning

vandspejl

Moræner gul, fed og blød. Moræner virker homogen i den indre del af blokke.



Sprækker med udfældning af okker, lodretstående i moræner, 0,6 m. Sprækkerne er særligt i højre side af billede ret kun få millimeter tykke mens sprækkerne i højre side har en større udfældning af okker.



Hb2 er placeret ca. 2 meter fra skellet mellem have og mark. Hb1 er placeret i have til højre for fotografi. Drænbrønden hvorfra der er udtaget en vandprøve er placeret i selve hegnet ca. halvejs langs læhegnet. Drænbrønden afdræner have.

1.7 A7



En gravet brønd der ligger på meget stor gårdsplads med grusbelægning over gammel brolægning. Gårdsplads er behandlet med glyphosat med en rygsprøjte, hvor væske er taget fra tank, der blev anvendt ved sprøjtning af omkringliggende marker. Gårdsplads har ikke været sprøjtet med glyphosat før anlægget blev nedlagt. Pladsen er sprøjtet efteråret 2004 og ikke før 2003. Der er sprøjtet umiddelbart omkring brønden. Anlægget er ikke aktivt, og de omkringliggende marker dyrkes landbrugsmæssigt, figur 5. Der er tidligere indvundet vand fra en boring sat i bunden af brønden. HB1 er sat tæt ved brønden, mens HB2 er sat nedstrøms gårdspladsen, for om muligt at genfinde det vand, der stammer fra gårdspladsen.

Tabel 9 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coliforme	E coli	vsp
a7-60	vandprøve prøve fra hb2-60	v hb	11-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	0,29	>160	5	2,3
a7-60	vandprøve prøve fra hb1-60	v hb	11-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	2,088	<1	<1	1,4
a7-60	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	Fund	0,72	5,6	0,065	24	1	1,36
a7-60	fra brønd	v brønd	10-feb-05	Fund	0,43	3,2	4,67	>5	>1	1,3
a7-60	jordprøve prøve fra hb1-60, 0,95-1,0 mut ML	j	11-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a7-60	jordprøve prøve fra hb1-60, 0,5-0,55 mut ML	j	11-maj-05	intet fund	<0,006	<0,005				
a7-60	jordprøve prøve fra hb1-60, 0,2-0,3 mut fylt	j	11-maj-05	intet fund	<0,005	<0,005				
a7-60	jordprøve prøve fra hb1-60, 0,05-0,1 mut fylt-grus	j	11-maj-05	Fund	0,008	0,029				

Tabel 10 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

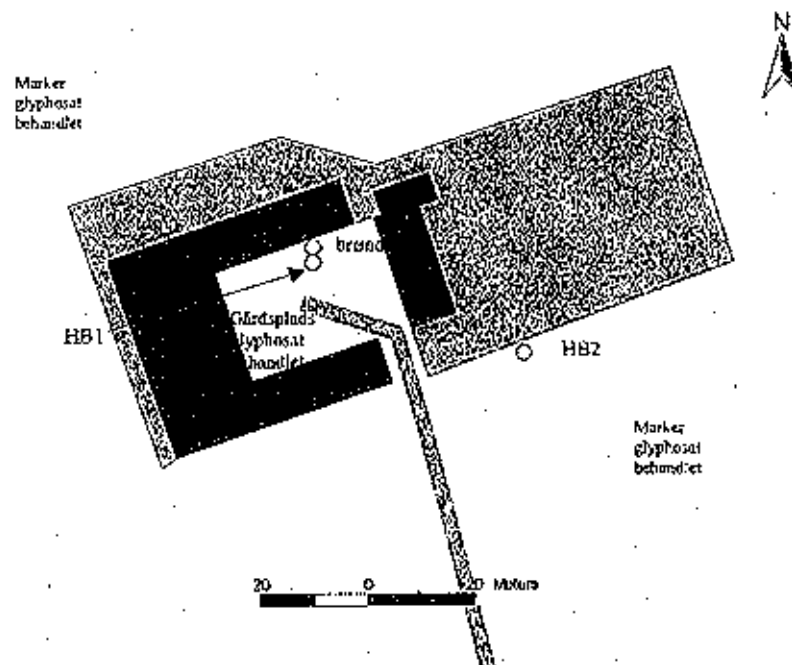
	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a7-60	vandprøve prøve fra hb2-60	v hb	11-maj-05	intet fund	0,13	81,1	2,2	0,14	133	98,5	6,12	42	68,5
a7-60	vandprøve prøve fra hb1-60	v hb	11-maj-05	intet fund	0,17	26,4	57,3	0,05	28,3	22,5	2,26	12,6	115
a7-60	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	fund	1,04	3,7	11	<0,05	3	5,1	3,26	1,4	29,4

Indholdet af glyphosat og AMPA i brønden er stort – fra ca. 0,5 til 5,6 µg/l, og indholdet steg fra 1. prøvetagning i februar til 2. prøvetagning i maj. BAM er faldet voldsomt fra 4,7 til 0,07 µg/l.

Cl indholdet i den 2. prøve fra brønden er kun 3,7 mg/l, hvilket viser at der ret sikkert er strømmet rent regnvand til brønden, hvilket også forklarer det meget

lille BAM indhold i brønden i maj. Na, Ca, Mg og SO₄ indholdet er tilsvarende meget lavt og PO₄ indholdet større. Tabel 9 og 10.

Der er fundet relativt få coliforme bakterier i brøndvandet og kun få E.coli. Vandprøverne fra HB1 som ligger få meter fra brønden har relativt lavt Cl indhold svarende til hvad der normalt findes under naturarealer langt fra vestkysten. Dette tyder på at brønden er påvirket af regnvand ved 2. prøvetagning, og at BAM indholdet her er en indikator for at der er tale om en grundvands-påvirkning ved første prøvetagning. Der er fundet små koncentrationer af både glyphosat og AMPA i en jordprøve udtaget over den gamle brolægning i HB1. I vandprøven fra HB1 er der fundet ret høje BAM koncentrationer, men ikke noget glyphosat eller AMPA. HB2 ligger lidt nedstrøms gårdspladsen i kanten af en mark, og her er der også fundet BAM, dog i noget lavere koncentrationer. Der fundet er mange coliforme bakterier i vandprøven fra HB2 ved marken mens der ikke er fundet coliforme bakterier i HB1 tæt ved brønden. Fundet af E.coli i HB2 kan skyldes anvendelse af husdyrgødning. HB2 indeholder noget store koncentrationer for samtlige hovedbestanddele, undtaget nitrat, hvor der under gårdspladsen blev fundet ca. 60 mg nitrat/l, mens der ved marken kun blev fundet 2,2 mg/l.



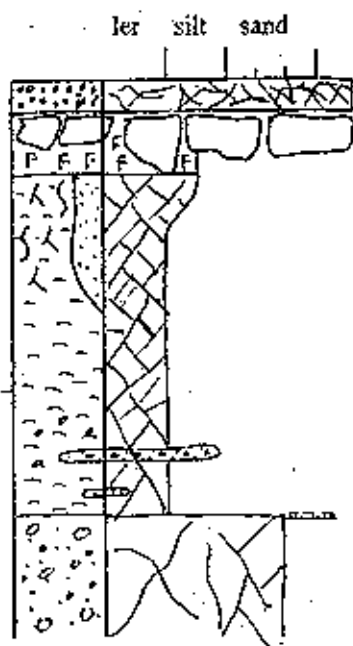
Figur 5 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

De to håndboringer viste, at der under gårdspladsen findes en opsprækket fragmenteret till, underlejret af groft morænesand. Samme morænesand er genfundet i HB2. Der er ikke fundet drænbrønde nær ejendommen, og ejeren oplyste at der ikke står vand på markerne, der skræner mod det nærliggende vandløb. Markerne er drænet, men drænene vedligeholdes ikke. Jorden afdrænes formodentlig via morænesandet.

Konklusion:

De indsamlede analyser viser, at der er tale om en gårdspladsforurening, og at overfladevand ved regnskyl kan strømme direkte til brønden. Dog viser den første vandprøve udtaget fra brønden et højt BAM indhold som kun kan stamme fra det omkringliggende grundvand.

60 hbl



Grus/ stabilgrus
Brolægning og fyld

Moræneler, gråbrun, st sandet og sliret, øverste del måske fyld.
Gravegange, rødder og ormegange, sprækker med
rødfarvninger, omsatte bjergarts fragmenter.

Do, federe, jernudfældninger ved sprækker

Do gråbrun, federe, gruset, Hård men fragmenteret struktur gør
ML porøs. Mange sprækker med røde udfældninger på sprække
og i matrix. Sand slirer/lag.
Do, st sandet og meget hård

Morænesand, rødbrun, leret, sandet, gruset, stenet. Sprækker
med jernudfældninger

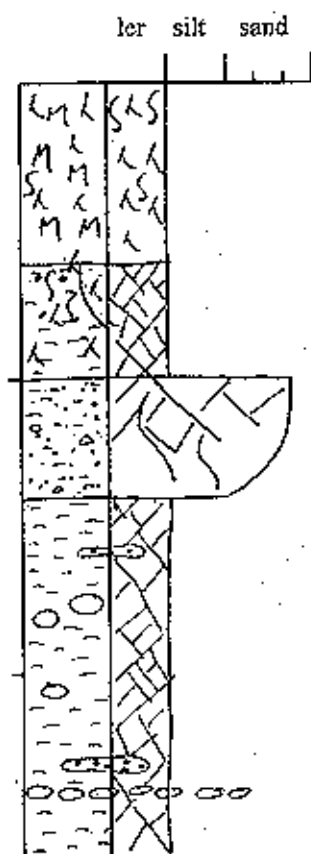


Placering af brønd og hbl på gårdsplads.



Moræneler, 0,7 müt. Sprækker med jernudfældninger. Læg
mærke til åbenstående bioporer bl.a. øverst til venstre. Dele af
sprækker følger mere grovkornede slirer/ forvitrede
bjergartsfragmenter. Lodret snit.

60 hb2



Muld, brunsort, løs og let muld. St sandet, leret, mer rødde og ommege. Meget tykt muldlag med gradvis overgang til moræner.

Moræner, nærmest heterolittisk i overgang mod muldlag, grå med røde partier, mere sort går mod bund, porøs, st sandet, ommege med jernudfældninger, løs struktur, men mere fed og hård mod bund.

Morænesand, rødgrå, med grå partier, grover opad, usortet, gruset stenet.

Moræner, gulbrun, sandet, slirer m sand der gør ML porøs, velafgrænsede sprækker med rustudfældninger.

Do, st sandet, porøs og med sten.

Vandspejl 2,3 mlt – er usikkert da vand løber langsomt til via sprækker.
Stenlag og sand slirer.



Moræner fra hb2, 0,8 mlt. Læg mærke til udfældning af jern på lodret sprække som kan følges gennem prøven samt spættet udseende.



Placering af hb2 nedstrøms gårdsplads. Denne placering er vægt da der i dette tilfælde formodentlig er tale om en lokal kilde (gårdspladsen).



Brønden ligger op til et beboelseshus, og der er marker tæt ved brønden. Anlægget er kun prøvetaget en gang, da ejer var bortrejst ved 1. prøvetagningsrunde, og der er derfor ikke gennemført håndboringer.

Anlægget er aktivt.

Der er ikke anvendt glyphosat på ejendommen, men ejeren kan ikke udelukke, at der er anvendt glyphosat i indkørsel, før ejerne overtog ejendommen for ca. 7 år siden. Der har været anvendt glyphosat på marken, der ligger ca 5 meter fra brønden.

Der er fundet ret store AMPA koncentrationer, små glyphosat koncentrationer, men intet BAM. Der er fundet mange coliforme bakterier og E.coli.

Cl indholdet virker ret lavt, men dette kan skyldes, at den nærliggende mark p.t. dyrkes som græsmark med græsning.

Tabel 11 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver. Vandspejl i brønd er målt til 1 meter under terræn, mens anlæg dybde er 3,5. Da vandprøve er udtaget fra anlæg anvendes indtogs dybde i brønd ved data sammenstilling.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coli-forme	E coli	vsp
a8-292	vandprøve fra hane i køkken	v	11-maj-05	fund	0,054	0,54	<0,02	>160	54	1/ 3,5*

Tabel 12 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a8-292	vandprøve fra hane i køkken	v	11-maj-05	fund	3,86	29,4	6,5	1,62	29,2	76,7	12,8	11,4	78,7

Konklusion

Kilden er formodentlig den nærliggende mark, men det kan være andre kilder, hvilket dog ikke er sandsynligt, da der ikke har været anvendt glyphosat på ejendommen i mindst 7 år.



Brønd, der ligger midt på lille gårdsplads med grus. Anlægget anvendes kun i perioder og ikke til drikkevandsformål. Der har tidligere været cementbelægning på gårdspladsen, som er fjernet i forbindelse med renovering af ejendommen, hvorefter der er lagt grus på pladsen. Brønden er ligeledes renoveret, og der er ikke mulighed for overfladisk tilstrømning. Der har ikke været anvendt glyphosat på ejendomme i de sidste 7 år, men i perioden før, er der anvendt forskellige sprøjtemidler herunder glyphosat. Der har i efteråret 2004 været anvendt glyphosat på den tilstødende mark, der er bortforpagtet fra ejendommen. Marken ligger ca. 12-14 meter fra brønd, figur 6. Ejendommen ligger tæt ved en markant skrænt der skræner ned mod et inddæmmede område, og der ses grundvandsudsivning ved skræntfoden. Grundvandsstrømmen mod sydvest, men der må være et vandskel på den tilgrænsende mark, der afvandes via et drænsystem, hvor drænvandet afledes mod nordøst/øst. Dette drænsystem modtager formodentlig spildevand.

Tabel 14 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver. *Indtag i brønd.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coli-forme	E.coli	vsp
a9-216	Vandprøve fra hb1-216	v hb	09-maj-05	fund	<0,01	0,016	2,256	13	<1	2,14
a9-216	Vandprøve fra drænbrønd	v dræn	09-maj-05	fund	0,26	0,2	0,049	92	14	1
a9-216	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,012	0,073	0,521	<1	<1	2,17
a9-216	Vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,079	0,89	0,393	>160	<1	1,97
a9-216	Vandprøve fra hane i kælder (fra anlæg)	v	09-maj-05	fund	0,01	0,079	1,529	>160	<1	5,35*
a9-216	Jordprøve fra hb1-216, 2,2 mut, ML	j	09-maj-05	Inet fund	<0,003	<0,002				
a9-216	Jordprøve fra hb1-216, 0,4-0,5 mut, ML	j	09-maj-05	fund	<0,002	0,014				

Tabel 15 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a9-216	Vandprøve fra hb1-216	v hb	09-maj-05	fund	0,08	28,4	349	<0,05	151	62,1	1,6	17,	139
a9-216	Vandprøve fra drænbrønd	v dræn	09-maj-05	fund	0,12	105	5	0,09	32,9	60,9	5,5	16,8	71,8
a9-216	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund									
a9-216	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,18	9,9	24,9	<0,05	14,2	12,3	2,3	7,3	69,6
a9-216	vandprøve fra hane i kælder (fra anlæg)	v	09-maj-05	fund	0,04	53,3	136	0,05	52,1	49	5,6	20,7	139

Samtlige vandprøver fra brønden og anlægget indeholder glyphosat/AMPA og BAM. Der er udtaget en vandprøve fra anlægget (som p.t. kun anvendes til støbearbejde), som indeholdt noget mindre glyphosat og AMPA men til gengæld et større indhold af BAM. Tabel 14 og 15. Der er fundet mange coliforme bakterier, mens antallet af E.coli er <1.

Cl indholdet er meget lille i brøndvandet i modsætning til i anlægsvandet. Samme forhold gør sig gældende for alle øvrige hovedbestanddele, hvilket antyder at der er strømnet ikke opkoncentreret regnvand til brønden, og at vandet i brønden er lagdelt i et øvre niveau med "friskt" stagnant vand. Da anlægsvandet indvindes ved bunden af brønden kunne dette godt tyde på, at regnvandet har mulighed for at kunne strømme hurtig frem til brønden gennem den opsprækkede till, der har store åbentstående bioporer i HB1, der ligger ud mod marken. Anlægget anvendes kun periodevis til støbearbejde og det er muligt, at vandet i den nedre del af brønden ikke udskiftes i samme takt som vandet nær vandspejlet.

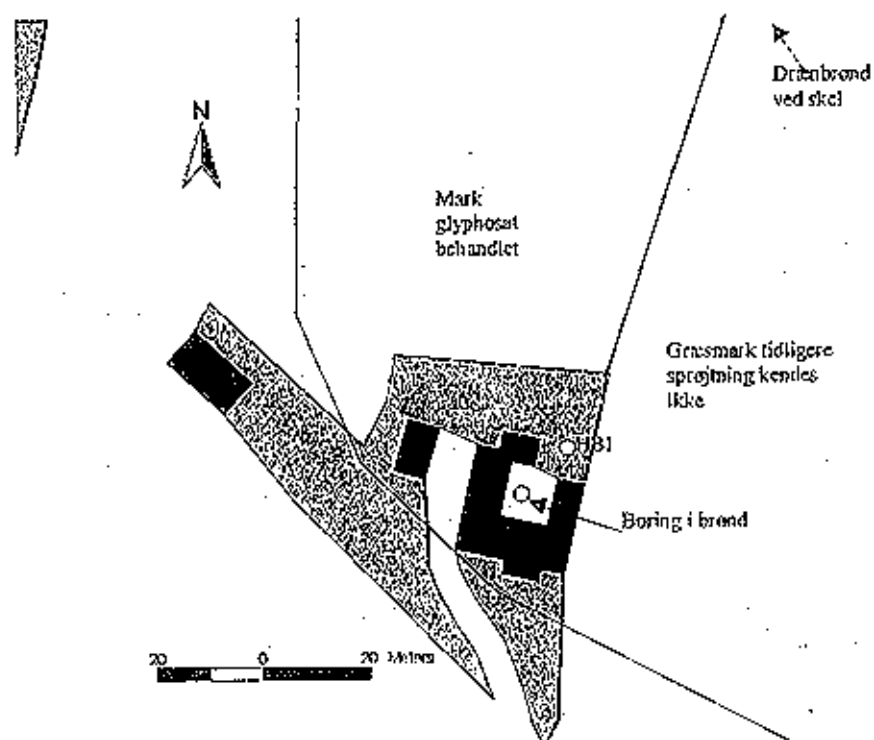
Vandprøven fra HB1 indeholdt også ret små mængder Cl, men meget høje nitratkoncentrationer, samt 0,016 µg/l AMPA. HB1 er sat mellem marken og den renoverede gårdsplads på et areal der tidligere har været anvendt som oplagsplads og kørselsareal, hvilket kan forklare den stor BAM koncentration på 2,3 µg/l. Der er fundet relativt få coliforme bakterier i HB1 og ingen E.coli.

En vandprøve er udtaget fra en drænsamlebrønd der lå lidt nedstrøms beboelsen (som bl.a. afdræner dele af marken ved huset) viste høje glyphosat og AMPA koncentrationer, et lavt BAM indhold, og forekomst af E.coli. Klorid og K indholdet var højt (105 mg Cl/l).

Der er ikke anført større sandlag i HB1 og morænen er karakteriseret af mange sprækker samt store åbentstående bioporer. Sedimentet er porøst og stedvist heterolitisk til en dybde på mere end 2 meter.

Konklusion:

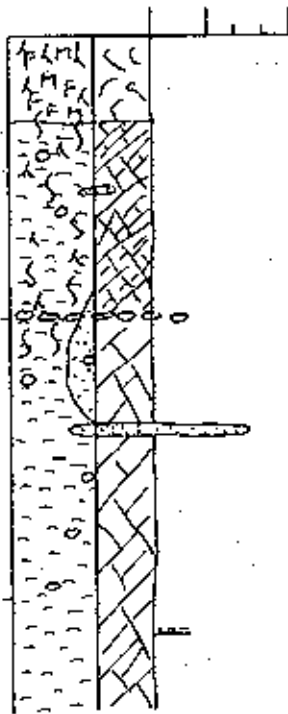
Vandet i brønden er lagdelt og den dybere del af vandsøjlen i brønden udskiftes formodentlig kun langsomt. Da der ikke har været anvendt glyphosat på ejendommen i 7 år er kilden til glyphosat og AMPA med stor sikkerhed vand infiltreret under marken som afdrænes mod skrænten, hvor grundvandet træder frem. Morænen er dog så porøs at regnvand der strømmer til brønden gennem åbentstående porer hurtigt kan præge den øverste del af brøndvandet.



Figur 6 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

216 hb1

ler silt sand



Fyld/muld

Moræneler, gulbrun, fed, sv siltet, gruset og sandet, virker fed. Rødder heraf en del åbentstående, orme-gange. Indeholder mange mindre sprækker og ML virker porøs. Falder let fra hinanden ved tryk. 3-4 mm åbentstående bioporer ML do, jernudfældninger på sprækker og i matrix omkring disse. Stenlag, formodentlig glacial brotægning. ML/MS stærkt sandet, heterolitisk, gruset, stenet, orme-gange, virker porøs.

2-3 cm tykt sandlag/sire

ML, gulbrun, sandet stenet og gruset. Sten er forskellige bjergartsfragmenter, f.eks. skiffer. Veludviklede sprækker med rødlige oxidationsflader. Blød og porøs.

ML do.



hb1 er placeret 11 meter fra brønd på gårdsplads ud mod marker bag fotograf.



Åbentstående biopore (3-4mm) i ML-0,75 mut. Læg mærke til polygonagtig placering sprækker og oxidationszoner omkring disse.



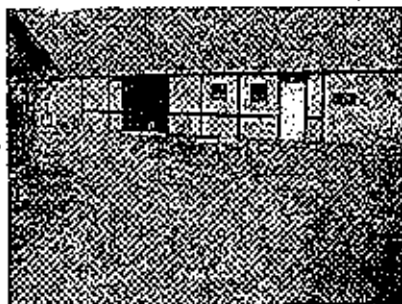
A

B

A - HB1 Moræneler (ML) porøs, gruset, 2 mm. Prøver falder fra hinanden ved let tryk.

B - Udtagning af vandprøve fra drænbrønd. Brønden afdræner bl.a. marken der ligger ved det undersøgte anlæg. Anlægget ligger ved det hvide hus, og det ses at marken skræner ned mod drænbrønden. Huset ligger tæt ved en markant skråning ud mod en afvandet fjord, og i denne skråning ses, hvordan grundvandet afdrænes langs skræntfoden i et grøft/drænsystem. Det må derfor anses som overvejende sandsynligt at vandet i ejendommens grøft stammer fra marken.

1.10 A10



Brønd beliggende på gårdplads med græsbevoksning. Anlægget er ikke aktivt i dag og anlægget er under nedlæggelse. Nuværende ejer har overtaget beboelsen i 2004 og har i anvendt glyphosat efterfølgende. Ejeren ved ikke, om der tidligere har været anvendt glyphosat på ejendommen, men fotos fra december 2001 viser, at gårdpladsen også på dette tidspunkt var med græsbevoksning.

Huset er en gammel smedje og arealet/marken sydøst for matriklen består af opfyldt materiale med potteskår etc. over tilf. Det vides ikke om marken mod sydøst er sprøjtet med glyphosat, men ejeren har oplyst, at marken er sprøjtet i efteråret 2004. Matriklen ligger ved en ca 1,5-2 meter høj skrænt mod nordvest, og grundvandet træder frem ved basis af denne skrænt. Nedenfor skrænten ligger et mindre engareal/vådområde med organiske sedimenter. Grundvandet bevæger sig mod nordvest til vest nordvest, og der blev sat en håndboring ud mod marken og en nedenfor skrænten, hvor grundvandet fra matriklen træder i dagen.

Brønden er meget dyb og ved den tidligere indvinding faldt vandspejlet i brønden næsten 10 meter, hvilket viser, at grundvandet stammer fra sprækker i moræneleret. Ved besøget blev brønddybden målt til at være 13 met, hvilket er det samme som målt i 2001, hvor vandspejlet blev målt til at være 10,4 met. I 2005 var vandspejlet 1,6 met.

Tablet 16 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver. * prøveudtagningsdybde.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/ jord	dato	fund-ikke fund	Glypho- sat	AMPA	BAM	Coli- forma	E coli	vsp
a10-304	vandprøve fra hb1-304	v hb	09-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	0,021	>160	13	2,3
a10-304	vandprøve fra hb2-304	v hb	04-maj-05	fund	<0,01	0,032	0,02	>160	13	0,4
a10-304	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	<0,01	0,04	<0,02	161	>1	1,62
a10-304	vandprøve fra brønd, bund (10 muvsp)	v brønd	04-maj-05	fund	<0,01	0,021	<0,02	24	<1	10*
a10-304	vandprøve fra brønd, top (0,5 muvsp)	v brønd	04-maj-05	fund	<0,01	0,039	<0,02	160	17	1,6
a10-304	Jordprøve fra hb2-304, 0,4 met, tergysje	J	04-maj-05	fund	0,005	0,004				
a10-304	Jordprøve fra hb1-304, 0,8 met fyd/kulturtag	J	04-maj-05	intet fund	<0,002	0,002				

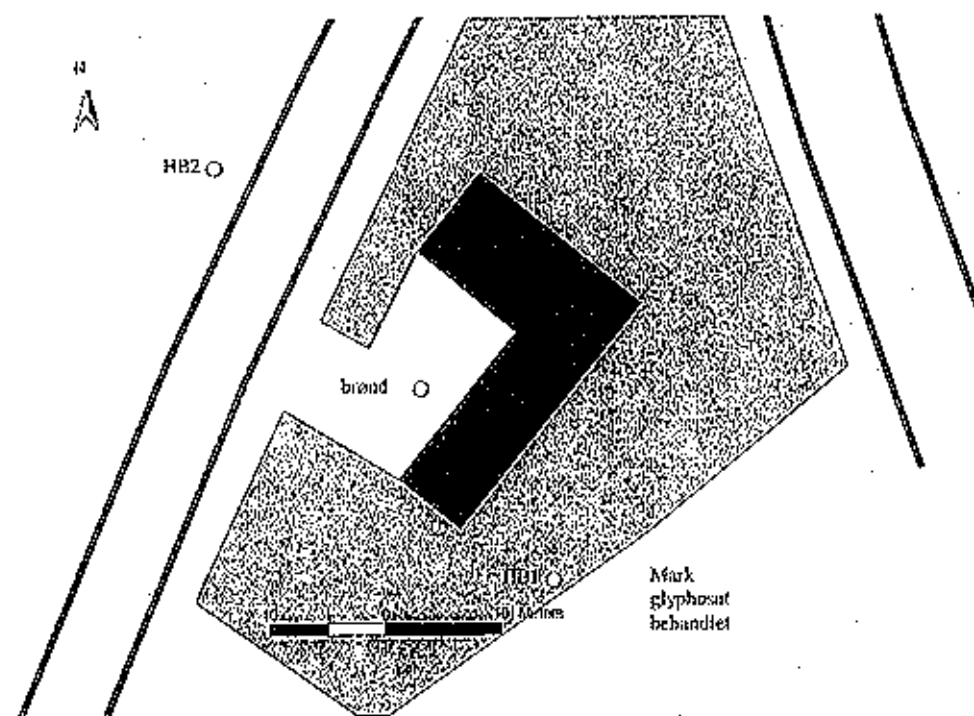
Der er i de vandprøver, der er udtaget fra brønden fundet små koncentrationer AMPA og der er ikke fundet BAM.

Der er udtaget to vandprøver fra brønden ca. 0,5 meter under vandspejlet, hvor den første udtaget i februar 2005 indeholdt 0,04 µg/l AMPA, mens den anden vandprøve udtaget i maj indeholdt 0,039 µg/l.

Der blev også udtaget en vandprøve fra 10 meters dybde, som indeholdt lidt mindre AMPA (0,021 µg/l), og lidt højere Cl, nitrat og SO₄ koncentrationer. Der blev fundet mange coliforme bakterier i det højtliggende brøndvand, samt en del E.coli. Prøven fra februar viser et *minimums* E.coli tal. Der blev fundet væsentligt færre coliforme bakterier i 10 meters dybde og ingen E.coli. Brønden er dårligt afdækket og der er stor mulighed for overfladisk tilstrømning af overflade vand, og for at mus etc. kan falde ned i brønden.

Tabel 17 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvelbeskrivelse	vand/ford	dato	fund-ikke fund	PO ₄	Cl	NO ₃	NH ₄	SO ₄	Na	K	Mg	Ca
a10-304	vandprøve fra hb1-304	v hb	09-maj-05	intet fund	0,11	190	107	0,09	249	102	81,9	37,3	172
a10-304	vandprøve fra hb2-304	v hb	04-maj-05	fund	0,18	25,4	1,28	<0,05	1,7	22,2	1	9,8	178
a10-304	vandprøve fra brønd, bund (10 m uvsj)	v brønd	04-maj-05	fund	0,17	40	36,3	<0,05	34,5	27	8	11,7	79,2
a10-304	vandprøve fra brønd, top (0,5 m uvsj)	v brønd	04-maj-05	intet fund	0,46	23	20,3	<0,05	16,8	25,7	7,5	11	83,6



Figur 7 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

I håndboring HB1 løb grundvandet kun meget langsom til, og prøven blev først udtaget 4 dage efter boringen var sat. Prøven indeholdt ikke glyphosat/AMPA, en smule BAM, men til gengæld store koncentrationer Cl, sulfat, nitrat og en ekstremt høj K-koncentration. Der blev også her fundet coliforme

bakterier (i ca. 3 mut) samt et mindre antal E.coli i kanten af marken opstrøms beboelsen, hvor der ikke er mulighed for forurening fra sivebrønde etc.

I HB2, en kort boring sat nedstrøms beboelsen i kanten af vådområdet blev der fundet AMPA svarende til indholdet i brønden og små koncentrationer BAM. Boringen var sat ved foden af en lille skrænt, hvor grundvandet bliver tvunget op mod terræn, og grundvandet svarer derfor til det højtliggende grundvand i brønden. Indholdet af hovedbestanddele svarer stort set til indholdet i grundvandet i brønden bortset fra lave nitrat koncentrationer og en meget lav SO₄ koncentration på 1,7 mg/l. Denne lave værdi kan skyldes udfældning af frit svovl i den underliggende tørv hvor der også er mulighed for denitrifikation. Der blev fundet både glyphosat og AMPA i små koncentrationer i jordprøven udtaget fra HB2.

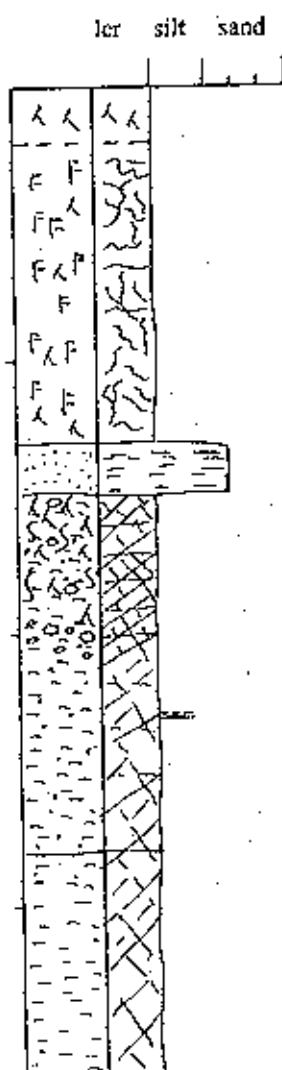
Den øverste meter af HB1 bestod af fyld opblandet affald fra den gamle smedje.

Den underliggende moræne indeholdt mange åbne bioporer og sprækker som dog aftager i antal mod dybden hvor morsenen bliver fed og tæt. Vandet vil derfor formodentlig strømme horisontalt af over denne del af morænen. Der var ikke drænbrønde i området.

Konklusion:

Der er fundet glyphosat og AMPA i jordprøve og vandprøve udtaget fra HB2, der ligger nedstrøms anlæg. Der er formodentlig tale om en gammel gårdspladsforurening eller om recent tilstrømning i lidt dybere niveauer end der er prøvetaget. Det stærkt varierende vandspejl kan godt indikere at grundvandet meget hurtigt kan genopbygges ved nedbør, og at glyphosat derfor ved lav grundvandsstand kan transporteres fra terræn og ned i 2-3 meters dybde hvorfra grundvandet strømmer sideværts.

304 hb1



Muld, sortbrun, rodder omgange.

Fyld, ler og sand brungrå, olivengrå, mellemsandet, siltet, gruset. Indeholder organisk materiale og sedimentet virker rodet. Mange potteskår, flaskeskår etc. Virker "let" og blød.

Mange jernfragmenter, som formodentlig stammer fra en gamle smedje

Sand, grå, finkornet, svagt lagdelt. Formodentlig ikke opfyldt materiale.

Møreneler, olivengrå, meget fed. Gruset, sv sandet, sv siltet, rødder, åbenstående sprækker og bioporer med jernudfældninger. Falder let fra hinanden i små blokke langs jern imprægnerede sprækker ved let tryk. Sv lagdelt.

Do stenet og gruset

Do olivengrå, gruset, meget fed, hård, få rødder kun få sprækker med jernudfældninger

Do, gruset, rødfarvning omkring sprækker mere velafgrænset

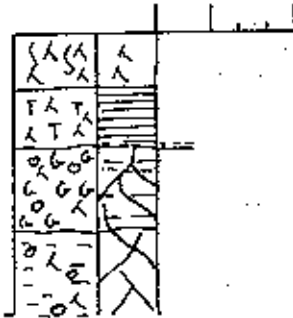
M/L blågrå, fed, blød, kalkholdig, sv gruset. Strukturlos kun få sprækker der kun har en lille oxidations zone mod matrix. Møreneler virker tæt og vand stærkt formodentlig op på blåclret.

Oversigtsfoto. Brønd ligger til venstre for gul bygning mens hb1 ligger på opfyldt område ved skel mellem græsplæne og mark. Hb2 ligger til højre for det gule hus ved skrantefoden af en lille skrænt mod grusvejen.



304 hb2

ler silt sand



Muld sort, sv sandet

Tørv, sort, leret, rødde, filtet og autotont henfaldet organisk materiale. Horizontal lagdeling.

Lergytje olivengrå. Meget fed, blød, sv siltet og sandet, gruset, enkelte sten. Rødder. Sprækker med jernudfældninger.

Moræneler, olivengrå, blød, stenet, sandet og siltet, sprækker formodentlig tørke genereret.



moræneler fra hb1, 1,8 muf, med åbenstående biopore. Proven er brækket over og snittet er lodret. Læg mærke til at den oprindelige rodkanal har fulgt en zone i moræneleret med større indhold af mellemkornet sand.



Prøvetagning af vandprøver fra gravet brønd. Brønden er 13 meter dyb og der blev udtaget vandprøver fra vandet i 1 meters dybde og fra 10 meters dybde. Bemærk grusbeklægningen der støder op til en smal cementkant. Brønden er ikke aktiv og under nedlæggelse.

1.11 A12



Brønd beliggende i hjørne mellem bygninger, hvor der er etableret et betondæk. Betondækket holder væk fra brønden, og der har ikke været grund til at sprøjte omkring brønden.

Anlægget anvendes ikke til drikkevandsforsyning, men i mindre omfang til vanding etc.

Den nuværende ejer har overtaget boligen (der anvendes som fritidshus) for ca. 7 år siden, og har ikke anvendt pesticider. Der har tidligere været anvendt både dichlobenil og glyphosat i indkørsel. Der er anvendt glyphosat på nabomatrikel ved hæk ca. 10 meter fra brønden. Grundvandet strømmer formodentlig mod nordøst i området, men da byen er kloakeret vil strømningsforløbet formodentlig være præget af, i hvilken grad kloakeringen er tæt.

Tabel 18 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/ jord	dato	fund- ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coll-forme	E. coli	vsj)
a12-502	vandprøve fra hb1-502	v hb	11-maj-05	Intet fund	<0,01	<0,01	1,137	8	1	2,4
a12-502	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	Intet fund	<0,01	<0,01	0,185	35	1	1,63
a12-502	fra brønd	v brønd	10-feb-05	Fund	<0,01	0,1	0,104	>161	>1	1,4
a12-502	jordprøve fra hb1-502, 0,7 mut, ML	j	11-maj-05	Intet fund	<0,003	<0,003				
a12-502	jordprøve fra hb1-502, 0,1 mut, lyld/grus	j	11-maj-05	Intet fund	<0,002	<0,002				

Tabel 19 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/ jord	dato	fund- ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a12-502	vandprøve fra hb1-502	v hb	11-maj-05	Intet fund	0,05	62	2,7	0,35	30,8	23,8	32,5	14,5	70,2
a12-502	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	Intet fund	7,92	30,2	52,9	0,06	27,7	19,2	25,1	8,2	88,5

I den første prøve fra brønden blev der fundet 0,1 µg AMPA/l, mens der ikke er fundet spor af hverken glyphosat eller AMPA i de vandprøver eller jordprøver som blev udtaget fra HB1 og brønden i maj måned. Der er dog fundet relativt høje BAM koncentrationer i vandet fra brønden i februar og i maj, mens BAM koncentrationen i vandprøven fra HB1 var 10 gange højere end de målte koncentrationer i brønden.

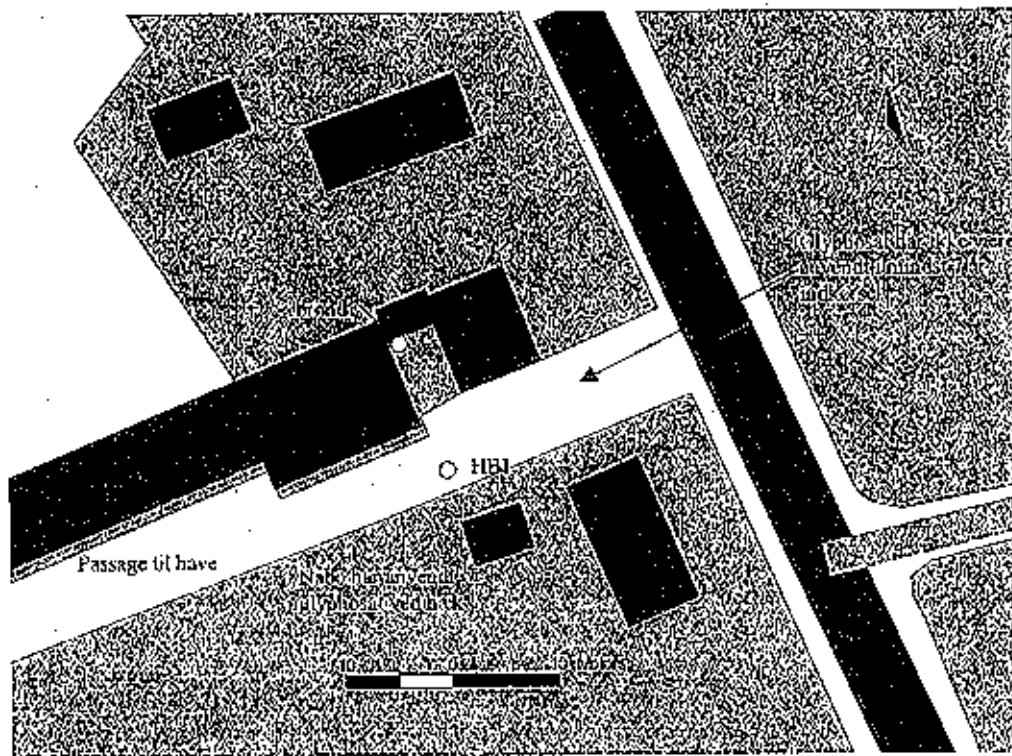
Nitrat indholdet var ca. 53 mg/l i brønden, mens indholdet i HB1 var ca. 3 mg/l. Omvendt var kloridindholdet dobbelt så stort i HB1 og K indholdet var

ekstremt stort i både brønd og HB1. Der er fundet en del coliforme bakterier i både brønd og i HB1, men kun få E.coli i både brønd og HB1.

De gennemborede sedimenter var i ca. 1- 1,5 meters dybde var stærkt horisontalt lagdelt og fissilt, med en porøs struktur. Den fissile zone er formodentlig hydraulisk aktiv og vil være i stand til at transportere vand horisontalt, når vandspejlet i brønden sænkes.

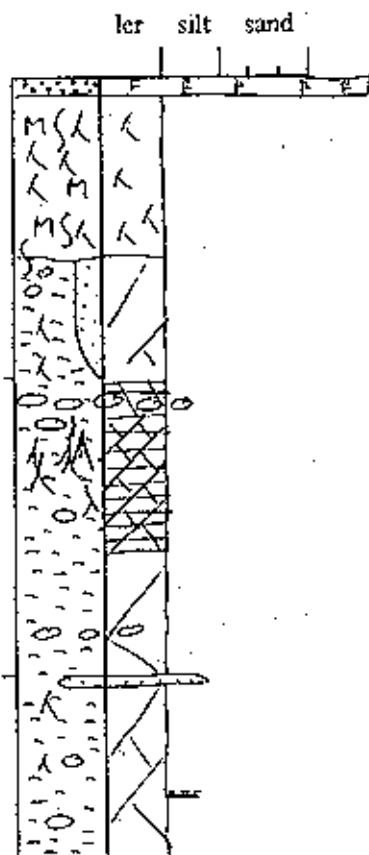
Konklusion:

Da anlægget kun anvendes periodevis kan en forklaring på den manglende genfindning af glyphosat/AMPA være, at anlægget har ligget stille i en længere periode, og at der derfor ikke er trukket vand ind mod brønden fra nabomatriklen. Brønden kan eventuelt tømmes/renpumpes og derefter prøvetages, men det bliver svært at finde kilden, der kan stamme fra andre beboelser i villaområdet eller fra en hestefold opstrøms anlægget, Sidstnævnte mulighed er dog ikke sandsynlig. Kilden er formodentlig anvendelse af glyphosat nær/under hæk på nabomatrikel.



Figur 8 Placering af brønd og af håndboringer. HB : håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

502 hb1



Grus, perlegrus og stabilgrus

Muld, sort, hård. Gruset. Rødder og ormegange.

Muld, sortbrun, sandet gruset, mange rødder. Hård.

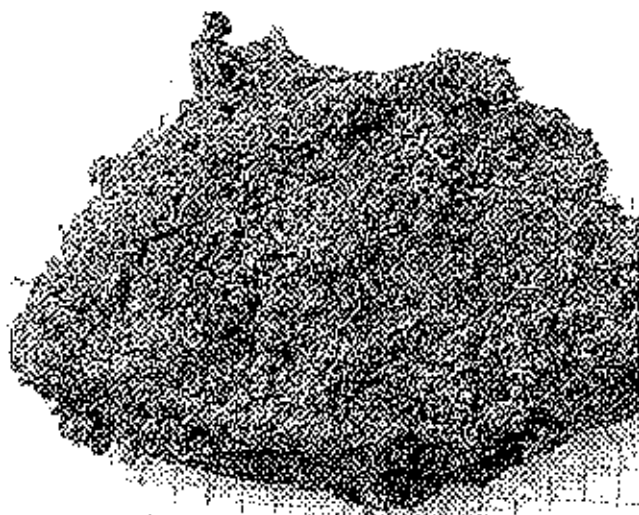
Moræner, gulbrun. St. sandet mod top, ellers leret, sandet, gruset, sv. siltet og sten. Mange rødder fra træ i nabohave. Kun få røde udfældninger. Porøs

ML, do, mere leret, og federe, men stadig porøs struktur. Sprækker op langs horisontal lagdeling. Mange sprækker, mulige disintegrationsprækker? dannet af tørke. Vandrette sprækker er dannet ved snegleboring eller frost/te sprækker

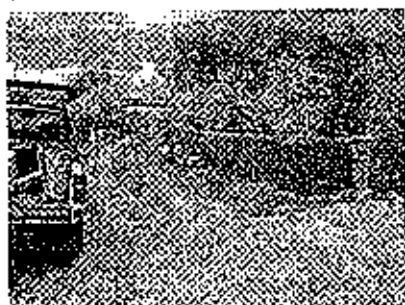
Moræner, gulbrun, stenet og m. stenlag, sandet, gruset, siltet. Enkelte recente rødder fra nærliggende træ. Kun svagt opsprækket uden tydelige røde udfældninger. Sandslirer. Denne moræne ligner ikke de andre anbrøede morænetyper.



Oversigtsbillede. Hb1 ligger foran bil, mens brønd ligger til højre mellem de to røde bygninger i lille gård.



Moræner, 0,9 m, semihorisontalt snit. Læg mærke til de mange recente rødder, der kun er få sprækker der skærer lerproven.



Anlægget består af en boring placeret i bunden af en gravet brønd. Anlægget er aktivt. Brønden ligger ca. 4 meter inde i haven målt fra hæk og brønden er placeret i græs/staudebed under en busk. Ejeren af matriklen har haft ejendom i 20 år og har ikke anvendt glyphosat i denne periode. Den nærliggende mark er sprøjtet i efteråret 2004, men det vides ikke med sikkerhed, om det blev sprøjtet med glyphosat. Den behandlede mark ligger ca 9-10 meter fra brønden. Arealet er meget fladt og grundvandets strømningsveje kan vanskeligt bestemmes uden at sætte nivellerede pejleboringer i området. Vandet løber dog formodentlig mod nordøst hvor det afdrænes gennem åbentstående og rørlagt grøfter, som munder ud i et vandløb lidt nord for ejendommen, hvor vandet strømmer mod vest og vestsydvest. Figur 9.

Tabel 20 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coll-forme	E.coli	vsp
a13-553	vandprøve fra hb2-553	v hb	09-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	1	<1	1,19
a13-553	vandprøve fra hb1-553	v hb	09-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	1	<1	1
a13-553	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,021	0,26	0,022	>161	>1	0,49
a13-553	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,17	0,22	<0,02	5	<1	0,53
a13-553	vandprøve fra hydrofor, drikkevand	v	09-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	<1	<1	9,3
a13-553	Jordprøve fra hb2-553, 0,9 mut, ML	j	09-maj-05	intet fund	<0,003	<0,002				
a13-553	Jordprøve fra hb1-553, 0,4-0,5 mut, ML	j	09-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				

Tabel 21 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a13-553	vandprøve fra hb2-553	v hb	09-maj-05	intet fund	0,13	139	4,2	0,05	49,6	63,2	0,78	9,3	120
a13-553	vandprøve fra hb1-553	v hb	09-maj-05	intet fund	0,16	53,7	0,6	<0,05	46,8	35,9	0,96	16,5	83,2
a13-553	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,36	117	3,6	0,14	67,7	86,4	4,16	17,8	104
a13-553	vandprøve fra hydrofor, drikkevand	v	09-maj-05	intet fund	0,04	30,9	0,05	0,42	6,6	23,2	3,35	15,5	81,9

Der blev i februar 2005 ikke udtaget en vandprøve fra anlægget, men fra brønden fordi anlægget ved pga. en misforståelse blev anset som ikke aktivt. I prøven fra brønden blev der fundet både glyphosat og AMPA over grænse-

værdien. I den ny vandprøve fra brønden fra maj blev begge stoffer genfundet i samme koncentrationer. Prøven fra anlægget udtaget i maj 2005, hvor vandprøven stammer fra boringen i brønden, indeholdt ikke glyphosat eller AMPA, og kun en enkelt coliform bakterie. Boringen er meget dyb, 93 meter, og fund af glyphosat eller AMPA i vand boringen ville formodentlig stamme fra brøndvandet.

Ejeren har gennemført en tætning af boringens top, således at der ikke kan trænge vand fra brønden ned i boringen og denne tætning har tilsyneladende virket.

Håndboringen HB1 blev sat mellem marken og brønden, mens HB2 blev sat opstrøms ejendommen ved markskellet. Der blev ikke fundet glyphosat eller AMPA i de to håndboringer eller i jordprøverne udtaget fra disse.

Antallet af coliforme bakterier var ganske lavt i alle vandprøver undtagen i vandprøven udtaget fra brønden i februar.

Særlig kloridindholdet på 30 mg/l i vandprøven fra boringen adskiller sig fra indholdet i brønden, hvor klorid indholdet var 117 mg/l. Men også de øvrige hovedbestanddele i vandprøven fra boringen lå generelt under indholdet i brøndvandet, mens sammensætningen af brøndvandet og vandprøverne fra HB1 og HB2 ikke adskilte sig væsentligt fra hinanden; dog blev der fundet noget mere PO₄ i brøndvandet.

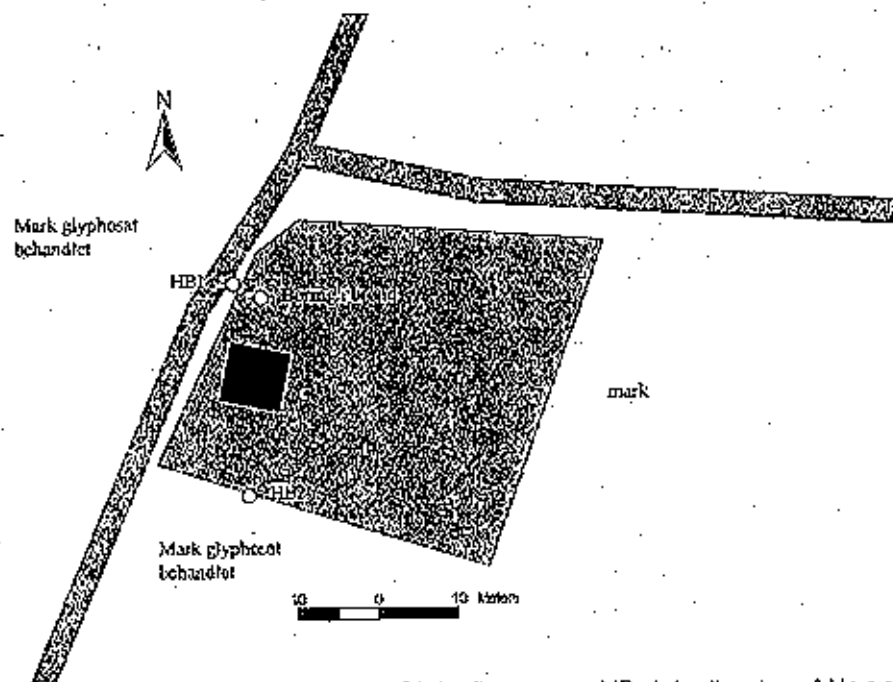
De gennemborede lag i håndboringerne viste en porøs till der i HB1 i de dybere dele var stærkt opsprækket. I HB2 blev den porøse till genfundet og en fissil lignende zone blev gennemboret før et fintsandet sandlag blev anført ca 1,6 m. Dette sandlag var vandførende og i direkte kontakt med de overliggende sprækker.

Brønden modtager både vand fra sandlaget og fra den opsprækkede till, da vandspejlet i brønden ligger tæt ved terræn (0,53 meter under terræn)

En tømning af brønden og etablering af en håndboring ned et dybere placeret filter måske kunne finde den kilden til glyphosat og AMPA indholdet i brønden.

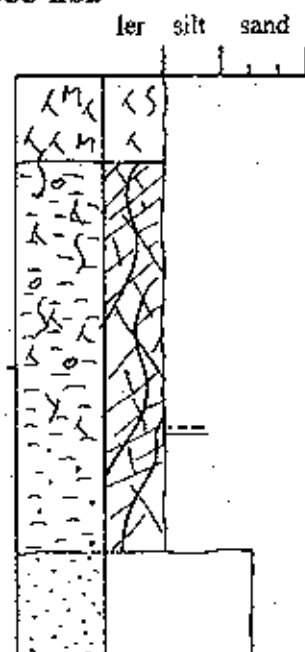
Konklusion:

De indsamlede oplysninger fra ejeren, og anlæggets placering viser, at forureningen kun kan stamme fra de nærliggende marker. Glyphosat og AMPA er formodentlig trukket ned i dybere niveauer.



Figur 9 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Det vides ikke med sikkerhed om markerne er behandlet med glyphosat, men markerne er sprøjtet i efteråret 2004. Håndboring/håndboringer er tilstrøbt placeret opstrøms anlægget.

553 hb2



Muld, sortbrun, rødder og ormegange

Moræneler, gul med røde udfældninger på og omkring sprækker. Porøs - falder let fra hinanden ved svagt tryk. Sandet, siltet, sv. gruset m. få sten. Rødder og ormegange, og mange sprækker inc. et ekstra sæt der skærer de mindre sprækker, formodentlig tørkesprækker, dog uden indfyldning af grovere materiale.

Do, mere rødlig og st. sandet. Sneglebor får prøver til at sprække op horisontalt, virker porøs og let, mere gruset nedad.

DS, smeltevandssand, gråoliven, fint sandet, siltet, velsorteret, homogen, uden rødder eller ormegange. Ingen fortsættelse af sprækker eller farvninger ved sprækker ned i sandet.

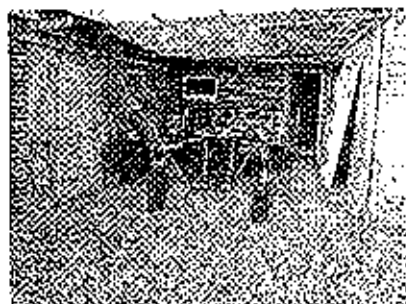


Brønd ligger i have ved græsplæne i staudbed



Ib2 ligger placeret i skel mellem have og mark.

1.13 A14



Der indvindes vand fra en gravet brønd, der ligger mellem bygninger under overdækning, og der er ikke risiko for forurening med overfladevand. Anlægget er aktivt og anvendes til drikkevand. Belægningen består af grus, og brønd og dæksel er tæt ved og over terræn. Brønden ligger nedstrøms en stor LGV parkeringsplads, og der er en indkørsel ved ejendommen, som formodentlig er behandlet med glyphosat. Der er ikke anvendt glyphosat på området ved selve anlægget. Der er formodentlig anvendt glyphosat på det tilstødende parkeringsareal (oplysning fra ejer) og på markerne omkring matriklen, hvor der er sprøjtet i efterårsperioden. Afstanden til sprøjtede arealer er ca. 10 meter og opad, figur 10. Grundvandet bevæger sig formodentlig mod vestsyd-vest/sydvest.

Tabel 22 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coliforme	E. coli	vsp
a14-556	vandprøve fra hb1-556	v hb	12-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	>160	5	2,3
a14-556	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	<0,01	0,016	<0,02	1	<1	3,06
a14-556	vandprøve fra hane i køkken	v	10-maj-05	fund	<0,01	0,051	<0,02	5	1	4,9
a14-556	Køkkenhane	v	10-feb-05	fund	<0,01	0,039	0,021	13	>1	4,9

Tabel 23 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a14-556	vandprøve fra hb1-556	v hb	12-maj-05	intet fund	0,04	64,5	45,8	0,07	51,5	38,3	1,6	16,2	64,4
a14-556	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	3,88	19,1	23,2	0,07	20,2	25,3	9,8	6,5	56
a14-556	vandprøve fra hane i køkken	v	10-maj-05	fund	1,8	45,5	13,7	0,09	37,8	42,3	10,5	11,7	89,9

Der er fundet små AMPA koncentrationer i både anlæg og i brøndvand ved begge prøveudtagninger, og der er fundet BAM i lille koncentration i vandprøven udtaget fra anlægget i februar, men ikke i prøven fra maj, tabel 22 og 23. Der er fundet et lille antal coliforme bakterier i vand fra anlægget, og i vand fra brønden, mens der ikke er fundet E.coli i den øverste del af brøndvandet, og der er kun talt få E.coli i HB1.

Vandprøven fra brønden er (som alle øvrige vandprøver fra brønde der er undersøgt i dette projekt) taget ca. 0,5 meter under vandspejlet i brønden, og der er kun fundet 19 mg Cl/l og et lavt nitratindhold. Dette kunne antyde en tilstrømning af en anden vandtype til brøndens øvre del, fordi vandprøven fra anlægget har et klorid indhold på ca. 45 mg/l. Indtaget til anlægget er placeret

i bunden af brønden (der er smuk og bevaringsværdig) og brønden har et endog meget stort volumen, pga en klokkeformet opbygning af brønden. Brøndvandet er derfor formodentligt stratificeret mht. grundvandskerni. Dette kan formodentlig skyldes en hurtig tilstrømning efter nedbør.

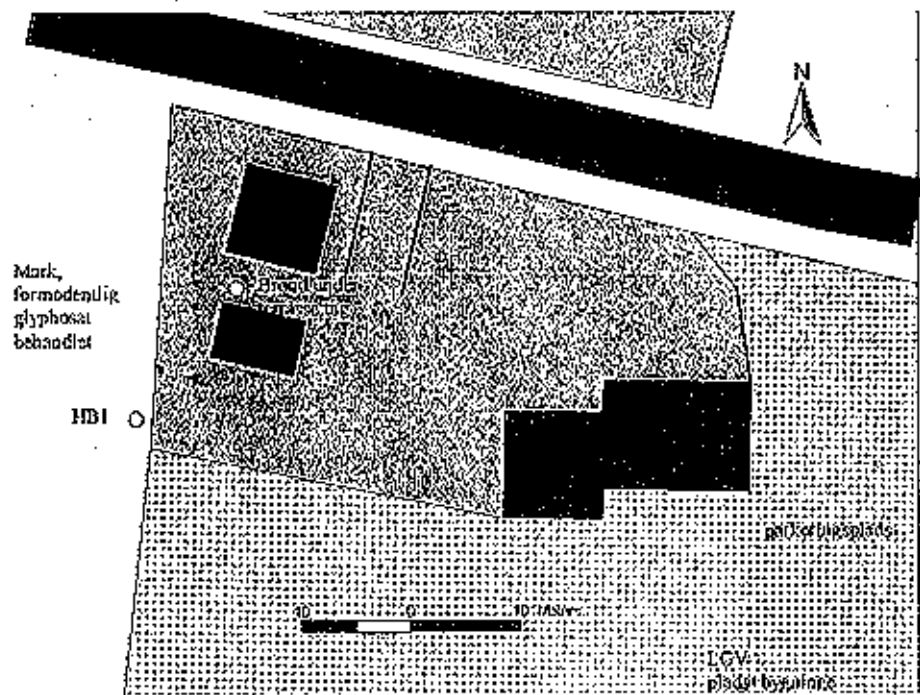
Da det ikke var muligt at sætte en håndboring på den asfalterede parkeringsplads blev der sat en boring ca. 10 m nedstrøms anlægget for at kunne spore en eventuel glyphosat fane. Der blev ikke fundet glyphosat eller AMPA i HB1, men antallet af coliforme bakterier var stort i den udtagne vandprøve. Selve håndboringen blev afbrudt pga. et meget kraftigt og vedvarende regnvejr d. 10. maj, og boringen blev først genoptaget og prøvetaget d. 12. maj. Boringen havde dog været afdækket med en gummimembran, og boringen blev rensset grundigt op før udtagning af vandprøve. Der blev ikke udtaget vandprøver fra denne håndboring. Cl og nitrat koncentrationen var større i HB1 end i anlæg og i brønd, mens PO4 indholdet er langt mindre, hvilket også viser at højtliggende grundvand strømmer til brønden via sprækkesystemer og makroporer i den øvre del af morænen. De øvrige målte hovedbestanddele er alle lidt større i HB1.

Der blev fundet mange coliforme bakterier i HB1 og nogle få E.coli, hvilket kan skyldes den kraftige nedbørshændelse.

Morænen under muldlaget virker hård og morænen har mange sprækker samt store åbentstående rodkanaler. Bjergartsklastre er stærkt forvitrede.

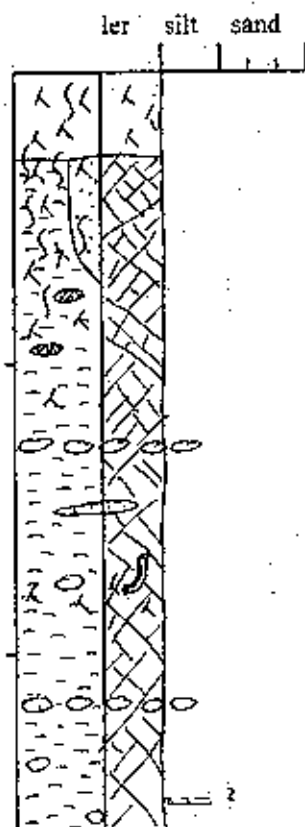
Konklusion:

Det var ikke muligt at finde kilden til glyphosat forureningen, men forureningen stammer formodentlig fra indkørsel og parkeringsanlæg. De ret små koncentrationer af Cl, SO4 og Na og de høje koncentrationer af K og PO4 i det øverst brøndvand, hvor der også blev fundet spor af AMPA, tyder på en meget lokal kilde som udvaskes ved regnhændelser gennem opsprækket moræneler. Det er dog også ret sandsynligt, at det dybere liggende grundvand stammer fra parkeringspladsen.



Figur 10 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er placeret nedstrøms anlægget.

556 bbl



Muld, sortbrun, rødde og ormegange, leret.

Moræneler, gulbrun. Sandet, siltet, sv. gruset, enkelte sten, sprækker, rødde og ormegange. ML er skør og falder fra hinanden under borearbejdet. Tynde sandlag i top. Øverste del måske udskred eller fyld.

ML, gulbrun, hård. Leret, siltet, sv. sandet og sten, hvoraf nogle er forvitrede. Sten, f.eks. granit, falder fra hinanden ved tryk. Rødde og ormegange samt sprækker med jernudfældninger, åbentstående rodkanaler.

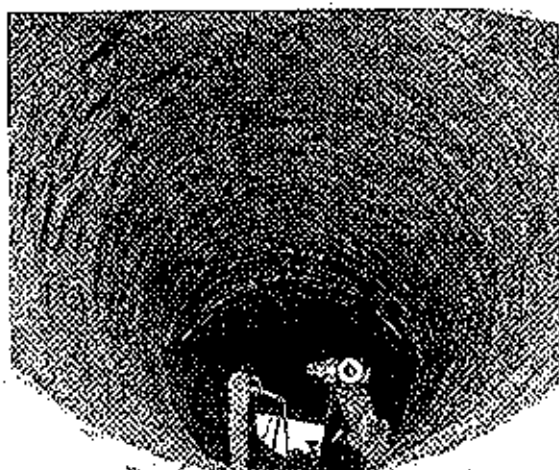
Stenlag

ML, gulbrun med grå partier, hård og fed. Sten, sandet siltet og gruset. Opsprækket med røde udfældninger, ikke recente rødde, hvoraf nogle er åbentstående 1 til 3 mm i diameter.

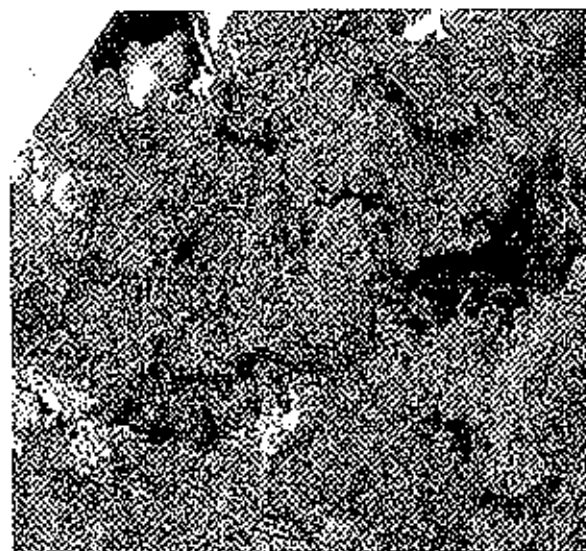
Stenlag, formodentlig glacial brokægning

Vand i sprækker

ML do. gulbrun, hård, virker tør. En del sprækker, men ingen rødde. Enkelte sten



Brønd, beliggende under halvtag ved hus. Brønden er klokkeformet og vandet indvindes fra et større "kammer" ca. 4 meter under terræn. Vsp. ca. 3 aut.



Hbl. Rester af rodtrevler med grå udfældninger samt åbentstående rodkanal med sorte organiske rester, 1,8 m. Lodret sojt.

1.14 A15



Brønd der ligger midt for beboelseshus placeret på 2 meter bredt cementdækk, der støder op til en meget stor gårdsplads med grus over sten/brolægning. Brønden anvendes ikke til drikkevandsformål, men i forbindelse med indvin-
ding af vand til påfyldning af marksprøjter. Gårdspladsen behandles hvert år med glyphosat, og desuden behandles også tilstødende kørselsarealer, figur 11. Der er ingen nærliggende marker – altså en oplagt gårdspladsforurening. Der anvendes marksprøjte og Roundup doseret som anbefalet på mærkat. Der er ikke den store mulighed for at overfladevand trænger direkte ned i brønden. Sprøjtes cementdækket langs huset vil der dog være en stor chance for at der kan transporteres glyphosat direkte ned i brønden. Arealet er stort set fladt.

Tabel 24 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver. * indtags placering i brønd.

	1 og 2 runde prøvebe- skrivelse	vand/ jord	dato	fund- ikke fund	Glypho- sat	AMPA	BAM	Coli- forme	E coli	vsp
a15-618	vandprøve fra hb2- 618, 0,5-0,6	v hb	12-maj-05	fund	<0,01	0,017	0,137	22	3	1,8
a15-618	vandprøve fra brønd	v brønd	12-maj-05	fund	0,029	0,051	<0,02	>160	92	2,2
a15-618	vandprøve fra hane i bund af hydrofor	v	12-maj-05	fund	0,01	0,053	<0,02	54	8	10,4*
a15-618	hane i garage	v	10-feb-05	fund	0,16	0,083	0,035	>13	>1	10,4
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,5-0,6 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	<0,005	<0,005				
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,3-0,4 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,2 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				

Tabel 25 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebe- skrivelse	vand/ jord	dato	fund- ikke fund	PO4	Cl	NO3	NH4	SO4	Na	K	Mg	Ca
a15-618	vandprøve fra hb2- 618, 0,5-0,6	v hb	12-maj-05	fund	0,23	657	11,9	0,14	352	237	209	65,5	71,9
a15-618	vandprøve fra brønd	v brønd	12-maj-05	fund	0,08	249	40	0,07	128	82	14,6	26,5	118
a15-618	vandprøve fra hane i bund af hydrofor	v	12-maj-05	fund	0,06	346	28,3	0,07	227	100	18,9	33,8	167

Der er fundet ret ens koncentrationer glyphosat og AMPA i både anlægsvand og vandprøve fra brønd. Koncentrationerne for både AMPA og glyphosat var dog lidt højere i februar, hvor den første vandprøve blev udtaget fra anlægget. Der blev fundet mange coliforme bakterier og E.coli i brøndvandet, mens antallet var noget mindre i vandprøverne fra anlægget. Vandprøverne fra anlægget (indtaget er placeret i bunden af brønden) og fra brønden har næsten

sarame indhold af hovedbestanddele, dog er klorid indholdet væsentligt større i vandprøven der er udtaget fra toppen af brønden.

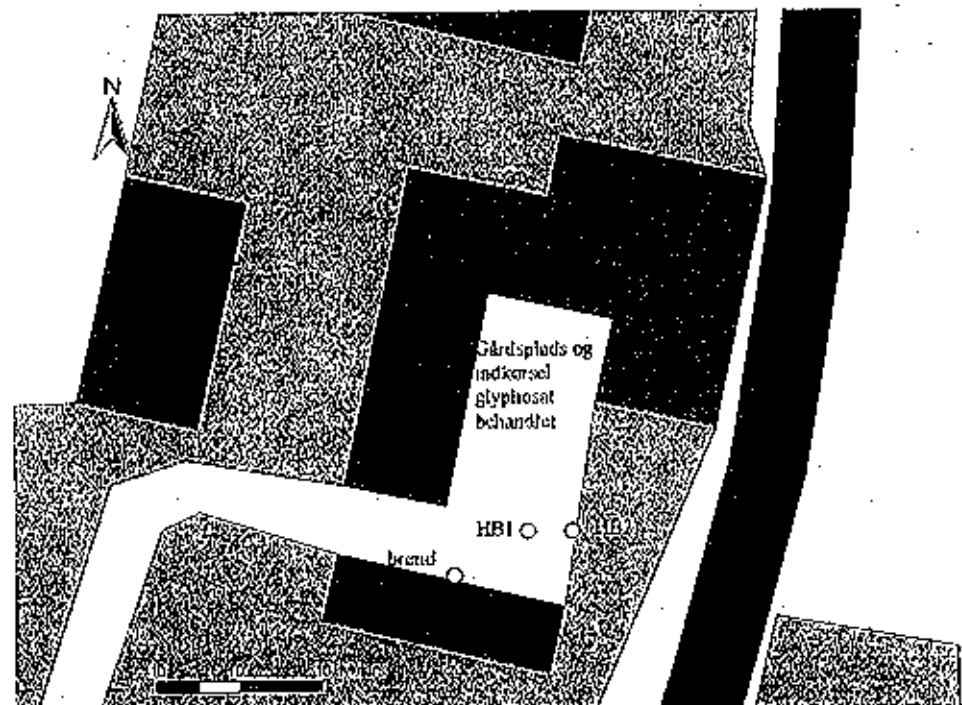
Der er kun udtaget en vandprøve fra HB2 i kanten af gårdspladsen, fordi der var mulighed for ramme forskellige rør/ledninger midt på pladsen. I prøven fra HB2 blev der fundet lidt AMPA og ret høje BAM koncentrationer, mens der ikke blev fundet spor af glyphosat eller AMPA i de udtagne jordprøver. Cl og sulfat koncentrationen er meget høj, hvilket kan skyldes saltning eller marine aflejringer, da kalium koncentrationen er ekstremt høj.

Morænen under gårdspladsen er meget hård, og morænen sprækker op horisontalt i lidt dybere niveauer. Morænen går nedad over i en lergytje, og den nedre del af morænen indeholder lokalt oparbejdede gytje klastre som lugter af svovlbrinte. Gytjen er tæt og vil virke vandstandsende. Det meste af infiltrationsvandet på gårdspladsen vil derfor afdrænes horisontal, og ved sænkning af vandspejlet i brønden vil der ske en tilstrømning via fissile sprækker.

Selvom der er tale om en oplagt gårdspladsforurening er der kun fundet svage AMPA koncentrationer i det højtliggende grundvand. Dette må betyde, at glyphosat/AMPA må befinde sig på et dybere niveau i det højtliggende grundvandsmagasin.

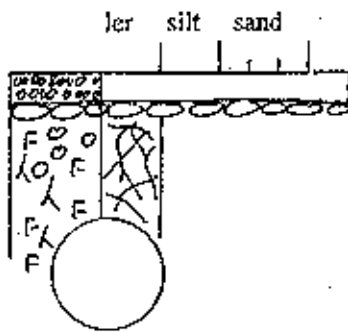
Konklusion:

Forureningen skyldes anvendelse af glyphosat på gårdsplads og kørselsarealer.



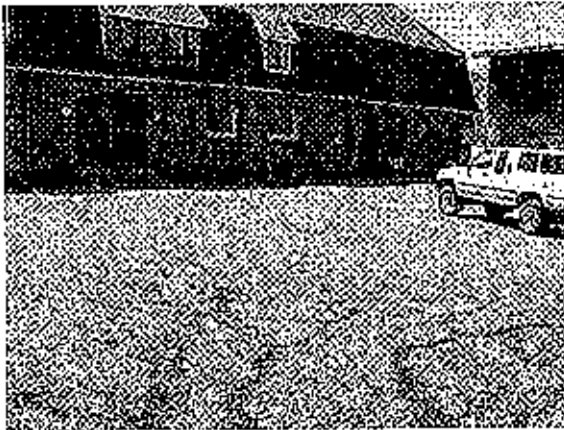
Figur 11 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

618 hb1



Perlegrus
Brørlægning
Fuld, gulbrun, ler, sandet, siltet, stenet, gruset, hård, med mange sprækker med røde udfældninger.

Teglør – boring flyttes.



Oversigtssfoto. Brønd ligger på cementdække ved hus.
Hb1 er placeret mellem fotograf og brønd.

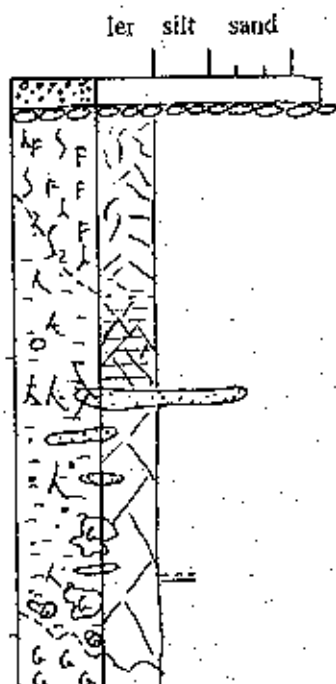


Fuld, rødret snit, 0,4 mtr.



Hb2, fyld med recent rød i omegang, læg mærke til provens "rodede" struktur. 0,5 mtr.

618 hb2



Perlegrus

Brolægning

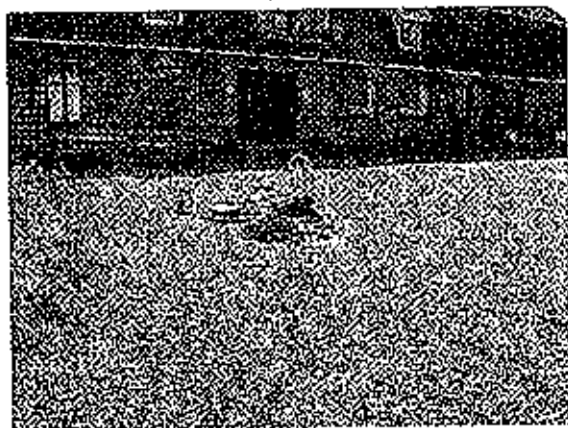
Fyld/opblandet materiale, gulbrun/sort, ekstrem hård, med sprækker og okker udfældninger langs disse, fed leret, sandet gruset, siltet med få sten, rødder og ormegange. Nedre grænse er usikker.

Formodentlig moræneler, gulbrun, fed, meget hård, sandet, sv gruset få sten, sprækker op horisontalt, lodrette sprækker med okker udfældninger. Sandslirer.

ML do, sv sandet og blød. Silt og finsandslirer. Marint præg.

Gytje klumper/klastre, brunrå og sorte, rutlet ind i ler med grus i ML, der er sandet, st siltet, gruset. Gytje klastre lugter af svovlbrinte

Lergytje, brunrå, blød.

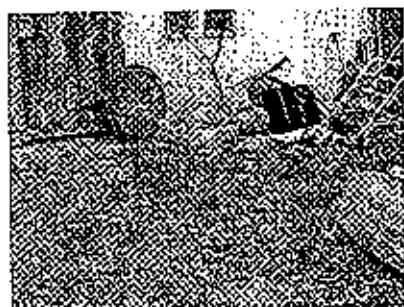


hb2 er placeret ved kant af gårdsplads. Til venstre for hb2 i græsbevoksning vokser et stort træ.



Gytjeklast i moræneler, hb2, ca. 1,8 m. Læg mærke til silt og finsands sliser der er vandmættede. Klasten består dels af en sort del med organisk findelt materiale og under denne del ses en grå del bestående af lergytje uden organisk findelt materiale. Denne del af hb2 består af oparbejdet materiale fra underliggende gytjelag der er indarbejdet i den nedre del af lerlaget.

1.15 A16



Brønd på gårdsplads placeret ved gammel lade. Anlægget er ikke i drift og er i dårlig tilstand. Ny ejer har overtaget ejendom for et par år siden. Ejeren har anvendt glyphosat på gårdspladsen og omkring anlæg i sommeren 2004. Der er også anvendt glyphosat på de nærliggende marker, se figur 12.

Tabel 26 Pesticider og bakterier i vand- og jordprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	Glyphosat	AMPA	BAM	Coli-forme	E.coli	vsp
a16-622	vandprøve fra hb2-622	v.hb	10-maj-05	intet fund	<0,01	<0,01	<0,02	24	1	1,1
a16-622	vandprøve fra hb1-622	v.hb	10-maj-05	fund	0,015	0,009	<0,02	>160	17	0,98
a16-622	vandprøve fra brønd	v.brønd	10-maj-05	fund	0,098	0,37	<0,02	160	<1	0,8
a16-622	fra brønd	v.brønd	10-feb-05	fund	0,06	0,84	0,026	>3	>1	0,85
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 1,3-1,40 mut ML	j	10-maj-05	intet fund	<0,002	<0,002				
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0,6 mut, ML	j	10-maj-05	intet fund	<0,005	<0,005				
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0,3-0,4 mut, ML/fyld	j	10-maj-05	intet fund	<0,005	<0,005				
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0-0,1 mut, rodzone	j	10-maj-05	fund	0,049	0,36				

Tabel 27 Udvalgte hovedbestanddele i vandprøver.

	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/jord	dato	fund-ikke fund	PO ₄	Cl	NO ₃	NH ₄	SO ₄	Na	K	Mg	Ca
a16-622	vandprøve fra hb2-622	v.hb	10-maj-05	intet fund	0,03	1484	143	0,07	1199	330	41,2	60,8	694
a16-622	vandprøve fra hb1-622	v.hb	10-maj-05	fund	0,15	78,8	261	0,05	50	39,5	8,1	16,9	123
a16-622	vandprøve fra brønd	v.brønd	10-maj-05	fund	1,53	21,5	49,7	0,06	9,6	13	6,3	1,9	37,3

Koncentrationer i brønden varierer lidt fra februar til maj, og de højeste AMPA koncentrationer er fundet i februar, men koncentrationerne er på samme niveau for både glyphosat og AMPA. Der er fundet lidt BAM i prøven fra februar, mens der ikke blev fundet BAM i prøven fra maj. Der er talt mange coliforme bakterier i brøndvandet men kun få E.coli.

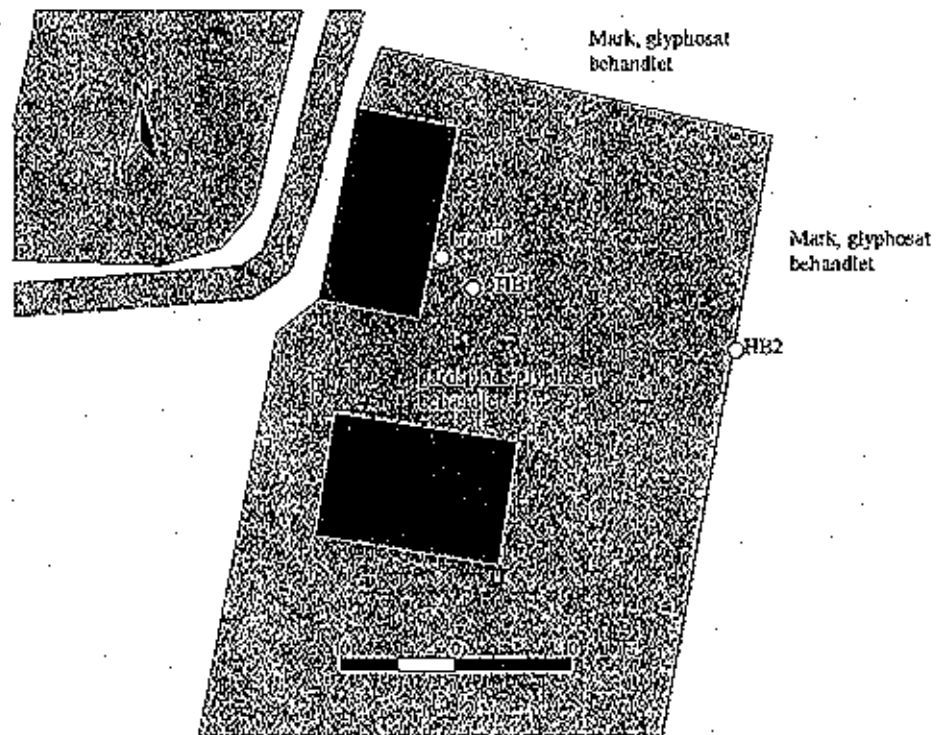
Glyphosat og AMPA er fundet i både en jordprøve og i en vandprøve fra håndboring HB1, der er placeret tæt ved brønden, mens der ikke er fundet glyphosat eller AMPA i HB2, der er placeret ved den tilstødende mark (hvor der dyrkes ærter). Vandprøven fra HB2 er karakteristisk ved et ekstremt højt indhold af både Cl, K og sulfat, og vandet i brønden stammer ikke fra denne mark.

Her er et eksempel på, at en brønd er påvirket af brug af glyphosat på gårdspladsen i et område med stærkt opsprækket moræneler og mellemlejrede og underlejrede sandlag.

Morænen går nedad over i et mellemsandet gruset sandlag, der er vandførende. Det er formodentlig dette sandlag brønden har afdrænet, da der tidligere blev indvundet drikkevand fra anlægget.

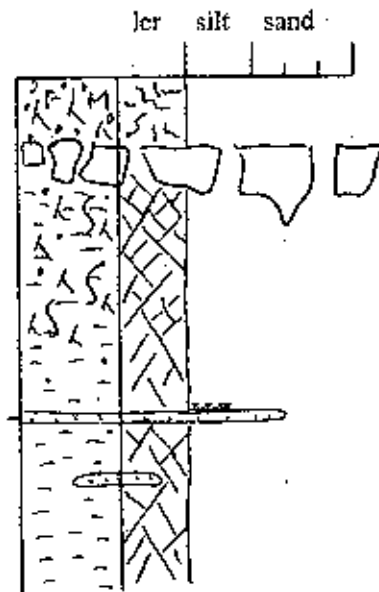
Konklusion:

Indholdet i brønden stammer fra en lokal gårdspladsforurening. Der er dog bemærkelsesværdigt at de målte koncentrationer for glyphosat og AMPA i en vandprøve fra anlægget i 2001, (0,028 og 0,99 µg/l), er af samme størrelsesorden som koncentrationerne i prøven, der blev udtaget fra brønden i februar 2005.



Figur 12 Placering af brønd og af håndboringer. HB - håndboring. Alle arealer hvor der er indsamlet oplysninger om brug af glyphosat er vist på skitse. Håndboring/håndboringer er tilstræbt placeret opstrøms anlægget.

622 hb1



Muld / fyld. Sort. Rødder, hård. Stabilgrus/perlegrus

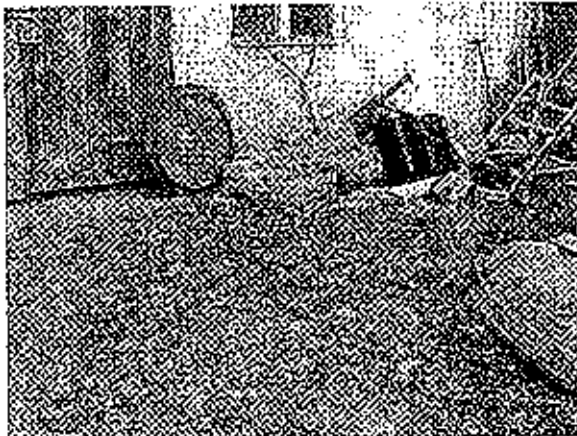
Brolægning med marksten

Mørænder, rødbrun, sandet, leret og gruset. Rødder og ormegange. Opsprækket med mange sprækker med okker udfældninger langs sprækker og i matrix. Ret porøs. Do, gulbrun, mere leret, lidt færre sprækker, rødder og ormegange

Tynde sandlag. Sandlag indeholder grus.

ML, do mere læt nedad mer tynde sandslirer

ML, olivenbrun/rød fed, porøs. Sandet, sv siltet, sv gruset. Falder fra himanden langs sprækker med røde udfældninger

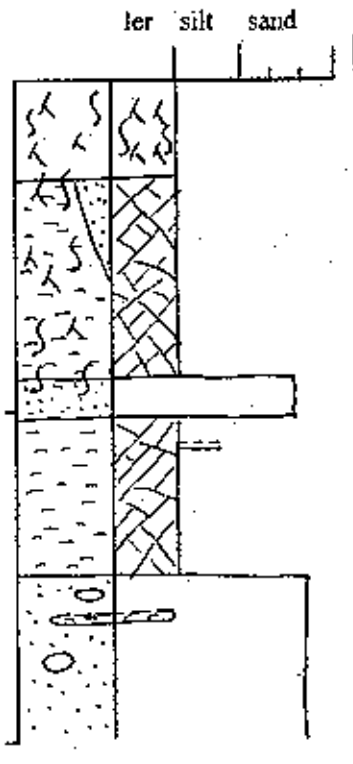


Brønd er placeret ved gammel lade. Hb1 ligger under billedkant.



Brønd er konstrueret af løse mursten, og kun i den øvre del er der anvendt mørtel. Det har regnet natten før billedet blev taget – læg mærke til at vandet strømmer til ved indsvævning i mur over grundvandsspejl.

622 hb2



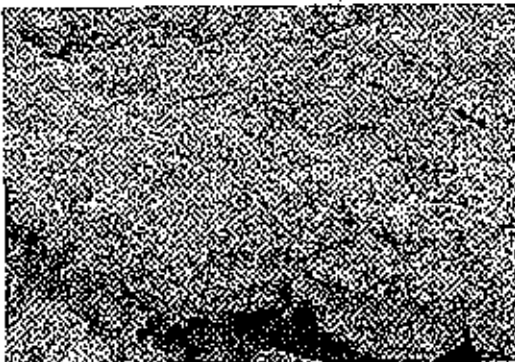
Muld, sortbrun, rødde og ormegange

Moræneler, rødbrun. Fed men virker porøs. Domineret af sprækker med røde udfældninger der giver ML et spættet udseende. St sandet i top med sandslirer, men sandindhold aftager nedad. Rødder og ormegange.

Sand, olivengrå, mellemsandet, homogen og velsorteret. Ormegange fra overliggende ML, går ned i sandlag.

ML mere fed og sammenhængende, sprækker med røde udfældninger, enkelte bioporer. Leret indeholder sandslirer.

DS, smeltevandssand, olivengrå, mellemsandet, gruset og stenet, homogen. Sandfraktion er velsorteret, og sten kan muligvis være residuallag.



Moræneler, 0,5 mut, hb1. Læg mærke til at lerklaster skæres af to sprækkesystemer – et der følger den øvre overflade og et der skærer diagonalt.



hb2 er placeret i skel mellem have og mark. Brønden ligger på gårdsplads til venstre for foto.

1.16 Sammendrag af konklusioner fra de enkelte anlæg

Tabel 28 Kilder til forurening ved de enkelte anlæg. Ant pr - antal prøver, anl - anlægsnummer.

Anl	Ant pr	Konklusion	Land brug	Mulige primære kilder
A1	3	Glyphosat stammer fra formodentlig fra de tilstødende marker. Der kan ikke udelukkes at forureningen stammer fra gårdsplads med dette er usandsynligt, Forurening af BAM stammer fra anvendelse ved brønd.	nej	Marker, muligvis gårdsplads
A3	6	Der er ingen grund til at tro at denne brønd forurenes af glyphosat fra overlåden. Grundvandsspejlets hurtige respons ved nedbør viser at der sker en transport af vand fra det højtliggende bagland. Glyphosat formodentlig fra bagland.	nej	Marker, muligvis ukendt tidligere anvendelse på ejendommen
A4	10	Her stammer glyphosat forureningen formodentlig fra rørlagt grøft der afdræner marker opstrøms ejendom. Rørlagt grøft ligger ca 5 meter fra brønd	nej	Rørlagt grøft der afdræner opstrøms marker
A5	3	Da der er etableret et drænsystem som afvander have og en dykpumpe i brønd der sænker vandspejlet i denne, trækkes der formodentlig grundvand ind under beboelse. Der formodentlig tale om en forurening der stammer fra en gårdsplads der ligger på den anden side af beboelseshus og fra fliser/bede nær ved brønden.	nej	Fliser og formodentlig gårdsplads forurening
A7	8	Gårdspladsforurening. Dels ved tilstrømning af grundvand men også ved direkte tilstrømning af regnvand efter regnskyl.	ja	Gårdspladsforurening og overfladevand
A9	7	En forurening der stammer fra marken. Der er fundet AMPA i HB1 ud mod mark.	nej	Mark
A10	7	Der kan både være tale om en gammel gårdspladsforurening eller om recent tilstrømning i dybere niveauer, end der er prøvetaget.	nej	Gammel gårdspladsforurening / mark
A12	5	AMPA er ikke genfundet i anlæg eller i andre prøver udtaget ved anlæg. Da anlæg kun anvendes periodevis kan en forklaring på den manglende genfindning være at anlægget har ligget stille i en længere periode og at der derfor ikke er trukket vand ind mod brønden.	nej	Formodentlig anvendelse ved hæk på naboejendom. ?
A13	8	Forureningen kan kun stamme fra nærliggende marker der ligger ca 10 meter fra anlæg. Glyphosat formodentlig trukket ned i dybere niveauer og er derfor ikke genfundet i det højtliggende grundvand.	nej	marker
A14	4	Forurening stammer formodentlig fra indkørsel og fra opstrøms p plads. Kilden er ikke lokaliseret. Det vil være svært at fortsætte undersøgelsen her.	nej	Indkørsel og parkeringsplads. ?
A15	7	Gårdspladsforurening, hvor glyphosat må være trukket ned i dybere niveauer før transport gennem opsprækket moræne over tæt leryrte mod brønd.	nej	Gårdsplads forurening
A16	8	Gårdspladsforurening	nej	Gårdspladsforurening
A8	1	Mulig forurening fra mark	nej	Mulig markforurening
A2	1	Formodentlig gårdspladsforurening	nej	Mulig gårdspladsforurening.

Resultater fra spørgeskema undersøgelse

A6 - brænd prøvetaget første gang i 2. runde. Der blev ikke fundet glyphosat eller AMPA

år/leeg	glyphosat anv på ejendommen	glyphosat anv ved anlæg	hvor er stof anvendt	glyphosat anv på nærliggende arealer	afstand fra behandlingsareal til anlæg	hvornår er glyphosat anvendt	glyphosat anvendt tidligere	dosering	produkt	metode	andre pesticider	uheld	Bemærk	bedsgning	landbrug	skov/aktiv
A1	ja	nej	marker på gårdspl	ja	10 - 20m til marker og gårdspl	på mark efter 2004 med kalk på gårdspl 2-4 år siden	ja i 1990'erne	som vist på tank	roundup	håndsprøjt	prælix som granulat	nej	jord bortopdaget	jord under træer	nej	inaktiv
A2	ja	ja	Gårdspl marker	ja	0	ca 1/2 år siden	ja	som anbefalet	roundup	alm. sprøjt	alm. sprøjt		jord bortopdaget	grus og slabsgrus	nej	inaktiv
A3	ja	nej	under heg v træstok	ja	20 m og opad	sidste sommer	?	Som anbefalet	?	håndsprøjt	nej	nej	efter ejendommen ca 2 år spærret af sprøjtnet	grus	nej	aktiv
A4	nej	nej		ja	18 m	marker sprøjtet ca 3 uger før 1. brænd	nej		?	alm. sprøjt	?	nej	ejendommen siden 1971	græs	nej	aktiv
A5	ja	ja	på fliser i små mængder	ja	0-3 m til mark	sidste år?	ja på mark og på gårdspl	som anbefalet	?	alm. sprøjt		nej		fliser	nej	aktiv
A6	?													græs og have	nej	
A7	ja	ja	på gårdspl og på marker	ja	0 m og opad	Efterår 2004	ja på marker	taget fra tank	roundup	nysprøjt på gårdspl og med alm. sprøjt på marker	ja	nej	ikke anv på gårdspl før 2003	grus over gammel stenbrøksgrus	ja	inaktiv
A8	nej	nej		ja	5 m og opad	?	nej				nej	nej	har blot ejendommen i 7 år	græs og diverse	nej	aktiv

anlæg	glyphosat anvendt på ejendommen	glyphosat anvendt på areal ved anlæg	hvor er stoffet anvendt?	afstand fra behandlingsareal til anlæg	hvornår er glyphosat anvendt?	glyphosat anvendt tidligere?	doseringsmetode	produkt	matode	andere pesticider	urens	Bemærk	betegnelse	landbrug	aktivitet
A9	nej	nej	ikke på ejendommen indenfor de sidste 5 år	12 m og opad	ja	ja på marker og jordmoder til ig på ejendommen?	mark sprøjtes med masksp	roundup	marksp	nej ikke på ejendommen	nej	enlæg aktiv tilhørende mark bortforpug	ukendt/staub	nej	aktivt
A10	nej	nej	ikke på ejendommen siden 2004	15 m og opad	? opstudsvis marker sprøjtes	? ?				nej	nej	har overtaget ejendommen i 2004	grus med bespørgning af græs og andre planter	nej	inaktivt
A11	udgået												beredning af buske	ja	
A12	nej	nej	ikke på ejendommen siden 1928	30 m og opad	? marker sprøjtes som efteråret	ja i indkørsel		roundup		nej	nej	overtaget ejendommen fra forbror for 7 år siden	cemantidske	nej	inaktivt
A13	nej	nej	ikke anvendt i marts 2007	6 m og opad	ja	vedes ikke marker sprøjtes om efteråret?				nej	nej	har øjet ejendommen i 20 år	græs og trævegetation	nej	aktivt
A14	ikke	nej	ikke anvendt i marts 2007	10 m og opad	ja lige m p plads som nabo marker	? ?		? ?		nej	nej	brænd ligger på overtaget terrasse	pergus og stabilgrus	nej	aktivt
A15	ja	ja	på gårdspil og indkørsel	0 m og opad	ingen nærliggende marker	ja	doserings som på marker	roundup	alm sprøjt	nej	nej	ejers sønner for andre og fylder tank på ejendommen	Cemant på gårdspil grus over fyldstenbelægning	nej	aktivt
A16	ja	ja	på gårdspil	0 m og opad	ja	2004 sommer	doserings som på marker	roundup	fyrsprøjt	nej	nej	har øjet ejendommen i et par år	muld fyld grus over gammel forlægning	nej	inaktivt

Glyphosat, AMPA og BAM analyser gennemført i 2005

j - jordprøve fra håndboring, v - vandprøve fra anlæg, v brønd - gravet brønd, v dræn - drænløb i samlebrønd, v hb - højtliggende grundvand fra håndboring.

anlæg	prøvebeskrivelse 2. runde	vand/ jord	dato	fund - ikke fund	Glypho- sat	AMPA	BAM
a10-304	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	< 0,01	0,04	< 0,02
a10-304	vandprøve fra brønd, top (0,5 muvsp)	v brønd	04-maj-05	intet fund	< 0,01	0,039	< 0,02
a10-304	vandprøve fra brønd, bund (10 muvsp)	v brønd	04-maj-05	fund	< 0,01	0,021	< 0,02
a10-304	jordprøve fra hb1-304, 0,8 mut fyld/kulturlag	j	04-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a10-304	vandprøve fra hb2-304	v hb	04-maj-05	fund	< 0,01	0,032	0,02
a10-304	jordprøve fra hb2-304, 0,4 mut, lergytje	j	04-maj-05	fund	0,005	0,004	
a10-304	vandprøve fra hb1-304	v hb	09-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,021
a11-273	hane i skyllerum	v	10-feb-05	fund	0,012	0,079	0,151
a12-502	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	< 0,01	0,1	0,104
a12-502	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,185
a12-502	jordprøve fra hb1-502, 0,1 mut, fyld/grus	j	11-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a12-502	jordprøve fra hb1-502, 0,7 mut, ML	j	11-maj-05	intet fund	< 0,003	< 0,003	
a12-502	vandprøve fra hb1-502	v hb	11-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	1,137
a13-553	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,021	0,26	0,022
a13-553	vandprøve fra hydrofor, drikkevand	v	09-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a13-553	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,17	0,22	< 0,02
a13-553	jordprøve fra hb1-553, 0,4-0,5 mut, ML	j	09-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a13-553	vandprøve fra hb1-553	v hb	09-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a13-553	jordprøve fra hb2-553, 0,9 mut, ML	j	09-maj-05	intet fund	< 0,003	< 0,002	
a13-553	vandprøve fra hb2-553	v hb	09-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a13-553	jordprøve fra hb2-553, 1,8 mut, DS	j	09-maj-05				
a14-556	Køkkenhane	v	10-feb-05	fund	< 0,01	0,039	0,021
a14-556	vandprøve fra hane i køkken	v	10-maj-05	fund	< 0,01	0,051	< 0,02
a14-556	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	< 0,01	0,016	< 0,02
a14-556	vandprøve fra hb1-556	v hb	12-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a1-523	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,032	0,16	1,673
a1-523	vandprøve fra brønd	v brønd	02-maj-05	fund	0,058	0,2	1,482
a1-523	jordprøve fra brønd, 0,20 m u bund, ML	j	02-maj-05	intet fund	< 0,005	< 0,005	
a1-523	jordprøve fra brønd, 0 - 0,1 m u bund, slam+ML	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	

anlæg	prøvebeskrivelse 2. runde	vand/ jord	dato	fund - ikke fund	Glypho- sat	AMPA	BAM
a1-523	jordprøve, hb1-523 0,2-0,3 mut, rødzone	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,005	
a1-523	jordprøve, hb1-523 1,6-1,7 mut, våd ml	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a1-523	vandprøve fra hb1-523, 1,5-1,9 mut	v hb	02-maj-05	fund	< 0,01	0,014	< 0,02
a1-523	vandprøve, hb2-523, 1,50 mut	v hb	02-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	2,63
a1-523	jordprøve fra hb2-523, 0,3 mut, ml	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a15-618	hane i garage	v	10-feb-05	fund	0,16	0,083	0,035
a15-618	vandprøve fra brønd	v brønd	12-maj-05	fund	0,029	0,051	< 0,02
a15-618	vandprøve fra hane i bund af hydrofor	v	12-maj-05	fund	0,01	0,053	< 0,02
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,2 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,3-0,4 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a15-618	jordprøve fra hb1-618, 0,5-0,6 mut, fyld	j	12-maj-05	intet fund	< 0,005	< 0,005	
a15-618	vandprøve fra hb2-618, 0,5-0,6	v hb	12-maj-05	fund	< 0,01	0,017	0,137
a16-622	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,06	0,84	0,026
a16-622	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	0,098	0,37	< 0,02
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0- 0,1 mut, rødzone	j	10-maj-05	fund	0,049	0,36	
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0,3-0,4 mut, ML/fyld	j	10-maj-05	intet fund	< 0,005	< 0,005	
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 0,6 mut, ML	j	10-maj-05	intet fund	< 0,005	< 0,005	
a16-622	jordprøve fra hb1-622, 1,3- 1,40 mut ML	j	10-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a16-622	vandprøve fra hb1-622	v hb	10-maj-05	fund	0,015	0,089	< 0,02
a16-622	vandprøve fra hb2-622	v hb	10-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a2-913	vandprøve fra brønd, anlæg anvendes ikke i dag	v	02-maj-05	fund	0,029	0,058	0,085
a3-1852	Køkken	v	10-feb-05	fund	0,05	0,13	0,055
a3-1852	vandprøve fra hane i køkken	v	03-maj-05	fund	0,026	0,036	0,047
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	0,063	0,14	0,176
a3-1852	jordprøve fra hb1-1852, 0,5 mut, ML	j	03-maj-05	intet fund	< 0,003	< 0,003	
a3-1852	vandprøve fra hb1-1852	v hb	04-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	04-maj-05	fund	0,049	0,14	0,174
a4-1862	Bryggers	v	10-feb-05	fund	0,036	< 0,01	< 0,02
a4-1862	vandprøve fra brønd, ingen prøve fra anlæg	v	02-maj-05	fund	< 0,01	0,089	< 0,02
a4-1862	jordprøve fra bund brønd, 0,3-0,4 mu bund, ML	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a4-1862	jordprøve fra bund brønd, 0-0,2 mu bund, slam	j	02-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a4-1862	jordprøve hb1-1862, 0,6 mut, ML	j	03-maj-05	fund	0,003	< 0,005	
a4-1862	jordprøve hb2-1862, 0,5 mut, ML	j	03-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a4-1862	jordprøve hb2-1862, 1,6 mut, silt	j	03-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a4-1862	vandprøve fra hb1-1862	v hb	03-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02

anlæg	prøvebeskrivelse 2. runde	vand/ jord	dato	fund - ikke- fund	Glypho- stat	AMPA	BAM
a4-1862	vandprøve fra hb2-1862	v hb	03-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a4-1862	vandprøve fra grøft, opstrøms hus	v grøft	03-maj-05	fund	0,02	0,11	0,041
a5-1863	Gravet brønd ved terrasse	v brønd	10-feb-05	fund	0,032	0,054	0,115
a5-1863	udvendig hane ved bryggers	v	10-feb-05	fund	< 0,01	0,028	< 0,02
a5-1863	vandprøve fra hane i udhus, drikkevand	v	03-maj-05	fund	< 0,01	0,02	< 0,02
a5-1863	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	0,023	0,054	0,128
a5-1863	vandprøve fra drænbrønd	v dræn	03-maj-05	fund	< 0,01	0,011	0,398
a5-1863	jordprøve fra hb1-1863, 0,4 mut, ML	j	03-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a5-1863	vandprøve fra hb1-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,119
a5-1863	vandprøve fra hb2-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,294
a6-574	vandprøve fra hane, bund af hydrofor	v	04-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
a7-60	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,43	3,2	4,67
a7-60	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	fund	0,12	5,6	0,065
a7-60	jordprøve prøve fra hb1- 60, 0,05-0,1 mut fyld-grus	j	11-maj-05	fund	0,008	0,029	
a7-60	jordprøve prøve fra hb1- 60, 0,2-0,3 mut fyld	j	11-maj-05	intet fund	< 0,005	< 0,005	
a7-60	jordprøve prøve fra hb1- 60, 0,5-0,55 mut ML	j	11-maj-05	intet fund	< 0,006	< 0,006	
a7-60	jordprøve prøve fra hb1- 60, 0,95-1,0 mut ML	j	11-maj-05	intet fund	< 0,002	< 0,002	
a7-60	vandprøve prøve fra hb1- 60	v hb	11-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	2,088
a7-60	vandprøve prøve fra hb2- 60	v hb	11-maj-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,29
a8-292	vandprøve fra hane i køkken	v	11-maj-05	fund	0,054	0,54	< 0,02
a9-216	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	0,012	0,073	0,521
a9-216	vandprøve fra hane i kælder (fra anlæg)	v	09-maj-05	fund	0,01	0,079	1,529
a9-216	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	0,079	0,89	0,393
a9-216	jordprøve fra hb1-216, 0,4-0,5 mut, ML	j	09-maj-05	fund	< 0,002	0,014	
a9-216	Vandprøve fra drænbrønd	v dræn	09-maj-05	fund	0,26	0,2	0,049
a9-216	Vandprøve fra hb1-216	v hb	09-maj-05	fund	< 0,01	0,016	2,256
a9-216	jordprøve fra hb1-216, 2,2 mut, ML	j	09-maj-05	intet fund	< 0,003	< 0,002	
b17-330		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b18-387		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b19-734		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b20-1833		v	10-feb-05	intet fund	< 0,05	< 0,01	< 0,02
b21-1834		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b22-1848		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b23-1856		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b24-1138		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,029
b25-123		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,092
b26-1136		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	< 0,02
b27-536		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	2,17
b28-505		v	10-feb-05	intet fund	< 0,01	< 0,01	0,054

Coliforme bakterier og E.coli

Coliforme- Coliforme bakterier 37Gr, vsp - vandspejl, v/j - Vand/jord.
v - vandprøve fra anlæg, v brønd - gravet brønd, v dræn - drænløb i
samlebrønd, v hb - højtliggende grundvand fra håndboring.

anlæg	prøvebeskrivelse	v/j	dato	fund - ikke fund	Coliforme	E.coli	vsp
b17-330		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	64,2
b18-387		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	51
b19-734		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	3
a1-523	vandprøve fra brønd	v brønd	02-maj-05	fund	< 1	< 1	1,25
a1-523	vandprøve fra hb1-523, 1,5-1,9 mut	v hb	02-maj-05	fund	350	2	1,2
a1-523	vandprøve, hb2-523, 1,50 mut	v hb	02-maj-05	intet fund	160	3	1,47
a1-523	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	92	92	131
a2-913	vandprøve fra brønd, anlæg anvendes ikke i dag	v	02-maj-05	fund	54	2	2,31
b20-1833		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	6
b21-1834		v	10-feb-05	intet fund	24	< 1	22
b22-1848		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	7
a3-1852	vandprøve fra hane i køkken	v	03-maj-05	fund	> 160	< 1	6
a3-1852	vandprøve fra hb1-1852	v hb	04-maj-05	intet fund	54	< 1	1,41
a3-1852	køkken	v	10-feb-05	fund	> 160	> 160	6
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	> 160	< 1	2,46
a3-1852	vandprøve fra brønd	v brønd	04-maj-05	fund	> 160	< 1	2,25
b23-1856		v	10-feb-05	intet fund	24	24	5,9
a4-1862	vandprøve fra hb1-1862	v hb	03-maj-05	intet fund	> 160	10	0,5
a4-1862	vandprøve fra brønd, ingen prøve fra anlæg	v	02-maj-05	fund	350	35	0,76
a4-1862	bryggers	v	10-feb-05	fund	> 160	> 160	0,76
a4-1862	vandprøve fra grøft, opstrøms hus	v grøft	03-maj-05	fund	24	1	0,8
a4-1862	vandprøve fra hb2-1862	v hb	03-maj-05	intet fund	4	1	1,2
a5-1863	vandprøve fra hb1-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	92	< 1	1,3
a5-1863	vandprøve fra drænbrønd	v dræn	03-maj-05	fund	> 160	1	1
a5-1863	gravet brønd ved terrasse	v brønd	10-feb-05	fund	> 160	> 160	1,8
a5-1863	vandprøve fra hb2-1863	v hb	03-maj-05	intet fund	> 160	< 1	1,45
a5-1863	udvendig hane ved bryggers	v	10-feb-05	fund	24		3,2
a5-1863	vandprøve fra brønd	v brønd	03-maj-05	fund	> 160	< 1	1,9
a5-1863	vandprøve fra hane i udhus, drikkevand	v	03-maj-05	fund	160	5	3,2
b24-1118		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	6
a6-574	vandprøve fra hane, bund af hydrofor	v	04-maj-05	intet fund	< 1	< 1	60
b25-123		v	10-feb-05	intet fund	> 160	92	12
b26-1136		v	10-feb-05	intet fund	24	< 1	3,2

anlæg	prøvebeskrivelse	v/f	dato	fund - ikke fund	Coliforme	E.coli	vsp
a7-60	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	> 5	> 1	1,3
a7-60	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	fund	24	1	1,36
a7-60	vandprøve prøve fra hb2-60	v hb	11-maj-05	intet fund	> 160	5	2,3
a7-60	vandprøve prøve fra hb1-60	v hb	11-maj-05	intet fund	< 1	< 1	1,4
a8-292	vandprøve fra hane i køkken	v	11-maj-05	fund	> 160	54	3,5
a9-216	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	< 1	< 1	2,17
a9-216	Vandprøve fra hb1-216	v hb	09-maj-05	fund	13	< 1	2,14
a9-216	vandprøve fra hane i kælder (fra anlæg)	v	09-maj-05	fund	> 160	< 1	5,35
a9-216	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	> 160	< 1	1,97
a9-216	Vandprøve fra drænbrønd	v dræn	09-maj-05	fund	92	14	1
b27-538		v	10-feb-05	intet fund	2	> 1	4,9
a10-304	vandprøve fra brønd, bund (10 mvusp)	v brønd	04-maj-05	fund	24	< 1	10
a10-304	vandprøve fra brønd, top (0,5 mvusp)	v brønd	04-maj-05	intet fund	> 160	17	1,6
a10-304	vandprøve fra hb2-304	v hb	04-maj-05	fund	> 160	13	0,4
a10-304	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	161	> 1	1,62
a10-304	vandprøve fra hb1-304	v hb	09-maj-05	intet fund	> 160	13	2,3
a11-273	hane i skyllerum	v	10-feb-05	fund	> 1	> 1	33
a12-502	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	> 161	> 1	1,4
a12-502	vandprøve fra hb1-502	v hb	11-maj-05	intet fund	8	1	2,4
a12-502	vandprøve fra brønd	v brønd	11-maj-05	intet fund	35	1	1,63
b28-505		v	10-feb-05	intet fund	< 1	< 1	
a13-553	vandprøve fra hydrofor, drikkevand	v	09-maj-05	intet fund	< 1	< 1	9,3
a13-553	vandprøve fra brønd	v brønd	09-maj-05	fund	5	< 1	0,53
a13-553	vandprøve fra hb1-553	v hb	09-maj-05	intet fund	1	< 1	1
a13-553	vandprøve fra hb2-553	v hb	09-maj-05	intet fund	1	< 1	1,19
a13-553	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	> 161	> 1	0,49
a14-556	vandprøve fra hb1-556	v hb	12-maj-05	intet fund	> 160	5	2,5
a14-556	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	1	< 1	3,06
a14-556	vandprøve fra hane i køkken	v	10-maj-05	fund	5	1	4,9
a14-556	køkkenhane	v	10-feb-05	fund	13	> 1	4,9
a15-618	hane i garage	v	10-feb-05	fund	> 13	> 1	10,4
a15-618	vandprøve fra hb2-618, 0,5-0,6	v hb	12-maj-05	fund	22	3	1,8
a15-618	vandprøve fra brønd	v brønd	12-maj-05	fund	> 160	92	2,2
a15-618	vandprøve fra hane i bund af hydrofor	v	12-maj-05	fund	54	8	10,4
a16-622	vandprøve fra brønd	v brønd	10-maj-05	fund	160	< 1	0,8
a16-622	vandprøve fra hb1-622	v hb	10-maj-05	fund	> 160	17	0,98
a16-622	vandprøve fra hb2-622	v hb	10-maj-05	intet fund	24	1	1,1
a16-622	fra brønd	v brønd	10-feb-05	fund	> 3	> 1	0,85

Vandprøver analyseret for hovedbestanddele

v - vandprøve fra anlæg, v brønd - gravet brønd, v dræn - drænuddøb i samlebrønd, v hb - højtliggende grundvand fra håndboring, Ledn - Ledningsevne 20°C.

Anlæg	1 og 2 runde prøvebeskrivelse	vand/ jord	fund-ikke fund	dato	pH	Ledn	NO ₃	NH ₄	NO ₂	SO ₄	Fe, ferro	PO ₄	Cl	Na	K	Mg	Ca	F	Br
a1-523	Vandprøve fra brønd	v brønd	fund	02-maj-05	8,1	448	13,2	<0,05	<0,05	25,2	<0,05	15,6	32,7	37,1	59,3	12,6	69,5	<0,05	<0,05
a1-523	vandprøve fra hb1-523, 1,5-1,9 mkt	v hb	fund	02-maj-05	7,5	570	8,2	<0,05	<0,05	28,7	<0,05	0,26	20	15,1	69,2	20,9	57,3	0,12	<0,05
a1-523	vandprøve, hb2-523, 1,50 mkt	v hb	intet fund	02-maj-05	7,7	1435	1	0,06	<0,05	273	<0,05	7,38	222	210	221	46,8	102	0,05	<0,05
a3-1852	vandprøve fra hane i køkken	v	fund	03-maj-05	7,5	517	24,3	0,06	<0,05	144	<0,05	0,21	94,1	26,2	2,8	17,8	127	0,32	<0,05
a3-1852	Vandprøve fra brønd	v brønd	fund	04-maj-05	7,5	500	16,0	<0,05	<0,05	81,4	<0,05	0,12	57,7	47,1	1,6	10,1	92,9	0,17	<0,05
a3-1852	Vandprøve fra brønd	v brønd	fund	03-maj-05	7,8	635	14,9	0,08	<0,05	55	<0,05	0,2	46,4	47,3	1,6	10,1	103	0,15	<0,05
a3-1862	Vandprøve fra hb1-1862	v hb	intet fund	04-maj-05	7,3	768	94,1	0,06	<0,05	79,2	<0,05	1,15	45,4	24	1,1	14,8	166	0,10	0,89
a4-1862	vandprøve fra brønd, ingen prøve fra anlæg	v	fund	02-maj-05	8,1	688	3,3	0,07	<0,05	46,2	<0,05	1,09	73,1	23,6	6,4	10,5	117	0,36	<0,05
a4-1862	vandprøve fra grøft	v grøft	fund	03-maj-05	7,4	455	2	0,06	<0,05	52,2	<0,05	0,27	76,1	22,7	3,5	7,2	92,3	0,39	<0,05
a4-1862	topstrøms hus	v hb	intet fund	03-maj-05	7,3	1250	0,8	0,07	<0,05	194	<0,05	1,73	276	74,8	6,7	19,2	179	0,17	<0,05
a4-1862	Vandprøve fra hb2-1862	v hb	intet fund	03-maj-05	7	605	0,8	<0,05	<0,05	73,5	<0,05	0,04	20,1	19	0,5	25	75,8	0,10	0,79
a5-1863	vandprøve fra hane i udhus, drikkevand	v	fund	03-maj-05	7,4	380	0,8	0,39	<0,05	14,3	<0,05	0,05	29,8	14,1	4,4	20,3	63,2	0,74	<0,05
a5-1863	Vandprøve fra brønd	v brønd	fund	03-maj-05	7,7	368	22,7	0,05	<0,05	28,9	<0,05	0,31	27,9	23	9,3	9,8	77,1	0,52	<0,05
a5-1863	Vandprøve fra drænbrønd	v dræn	fund	03-maj-05	7,7	758	5,8	0,10	<0,05	117	<0,05	0,57	149	54,6	3	15,0	119	0,31	<0
a5-1863	Vandprøve fra hb1-1863	v hb	intet fund	03-maj-05	7,4	523	19,8	0,05	<0,05	29,2	<0,05	0,05	25,8	22,5	1,9	9,7	66,5	0,29	<0,05
a5-1863	vandprøve fra hb2-1863	v hb	intet fund	03-maj-05	7,4	854	6,4	<0,05	<0,05	152	<0,05	0,12	252	89,4	0,5	13,4	141	0,1	<0,05
a6-574	vandprøve fra hane, bund	v	intet fund	04-maj-05	7,6	511	0,1	0,93	<0,05	9,2	<0,05	0,03	79,2	41,9	5,7	25,4	52,9	0,7	<0,05

Anlæg	1 og 2 runde prøvebeskrivelse af hydrofor	vand/jord fund-ikke fund	dato	pH	Leedn	NO ₃	NH ₄	NO ₂	SO ₄	Fe, ferro	PO ₄	Na	K	Mg	Ca	F	Br	
a7-60	vandprøve fra brønd af hydrofor	fund	11-maj-05	7,4	142	11	<0,05	<0,05	3,0	<0,05	1,04	5,1	3,3	1,4	29,4	0,86	<0,05	
a7-60	vandprøve prøve fra hbl- 60	intet fund	11-maj-05	7,2	532	57,3	0,05	<0,05	28,3	<0,05	0,17	26,4	2,3	12,6	115	0,05	<0,05	
a7-60	vandprøve prøve fra h52- 60	intet fund	11-maj-05	7,1	890	2,2	0,14	<0,05	133	<0,05	0,13	81,1	6,1	42	68,5	0,05	<0,05	
a8-292	vandprøve fra hane i skikken	fund	11-maj-05	7,2	675	6,6	1,62	<0,05	29,3	<0,05	3,85	29,4	12,8	11,5	78,7	0,05	<0,05	
a9-216	vandprøve fra hane i kælderen (fra anlæg)	fund	09-maj-05	7,4	510	136	0,05	<0,05	52,1	<0,05	0,04	53,3	5,6	20,8	139	0,07	<0,05	
a9-216	vandprøve fra brønd	fund	09-maj-05	7,6	224	24,9	<0,05	<0,05	14,2	<0,05	0,18	9,9	2,1	7,4	59,7	<0,05	<0,05	
a9-216	Vandprøve fra drænbønd	fund	09-maj-05	8	422	5	0,09	<0,05	32,9	<0,05	0,12	105	5,6	16,8	71,6	0,10	<0,05	
a9-216	Vandprøve fra hbl-216	fund	09-maj-05	7,4	860	34,9	<0,05	<0,05	151	<0,05	0,03	28,4	1,7	17	139	0,14	0,66	
a10-304	vandprøve fra brønd	fund	04-maj-05	7,7	485	36,3	<0,05	<0,05	34,5	<0,05	0,17	40	8	11,7	79,3	0,15	<0,05	
a10-304	bund (10 murep) (0,5 murep)	intet fund	04-maj-05	7,4	450	20,3	<0,05	<0,05	16,8	<0,05	0,46	23	7,5	11,0	83,7	0,07	<0,05	
a10-304	vandprøve fra h52-304	fund	04-maj-05	7	680	1,3	<0,05	<0,05	1,7	0,2	0,18	25,4	1	9,8	176	0,25	1,21	
a10-304	vandprøve fra hbl-304	intet fund	09-maj-05	7,2	1010	107	0,09	<0,05	24,9	<0,05	0,11	190	81,9	37,4	172	<0,05	<0,05	
a12-502	vandprøve fra brønd	intet fund	11-maj-05	8	558	52,9	0,06	<0,05	27,7	<0,05	7,92	30,2	25,1	8,2	88,6	<0,05	<0,05	
a12-502	vandprøve fra hbl-502	intet fund	11-maj-05	7,2	640	2,7	0,35	<0,05	30,8	<0,05	0,05	62,1	32,5	14,5	70,3	0,16	<0,05	
a13-553	vandprøve fra hydrofor, drækerand	intet fund	09-maj-05	7,3	408	0,1	0,42	<0,05	6,6	<0,05	0,04	30,9	3,4	15,5	81,9	0,76	<0,05	
a13-553	vandprøve fra brønd	fund	09-maj-05	8	593	3,6	0,14	<0,05	67,7	<0,05	0,36	117	4,2	17,8	104	0,20	<0,05	
a13-553	vandprøve fra h52-553	intet fund	09-maj-05	7	742	4,2	0,05	<0,05	49,6	<0,05	0,13	139	0,8	9,3	120	0,12	<0,05	
a13-553	vandprøve fra hbl-553	intet fund	09-maj-05	7	503	0,6	<0,05	<0,05	46,8	<0,05	0,16	33,7	1	16,5	83,2	0,06	<0,05	
a14-555	vandprøve fra hane i køkken	fund	10-maj-05	7,6	515	13,7	0,09	<0,05	37,8	<0,05	1,8	45,5	10,5	11,7	89,9	0,31	<0,05	
a14-556	vandprøve fra brønd	fund	10-maj-05	7,8	268	23,2	0,07	<0,05	20,2	<0,05	3,88	19,1	25,3	9,9	6,5	<0,05	<0,05	
a14-556	vandprøve fra hbl-556	intet fund	12-maj-05	7,2	553	45,8	0,07	<0,05	51,5	<0,05	0,04	64,5	1,6	16,2	161,4	0,38	<0,05	
a15-618	vandprøve fra hane i bund af hydrofor	fund	12-maj-05	7,5	1030	28,4	0,07	<0,05	22,7	<0,05	0,06	34,6	10,9	33,8	167	0,21	<0,05	
a15-618	vandprøve fra brønd	fund	12-maj-05	7,1	918	40	0,07	<0,05	128	<0,05	0,08	24,9	8,2	14,6	26,5	118	0,21	<0,05

Anlæg	Teg 2 runds prøvebeskrivelse	vand/ jord	fund- ikke fund	dato	pH	ledn	NO ₃	NH ₄	N:O2	SO ₄	Fe, ferro	PO ₄	Cl	Na	K	Mg	Ca	F	Br
a15-618	vandprøve fra hb2-618, 0,5-0,6	v hb	fund	12-maj-05	7	2590	11,9	0,11	<0,05	352	<0,05	0,23	657	237	209	55,5	71,9	0,22	<0,05
a16-622	vandprøve fra brønd	v brønd	fund	10-maj-05	8	159	49,7	0,05	<0,05	9,62	<0,05	1,63	21,5	13	6,3	1,9	37,3	<0,05	<0,05
a16-622	vandprøve fra hb1-622	v hb	fund	10-maj-05	7,1	606	261	0,05	<0,05	49,9	<0,05	0,15	78,8	35,5	8,1	15,9	123	0,05	0,19
a16-622	vandprøve fra hb2-622	v hb	intet fund	10-maj-05	7	3310	143	0,07	<0,05	1199	<0,05	0,03	1484	330	41,2	60,8	694	0,11	<0,05

Statistisk bearbejdning af resultater fra Storstrøms Amt

1.1	VÆRKTØJER	177
1.2	PRINCIPAL KOMPONENT ANALYSE OG KLASSIFICERING	177
1.3	BESKRIVELSE AF PRINCIPPER FOR PCA, CLUSTER ANALYSE OG PLS-R	178
1.4	STATISTISK BEARBEJDNING AF DATA FRA 2001/2002 INDSAMLET I FORBINDELSE MED UNDERSØGELSE AF SMÅ PRIVATE VANDFORSYNINGSSANLÆG I STORSTRØMS AMT	189
1.4.1	<i>Klassifikation</i>	189
1.4.2	<i>Notation for prøver</i>	189
1.4.3	<i>Strategi</i>	190
1.4.4	<i>Test 1</i>	190
1.4.5	<i>Test 2</i>	193
1.4.6	<i>Test 3</i>	195
1.4.7	<i>Test 4</i>	198
1.4.8	<i>Konklusion – oplysninger fra Storstrøms Amt indsamlet i 2001/2002</i>	199
1.5	STATISTISK BEARBEJDNING AF DATA FRA 2005 INDSAMLET I FORBINDELSE MED UNDERSØGELSE AF ANLÆG MED FUND AF GLYPHOSAT/AMPA I SMÅ PRIVATE VANDFORSYNINGSSANLÆG I STORSTRØMS AMT	200
1.6	KONKLUSION FOR DATA INDSAMLET I 2005	204

Principal komponent analyse, Cluster analyser og partial least squares regression

1.1 Værktøjer

Den kemometriske undersøgelse er udført på standard PC med programmerne Matlab version 7.0 fra Mathworks inc., med tilføjelsesprogrammet PLS_Toolbox fra Eigenvector Research inc.

1.2 Principal komponent analyse og klassificering

De forskellige data sæt er blevet underkastet en såkaldt Principal Component Analysis (PCA), med henblik på dels at studere sammenhænge mellem variable (data), og dels med henblik på at undersøge hvorvidt boringer med fund af glyphosat og AMPA adskiller sig systematisk, og på hvilken måde, fra boringer uden fund. Den anvendte metode falder indenfor disciplinen

kemometri. Kemometrien er vel etableret og vel beskrevet, men især tre kilder har været anvendt i det følgende:

- Brereton, 1992, *Multivariate pattern recognition in chemometrics, illustrated by case stories*
 - Esbensen, K.H. 2002, *Multivariate data analysis - in practice*. 5th edition. CAMO Process AS, Oslo, Norway.
 - Wise Barry M. And Gallagher Neal B., 1998, *PLS toolbox tutorial*.

I det følgende bliver der brugt betegnelserne variable om de data der er opnået på prøverne og objekter om prøverne.

1.3 Beskrivelse af principper for PCA, Cluster analyse og PLS-R

Principal Component Analyse (PCA)

PCA bruger princippet om at finde kombinationer af variable (faktorer eller såkaldte latente variable) til at beskrive tendenserne i datasættet. Normalt er variable ikke uafhængige og målet er med så få såkaldte latente variable at beskrive den systematiske variation i datasættet. Det svarer lidt til at man i et bivariat datasæt forsøger at lave lineær regression. Ved at gøre dette reducerer man antallet af variable fra to til en. Denne ene variabel er således en latent variabel, der ikke i sig selv kan oversættes til en bestemt egenskab, idet den er en lineær kombination af de to variable. Den algoritme man anvender (mindst kvadraters metoder), sikrer at der er mindst mulig fejl på forudsigelserne lavet på modellen (regressionslinien).

I et multivariat tilfælde er det lidt mere kompliceret. Først finder man den retning i variabelrummet, det vil sige det rum hvori objekterne (prøverne) afbildes, der forklarer størst mulig af datasættets variation. Dernæst fortsætter man med en ny retning, idet det kræves at næste retning er ortogonal (det vil sige vinkelret) på den første, samtidigt med at man tilstræber at mest muligt variation i den resterende matrice forklares. Denne forudsætning sikrer at de latente variable, i modsætning til de reelle variable, er uafhængige.

Korrelationen mellem to ortogonale vektorer er nul. Man har en række metoder til at vurdere antallet af latente variable der skal ekstraheres, dels kan man bruge sin sunde fornuft og vurdere residualt eller fejlen i forhold til målesikkerhed, og dels kan man se på modellens evne til at prediktere hver enkelt objekt for hver iteration i forhold til den foregående. Faldt modellen predictive evne, har man taget for mange latente variable med og man stopper med at ekstrahere flere komponenter.

Matematisk kan problemstillingen udtrykkes på følgende måde:

$$X = t_1 p_1^T + t_2 p_2^T + t_3 p_3^T + \dots + t_n p_n^T + E \quad (1)$$

X er den originale datamatrice. Vektorene t_i er såkaldte loading vektorer der indeholder information om hvordan variablene relaterer sig til hinanden. Vektorene p_i er såkaldte score vektorer, svarende til de latente variable der er omtalt ovenfor. T angiver at vektoren er transponeret hvilket betyder at der byttes om på rækker og søjler. Når en vektor transponeres ændres den fra en søjle vektor til en række vektor. Som det fremgår af ovenstående er matricen X opløst i en lineær kombination af matricer der er opnået ved at multiplicere

loading vektorer og transponerede score vektorer. Man kan således repræsentere variable i den originale matrice i et rum udspændt af loading vektorerne eller objekterne i den originale matrice i et rum udspændt af score vektorerne. Matricen E angiver residual matricen, eller fejlen på modellen i forhold til det originale data sæt (X).

Loading vektorerne udregnes ud fra covarians matricen på X :

$$\text{Cov}(X) = X^T X / (m-1) \quad (2)$$

Hvor m er lig med antallet af variable i datasættet. Loading vektor, for i 'te iteration, findes som egenvektoren til covarians matricen på X idet:

$$\text{Cov}(X) p_i = \lambda_i p_i \quad (3)$$

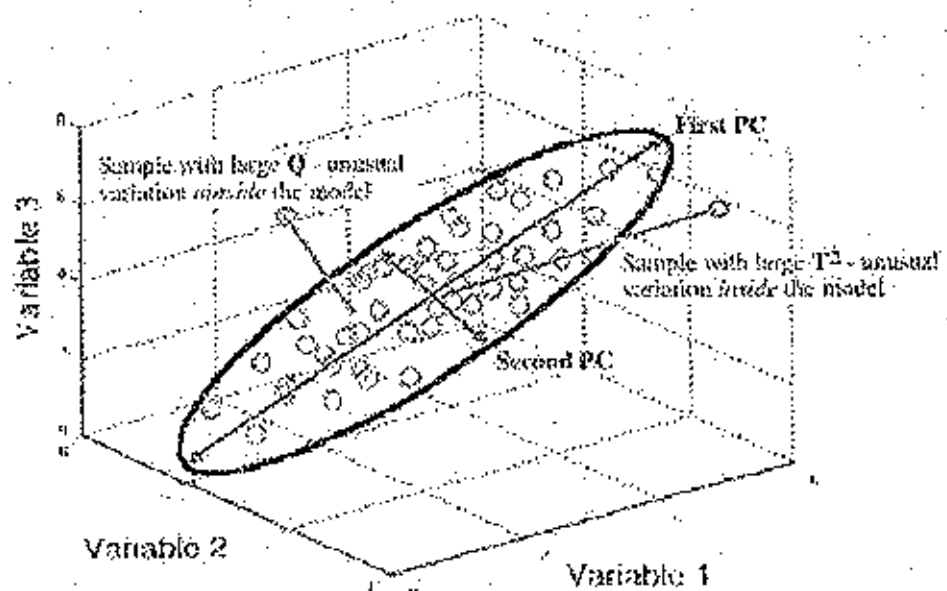
Her er λ_i eigenværdien for den pågældende egenvektor p_i (loading vektoren for i 'te iteration).

Den tilsvarende score vektor t_i findes ud fra formlen:

$$X p_i = t_i \quad (4)$$

Score vektorerne er orthogonale, på samme måde som loading vektorerne der desuden er orthonormale (længden 1) og t_i kan forstås som den originale matrices projektion på den tilhørende loadingvektor p_i .

Da eigenværdierne har den egenskab, at den første er den største, og at de derefter falder i værdi, opfylder loadingvektorerne og dermed scorevektorerne den egenskab at de tilsammen indeholder en faldende mængde information om datamatricen, efterhånden som iterationen skrider frem. Oplever man at eigenværdier stiger mellem to iterationer, tyder dette ofte på at datasættet indeholder flere klasser, eller at man modellerer på støjen i data sættet, hvilket kan bruges aktivt. Der findes desuden en række valideringsprincipper så kan signifikante komponenter ekstraheres fra datasættet.



Figur 1 Illustration af PCA taget fra Wise and Gallagher.

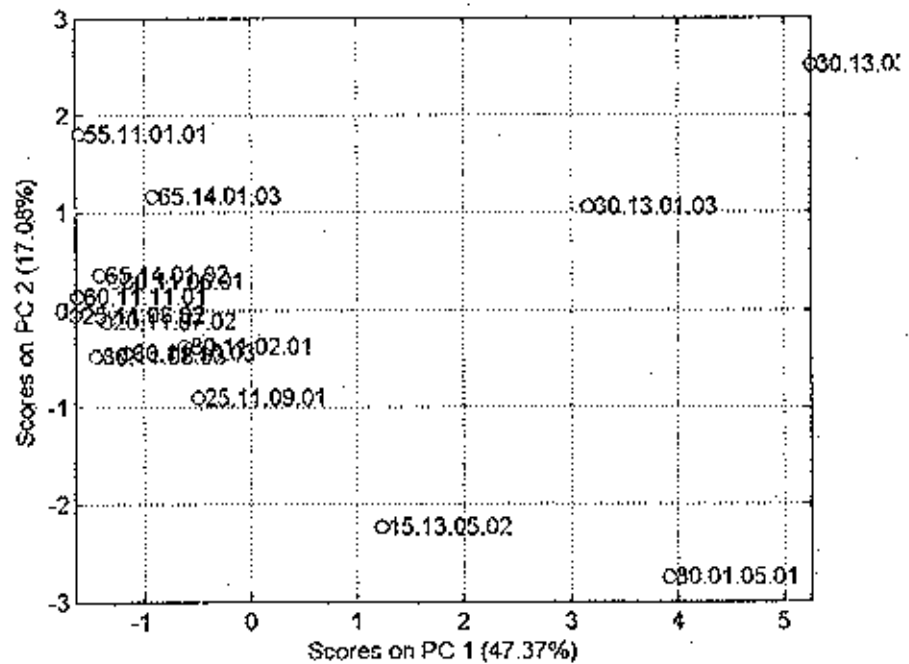
Figur 1 viser princippet i PCA. Et tredimensionelt datasæt kan repræsenteres i to dimensioner ved hjælp af PCA analysen. Ellipsen illustrerer konfidensintervallet i planet udsædnt af de to principal komponenter. Der vises to prøver der hver for sig illustrerer en outlier. Den ene prøve er karakteriseret ved at ligge i planet, men have en variation der er udenfor konfidensintervallet for tilfældig fejl (large T^2). Dette svarer i tilfældet med lineær regression til at punktet ligger på regressionslinien men langt fra de punkter modellen er bygget over. Den anden prøve vil projiceret på planet ligge indenfor konfidensintervallet, men har en stor residual værdi (large Q). I tilfældet med lineær regression svarer det til et punkt der ligger langt fra regressionslinien.

T^2 og Q kan anvendes til at undersøge om to populationer, defineret ved hver deres PCA analyse, er statistisk signifikant forskellige, idet T^2 og Q afstandskriteriet anvendes i en såkaldt SIMCA (Soft Independent Modelling of Class Analogies) analyse.

Grafiske fremstillinger

Der anvendes en række grafiske fremstillinger i forbindelse med den kemometriske behandling af data.

Figur 2 viser et såkaldt score plot, altså en projektion af objekterne på det reducerede variabel sæt. I dette tilfælde er der 5 signifikante principal komponenter (her vises dog kun de to), og man skal være opmærksom på at der er variationer i andre dimensioner end de der fremgår af det to dimensionale plot. Som det fremgår bærer første principale komponent godt 48% af variationen i data sættet og er altså den vigtigste, mens principal komponent 2 bærer godt 17%. Man kan i score plottet studere sammenhængen mellem objekterne, jo tættere de liggere, des mere lig er de. I dette som i alle andre plots der vil blive vist, er korrelationen mellem to objekter (eller variable senere), projektionen af den vektor der går fra (0,0) til det ene punkt på den vektor der går fra (0,0) til det andet punkt (i de viste dimensionen!). Er vinklen mellem de to vektorer nul, er objekterne eller variablene uafhængige. Tager man f.eks. nedenstående loading plot (figur 3), og vil estimere korrelationen mellem ilt (O_2) og metan (CH_4), trækker man en linie mellem punktet (0,0) og punktet O_2 samt mellem (0,0) og punktet CH_4 . Korrelationen er da projektionen af den ene linie på den anden. Des tættere vinklen mellem linierne er på 90 grader, des lavere bliver korrelationen.



Figur 2: Score plot.

Loading plottet, figur 3, viser sammenhængen mellem variablene projiceret på de samme to principal komponenter som i figur 2. Figur 3 angiver sammenhængen mellem variablene i de 10 dimensioner, og kan også bruges til at vurdere hvilken information principal komponenterne hovedsageligt bærer. I ovenfor viste tilfælde er dette imidlertid vanskeligt.

I figur 4 er vist det såkaldte biplot hvor både variable og objekter er projiceret ind på de samme to principal komponenter, hvilket svarer til at man lægger figur 2 og figur 3 oven på hinanden. Biplottet kan bruges til at se hvorfor nogle objekter er outliers eller hvad der er den underliggende årsag til at objekterne ligner hinanden. Prøve no. 80.01.05.01 kunne f.eks. være langt fra de andre på grund af højt indhold af jern og sulfat, men det kunne også være lavt indhold af nitrat og ilt (formentligt begge dele). Ovennævnte prøve ligger tæt på gruppen af jern og sulfat (røde triangler, fe og so4) og langt fra gruppen af nitrat og ilt (røde triangler, o2 og no3).

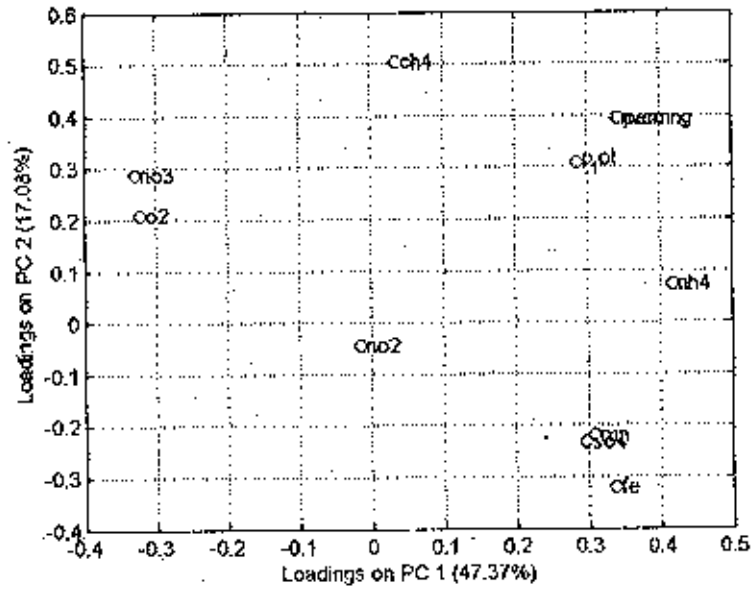


Figure 3 Loading plot.

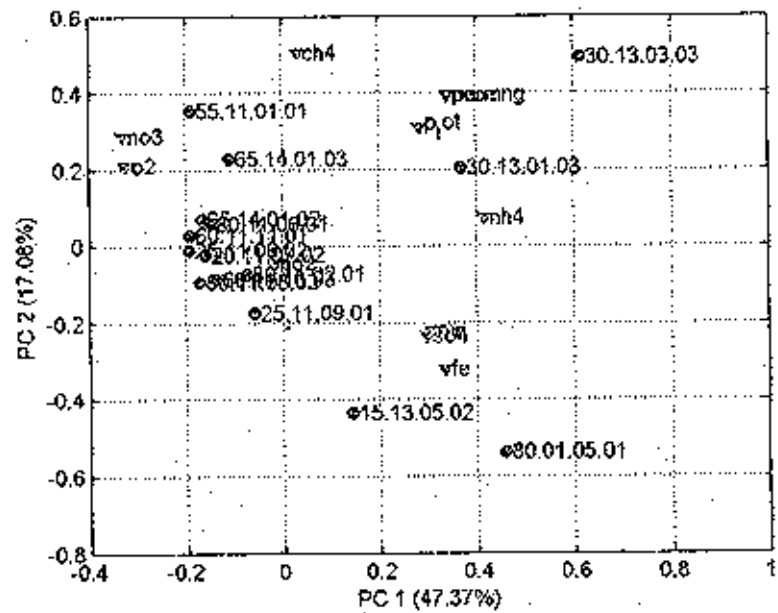
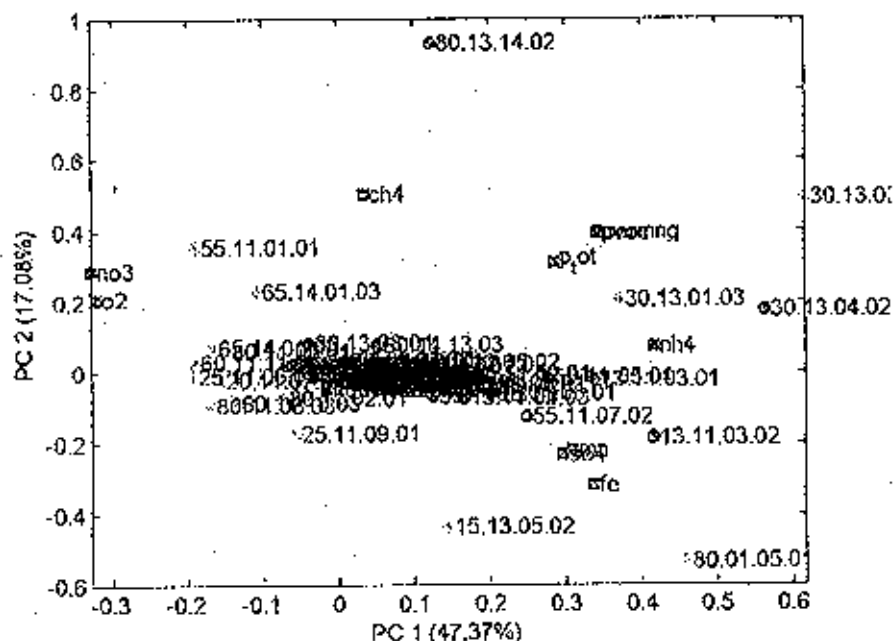


Figure 4 Biplot.

Når man har dannet en god model af en række objekter (boringer med fund), kan det være relevant at undersøge om nye prøver, eller prøver fra en anden population (boringer uden fund) passer ind i modellen, og hvis ikke hvorfor de ikke gør dette. Her kan man bruge biplotet fra figur 4 og projicere de nye prøver ind på dette som vist i figur 5.



Figur 5 Biplot med projicerede data.

De grønne markeringer viser de objekter der har dannet modellen (boringer med fund), mens de sorte unavngivne viser de projicerede data (boringer uden fund). De blå kvadrater angiver beliggenheden af variable. I dette tilfælde er det nærliggende at tolke de nye objekter (boringer uden fund) som generelt lave i nitrat og ilt, og høje i jern, sulfat og ammonium. Da der kan være en stor residual værdi for disse prøver er det imidlertid nødvendigt at checke rå data for at få dette bekræftet.

Alle illustrationer kan anvendes på PLS-R metoden også og tolkes tilsvarende.

Cluster analyse

Clusteranalyse kan anvendes på samme datastrukturer som f.eks. PCA, det vil sige der skal være en række prøver, objekter, med en tilhørende række variable, og disse skal være bestemt for alle de objekter der skal indgå i cluster analysen.

Cluster analyse er et velegnet værktøj til på simpel og visuel måde at finde strukturer i datasæt baseret på de indgåede variable, det vil sige at afgøre hvor godt prøverne ligner hinanden, om der er grupperinger og om der er prøver der er afvigende i forhold til disse grupperinger.

I vores tilfælde anvendes clusteranalysen på resultatet fra PCA analysen, det vil sige objekterne projiceret ind i det reducerede variabelrum bestemt af de betydningsfulde principal komponenter.

Clusteranalysen foregår ved en parvis beregning af hvor stor forskel der er mellem (afstand der er mellem) forskellige prøver i projektionen nævnt ovenfor. Identiske prøver har afstanden 0. Fremgangsmåden er iterativt efter følgende princip:

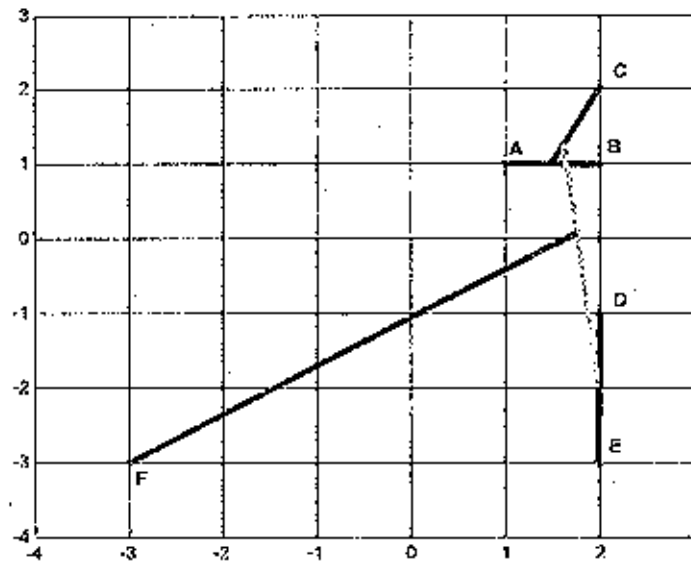
1. Analysen starter således med afstanden 0, som øges indtil man når afstanden mellem de to prøver der ligner hinanden mest. For disse to prøver, som udgør den første gruppe, udregnes gennemsnitsbeliggenheden som indgår i den videre analyse.
2. Dernæst øges afstanden indtil en af følgende hændelser indtræffer:
 - En prøve ligger indenfor afstanden til første gruppes gennemsnitsposition. Alle andre afstande er større. Prøven tilknyttes den første gruppe og en ny gennemsnitsposition for gruppen beregnes.
eller
 - To prøver som ikke er afstandsmæssigt knyttet til den første gruppe ligger med en indbyrdes afstand der er mindre en prøvernes afstand til gruppen. Disse to prøver udgør nu en ny gruppe, hvis gennemsnitsposition udregnes.
eller
 - Afstanden mellem to grupper (to gruppers gennemsnitspositioner) er nu den korteste indenfor datasættet. De to grupper danner derfor en ny gruppe hvis gennemsnitsposition beregnes.
3. Processen fortsætter indtil alle prøver og grupper er tilknyttet hinanden med et afstandskriterie.

Fremgangsmåden, der lyder kompliceret, kan illustreres med følgende simple konstruerede eksempel for et todimensionalt datasæt, tabel 1. Man kan ved hjælp af en lineal konstatere gyldigheden af processen:

Prøve	X (egenskab1)	Y (egenskab2)
A	1	1
B	2	1
C	2	2
D	2	-1
E	2	-3
F	-3	-3

Tabel 1 Tabel over konstrueret simpelt datasæt.

Afstandene mellem prøvernes egenskaber kan illustreres i et XY-plot, figur 6.

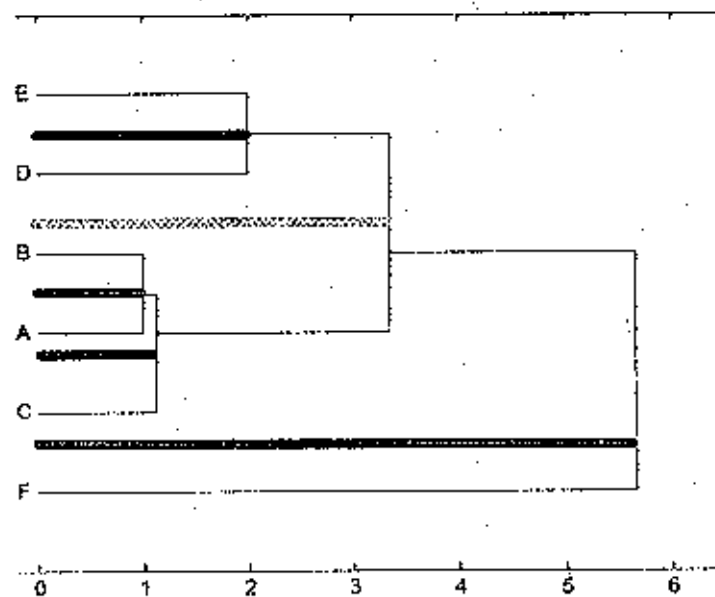


Figur 6 XY plot der viser afstandsberegning for datasættet i tabel 1. De enkelte prøvers egenskaber er angivet ved gridnettets krydspunkter. De farvede linier forbinder de prøver eller beregnede gennemsnitspositioner af prøvernes egenskaber som successivt gennem analysen ligger hinanden nærmest, startende med den røde linie og afsluttende med den lilla.

Fremstillingen af resultatet af clusteranalysen i figur 6 bliver uanvendelig ved multivariate sammenhænge, da man ikke kan visualisere afstande i et multidimensionalt rum. Derfor illustreres sammenhængen af datasættet i tabel 1 i et såkaldt dendrogram, figur 7. De farvede linier i XY plottet figur 6 svarer til de farvede linier i dendrogrammet figur 7 og illustrerer identiske afstande.

Prøverne (punkterne) A og B ligger (jævnfør ovenstående indledende forklaring) tættest og udgør den første gruppe, afstanden mellem A og B er markeret med rød linie. C ligger tættere på midelværdien af AB end de øvrige punkter og tilknyttes derfor denne gruppe, der nu består af AB og C, markeret med blå linie. Punktet D ligger tættere på E end på midelværdien af ABC, hvorfor DE udgør sin egen gruppe, markeret med sort linie. Gruppen DE ligger tættere på gruppen ABC end på punktet F, der har den største afstand både fra de øvrige pesticider (punkter) og grupper. Grupperne samles derfor i en storgruppe bestående af ABCDE. Afstanden mellem ABC og DE er markeret med grøn linie. Slutteligt findes afstanden fra F til gruppen ABCDE (markeret med magenta linie).

Grafisk kan cluster dendrogrammet tolkes som at AB og C udgør en gruppe der ligner hinanden meget. D og E ligner hinanden noget og ligner gruppen ABC mere end de ligner F, der må betegnes som forskellig fra alle de øvrige. Metoden kan anvendes med et vilkårligt antal dimensioner af datasæt.



Figur 7 Dendrogram. Output fra clusteranalysen. Navnene på prøverne A-F (objekterne) fremgår i venstre side af dendrogrammet. Afstandene mellem (ligheder og forskelle mellem) prøverne er illustreret ved afstanden på x-aksen til den lodrette forbindelseslinje mellem to prøver eller grupper. Dimensionerne er bestemt af længden af de farvede linier som repræsenterer de samme afstande som i figur 6.

Partial least squares regression (PLS-R)

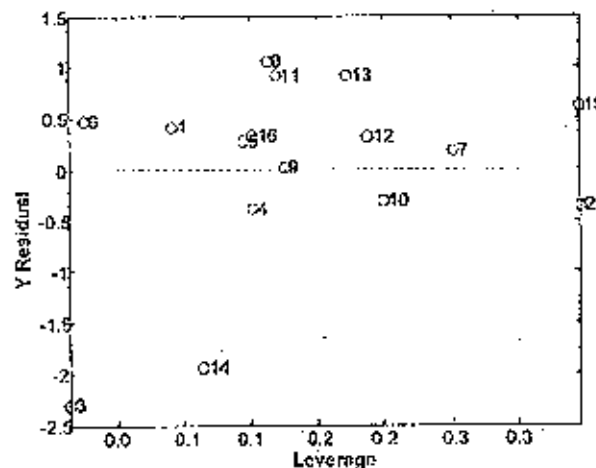
PLS er en optimering af PCA analysen i forhold til at skabe en model der kan forklare en ukendt variabel (y variabelen) ved hjælp af en lineær regression. Udvalgelsen af latente variable udføres, således at der både tages hensyn til beskrivelsen af de variable, der indgår i korrelationen (de uafhængige variable, normalt kaldet x matricen), og evnen til at beskrive den afhængige y variabel efter en veldefineret og standardiseret algoritme. Der henvises til Breerton (1990) eller Esbensen (2002) for en mere uddybende beskrivelse af metoden.

Regressions metoden anvendt i dette projekt kaldes for Partial Least Squares Regression og forkortes PLS-R eller blot PLS. Metoden udmærker sig ved at optimere udvalgelsen af latente variable, sådan at de bedst beskriver både det uafhængige datasæt og det afhængige datasæt. Det betyder at korrelationerne ofte kommer til at bestå af færre latente variable end ved andre metoder og dermed bliver mere simple og lette at fortolke. De latente variable i denne metode kaldes for "PLS-komponenter" analogt med "principal komponenter" ved principal component regression og analyse. PLS-regressionsmetoden er begrænset til at beskrive lineære sammenhænge. Dette betyder at rådata i situationer med ikke lineære sammenhænge må transformeres, f.eks. ved en log transformation, for at kunne anvende metoden. Er det ikke muligt af finde en passende transformation, kan det være nødvendigt f.eks. at anvende neurale netværk til at beskrive sammenhængen.

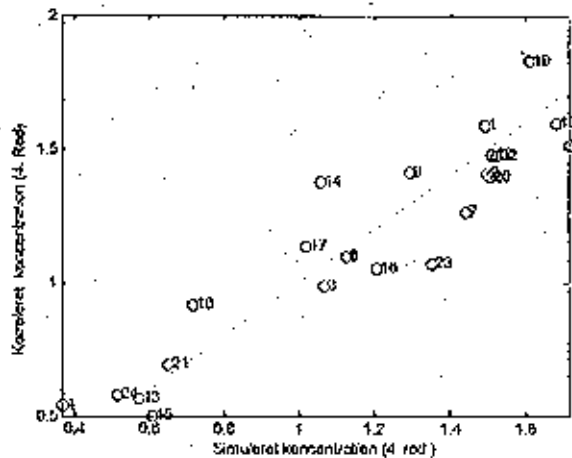
Korrelationerne valideres ved krydsvalidering enten efter "leave one out" eller segment principperne. Validerings principperne går alle ud på, iterativt og ved forskellige udvælgelses metoder at fjerne variable eller objekter for regressionskorrelationen. Herefter laves ny korrelation og virkningen af udeladelsen undersøges. Krydsvalidering anvendes når det ikke er muligt eller er for dyrt at designe undersøgelserne således at der kan etableres både et læredatasæt og et valideringsdatasæt.

Identifikation af outliers er sket ved at vurdere den enkelte prøves indflydelse (leverage) på korrelationen i sammenhæng med korrelationens (manglende) evne til at prædiktere værdien for prøven (Y standardised residual, fejl på de enkelte y prædiktioner). På figur 8 er vist et plot af "leverage mod Y std residual", hvor det ses at prøve 14 er en outlier. Prøve 14 udviser en relativ stor fejl på prædiktionen af prøvens værdi samtidigt med at prøven har høj indflydelse på korrelationen (leverage). Prøve 3 derimod er ikke en outlier, idet prøven på trods af den dårlige prædiktion (høj Y residual) ikke har indflydelse på korrelationen. I sidstnævnte tilfælde ville det være forkert at fjerne prøven, idet denne er med til at beskrive usikkerheden på prædiktionerne ved hjælp af korrelationen.

Outliers opstår sædvanligvis ved at nogle prøver udviser en unormal "adfærd" for eller imellem de variable der har betydning for korrelationen. Dette svarer til at man i figur 1 har enten meget høj Q -residual, altså ikke forklaret variation udenfor modellens forklaringsrum, eller høj T^2 residual, altså variation indenfor modellens forklaringsrum men udenfor modellens udspændingsbredde.



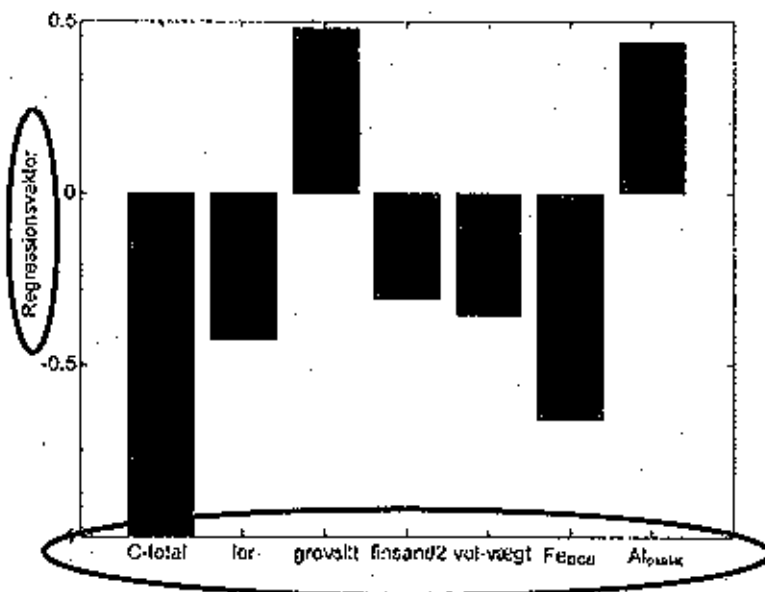
Figur 8 Prøvernes indflydelse (Leverage) på korrelationen mod fejlen i korrelationsevnen ved prædiktion af prøvens værdi (Y Residual). Plottet bruges ved udpegning af outliers i forbindelse med en PLS korrelationsanalyse.



Figur 9 Eksempel på figur der viser korrelationens prædiktionssevne.

Resultaterne fra korrelationsanalyserne illustreres i figurer med korrelationens evne til at prædiktere prøvernes værdi (figur 9), og de uafhængige variables betydning regnet med fortegn for korrelationen (regressionen), se figur 10.

Figur 9 gengiver prædiktionsplottet for korrelationen af et uafhængigt datasæt til en y variabel. På x-aksen vises den målte værdi, mens der på y-aksen vises den korrelerede værdi (den af modellen prædikterede værdi).



Figur 10 Eksempel på figur der viser de uafhængige variables indflydelse på korrelationens evne til prædiktion af de afhængige variable. De tilføjede fremhævelser er forklaret yderligere i teksten herunder.

Figur 10 viser det andet plot, regressionsplottet, der altid angives som resultat fra korrelationsanalyserne. Af regressionsplottet fremgår de uafhængige variables (markeret med grøn cirkel) indflydelse på korrelationen. Regressionsvektorerne (rød cirkel) viser størrelsen af indflydelsen, samt om der er tale om negativ eller positiv regression til den afhængige variabel.

1.4 Statistisk bearbejdning af data fra 2001/2002 indsamlet i forbindelse med undersøgelse af små private vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt

1.4.1 Klassifikation

Belægningen er klassificeret på følgende måde:

- Kun asfalt = 0
- Kun cement = 1
- Kun grus og jord = 2
- Kun sten og brosten = 3
- Blandet = 4

Dette er gjort ud fra en overvejelse om, hvor der er størst chance for at der bliver behandlet med ukrudtsmiddel.

Hvor 0 er klassificeret som mindst risiko for udvaskning, mens 4 er størst. Der er tilstræbt en lignende rækkefølge i det følgende.

Hvor der ikke er angivet afstand til *septictank, sivbånd, blok og møding* er der indsat 133 meter

Terrænfald bort fra brønd -1, intet fald 0 og mod brønd 1. Er der intet angivet sættes det til 0.

Tilstrømningsrisiko er sat til ikke sandsynlig 0, mulig 1, stor 2. Intet angivet 0.

Forurenet lille 0, mulig 1, stor 2, konstateret 3. Intet angivet 0.

Udtagningssted, Udendørs 0, køkken og bryggers 1, udhus og andet 2, stald 3.

Boring 0, boring i brønd 1 og brønd 2.

Placering have 0, andet og bygning 1, mark og skov 2 og gårdsplads 2.

1.4.2 Notation for prøver

Vandforsyninger der er undersøgt i anden undersøgelse i Storstrøms Amt, hvor der er fundet glyphosat og AMPA over grænseværdien aX.

Vandforsyninger der blev fundet glyphosat og AMPA over grænseværdien i første undersøgelse men ikke i den nye, enten fordi de ikke har villet deltage eller fordi indholdet er faldet under grænseværdien aZ. Vandforsyninger der ikke er fundet glyphosat og AMPA i i første undersøgelse a. Dette gøres for hurtigt at kunne danne sig et overblik over fordelingen i de plot der laves i analysen.

1.4.3 Strategi

Der køres på alle variable der ikke har noget med forurening umiddelbart at gøre. Det vil sige oplysninger om vandforsyningen, dybde til grundvandsspejl etc. og også de uorganiske parametre, der kan fortælle noget om hvilken grundvandstype der er prøvetaget. Derimod bruges pesticid data ikke og data om bakteriologiske parametre, idet det formodes at disse har noget med den almindelige forureningstilstand at gøre, og ikke udgør forklaringsparametre der er relevante i denne undersøgelse.

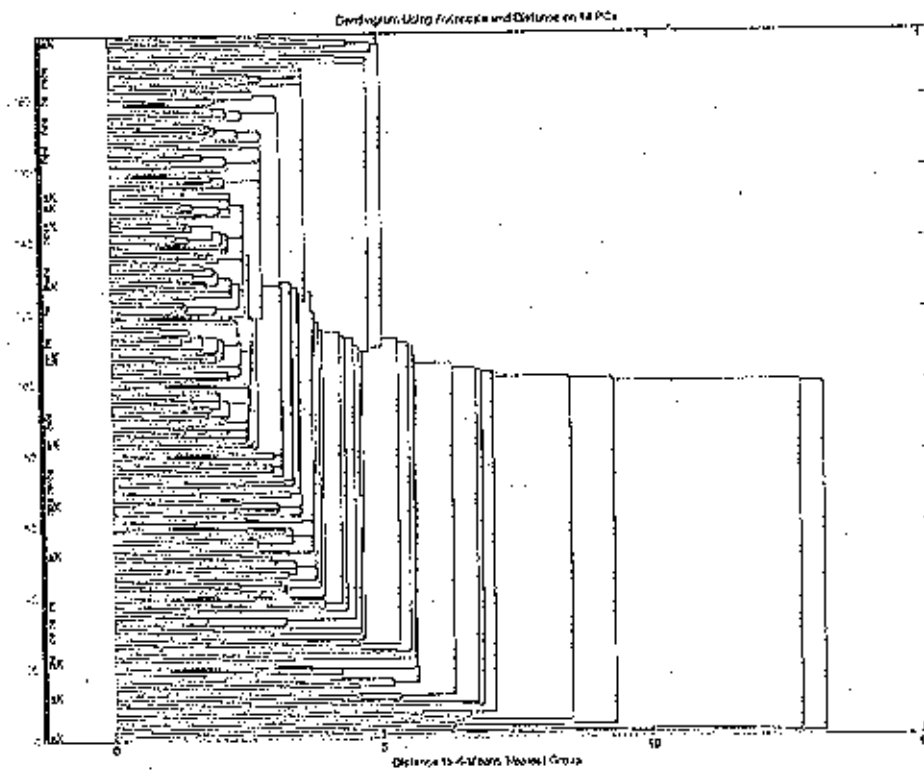
Der er gennemført en PCA analyse for at undersøge mønstre i rådata og med henblik på at finde ud af om de borer der er fundet glyphosat og AMPA i er specielle med hensyn til nogen af de øvrige parametre, der er indsamlet i undersøgelsen. I PCA vil der sædvanligvis blive ekstraheret mere end tre komponenter og det kan derfor være vanskeligt at afgøre om der eksisterer en underliggende gruppering. Der er derfor kørt en cluster analyse på objekternes koordinater i det reducerede variabelrum, d.v.s. projiceret ind på principal komponenterne for at afsløre om der ligger underliggende strukturer, der kan gruppere grupper med fund af glyphosat og AMPA sammen med objekter med særlige karakteristika.

Slutteligt forsøges med en PLS regression at klarlægge om der findes umiddelbare sammenhænge mellem koncentrationen af glyphosat og AMPA og f.eks. uorganiske parametre. Denne regression vil vise om der er anlæg med fund der er mere sårbare end andre baseret på de informationer vi har.

1.4.4 Test 1

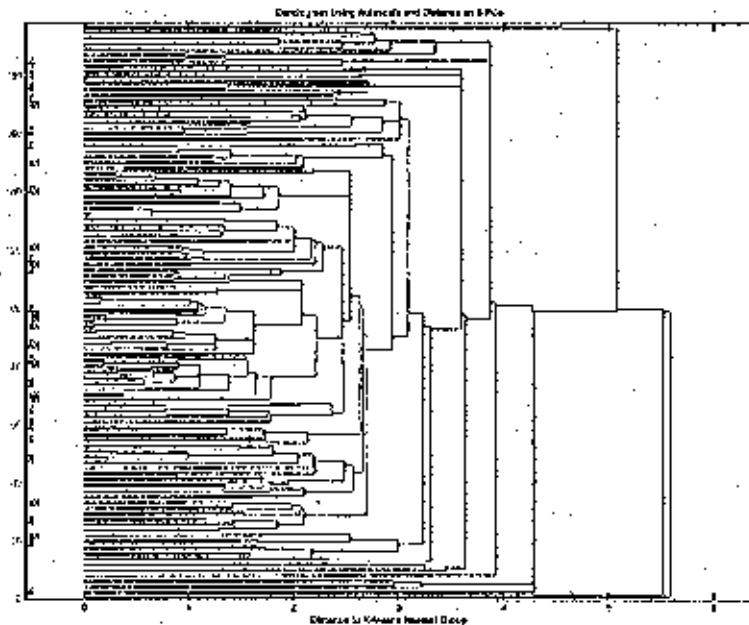
Her undersøges alle objekter med oplysninger fra interview skema og med oplysninger om uorganiske parametre.

Ved at tage alle objekter og alle interview data sammen med de uorganiske parametre får en temmelig dårlig model. Der skulle ekstraheres 14 pca for at kunne forklare 80% af variationen i datasættet hvilket bestemt tyder på et ret tilfældigt fordelt datasæt. Cluster analysen på datasættet er vist i nedenstående figur, og det ses tydeligt at objekter der er fundet glyphosat og AMPA i, i sidste analyserunde(aaX) og de der blev fundet i, i forrige runde (aZ) fordeler sig nogenlunde jævnt blandt objekter der hører til den ene eller til den anden gruppering i det totale datasæt.



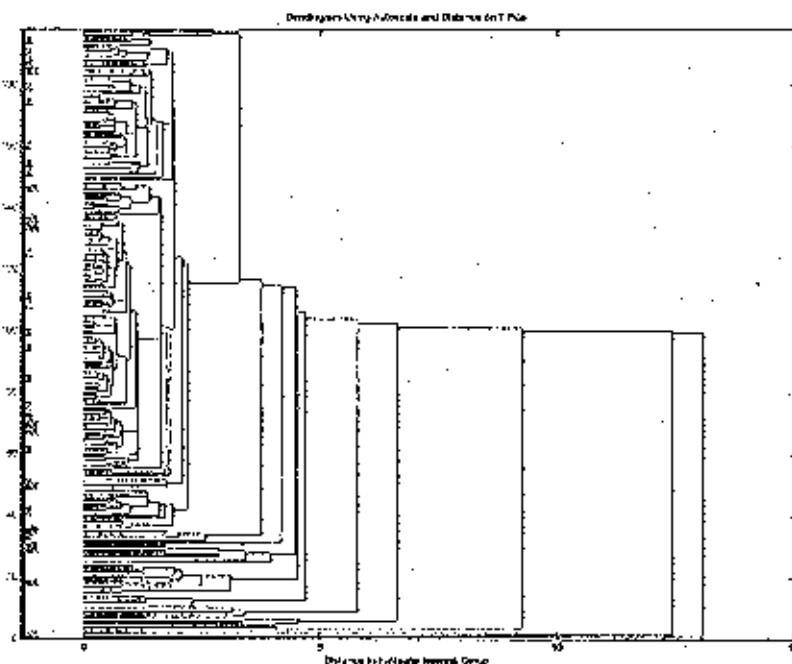
Figur 11 Test af alle prøver fra Storstrøms Amt med alle interview data og uorganiske parametre.

Herefter tages alle variable dog uden uorganiske parametre. Modellen her er noget bedre, idet der her kun skal 3 principale komponenter til at forklare 80% af variationen i datasættet. Dendrogrammet, figur 12, antyder heller ikke her at der er en separation af objekter med fund baseret på interview skemaet.



Figur 12 Test af alle prøver fra Storstrøms Amt med kun interview.

Slutteligt testes alle objekter men kun med de uorganiske parametre. Med 7 principal komponenter kan vi forklare 82% af variationen i datasættet. Clusteranalysen, figur 13, viser at de vandforsyninger med fund over grænseværdien heller ikke på det område er specielle, idet de fordeler sig helt jævnt i forhold til alle de undersøgte vandforsyninger.



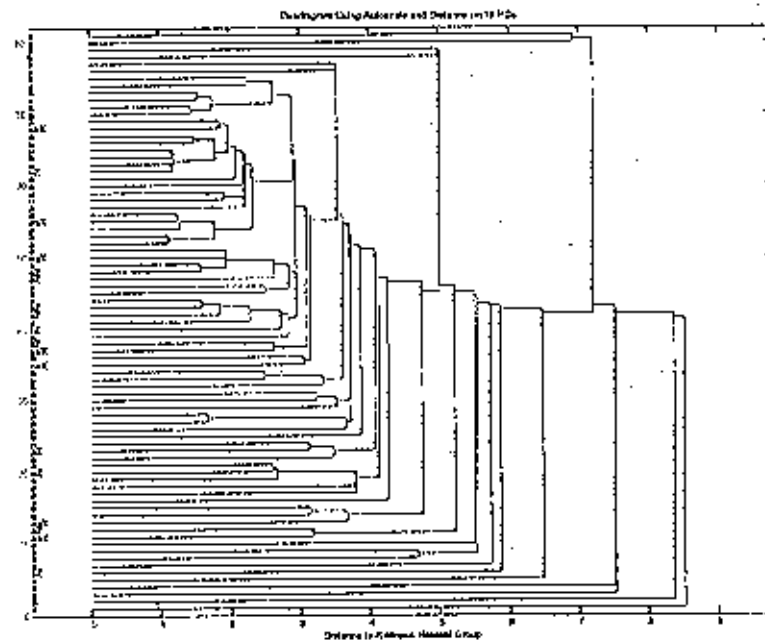
Figur 13 Test af alle prøver fra Storstrøms Amt kun med uorganiske parametre.

1.4.5 Test 2

Ovennævnte mangel på sammenhæng kan skyldes at der sammenlignes prøver fra forskellige anlægstyper. Fund i brønde udgør den største population, derfor testes om der indenfor brøndene kan identificeres egenskaber der udskiller fund gruppen med ikke fund gruppen.

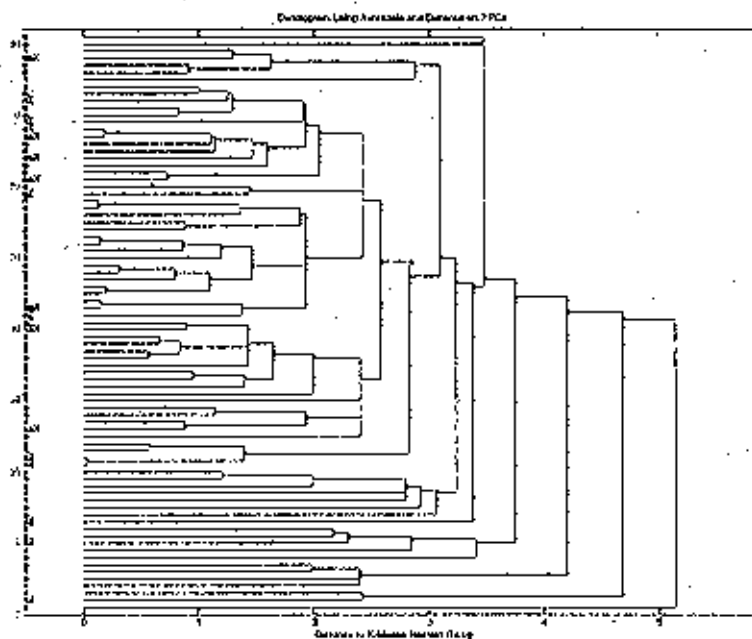
Hvis man kigger på alle data fås en model der er vanskelig at forklare, nogenlunde svarende til fig. 11, og der skal 11 pca til at forklare 81% af variationen i datasættet.

Clusterdiagrammet, figur 14, viser at fund og "ikke fund" fordeler sig tilfældigt i dette datasæt.



Figur 14 Test af prøver fra brønde fra Storstrøms Amt med alle interview data og uorganiske parametre.

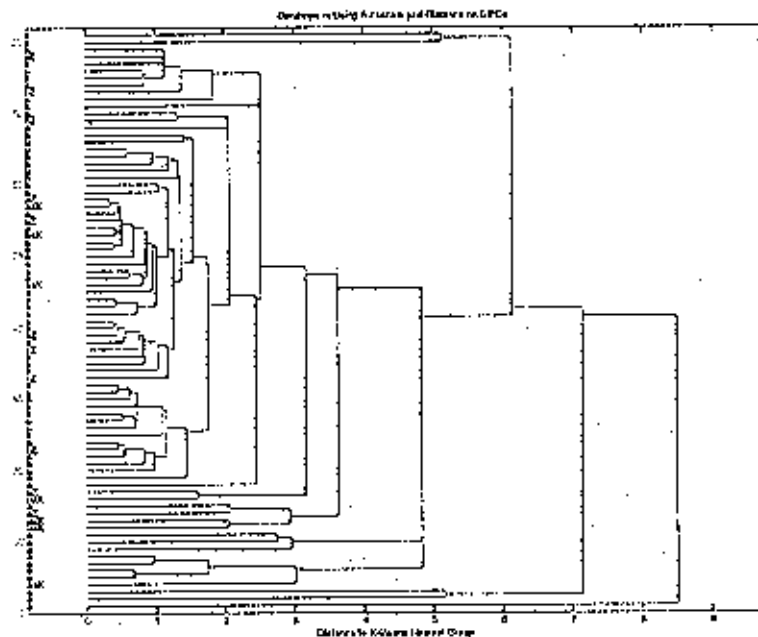
En test af samme prøver fra brønde giver heller ikke nogen klar gruppering af fund gruppen, figur 15.



Figur 15 Test af prøver fra brønde fra Storstrøms Amt kun med interview data.

Heri skulle dog kun 7 pc'ere til at forklare godt 80% af variationen, så det er en lidt bedre model. Med lidt god vilje kan man her og i sidste plot finde hovedparten af overskridelserne indenfor en gruppe der er relativt snæver i variation. Ved at kigge på bi-plot, (ikke vist) kan der muligvis peges på en betydning af belægnings omkring brønden, men det er en svag og ikke signifikant indikation.

Tages kun kemidata fås en endnu bedre model. 6 pc'ere kan forklare godt 81% af variationen i datasættet.



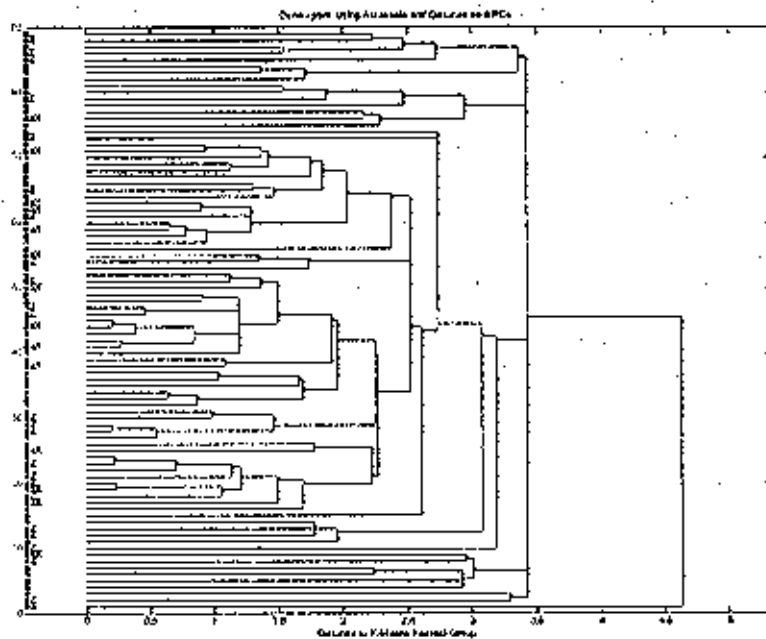
Figur 16 Test af prøver fra brønde fra Storstrøms Amt med uorganiske parametre.

Ved kun at medtage uorganiske parametre blev grupperingen indikeret i figur 15 ikke bekræftet, figur 16.

1.4.6 Test 3

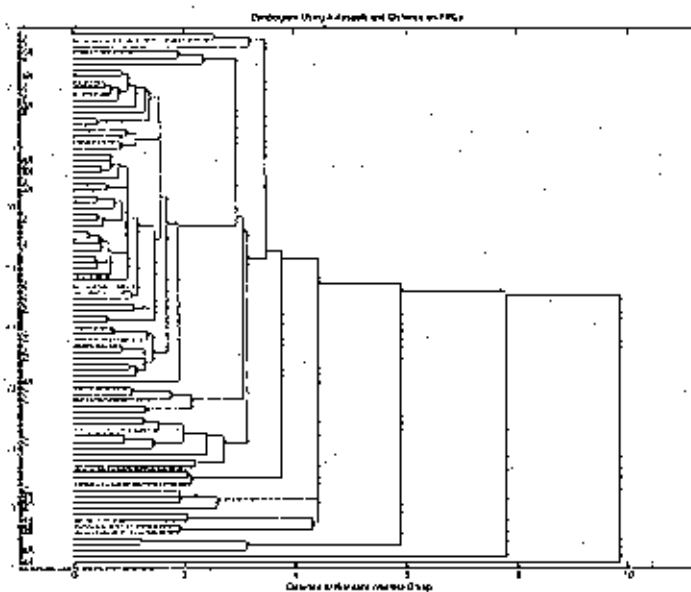
En mangel på sammenhæng mellem brøndene kan skyldes at der er undersøgt anlæg hvorom man i nogle tilfælde ved der har været anvendt glyphosat, anlæg hvor man ved det ikke har været anvendt og endeligt anlæg hvor det er usikkert. Det betyder at anlæg der er følsomme overfor glyphosat anvendelse evt. ikke er forurenet ganske enkelt fordi glyphosat ikke har været anvendt. Test 3 vil derfor teste "ikke fund" gruppen, men kun de anlæg hvor der fra interview undersøgelsen er indikeret at glyphosat har været anvendt samt de anlæg der i 2003 har været fund i.

Test 3 følger test 1 og test 2, dog er der ikke vist resultaterne hvor både kemi data og interview data er medtaget, idet disse altid medførte dårligt forklarede modeller. Der er i alle tilfælde ekstraheret mindst 80% og maksimalt 85% af variationen i datasættet, antallet af principalkomponenter fremgår af figurerne.



Figur 17 Alle anlæg uden fund men hvor glyphosat har været anvendt sammen med fund gruppen. Kun interview data.

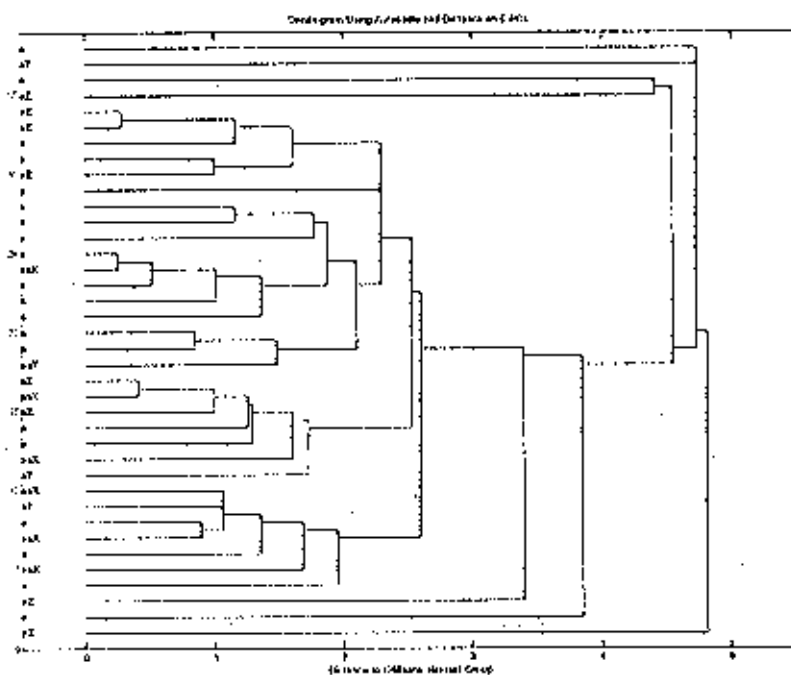
Figur 17 viser at der i det reducerede datasæt ikke er gruppering af fund gruppen i forhold til ikke fund gruppen. Dette billede bekræftes hvis der testes på kemi data, figur 18.



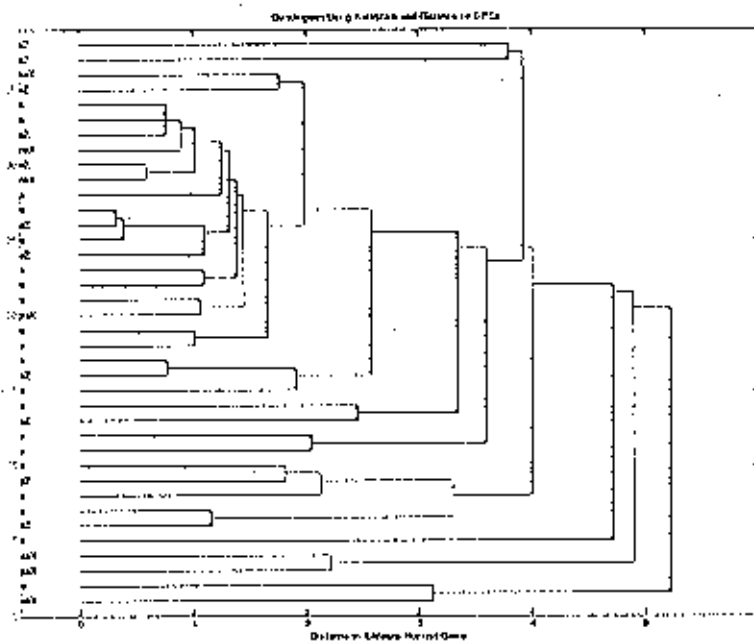
Figur 18 Alle anlæg uden fund men hvor glyphosat har været anvendt sammen med fund gruppen. Kun kemi data.

I lighed med test 2 kan brøndene undersøges separat.

Som det fremgår af figur 19 og figur 20 er der heller ikke blandt brøndene gruppering baseret på de undersøgte variable.



Figur 19 Brønde uden fund, men hvor glyphosat har været anvendt sammen med fund gruppen (brønde). Kun interview data.

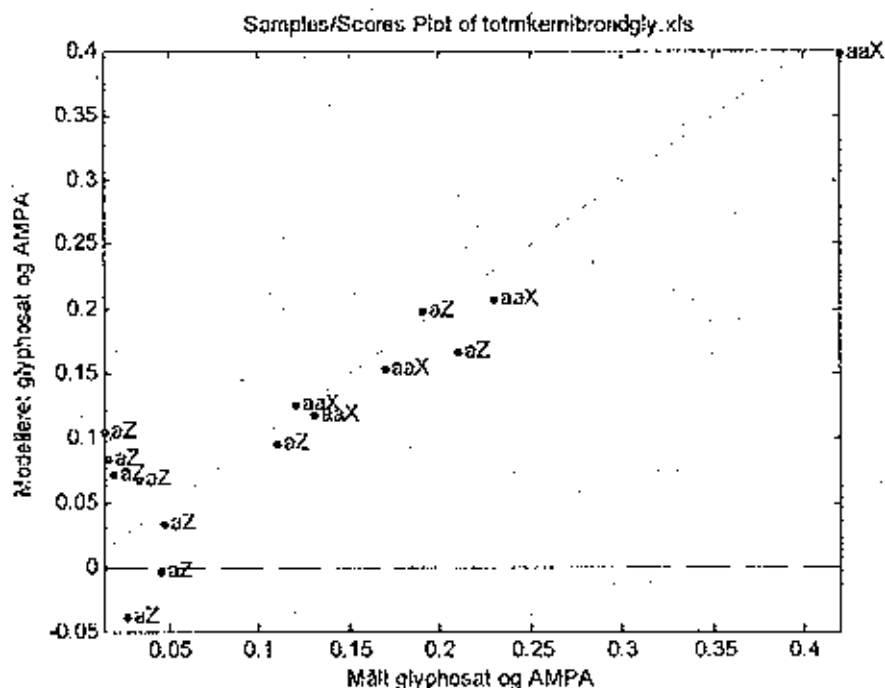


Figur 20 Brønde uden fund men hvor glyphosat har været anvendt sammen med fund gruppen (brønde). Kun kemi data.

1.4.7 Test 4

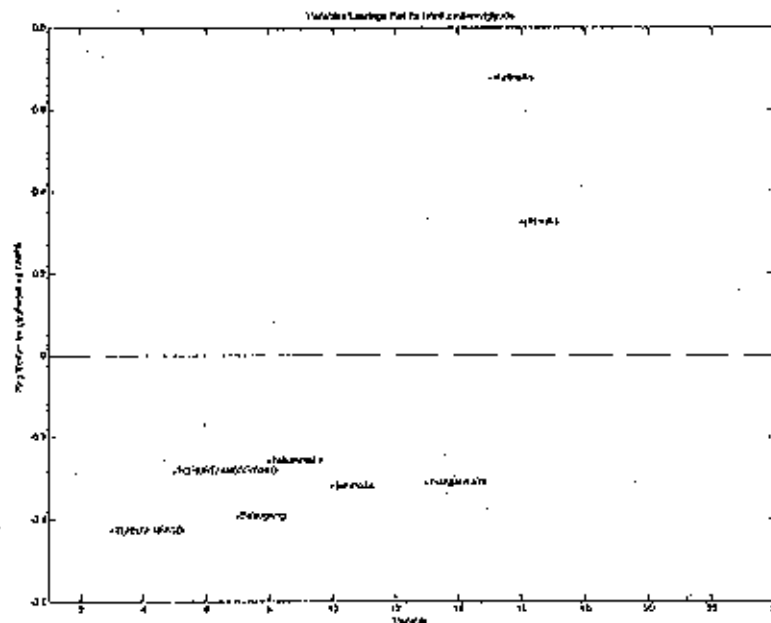
Blandt fund gruppen vil det være relevant at undersøge om der indenfor denne gruppe er sammenhæng mellem forureningsgraden og interview og kemi data. Dette er gennemført ved at køre en PLS regression hvor sum koncentrationen af glyphosat og AMPA er korreleret til datasættet. En test hvor alle anlægstyper er medtaget gav ikke noget sammenhæng, hvorimod et reduceret objekt sæt med kun brønde gav en god model. Der blev blandt de 24 brønde identificeret 3 outliers, og det resterende datasæt gav en model hvorfra 84% af variationen i koncentrationen kunne forklares.

Modellens evne til at prædikere koncentrationen er fornuftig, figur 21. Det ses at lave koncentrationer er vanskelige at prædikere, men i dette koncentrationsinterval må det også forventes at der er en betydelig usikkerhed på målingen, hvorimod de højere værdier rimeligt sikkert kan estimeres.



Figur 21 PLS model lens prædiktionssevne. Der er medtaget brønde med fund samt kemidata og interview data.

Variable uden indflydelse på modellen er fjernet. Betydning af variable der er medtaget fremgår af figur 22. Regressionen skal læses med fortegn, det vil sige at negativ regression betyder lavere koncentration og at positiv regression betyder højere koncentration.



Figur 22 Betydning af variablene på koncentrationen af glyphosat og AMPA i brønde fra Storstrøms amt.

Det er ret overraskende at det man har vurderet som lille forureningsrisiko samt terrænfald væk fra brønd giver anledning til stor risiko giver anledning til forøget risiko. Det er ligeledes overraskende at belægningstypen har den modsatte effekt af hvad der er forudsat.

Med hensyn til kemi data er det ikke overraskende at pH har stor betydning. I Kupa projektet er der undersøgt sammenhængen mellem glyphosats bindingsevne og jordparametre, her havde pH meget stor betydning. Nitrit er relateret til tilstedeværelse af organisk stof (nitratreduktion), mens jern og mangan ofte er relateret til dybden til grundvandet.

1.4.8 Konklusion – oplysninger fra Storstrøms Amt indsamlet i 2001/2002

I PCA testene kunne der ikke med de valgte kombinationsmuligheder og med de anvendte data identificeres grupperinger af fund gruppen i forhold til "ikke fund" gruppen, og dermed kunne der heller ikke peges på egenskaber ved anlæggene eller vandets kemi der kan forklare hvorfor nogle anlæg er forurenede og andre ikke. Dette kan skyldes en række årsager:

- Interview data er upræcise og/eller at der ikke er anvendt samme kriterier for vurderingerne på anlæggene. Det er dog samme interviewer og prøvetager, der har indsamlet alle vandprøver og oplysningerne til det første interviewschema. Ved genbesøget i 2005 blev der ikke fundet forkerte oplysninger i det materiale, der tidligere blev indsamlet. Analysedata indsamlet i 2001 må derfor anses som præcise og sammenlignelige.
- Den ranking der er anvendt i testene er ikke korrekt i forhold til rækkefølgen med hensyn til sårbarhed. Dette er meget sandsynligt og bekræftet i PLS analysen.

- De egenskaber der har betydning for om glyphosat og AMPA udvaskes er ikke identificeret. Dette undersøges i projektets fase 2, idet en nærliggende årsag kunne være geologiske forhold.
- Grunden til at glyphosat og AMPA findes i anlægene skyldes u hensigtsmæssig adfærd, hvilket kan være endog meget vanskelig at identificere. Dette understøttes også af at der i de anlæg, der i dag stadig er aktive er fundet en langt mindre andel med fund af glyphosat eller AMPA end i de anlæg der ikke i dag indvinder grundvand. Dette kunne tyde på, at ejere til aktive anlæg har ændret adfærd efter den første undersøgelse, hvor der blev fundet glyphosat/AMPA i drikkevandet fra deres anlæg.

Korrelationsanalysen, der viser sårbarheden indenfor gruppen med fund i brønde, indikerer at den måde belægningens betydning vurderes, samt de kriterier der har været anvendt til en vurdering af sårbarheden, herunder også terrænform, har været forkerte. Dette har givet anledning til en nærmere undersøgelse af disse forhold blandt de brønde, der har haft fund i 2005, hvor der blev indsamlet oplysninger om forholdene omkring de enkelte anlæg. Det var dog ikke muligt at identificere betydende sammenhænge mellem belægning og forhold omkring de enkelte anlæg. De indsamlede oplysninger og foto dokumentation viser at alle de besøgte anlæg har meget varierende belægningsformer, og belægningstyperne varierede fra staudebed, græsplæne, grus under halvtag, cementdække, perlegrus, jord under træ terrasse, fliser, grus, perlegrus, eller stabil grus over gamle brobelægnings og forskellige mellemformer, som f.eks. perlegrus med græs og andre planter.

Endelig tyder korrelationsanalysen på, at der er en betydning fra parametre der har betydning for glyphosat og AMPA's bindingsevne til jordpartikler samt til grundvandets sammensætning. Disse indikationer er beskrevet i næste afsnit.

1.5 Statistisk bearbejdning af data fra 2005 indsamlet i forbindelse med undersøgelse af anlæg med fund af glyphosat/AMPA i små private vandforsyningsanlæg i Storstrøms Amt

Ved den statistiske bearbejdning af analyseresultater indsamlet i 2005 er der anvendt de vandprøver, hvor der er analyseret for glyphosat, AMPA, BAM og for hovedbestanddele. Desuden er der anvendt andre indsamlede oplysninger som f.eks. vandspejlets beliggenhed i de brønde, boringer og håndboringer, hvorfra vandprøverne er udtaget, samt prøvetype.

Der blev i de første bearbejdnings anvendt sum koncentration for glyphosat + AMPA i alle de analyserede vandprøver med fund, og en lineær regressions model blev forsøgt dannet. Denne havde dog en dårlig forklaringssevne. Tilsvarende viste en cluster analyse ikke nogen logisk udskillelse af grupper for de undersøgte vandprøver.

En sammenligning af vandprøver med fund af AMPA og vandprøver uden fund viste, at der ikke var forskel på de to grupper, hvilket kunne forventes, da det formodentlig er anvendelsen af glyphosat, der er styrende for om der kan genfindes AMPA i de undersøgte vandprøver.

Dernæst blev vandprøver med fund af AMPA testet, og 6 outliers blev fjernet, indtil modellen opnåede en sikkerhed på knap 90%.

Figur 23 viser, at PLS modellens prædiktionssevne på en rimelig måde er i stand til at forudsige AMPA koncentrationer for 21 ud af 27 vandprøver med fund af AMPA, hvor der er gennemført analyse af hovedbestanddele, mens figur 24 viser betydningen af variablene på AMPA koncentrationen i vandprøver. Variable med lille eller ingen indflydelse i modellen er fjernet, og det er således kun modtaget betydende variable.

Af figur 24 fremgår, at der er en gruppe variable der korrelerer positivt og en gruppe variable der korrelerer negativt - dels findes stigende AMPA koncentrationer ved relativt højt indhold af Na, Cl, Ca, og PO₄ og pH, mens AMPA indholdet er lavt ved stigende dybde til vandspejlet i brønde og håndboringer, stigende milliækvivalent og ledningsevne (cond). Dette stemmer godt overens med resultaterne fra håndboringerne og brøndene, der viser, at der hurtigt kan transporteres vand fra overfladen til det højtliggende grundvand og at dette er karakteriseret af højt PO₄ indhold, lav ledningsevne, men også at der også kan findes mere dybtliggende grundvand, hvor både klorid og natrium indhold er stort.

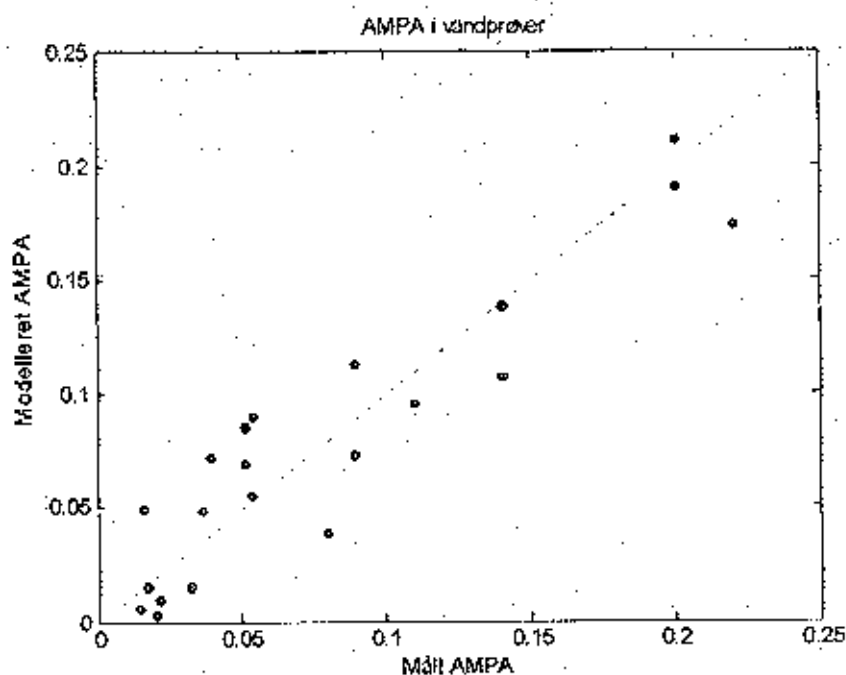
AMPA indholdet korrelerer positivt med høje calcium koncentrationer i det højtliggende grundvand, hvilket formodentligt skyldes, at jordbruget anvender kalk som jordforbedrende middel. Den positive sammenhæng mellem PO₄ og AMPA stemmer også godt overens med, at der netop findes høje PO₄ koncentrationer i de øverste jordlag og at AMPA og PO₄ formodentlig følger samme transportveje.

Den negative sammenhæng mellem stigende afstand til grundvandspejlet og et faldende AMPA indhold stemmer godt overens med at både glyphosat og AMPA koncentrationer falder med stigende dybde.

Den modsatte sammenhæng mellem AMPA og henholdsvis Cl og Na på den ene side og ledningsevnen på den anden skyldes, at vandprøverne er præget af hvilke transportveje og hvilken alder de enkelte vandprøver har, og der kan derfor skelnes mellem "tyndt" og "tykt" vand, hvor det tynde vand er regnvand der hurtigt infiltreres til det højtliggende grundvand via makroporer.

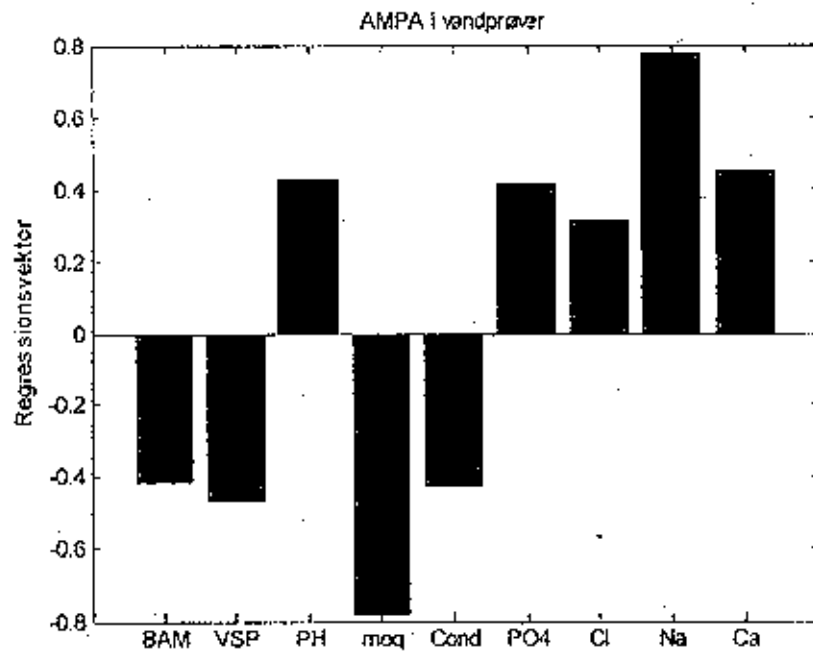
En mulig forklaring på sammenhængen mellem et højt klorid indhold og høje AMPA koncentrationer kunne være, at der ved dyrkning af roer kan anvendes gødningstyper med et højt klorid indhold, fordi roer er tolerante overfor høje kloridkoncentrationer. Imidlertid viser figur 25, at anlæggene som bidrager med data til den opstillede model, ikke er koncentreret til Lolland/Falster, hvor den mest intensive roedyrkning finder sted. Dette underbygger således, at det snarere er transportvejene ved infiltration fra overfladen, der er styrende for vandkvaliteten i de vandprøver, hvor der er fundet AMPA.

Det er også bemærkelsesværdigt at indholdet af coliforme bakterier ikke korrelerer med AMPA. Dette underbygger, at de coliforme bakterier er langt mere udbredt i det højtliggende grundvand end tidligere antaget. Desuden korrelerer AMPA negativt med BAM, og der er fundet en sammenhæng mellem lave AMPA og høje BAM koncentrationer. Dette skyldes formodentlig, at BAM forureningen er af ældre dato og at BAM derfor også vil kunne findes i dybere niveauer, selv mange år efter brugen af BAM's moderstof. AMPA's forekomst må formodes at være styret af anvendelsen af glyphosat på tilgrænsende arealer.

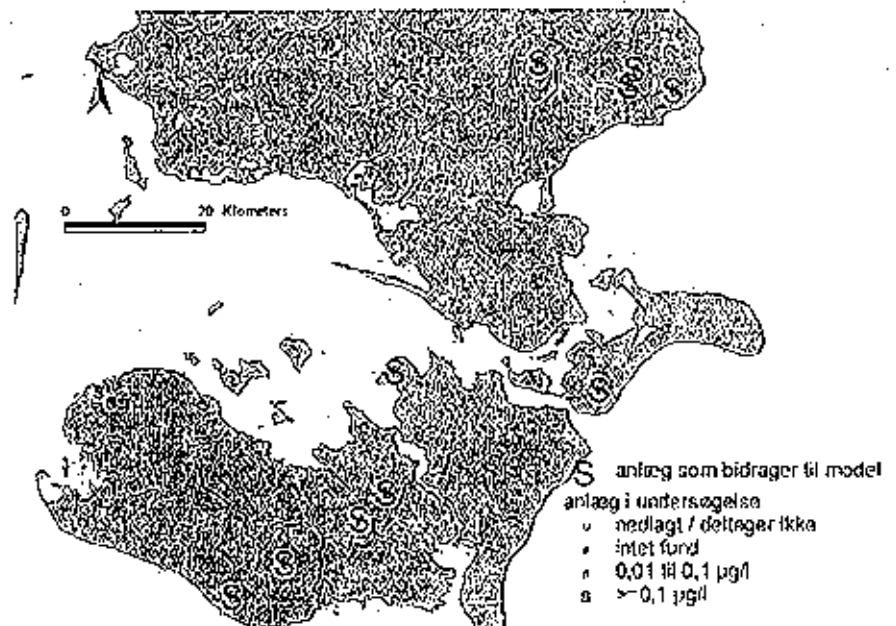


Figur 23 PLS model lens prædiktionssevne. Der er medtaget brønde, anlæg og håndboringer med fund samt kemidata og andre indsamlede data.

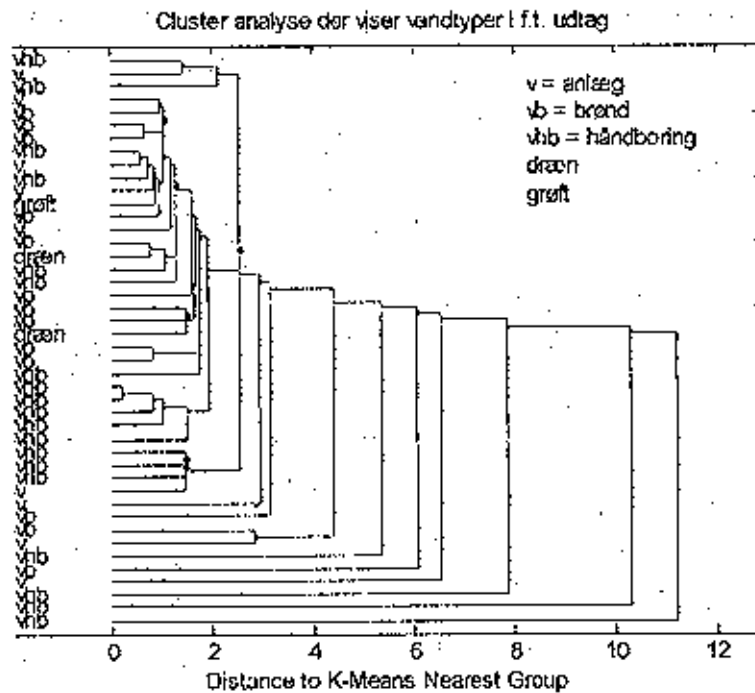
Der er også gennemført forskellige test for at undersøge, om der er forskel på om vandprøverne er udtaget fra håndboringer, brønde anlæg, grøfter etc. i relation til uorganiske parametre. Figur 26 viser, at prøvetypen ikke grupperer sig i klare grupper, og at der ikke er forskel på vandprøverne, hvad enten disse er udtaget fra håndboringer i opsprækket moræner, dræn, brønde, eller fra anlæggene. Dette var også forventeligt, da både brønde og anlæg er i direkte forbindelse med makroporerne i den opsprækkede moræner, og vandet fra de højtliggende magasiner præger derfor vandkvaliteten i både brønde og anlæg.



Figur 24. De uafhængige variables indflydelse på korrelationens evne til prædiktion af de afhængige variable. Betydning af variablene på koncentrationen af AMPA i vandprøver fra Storstrøms amt. Ved stigende AMPA koncentrationer ses en god overensstemmelse med f.eks. Na, mens der ved lave AMPA koncentrationer ses en god overensstemmelse med stigende dybde til vandspejlet.



Figur 25. Anlæg som bidrager med data til den opstillede model.



Figur 26 Vandtyper fra forskellige udtag i forhold til hovedbestanddele, AMPA og BAM.

1.6 Konklusion for data indsamlet i 2005

Den gennemførte statistiske viser, at der i det højtliggende grundvand kan skelnes mellem to forskellige vandtyper, som er karakteriseret af hvilken opholdstid vandet har haft i de højtliggende grundvandsmagasiner, og af at det er transporten gennem makroporer, opholdstider og dybden til vandspejlet som er de mest betydende faktorer, når sårbarheden af en AMPA forurening skal bedømmes.

Desuden kunne der ikke skelnes mellem forskellige vandtyper i forhold til, hvor vandprøverne var udtaget. Dette viser, at anlæg der indvinder grundvand fra højtliggende grundvandsmagasiner i ler, vil være præget af en vandkvalitet svarende til vandkvaliteten i makroporer og dræn.

En sammenligning af vandprøver med fund af AMPA og vandprøver uden fund viste, at der ikke var forskel på de to grupper, hvilket kunne forventes, da det formodentlig er anvendelsen af glyphosat, der er styrende for om der kan genfindes AMPA i de undersøgte vandprøver, der alle er udtaget ved anlæg hvor der er fundet enten glyphosat eller AMPA.