

Vej i middelalderens Odense

*Analyse af vejkasse, kørselsforhold
og råstofforbrug*

Af Gunnar Larsen



CENTRUM. Forskningscenter for centralitet. Rapport nr. 19 2025

MUSEUM ODENSE

CENTRUM. Forskningscenter for centralitet. Rapport nr. 19 2025

E-publikation udgivet af Forskningscenter CENTRUM ved Museum Odense 2025 i samarbejde med NIRAS

ISBN 978-87-90464-35-6

© Museum Odense & forfatteren

Redaktion: Kirstine Haase

Rapporten refereres også til som NIRAS Projekt 216479 med Dokument ID YNAS6NA67CVJ-2065489706-1798

Museum Odense

Overgade 48

5000 Odense C

museum@odense.dk

museumodense.dk

museumodense.dk/forskning/forskningscentret-centrum



Indhold

Indhold	4
Formål og problemstillinger	5
Analysemetoder	8
Sedimentbeskrivelse	8
Kornstørrelser	8
Kornform	9
Mineralogi	9
Resultater	9
Sedimentbeskrivelse	9
Kornstørrelser	9
Kornform	12
Mineralogi	14
Konklusion og anbefalinger	15
Vejens materialer og dens konstruktion	15
Råstofferne til vejen	17
Samlet konklusion	19
Anbefalinger	20
Referencer	20

Formål og problemstillinger

Museum Odense udgravede i 2013-2016 det, der opfattes som den ældste belægning af Overgade. Belægningen blev via kulstof-14-dateringer bestemt til at have været i brug i perioden 1058 til 1120 e.v.t. (95,4% sandsynlighedsfordeling, modelleret) (Haase 2019, 52). Dette bekræftes af genstandsfund fra fladen. Baseret på disse dateringer antages det at vejen er anlagt i anden halvdel af 1000-tallet.

Ud fra udgravningens placering samt 8 prøver udtaget fra vej-kassen af Museum Odense er der her undersøgt, om det er muligt at besvare følgende spørgsmål omkring middelaldervejen:

- Vejens konstruktion
- Materialetyper brugt i vejen (vejens mineralråstoffer)
- Mængden af råstoffer brugt i vejen
- Hvor råstofferne kunne stamme fra (proveniensen)

Vejens forløb og opbygning

Vejen løber langs den nuværende Overgade i Odense centrum (se Figur 1).

En moderne vej-kasse, det vil sige en vejs opbygning i dybden, er opdelt med øverst et lag kaldes slidlag og derunder et lag af overvejende sand og grus, der kaldes bærelag (stabilgruslag). Under bærelaget er bundsikringslaget og derunder er underbund, der enten består af de oprindelige jordlag (råjord) aflejret af naturlige processer, som ikke er berørt ved anlæggelse af vejen, eller er stabiliseret råjord. Grænsen mellem underbund og bundsikring er planum (Vejregler, 2018).

Denne opdeling anvendes for at have en arbejdsbetegnelse til at beskrive de to overordnede dele, som middelaldervejen består af. Middelaldervejens opbygning er derfor:

1. Slidlag: Toplag af sten
2. Bærelag/bundsikringslag: Lag af grus, sand, silt og ler

Ud fra de udtagne prøver ser der ikke ud til at være mere end disse to lag, hvorfor bærelag og bundsikringslag slås sammen til et lag. Ifølge (Haase, 2019) er bærelaget/bundsikringslaget underbunden, da det her antages at slidlagets sten er lagt direkte på det naturligt aflejlrede lag af sand, efter afrømning af muld-/fyldlag.

Det udgravede stykke af vejen er på det længste stykke ca. 56 m, på det bredeste stykke ca. 8,7 m og hele vej-kassen er ca. 0,1 m tyk. Heraf er bærelaget/bundsikringslaget også op til 0,1 m tykt, i de tykkeste dele hvor der ikke er slidlag. Et gennemsnit af 556 koter målt med DGPS af vejens overflade giver kote 11,0 og da nuværende terrænoverflade er indmålt til 13,5 m ligger vejens overflade ca. 2,5 m under det nuværende terrænniveau. Ifølge (Haase, 2019) er middelaldervejen ikke udgravet i hele dens bredde.



Figur 1. Udgravning af vej fra Middelalderen, vist med rød streg, langs nuværende Overgade i Odense. Baggrundskort: DDO 2022. Udarbejdet af forfatteren.

På figur 2 ses et foto fra udgravningen af vejen. Billedet viser overfladen af vejens slidlag, med sten op til ca. 10 cm på længste led. Disse synes ikke at ligge som et sammenhængende lag, ifølge fotoet, men ligger spredt med en vis afstand. Denne afstand er ikke opmålt.

På Figur ses et af de stykker fra vejen, som blev udtaget ved udgravningen.



Figur 2. Middelaldervejen under udgravning. På billedet ses overfladen af vejen. Foto Museum Odense, 2014.



Figur 3. Udtaget stykke af vejen, ca 6 x 4 x 2 cm. Foto: Forfatteren.

Analysemetoder

Sedimentbeskrivelse

Sedimenterne fra stabilgrus- og bundsikringslaget er beskrevet ud fra "Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" (Galsgaard, J. m.fl., 2021) og "Jordprøver fra grundvandsboringer" (GEUS, 2008). Der er i ovenlysmikroskop beskrevet følgende parametre:

- Sortering (gradering) af kornene, beskrives efter skalaen velgraderet, graderet, ringe graderet og ens-kornet
- Afrundingsgrad af korn, bestemmes ved visuelt, eller i lup, at se på, om kornene er skarpkantede, kantede, subkantede, subafrundede, afrundede eller velafrundede.
- Bikomponenter: organisk materiale, flint, kalkkorn, fossiler mm. Brun- og sortfarvning kan være tegn på finkornet organisk materiale. Det kan forveksles med manganoxyd, men ved at dryppe 3 % brintoverilte på, vil manganoxyd bruse kraftigt, mens organisk materiale kun bruser svagt. Ved at dryppe 10 % saltsyre på, ses om det er svovljern der lugter af svovlbrinte, hvilket organisk materiale ikke gør.
- Farve, bestemmes ved brug Munsell Soil Color Chart.
- Kalkindhold. Ved at dryppe 10 % saltsyre på prøven bestemmes, om det bruser og er kalkholdigt, modsat kalkfrit.

Kornstørrelser

Ved sigteanalyse (DS/EN 933-1) bestemmes kornstørrelsesfordelingen af materiale over 0,063 mm, dvs. sand, grus og sten, der er materialestørrelser over silt og ler. Der optegnes en kumuleret kornkurve, hvor sigtestørrelse i mm plottes mod gennemfald i procent. Kornstørrelsesfordelingen af silt- og lerfraktionerne er analyseret ved en hydrometeranalyse (slemmeanalyse i Andreasen-pipette, DS/CEN ISO/TS 17892-4).

På kurven kan aflæses uensformighedstallet, U-tallet, der er kornstørrelsen aflæst ved 60% divideret med kornstørrelsen ved 10%. U-tallet giver gradering (hældning) af kornkurven. Et lille U-tal indikerer god drænevne og dårlig bæreevne af bundsikringsmaterialer og omvendt for stort U-tal.

Fillerindholdet er materialer mindre end 0,063 mm, dvs. silt og ler. For stabilgrus til en moderne vej skal fillerindholdet være mellem 2 og 9 %, for at sand, grus og sten pakkes bedst til en stabil vej, samtidig med at fillerindholdet også afgør om stabilgruslaget er drænende for vejen. Mindre fillerindhold betyder øget permeabilitet i bundsikringslaget, så vejkonstruktionen lettere afdrænes. Der er ud fra fillerindholdet beregnet en permeabilitetskoefficient af materialet, hvilket er brugt til en vurdering af hvor godt vejens undersøgte lag dræner nedsivende vand.

På kornkurven aflæses også middeldkornstørrelsen (median) (Folk, R.L. og W. C. Ward, 1957). På kornkurven aflæses også stenprocenten, der er en råstofdefinition af mængden i procent af fraktionen over 2 mm.

Disse værdier anvendes til at karakterisere råstoffet og kan bruges som sammenligningsgrundlag med jordlag og lokaliteter, hvor råstoffet kan være hentet fra.

På kornkurverne indtegnes grænsekurver for stabilgrus, hvor kornkurven højest må skære grænsekurverne et bestemt antal gange, hvis materialet skal være egnet til formålet.

Sigteanalyserne er udført på NIRAS' laboratorium af geolog, cand. scient Søren Torp.

Kornform

På slidlagets sten er der målt de tre hovedakser længde, bredde og højde af hver sten med en digital skydelære. Længde er stenens længste vandrette akse (a), bredde er den vinkelrette intermediære akse (b) og højde er den lodrette (ofte korteste) akse (c).

Sfæriciteten af en sten, dvs. i hvor høj grad en stens form afviger fra kugleformen, kan udtrykkes ved forholdet mellem akserne b/a og c/b (Krumbein, 1941). Graden af sfæricitet kan plottes i et diagram med c/b på x-aksen og b/a på y-aksen, og kornklassen kan aflæses (Zingg, 1935).

Dette kan anvendes til at karakterisere stentypen anvendt ved slidlaget.

Mineralogi

Der blev udført 1 tyndslib på prøve 1, hvor tyndslibet blev lavet på den lodrette del af vej-kassen, så der både ses slidlag samt stabilgrus- og bundsikringslag i tyndslibet. Tyndslib er en 30 μm tyk skive af vej-kassen, der er indstøbt i epoxy og lagt mellem objektglas og dækglass, udført af SEIR-materialeanalyse A/S. Tyndslibet er undersøgt i polarisationsmikroskop (Zimmermann, 1989). Tolkning af mineralogien i tyndslib er udført af geolog, Ph.D. Katrine Baden, NIRAS.

Resultater

Sedimentbeskrivelse

Bærelag/bundsikringslag er visuelt beskrevet som følger:

Kornform:	kubisk
Afrundingsgrad:	Subafrundet til afrundet
Sorteringsgrad:	Dårlig
Hærdningsgrad:	Svagt hærdnet
Farve:	10YR 5/2 (grayish brown)
kalkindhold:	Ingen
Bikomponenter:	Ingen organisk materiale, ingen flint

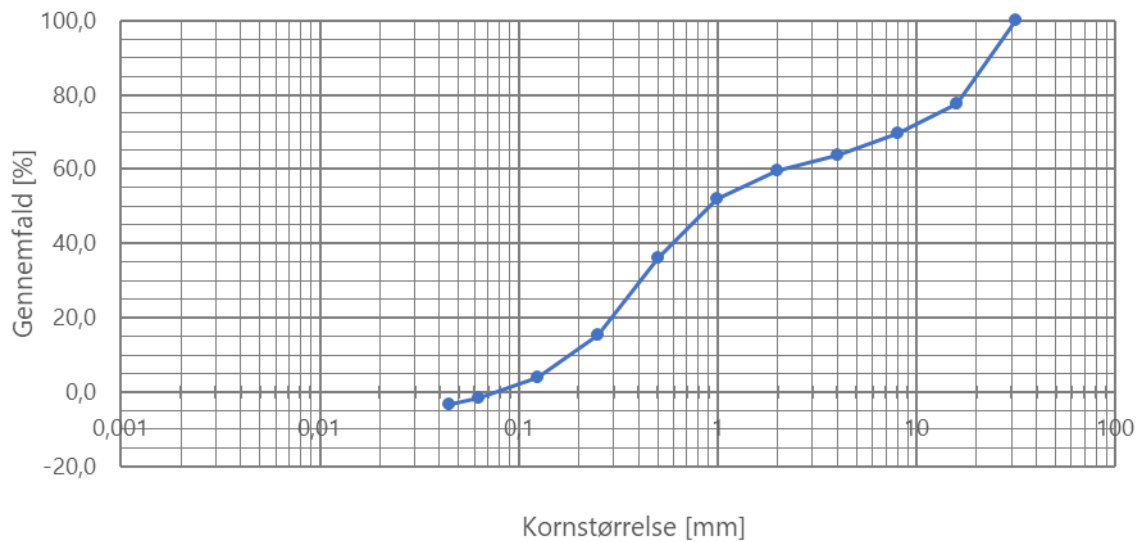
Kornstørrelser

Der er udført sigte- og slemmeanalyser på tre prøver fra bærelag/bundsikringslag, se figur 4, 5 og 6. Slemmeanalysens resultater måtte kasseres, da det sammenkittede materiale ikke kunne sedimentere for en korrekt bestemmelse af de enkelte korns størrelser.

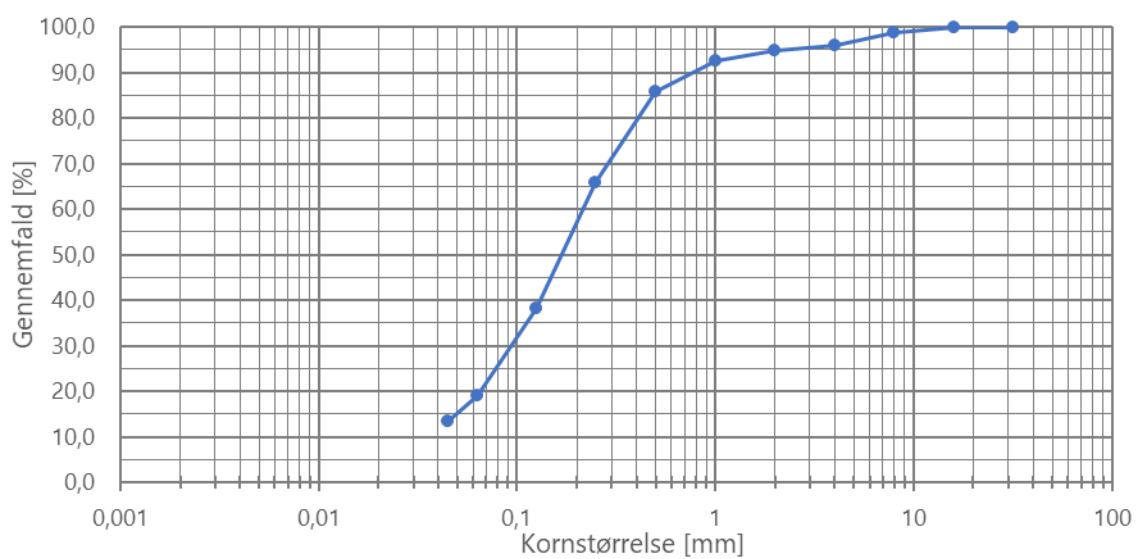
Tabel 1 viser de moderne vejtekniske parametre, som kan aflæses på de 3 prøvers kornkurver.

På figur 7 ses en samlet kornkurve for prøverne 1 og 2, samt grænsekurverne for, hvor kornkurven skal holde sig indenfor, for at prøverne direkte kan anvendes til en moderne stabilgrus. Det ses, at kornkurven går ud over den øvre grænsekurve ca. i kornstørrelsesintervallet, 0,063 mm – 4 mm, dvs.

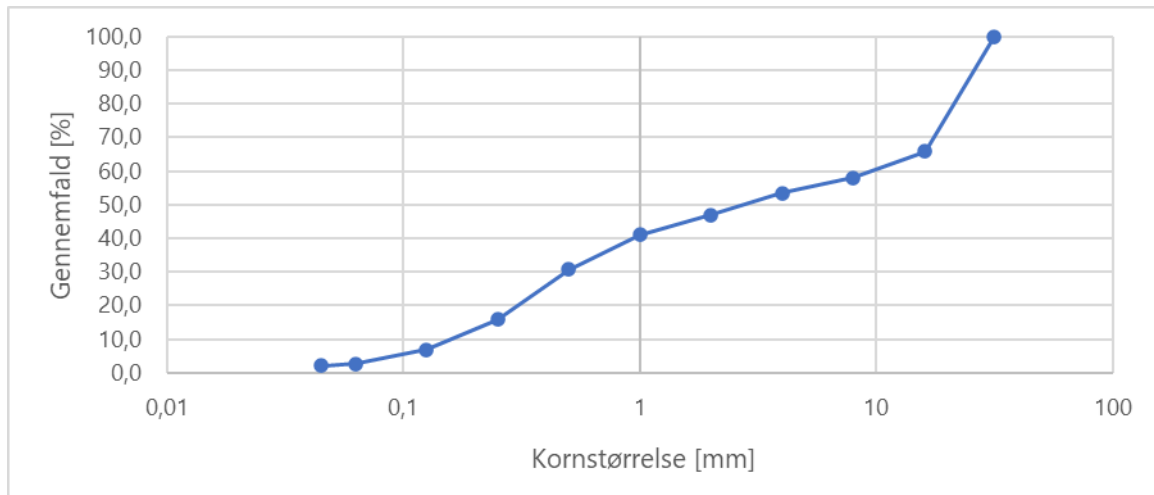
at der er en større procentvis mængde mellem-groft sand end hvis kornstørrelserne havde en ideal fordeling til moderne stabilgrus. Derved vil prøve 1 og 2 give en lidt mere ustabil bærelag for vejen.



Figur 4. Kornstørrelsesanalyse af prøve nr. 1.



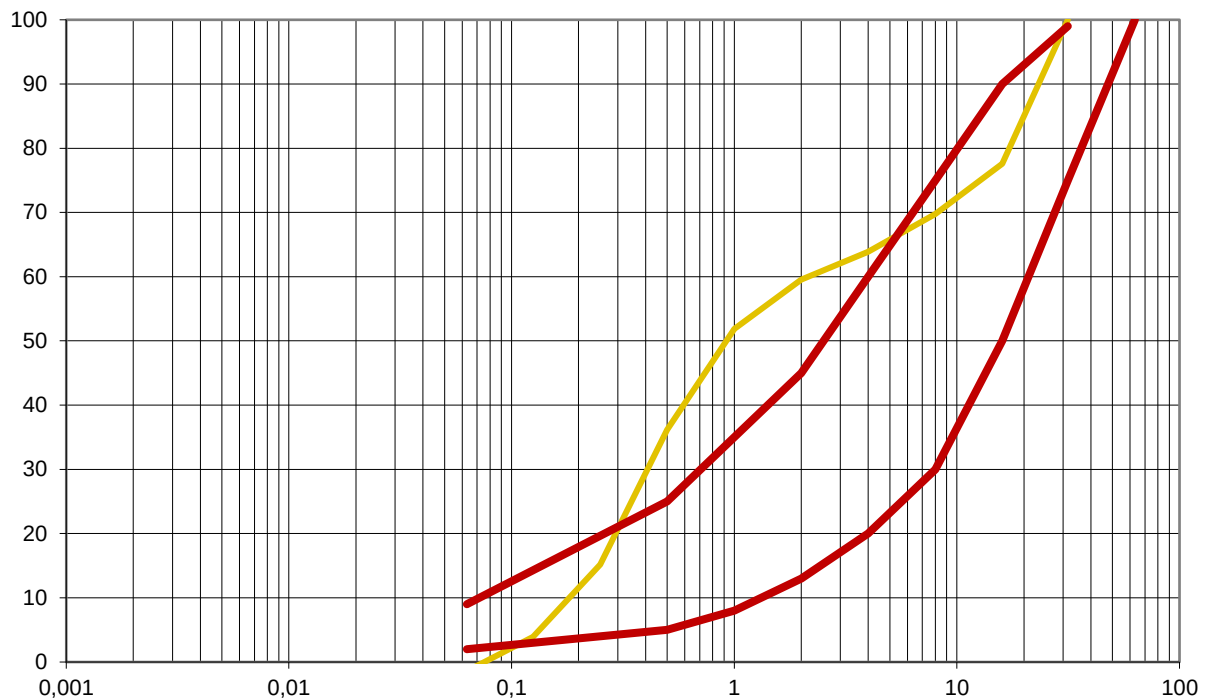
Figur 5. Kornstørrelsesanalyse af prøve nr. 2.



Figur 6. Kornstørrelsesanalyse af prøve nr. 3.

Tabel 1: Vejtekniske parametre aflæst på kornkurver

Prøvenr.	U-tal	Fillerindhold (%)	Middelkornstørrelse (mm)	Stenprocent (%)
Prøve 1	11,9	0,0	1	40,5
Prøve 2	-	18,3	0,18	5,3
Prøve 3	60	2,6	2,5	53,0



Figur 7. Samlet kornstørrelseskurve for prøverne 1 og 2 (gul) samt grænsekurver for stabilgrus (rød).

Kornform

De målte akser på slidlagets sten ses i Tabel 2. Det var muligt at foretage målinger af både længde (a), bredde (b) og højde (c) på 13 sten. Sfæriciteten er bestemt ved hjælp af formlen (Krumbein, 1941):

$$\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \frac{\psi^3}{\left(\frac{c}{b}\right)}$$

-hvor:

Ψ = sfæricitet, kornets afvigelse fra kugleformen

a = længden af stenen

b = bredden af stenen

c = højden af stenen

Resultatet for de 13 sten er fordelt med 10 kugleformede og 3 diskoide, dvs. en overvægt af kugleformede sten.

Tabel 2. Måling af længde, bredde og højde af korn i stenfraktionen.

Prøve nr.	Længde a (mm)	Bredde b (mm)	Højde c (mm)	c/b	b/a
1	50,7	38,1	32,6	0,86	0,75
	33,1	23,4			0,71
	28,9	23,4	15,1	0,65	0,81
	19,9	17,3			0,87
	18,2	17,1	13,9	0,81	0,94
2	29,0	19,6			0,68
	22,2	22,2			1
	21,5	18,3			0,85
	20,8	20,8			1
	21,8	15,2			0,70
	15,8	12,0			0,76
	12,1	12,1			1
	12,1	9,7			0,80
	9,7	6,5			0,67
	27,2	19,4			0,71
3	25,0	15,1			0,60
	21,5	15,7			0,733
	13,7	13,7	10,6	0,77	1
	13,9	9,6			0,69
	37,3	34,7	31,9	0,92	0,93
4	36,0	30,6	4,2	0,14	0,85
	35,9	31,3	17,5	0,56	0,87
	29,7	28,5	22,3	0,78	0,96
5	22,9	15,0	11,5	0,77	0,66
	21,0	17,6	10,3	0,59	0,84
	43,1	41,5	31,6	0,76	0,96
	21,6	14,5	16,3	1,13	0,67
	13,0	9,0			0,69
6	12,8	10,9	9,3	0,85	0,85
	39,5	26,6			0,67
	23,8	23,8			1
	21,6	16,6			0,77
	16,9	14,0			0,83
7	14,0	9,0			0,64
	23,7	19,2	17,5	0,91	0,81
Gennemsnit	23,7	19,2	17,5	0,91	0,81

Mineralogi

Mineralogien i slidlag samt bærelag/bundsikringslag i det undersøgte tyndslib fra prøve 1 (se figur 8) kan kort beskrives som:

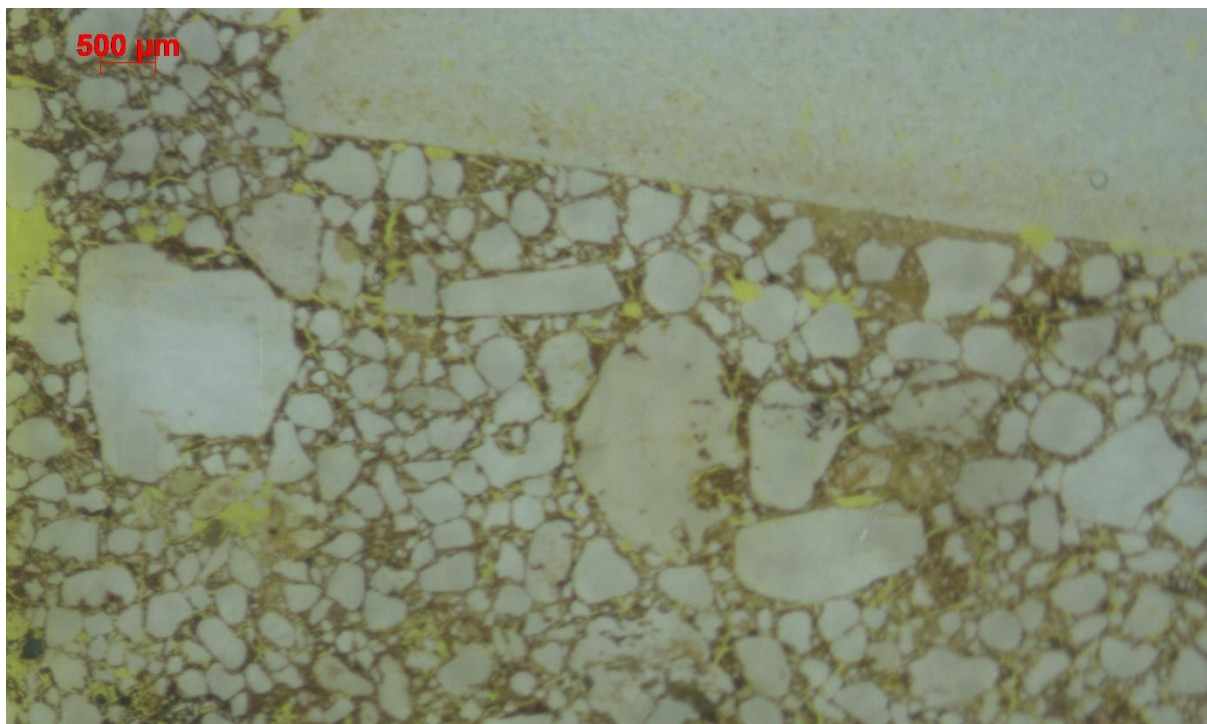
Planpolariseret lys:

- Subafrundede til afrundede korn i en isotrop matrix
- Kornstørrelse med stor variation, fra <1 mm og op til ca 1,5 mm (kun for bærelag/bundsikringslag)
- Relief er lavt-moderat
- 2-3 mindre korn har mørk, grøn egenfarve og pleocroisme

Krydspolariseret lys:

- En del af de større korn (>0,5 cm) er stærkt omdannede (serricit), mens øvrige større korn er primært alkalifeldspat, der viser tvillingedannelse (sanidin-type)
- De mindre korn er primært kvarts, mens der er også plagioclas og i mindre grad albit (begge viser tvillingedannelse)
- Der ses muscovit, sandsynligvis som et omdannelsesprodukt af feldspat
- De 2-3 mindre korn er amfiboler (muligvis ferro-hornblende)

På figur 8 ses et udsnit af tyndslibet i gennemlysmikroskop. Øverst i fotoet ses en stor sten fra slidlaget. Derunder ses de subafrundede til afrundede korn i bærelag/bundsikringslag, matrixunderstøttet af et finkornet sediment.



Figur 8. Eksempel på udsnit af tyndslib fra prøve 1; 16 x forstørrelse, gennemlysmikroskop.

Konklusion og anbefalinger

Vejens materialer og dens konstruktion

Det følgende bygger på *indikationer*, da der ikke er udført tilstrækkelig mange analyser til statistisk signifikante konklusioner, og heller ikke konklusioner der entydigt kan pege i bestemte retninger.

Slidlaget består af større sten på op til ca 10 cm på længste led. Af de målte 13 sten er 10 kugleformede og tre diskoide. Diskoide sten (flade sten) vil have en bedre køreflade end kugleformede. Da hovedparten er kugleformede, er derfor ikke indikation på, at der er sket en sortering efter særligt flade sten ved anlæggelse af vejens slidlag. Kugleformede sten er de mest almindelige i glacialt smeltvandssand, da gletsjeres og smeltevandsprocesser under istiderne har forårsaget slitage i kugleform.¹ Dette indikerer, at man har taget de sten, der var til rådighed ved vejanlæggelsen.

Bærelaget/bundsikringslaget består af kubiske, subafrundede til afrundede, dårligt sorterede korn af grus, sand, silt og ler. Laget er svagt hærdnet, har ingen kalkindhold, organisk materiale og flint. Mineralindholdet er overvejende kvarts og i mindre grad feldspat.

Materialet er typisk for en gennemsnitlig smeltvandssand i Danmark, uden signifikante mineraler og bjergartsfragmenter, og kan således være fra en hvilken som helst lokalitet i Danmark. Der ses ingen kendetegn på, at smeltvandssandet skulle være aflejret under en ældre istid end Weichsel Istid (den seneste istid), hvor der kan forekomme mineraler og bjergartsfragmenter fra prækvartæroverfladen. Omvendt er et fravær af bestemte mineraler og bjergartsfragmenter heller ikke tegn på, at det alene skulle være aflejret i Weichsel Istid.

Set i forhold til moderne vejtekniske parametre er U-tallet fra 2. prøver både lavt og højt, dvs. at laget kan have både god drænevne og dårlig bæreevne (lille U-tal), samt dårlige drænevne og god bæreevne (stort U-tal). Fillerindholdet ligger mellem 2 og 9 % i 1. prøve, hvor materialet pakkes bedst til en stabil vej og giver god drænevne. Den anden prøve viser det modsatte, med et meget højt fillerindhold. Stenprocenten er meget høj for to af prøverne, og meget lav for én prøve.

Kornkurven for den samlede prøve 1 og 2 går ud over den øvre grænsekurve ca. i kornstørrelsesintervallet, 0,063 mm – 4 mm, dvs. at der er en større procentvis mængde mellem-groft sand, end hvis kornstørrelserne havde en ideal fordeling til moderne stabilgrus. Derved vil prøve 1 og 2 give en lidt mere ustabil bærelag for vejen.

De væsentligste funktionskrav til en moderne vej er (Vejregler, 2018):

- Friktion
- Jævnhed
- Profil
- Refleksion
- Støj
- Stabilitet
- Afvandede

¹ Ifølge (Nielsen, 1998) blev der i 1987 ved Stålstræde-Vestergade i Odense fundet en middelalderlig vejbelægning, hvor "mange" sten var "vandrullede, dvs. strandsten". Det er sjældent muligt visuelt at se forskel på, om enkelte sten er afrundet af havet eller afrundet af smeltevandssfloder, med mindre der er en helt entydig signifikans i afrundingsgrad af den samlede population af sten.

De væsentligste materialekrav til en moderne vej er (Vejregler, 2018):

- Trykfordelingsevne – fordele og optage trafikken lodrette og vridende kræfter
- Stabilitet – deformationer i vejoverfladen undgås.
- Bæreevne – lagene i vejbefæstelsen har den nødvendige elasticitet.
- Vejrfasthed – modstå påvirkninger fra klimaet (nedbør og temperatursvingninger).
- Reparationsegnet – såfremt den påføres skader, der indvirker på de funktionelle eller strukturelle egenskaber, skal den kunne repareres.
- Bearbejdelse – at kunne opbrydes og retableres uden tab i forannævnte kvaliteter, når der skal skabes adgang til de ledninger, der ligger under befæstelsen.

Af disse funktions- og materialekrav kan middelaldervejens opbygning og materialetyper indikere, at den generelle opbygning med et slidlag af større sten og et bærelag/bundsikringslag af godt sorteret grus vil give vejen en vis stabilitet, og en udmærket bæreevne til gående, ridende og typer af køretøjer som forventes brugt i vejens levetid; dvs. lettere vogne af overvejende trækonstruktion. Indholdet af fyller (silt og ler) i vejen, samt at alle prøver er svagt hærtnet på grund af indholdet af silt og ler, peger også på, at trykfordelingsevnen og bæreevnen har været af god kvalitet til datidens transport. Det antages, at sammenkitningen er sket efter ganske få år efter vejens anlæggelse, da silt og ler er en del af det glaciale smeltevandsmateriale, der er anvendt.

Der ses ingen kalk i vej-kassen, så der er ikke tegn på at man har strøet råkalk/-kridt eller brændt kalk/kridt ud over vejen for at få en cementering af vej-kassen. Der er dog den mulighed, at kalk/kridt er udvasket med sur nedbør, i tiden fra vejen blev anlagt til den blev dækket af et kulturlag.

Den lettere cementering af vejen, samt indholdet af silt og ler og den forholdsvis velsorterede kornstørrelsesfordeling tyder på, at vejen ikke har haft så stor drænevne. Det kan derfor indikere, at vejen kan have været oversvømmet helt eller i vandpytter ved nedbør. Der er ikke ved udgravningerne noteret, om vejen var højest på midten og skråede ud mod siderne som en moderne vej, for at øge afstrømning til siderne. Ifølge Museum Odense (Haase, pers. medd.) er vejens sydside udgravet i en længde af ca. 20 m i den vestlige del. Her blev der ikke konstateret afvandringsgrøfter langs vejen, der har kunne tage afløb fra vejen.

Slidlagets store kubiske sten, der antages at have stukket op over bærelaget/bundsikringslaget, kan have gjort, at vejen har kunnet rumme nogen vand mellem disse sten og stadig været farbar. Men slidlagets overflade i udgravningen kan også afspejle den afrensede overflade i udgravningen. Hvis vejen har været belagt med et blødere materiale for at dæmpe stød og slid ved transport, vil dette lag have medvirket til en vådere og mere sumpet vej. Eksempelvis konstaterer (Nielsen, 1998) gødning, halm og træspåner ovenpå slidlaget i en udgravning fra 1971 af en middelaldervej ved Fisketorvet i Odense. Schovsbo påpeger angående kørsel på middelalderens veje at:

”Man har ikke kørt med læs på udækkede stenbrolægninger med de vogntyper, der er påvist arkæologisk i Danmark. Hestenes hove var uden jernsko (indtil ca. 1100-tallet) og vognhjulenes slidbane har et rundtløbende jævnt slid uden afsprængninger, mens de omkring 1300 bliver bredere og får et udfladet slid, der viser at vejbanen er blevet hårdere. Belægninger af grus og småsten direkte på undergrundslaget eller på et styrkende bærelag ses i byerne (og f.eks. ved Vordingborg slot) og på strækninger, der er ført ovre våde områder.”(Schovsbo, 2002)

Vejens lettere cementering har antagelig også medført, at den kan have været eksponeret for frostsprængning. Der er ikke konstateret revner i nogen af prøverne. Frostsprængning kan dog have været udbedret ved at strø nyt grus ud over vejen, og disse lapninger af vejen vil sandsynligvis ikke kunne

konstateres i prøverne, da til gruset til lapning kan være af samme slags som det oprindelige til vej anlæggelsen.

Tykkelsen af vej kassen antages at have været op til 0,1 m. Da vejsiderne ikke er udgravet, vides det ikke om vejen har været anlagt i et nedgravet 0,1 m i terræn, eller den har været anlagt direkte ovenpå det eksisterende terræn.

Det kan ikke konstateres, om vejen på grund af nedbør har været udsat for udskridning af strækninger. Udskridninger kan dog også være repareret med den nævnte udspredning af nyt grus.

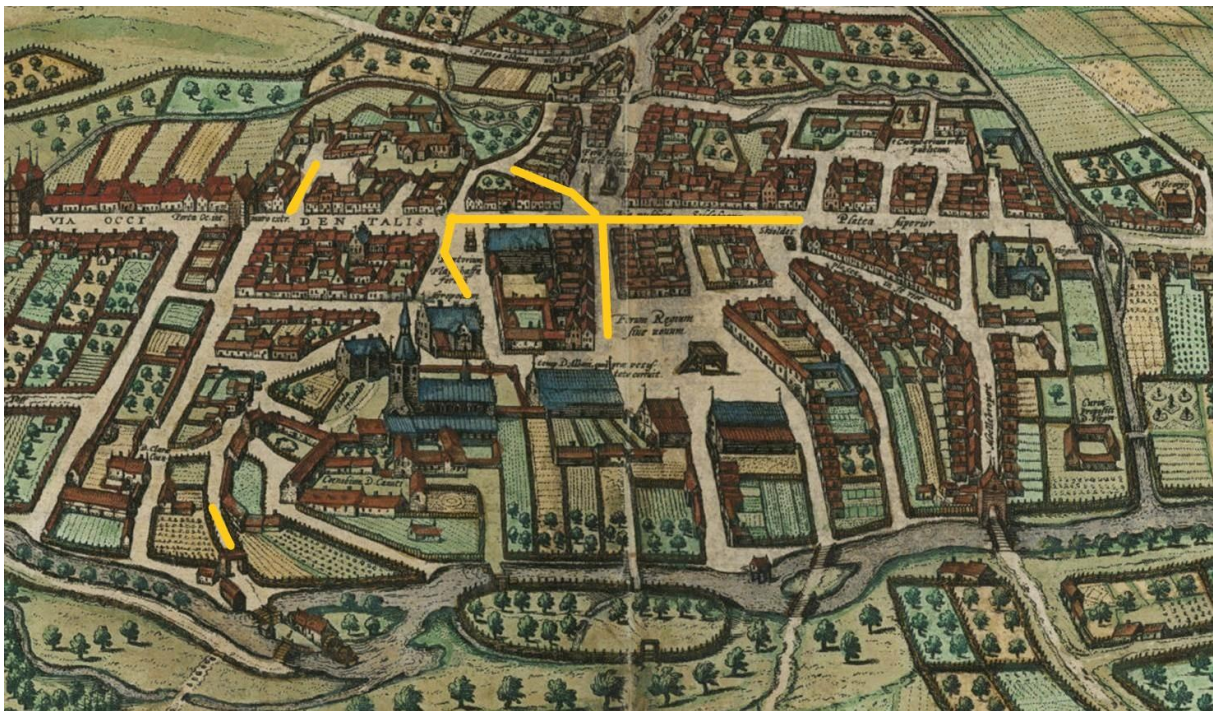
Råstofferne til vejen

Ifølge (Haase, 2019) er der udgravet lignende vejstrækninger som den undersøgte fra tidlig middelalder, se vejforløbene på figur 9. Der er således bl.a. fundet en strækning langs nutidens Overgade-Vestergade, her skønnet til 450 meters længde, en strækning over Flakhaven til domkirken på skønnet 100 m.

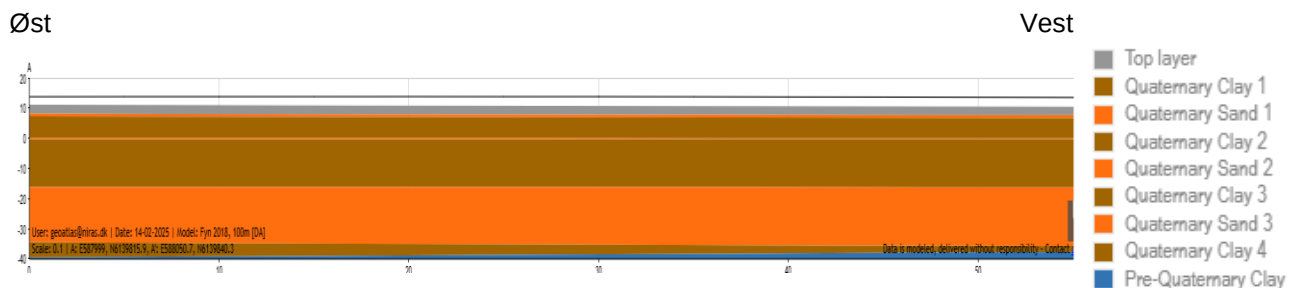
Ser man på disse vejstrækninger på i alt 550 m, hvoraf det her undersøgte vejstykke på 56 m længde indgår, er spørgsmålet om bærelaget/bundsikringslaget er naturligt aflejret smeltevandsmaterialer som man har nedlagt sten til slidlaget i, eller om materialerne er udgravet og tilkørt fra en grusgrav, en skrænt eller lignende.

Den nyeste geologiske 3D model for Fyn er fra 2018 (GEUS, 2025a). Det er en samling af lokalmodeller, som igen er opbygget ud fra data som alle kendte borer (Jupiter databasen, (GEUS, 2025b), geofysiske målinger (GERDA databasen, (GEUS, 2025c)) og jordartskort. Et geologisk profilsnit fra denne model gennem hele vejforløbet Overgade-Vestergade samt Flakhaven viser, at under ca 2,6-2,8 m kulturlag er et lag af ca 1 m smeltevandsmaterialer (fig. 10). Der kan derfor godt have været et naturligt gruslag, som slidlagets sten er lagt ned i. Men da vejen er anlagt i tidlig middelalder, kan det ikke afskrives, at der siden Odenses opståen i vikingetid er blevet aflejret et kulturlag der har vanskeliggjort anlæggelse af en vej direkte med slidlag på eksisterende grus. Det fremgår ikke af udgravningsrapporterne, om der under vej kassens 0,1 m tykkelse kom smeltevandsmaterialer, moræner eller andet, der kunne indikere om vejens bærelag/bundsikringslag var oprindelige jordlag eller tilkørte råstoffer. (Nielsen, 1998) anfører, at der ved udgravning af lignende vejstrækninger fra middelalderens Odense er konstateret, at slidlaget er lagt direkte i oprindelig jordlag, i udgravning ved Skomagerstræde (lagt i muld), Fisketorvet ("undergrunden"), Stålstræde ("undergrunden", "undergrundssand"), Overgade ("gruset undergrund"). Ved ingen af disse lokaliteter er der dog foretaget en sedimentologisk og pedologisk undersøgelse af, om det reelt er de oprindelige, naturligt aflejrte jordlag eller det er tilførte materialer. Det er ikke muligt visuelt at skelne mellem naturligt og tilført materiale ved at se på materialetypen.

Ved udgravningen Paghs Gård fra 1983 blev der dog konstateret et slidlag af 10-30 cm store sten over et lag af "gruset, hårdt sammenpresset materiale" hvorunder der igen kommer et lag med sten 4-8 cm og derunder "muld" (Nielsen, 1998). Dette viser enten en vejopbygning af en oprindelig vej med slidlag lagt i "muld" og en ny vej ovenpå med både slidlag og bærelag/bundsikringslag, eller en vej der samlet er opbygget med et stenet bundsikringslag, et sandet bærelag og et slidlag øverst. Uanset hvilken af tolkningerne der er den rette, indikerer dette profil, at der ved anlæggelse af veje i middelalderens Odense er tilført sand og grus til vejopbygning for at lave et bærelag/bundsikringslag.



Figur 9. Vejforløb fra tidlig middelalder, udgravet i Odense, vist med gul streg på Braun & Hogenbergs kort fra 1572. Fra (Haase, 2019).



Figur 10. Geologisk tværsnit på langs af området for middelaldervejens udgravning. Øverste grå lag (Top layer) er et 2,6-2,8 m tykt kulturlag og derunder kommer et lag af glaciale smeltevandssedimenter (Quaternary Sand 1).

Hvis råstofferne er tilkørte, kan man se på hvilke mængder der skulle anskaffes til bærelag/bundsikringslag: Den udgravede vejstrækning er i alt 56 m lang, har en minimumsbredde på 8,7 m (det bredeste udgravede stykke af vejen) og et bærelag/bundsikringslag på 0,1 m tykkelse. Der vil så i alt skulle have været anvendt ca. 49 m³ grus til denne vejstrækning² eller 82 tons (ganget med omregningsfaktor 1,6 jf. (LBK nr. 14 af 10/01/2023)). Det svarer formodentlig til 82 vognlæs for et køretøj i tidlig middelalder, der ifølge (Schovsbo, 2002) har kunnet transportere omtrent 1.000 kg.³

² 56 m x 8,7 m x 0,1 m

³ Ved udgravninger af vejen ved Overgade blev der konstateret hjulspor af 110-120 cm bredde, hvilke ifølge Museum Odense viser samme vogntype og lasteevne som beskrevet i (Schovsbo, 2002).

Hvis de to vejstrækninger Overgade-Vestergade og Flakhaven på i alt 550 m også antages at have haft en minimumsbrede på 8,7 m og et bærelag/bundsikringslag på 0,1 m, vil der i alt skulle have været anvendt ca. 479 m³ grus til disse vejstrækninger,⁴ svarende til ca. 798 tons (ved ovenstående faktor 1,6). Hvis en vogn i tidlig middelalder gennemsnitlig har kunnet rumme ovennævnte 1.000 kg svarer det til, at der har skulle hentes 798 vognlæs.

Som nævnt ovenover er middelaldervejens råstoffer til bærelaget/bundsikringslaget glacialt smeltevandssand, med en sedimentologiske og mineralogiske parametre der passer med stort set alle glacial smeltevandsaflejringer i Danmark. Derfor vil der skulle ledes efter en egnet lokalitet, hvor smeltevandsmaterialer hensigtsmæssigt har kunnet indvindes, frem for at selve materialetypen kan pege på en lokalitet.

Et oplagt sted at hente råstofferne sand, grus og sten til opbygning af vejen er langs Odense Å, da ådalen er dannet af en smeltevandsflod fra slutningen af sidste istid, hvori der er aflejret sand, grus og sten i dalbunden (Larsen, 2002). Hvis der udtrækkes et profilsnit af ovennævnte 3D model, langs den nuværende Odense Å der omtrent løber midt i en smeltevandsdal, kan man se, at ca. 700 m syd for den nuværende bro over åen på Albanigade (der ligger kun ca 180 m syd for det udgravede vejstykke) er der 6-7 m tykke lag af smeltevandsmaterialer der går til jordoverfladen, ved nutidens Munke Mose. Dette ses også langs andre strækninger af åen, både nord og syd for middelaldervejen, så der har antagelig ikke været lang transportvej hvis der skulle hentes råstoffer til vejen i ådalens brinker. Disse lag kan også have haft de større sten til slidlaget; alternativt kan de være samlet på marker omkring byen når de om foråret har arbejdet sig op på jordoverfladen på grund af frost-tø processer, som også kendes fra moderne landbrug.

Samlet konklusion

Slidlaget består af større, overvejende kugleformede sten på op til ca. 10 cm på længste led. Da kugleformede sten giver en dårligere køreflade end f.eks. mere flade sten, tyder dette på, at der ikke er sket en egentlig sortering af stentypen, men at man har taget de sten, der var til rådighed ved vej anlæggelsen.

Slidlagets sten kan være hentet fra en lokalitet, hvor smeltevandssand naturligt har indeholdt mange sten, selv om det set ud fra erfaringer med moderne grusgravsdrift antages at ville kræve en omfattende sortering for at få denne mængde sten. Alternativt kan stenen være hentet fra byens omkringliggende marker, hvor der efter vinteren kan være samlet sten, der har arbejdet sig op på jordoverfladen på grund af frost-tø processer.

Bærelaget/bundsikringslaget består af smeltevandssand, som ikke kan henføres til en bestemt lokalitet i Danmark. Smeltevandssand har kunnet hentes langs ådalen i Odense Å, i kort afstand fra vejens anlægssted. Det er dog også muligt, at bærelag/bundsikringslag er smeltevandsmaterialer som har været en naturlig del af jordbunden, og der så er hentet større sten udefra til at lægge ned i dette lag efter fjernelse af jordbundshorisont og eventuelle kulturlag.

⁴ 550 m x 8,7 m x 0,1 m

Der ses ingen tegn på, at materialerne til bærelaget/bundsikringslaget har være udsat for bearbejdning eller er særlig udvalgt, for at være bedre egnet til at kunne imødekomme belastning, stabilitet og afdræning. Vejen antages dog, ud fra kornstørrelsessammensætningen samt cementeringen fra silt og ler i bærelag/bundsikringslag, at have været stabil nok til at kunne tage tryk fra de transportformer, der forekom på vejens anvendelsestidspunkt. Cementeringen og kornstørrelsesfordelingen peger på, at vej-kassen ikke har været så drænende, så vejen ved regn og tilløb af overfladevand kan have været oversvømmet eller med større vandpytter, forudsat at vejen var helt flad og ikke havde hældning ud mod siderne. Dog kan slidlagets runde sten have stukket op som "toppede brosten", der har givet en vis kørestabilitet i vådt føre.

Anbefalinger

Ved udgravning af fremtidige vejstykker fra tidlig middelalder i Odense kan det anbefales, at der forsøges udgravning i hele vejens bredde og et stykke ud i vejrabatten, samt geologisk beskrives og prøvetages fra lagene under vejen (planum). Dette for at beskrive vejens anlæggelse i terrænet bedre, samt afklare om bærelag/bundsikringslag er naturlige aflejringer eller tilførte råstoffer. Der kan foretages en boring, gerne med 6" sneglebor til 1-2 meters dybde under vej-kassen, for at beskrive lagene og ud-tage prøver under vej-kassen.

For at få bedre statistisk signifikans af kornstørrelsesparametre, bør der laves et noget større antal analyser. Der kan laves analyser på prøver, der er præcist positioneret i vej-kassen, dvs. DGPS ind-målt i udgravningen, for at se om der er en systematik i vejens materialeforbrug.

Referencer

- Folk, R.L. og W. C. Ward. (1957). A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, s. 3-26.
- Galsgaard, J. m.fl. (2021). *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse. dgf-Bulletin 1 - Revision 2.* Dansk Geoteknisk forening.
- GEUS. (2008). *Jordprøver fra grundvandsboringer. Vejledning i udtagning, beskrivelse og geologisk tolkning i felten. Geo-Vejledning 1.* <https://www.geovejledning.dk/gv1/>.
- GEUS. (2025a). *Modeldatabasen.* Hentet fra <https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=modeldb#baslay=baseMapDa&optlay=&extent=430909.46502057614,6100141.46090535,898090.5349794239,6349858.53909465>.
- GEUS. (2025b). *National boringsdatabase Jupiter.* Hentet fra <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter>.
- GEUS. (2025c). *National geofysisk database (GERDA).* Hentet fra <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-geofysisk-database-gerda/>.
- Haase, K. (2019). Building urbanity. Spatial organisation as social practice in medieval Odense. *Acta Archaeologica. Volume 90, Issue 2*, s. p. 43-76.
- Krumbein, W. C. (1941). Measurement and Geological Significance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles. *Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 11.*
- Larsen, G. (2002). *Geologisk Set - Fyn og øerne.* Geografforlaget, Miljøministeriet og Fyns Amt.

LBK nr. 14 af 10/01/2023. (u.d.). Bekendtgørelse af lov om afgift af affald og råstoffer (affalds- og råstofafgiftsloven).

Nielsen, J. (1998). Odenses Ældste gader. De tidligste gader fundet under udgravninger i middelalderbyen Odense. *Fynske Minder*.

Schovsbo, P. O. (2002). Schovsbo, P.O. 2002: Landtransport i Danmark – i vikingetid og tidlig middelalder. A-E. Jensen (red.): *Venner og Fjender. Dansk-vendiske forbindelser i vikingetid og tidlig middelalder*, s. 71-76. Næstved.

Vejregler. (2018). *Projektering af vejbefæstelser. Anlæg og planlægning. Håndbog*.

Zimmermann, H. D. (1989). *Polarisationsmikroskopi*. Akademisk Forlag.

Zingg, T. (1935). Betrage zur Schottenanalyse. *Schweizer. Mineralog. u. Petrog. Mitt.* 15.