

# MILJØOVERVÅKNING I GAMLEBYEN I OSLO

Statusrapport for overvåkning av kulturlag 2012

Lise-Marie Bye Johansen





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Telefon: 23 35 50 00

[www.niku.no](http://www.niku.no)

Tittel MILJØOVERVÅKNING I GAMLEBYEN I OSLO Statusrapport for overvåkning av kulturlag 2012	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 201/2012	Publiseringsdato 31.12.2012
	Prosjektnummer NIKU: 15620613 RA: 06/02802-107 Ark. Forvaltningsarkivet 453.6	Oppdragstidspunkt 2012
	Forsidebilde Nedsetting av kum for brønn ved Oslogate 6. Foto: niku_ark_307759.	
Forfatter(e) Lise-Marie Bye Johansen	Sider 46	Tilgjengelighet Begrenset
	Avdeling Arkeologi	

Prosjektleder Lise-Marie Bye Johansen
Prosjektmedarbeider(e) Skriv her
Kvalitetssikrer Knut Paasche

Oppdragsgiver(e) Riksantikvaren
------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Riksantikvaren bestilte informasjon om hvilke områder i Gamlebyen som har potensiale for større sammenhengende kulturlag slik at disse områdene kan langsiktig bevares. Fem områder peker seg ut med potensiale for langsiktig bevaring. For å sikre en god forvaltning av kulturlagene i Oslo, ønsket Riksantikvaren at det ble utarbeidet et forslag til et langsiktig program for hvordan framtidig overvåking av kulturlag i Gamlebyen Oslo bør gjennomføres. Gamlebyen Oslo er et sårbart kulturminne som er svært utsatt for inngrep pga. utvikling av infrastruktur, dels i forbindelse med utviklingen av den nye bydelen Bjørvika, dels vedlikehold og oppgradering av eksisterende ledningsnett. Store deler av de middelalderse kulturlagene ligger i umettet sone, over grunnvannstand, eller i fluktueringssonen mellom mettet og umettet sone.</p>
<p>Emneord</p> <p>Kulturlag, miljøovervåkning, miljøbrønner, gamlebyen i Oslo, middelalder</p>

Avdelingsleder

Knut Paasche

## Forord

Gamlebyen Oslo er et sårbart kulturminne som er svært utsatt for inngrep pga. utvikling av infrastruktur, dels i forbindelse med utviklingen av den nye bydelen Bjørvika, dels vedlikehold og oppgradering av eksisterende ledningsnett. Store deler av de middelalderske kulturlagene ligger i umettet sone, over grunnvannstand, eller i fluktueringssonen mellom mettet og umettet sone. Disse er erfaringsmessig de mest utsatte for økt nedbrytning ved forstyrrende inngrep.

Hittil har overvåkingsaktivitet i Gamlebyen Oslo i stor grad vært knyttet til utredninger som ledd i eksterne tiltak, f.eks. ny vann- og avløpsledning og utbyggingsplan for Jernbaneverket. Riksantikvaren har tidligere gitt oppdrag til NIKU til å sammenstille resultatene fra alle gjennomførte undersøkelser i Gamlebyen i henhold til bevaringstilstand slik det framgår av Norsk standard NS9351:2009; Bevaringsskala som angir tilstanden i kulturlaget. I NIKUs oppdragsrapport 55/2011 er det redegjort for alle gjennomførte arkeologiske oppdrag med miljøovervåking i perioden 2007-2010, og bevaringstilstand til kulturlagene er dokumentert.

Riksantikvaren trenger å vite hvilke områder i Gamlebyen som har potensiale for større sammenhengende kulturlag slik at disse områdene kan langsiktig bevares. For å sikre en god forvaltning av kulturlagene i Oslo, ønsket Riksantikvaren at det ble gjennomført en analyse av resultatmaterialet med sikte på å identifisere problemstillingene for Gamlebyen Oslo, samt utarbeide et forslag til et langsiktig program på hvordan framtidig overvåking av kulturlag i Gamlebyen Oslo bør gjennomføres.



## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn for prosjektet .....	7
2	Rapportstruktur .....	9
3	DEL A.....	10
3.1	Identifisere utfordringer.....	10
3.2	Forarbeide og prosjektering .....	10
3.2.1	Prosjektering av miljøbrønner på anlegg .....	10
3.2.2	Forslag til «beste praksis» ved forarbeid .....	13
3.3	Arkeologisk feltarbeid .....	13
3.3.2	Kvalitetssikring i felt .....	16
3.3.3	Forslag til «beste praksis» ved arkeologisk feltarbeid .....	16
3.4	Implementering av utstyr .....	17
3.4.2	Dårlig koordinering og samarbeid mellom ulike aktører .....	24
3.4.3	Sårbart utstyr i implementeringsfasen.....	28
3.4.4	Miljøovervåking i umettet sone .....	28
3.4.5	Forslag til «beste praksis» ved implementering av utstyr.....	29
3.5	Miljøovervåkingsperioden.....	29
3.5.1	Når starter overvåkingen?.....	29
3.5.2	Kommunikasjonsproblemer med utstyret .....	29
3.5.3	Feilkilder .....	30
3.5.4	Hydrosenteret .....	30
3.5.5	Rapporteringsrutiner .....	30
3.5.6	Forslag til «beste praksis» i miljøovervåkingsperioden .....	30
3.6	Etterarbeide.....	30
4	DEL B.....	32
4.1	Status gjennomgang av eksisterende miljøbrønner.....	32
4.2	Grunnvann høydeforskjeller i brønner.....	34
4.3	Utskifting av utstyr i brønner .....	34
4.4	Hva gjør RA med utstyr etter tiltaksfinansierte prosjekter er avsluttet?.....	35
4.5	Hvor trengs der overvåking? .....	35
4.6	Aktuelle områder for overvåking i Oslo .....	37
4.6.1	OMRÅDE A.....	39
4.6.2	OMRÅDE B.....	39
4.6.3	OMRÅDE C.....	39

4.6.4	OMRÅDE D.....	39
4.6.5	OMRÅDE E .....	39
4.6.6	OMRÅDE F .....	39
4.6.7	OMRÅDE G.....	40
4.7	Fremdriftsplan frem til 2016 .....	43
5	REFERANSER .....	44

## 1 Bakgrunn for prosjektet

Riksantikvaren ga i brev datert 19.09.11 NIKU i oppdrag å utforme et langtidsprogram for overvåkning av kulturlagene i Gamlebyen i Oslo. I møte mellom NIKU og Riksantikvaren den 28.03.12 ble det enighet om å sammenfatte erfaringene fra de ulike miljøovervåkningsprosjektene. Dette vil kunne bidra til å utforme en «beste praksis» for fremtidige prosjekter. I tillegg var det ønskelig å få kartlagt områder som er aktuelle for miljøovervåkning i årene som kommer. Disse resultatene, i kartform, vil kunne fungere som et verktøy for Riksantikvaren i saksbehandlingen av innkommende prosjekter for å bestemme hvor det er aktuelt å sette ned flere miljøbrønner. I tillegg var det et ønske om en oversikt over hvilke brønner som trenger oppdatering av utstyr.

Fra tidligere har NIKU fått i oppdrag å sammenstille resultatene fra alle gjennomførte undersøkelser i Gamlebyen i henhold til bevaringstilstand slik det fremgår av Norsk Standard NS9351:2009. I NIKUs oppdragsrapport 55/2011 er det redegjort for alle gjennomførte arkeologiske oppdrag med miljøovervåkning i perioden 2007-2010 og bevaringstilstand til kulturlagene er dokumentert. I denne rapporten vil derfor ikke hvert enkelt prosjekt bli gjennomgått.

I perioden fra 1997 til 2011 er det satt ned 10 miljøbrønner i Oslo (Fig 1: blå merker). Det er også utført en rekke arkeologiske undersøkelser med prøveboringer og tilstandsvurdering av kulturlag, uten at det er satt ned miljøbrønner (Fig 1: røde prikker). I denne rapporten vil i hovedsak prosjektene med miljøbrønner bli diskutert, da de største utfordringene har vært knyttet til denne type prosjekter.

### **Peleprosjektet (2008)**

RAs vedtak: 2 brønner

Status: 2 aktive

Navn i kart: Sørenga og Oslogate 6

Bakgrunn for prosjektet: Riksantikvarens peleprosjekt.

### **Midgardsormen (2009)**

RAs vedtak: inntil 4 brønner

Status: 3 aktive

Navn i kart: BP 14, BP 6, BP 9

Bakgrunn for prosjektet: Bygging av ny vann- og avløpsledning under gamlebyen.

### **Midgardsormen S7 (2010)**

RAs vedtak: 1 brønn

Status: 1 aktiv

Navn i kart: S7

Bakgrunn for prosjektet: Overvåkning av kulturlag ved båtvrak inntil spuntegropa S7.

### **DEG- prosjektet (2010-2011)**

RAs vedtak: inntil 7 brønner

Status: 4 aktive

Navn i kart: MB 3, MB 4, MB 5, MB 7

Bakgrunn for prosjektet: Bygging av ny veibane i veikrysset Dronning Eufemias gate/Haakon 5 gate



Figur 1: Fornminneområdet med borer og miljøbrønner.



## 2 Rapportstruktur

Rapporten vil bestå av 2 hoveddeler. I tillegg er det utformet en fremdriftsplan.

### DEL A

Identifisere utfordringer i de gjennomførte prosjektene i Oslo og presentere forslag til beste praksis. Det er vektlagt å belyse alle fasene i prosjektarbeidet;

1. Forarbeide og prosjektering
2. Arkeologisk feltarbeid
3. Implementering av utstyr
4. Overvåkingsperioden
5. Etterarbeide

### DEL B

1. Status eksisterende brønner
2. Utskifting av utstyr i brønner
3. Hva skjer med utstyret etter tiltaksfinansieringen avsluttes?
4. Hvor trengs det overvåkning i fortsettelsen?

### FREMDRIFTSPLAN

## 3 DEL A

### 3.1 Identifisere utfordringer

I dette kapitlet vil eksempler på utfordringer i forbindelse med ulike enkelt prosjekt bli diskutert. Eksempelene er valgt for å kartlegge problemer som har oppstått og som må unngås i fremtidige prosjekter. Utfordringer eksisterer i alle fasene i prosjektet; forarbeidet, feltarbeidet, implementering av utstyr og i miljøovervåkingsperioden. Utfordringer knyttet til hver enkelt del av prosjektet vil bli samlet og presentert kapittelvis.

### 3.2 Forarbeide og prosjektering

Forarbeidet inkluderer saksbehandling hos Riksantikvaren, innhenting av info om konstruksjonen fra tiltakshaver og info om potensialet for kulturminner og eventuell metodikk fra NIKU. NIKU samarbeider med Bioforsk for å velge riktig utstyr og prøvepotensialet. Utfordringer i denne fasen er knyttet til usikkerhetsmomenter slik som er det kulturlag/grunnvann? Kan utstyret bli stående urørt i en lengre periode? Hvem eier grunnen i byggeperioden og etter ferdigstilling? Når skal arbeidet gjennomføres

#### 3.2.1 Prosjektering av miljøbrønner på anlegg



Figur 2: Dronning Eufemiasgate (Illustrasjon: Statens vegvesen).

##### 3.2.1.1 Eksempel: DEG-prosjektet

Dronning Eufemiasgate er den nye hovedgaten i Bjørvikabyen og skal gå fra tollbugata i vest til kryss mot Kong Håkon 5 gate i øst. DEG-prosjektet bød på utfordringer i prosjekteringsfasen av selve veikonstruksjonen. Dette skyldtes at de planlagte miljøbrønnene måtte inkorporeres i konstruksjonen, ettersom brønnene skulle være tilgjengelige og sikret underveis i anleggsarbeidet, men også etter at veien er asfaltert og bygningsarbeidet var avsluttet.

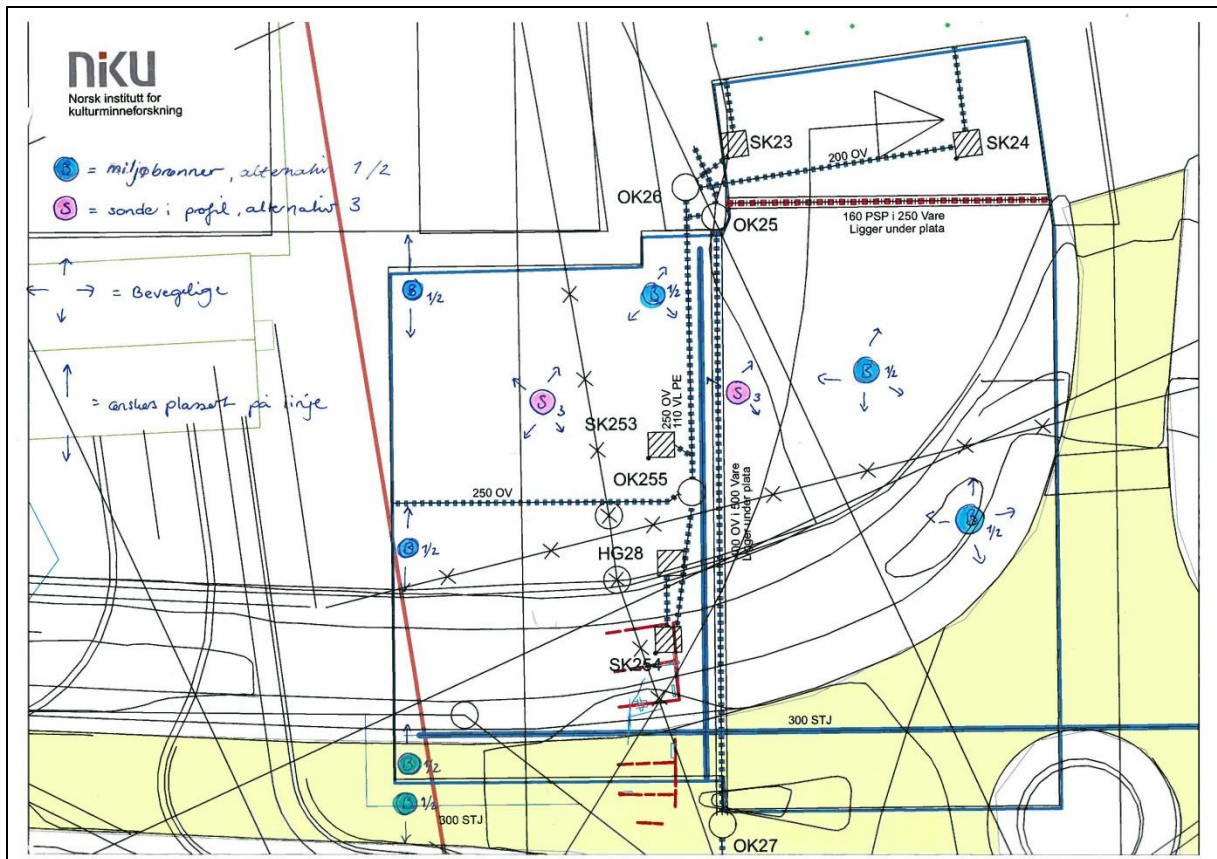
En betongplate som skulle utgjøre fundamentet for veibanen, måtte fundamenteres på 70-80 stålkjernepeler som var forankret i fast fjell. Betongplaten skulle være ca 0,5 m tykk og dekke hele tiltaksområdet. Det var ikke planlagt noen åpninger i denne platen. Over betongplaten skulle det bygges opp med jord og andre typer masser, før veibanen til slutt etableres på toppen. I veinivå skal det plantes trær, hvis røtter vil gå i de påfylte massene, men ikke igjennom betongplaten.

I praksis ville etableringen av betongplaten innebære en forsegling av grunnen i tiltaksområdet. Det ville ikke slippe til regnvann og oksygen fra overflaten. På nordsiden av veien skal det etableres ytterligere en bygning i Barcoderekken (område B13). Fra tidligere har disse tomtene t.o.m. B12 vært spuntet rundt og tømt ut for masse. På sydsiden, inne i tiltaksområdet, er et nytt vann- og avløpssystem etablert (Midgaardsormen) ca 15 m under markoverflaten. Dronning Eufemias gate vil derfor bli liggende som et belte med kulturlag mellom Barcoderekken og fjordbybebyggelse inntil Bispevika.

Miljøovervåkingen hadde som mål å kartlegge kulturlagenes bevaringstilstand under betongplaten forut for anleggsperioden, underveis i denne, samt i etterkant for å se på hvilke konsekvenser utbyggingen har for lagene over tid.

Så snart kravet til miljøbrønner var et faktum, ble prosjekteringsarbeidet et samarbeid mellom Statens vegvesen, Betonmast, Riksantikvaren, Bioforsk og NIKU. Avklaringen av plasseringen av brønnene, inkludert planer for sikring av den delen av apparaturen som ble stående over bakken, inngikk forarbeidet, i dialog mellom de ulike involverte aktørene. Dette viste seg å være svært komplisert og prosjekteringsperioden var svært kort.

Arbeidene foregikk ved at NIKU laget et forlag på antall og ca plassering av brønner og et utvalg av sonder direkte i kulturlagsprofiler (fig 3). Deretter var det opp til Statens vegvesen å finne åpninger i disse delene av konstruksjonen, slik at brønnene var tilgjengelige i hele anleggsperioden.



Figur 3: Forslag til plassering av miljøbrønner i Dronning Eufemiasgate, etappe 2.

Utstyr til miljøbrønnene ble innkjøpt av Bioforsk. I møte mellom Statens vegvesen, NIKU og Bioforsk ble dette utstyret fremlagt for Byggherren, slik at det skulle være enklere å forstå hvilke utstyr og tilpasninger som måtte til for å sikre utstyret. Tidligere erfaringer har vist at sikring er viktig, herunder utarbeidelse av en sikringsplan i dialog mellom partene. Det ble lagt ned mye tid på planlegging i forhold til å velge rett plassering under veianlegget.

Som en del av forarbeidet ble det også innhentet informasjon om området fra Geovita AS, som har utført geotekniske undersøkelser i forbindelse med byggegrøp og fundamentering for Barcode i Bjørvika og Østre Tangent over Oslo S (Veimo 2010) samt fra tidligere grunnundersøkelser av Østre Tangent ved Multiconsult AS (2007). Dette var for å kartlegge tidligere informasjon om grunnen i området.

Ved oppstart på konstruksjonsarbeidene august 2010 var det planlagt nedsetting av 7 brønner, men pr 2012 er det kun 3 brønner som er aktive. En miljøbrønn MB 1, utgikk fordi utvidelse av det arkeologiske utgravningsfeltet dekket området der denne var planlagt. MB 2 utgikk fordi en ikke nådde ned til grunnvannet i dette området. MB6 ble satt ned og siden fjernet i anleggsperioden, ettersom den arkeologiske hovedgrøften måtte utvides i denne retningen. Brønnene som ved avslutningen av de arkeologiske undersøkelsene var aktive er MB 3, MB 4, MB 5 og MB 7. En av brønnene, MB3 har vært avstengt i forbindelse med anleggsarbeidene på nabotomten.

I mail fra Bioforsk den 21.12.11 ble NIKU opplyst om at kun en av brønnene, MB 4 vil være tilgjengelige etter 2013. Dette skyldes at veibanen er endret og det kommer nye rundkjøringer.

**Konklusjon:** Etablering av miljøbrønner ved utbygging av infrastruktur er komplisert. DEG prosjektet illustrerer hvordan utformingen av anlegget kan endres i løpet av utbyggingsprosessen. Målet var at brønnene skulle bli stående i 5 år, men dette kommer trolig ikke til å la seg realisere. Endringer underveis i 2010 resulterte i at 3 brønner måtte avvikles allerede i anleggsfasen. Avgjørelsen om å endre opprinnelig plan om miljøbrønner etter 2013, har vært utenfor NIKUs påvirkning. Etter 2013 er det derfor sannsynlig at en brønn, MB 4 fortsatt vil være i drift. Når NIKU ikke lengre er fysisk til stede på anlegget, er det lett å bli glemt i det videre planarbeidet. Etter endt feltarbeid minsker derfor oversikten og kontrollen over brønnene. Intensjonen fra Byggherren syntes i begynnelsen å være den beste for å ivareta brønnene, men det kan virke som om det i enkelte situasjoner kan være for komplisert å gjennomføre miljøovervåking over en lengre periode.

### 3.2.2 Forslag til «beste praksis» ved forarbeid

Det er Riksantikvaren som mottar søknad om inngrep i de middelalderske kulturlagene og vurderer eventuell etablering av miljøbrønner. Ofte er det kort tid fra saksbehandlingen starter til arbeidet igangsettes. I denne fasen bør det derfor foreligge en god oversikt over eksisterende brønner og aktuelle områder for nye brønner. Det bør så hurtig som mulig utarbeides forslag til nøyaktig plassering av miljøbrønner og valg av teknisk utstyr. Dette forslaget vil deretter kunne diskuteres og bearbeides. I denne fasen bør de involverte aktører samles tidlig i planleggings- og prosjekteringsarbeidet. Aktuelle aktører er Riksantikvaren, Byggherre/tiltakshaver, grunneier/forvalter for parkanlegg, Bioforsk og NIKU.

Kjernepunkter:

- Prioriteringsliste over aktuelle områder for miljøovervåking i Oslo
- Utforme forslag til plassering av brønner tidlig i planarbeidet
- Dialog med tiltakshaver/byggherre slik at flest mulig fakta om byggeprosessen og konstruksjonen er kjent
- Vurdere alternativer ved umettet/mettet sone og valg av kummer, bokser eller skap
- Detaljert utstyrsliste til entreprenør i prosjektbeskrivelsen, slik at ingen forsinkelser oppstår i felt (dette gjelder skovelstørrelse/brønnrør/kummer/skap)
- Loggerutstyret er spesialutstyr som samarbeidspartnerne må bestille. Dette må gjøres i god tid, det er inntil 8 ukers leveringstid på det meste.

### 3.3 Arkeologisk feltarbeid

Det har hendt at boreriggen ikke har det utstyret som trengs, skovlbor med for store vinger osv. Det er derfor viktig å være detaljert i prosjektbeskrivelsen, slik at boremannskapet er informert om dette på forhånd. I enkelte tilfeller på anlegg har samarbeidsklimaet med boregutta ikke vært spesielt godt. Dette er en bransje med stort arbeidspress og lange arbeidsdager. God dialog er en forutsetning for at de krav til metode og dokumentasjon som Riksantikvaren krever blir fulgt. NIKU er for eksempel prisgitt boreguttas nøyaktighet for å være sikre på at hver enkelt boremeter blir tatt opp riktig.

#### 3.3.1.1 Eksempel: DEG- prosjektet

Erfaringene fra det arkeologiske feltarbeidet i DEG-prosjektet skiller seg fra flere av de andre prosjektene. Det var høye krav til logistikk under feltarbeidet. Gjennomføringen av boringene var avhengig av flere parter, både entreprenører og underentreprenører. I tillegg var det annet anleggsarbeid og ulike firma som jobbet i samme område, noe som krevde koordinering og hensyntagen. Det viste seg raskt at arkeologen måtte passe på slik at arbeidet skulle bli utført riktig

og sikkert, da flere av boringene skulle foregå i et område med mye høyspent i bakken. I et tilfelle ble det boret ned i høyspenten uten at dette var friskmeldt. Dette var høyrisiko og svært farlig for de ansatte.

Det var også svært kaldt og dårlig vær under store deler av feltarbeidet, som ble utført i vinterhalvåret 2010/2011 med kulderekorder i Oslo. Det var mye avbrudd og venting pga. tekniske problemer med boreriggen under feltarbeidet. Dette førte til full stans i arbeidet enkelte dager. Et annet forhold som var nødvendig, men som samtidig forsinket progresjonen, var graving og pigging for kabelpåvisning i øvre sjikt av grunnen forut for boring, som nevnt over. I praksis ble de enkelte punktene stukket ut og markert før graving. Det ble derpå pigget med maskin. Ved påvisning av kabler, som var tilfelle enkelte steder, ble borepunktet noe forskjøvet. Disse problemene er av stor viktighet for senere undersøkelser at slike forhold er mest mulig i orden og klarert. Dette bør diskuteres allerede under planarbeidet.

Brønn MB 5 ble, grunnet tekniske og praktiske forhold, samt kommunikasjonsproblemer med borepersonalet montert uten at det først ble utført skovlboring med tolkning og dokumentasjon av kulturlagene. Det ble, for å bøte på dette, tatt ut jordprøver for analyse av flere nærliggende pelehull (for detaljer se Amundsen mfl. 2011). Målingene fra brønnen vil uansett angi verdier i forhold til endringer av grunnvannstand som kan påvirke bevaringsforholdene for kulturlagene over tid. Det ble observert et kulturlag øvre del av grøften som ble gravd ble i forbindelse med kabelpåvisning i forkant av boringen til miljøbrønnen.

Det var planlagt nedsetting av enda flere brønner MB 1 og MB 6, men disse ble ikke montert/fjernet ettersom det ble foretatt justeringer og endringer av byggherren etter oppstart på gravearbeidene. Det skulle opprinnelig graves og arkeologisk undersøkes en grøft på 5 x 40 meter, men på grunn av rasfaren i grunnen ble denne utvidet med til 50 x 40 m. Dette utelukket nedsetting av disse brønnene.



Figur 4: DEG-prosjektet. Boring i tele og sprengkulde.

**Konklusjon:** Arbeidet på DEG var svært krevende. Det er vanskelig å ha full oversikt på anlegg hvor så mange er involvert. Rutiner sviktet og medførte store forsinkelser og fare for sikkerheten. Årstiden kompliserte undersøkelsene og selv boreriggen slet i ekstreme kuldeperioder. Boringer på vinterstid

bør derfor unngås i fortsettelsen. Samhandling med andre aktører er viktig, men det viser seg gang på gang å være vanskelig på anlegg, uansett hvor gode intensjonene er. Arkeologi synes å være noe som nedprioriteres dersom andre oppgaver trenger personal og utstyr. Det har vist seg viktig å ha kontraktfestet krav til utstyr - slik at arkeologene i felt kan henvise til denne og påpeke kontraktsbrudd når utstyr ikke stilles til rådighet eller forsinkelser forårsakes av at det foregår mer viktige arbeidsprosesser på andre deler av anlegget.

### **3.3.1.2 Eksempel: Follobanen**

Ved boring for Follobanen oppsto det problemer med å bore i flere områder. Dette skyldes trolig gamle fundamenter og påfylte steinmasser. Boreriggmaskapet foreslo derfor å stabilisere grunnen ved å fylle bentonitt i øvre del av borehullet. Bentonitt brukes i hovedsak for å tette hullene i toppen etter nedsetting av brønnrør, slik at de ikke er til sjenanse for folk og fe som beveger seg i området. Bentonitten bidro til å gjøre det mulig å bore seg ned til sterilen med skovlboret, og flere meter med kulturlag fra middelalder ble påvist. I etterkant har det derimot vist seg at bentonitt forurenses grunnvannet og at den bentonitten som ble påført i øvre del kan blokkere for vanngjennomstrømningen for miljøbrønnrøret. Dette gjør det derfor uaktuelt å sette ned brønnrør i dette hullet. I etterkant har det også vist seg vanskelig å vurdere grunnvannstanden. Det ser ut til at grunnvannet ligger et godt stykke under selve kulturlagene, noe som vanskeliggjør overvåking med det utstyret som tidligere har vært tatt i bruk i Gamlebyen.

**Konklusjon:** Stabilisering med bentonitt bør ikke benyttes i borepunkter hvor det er planlagt miljøbrønner. I tilfeller hvor det ikke blir påvist grunnvann i fluktasjonsnivå med kulturlag, bør der foreligge alternativt utstyr til umettet sone, dersom det fortsatt ønskes overvåking.

### **3.3.2 Kvalitetssikring i felt**

Det har vist seg å være varierende kvalitet på boreprøvene som er hentet opp. Det er ikke et uttalt mål i denne rapporten å diskutere selve metoden og stratigrafiske kildeproblemer, men det bør påpekes at i enkelte tilfeller er boreresultatene ulogiske. For hver boremeter som kommer opp vil det være en øvre del av boret som ansees som omrotet. Det er også svært ofte yngre masser som faller ut og følger med boret ned i dybder de opprinnelig ikke hører hjemme. Dette forekommer spesielt ofte i leireavsetninger hvor det er vann tilstede. I tilfelle Nordengabru og også på Sjørengautstikkeren dukket det ved boring opp teglfragmenter så dypt nede i leira at det var urealistisk. Stein kan hekte seg på boret høyt oppe og følge med ned i dybden for deretter å skape forvirring. I et tilfelle ved Sjørenga 7, ble det boret flere ganger i et båtvrak, uten at treverk ble registrert i skovlboret. Kun i tilfeller hvor det ble boret igjennom kjølen kom det opp nok treverk til å registrere vraket.

**Konklusjon:** boremetoden har sine svakheter. Det er derfor viktig å ha et tett samarbeide med boresjåføren når han skal skru og når han skal trekke opp boret. Det er også viktig at sjåføren er kjent med viktigheten av å undersøke meter for meter.

### **3.3.3 Forslag til «beste praksis» ved arkeologisk feltarbeid**

Feltarbeidet med boreriggen går som oftest meget bra. Boreriggen er som står som regel til disposisjon for NIKU, slik at det er mulighet for å justere tempoet underveis. Det er derfor viktig å være i god dialog med riggmansskapet, slik at de forstår hva slags arbeide som skal gjennomføres og har forståelse for viktigheten av nøyaktighet for hver enkelt boremeter som tas opp og analyseres.



Feltarbeidet kan være logistisk utfordrende i perioder og det krever at både NIKU og Bioforsk har mannskap på plass.

- God samhandling med boreriggmannskapet. De må ha forståelse av viktigheten med nøyaktighet for hver enkelt boremeter
- Unngå korrigeringer underveis i feltarbeidet ved omplasseringer av borehull.
- god dialog med Riksantikvaren ved eventuelle justeringer underveis
- Kabelpåvisninger og andre tillatelser må være i orden før oppstart
- Unngå for lange arbeidsdager (riggutta jobber ofte fra 7-19), i mørke og arbeide på vinterstid
- God informasjonsflyt fra tiltakshaver til utførende entreprenør og fra NIKU til entreprenør

### 3.4 Implementering av utstyr

Dette er en periode av prosjektarbeidet hvor mye synes å ha gått galt. Dette skyldes flere faktorer, blant annet har utstyret slik som brønnrør blitt stående ubeskyttet og utsettes for hærverk. En annen viktig faktor er at andre aktører- eksempelvis underentreprenører er blitt engasjert som ikke kjenner til bakgrunnen for prosjektet og at det ikke kan graves for nedsetting av brønner uten arkeolog til stede.

I første prosjektene (Midgardsormen og peleprosjektet) ble det satt ned loggere som skulle stå utenfor selve brønnrøret (Fig 5 og fig 6). De fleste av disse loggerne er nå byttet ut og erstattet med loggere som settes ned i selve brønnrøret (Fig 7 og fig 8).



Figur 5: Logger fra peleprosjektet, Sørenga. Loggeutstyr sett fra siden. (Foto: niku\_ark\_307754).



Figur 6: Logger fra peleprosjektet. Loggeutstyr sett ovenfra. (Foto: niku\_ark\_307755).



Figur 7: Nye multisensorer ved BP14 før etablering i brønnrøret (Foto: niku\_ark\_310042).



Figur 8: Nye multisensorer etter etablering i brønnrøret, BP 14 (Foto: niku\_ark\_310039)

#### **3.4.1.1 Eksempel: peleprosjektet**

I 2009 ble det igangsatt et miljøovervåkingsprogram som del av Riksantikvarens peleprosjekt i Oslo. Det ble etablert to brønner; en ved vannspeilet i Middelalderparken og i Oslogate 6 ved Minneparken. For å beskytte dataloggerne ble det satt ned betongkummer og lokk (fig 9). Kummene var sikret med kjetting og hengelås. Nedsettingen av kummer var på forhånd ikke klarert med Kulturetaten, som har ansvaret for vedlikeholdet av parkarealene. Kummenes størrelse var også sjenerende i parken og problematisk for gressklippere. Det ble derfor bestemt at betongkummene skulle erstattes av hardplast- ogsementringkummer, med grønne lokk med dimensjon ca. 0,25m (fig 11 og 12). Lokkene skulle boltes fast i røret. Topp av kum skulle være mulig å kjøre over i forbindelse med gressklipping (fig 10). Samme dag som kummene ble fjernet, ble det oppdaget at det var utført hærverk med fjerning av hengelås og slått skall av topplokket ved kummen i Minneparken. Loggeren var heldigvis intakt nede i kummen og det ble sjekket opp mot nettet for å se at den logget som den skulle.



Figur 9: Kum for brønn ved Oslogate 6. (Foto: niku\_ark\_307765)



Figur 10: Kum for brønn i BP 14 (Foto: niku\_ark\_310038).



Figur 11: Kummer bestående av sementringer.



Figur 12: «Bøttekum». Foto: niku\_ark\_307763

### 3.4.1.2 Eksempel: Midgardsormen

I forbindelse med Midgardsormprosjektet, ble det satt ned flere kummer under bakkenivå: MB 9, MB 14 og MB 6. Enkelte av kummene var utformet med mindre sementringer (Fig 11) andre var en type plastikkbøtte (fig 12). Et problem med kummer under bakkenivå er, at de fylles opp med vann. Dette kan skape komplikasjoner for loggeren. En av brønnene, MB 6, lå ute på plassen ved Verkstedhallen. I dette området er det store lekkasjer på vannledningene som påvirker måleresultatene. Denne kummen er siden blitt satt ut av drift. For å tette kummene, slik at brønnene ikke skulle drukne, ble det satt ned et plastrør rundt brønnrøret sammen med plast (fig 13 og fig 14). Det hele ble forseglet av et plastlokk.



Figur 13: Tiltak for å forhindre vanninnslag og drukning av loggeren.



Figur 14: Tiltak for å hindre vanninnsig og drukning av loggeren

### 3.4.1.3 Eksempel: Follobanen

For å utbedre feilen med vanninnsig til loggerne tas det nå i bruk frost- og vannsikre bokser. I 2012 ble det satt ned en vann- og frostsikret boks rett ved Clemenskirkeruinen, for å oppbevare loggerne fra piezometerene tilhørende Follobanen (fig 15 og fig 16).



Figur 15: Montering av vann- og frostsikret boks ved Clemenskirkeruinen.



Figur 16: Vann og frostsikret boks, sett ovenifra.

### 3.4.2 Dårlig koordinering og samarbeid mellom ulike aktører

#### 3.4.2.1 Eksempel: Midgardsormen BP14

Erfaringene fra Midgardsormprosjektet viser at miljøbrønnprosjekter med flere aktører, krever bedre koordinering og tettere oppfølging. Dette gjelder både ved etableringen av miljøbrønnene i felt, valg av riktig utstyr som minimerer inngrep i automatisk fredede kulturlag, samt oppfølging og eventuelt vedlikehold av miljøbrønnene i etterkant.

I desember 2009 ble det satt ned en kum i BP14, med indre diameter på ca 40 cm i diameter og to betongringer ned i ca 30 cm dybde. Det ble gravd i et område rundt kummen på ca 1,20 x 1,20 cm, uten arkeolog til stede (fig 17). Det er fra tidligere påvist en middelaldergrav i dette borepunktet. NIKU oppdaget dette ved en tilfeldighet den 16.04.10. Riksantikvaren ble umiddelbart kontaktet og orientert på telefon. Menneskebeina ble samlet inn og det ble utarbeidet en rapport (Johansen 2010).

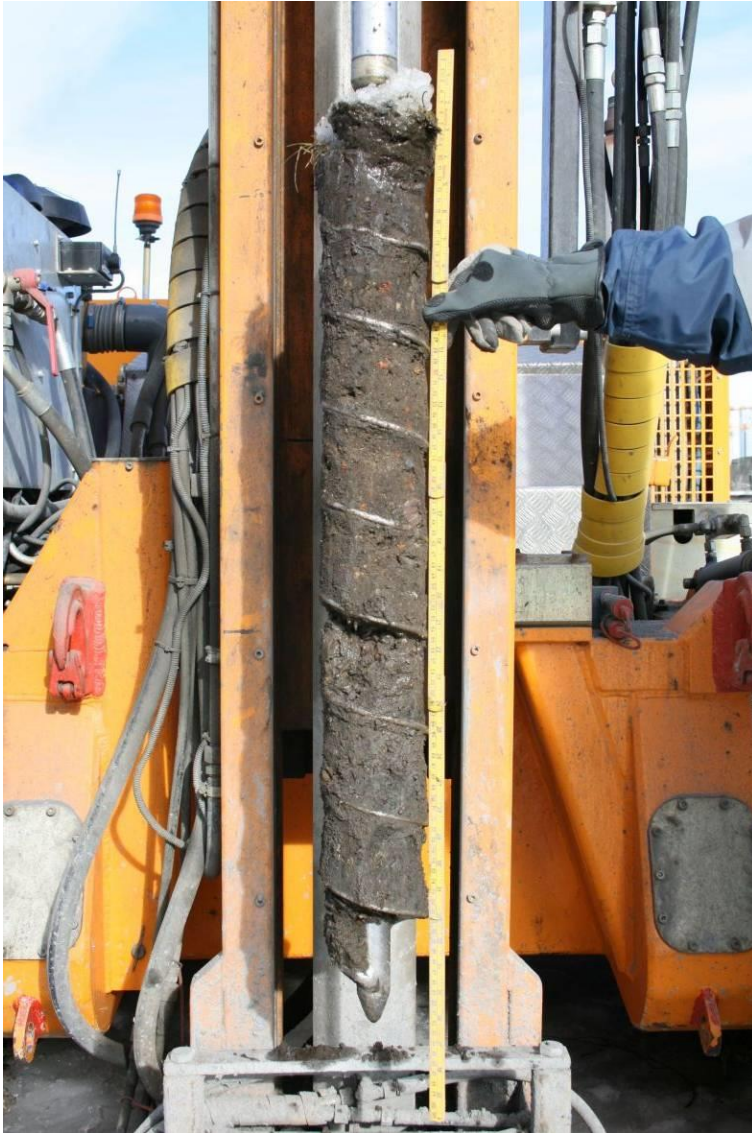




**Figur 17: Omfanget av graving med gravemaskin (Foto: niku\_ark\_307761).**

Ved hovedprosjektet i 2009, avdekket boringen i BP14 en grav fra middelalder (Johansen et al 2009). Det øverste laget 1 (0-22 cm fra markoverflaten) besto av gresstovr og matjord (fig 18). Lag 2 var et kirkegårdslag med gravfyll og skjelettdeler *in situ*. Gravfyllet ble registrert 0,22 m under markoverflaten og besto av grus, sand, silt, humus og trekull. Skjelettfragmentene lå 0,52 m under overflaten. Bunnen av graven var 0,58 m under overflaten.

Det var NGI som hadde satt ned kummen i samarbeid med Bioforsk, etter at Riksantikvaren ga tillatelse til gravning, inntil 30 cm ned i kirkegårdslag ved BP14 uten arkeolog til stede. Fordi gravingen foregikk så sent på vinteren ble hullet gravd med gravemaskin og entreprenøren var trolig ikke klar over at det ikke skulle graves dypere enn 30 cm. I dette tilfellet ble ikke NIKUs prosjektleder konsultert om risikoen ved å grave i overflaten ved BP14. Dette kunne ha forhindret ytterligere ødeleggelser av den middelalderske graven *in situ*. Gravingen har resultert i at kulturlagene som skal overvåkes rundt brønnen er fjernet.



Figur 18: Boresøyle BP14, med *in situ* grav. Foto: niku\_ark\_307583.

### 3.4.2.2 Eksempel: Midgardsormen BP 5

Ved Midgardsormen undersøkelsene skulle boringen for seismikk ble gjennomført med dreietrykksondering, men aller først ble det gjennomført skovlboring. De øverste meterne med potensial for kulturlag, ble undersøkt arkeologisk med naverbor med diameter på 10 cm. Det ble boret med naverbor fra markoverflaten, igjennom kulturlag og ned i toppen av steril undergrunn. Det ble boret til ca 1 meter under overgangen til undergrunn (steril leire). Dybden på borehullene varierte i tråd med dybden på kulturlagene på hvert enkelt punkt.

Etter endt arkeologisk dokumentasjon, ble det iverksatt dreietrykksondering. Det ble satt ned et hult jernrør i borehullene. Jernrørene hadde en diameter på 3,2 cm og rørlengden var på 6 meter. Målsetning var å få bunnen av jernrøret til å være under nivå for kulturlag. I jernrøret ble det deretter senket sprengladninger. Sprengladningene sendte ut trykkbølger som deretter kartla nivået på underliggende grunnfjell. Når en sprengladningen går av, utvider jernrøret seg. Det var derfor ikke ønskelig at jernrørene skulle trekkes opp igjen, da dette vil kunne forårsake stor skade på eventuelle

kulturlag i grunnen. Etter endt seismikkundersøkelse, vil rørene derfor slås ytterligere ned i bakken og bli stående. Rørene skal slås ned til ca 20 cm under dagens markoverflate. Rørene skulle deretter bli fylt igjen med leire eller annen godkjent tett masse når undersøkelsen er avsluttet. Dette var for å hindre tilførsel av oksygen til kulturlagene etter endt undersøkelse.

I henhold til dispensasjonsvedtaket, skulle ikke jernrørene trekkes opp igjen, men bli slått ned i grunnen, for å ikke ødelegge kulturlaget ytterligere enn i borebredden. NIKU oppdaget ved en tilfeldighet, at jernrøret i et av borehullene, trolig borehull 5 hadde blitt trukket opp igjen. Dette skyldtes at ved skyting av seismikken, gikk en del av sprengladningene ikke av. Dynamittkubben måtte hentes opp igjen for ikke å skulle kunne gå av på et senere tidspunkt. Dette ga mulighet til å vurdere hvor stor skade sprengladningen hadde hatt på kulturlaget da røret ble trukket opp igjen.

Slik det fremgår av bildet nedenfor), er utvidelsen på jernrøret på ca 8 cm. I dette tilfellet ble det ikke påført ekstra skader på kulturlaget ved opptrekkingen, ettersom bredden på selve naverboret som opprinnelig gikk igjennom kulturlaget var 10 cm i diameter. Det er imidlertid sannsynlig at i de tilfellene hvor begge ladningene har gått av, er utvidelsen av røret større og vil kunne påføre større skade ved en eventuell opptrekking. Det er viktig at tiltakshaver/entreprenør varsler Riksantikvaren og NIKU når det skjer endringer i henhold til den opprinnelige planen. I utgangspunktet var avtalen at ingen av rørene skulle trekkes opp igjen.



(Foto: niku\_ark\_307724).

### Konklusjon:

Erfaring viser at til tross for at gjennomføring i felt blir diskutert gjennomgående i møter i forkant, skjer det likevel feil i felt. Å ikke trekke opp jernrørene var et av ankepunktene til Riksantikvaren for å unngå skade på kulturlagene, men denne beskjeden viste seg å ikke nå ned til utførende entreprenør.

Kulturminneforvaltningen har ingen garantier for at vedtakene blir gjennomført etter endt arkeologisk feltarbeid.

### 3.4.3 Sårbart utstyr i implementeringsfasen

#### 3.4.3.1 Eksempel: Midgardsormen BP14

Nedsetting av miljøbrønner foregår i etapper. Først er det boring og nedsetting av brønnrøret (fig 19). I et tilfelle ved Mariakirkeruinen, BP 14, ble brønnrøret trukket opp. Det er derfor viktig at kapping av rørene og etablering av kummer med loggere foregår relativt hurtig, slik at denne typen hærverk kan unngås.



Figur 19: Brønnrøret som ble trukket opp før loggeren var på plass.

### 3.4.4 Miljøovervåking i umettet sone

I flere tilfeller har det vært vanskelig å påvise grunnvann i felt. Dette skaper en usikkerhet om det er mulig å sette ned brønn eller ikke.

#### 3.4.4.1 Eksempel: Follobanen

Follobanen skal etableres ved klypen i Oslo. Riksantikvaren har vedtatt nedsetting av miljøbrønner i forbindelse med forundersøkelsene, men dette ble ikke gjennomført i felt. Dette skyltes uklarerheter om plassering og antall brønner som skulle settes ned. Det var heller ikke utformet tydelige problemstillinger i tilknytning til brønnene, noe som gjør hensikten og plasseringen av disse vag. I etterkant har det vist seg å ikke være bevart grunnvann i nivå for kulturlag. Dette skaper noe usikkerhet i forhold til valg av utstyr.

**Konklusjon:** I enkelte områder er det ikke bevart grunnvann i nivå for kulturlag. Det bør foreligge et utvalg av strategier i de tilfeller hvor det ikke er bevart grunnvann.

### 3.4.5 Forslag til «beste praksis» ved implementering av utstyr

Det bør gå kort tid fra brønnrørene er montert til loggere og kummer er på plass for å beskytte utstyret. Dette krever et godt forarbeid med nøyaktig plassering av brønner og valg av utstyr. Det er også svært viktig å få utstyret raskt på plass for å opprettholde progresjonen i prosjektet.

## 3.5 Miljøovervåkingsperioden

Bioforsk har hatt ansvaret for arbeidet i denne fasen, med utskiftning av utstyr, batterier og innhenting av data. Det har vist seg å være en del utfordringer med det tekniske utstyret.

### 3.5.1 Når starter overvåkingen?

Det har variert fra prosjekt til prosjekt hvor lang tid det tar fra det arkeologiske feltarbeidet og nedsetting av brønnrør er fullført, til loggere har vært på plass og start på innsamling av data. Det tidligste prosjektet med Oslogate 6 og Sørrenga ble avsluttet i felt desember 2008, men utstyr var først ferdigmontert i 2010 (fig X). Feltarbeidet på Midgaardsormen ble avsluttet i 2009, men loggerne var først på plass i 2010. På DEG prosjektet ble loggerne etablert relativt hurtig. Logistikken ved disse prosjektene ser ut til å ha blitt bedre med erfaring over tid. Dette kan sees i sammenheng med når utstyr er bestilt og levert. Det er viktig at loggere kommer så tidlig som mulig på plass- og spesielt i de tilfellene hvor utstyret skal overvåke de ulike stadiene på anlegg-forut, under og etter byggeperioden. Det er også mer forståelig for tiltakshaver, dersom det er en kontinuitet i tilgangen på miljøbrønner for prøvetaking.

De første brønnene som ble etablert i Oslo inneholdt enkle loggere. Bioforsk måtte ut å måle grunnvannsnivået manuelt. Dette har resultert i en rekke utfordringer. Snø og is om vinteren gjør at enkelte brønner har vært vanskelige å finne.

#### 3.5.1.1 Eksempel: S7

Tilgjengeligheten etter nedsetting av brønnen var vanskelig. S7 ligger slik til, at det er lite friareal rundt anleggsgropa. Dette har medført at det kontinuerlig står utstyr eller maskiner rett over miljøbrønnen. I perioder har det derfor vært problematisk for Bioforsk å få tilgang på brønnen.

#### 3.5.1.2 Eksempel: Midgaardsormen MB 9

En av brønnene tilhørende prosjektet, MB 9, ligger innenfor jernbaneverkets arealer. Jernbaneverkets arealer er inngjerdet. Dette innebærer at Bioforsk må ha med seg sikkerhetsmann for å få tilgang på brønnen. Dette medfører mer administrasjon og planlegging. I tillegg er det stor pågang på sikkerhetsfolk – slik at det kan være ventetid. Alle som beveger seg innenfor jernbanens område må ha et sikkerhetskurs. Dette er alle momenter som må planlegges og kalkuleres inn når miljøbrønner planlegges montert inne på jernbanens område.

**Konklusjon:** Tilgang på enkelte brønner har i perioder vært vanskelig. Deler av dette utstyret bør skiftes ut slik at dataene ikke må hentes ut manuelt. Loggeren kan likevel ha behov for vedlikehold og skiftning av batterier o.l. Det må derfor tas høyde for dette ved prosjekteringen og det bør opprettes en kontaktliste, slik at det er kontaktpersoner også etter at utstyret er implementert i felt. I tilfeller hvor det er vanskelig å finne brønner på grunn av snø og is får man ta med GPS. Det må derfor også komme tydelig frem i rapporten hvilke koordinater hver enkelt brønn har.

### 3.5.2 Kommunikasjonsproblemer med utstyret

I de nyeste loggerne er det etablert utstyr som fungerer med trådløs kommunikasjon. Det har vist seg at utstyr nede i bakken kommuniserer dårlig mot trådløs kommunikasjon. Mye støy i Oslo når det

gjelder telefonsignaler har i også resultert i kommunikasjonsproblemer med utstyret. Bioforsk arbeider med å forbedre utstyret slik at det fungerer bedre. Det kan være at man i enkelte kontekster må akseptere en boks over bakkenivå for at det skal være mulig å logge dataene.

### 3.5.3 Feilkilder

I forbindelse med BP 6 var det store vannlekkasjer i grunnen, samt overflatevann fra industri i området. Dette har påvirket loggerresultatene i grunnen. Tiltak ble satt i gang for å redusere dette (se kap 3.4.11).

### 3.5.4 Hydrosenteret

Bioforsk kan rapportere måledata online på et Hydrosenter. Data rapportert via Hydrosenter gir Bioforsk en god mulighet til å følge med på utviklingen i miljøovervåkingen da de har direkte tilgang til data. Dette var ikke opprinnelig planlagt da mange av de originale brønnene ble etablert med loggere hvor det var forutsatt periodisk innhenting av data manuelt med besøk. Det er imidlertid større driftssikkerhet og bedre kontroll med data om det rapporteres on-line med presentasjon via Internet. Per i dag er ikke dette tilrettelagt for at andre aktører skal gå inn og laste ned data. Data som finnes i Hydrosenter er å betrakte som rådata hvor det er Bioforsk sin oppgave å rapportere disse etter en kvalitetssikring. Hydrosenteret har i perioder sluttet å fungere, men dette er noe Bioforsk jobber med å følge opp.

Ved å sette ut antenner på loggere der det lar seg gjøre, kan disse dataene kobles opp mot hydrosenteret. Dette var en kostnad som opprinnelig ikke var dekket i budsjettene. Ved å bruke Hydrosenter kan andre aktører følge bedre med på overvåkingen. Det kan oppstå perioder hvor utstyret ikke fungerer som forutsatt. Det er Bioforsk som har ansvaret for at dette følges opp.

### 3.5.5 Rapporteringsrutiner

Det er Bioforsk som har ansvar for å hente ut data fra loggeren og sammenstille resultatene i en årlig statusrapport for hvert prosjekt. Statusrapportering fra Oslo foreligger fra 2010 og frem til 2012. Rapportene oversendes Riksantikvaren fortløpende. Vedlagt er statusrapportene (vedlegg XX).

### 3.5.6 Forslag til «beste praksis» i miljøovervåkningsperioden

Dette er en del av arbeidet som Bioforsk styrer- både oppfølging av utstyr og kontroll på at det samles inn data. Basert på problemer som har oppstått, kan det utformes en rekke punkter;

- Komme i gang så tidlig som mulig med overvåking
- Bytte til loggere som kan fjernrapportere
- Årlige statusrapporter
- Ved manuell innhenting av data på vinterstid - benytte gps for enklere å gjenfinne brønnen under snøen
- Ved å sjekke hydrosenteret fortløpende, er det mulig å ha kontroll på om loggerne fungerer
- Varslefunksjon dersom logger stopper å fungere?

## 3.6 Etterarbeide

Det er ingen miljøovervåkningsprosjekter som foreløpig er helt avsluttet i Oslo. Rapportarbeidet er flerdelt. Det blir utformet en rapport fra det arkeologiske feltarbeidet, som sammenstiller de arkeologiske resultatene fra felt med Bioforsk analyseresultater fra de innsamlede prøvene. Resultatene representerer bevaringstilstanden på eventuelle kulturlag før selve overvåkningsarbeidet tar til. I forbindelse med DEG prosjektet skal det også utformes en sluttrapport,

som sammenstiller resultatene fra overvåkningsperioden på fem år. Dette er et samarbeid mellom Bioforsk og NIKU. Det er ingen av de andre prosjektene hvor det er budsjettert med en slik sluttrapport. Etter endt overvåkning, må der også tas noen grep i forhold til hva som skal skje med utstyret videre (se kap 4.4).

## 4 DEL B

### 4.1 Status gjennomgang av eksisterende miljøbrønner

Til sammen er det satt ned 10 brønner i Oslo. 10 av disse skal være aktive 2012 (fig 20).



Figur 20: Aktive brønner innenfor Middeltalderbyen Oslo.







#### 4.4 Hva gjør RA med utstyr etter tiltaksfinansierte prosjekter er avsluttet?

Miljøovervåkingsprogrammenes lengde varierer fra prosjekt til prosjekt. Riksantikvarens peleprosjekt har ikke en definert tidsramme, mens de tiltaksfinansierte prosjektenes tidsramme er mer spesifikke. Finansieringen av brønnene på DEG- prosjektet, Midgardsormen og S7 har en ramme på inntil 5 år. DEG- prosjektet og S7 vil pågå frem til 2015. Midgardsormen brønnene vil logge frem til 2014. Ingen av de igangsatte prosjektene i Oslo er dermed avsluttet pr desember 2012.

Vil RA avvikle overvåkingen når den tiltaksfinansierte perioden er avsluttet? Ønsker RA å eventuelt finansiere miljøovervåking i en lengre periode? Dette er trolig en avgjørelse som må tas først etter at resultatene fra den første prøveperioden foreligger. Det bør utarbeides planer i god tid innen prosjektavslutning for om overvåking skal fortsettes om utstyret fungerer. Hvordan skal det følges opp og finansieres? Vi foreslår at NIKU får oppfølgingsansvar, men at RA finansierer.

#### 4.5 Hvor trengs der overvåking?

NIKU har laget en liste over trusselbildet for kulturlag. Miljøovervåkingsprogram skal ha som mål å langtidsovervåke kulturlagene og påse at det iverksettes tiltak dersom dette faktisk skjer endringer i kulturlaget. Metode og overvåkingsutstyr velges for å påvise disse endringene. Følgende konsekvenser er aktuelle å overvåke;

- *Uttørking.* Hvis kulturlagene utsettes for drenering av vann kan dette lede til at de organiske komponentene i lagene brytes ned i ujevn takt, og raskere enn det ville skjedd naturlig. Dette kan føre til kollaps av disse komponentene i kulturlagene som dermed går tapt som kulturminner, gjenstander går tapt som følge av endrete bevaringsforhold, og setninger kan føre til følgeskader på bygninger som står på eller nær lagene.
- *Tilførsel av oksygen.* Graving og boring av grøfter innebærer tilførsel av oksygen til kulturlaget. Tilførsel av oksygen starter nedbrytningsprosesser, som dels går ut over innholdet i laget i form av gjenstander, organiske som uorganiske – dels nedbryter kulturlaget, med alle dets mange varierte bestanddeler.
- *Temperaturendringer.* Økte temperaturer kan ha samme effekt som tilførsel av oksygen, fordi det gir rom for mikrobiologisk aktivitet. Hvilken effekt vil kulverten ha på kulturlagene?
- *Forurensning.* Enkelte kulturlag inneholder bensen og bly. Hvis vannstanden øker, hvilken konsekvens har dette for kulturlagene?
- *Mekanisk påvirkning.* Graving ned i kulturlag forårsaker skade, ikke bare på de deler av lagene som blir direkte berørt, men også indirekte gjennom den påvirkning som gravingen selv har. Mekanisk skade i form av deplassering kan være like ødeleggende for den arkeologiske konteksten.

Hittil har overvåkingsaktiviteten i Oslo i form av installerte miljøbrønner vært knyttet til utredninger som ledd i eksterne tiltak, for eksempel vann og avløpsledning og utbygging av vei og jernbane

(Johansen et al. 2009; Johansen 2010 a., 2012b; Bergersen & Molaug 2011; Johansen et al. 2011; Amundsen et al. 2012). I Arupsgate var det ikke aktuelt å installere brønner, da alle kulturlag lå i umettet sone, men det ble utført vurdering av bevaringstilstand og tatt ut og analysert jordprøver (Martens 2010). Kun to brønner er satt ned i regi av peleprosjektet til Riksantikvaren (Oslogate 6 og Sørenga).

Plasseringen av miljøbrønner i fortsettelsen kan baseres på flere kriterier, eksempelvis geografisk spredning innenfor middelalderbyen, valg av ulike typer kulturlag eller varierende tykkelse på kulturlag. Miljøbrønnene i Oslogate 6 og på Sørenga, representerer forskjellige kulturlag- sjøbunn og bosetningslag (Martens et al. 2012). Miljøbrønner krever at kulturlagene ligger i grunnvann, eller fluktueres av grunnvann.

I store deler av Oslo synes kulturlagene å ligge i umettet sone. I tilfeller hvor det ikke er bevart grunnvann, eksisterer det alternative overvåkningsformer. Det er mulig å overvåke profiler med sonder, men dette vil kreve et større inngrep i kulturlaget. Grøften trenger imidlertid ikke være større enn at det er mulig å dokumentere lagene i profilen.

Der kulturlag ligger over grunnvann, anser NIKU at den best egnete metoden til langtidsovervåking vil være sensorer som plasseres i et snitt gjennom jordlagene på de utvalgte stedene. Det kan benyttes sonder som registrerer jordtemperatur, jordfuktighet, oksygen og redoksforhold. Både oksygenmålinger og redoksforhold er jordkjemiske parametre som har utsagnsverdi for om bevaringstilstanden er stabil eller om det foregår aktiv nedbrytning – og i så fall med hvilken hastighet. Dette er vesentlig informasjon for å kunne iverksette avbøtende tiltak, hvis det viser seg å pågå aktiv nedbrytning.

I henhold til NS 9451:2009, pkt 9 kan overvåkingen i profilen omfatte;

- logging av vannstand i miljøbrønner/piezometre og/eller fuktinnhold i jorden
- logging av temperatur
- logging av ledningsevne i grunnvann eller jord
- måling av oksygen og/eller redokspotensialet

Oksygen er den vesentligste nedbrytningsfaktor, og målinger av oksygeninnhold vil kunne gi umiddelbar beskjed om endringer i bevaringsforholdene. Dette vil øke muligheten for å kunne foreta avbøtende tiltak i tide. Mulige avbøtende tiltak kan være kontroll med grunnvannstand, enten heving eller senkning (det sistnevnte bare om kulverten forårsaker en uønsket grunnvannsheving ved kirkegårdslagene).

Redoksforhold kontrollerer nedbrytning av organiske gjenstander i jord og er derfor spesielt viktige i vurderingen av bevaringsforhold. Redoksforholdene bestemmes ved å undersøke konsentrasjon av redokssensitive kjemiske forbindelser. Grunnleggende fysisk-kjemiske parametre brukes til å vurdere transport av oksygen i kulturlagene, korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

Avhengig av profilens lengde og den arkeologiske vurderingen av bevaringstilstand, kan man vurdere behov for å spre sondene horisontalt også. Dette vil kunne bli aktuelt hvis det observeres store forskjeller i bevaringstilstand i ulike ender av snittet.

Selve punktene med installert overvåkingsutstyr bør sikres med hjelp av jernstenger som plasseres i firkant rundt sondene og presses ned i bakken med hjelp av skjæret på en gravemaskin. Dette vil være en fysisk markering av at man nærmer seg sensitivt utstyr. Det har vist seg å være en nødvendig men også effektiv sikring på en aktiv byggeplass.

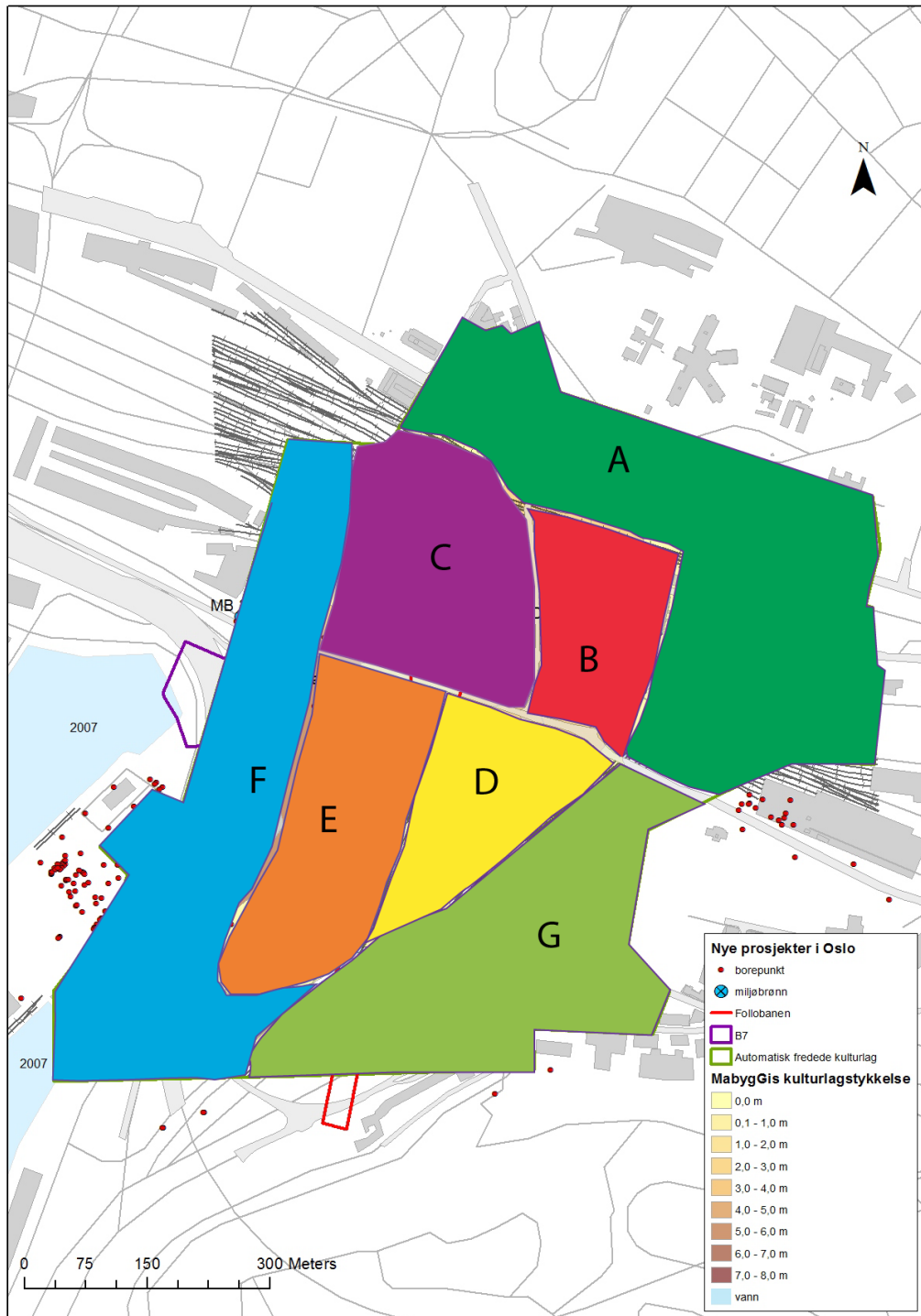
Det er viktig at Riksantikvaren har en formening om hva slags strategier de ønsker i de ulike områdene med kulturlag i mettet og umettet sone. I enkelte tilfeller hvor det ikke er grunnvann kan det være tilstrekkelig med en tilstandsvurdering og prøvetaking fra Bioforsk eller annen samarbeidspartner, mens i andre tilfeller, er det mer ønskelig med overvåking over tid. Man må velge om man bare ønsker arkeologisk tilstandsvurdering (nivå 1), tilstandsvurdering pluss prøvetaking og analyse (nivå 2) eller tilstandsvurdering, prøvetaking og langtidsovervåking (nivå 3).

#### **4.6 Aktuelle områder for overvåking i Oslo**

Riksantikvaren bestilte informasjon om hvilke områder i Gamlebyen som har potensiale for større sammenhengende kulturlag slik at disse områdene kan langsiktig bevares. Fornminneområdet er delt inn i åtte ulike områder, fra A-G. Områdene er oppdelt både på grunnlag av eksisterende infrastruktur som veier og jernbanelinjer, samt ruiner og dokumenterte kulturlag fra tidligere arkeologiske undersøkelser (se Figur 21). Område B,C, D, E og F har sammenhengende områder med kulturlag som har potensial for langsiktig bevaring.

Middelalderbyen er delt inn et kjerneområde (B, C, D og E) og et ytre område (A, G og deler av C) og et havneområde (F).

Ruiner danner sammen med naturtopografien og kjente spor av middelalderbyens gateløp og alminnelige bybebyggelse et middelalder kulturmiljø. For å få frem en nyansering av kulturmiljøet er byen inndelt i flere underordnede kulturminner/miljøer. Aktuelle miljøer vil bli presentert innenfor hvert av områdene.



**Figur 21. Oppdeling av middelalderbyen i ulike soner, der B, C, D og E utgjør kjerneområdet i middelalderbyen, og A, G og deler av C et ytre område og F et havneområde.**

I andre halvdel av 1800-tallet etablerte NSB seg i Gamlebyen og på slutten av 1800-tallet ble anlagt kvartaler med bygårdsbebyggelse. Kvartalene ble anlagt med utgangspunkt i jernbanens akse. Det ble på 1880-tallet bygget leiegårder i form av hele kvartaler inntil Bispegata både på øst- og vestsiden av Oslogate. Øst for St.Hallvardsgate var det noe eldre bebyggelse. I området syd for Bispegata ble det ikke tatt hensyn til den middelalderiske bystrukturen. Gamlebyen skole ble bygget i 1880, og Bispegården ble bygget i 1884, på det gamle Olavsklosterets østfløy. Lite informasjon og

middelalderfunn er bevart fra utbyggingene i denne perioden. Ladegården ble bygget på deler av den gamle bispeborgen på 1700-tallet.

På begynnelsen av 1900-tallet ble jernbanens arbeid med nye jernbanespor mot Lodalen og Østfoldbanen påbegynt. Hallvardskirken, Olavsklosteret, Ladegårdens hage og Bispeborgens nordfløy ble berørt. Etter tunnelbyggingen ble østre del av nordfløyen satt på plass igjen på tunneltaket. Minneparken ble åpnet i 1932.

Hovedveiene til Oslo fra nordøst og sydøst gikk igjennom Gamlebyen. I 1962 ble Loenga bru bygget for å imøtekomme den økende trafikken inn til byen fra syd. Bygårdene i Kanslergata ut mot Loenga bro ble revet. Ved utvidelsen av Bispegata på 1960-tallet ble samtlige bygårder med front inntil denne revet. Ved planlegging av ny trafikkmaskin på 1970-tallet ble flere av bygårdene vest for Oslogate, i Clemensgate revet. Loenga bru ble revet i 1996 etter at trafikken var lagt i tunnel i Ekebergåsen og over Sørenga.

Fra midten av 2000-tallet har det pågått en storstilt omlegging av infrastrukturen i Bjørvika og etablering av bebyggelsen i fjordbyen. Senketunnelen, Dronning Eufemiasgate, Follobanen og Håkon den 5s gate har igangsatt en rekke utgravningsprosjekter.

#### **4.6.1 OMRÅDE A**

Eksisterende miljøbrønner: ingen

Aktuelt med miljøbrønn eller andre typer overvåking: middels/liten

Planlagte prosjekter: ingen

#### **4.6.2 OMRÅDE B**

Miljøbrønner: Oslogate 6

Aktuelt med miljøbrønn eller andre typer overvåking: høy

Planlagte prosjekter: Follobanen

#### **4.6.3 OMRÅDE C**

Eksisterende miljøbrønner: ingen

Aktuelt med miljøbrønn eller andre typer overvåking: høy

Planlagte prosjekter: Follobanen

#### **4.6.4 OMRÅDE D**

Eksisterende miljøbrønner: BP9

Aktuelt med miljøbrønn eller andre typer overvåking: høy

Planlagte prosjekter: Follobanen

#### **4.6.5 OMRÅDE E**

Eksisterende miljøbrønner: BP14, Sørenga

Overvåkningspotensiale: høy

Planlagte prosjekter: Follobanen

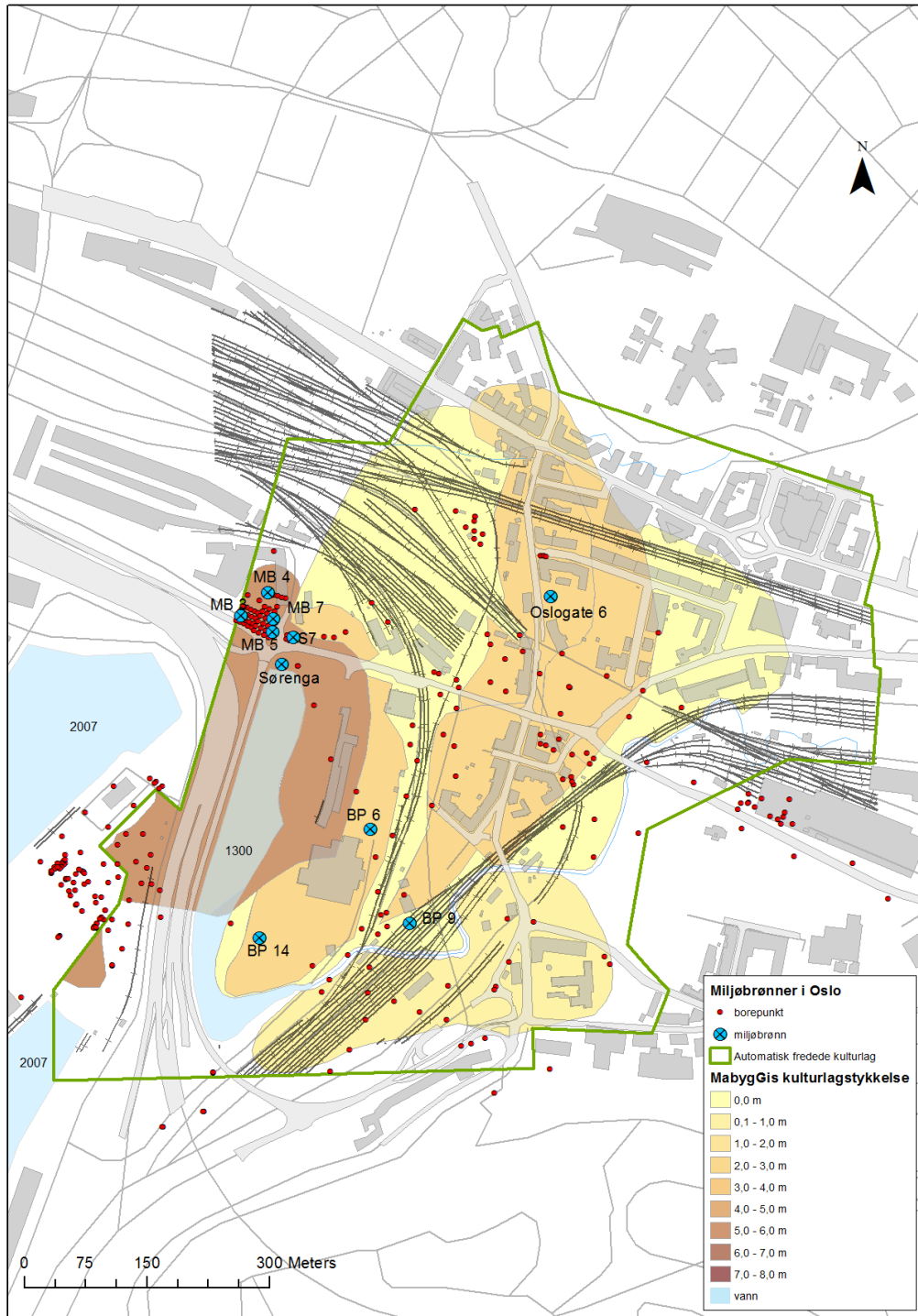
#### **4.6.6 OMRÅDE F**

Eksisterende miljøbrønner: MB 3, MB4, MB5, MB7, S7

Overvåkningspotensiale: lav  
 Planlagte prosjekter: DEG

#### 4.6.7 OMRÅDE G

Eksisterende miljøbrønner: ingen  
 Aktuelt med miljøbrønn eller andre typer overvåking: middels



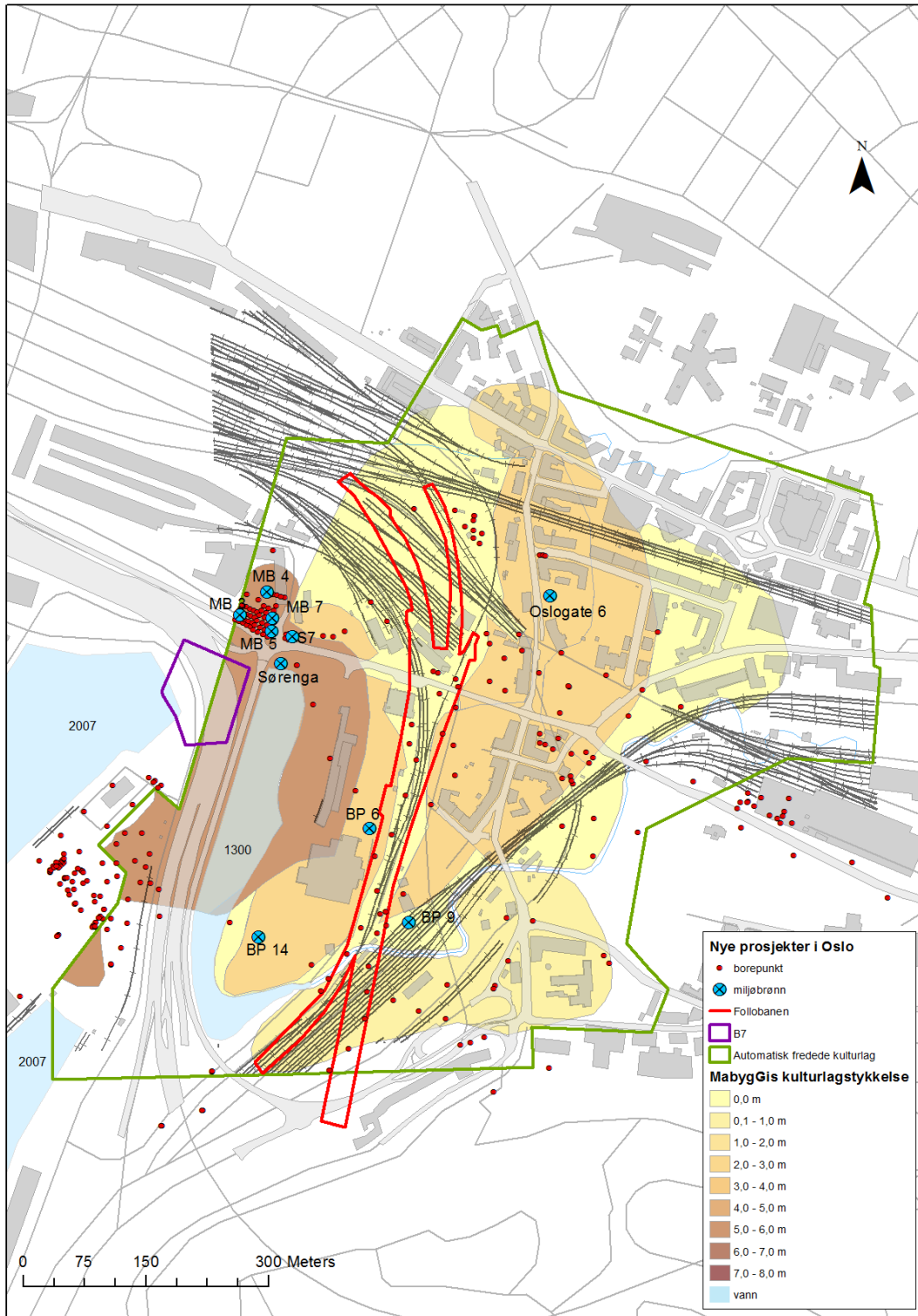
Figur 22: Plassering av brønner i forhold til kulturlagstykkelse.



Det bør åpnes opp for nedsetting av brønner eller annet passende overvåkingsutstyr lengre nord og øst i byen. eksempelvis ved St Hallvardsgate 2-4, hvor det i sin tid ble gravd ulovlig 25 meter med grøft? Dette innebærer imidlertid et stort fokus på alternativer til tradisjonell miljøbrønn, ettersom dette fortrinnsvis er tynne kulturlag i umettet sone, som vil kreve sonder installert i profil.

Planlagte prosjekter Oslo kan også legge grunnlaget for plassering av overvåkingssteder i de nærmeste årene;

Prosjektene representerer to ulike geografiske områder, sjø og bosetning, samt umettet og mettet sone.



Figur 23: Nye utgravningsprosjekter i Oslo, hvor nedsetting av miljøbrønner er aktuelt.

## **4.7 Fremdriftsplan frem til 2016**

2012- Ferdigstille rapport

2013- Etablere overvåking i forbindelse med Follobaneprosjektet, i område C/E. .Etablere overvåkning B7, i område F.

2014- Etablering av overvåkningspunkt i område D.

2015- Etablering av overvåkningspunkt i område B.

2016- Sammenstille resultater fra alle delområder og vurdere grenseverdier og avbøtende tiltak.

## 5 REFERANSER

- Amundsen, C.E og O. Bergersen 2011. Overvåkning av grunnvann i middelalderparken, Oslo. Resultater fra 2010- 2011. Bioforsk Vol 7 (67). Oslo/Ås.
- Amundsen, H.R., Johansen L-M.B., Bergersen, O. og C.E. Amundsen 2011: *Miljøovervåking i Dronning Eufemias gate (DEG), middelalderbyen, Oslo. Arkeologisk og jordfaglig undersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold og -tilstand samt miljøovervåking av grunnvann og kulturminner, 2010-14.* NIKU Oppdragsrapport 273/2011, Bioforsk Vol 6 Nr. 144 2011, Norsk institutt for kulturminneforskning/Bioforsk, Oslo/Ås.
- Bergersen, O. 2012. Overvåkning av grunnvann i miljøbrønner fra Dronning Eufemiasgate. Statusrapport 2011. Bioforsk Vol 7 (66). Oslo/Ås.
- Bergersen, O. og Nytrø T.E. 2012. Overvåkning av miljøbrønner i arkeologiske kulturlag fra Oslogate 6, Sørenga, S7 og Middelalderparken i Oslo. Statusrapport mai 2010- mai 2012. Bioforsk Vol 7 (74). Oslo/Ås.
- Bergersen, O. 2013a. Notat. Statusrapport Midgardsormen. Miljøovervåkning av grunnvann og kulturminner fra middelalderbyen fra 2010 og ut 2012. Bioforsk Oslo/Ås.
- Bergersen, O. 2013b. Notat. Statusrapport på overvåkning av grunnvann i miljøbrønner fra Dronning Eufemiasgate fra 2010, 2011 og 2012. Bioforsk Oslo/Ås.
- Bergersen, O. og Molaug, P. 2011. *Arkeologisk prøveboring for Jernbaneverket i forbindelse med konsekvensutredning for nytt dobbeltspor Oslo - Ski. Rapport 2. Arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold og bevaringstilstand fra grunnboring i Gamlebyen, Oslo 2010.* Rapport Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) nr 21/Bioforsk Vol 6 (23). Oslo/Ås.
- Johansen, L-M.B., Martens, V.V., Bergersen, O. og Hartnik, T. 2009. *Grunnundersøkelse i forbindelse med bygging av ny avløpsledning under Middelalderparken og Sørenga. Arkeologisk og jordfaglig undersøkelse i miljøbrønner.* Rapport Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU) nr 102/Bioforsk Vol 6 (186). Oslo/Ås.
- Johansen, L.M.B. 2010a: *Nedsetting av kummer og loggere til miljøbrønner i Gamlebyen i Oslo, Oslogate 6 og Sørenga.* NIKU Oppdragsrapport 92/2010.
- Johansen, L.M.B. 2010b: *Nedsetting av kummer og loggere til miljøbrønner i Gamlebyen i Oslo, Midgardsormen.* NIKU Oppdragsrapport 93/2010.
- Martens, V. V. 2010: *Arupsgate, Gamlebyen, Oslo. Arkeologisk undersøkelse og overvåking i forbindelse med utskifting av vannledning.* NIKU Oppdragsrapport nr. 111/2010. 251 s.
- Martens, V. V.; Amundsen, C.-E.; Bergersen, O. 2012: *Research on Conservation State and Preservation Conditions in Unsaturated Archaeological Deposits in Oslo. Conservation and Management of Archaeological Sites 2012; Vol 14.(1-4) pp. 72-84*

Petersén, A. H.; Martens, V. V. 2011: *Sammenstilling av miljøovervåkingsundersøkelser frem til 2010 i middelalderbyene Tønsberg, Trondheim og Oslo*. NIKU Oppdragsrapport 55/2011. 40 s.

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

[www.niku.no](http://www.niku.no)

NIKU Oppdragsrapport 201/2012

**NIKU hovedkontor**  
Storgata 2  
Postboks 736 Sentrum  
0105 OSLO  
Telefon: 23 35 50 00

**NIKU Tønsberg**  
Farmannsveien 30  
3111 TØNSBERG  
Telefon: 934 66 230

**NIKU Bergen**  
Dreggsallmenningen 3  
Postboks 4112 Sandviken  
5835 BERGEN  
Telefon: 922 89 252

**NIKU Trondheim**  
Kjøpmannsgata 25  
7013 TRONDHEIM  
Telefon: 922 66 779 /  
405 50 126

**NIKU Tromsø**  
Framsenteret  
Hjalmar Johansens gt. 14  
9296 TROMSØ  
Telefon: 77 75 04 00