

FOYN KJØPESENTER, TØNSBERG

Arkeologisk undersøkelse i forbindelse med pelefundamentering av byggekran, graving for fettutskiller og areagrav

Lars Haugesten





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)

Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo

Telefon: 23 35 50 00

www.niku.no

Tittel Foyn kjøpesenter, Tønsberg Arkeologisk undersøkelse i forbindelse med pelefundamentering av byggekran, graving for fettutskiller og areagrav	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 7/2017	Publiseringsdato 12.03.2018
	Prosjektnummer 1020936	Oppdragstidspunkt 18.10 – 11.11.2016
	Forsidebilde Boring av pelefundamenter for kran. Anna Helena Petersén. Cf35167 NIKU 591032	
Forfatter(e) Lars Haugesten	Sider 48	Tilgjengelighet Åpen
	Avdeling Arkeologi	

Prosjektleder Lars Haugesten
Prosjektmedarbeider(e) Anna Helena Petersén
Kvalitetssikrer Chris McLees

Oppdragsgiver(e) Foyn Eiendom AS

<p>Sammendrag</p> <p>Det skulle graves en areagrav og fettutskiller på Tjømegaten 2 og 4, samt bores fire pelehull for en byggekran på Storgata 28. Gravingen for fettutskilleren ble utsatt på ubestemt tid. Areagraven ble gravd ned til dybde på 1,1 m, og det ble bare observert moderne masser i bunnen og profilveggene. I pelehullene ble det observert kulturlag fra 0,2 m under topp asfalt, og ned til 3,33 m. De fleste kulturlag var fuktige og humøse, men jordkjemiske analyser tolket bevaringsforholdene mellom middels god til dårlig. To lag ble C14-daterert mellom 1020 og 1250 AD.</p>

<p>Emneord</p> <p>Storgaten 28, Tjømegaten 2 og 4, arkeologi, middelalder, arkeologisk overvåking, arkeologisk etterkontroll, kulturlag, boringer, Tønsberg.</p>
--

Avdelingsleder

Lise-Marie Bye Johansen

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn og innledning.....	7
2	Kort historikk	7
3	Metode og gjennomføring	9
4	Resultater	9
4.1	Pelefundering av byggekran	9
4.1.1	Borehull 1006	9
4.1.2	Borehull 1021	11
4.1.3	Borehull 1022	12
4.1.4	Borehull 1023	14
4.2	Areagraven (1000).....	14
4.3	Jordkjemiske prøver	15
5	Sammenfatning og konklusjon	16
6	Litteraturliste	17
7	Vedlegg	18
7.1	Kontekstliste	18
7.2	Prøveliste	19
7.3	Fotoliste	19
7.4	Oversiktsplot	20
7.5	Anleggsplot.....	21
7.6	Borepunkter	22
7.7	Areagrav	23
7.8	Detaljplot.....	24
7.9	Koordinatliste	25
7.10	Hjørnekoordinater	26
7.11	Hjørnekoordinatliste	27
7.12	Profiltegninger	28
7.13	Matriser	29
7.14	Vedartsanalyse	30
7.15	C14-datering lag 1106, prøve 1107	31
7.16	C14-datering lag 1017, prøve 1019	32
7.17	C14-datering lag 1106, prøve 1107	33
7.18	NIBIO Rapport for Møllegaten 1 og tomten Foyn senteret	34
7.19	Mabygis	48

1 Bakgrunn og innledning

Kristiansen og Bernhardt Arkitekter AS og Total Prosjektstyring AS ved Tore Klevstad sendte på vegne av Foyn Eiendom AS en søknad til Riksantikvaren i forbindelse med pelefundamentering av byggekran på eiendommen Storgaten 28, samt graving for fettutskiller og areagrav ved Tjømegaten 2 og 4 i Tønsberg kommune. Riksantikvaren mottok søknaden fra Kristiansen og Bernhardt Arkitekter AS 8.9.2016 og fra Total Prosjektstyring AS 26.9.2016. NIKU Distriktskontor Tønsberg mottok oppdragsbestillingen fra Riksantikvaren 28.9.2016 (RA 15/00590-14). Budsjett og prosjektbeskrivelse ble sendt fra NIKU til Riksantikvaren 13.10.2016, og Riksantikvaren fattet vedtak samme dag (RA 15/00590-16).

Den 11.11.2016 ble det fra Total Prosjektstyring ved Tore Klevstad opplyst pr. e-post til NIKU, at graving for fettutskiller ikke ville ble gjennomført. Det var et ønske fra Total Prosjektstyring å flytte fettutskilleren innomhus i Foynsenteret. En eventuell gjennomføring av dette vil komme på et nytt vedtak. I tillegg ble sendt en e-post fra Total Prosjektstyring ved Tore Klevstad til Riksantikvaren 21.11.2016, der det ble søkt om tillatelse å slå ned flere peler, noe som vedtaket var åpent for. Den 24.11.2016 ga Riksantikvaren tillatelse til endringene pr. e-post. De ønskede pelefostersterkninger ville bli plassert i allerede utsjaktet område, og ville derfor ikke komme i konflikt med automatisk fredete kulturminner. Endringene ble vurdert til å være en mindre endring innen eksisterende vedtak.

Kristiansen og Bernhardt Arkitekter AS hadde tidligere 2.11.2015 sendt en søknad til Riksantikvaren og fått dispensasjon fra Lov om kulturminner den 8.3.2016 (RA 15/00590-7). Dispensasjonen ga lov om å forsterke Foynsenteret med 37 stk. peler for boligbygging. 20 peler var planlagt utvendig langs fasaden, og resterende 17 peler innvendig i bygget.

2 Kort historikk

Den aktuelle eiendommen Storgaten 28 og Tjømegaten 2 og 4, ligger sentralt innenfor "Middelalderbyen Tønsberg". Tidligere arkeologiske undersøkelser har vist en tomtestruktur med parseller som har begynt ved Storgaten i nordøst og strukket seg ned mot strandsonen i sørvest. Parsellene er blitt bygd ut alt ettersom strandlinjen ble forskjøvet.

15.juni 1959 brant det i kvartalet mellom Storgaten, Rådhusgaten, Nedre Langgate og Tjømegaten. Mesteparten av kvartalet ble sjaktet ut, men det ble foretatt utgravninger på deler av branntomten i 1959 og 1960. Rapporten finnes i form av en innberetning, oppbevart i Riksantikvarens arkiv i Tønsberg. Området som ble undersøkt var ca. på 75 m² og ble delt opp i følgende felt; A, B og C, i 5 x 5 m ruter. Felt A lå på den nordre delen, helt inn i Rådhusgaten. Felt B og C lå ved siden av felt A i retning mot Tjømegaten. Utgravningene i 1959 og 1960 viste meget omfangsrike kulturlag med gode bevaringsforhold for organisk materiale. Det ble funnet laftete bygninger i rekke med passasjer og gater sammen med en stor mengde gjenstander.

I 1964 ble det foretatt en besiktigelse av den utsjaktede byggegroppen i nedre (sørvestre) del av brannkvartalet. Det var da allerede fjernet "en mengde tømmerstokker" som visstnok hadde ligget rett over leiren. Under dette ble det registrert et ca. 1 m dypt kulturlag bestående av "flisblandet jord og råtne trebiter oa". I området mot Tjømegaten ble det registrert deler av en mulig brønn, og i

bunnen av byggegroppen ble det påtruffet et lag som ble tolket til fundament for "enkle hus og veiter og kanskje kaianlegg...".

I forbindelse med utbedring av avløpsrør i Tjømegaten i 2002, ble det gravet gjennom Tjømegaten fra Storgaten til Nedre Langgate (Edvardsen 2003). Grøftens dybde var mellom 1,5 og 2,25 m. Det ble avdekket blandete kulturlagsmasser, etterreformatoriske lag og intakte kulturlag i grøftesidene. Det ble i tillegg avdekket enkelte trekonstruksjoner. Det ble observert kulturlag fra 1 m i profilene under topp asphalt, og kulturlagene fortsatte minst ned til 2,3 m, men kulturlagtykkelsene varierte langs grøften. I 2007 var det behov for å reparere et tett og kollapset avløpsrør i krysset mellom Tjømegaten og Nedre Langgate. Det ble avdekket en 15 m lang grøft i 3 m dybde. Det ble observert kulturlag i bunnen av grøften (Johansen 2007).

De undersøkelser som ble gjort av NIKU i 2010, 2011 og 2014 i forbindelse med rehabilitering og utbygning av eiendommen, ble foretatt med grunnboring for nedsetting av peler. Fra grunnboringen ble gjenværende områder med arkeologisk materiale kartlagt sammen med dokumentasjon av de arkeologiske forhold (Petersén og Bergersen 2010, Petersén in prep.). Et av hovedresultatene fra NIKUs undersøkelse, var at ikke så store arealer som først antatt var blitt fullstendig sjaktet ut ned til nivå med naturlige avsetninger etter brannen i 1959, slik at det i dag gjenstår arkeologiske levninger under eksisterende bygg. Ved grunnboringene i 2011, inne i den del av senteret som da var brukt som parkeringskjeller, var det under kjellergulvet og fundamenteringsmassen bevart kulturlag i tykkelsen 0,6-1,7 m. Gulvet lå på ca. 4,25 m.o.h. og de naturlige avsetninger som besto av marin leire ble målt til 2,3-3,2 m.o.h. Det ble gjort radiologiske dateringer av eldste kulturlag fra to av boringene i 2011, fra borepunkter i området mellom akse A-B 16-7 i nordøstre del og fra aksje A-B 8-9 i sørvestre del og dateringene viser aktivitet fra tidlig middelalder AD 970-1170. De eldste dateringene kommer fra borepunktene nordøstre del. De er knyttet til MOV-program til de tidligere undersøkelsene og per i dag finnes det to fungerende miljøbrønner i bygget, som rapporteres frem til 2017 (Bergersen 2015a; Bergersen 2015b; Bergersen 2012).

I forbindelse med den plan for miljøovervåking med grunnvannsbrønner i de sentrale deler av Tønsberg som NIKU utformet i 2015 på oppdrag av Riksantikvaren (NIKU Prosjektbeskrivelse 20.1.2016 RA ref. 09/00422-53), ble det i aktuelle eiendommen Storgata 28 foreslått etablering av tre miljøbrønner. Bakgrunnen var en gjennomgang av kilde- og dokumentasjonsmateriale eldre arkeologiske undersøkelser i eller i nærheten av eiendommen som ble gjort i forbindelse med en tidligere bestilling fra RA i 2012 på to miljøbrønner. NIKU skrev følgende om den arkeologiske potensiale for eiendommen:

Område 2. Storgaten 28 A-B (Gnr/Bnr 1002/166)

Område 2 danner en del av eiendommene Storgaten 28 A-B (Gnr/Bnr 1002/166), men området ligger i den søndre del der i dag er parkeringsplass. Utgravninger i Storgaten 24/26 fra 1979 på den såkalte "DNC-tomt", i samme kvartal, men lengre mot nordøst, viste fremragende bevaringsforhold og blant funnmaterialet fantes blant annet tekstil, lær, dekorerte gjenstander i tre og bein som for eksempel små trefigurer og runeskrifter på tre og bein. Kulturlagene var tykke og inneholdt velbevarte levninger fra bygninger og gater. Steril grunn lå ca. 2,6-2,7 m.o.h og over den glasierte leieren fantes vannavsatte lag og ca. 1 m tykt møkklag brukt som oppfylling. Grunnvannspeilet bør ligge 1-1,5 m under dagens overflate og det vil si at mesteparten av kulturlagene i denne del vil ligge i

fluktuerende vann, overgangssone (B), men i tillegg vil en ikke ubetydelig del av kulturlagene ligge i mettet sone, i grunnvann (C).

3 Metode og gjennomføring

Feltarbeidet ble gjennomført mellom 18.10 til 11.11.2016, og prosjektleder var Lars Haugesten. Prosjektleder Anna Helena Petersén assisterte 18.10 og 19.10. Tiltakshaver var Foyn Eiendom AS og entreprenør var Total Prosjektstyring AS ved Tore Klevstad. Boringene ble utført av Sør-Norsk Boring. Måleutstyr som ble benyttet av NIKU var CPOS og Trimble GIS.

Undersøkelsen startet ved boringer for pelefundamentering av byggekran på Storgaten 28, og boringene ble gjennomført 18.10 og 19.10.2016. Gravingen av areagraven på Tjømegaten 4 ble avsluttet 11.11.2016 Etter tiltakshavers ønske utgikk gravingen av fettutskiller foreløpig. Det skulle bores ned til grunnfjellet, men NIKU overvåket boringene ned til marin leire.

4 Resultater

Den arkeologiske undersøkelsen kan deles opp i 2 deler, en etappe for pelefundamentering av byggekran på eiendommen Storgaten 28, og en etappe for graving av areagrav på Tjømegaten 4. Fettutskiller som skulle være gravet ut i Tjømegaten 2, utgikk som tidligere nevnt.

Ettappene skulle utføres som følgende:

- Pelefundamentering av byggekran. Kranen skulle sikres med fire peler, med utvendige foringsrør med en dimensjon på 139,7 mm og med 6 m avstand (et kvadrat på 36 m²). Pelene skulle fundamenteres i fjell 8 – 13 m under dagens overflate.
- Graving for areagrav langs Foynsenteret. Gravens mål ble oppgitt å være 2,5 m langs bygget, og 1,4 m i retning mot Tjømegaten. Dybden på graven ble satt til 1,1 m. Tidligere areagrav som lå tett inntil den nye graven, skulle fjernes samtidig. Med tidligere areagrav målte graven ca. 5,35 × 2,25 m.

4.1 Pelefundamentering av byggekran

Byggekranen trengte 4 peler og ble boret i med 6 m avstand til hverandre i et kvadrat (se vedlegg 7.4-7.6 for oversiktskart). Lagene ble bestemt ut i fra boreskruen ved hver meter. Boreskruene var 1 m lange og det ble tilføyd en boreskrue hvert enkelt m under boringen. Det var vanskelig å få gode boringer mellom skjøtene på boreskruene. Mellom skjøtene kunne det forsvinne opptil 0,45 m med kontekst (se vedlegg 7.12 for profiltegninger og 7.13 for Harris-matriser). Fra topp asfalt og ned til øverste kulturlag, var det opp til 1,55 m moderne masser. I alle boringshull lå det grå marin leire under de nederste kulturlagene. Tilstanden til kulturlagene ble gradert til mellom 1 og 5, der 1 var dårlig og 5 var meget god.

4.1.1 Borehull 1006

Lag **1001** inneholdt mørkgrå humøs silt blandet med fin sand, og det ble observert treflis, teglfragmenter og enkelte små stein (figur 1). Laget lå mellom 1,45 og 2 m under topp asfalt. Tilstanden ble satt til å være 2. Lag **1003** ble sett mellom 2,15 og 3 m, og besto av klebrig brun humus som skiftet raskt farge til mørkgrå, samt kvistbiter og noe treflis (figur 2). Tilstanden ble satt til å være

5. Nederste kulturlag var lag **1005**, lå mellom 3,1 og 3,18 m dybde, og inneholdt grå plastisk leire med enkelte treflis (figur 3). Tilstanden ble satt til å være ukjent.



Figur 1. Til venstre. Lag 1001 på 1-2 m. Cf35167_NIKU_590993. Figur 2. Til høyre. Lag 1003 på 2-3 m. Cf35167_NIKU_591003.



Figur 3. Lag 1005 på 3-4 m. Cf35167_NIKU_591011.

4.1.2 Borehull 1021

Lag **1010** lå mellom 0,2 og 1 m, og besto av mørkgrå humøs våt sand, med tegl- og kullfragmenter (figur 4). Tilstanden ble satt til å være 0. Under lå lag **1011** mellom 1,1 og 1,3 m, og inneholdt mørkebrun humus med mye treflis, moserester og noe sand (figur 5). Tilstanden ble satt til å være 4. Nederste lag var **1012** som lå mellom 1,3 og 2,3 m, og besto av brun humus med noe sand og treflis (figur 5 og 6). Det var komponenter i laget som kan ha vært drøvtygget dyreekskrementer, som igjen ga en kraftig lukt. Tilstanden ble satt til å være 4.



Figur 4. Til venstre. Lag 1010 på 0-1 m. Cf35167_NIKU_591041. Figur 5. Til høyre. Lag 1011 og 1012 på 1-2 m. Cf35167_NIKU_591051.



Figur 6. Lag 1012 på 2-3 m. Cf35167_NIKU_591060.

4.1.3 Borehull 1022

Lag **1102** var yngst, lå mellom 1,38 og 1,63 m, og inneholdt mørkgrå fastmyk silt, med noe fin sand og humus (figur 7). Tilstanden ble satt til å være 2. Lag **1103** lå mellom 1,63 og 2 m, og besto av fuktig mørkgrå klebrig sand med silt og enkelte små treflis (figur 7). Tilstanden ble satt til å være 1. Det var uklart hvilke lag som lå mellom 2 og 2,35 m. Mellom 2,35 og 2,7 m lå lag **1104** som inneholdt mørkebrun høyorganisk humus med noe sand, treflis og nøtteskall (figur 8). Humusen ga en kraftig lukt. Tilstanden ble satt til å være 4. Lag **1105** lå mellom 2,7 og 2,8 m, og besto av lys treverk (figur 8). Tilstanden ble satt til å være 5. Nederst mellom 2,8 og 3,33 m, lå lag **1106**, og inneholdt mørk gråbrun humus med noe sand og treflis (figur 8 og 9). Tilstanden ble satt til å være 4. Det ble tatt en prøve (**1107**) av laget, der prøven ble vedartsanalysert av arkeobotaniker Maria Sture. Det ble utvalgt en prøve av gran, og prøven ble deretter sendt til Beta Analytic Limited som utførte en C14-datering. Granen ble C14-datert mellom 1020 og 1155 AD (Vedlegg 7.15).



Figur 7. Til venstre. Lag 1102 og 1103 på 1-2 m. Cf35167_NIKU_591067. Figur 8. Til høyre. Lag 1104, 1105 og 1106 på 2-3 m. Cf35167_NIKU_591076.



Figur 9. Lag 1106 på 3-4 m. Cf35167_NIKU_591084.

4.1.4 Borehull 1023

Lag **1014** lå mellom 1,55 og 1,68 m, og besto av mørkgrå fuktig, klebrig sandig humus (figur 10). Det luktet noe "kjeller" og det ble observert litt småstein og trerester i laget. Tilstanden ble satt til å være 2. Mellom 1,68 og 2,28 m, lå lag **1016**, og besto av fuktig mørkgrå klebrig sandet silt med noe treflis og humus (figur 10 og 11). Humusen var fiberrik dyremøkk. Tilstanden ble satt til å være 5. Nederste kulturlag var lag **1017**, lå mellom 2,28 og 2,95 m, og hadde et todelt innhold (figur 11). Øverste del av laget var mørkebrun humus med lyngtråder/fiber, masse frø, nøtteskall, enkelte lyse sandkorn, mye treflis, kvister og dyrebein av god kvalitet. Nedre del av laget var lik som øvre, men tørrere og med noe mindre treflis. I tillegg fantes det fiskebein av god kvalitet og frisk seig treflis. Tilstanden ble satt til å være 4. Det ble tatt en prøve (**1019**) av laget, der prøven ble vedartsanalysert av arkeobotaniker Maria Sture. Det ble utvalgt en prøve av gran, og prøven ble deretter sendt til Beta Analytic Limited som utførte en C14-datering. Granen ble C14-datert mellom 1045 og 1250 AD (Vedlegg 7.16).



Figur 10. Til venstre. Lag 1014 og 1016 på 1-2 m. Cf35167_NIKU_591092. Figur 11. Til høyre. Lag 1016 og 1017 på 2-3 m. Cf35167_NIKU_591100.

4.2 Areagraven (1000)

Graven skulle legges tett inntil stående kjøpesenter, og det ble antatt at deler av graven kunne vært utsjaktet tidligere (vedlegg 7.7). Oppgitte mål var 2,5 × 1,4 m, og dybde på 1,1 m. Nærmere opplysninger fra Total Prosjektstyring AS tilsa at det fantes et betongfundament under areagravens plassering. Fundamentet tilhørte kjøpesenteret og kunne bli påtruffet på ca. 0,85 m under topp asfalt. Kulturlagene ble antatt å være bortsjaktet ned til fundamentet, og ved anleggelsen av fundamentet ble det trolig gravet tilsvarende areagravens planlagte dybde. På bakgrunn av opplysningene ble det bestemt at areagraven skulle etterkontrolleres arkeologisk.

Etter utgravningen av areagraven (**1000**) ble det lokalisert en betongbjelke (**1039**) i bunnen, med samme retning som Tjømegaten (figur 12). Dette ble tolket som betongfundamentet, og ble påtruffet ca. 1 m under topp asfalt. Fundamentet var 0,43 m bredt, og på begge sider av betongbjelken ble det sett småsten/pukk. Det ble ikke gravet dypere og bare moderne masser ble sett i grøftesidene.



Figur 12. Areagrav 1000 med betongbjelke 1039. Sett mot SV. Cf35167_NIKU_591135.

4.3 Jordkjemiske prøver

Det ble tatt ut 3 prøver for jordkjemiske analyser, og prøvene ble sendt til NIBIO for nærmere analyse (vedlegg 7.18 for rapport). Det ble valgt ut en prøve fra borehull 1006, 1021 og 1023. Prøvene ble tatt ut fra dypere lag som var sikre kulturlag.

Borehull 1006: lag 1003.

Laget hadde et høyt innhold av organisk materiale og et høyt vanninnhold. Bevaringsforholdene til organisk og uorganisk materiale var henholdsvis middels og dårlig.

Borehull 1021: lag 1012.

Laget hadde et høyt innhold av organisk materiale og et høyt vanninnhold. Bevaringsforholdene til organisk og uorganisk materiale var henholdsvis middels/middels bra og middels.

Borehull 1023: lag 1017.

Laget hadde et høyt innhold av organisk materiale og et høyt vanninnhold. Bevaringsforholdene til organisk og uorganisk materiale var henholdsvis middels/middels bra og middels.

I felt ble bevaringstilstanden på jordlagene tolket til å være bra til meget bra, men den jordkjemiske analysen tolket jordlagenes bevaringstilstand til å være middels/middels bra til dårlig. En årsak til dette kan være oppbevaringstiden fra der prøven ble tatt til innlevering for jordkjemisk analyse. Det er mulig at prøvene kan ha blitt påvirket av dette på tross av riktig oppbevaringsmetode.

5 Sammenfatning og konklusjon

Det skulle bores fire pelehull for en byggekran ved Storgaten 28, og graves for en fettutskiller og areagrav ved Tjømegaten 2 og 4. Gravingen for fettutskilleren ble utsatt på ubestemt tid. Areagraven ble gravd ned til en dybde på 1 m, og det ble bare observert moderne masser i bunnen og profilveggene. De fire borehullene inneholdt kulturlag fra 0,2 og ned til 3,3 m under bakkenivå, og lagene var for det meste humøse og fuktige. Boringene viste at området har tykke bevarte kulturlag med høyt organisk innhold. To prøver fra lag 1017 i borehull 1023 og lag 1106 i borehull 1022 kunne C14-dateres mellom 1020 og 1250 AD. Bevaringstilstanden til kulturlagene ble i felt satt til å være god eller meget god, men de jordkjemiske analysene viste at bevaringstilstanden er middels/middels bra til dårlig. Dette kan skyldes akselerert nedbryting av prøvematerialet under lagring mellom prøvetaking og analyse.

6 Litteraturliste

Bergersen, O. og Petersén, A. H. (2010): Storgaten 30-32, "City Shopping", Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold fra grunnboring i forbindelse med nybygg. *NIKU Rapport Nr. 158/2010. Bioforsk Rapport Vol. 5 Nr. 149 2010.*

Bergersen, O. (2012): Miljøovervåking av kulturminner fra miljøbrønn på tomten Storgata 30-32, City Shopping i Tønsberg. Sluttrapport. *Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 9 2012.*

Bergersen, O. (2015a): Miljøovervåking av miljøbrønn MB5 & MB10. Foyn eiendom, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Statusrapport I for perioden 2013 – 2014. *Bioforsk Rapport Vol. 10 Nr. 56 2015.*

Bergersen, O. (2015b): Ny forundersøkelse fra pælehull ved Storgata 30-32. Foyn eiendom, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Arkeologisk forundersøkelse med kartlegging av bevaringsforhold fra grunnboring i forbindelse med nybygg. *Bioforsk Rapport Vol.10 Nr. 45 2015.*

Edvardsen, G. (2002): Tjømegaten, Tønsberg. Arkeologisk overvåkning i forbindelse med utskifting av vann og avløpsledninger. *NIKU Rapport 2- 2003.*

Johansen, L.M.B. (2007): Nedre Langgate/Tjømegata. Arkeologisk overvåkning av gravning for avløpsgrøft. *NIKU Rapport nr. 36/2007.*

NIKU Prosjektbeskrivelse 20.01.2016 RA ref. 09/00422-53.

Riksantikvaren, Distriktskontor Syd. Arkivmateriale.

7 Vedlegg

7.1 Kontekstliste

IntrasisId	Navn	Klasse	Beskrivelse og tolkning
1000	Utgravningsområde	Utgravningsområde	Det ble gravet til ca. 1,20 m under topp asfalt (gangsti). Bare moderne masser (pukk) i bunn og profilvegger.
1001	Fyll	Lag	Mørk grå fast myk silt med fin sand. Noe morken treflis, små biter tegl, enkelte små stein. Humøs. Synlig under topp asfalt: 1,45-2 m.
1003	Fyll	Lag	Intens brun hurtig farveskifte fra brun til mørk grå fast klebrig. Mange komponenter, kvist, noe treflis, høy organisk, og kvister. Synlig under topp asfalt: 2,15-3 m.
1005	Fyll	Lag	Grå plastisk leire med enkelte treflis. Synlig under topp asfalt: 3,1-3,175 m.
1006	Borepunkt	Kutt	Inneholder lagene 1001, 1003, 1005 og 1100. Forboring av rør viste leire fra 3,18 m målt fra overflaten.
1010	Fyll	Lag	Mørkgrå våt organisk/humøs med noe mørk sand. Inneholder stein, tegl, noe kull i nedre del. Ikke synlig organisk materiale. Synlig under topp asfalt: 0,2-1 m.
1011	Fyll	Lag	Mørkebrun humus med mye tre (80%), treflis. Noe rester etter mose. Høy organisk, noe sand. Synlig under topp asfalt: 1,1-1,3 m.
1012	Fyll	Lag	Brun humøst/høy organisk. Drøvtygget dyreekskrementer. Lite komponenter, homogent. Noe sand og treflis. Rask fargeskift, hurtig oksidering. Kraftig lukt. Synlig under topp asfalt: 1,3-2,3 m.
1014	Fyll	Lag	Mørkgrå humøs med sand, fuktig og klebrig. Luktet litt kjeller. Ingen synlig oksidering. Kan ruller til kule (pepperkakedeig). Noe småstein. Litt tre (5%). Treet smuldrer (brunost). En beinbit av god tilstand. Synlig under topp asfalt: 1,55-1,68 m.
1016	Fyll	Lag	Mørkgrå sandet silt, veldig fuktig, klebrig med god kvalitet treflis, med innslag av humus (møkk). Møkka inneholder fiber. Synlig under topp asfalt: 1,68-2,28 m.
1017	Fyll	Lag	Øvre del: Mørkbrun, oksiderer raskt. Lyngtråder/fiber. Masse frø og komponenter. Sandkake konsistens. Nøtteskall. Enkelte lyse sandkorn. Mye treflis. Kvister. Dyrebein av god kvalitet. Treflis varierer i størrelse. Nedre del: Lik konsistens, mulig litt tørrere. Sterk lukt, rask oksiderer. Noe mindre treflis. Fiskebein av god kvalitet. Frisk og seig treflis. Synlig under topp asfalt: 2,28-2,95 m.
1020	Fyll	Lag	Marin leire. 3-4 m.
1021	Borepunkt	Kutt	Inneholder lagene 1010, 1011, 1012 og 1100.
1022	Borepunkt	Kutt	Inneholder lagene 1102, 1103, 1104, 1105 og 1106.
1023	Borepunkt	Kutt	Inneholder lagene 1014, 1016, 1017 og 1020.
1039	Moderne betong	Kutt	Moderne betong påtruffet på ca. 1 m dybde under topp asfalt (gangsti). Fra nåtidens senter, ligger den ca., 0,8 m ut i fra Foynsenterets vegg,
1102	Fyll	Lag	Mørk grå fast myk silt med noe fin sand og humus. Identisk med 1001. Synlig under topp asfalt: 1,38-1,63 m.
1103	Fyll	Lag	Mørkgrå klebrig sand med silt (60/40). Fuktig. Enkelte små treflis. Tilstand 1-2. Synlig under topp asfalt: 1,63-2 m.
1104	Fyll	Lag	Mørkbrun høyorganisk humøs med noe sand og treflis (gir ingen knekkelyd). Kraftig lukt. Hurtig oksidering, nøtteskall. Synlig under topp asfalt: 2,35-2,7 m.
1105	Fyll	Lag	Treverk med lys frisk farge. Synlig under topp asfalt: 2,7-2,8 m.
1106	Fyll	Lag	Som lag 1104. Mørk gråbrun høyorganisk humus med noe sand og treflis. Laget er likevel mer sandholdig og tørrere. Ikke fargeskift men oksiderende never. Tilstand 4-5. Synlig under topp asfalt: 2,8-3,33 m.

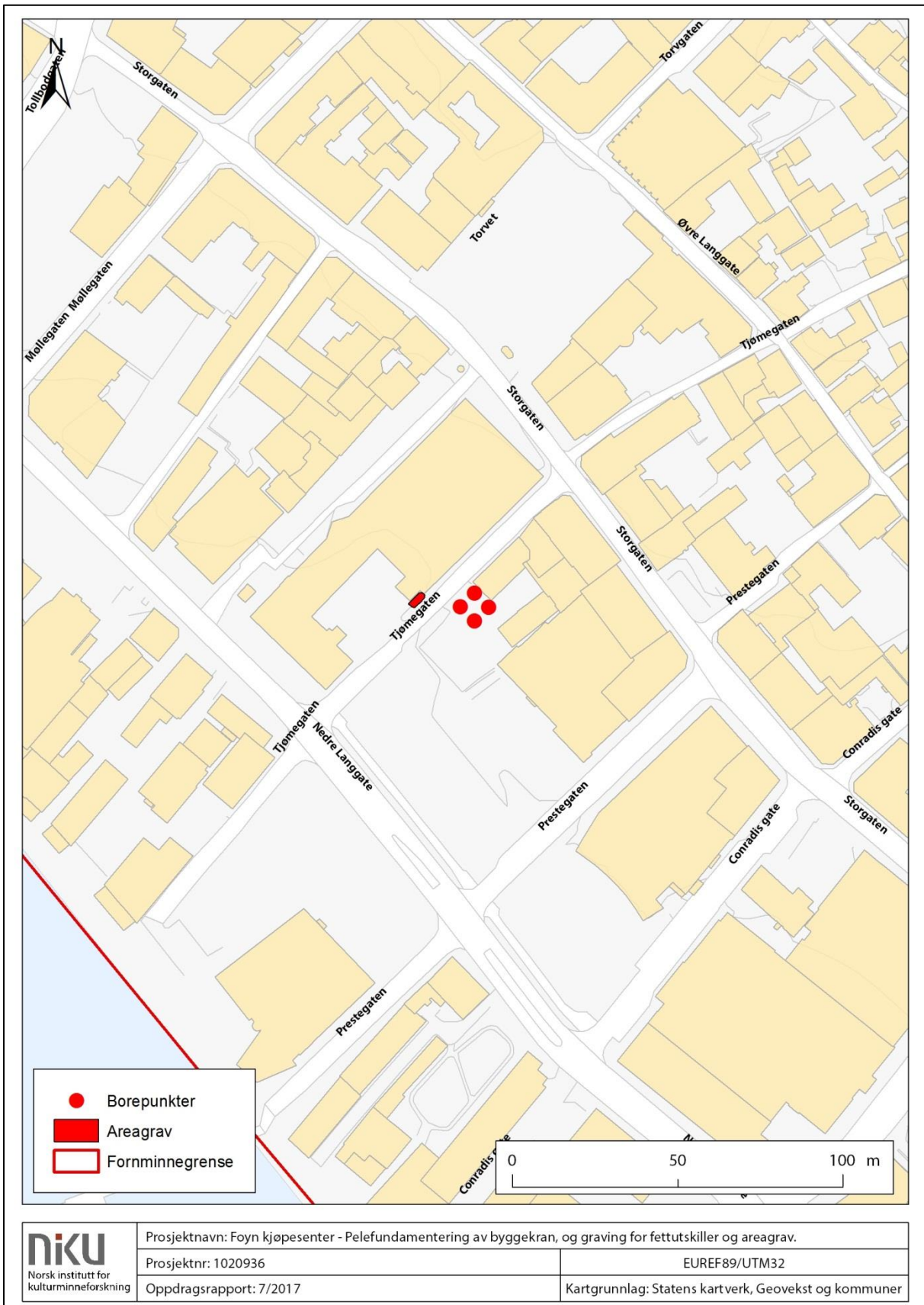
7.2 Prøveliste

Intrasisld	Navn	Bearbeidet	Beskrivelse
1002	Jordkjemisk	Nei	Jordkjemisk prøve fra lag 1001
1004	Jordkjemisk	Ja	Jordkjemisk prøve fra lag 1003
1013	Jordkjemisk	Ja	Jordkjemisk prøve fra lag 1012
1015	Jordkjemisk	Nei	Jordkjemisk prøve fra lag 1014
1018	Jordkjemisk	Ja	Jordkjemisk prøve fra lag 1017
1019	C14	Ja	C14-prøve fra lag 1017
1101	Jordkjemisk	Nei	Jordkjemisk prøve fra lag 1100
1107	C14	Ja	C14-prøve fra lag 1106

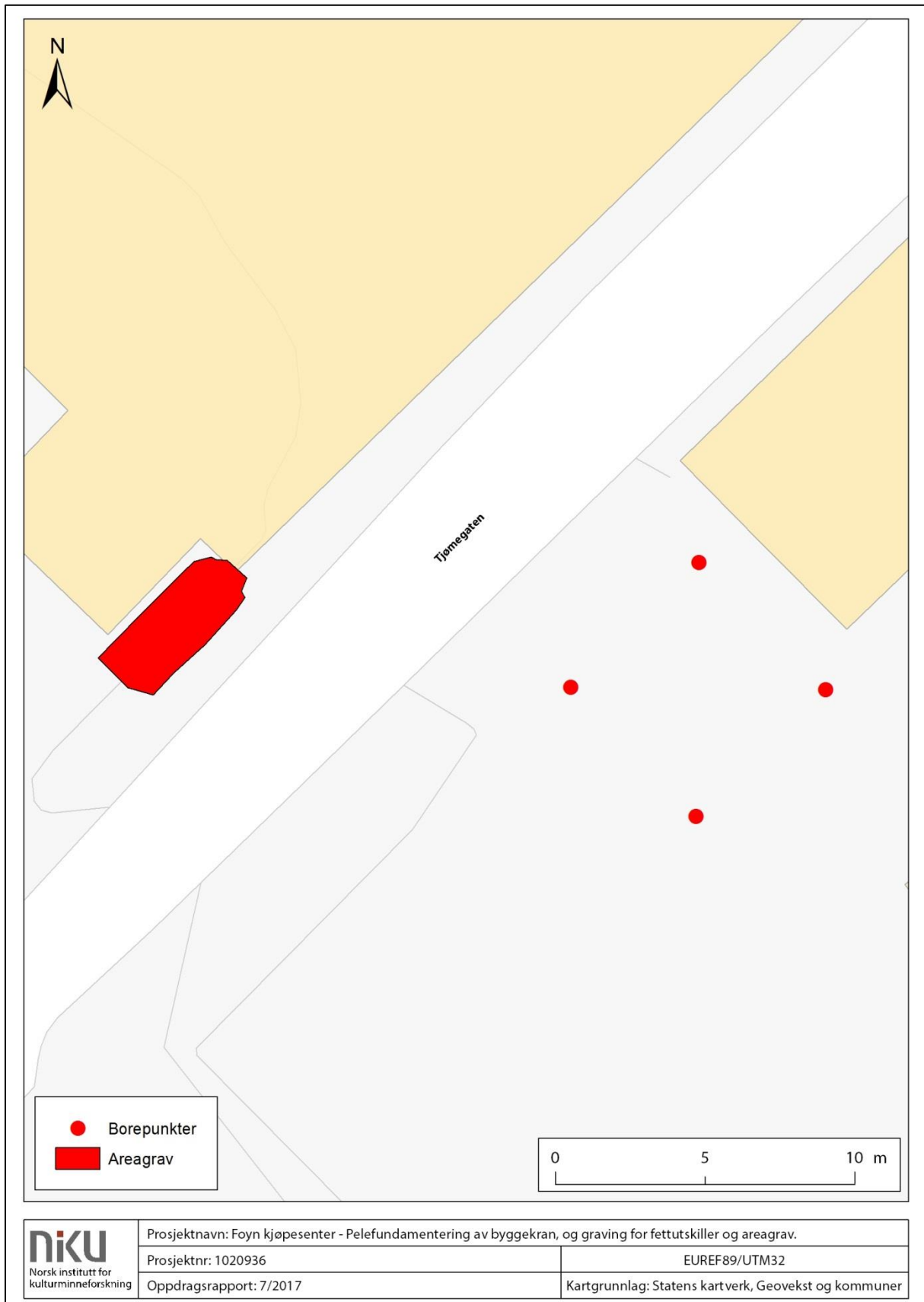
7.3 Fotoliste

Filnavn	Fotonr i felt	Motiv	Sett mot	Opptaksdato
Cf35167_NIKU_590993	IMG_3286.JPG	Lag 1001		18.10.2016
Cf35167_NIKU_591003	IMG_3289.JPG	Lag 1003		18.10.2016
Cf35167_NIKU_591011	IMG_3290.JPG	Lag 1005		18.10.2016
Cf35167_NIKU_591020	IMG_3293.JPG	Oversikt med Lars Haugesten (NIKU) og Sør-Norsk boring	SV	18.10.2016
Cf35167_NIKU_591032	IMG_3294.JPG	Oversikt med Lars Haugesten (NIKU) og Sør-Norsk boring	V	18.10.2016
Cf35167_NIKU_591041	IMG_3296.JPG	Lag 1010		18.10.2016
Cf35167_NIKU_591051	IMG_3297.JPG	Lag 1011 og 1012		18.10.2016
Cf35167_NIKU_591060	IMG_3299.JPG	Lag 1012		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591067	IMG_3300.JPG	Lag 1102 og 1103		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591076	IMG_3301.JPG	Lag 1104, 1105 og 1106		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591084	IMG_3304.JPG	Lag 1106		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591092	IMG_3305.JPG	Lag 1014 og 1016		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591100	IMG_3306.JPG	Lag 1016 og 1017		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591109	IMG_3308.JPG	Marin leire		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591117	IMG_3309.JPG	Marin leire		19.10.2016
Cf35167_NIKU_591126	IMG_3365.JPG	Areagrav + betong 1039	SV	11.11.2016
Cf35167_NIKU_591135	IMG_3367.JPG	Areagrav + betong 1039	SV	11.11.2016
Cf35167_NIKU_591144	IMG_3370.JPG	Eksiterende areagrav	NØ	11.11.2016
Cf35167_NIKU_591153	IMG_3372.JPG	Areagrav + betong 1039	NØ	11.11.2016
Cf35167_NIKU_591162	IMG_3374.JPG	Areagrav oversikt	NV	11.11.2016

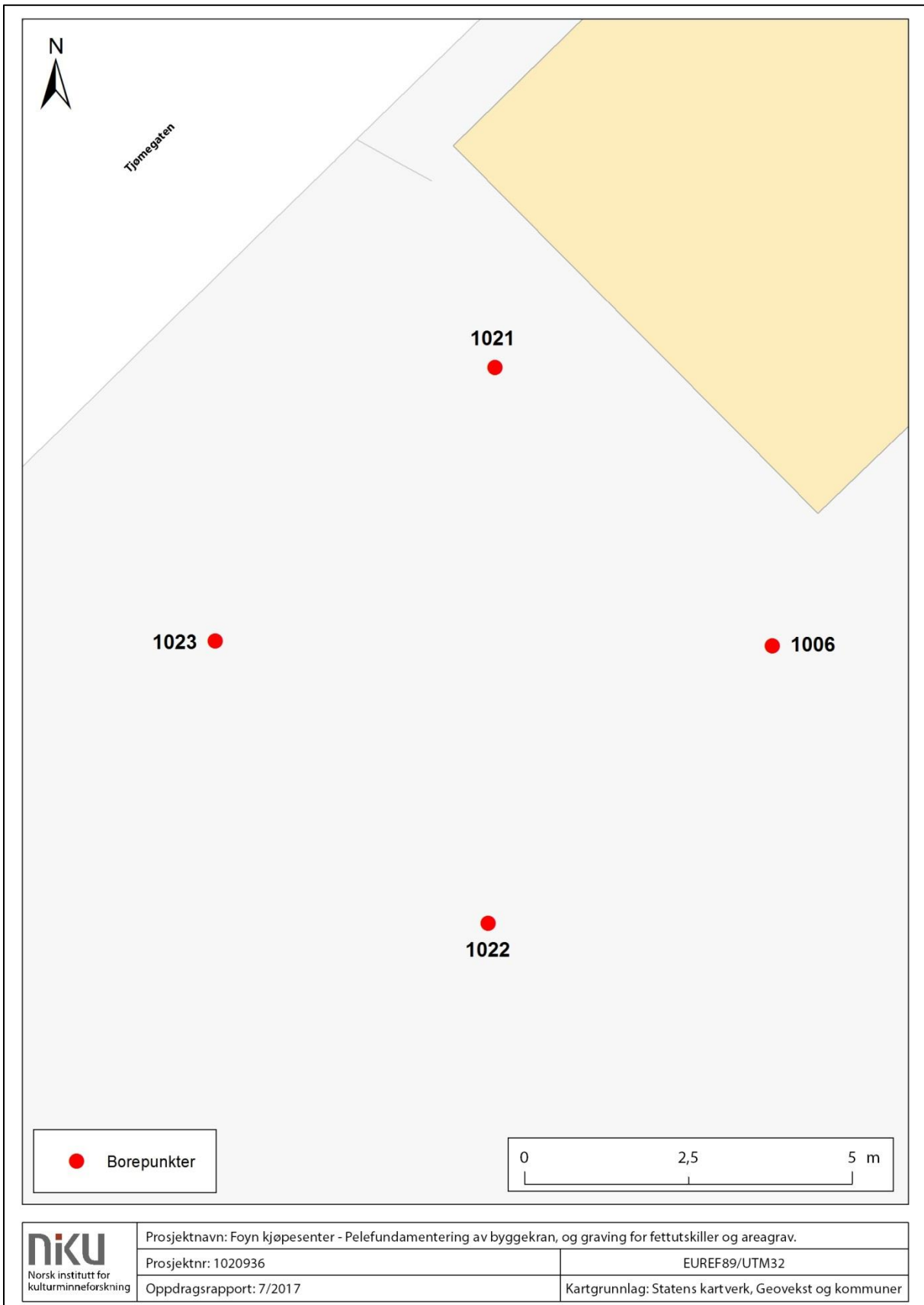
7.4 Oversiktsplot



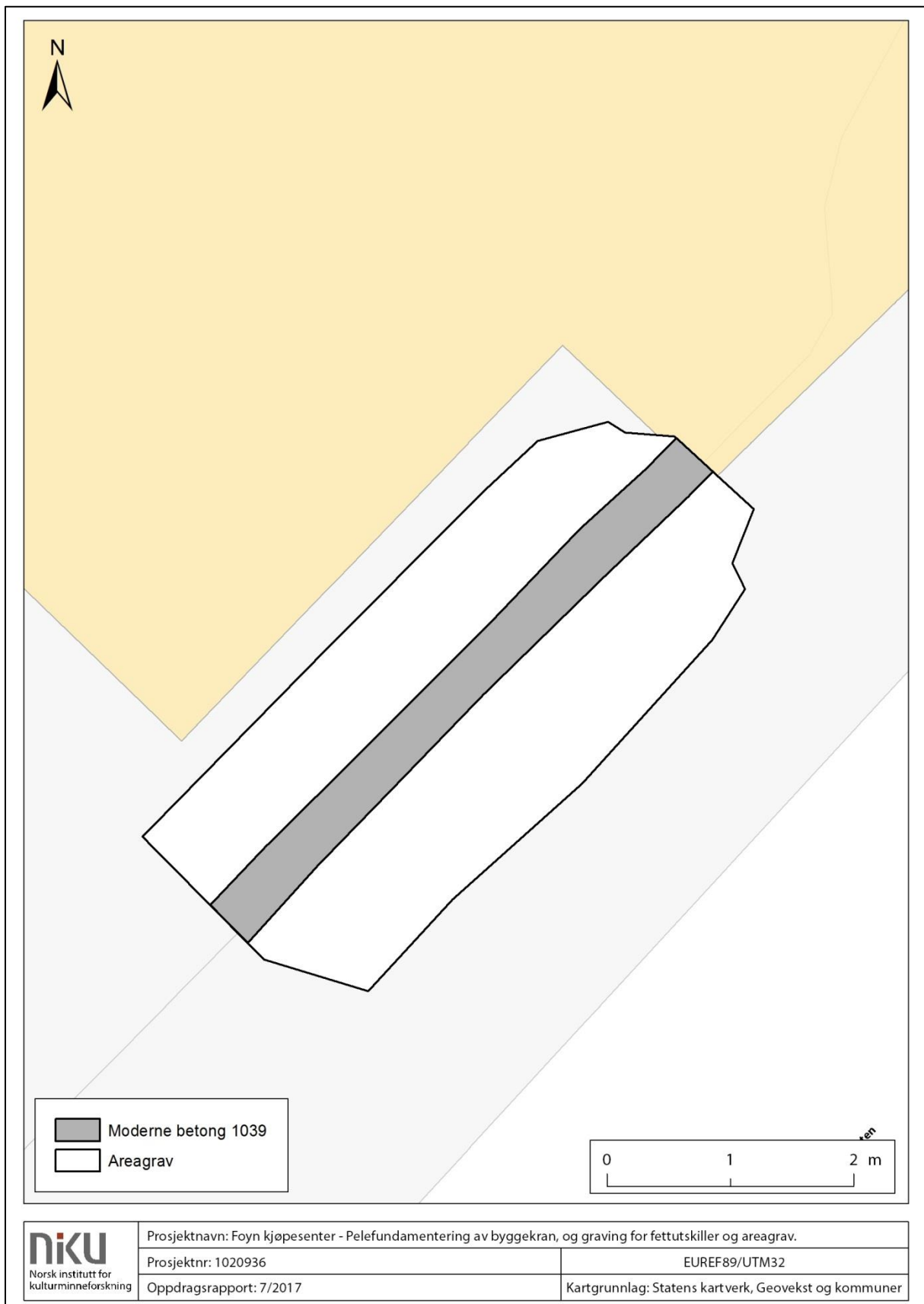
7.5 Anleggsplot



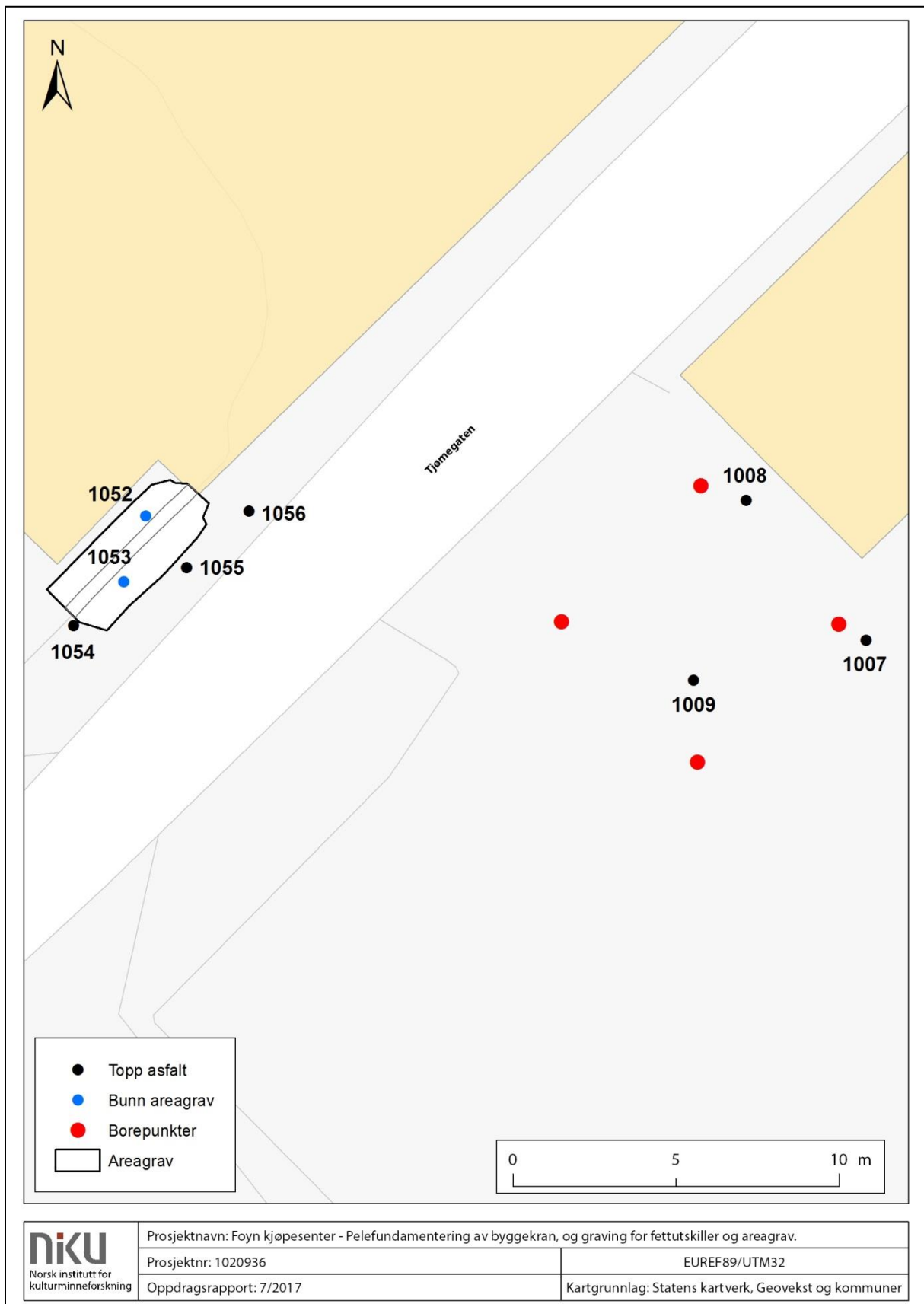
7.6 Borepunkter



7.7 Areagrav



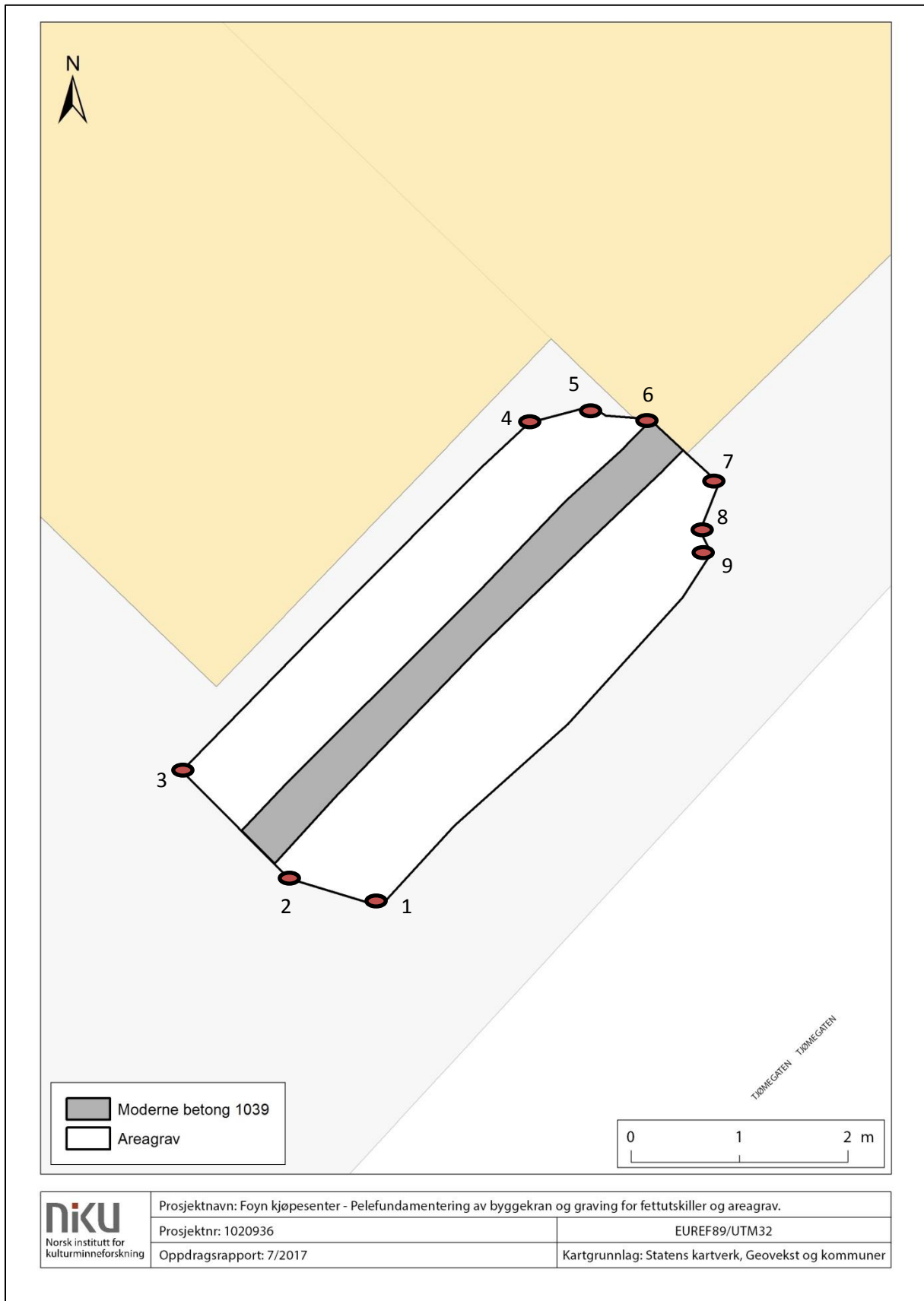
7.8 Detaljplot



7.9 Koordinatliste

Punktnr.	Nord	Øst	Høyde	Beskrivelse
1007	6570608,485	580247,393	5,925	Topp asfalt
1008	6570612,776	580243,727	5,742	Topp asfalt
1009	6570607,252	580242,109	5,627	Topp asfalt
1052	6570612,287	580225,314	3,900	Bunn sjakt
1053	6570610,279	580224,641	3,906	Bunn sjakt
1054	6570608,932	580223,099	5,175	Topp asfalt
1055	6570610,704	580226,557	5,251	Topp asfalt
1056	6570612,446	580228,469	5,360	Topp asfalt

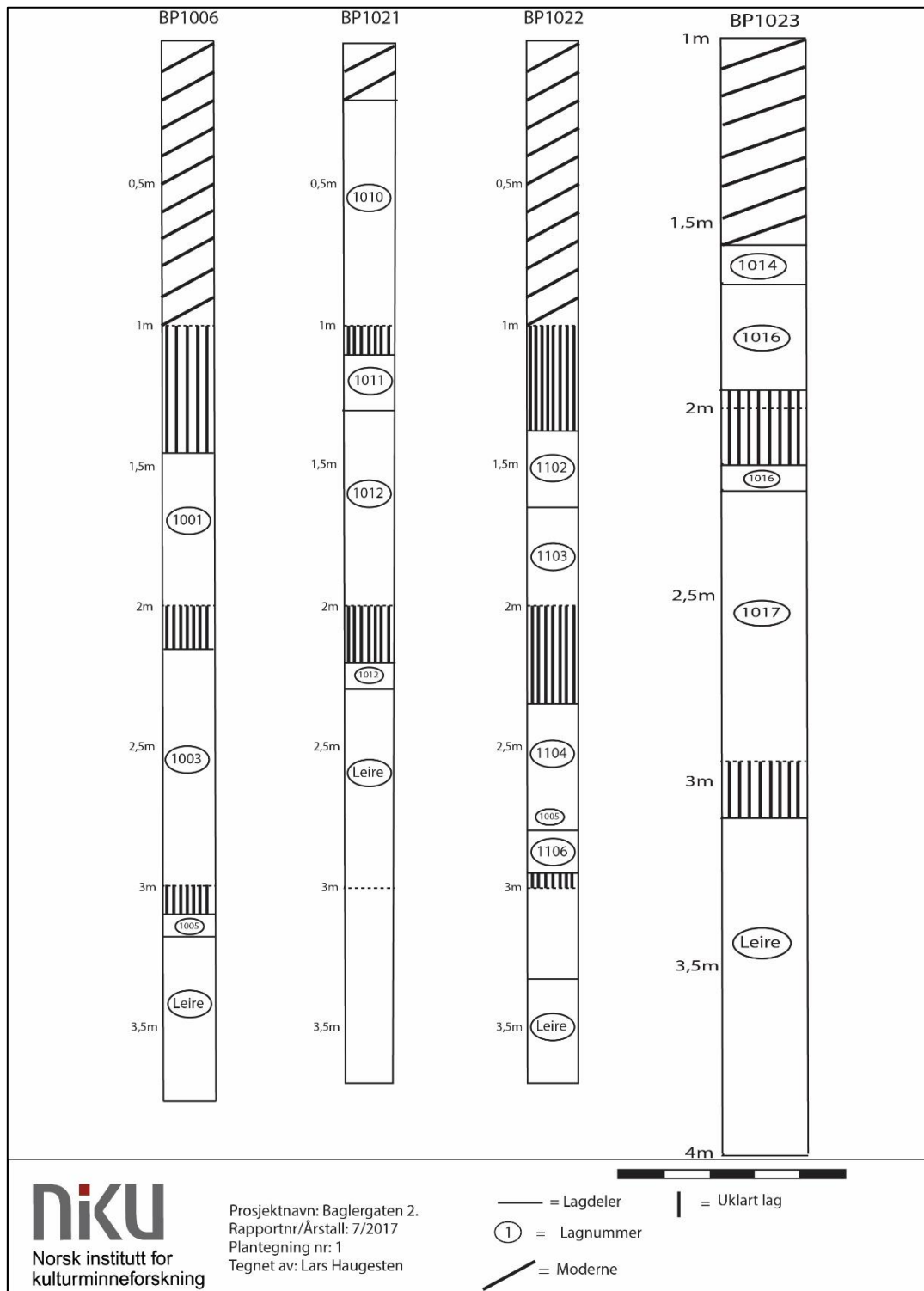
7.10 Hjørnekoordinater



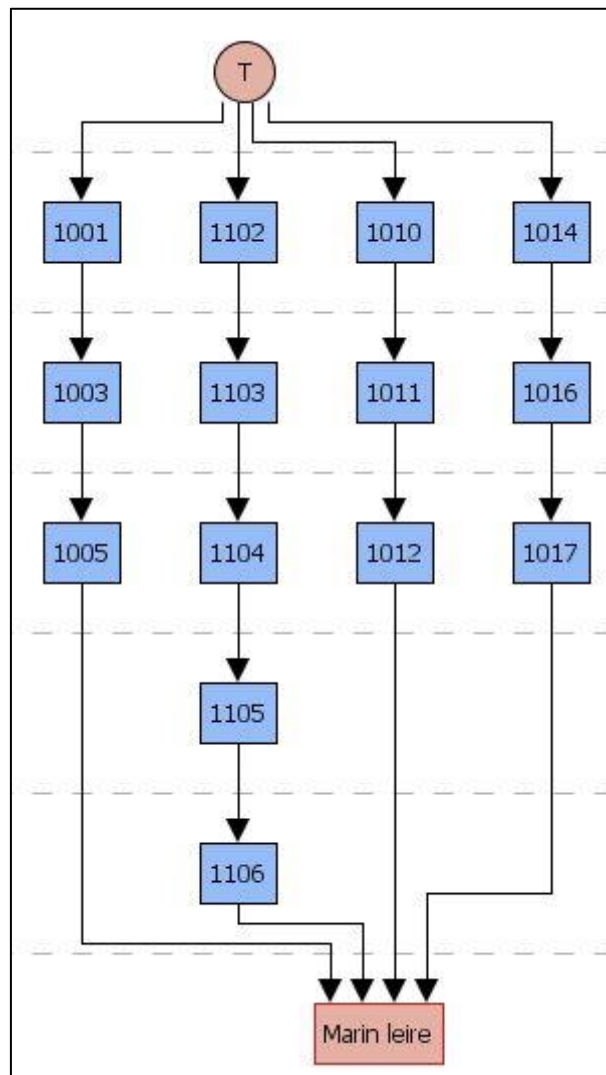
7.11 Hjørnekoordinatliste

Punktnr.	Nord	Øst	Høyde
1	6570608,783	580224,104	4,732
2	6570609,039	580223,258	4,715
3	6570610,034	580222,273	4,379
4	6570613,245	580225,479	4,146
5	6570613,397	580226,047	4,194
6	6570613,279	580226,583	5,086
7	6570612,689	580227,230	5,079
8	6570612,250	580227,054	4,739
9	6570612,041	580227,159	4,744

7.12 Profiltegninger



7.13 Matriser



7.14 Vedartsanalyse

Lars Haugsten
Norsk institutt for kulturminneforskning
Farmannsveien 30
N-3111 Tønsberg

27/17/554.4/LH

Dykkar ref.:

Stad: Skei i Jølster
Dato: 09.05.2017

Analyse av vedartsprøver (1020936/1021056)

Her følger vedartsbestemming av 3 stk prøver motteke 08.05.2017. Prøvene vert sende attende til NIKU 10.05.2017.

Foyen kjøpesenter – Pelefundamentering kran, fettutskiller m.m., NIKU Pr.nr.: 1020936.

Prøve nr. 1: SL1017, PK1019

Prøva er sett saman av tilsynelatande heterogene kolfragment med storleik opp til 1 cm i diameter. Dei tre største fragmenta er plukka ut for vedartsbestemming. Desse vart bestemte til eik (*Quercus*), gran (*Picea*) og spreittpora lauvtre. Blant desse vil sistnemnde ha den statistisk lågaste eigenalderen.

Prøve nr. 2: SL1106, PM1107

Prøva er sett saman av tilsynelatande heterogene kolfragment med storleik opp til 2 cm i diameter. Nokra av desse fragmenta er ikkje trevirke, men bark. Dei tre største fragmenta er plukka ut for vedartsbestemming. Av desse vart eitt fragment bestemt til ask (*Fraxinus*) og to vart bestemte til gran (*Picea*). Blant desse vil sistnemnde ha den statistisk lågaste eigenalderen.

Hisøy kirke, Arendal kirke, NIKU Pr.nr.: 1021056.

Prøve nr. 3: ST1064, PK1079

Prøva er teke frå ei kiste, og inneheld fragment av uforkola trevirke som har sete rundt ein spiker. Fragmenta er opp til 4 cm i diameter. Spikeren fylgjer med i prøva, og noko av trevirket sit framleis fast rundt spikeren. Trevirket i prøva er bestemt til gran (*Picea*). Mikrostrukturane er svært godt bevarte.

09.05.2017
Maria Sture

7.15 C14-datering lag 1106, prøve 1107

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -24.2 \text{ o/oo}$)

Laboratory number **Beta-465530**

Conventional radiocarbon age **960 ± 30 BP**

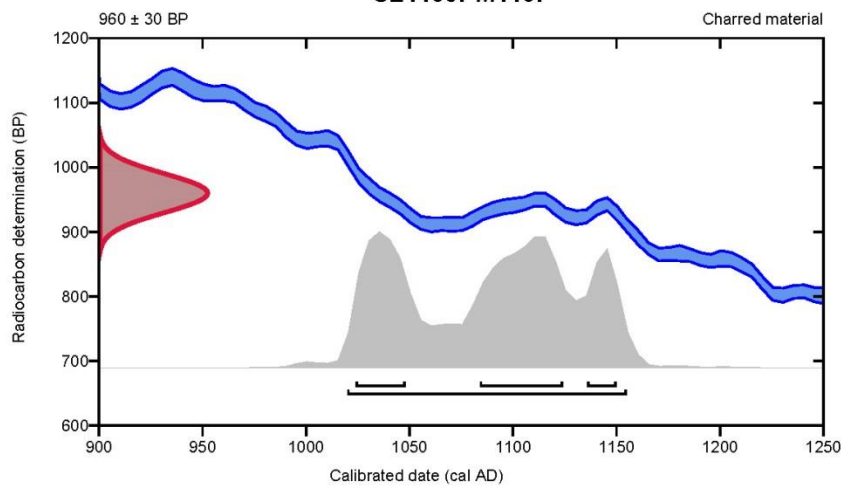
95.4% probability

(95.4%) 1020 - 1155 cal AD (930 - 795 cal BP)

68.2% probability

(34.7%) 1084 - 1124 cal AD (866 - 826 cal BP)
 (22.7%) 1024 - 1048 cal AD (926 - 902 cal BP)
 (10.9%) 1136 - 1150 cal AD (814 - 800 cal BP)

SL1106PM1107



Database used
 INTCAL13

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337-360.

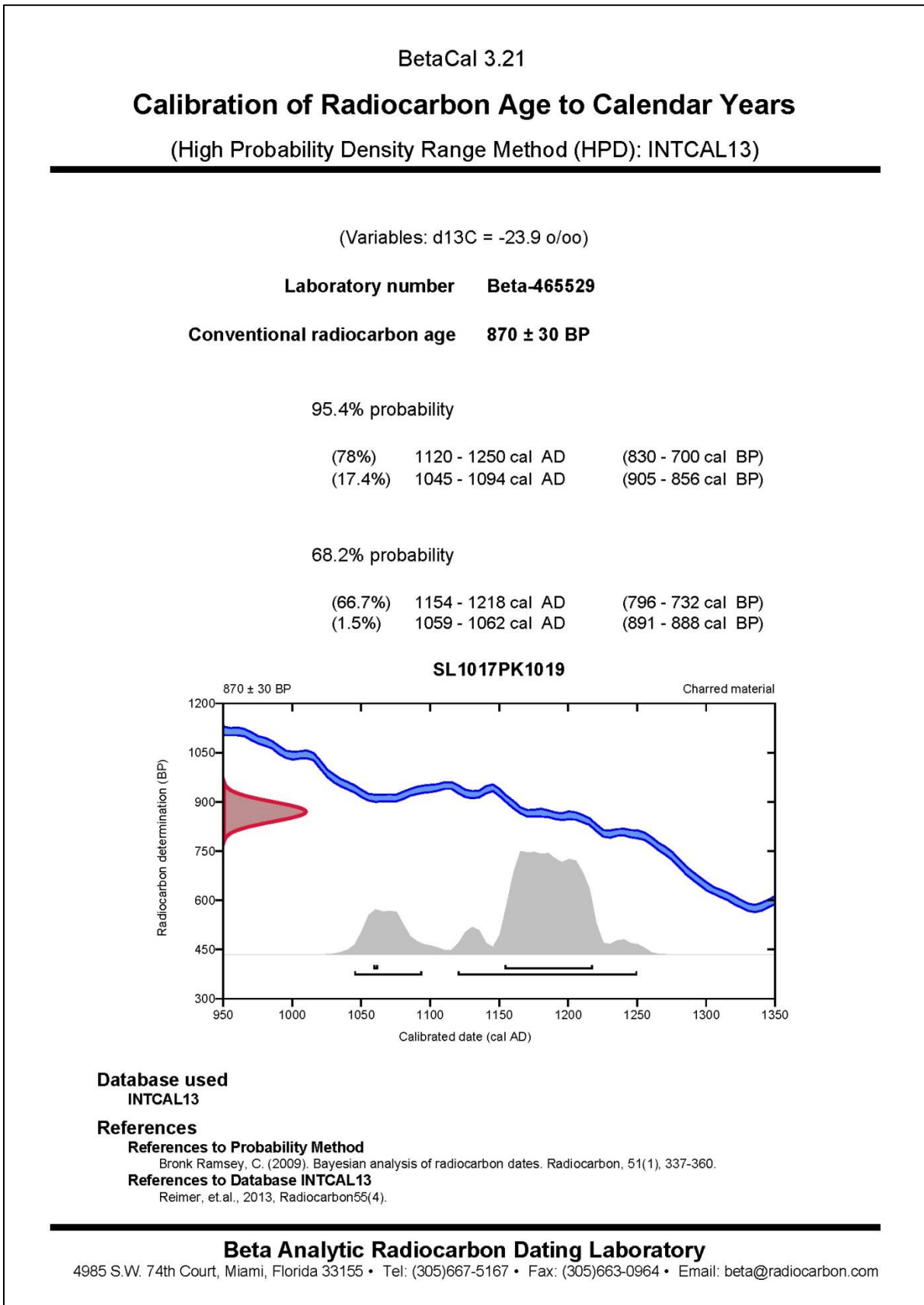
References to Database INTCAL13

Reimer, et al., 2013, *Radiocarbon*55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

7.16 C14-datering lag 1017, prøve 1019



7.17 C14-datering lag 1106, prøve 1107

BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL13)

(Variables: d13C = -24.2 o/oo)

Laboratory number Beta-465530

Conventional radiocarbon age 960 ± 30 BP

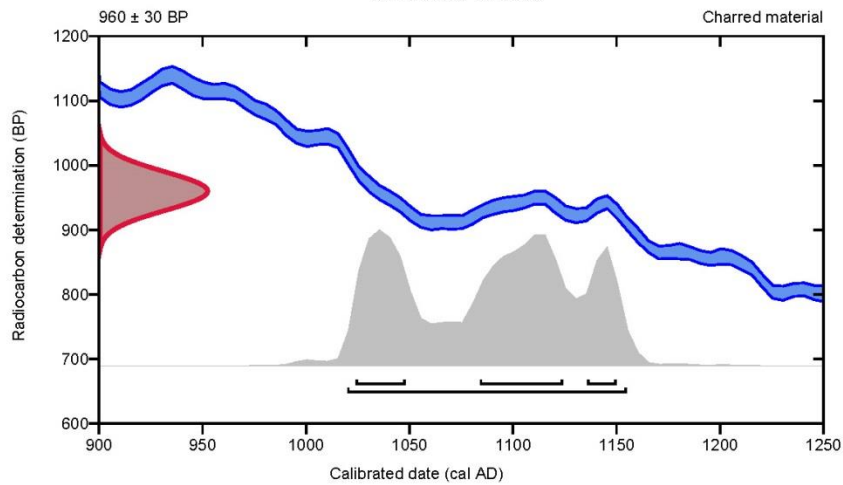
95.4% probability

(95.4%) 1020 - 1155 cal AD (930 - 795 cal BP)

68.2% probability

(34.7%) 1084 - 1124 cal AD (866 - 826 cal BP)
 (22.7%) 1024 - 1048 cal AD (926 - 902 cal BP)
 (10.9%) 1136 - 1150 cal AD (814 - 800 cal BP)

SL1106PM1107



Database used
 INTCAL13

References

References to Probability Method

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

References to Database INTCAL13

Reimer, et.al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

7.18 NIBIO Rapport for Møllegaten 1 og tomten Foyn senteret



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Jordkjemisk forundersøkelse av Peleprøver fra middelalderen på
tomten Foyn senteret & Møllergaten 1 i Tønsberg

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | 2018



Ove Bergersen
Divisjon for miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE Jordkjemisk forundersøkelse av Peleprøver fra middelalderen på tomten Foyn senteret og Møllergaten 1 i Tønsberg
FORFATTER(E)/AUTHOR(S) Ove Bergersen

DATO/DATE: 05 03 2018	RAPPORT NR. Vol 4/2018	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: Lukket	PROSJEKTNR./PROJECT NO.: Prosjektnr 8245.01	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: 13	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER: Norsk institutt for kulturminneforskning, Distriktskontor Tønsberg	KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON: Lars Haugesten NIKU nr 1020936 & NIKU nr 1021122
--	---

STIKKORD/KEYWORDS: Redoksforhold, bevaring, kulturminner, forundersøkelse, nedbrytning	FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK: Jord kjemisk analyse i Middelalderbyen Tønsberg.
---	--

SAMMENDRAG/SUMMARY:
En arkeologisk forundersøkelse fra to ulike tomter i Tønsberg Foyn senter & Møllergt 1 er utført av NIKU og jordprøver er levert NIBIO for jordkjemisk analyser. Disse prøver er fra automatisk fredete kulturlag er ved tomten Møllergaten 1 og Foysenteret i Tønsberg by. Jordkjemisk analyse viser middels gode bevaringsforhold for organisk materiale i de fleste prøver. Flere av prøvene viste reduserte forhold, men hvor jern analysen viste at prøven har vært påvirket av oksygen Bp 1021 (lag 1012), Bp 1023 (lag 1017), Bp3(lag 1059), (lagBp 4 (lag 1043) og B7 (lag 1013). I den jordkjemiske vurderinger for gjenstander av uorganisk karakter som bein og metaller, viste analysen dårlig å middels gode bevaringsforhold. De fleste prøver var middels gode med unntak av Bp 1006 (lag 1003), Bp 4 (lag 1043) og B7 (lag 1013) hvor de var dårlige. Dette er en samle rapport for NIKU nr 1020936 & NIKU nr 1021122

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Vestfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Tønsberg
STED/LOKALITET:	Foyn eiendom & Møllergt 1

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER 
--

Innhold

1	Introduksjon	4
1.1	Bakrunn	4
1.2	Målet for prosjektet	4
2	Metoder og utstyr	5
2.1	Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner	5
2.2	Arkeologisk og jordfaglig dokumentasjonsmetode	6
2.3	Feltarbeide og prøvetaking	6
2.4	Kjemiske analyseparameter	6
2.4.1	S1 Grunnleggende parameter	7
2.4.2	S2 Miljøparameter	7
2.5	Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag	9
3	Resultater og diskusjon	10
3.1	Vurdering av bevaringsforhold ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter	10
4	Konklusjon	12
	Litteratur	13

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

NIKU har fått i oppdrag av Riksantikvaren, Distrikt Sør å undersøke kulturlagene i området Foyn senteret og Møllergaten 1 i Tønsber. Tiltaket er en del av Riksantikvarens egen satsing på miljøovervåking i middelalderbyen Tønsberg. I dette området er det utført jordkjemisk analyser tidligere hvor det er stort sett påvist god til utmerket bevaringsforhold i tykke organiske kulturlag flere referanser fra 2010 til 2015. NIBIO har vært underleverandør for NIKU i analyser av nye jordprøver fra samme område av Tønsberg

1.2 Målet for prosjektet

Undersøke bevaringsforholdene i jordprøver fra Peleboringer ved Foyn senteret og Møllergaten i Tønsberg

2 Metoder og utstyr

2.1 Arkeologi- og naturvitenskapelige definisjoner

I rapporten blir det brukt uttrykk som trenger en forklaring fordi de brukes forskjellig i ulike fagområder eller de er lite kjent.

Kulturlag: Lag med materiale knyttet til menneskelig aktivitet. Kulturlag kan variere meget i form, utseende, sammensetting og innhold beroende på lokalitet, tidsalder, type aktivitet og jordsmonn.

Steril grunn: Naturlig undergrunn, upåvirket av menneskelig aktivitet

Bevaringstilstand: Kulturlagenes nåværende tilstand avhengig av pågående og historisk nedbrytning.

Bevaringsforhold: Fysiske, kjemiske og mikrobiologiske forhold som er avgjørende for nedbrytningshastighet i kulturlag.

Redoksreaksjoner: Redoksreaksjoner består av to delreaksjoner, oksidasjon og reduksjon. Disse reaksjoner foregår vanligvis relativt langsomt men i naturlige systemer fungerer mikroorganismer som katalysatorer slik at reaksjonene foregår mye raskere.

Aerobe forhold: Forhold der luft (oksygen) er til stede. Ved aerobe forhold blir organisk materiale og reduserte uorganiske forbindelser oksidert av mikroorganismer som omsetter oksygen (sammenlignbar med menneskelig respirasjon). Ved aerobe forhold kan man forvente en høyere mikrobiell aktivitet enn ved anaerobe forhold.

Anaerobe forhold: forhold der luft (oksygen) er fraværende. Ved anaerobe forhold blir organisk materiale oksidert av mikroorganismer som omsetter nitrat, oksidert jern og mangan, sulfat eller oksidert organisk materiale i stedet for oksygen. I naturlige miljøer er anaerobe forhold ensbetydende med reduserende (reduktive) forhold, men i hvilken grad forholdene er reduserende, varierer.

Reduserende (reduktive) forhold: Avhengig av forbindelsen som blir redusert, snakker man om nitratreduserende, jern- og manganreduserende, sulfatreduserende og metanogene forhold. Jo mer redusert redoksforholdene er, jo lavere er den mikrobielle aktiviteten.

2.2 Arkeologisk og jordfaglig dokumentasjonsmetode

Boringer av pelehull er utført av NIKU og ulike jordprøver er sendt NIBIO for jordkjemisk analyse. Hver prøve fra ulike kulturlag ble nummerert og beskrevet med høyde over havet. Tilstanden og bevaringsforhold er vurdert etter bevaringsskala i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009), som utkom i september 2009 (se under). NIKU beskriver bevaringstilstanden og NIBIO bevaringsforholdene

Bevaringstilstand er vist over og bevaringsforhold er vist under etter Norsk Standard NS 9451:2009

Tabell 1 – Bevaringsskala som angir tilstanden i kulturlaget

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsgrad					
	0 (Ingen)	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuierende vann) = B	B0	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Fyllmasser o.l. senere enn cirka år 1900	D0	D1	D2	D3	D4	D5

Tabell 2 – Skala for bevaringsforhold ved jordfaglige undersøkelser

Posisjon i relasjon til grunnvann	Bevaringsforhold				
	1 (Elendig)	2 (Dårlig)	3 (Middels)	4 (God)	5 (Utmerket)
Over grunnvann (umettet sone) = A	A1	A2	A3	A4	A5
Overgangssone (fluktuierende vann) = B	B1	B2	B3	B4	B5
I grunnvannet (mettet sone) = C	C1	C2	C3	C4	C5

Skalaen for tilstand (tabell 1) opererer med seks klasser 0 til 5 der bevaringstilstanden er bedre jo høyere tall som angis. 0-verdi brukes utelukkende da bedømmelse ikke lar seg gjøre. I skalaen finnes i tillegg en bokstavskode som angir plasseringen av strata i forhold til grunnvann. I denne undersøkelse er kategori "A og B – over/i grunnvann" blitt brukt ut fra om prøver hadde høyt vanninnhold.

Skalaen for bevaringsforhold (tabell 2) opererer med fem klasser 1 til 5.

2.3 Feltarbeide og prøvetaking

Arkeologisk vurdering og alle jordprøver er tatt av er utført av NIKU v/ Lars Haugesten og sendt NIBIO for videre kjemisk og fysisk analyse v/Ove Bergersen og Hege Bergheim. NIBIO har ikke sett å vurdert boreprofilene før vurdering og kjemisk analysering.

2.4 Kjemiske analyseparameter

I rapporten beskrives bevaringsforholdene i kulturlagene ut i fra generell analyse: Grunnleggende parameter (S1) og miljøparameter (S2) i henhold til Norsk Standard (NS 9451:2009). Alle prøver ble analysert etter S2 analyseparameter.

2.4.1 S1 Grunnleggende parameter

Ledningsevne og pH verdi: 25 ml oksygenfritt vann ble tilsatt til 10 g jordprøve. Prøven ble ristet i 1 time uten tilgang av oksygen. Etter at partikkelfasen hadde sedimentert, ble elektrisk ledningsevne målt i vannfasen.

Ledningsevnen ble multiplisert med en faktor 3,6 i henhold til (Shirokova, et al. 2000) for å estimere ledningsevnen i jordmettet ekstrakt. Deretter ble pH-verdien målt i samme prøve.

Tørrestoffinnhold: En våt jordprøve med kjent vekt ble tørket ved 105 °C i 24 timer. Vekttapet etter tørkingen tilsvarer vannmengden i prøven. Tørrestoffbestemmelsen ble foretatt med tre replikater per prøve.

Glødetap: Tørket jordprøve ble forbrent ved 550 °C i seks timer. Vekttapet, også kalt glødetap er et mål for andel organisk materiale.

2.4.2 S2 Miljøparameter

Analysen i henhold til analysepakke S2 inkluderer S1 analyser i tillegg til følgende uorganiske parameter:

Bestemmelse av to- og treverdig jern (Fe II, Fe III): Jern (II) og jern (III) bestemmes i henhold til en metode utviklet av (Stookey, 1970) som bruker ferrozine til bestemmelse av jern (II). Jordprøven ekstraheres med 0,5 molar saltsyre i anaerobt miljø. Jern(II) som lager en fargekompleks med ferrozine bestemmes fotometrisk. Jern (III) som befinner seg i ekstraktet blir deretter redusert til jern (II) ved hjelp av hydroxylamin og total mengde jern bestemt på samme måte som nevnt ovenfor. Jern (III) bestemmes som differanse av total jern og jern (II) i ekstraktet.

Sulfid

Sulfid ble bestemt i henhold til EPA-standardmetode 9030 og 9034. Jord ble inkubert med 6 molar saltsyre i 60 min i nitrogenatmosfære. Sulfid ble frigjort som hydrogensulfid som transporteres med nitrogen gjennom to sulfidfeller fylt med sinkacetat.

Sulfid ble deretter bestemt titrimetrisk ved å oksidere sulfid til svovel ved hjelp av jod og tilbake titrere med natriumtiosulfat.

Ekstraksjon av sulfid med 6 molar saltsyre (uten koking) vil kvantifisere den andelen av sulfid som relativt raskt oksideres til sulfat i nærvær av oksygen (Rickard og Morse, 2005). I tillegg til amorfe sulfider vil dette være mackinawit og greignit. Kun en liten del av pyritt (4-10 %) løses med denne prosedyren.

Pyritt er kjent å være relativt stabil også i nærvær av oksygen og vil bare langsomt reagere til sulfat/svovelsyre. Hvis en vil karakterisere de aktuelle redoksforholdene i grunnen, er det ønskelig å løse så lite pyritt som mulig ut av prøven.

Prøver som viste oksiderende forhold etter de jern ammonium/nitrat analyse) ble ikke analysert videre for sulfid for å senke kostnadene men også for at det har liten hensikt siden sulfid er ustabil og høyst reaktiv for oksygen.

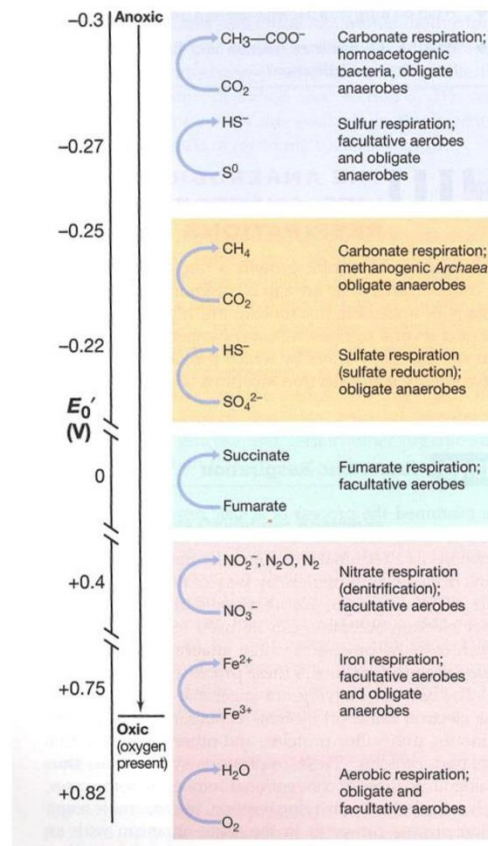
Sulfat: Jordprøven ble ekstrahert med vann og ekstrahert sulfat analysert ved hjelp av ionekromatografi. Analysen ble gjennomført ved Eurofins AS

Nitrat og ammonium: Prøven ekstraheres med 2 mol/l KCl og analyseres ved hjelp av en TRAACS-800 auto analysator som bruker en fargereaksjon til bestemmelse av nitrat- og ammoniumkonsentrasjon. Analysen ble gjennomført ved Eurofins AS

Tabell 3 Konsentrasjonsnivåer for parameter fra S2 analysepakke som danner grunnlag for vurdering av bevaringsforhold.

Nitrat	Ammonium	Sulfid	Jern (II)	Jern (III)	Redoksforhold	Bevaring
NO3	NH4	H2S	Fe2	Fe3		
Lav	Lav	Lav	Lav	Høy	Oksiderende	Elendig
Høy	Lav	Lav	Lav	Høy	Nitrat til oksiderende	Dårlig
Høy	Lav	Lav	Høy	Lav	Nitrat til jernred.	Middels
Lav	Lav	Lav	Høy	Lav	Jernreducerende	Middels
Høy	Høy	Høy	Høy	Lav	Nitrat til sulfatred.	Bra
Lav	Høy	Høy	Lav	Lav	Sulfatreducerende	Bra
Lav	Høy	Høy	Høy	Lav	Sulfatred. til metanogene	Utmerket

Reduserende forhold
 Oksiderende forhold



Figur 2. Redoksforhold ved standard aktivitet fra ulike mikroorganismer (Brock, 1996)

2.5 Generelt om vurdering av bevaringsforhold i kulturlag

Gode bevaringsforhold for kulturlag karakteriseres av stabile kjemisk fysiske forhold, og at mikrobiologisk og kjemisk aktivitet er relativ lav. Stabile kjemisk fysiske forhold fører til at naturlige gradienter (f.eks. hydrauliske gradienter eller konsentrasjonsgradienter), som ofte holder naturlige kjemiske prosesser i gang, avtar. Dette medfører langsommere nedbrytning av kulturlag.

I naturen foregår nedbrytning av organisk materiale eller korrosjon av metaller parallelt med reduksjon av andre forbindelser. Mikroorganismer får energi fra slike reaksjoner og bruker denne energien til bl.a. oppbygging av biomasse. Mest energi får mikroorganismer hvis de kan bruke oksygen til å oksidere organisk materiale.

Noe mindre energi genereres hvis det brukes nitrat (NO_3^-) og enda mindre ved å bruke treverdige jern, Fe(III), fireverdige mangan (Mn (IV)), sulfat (SO_4^{2-}) eller oksidert organisk materiale, se også figur 2.

I naturen kan vi derfor observere at aerobe forhold med oksygen til stede, går over til nitratreduserende forhold når all oksygen er brukt opp. Deretter følger mangan-, jern- og sulfatreduserende forhold, før en får metanogene forhold.

Under metanogene forhold observerer man den langsamste nedbrytningen av organisk materiale, og minst oksidasjon av metallgjenstander. Raskest foregår nedbrytning av organiske gjenstander under aerobe forhold. Nedbrytningshastigheten vil som oftest avta i rekkefølge nitrat-, mangan-, jern-, sulfatreduserende til metanogene forhold. Oksidative og nitratreduserende forhold kan som regel karakteriseres som dårlige bevaringsforhold, mens sulfatreduserende og metanogene forhold kjennemerket bra til utmerket bevaringsforhold. Imidlertid må stedsspesifikke forhold taes i betraktning. I tabell 3 er det illustrert en enkel oversikt som viser generelt hvordan kulturlagene vurderes på bevaringsforhold. I flere tilfeller vil man få grenseoverganger. I det orange markerte område vises nivåer av målte kjemiske parameter for typisk oksiderende forhold, men reduserende forhold er vist med blått.

Redoksforhold i grunnen kan karakteriseres ved å måle redoks sensitive komponenter i jord og porevann (oksygen, nitrat, ammonium, mangan (II), mangan (IV), jern (III), jern (II), sulfat, sulfid, metan): Høye oksygenkonsentrasjoner indikerer for eksempel at forholdene er oksidative og at mikroorganismene bruker oksygen til å bryte ned organisk materiale. Ved slike forhold kan vi forvente at nitrogen foreligger i stor grad som nitrat og ikke som ammonium, jern foreligger som oksidert jern (III) og konsentrasjon av sulfid vil som regel være svært lavt. Hvis forholdene derimot er jernreduserende, vil all oksygen og nitrat allerede vært brukt opp av mikroorganismer og nitrogen vil foreligge som ammonium. Det vil kunne måles høyere konsentrasjoner av jern (II) i porevann og jord, men det er ikke ventet høye sulfidkonsentrasjoner.

Andre miljøforhold som vil påvirke bevaring av kulturlag er massenes permeabilitet og vannmetning. Dette vil styre gjennomstrømming av (oksygenrikt) vann gjennom massene og diffusjon av oksygen i porene. Dessuten vil tilstedeværelse av giftige forbindelser kunne hemme nedbrytningen av organisk materiale.

Syre og løselige salter medfører korrosjon av metalloverflater. Økende surhet og saltkonsentrasjon vil framskynde korrosjon av metallgjenstander og forvitring av bein.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vurdering av bevaringsforhold ut fra kjemiske og fysiske analyseparameter.

Alle fysisk og kjemisk analyseresultater er vist i Tabell 4, 5 og 6. Detaljer av analysedataene viser at det ble funnet varierende innhold av organisk materiale i prøvene fra Møllergaten 1 Bp 3, Bp4 og Bp7 og vanninnholdet var middels og høyt (Tabell 4). Høyt organisk og vanninnhold ble påvist i alle prøver fra Foyn senteret (Bp1006, Bp1021 og Bp1023). Sistnevnte viste svak surt miljø og middels til høy ledningsevne (Tabell 4 og 6), som ikke gir dårlig til middels bevaring av uorganisk materiae som bein og metallgjenstander. Bp 3, viste nøytral pH og middels høy ledningsevne, mens prøvene fra Bp4 og Bp7 viste svakt surt miljø med middels ledningsevne med unntak av dypere prøve fra Bp1023 og Bp 4 lag 1043 hvor ledningsevnen var høy. Prøvene ellers fra Møller gaten 1 viser derfor middels til dårlig bevaring av uorganisk materiale som bein og metallgjenstander.

Tabell 4 Kortfattet vurdering av bevaringsforhold fra ulike prøver fra Peleboringer etter S2 analyse.

Prøve kode	Nr	Lag	Dyp (moh)	Organisk innhold og vanninnhold	Surhet og salinitet	Redoksforhold
Foyn senter						
BP 1006	1004	1003	3.10	Høyt org. - og vanninnhold	Svak surt og middels	Nitratreducerende til jernreduksjon
BP 1021	1013	1012	4.25	Høyt org. - og vanninnhold	Svak surt og middels	Nitratreducerende til jernreduksjon
BP 1023	1018	1017	2.50	Høyt org. - og vanninnhold	Svak surt og høy	Nitratreducerende til jernreduksjon
Møller gt 1						
BP 3	1062	1058	5.20	Lavt org. - middel vanninnhold	Nøytal og middels	Reduserende mot oksiderende
BP 3	1063	1059	4.45	Lavt org. - middel vanninnhold	Nøytal og middels	Jernreducerende
BP 4	1036	1030	5.35	Middels org. - og vanninnhold	Svak surt og middels	Nitratreducerende mot oksiderende
BP 4	1045	1043	3.05	Høyt org. - og vanninnhold	Svak surt og høy	Reduserende mot oksiderende
BP 7	1006	1002	5.00	Lavt org. - middels vanninnhold	Svak surt og middels	Nitratreducerende mot oksiderende
BP 7	1015	1013	3.45	Middels org. - og vanninnhold	Svak surt og middels	Reduserende mot oksiderende

Alle prøvene fra Foyn senter og Møllergaten 1 hadde større andel jern (II) enn jern (III) , og beregnet prosent varierte fra 41- 74 % (Tabell 5).

Konsentrasjoner av nitrat var betydelig høyere i alle prøver fra Foyn eiendom. Mye nitrat finnes ofte i prøver med mye treverk. En del ammonium ble påvist sammen med sulfid og større andel jern (II). (Tabell 5). I prøvene fra Møllergaten varierte konsentrasjonene noe men i stor trekk var jernet i redusert form, sulfid ble påvist sammen med en stor andel sulfat.

Oppsummering : Analyser av de ulike jordprøver fra de ulike boreprofiler viste resultat med reducerende bevaringsforhold men med oksiderende karakter for organisk materiale. Disse er derfor vurdert som middels gode A3 mot enten A4 eller A2 (Tabell 6).

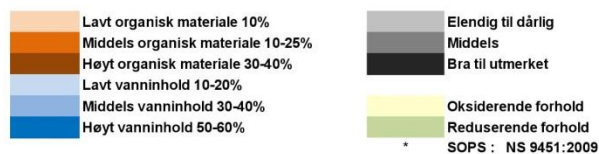
Bevaringsforholdene vurdert for uorganisk materiale som bein og metallgjenstander er middels gode i prøvene ut fra nøytral til svakt basisk pH med unntak av prøvene Bp 1006, Bp4 (lag 1043) og Bp7 (lag 1013) hvor det ble målt noe lavere pH på 6,3 og dårligere bevaringsforhold. Vi er noe usikker på hva middels høy konsentrasjon av ledningsevnen kan påvirke bein og metallgjenstander (Tabell 6).

Tabell 5 Kjemiske forhold i prøver hentet fra Peleboringer etter S2 analyse. Prøver som viste oksiderende forhold tidlig i analyseserien ble ikke analysert for sulfid.

Prøve kode	Dyp		Nitrate - N	Ammonium-N	Sulphate	Sulphide	Jern (total)	Jern (II)	Jern (III)	% of
	Nr	Lag	(moh)	(mg/kg DM)	(mg/kg DM)	(mg/kg DM)	(mg/kg DM)	(mg/kg DM)	(mg/kg DM)	Iron (II)
Foyn senter										
BP 1006	1004	1003	3.10	322	3.6	1419	144	419	243	175 58 %
BP 1021	1013	1012	4.25	346	10.5	788	166	356	263	93 74 %
BP 1023	1018	1017	2.50	401	6.2	2831	170	861	550	311 64 %
Møller gt 1										
BP 3	1062	1058	5.20	1.9	0.8	616	142	257	133	125 52 %
BP 3	1063	1059	4.45	1.3	2.0	894	131	460	308	149 67 %
BP 4	1036	1030	5.35	4.0	1.4	1238	134	416	190	270 41 %
BP 4	1045	1043	3.05	1.5	136	6981	186	1156	684	473 59 %
BP 7	1006	1002	5.00	62	3.7	1468	101	311	173	139 55 %
BP 7	1015	1013	3.45	0.9	4.9	1440	135	196	143	53 73 %

Tabell 6 Kjemiske og fysiske forhold i prøver hentet etter Peleboringer, utført etter S2 analyse sammenstilt med bevaringsforhold for organisk og uorganisk materiale. Arkeologiske tilstandsvurdering utført av NIKU er tatt med til høyre i tabellen

Prøve kode	Nr	Lag	Dyp	Tørstoff	Organisk innhold	Vann innhold	pH	Lednings- evne	Bevarings forhold			
									(moh)	(%)	(%)	(%)
Foyn senter												
BP 1006	1004	1003	3.10	35	51	65	6.3	4.7	Middels	Dårlig	B3	5
BP 1021	1013	1012	4.25	29	62	71	6.5	5.8	Middels	Middels	B4/B3	4
BP 1023	1018	1017	2.50	31	56	69	6.5	6.9	Middels	Middels	B4/B3	4
Møller gt 1												
BP 3	1062	1058	5.20	58	17	42	7.1	3.3	Middels	Middels	A3/A2	5
BP 3	1063	1059	4.45	60	11	40	7.0	4.1	Middels	Middels	A4/A3	5
BP 4	1036	1030	5.35	50	23	50	6.4	4.6	Middels	Middels	A3/A2	5
BP 4	1045	1043	3.05	30	58	70	6.3	8.8	Middels	Dårlig	B4/B3	5
BP 7	1006	1002	5.00	48	16	52	6.4	3.8	Middels	Middels	A3	4
BP 7	1015	1013	3.45	59	17	41	6.3	5.3	Middels	Dårlig	B4/B3	4



4 Konklusjon

- Analyser av ulike jordprøver fra de ulike boreprofiler viste resultat med svakt reduserende til oksiderende forhold. I hovedsak middels bra bevaringsforhold for organisk materiale i de fleste prøver med unntak av prøve Dette ble påvist innhold av sulfid, nitrat og sulfat og andelen redusert jern (II) var høyere enn oksidert jern (III) med en prosentandel på 41-74.
- Bevaringsforholdene vurdert for uorganisk materiale som bein og metallgjenstander er dårlig til middels bra i prøvene ut fra nøytral til svakt sur pH. Vi er noe usikker på hva middels høy konsentrasjon av ledningsevnen kan påvirke bein og metallgjenstander.
- Jordprøver fra Foyn senter har høyt innhold av organisk materiale pluss prøven i Bp4 lag 1043 i Møllergaten 1. Resten av prøvene i Møllergaten inneholdt lavt organisk materiale med unntak av Bp4 lag 1030 som hadde middels innhold.
- Vanninnholdet var middels og høyt i alle prøver og SOPS vurdering på bevaringsforhold var A2 –A4

Litteratur

- Bergersen, O. & Petersen, A. H. 2010.** Storgaten 30-32, "City Shopping", Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke Bioforsk NIKU rapport Vol 5 (149) 2010.
- Bergersen, O. 2012.** Miljøovervåking av kulturminner fra miljøbrønn på tomten Storgaten 30-32, City Shopping i Tønsberg. Bioforsk rapport Vol 7 (9) 2012.
- Bergersen, Ove. 2013.** Miljøovervåking av kulturlag fra Middelalderen under bygging og etter at nybygg ved Nedre Langgate 41-43, Tønsberg. Sluttrapport. Bioforsk rapport 8 (19) 2013.
- Bergersen, Ove. 2014.** Miljøovervåking av middelalder båt i fjernvarmegrøft ved Nedre Langgate 19, Tønsberg, Tønsberg kommune, Vestfold Fylke. Sluttrapport. Bioforsk rapport 9 (40) 2014.
- Bergersen, Ove. 2015.** Forundersøkelse fra pælehull ved Storgaten 30-32, "Foyn eiendom", Tønsberg kommune, Vestfold Fylke Bioforsk rapport 10 (45) 2015
- Brock, T.D.** *Biology of microorganisms*. 11ed. Prentice Hall International editions, London, UK, 992 pp. 2006
- Riksantikvaren & NIKU 2008.** *The Monitoring Manual. Procedures and Guidelines for Monitoring, Recording, and Preservation Management of Urban Archaeological Deposits*.
- Standard Norge 2009.** Norwegian Standard 9451:2009. Cultural Property. Requirements for Environmental Monitoring and Investigation of Archaeological Deposits.
- Rickard D, Morse JW. 2005.** Acid volatile sulfide (AVS). *Marine Chemistry* 97:141-197.
- Shirokova Y, Forkutsa I, Sharafutdinova N. 2000.** Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. *Irrigation and Drainage Systems* 14:199-205.
- Stookey L.L. 1970.** Ferrozine - A New Spectrophotometric Reagent for Iron. *Analytical Chemistry* 42:779-781.



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.



Forsidefoto: [Sett inn fotografens navn]

nibio.no

7.19 Mabygis

MABYGIS	
Infoskjema	
Prosjektnummer og -navn	NIKU 1020936, Tønsberg. Foyn kjøpesenter – Arkeologisk undersøkelse i forbindelse med pelefundamentering av byggekran, og graving for fettutskiller og areagrav
RA saksnummer dispensasjon	RA 15/00590-16
Rapport/brev	NIKU rapport 7/2017
Adresse og by	Tjømegaten 2 og 4, Storgata 28. Tønsberg.
Målemetode	Trimble GIS
Dato	18.10-11.11.2016
Koordinater tiltaksområde	N:\prosjekt\9000 arkeologi\Arkeologiske undersøkelser\1020936_Ark_Tbg_Foyn kjøpesenter\Dokumentasjon\Intrasis\ISD-filer
Overflate	
Topp overflate	5,175 – 5,925 <u>m.o.h</u>
Type overflate	Topp asfalt
Etterref. Kulturlag	
Topp	3,918 – 5,614 <u>m.o.h</u>
Type/tolkning	Moderne
MA kulturlag	
Topp	3,377 – 5,614 <u>m.o.h</u>
Type/tolkning	Humus, organisk
Forhistoriske kulturlag	
Topp	
Type/tolkning	
Naturbakke	
Topp	3,389 <u>m.o.h</u>
Type	Marin <u>gråleire</u> .

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

NIKU Oppdragsrapport 7/2017

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

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112 Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 1b
7013 TRONDHEIM
Telefon: 23 35 50 00

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