



Nørremarksvej 13, Vig

Supplerende undersøgelser 2024 og 2025

Odsherred Kommune

Dato: 13. juni 2025

Indhold

Bilagsliste	4
1. Indledning, baggrund og formål	5
1.1 Historik og baggrund	5
1.1.1 Historik: Anvendelse af pladsen til brandøvelse	5
1.1.2 Historik: Anvendelse af pladsen til oplag og håndtering af vejsalt	7
1.1.3 Historik: Værkstedsaktiviteter	8
1.1.4 Tidligere undersøgelser	9
1.1.5 Parallelle aktiviteter	10
1.2 Regional geologi og hydrogeologi	10
1.3 Formål	11
1.4 Kvalitetskriterier	11
2. Udførte undersøgelser	13
2.1 Overfladejordprøver	13
2.2 Overfladeprøver asfalt og beton	13
2.3 Filtersatte boringer	14
2.4 Ikke filtersatte boringer	14
2.5 Jordprøver fra boringer	14
2.6 Vandprøver fra filtersatte boringer	14
2.7 Synkronpejlinger	15
2.8 HPT (inkl. dissipation tests)	15
2.9 Niveauspecifikke vandprøver	15
2.10 Vandprøver fra regnvandsbrønde	16
2.11 Analyse af væske fra fundet dunk	16
2.12 Gennemgang af kloakplaner samt kloak på Nørremarksvej for identificering af tilstrømmende vand	16
3. Undersøgelsens resultater	18
3.1 Geologi og hydrogeologi	18
3.1.1 Lokal geologisk fortolkning	18
3.1.2 Synkronpejlerunder og horisontal hydraulisk gradient	19
3.1.3 HPT: Vandførende lag, dissipation tests og vertikal hydraulisk gradient	20
3.2 Overfladeprøver	22

3.2.1	Jord	22
3.2.2	Asfalt.....	22
3.2.3	Beton fra kloak	22
3.3	PFAS i jordprøver.....	23
3.3.1	PFAS sammensætning i jordprøver.....	24
3.4	PFAS i grundvandsprøver.....	25
3.4.1	PFAS sammensætning i grundvand.....	27
3.5	Vandprøver fra brønd	29
3.6	Analyse af skumvæske fra grunden	29
3.7	Cyanid i jord og grundvand	31
3.8	Jordpakke-komponenter i jordprøver, PID målinger og VOC screening	32
3.9	Gennemgang af kloakplaner samt kloak på Nørremarksvej for identificering af tilstrømmende vand	32
4.	Vurdering af undersøgelsesresultater.....	34
4.1	PFAS-jordforurening	34
4.2	PFAS-grundvandsforurening	35
4.3	PFAS-forureningens oprindelse og kilde	36
4.4	Cyanidforurening jord og grundvand	37
4.5	Jordpakke-komponenter i jordprøver.....	37
5.	Konceptuel model	37
6.	Indledende vurdering af PFAS-masse	39
7.	Konklusion og identificerede videnshuller.....	39
7.1	Konklusion.....	39
7.2	Videnshuller.....	40
8.	Referencer	42

Bilagsliste

Bilag 1	Oversigtskort alle udførte undersøgelser
Bilag 2	Oversigtskort PFAS-koncentrationer grundvand m. fortolket kontur
Bilag 3	Oversigtskort cyanid-koncentrationer grundvand
Bilag 4	Oversigtskort PFAS maks.-koncentrationer jord m. fortolket kontur
Bilag 5	Oversigtskort PFAS-koncentrationer overfladejordprøver
Bilag 6	Oversigtskort cyanid maks.-koncentrationer jord
Bilag 7	Grundvandspotentialekort pejling 25/2-2025
Bilag 8	Grundvandspotentialekort pejling 17/4-2025
Bilag 9	Profilsnit A-D geologisk tolkning
Bilag 10	Profilsnit A-D m. PFAS grundvand
Bilag 11	Profilsnit A-D m. PFAS jord
Bilag 12	Borejournaler boring B101-B126
Bilag 13	HPT-logs
Bilag 14	Feltdokumenter niveauspecifikke vandprøver
Bilag 15	Feltjournaler pejlinger og vandprøvetagning
Bilag 16	Analyseprogram
Bilag 17	PFAS sammensætning jord
Bilag 18	Tabel: Alle analyseresultater grundvand
Bilag 19	Tabel: Analyseresultater vandprøver fra Br10
Bilag 20	Tabel: Alle analyseresultater jord
	Bilag 20.1: PFAS
	Bilag 20.2: Øvrige stoffer
Bilag 21	Tabel: Analyseresultater asfalt og beton
Bilag 22	Tabel: Vandspejl synkronpejlerunder
Bilag 23	Analyserapporter grundvand
Bilag 24	Analyserapporter jordprøver
Bilag 25	Analyserapporter øvrige prøver

1. Indledning, baggrund og formål

Nærværende rapport opsamler resultaterne af de undersøgelser, der er udført inde på grunden Nørremarksvej 13, 4560 Vig, 47 Hønsinge By, Vig i efterår 2024 samt vinter/tidlig forår 2025. Den påviste forurening med PFAS er ikke endeligt afgrænset, hvorfor der er behov for yderligere undersøgelser. Rapporten skal derfor betragtes som en staderapport og endelige masseberegninger samt risikovurdering udarbejdes, når der foreligger resultater fra de undersøgelser, der påtænkes udført efterår 2025. Disse undersøgelser har fokus på at forstå særligt PFAS-forureningens udbredelse og den risiko, den måtte udgøre for relevante receptorer. På baggrund heraf skal behovet for evt. afværge fastlægges. Såfremt en afværgeløsning skal indbefatte afgravning, er en forklaring nødvendig ifm. bortskaffelse af jorden.

1.1 Historik og baggrund

Nedenstående historik er en opsummering af Region Sjællands historiske notat som bygger på Regionens arkiv, Odsherred kommunes arkiver og Odsherred Lokalkiv /4/, oplysninger fra møder og interviews med lokal-kendte brandmænd (bl.a. den 24. februar 2025), samt oplysninger fra tidligere rapporter /1/, /2/, /5/.

Ejendommen har gennem tiden haft flere adresser og matrikelnumre:

Før 1974: Hønsinge Nørreremark, matr.nr. 5b Hønsinge By, Vig
 1974: Lille Egebjergvej 18, 4560 Vig, Umatruleret areal.
 Feb. 2001: Lille Egebjergvej 18, 4560 Vig, 47 Hønsinge By, Vig.
 Sept. 2017: Nørremarksvej 13, 4560 Vig, 47 Hønsinge By, Vig.

1.1.1 Historik: Anvendelse af pladsen til brandøvelse

Trundholm Kommune overtog ejendommen 1. februar 2001 med henblik på at indrette ny beredskabsstation. Beredskabsstationen blev dog aldrig etableret. Omkring år 2003 indrettede Trundholm brandvæsen en brandøvelsesplads på det asfalterede areal syd for saltladen (BØP på nedenstående Figur 1.1). En overskåren tankvognstrailer blev anvendt som brandkar og placeret midt på pladsen. Ved den sydvestlige kant opstilledes container til røgdykkerøvelser. I dag ses et tilbageværende trappetårn, der sikrede adgang til containerne. Ud fra luftfoto ses det, at brandøvelsespladsen blev ryddet helt omkring år 2015, hvor adgangsvejen mellem pladsen foran garagen og brandøvelsespladsen spærres. /4/, /5/.

Fælles øvelser for Trundholm, Dragsholm og Nykøbing-Rørvig brandvæsen blev afholdt på Nørremarksvej 13 i 1997 og i 2002. I 1997 var der tale om en fælles beredskabsøvelse, som bestod af en røgdykkerøvelse, en teoretisk forureningsøvelse, to pumpeopgaver, en teoriopgave i brandlovgivning og en førstehjælpsopgave ved færdselsuheld. Øvelserne fra 2002 bestod af røgdykning, teori, kemikalieuheld, personredning ved ild i bil og indsats ved trafikuheld. /4/, /5/.

Trundholm Brandvæsen blev en del af Odsherred Brandvæsen i forbindelse med kommunesammenlægningen i 2007. I 2016 blev Odsherred en del af Vestsjællands brandvæsen. /4/. Ved mødet den 24. februar 2025 oplyses det, at brandøvelserne stoppede på pladsen ved sammenlægningen til Odsherred brandvæsen. Det oplyses, at i perioden 2007-2014 har brandvæsenet ingen aktiviteter på ejendommen /5/.

Øvelser på brandøvelsespladsen bestod blandt andet røgdykkerøvelser i røgdykkercontainer, bjærgning fra køretøj og slukning af ild i væske i brandkarret. Der blev ikke til hver øvelse anvendt skum. /4/, /5/.

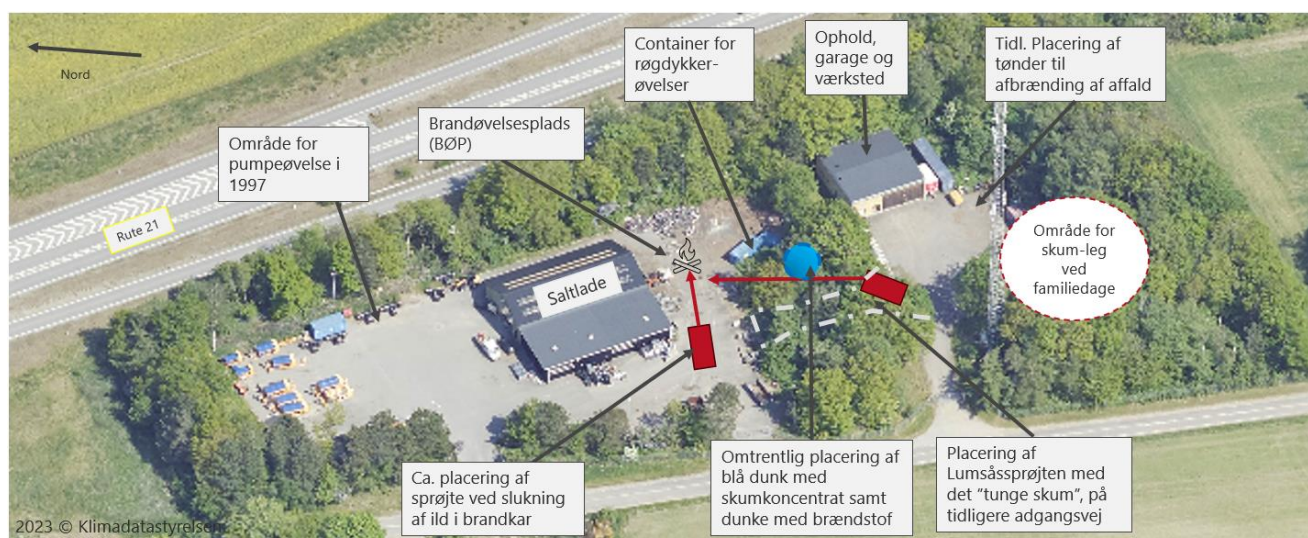
Ved mødet den 25. februar 2025, oplyses det at, der ved brandøvelser i brandkarret, var placeret et sluknings-køretøj vest for brandkarret, se Figur 1.1. Lumsåssprøjten var typisk placeret syd for øvelsespladsen, sydligst på den nu sløjfede vej mellem saltladen og garagen. Lumsåssprøjten havde en skum-/vandkanon på taget og kunne beskyde brandkarret fra større afstand. På køretøjet fra Lumsås var der også en særskilt tank til skumvæske på 200 l og skød oftest med det "gode tunge skum". Enkelte gange kunne der også være antændt brand i en gammel bil, som skulle slukkes. Efter endt øvelse blev biler kørt til skrot. Udover diesel, benzin og lignende, blev toluen også anvendt til optænding i brandkar. /5/.

Til øvelser med skum blev der anvendt 25, 50 og 75 l skumvæske pr. øvelsesgang. En skumtildriller sugede skumvæske op i de ønskede koncentrationer ved hjælp af undertryk fra vandflowet i slangen. Der var slanger mellem sprøjte (brandbil) til skumtildriller, som blev koblet på dunk med skumvæske, og herefter en slange videre til skumrør, som blev holdt af brandmand, der sprøjtede skum over det brændende emne.

I det færdige skum var der en skumvæskekoncentration på 2-3 % skumkoncentrat opblandet i vand. Tungt skum blev anvendt til væskebrænde, ved behov for stor kastelængde. /5/, /7/.

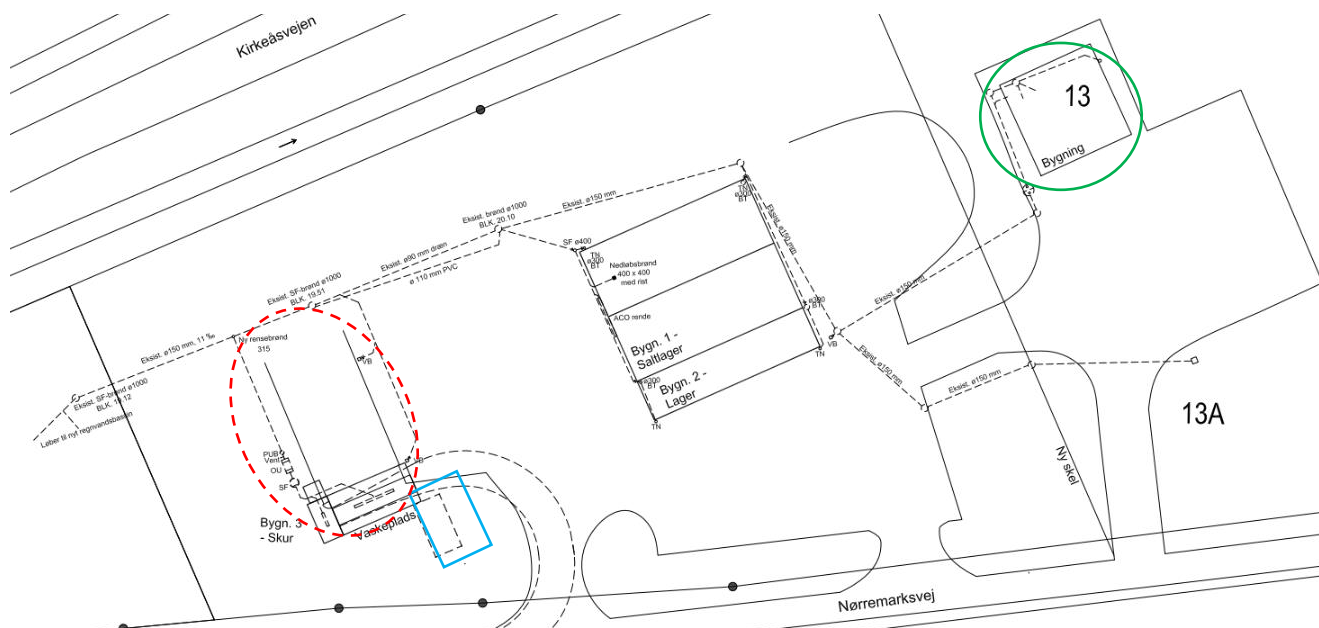
Det var vigtigt at skylle udstyret efter brug, da kuglen i kugleventilen i skumtildrilleren ellers kunne sætte sig fast i indtørret skumkoncentrat. Øvelser blev afholdt, uanset vejret, det er derfor ikke utænkeligt, at skum har blæst rundt på lokaliteten ved øvelser. Det oplyses, at der ikke har været oplag af skumvæske på Nørremarksvej. Skumvæske og udstyr blev medbragt fra de forskellige stationer. Køretøjer og udstyr blev rengjort hjemme på stationerne. /5/.

Ved besigtigelse af lokaliteten den 12. februar 2025 med Region Sjælland og Odsherred kommune blev der observeret tre dunke (å ca. 25-30 l) i buskadset under trappesatsen til røgdykkercontainerne. De to dunke indeholdt formentlig benzin eller lign, mens den tredje dunk (den nyest udseende) indeholdt en anden kemisk-lugtende væske. Denne dunk var uden låg. Ved mødet den 24. februar 2025 blev det tilkendegivet, at denne tredje dunk godt kunne indeholde skumkoncentrat. Analyseresultater har senere bekræftet, at der er tale om skumkoncentrat (se afsnit 3.6).



Figur 1.1: Skråfoto fra 2023 med angivelse af indretning og anvendelse i forbindelse med brandøvelsesaktiviteter.

På ortofoto i perioden 2010-2015, ses der olietønder eller lignende, stående i det sydøstlige hjørne af pladsen foran garagen. Ved mødet den 24. februar 2025, blev det oplyst, at det godt kunne være gamle olietønder, hvor der blev afbrændt affald. Ved samme møde, blev det også oplyst, at der til familiedage har været udbredt skum



Figur 1.3: Situationsplan fra 2018 med indtegnet kloak (nord mod højre)

1.1.3 Historik: Værkstedsaktiviteter

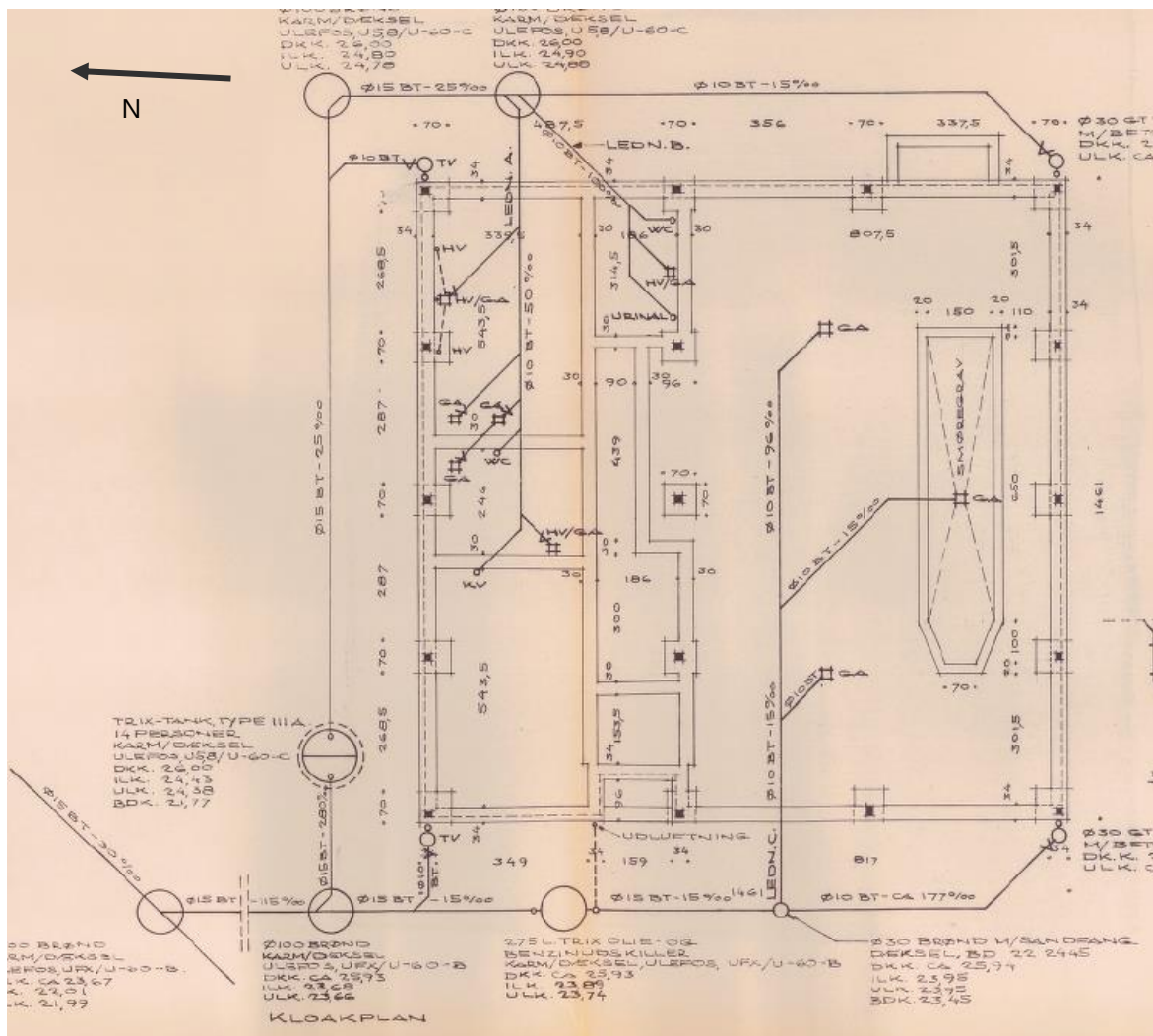
Garagebygningen (markeret med grøn cirkel på Figur 1.2 og Figur 1.3) blev opført i 1980 og indrettedes med folkerum/køkken, bad og toiletter samt værksted med smøregrav. Kloakledninger fra gulvafløb og smøregrav ledes til sandfang og olieudskiller vest for bygningen. Regnvand fra bygningen og spildevand fra køkken, bad og toilet samles i kloakledning på østsiden af bygningen, og ledes gennem trixtank, placeret ved det nordøstlige hjørne af bygningen, inden det ledes mod kloakledningen nord for, ved saltladen, se Figur 1.2, Figur 1.3, og Figur 1.4.

Foreningen for Gamle Brandbilers Bevarelse lejede sig ind i garagen fra slutningen af 1990'erne og flyttede fra ejendommen omkring 2014-2015 /4/, /5/.

I 2016 indgik Vestsjællands Brandvæsen lejeaftale med Odsherred Kommune om at leje garagen og det sydlige område af Nørremarksvej til frivilligheden /4/, /5/.

Frivilligheden vasker køretøjer på asfaltarealet foran garagebygningen med et automatisk sæbedoseringsanlæg og der anvendes skyllevoks. Liften i garagen og smøregrav anvendes ikke i dag /5/.

Der er ikke kendskab til hvilke eller i hvor stort omfang værkstedsaktiviteterne har foregået i Amtets tid /4/.



Figur 1.4: Tegning af garagen på Nørremarksvej 13a fra 1980 med kloakledninger og ruminddeling.

1.1.4 Tidligere undersøgelser

Tidligere undersøgelser på lokaliteten, afrapporteret i 2022 og 2024, /1/ og /2/, inkluderede følgende aktiviteter:

- Udførelse af 9 filtersatte boringer (B1-B10)
- Udtagning af i alt 30 jordprøver, heraf størstedelen terrænprøver og enkelte prøver ned til 2,3 m.
- Udtagning af 11 vandprøver fra filtersatte boringer
- Udtagning af 2 vandprøver fra kloaksamlebrønd i nedstrøms ende af lokaliteten (Br10)
- Analyse af alle vand- og jordprøver for PFAS22
- Overfladeafstrømningsforsøg med udpumpning af vand på overflade for at undersøge vandets strømningsveje på områdets overfladearealer.
- Vandprøver fra nedstrøms og opstrøms lokaliteter
- Fuglebæks å nedstrøms, samt 3 brønde og 1 markdræn op- og nedstrøms.

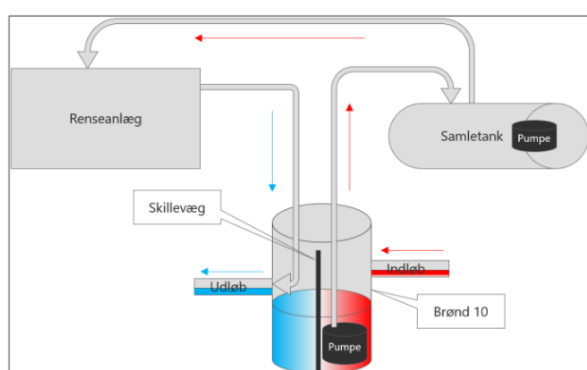
De tidligere undersøgelser påviste en omfattende og ikke afgrænset PFAS forurening i jord, grundvand og kloak /1/, /2/.

1.1.5 Parallelle aktiviteter

Projektet omkring den påviste forurening med PFAS afstedkommer en række parallelle aktiviteter til de udførte undersøgelser på lokaliteten, som nærværende rapport omhandler.

Midlertidigt rensningsanlæg

Indledningsvist er der opsat et midlertidigt rensningsanlæg, der fra den 4. april 2025 har opsamlet og rensset vand fra Br10, som modtager al kloak- og overfladevand fra grunden. I denne brønd er der nu etableret en skillevæg, således at vand der løber til Br10 opsamles i den ene halvdel og ledes til buffertank, hvorefter vandet passerer først et sandfilter og derefter et kulfilter, for slutteligt at blive ledt tilbage i den anden halvdel af Br10, se Figur 1.5.



Figur 1.5: Principskitse for det midlertidige rensningsanlæg t.v. og anlægget igangsat april 2025 t.h.

I forbindelse med udledningstilladelsen for det midlertidige afværgeanlæg, udtages vandprøver fra vandløb på udvalgte steder mellem lokaliteten og udløbet i Sejerøbugten. Dette behandles i særskilt notat.

Berørte naboarealer

Da der er kendskab til, at der er et forløb af drænen - herunder markdrænen - til arealer på den nordøstlige side af Rute 21 er der foretaget en screening inden for et mindre område (Odsherredvej 8) i januar 2025, hvor der også blev påvist PFAS-forurening /6/. Der planlægges en større undersøgelse ift. naboarealerne nedstrøms.

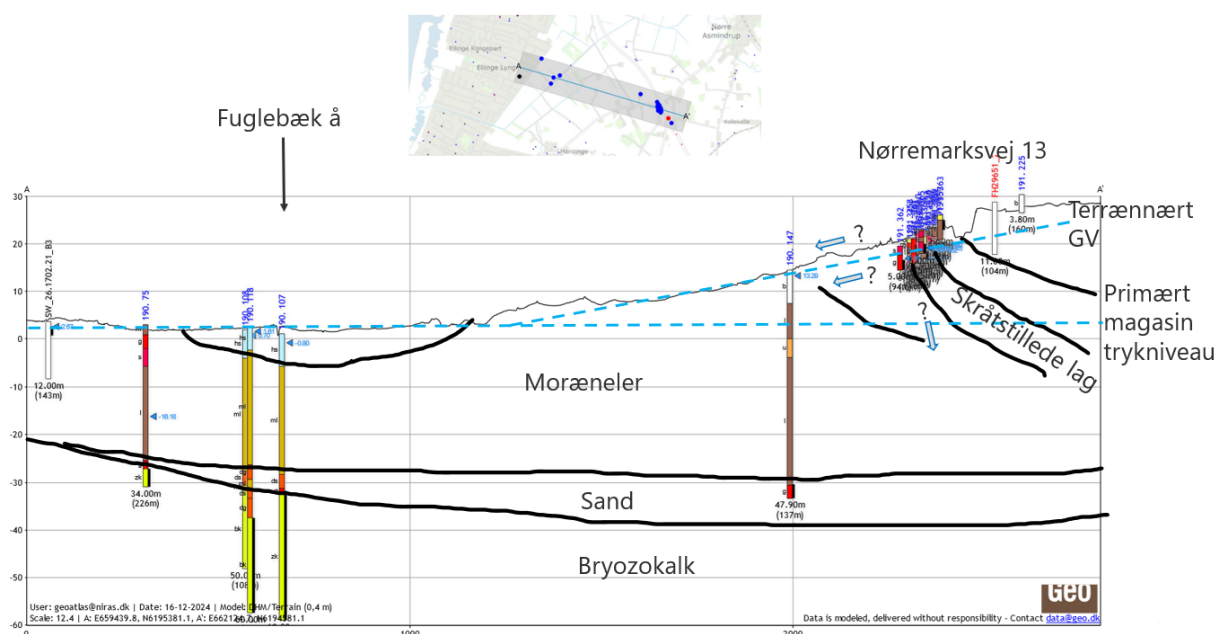
Mulige afværgetoder

Sideløbende med undersøgelserne drøftes muligheder for afværge ift. jord- og grundvandsforurening.

1.2 Regional geologi og hydrogeologi

Nørremarksvej 13 befinder sig, jf. /3/ tæt på toppen på en israndbakke, hvor skråtstillede lag af sand og moræner dominerer den terrænnære geologi, se Geoatlas udtræk med fortolket geologi i Figur 1.6. Det terrænnære grundvand og det dybere primære magasin har overordnet begge strømningsretning mod Fuglebæks å, men grundet de skråtstillede lag, kan spredningsvejene for vand og forurening lokalt på Nørremarksvej variere. Det må forventes, at infiltrerende vand dels bevæger sig fra lokaliteten via kloak og markdrænen, via strømning i det terrænnære grundvand og dels vil noget sandsynligvis bevæge sig nedad mod det primære magasin. Størrelsen

af hver delkomponent af strømmingen mod Fuglebæk å er ukendt, og det er markeret ved spørgsmålstegn ved de blå pile i Figur 1.6.



Figur 1.6: Regionalt tværsnit fra Nørremarksvej 13 og mod Fuglebæk å. GV: grundvand

1.3 Formål

Formålet med de supplerende undersøgelser i efterår 2024 og vinter 2025 er at undersøge forureningen på Nørremarksvej 13 yderligere, herunder:

- Afgrænse jordforureningen med PFAS yderligere vertikalt.
- Indledningsvist belyse den vertikale udstrækning af grundvandsforureningen med PFAS i områder med kraftigst forurening.
- Afgrænse jord- og grundvandsforureningen med PFAS horisontalt særligt mod E21 på den østlige del af grunden og mod den sydlige ende af matriklen.
- Undersøge de geologiske og hydrogeologiske forhold til større dybde samt fastlægge strømningsforhold i det terrænnære forhold for at kunne vurdere, hvordan de lokale geologiske og hydrauliske forhold påvirker spredningen af PFAS i grundvandet.
- Belyse indhold af PFAS i betonoverfladen i regnvandsbrønde til vurdering af mulig afsmitning fra betonen som kilde til forhøjede indhold i kloakvandet.
- Belyse evt. PFAS-håndtering på den sydlige del af matriklen
- Identificere eventuel tilstrømning via afløb til grunden
- Belyse omfanget af cyanidforurening i jord- og grundvand ved analyse af udtagne prøver, udvalgt pba. af historisk gennemgang af håndtering af vejsalt på matriklen.

1.4 Kvalitetskriterier

Analysen for PFAS af jord, grundvand og vand fra brønde er sammenlignet med og vurderet efter gældende kvalitetskriterier, som fremgår af Tabel 1.1.

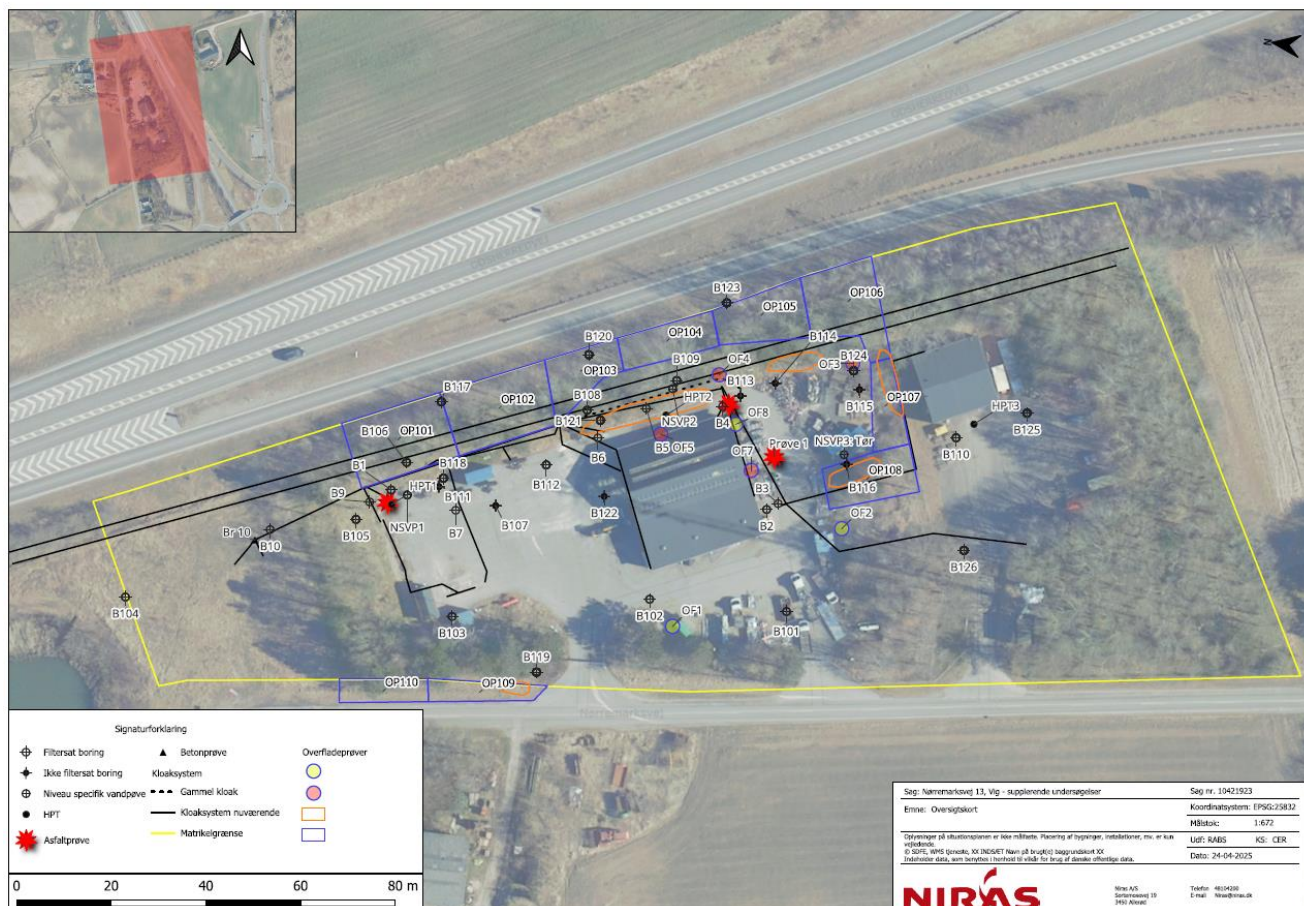
Tabel 1.1 Gældende PFAS kvalitetskriterier jord, grundvand og overfladevand.

Medie	Stoffer	Værdi	Enhed	Kilde	Betegnelse
Jord	PFAS4	10	µg/kg TS	/8/,/12/	Jordkvalitetskriteriet (JKK)
	PFAS22	400	µg/kg TS		
Grundvand	PFAS4	2	ng/L	/8/, /12/	Grundvandskvalitetskriteriet (GVK)
	PFAS22	100	ng/L		
Overfladevand	PFOS	0,65 (i fersk-vand)	ng/L	/11/	Miljøkvalitetskrav (MKK)
	PFOA24-eq.	4,4	ng/L	/9/	Vandkvalitetskriterium

Kvalitetskriterier for PAH, metaller, kulbrinter, cyanid m.m. findes i /12/.

2. Udførte undersøgelser

Beskrivelse af de udførte undersøgelser fremgår af de følgende delafsnit. Alle undersøgelsespunkter på Nørremarksvej 13, inklusiv de tidligere udførte fra /1/ og /2/, ses i Figur 2.1.



Figur 2.1: Alle undersøgelsespunkter Nørremarksvej 13, inklusivinklusive punkter fra /1/ og /2/

2.1 Overfladejordprøver

Der er udtaget 10 overfladejordprøver (OP101-OP110) som blandeprøver fra nedstik fra 10 delarealer på matriklen med henblik på afgrænsning af tidligere konstateret PFAS forurening (/1/ og /2/) i de øvre jordlag fra 0-0,5 m ut. Overfladeprøverne er udtaget fra hhv. 0-10 cm u.t. og 30-50 cm u.t. og er analyseret for PFAS22, hvori også PFAS4 indgår (se Bilag 16 for analyseprogram).

Analysen er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 24 .

2.2 Overfladeprøver asfalt og beton

Der er udtaget 3 asfaltprøver på matriklen og 1 betonprøve fra bunden af kloakbrønd, alle er analyseret for PFAS22. Asfaltprøverne er taget for at undersøge, i hvilket omfang asfalten har optaget PFAS, som løbende kan frigives ved regnhændelser. Betonprøven er udtaget på bunden af brønd Br10, nedstrøms i kloaksystemet på matriklen for at undersøge, om kloakkens belægning har optaget PFAS, som løbende kan frigives.

Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 25.

2.3 Filtersatte boringer

Der er udført 10 filtersatte boringer til 5-6 m ut. i efteråret 2024 (B101-106, B108-B110 og B112) og 10 filtersatte boringer til 7-8 m ut. i vinteren 2025 (B117-B121 og B123-B126). Boring B122 var ligeledes planlagt til 7 m u.t., men blev stoppet 1 m u.t. pga. risiko for an boring af kloakledning samt forekomst af kemisk lugt. Boringerne er udført for at kunne karakterisere og afgrænse forurening i jord og grundvand og for at kunne beskrive geologien i de terrænnære lag, som er styrende for grundvandsstrømningen og dermed forureningstransporten på lokaliteten. Yderligere er boringerne etableret for at kunne udføre synkronpejlerunder til bestemmelse af grundvandets strømningshastighed og retning. Boringerne udført i vinteren 2025 er placeret pba. observationerne fra boringerne udført i efteråret 2024.

Boringerne er udført af DJ Boringer i perioden 29/10-1/11 2024 og 12-18/2 2025. NIRAS har ført tilsyn med borearbejdet. Borejournaler er vedlagt i Bilag 12

2.4 Ikke filtersatte boringer

Der er udført 6 ikke filtersatte boringer til 2 mut. (B107, B111 og B113-116). Fra disse er der udtaget jordprøver for hver halve meter til 2 mut. for geologisk karakterisering, og jordprøverne er analyseret for PFAS for afgrænsning af forurening i de øvre jordlag.

Boringerne er udført af DJ Boringer i perioden 29/10-1/11 2024. NIRAS har ført tilsyn med borearbejdet. Borejournaler er vedlagt i Bilag 12.

2.5 Jordprøver fra boringer

Fra boringerne udført i efteråret 2024 er der udtaget jordprøver for hver halve meter til 2 mut, og fra de resterende 10 boringer, udført vinteren 2025, er der udtaget jordprøver for hver halve meter til fuld boredybde. I alt 186 jordprøver er udtaget fra hhv. filtersatte og ikke filtersatte boringer. Alle jordprøver er analyseret for PFAS22, 86 prøver er analyseret for cyanid, og 74 jordprøver, udtaget inden for de øverste 4 meter, er analyseret for jordpakken (kulbrinter, 7 PAH og 6 metaller: Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn). Parametre i jordpakken relaterer sig til værkstedsaktiviteterne på ejendommen. Analyse af jordpakken er desuden et krav ifm. bortskaffelse af jord ved en evt. senere afgravning og indgår i forklassifikation forud for afgravning. En jordprøve fra B122 er desuden VOC-screenet ifm. kraftig kemisk lugt ved boring. Jordprøverne er derudover brugt til geologisk beskrivelse og der er målt PID-udslag efter 24 timers henstand for alle prøver fra boring B117-B126.

Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 24.

2.6 Vandprøver fra filtersatte boringer

Der er den 18/11-2024 udtaget vandprøver fra de filtersatte boringer B101-B106, B108-B110 samt B112. Den 25/2-2025 er der udtaget vandprøver fra de filtersatte boringer B117-B126. Vandprøverne er udtaget for yderligere afgrænsning af grundvandsforureningen, og alle vandprøver er analyseret for PFAS22. Derudover er vandprøver fra 11 af boringerne analyseret for cyanid. 2 vandprøver er testet for PFAS24, se analyseprogram i Bilag 16, mhp. sammenligning med PFOA-eq.-kriteriet for overfladevand jf. /9/.

Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 23. Feltjournaler fra vandprøvetagning er vedlagt i Bilag 15.

2.7 Synkronpejlinger

Alle filtersatte borer på lokaliteten, også dem fra tidligere undersøgelser, er synkronpejlet to gange hhv. den 25. februar og den 17. april 2025 for at kortlægge grundvandsstrømningens retning og hastighed på lokaliteten. Feltjournaler fra synkronpejling er vedlagt i Bilag 15.

2.8 HPT (inkl. dissipation tests)

Der er den 11.-13. februar 2025 udført 3 HPT (hydraulic profiling tool) sonderinger (HPT1-3) til max. 25 m med henblik på at lokalisere primære grundvandsstrømningsveje, for at lokalisere evt. skråstillede lag på lokaliteten, for at opnå viden om den dybere geologi og for at vurdere, om det terrænnære grundvandsmagasin er sammenhængende.

Ved HPT-sondering måles dybdespecifikt det tryk, som kræves for at presse et kendt vandflow ud i formationen (HPT-pressure). Højt tryk indikerer lav hydraulisk ledningsevne af formationen, mens lavt tryk indikerer høj hydraulisk ledningsevne af formationen. Ved måling for hver 1,5 cm kan overgange mellem geologiske lag med hhv. relativt lavt/højt tryk lokaliseres, og dette kan inkluderes i den geologiske tolkning. Sonderingen måler desuden den elektriske ledningsevne af formationen. Formationens elektriske ledningsevne afhænger af både ionindhold i porevand, mætningsgrad samt geologi-typen, hvor f.eks. tørt smeltevandssand har en meget lav elektrisk ledningsevne, mens f.eks. lerholdige jordtyper har en højere elektrisk ledningsevne.

2-4 Dissipation tests ("vand-spredningstest") er udført i hver af de tre sonderinger for at få indikation af statisk vandtryk (grundvandets trykniveau) til empirisk beregning af hydraulisk ledningsevne ud fra HPT-tryk og flow. Testene udføres i dybder med relativt høj permeabilitet for at kunne opnå et stabilt trykniveau. Er der flere lag med høj permeabilitet over dybden, kan trykniveauet bestemmes i flere dybder og det kan på den baggrund vurderes, om der kan ske en vertikal strømning. Afhængig af lagfølgen over dybden og den deraf følgende permeabilitet, kan den vertikale hydrauliske gradient således estimeres.

Sonderingshullerne er afproppet med grout til fuld dybde.

HPT-sonderingerne er udført med NIRAS' Geoprobe-system. HPT-logs er vedlagt i Bilag 13.

2.9 Niveauspecifikke vandprøver

Der er den 10-11. marts 2025 udført 3 sonderinger med udtagning af niveauspecifikke vandprøver (NSVP1-NSVP3) med henblik på at lokalisere forureningsfanen og belyse grundvandsforureningen over dybden. Der blev udtaget i alt 5 vandprøver. Der var planlagt udtagning af yderligere 6 vandprøver, men disse blev ikke udført, da det ikke var muligt at udtage vand fra de pågældende dybder pga. lav ydelse eller lavt vandindhold. Se Tabel 2.1 for dybder på udførte og ikke udførte prøver.

Tabel 2.1: Dybder på udførte og ikke udførte niveauspecifikke vandprøver

Navn	Prøveudtagningsdybde	Udført	Ikke udført pga. lav/ingen vandtilstrømning
NSVP1	7,2-8,2 m u.t.		X
	6,2-7,2 m u.t.	X	
	5,2-6,2 m u.t.;	X	
	3,3-4,3 m u.t.;	X	
NSVP2	9-10 m u.t.		X
	4-5 m u.t.	X	
	3-4 m u.t.;	X	
NSVP3	9-10 m u.t.		X
	5-6 m u.t.		X
	4-5 m u.t.		X
	3-4 m u.t.;		X

De i alt 5 vandprøver er analyseret for PFAS22. Dybderne til vandprøverne er udvalgt pba. HPT sonderingerne og er lagt i dybder med tolket høj hydraulisk ledningsevne. Disse dybder har erfaringsvist større sandsynlighed for at være forurenings-transportveje.

Sonderingshullerne er afproppet med grout til fuld dybde.

De niveauspecifikke vandprøver er udført med NIRAS SP16 GeoProbe-system. Feltjournaler for vandprøvetagning og efterfølgende afpropning er vedlagt i Bilag 14. Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 23.

2.10 Vandprøver fra regnvandsbrønde

Der er den 29/10-2024 samt den 9/12-2024 udtaget vandprøver fra Br10, som er lokaliseret nedstrøms på lokaliteten, for at bekræfte tidligere målinger. Nærmere beskrivelse af nedbørsforholdene før målingerne fremgår af afsnit 3.5.

Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 25.

2.11 Analyse af væske fra fundet dunk

Væske fra en dunk fundet på lokaliteten, fundet den 12. februar 2025 (se afsnit 1.1.1), er analyseret for at sammenligne PFAS sammensætning med PFAS sammensætning observeret på lokaliteten i forurennet jord og grundvand for at kunne vurdere, om forureningen stammer fra brandskum. Væsken er analyseret for PFAS22.

Analyser er udført af Eurofins. Analyserapporter er vedlagt i Bilag 25.

2.12 Gennemgang af kloakplaner samt kloak på Nørremarksvej for identificering af tilstrømmende vand

Placering af brønde og ledninger angivet i kloakplaner fra hhv. 1980, vist i Figur 1.2 og 2018, vist i Figur 1.3, er eftersat ved feltinspektion 26/9-2024, hvor placering af brønde og retninger af til/udløb er kontrolleret. Besigtigelsen den 26/9 fandt sted ved større regnhændelse for at kunne vurdere tilstrømning til de enkelte brønde.

3. Undersøgelsens resultater

Følgende afsnit opsummerer de indsamlede resultater. Der er udarbejdet oversigtskort med afbildning af resultaterne og analyseresultater er samlet i tabeller, vedlagt i bilag. For hvert underafsnit er henvisning til bilag med oversigtskort med resultater i fuldt format og henvisning til bilag med tabel med pågældende data. Alle analyserapporter findes i Bilag 23 (grundvand), Bilag 24 (jord) og Bilag 25 (øvrige prøver). Analyseprogrammet ses af Bilag 16.

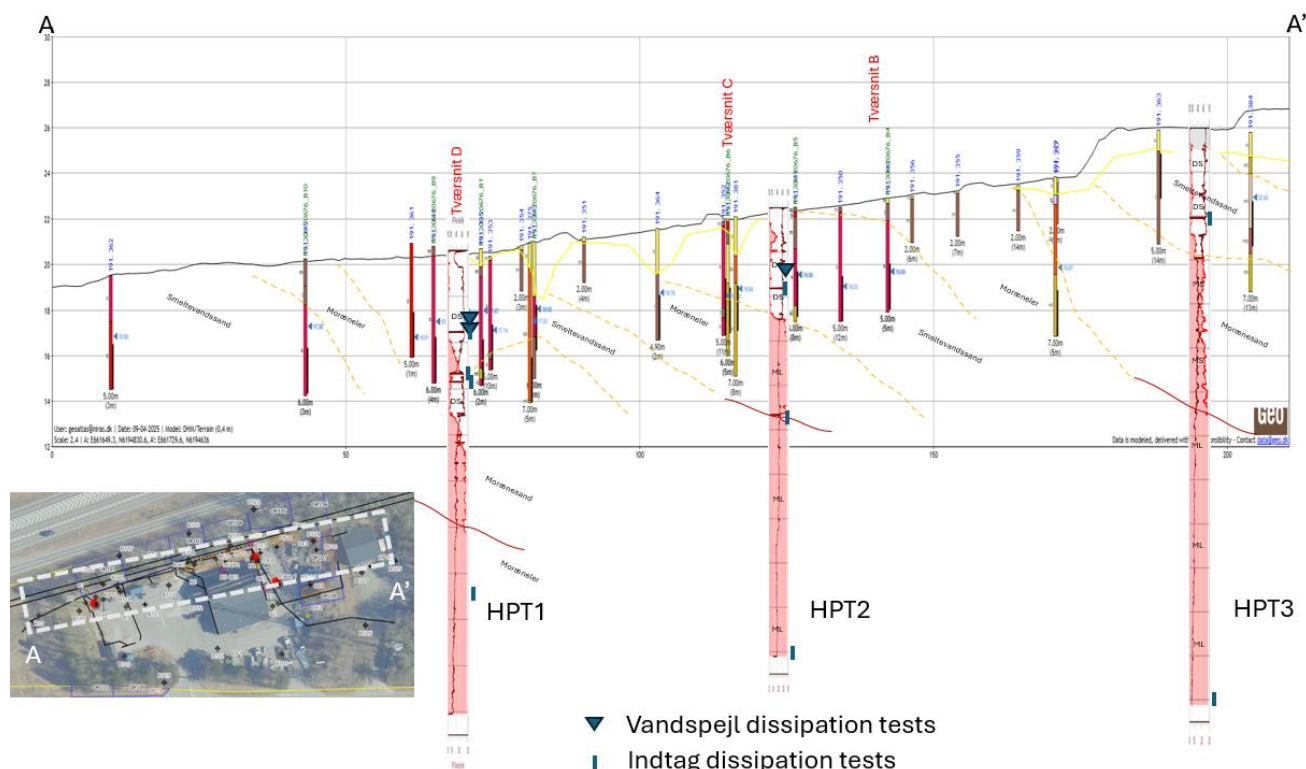
3.1 Geologi og hydrogeologi

3.1.1 Lokal geologisk fortolkning

Geologisk beskrivelse af lagfølgen i de udførte borer er vha. udtræk fra GeoAtlas kombineret med geologisk beskrivelse fra tidligere udførte borer på lokaliteten. Dette er, sammen med de tre udførte HPT-profiler, og den regionale forståelsesmodel fra /3/, anvendt til tolkning af geologien på lokaliteten i et langsgående (tværsnit A, se Figur 3.1) samt tre tværgående tværsnit (tværsnit B, C og D, se Bilag 9). Se Bilag 12 for borejournaler for de udførte borer B101-B126 og Bilag 13 for HPT-logs.

Lokaliteten er som beskrevet i 1.2 placeret på toppen af en israndbakke, hvor vekslende lag af primært sand og moræner dominerer den terrænnære geologi. Der er i boreprofilerne observeret vekslende lag af sand og ler/moræner i de øvre lag, mens der fra ca. 5-7 m og nedefter er observeret ler/moræner. Der er observeret et fyldlag op til ca. 2 m ved kloakken i den nordøstlige ende af grunden.

Den vekslende observerede terrænnære geologi med indslag af sand, ler/moræner, grus og morænesilt i en forventet overordnet skråtstillet struktur, indikerer, at der ikke nødvendigvis findes et sammenhængende sandlag, som udgør det terrænnære magasin. Samtidig kan ikke udelukkes, at der er et sammenhængende sandlag, hvor sammenhængen ikke ses i længderetningen, vist i Figur 3.1., men hvor der er en sammenhæng i bredden, øst-vestligt. Således kan der være en rumlig sammenhæng, som ikke fremgår af Figur 3.1. Dette vil have betydning for de lokale grundvandsstrømningsforhold og dermed forureningsspredningen.

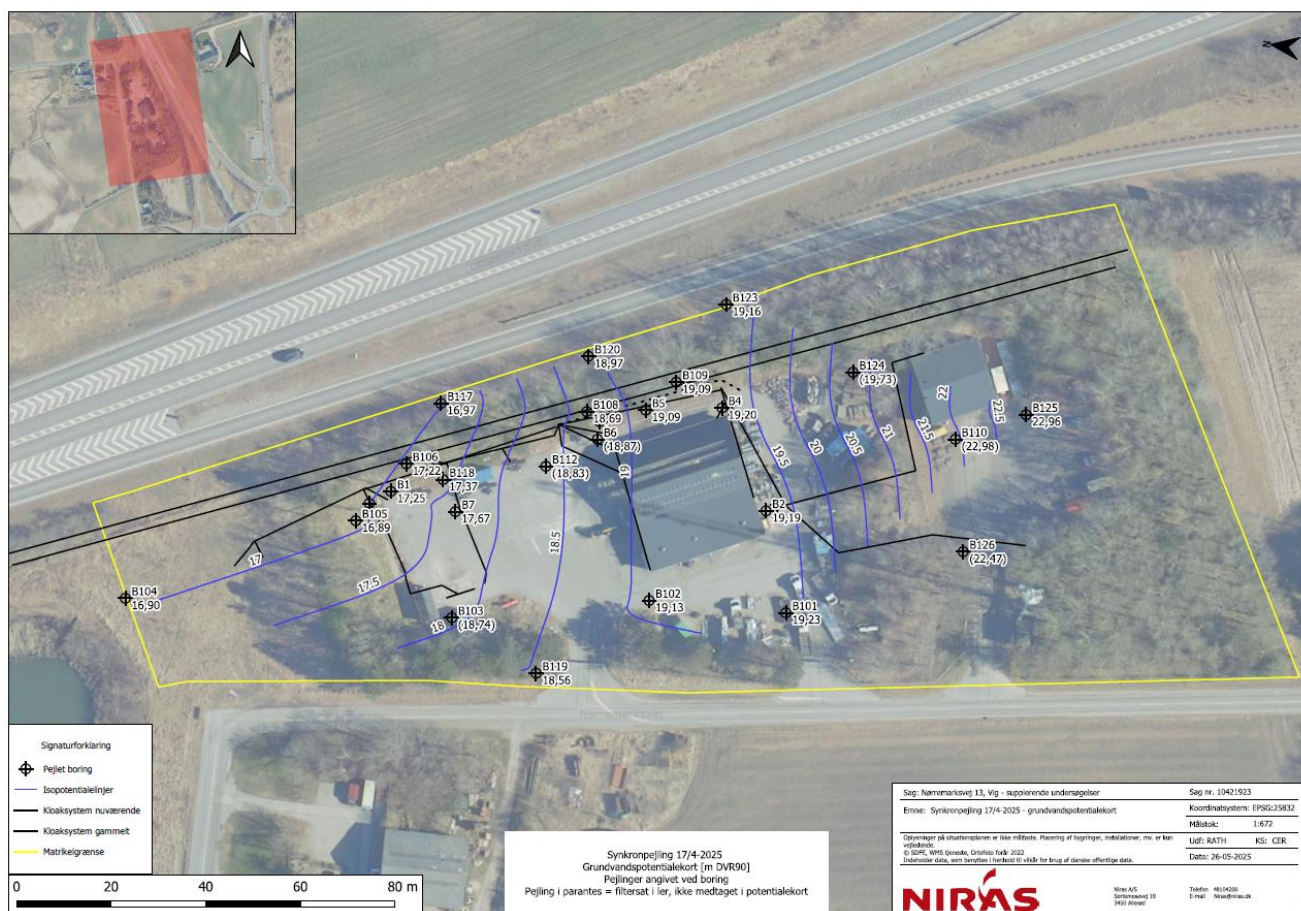


Figur 3.1: Tværsnit A: Geologisk tolkning Nørremarksvej 13 inklusiv HPT dissipation test data (se afsnit 3.1.3).

3.1.2 Synkronpejlerunder og horisontal hydraulisk gradient

De to udførte synkronpejlerunder fra hhv. februar og april 2025 viste samme strømningsmønster i det terrænnære magasin med en overordnet nordligt rettet horisontal hydraulisk gradient, med en drejning mod NØ i den nordlige ende af grunden. Se Figur 3.2 for potentialekort for april-pejlerunder. Potentialekortet er optegnet alene pba. boringer med filter helt/delvis i sand, grus eller silt. Boringer filtersat i ler er ikke inkluderet, men værdi er vist i parentes. Den horisontale hydrauliske gradient er bestemt til 0,017-0,031 i nordlig retning.

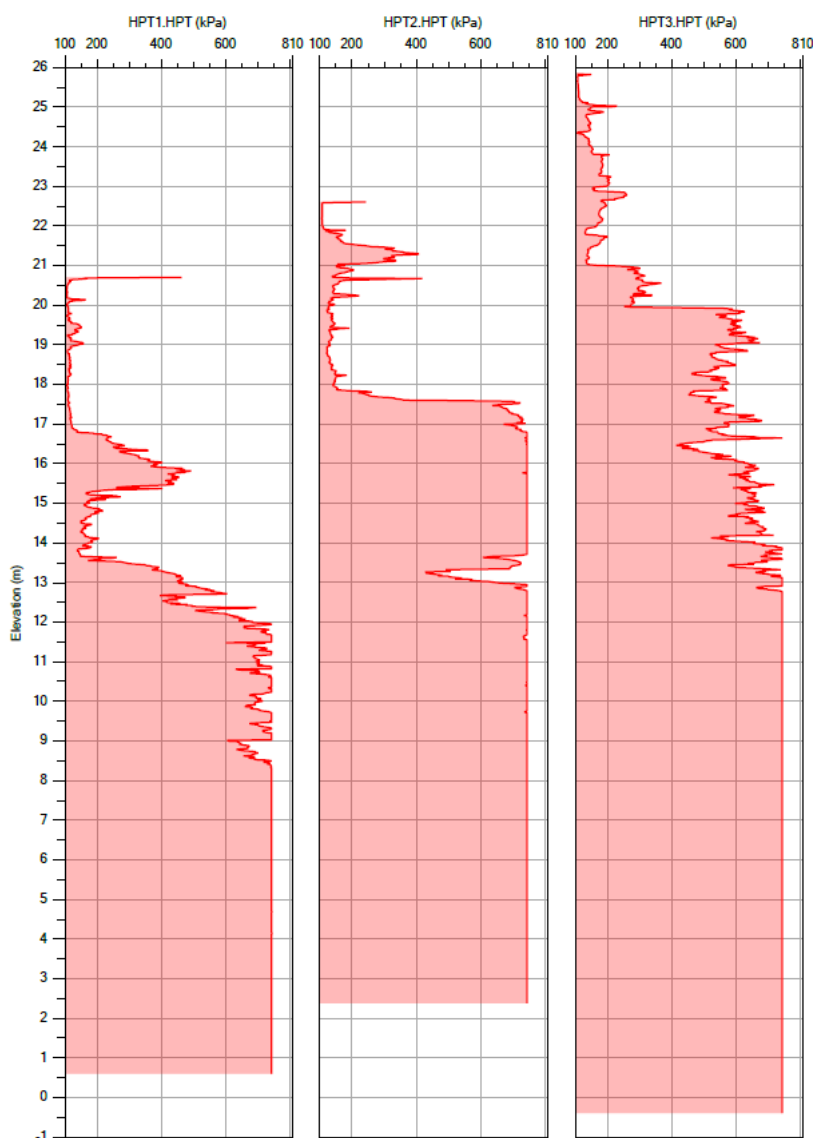
Efter februar-pejlerunderen var nedbørsmængden over grunden minimal, og der ses et potentialefald på 5-15 cm i april pejlerunderen. Trykniveauet er overordnet set ca. 2-4 m u.t. Se pejledata for alle pejlerunder i Bilag 22 samt Bilag 7 og Bilag 8 for potentialekort i fuld format for pejlerunder 25/2-25 og 17/4-25.



Figur 3.2: Synkronpejlerunde 17/4-2025: Grundvandspotentialekort, terrænnært magasin. Større format er vedlagt i Bilag 8.

3.1.3 HPT: Vandførende lag, dissipation tests og vertikal hydraulisk gradient

HPT-sonderingerne viser alle en relativt høj permeabilitet i de terrænnære lag til ca. 5-7 mut, se Figur 3.3. Dette tolkes her, på baggrund af boreprofiler fra de nærliggende boringer, som sand, og det vurderes, at dette er det vandførende lag for det terrænnære grundvand. Fra 5-7 m og nedefter falder permeabiliteten kraftigt, og dette tolkes som ler på baggrund af boreprofilerne. De tre udførte HPT-sonderinger danner ikke et tilstrækkeligt grundlag til at kunne identificere skråtstillede lag, og ved hhv. 8,5 m u.t. i HPT1, 5 m u.t. i HPT2 og 12 m u.t. i HPT3 kommer det målte tryk over max-grænsen for HPT-systemet (dvs. meget lav permeabilitet).



Figur 3.3: HPT sonderinger 1-3.

Der er udført 2-4 dissipation tests i alle HPT sonderinger. Forudsætningen for, at der kan estimeres en vertikal hydraulisk gradient i en sondering er, at der kan opnås et ro-vandspejl i flere dybdeniveauer. Ro-vandspejlet repræsenterer det hydrostatiske vandtryk i den pågældende dybde og den vertikale hydrauliske gradient er udtryk for, hvilken vej vandet bevæger sig, pba. det hydrostatiske vandtryk målt i flere dybder. Ved en nedadrettet hydraulisk gradient vil vandet bevæge sig nedad. Ved meget lav permeabilitet, som i ler, kan dette være vanskeligt at opnå et ro-vandspejl inden for en rimelig tidshorisont. Kun i HPT 1 var det muligt at etablere et ro-vandspejl i flere dybdeniveauer, og her var det fra ca. 4-6 m muligt at estimere en nedadrettet hydraulisk gradient inden for det terrænnære magasin. I HPT2 og HPT3 var det ikke muligt at etablere et ro-vandspejl i andet end den mest terrænnære test, og en plausibel vertikal hydraulisk gradient (og dermed nedadrettet vandstrømning) var ikke mulig at estimere, heller ikke mellem det terrænnære magasin og evt. dybereliggende vandførende horisonter. Se dybde for dissipation tests og estimeret ro-vandspejl i sonderinger i Figur 3.1, oversigtskort med placeringer af sonderinger i Bilag 1 og Bilag 13 for HPT-logs.

3.2 Overfladeprøver

3.2.1 Jord

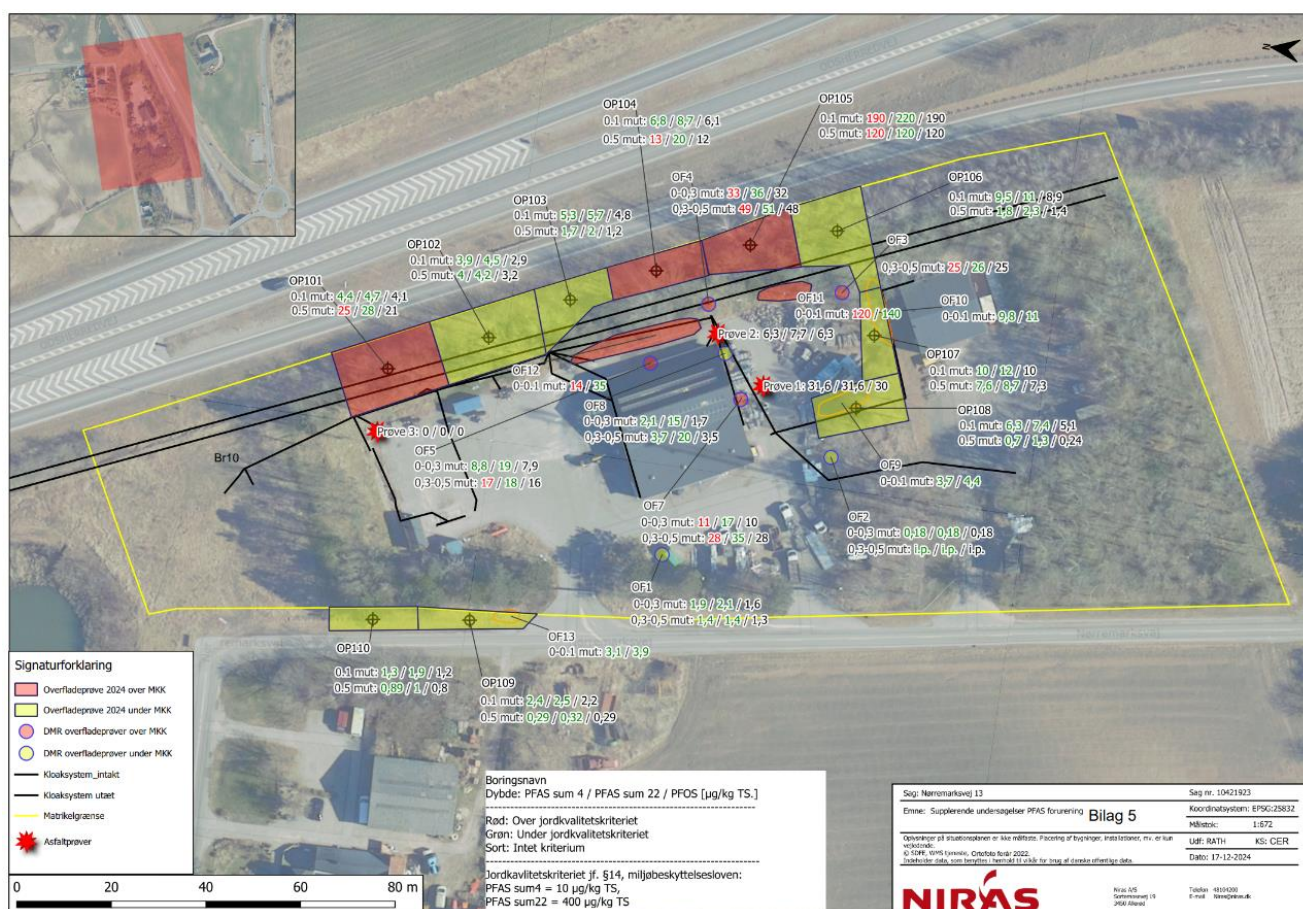
Der er konstateret koncentrationer over jordkvalitetskriteriet, JKK, jf. /12/, for summen af PFAS4 komponenter i 3 af 10 områder, alle langs med kloakken i den østlige side af matriklen. Der er ingen overskridelser af jordkvalitetskriteriet for summen af PFAS22. Se Figur 3.4 og Bilag 5 for oversigtskort med placering og resultater fra denne og tidligere undersøgelser af overfladejorden samt Bilag 20 for resultattabel.

3.2.2 Asfalt

Der er udtaget tre overflade-asfaltprøver på lokaliteten, prøve 1-3, placeret hhv. på brandøvelsespladsen (BØP), ved det sydøstlige hjørne af saltlade og i den nordligste ende af asfalområdet. Prøverne er analyseret for PFAS 22 og viste højest sum22 koncentration ved BØP, lavere ved hjørnet af saltladen og ikke påvist i den nordlige ende af asfalområdet. Se Figur 3.4 Bilag 5 for placering og resultater samt Bilag 21 for resultattabel.

3.2.3 Beton fra kloak

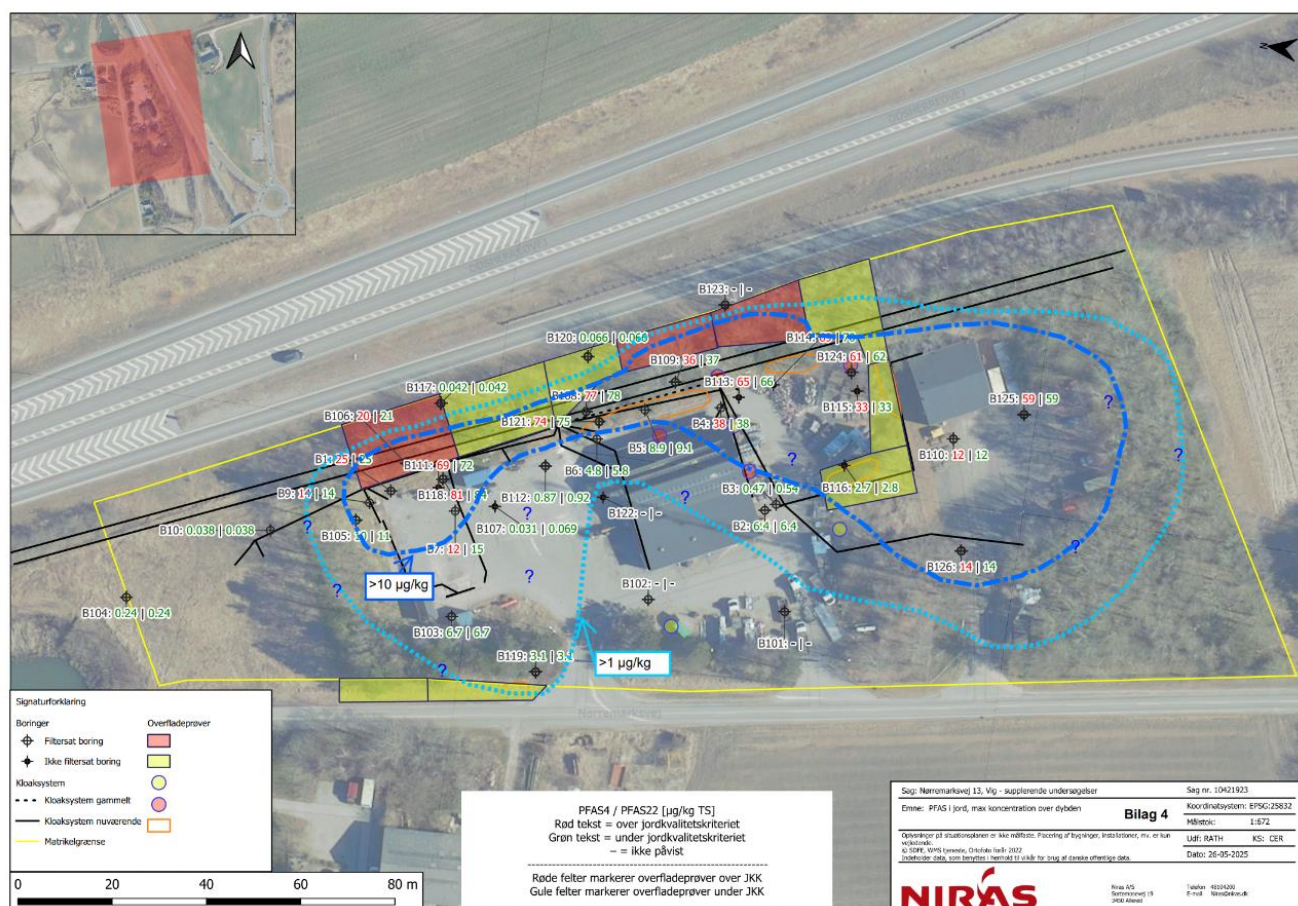
Der er udtaget en enkelt betonprøve fra bunden af den nedstrøms kloakbrønd Br10. Den blev analyseret for PFAS22, og der blev ikke påvist indhold af PFAS22. Se Figur 3.4 og Bilag 5 for placering samt Bilag 21 for resultattabel.



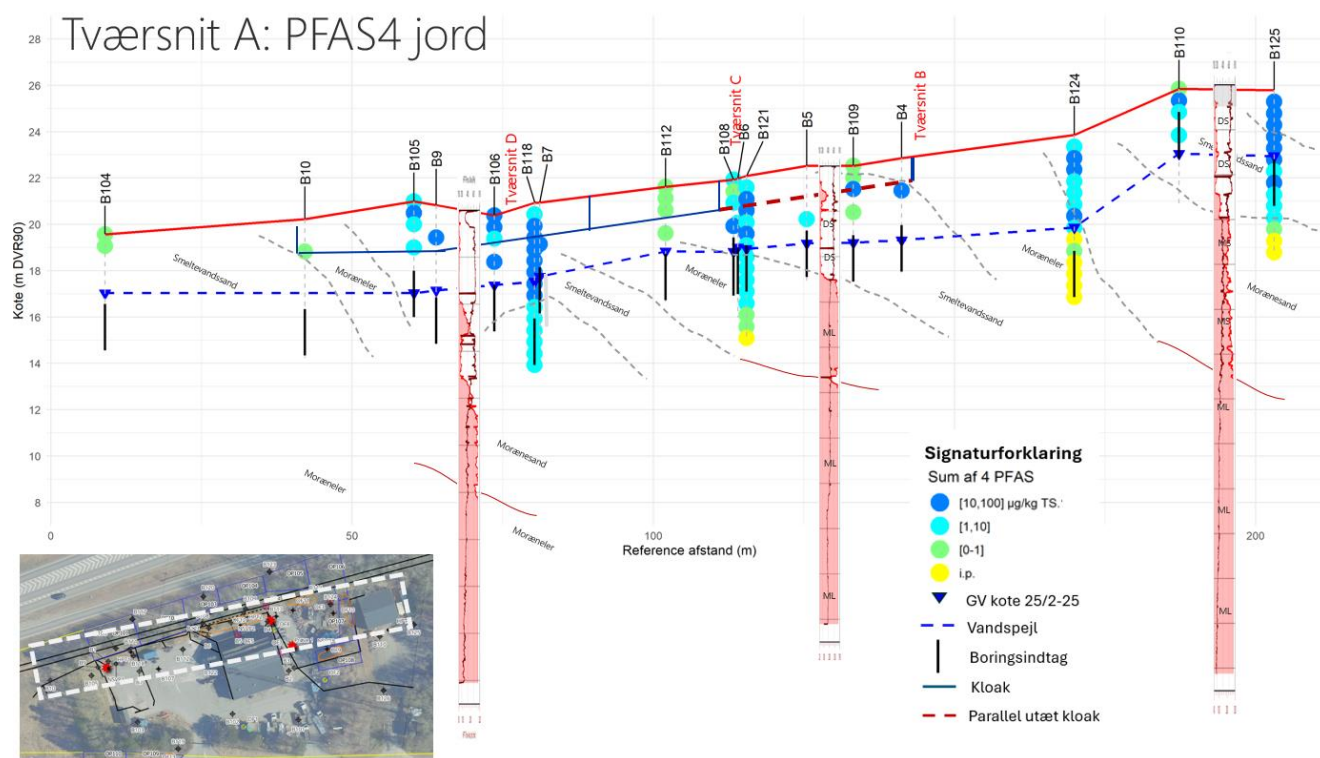
Figur 3.4: Oversigtskort alle udførte overfladeprøver. Figuren er vedlagt i Bilag 5 i større format.

3.3 PFAS i jordprøver

Jordprøverne viser, at PFAS-forureningen, horisontalt set, er afgrænset ved den østlige del af matriklen mod Rute 21. Der er målt koncentrationer på op til 76 gange Jordkvalitetskriteriet (JKK), og de højeste koncentrationer ses generelt østligt på grunden, langs kloakken og til den nordlige ende af det befæstede areal samt sydligt på grunden, hvor den frivillige brandvæsenheden i dag holder til. Der er observeret lavere koncentrationer i den centrale samt nord- og nordvestlige del af matriklen, hvor jordforureningen er delvis afgrænset. Der er ingen afgrænsning mod syd. Se Figur 3.5 og Bilag 4 for maks. koncentrationer og horisontal konturering af PFAS4 koncentration. Vertikalt findes de højeste indhold generelt 0-4 m, hvor der er påvist indhold over JKK, men der er påvist PFAS til 7 m. Generelt er de højeste jordkoncentrationer observeret over grundvandsspejlet og i smeltevandssand. Se Figur 3. og Bilag 11 for PFAS4 jordkoncentrationer over dybden langs tværsnit A, vist med HPT-sonderinger og tolket geologi. Se Bilag 20 for tabel med alle jordprøveresultater.



Figur 3.5: Maksimale jordkoncentrationer i boringer på Nørremarksvej 13 med konturering. Større format er vedlagt i Bilag 4.

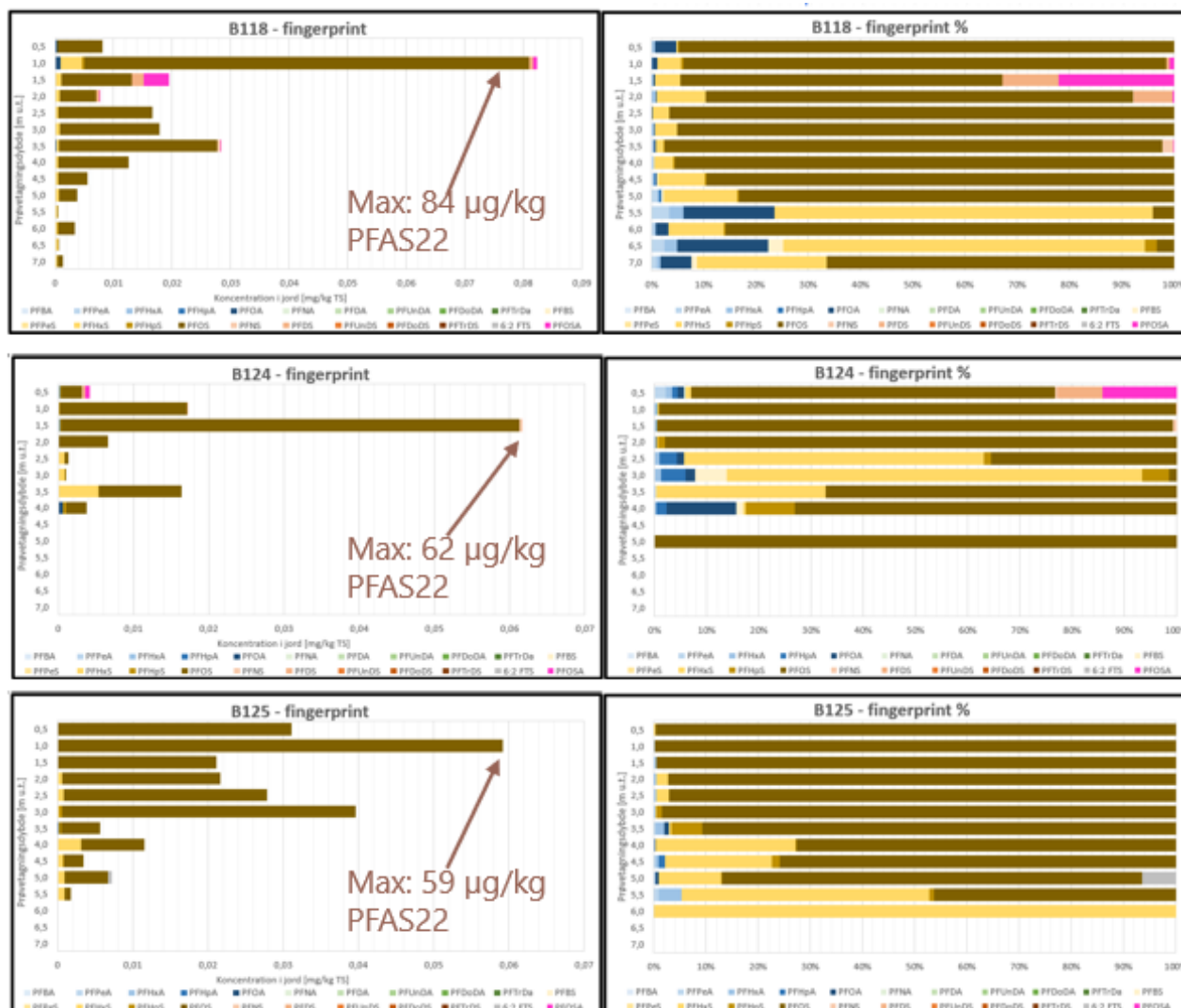


Figur 3.6: Tværsnit A med målte PFAS4 jordkoncentrationer, HPT profiler og tolket geologi. Større format er vedlagt i Bilag 11.

3.3.1 PFAS sammensætning i jordprøver

I Figur 3.7 er for jordprøver fra tre udvalgte borer vist den relative PFAS sammensætning opgjort efter procentvis bidrag til den samlede koncentration i hver jordprøve og den absolutte PFAS sammensætning opgjort efter målt koncentration i hver jordprøve.

Det ses af jordprøverne, at PFOS er det dominerende af de analyserede stoffer. I flere tilfælde er der PFHxS i de dybere jordprøver. Enkelte prøver fra de mest terrænnære dybder viste PFOSA, en precursor til PFOS. PFAS-sammensætningen i alle jordprøver er vist i Bilag 17.



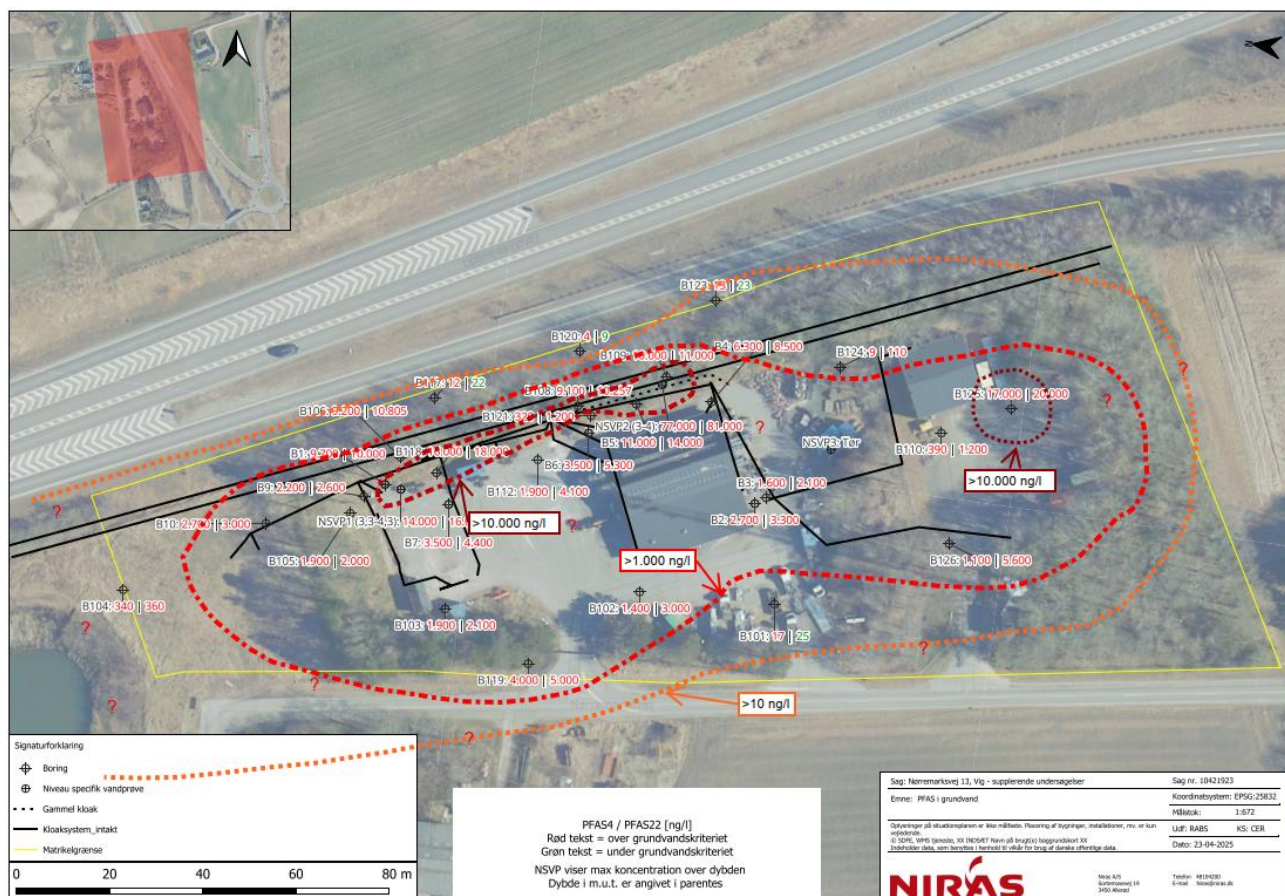
Figur 3.7: PFAS sammensætning i tre udvalgte borer: B118 (højeste PFAS4 konc.), B124 (ved brandøvelsesplads) og B125 (sydligst på området).

3.4 PFAS i grundvandsprøver

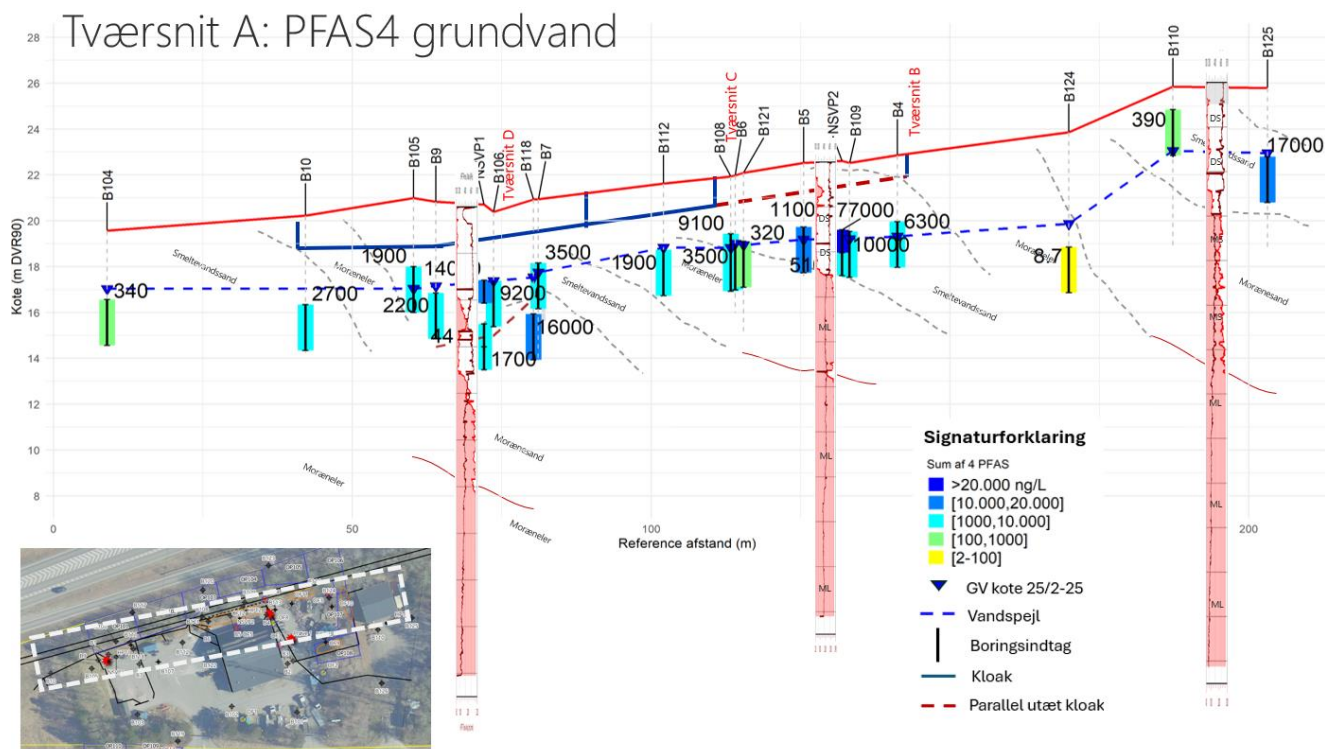
Alle analyserede grundvandsprøver fra filtersatte borer og niveauspecifikke sonderinger viser PFAS4 koncentration over grundvandskvalitetskriteriet, GVK, på 2 ng/L, jf. /8/. Overordnet set er der dermed ingen afgrænsning af grundvandsforureningen af det terrænnære grundvandsmagasin på grunden. De højeste koncentrationer, op til 28.500 gange GVK for PFAS4 og 810 gange for PFAS22 er observeret langs kloakken i den østlige del af matriklen og i den sydlige ende ved B125. Dette følger overordnet set fordelingen af jordkoncentrationerne. Der er observeret kraftigt faldende koncentrationer mod Rute 21, dog uden at koncentrationerne er under GVK. Der er ingen klar afgrænsningstendens langs grundens øvrige sider. Se observerede grundvandskoncentrationer fra alle prøvetagninger i /1/, /2/ og nærværende projekt, samt fortolket horisontal udbredelse i Figur 3.8 og Bilag 2.

Det er ikke muligt vertikalt at afgrænse grundvandsforureningen i dybden ud fra de målte koncentrationer, men pejlinger, HPT samt udtagningen af niveauspecifikke vandprøver indikerer, at den terrænnære grundvandszone er ca. 2-4 m dyb, og at der herefter træffes moræneler fra ca. 5-7 m.

Se Bilag 18 for tabel med alle målte grundvandskoncentrationer, Bilag 2 for oversigtskort over PFAS4 koncentrationer i fuldt format og Bilag 10 for grundvandskoncentrationer vist over dybden for tværsnit A-D.



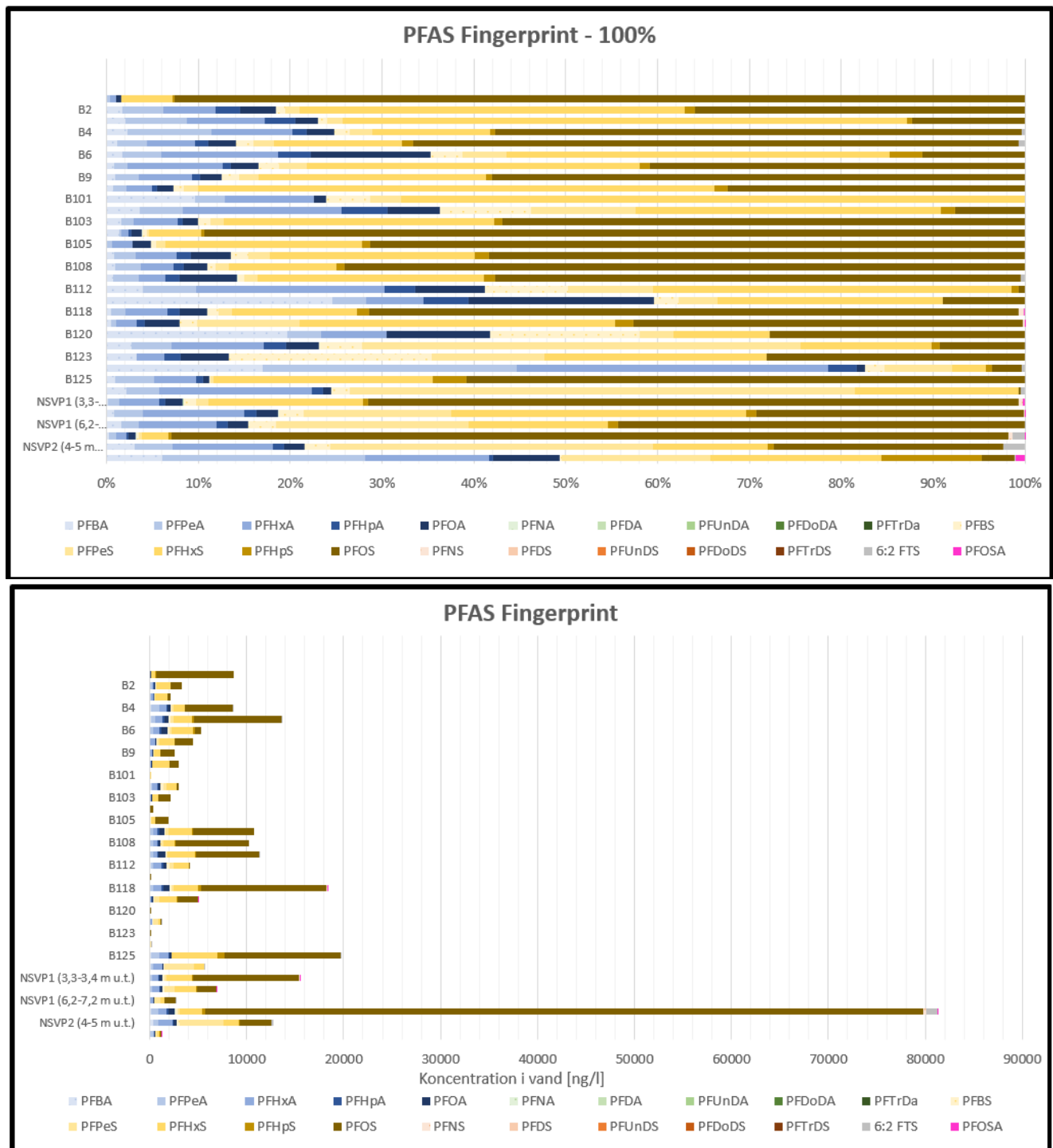
Figur 3.8: Alle indsamlede grundvandskoncentrationer PFAS4 og PFAS22. Større format er vedlagt i Bilag 2.



Figur 3.9: Tværsnit A målte PFAS4 grundvandskoncentrationer, HPT profiler og tolket geologi. Større format er vedlagt i Bilag 11.

3.4.1 PFAS sammensætning i grundvand

PFOS er det dominerende stof blandt de analyserede stoffer i det terrænnære grundvand, særligt ved høje koncentrationer. Der er også påvist en relativt stor andel PFHxS. Der ses dog et højere relativt indhold af andre PFAS ved lavere koncentrationer. Sammensætningen i grundvand er sammenlignelig med sammensætningen i jord (afsnit 3.3.1). Se Figur 3.10 for relativ PFAS sammensætning opgjort efter procentvis bidrag til den samlede koncentration i hver grundvandsprøve og for absolut PFAS sammensætning opgjort efter målt koncentration i hver grundvandsprøve.



Figur 3.10: PFAS sammensætning grundvand. Relativ fordeling øverst, absolut fordeling nederst.

3.5 Vandprøver fra brønd

De to vandprøver fra Br10, udtaget i hhv. oktober og december 2024, viste en PFAS4 koncentration på hhv. 360 og 870 ng/L, primært PFHxS og PFOS. Dette er lavere end prøver udtaget fra samme brønd i marts og april 2024 ifm. /2/. Se Tabel 3.1. De målte koncentrationer kan ikke sammenlignes direkte med et kvalitetskriterie.

Nedbørsdata er indhentet fra DMI vejarkiv, målestation Odsherred, og nedbørssummen i hhv. de forudgående 3, 7 og 30 dage er sammenlignet med observerede koncentrationer.

Tabel 3.1: PFAS4 og nedbørsmængder forud for prøvetagning fra DMI vejarkiv, Odsherred målestation

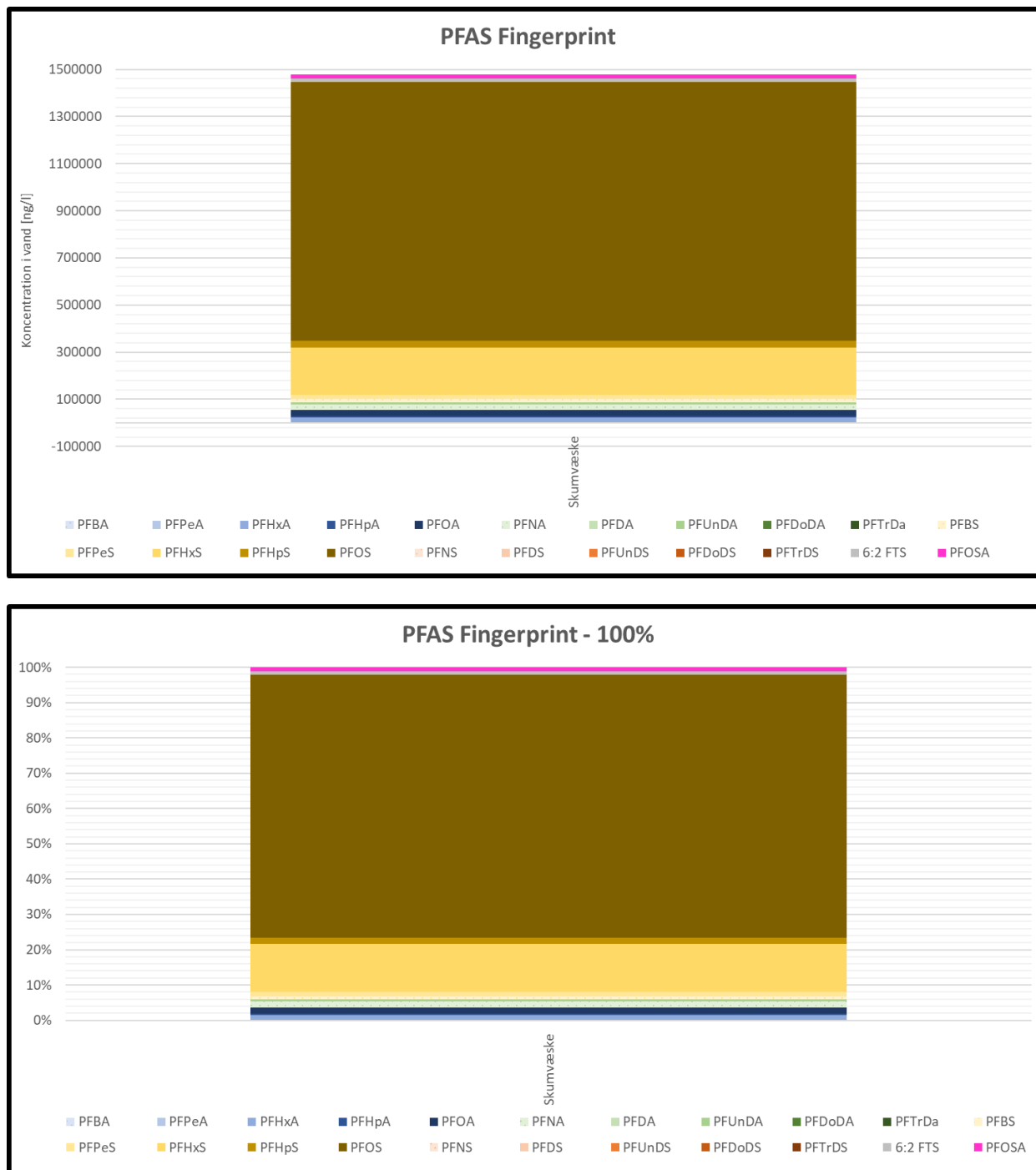
Dato	PFAS4 konc. (ng/L)	Nedbørssum 3 dage op til måling (mm)	Nedbørssum 7 dage op til måling (mm)	Nedbørssum 1 måned op til måling (mm)
14/3 2024	7600	1,4	1,8	40
22/4 2024	3300	1,3	8,6	65
29/10 2024	300	3,6	3,6	45
9/12 2024	870	4,6	6,4	54

Den højeste værdi for PFAS4 er udtaget i relativt tør periode, sammenlignet med de øvrige målinger, men der er ikke et entydigt mønster mellem nedbør og koncentration, hverken ved sammenligning med 3, 7 eller 30 dages summeret nedbør.

Se alle resultater i tabel i Bilag 19.

3.6 Analyse af skumvæske fra grunden

Analyse af væsken fra en dunk, fundet ved BØP på grunden, viser, at der er tale om en PFOS-holdig skumvæske af AFFF-typen, som var tilladt at bruge indtil 2006 (restoplæg indtil 2011). PFOS er det dominerende stof sammen med PFHxS, og således stemmer PFAS-sammensætningen med fund i jord og grundvand på lokaliteten. PFAS4 koncentrationen i skumvæsken er 1.400.000 ng/L, mens PFAS22 koncentrationen er 1.500.000 ng/L. Se Figur 3.11 for absolut og relativ PFAS-sammensætning af skumvæsken og Bilag 25 for analyserapport.



Figur 3.11: Absolut (øverst) og relativ (nederst) PFAS sammensætning i væske fra dunk fundet ved BØP på grunden.

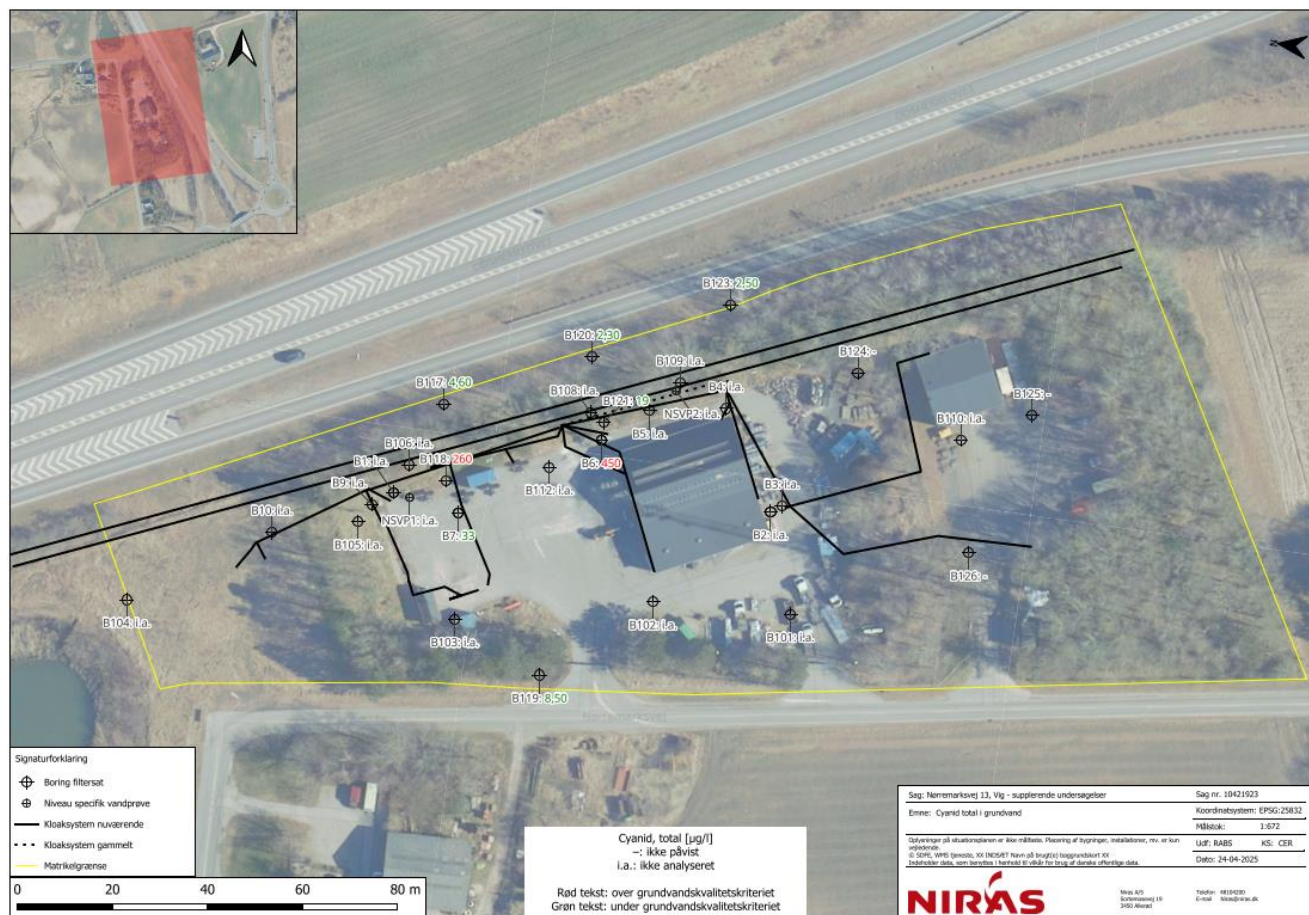
3.7 Cyanid i jord og grundvand

Der er påvist cyanid i jordprøver fra 2 boringer ud af i alt 7 boringer, B121 og B118, på op til 7.400 µg/kg TS, dvs. i begge tilfælde langt under jordkvalitetskriteriet for cyanid (total/uorganisk) på 500.000 µg/kg TS /8/. Se Figur 3.12.



Figur 3.12: Cyanid koncentrationer i jord

Der er analyseret vandprøver fra 10 boringer, hvor halvdelen af disse viste indhold af cyanid, og heraf var 2 over GVK på 50 µg/L (total) /8/. Højeste koncentrationer blev målt ved og nedstrøms for saltladen, op til 450 µg/l. Se Figur 3.13.



Figur 3.13: Cyanid koncentrationer i grundvand

3.8 Jordpakke-komponenter i jordprøver, PID målinger og VOC screening

Der er ikke påvist koncentrationer over JKK for nogen af jordpakkekomponenterne (kulbrinter, 7 PAH og 6 metaller: Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn). En enkelt prøve, B122 fra 1 mut. viste en sum C6-C35 kulbrintekonzentration lig JKK (100 mg/kg TS). B122 er placeret ved siden af en overjordisk dieselolietank.

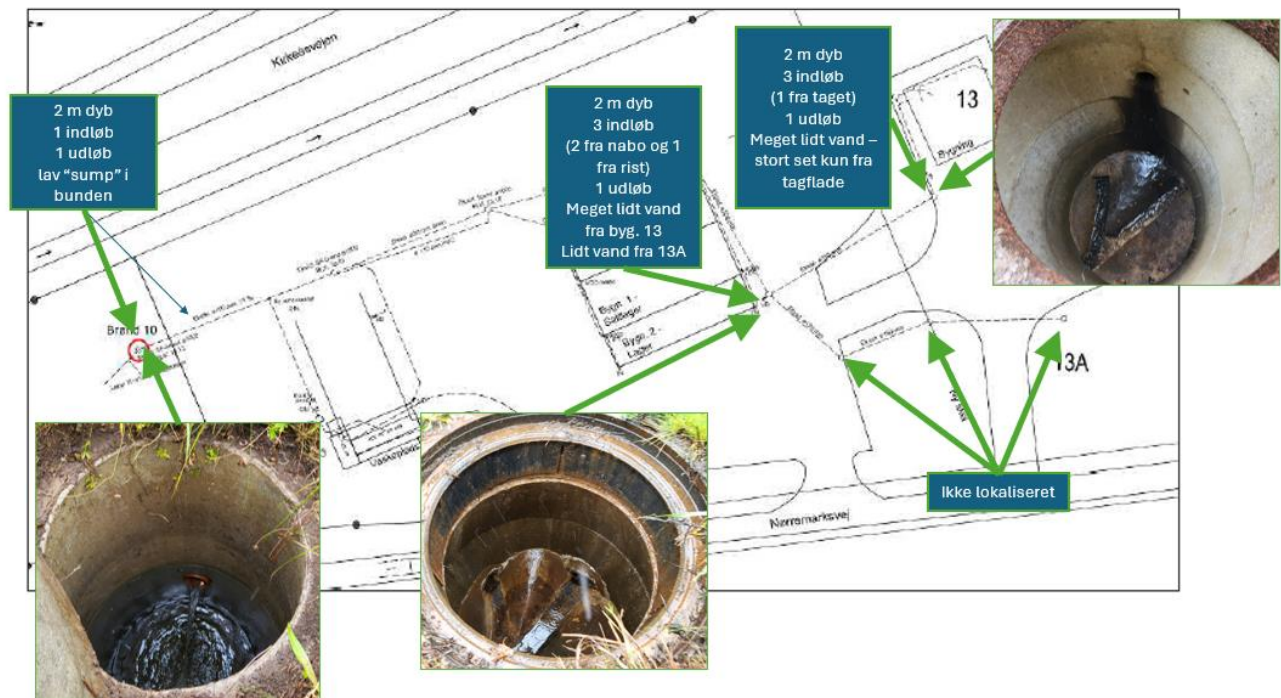
Alle udtagne jordprøver fra B117-B126 er PID-målt efter 24 timers henstand. Der er ikke målt PID-værdier, der indikerer flygtig forurening i jorden. Se PID-målinger i borejournaler, Bilag 12.

VOC screeningen udført på B122, 1 mut, hvor borearbejdet blev afbrudt pga. stærk lugt, viste en jordkoncentration af naphtalen på 0,052 mg/kg. Naphtalen har en stærk lugt selv ved meget lave koncentrationer. Jf./12/ er der ikke noget jordkvalitetskriterium for naphtalen.

3.9 Gennemgang af kloakplaner samt kloak på Nørremarksvej for identificering af tilstrømmende vand

Ifm. periode med vedvarende regn over flere dage, er lokalitetens brønde eftersat den 26/9-2024. I brønden sydligst på matriklen ved bygningen er der observeret en meget begrænset tilløbende vandmængde, vurderet

at være tagvand fra bygningen. På BØP er der i brønden lokaliseret en meget begrænset tilløbende vandmængde. Af det tilløbende vand kom det meste fra sydvestlig retning. Brøndene i det sydvestlige hjørne af lokaliteten kunne ikke lokaliseres. Nedstrøms i Br10 var der et væsentligt større tilløb, end udløbet konstateret i brønden ved BØP, hvilket tyder på at vandet primært tilføres systemet via de riste og brønde, der er på selve grunden.



Figur 3.14: Oversigt over besigtiget kloak den 26/9-2024

4. Vurdering af undersøgelsesresultater

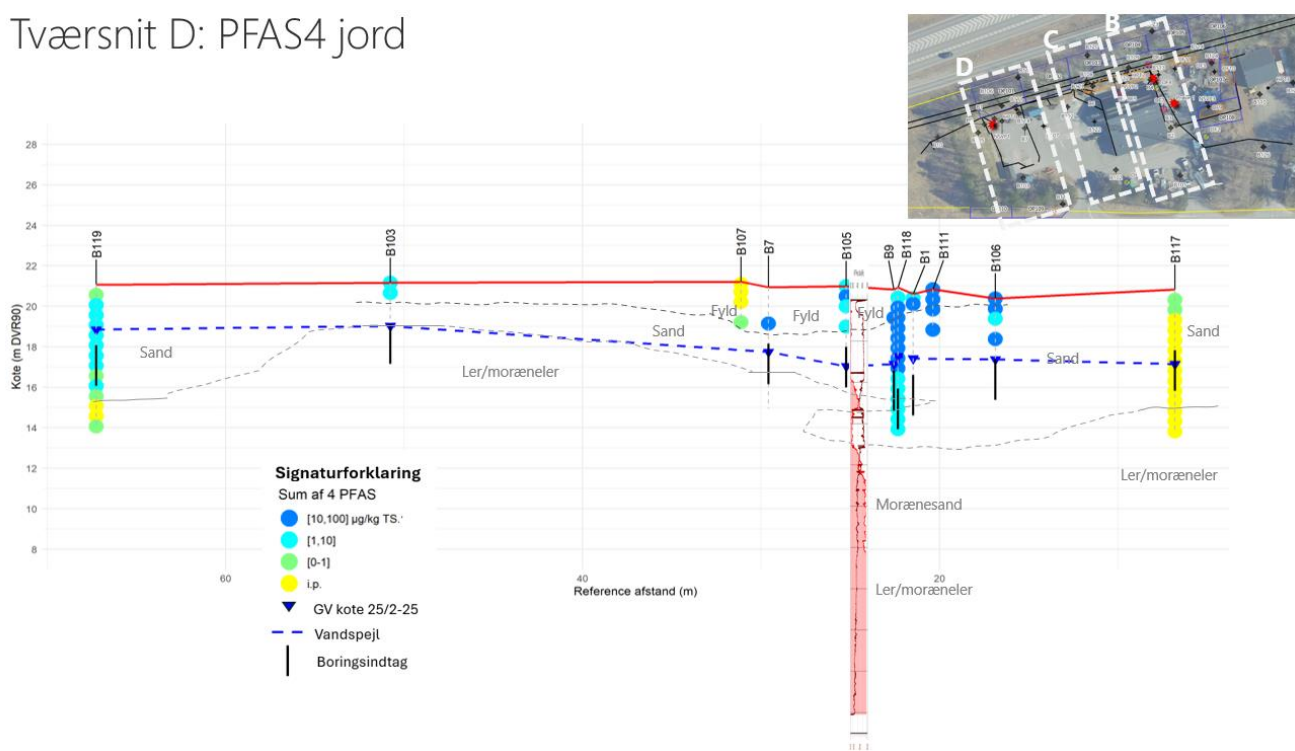
Følgende afsnit indeholder en sammenfatning og tolkning/vurdering af de opnåede resultater for PFAS-forurening i jord og grundvand, samt for cyanid og øvrige jordpakkekomponenter.

4.1 PFAS-jordforurening

Som beskrevet nærmere i afsnit 3.3, findes de højeste PFAS-koncentrationer østligt på grunden, i nærheden af kloakken fra omkring den nordlige ende af det asfalterede areal til det sydlige område med det frivillige brandkorps. Jordforureningen er horisontalt afgrænset mod øst ved Rute 21 til under JKK hhv. ikke påvist. I den centrale samt nord- og nordvestlige del af matriklen er der observeret lavere koncentrationer, og der er en vis afgrænsning mod vest langs Nørremarksvej. Der er dog ikke mange jordprøver fra den centrale del af grunden, og mod syd er der ingen afgrænsning af forureningen.

Vertikalt er de højeste PFAS4 koncentrationer i jord målt over vandspejlet, og i de fleste tilfælde i sand eller fyld (grus, sand og muld) jf. Bilag 11. PFAS4 stofferne er alle langkædede PFAS, som i højere grad end kortkædede PFAS tilbageholdes i den umættede zone, over grundvandsspejlet. Samtidig er de observerede PFAS4 jordkoncentrationer i de fleste tilfælde, hvor der er analyseret for PFAS til fuld bøjingsdybde, lavere under vandspejlet, hvor en del af stoffet forventeligt vil mobiliseres og udvaskes via grundvandet jf. /10/. Jordkoncentrationerne i Tværsnit B og D er højest i nærheden af terræn, og i mange tilfælde over kloakken, som ligger ca. 1,4 m u.t. Dette stemmer godt overens med, at der også her er observeret de højeste overfladeprøve-koncentrationer. Se Figur 4.1 for koncentrationer og geologi i tværsnit D samt placering af øvrige tværgående snit samt Bilag 11 for tværsnit A-D med jordkoncentrationer. I tværsnit C er de højeste koncentrationer samlet i nærheden og under kloakken. Dette indikerer, at der ved BØP og nedstrøms ved tværsnit D er sket en nedsivning fra terræn, mens der derimellem, ved tværsnit C er sket en udsivning fra utæt kloak.

Tværsnit D: PFAS4 jord



Figur 4.1: Jordkoncentrationer tværsnit D. Større format er vedlagt i Bilag 11.

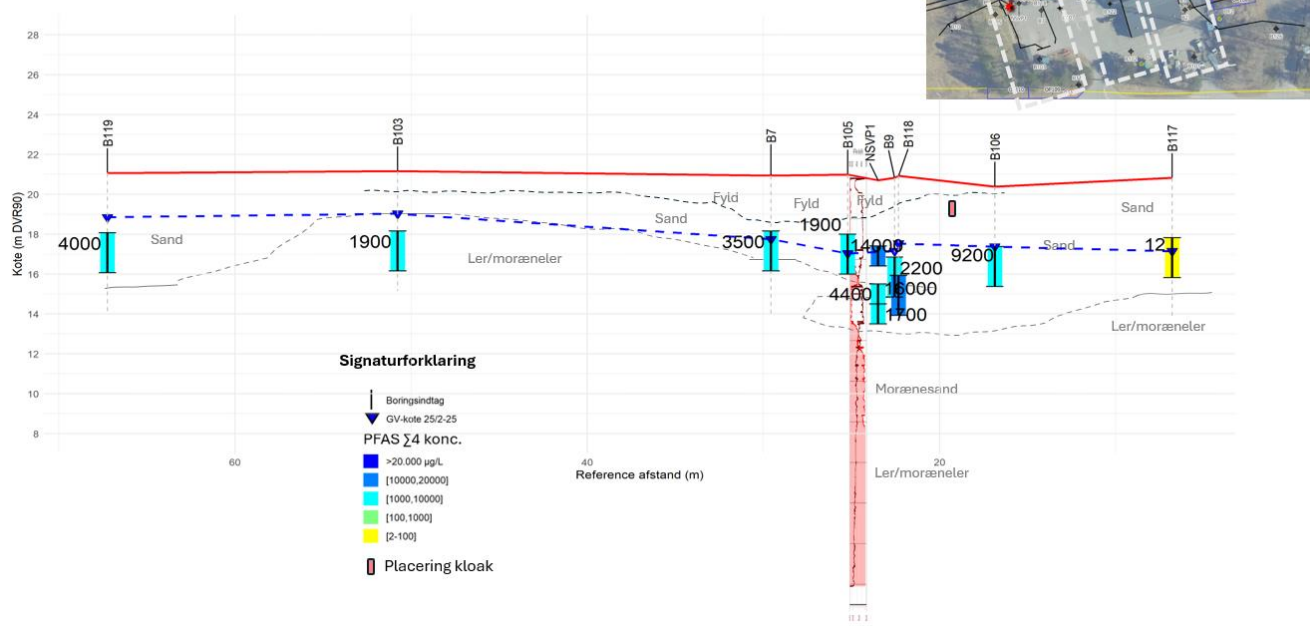
4.2 PFAS-grundvandsforurening

Der er som beskrevet i afsnit 3.4 observeret de højeste PFAS4 grundvandskoncentrationer østligt og sydligt på matriklen. Der er tegn på afgrænsning langs Rute 21, i prøverne B117, B120 og B123, men alle prøver overskrider GVK, og der er ingen afgrænsning af forureningen i øvrige retninger. Centralt på matriklen er der begrænset viden om grundvandsforureningen, og i den nordvestlige, den sydlige og den nordøstlige del af matriklen er der observeret høje koncentrationer uden nogen ydre afgrænsning.

De højeste grundvandskoncentrationer af PFAS4 findes generelt i boringer filtersat i sand i den østlige del, langs kloakken, hvor nuværende vidensniveau indikerer et gennemgående lag af sand/fyld (sandet muld) i den østlige del af grunden fra tværsnit C til D. Der findes dog stadigvæk høje koncentrationer i boringer filtersat i ler, eksempelvis B103 i tværsnit D (se Figur 4.2). Langs Rute 21 er koncentrationerne generelt lavest, og forureningen vurderes afgrænset. Den horisontale hydrauliske gradient i det terrænnære grundvandsmagasin er relativt høj – sammenlignet med kendte værdier fra forureningssager i andre, lignende smeltevandssandsmagasiner på Sjælland. Dette kan enten være udtryk for, at der foregår en relativt hurtig strømning i gradientens retning (mod nord-nordøst), eller det afspejler, at vandet stuver op grundet de skråtstillede lerlag på tværs af den overordnede strømningsretning og finder alternative strømningsveje, hvor den hydrauliske ledningsevne er højest. Dette kunne eksempelvis være tilfældet i tværsnit D, hvor det terrænnære lerlag kommer tæt på terræn under den asfalterede plads nedstrøms for saltladen, og der er observeret et retningsskift i gradienten mod NØ og der er observeret en høj grundvandskoncentration i B119 (mod NV), selvom der her ikke er observeret høje jordkoncentrationer. Der er kun et sted, i HPT1 estimeret en nedadgående hydraulisk gradient i det terrænnære magasin, men den vertikale hydrauliske gradient er derudover og derunder ukendt. Grundet den generelt komplekse geologi, beskrevet yderligere i afsnit 3.1, er det vanskeligt at vurdere, om de observerede ler- og sandindslag er horisontalt og vertikalt sammenhængende lag. Dette gør det vanskeligt at vurdere både horisontal og vertikal grundvands- og forureningstransport fra grunden. Vertikalt set mangler der derudover informationer på dels den vertikale hydrauliske gradient, dels graden af vertikal opsprækning i den dybere ler mod det primære magasin.

På baggrund af de foreliggende data kan det således hverken be- eller afkræftes, om der foregår en nedsivning til det primære magasin på lokaliteten. Se Bilag 10 for alle tværsnit med grundvandskoncentrationer.

Tværsnit D: PFAS4 vand



Figur 4.2: Tværsnit D grundvandskoncentrationer PFAS4. større format er vedlagt i Bilag 10.

4.3 PFAS-forureningens oprindelse og kilde

Der er en stor lighed i PFAS-sammensætningen for jordprøver (afsnit 3.3), vandprøver, (afsnit 3.4 og 3.5) og PFAS skumvæsken (afsnit 3.6), som blev fundet i en dunk ved BØP. Dermed vurderes det, at forurening i jord og grundvand stammer fra samme aktivitet: brandslukningsøvelser eller aktiviteter, hvor der blev sprøjtet brandslukningsskum ud på grunden.

Kildens placering er ikke entydig, hverken i placeringen af de observerede højeste koncentrationer eller i den historiske gennemgang af aktiviteter med skum på grunden. I /2/ blev det beskrevet, hvordan overfladeafstrømning ved udsprøjtning af vand på BØP bevægede sig primært mod det nordøstlige hjørne af det asfalterede område og for en mindre del mod nordvest mod Nørremarksvej, og det blev konstateret via TV-inspektion, at kloakken var utæt flere steder på lokaliteten mellem BØP og Br10. I den historiske gennemgang (afsnit 1.1) blev det belyst, hvordan aktiviteter med skum havde fundet sted på den sydlige del af lokaliteten ved familie-skum-leggedage samt på den centrale del af matriklen ved brandøvelser på BØP. Det vurderes derfor, med nuværende vidensniveau, at det PFAS-holdige skum er spredt dels via anvendelse af brandskum på BØP og på den sydlige del af grunden, men også ved overfladeafstrømning mod den nordøstlige ende (og mod nordvest) og via udsivning fra utæt kloak langs den østlige del af grunden, der har afledt det PFAS-holdige slukningsvand.

Det høje forureningsniveau konstateret i både jord og grundvand på den sydlige del af matriklen i borerne B110, B125 og B126 adskiller sig fra den øvrige forurening idet det ikke var forventet at finde forurening der i de påviste niveauer. Det var ikke forventet, fordi de først indsamlede historiske oplysninger ikke indeholdt oplysninger om aktiviteter med brandslukningsskum på den sydlige del af grunden. Forureningen på den sydlige del adskiller sig også fra den øvrige del af grunden ved, at placeringen grundvandsmæssigt, kloakmæssigt og terrænmæssigt er opstrøms for den øvrige forurening. Der kan således ikke være strømmet hverken foruren

grund-, overflade- eller kloakvand til fra aktiviteterne på BØP eller den øvrige nordlige del af grunden. Informationerne om skumaktiviteter på den sydlige del af matriklen (beskrevet i afsnit 1.1) er fremkommet efter udførelse af undersøgelsesaktiviteterne. PFAS sammensætningen i B110, B125 og B126 er sammenlignelig med sammensætningen fra øvrige analyser, og koncentrationsniveauerne er sammenlignelige med de øvrige højest observerede koncentrationer i jord og grundvand. Dette indikerer, sammen med de tilkomne historiske oplysninger, at der er tale om samme type forurening. Forureningen i den sydlige ende af grunden er ikke afgrænset.

De seneste analyser af kloakvand fra Br10, udtaget i oktober 2024, er en faktor 10-20 lavere end dem, som blev udtaget i marts/april 2024 ifm. /2/. Eftersom det er oplyst, at seneste brandøvelsesaktivitet fandt sted omkring 2007, vurderes det, at vandet i Br10 repræsenterer regnvand der er forurennet med PFAS. Enten via kontakt med forurennet asfalt eller beton eller andre dele af kloakken, eller via kontakt med forurennet jord for derefter at være sivet ind i kloakken gennem utætheder (kloakken ligger over grundvandsspejlet i den umættede zone). Koncentrationerne påvist ifm. /2/ svarer i størrelsesorden til de højere af koncentrationerne i grundvandet, mens den senest udtagne prøve er på niveau med de lavere observerede grundvandskoncentrationer, ca. 180 gange GVK for PFAS4, 3,6 gange GVK for PFAS22, 213 gange kvalitetskravet for PFOS i fersk overfladevand jf. /11/ og ca. 65 gange PFOAeq-kriteriet for overfladevand. Betonprøven udtaget i bunden af en tørlagt Br10 viste intet PFAS-indhold, og betonen i sig selv i Br10 vurderes derfor ikke at være kilde til yderligere forurening. Det kan dog ikke afvises, at der kan findes PFAS-indhold på betonoverfladen andre steder i selve kloaksystemet, som ikke er tilgængelige for prøvetagning.

Der er ikke en umiddelbar sammenhæng mellem forudgående nedbør og PFAS koncentration i målingerne i Br10 jf. DMI vejrarkiv. Den højeste PFAS4 koncentration (PFAS4 = 7600 ng/L) er observeret i en periode, der jf. DMI vejrarkiv, er sammenlignelig med den seneste måling. Den største del af flowet i Br10 vurderes på baggrund af feltbesigtigelse at stamme fra selve lokaliteten, primært fra området mellem BØP og Br10, mens bidraget fra den sydlige og den sydvestlige del af grunden er begrænset. Hvis der er en tilslutning fra vejen i det sydvestlige hjørne, vurderes denne, pba. feltbesigtigelsen, at være begrænset.

4.4 Cyanidforurening jord og grundvand

I jord er der primært påvist cyanid ved og nedstrøms saltladen, 0,5-1,5 mut, og i alle tilfælde langt under JKK. I grundvand er det højeste indhold ligeledes påvist ved eller nedstrøms for saltladen. Der er observeret lave indhold mod øst og vest. Det har ikke været muligt at undersøge under saltladen i vinterperioden. Først i forbindelse med en eventuel forklassifikation skal det vurderes, i hvilket omfang der skal udtages/analyseres flere prøver forud for jordhåndtering.

4.5 Jordpakke-komponenter i jordprøver

Ingen resultater fra de analyserede jordprøver (kulbrinter, 7 PAH og 6 metaller: Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn) overskrider jordkvalitetskriteriet. Først i forbindelse med en eventuel forklassifikation skal det vurderes, i hvilket omfang der skal udtages/analyseres flere prøver.

5. Konceptuel model

På baggrund af resultaterne beskrevet i nærværende rapport er der udarbejdet en konceptuel modeller for PFAS-forureningen i jord og grundvand på det nuværende vidensniveau. Figur 5.1 viser den konceptuelle model for spredningen af PFAS i grundvand på lokaliteten.

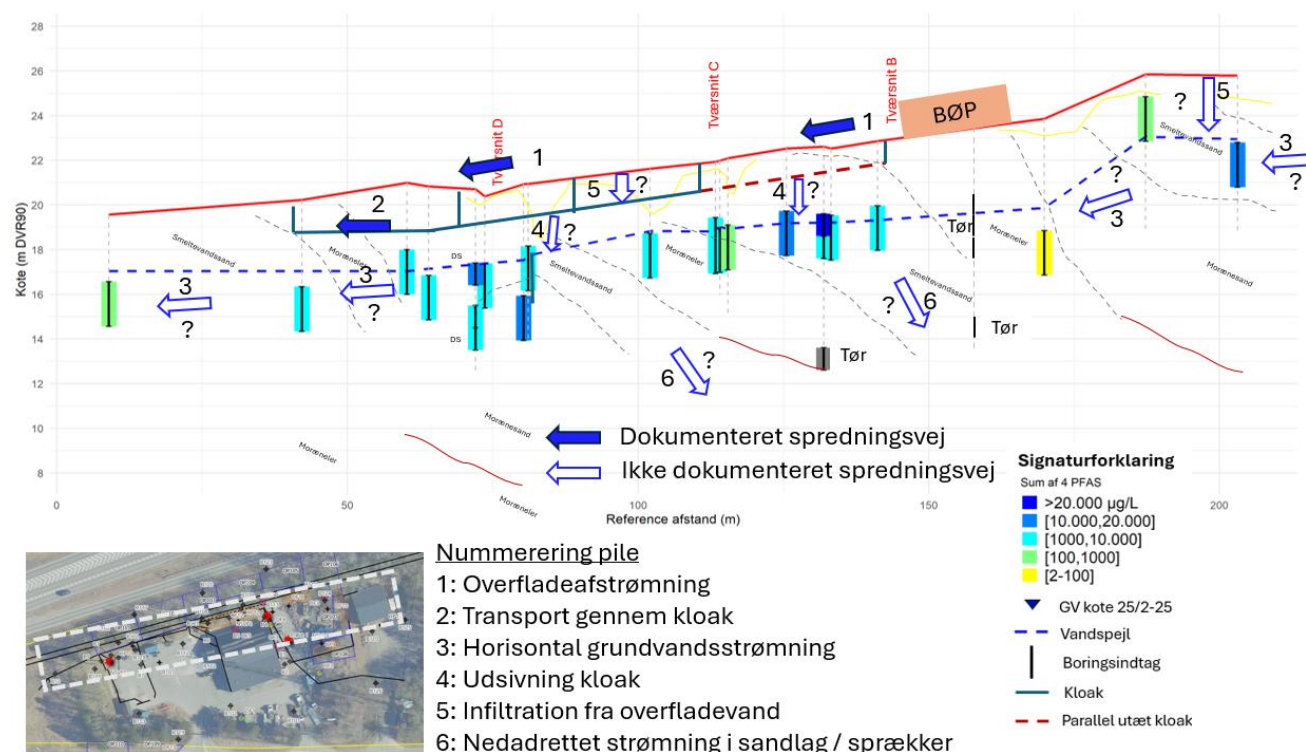
Forureningen på Nørremarksvej vurderes at spredes via flere mekanismer. Af disse er nogle dokumenterede, mens andre endnu ikke vurderes tilstrækkeligt dokumenterede. Dokumenterede spredningsveje er vist med fyldt blå pil, mens ikke dokumenterede, men mulige spredningsveje er vist med en åben blå pil.

Det er vist, at overfladevand fra BØP afstrømmer til den nordøstlige og den sydvestlige rand af det befæstede areal (pil 1). Det er også vist, at PFAS transporteres via kloakken og forlader matriklen via Br10 (pil 2).

Spredningsveje, som kun delvis eller ikke er dokumenterede, omfatter:

- Horizontal grundvandsstrømning og forureningstransport (pil 3)
 - Herunder sammenhæng af det terrænnære grundvandsmagasin
- Ind- og udsivning til/fra kloak (pil 4)
- Infiltration til det terrænnære grundvand (pil 5)
- Vertikal grundvandsstrømning til det primære magasin (pil 6)

Den horisontale grundvandsstrømning er overordnet set vist at være mod nord, via den observerede horisontale hydrauliske gradient. Grundvandsforureningen viser en bred fanedannelse med en kerne langs kloakken på den østlige del af lokaliteten. Fanen dækker hele grunden og er afgrænset mod øst, men ikke mod vest. Det terrænnære magasin er stedvist gennemsat af moræneler og er derfor ikke nødvendigvis sammenhængende i alle retninger. Den rumlige sammenhæng af de terrænnære sandlag kan være en styrende faktor for udbredelsen af forurening på lokaliteten. Datatætheden varierer inden for lokaliteten, hvorfor der kan være større variationer end afspejlet for nuværende, som bør belyses for at af- eller bekræfte dette. Forureningen er ikke afgrænset hverken i opstrøms (sydlig) eller nedstrøms (nordlig) retning.



Figur 5.1: Konceptuel model for spredning af PFAS-forurening i grundvand

6. Indledende vurdering af PFAS-masse

Den samlede PFAS-masse er estimeret ud fra jordprøvekoncentrationer, dybde og anslået horisontal udbredelse (areal) for hver måling. Det anslåede horisontale udbredelsesareal for hvert prøvepunkt (boring/overfladeprøve) er estimeret efter "nærmeste-nabo-princip". Vertikalt er hver prøve anslået at repræsentere 0,5 m over dybden, og terrænnært er der anvendt et gennemsnit af de prøver, som er udtaget mellem 0-0,5 m u.t.

Der er ikke prøvetaget i alle dybdeniveauer i alle prøvepunkter. I dybdeniveauer fra 0-7 m u.t., hvor der ikke findes data fra jordprøver, er der i masseestimatet antaget en koncentration på enten 0, 2 eller 10 µg/kg TS. Herved fås et spænd i masseestimatet.

Der er estimeret en samlet masse af PFAS4 på 400-1.100 g på lokaliteten. Heraf findes ca. 60-70 % af massen (300-700 g) inden for området med koncentrationer over JKK (10 µg/kg TS). 60-90% af den samlede masse (300-700 g) findes over grundvandsspejlet (fra 0-3 m u.t.)

Masseestimatet er et indledende skøn og behæftet med væsentlige usikkerheder. Usikkerhederne relaterer sig især til områder med manglende afgrænsning horisontalt og vertikalt (som beskrevet i afsnit 3.3 og 4).

Voluminet af jord, der har PFAS4-indhold over 1 µg/kg TS er groft skønnet til 40.000-60.000 m³. Heraf findes 20.000-30.000 m³ inden for det kraftigst forurenede område (PFAS4 over 10 µg/kg TS).

7. Konklusion og identificerede videnshuller

7.1 Konklusion

Nærværende undersøgelse har belyst den vertikale og horisontale udbredelse af PFAS forurening i jord og grundvand. I jord er forureningen horisontalt afgrænset mod øst, og mod nord- og nordvest er forureningen delvis afgrænset. Der er ingen afgrænsning mod syd og forureningen på den sydlige del af matriklen er kun sparsomt belyst. Vertikalt set er højeste indhold af PFAS generelt konstateret inden for niveauet 0-4 m u.t., men der er påvist PFAS til 7 m u.t. og over JKK til 4 m u.t. Generelt er de højeste jordkoncentrationer observeret over grundvandsspejlet og i smeltevandssand. Udbredelsen af grundvandsforureningen horisontalt og vertikalt er belyst. Undersøgelserne har ikke resulteret i nogen horisontal afgrænsning, og resultater fra alle vandprøver er over GVK. Vertikalt er det heller ikke muligt at afgrænse forureningen, men resultaterne peger på et relativt tyndt terrænnært magasin underlejret af moræner.

De geologiske og hydrogeologiske forhold er undersøgt nærmere vha. boringer, synkronpejlinger og HPT-sonderinger. Der er observeret terrænnære indslag af grus, sand, moræner og morænesilt, mens der fra ca. 5-7 m u.t. primært er observeret en mere lavpermeabel formation (moræner). De hydrogeologiske forhold på lokaliteten er belyst, men der er ikke opnået en fyldestgørende forståelse for strømnings- og spredningsveje i den komplekse geologi.

Kloakkens indhold af PFAS i beton er belyst nedstrøms i Br10, og der blev ikke påvist PFAS. Det kan dog ikke udelukkes, at der findes PFAS andre steder i kloakkens indre overflade.

En supplerende historisk gennemgang er udført, og der er indsamlet information, som peger på dels placering af sprøjte ved brandøvelser (Lumsåssprøjten), dels brug af brandskum på den sydlige del af matriklen ifm. familiedage for det frivillige brandkorps, hvor børn og voksne kunne lege i skummet.

Ifm. feltbesigtigelser under vedvarende regnhændelser er det undersøgt, om der sker en tilstrømning af vand til grunden via kloakken. Feltbesigtigelserne pegede på, at den mængde vand, der kan strømme til grunden via kloak er begrænset ift. den mængde vand, der dannes på selve grunden.

Der blev primært påvist cyanid-forurening omkring de områder, hvor der er opbevaret salt, og der er foretaget en historisk gennemgang af anvendelsen af grunden som saltdepot. Cyanid-forureningen vurderes overordnet afgrænset, men der mangler viden om forureningsniveauet for cyanid under saltladen og nedstrøms i grundvand.

7.2 Videnshuller

Efter undersøgelserne i nærværende projekt udestår en række videnshuller. Disse relaterer sig overvejende til PFAS-forureningen i jord og grundvand samt til de geologiske og hydrogeologiske forhold på lokaliteten. Videnshullerne er opsummeret nedenfor.

Jordforurening PFAS

- Afgrænsning på det sydlige område på frivilliggrunden (jf. historik og fund) i alle retninger
- Afgrænsning på BØP og mod frivillig-grund (Lumsåssprøjtens placering og retning)
- Afgrænsning mod nord mellem B10 og B106 og nærmere karakterisering på asfalteret plads nord for saltladen
- Afgrænsning under saltladen
- Afgrænsning vertikalt

Grundvandsforurening PFAS

- Afgrænsning mod syd
- Baggrunds niveau i opstrøms grundvand
- Afgrænsning centralt på grunden
 - Bekræftelse af smal fane med kraftig forurening
- Afgrænsning sideværts mod vest
- Afgrænsning nedstrøms mod nord og nordøst (inkl. på modsatte side af Rute 21)
- Evt. afgrænsning vertikalt i dybden
- Kortlægning af grundvandsfane uden nedstrøms matriklen
- Forståelse af samspil mellem grundvand/drænvand/overfladevand
- Er der udstrømning til dræn?

Cyanidforureningen

- Undersøgelse under saltlade
- Afgrænsning mod nord (nedstrøms) i grundvand

Geologi og hydrogeologi ift. strømning og spredning af forurening

- Skråtstillede lag:
 - Er det terrænnære magasin sammenhængende? Geologisk variation på tværs og på langs af fanen.
 - Stagnerer vandet bag skrå lavpermeable lerlag og nedsiver vertikalt og/eller drives det rundt om i en overordnet nordlig retning?
- Hydraulisk ledningsevne i terrænnært sand ifm. fluxberegning
- Vurdering af nedadrettet vandtransport gennem moræneler (forekomst af sprækker mv.)

Geologi og hydrogeologi ift. afskæring af grundvandsfane

- Hvor vandførende er det terrænnære magasin? (inkl. evt. influensradius for afværgepumpning)
- Hvor dybt og hvor homogent er det vandførende terrænnære sandlag og er strømningen entydig? (Hvor kan en evt. permeabel reaktiv barriere placeres).

8. Referencer

- /1/ DMR (2022) Notat vedr. forureningsundersøgelse, Nørremarksvej 13, 4560 Vig, Dansk Miljørådgivning A/S, 10. januar 2022
- /2/ NIRAS (2024) Nørremarksvej 13, Vig, PFAS-undersøgelse, forureningsundersøgelse af jord og grundvand, NIRAS 29. maj 2024
- /3/ Naturstyrelsen Roskilde (2012) Kortlægningsområderne Trundholm og Nakke – trin 1 kortlægning. Resume-rapport – blok 4. COWI. August 2012.
- /4/ Region Sjælland (2025) Historisk Notat for Nørremarksvej 13, 4560 Vig. 19. maj 2025.
- /5/ NIRAS (2024) Besigtigelse og møde med Odsherred Kommune og lokalkendte brandmænd og rådgiver NIRAS d. 24-02-2024.
- /6/ NIRAS (2025) Odsherredvej 8, Vig, PFAS-screeningsundersøgelse. Forureningsundersøgelse af jord og overfladevand. Odsherred Kommune, 10/2-2025.
- /7/ Beredskabsstyrelsen (2006) Indsats: Skum. Notat fra Beredskabsstyrelsen til oplysning om brug af skum til brandslukning.
- /8/ Miljøbeskyttelsesloven (2019) LBK nr 1218 af 25/11/2019: Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse. URL: [<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1218>]
- /9/ Miljøstyrelsen (2023) Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet Per- og Polyfluoralkylstoffer (PFAS).
- /10/ Miljøstyrelsen (2025) Konceptuel model for transport og skæbne af PFAS ved forurenede grunde. Miljøprojekt nr. 2286. Januar 2025.
- /11/ Retsinformation (2023) Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. Bek. nr. 796 af 13/06/2023
- /12/ Miljøstyrelsen (2021) Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord. URL: [https://edit.mst.dk/media/twgdlftx/liste-over-jordkvalitetskriterier-juli-2021_final-rev.pdf] Senest tilgået 28/5-2025.