

THY 5035, Kallerup (FHM 4296/6861)



Kombineret pollen- og non-pollen-palynomorf-analyse af smudsprøver fra bronzepragtøkse

Renée Enevold, ph.d.

Afdeling for Konservering og Naturvidenskab, Moesgaard Museum

Nr. 88, 2024

THY 5035, Kallerup (FHM 4296/6861)

Kombineret pollen- og non-pollen-palynomorf- analyse af smudsprøver fra bronzepragtøkse

Renée Enevold, ph.d.

Indholdsfortegnelse

Indledning og datagrundlag	3
Metode	4
Præparation	4
Pollenidentifikation	4
Inddeling i pollen-delsummer	5
NPP-identifikation	5
Inddeling i NPP-delsummer	5
Resultater	5
X124-9 pollen	6
X124-9 NPP	6
X124-13 pollen	6
X124-13 NPP	6
X124-16 pollen	7
X124-16 NPP	7
Tabel	8
Diagrammer	9
Tolkning og diskussion	12
Litteratur	15

Indledning og datagrundlag

Der blev i forbindelse med udgravninger ved THY 5035, Kallerup fundet et meget velbevaret depotfund. I 2019 fandt arkæologer fra Museum Thy bl.a. bopladsspor fra senneolitikum og ældre og mellemste bronzealder samt to nedpløjede gravhøje. Der blev også fundet et depotfund (Kallerupfundet) fra yngre bronzealder, omkring 800 f.Kr. (Figur 1). Depotfundet indeholdt en pragtøkse, to hesteprotomer og en dobbeltansigtet, hornet mandsfigur, alle i bronze (Posselt 2019). Pragtøksen, hesteprotomerne og mandsfiguren havde bevaret træ i skafterne. Træet fra figuren og øksen er bestemt til eg, mens træet siddende i protomerne er bestemt som eg og løn (Baittinger 2019; Jensen et al. 2019). Størstedelen af genstandene fra depotfundet blev optaget som præparat og udgravet på Moesgaard Museums Afdeling for Konservering og Naturvidenskab af konservator Mari Gravgaard. Som del af udgravningen blev der udtaget jord- og smudsprøver til pollen, NPP- og fytolitanalyse. Heraf er fire prøver præpareret og kursorisk gennemset for at vurdere, om de er egnede til pollenanalyse (Enevold 2020), fire prøver sendt til kombineret pollen- og NPP-analyse (Enevold 2021) samt fire prøver er kursorisk gennemset for at vurdere deres egnethed til fytolitanalyse (Out 2020). I denne rapport behandles den kombinerede pollen- og NPP-analyse af x124-16, 13 og 9. Desuden omtales resultater fra en sammenligningsprøve x124-5, der er udtaget fra fyldjorden. Der foreligger tillige allerede en fuld pollenanalyse af en enkelt prøve fra hesteprotomet X124-7 (Enevold 2022).



FIGUR 1 PLACERING AF PRØVER TIL NATURVIDENSKABELIGE UNDERSØGELSER. I DENNE RAPPORT BEHANDLES X124-16, 13 OG 9. DESUDEN OMTALES RESULTATER FRA EN SAMMENLIGNINGSPRØVE X124-5, DER ER UDTAGET FRA FYLDJORDEN.

TABEL 1 BESKRIVELSE AF PRØVER UDTAGET TIL NATURVIDENSKABELIGE UNDERSØGELSER. DENNE RAPPORT OMHANDLER TOLKNING AF POLLEN OG NPP-INDHOLDET I DE HIGHLIGHTEDE PRØVER.

Prøve	Beskrivelse	Prøve	Beskrivelse
X124-1	Reference fra undergrund	X124-9	Lige over genstand x140
X124-2	Reference fra undergrund	X124-10	Lige over genstand x140
X124-3	Lige over genstand x142	X124-11	Blå udfældning fra x142
X124-4	Lige over genstand x142	X124-12	Fra halskrumning x141
X124-5	Sammenligningsprøve fra fyld	X124-13	Fra halskrumning x141
X124-6	Sammenligningsprøve fra fyld	X124-14	Imellem volut, x140
X124-7	Fra mule, genstand x141	X124-15	Fra æggen, x140
X124-8	Fra mule, genstand x141	X124-16	Fra æggen, x140

Metode

Betegnelsen NPP-er (non-pollen palynomorphs) er en bred betegnelse for alle andre mikroskopiske sub-fossiler, der kan være til stede i prøverne udover pollen. Det kan f.eks. være svampesporer, alge-celler, insekt-dele eller invertebrat-æg. I denne undersøgelse er prøverne så velbevarede, at der både er pollen og NPP-er til stede. De bliver her analyseret samlet med en fremgangsmåde, der minder om den kriminaltekniske metode, hvor alle potentielle indikatorer om miljø, hændelser eller omstændigheder søges belyst (Enevold 2018). Metoden adskiller sig fra en traditionel pollenanalyse ved, at der bliver identificeret færre pollen < 200 i modsætning til de > 500 i en traditionel pollenanalyse. Derimod bliver en meget bredere vifte af palynomorfer undersøgt. Derved er potentialet for ny viden om det nære miljø samt omstændigheder i forbindelse med nedlægningen af fundet større. Modsat bliver det regionale vegetations-signal svagere, eller ikke-tilstedeværende, i undersøgelsen.

Præparation

Prøverne blev sendt til Hugo de Vries laboratoriet ved Amsterdam Universitet for at blive præpareret hos laborant Annemarie Philip. Præparationen bestod af en let syre- og basebehandling for at disaggregere materialet og en densitet-separation for at fjerne uorganisk materiale samt større og tungere organisk materiale end de ønskede non-pollen-palynomorfer. Præparationsmetoden var meget mild, da der ønskedes flest muligt NPP-er bevaret i prøverne (Enevold 2018, 2019 og 2021). Et kendt antal eksotiske *Lycopodium* -sporer blev tilsat inden præparationen for at kunne estimere palynomorf-koncentrationen (Stockmarr 1971). Optællingerne ved mikroskopet blev foretaget af ph.d. Havananda Ombashi.

Pollenidentifikation

Identifikationen af pollen blev foretaget med bestemmelsesnøglen i Fagri & Iversen (1975), beskrivelser og billedmateriale i Beug (2004) samt sammenligning med referencesamlingen på Afdelingen for Konservering og Naturvidenskab, Moesgaard Museum. Alle pollen blev identificeret til lavest mulig taxa, dvs. familie, slægt, type (grupper af slægter eller arter) eller art, og navngivet i henhold til Birks (1973). Kornpollen blev identificeret på baggrund af vægstruktur samt størrelse og form af pollenkornets forskellige elementer (Andersen 1979).

Inddeling i pollen-delsummer

Delsummer af de fundne pollen blev skabt baseret på deres økologisk tilhørsforhold: træer og buske, dværgbuske, urter på tørland og urter med variabel økologi og vådområders urter. Hver delsum blev beregnet i procenter baseret på den samlede sum af pollen.

NPP-identifikation

Identifikation til laveste NPP-taxon eller til et tidligere givet NPP-typenummer blev opnået ved hjælp af publiceret litteratur: van Geel 1978, 1980, 1983, 1986; Kuhry 1985; van Geel og Aptroot 2006; Prager *et al.* 2006; Cugny *et al.* 2010; van Geel *et al.* 2011; Chambers *et al.* 2012; Prager *et al.* 2012; Shumilovskikh *et al.* 2016; Schültz og Shumilovskikh *et al.* 2017, ph.d-afhandlingen Enevold 2018 samt en omfattende fotoreferencesamling på Moesgaard Museum.

Inddeling i NPP-delsummer

NPP-erne er overordnet blevet inddelt i delsummer i forhold til hvilken organisme-gruppe de tilhører. De fleste NPP-er kan ikke identificeres til hverken art, slægt eller familie, men kan for det meste placeres i en overordnet gruppe såsom alger, svampe, mosser, plantemateriale eller zoologisk materiale. Typerne fundet har fået tildelt et nummer og en kategori. Numrene er tildelt efter tidligere registrering af denne type. Det vil sige, at de tidligere er fundet i en prøve fra Danmark og er i den sammenhæng blevet grundigt beskrevet og givet et MM-nummer fra Moesgaard Museum. Hvis denne type ikke har været registreret tidligere i analyserede prøver, har typen fået et uidentificeret "uid"-nummer, som er et nummer udelukkende for denne analyse. Kategorierne er tildelt efter overordnet tilhørsforhold. Hvis dette ikke er kendt, har typen fået kategorien udifferentieret "udiff".

Resultater

Der blev til denne analyse i alt registreret 1.846 palynomorfer, hvoraf de 447 var pollen og 1.399 var NPP'er. Til sammenligning og estimering af koncentrationen blev der registreret 1.171 moderne *lycopodium* sporer. Det var tydeligt under optællingen, at pollenkornene var godt bevaret, og den milde præparationsprocedure havde gjort det muligt også at bibeholde en meget stor mængde NPP'er i prøverne udtaget fra genstandene. Det var særligt plantefragmenter, der var hyppige i prøverne, men også f.eks. svampesporer, alger og zoologiske fragmenter var godt repræsenteret.

Der blev derimod ikke fundet mange, hverken pollen eller NPP'er, bevaret i sammenligningsprøven fra fyldet. Til bekræftelse af, at der ikke var gået noget tabt under præparationen af denne prøve, blev der optalt over 700 af de tilsatte *lycopodium* sporer. Alligevel blev der kun opnået et antal på 57 palynomorfer, hvor ni af disse var pollen og resten NPP'er.

I tabel 2 ses en oversigt over antal fundne palynomorfer i de forskellige prøver. Figur 2 (s. 8) indeholder fotos af de NPP-er, der er nævnt i resultater. Tabel 3 (s. 9-11) oplister alle optællinger og identificeringer samt den procentvise fordeling i prøverne. I figur 3 (s. 12) ses lagkagediagrammer med den procentvise inddeling i pollen-delsummer til højre og NPP-delsummer til venstre.

TABEL 2 OVERSIGT OVER ANTAL TALTE PALYNOMORFER

	x124-16	x124-13	x124-9	x124-5
NPP-sum	547	531	297	24
Pollensum	158	128	152	9
<i>Lycopodium</i> - sporer	155	180	93	743

Herunder er resultaterne opsummeret og de hyppigste pollen- og NPP-typer nævnt for hver af prøverne x124 – 16, 13 og 9.

X124-9 pollen

(fig. 2a)

Denne prøve blev udtaget lige over halsen af øksen x140 (fig. 1). Den største hyppighed af pollen stammede fra tørbundsarter (59,2 %). Af disse var det især græsserne der var hyppige (16,4 %), men også cikorietyper (13,8 %) og brandbægertypen (11,2 %) blev fundet med relativt høje procenter. Derudover blev der fundet en del pollen fra lancetvejbred (6,6 %), salturfamilien (2 %) og sporer fra bregnerne mangeløv (4,6 %) og engelsød (2 %). Prøven indeholdt en moderat mængde pollen fra træer og buske (28,3 %), flest fra skovfyr (17,1 %) og hassel (9,8 %), samt en smule pollen fra dværgbusken hedelyng (9,9 %). Der blev også fundet enkelte kornpollen, der ikke kunne identificeres til sort.

X124-9 NPP

(fig. 2b)

Af NPP-er fundet i prøven, var det især plantefragmenter, der var hyppige (90,9 %). Kun en lille andel af typerne kunne identificeres til et MM-nummer. Heraf var der en enkelt relativt hyppig type MM-545 (9,4 %, fig. 2a). Resten var uidentificerede og har ikke været registreret tidligere i prøver, der har været igennem Moesgaards afdeling for konservering og naturvidenskab. Af de uidentificerede var der særligt én type, der var hyppig (Uid. 37, fig. 2b) med over 72 % af det totale NPP-indhold i denne prøve. Der blev fundet en relativt lille, men alligevel den højeste af prøverne, andel af zoologiske fragmenter (3,5 %). Af disse var der enkelte, der kunne identificeres til tidligere fundet MM-nummer. Den højeste andel iblandt dem var MM-698 (1 %, fig. 2c). Der blev fundet meget få palynomorfer fra svampe (1,4 %) og kun en enkelt svampespore, der kunne identificeres til et MM-nummer (MM-122, fig. 2d). Der blev også fundet en enkelt alge-zygospore (MM-859, fig. 2e).

X124-13 pollen

(fig. 2a)

Prøven blev udtaget i krumningen af spiralen (fig. 1). Andelen af pollen fra tørbundsarter dominerede også denne prøve (59,4 %). Det var især pollen fra græsser (20,3 %), men også pollen fra korsblomstfamilien blev fundet med en høj hyppighed (19,5 %). Desuden blev der fundet en smule pollen af brandbæger typen (7 %), salturfamilien (2,3 %) samt sporer fra bregnen mangeløv (5,5 %). Der blev i denne prøve fundet den mindste andel af pollen fra træer og buske (21,1 %). Det var igen pollen fra skovfyr (11,7 %) og dernæst pollen fra hassel (3,1 %), og så var der i denne prøve også en smule pollen fra el (6,3 %). Det var til gengæld i denne prøve, der blev fundet den højeste andel af pollen fra dværgbusken hedelyng (17,2 %). Der blev fundet enkelte pollen fra vådbundsarten djævelsbid (2,3 %). Der blev ikke fundet kornpollen i denne prøve.

X124-13 NPP

(fig. 2b)

I denne prøve blev der fundet en lidt mindre, men alligevel stor, andel af plantefragmenter (75,5 %). En større andel af disse kunne identificeres til et MM-nummer. Det var bl.a. MM-545 (5,8 %, fig. 2a), men også MM-487 (7 %, fig. 2f), MM-457 (6 %, fig. 2g) og MM-443 (5,1 %, fig. 2h). Der blev også i denne prøve fundet en del plantefragmenter af den uidentificerede Uid. 37, dog med en meget lavere hyppighed end i prøve X124-9 (23,2 %, fig. 2b). I denne prøve blev der ligeledes fundet en relativt lille

andel af svampesporer (2 %), hvor enkelte kunne identificeres til MM-32 (fig. 2i) og MM-34 (fig. 2j). Der blev i denne prøve fundet en lille andel af fragmenter fra mos (5,3 %). Andelen af NPP'er, der ikke kunne tildeles et overordnet tilhørsforhold, var i denne prøve højest (15,4 %), deriblandt var der særligt én med en relativ høj hyppighed: Uid. 29 (10,5 %, fig. 2k).

X124-16 pollen

(fig. 4a)

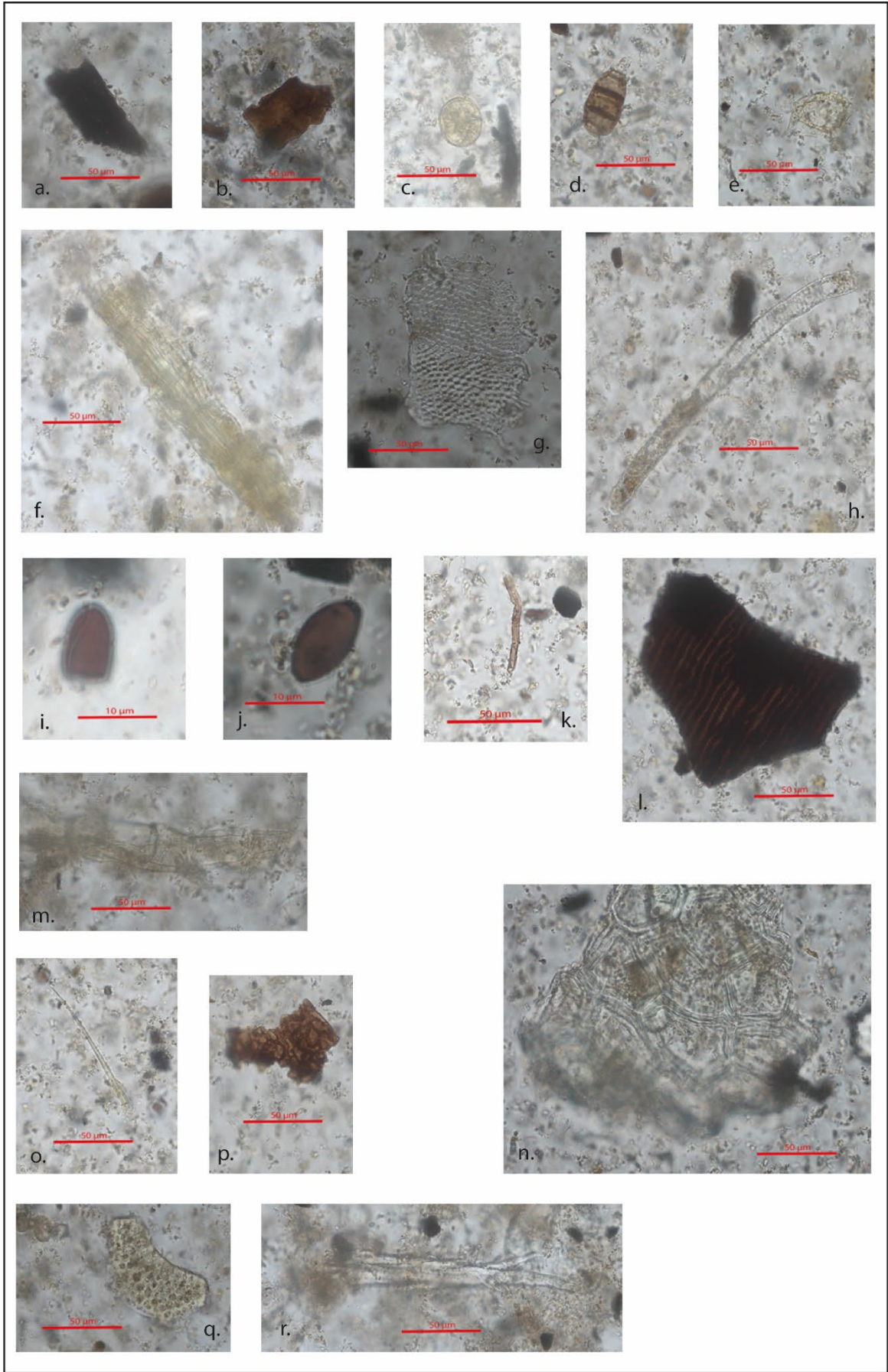
Denne prøve blev udtaget ved æggen af øksen. I den blev der fundet den højeste andel af pollen fra træer og buske (38,6 %). Det var flest pollen fra hassel (16,5 %) og el (13,3 %) og der blev også fundet en smule pollen fra fyr (8,2 %). Dette var i modsætning til de to andre prøver, hvor der var flest pollen fra fyr. Der blev i denne prøve, fundet en smule pollen fra dværgbusken hedelyng (11,4 %). Denne prøve havde den laveste andel af pollen fra tørbundsarter og her var det igen græsser (19,6 %), brandbægertypen (11,4 %), cikorietypen og sporer fra bregnerne mangeløv (4,4 %) og engelsød (3,8 %). Desuden blev der fundet enkelte kornpollen, der dog ikke kunne identificeres til sort.

X124-16 NPP

(fig. 4b)

Cirka halvdelen af NPP'erne i denne prøve var plantefragmenter (52,8 %), hvilket var lavest af de tre prøver. Af disse var den højeste andel MM-545 (12,2 %, fig. 2a), men der blev også fundet en relativt høj andel af MM-542 (7,3 %, fig. 2l), MM-443 (6 %, fig. 2h), MM-499 (5,9 %, fig. 2m), MM-466 (4,4 %, fig. 2n) og den uidentificerede Uid. 37 (9,5 %, fig. 2b). Af zoologiske fragmenter blev der kun fundet en enkelt type, MM-724 (1,5 %, fig. 2o). Der blev fundet den højeste andel af svampesporer i denne prøve (6,4 %). Det var især én type, der var hyppig, nemlig MM-421 (3,1 %, fig. 2p). Andelen af NPP'er uden kategori var også relativt høj (12,4 %), hvor den højeste andel var Uid. 40 (4,2 %, fig. 2q). Der blev desuden fundet en høj andel af uidentificerede fibre Uid. 48 (23,9 %, fig. 2r).

FIGUR 2. FOTOS AF DE 18 NPP-ER, DER ER NÆVNT I RESULTATER, OG HVORAF STØRSTEDELLEN ER BRUGT TIL TOLKNINGEN. A. MM-545, ET TRÆ-FRAGMENT, EVT. DELVIST FORKULLETT (ENEVOLD 2018). B. UID. 37, ET UIDENTIFICERET PLANTEFRAGMENT. C. MM-698, ET UKENDT INVERTEBRATÆG (ENEVOLD 2018). D. MM-122, EN SVAMPESPORE FRA TYKSVAMPESLÆGTEN *LEPTOSPHERIA* (THOMAS LÆSSØE PERS. KOMM.). E. MM-859, EN ZYGOSPORE FRA GRØNALGESLÆGTEN *DEBARYA* (HDV-214, KOŁACZEK 2012). F. MM-487, ET PLANTEFRAGMENT (ENEVOLD 2018). G. MM-457, ET PLANTEFRAGMENT (ENEVOLD 2018). H. MM-443, EN TRAKEID PLANTECELLE (ENEVOLD 2018). I. MM-32, SVAMPESPORE AF SLÆGTEN *SPORORMIELLA* (HDV-113, VAN GEEL & APTROOT 2006). J. MM-34, SVAMPESPORE AF SLÆGTEN *SORDARIA* (HDV-55A, VAN GEEL 2078). K. UID. 29, UIDENTIFICERET SVAMPEHYFE-FRAGMENT. L. MM-542, PROSENCHYMATISKE CELLER FRA MOSSER (ENEVOLD 2018). M. MM-499, ET PLANTEFRAGMENT (ENEVOLD 2018). N. MM-466, FRAGMENT FRA SÆDDODDER CF. *CAMELINA SATIVA* (PETER STEEN HENRIKSEN, PERS. KOMM.). O. MM-724, ET ØJE-HÅR FRA EN BI (BECK ET AL. 2023). P. MM-421, ET FRAGMENT AF ET SVAMPEFRUGTLEGEME (ENEVOLD 2018). Q. UID. 40, ET UIDENTIFICERET PLANTEFRAGMENT. R. UID. 48, ET UIDENTIFICERET PLANTEFRAGMENT. FOTOS: HAVANANDA OMBASHI.



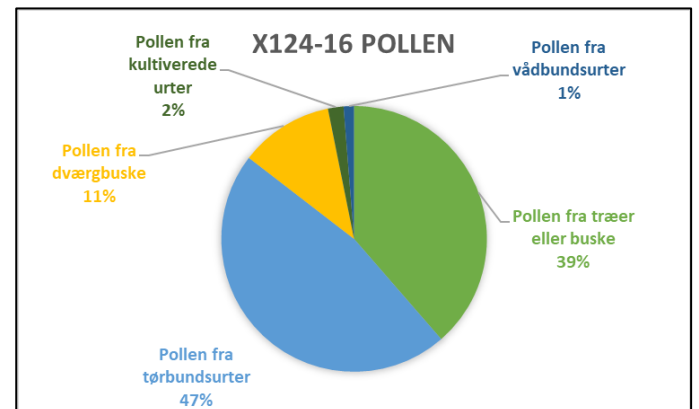
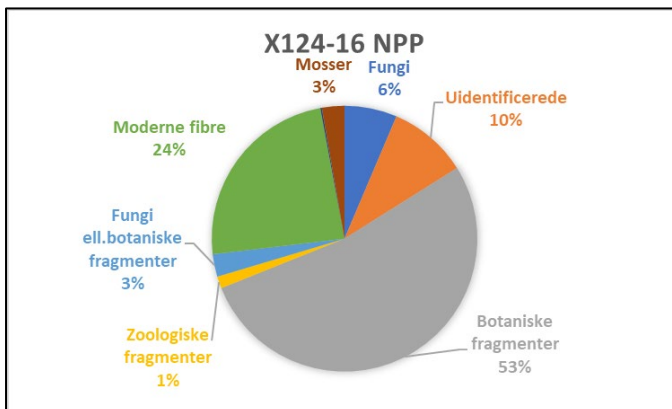
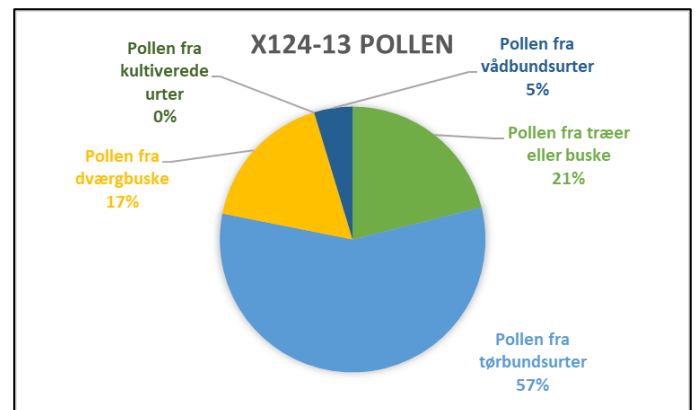
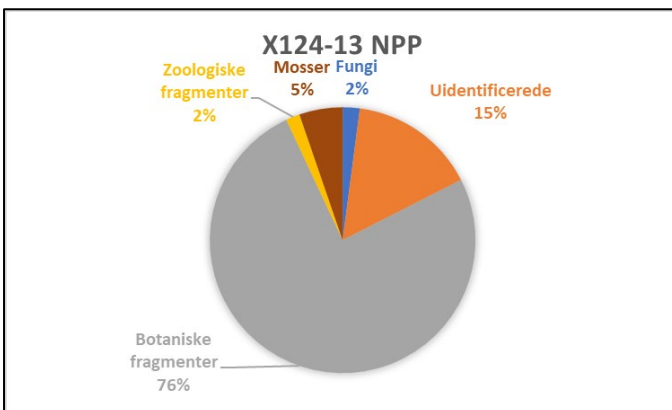
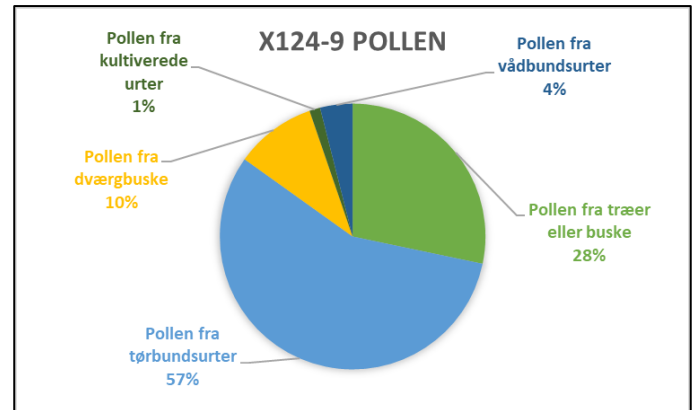
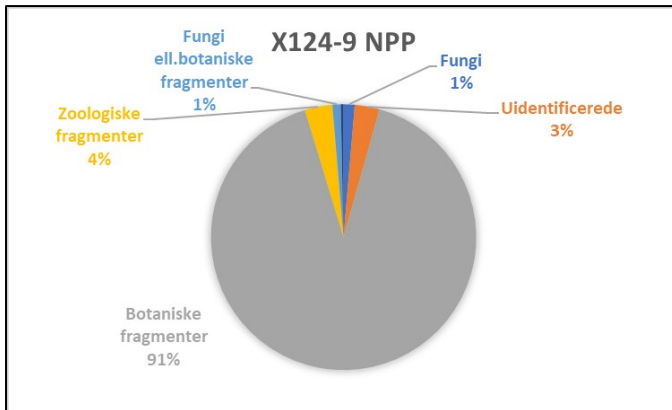
Tabel

TABEL 3 SAMMENSÆTNINGEN AF NPP-ER OG POLLEN I PRØVERNE x124-5, x124-9, x124-13 OG x124-16. HVER TYPE HAR FÅET TILDELTE ET NUMMER OG EN KATEGORI. NUMRENE ER TILDELTE EFTER TIDLIGERE REGISTRERING AF DENNE TYPE. HVIS DENNE TYPE IKKE HAR VÆRET REGISTRERET TIDLIGERE I DANSKE PRØVER, HAR TYPEN FÅET ET "UID"-NUMMER, SOM ER UDELUKKENDE FOR DENNE RAPPORT. KATEGORIERNE ER TILDELTE EFTER OVERORDNET TILHØRSFORHOLD. HVIS DETTE IKKE ER KENDT HAR TYPEN FÅET KATEGORIEN "UDIFF".

MM-number	Category	x124-16	x124-13	x124-9	x124-5	x124-16 %	x124-13 %	x124-9 %	x124-5 %
Uid. 1	fungi				3	0,0	0,0	0,0	12,5
Uid. 2	Udiff				1	0,0	0,0	0,0	4,2
Uid. 3	pl				2	0,0	0,0	0,0	8,3
Uid. 4	zoo			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 5	Udiff			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 6	pl/fungi			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 7	pl			6		0,0	0,0	2,0	0,0
Uid. 8	zoo			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 9	pl/fungi			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 10	Udiff			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 11	Udiff			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 12	pl			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 13	zoo			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 14	pl			3		0,0	0,0	1,0	0,0
Uid. 15	pl			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 16	zoo			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 17	fungi			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 18	pl			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 19	pl			4		0,0	0,0	1,3	0,0
Uid. 20	pl			2		0,0	0,0	0,7	0,0
Uid. 21	Udiff			1		0,0	0,0	0,3	0,0
Uid. 22	pl		7		2	0,0	1,3	0,0	8,3
Uid. 23	Udiff		7			0,0	1,3	0,0	0,0
Uid. 24	pl		25			0,0	4,7	0,0	0,0
Uid. 25	fungi		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 26	pl		35			0,0	6,6	0,0	0,0
Uid. 27	pl		21			0,0	4,0	0,0	0,0
Uid. 28	Udiff		15			0,0	2,8	0,0	0,0
Uid. 29	Udiff		56			0,0	10,5	0,0	0,0
Uid. 30	fungal		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 31	Udiff		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 32	pl		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 33	pl		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 34	Udiff		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 35	Udiff		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 36	Udiff		1			0,0	0,2	0,0	0,0
Uid. 37	pl	52	123	214		9,5	23,2	72,1	0,0
Uid. 38	pl/fungi	14				2,6	0,0	0,0	0,0
Uid. 39	Udiff	1				0,2	0,0	0,0	0,0
Uid. 40	Udiff	23		2		4,2	0,0	0,7	0,0
Uid. 41	Udiff	8				1,5	0,0	0,0	0,0
Uid. 42	Udiff	1				0,2	0,0	0,0	0,0
Uid. 43	Udiff	8				1,5	0,0	0,0	0,0
Uid. 44	fungal	1	3	2		0,2	0,6	0,7	0,0
Uid. 45	fungal	1				0,2	0,0	0,0	0,0
Uid. 46	pl	10				1,8	0,0	0,0	0,0
Uid. 47	Udiff	1				0,2	0,0	0,0	0,0

MM-number	Category	x124-16	x124-13	x124-9	x124-5	x124-16 %	x124-13 %	x124-9 %	x124-5 %
Uid. 48	Udiff	131			16	23,9	0,0	0,0	66,7
HdV-214	algae			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-32	fungi		4			0,0	0,8	0,0	0,0
MM-34	fungi		1			0,0	0,2	0,0	0,0
MM-122	fungi			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-166	Udiff			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-208	Udiff	6				1,1	0,0	0,0	0,0
MM-223	fungi	1				0,2	0,0	0,0	0,0
MM-298	fungi		1			0,0	0,2	0,0	0,0
MM-421	fungi	17				3,1	0,0	0,0	0,0
MM-421	fungi	4				0,7	0,0	0,0	0,0
MM-434	Udiff	1				0,2	0,0	0,0	0,0
MM-442	pl	3				0,5	0,0	0,0	0,0
MM-443	pl	33	27	1		6,0	5,1	0,3	0,0
MM-445	fungi	10				1,8	0,0	0,0	0,0
MM-451	pl			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-457	pl	13	32	1		2,4	6,0	0,3	0,0
MM-463	mos	15	28			2,7	5,3	0,0	0,0
MM-466	pl	24	2			4,4	0,4	0,0	0,0
MM-479	Udiff	4				0,7	0,0	0,0	0,0
MM-483	fungi	1				0,2	0,0	0,0	0,0
MM-487	pl	7	37			1,3	7,0	0,0	0,0
MM-499	pl	32				5,9	0,0	0,0	0,0
MM-500	pl		14			0,0	2,6	0,0	0,0
MM-507	pl			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-523	pl	6				1,1	0,0	0,0	0,0
MM-527	pl		4			0,0	0,8	0,0	0,0
MM-528	pl		1			0,0	0,2	0,0	0,0
MM-537	pl			2		0,0	0,0	0,7	0,0
MM-539	pl		23			0,0	4,3	0,0	0,0
MM-542	pl	40				7,3	0,0	0,0	0,0
MM-544	pl			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-545 (?)	pl		17			0,0	3,2	0,0	0,0
MM-545	pl	67	31	28		12,2	5,8	9,4	0,0
MM-555	pl			2		0,0	0,0	0,7	0,0
MM-590	pl/fungi	1				0,2	0,0	0,0	0,0
MM-640	algae	1				0,2	0,0	0,0	0,0
MM-684	zoo		2			0,0	0,4	0,0	0,0
MM-687	Udiff			1		0,0	0,0	0,3	0,0
MM-698	zoo			3		0,0	0,0	1,0	0,0
MM-720	zoo		1			0,0	0,2	0,0	0,0
MM-724	zoo	8				1,5	0,0	0,0	0,0
MM-797	zoo		6	1		0,0	1,1	0,3	0,0
MM-850	pl	2				0,4	0,0	0,0	0,0
<i>Alnus</i>	El	21	8	1	1	13,3	6,3	0,7	11,1
<i>Artemisia</i>	Bynke	1				0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Betula</i>	Birk			1		0,0	0,0	0,7	0,0
<i>Brassicaceae</i>	Korsblomst-familien		25	1		0,0	19,5	0,7	0,0
<i>Calluna vulgaris</i>	Hedelyng	18	22	15		11,4	17,2	9,9	0,0
<i>Cerastium</i> type	Hønsetarm- type			1		0,0	0,0	0,7	0,0
<i>Cereale</i> Udiff.	Kornpollen	3		2		1,9	0,0	1,3	0,0
<i>Chenopodiaceae</i>	Salturt-familien		3	3		0,0	2,3	2,0	0,0
<i>Cichorium</i> type	Mælkebøttetype	10	4	21		6,3	3,1	13,8	0,0
<i>Cirsium</i>	Tidse			1		0,0	0,0	0,7	0,0

<i>Corylus avellana</i>	Hassel	26	4	15	1	16,5	3,1	9,9	11,1
<i>Dryopteris</i>	Mangeløv	7	7	7	1	4,4	5,5	4,6	11,1
<i>Filipendula</i>	Mjødurt	1				0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Pinus sylvestris</i>	Skovfyr	13	15	26		8,2	11,7	17,1	0,0
<i>Plantago lanceolata</i>	Lancet- vejbred		1	10		0,0	0,8	6,6	0,0
<i>Poaceae</i>	Græs- familien	31	26	25		19,6	20,3	16,4	0,0
<i>Polypodium</i>	Engelsød	6	1	3	6	3,8	0,8	2,0	66,7
<i>Potentilla</i>	Potentiltype	1		1		0,6	0,0	0,7	0,0
<i>Senecio</i> type	Brandbæger-type	18	9	17		11,4	7,0	11,2	0,0
<i>Succisa pratensis</i>	Djævelsbid	1	3	2		0,6	2,3	1,3	0,0
<i>Tilia</i>	Lind	1				0,6	0,0	0,0	0,0



FIGUR 3 LAGKAGEDIAGRAMMER DER VISER DEN PROCENTVISE FORDELING AF DELSUMMER FOR DE TRE PRØVER X124-16, -13 OG -9. TIL VENSTRE SES DIAGRAMMERNE FOR NPP-RESULTATERNE OG TIL HØJRE FOR POLLEN-RESULTATERNE.

Tolkning og diskussion

Gennemgående karakteristika for alle tre prøver er for det første, en relativt høj andel af træpollen fra fyr, lidt el og hassel. Dertil kommer en andel af hedelyng, græsser, mælkebøttetyper og bregnerne mangeløv og engelsød. Gennemgående er også typen brandbæger, som inkluderer flere af urterne typiske for ældre hede (alm. kattefod og alm. guldblomme), våd eng (nikkende brøndsel) og vandhuller (fladhovedet og fliget brøndsel). At de findes i alle tre prøver indikerer, at de har stået generelt i nærområdet, og at de repræsenterer det omgivne miljø. Tre af disse pollentyper blev også, som de eneste, fundet i sammenligningsprøven fra præparatfyldet (hassel, mangeløv og engelsød). Sammensætningen af de gennemgående pollentyper vidner herved om et område med let og lys kratskov, en ældre hede samt våde enge med vandhuller.

Særligt for prøven udtaget fra oversiden af økseskaftet var den højeste andel af pollen af mælkebøttetyper og fra lancetvejbred. Især lancetvejbred er forbundet med græsningsoverdrev og har en fordel i intensivt afgræssede områder (Behre 1981). Mælkebøttetyper inkluderer en meget stor gruppe af arter (Beug 2004). Mange af dem kan findes på enge, overdrev og ruderater, og de trives også på enge med relativt højt græsningstryk (Mikkelsen 1980). Begge typer indikerer, at pakningsmaterialet ved denne øksehals var hø fra et område i nærheden af en intensivt græsset eng.

Andelen af NPP-er, der kunne komme i kategorien af plantefragmenter, var også højest i denne af de tre prøver. Det var især af det endnu uidentificerede plantefragment Uid. 37. Det er sandsynligt, at disse stammer fra nedbrudt træ. Der er i disse fragmenter observeret "pits" (lettere aflange huller), som indikerer, at der kunne være tale om nåltræ, sandsynligvis fyr (Kvavadze et al. 2024). Dette stemmer overens med pollendata, hvor der blev fundet den højeste hyppighed af pollen fra fyr i denne af de tre prøver.

Der var også en relativt høj andel af plantefragmentet MM-545. Dette plantefragment var til stede med relativt høj hyppighed i alle tre prøver og kan muligvis være med til at afspejle det generelle miljø. Det er sandsynligvis fragmenter fra træ (kan dog ikke nærmere identificeres), og kan være delvist forkullet. Det ses på den mørke farve og skarpe kanter. Det kunne repræsentere afbrænding i området hvor pakningsmaterialet er hentet. Det kunne også indikere, at der ved øksens hals har været et træskæft, der nu er nedbrudt, og evt. har været delvist forkullet.

Prøven udtaget fra halskrumningen af samme økse viste en noget anderledes sammensætning af pollen. Her var det især pollen fra Korsblomstfamilien, der havde en meget højere andel i denne prøve end i de to andre. Denne plantefamilie er særligt eftertragtet for bier og favoriseres af honningbier, hvis de er til stede (Guillermi & Caccavari 2006). Dette kunne være en indikation på, at der har været bivoks på denne del af øksen.

En gruppe af NPP-er fundet i denne prøve indikerer, at der har været husdyrgødning involveret i enten deponering eller brug. Det drejer sig især om NPP-487, der tidligere er fundet i rigtig mange prøver fra tæt og intensivt græssede vandhuller (Enevold 2018), og MM-32 samt MM-34, der er sporer fra koprofile svampe (van Geel 1978, 2011). De koprofile svampe vil gro på meget næringsrige substrater, og foretrækker gødning, hvis det er til stede. Dette kunne være endnu en indikation på, at indpakningsmaterialet har været hø fra en mark med, eller tilstødende til, intensivt græsset land. Også i denne prøve er der fundet fragmenter fra nedbrudt træ, som sandsynligvis har været delvist afbrændt.

Prøven fra øksens æg havde en NPP-sammensætning med en hel del plantefragmenter, der kunne stamme fra sæd-dodder (MM-466) og mosser (MM-542) samt nedbrudt træ, MM-545 og MM-443, som de to øvrige prøver. Desuden var der et særligt zoologisk fragment (MM-724), der i en analyse af restmateriale i et bronze-hængekar er blevet identificeret til at stamme fra bier (Beck et al. 2023).

Sæd-dodder (*Camelina sativa*) er før fundet som forkullede makrofossiler i hustomter, hvor de tidligste fund er fra Yngre Bronzealder (Robinson 1981). Det var generelt antaget, at denne urt udelukkende optrådte som et markukrudt, om end dens næringsværdi som olieholdigt frø sandsynligvis har været velkendt og udnyttet (Brøndegård 1979). Nye analyser af arkæobotanisk materiale fra Veldbæk Industri III har dog vist, at der er en stor sandsynlighed for, at sæddodder bevidst er blevet fremelsket. Både fordelingen og mængden af søddodderfrø i prøverne fra tre gruber tyder på, at sæddodder var en bevidst indsamlet eller endda dyrket afgrøde (Jensen og Nielsen 2024). Flere fund af forkullede makrofossiler i en prøve fra THY 6592, Nørgård (Poulsen 2024) placerer sæddodder lokalt i Thy i YBA. Fundet af fragmenter fra sæddodder i NPP-prøven fra øksens æg kan dog ikke endeligt afgøre, om der var blevet håndteret sæddodder bevidst i forbindelse med Kallerupfundet, eller om det kunne have været en del af markukrudtet i den hør-mark, som pakningsmaterialet kunne stamme fra. Som et olieholdigt frø kunne sæddodder have også været en del af ritualer hvori øksen har været hovedelement (Posselt et al. 2023).

Der blev fundet en del fibre (Uid. 48) af uidentificeret art i prøven fra æggen. Det er meget sandsynligt, at der er tale om moderne fibre. Uid. 48 blev også fundet med høj hyppighed i sammenligningsprøven, og det indikerer, at denne NPP kan være en moderne forurening. Diversiteten af NPP'er og pollen i de analyserede prøver var dog signifikant højere end i sammenligningsprøven. Dette underbygger, at majoriteten af de pollen og NPP'er, vi ser i de udvalgte prøver til analysen, stammer fra smuds afsat på øksen i forhistorien, der dermed sandsynligvis repræsenterer selve forbrugsperioden og/eller deponeringssituationen.

Ved en sammenligning med pollenprøven udtaget fra hestefigurens mule, kan man se en forskel i andelen af pollen fra dværgbuske. Denne kategori er repræsenteret af næsten udelukkende hedelyng i prøverne fra både øksen og hestefiguren. Der var en langt højere hyppighed af pollen fra hedelyng i alle prøverne fra øksen (Enevold 2021). Dette kunne indikere, at der er forskel på pakningsmaterialet til hesten og til øksen. Det kunne også være et udtryk for en forskel i brugen af de to rituelle genstande. Det er desværre ikke muligt at komme en tolkning nærmere.

Litteratur

- Andersen, S.T. 1979. *Identification of wild grass and cereal pollen*. Danmarks geologiske undersøgelser. Årbog 1978, København.
- Beck, M. R., Frost, L., Enevold, R., & Marsden, P. (2023). "Where water wells up": Revisiting a forgotten deposition tradition from the Late Bronze Age on Funen, Denmark. *Danish Journal of Archaeology*, 12(1).
- Behre, K.-E. 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores* 23, pp. 633-672.
- Beug, H.-J. 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. München.
- Birks, H.J.B. 1973. *Past and present vegetation on the Isle of Skye. A palaeoecological study*. Cambridge Press, London, pp. 225-226.
- Birks, H.J.B. & H.H Birks 1980. *Quaternary Palaeoecology*. Edward Arnold. London.
- Baittinger, C. 2019. Vedananatomisk analyse af prøver af vanddrukkent træ fra tre genstande fra udgravning ved Kallerup, THY 5035. *NNU rapport 57*.
- Brøndegaard V.J. 1979. *Folk og Flora*. Dansk Etnobotanik. Bind 1-4. Denmark: Rosenkilde og Bagger.
- Cugny, C., Mazier, F., Galop D. 2010. Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. *Veget Hist Archaeobot* 19:391-408.
- Enevold, R. 2018. *Non-pollen palynomorphs as predictors of past environments – an exploration of the methodology and its potential in Danish soils and sediments*. PhD thesis from the Graduate School of Science and Technology, Aarhus University.
- Enevold, R., Rasmussen, P., Løvschal, M., Olsen, J. & Odgaard, B.V. 2019. Circumstantial evidence of non-pollen palynomorph palaeoecology - a 5,500 year NPP record from forest hollow sediments compared to pollen and macrofossil inferred palaeoenvironments. *Vegetation History and Archaeobotany* 28(2): 105-121.
- Enevold, R. 2020. Vurdering af pollenbevaringen i fire jordprøver fra THY 5035 (FHM 4296/2861). *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Enevold, R. 2021. Vurdering af NPP-bevaringen i fire jordprøver fra THY 5035, Kallerupfundet (FHM 4296/2861). *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Enevold, R. 2022. Pollenanalyse af en prøve fra bronzehestens mule, THY 5035, Kallerupfundet (FHM 4296/2861). Nr. 2, 2022, *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Fægri, K. & J. Iversen. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard. Copenhagen.
- Guillermina A. F. and Caccavari, M. A., 2006: Pollen analysis of honeys from the central zone of the Argentine province of Entre Ríos, *Grana* 45(4), 305-320.

- Jensen, J.O., K.V. Salvig & P.H. Mikkelsen 2019. Vedbestemmelser Kallerup. *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Jensen, P.M og Nielsen E. 2024. Analyse af makrofossiler fra huse, gruber og en ovn fra senneolitikum og slutningen af yngre bronzealder. SJM 979, Veldbæk Industri III (FHM 4296/3419). Nr. 1, 2024, *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Kotaczek, P., Karpińska-Kotaczek, M., Worobiec E. & Heise, W. 2012. Debarya glyptosperma (De Bary) Wittrock 1872 (Zygnemataceae, Chlorophyta) as a possible airborne alga - A contribution to its palaeoecological interpretation. *Acta Palaeobotanica*. 52. 139-146.
- Kuhry, P. 1985. Transgression of a Raised Bog Across a Coversand Ridge Originally Covered with an Oak—lime Forest: Palaeoecological Study of a Middle Holocene Local Vegetational Succession in the Amtsven (Northwest Germany). *Rev Palaeobot Palynol* 44:303-353..
- Kvavadze E., Chagelishvili R., Rezesidze N., Gilmore B., Beridze T., Tatuashvili N. & Sulava N. 2024 Palynological study of archaeometallurgical artefacts from Late Bronze Age copper smelting sites (Georgia): First results.
- Mikkelsen, V.M. 1980. *Planteøkologi og Danske plantesamfund*. Den Kgl. Veterinær – og Landbohøjskole, København.
- Out, W. 2020. Vurdering af fire fytolitprøver fra THY 5035, Kallerup V, (FHM 4296/2861). *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Poulsen A. 2024. Kursorisk gennemsyn af 23 prøver med arkæobotanisk materiale fra THY 6592, Nørgaard (FHM 4296/4512) *Moesgaard Museum, Afdeling for Konservering og Naturvidenskab*.
- Posselt M.V. 2019. *Forundersøgelse THY 5035 Kallerup V*. Museum Thy.
- Posselt, M.V., Møller N. A. et al. 2023 Kallerup-fundet. Historisk årbog Thy, 7-13.
- Prager, A., Theuerkauf, M., Couwenberg, J., Barthelmes, A., Aptroot, A., Joosten, H. 2012. Pollen and non-pollen palynomorphs as tools for identifying alder carr deposits: A surface sample study from NE-Germany. *Rev Palaeobot Palynol* 186:38-57.
- Robinson, D. 2000. Det slesviske agerbrug i yngre stenalder og bronzealder. I: Det Sønderjyske Landbrugs Historie Ed. Ethelberg, Jørgensen, Meier og Robinson. *Historisk Samfund for Sønderjylland*. Nr. 81, Haderslev.
- Schlütz, F., Shumilovskikh, L.S. 2017. Non-pollen palynomorphs notes: 1. Type HdV-368 (Podospora-type), description of associated species, and the first key to related spore types. *Rev Palaeobot Palynol* 239:47-54.
- Shumilovskikh, L.S., Hopper, K., Djamali, M. et al. 2016. Landscape evolution and agro-sylvo-pastoral activities on the Gorgan Plain (NE Iran) in the last 6000 years. *Holocene* 26:1,676-1,691.
- Stockmarr, J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13, 615–621.
- Van Geel, B., Bohncke, S.J.P., Dee, H. 1980. A palaeoecological study of an upper late glacial and holocene sequence from “de borchert”, The Netherlands. *Rev Palaeobot Palynol* 31:367-448.

- Van Geel, B. 1983. Archaeological and palaeoecological aspects of a medieval house terp in a reclaimed raised bog area in North Holland. *Berichten ROB* 33:419-444.
- Van Geel, B., Aptroot, A. 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia* 82:313-329.
- Van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Rev Palaeobot Palynol* 25:1-120.



Rapporterne fra Afdeling for Konservering og Naturvidenskab, Moesgaard Museum fremlægger resultater i forbindelse med specialundersøgelser af arkæologisk genstandsmateriale.

Hovedvægten er lagt på undersøgelser med en naturvidenskabelig tilgangsvinkel. Heriblandt kan nævnes arkæobotaniske undersøgelser, vedanatomiske undersøgelser, antropologiske undersøgelser af skeletter samt zooarkæologiske undersøgelser.

Der optræder også andre typer dokumentationsfremlæggelser, som f.eks. besigtigelse af marinarkæologiske lokaliteter og metodebeskrivelser af konserveringsteknisk karakter.

Alle rapporter kan downloades fra Moesgaard Museums hjemmeside.
Eftertryk med kildeangivelse tilladt.