

Spinnehjul i middelalderens Norge: husflidsprodukt eller handelsvare?

En studie av spinnehjul i keramikk og stein fra Borgund på Sunnmøre

Kristin Ersdal Edland



Våren 2022

Masteroppgave i arkeologi

Institutt for arkeologi, historie, kultur- og religionsvitenskap

Universitetet i Bergen



Figur 1: Spinning av ulltråd på håndtein med spinnehjul i serpentinit. Håndtein og drakt av Kristin Ersdal Edland. Foto: Jon Andreas Edland, 2022

Forord

Å arbeide med denne avhandlingen har vært spennende fra dag én. Det har utfordret meg og krevd at jeg tok i bruk så mange flere ferdigheter og sider av meg enn jeg noen gang trodde jeg skulle få bruk for innen akademia. Jeg følte meg hele veien heldig som fikk skrive om et tema som lot meg kombinere naturvitenskapelige, kvantitative og eksperimentelle metoder og som spilte videre på min interesse for tekstiler og historisk håndverk. Mitt store håp er at denne avhandlingen skal gi noe tilbake til forskningsmiljøet som har inspirert meg og som jeg har fått æren av å være en del av de siste to årene.

Jeg har mange jeg vil takke som har hjulpet meg og avhandlingen på ulike vis. Først og fremst vil jeg gi en stor takk til min hovedveileder, og prosjektleder for Borgund Kaupang Prosjektet (BKP), Gitte Hansen for mange timers opplæring, gode samtaler og ikke minst god veiledning. Takk for at du innlemmet meg i forskningsprosjektet BKP som det har vært enormt givende å få være en del av. Fra prosjektet har jeg blant annet fått geologisk opplæring fra Øystein J. Jansen og hjelp til klassifisering av keramikkgenstander av Rory Dunlop, tusen takk til dere begge! Takk til hele BKP som tok meg så godt imot, det har vært en glede å jobbe sammen med dere og jeg ønsker dere lykke til videre med prosjektet.

Takk til samlingsforvalter Melanie Wrigglesworth som har oppdrevet spinnehjul fra dypt i magasinene til meg, og Randi Barndon som har vært min biveileder. Til alle dere som har heiet på meg gjennom skriveprosessen (dere vet hvem dere er); hjelpen deres har vært uvurderlig selv om det kanskje ikke har virket sånn, tusen takk!

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Innholdsfortegnelse	IV
Figurer	VI
Tabeller	XI
1 Innledning	12
1.1 Emne og mål	12
1.1.1 Borgund Kaupang Prosjektet.....	12
1.1.2 Hvorfor?.....	13
1.1.3 Mål.....	14
1.2 Problemstilling	14
1.3 Arkeologisk materiale	15
1.4 Hva er et spinnehjul?	16
1.5 Forskningshistorie.....	18
1.6 Teori.....	20
1.7 Metode	23
2 Analyse	33
2.1 Arkeologisk materiale	33
2.2 Spinnehjul i stein og lavbrent keramikk	35
2.2.1 Type	35
2.2.2 Vekt.....	39
2.2.3 Diameter.....	43
2.2.4 Høyde	46
2.2.5 Spinnehjulets hull, spinnehjul i stein.....	49
2.2.6 Spinnehjulets hull, spinnehjul i lavbrent keramikk	51
2.2.7 Spinnehjulets hull, spinnehjul i serpentinit	53

2.2.8	Hullets størrelse	56
2.3	Emner og produksjonsavfall	58
2.3.1	Lavbrent keramikk.....	58
2.3.2	Kleberstein.....	61
2.4	Kjemisk analyse.....	62
2.4.1	PCA – prinsipiellkomponentanalyse.....	65
2.4.2	Resultat.....	66
3	Diskusjon av klassifikasjonskriterier	71
3.1	Form, vekt og funksjon	71
3.2	Formjevnhet	74
4	Kvalitet og profesjonalisme	77
5	Teoretiske og empiriske kriterier for profesjonell produksjon	82
5.1	Grafisk sammenligning	85
5.1.1	Stein.....	85
5.1.2	Lavbrent keramikk.....	94
5.2	Tvillingprodukter	98
6	Produksjon av spinnehjul i lavbrent keramikk.....	104
7	Spinnehjul i serpentinit, mulig handelsnettverk	111
8	Tyngdenes funksjon og mulige assosiasjoner til kjønn	117
9	Konklusjon.....	119
10	Litteraturliste	123

Figurer

Figur 1: Spinning av ulltråd på håndtein med spinnehjul i serpentinit. Håndtein og drakt av Kristin Ersdal Edland. Foto: Jon Andreas Edland, 2022.....	II
Figur 2: Spinnehjul på håndtein – en hverdagsgjenstand brukt av vanlige folk i middelalderen til spinning av tråd og garn til veving, søm og annet tekstilhåndverk. Foto: KEE 2022.	12
Figur 3: Typene A-G (etter Øye, 1988, s. 38, figur II.7). Type H illustrert til høyre (grafikk: KEE 2022).....	26
Figur 4: En røntgenstråle treffer elektronet i innerste skall, som blir erstattet av et elektron fra ytterste skal. Forflytningen sender ut en røntgenstråle som blir avlest av instrumentet. Grafikk: KEE 2022.	28
Figur 5: Oversikt over produsenttyper i Bergen og de overensstemmende arkeologiske sporene av slik produksjon (etter Hansen, 2005, s. 159, fig. 1).....	31
Figur 6: H=høyde, D_1 =største diameter, D_2 =minste diameter, S_1 - S_2 =hullets sentrering, HD_1 =hullets største diameter, HD_2 =hullets minste diameter. Foto og grafikk: KEE 2022.	34
Figur 7: Typefordeling, alle spinnehjul fra Borgund. N=97. KEE 2022.	35
Figur 8: Datering av spinnehjul type A og B, i alle råmaterialer fra Borgund etter type. Dateringer: Gitte Hansen 2022. Graf: KEE 2022.	37
Figur 9: Datering av spinnehjul type C, D, E, F, G og H, i alle råmaterialer fra Borgund etter type. Dateringer: Gitte Hansen 2022. Graf: KEE 2022.	38
Figur 10: Vektfordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.	39
Figur 11: Vektfordeling etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022....	39
Figur 12: Vektfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	40
Figur 13: Vektfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	40
Figur 14: Vektfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.	40
Figur 15: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.	43
Figur 16: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022.	43
Figur 17: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	44
Figur 18: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.	44

Figur 19: Høydefordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.	46
Figur 20: Høydefordeling etter type, spinnehjul i lavbrent lerie fra Borgund. KEE 2022.	46
Figur 21: Høydefordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.	47
Figur 22: Høydefordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	47
Figur 23: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i stein. KEE 2022.	49
Figur 24: Hullets gjennomsnittlige diameter, spinnehjul i stein. KEE 2022.	49
Figur 25: Hullets tverrsnitt forklart. A: parallell, B: skrå, C: Konkav. (etter Høigård Hofseth, 1985, s. 38, figur 9).....	50
Figur 26: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.....	51
Figur 27: Hullets diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.	51
Figur 28: Hullets tverrsnitt mot diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.	52
Figur 29: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.....	53
Figur 30: Hullets diameter, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	53
Figur 31: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.....	54
Figur 32: Hullets diameter, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.....	54
Figur 33: Diameter spinnehjul mot diameter hull, alle spinnehjul fra Borgund. KEE 2022.	56
Figur 34: Emne type 1, objekt BRM 1/58/179/1. Foto: Gitte Hansen 2020.	59
Figur 35: Spinnehjul fra eldre jernalder med en komplisert form (Unimusportalen).	59
Figur 36: BRM 0/53056 fra Bryggen i Berg. Foto: KEE 2021.	61
Figur 37: BRM 1/83/5943/1. Foto: KEE 2021.	61
Figur 38: Utt drag av tabellfremstillingen av resultat fra pXRF. KEE 2022.....	65
Figur 39: Grafisk fremstilling av resultat fra pXRF. KEE 2022.....	65
Figur 40: Prinsipiellkomponentanalyse av et mindre utvalg spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.....	66
Figur 41: Principal component analyse av spinnehjul i kleberstein. Spinnehjulene i serpentinit fra samme brudd er satt ring rundt. KEE 2022.	67
Figur 42: PCA av gjenstander i keramikk fra Borgund, samt referansemateriale med utenlandsk opprinnelse. KEE 2021.....	68

Figur 43: Samme analyse som i figur 42, men uten uteliggerne for å få et mer detaljert bilde av mulige grupperinger. KEE 2021.	69
Figur 44: Fart (V) og diameter (D) til spinnehjul med ulik diameter. KEE: 2022.	72
Figur 45: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.	74
Figur 46: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022.	74
Figur 47: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.	75
Figur 48: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.	75
Figur 49: Oversikt over produsenttyper i Berg og de overensstemmende arkeologiske sporene av slik produksjon (etter Hansen, 2005, s. 159, fig. 1).	80
Figur 50: BRM 1/3875/1 med mulige spor av dreieing. KEE 2021.	82
Figur 51: BRM 1/1653/1 med mulige spor av dreieing. KEE 2021.	82
Figur 52: Spinnehjul i myk kleberstein, dreiet. KEE 2021.	84
Figur 53: Spinnehjul i serpentinit, formet med rasp. KEE 2021.	84
Figur 54: Spinnehjul i serpentinit, dreiet. KEE 2021.	84
Figur 55: Hullets sentrering, spinnehjul i serpentinit. Lokalitet: Borgund. KEE 2022.	85
Figur 56: Hullets sentrering, spinnehjul i stein. Lokalitet: Borgund. KEE 2022.	86
Figur 57: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Lokalitet: landsbygda på Vestlandet. N=67, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.	87
Figur 58: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit. Lokalitet: Borgund. KEE 2022.	88
Figur 59: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i stein. Lokalitet: Borgund. KEE 2022.	88
Figur 60: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Lokalitet: Landsbygda på Vestlandet. N=64, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.	89
Figur 61: BRM 1/4998/1, spinnehjul med 3 mm Δ diameter. KEE2022.	91
Figur 62: BRM 1/3248/1, spinnehjul med 4 mm Δ diameter. KEE2022.	91
Figur 63: Sentrering mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit. Kontekst: Borgund. KEE 2022.	92

Figur 64: Sentrering mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i stein. Kontekst: Borgund. KEE 2022.....	92
Figur 65: Sentrering mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinititt trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. KEE 2022.	93
Figur 66: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i serpentinititt trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. N=67, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.....	94
Figur 67: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.....	94
Figur 68: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinititt trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. N=64, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.....	95
Figur 69: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.....	95
Figur 70: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinititt trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. KEE 2022.	96
Figur 71: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.....	96
Figur 72: B 19939. Foto: KEE 2022.	98
Figur 73: Mulige tvillingprodukter i Borgund. Foto KEE 2021 og Middelaldermuseet Sunnmøre Museum 2020.....	101
Figur 74: BRM 1/1762/1 og BRM 1/2291/1. Foto: KEE 2021.....	103
Figur 75: PCA av gjenstander i leire fra Borgund. Følgende grunnstoff utgjør prinsipiellkomponentene: Fe, Rb, Sr, Zr, Nb, Th. KEE 2022.	105
Figur 76: BRM 1/56/193/1 med organiske rester og kull i overflaten. Foto: Gitte Hansen 2020.....	106
Figur 77: BRM 1/56/66/1. Tydelige bruksspor rundt hullet. Foto: Gitte Hansen 2020.	107
Figur 78: BRM 1/57/36/1. Lite eller ingen bruksspor rundt hullet. Foto: Gitte Hansen 2020.	107
Figur 79: Distribusjon av objekter i lavbrent keramikk fra Borgund. Kartgrunnlag og data om romlig distribusjon fra BKP (Hansen et al., in prep). KEE 2022.....	109

Figur 80: Dateringer gjenstander i lavbrent keramikk i år e.Kr. Dateringer: Gitte Hansen 2022 (Hansen et al., in prep), graf: KEE 2022.....	110
Figur 81: Distribusjon av spinnehjul i serpentinit. Kontekst på rutenivå er stilt til min rådighet av BKP. KEE 2022.	112
Figur 82: BRM 1/54/25/1. Foto: KEE 2022.	113
Figur 83: Spinnehjul i serpentinit fra Universitetsmuseet i Bergen sitt forvaltningsområde. Data om lokaliteter er hentet fra kulturminnesok.no. KEE 2022.....	114
Figur 84: Spinnehjul i serpentinit som er så kjemisk og visuelt lik at det er sannsynlig at den er fra samme brudd. Data om lokaliteter er hentet fra kulturminnesok.no. KEE 2022.	115
Figur 85: Spinnehjul i kjemisk lignende serpentinit fra Bergen. Det skraverete området ble gravd ut under Bryggen-utgravingen (Herteig, Asbjørn E., 1990, s. 10, fig. 1). Romlig distribusjon av spinnehjulene stilt til min rådighet av Gitte Hansen, professor i middelalderarkeologi ved Universitetet i Bergen (epost, 13. mars 2022).....	116

Tabeller

Tabell 1: Oversikt over klassifiseringskriterier. KEE 2022.	25
Tabell 2: Prosentandel og type, spinnehjul i lavbrent keramikk, serpentinhuldig kleberstein og øvrig stein fra Borgund. KEE 2022.	35
Tabell 3: Vekt, spinnehjul i stein etter type, med prosentandel i hver vektkategori. KEE 2022.	42
Tabell 4: Prosentandel av hullets tverrsnitt, spinnehjul i ulike materialer fra Borgund og fra Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.	55
Tabell 5: Hullets diameter, gjennomsnitt av diameter på topp og bunnflate. KEE 2022.	57
Tabell 6: Emnenes type, hull, diameter (millimeter) samt vekt (gram). Der gjenstanden er fragmentert er vekten estimert. KEE 2022.	60
Tabell 7: Protokoll for pXRF-analyse av gjenstander i stein og keramikk. KEE 2022.	63
Tabell 8: Produsenter og forbrukere av spinnehjul. KEE 2022.	79
Tabell 9: Mulige tvillingprodukter blant spinnehjul i stein. Kontekst: Borgund. KEE 2022. ..	100

1 Innledning

1.1 Emne og mål

På grunn av min interesse for forhistoriens tekstilproduksjon ble jeg rekruttert til forskningsprosjektet Borgund Kaupang Prosjektet av prosjektleder Gitte Hansen. Hun etterspurte forskning på spinnehjulene fra utgravingen på Borgund på Sunnmøre, og da ikke på bruken av spinnehjulene, men på produksjonen av dem. Borgund Kaupang Prosjektet (BKP) arbeider med det store arkeologiske og osteologiske kildematerialet fra utgravingene på Borgund som tidligere ikke har vært forsket på (*Borgund Kaupang*, 2020). Før jeg kom til prosjektet var de originale tilvekstkatalogene digitalisert og noen spinnehjul i lavbrent keramikk var identifisert blant dem.

Herteig (1973, s. 22) nevner i sin artikkel i bygdeboka *Borgund og Giske* (1957) en liten gruppe spinnehjul og emner i det han kaller ubrent leire, og mener at disse ble produsert i Borgund. Under utgravingene etter 1957

dukker det opp flere gjenstander i lignende materiale, og det var disse som tente inspirasjonsgnisten for denne studien. Håpet var å utforske organiseringen av produksjonen av spinnehjul i Borgund for å komme nærmere menneskene som lagde spinnehjulene gjennom å stille spørsmålet '*ble spinnehjul i keramikk og stein produsert som et husholdsprodukt eller som handelsvare i Borgund?*'.

1.1.1 Borgund Kaupang Prosjektet

«Borgund Kaupang Prosjektet: Et arkeologisk og tverrfaglig forskningsprosjekt om oppkomsten og fallet av Borgund-kaupangen på Sunnmøre, en liten by i Europas periferi.» (*Borgund Kaupang*, 2020)



Figur 2: Spinnehjul på håndtein – en hverdagsgjenstand brukt av vanlige folk i middelalderen til spinning av tråd og garn til veving, søm og annet tekstilhåndverk. Foto: KEE 2022.

Prosjektet jobber med kildemateriale fra utgravingene på Borgund på Sunnmøre som foregikk over 31 feltsesonger mellom 1912 og 2014. Utgravingen av de 5300 kvadratmeterne resulterte i «det største middelalderarkeologiske funnmateriale i Norge, utenfor de store byene» (*Borgund Kaupang, 2020*). Prosjektet med sitt «nedenfra og opp»-perspektiv har som mål å undersøke vanlige folks økonomiske livsgrunnlag samt den lille byens rolle i nasjonale og internasjonale handelsnettverk. Denne studien inngår i en rekke delstudier som utforsker ulike aspekter ved dagliglivet i den lille middelalderbyen Borgund på kysten omtrent halvveis mellom Bergen og Trondheim. Vitenskapelige grunnlagsdata om kontekst på rutenivå, dateringer og data til GIS er utarbeidet av prosjektet, men som de andre forskerne i prosjektet er jeg den første som ser på og klassifiserer materialet relevant til min studie. Spinnehjuls materialet har jeg selv gått gjennom og funnet i magasinet til Universitetsmuseet i Bergen.

Andre forskere i prosjektet har vært så generøse at de har lånt meg litt av sin ekspertise. Øystein J. Jansen, amanuensis emeritus i geologi ved UiB, har hjulpet og gitt meg opplæring i identifisering av bergarten serpentinit, som noen av spinnehjulene er laget av. Rory Dunlop i NIKU har assistert med klassifisering av gjenstander i mellom- og høybrent leirgods. Therese Nasset og prosjektleder Gitte Hansen gjorde en klassifisering av råmaterialet i en del av spinnehjuls materialet, spesielt dem i metall og keramikk før jeg kom til prosjektet. Mitt hovedbidrag tilbake til prosjektet er denne studien som omfatter grundig klassifisering og analyse av spinnehjul, emner og produksjonsavfall fra produksjonen av spinnehjul samt tolkninger om hvem produsentene av spinnehjulene var og hvordan de deltok i handelen i byen.

1.1.2 Hvorfor?

Spinnehjulet som gjenstand representerer håndteinen i det arkeologiske materialet, og håndteinen er et verktøy som har blitt brukt i hverdagen av helt alminnelige mennesker i middelalderen. Fra tidligere forskning vet vi en hel del om bruken av håndteinen og spinnehjulet, men produksjonen av dette tekstilredskapet er mindre utforsket. Formålet er å bruke det arkeologiske kildematerialet til å lære om de ellers anonyme produsentene av spinnehjul og i hvilken grad de tok del i handelen i Borgund. Dette er interessant fordi produsentene er lite eller ikke synlige i de historiske kildene, men de lagde et verktøy som i stor grad var en del av hverdagen i norsk middelalder da spinnehjulet muliggjør spinning av

tråd og dermed videre tekstilproduksjon. Sammen med de andre studiene i BKP er fokuset på vanlige folk, ikke adelige, geistlige og andre høytstående historiske skikkelser. For å komme til produsentene er gjenstandsmaterialet gransket inngående med flere metoder, derfor er temaet i studien smalt. Studien vil senere kunne settes i en større sammenheng i forbindelse med forskningsprosjektet, og metodene er satt sammen og komponert med tanke på at de skal kunne brukes til å utforske spørsmål som dreier seg om organiseringen av produksjon av andre gjenstandskategorier.

1.1.3 Mål

Målet med denne avhandlingen er å komme nærmere produsentene av spinnehjul, og dermed få kunnskap om et lite belyst tema innen forskingen på håndverk i middelalderen; produksjon av verktøy til tekstilhåndverk. Avhandlingen utforsker sosiale aspekter rundt produksjon og salg av spinnehjul samt tilfører ny kunnskap produksjon og distribusjon av spinnehjul i kleberstein og serpentinit, samt om produksjon av keramikk i norsk middelalder.

1.2 Problemstilling

Hvordan ble produksjonen av spinnehjul i middelalderen organisert?

For å komme nærmere menneskene som produserte spinnehjulene vil jeg undersøke organiseringen av spinnehjulsproduksjonen i norsk middelalderen. I dette ligger spørsmålet om hvilket formål produksjonen hadde, altså om spinnehjulene ble produsert for bruk innen eget hushold eller som handelsprodukt. Det interessante er å utforske hvem menneskene bak produksjonen var. Bak ordet *hvem* gjemmer det seg mange spørsmål. Det denne studien belyser er hvorvidt det var folk flest som produserte for sitt hushold eller mer spesialiserte håndverkere som produserte spinnehjul for salg, om spinnehjulene ble produsert lokalt samt hvilke ferdigheter og kunnskaper som produsentene trengte. Spørsmål om produsentenes kjønn og yrke er i den grad det er mulig diskutert ut ifra det arkeologiske kildematerialet. Sosial status til produsentene er derimot ikke diskutert her. Studien drøfter også hvordan det arkeologiske kildematerialet kan svare på de ovenfornevnte forskningsspørsmålene.

Spørsmålet om hvorvidt spinnehjulene ble laget for salg eller eget hushold er inspirert av Hagen (1994) og Hansen (2005) som har utforsket profesjonalisme i henholdsvis veveryrket i Trondheim og ulike håndverk i Bergens tidligste faser. Derfra er profesjonell produksjon

definert som produksjon av varer for salg eller handel, i motsetning til produksjon for eget hushold (Hagen, 1994, s. 29). Med salg menes produksjon utover eget behov, uavhengig av om det er som hovedlevevei eller attåtning, som selges eller byttes med andre aktører (Hagen, 1994, s. 30). Handel og salg er et bredt begrep, og vil i denne studien bli brukt som vareutbytte som gjøres for profitt, uavhengig av om denne profitten er av monetær, materiell eller sosial karakter (Carelli, 2001, s. 178). Typen profitt og handelens sosiale mekanismer er ikke tema i denne studien, men heller hvorvidt produksjon med handel som formål ble utført. Håndverksproduktene det er snakk om i denne avhandlingen er i hovedsak spinnehjul og tyngder i keramikk eller stein. Menneskene som lager spinnehjulene blir omtalt som produsenter eller håndverkere, uavhengig om de produserer for salg eller husholdsbruk.

Produksjonstegene, teknologien og kunnskapen som trengs for å lage et spinnehjul utforskes i håp om at innsyn i hvilke andre ferdigheter produsentene hadde kan fortelle oss mer om deres liv utenfor spinnehjulsproduksjonen. Et annet viktig ledd i studiet av organiseringen av produksjon av spinnehjul er spørsmålet om hvor spinnehjulene ble produsert. Med dette menes spørsmål om hvorvidt spinnehjulene var lokalprodusert eller om spinnehjulene kom til forbrukerlokalteten utenfra gjennom import på regionalt nivå.

Problemstillingen dreier seg om hvem som har laget spinnehjulene og hvordan denne produksjonen er organisert. Da er det naturlig å komme inn på hvordan spinnehjulene har blitt produsert, selv om det ikke tar fokus i denne oppgaven da jeg tidligere har utført eksperimenter på produksjon av spinnehjul i kleberstein med de verktøy som var tilgjengelige i norsk middelalder (Edland, 2021a). Målet er ikke å gi en detaljert oversikt over hvordan spinnehjulene ble produsert, men snarere å utforske det teknologiske systemet spinnehjulsproduksjonen inngikk i og få kunnskap om hvilke teknikker, ferdigheter og kunnskaper som ble brukt i produksjonen. Disse betraktningene er så brukt for å utforske hvorvidt det var de samme produsentene som lagde spinnehjul i stein og i lavbrent keramikk samt for å muliggjøre tolkninger om andre produkter spinnehjulsprodusentene kan ha laget.

1.3 Arkeologisk materiale

Fordi denne studien inngår i Borgund Kaupang Prosjektet er det naturlig at det er spinnehjul fra Borgund som blir studert. Tidsavgrensningen er også definert av prosjektet som tar for

seg alt materialet fra utgravingene i den lille middelalderbyen Borgund (*Borgund Kaupang*, 2020). For å ta opp spørsmålet om organiseringen av produksjonen av spinnehjul ble tre mulige grupper identifisert. Den første var spinnehjul og produksjonsavfall i lavbrent keramikk som Herteig (1973, s. 22) nevner i forbindelse med mulige lokale håndverksutøvere. Den andre er spinnehjul i bergarten serpentinit. Disse finnes i Bergen og landsbygda på Vestlandet og er trolig profesjonelt produsert (Hansen, 2005, s. 195; Bergsvik og Hansen, 2015, s. 71). Den tredje mulige gruppen var spinnehjul i kleberstein laget av gjenbrukte kleberkar, noe som var nokså vanlig ved middelalderutgravingene i Gamlebyen i Oslo (Molaug, 1990, s. 103). På bakgrunnen av disse hypotetiske gruppene gikk jeg gjennom magasinene til Universitetsmuseet i Bergen, der de aller fleste funnene fra Borgundkaupangen ligger. Jeg hadde en digitalisert database over funnene som allerede var klassifisert som spinnehjul eller tyngder til rådighet, men jeg gikk gjennom samlingene for å finne alle gjenstander i stein og lavbrent keramikk som kunne være spinnehjul, tyngder, emner, produksjonsavfall i lavbrent keramikk og fragmenterte spinnehjul.

Fra gjennomgangen av magasinet ble laget en database over gjenstandsmaterialet som senere ble klassifisert. Under gjennomgangen dukket det opp en håndfull spinnehjul i en mørkegrønn bergart som lignet veldig på spinnehjulene i serpentinit fra Bergen og Storsetehelleren. Derfor gikk jeg også gjennom middeladersamlingen til Universitetsmuseet og valgte ut spinnehjul i bergarter som visuelt lignet på serpentinit. Disse var både fra Bergen og landsbygda på Vestlandet, noe som var veldig spennende og som kunne brukes i tolkningen av organiseringen av produksjonen av spinnehjul i norsk middelalder. For å holde materialet på et håndterlig nivå for en masteroppgave ble bare materialet fra Universitetsmuseet i Bergen sitt forvaltningsområde tatt med, så betraktninger om distribusjonen av spinnehjul i serpentinit er begrenset til Norges vestkyst. Det er dog ikke umulig at denne distribusjonen har skjedd i et større område, så handelsnettverket til disse spinnehjulene er ikke tema i denne studien, men distribusjonen har sammen med andre metoder blitt brukt som argument for profesjonell produksjon av disse spinnehjulene.

1.4 Hva er et spinnehjul?

Et spinnehjul er vektloddet på en håndtein. Håndteinen består av en tein, som oftest er laget i tre og måler mellom 15 og 35 cm (Øye, 1988, s. 35-36), og spinnehjulet, som kan lages i mange forskjellige materialer. Håndteinen brukes til å produsere tråd som brukes videre i

tekstilproduksjonen i middelalderen. I det arkeologiske materialet blir spinnehjulene definert ut fra deres funksjon som vektlodd i håndteinen, men det er ikke en entydig definisjon. Fordi en pinne med en vekt på i teorien er alt som trengs for å spinne tråd trengs en videre definisjon av hva som er et spinnehjul for å kunne identifisere spinnehjul i det arkeologiske materialet. Et kriterium det er bred enighet rundt er at spinnehjul har et hull som gjør det mulig å tre spinnehjulet på en tein samt at objektet er rotasjonssymmetrisk rundt dette hullet (Crewe, 1998; Nicholson, 2015, s. 38; Resi, 1979, s. 81; Øye, 1988, s. 13-14). Fordi spinnehjul defineres ut ifra dets funksjon må definisjonen utelukke andre rotasjonssymmetriske gjenstander med hull som har hatt andre funksjoner, som for eksempel fiskesøkker, vevlodd eller svinghjul på drillbor (Molaug, 1990, s. 94; Olsen, 2004, s. 49; Øye, 1988, s. 96). Spørsmålet blir da om hvilke rotasjonssymmetriske gjenstander er spinnehjul, og hvordan definisjonen kan avgrensnes videre med andre kriterier. Basert på tidligere forskning har jeg valgt vekt som klassifikasjonskriterium. Øye (1988, s. 38) bruker 50 gram som øvre vektgrense for spinnehjul, men spinnehjul fra andre middelalderutgravinger har hatt en vekt over dette (Andersen *et al.*, 1971, s. 224; Molaug, 1990, s. 96). Fordi både vevlodd type A og tyngder til fiskegarn veier fra og med 100 gram (Olsen, 2004, s. 50; Øye, 1988, s. 63) har jeg valgt 100 gram som øvre vektgrense for at et objekt skal kunne klassifiseres som spinnehjul, selv om de fleste spinnehjul veier under 50 gram. I Borgund er det fire spinnehjul som veier mer enn 50 gram, det tyngste av dem er 64 gram. Derfor har jeg i denne studien valgt å sette 65 gram som øvrig grense for hva som kan tolkes som et spinnehjul.

Emner ment til spinnehjul har ikke nødvendigvis hull, og de er heller ikke nødvendigvis sirkelrunde, men de må ha sammenlignbar form, vekt og størrelse som spinnehjul. Et emne kan naturligvis være noe større og tyngre enn et ferdig spinnehjul laget av emnet ville blitt. Emnene er tatt med i studien fordi de brukes som argument for lokal produksjon av spinnehjul i lavbrent keramikk. Spinnehjul i lavbrent keramikk er ikke per nå kjent fra andre lokaliteter enn Borgund.

1.5 Forskningshistorie

Jeg er langt fra den første som skriver om spinnehjul, det har blitt gjort store undersøkelser av spinnehjul i Norge og Hedeby i jern- og middelalderen tidligere. Flere av disse har fokusert på å klassifisere spinnehjulene med kriterier som form og type, vekt og størrelse (Høigård Hofseth, 1985; Molaug, 1990; Resi, 1979; Øye, 1988). Høigård Hofseth (1985, s. 33) undersøkte spinnehjul fra eldre og yngre jernalder i Rogaland, med håp om å utvikle en typologi som kunne brukes til å datere spinnehjul. Hun bidro også med en nøye klassifisering av spinnehjulene i en tydelig typologi, selv om den ikke viste seg å kunne datere spinnehjul nærmere enn til eldre og yngre jernalder. Molaug (1990) og Øye (1988) undersøkte og klassifiserte spinnehjuls materiale fra middelalderutgravningene i Oslo og Bryggen i Bergen, begge som delstudier i store verk om henholdsvis dagliglivets gjenstander og tekstilutstyr. Typologien til Øye deler spinnehjulene inni syv typer basert på form og bruker dette sammen med andre kvantitative klassifikasjonskriterier til å trekke konklusjoner om ulike råmaterialers popularitet, mulig import eller lokal produksjon samt spinnehjulenes funksjon (Øye, 1988, s. 38 og 51-55). Spinnehjulenes funksjon har også blitt utforsket eksperimentelt, hvor forskere har tatt for seg hva som kan fungere som et spinnehjul med tanke på vekt, størrelse og form samt hvor stor innvirkningen spinnehjulet har på den produserte tråden (Crewe, 1998; Grömer, 2004; 2005; Kania, 2015; Mårtensson *et al.*, 2006; 2005-2006; Nicholson, 2015). Også spinnehjulets dekor og knytning til mytologi og graver er forsket på (Kristoffersen, 2013; Olsen, 2004). Kort fortalt er altså mange aspekter ved spinnehjul allerede utforsket med fokus på spinnehjul som en ferdig gjenstand i og etter bruk, produksjonsprosessen har også fått litt oppmerksomhet, blant annet av Linda Mårtensson (Mårtensson, 2007, s. 154-155). Fra andre regioner og perioder enn det denne studien tar for seg ser det ut til at spinnehjul er laget av gjenbrukte kar av kleber og keramikk i henholdsvis middelalderens Oslo og romerske fort i Storbritannia (Alberti, 2018, s. 5; Molaug, 1990, s. 102-103), men dette vil senere i studien vise seg å ikke være tilfellet i Borgund.

Det står fremdeles igjen ubesvarte spørsmål. Selv om det er foretatt noen studier av spinnehjul tidligere er spinnehjul i lavbrent keramikk og serpentinit forsket svært lite på. Fordi ett av målene til BKP er å undersøke det økonomiske livsgrunnlaget til folk i byen er det dermed interessant å utforske om spinnehjulsproduksjonen var en del av økonomien i

byen, altså om de ble handlet med og/eller importert (*Borgund Kaupang, 2020*). Som Herteig (1973, s. 22) skriver er det mulig at spinnehjul i keramikk er produsert lokalt i Borgund, og det utfordrer dogmet om at det ikke fantes produksjon av keramikkjenstander i middelalderens Norge (Reed, 1994, s. 59-60). Spinnehjulene i serpentinitt og deres handelsnettverk som Hansen (2005, s. 195) har definert som en gruppe i Bergen er heller ikke ferdig forsket på.

Det har i de siste årene blitt satt et større fokus på aktørene bak håndverket i middelalderen, noe som kan bidra til å forstå spinnehjulsproduksjonens funksjon i bysamfunnet i Borgund (Alberti, 2018; Gräslund, 2001; Hansen, 2005; 2015; 2017; Hansen *et al.*, 2015; Morris, 2000; Schou, 2017; Øye, 2015). Som Hagen skriver er det gjort begrenset med forskning på håndverkets «omfang og betydning innenfor det totale middelaldersamfunnet» (1994, s. 30). Spørsmålet om profesjonalisering og produksjon for salg er med på å sette håndverket inn i en samfunnsmessig kontekst (Hagen, 1994, s. 18). Å utforske spinnehjulsproduksjonen med et nedenfra-perspektiv har sine utfordringer da det krever primærforskning på materialet, nøyaktige klassifiseringer og stor grad av tverrfaglighet (Hansen, 2015, s. 49-50). Alt dette er tidkrevende arbeid, men gevinsten er at man får satt søkelys på aktører som ellers er vanskelig å komme til i både det historiske og arkeologiske kildematerialet (Hansen, 2005, s. 37; Mehler, 2015, s. 362). Spørsmål knyttet til vanlige mennesker og mindre synlige aktører føyer seg inn i den gryende bevegelsen innen middelalderarkeologien som flytter søkelyset over fra historiske hendelser og berømte skikkelser til hverdagslivet og de små fortellingene (Christoffersen *et al.*, 2020, s. 20; Hansen og Storemyr, 2017, s. 18-19; Hyer *et al.*, 2011, s. 1-2).

1.6 Teori

I undersøkelsen av gjenstander som gjenstandskategori i et økonomisk system kan produksjon, distribusjon og konsum av gjenstandene bli studert (Costin, 1991, s. 1). Bak utførelsen av disse hendelsene er det aktører, mer eller mindre alminnelige mennesker som forteller sin historie gjennom behandlingen av gjenstanden gjennom dens levetid (Mehler, 2015, s. 362-363). Studiet av organiseringen av produksjon kan studeres inngående fordi produksjonen har en tendens til å bli utført på ett sted, i kontrast til distribusjon som kan skje i større nettverk som er vanskeligere å komme til gjennom det arkeologiske materialet (Torrence 1986 s 139). Termen *organization of production* er mye brukt i litteraturen (Miller, 2017, s. 5), men termen er noe uklar, spesielt om den blir oversatt direkte til norsk. Hansen (2005, s. 34) bruker termen *nature of production* i sin utforskning av profesjonalisme og spesialiseringsgrad innen håndverk, mens Costin (1991, s. 2) definerer *organization of production* til å omfatte råmaterialdistribusjon, teknologisk system og ferdighet/utdanning som er nødvendig for produksjonen som aspekter i diskusjonen av spesialiseringsgrad. *Organization of production* kan også omfatte tids- og samfunnsmessige faktorer i produksjonen som for eksempel om håndverkerne er stasjonære eller ambuleringende, om de er en del av den sosiale eliten og hvordan produksjonen påvirker og påvirkes av etterspørsel av produktene i samfunnet på ulike nivå (Costin, 1991, s. 3; Miller, 2017, s. 5; Hansen, 2005, s. 34; Wickler *et al.*, 2017, s. 50-52). I det følgende er det graden av spesialisering som har størst fokus, og der begrepet organiseringen av produksjon brukes menes hvorvidt produksjonen er gjort for hushold eller handel og dermed produksjonens innpass i samfunnet og dets økonomi.

Logisk sett må produksjon av produkter foregå med verktøy, teknikker, kunnskap og ferdigheter som produsenten har til rådighet. Valg av teknikker og verktøy tas av produsenten med hensyn til råmaterialet som skal bearbeides og hvilket resultat produsenten ønsker å oppnå. Samtidig er valget påvirket av sosiale og samfunnsmessige faktorer, da tenker jeg spesielt på overføringer av kunnskap og kunnskap som er tilgjengelig for produsenten samt hvor mye øvelse og dermed ferdigheter produsenten har. Samfunnet som produsenten er en del av har også påvirkningskraft over produksjonsmetoden gjennom hvilken grad av spesialisering som er økonomisk gjennomførbart for produsenten gjennom hvor mye tid produsenten kan vie til produksjonen og utvikling av sine ferdigheter. Disse

forutsetningene for produksjon kan sammenfattes med begrepet *teknologisk system* (Miller, 2017, s. 5-6).

Menneskene som lager produkter kan omtales både som produsenter og håndverkere, begge begrep som har sine assosiasjoner knyttet til seg. Ordet produsent betyr «en som fremstiller en vare» (produsent), altså en fremstiller av en gjenstand med handel som formål. Begrepet håndverker er ikke knyttet direkte til handel, men heller at håndverket bedrives som yrke (håndverker). Derfor passer hverken produsent eller håndverker passer spesielt bra som begrep i en situasjon hvor graden av profesjonalisme diskuteres.

Alternativet amatørprodusent kan heller ikke anvendes på grunn av assosiasjoner til kvaliteten av arbeidet samt begrepets knytning til frivillighet kontra nødvendighet. Felles for begrepene over er at de forutsetter at grad av profesjonalisme er fastsatt før begrepet brukes, og siden målet med denne studien er å utforske graden av profesjonalisme står bruken av begrepene i fare for å skape sirkelargumentasjon. Likevel har jeg allikevel valgt å benytte ordene produsent og produkt for å beskrive henholdsvis mennesket eller gruppen av mennesker som har laget noe og det dette mennesket har laget, ikke for å alludere til produksjon for handel, men heller for å ha et begrep som skaper flyt i teksten.

Kapittel 4 diskuterer knytningen mellom kvalitet og profesjonalisme, og denne diskusjonen er prioritert på bakgrunn av at forholdene mellom de to faktorene ikke er entydig, samt at standardisering er et bedre kriterium for identifikasjon av profesjonell produksjon (Hagen, 1994, s. 96). Costin (1991) bruker begrepet spesialisering nokså likt som Hagen (1994) bruker profesjonalisme, der definisjonen er produksjon utover det som trengs for det enkelte hushold. Costin (1991, s. 34) vektlegger viktigheten av å presisere hvordan standardisering kan måle spesialiseringsgrad i det gitte gjenstandsmaterialet og at standardisering ikke kan brukes som et universelt bevis på høy spesialiseringsgrad. Costin bruker en modell over organiseringen til produksjon med fire parametere: kontekst, konsentrasjon, skala og intensitet (Costin, 1991, s. 9). Disse kan utforskes med direkte eller indirekte bevis (Costin, 1991, s. 18). Strategiene for bruk av indirekte 'bevis' blir prioritert i denne studien på grunn av at avfallet fra og verktøyene til produksjon i stein og keramikk er vanskelig å fange opp under utgravning (Costin, 1991, s. 19) og fraværet eller tilstedeværelsen av dem er dermed vanskelig å bevise. Det er gjort noen funn av emner som vil bli tatt med i diskusjonen, men disse er ikke funnet i en konsentrasjon som gjør det mulig å peke på konkrete verksteder.

Disse indirekte 'bevisene' er noe vanskeligere å se i materialet, og krever inngående studier av håndverkernes ferdighet, variasjoner i produksjonsteknologi og bruken av forskjellige råmaterialer (Costin, 1991, s. 35). Costin påpeker også viktigheten av å sammenligne analytiske enheter som definerer grupper i materialet som kan sammenlignes med ulike mer eller mindre avanserte teknikker som histogrammer og prinsipalkomponentanalyse. Premisset er da at mange undergrupper indikerer lavt nivå av spesialisering og vice versa med få undergrupper, med begrensningen at undersøkelsen kun kan definere spesialisering kvalitativt og ikke kvantitativt (Costin, 1991, s. 35). Derfor blir ikke graden av spesialisering eller profesjonalisering utforsket i denne studien, men heller hvorvidt det foregikk produksjon for handel eller ikke.

Denne studien tar for seg produksjonen av et produkt som i stor grad er hverdagslig og ikke forbeholdt noen form for elite, brukt av helt vanlige mennesker. Perspektivet til studien er dermed nedenfra og fokuset er, som Hansen og Storemyr etterlyser, på dagliglivet (Hansen og Storemyr, 2017, s. 18-19). Med et nedenfra-perspektiv er det nettopp vanlige folk og deres liv som er i fokus, selv om dette kan være vanskelig å finne i det historiske og arkeologiske kildematerialet (Mehler, 2015, s. 362). Nedenfra-perspektivet skifter fokuset bort fra de store historiene om makt- og handelseliten, og derfor vil ikke nettverk og nettverksteori bli mye brukt i denne studien. Jeg vil heller vise til at et handelsnettverk har eksistert basert på distribusjon av gjenstander. Underveis i studien viste konturene av et nettverk med distribusjon av spinnehjul i serpentinit seg, og dette vil bli brukt som et argument for produksjon ut over eget husholds etterspørsel. Fordi det er spinnehjulene fra Borgund som er studiematerialet med materiale fra Bergen og landsbygda på Vestlandet som referansemateriale er utvalget av studieobjekter i referansematerialet basert på digitalisert og tilgjengelig informasjon som utgjør et altfor tilfeldig utvalg til å kunne nyansere betraktninger om handelsnettverket utover hvorvidt det fantes.

1.7 Metode

Målet med metodene brukt i denne studien er å danne et datagrunnlag for videre analyser, med kriterier som skiller ut grupperinger innad i materialet og videre belyser hvorvidt produksjon har skjedd for bruk i eget hushold eller handel. De innsamlede dataene gir også grunnlag for sammenligning med referansematerialet samt andre studier av lignende materiale. Grupperingene i materialet brukes for å studere grad av standardisering, som igjen kan belyse hvor mange produsenter som var involvert, gitt at høy grad av standardisering betyr få produsenter mens lav grad standardisering og mange undergrupper i materialet indikerer mange produsenter (Costin, 1991, s. 35). Få produsenter i forhold til mengden materialer er et tydelig tegn på produksjon for handel, fordi produksjonen har gått utover det som kan regnes som produksjon for eget hushold. Metodekapittelet har da to formål. Det første er å definere klassifikasjonskriterier som kan skille mellom grupper i gjenstandsmaterialet. Mål nummer to er å definere kriterier som er direkte knyttet til produksjon for handel.

Før klassifiseringen kunne begynne måtte materialet identifiseres. Med utgangspunkt i de originale funnkatalogene gikk jeg gjennom magasinet der funnene fra Borgund er lagret for å identifisere alle spinnehjul, mulige emner og produksjonsavfall i materialkategoriene stein og lavbrent keramikk. Fra materialet fra Borgund ble alle steingjenstander som var tilnærmet sirkelrunde med hull valgt ut, samt alle gjenstander i lavbrent keramikk, som ikke var kar eller skår av kar, tatt ut for undersøkelse. Kar og skår av kar i lavbrent keramikk var allerede tatt ut for studium av Rory Dunlop og Mathias Blobel som en del av BKP. Informasjon om gjenstandene ble samlet i en database knyttet til BKP, materialet og originalklassifikasjonen ble gjennomgått og nødvendige rettelser ble foretatt. Serpentinittspinnehjulene fra Bergen og landsbygda på Vestlandet ble også identifisert visuelt ved magasingjennomgang. Da var det gjenstander fra middelalderutgravinger magasinert hos Universitetsmuseet i Bergen som ble gått gjennom. Alle spinnehjul i en bergart som var mørk og finkornet ble valgt ut og i studiet av dem ble råmaterialet nærmere bestemt som serpentinitt eller ikke serpentinitt. Etter identifisering av studie- og referansematerialet ble det opprettet en database over samtlige studieobjekter. Objektene ble også fotografert.

I tidligere studier av spinnehjul har det blitt utarbeidet klassifikasjonskriterier for beskriving av spinnehjul. Øye (1988) har tidligere klassifisert spinnehjul fra bryggen i Bergen. Fordi

spinnehjulene fra Borgund skal sammenlignes med spinnehjulene i bergensmaterialet er det hensiktsmessig å bruke Øyes klassifiseringer. Disse klassifiseringskriteriene er også utviklet for utforsking av et materiale som er nært i både tid og sted til materialet fra Borgund. Andre forslag til typeinndelinger er foreslått av Crewe (1998, s. 22), Høigård Hofseth (1985, s. 34-35) og (Molaug, 1990, s. 100); felles for dem alle er at de skiller mellom hvelvet og flat toppflate samt bikoniske og runde sideflater som Øye også gjør (Øye, 1988, s. 38). I tillegg å skille mellom type skiller jeg, som Øye, mellom råmaterialer. Spinnehjulene i alle materialer ble vurder ut fra samme kriterier, men råmaterialet brukes her som et klart skille mellom grupper i materialet fordi produksjon av gjenstander i forskjellige råmaterialer krever ulike verktøy og kunnskaper fra håndverkeren til side. Det må bemerkes at dette ikke er ensbetydende med at håndverkere ikke har laget spinnehjul i forskjellige råmaterialer, men snarere at teknologien bak produksjonen er forskjellig.

Videre klassifiseringskriterer fra (Øye, 1988) er diameter, høyde, vekt og dekorasjon. Jeg har valgt å utvide analysen til å inneholde klassifiseringskriterier om hullets tverrsnitt og størrelse, inspirert av Høigård Hofseth (1985) sin artikkel om spinnehjul fra Rogaland, for å synliggjøre den usynlige delen av håndteinen, selve teinen, da også denne kan ha påvirket funksjonen av håndteinen. Et større hull i spinnehjulet/tyngden tilsier at teinen må ha vært tykkere og mer solid. Hullets diameter kan muligens være med på å skille spinnehjul fra tyngder, og det vil bli utforsket ved å sammenligne hulldiameter, vekt og spinnehjulets diameter. Spinnehjulene har i hovedsak vært brukt til å spinne tråd til tekstilhåndverk. Det er omdiskutert hva tyngdene kan ha vært brukt som, men det er enighet om at gruppen skiller seg i bruksområde fra spinnehjul (Molaug, 1990, s. 94; Olsen, 2004, s. 50; Skjølsvold, 1961, s. 32; Øye, 1988, s. 63). Sentreringen til hullet er også målt fordi et godt sentrert hull er knyttet til hvor stabil og effektiv håndteinen er i bruk (Crewe, 1998, s. 9; Gleba, 2008, s. 107-108; Øye, 1988, s. 42).

I gjennomgangen av spinnehjulene ble det sett etter verktøymerker, men de var synlig på så få av gjenstandene at de ikke var mulig å bruke til gruppering av materialet. Verktøysporene kan fremdeles være nyttige, men da heller i utforskningen av teknologien som ble brukt i produksjonen. Andre observasjoner om objektet ble notert med fokus på fragmentering, overflatebehandling og bruksspor. Overflatebehandlingen ble undersøkt for å se om spinnehjulene var pusset og eller polert som et siste steg i produksjonen.

Kriterium	Forklaring
Type	A, B, C, D, E, F, G (Øye, 1988, s. 38), H
Vekt (g)	Min. og maks.
Diameter (mm)	Min. og maks.
Høyde (mm)	Maks.
Hullets tverrsnitt	Skrå, konkav, parallell, påbegynt
Hullets diameter (mm)	Min. og maks.
Hullets sentrering (mm)	Forskjell mellom største og minste avstand fra hull til ytterkant.
Fragmentering	Ja/nei
Dekorasjon	Øyes (1988 s. 42) type 1-5
Verktøyspor	Nei/beskrivelse av spor
Synlig magring (i keramikken)	Ja/nei
Skjørhet (i keramikken)	Solid/støver litt/støver mye
Hvorvidt bergarten er serpentinholdig	Ja/nei/usikker. Basert på visuell og kjemisk analyse.
Kommentarer	Øvrige kommentarer om form, overflate, materiale etc.
Krystallstruktur	Analyser med lupe.
Kjemisk sammensetning	Analysert med pXRF og PCA.

Tabell 1: Oversikt over klassifiseringskriterier. KEE 2022.

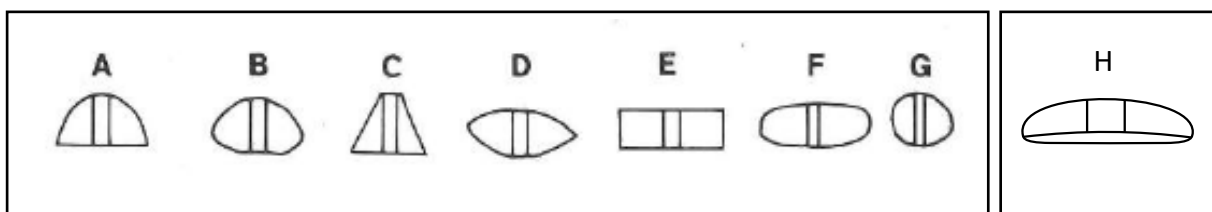
Det vil forhåpentligvis være mulig å finne grupperinger innad i materialet som kan belyse hvor mange kilder leiren kan ha kommet fra, og dermed hvor mange kilder produsentene hentet leire fra. Hvis det er mange forskjellige kilder kan dette antyde tilfeldig henting og derfor mange produsenter og produksjon for eget hushold, mens mer selektivt valg av forekomster kan antyde profesjonelle håndverkere.

Jeg valgte også å se etter grupperinger på bakgrunn av små variasjoner i råmaterialet, som Costin (1991, s. 35) foreslår. Disse små variasjonen kan gi indikasjoner på hvor mange kilder råmaterialet er hentet fra, samt distribusjonen av gjenstander med samme råmaterialet. For spinnehjul i stein var målet å finne grupper som var så like at det var sannsynlig at de kunne stamme fra samme brudd. Dette ble gjort med undersøkelse av krystallstruktur i lupe samt kjemisk analyse. Spinnehjulene i lavbrent keramikk ble klassifisert etter om de hadde synlig magring, hvilken farge de hadde samt hvor solid keramikken var. Soliditeten ble målt subjektivt etter hvor mye støv keramikken la igjen på overflater den var i kontakt med. Målet var at dette sammen med fargen skulle si noe om i hvilken grad keramikken var brent, da mellom- og hardt brent keramikk ikke støver i motsetning til den mer 'skjøre' lavbrente keramikken. Tabell 1 er en oversikt over de ulike klassifikasjonskriteriene som ble tatt i bruk.

Romlig og tidsmessig spredning ble også brukt for å undersøke spredning av homogene spinnehjul samt eventuell handelsdistribusjon innad i Borgund. Romlig distribusjonsanalyse ble foretatt med programmet QGIS og omfattet kartlegging av kvadranter i Borgund med funn av spinnehjul samt distribusjon av spinnehjul i serpentinititt på Vestlandet. Det må bemerkes at utgravingene på Borgund ble gjort i kvadranter på 7x7m i mekaniske lag. Dette kombinert med at grunndata om kontekster og horisonter fremdeles er under utarbeiding i BKP er grunnene til at en mer detaljert kontekstanalyse ikke er foretatt.

Kriteriene nevnt ovenfor måtte utforskes med forskjellige metoder. Den første analysen innebar inndeling i typer basert på formen til spinnehjulet. Øye (1988, s. 38) har skilt mellom syv typer (figur 3). I klassifikasjonen av materialet fra Borgund var det nødvendig å utvide typologien med en type som jeg har valgt å kalle type H. Type H har konveks toppflate og en svakt konkav bunnflate. Spinnehjul i denne gruppen er lave, som vil si at høyden er maks 40% av diameteren. Typene er vist i figur 3.

Vekt ble målt med en vekt som hadde en nøyaktighet på 0.01 gram, men vekten ble rundet



Figur 3: Typene A-G (etter Øye, 1988, s. 38, figur II.7). Type H illustrert til høyre (grafikk: KEE 2022).

av til nærmeste gram i databasen, da ytterligere nøyaktighet ikke var nødvendig for analysen

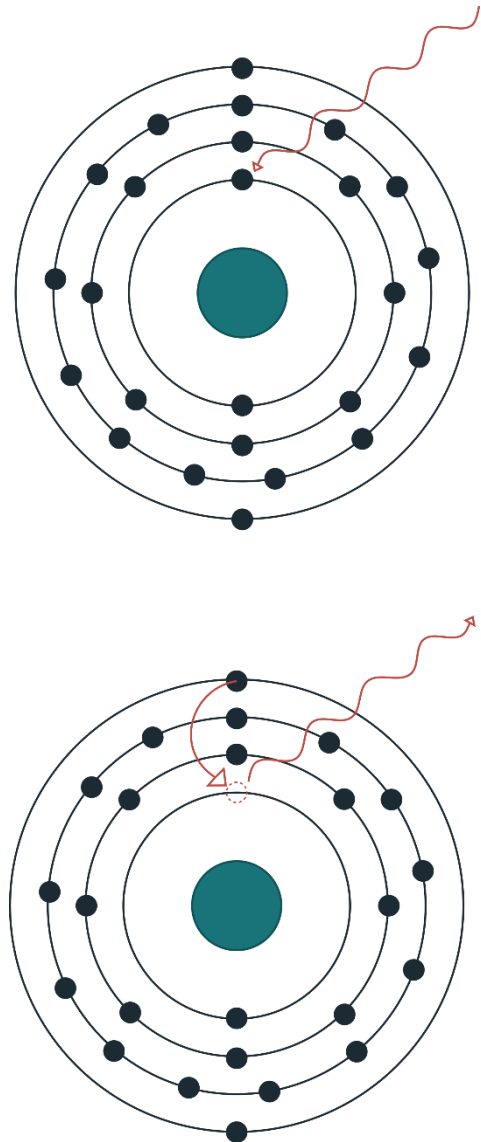
hvor spinnehjulene ble plassert i vekt-kategorier på fem gram. Dimensjonene ble målt med digitalt skyvelære og rundet av til nærmeste hele millimeter. Der spinnehjulene hadde dekorasjon ble denne notert ned etter Øyes typologi (Øye, 1988, s. 42). Siden så få spinnehjul hadde dekorasjon kunne ikke dekorasjonen brukes til å skille mellom grupper, men kriteriet må nevnes da det kan være relevant for andre gjenstandsgrupper enn spinnehjulene fra Borgund.

For å indentifisere grupperinger i råmaterialet til spinnehjulene anvendte jeg geokjemisk analyse og visuell analyse av krystallstruktur i lupe med 100 ganger forstørrelse. Geolog Øystein J. Jansen i BKP ga opplæring i den visuelle analysen. Råmaterialet jeg var på utsikt etter var serpentinit som var mer eller mindre omdannet til kleberstein. Jansen hjalp meg med å definere kriterier for en råvarefamilie som ut ifra strukturen kunne stamme fra samme brudd. Det som kjennetegner gruppen er at bergarten er så homogen at man må bruke lupe for å se kornene. Det er ikke struktur eller orientering på mineralene som er finkornede og står tett. Det skal ikke være årer mellom mineralene. Fargen er oftest grønnlig og mørk, og lysere farge tyder på mer omdanning. Mange av spinnehjulene har riper i materialet, og disse ripene vil ikke være kontinuerlige fordi kornene av serpentin i bergarten er hardere enn talk og kleberstein (personlig kommunikasjon med Øystein James Jansen, amanuensis emeritus ved Universitetet i Bergen, opplæring den 10. september 2021). Eksempler på krystallstrukturen er tilgjengelig i vedlegg 4.

Videre ble geokjemien til spinnehjulene i bergarter og keramikk undersøkt. Formålet med dette var å indentifisere grupper som kunne indikere om råmaterialet kom fra samme plass. Metoden skulle ikke føre til konkret proveniensbestemming av råmaterialet i form av å finne den bestemte råmaterialkilden, men snarere hvorvidt råmaterialet kom fra en eller flere kilder. Den geokjemiske analysen tjente også til å konkretisere og dermed tolke den kjemiske sammensetningen til råmaterialet. Dataen ble innhentet med *Portable X-Ray Fluorescence Spectroscopy* (pXRF) med instrumentet Bruker Tracer III-SD kalibrert med sink, mangan og silisium beregnet på utforskning av den kjemiske sammensetningen snarere en kvantitativ data. Kalibreringen som gjør at konsentrasjonsverdiene for hvert grunnstoff ikke er absolutte, men relative innad i dette studiet (Holmqvist, 2016, s. 7; Hunt og Speakman,

2015, s. 629-630). Implikasjonen er at jeg kunne utforske varians og grupperinger i råmaterialet til gjenstandene i denne studien, men ikke kan bruke dataen til å sammenligne med geokjemiske data fra andre studier. Derfor er dataene ikke konvertert til *parts per million* (ppm) for analyse, men heller analysert med *prinsipiellkomponentanalyse* (PCA). Fordelen med PCA er at analysen kan bruke data om konsentrasjon av grunnstoff. Konsentrasjonen er et forholdstall, som gjør det mulig å sammenligne dataene innsamlet på samme måte og dermed styre unna usikkerhetene som ville vært til stede om verdiene hadde vært konvertert til ppm.

pXRF er en ikke-destruktiv analysemetode som hvilke grunnstoff spinnehjulenes råmateriale er satt sammen av, samt mengdeforholdene mellom grunnstoffene i råmaterialet. Prinsippet bak pXRF er at elektronene rundt et atom (grunnstoffet) ligger i flere skall og elektronene i skallene har forskjellig energi. Disse energinivåene er unike for hvert grunnstoff. Det instrumentet gjør er å sende ut en røntgenstråle (rød bølge i figur 4) som treffer et elektron i det innerste skallet og 'dytter' det ut. Dyttingen krever energi, som kommer fra røntgenstrålen. Atomet blir da ustabil og ønsker å komme tilbake til sin stabile tilstand. For å gjøre det flytter et elektron seg fra et ytre atomskall til den tomme 'plassen' i det innerste atomskallet som alltid ønsker å være fylt opp av to elektroner. Forflytningen av elektronet fra et ytre til det indre skallet frigir energi som sendes ut i form av en røntgenstråle, forflytningen kalles eksitasjon. Denne røntgenstrålen har en spesifikk energi som er unik for hvert grunnstoff. Detektoren i instrumentet måler energien på strålene som kommer tilbake fra materialet og siden energien er direkte knyttet til spesifikke grunnstoff får vi data om konsentrasjonen av ulike



Figur 4: En røntgenstråle treffer elektronet i innerste skall, som blir erstattet av et elektron fra ytterste skal. Forflytningen sender ut en røntgenstråle som blir avlest av instrumentet. Grafikk: KEE 2022.

grunnstoff i råmaterialet. Fordi ulike atomer krever ulik mengde energi for å eksiteres bruker man ulike innstillinger på instrumentet for å undersøke tilstedeværelsen av ulike grunnstoff.

I dette studiet har jeg utarbeidet to protokoller, altså sett med innstillinger på instrumentet, basert på hvilke grunnstoff jeg så etter i råmaterialet. Utvalget av grunnstoff er basert på hvor pålitelige målinger av deres konsentrasjon som kan gjøres kombinert med hvilke grunnstoff som egner seg best til å skille mellom grupper. Derfor har jeg brukt forskjellig protokoll for spinnehjulene i stein fra protokollen for spinnehjul i keramikk. Protokollen er nærmere forklart i kapittel 2.4. For å finne grupperingene valgte jeg som nevnt prinsipiellkomponentsanalyse. PCA fungerer litt som et punktdiagram. Hvis analysen skulle blitt foretatt med to grunnstoffer er hvert av grunnstoffene en prinsipiellkomponent som da får hver sin akse (x og y akse) i et todimensjonalt plott. Slik plotting i punktdiagram er bare mulig i to til tre dimensjoner med et todimensjonalt eller tredimensjonalt plott. Om et slik plott skulle analysert alle syv grunnstoffene ville det trengt syv akser, og dermed syv dimensjoner, som ikke er mulig. Enkelt forklart er det PCA gjør å kombinere alle komponentene til to prinsipiellkomponenter som kan plottes i et todimensjonalt punktdiagram. I dette plottet kan vi se etter grupperinger i materialet som kan tolkes til hvorvidt råmaterialet kommer fra en eller flere kilder som videre vil bli brukt til å vurdere om produksjonen har foregått i en større skala enn til husholdsbruk.

Teorien i denne studien er som nevnt at aspektene til spinnehjulene kan knyttes til ulik organisering av spinnehjulsproduksjon. Hagen (1994), Hansen (2005) og Costin (1991) har lagd frem karakteristikk knyttet til profesjonell produksjon som er synlige i det arkeologiske materialet. Disse samt mine hypoteser er lagt frem i det følgende underkapittelet.

Hansen (2005, s. 157-159) utforsker organiseringen av produksjon gjennom fem kriterier. Disse er forholdet mellom produksjonsavfall og ferdige produkter, altså hvorvidt de ferdige produktene på lokaliteten kan knyttes til emner og produksjonsavfall ved samme lokalitet. Den romlige distribusjonen av produkter i samme gruppe i og utenfor lokaliteten belyser om produktene ble brukt i ett eller flere hushold og gir derfor kunnskap om eventuell produksjon utover behovet til det enkelte husholdet. Hansen bruker også tvillingprodukter i den romlige analysen, der premisset er at to produkter kan se så like ut at de må være

produsert av samme håndverker eller samme verksted. Defineringsen av tvillingprodukter krever at materialet har nok distinkte elementer til å kunne skilles fra andre, dermed er metoden noe utfordrende å bruke på spinnehjulene som ikke har så mange distinkte elementer. Hansen knytter også bruken av spesialiserte verktøy og ferdigheter direkte til profesjonell produksjon. Bruken av spesialiserte verktøy og kunnskap tyder på spesialisering innen håndverket, noe som krever at håndverkeren har brukt ressurser på produksjonen som bare er økonomisk forsvarlig om produksjonen har ført til en form for inntekt, altså profesjonell produksjon (Costin, 1991, s. 4). Høyt nivå av standardisering er også brukt som kriterium for profesjonell produksjon, som spesielt Hagen (1994, s. 96-97) legger stor vekt på. Costin (1991, s. 33-36) poengterer at standardisering kan skje av ulike grunner og at standardisering derfor ikke alltid er ensbetydende med profesjonell produksjon. I tilfeller der få produsenter produserer produkter til mange forbrukere vil produktene være mer standardiserte på grunn av bevisste og ubevisste valg tatt av produsentene i produksjonsprosessen (Costin, 1991, s. 33). Hvis det derimot er forbrukerne som krever standardiserte produkter eller at den mest effektive produksjonsmetoden forårsaker standardiserte produkter er det ikke nødvendigvis en direkte knytning mellom standardisering og profesjonalisme (Costin, 1991, s. 33). Graden av standardisering har jeg utforsket ved å undersøke graden av homogenitet i spinnehjuls materialet som helhet og innad i grupper i materialet, basert på målene og analysene gjort i denne studien. Hansens (2005, s. 158) siste kriterium for bedømmelse av profesjonell produksjon er distribusjonen av produksjonsavfall, der mengden og størrelsen på avfallsansamlinger knyttes til ulike måter å organisere produksjonen, se figur 5.

Kvalitet kan også til en viss grad brukes som et kriterium for profesjonell produksjon, dette går jeg mer inn på i kapittel 4. Høy kvalitet kan ikke knyttes direkte til produksjon gjort av profesjonelle, men det at profesjonelle har spesialisert seg på produksjonen gjør at de produserte produktene vil ha en grunnleggende god funksjon fordi et produkt som fungerer dårlig har svært liten markedsverdi når det gjelder bruksgjenstander som spinnehjul. Derfor har jeg i kapittel 3 presisert hvilke kriterier som utgjør et godt fungerende spinnehjul basert på eksperimentell arkeologi (Grömer, 2004; 2005; Kania, 2015; Nicholson, 2015).

Bruken av og valg av råmaterialet er også et viktig kriterium for å undersøke hvorvidt produksjonen har foregått for handel eller husholdsbruk. Små variasjoner i råmaterialet, utforsket med geokjemisk analyse, belyser produsentens valg av råmateriale og råmaterialkilden (Costin, 1991, s. 35). Som nevnt kan mengden råmaterialekilder knyttes til antallet produsenter. Et annet aspekt ved råmaterialet er om det er laget av 'ferskt' råmateriale eller om det er gjenbrukt materiale. I de tilfellene der et skår av et kleberkar blir gjenbrukt til å lage et spinnehjul er det naturlig å anta at spinnehjulet er produsert for husholdsbruk, fordi råmaterialet ikke er innhentet for produksjonen, men heller er laget av et avfallsprodukt fra husholdet. Fordelen med å lage spinnehjul av gjenbrukte kleberkar er at håndverkeren som lagde kleberkaret foretok innsamling og utvelgelse av materialet. Materialutvelgelsen krever spesialisert kunnskap om råmaterialet som det er mer sannsynlig at håndverkeren vil inneha enn en utrent produsent (Edland, 2021b, s. 9).

Vi står nå igjen med en rekke kriterier som kan belyse organiseringen av produksjonen: standardiseringsgrad, råmaterialevalg, romlig distribusjon, kvalitetskriterier samt bruken av spesialiserte teknikker og verktøy. Det må nevnes at alle kriteriene ikke må være oppfylt for

	A few large waste assemblages	Permanent workshop	Many small waste assemblages	Household tools/common knowledge	Specialised tools	Specialised skills and knowledge	Twin products in Bergen	Twin products outside Bergen
Household producers			X	X				
Professional sedentary full-time producers	X	X			X	X	X	
Professional sedentary part-time producers			X		X	X	X	
Professional ambulating producers			X		X	X	X	X

Figur 5: Oversikt over produsenttyper i Bergen og de overensstemmende arkeologiske sporene av slik produksjon (etter Hansen, 2005, s. 159, fig. 1).

å kunne argumentere for eller imot produksjon utover eget hushold, og at kriteriene i ulik grad er mulige å anvende til ulike typer gjenstandsmateriale. Det er kombinasjonen av flere av disse kriteriene sammen med sammenligning av ulike materialgrupper og referansemateriale som sørger for troverdige tolkninger.

2 Analyse

2.1 Arkeologisk materiale

Katalogen til oppgaven omfatter blant annet 186 spinnehjul fra ulike kontekster, hvorav 97 er fra Borgund. Inspirasjonen til oppgaven var 60 gjenstander i lavbrent keramikk fra Borgund som skulle belyse mulig lokal produksjon av keramikkgjenstander i norsk middelalder. Blant disse er 30 tolket som spinnehjul, 21 som emner og to som tyngder og fire som produksjonsavfall eller uidentifiserbare gjenstander i lavbrent keramikk. Tre gjenstander er registrert som lavbrent leire i katalogen, men var ikke på plass i magasinet, så de har ikke blitt tatt med i studien. Produksjon og profesjonalisme i produksjonsprosessen vil bli videre utforsket gjennom spinnehjul i ulike typer stein fra Borgund. I Borgund er det funnet 48 spinnehjul i stein, hvorav 10 er i finkornet, mørk og serpentinitt. For å undersøke eventuell produksjon for salg og distribusjon på regionalt nivå har 89 spinnehjul og en miniatyrøse i serpentinitt fra Bergen og landsbygda på Vestlandet, i museumsdistriktet til Universitetsmuseet i Bergen, blitt analysert. Felles for spinnehjulene i dette råmaterialet er at de er jevnt formet og nøye pusset, som er mulige argumenter for profesjonell produksjon.

I Borgund ble det funnet 37 spinnehjul i keramikk, syv av dem er tolket til å ikke være i lavbrent keramikk. Dette gjelder BRM 1/58/316/1 og BRM 1/75/5459/1 som er høybrente, BRM1/6135/1 og BRM 1/6149/1 som er mellombrente, sistnevnte er av Andenne-gods (pers. kom. Dunlop og Hansen 2021). Fordi disse fire er importerte er de ikke tatt med i grafene over spinnehjulene, da forskningsfokuset var den antatt lokale produksjonen. BRM 1/62/2606/1 og BRM 1/63/2743/1 er også i et annet materiale enn de antatt lokalproduserte spinnehjulene, og tas derfor ikke med i sammenligningen. Gjenstanden BRM 1/63/3008/2 er i et materiale som ikke er mulig å fastsette på dette tidspunkt, og blir derfor tolket til ikke å være i lavbrent keramikk.

I det følgende skal spinnehjuls materialet presenteres, mens emner og andre gjenstander blir beskrevet i et eget underkapittel. Første del inkluderer spinnehjul i både keramikk og stein, og ekskluderer gjenstander som jeg tolker som tyngder basert på størrelse og vekt (under 65 gram). Mulige emner og produksjonsavfall vil bli tatt med i tolkningene, men er ikke regnet med i tabellene som beskriver spinnehjulene.

Gjenstandsmaterialet blir presentert gjennom grafer, inspirert av Øye (1988) og Høigård Hofseth (1985). Generelt er materiale så lite at det må utøves forsiktighet i tolkninger av eventuelle mønster. Der spinnehjulene er fragmenterte har jeg valgt å estimere vekten på spinnehjulene basert på størrelsene til fragmentet og gått ut ifra at spinnehjulet var sirkelrundt før fragmenteringen. Denne estimeringen ser jeg som nødvendig, spesielt for spinnehjulene i lavbrent keramikk da bare 12 av de 30 spinnehjulene er hele.

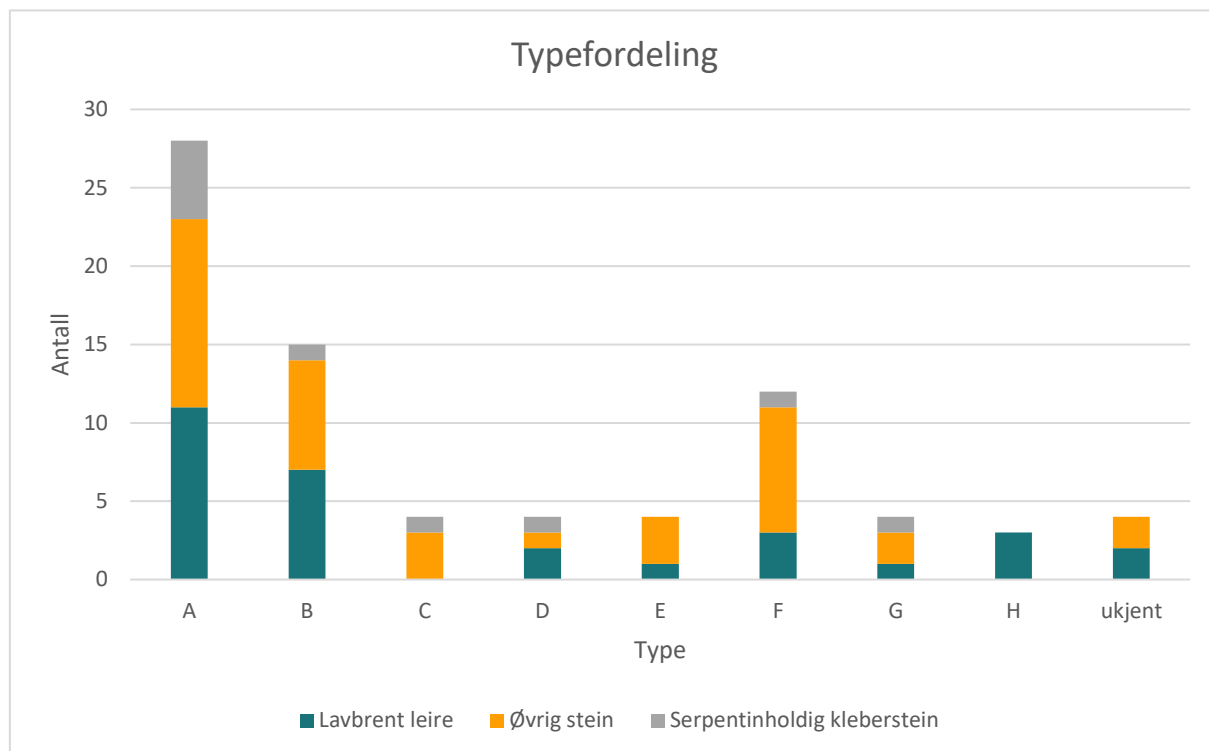
Figur 6 illustrerer målene som ble tatt av alle spinnehjulene. Spinnehjulene ble også vegt og kategorisert i typer etter Øye (1988, s. 38) sine typer. Hullets tverrsnitt ble også notert som parallelt, skrått eller konkavt etter (Høigård Hofseth, 1985, s. 38).



Figur 6: H =høyde, D_1 =største diameter, D_2 =minste diameter, S_1 - S_2 =hullets sentring, HD_1 =hullets største diameter, HD_2 =hullets minste diameter. Foto og grafikk: KEE 2022.

2.2 Spinnehjul i stein og lavbrent keramikk

2.2.1 Type



Figur 7: Typefordeling, alle spinnehjul fra Borgund. N=97. KEE 2022.

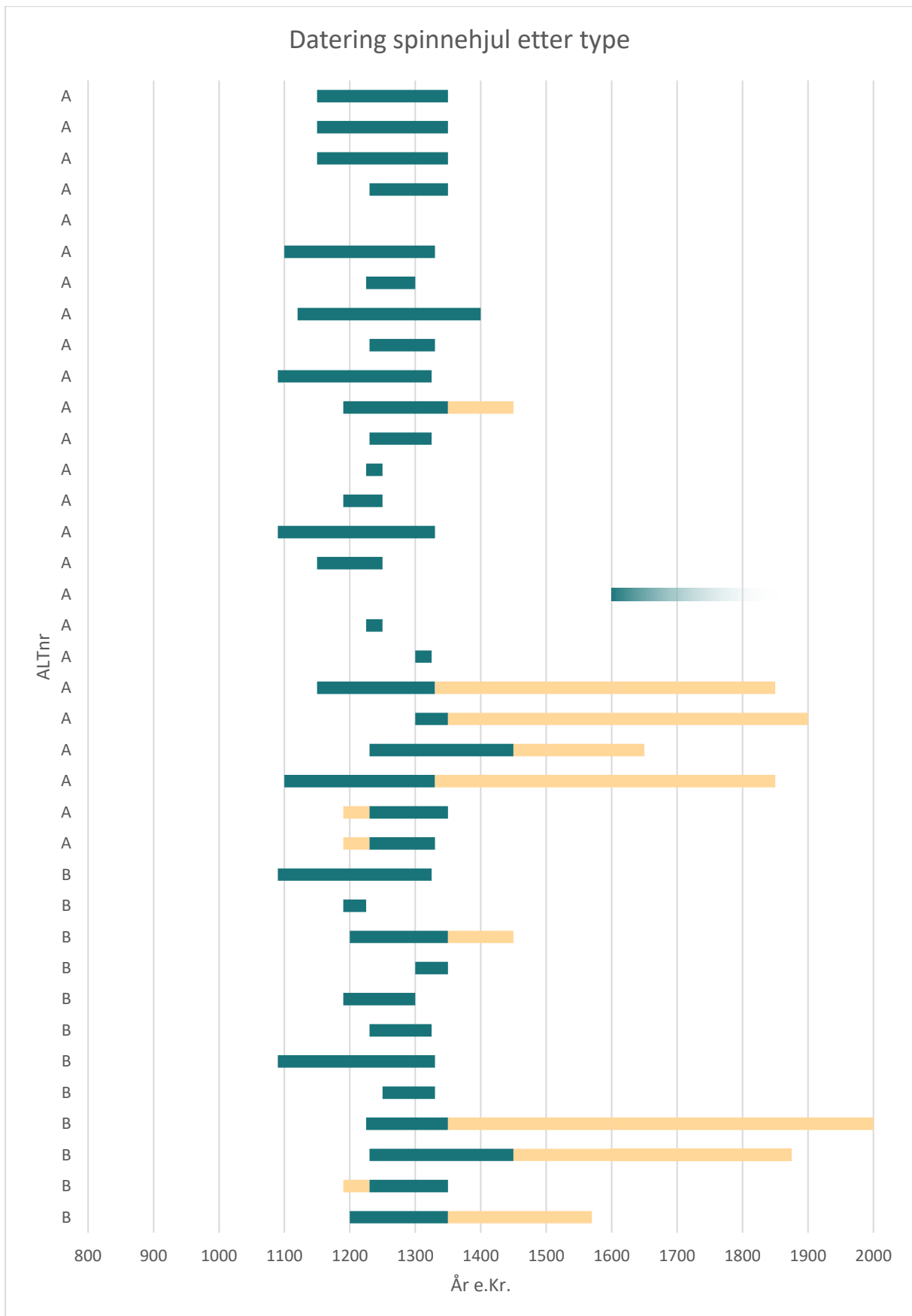
Type	Prosentandel
A	35,9
B	19,2
C	5,1
D	5,1
E	5,1
F	15,4
G	5,1
H	3,8
ukjent	5,1

Tabell 2: Prosentandel og type, spinnehjul i lavbrent keramikk, serpentinholdig kleberstein og øvrig stein fra Borgund. KEE 2022.

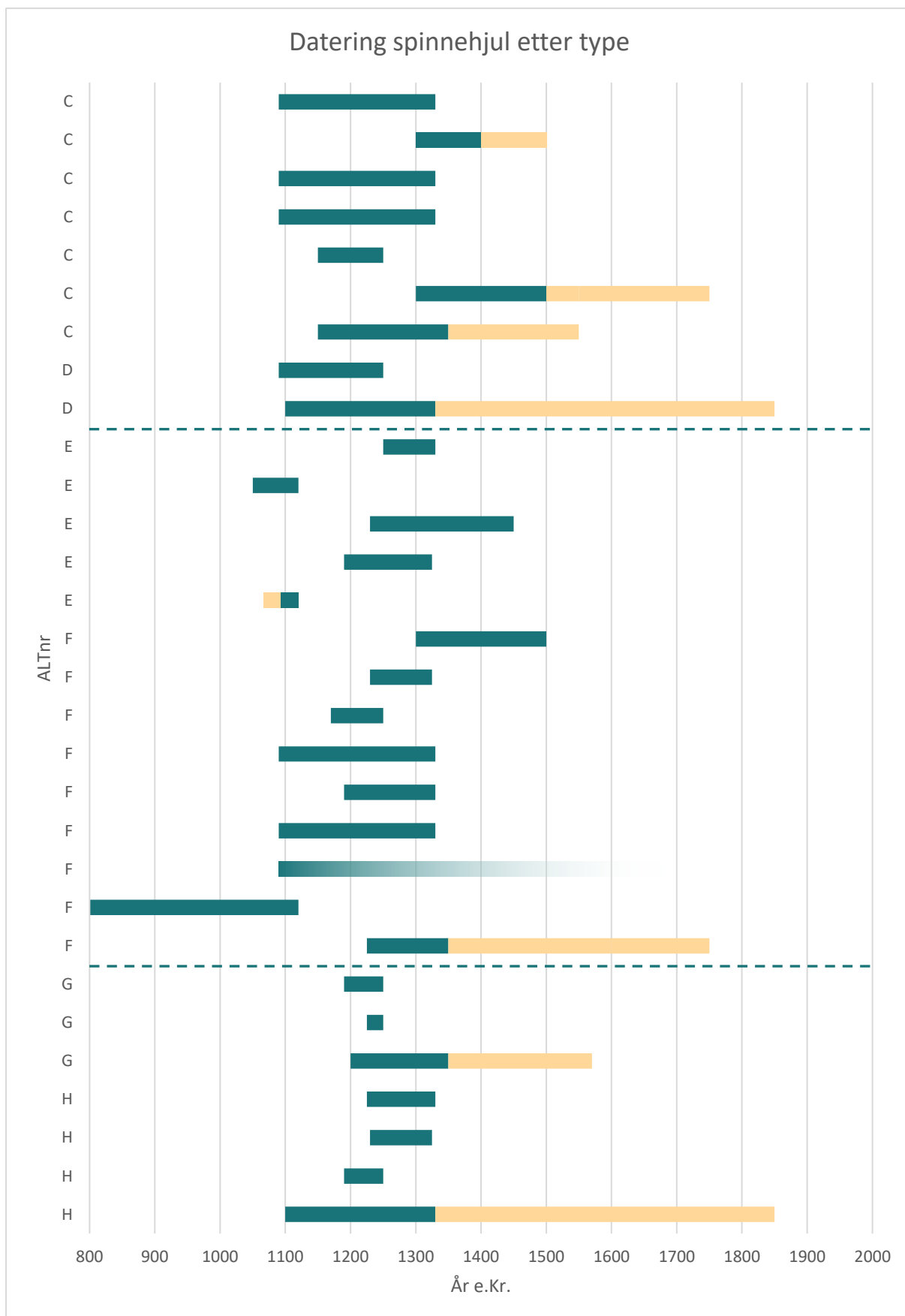
Felles for spinnehjul i stein og keramikk er at type A (hemisfærisk topp og flat bunn) dominerer. Type A er klart mest vanlig, og er dominerende for alle materialer utenom metall og tre. Det er mer variasjon i hvilken type som er nest mest vanlig. For lavbrent keramikk er

det type B, metall type A og stein type F. Blant spinnehjulene i serpentinit er fem stykk type A, mens de resterende fem er fordelt jevnt mellom typene B, C, D, F og G. Type H er en type som ikke passer inn under Øyes kategorier. Typen har konveks toppflate og konkav bunnflate og er bare funnet blant spinnehjulene i lavbrent keramikk. Fordi type H skiller seg så mye fra de andre typene, samt at det finnes tre ferdige spinnehjul og fire mulige emner så jeg det som nødvendig å utvide typologien til å inkludere type H. Type C sees ikke hos spinnehjulene i keramikk, men det er den mest dominerende formen blant spinnehjul av metall: der syv av ti spinnehjul er type C. 35,9% av spinnehjulene i stein og lavbrent keramikk fra Borgund er av type A, som er nokså likt Bryggen i Bergen, der 40,3% er type A (Øye, 1988, s. 39). Det er prosentmessig flere spinnehjul i stein og lavbrent keramikk av type D (5,1%) i Borgund enn i Bergen hvor type D utgjør 1,0% (Øye, 1988, s. 39). I Oslo utgjør type D 6% (Molaug, 1990, s. 100).

Skiveformede spinnehjul (type E og F) har blitt knyttet til en mulig økning i bruken av spinnehjul i tre, og deres inflytelse på formvalget på tvers av materialet (Øye, 1988, s. 52). Molaug (1990, s. 100) knytter formvalget til kronologi, og påpeker en nedgang av hemisfærisk formede (type A og B) og en oppgang av flate (type E og F) fra periode I (1050-1137 e.Kr.) til IIIa (1223-1352 e.Kr.). Det har også blitt påpekt av spinnehjul fra yngre jernalder er flatere enn spinnehjul fra eldre jernalder (Høigård Hofseth, 1985, s. 41). I Borgund har bare tolv spinnehjul av typene E og F brukbar datering, materialet er derfor muligens for lite til å trekke lignende konklusjoner, men fra figur 8-9 ser vi at det ikke er en tydelig sammenheng mellom type og tid blant spinnehjulene fra Borgund.

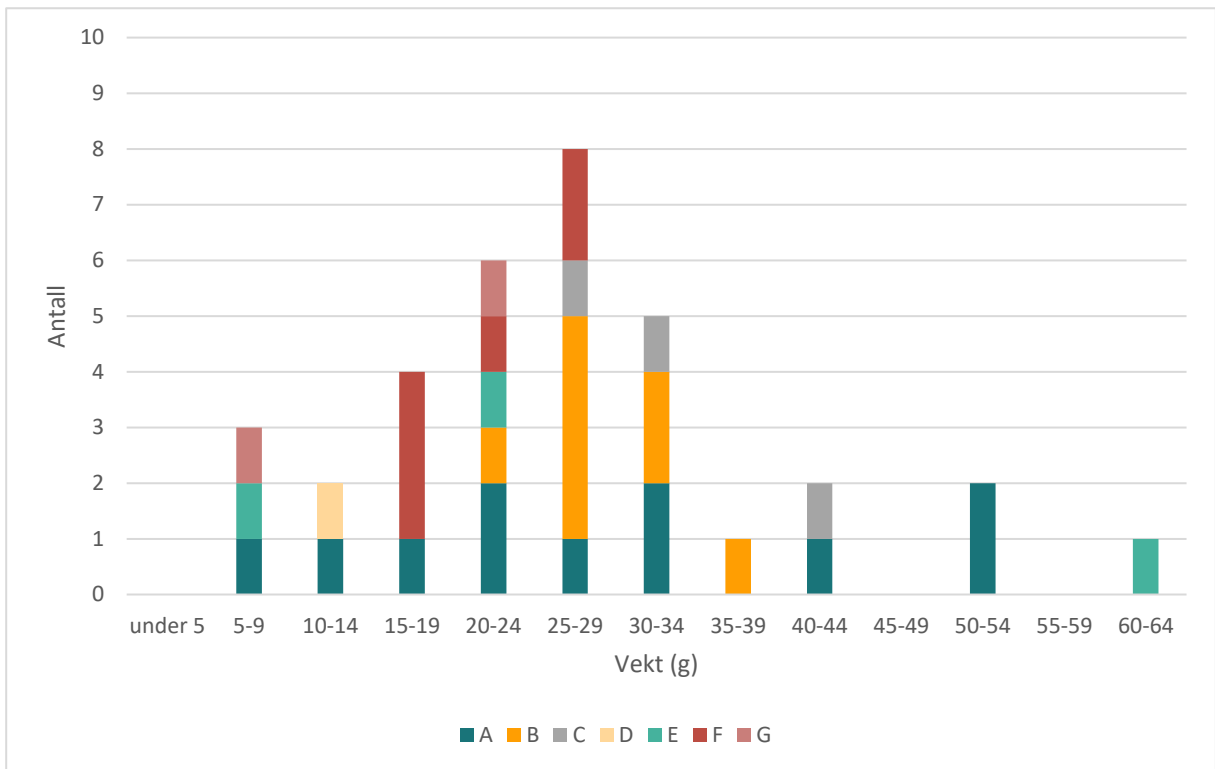


Figur 8: Datering av spinnehjul type A og B, i alle råmaterialer fra Borgund etter type. Dateringer: Gitte Hansen 2022. Graf: KEE 2022.

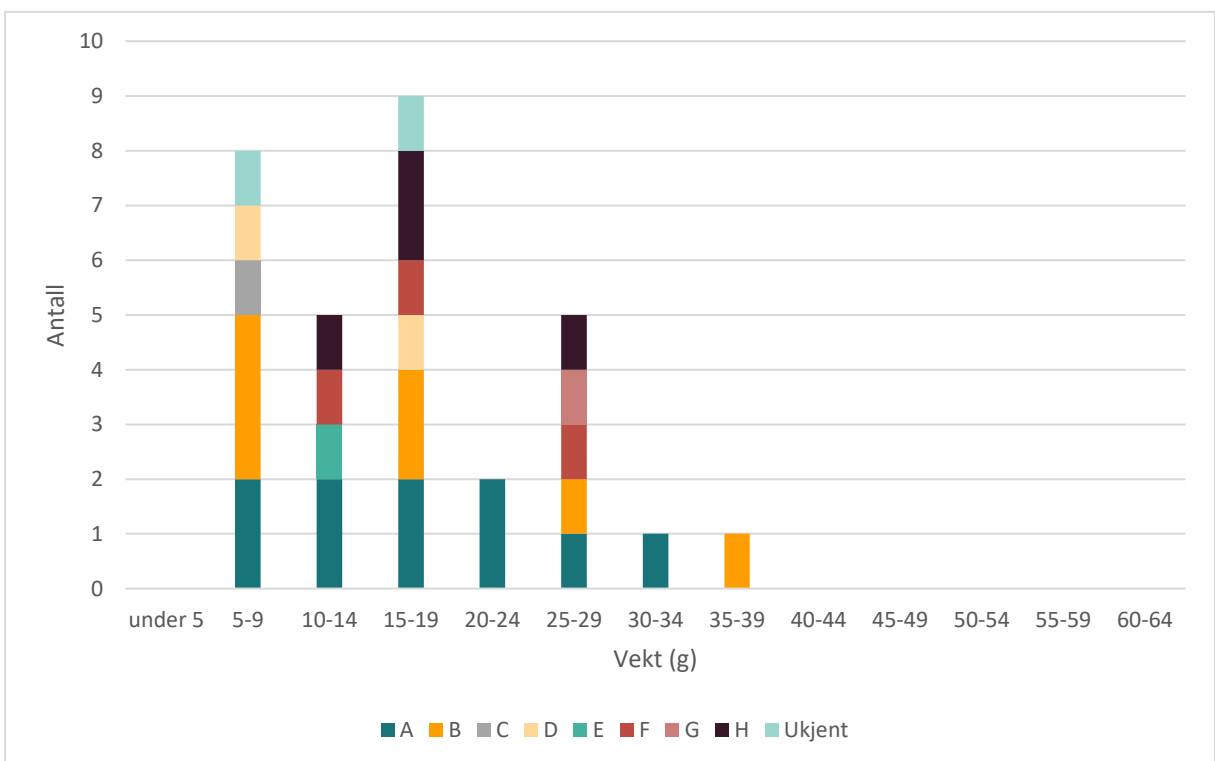


Figur 9: Datering av spinnehjul type C, D, E, F, G og H, i alle råmaterialer fra Borgund etter type. Dateringer: Gitte Hansen 2022. Graf: KEE 2022.

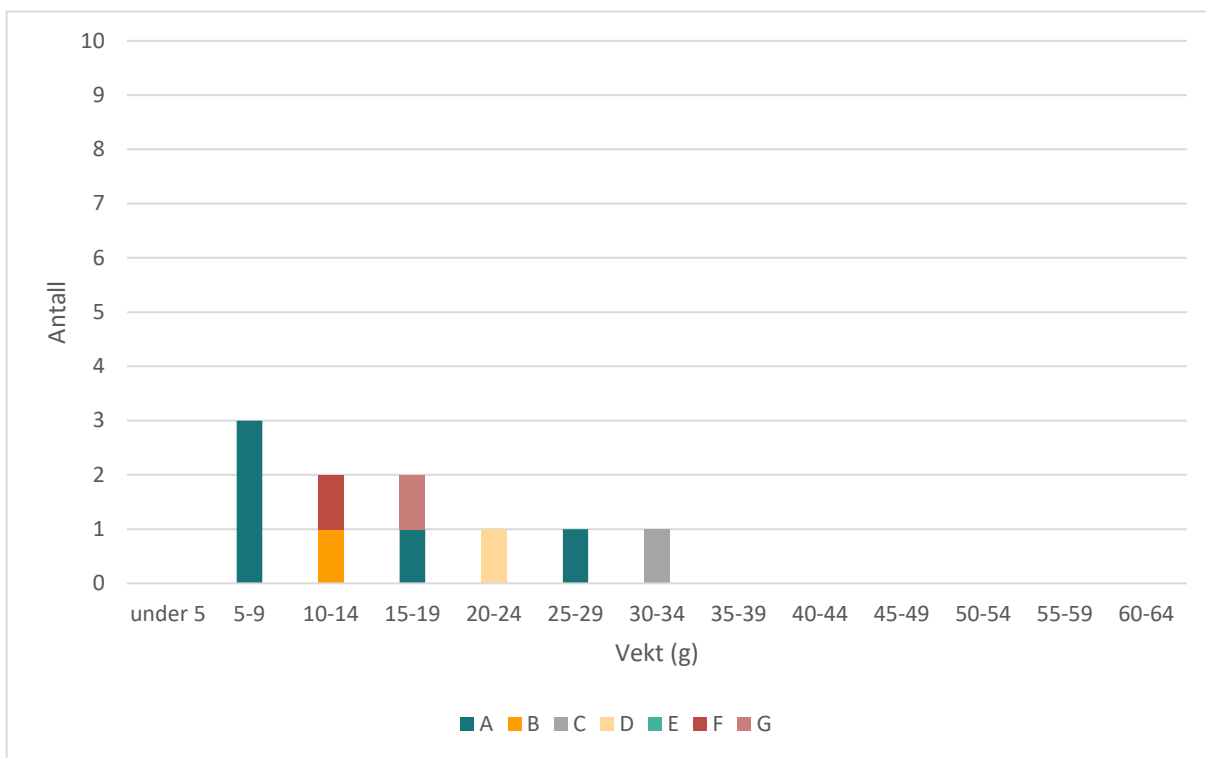
2.2.2 Vekt



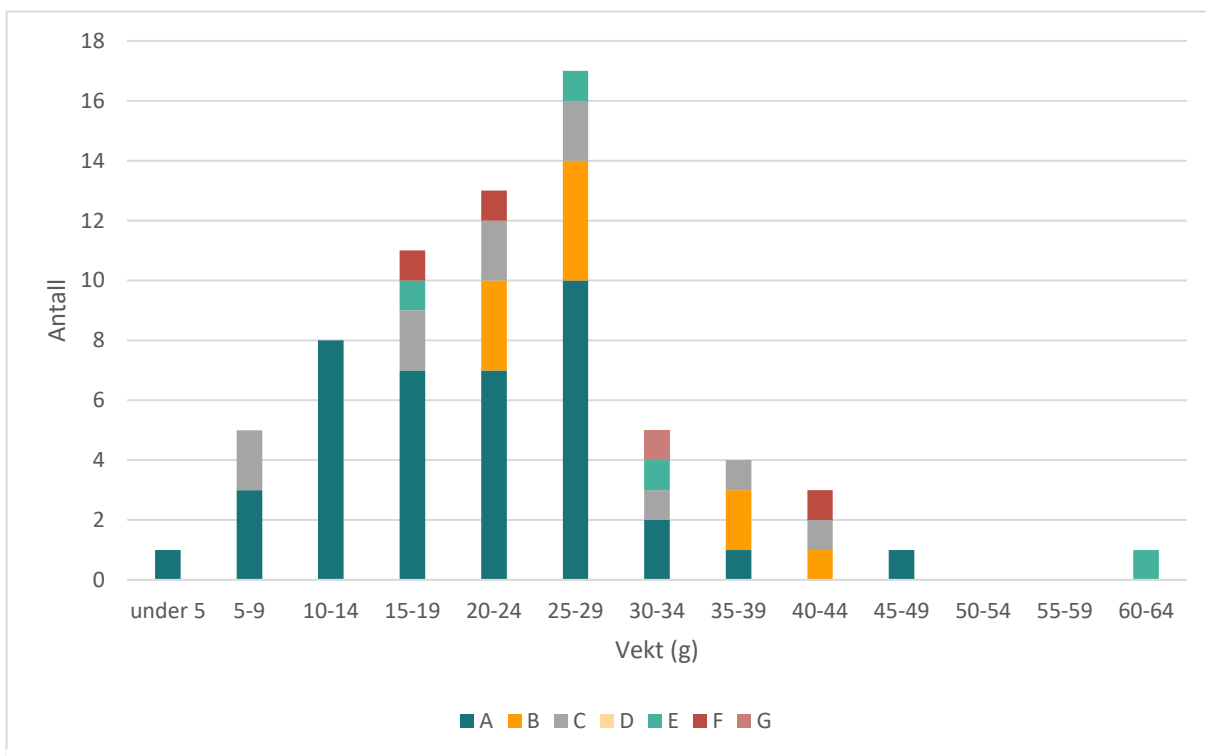
Figur 10: Vektfordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.



Figur 11: Vektfordeling etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022.



Figur 13: Vektfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.



Figur 14: Vektfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

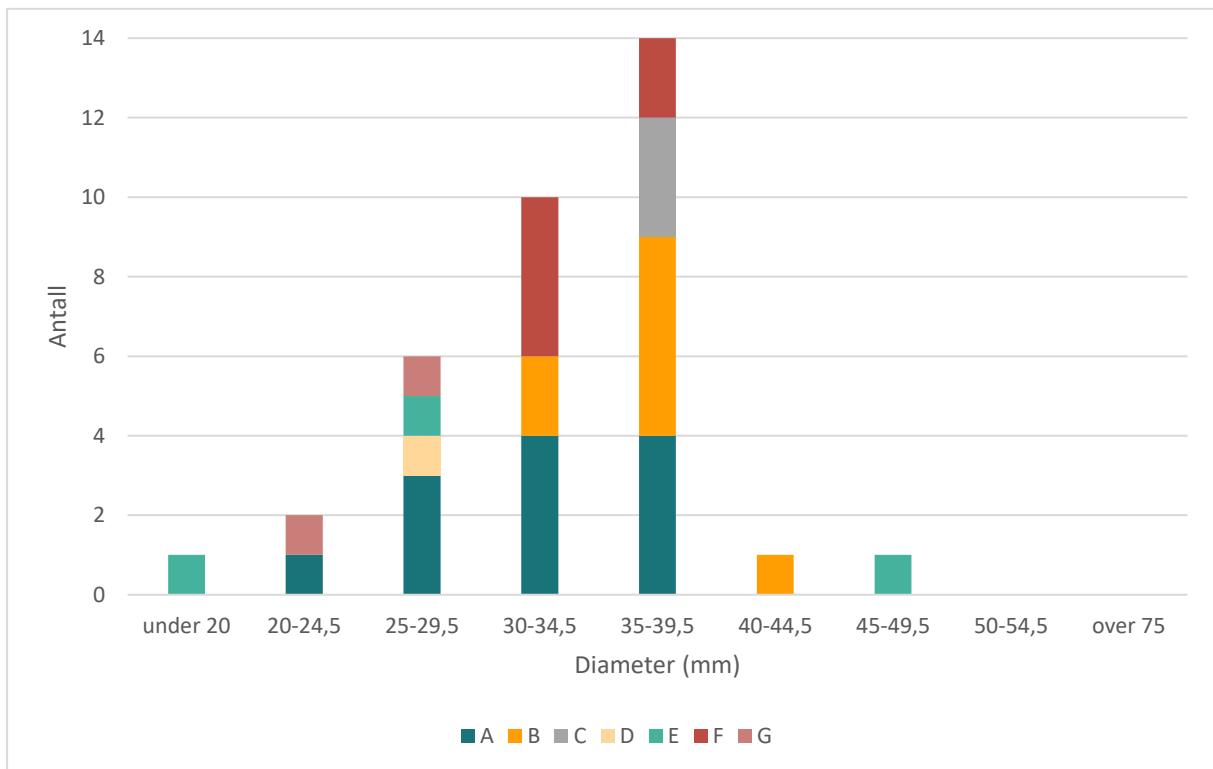
Spinnehjulene i stein veier mellom 5 og 64 gram. 19% veier mellom 10 og 20 gram og 8% er under 10 gram. Vektfordelingen blant spinnehjul i lavbrent keramikk ser annerledes ut: deres vekt ligger mellom 5 og 36 gram, der 45% er veier mellom 10 og 20 gram og 26% veier under 10 gram. De få spinnehjulene i serpentinit er fordelt mellom 5 og 34 gram, nokså jevnt fordelt på de forskjellige vektene. 70% av dem veier under 20 gram, mens spinnehjul i samme materiale Bergen og landsbygda på Vestlandet er tyngre, der bare 36,2% veier under 20 gram. Fra tabell 3 ser vi at det begrensede antallet spinnehjul gjør det vanskelig å trekke slutninger om tyngde i forhold til type.

Sammenlignet med spinnehjul i stein fra Bergen er spinnehjulene i øvrig stein (ikke serpentinit) i Borgund tyngre. Gjennomsnittsverken ligger på 26 gram, mot 21,8 gram i Bergen hvor 47,5% av spinnehjulene i stein er lettere enn 20 gram og 10,5% er under 10 gram (Øye, 1988, s. 41). Blant spinnehjulene i Oslo som i gjennomsnitt veier 20,5 gram er 4% under 10 gram og 40,8% er under 20 gram, dette gjelder alle hele sneller i alle materialer (Molaug, 1990, s. 95). Altså er spinnehjulene i øvrig stein fra Borgund betydelig tyngre, samlet sett, enn spinnehjulene i stein fra Bergen og alle materialer fra Oslo. Når spinnehjul i alle råmaterialer fra Borgund blir tatt med i utregningen i gjennomsnittsverk blir gjennomsnittet betydelig lavere, 22,9 gram. Spinnehjulene i serpentinit og lavbrent keramikk gjør gjennomsnittsverken lettere. Det kan se ut som at behovet for spinnehjul med lav vekt i hovedsak ble dekket av spinnehjulene i serpentinit og lavbrent keramikk, og at spinnehjulene i øvrig stein har blitt brukt der tyngre spinnehjul krevdes. Det ser også ut som at spinnerne i Borgund har valgt lette spinnehjul når de skulle ha spinnehjul i serpentinit, som trolig er laget for handel og importert til Borgund (kapittel 7).

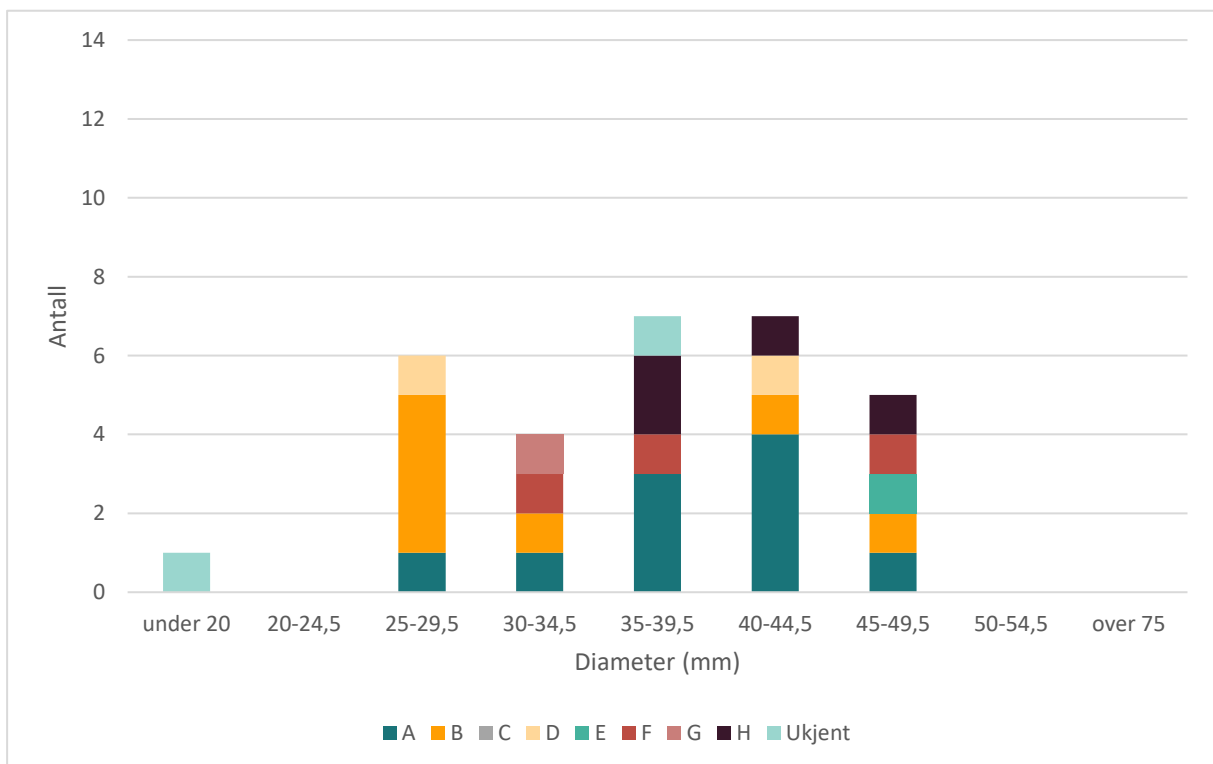
Vekt (g)	A	Prosent	B	Prosent	C	Prosent	D	Prosent	E	Prosent	F	Prosent	G	Prosent
under 5	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
5-9	1	9,1	0	-	0	-	0	-	1	33,3	0	-	1	50,0
10-14	1	9,1	0	-	0	-	1	100,0	0	-	0	-	0	-
15-19	1	9,1	0	-	0	-	0	-	0	-	3	50,0	0	-
20-24	2	18,2	1	12,5	0	-	0	-	1	33,3	1	16,7	1	50,0
25-29	1	9,1	4	50,0	1	33,3	0	-	0	-	2	33,3	0	-
30-34	2	18,2	2	25,0	1	33,3	0	-	0	-	0	-	0	-
35-39	0	-	1	12,5	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
40-44	1	9,1	0	-	1	33,3	0	-	0	-	0	-	0	-
45-49	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
50-54	2	18,2	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
55-59	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
60-64	0	-	0	-	0	-	0	-	1	33,3	0	-	0	-
65-69	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Over 70	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

Tabell 3: Vekt, spinnehjul i stein etter type, med prosentandel i hver vektkategori. KEE 2022.

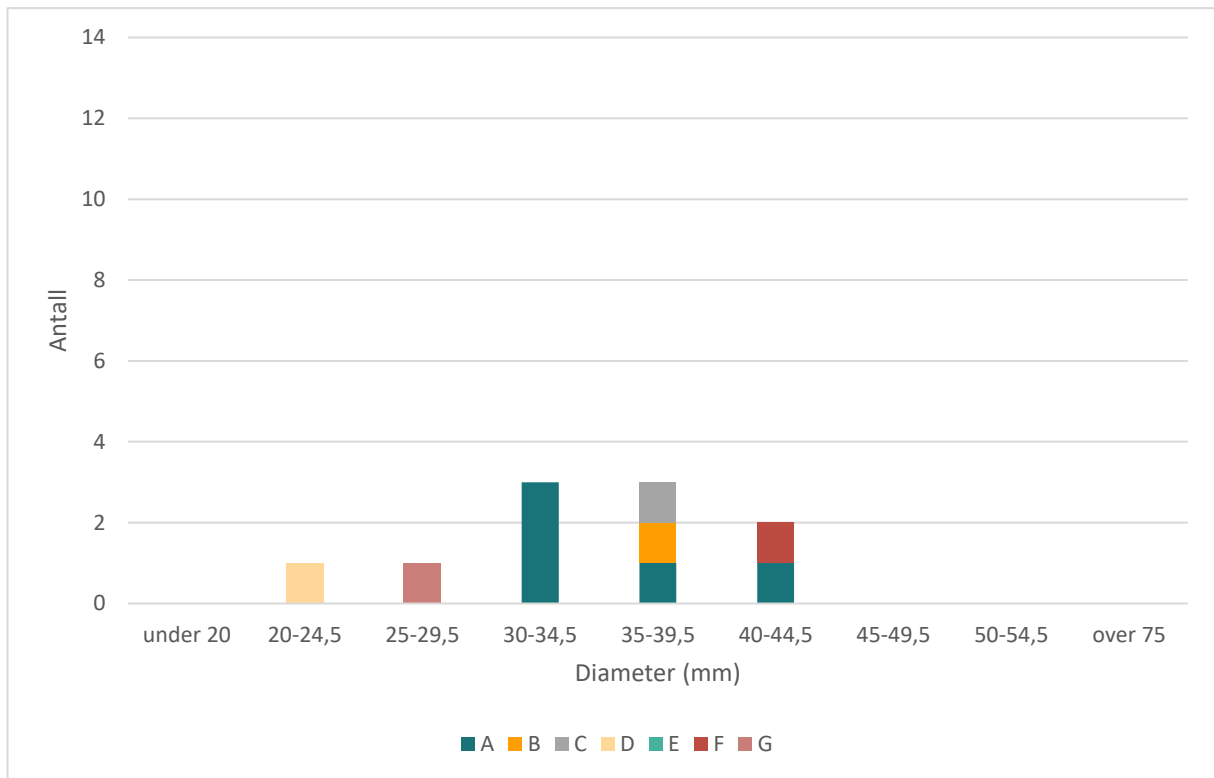
2.2.3 Diameter



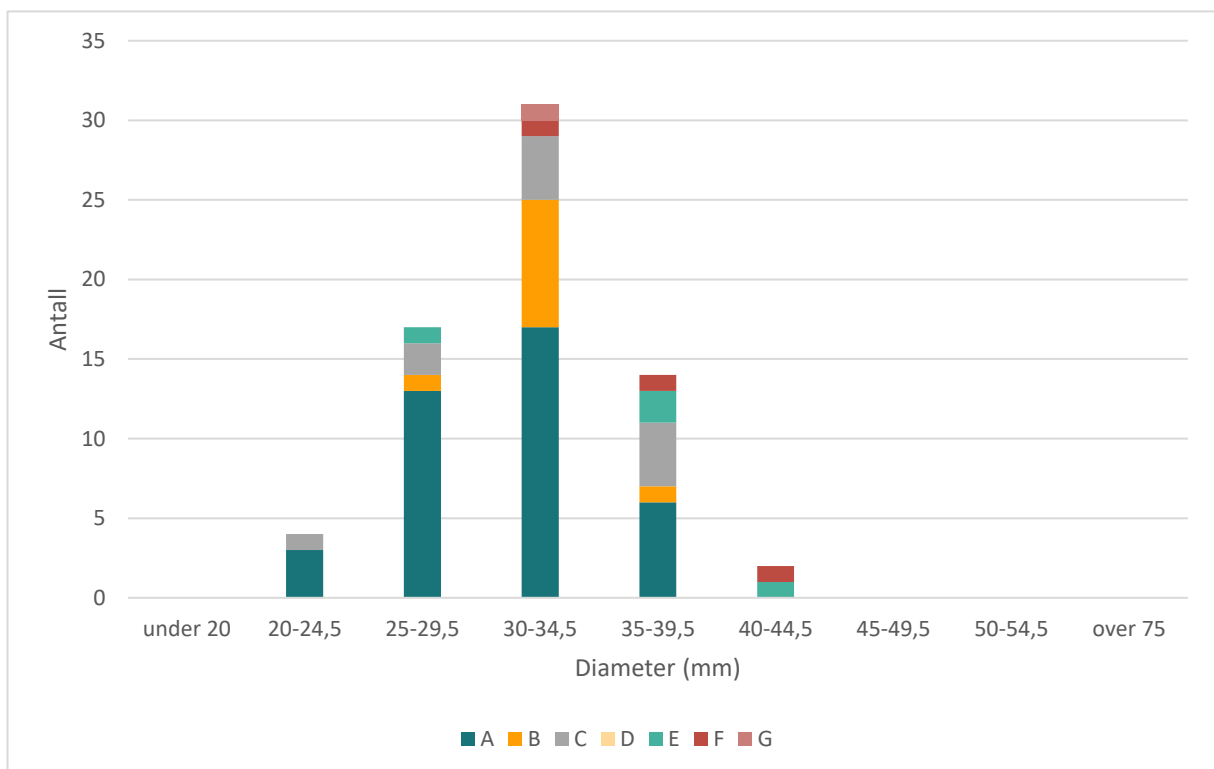
Figur 15: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.



Figur 16: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022.



Figur 17: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.

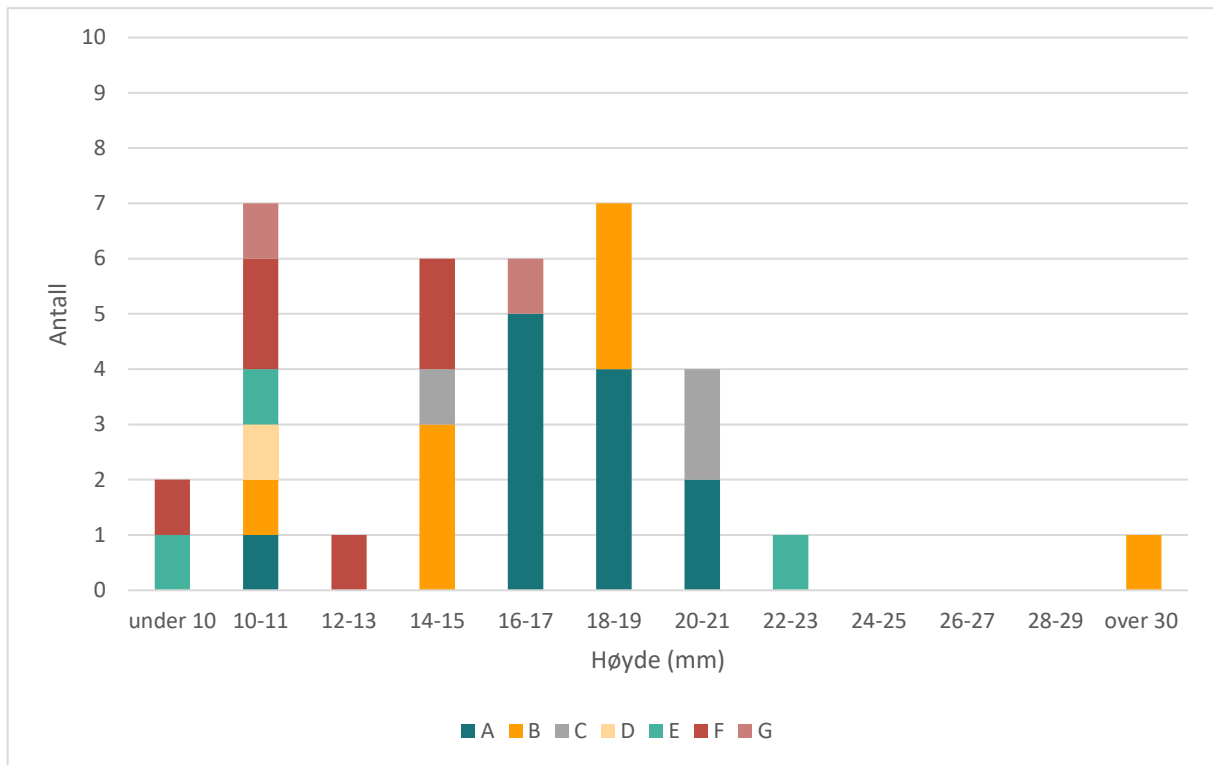


Figur 18: Diameterfordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

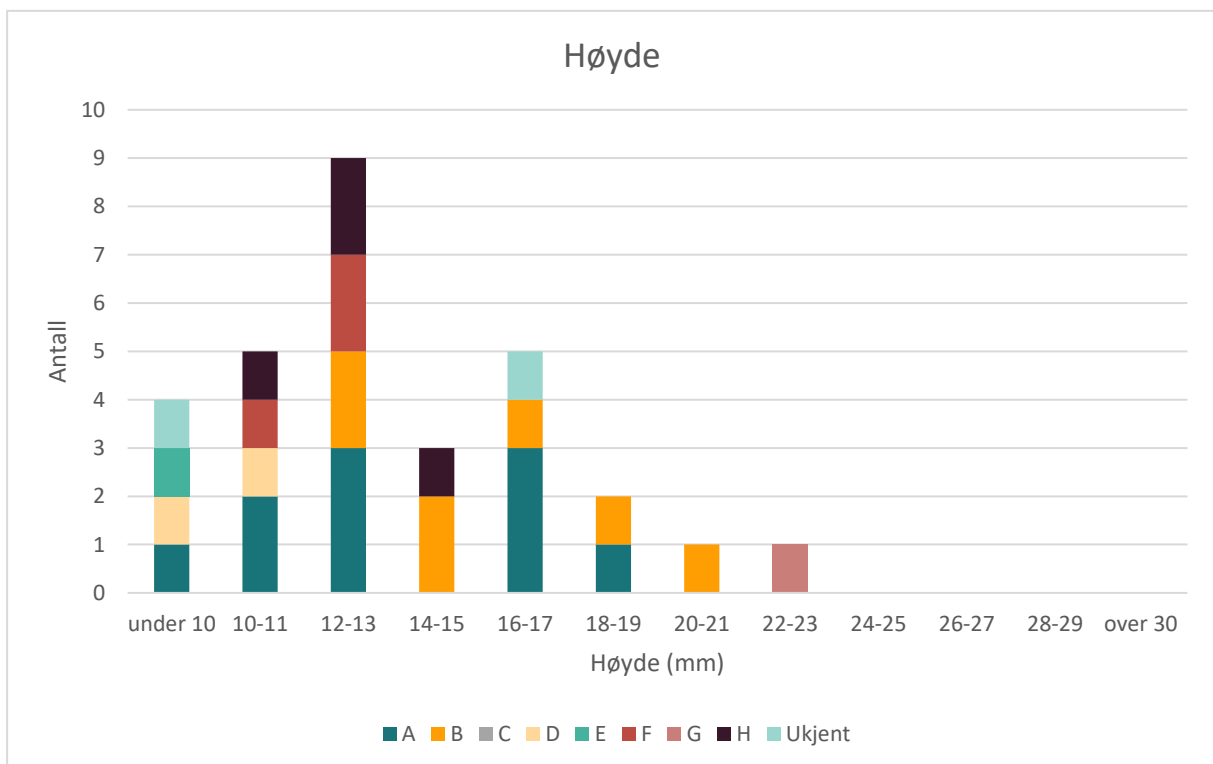
Gjennomsnittsdiameteren for spinnehjul i stein, lavbrent keramikk og serpentinit fra Borgund er henholdsvis 32,9, 36,8, og 33,7 mm. Samlet sett for alle materialer er gjennomsnittsdiameteren 33,8 mm. Spinnehjulene i serpentinit fra Bergen og omegn er 45,6% mellom 30 og 34,5 mm, 25% er mellom 25 og 29,5 mm og 20,6% er mellom 35 og 39,5 mm. Gjennomsnittet er 31,9 mm. Fra Bryggen er det vektete gjennomsnittet 31,8 mm for spinnehjul i stein (Øye, 1988, s. 39), fra Oslo er gjennomsnittet 32 mm (Molaug, 1990, s. 98).

I Bryggen i Bergen er 15,3% av spinnehjulene under 25,1 mm, som Øye (1988, s. 39-40) definerer som små. I Borgund utgjør spinnehjul av samme størrelse 11,6% av materialet. Fra bryggen er 65% av spinnehjulene mellom 25,1 og 35 mm store. I Borgund ser spinnehjulene ut til å være litt mer spredt i størrelse, 66,3% er mellom 25 og 39,9 mm store. Spesielt spinnehjulene i stein ser ut til å ha stor diameter. Samlet sett har spinnehjulene i Borgund variert, men nokså stor diameter i forhold til spinnehjulene fra Bergen. Et spinnehjul med stor diameter bevarer rotasjonen og rotasjonshastigheten godt fordi sentripetalakslerasjonen er større ved ytterpunktet av radius. Av erfaring er et bredere spinnehjul lettere å spinne tråder med mye tvist med. Tråder med mye tvist er sterke på grunn av den økte friksjonen mellom fibre i tråden.

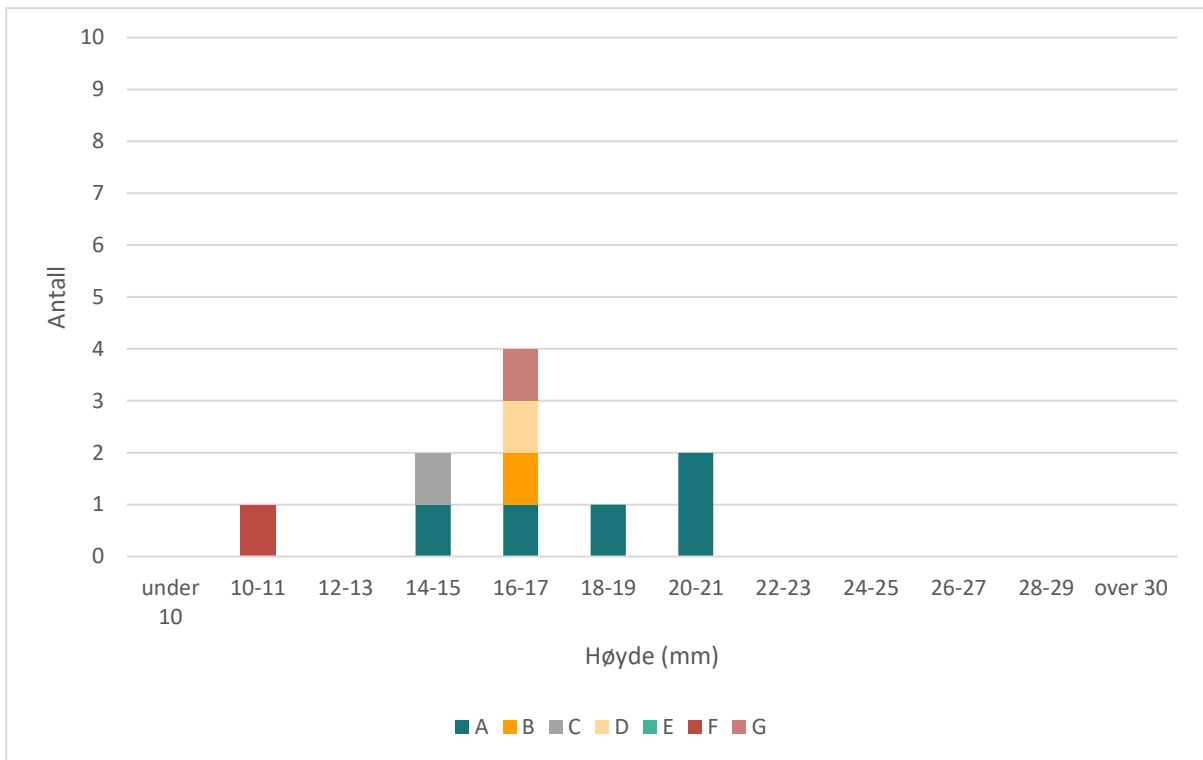
2.2.4 Høyde



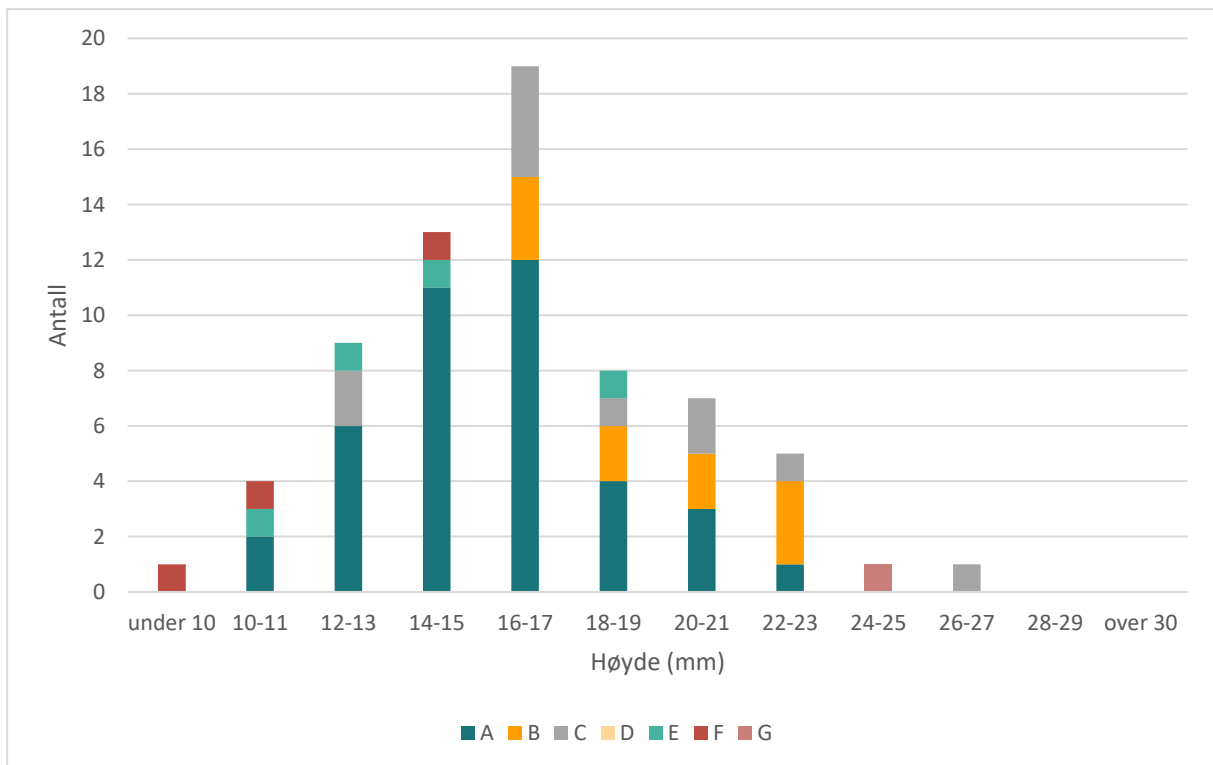
Figur 19: Høydefordeling etter type, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.



Figur 20: Høydefordeling etter type, spinnehjul i lavbrent lerie fra Borgund. KEE 2022.



Figur 22: Høydefordeling etter type, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.



Figur 21: Høydefordeling etter type, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

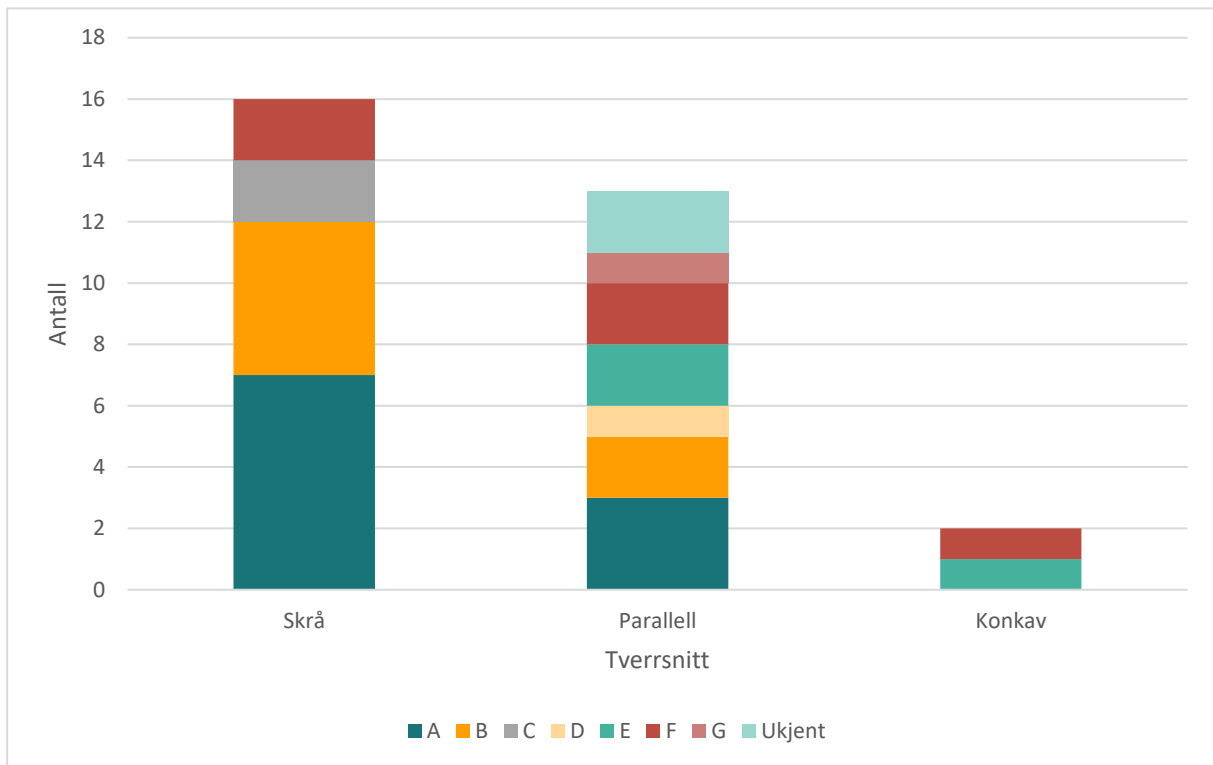
Figurene over viser at de flate spinnehjulene, type E og F, er noe lavere enn de øvrige spinnehjulene. Gjennomsnittshøyden for stein, lavbrent keramikk og serpentinit er henholdsvis 15,5, 13,3 og 15,8 mm. For spinnehjulene i serpentinit fra Bergen og landsbygda på Vestlandet er gjennomsnittshøyden 16,4mm.

De fleste flate spinnehjulene fra Borgund (type E og F) er lave, det vil si at høyden er mindre enn 40% av diameteren. Blant type A har 51,6% en høyde som er mellom 40-60% av diameter, altså at de er ca dobbelt så brede som de er høye.

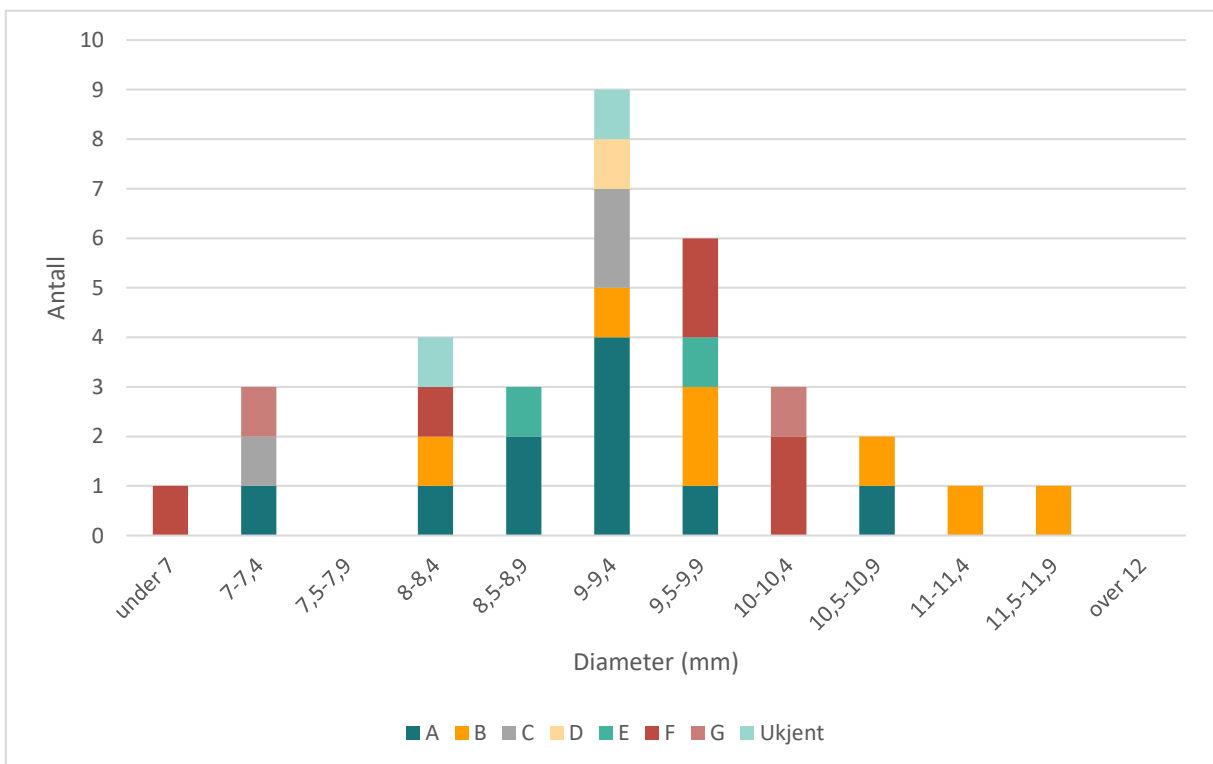
Høydegjennomsnittet i materialet fra Bryggen er 16,2 mm (Øye, 1988, s. 40), altså noe høyere enn spinnehjulene fra Borgund, som er forventet når spinnehjulene fra Bergen er tyngre og noe smalere. I Borgund er typene A og D i gjennomsnitt litt høyere enn de fra Bergen, mens typene B, C, E og F er lavere. Spesielt type E er mye lavere i Borgund enn i Bergen, med en forskjell på 10 mm mellom gjennomsnittene.

Som i Bergen (Øye, 1988, s. 40) er det type C som oftest er høye, i Borgund er 30% av spinnehjulene i type C det Øye kaller høye, altså at høyden er større enn 60% av diameteren. Tallene fra Bergensmaterialet inkluderer kun spinnehjul i stein, mens dataen fra Borgund også inneholder informasjon om spinnehjul i metall. Det er spinnehjulene i metall som er høye, og ikke spinnehjulene i stein, og de to utgravingene er vanskelig å sammenligne på basis av de fire spinnehjulene i stein som er type C hvor av ingen er 'høye'.

2.2.5 Spinnehjulets hull, spinnehjul i stein



Figur 23: Hullets tversnitt, spinnehjul i stein. KEE 2022.

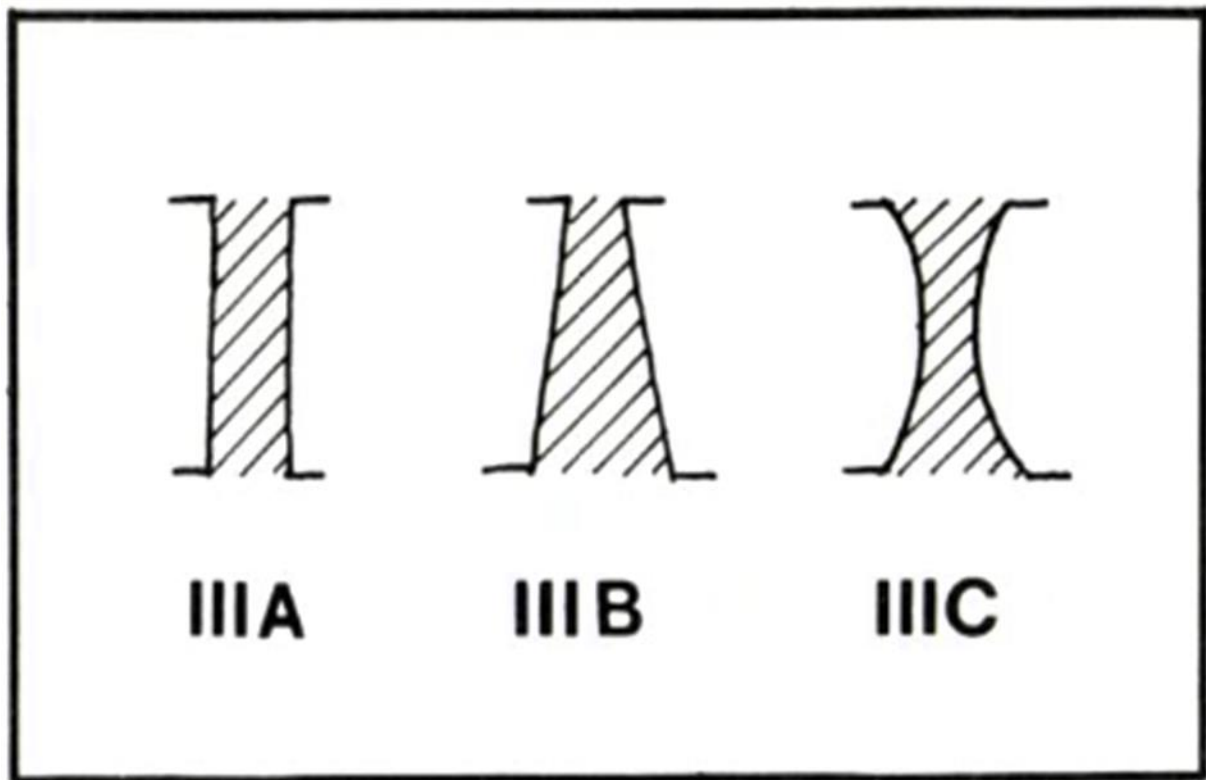


Figur 24: Hullets gjennomsnittlige diameter, spinnehjul i stein. KEE 2022.

Formen på spinnehjulets hull kan ha sammenheng med hvordan spinnehjulet festes til håndteinen, samt muligens si noe om formen på håndteinen. Blant spinnehjulene i stein er skrå og parallelle sider klart mest vanlig. Skrått tverrsnitt er vanligst for typene A, B og C. Diameteren på hullet er nærmest normalfordelt, med et gjennomsnitt på 9,0 mm. Tretten spinnehjul har hull med diameter større enn 9 mm, mens elleve spinnehjul har diameter mindre enn 9 mm. Hele ni spinnehjul har hull med gjennomsnittsdiameteren 9 mm.

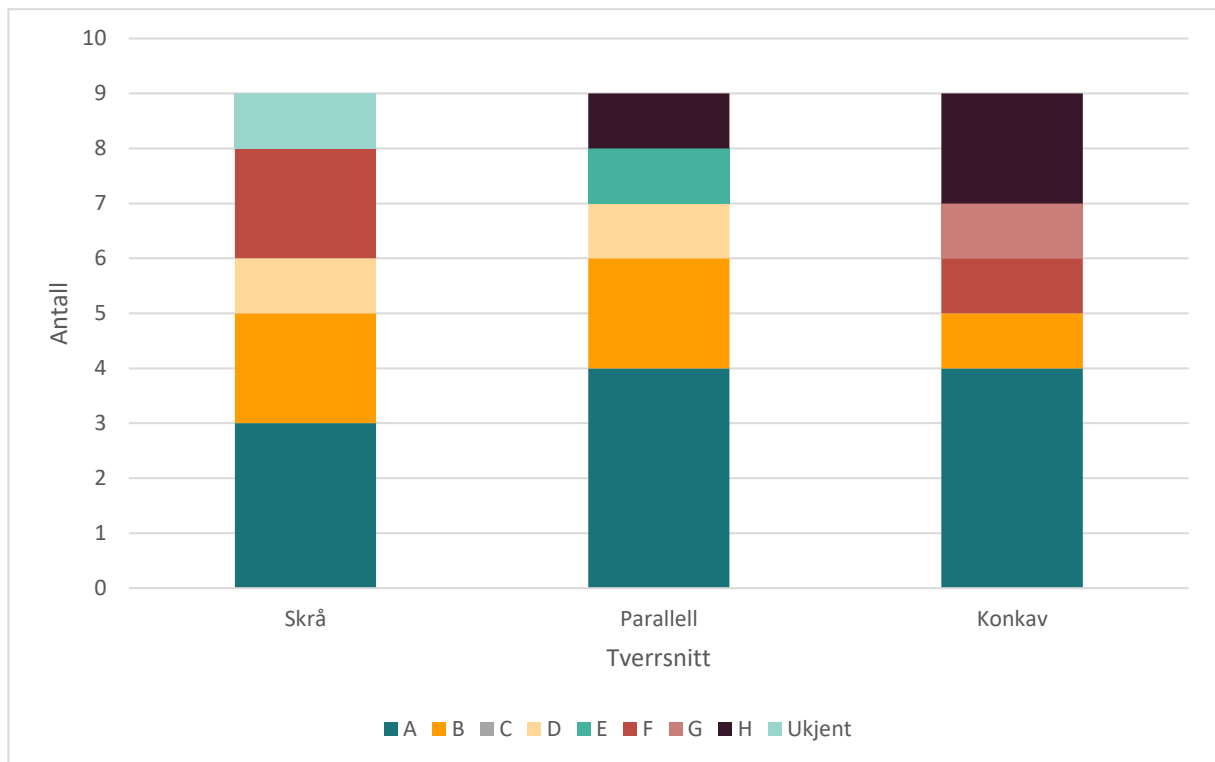
Formen på hullet kan også gjenspeile verktøyet om ble brukt for å bore hullet. Navarer er koniske og gir derfor et hull med skrå sideflater, mens skeibor gir hull med parallelle sideflater. Dermed er det rimelig å tolke ut fra hullets tverrsnitt at både skeibor og navarer ble brukt i spinnehjulsproduksjon.

Fordelingskurven viser at nokså mange bor med ulike diameter har blitt brukt i produksjonen av spinnehjul i stein. Det kan tyde på at spinnehjulene er laget av ulike produsenter samtidig eller i forskjellige tidsperioder.

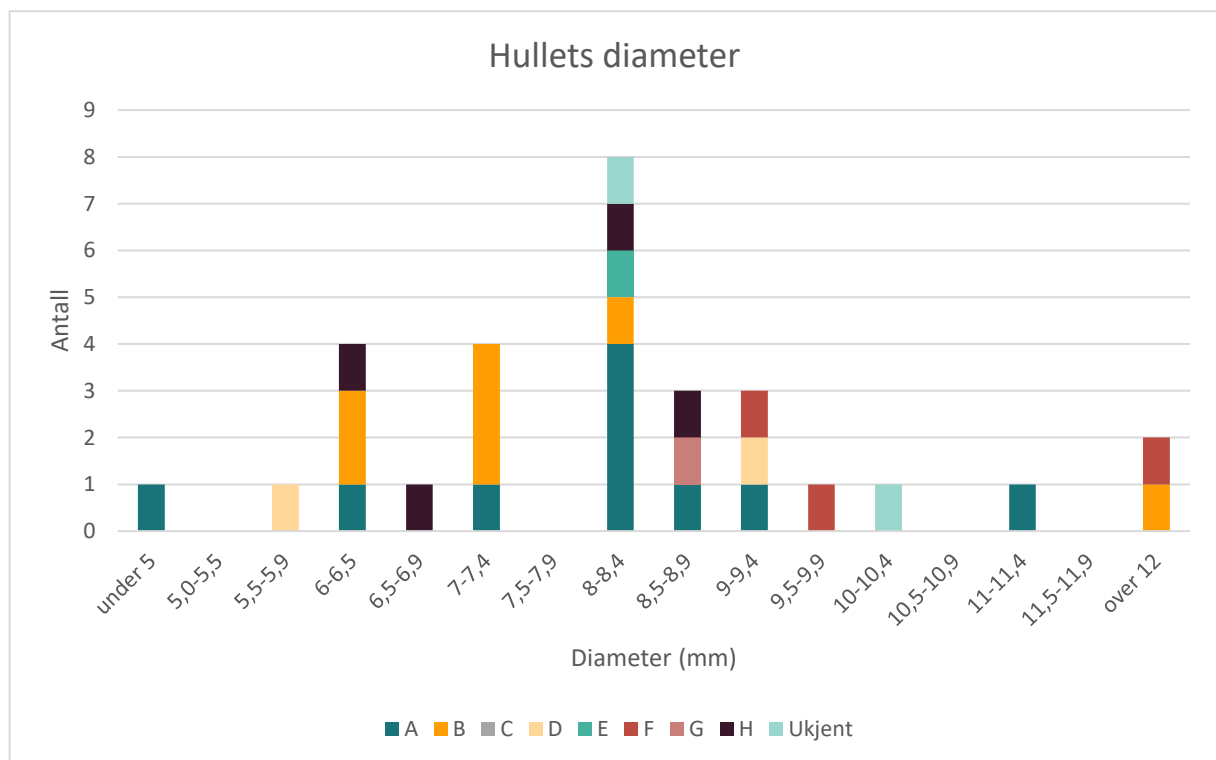


Figur 25: Hullets tverrsnitt forklart. A: parallell, B: skrå, C: Konkav. (etter Høigård Hofseth, 1985, s. 38, figur 9)

2.2.6 Spinnehjulets hull, spinnehjul i lavbrent keramikk

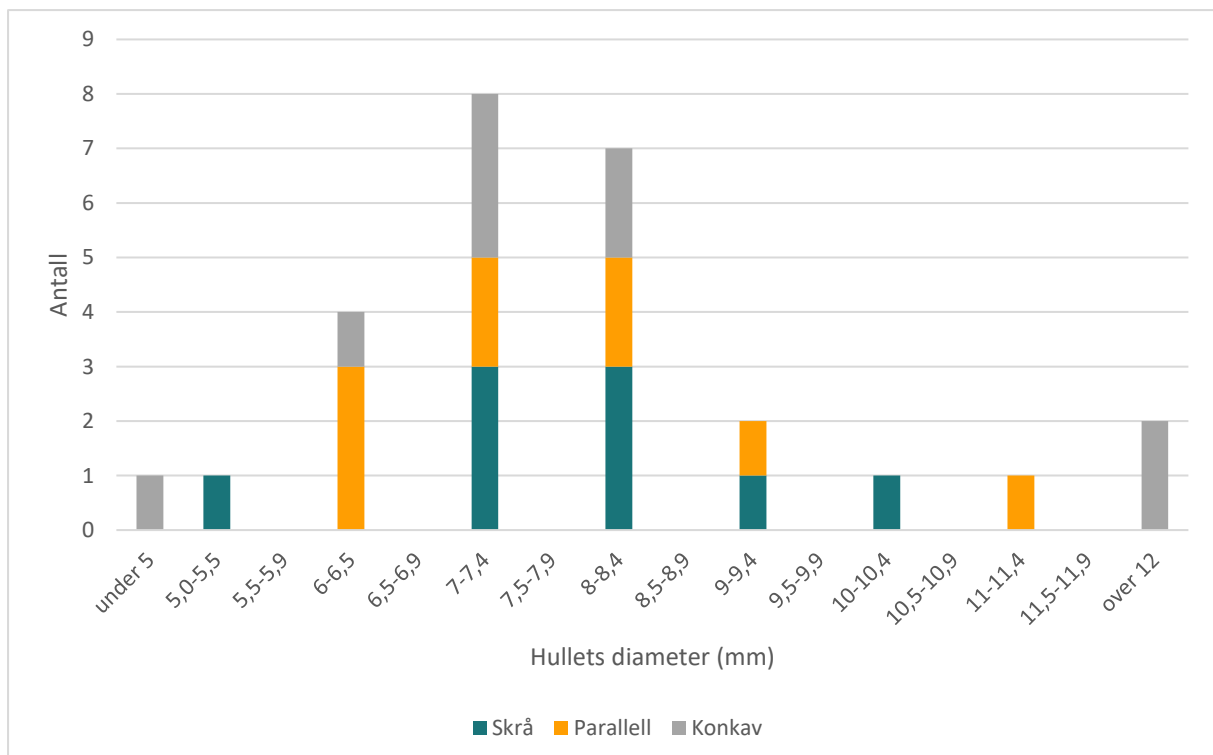


Figur 26: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.



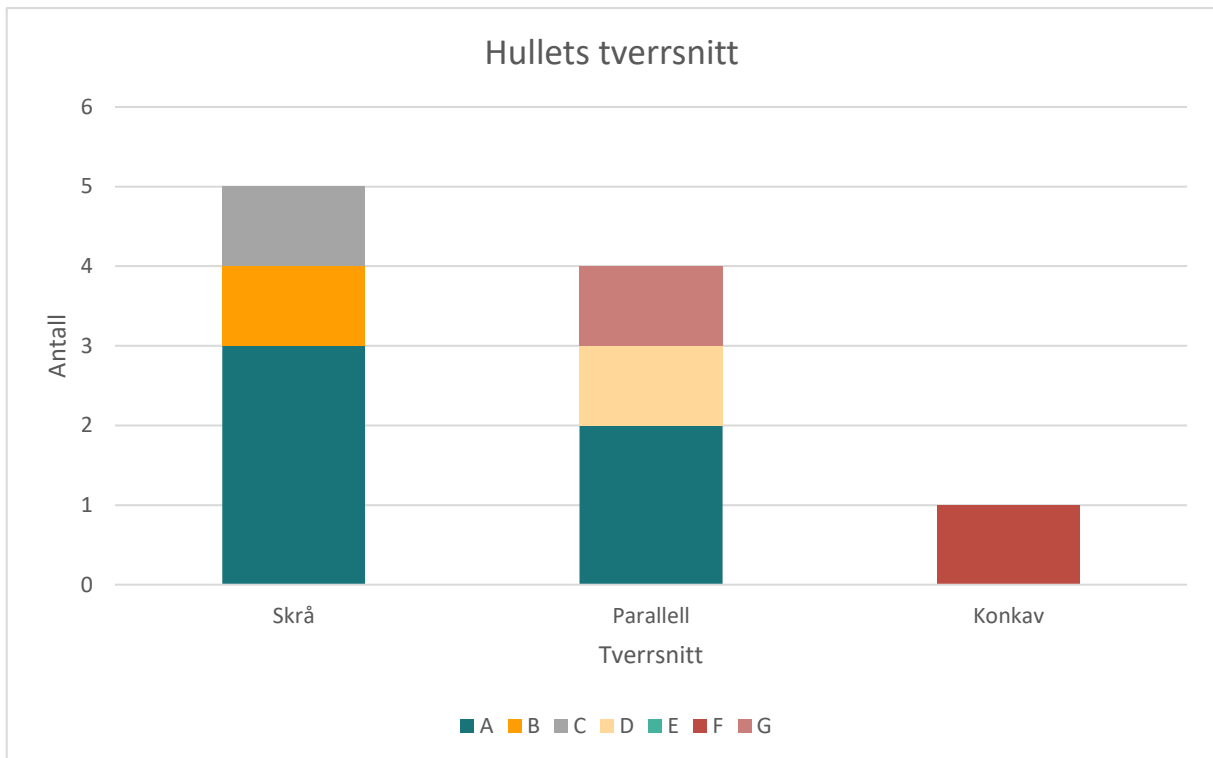
Figur 27: Hullets diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.

I kontrast til spinnehjulene i stein ser vi at spinnehjulene i keramikk mye oftere har konkave hull. Fordelingen på hullets tverrsnitt er helt jevn, spinnehjulets diameter er også fordelt annerledes enn spinnehjulene i stein. Fra figur 28 ser vi at det er lite eller ingen sammenheng mellom størrelsen og formen på hullet. Det er mulig at denne informasjonen viser at produksjonsmetoden for spinnehjul i stein og i keramikk kan være ulik, i motsetning til hva min hypotese var, som impliserer at teknologien bak produksjonen er annerledes. Dette styrker og muliggjør tolkningen om at andre håndverkere produserte spinnehjulene i keramikk enn dem som produserte spinnehjulene i stein.

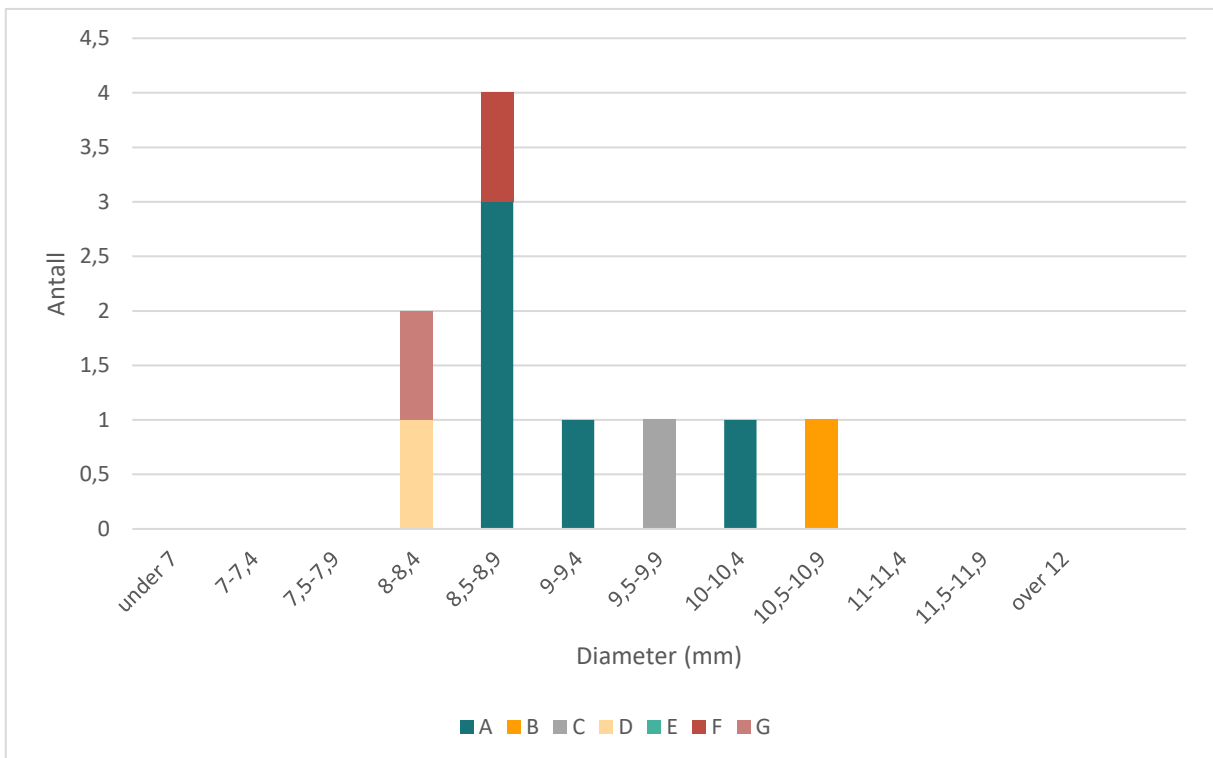


Figur 28: Hullets tverrsnitt mot diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.

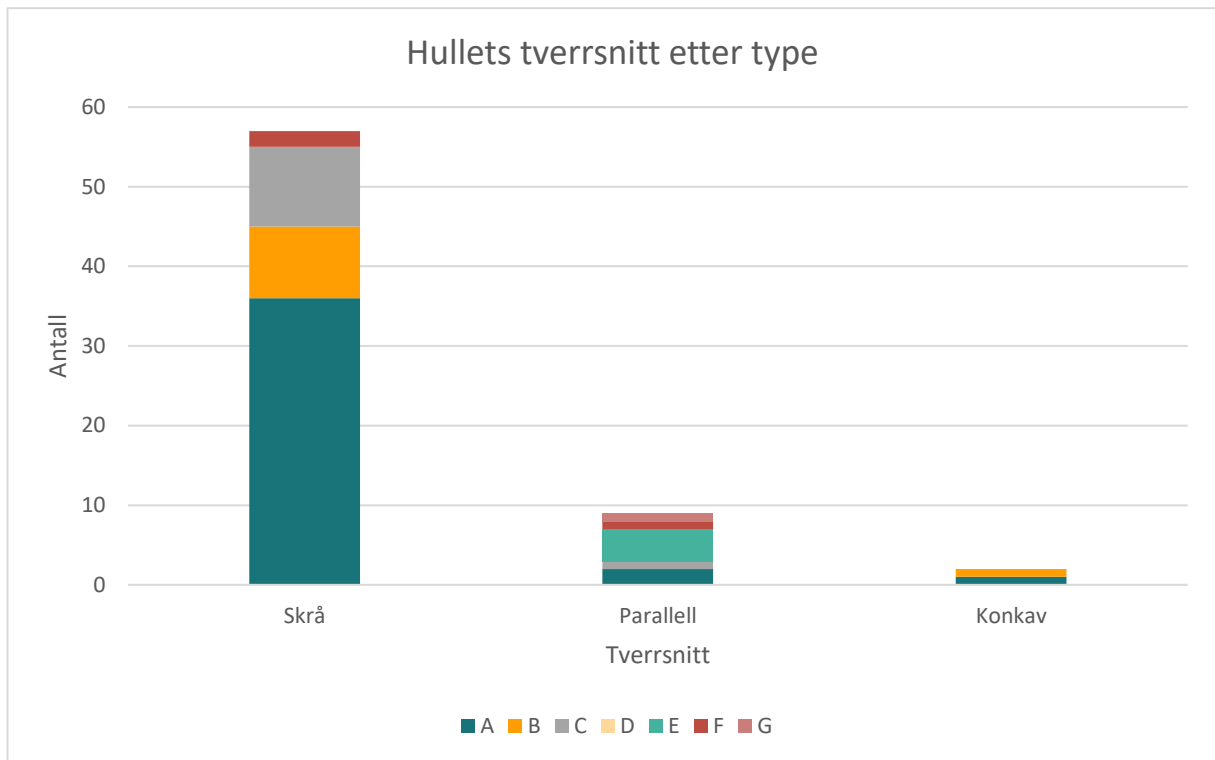
2.2.7 Spinnehjulets hull, spinnehjul i serpentinitt



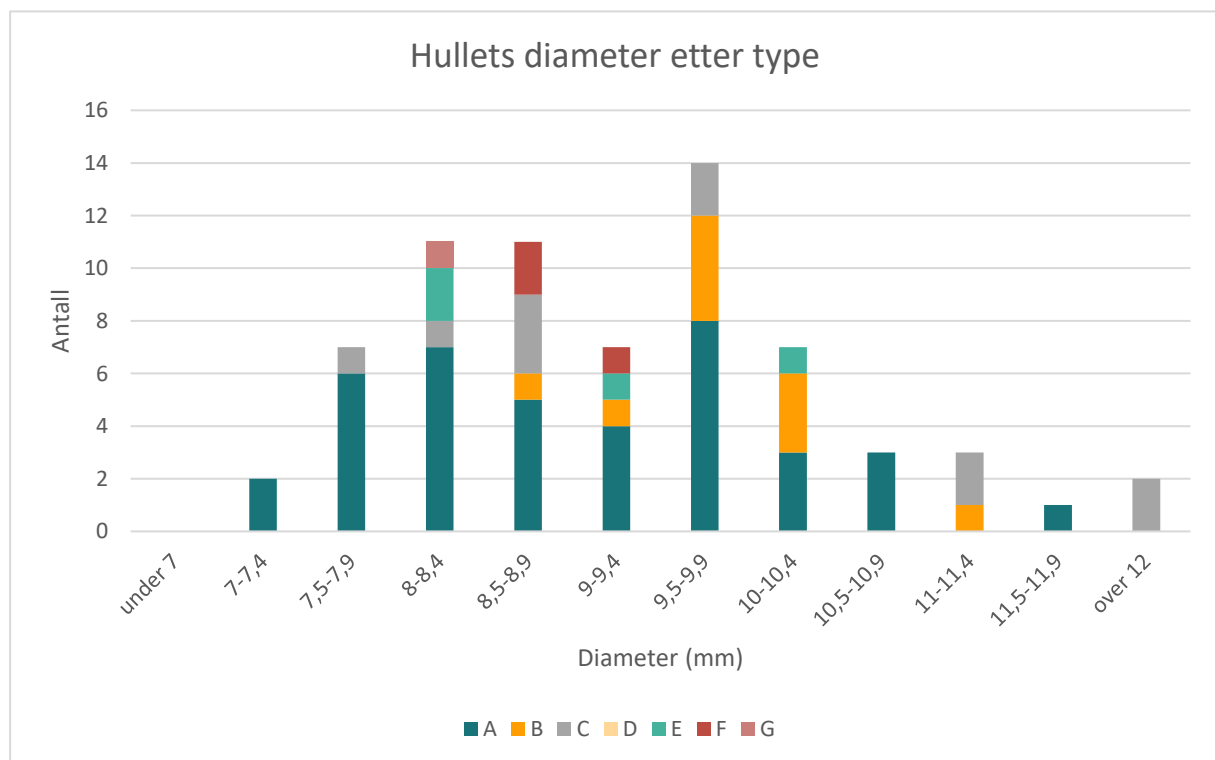
Figur 29: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i serpentinitt fra Borgund. KEE 2022.



Figur 30: Hullets diameter, spinnehjul i serpentinitt fra Borgund. KEE 2022.



Figur 31: Hullets tverrsnitt, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.



Figur 32: Hullets diameter, spinnehjul i serpentinit Berg og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

Figurene over viser at det er en forskjell mellom spinnehjulene i serpentinitt fra Borgund og dem Bergen og landsbygda på Vestlandet. Det ble bare funnet ti spinnehjul i serpentinitt i Borgund, og den lille datamengden gjør tolkning noe utfordrende. Allikevel kan det se ut til at hullets karakteristikker ligner mer på de andre spinnehjulene av stein fra Borgund enn dem Bergen og landsbygda på Vestlandet. Det er mulig at dette kan vise at spinnehjulene er produsert med samme kunnskap som den man hadde i Borgund, men dette argumentet er for spekulativt til at det alene kan bekrefte eller avkrefte om spinnehjulene i serpentinitt ble produsert i Borgund.

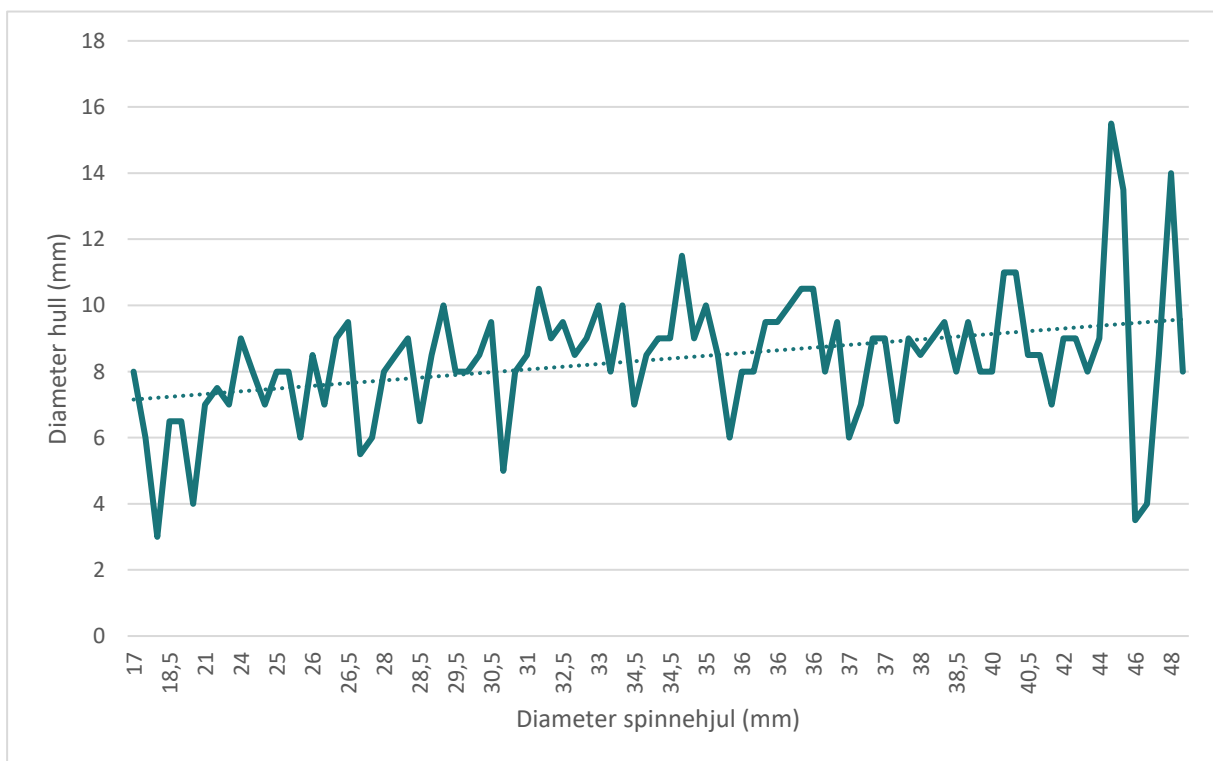
Tabell 5 viser at spinnehjul fra Borgund generelt sett har et større hull enn spinnehjulene fra Bergen (Øye, 1988, s. 42). I Borgund varierer også hulldiameteren med type, som også er ulikt spinnehjulene fra Bergen. I Borgund har spinnehjulene i stein større hulldiameter enn spinnehjulene i andre materialer, med unntak av type F hvor diameteren er mindre blant spinnehjulene i stein. I Bergen har spinnehjulene hull med diameter på mellom 3,5 og 15 mm i den tynneste enden og 4-15 mm i den tykkeste enden (Øye, 1988, s. 42). Målene ligner i Borgund, der diameter i den tynneste enden av hullet ligger på 3-14 mm mot 4-19 mm i den tykkeste enden. Det at hullene er større i Borgund viser til at teinen spinnehjulet satt på må ha vært tykkere, fordi teinen må være tykkere enn hullets diameter for å holde spinnehjulet på plass.

<i>Prosentandel, hullets tverrsnitt</i>	<i>Skrå</i>	<i>Parallell</i>	<i>Konkav</i>
<i>Stein fra Borgund</i>	51,6	41,9	6,5
<i>Serpentinitt fra Borgund</i>	50	40	10
<i>Serpentinitt Bergen og landsbygda på Vestlandet</i>	83,8	13,2	2,9

Tabell 4: Prosentandel av hullets tverrsnitt, spinnehjul i ulike materialer fra Borgund og fra Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

2.2.8 Hulletts størrelse

Fra figur 33 ser vi at diameteren på hullet ikke har direkte sammenheng med diameteren på spinnehjulet, men trendlinjen viser at større spinnehjul ofte har større hull. Tabell 5 viser at spinnehjul fra Borgund generelt sett har et større hull enn spinnehjulene fra Bergen (Øye, 1988, s. 42). I Borgund varierer også hulldiameteren med type, som også er ulikt spinnehjulene fra Bergen. I Borgund har spinnehjulene i stein større hulldiameter enn spinnehjulene i andre materialer, med unntak av type F hvor diameteren er mindre blant spinnehjulene i stein. I Bergen har spinnehjulene hull med diameter på mellom 3,5 og 15 mm i den tynneste enden og 4-15 mm i den tykkeste enden (Øye, 1988, s. 42). Målene ligner i Borgund, der diameter i den tynneste enden av hullet ligger på 3-14 mm mot 4-19 mm i den tykkeste enden. Det at hullene er større i Borgund viser til at teinen spinnehjulet satt på må ha vært tykkere, fordi teinen må være tykkere enn hullets diameter for å holde spinnehjulet på plass.



Figur 33: Diameter spinnehjul mot diameter hull, alle spinnehjul fra Borgund. KEE 2022.

	<i>Bergen, stein</i>	<i>Borgund, alle</i>	<i>Borgund, stein</i>
<i>A</i>	7,5	8,6	8,8
<i>B</i>	7,5	8,6	9,9
<i>C</i>	7,5	7,4	8,3
<i>D</i>	7,5	7,8	9,0
<i>E</i>	7,5	7,5	9,0
<i>F</i>	8,5	9,4	8,7
<i>G</i>	7,5	8,4	9,0

Tabell 5: Hullets diameter, gjennomsnitt av diameter på topp og bunnflate. KEE 2022.

2.3 Emner og produksjonsavfall

2.3.1 Lavbrent keramikk

Det er 21 emner og mulige emner til spinnehjul samt et emne til tyngde i lavbrent keramikk fra Borgund. Av disse har fire påbegynte hull. Gjenstandene som er tolket som emner til spinnehjul i lavbrent keramikk er tilnærmet sirkelrunde og har samme størrelse som spinnehjul eller små tyngder.

BRM 1/58/305/1 er ikke tolket som emne til spinnehjul, fordi formen er elliptisk; forskjellen mellom minste og største diameter er 7 mm samtidig som gjennomsnittsdiameteren er 42,5 mm. Forholdstallet mellom Δ diameter og gjennomsnittsdiameter blir da 0,16, dobbelt så stort som det mest elliptiske spinnehjulet i lavbrent keramikk. BRM 1/58/179/2 er vanskelig å tolke. Objektet er lavt sirkelrundt med linseformet tverrsnitt. To spinnehjul (med hull) av samme type, type D, ble også funnet i Borgund. Derfor er det mulig at gjenstanden er et spinnehjulsemne som mangler hull, men det kan også være et ferdig objekt med ukjent funksjon.

Objektene BRM 1/54/37/1 og BRM 1/62/2610/1 er tydelig emner, fordi de har henholdsvis påbegynt og ferdig hull. Disse er av typene E og F. BRM 1/62/2610/1 har en størrelse, hullstørrelse og vekt som tilsier at objektet skulle bli en tyngde. Vekten av fragmentet, som er om lag halvparten, er 166 gram, lang over grensen til vekten av et spinnehjul som ligger en plass mellom 50 og 70 gram. BRM 1/54/37/1 veier 12 gram. Objektet ser ut til å ha blitt fragmentert etter utgraving, da de fleste bitene til emnet ligger i samme boks og bruddflaten mangler patina. Emnet er elliptisk, med en Δ diameter på hele 7 mm. Det kan tyde på at objektet ikke er et emne til spinnehjul.

2.3.1.1 *Typen emner i lavbrent keramikk*

De øvrige emnene, Tabell 6, kan deles inn i tre grupper. Gruppe 1 skiller seg betydelig fra Gruppe 2 og 3, med en form som figur 34. Bunnflaten og toppflaten er avrundede, den ene smalere enn den andre, og ideflatene er skrå. Ett av disse tre emnene har et påbegynt hull, som er grunnen til at disse tre objektene blir tolket som emner til spinnehjul. Det er ikke funnet spinnehjul med den formen i Borgund, men formen kan minne om



Figur 34: Emne type 1, objekt BRM 1/58/179/1. Foto: Gitte Hansen 2020.

spinnehjul fra eldre jernalder med en lignende form, se figur 35. Det er også mulig at disse tre gjenstandene ikke er emner til spinnehjul i det hele tatt, eller at dette er emner som brukes til å lage emner og spinnehjul av type H.

Gruppe 2 er formet som flatklemte kuler (Øyes type G) der høyden er mellom 31 og 65% av bredden. Kulene er enten runde eller elliptiske, med en Δ diameter mellom 2 og 10 mm. Størrelsen og vekten varierer, det er mulig at noen av emnene var tiltenkt å bli tyngder mens andre skulle bli spinnehjul.



Figur 35: Spinnehjul fra eldre jernalder med en komplisert form (Unimusportalen).

Gruppe 3 har konveks toppflate og konkav/svakt konkav bunnflate som spinnehjul i type H. Felles for gruppe 3 er at den konkave siden ser ut til å knekt av en flatklemte kule. Alle emnene har patina på både topp- og bunnflatene, så fragmenteringen har skjedd før utgraving enten i brukstiden, deponeringstiden eller post-deponering. Emnene er mellom 39 og 54 mm i diameter, altså sammenlignbart med spinnehjul av type H. BRM 1/2419/1 som er ført opp som type H er betydelig mindre enn de andre, og det kan være at dette emnet er et fragment av et emne i gruppe 2. Det er mulig at gruppe 3 er en variant av gruppe 2 der en av

flatene til emnet er fragmentert av, muligens med intensjon fra produsenten. Bakgrunnen for den tolkningen er at blant de ferdige spinnehjulene er det ingen som ligner emner i type 2, men fire er av type H med konkav/svakt konkav bunnflate og konveks toppflate.

Type	Gjenstand nr.	Hull	Diameter, gjennomsnitt (mm)	Vekt (g)
Gruppe 1: Ujevnt formet kule/åttetall	BRM 1/56/193/1	Påbegynt	44,5	48
	BRM 1/58/179/1		34,5	29
	BRM 1/75/5522/1		25	10
Gruppe 2: Type G	BRM 1/57/373/1		51	52
	BRM 1/57/461/1		46,5	65
	BRM 1/58/248/1		78,5	219
	BRM 1/5581/1		51,5	58
	BRM 1/6377/1		43	38
	BRM 1/56/75/1	Påbegynt	35	10
	BRM 1/57/279/1		53	59
	BRM 1/6470/1		39	25
Gruppe 3: Type H	BRM 1/57/87/1		49	23
	BRM 1/57/214/1		39	18
	BRM 1/57/361/1		53,5	42
	BRM 1/2419/1		28	4
	BRM 1/2565/1		41,5	15
	BRM 1/5222/2		39	8

Tabell 6: Emnenes type, hull, diameter (millimeter) samt vekt (gram). Der gjenstanden er fragmentert er vekten estimert. KEE 2022.

2.3.2 Kleberstein

BRM 1/83/5943/1 (figur 37) er klassifisert som mulig emne til spinnehjul. Objektet har fasetter som vitner om at det har blitt formet av et gjenbrukt A-kar. Resi (1979, s. 79, figur 76) har omtalt en lignende gjenstand fra Hedeby som spillebrikker eller tyngder. Vekten på 68 gram ligger litt over vekten på spinnehjul, men en eventuell boring av hull ville fjernet noen gram og kanskje gjort det til et brukbart spinnehjul. BRM 0/53056 (figur 36) fra Bryggen i Bergen ligner i formen, men har et påbegynt hull som gjør det tydelig at objektet er et emne til et spinnehjul. Det er dog ikke like tydelig at BRM 0/53056 er laget av et gjenbrukt kleberkar.



Figur 36: BRM 0/53056 fra Bryggen i Bergen. Foto: KEE 2021.



Figur 37: BRM 1/83/5943/1. Foto: KEE 2021.

2.4 Kjemisk analyse

Instrumentet som ble brukt er en Bruker Tracer III-SD kalibrert for utforskning snarere enn kvantitative målinger med sink, mangan og silisium. Instrumentet ble styrt med programmet S1PXRF og rådataen ble analysert og eksportert med Brukers program ARTAX. Protokollen for målingene er utarbeidet på bakgrunn av artikler av Burg *et al.* (2021), Forster *et al.* (2011), Hansen *et al.* (2017b), Hunt og Speakman (2015), Holmqvist (2016), LeMoine og Halperin (2021) og Newlander *et al.* (2015) samt brukermanualen til instrumentet.

Spinnehjulene som ble analysert er i råmateriale som ser homogent ut for det blotte øye, men magring i keramikken og mineralkorn i steinen er en mulig feilkilde i målingene.

Holmqvist (2016, s. 4) foreslo tre målinger for homogent materiale, mens Forster *et al.* (2011, s. 19) brukte fem målinger på finkornet materiale. Fem målinger på rødleire fra Ohio ga målinger med under 5% standardavvik for grunnstoffene Si, Ti, Fe, Rb, Sr, Y, Zr og Nb (Forster *et al.*, 2011, s. 18). Burg *et al.* (2021, s. 343) har sammenlignet gjennomsnittet av fem målinger tatt med en pXRF-maskin på en solid stein med konvensjonell XRF av den samme steinen etter pulverisering, og kom gjennom dette frem til at fem målinger tatt med pXRF er sammenlignbare med konvensjonell XRF. For å minimere sjansen for feilpåvirkning er det derfor tatt prøver på fem forskjellige steder på hvert spinnehjul i denne studien.

Analysetiden (*count time*) var 60 sekunder per måling, basert på Newlander *et al.* (2015, s. 537) sin empiriske studie om analysetidens innvirkning på nøyaktigheten av pXRF-målinger. Studier som ble publisert før Newlander *et al.* sin artikkel brukte gjerne en analysetid på over 180 sekunder (Goren *et al.*, 2011, s. 17; Forster *et al.*, 2011, s. 14; Hunt og Speakman, 2015, s. 637), mens nyere studier har en kortere analysetid (Adams *et al.*, 2020, s. 373; Burg *et al.*, 2021, s. 343; Jones *et al.*, 2018, s. 510; LeMoine og Halperin, 2021, s. 5).

Målingene ble der det var mulig tatt på områder med lite eller ingen patina på flater som var flate eller konvekse, da slike flater gir minst mulig forvrengning av de analytiske resultatene (Forster *et al.*, 2011, s. 16-17). Fordi noen av spinnehjulene var av skjørt materiale ble målevinduet rengjort med pensel mellom hver gjenstand for å unngå forurensninger.

De to råmaterialene som ble undersøkt, stein og keramikk, ble analysert med forskjellige filter og innstillinger på pXRF-instrumentet. Steinen ble analysert med metode KEE2 og keramikken med metode KEE 3 (Tabell 7 Tabell 7: Protokoll for pXRF-analyse av gjenstander i stein og keramikk.). Metoden KEE2 ble utarbeidet på bakgrunn av grunnstoffene som skulle danne tolkningen med PCA, valgt fra Hansen *et al.* (2017b, s. 251 og 257), samt brukermanualen til instrumentet som omhandler hvilke filter og innstillinger som passer best for analyse av bestemte grunnstoff.

Metode	KEE2 (stein)	KEE3 (keramikk)
Filter	Ingen	0.006" Cu, .001" Ti, .012 Al filter (grønt filter)
Spenning (kV)	15 kV	40 kV
Strømstyrke	Høyest tilgjengelig	Høyest tilgjengelig
Vakuum	Uten vakuum	Uten vakuum
Grunnstoff til PCA	Al, Mg, Co, Ni, Cr, Fe og Zn	Rb, Sr, Zr, Nb, Fe, Th og Y

Tabell 7: Protokoll for pXRF-analyse av gjenstander i stein og keramikk. KEE 2022.

Metoden KEE3 er basert på metodene brukt av Forster *et al.* (2011, s. 14) og Jones *et al.* (2018, s. 510). Hvilke grunnstoffer som kan måles på en god måte med pXRF-analyse av arkeologiske artefakter i keramikk er omdiskutert, fordi den målte konsentrasjonen ikke alltid stemmer godt overens med den faktiske konsentrasjonen i råmaterialet. Fordi forskjellige filtre og innstillinger på instrumentet gir bedre analysere av forskjellige grunnstoff, blant annet basert på grunnstoffets eksitasjonsenergier, ble protokollen tilpasset analyse av de grunnstoffene som kan måles mest nøyaktig med pXRF samt de grunnstoffene som egnet seg best til å skille mellom grupper i en PCA-analyse.

Analysen av grunnstoff som er lettere enn jern (atomnummer 26) blir i større grad enn tyngre grunnstoff påvirket av ujevnheter i overflateteksturen til prøven (Forster *et al.*, 2011, s. 390-397). Grunnstoffene rubidium, strontium, zirkonium og barium er lite påvirket av overflateteksturen til prøven og er derfor godt egnet til analyse med pXRF (Holmqvist, 2016, s. 3). Konsentrasjonen av noen grunnstoff endrer seg over tid, da de blir påvirket av tafonomiske prosesser (Holmqvist, 2016, s. 6). Blant disse er natrium, fosfor, vanadium, krom, nikkel og barium (Holmqvist, 2016, s. 6), som derfor ikke har blitt valgt ut til analyse.

Hunt og Speakman (2015) gir en oversikt over tidligere forskning på fordelene og begrensningene med å bruke pXRF som en ikke-destruktiv metode innen arkeologien og konkluderer med at aluminium, kalium, kalsium, titan, mangan, jern, rubidium, strontium, zirkonium og thorium er gode grunnstoffer å bruke, men at thorium, niob, strontium og rubidium er best på å skille grupper fra hverandre i proveniensstudier. Forster *et al.* (2011) publiserte sin artikkel før oversikten til Hunt og Speakman ble publisert, og deres valg av grunnstoffer er begrenset til jern, thorium, rubidium, strontium, yttrium og niob. Forster *et al.* gir også en protokoll med filter og energiinstillinger på et instrument som ligner instrumentet brukt i min studie. Alle disse grunnstoffene faller innenfor området som analyseres best med metoden KEE3 i Tabell 7.

Målingene ble foretatt uten vakuum grunnet feil på instrumentet, selv om metode KEE2 optimalt sett burde bli gjennomført med vakuum. Uten vakuum påvirkes responsen av instrumentet av grunnstoffene i atmosfæren, noe som gjør de målte grunnstofflinjene noe unøyaktige.

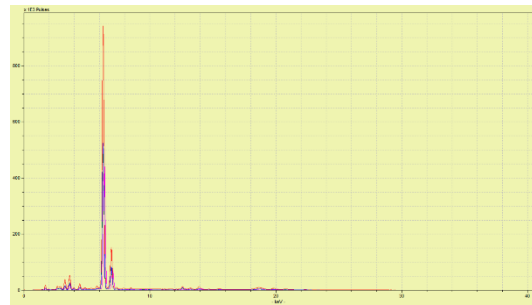
2.4.1 PCA – prinsipiellkomponentanalyse

Informasjonen fra pXRF ble tilgjengelig både som graf (figur 39) i form av tabeller (figur 38).

Figurene viser resultat fra målinger av spinnehjulet BRM1/57/276/1. Det er svært store mengder data som skapes av pXRF-analysen, og de behandles gjennom prinsipiellkomponentanalyse (PCA). Metoden brukes for å visualisere dataene fra pXRF i punktplott med to akser. Datagrunnlaget pXRF har en rad med informasjon per grunnstoff i råmaterialet som er analysert. Hver av disse radene kan sees på som en akse i et punktplott.

Det hadde vært lett å lage et punktplott basert på konsentrasjonen av bare to grunnstoff, som da

hadde blitt X og Y akser i plottet. Når flere grunnstoffkonsentrasjoner skal analyseres samtidig brukes PCA for å kombinere og vekte grunnstoffene til to prinsipielle komponenter. Analysen ble gjennomført med programmeringsspråket Python. Koden ble meget sjenerøst skrevet for meg av Magnus Rentsch Ersdal, Stipendiat ved Institutt for fysikk og teknologi på UiB, basert på Galarnyk (2017). Resultatet av en PCA ble et punktplott, lignende figur 40, hvor de forskjellige fargene og formene representerer flere målinger fra samme spinnehjul. Senere ble det regnet ut et gjennomsnitt for alle målingene fra hvert objekt for å gjøre tabellene lettere å tolke, slik at hvert symbol bare opptrådte en gang i plottet og representerte gjennomsnittet av målingene fra en gjenstand.



Figur 39: Grafisk fremstilling av resultat fra pXRF. KEE 2022.

Element	Line	Energy/ keV	Cycl.	Net	Backgt.	Sigma	Chi	Conc.	SigmaC	LLD
Na	K12	1,04	0	4695	5413	125	363,47	0	0	0
Mg	K12	1,254	0	554	7261	123	6,83	0	0	0
Al	K12	1,486	0	4989	9534	155	153,97	0	0	0
Si	K12	1,74	0	38543	10808	245	1803,79	0	0	0
S	K12	2,309	0	1400	13599	169	32,61	0	0	0
Cl	K12	2,622	0	19661	19723	243	34,26	0	0	0
K	K12	3,314	0	10332	25738	249	3513,21	0	0	0
Ca	K12	3,692	0	40744	26603	307	1320,81	0	0	0
Ti	K12	4,512	0	580	29055	242	610,56	0	0	0
V	K12	4,953	0	13884	37324	298	590,43	0	0	0
Cr	K12	5,415	0	7439	42375	304	91,14	0	0	0
Mn	K12	5,9	0	47527	61733	414	5898,77	0	0	0
Fe	K12	6,405	0	441219	76250	2137	218877	0	0	0

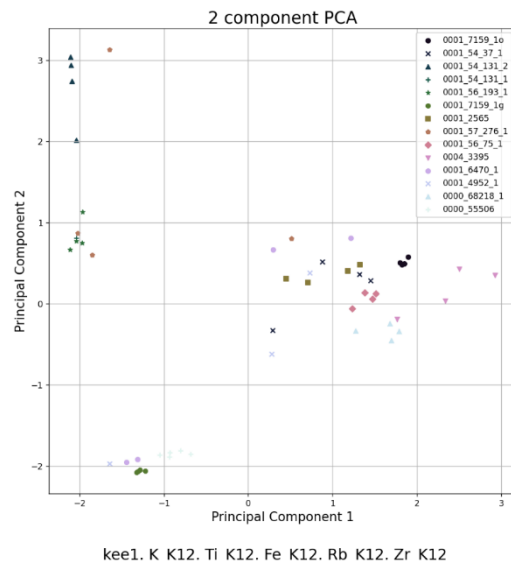
Figur 38: Uttdrag av tabellfremstillingen av resultat fra pXRF. KEE 2022.

PCA kan gjøres med utgangspunkt i data på så mange eller få grunnstoff som ønskelig, og utvalget av grunnstoffer spiller en stor rolle i hvor nøyaktig analysen blir. Grunnstoffene som inngår i PCA-analysen av keramikken er Rb, Sr, Zr, Nb, Fe, Th og Y (Forster *et al.*, 2011, s. 14; Goren *et al.*, 2011, s. 688; Holmqvist, 2016, s. 8-10; Hunt og Speakman, 2015, s. 637; Speakman *et al.*, 2011, s. 3494). Grunnstoffene Rb, Sr og Zr skal være mindre følsomme for kjemisk erosjon (Williams-Thorpe *et al.*, 1999, s. 225), disse er også blant grunnstoffene som er tyngre enn jern (Fe), hvis røntgenfluoriserende spektrum er mindre påvirket av ujevne overflater (Forster *et al.*, 2011, s. 390-397). Th, Nb, Sr og Rb skal være godt egnet til å skille mellom grupperinger i materialet (Speakman *et al.*, 2011, s. 3494-3495). Jern (Fe) blir også tatt med i analysen basert på hva tidligere forskere har gjort (Forster *et al.*, 2011, s. 15; Holmqvist, 2016). Na, P, V, Cr, Co, Ni og Ba ble ekskludert fordi disse er vanskelige å kvantifisere nøyaktig med pXRF (Hunt og Speakman, 2015, s. 637), mens S, Cl, P og Ba ble ekskludert fordi de er følsomme for endringer som har skjedd i den kjemiske sammensetningen etter deponering (Holmqvist, 2016, s. 6).

2.4.2 Resultat

2.4.2.1 PCA spinnehjul i stein

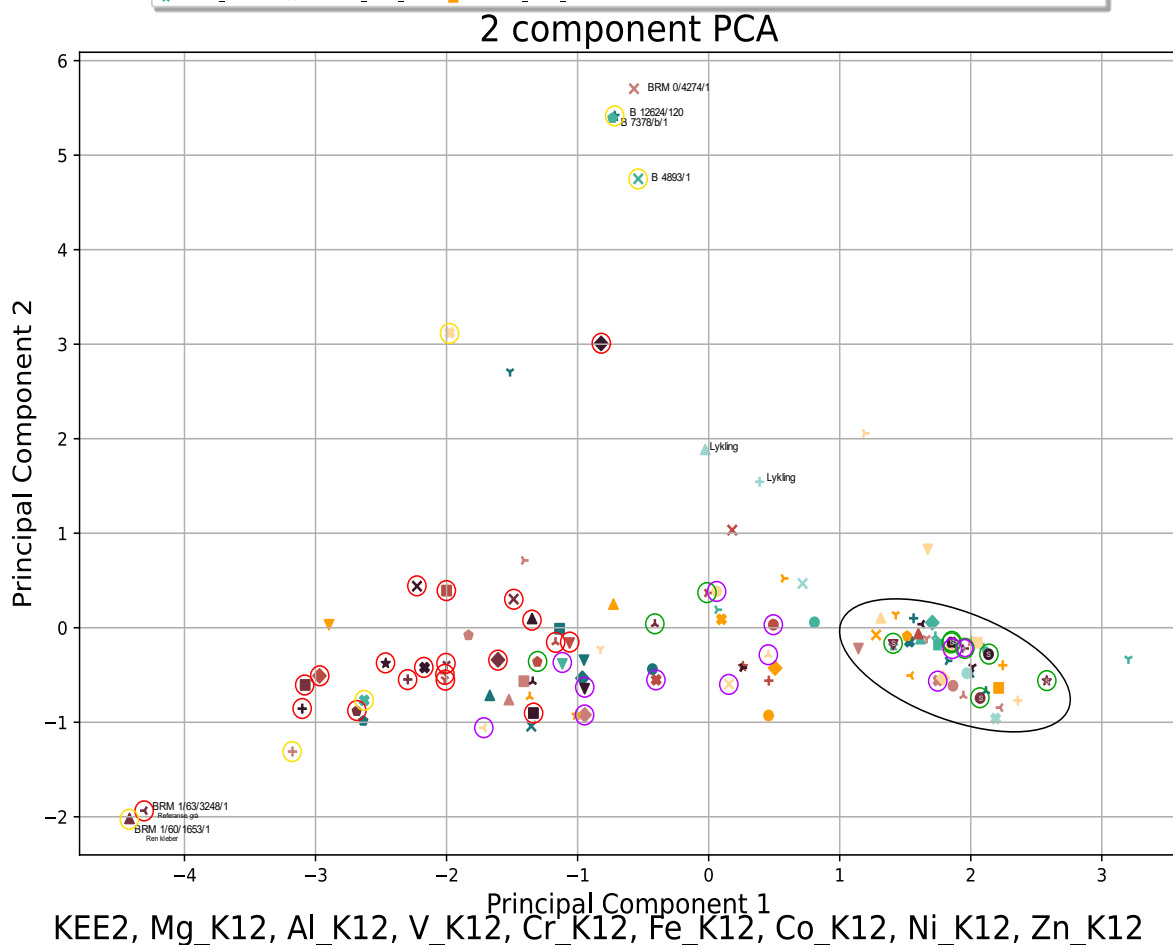
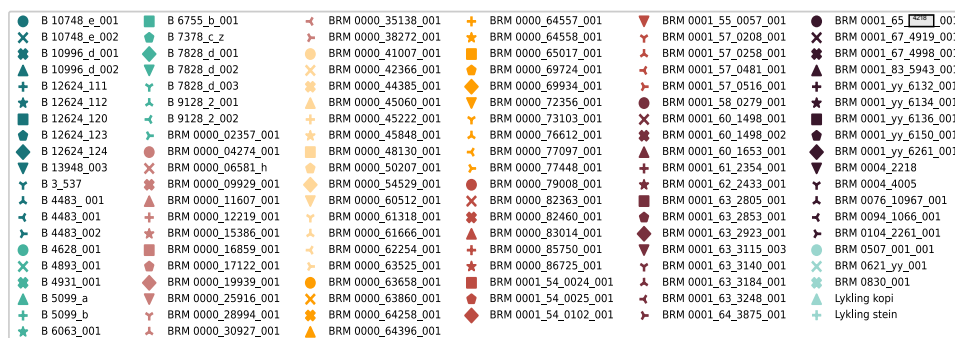
Med de grunnstoffene brukt i analysen ('Al', 'Mg', 'Co', 'Ni', 'Cr', 'Fe', 'Zn', 'V') ble *variation ratio* 0,62, som viser at punktene verken er helt jevnt spredd eller samlet i ett punkt, men heller noe der imellom, som er positivt fordi det viser at målingene ikke er hverken helt like eller helt tilfeldige. I plottet (figur 41) ble så ulike grupper mulig å markere for å tolke dataene. Grønn farge er spinnehjul fra Borgund som er definert som serpentinit gjennom mesoskopisk analyse av meg samt muntlig kommunikasjon med geolog Øystein Jansen. Gul farge er spinnehjul som ser ut til å være laget i en talkholdig kleberstein, materialet her lignet veldig ved meso- og makroskopisk analyse, men ikke med geokjemisk analyse. Ringene med rød farge markerer referansemateriale fra Borgund, som ved visuell analyse ser ut til å



Figur 40: Prinsipiellkomponentanalyse av et mindre utvalg spinnehjul i lavbrent keramikk. KEE 2022.

være kleberstein som ikke inneholder serpentinit. Lilla farge er gitt til spinnehjul som visuelt ser ut som serpentinit av type A med jevn form som ligner veldig i form, men varierer i størrelse. Felles for den lilla gruppen er at bunnflaten sjeldent er helt flat. Disse spinnehjulene er så like at jeg vurderte å tolke dem som tvillingprodukter, men det ser ut til at råmaterialet i dem er nokså forskjellig fra et geokjemisk standpunkt.

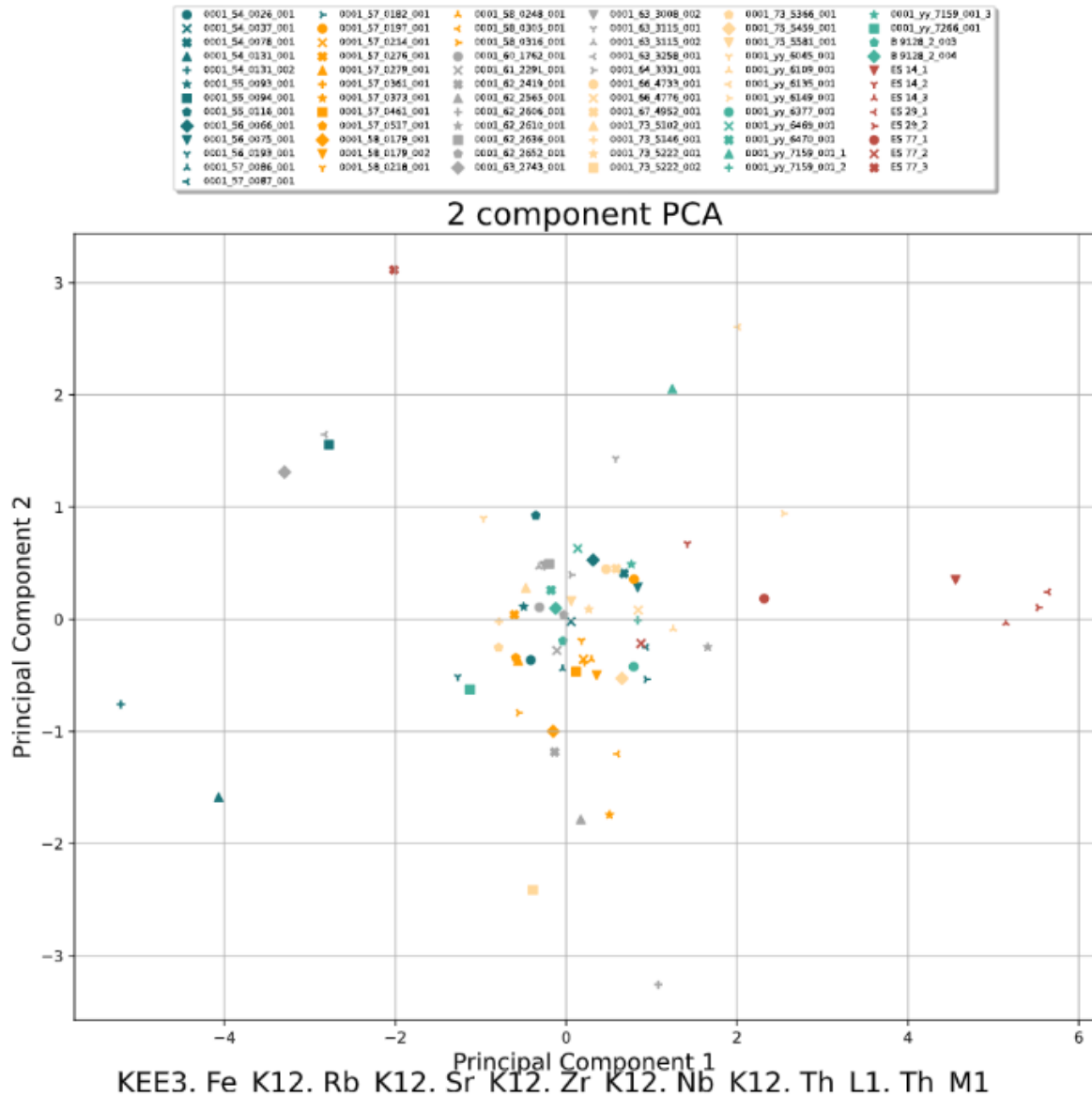
Den sorte ovalen markerer en viktig gruppe. Alle gjenstandene med denne geokjemiske sammensetningen er i serpentinit, ikke kleberstein. Ikke alle spinnehjulene i serpentinit



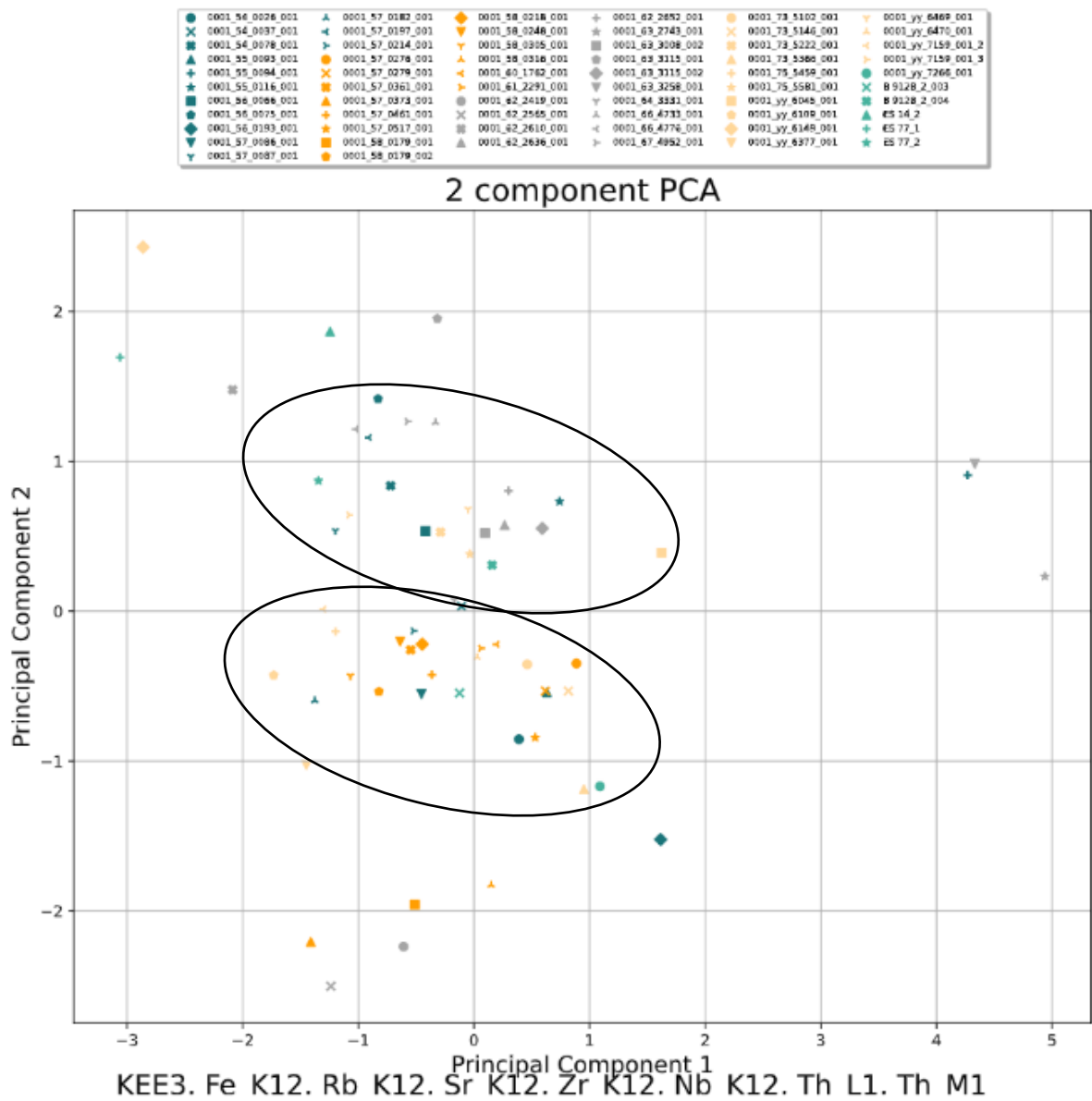
Figur 41: Principal component analyse av spinnehjul i kleberstein. Spinnehjulene i serpentinit fra samme brudd er satt ring rundt. KEE 2022.

som er analysert faller innenfor denne gruppen. Gruppen er så geokjemisk og visuelt lik at jeg antar at råmaterialet i dem stammer fra samme steinbrudd.

2.4.2.2 PCA keramikk



Figur 42: PCA av gjenstander i keramikk fra Borgund, samt referansemateriale med utenlandsk opprinnelse. KEE 2021.



Figur 43: Samme analyse som i figur 42, men uten uteliggerne for å få et mer detaljert bilde av mulige grupperinger. KEE 2021.

Gjenstandene i lavbrent leire blir i PCA-plottene over er sammenlignet med hverandre og med et referansemateriale i utenlandsk keramikk fra studiesamlingen ved UiB. Referansematerialet er synlig i plottene fordi de har navn som begynner på ES. Gjenstandene i keramikk funnet i Borgund skiller seg fra de fleste, men ikke alle av referansene. Figur 42 og figur 43 viser PCA-plott basert på samme analyse, men punktene som la utenfor PC1 -4-4 og PC2 -2-2 i figur 42 er svartelistet, det vil si fjernet fra analysen, i figur 43 for å få en mer finmasket analyse av objektene i klyngen på midten av plottet. Da oppstod det to mulige grupper markert med ovaler. Jeg er skeptisk til å si noe om dette kan være to leirekilder, import eller tilfeldighet bare basert på plottet, så dette er i kapittel 6 sett sammen med andre aspekter ved gjenstandene og råmaterialet i dem for å tolkes videre.

3 Diskusjon av klassifikasjonskriterier

3.1 Form, vekt og funksjon

Det er omdiskutert hvorvidt spinnehjulets vekt og form har innvirkning på spinnehjulets funksjon. Denne sammenhengen er viktig å klarere dersom jeg skal dra slutninger fra målinger av vekt til hva slags tråd som ble produsert med spinnehjulene.

Øye (1988, s. 54-55) og Molaug (1990, s. 94) støtter seg på Linder (1967, s. 54-56) som mener at det er spinnehjulet snarere enn spinneren som påvirker tykkelsen på tråden. En rapport fra eksperimenter gjort ved Center for Tekstilforskning ved Københavns Universitet som også fastslår at spinnehjulets vekt snarere enn spinnerens teknikk som påvirker trådkvaliteten (Mårtensson *et al.*, 2005-2006, s. 17).

Høigård Hofseth (1985, s. 42) har fått hjelp av en tekstilarbeider til å uttale seg om hvorvidt spinnehjulets vekt har innvirkning på tråden som blir produsert. De kommer frem til at det ikke er vekten alene som utgjør en forskjell, og at den som spinner har kontroll over tykkelsen på tråden. Spinnehjul mellom 20 og 29 gram kan brukes til å spinne sytråd, men ikke tykkere tråder, som bare kan spinnes med spinnehjul over 30 gram. Videre påpekes det at spinnehjul under ti gram ikke kan brukes til å spinne tråd med. Andre eksperimenter har vist at spinnehjul som veier fire og åtte gram fint kan brukes til å produsere tråd til veving på oppstadvev (Mårtensson *et al.*, 2005-2006, s. 17; 2006, s. 11).

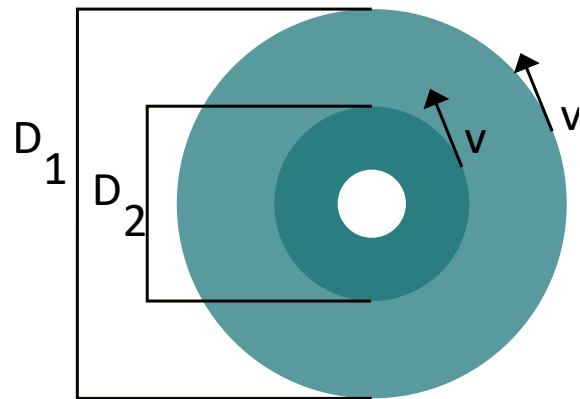
Grömer (2005) har selv gjort eksperimenter rundt spinnehjulets vekt mot trådkvalitet. Hun kommer frem til at tyngre spinnehjul passer bedre til å spinne tykke tråder, men at de også kan brukes til å spinne tynn tråd hvis håndteinen spinner på bakken og ikke henger fritt fra tråden. Lette spinnehjul under 20 gram kan ikke brukes til å lage tykke tråder da de oppnår for lite spinn med den lave vekten. Samtidig som dette er tilfelle påpeker Grömer (2005, s. 111) at et spinnehjul på 40 gram kan produsere nesten alle relevante trådykkelser. Videre konkluderer hun (2005, s. 114) med at også diameteren på spinnehjulet har en innvirkning på tråden. Fordi tynnere garn trenger flere rotasjoner per meter enn tykt garn er det mer effektivt med et spinnehjul med stor diameter.

Spinnehjulets diameter har stor innvirkning på hvor fort det skaper tvist i tråden.

Spinnehjulets fart kan her bety to ting, enten hvor fort et ytterpunkt av sirkelen beveger seg (V), eller omdreiningshastighet, som enkelt forklart er mengden rotasjoner (der en rotasjon er 360°) per tidsenhet. Farten langs ytterpunktene kommer av at spinneren 'dytter' spinnehjulet med fingrene.

Omdreiningshastigheten bestemmes så av diameteren på spinnehjulet. Hvis en spinner setter i gang to spinnehjul med diameter D_1 og D_2 så rask spinneren makter, vil farten (V) være like stor, men omdreiningshastigheten vil være veldig forskjellig. Hvis det største spinnehjulet (D_1) er dobbelt så stort som det minste (D_2) er omdreiningshastigheten til det største halvparten så stor som omdreiningshastigheten til det minste. Enkelt forklart betyr det at mindre spinnehjul har flere rotasjoner per sekund enn et større spinnehjul. Tynn tråd trenger flere rotasjoner per lengdeenhet enn tykk tråd med tilsvarende tvistvinkel (hvor hart tråden er spunnet) og det er derfor fordelaktig med et smalt spinnehjul (Grömer, 2005, s. 114). Tvisten i tråden utfører også kraft på spinnehjulet, da tråden har lyst til å rette seg ut, noe som fører til at håndteinen begynner å spinne feil vei om det får henge fritt. Det er det samme prinsippet som barn bruker når de snurrer på husker. Da kommer treghet inn i bildet. Et spinnehjul med høy vekt har høy treghet, det vil si at det trengs mye energi for å flytte på det (Newtons første lov). Effekten av den høye tregheten er at spinnehjulet fortsetter lenge å spinne etter at spinneren har gitt det fart. Den høye vekten gjør også at spinnehjulet kan stå imot kraften fra tvisten i tråden lengre enn om spinnehjulet hadde vært lettere. Effekten av det er at et lett spinnehjul må settes fart på oftere enn et tungt spinnehjul.

Fra avsnittet over ser vi at et spinnehjul som er smalt, men tungt er effektivt om målet er å produsere en sterk, tynn tråd med mye tvist. Mye tvist gir tråden styrke fordi det holder fibre i tråden tettere sammen. Slik tråd er brukbar til søm og som renning i vev, men det er ikke slik at alle tråder skal være like og brukes til det samme. Et eksempel fra middelalderens Island er at stoff ble vevd med hardt spunnet tråd i renningen og mykere litt tykkere tråd i innslaget (Smith, 2015, s. 33). Disse forskjellige trådene kan, som Grömer og



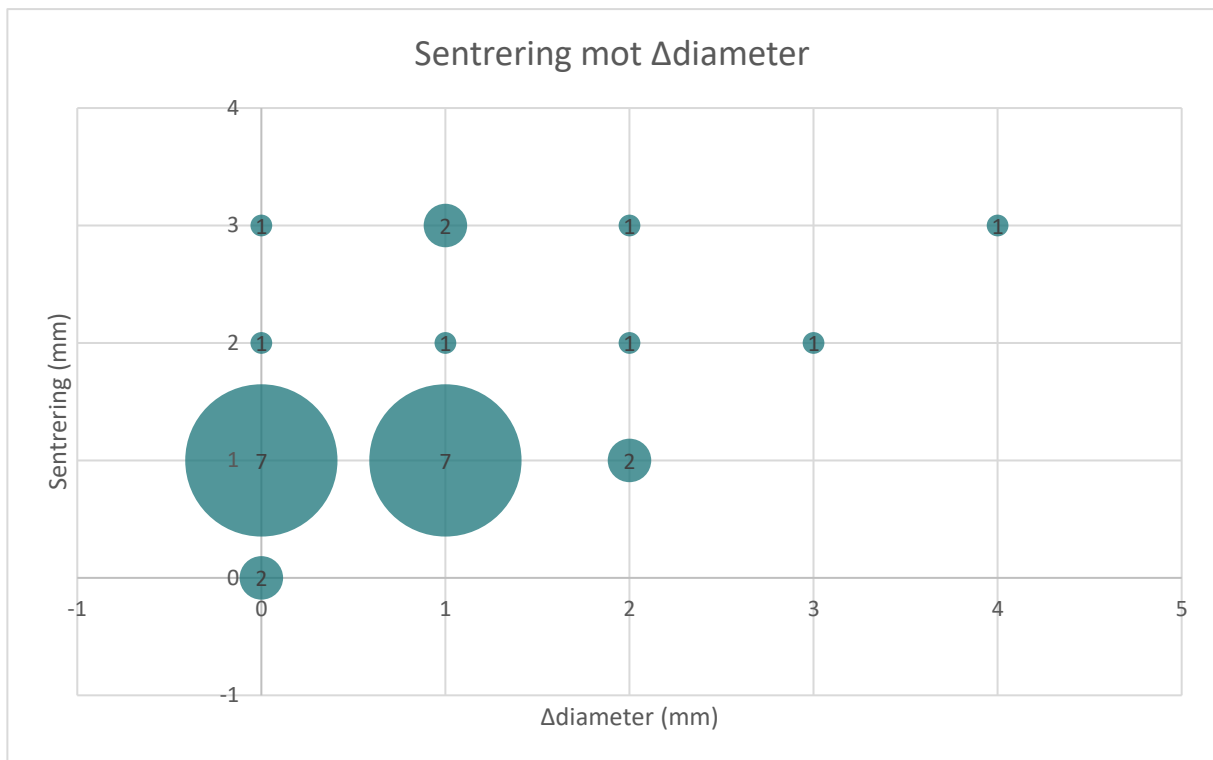
Figur 44: Fart (V) og diameter (D) til spinnehjul med ulik diameter. KEE: 2022.

Høigård Hofseth påpeker, i moderne eksperimenter lages av ett spinnehjul, men det er ikke dermed gitt at dette var tilfellet i forhistorien. Nicholson (2015, s. 33-34) kommer i sitt eksperiment frem til at et spinnehjul kan brukes til å lage mange forskjellige tykkelse tråd, men at hvert spinnehjul er mest effektivt på en spesifikk type tråd, og at det er tre ganger mer effektivt å spinne en optimal tråd enn en tråd som presser grensene for hva som er mulig å få til med spinnehjulet. Middelalderens spinnere kan derfor ha valgt spinnehjulene sine basert på personlig preferanse samt typen tråd som de ville produsere. Fordi kombinasjonen av spinnerenes teknikk samt valg av spinnehjul påvirker tråden har jeg valgt å ta med mål av vekt og diameter i denne avhandlingen, men tolkninger om hvilke produkter som kan produseres med spinnehjulene må gjøres med dette i bakhånd og vitende om at små forskjeller i vekt og diameter ikke påvirker tråden i stor grad. Samtidig viser Andersson (1999, s. 24-25) sitt eksperiment at vektforskjeller på 5-10 gram utgjør en forskjell på trådkvaliteten og hvor mange tråder per cm et tekstil vevd med denne tråden får, derfor er det relevant å plassere spinnehjul i vektkategorier a fem gram.

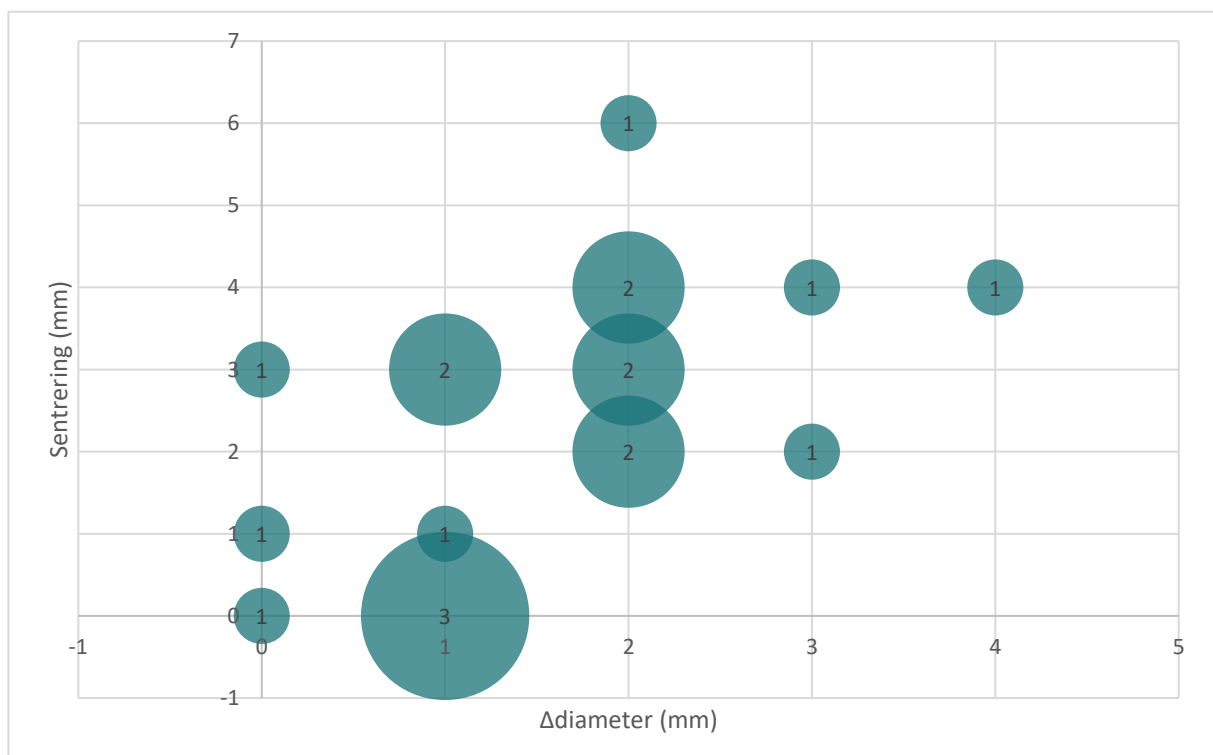
Høyden på spinnehjulet på virker forholdet mellom diameter og vekt (Øye, 2011, s. 350). Et spinnehjul som er 40 mm bredt og 20 mm høyt vil være tyngre enn et spinnehjul i samme materiale på 40x10 mm i de aller fleste tilfeller. Slik sier målet om høyde noe om hvor tungt spinnehjulet er i forhold til diameteren, men et forholdstall mellom diameter og vekt er kanskje mer nyttig for klassifiseringen.

Hullets tverrsnitt, størrelse og spesielt sentrering i spinnehjulet er sterkt knyttet til hvor lett spinnehjulet er å bruke (Crewe, 1998, s. 9; Gleba, 2008, s. 107-108; Øye, 1988, s. 42). Det gjør målene tatt av hullene svært relevante i vurderingen av kvaliteten på det enkelte spinnehjulet, derfor er disse målene tatt med og brukt videre i drøftingen av den håndverksmessige kvaliteten til spinnehjulene og dermed også ferdighetene til produsentene som har laget dem.

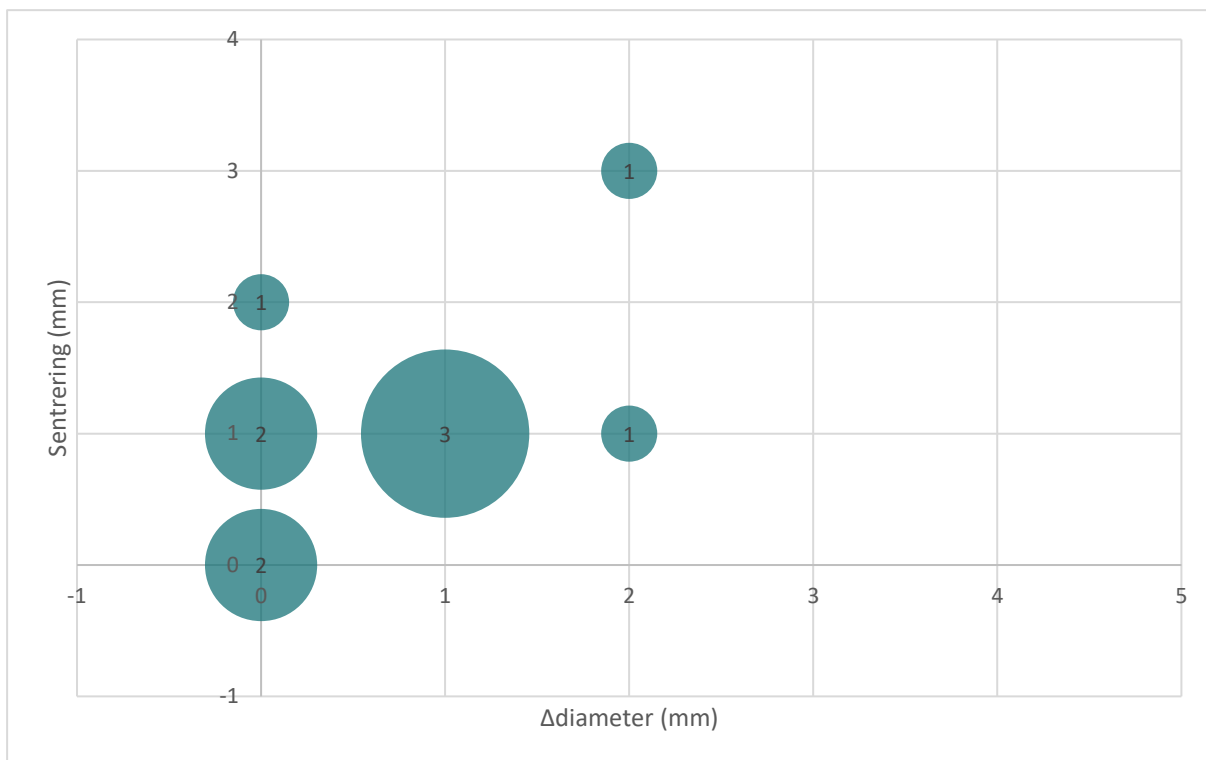
3.2 Formjevnhet



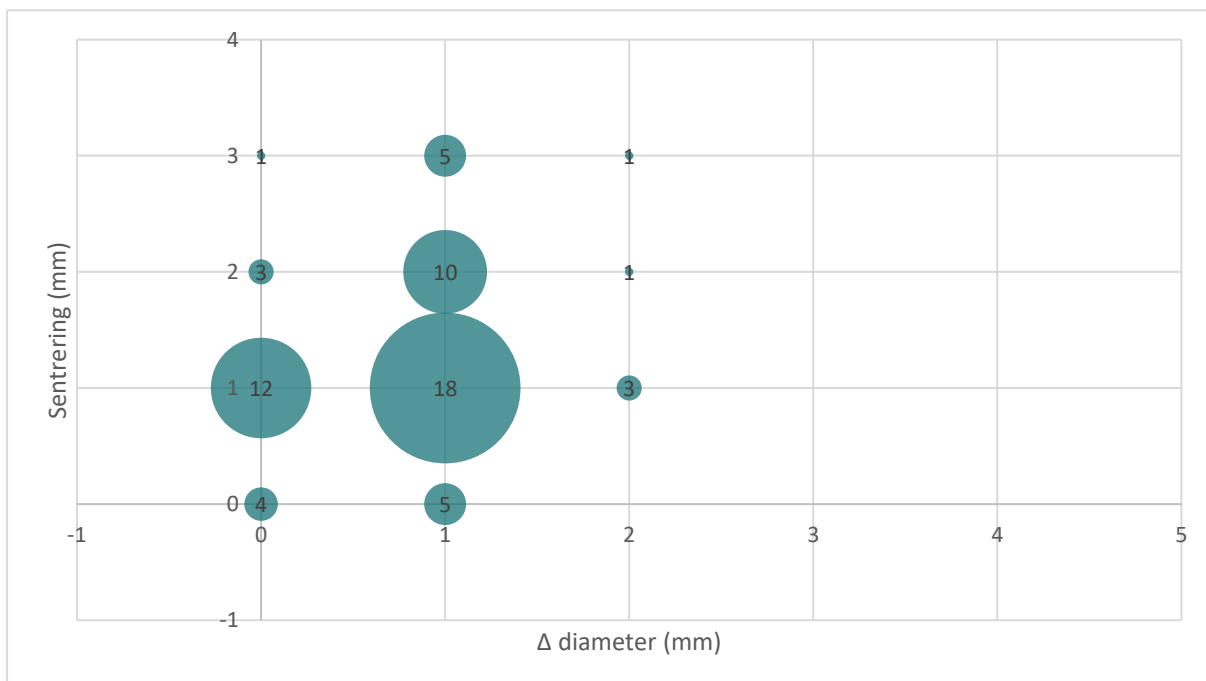
Figur 45: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i stein fra Borgund. KEE 2022.



Figur 46: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk fra Borgund. KEE 2022.



Figur 48: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinit fra Borgund. KEE 2022.



Figur 47: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinit Bergen og landsbygda på Vestlandet. KEE 2022.

Formålet med disse grafene er å vise hvor jevne spinnehjulene er i form. Spinnehjulenes største og minste diameter (Δ diameter) ble målt for å beskrive hvor sirkelrunde spinnehjulene er. Sentreringen er et mål på hvor midtstilt hullet er i spinnehjulet, da midtstillingen er viktig for å gi en jevn spinn på håndteinen (Crewe, 1998, s. 9; Øye, 1988, s. 42). Sentreringen ble målt med å måle avstanden fra ytterkanten av spinnehjulet til ytterkanten av hullet. Målet ble tatt på flere punkter rundt spinnehjulet, før det minste målet ble trukket fra det første. Jeg valgte å ta målet slik fremfor å estimere hvor midtpunktet av spinnehjulshullet var og måle derfra til alle ytterkanter, da estimeringen av midtpunktet var vanskelig å gjøre nøyaktig, samt at jeg da ikke var garantert å måle fra samme punkt hver gang. Jeg antok da at selve hullet var sirkelrundt eller tilnærmet sirkelrundt med under 1 mm forskjell på største og minste diameter i den horisontale flaten.

Figurene over viser at spinnehjulene i stein i 59% av tilfellene er helt eller nesten helt sirkelrunde med under 1 mm differanse mellom største og minste diameter. Spinnehjulene i serpentinit har litt bedre sentrering enn spinnehjulene i andre steintyper, der to av ti har 0 mm i forskjell mellom største og minste diameter og syv av ti har en Δ diameter på opp til 1mm. Spinnehjulene i lavbrent keramikk derimot er mindre regulære i form og har dårligere sentrering enn spinnehjulene i stein.

4 Kvalitet og profesjonalisme

I dette kapittelet skal jeg klargjøre hva som menes med kvalitet, hvilke kriterier som bestemmer god kvalitet og tydeliggjøre problematikken med å knytte høy kvalitet ved profesjonell produksjon og lav kvalitet med husholdsproduksjon.

Som Hagen (1994, s. 14) så veluttalt påpeker har vi i dag assosiasjoner knyttet til kvalitet og profesjonalisme. Hun påpeker forskjellen mellom amatør og profesjonell, der amatøren ikke har noen formell utdanning mens den profesjonelle har utdanning i faget og livnærer seg helt eller delvis av produksjonen. At noe er utført av en amatør, en ikke-profesjonell, blir assosiert med dårlig kvalitet, mens produkt laget av en profesjonell assosieres med høy kvalitet. Disse assosiasjonene er et forenklet og forvirrende syn på den virkelige situasjonen (Hagen, 1994, s. 14).

Profesjonalisme i produksjon av vevde tekstiler har blitt nevnt av Martha Hoffmann (1964) som antyder at høy kvalitet kan knyttes til profesjonelle vevere, mens mindre kompliserte tekstiler «enkelte kan ha vært produsert i hjemmet» (Hoffmann, 1964, s. 184, 229 og 256-257). I samme avsnitt knytter hun også høy kvalitet med import. Importerte varer må nødvendigvis være produsert for salg, altså av profesjonelle. Enhetlig eller standardisert kvalitet i kombinasjon med stor kvantitet av et produkt har blitt også knyttet til profesjonell produksjon (Hoffmann, 1964, s. 248). Men som Hagen (1994, s. 15) påpeker: Hva skiller høy og lav kvalitet? Hvordan er kvaliteten knyttet til profesjonalisme? Hvilke kvaliteter er knyttet til profesjonelt produserte produkter?

Først må det avklares hva et godt spinnehjul er. Den grunnleggende funksjonen til spinnehjulet er å være en tyngde til håndteinen, den ekstra massen som spinnehjulet tilfører holder på rotasjonen som spinneren setter i gang. Det er også ønskelig at vekten skal være jevnt distribuert på alle sider av hullet så håndteinen ikke vingler (Øye, 1988, s. 42). Utover dette er det få krav til hva et spinnehjul skal være, i prinsippet kan en hvilken som helst vekt plassert på en noenlunde rett pinne spinne en tråd (nød lærer naken kvinne å spinne og alt det der). En god håndtein er noe annet, som et verktøy er dens verdi basert på hvor effektiv, velegnet og behagelig den er å bruke. Teinen, oftest laget av tre, har en liten innvirkning på hvor mye tvist den ferdige tråden får (Nicholson, 2015, s. 43). At teinen var rett var nok også viktig for å unngå at håndteinen vinglet under spinningen. Vi vet at teinene fra Bryggen i

Bergen ble dreide, da sannsynligvis for å gjøre dem rette (Øye, 1988, s. 35). Når det kommer til spinnehjulet vet vi at vekten bør være jevnt fordelt rundt hullet i midten, men det betyr ikke at formen må være en sirkel (Nicholson, 2015, s. 36-37). Fra eksperimenter vet vi at spinnehjul i forskjellig vekt er egnet til å spinne forskjellige typer tråd (Andersson, 1999, s. 24-25; Grömer, 2005, s. 113; Høigård Hofseth, 1985, s. 42; Nicholson, 2015, s. 33-34; Øye, 2011, s. 338). Vekten er altså viktig for kvaliteten til spinnehjulet, men det betyr ikke at en spesifikk vekt er kvalitetsmessig bedre enn en annen, det kommer helt an på hvilken tråd som skal spinnes. Eksperimenter har vist at tverrsnittet til hullet i spinnehjulet har sammenheng med funksjonen: spinnehjul med svakt skrått hull med en forskjell i diameter på 1-3 mm er best egnet for å kile fast på teinen mens hull med konkavt eller timeglassformet tverrsnitt gjør at spinnehjulet sitter dårlig på teinen (Crewe, 1998, s. 12). Crewe påpeker også at hullets størrelse må være proporsjonalt med spinnehjulets diameter.

Da står vi igjen med to kriterier for å bedømme hvor godt et spinnehjul er: hvor jevnt fordelt vekten er rundt hullet og hvor godt plassert hullet i midten er plassert. Fordi alle spinnehjulene i denne studien er sirkelrunde eller tilnærmet sirkelrunde har jeg målt forskjellen på største og minste diameter som et mål for fordeling av vekt. Vekten blir også påvirket av hvor tykt spinnehjulet er på alle sidene og variasjoner i tettheten til materialet, men innenfor rammene for dette prosjektet fant jeg ingen god måte å måle dette på. Sentreringen av hullet har jeg undersøkt med å måle avstanden fra hullets ytterkant til spinnehjulets ytterkant på den flateste siden av spinnehjulet. Håpet var å få et mål som er mer nøyaktig enn å estimere et midtpunkt i hullet for så å måle avstanden fra dette tenkte punktet til ytterkanten av spinnehjulet.

Figur 45 viser at de spinnehjulene hvor hullet er godt plassert i sentrum av hjulet stort sett har en jevn og rund form. Det motsatte er ikke tilfellet; spinnehjul som er sirkelrunde (med lite avvik mellom største og minste diameter) kan ha enten god eller dårlig sentrering. Dette stemmer godt overens med mine observasjoner om at å lage et sentrert og loddrett hull var en av de vanskeligste stegene i produksjonsprosessen (Edland, 2021a). Jeg tolker det slik at en erfaren håndverker klarer å lage sentrerte hull samtidig som formen er jevn, mens en amatør kan klare å lage et sirkelrundt spinnehjul, men få problemer med sentreringen av hullet.

Et annet aspekt i kvaliteten til spinnehjulet er estetikk. Selv om å måle hvor pent noe er på en kvantitativ måte vanskelig lar seg gjøre, ville det vært uansvarlig av meg å se bort fra det aspektet. Noen av spinnehjulene fra Borgund er klart jevnere og mer symmetriske i formen enn andre. Disse ser ut til å være utformet med mer nøysomhet, fordi alle fasetter fra grovformingen er pusset bort og overflaten er pusset glatt. Andre spinnehjul ser ut som at de er laget med grove verktøy og ikke nøyte etterbehandlet. Det som kan tolkes fra dette er at noen av spinnehjulene har vært mer tidkrevende å lage enn andre, noe som støttes opp av at de fleste 'fint' formede spinnehjulene er i serpentinitt, en bergart som er hardere og derfor litt vanskeligere å jobbe med enn kleberstein. Men hvis et godt spinnehjul bare er et spinnehjul som får jobben gjort er estetikken annenrangs når det kommer til å bedømme kvaliteten til et spinnehjul.

Så kommer spørsmålet om hvordan kvaliteten er knyttet til profesjonalisme. Tabell 8 viser min hypotese om hvilke forbrukere som skaffer seg spinnehjul ved kjøp eller egenproduksjon. Tolkningen er at profesjonelle spinnere, hvis de fantes i middelalderen, ville prioritert gode verktøy som passet til jobben de skulle gjøre. Hvis effektivitet og jevnt garn er viktig må spinnehjulet passe til tråden (Nicholson, 2015). Fra bevarte tekstiler kan vi se at garn alltid ble spunnet så jevnt som mulig (Kania, 2015, s. 123-124). Effektiviteten, altså tidsbruken under spinning blir også i stor grad påvirket av valg av spinnehjul i forhold til tråd (Nicholson, 2015, s. 34). Fordi håndteins kvalitet er direkte knyttet til trådens kvalitet oppstår ønsket om et spinnehjul av høy kvalitet. Med dette ønsket oppstår også en mulig forespørsel etter en vare, nemlig spinnehjul av høy kvalitet produsert for salg.

<i>Produsent</i>	<i>Forbruker</i>
<i>Profesjonell spinnehjulsproduksjon</i>	Profesjonelle spinnere
<i>Hjemlig spinnehjulsproduksjon</i>	Hushold med penger å avse til spinnehjul
	Hjemlig produksjon av tråd
	Profesjonelle som lager verktøyene sine selv

Tabell 8: Produsenter og forbrukere av spinnehjul. KEE 2022.

Så gjenstår det å undersøke hvilke kvaliteter som er knyttet til profesjonelt produserte spinnehjul. Vi har fra spinnehjulets funksjon to parametere: sentrering av hullet og grad av sirkelrundhet. Jeg velger å ikke knytte estetikk til enten profesjonell eller hjemlig produksjon, da jeg ikke ser en direkte sammenheng mellom 'pen' utforming og profesjonalisme. Karin Gjøl Hagen (1994, s. 95) gir en god utredning av hvordan hjemlige produsenter kan ha ønske om, og ferdigheten til å lage et produkt av høy kvalitet til eget bruk. Samtidig kan profesjonelle produsenter lage masseproduserte produkter med lavere kvalitet. Profesjonelle kan også ha mer erfaring og utdanning som legger grunnlaget for å lage produkter av høyere kvalitet enn en uerfaren hjemmeprodusent kan lage. Derfor gjør jeg som Hagen (1994, s. 95) og definerer kvaliteter, altså egenskaper, ved spinnehjulene som kan knyttes til enten hjemlig produksjon eller produksjon for salg. «Profesjonelt tekstilhåndverk = kvalitet for salg har forventet høyere standardiseringsgrad enn husflidsproduksjon = kvalitet for husflidsproduksjon» (Hagen, 1994, s. 96).

Standardiseringen blant spinnehjulene er forsøkt målt, men det viste seg at det er vanskelig å påpeke fysiske egenskaper som er standardiserte. Vekten er ikke standardisert, som er forventet fordi forskjellig vekt på spinnehjulet er knyttet til forskjellig tykkelse tråd. Også diameteren varierer, og vi har sett at den påvirker trådens tvist så det er naturlig å se en variasjon i materialet. Fordi spinnehjul er et verktøy og forskjellige spinnehjul har forskjellige bruksområde er det vanskelig å definere en type spinnehjul som standard og beregne standardavvik på de resterende spinnehjulene. Det blir som å måle standardavvik på unbrakonøkler med forskjellig diameter, det vil overskygge variasjonen av funksjon til verktøyet. Derfor har jeg måtte finne andre måter å finne spor etter profesjonalisme og

	A few large waste assemblages	Permanent workshop	Many small waste assemblages	Household tools/common knowledge	Specialised tools	Specialised skills and knowledge	Twin products in Bergen	Twin products outside Bergen
Household producers			X	X				
Professional sedentary full-time producers	X	X			X	X	X	
Professional sedentary part-time producers			X		X	X	X	
Professional ambulating producers			X		X	X	X	X

Figur 49: Oversikt over produsenttyper i Bergen og de overensstemmende arkeologiske sporene av slik produksjon (etter Hansen, 2005, s. 159, fig. 1).

standardisering i produksjonen, blant dem geokjemisk analyse og betraktninger om råmaterialevalg. Hansen (2005, s. 158-159) bruker flere metoder for å identifisere profesjonelle produsenter i det arkeologiske materialet som oppsummeres i figur 49. I tillegg til å bruke standardiseringsgrad som kvalitetsegenskap for profesjonell produksjon bruker Hansen forholdet mellom ferdige produkter og produksjonsavfall, romlig distribusjon av produktene, betraktninger om verktøy og kunnskap som trengs for produksjonen samt distribusjonen av avfall. Fordi avfallet fra spinnehjulsproduksjon stort sett består av små biter av kleberstein og klumper av leire, som en ikke kan være sikker på om ble innsamlet systematisk i middelalkeologiens tidlige fase (Hansen, 2005, s. 168, note 56), er det vanskelig for meg å analysere spredningen av dette produksjonsavfallet. Derfor må jeg legge større vekt på teknologien, kunnskapen og verktøyene som brukes i produksjonen, samt å se etter det Hansen kaller 'twin products', altså to eller flere produkter som ser så like ut at det er trolig at de er produsert av samme produsent eller verksted (Hansen, 2005, s. 158) ved å undersøke form, utførelse, overflatebehandling og valg av råmateriale (Crewe, 1998, s. 51). Jeg vil også bruke data fra den kjemiske analysen med pXRF til å identifisere forskjeller og likheter i råmaterialet i spinnehjulene. Min hypotese er at spinnehjul som er laget i et materiale som er kjemisk likt er laget av en gruppe mennesker som kjente til kilden til råmaterialet. Et verksted eller en håndverker som har funnet et godt råmateriale å produsere mange spinnehjul fra vil da returnere til kilden av dette råmaterialet og dermed lage mange spinnehjul i samme råmateriale. Det samme gjelder om produsenten henter en stor mengde materiale om gangen, for eksempel en bønne med leire eller en stein med litt størrelse. Siden spinnehjul er små gjenstander produsenten lage mange spinnehjul fra en liten mengde råmateriale. I motsatt ende er produsenten som lager seg ett spinnehjul til eget bruk, som da vil anskaffe nok råmateriale til det ene spinnehjulet.

Oppsummert er kvalitetene jeg knyttet til profesjonell produksjon enhetlig valg av råmateriale, spesialiserte verktøy, kunnskaper og ferdigheter, tvillingprodukter i og utenfor Borgund samt at spinnehjulet må fungere godt som et verktøy. Kriteriene for et godt spinnehjul som verktøy er at vekten er jevnt fordelt rundt midtpunktet samt at hullet er godt sentrert. Knippet av kriterier diskutert ovenfor kan alle brukes for å vurdere grad av profesjonalisering i produksjon, men det er ikke slik at alle kriterier må være oppfylt for at en produksjon skal kunne tolkes som profesjonell eller ikke.

5 Teoretiske og empiriske kriterier for profesjonell produksjon

Hypotesen fra kapittel 4 er at profesjonelt produserte spinnehjul er produsert med spesialisert verktøy av håndverkere med spesialisert kunnskap. Disse håndverkerne har gjerne laget flere produkter som ligner, såkalte tvillingprodukter, og spinnehjulene som produseres har hullet godt sentrert og vekten er jevnt fordelt rundt hullet. For å undersøke dette i det arkeologiske materialet kan man se etter verktøyspor fra spesialiserte verktøy, identifisere tvillingprodukter og måle sirkelrundhet og sentrering av hullet på spinnehjulet. I det følgende skal kvaliteter fra de ni profesjonelt produserte spinnehjulene i serpentinit fra Borgund sammenlignes med i øvrige spinnehjulene i stein fra utgraving for å undersøke om noen av spinnehjulene i stein kan være produsert av profesjonelle.

For å lage et spinnehjul i kleberstein må produsenten ha verktøy til å forme spinnehjulet og lage et hull i det. Det kan gjøres med en enkel kniv og bor, da enten en navar som gir et hull med skrått tverrsnitt eller med skeibor som gir et hull med parallelle sider (Edland, 2021b, s. 7). Hammer og meisel kan også brukes til formingen. Både kniv og meisel kan sees på som hjemlige og lett tilgjengelige verktøy, da de brukes i mye trearbeid. En alternativ måte å forme spinnehjul på er med svarvestol, middelalderens dreiebenk. Prosessen med å lage et spinnehjul på



Figur 51: BRM 1/1653/1 med mulige spor av dreining. KEE 2021.



Figur 50: BRM 1/3875/1 med mulige spor av dreining. KEE 2021.

en svarvestol består av å først forme spinnehjulet grovt med hammer og meisel for så å bore hullet som lar håndverkeren montere spinnehjulet i svarvestolen for dreining (Edland, 2021b, s. 5-7). Svarvestolen er et spesialisert verktøy som i hovedsak var brukt for å lage boller og annet i tre (Morris, 2000, s. 2116), og det er derfor en mulighet at spinnehjul har blitt produsert av profesjonelle med svarvestol. I Borgund er det bare to spinnehjul med mulige

verktøyspor etter dreining. Disse spinnehjulene har konsentriske riper. Det sier dessverre lite om hvorvidt spinnehjulene har blitt dreiet eller ikke, fordi dreiespor på stein er vanskelig å definere. Figur 52 og figur 53 viser verktøyspor etter henholdsvis dreining og rasp. I den mykeste klebersteinen ser vi karakteristiske dreiespor, men spor fra dreiningen er vanskeligere å se på spinnehjul i serpentinit. Eksperimentet jeg utførte i 2021 viste at det var mulig å lage jevnt formede spinnehjul også uten dreiebank, så det spesialiserte verktøyet er ikke krevd for å lage spinnehjul som ligner de profesjonelt produserte i Borgund (Edland, 2021b). Noe som også spiller inn er eventuell pussing av spinnehjulene etter forming i dreiebank, som kan fjerne disse verktøysporene helt. Min erfaring fra å spinne med disse spinnehjulene er at ullen og lanolinen i den over tid gjør spinnehjulet glattere og blankere i overflaten. Dette har trolig også vært tilfelle for spinnehjulene i Borgund. Bruken av spinnehjulene har da gjort spor fra produksjonen vanskeligere å få øye på.



Figur 52: Spinnehjul i myk kleberstein, dreiet. KEE 2021.



Figur 54: Spinnehjul i serpentinitt, dreiet. KEE 2021.



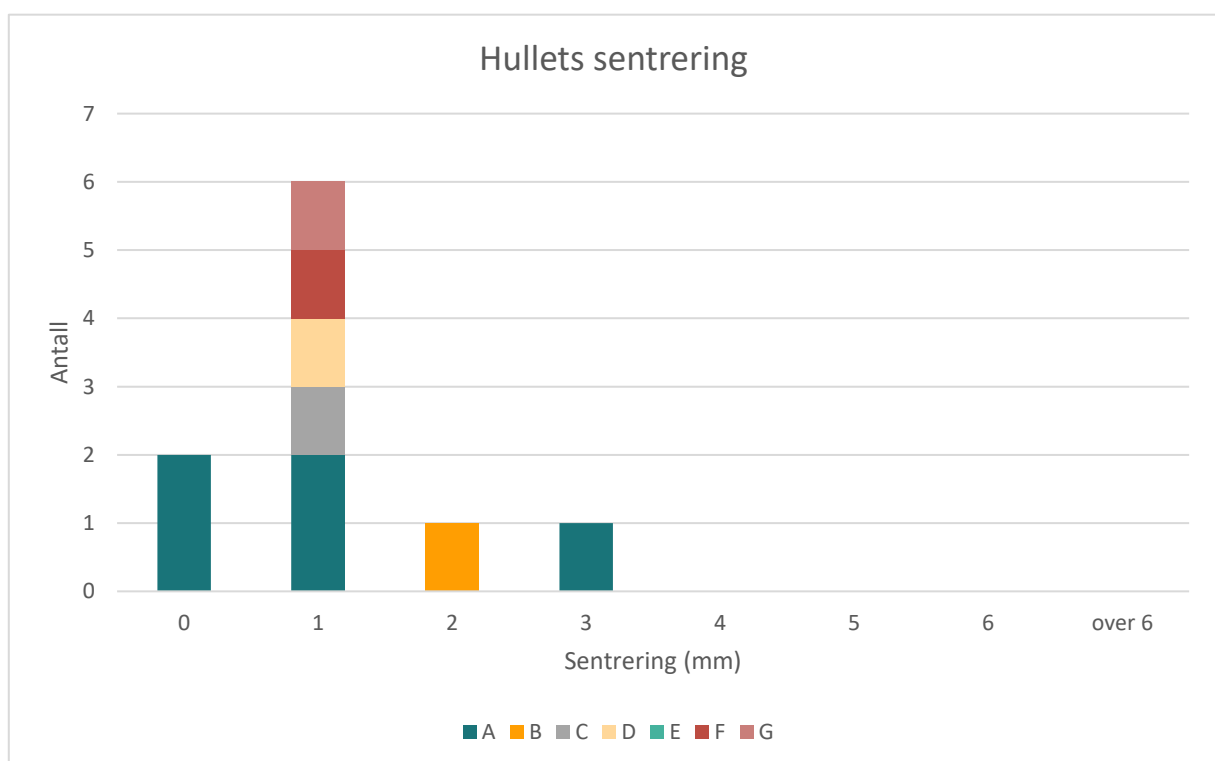
Figur 53: Spinnehjul i serpentinitt, formet med rasp. KEE 2021.

5.1 Grafisk sammenligning

5.1.1 Stein

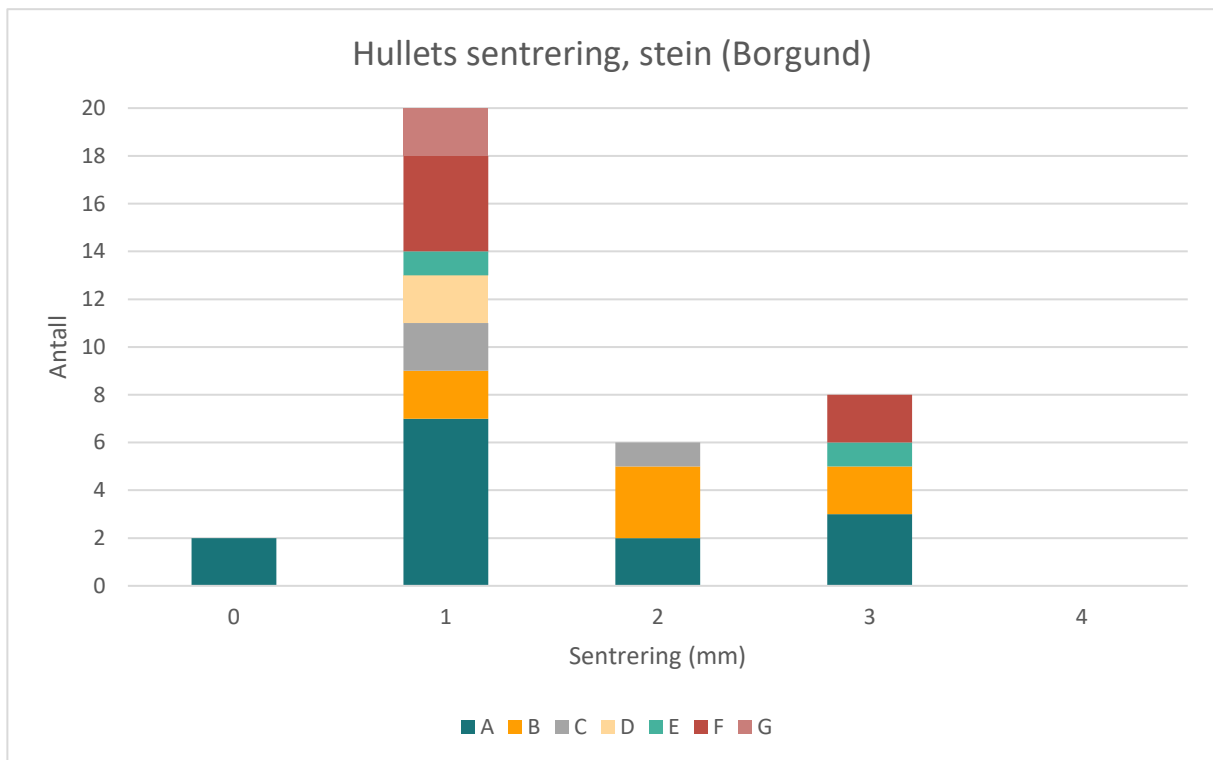
I dette delkapittelet utforskes forskjellene mellom profesjonelt produserte spinnehjul i serpentinit med samme kjemiske sammensetning mot øvrige spinnehjul i stein fra Borgund som vi enda ikke vet om er profesjonelt produserte. I denne sammenligningen er alle spinnehjulene i serpentinit tatt med, da disse trolig er profesjonelt produserte. Blant spinnehjulene i serpentinit er det noen som trolig stammer fra samme steinbrudd, det gjelder 90% av serpentinit spinnehjulene fra Borgund, 50% av dem fra Bergen og 37,5% av dem fra landsbygda på Vestlandet.

Grafene over hullets sentrering (figur 55-figur 57) er nokså like, felles for dem alle er at sentrering på 1 mm er vanligst. For spinnehjul i serpentinit i henholdsvis Borgund og Vest-Norge har 85,7% og 74,2 % en sentrering på opptil 1 mm, mens for spinnehjul i stein fra Borgund har bare 61,1% en sentrering på opptil 1 mm. Samtidig finnes det spinnehjul i alle materialer som har en sentrering på 2 eller 3 mm. Andelen spinnehjul med sentrering på 2-3 mm er 20% for spinnehjul i serpentinit i Borgund, 25,8 % for spinnehjul i serpentinit i Vest-Norge og 38,9% for spinnehjul i stein i Borgund. Altså har spinnehjulene i serpentinit, som

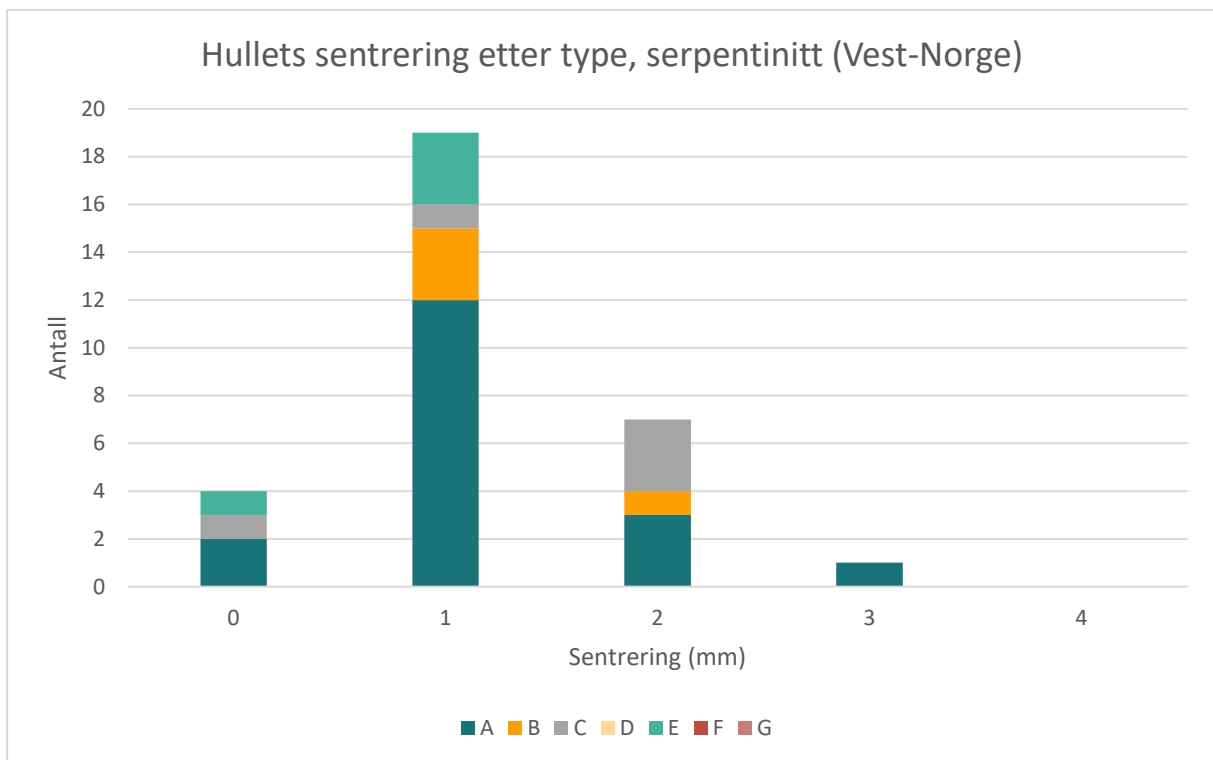


Figur 55: Hullets sentrering, spinnenjuli i serpentinit. Lokaltet: Borgund. KEE 2022.

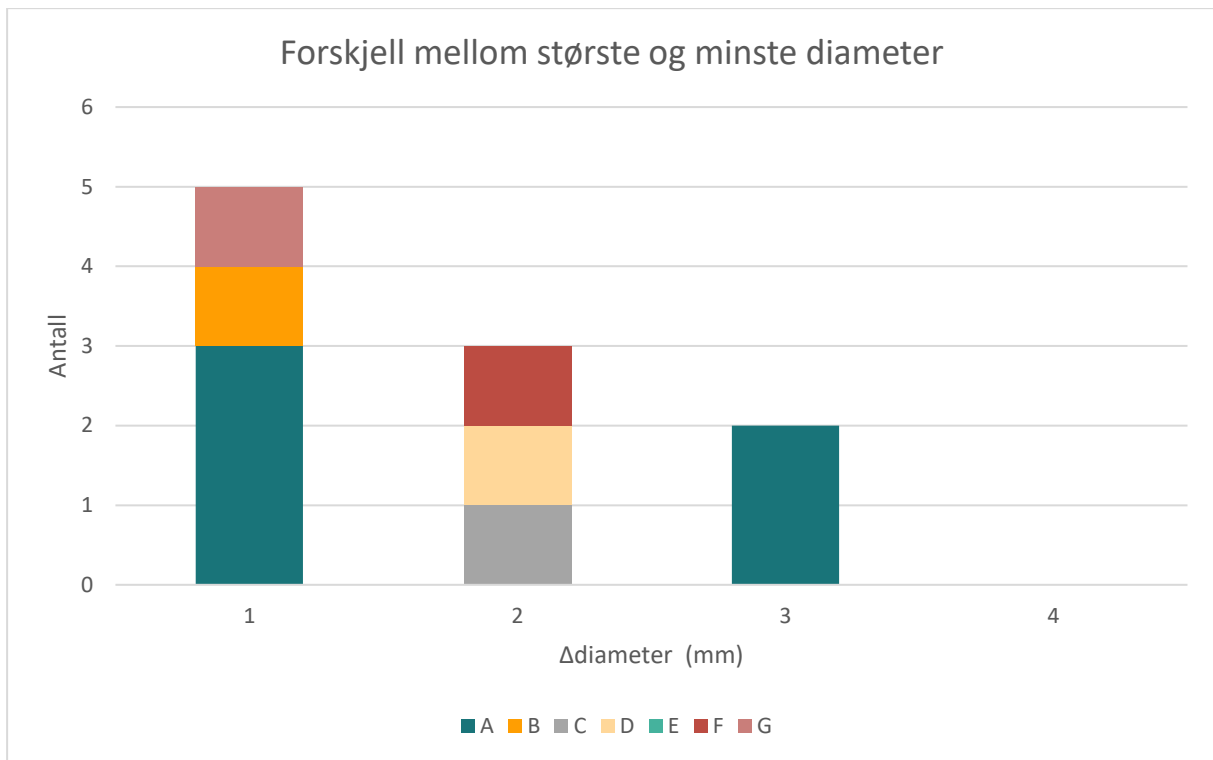
er profesjonelt produserte, oftere en bedre sentrering enn de øvrige spinnehjulene i stein. Denne parameteren alene kan ikke brukes for å med sikkerhet vurdere spinnehjul som profesjonelt produserte, men vi ser at profesjonelt produserte spinnehjul i de fleste tilfeller har en sentrering på under 3 mm.



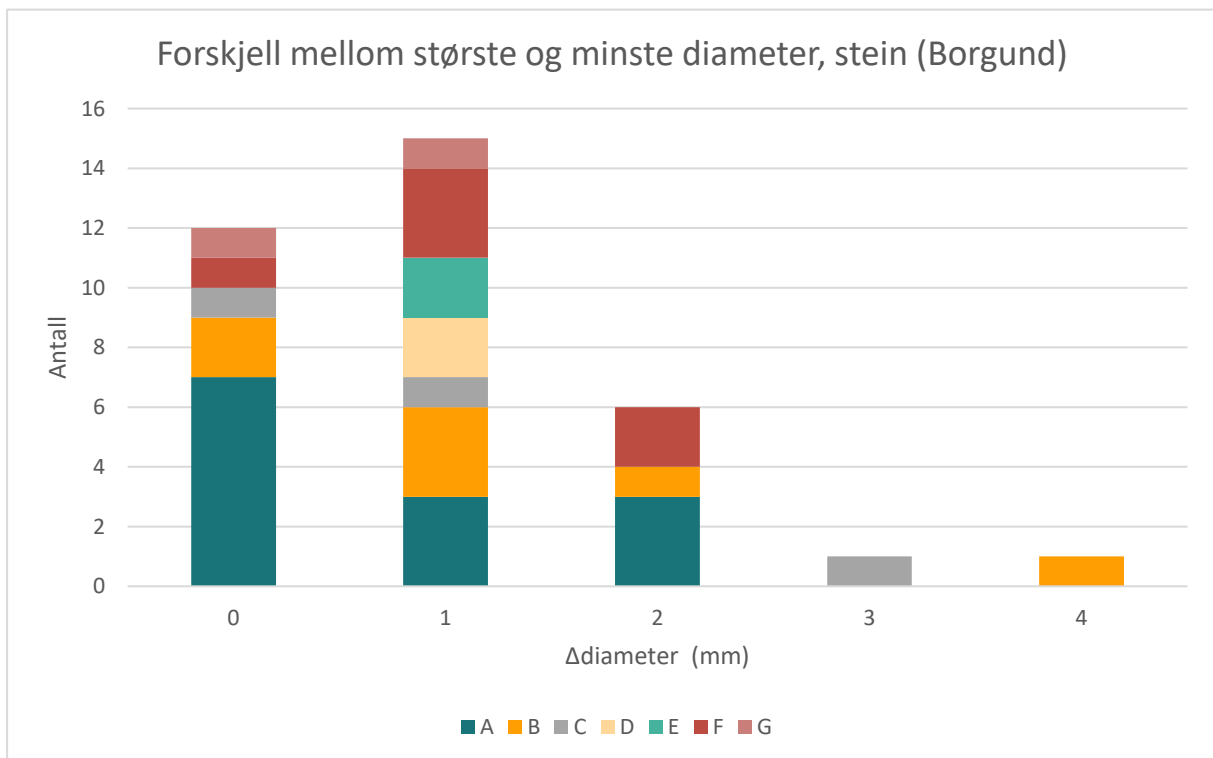
Figur 56: Hullets sentrering, spinnehjul i stein. Lokalitet: Borgund. KEE 2022.



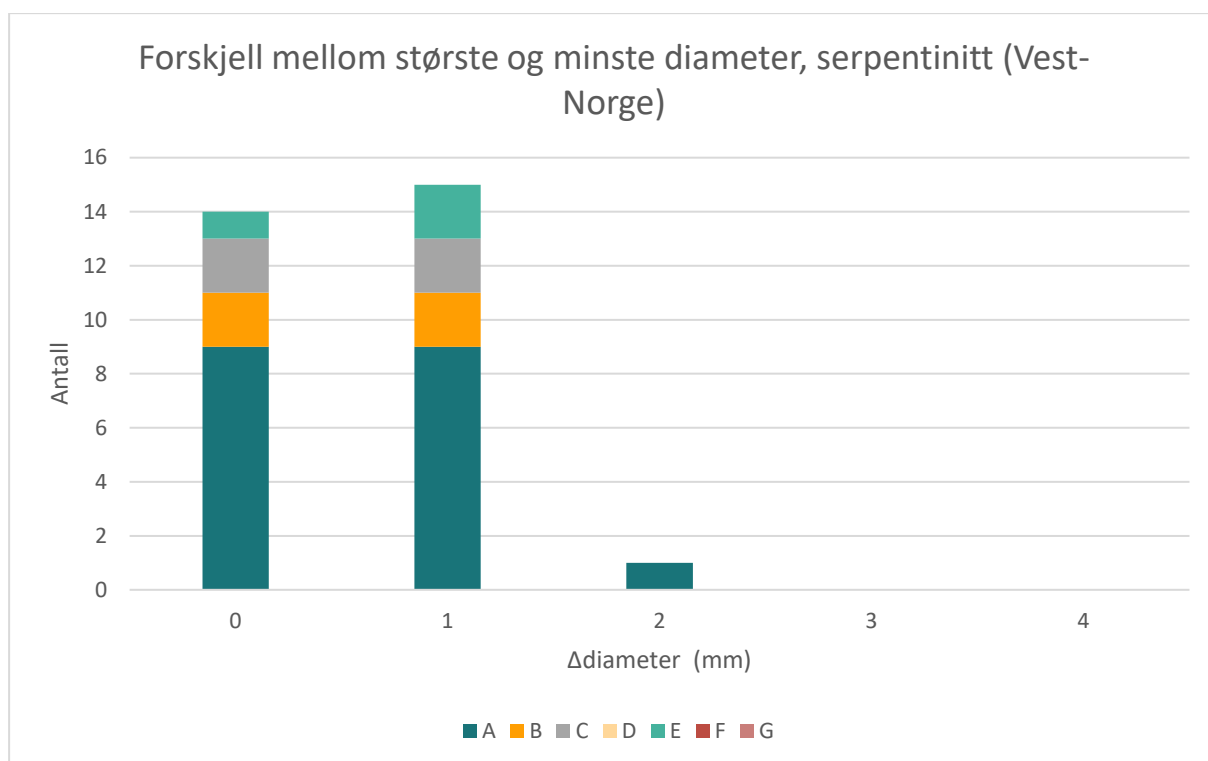
Figur 57: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Lokalitet: landsbygda på Vestlandet.. N=67, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022



Figur 58: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit. Lokaltet: Borgund. KEE 2022.



Figur 59: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i stein. Lokaltet: Borgund. KEE 2022.



Figur 60: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Lokalt: Landsbygda på Vestlandet. N=64, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.

Med sirkelrundhet menes hvor rundt spinnehjulet er sett ovenfra. Spinnehjul kan være sirkelrunde uavhengig av type, for typen definerer tverrsnittet sett fra siden av spinnehjulet. De fleste spinnehjulene på tvers av materiale og kontekst har opptil 1mm avvik mellom største og minste diameter. Blant spinnehjulene i serpentinit er det ingen som har større enn 2 mm avvik mellom største og minste diameter, men to spinnehjul i stein har en Δ diameter på 3-4 mm. Disse to spinnehjulene er ellers pent formet uten store ujevnheter i overflaten eller tydelige verktøyspor. Den dårlige sirkelrundheten gjør og at sentreringen er dårlig, 2 og 3 mm for henholdsvis BRM 1/4998/1 og BRM 1/3248/1. Parameteren Δ diameter kan ikke brukes alene til å definere et spinnehjul som profesjonelt produsert, med mindre alle spinnehjulene i Borgund er produsert av profesjonelle. For å unngå en slik sirkelargumentasjon samt å undersøke om profesjonalisme faktisk påvirker Δ diameter må andre kriterier brukes for å argumentere for profesjonell produksjon.

I en ellipse finnes det ikke ett punkt hvor avstanden mellom punktet og ytterkanten er lik for alle steder på ytterkanten (Mazzotti, 2014, s. 393) slik som sentrum i en sirkel er, og sentreringen blir derfor vanskelig å kvantifisere. Ellipser har rotasjonssymmetri langs to

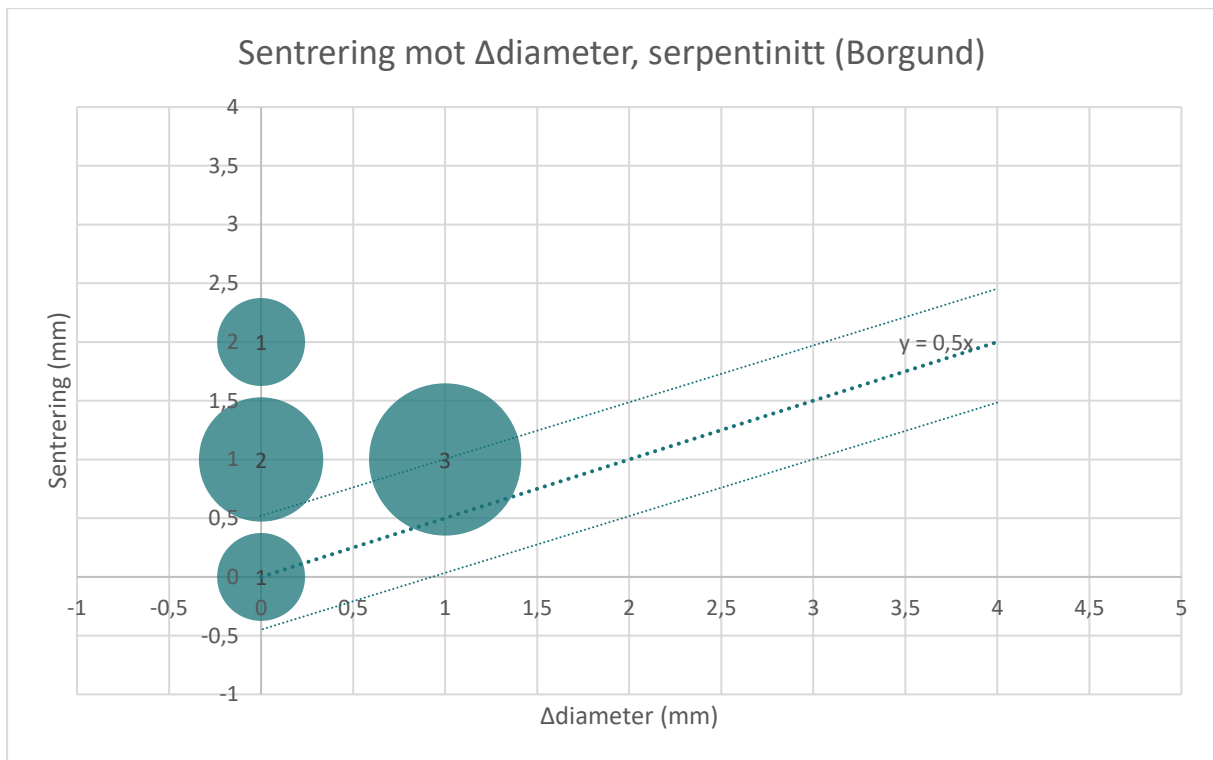
akser i motsetning til sirkler som har rotasjonssymmetri rundt sentrum for alle vinkler. Metodisk sett hadde det derfor vært hensiktsmessig å definere to akser som krysser vinkelrett i midten av hullet til et slikt elliptisk spinnehjul, for så å måle sentrering to ganger, en gang på x-aksen og en gang på y-aksen, og eventuelt gjøre et gjennomsnitt av disse to tallene. Det ble ikke gjort under min klassifisering av spinnehjulene i denne studien, da jeg først i etterkant oppdaget sentreringsmålet burde vært tatt. Effekten av det er at mine tall for sentrering, spesielt for elliptiske spinnehjul, er unøyaktige. Fordi både sirkler og ellipser er rotasjonssymmetriske vil de begge fungere som spinnehjul, derfor er det usikkert hvorvidt sirkelrundhet er et ideal. Øye (1988, s. 37) definerer et spinnehjul som et sirkelrundt eller tilnærmet sirkelrundt objekt, det gjør også Crewe (1998, s. 13). Nicholson (2015, s. 38-39) derimot presiserer at spinnehjulet ikke må være sirkelrundt, men massen må være jevnt fordelt rundt massesentrum for å kunne opprettholde rotasjon. Dermed er det liten funksjonell forskjell mellom elliptisk og sirkelrund form hvis hullet er plassert på massesentrum av ellipsen, som er i krysningpunktet mellom de to symmetrilinjene til ellipsen. Siden det i denne studien bare ble målt forskjellen på største og minste diameter, må vi anta at de ikke sirkelrunde spinnehjulene er elliptiske for å kunne utnyttet målet til å gjøre fremstillinger av hvor nært massesentrum hullet ligger. Plasseringen til massesentrum i en ellipse kan uttrykkes med funksjonen $f(x)=0,5x$, der x er Δ diameter (altså forskjellen mellom største og minste diameter). Fordi målene er tatt med én millimeters nøyaktighet må et feilfelt på $\pm 0,5$ mm legges til for å tolke grafene. Alle spinnehjulene som faller langs $f(x)$ og mellom feilfeltene har ideelt plassert hull, fordi hullet da er i spinnehjulets massesentrum. Blant de spinnehjulene i serpentinitt i Borgund og Vest-Norge har henholdsvis 57,1% og 46,4% et godt plassert hull. 44,4% av spinnehjulene i stein i Borgund har et godt plassert hull. Med godt plassert hull menes et hull som er innenfor 0,5 mm i hver retning av spinnehjulets teoretiske massesentrum. Selv om et sentrert hull er viktig for effektiviteten til spinnehjulene (Crewe, 1998, s. 9; Gleba, 2008, s. 107-108; Øye, 1988, s. 42), ser det ikke ut til å være en sammenheng hullets sentrering og hvorvidt spinnehjulet er produsert av en profesjonell.



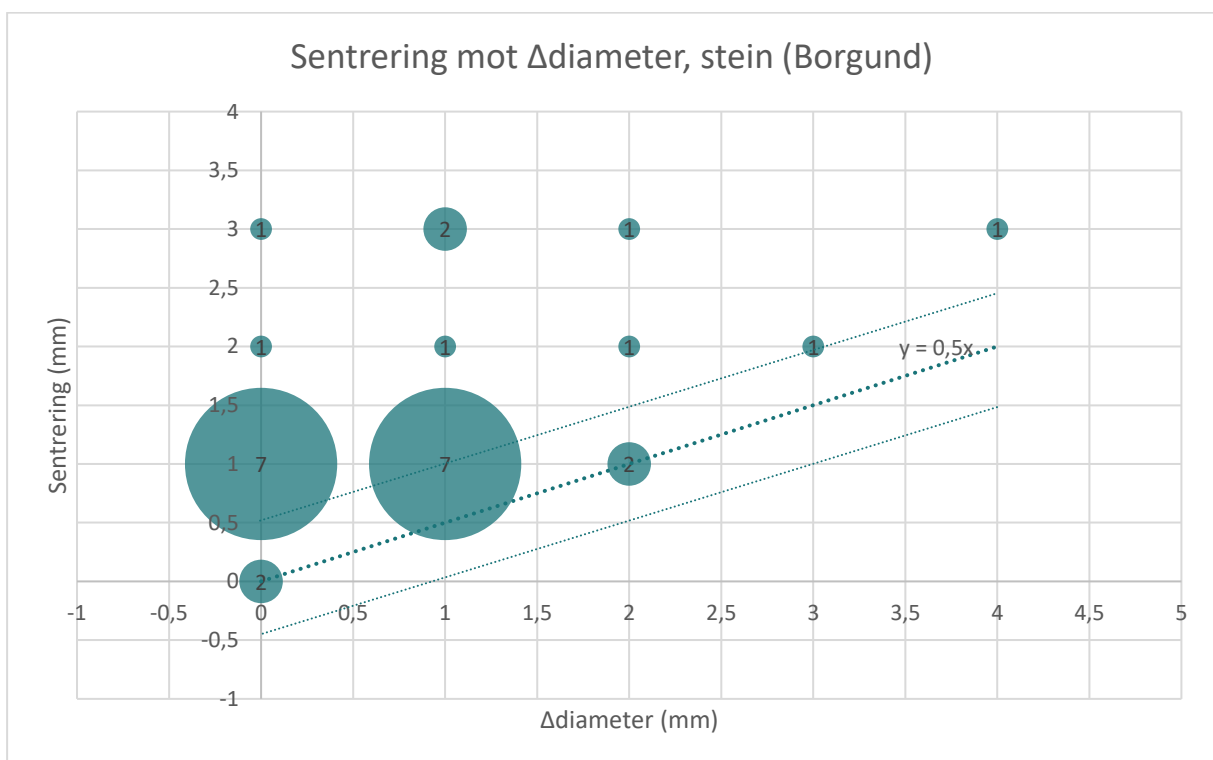
Figur 61: BRM 1/4998/1, spinnehjul med 3 mm Δ diameter. KEE2022



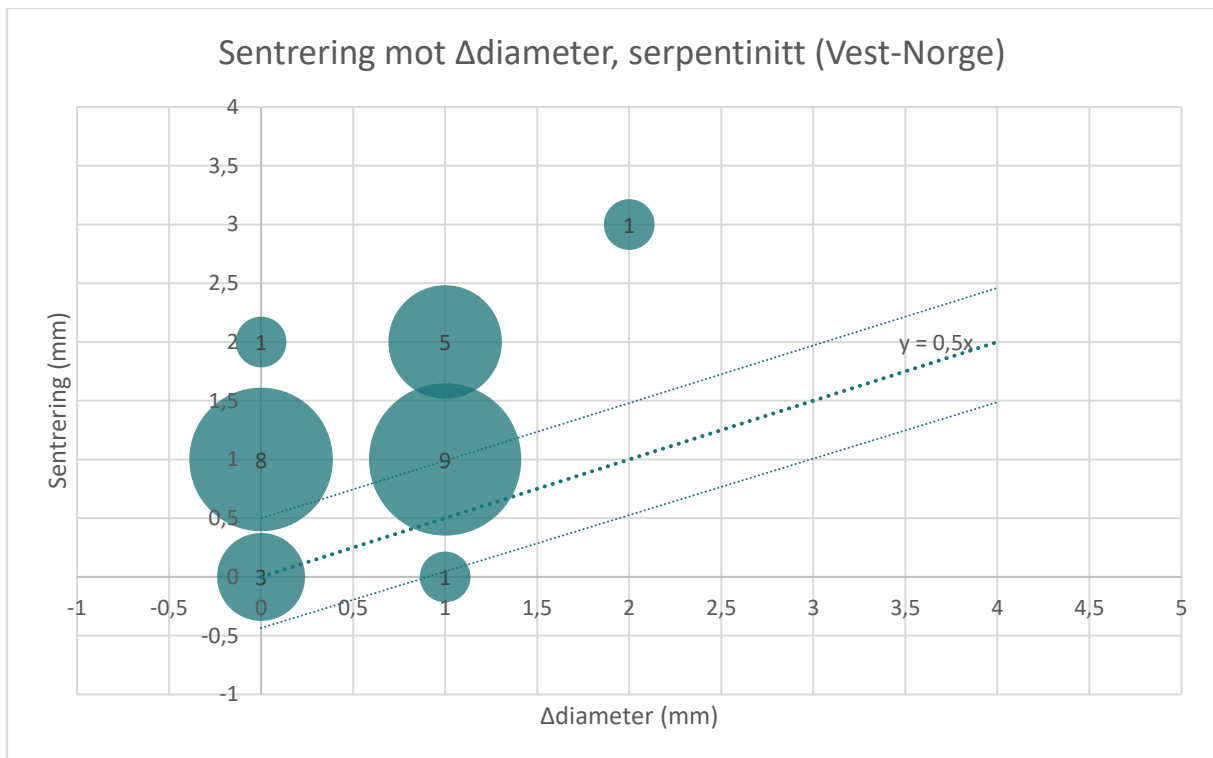
Figur 62: BRM 1/3248/1, spinnehjul med 4 mm Δ diameter. KEE2022



Figur 63: Sentring mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit. Kontekst: Borgund. KEE 2022.

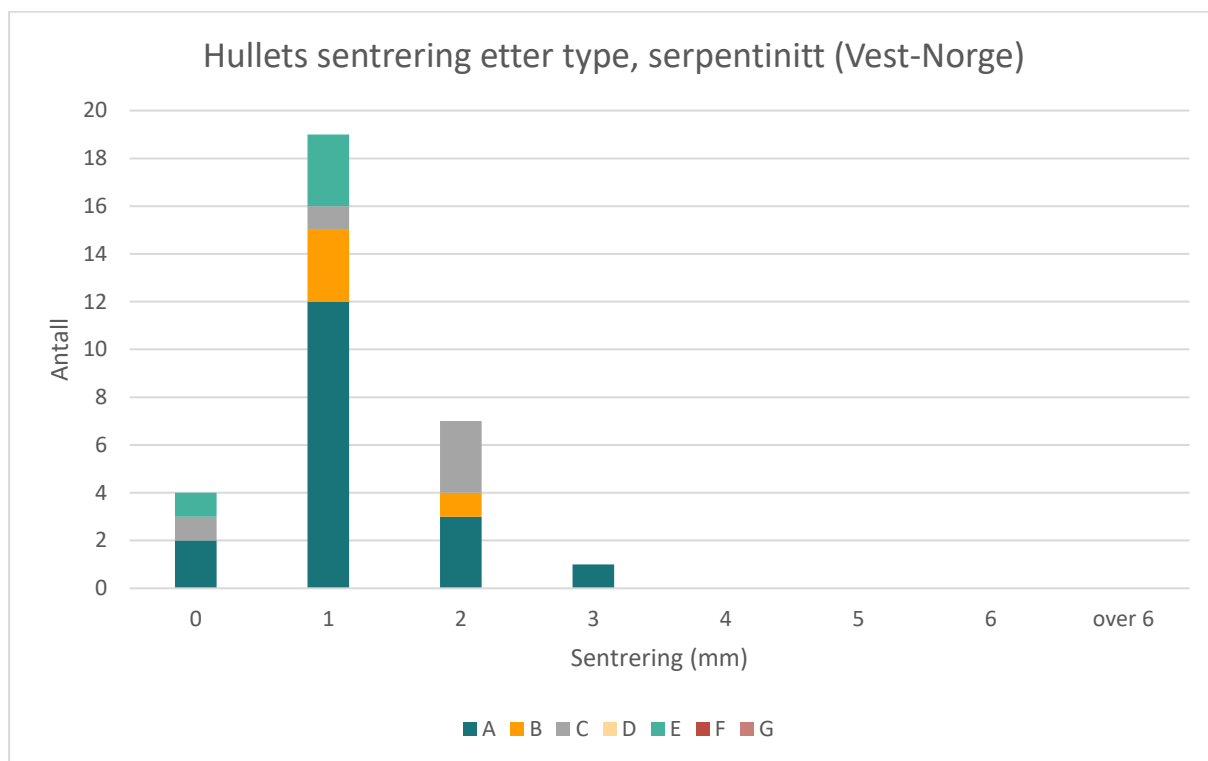


Figur 64: Sentring mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i stein. Kontekst: Borgund. KEE 2022.

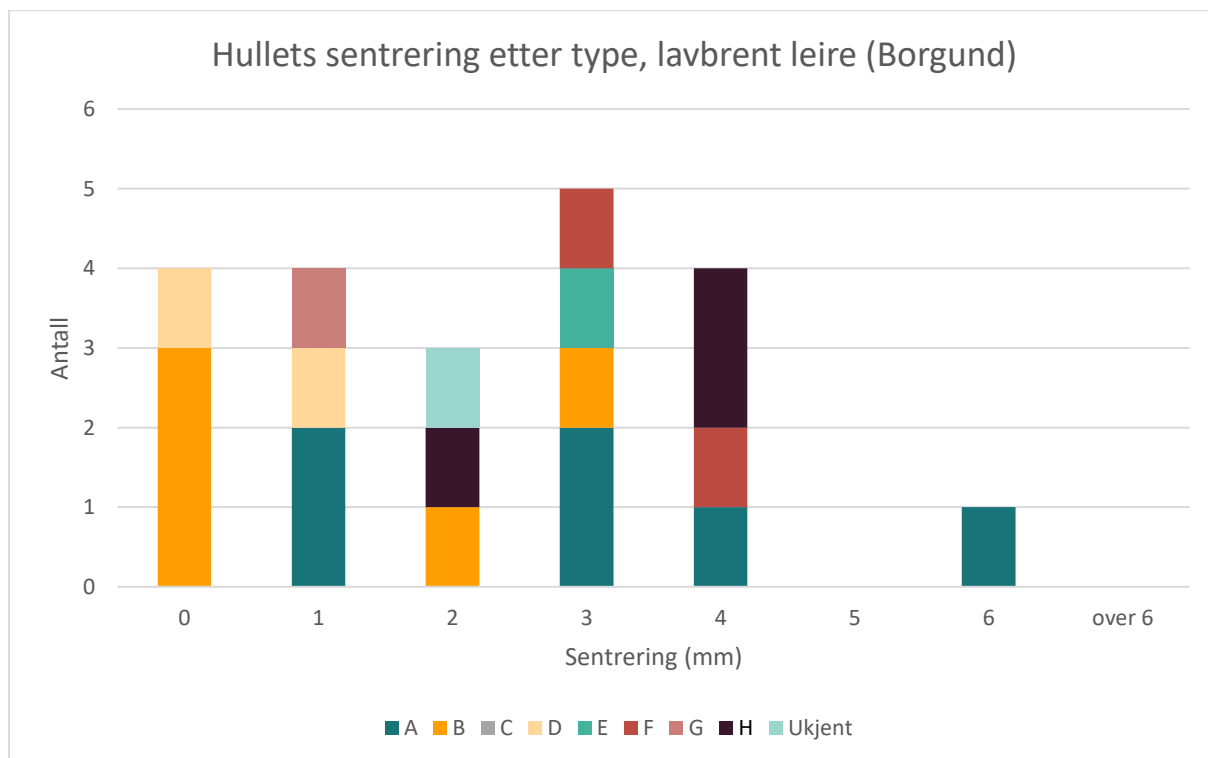


Figur 65: Sentring mot forskjellen mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. KEE 2022.

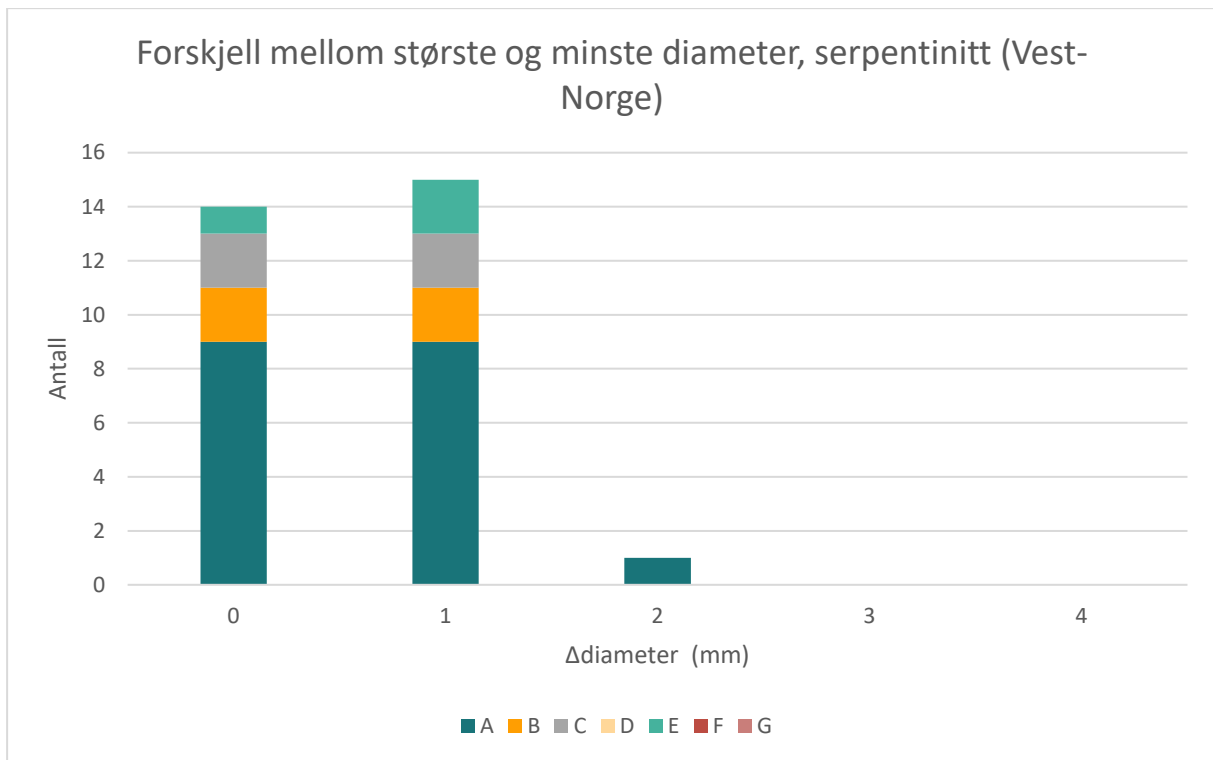
5.1.2 Lavbrent keramikk



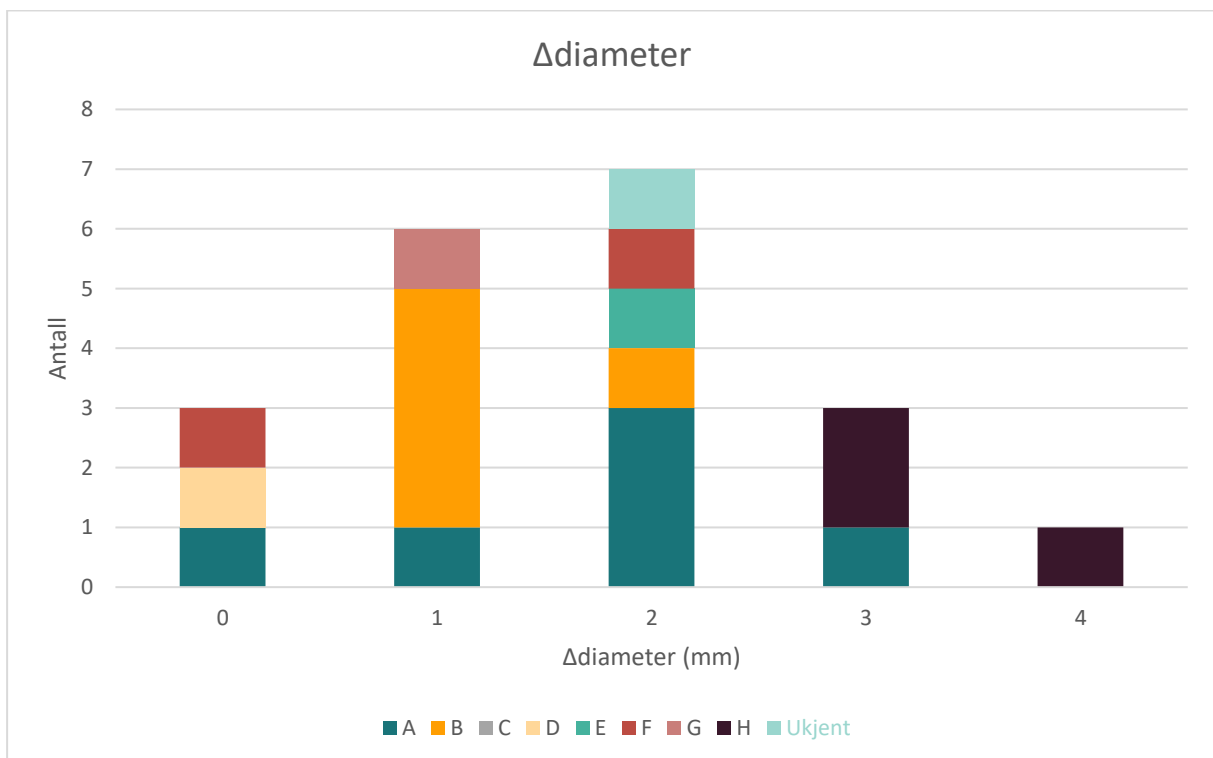
Figur 66: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. N=67, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.



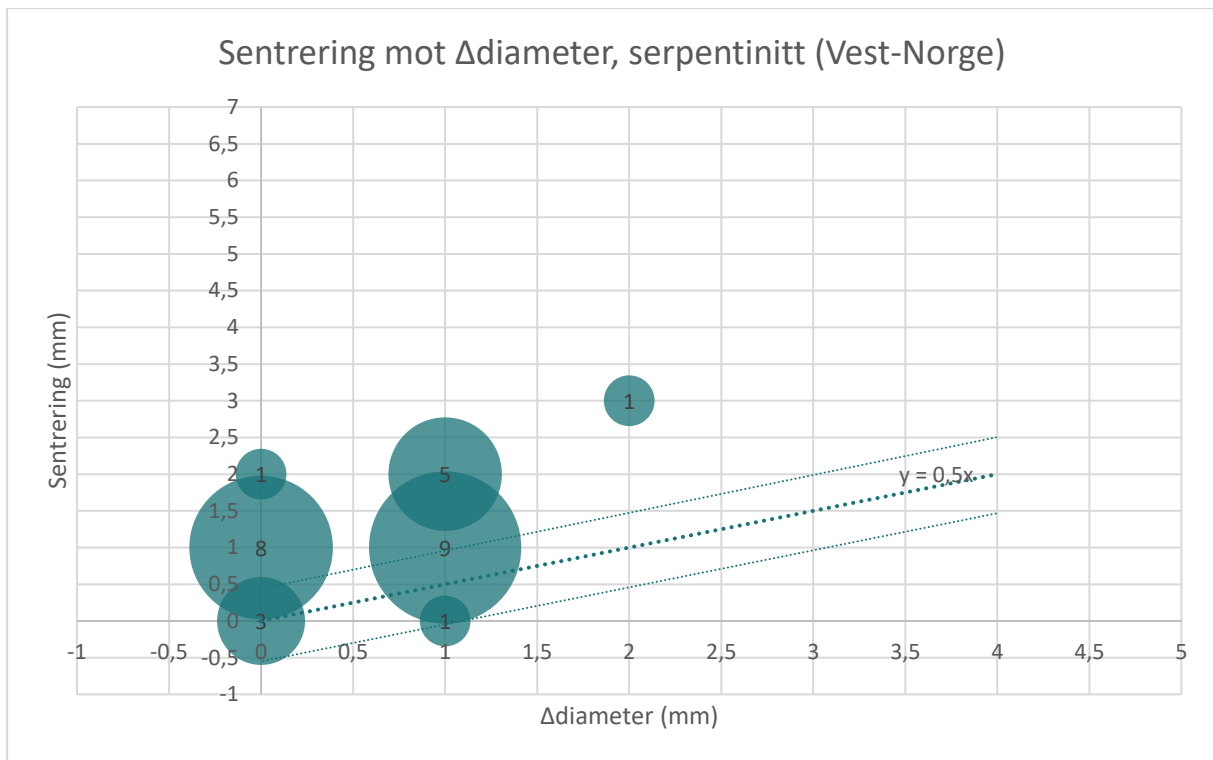
Figur 67: Hullets sentrering etter type, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.



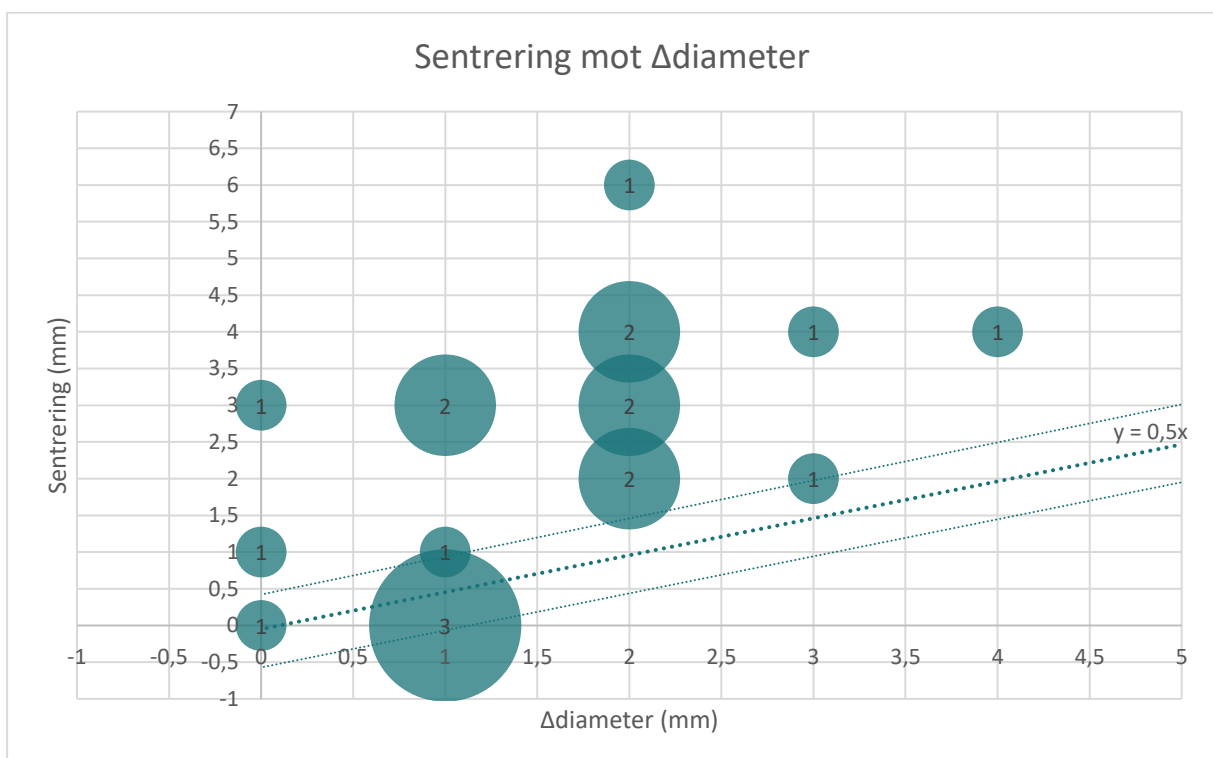
Figur 68: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsertt. Kontekst: Vest-Norge. N=64, derfor har y-aksen en annen skala enn tabellene over. KEE 2022.



Figur 69: Forskjell mellom største og minste diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.



Figur 70: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i serpentinit trolig profesjonelt produsert. Kontekst: Vest-Norge. KEE 2022.



Figur 71: Sentrering mot Δ diameter, spinnehjul i lavbrent keramikk. Kontekst: Borgund. KEE 2022.

Fra figurene over (side 94-96) ser vi at spinnehjulene i lavbrent keramikk utgjør en mye mindre homogen gruppe enn spinnehjulene i serpentinit. Spinnehjulene i lavbrent keramikk har større variasjon i form enn spinnehjulene i serpentinit i Vest-Norge. Type A er dominerende blant spinnehjul i begge materialer, men i veldig forskjellig grad. 32% av spinnehjulene i lavbrent keramikk er type A og de resterende er fordelt mellom type B, D, E, F, G og H, mens 56% av spinnehjulene i serpentinit er type A og resten type B, C, D og E. Type C sees ikke blant spinnehjulene i lavbrent keramikk, og typene F, G og H sees ikke blant spinnehjulene i serpentinit.

Samlet sett står spinnehjulene i lavbrent keramikk i kontrast med spinnehjulene som er antatt profesjonelt produserte. Spinnehjulene i lavbrent keramikk er lettere, en hele 71% av dem veier under 20 gram, og 26% av totalen veier under 10 gram. Samtidig som de er lette har de en stor diameter: 36,75 mm i gjennomsnitt mot serpentinitspinnehjulenes 31,3 mm. For spinnehjulene i stein er det vanligst at hullet er godt sentrert med 0-1 mm avvik. Hele 62% av spinnehjulene i lavbrent keramikk har en sentrering på over 1mm. Forskjellen mellom største og minste diameter er i gjennomsnitt 1,65 mm. Sett opp mot Δ diameter for spinnehjul i serpentinit på 0,6 mm er forskjellen betydelig. I grafen over sentrering mot Δ diameter (figur 71) ser vi at bare seks spinnehjul har et godt plassert hull, det utgjør 31,6%, betraktelig mindre enn for spinnehjul i serpentinit (46,4%).

5.2 Tvillingprodukter

Da Hansen (2005, s. 158) foreslår tvillingprodukter som et kriterium for profesjonell produksjon har jeg sett etter slike i stein-spinnehjulsmaterialet, basert på form, vekt og råmateriale. Jeg har sett etter slike tvillingprodukter innad i spinnehjulstypene.

Spinnehjulsmaterialet generelt er heterogent i form, og det er få aspekter ved dem som viser produsenten sitt særpreg på produktene. Det gjør det utfordrende å se etter tvillingprodukter i spinnehjulsmaterialet, men jeg har likevel gjort et lite forsøk i de følgende underkapitlene.

5.2.1.1 Stein

Blant spinnehjulene i serpentinit er råmaterialet homogent, men det er ikke form og vekt. Det er heller ingen dekorasjon på spinnehjulene (utenom ett) som kan skille produsenter fra hverandre. Størrelsen og vekten på hjulet bestemmes i hvert tilfelle av håndverkeren og størrelsen på biten med råmateriale. Hvis spinnehjulene er laget av avfallsbiter av annen steinproduksjon eller av ødelagte kleberkar har grovemnet begrenset størrelsen på spinnehjulet. Fordi hvert spinnehjul lages individuelt og det ikke brukes noen form for støpning eller annen aktivitet som krever en form eller mal står håndverkeren veldig fritt til å velge form. Råmaterialet kan også ha påvirket formen i tilfeller der en del av steinen er hardere enn resten og håndverkeren må arbeide rundt dette, litt slik man arbeider rundt knuter i treet i trearbeid. Samlet blir det derfor vanskelig å finne sikre tvillingprodukter. Tabell 9 viser en oversikt over mulige tvillingprodukter basert på mål, men det er utfordrende å vite hvor mye hver variabel kan variere innad i definisjonen av et tvillingprodukt. Det er også slik at målene i seg selv ikke forteller hele sannheten om utseende til spinnehjulet, derfor har fotografier av gjenstandene blitt sammenlignet. Etter undersøkelse av foto er det bare den fjerde gruppen som ser ut til å være mulige tvillingprodukter (figur 73). Felles for disse spinnehjulene er at de er jevnt formet i en karakteristisk form, Øyes type A, med en flat side og en



Figur 72: B 19939. Foto: KEE 2022.

hvelvet side. To av spinnehjulene er i et mykere materiale enn de øvrige og er litt flatere på toppen nært hullet, som kan tolkes som mulige bruksspor fra tråden som har gnisset mot flaten under spinningen. Selv om disse fire spinnehjulene ligner i form er de alle laget i forskjellig råmateriale, noe som taler mot at de er tvillingprodukter. Blant spinnehjulene i serpentinit i Vest-Norge er det en gruppe spinnehjul som har en lik form og råmateriale, men varierende størrelse. Disse er ikke laget i et råmateriale som er kjemisk likt etter min analyse, de veier mellom 7 og 43 g og er 24 til 40 mm i diameter, det som er nokså likt er at forholdet mellom høyde og diameter ligger mellom 0,51 og 0,63, alle har hull med skrått tverrsnitt samt en lignende form. Formen ligner Øyes type A, men spinnehjulene er høye, har hvelvet toppflate og svakt konveks bunnflate. Overgangen mellom bunn og toppflate er ikke avrundet som Øyes type B, disse spinnehjulene passer altså ikke helt inn i Øyes typologi. Figur 72 viser formen til spinnehjulene i gruppen med mulige tvillingprodukter.

Spinnehjulene i denne gruppen er spisse rundt hullet på toppflaten, og flaten rundt hullet er skrå med små hakk i. Formen til disse spinnehjulene er så lik at det er det nærmeste vi kommer tvillingprodukter i materialet. Åtte av disse ble funnet under utgravingene på Bryggen i Bergen, ett er fra Dreggsalmenningen i Bergen (BRM 4 (Hansen, 2005, s. 265)) og et er fra Høybøen, Ågotnes i Øygarden. Dateringen ligger mellom 1170 og 1350 e.Kr. (Hansen *et al.*, in prep)ⁱ. Dette kan indikere produksjon over tid og derfor profesjonell produksjon (Hansen, 2005, s. 195), men med over 150 år mellom dateringene er det lite sannsynlig at spinnehjulene ble produsert av samme håndverker.

	Vekt (g)	Høyde over diameter	Δ diameter	Sentrering	Hullets tverrsnitt	Hullets størrelse
BRM 1/6261/1	16	0,35	0	1	Konkav	5
BRM 1/4919/1	26	0,36	2	3	Parallell	8
BRM 1/57/35/1	39	0,48	-	2	Skrå	11,5
BRM 1/3248/1	32	0,50	4	3	Skrå	10,5
BRM 1/57/258	25	0,41	1	2	Skrå	9
BRM 1/6132/1	32	0,49	1	2	Skrå	9,5
BRM 1/2805/1	28	0,43	1	3	Skrå	11,5
BRM 1/3148/1	26	0,39	0	1	Skrå	9,5
BRM 1/2937/1	40	0,47	1	1	Skrå	8
BRM 1/57/208/1	33	0,47	0	3	Skrå	9,5
BRM 1/2923/1	33	0,52	0	1	Skrå	9
BRM 1/1653/1	34	0,52	1	1	Skrå	9
BRM 1/57/516/1	38	0,53	0	0	Parallell	9
BRM 1/57/210/1	37	0,57	-	-	-	9
BRM 1/6136/1	20	0,61	0	1	Parallell	9
BRM 1/55/57/1	20	0,61	0	1	Skrå	8,5

Tabell 9: Mulige tvillingprodukter blant spinnehjul i stein. Kontekst: Borgund. KEE 2022.



Figur 73: Mulige tvillingprodukter i Borgund. Foto KEE 2021 og Middelaldermuseet Sunnmøre Museum 2020.

5.2.1.2 Lavbrent keramikk

Forholdstallet mellom spinnehjulets høyde og diameter har vist seg å være hjelpsomt i jakten på tvillingprodukter, da det sier noe om den generelle formen på spinnehjulet. Forholdstallet ble anvendt etter typeinndelingen og før visuell sammenligning av foto.

Spinnehjulene BRM 1/1762/1 og BRM 1/2291/1 er svært like i form, spesielt hvis vi antar at BRM 1/1762/1 mangler en halvdel og er fragmentert på samme måte som BRM 1/2291/1. Det er en mulighet at BRM 1/2291/1 er ment å være to spinnehjul, men de er funnet sammen og de to delene passer perfekt sammen så det er ingen tvil om at de to delene har vært et objekt. Spinnehjulene er funnet i samme rute, U10 i Søndre Felt, men i ulike mekaniske lag (U10/02 og U10/08). Råmaterialet er visuelt veldig likt. Det er homogent og svært finkornet. Begge spinnehjulene ser ut til å være brendt på samme måte da keramikken er grå ytterst og mer oransje innover i materialet. Hullet ser på begge ut til å være laget før brenning, fordi fargen på keramikken rundt hullet ligner på fargen langs ytterkanten. Spinnehjulene har et belegg på utsiden som ikke er tilstede i bruddflaten, men det er vanskelig å si om dette er et dekorativt belegg eller et belegg som har blitt dannet etter deponering. Det at bruddflaten i BRM 1/1762/1 ikke er dekket med belegget selv om fragmenteringen trolig skjedde før deponering taler mot dette, og det er derfor mulig at produsenten overflatebehandlet utsiden av spinnehjulet. Fra PCA-analysen ser vi at leiren i spinnehjulene er kjemisk veldig lik.

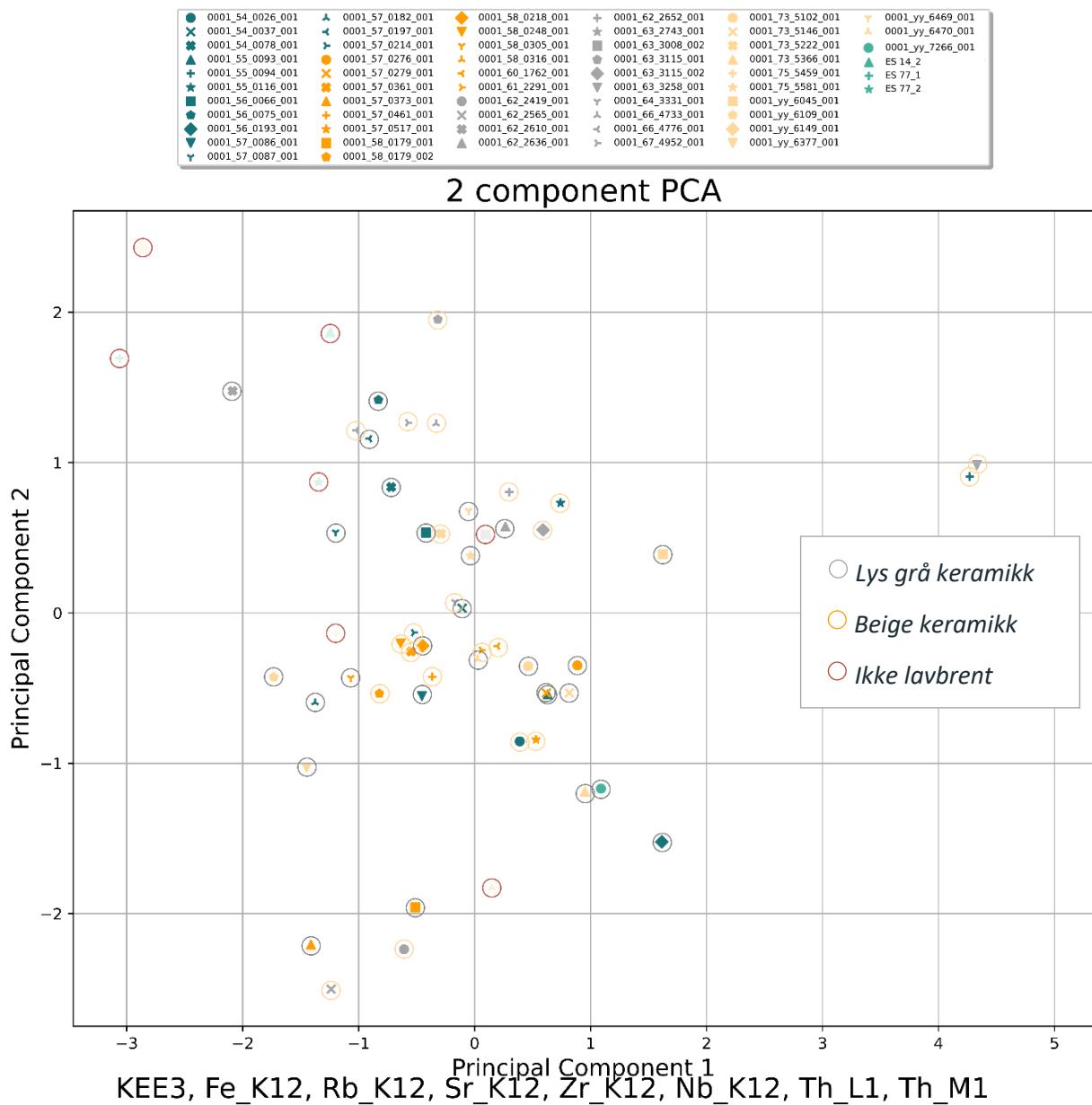


Figur 74: BRM 1/1762/1 og BRM 1/2291/1. Foto: KEE 2021.

6 Produksjon av spinnehjul i lavbrent keramikk

60 gjenstander i lavbrent keramikk ble funnet i Borgund, tre av dem har vi bare data om fra de originale funnkatalogene og 30 er klassifisert som spinnehjul. 21 av gjenstandene er emner, to er tyngder eller vevlodd og de resterende seks er gjenstander som på nåværende tidspunkt ikke kan klassifiseres, og som muligens er produksjonsavfall. Felles for alle gjenstandene er at de er laget i en homogen leire med lite eller ingen magring. Der leiren har synlig magring er det i form av korn på størrelse med sandkorn som er mørke og/eller lyse, gjerne med litt glimmer i. Fargen på leiren varierer mellom gjenstandene, noen er lys grå, samme farge som tørket leire, mens andre har sjatteringer av beige, gul og oransje og ser mer ut som brent keramikk. Grupperingen i farge mellom grå og oransje stemmer ikke overens med den geokjemiske grupperingen (figur 75), noe som kan tyde på at samme leire er brukt, men at brenningsprosessen er forskjellig. Det kan også være et tegn på at geokjemien ikke kan gi noen meningsfulle grupperinger, i vertfall ikke med analysemetoden som ble brukt i denne studien. Hvorvidt leiren har synlig magring sammenfaller heller ikke med fargen på leiren. Derfor tror jeg det er mulig å anta at fargen ikke antyder forskjeller i råmaterialet i keramikken. Spinnehjulene i lavbrent keramikk er veldig heterogene med varierende type, vekt, diameter, Δ diameter, høyde, hull-tverrsnitt, sentrering og farge. Felles for dem alle er at de har et tynt mørkt belegg der overflaten ikke har fragmentert av. Det er noe varierende hvor mye av dette belegget som fremdeles er til stede. De spinnehjulene som har minst av det har bare noen flekker bevart, mens andre er nesten helt dekket av det. Så kommer spørsmålet om dette belegget kommer fra produksjonen eller om det har blitt dannet i jorden etter deponeringen. Åtte av spinnehjulene har små biter av kull i overflaten med belegg, noe som kan tyde på at belegget har blitt dannet under brenningen av keramikken. De mer eller mindre fragmenterte spinnehjulene (20 stk.) har bruddflater. Noen av de fragmenterte spinnehjulene ser ut til å være fragmentert under eller etter utgravingen, da er bruddflaten fri for belegg. I spinnehjulene som ser ut til å ha fragmentert før eller under deponering har ofte litt belegg i bruddflaten. Samtlige spinnehjul har belegg i hullet. Dermed er det vel så sannsynlig at belegget har blitt dannet etter produksjonen. Det er også veldig varierende hvor mye belegg spinnehjulene har, kanskje det kan komme av forskjellige rengjøringsprosesser spinnehjulet har gjennomgått i forbindelse med

funnmottak og konservering? Dessverre er ikke detaljer om overflaten beskrevet i originaldokumentasjonen, så det er ikke mulig å konkludere sikkert.



Figur 75: PCA av gjenstander i leire fra Borgund. Følgende grunnstoff utgjør prinsipiellkomponentene: Fe, Rb, Sr, Zr, Nb, Th. KEE 2022.

Det at hele åtte av spinnehjulene har biter av trekull i overflaten kan tyde på at disse har vært brent og hatt direkte kontakt med kull under brenningen. Det er dermed mulig at disse har blitt plassert direkte på mer eller mindre varmt kull under brenningen. Det tyder også på at leiren ikke var helt tørr når gjenstanden ble plassert på kullene, da tørr leire er hard og ikke former seg til overflaten den står på. Det er også mulig at kullet har festet seg til spinnehjulene etter deponering, men som figur 76 viser er kull og organiske rester trykket inn i overflaten, dvs. at de ligger i overflaten, ikke utenpå den.

Spinnehjulene i lavbrent keramikk oppfattes som skjøre og porøse. De har ikke samme klang i leiren som steingods har, noe som tyder på at temperaturen trolig var lav under



Figur 76: BRM 1/56/193/1 med organiske rester og kull i overflaten. Foto: Gitte Hansen 2020.

brenningen. Spinnehjulene må ha blitt brent, for hvis leiren bare var tørket ville den ha blitt rehydrert av fuktig jord rundt den og dermed mistet formen, og objektene ville i beste fall bli gravd ut som klumper av leire. Herteig (1973, s. 22) trodde spinnehjulene ikke var brent, men snarere laget i tørket leire, men dette virker svært usannsynlig. Produksjonsprosessen Herteig foreslår innebærer at spinnehjulene først ble formet som klumper/emner, så fikk tørke litt før de ble satt i en dreiebenk for ferdigstilling. Om spinnehjulene er dreiet eller ikke er vanskelig å si noe om fordi dreiningen ikke nødvendigvis etterlater seg spor, men det er ikke merker i overflaten til spinnehjulene som tilsier dette. Det som derimot er sannsynlig er at leiren er formet til først før det er latt tørke eller blitt brent, så har hullet blitt boret etterpå. Bakgrunnen for tolkningen av at formingen skjedde før



Figur 77: BRM 1/56/66/1. Tydelige bruksspor rundt hullet. Foto: Gitte Hansen 2020.

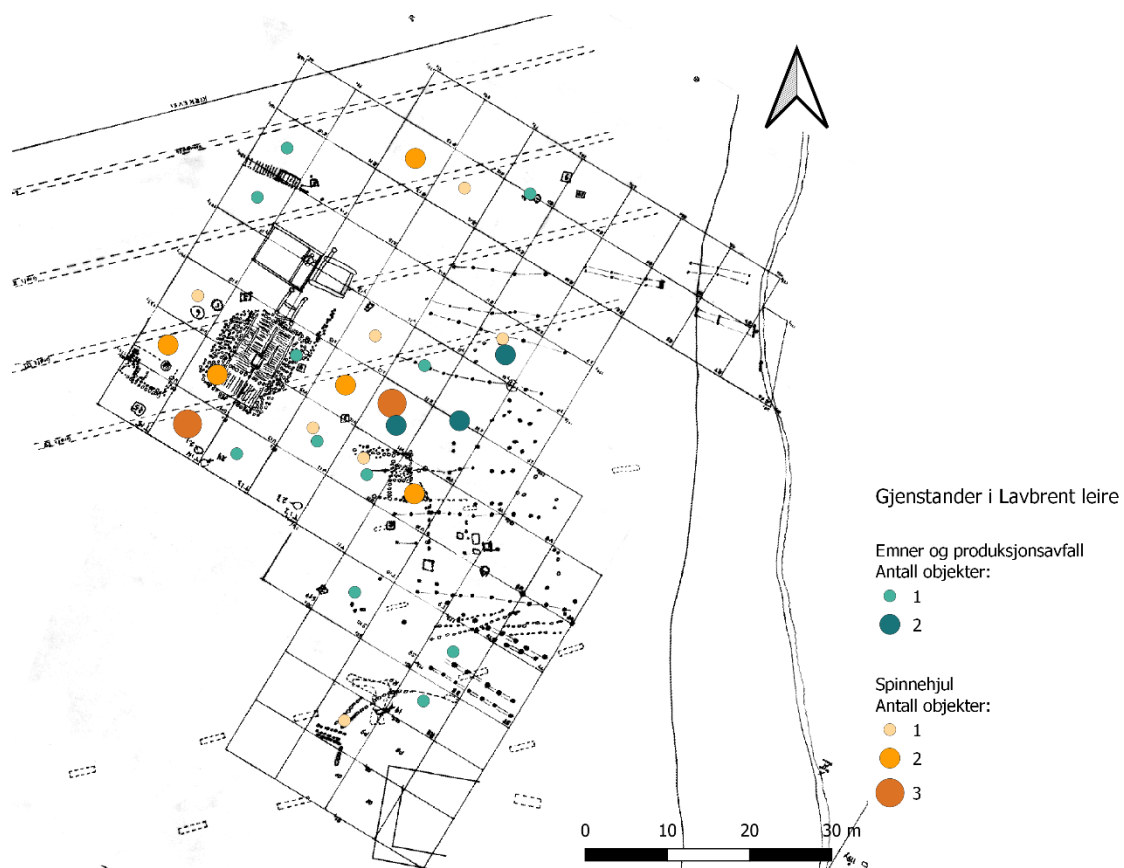


Figur 78: BRM 1/57/36/1. Lite eller ingen bruksspor rundt hullet. Foto: Gitte Hansen 2020.

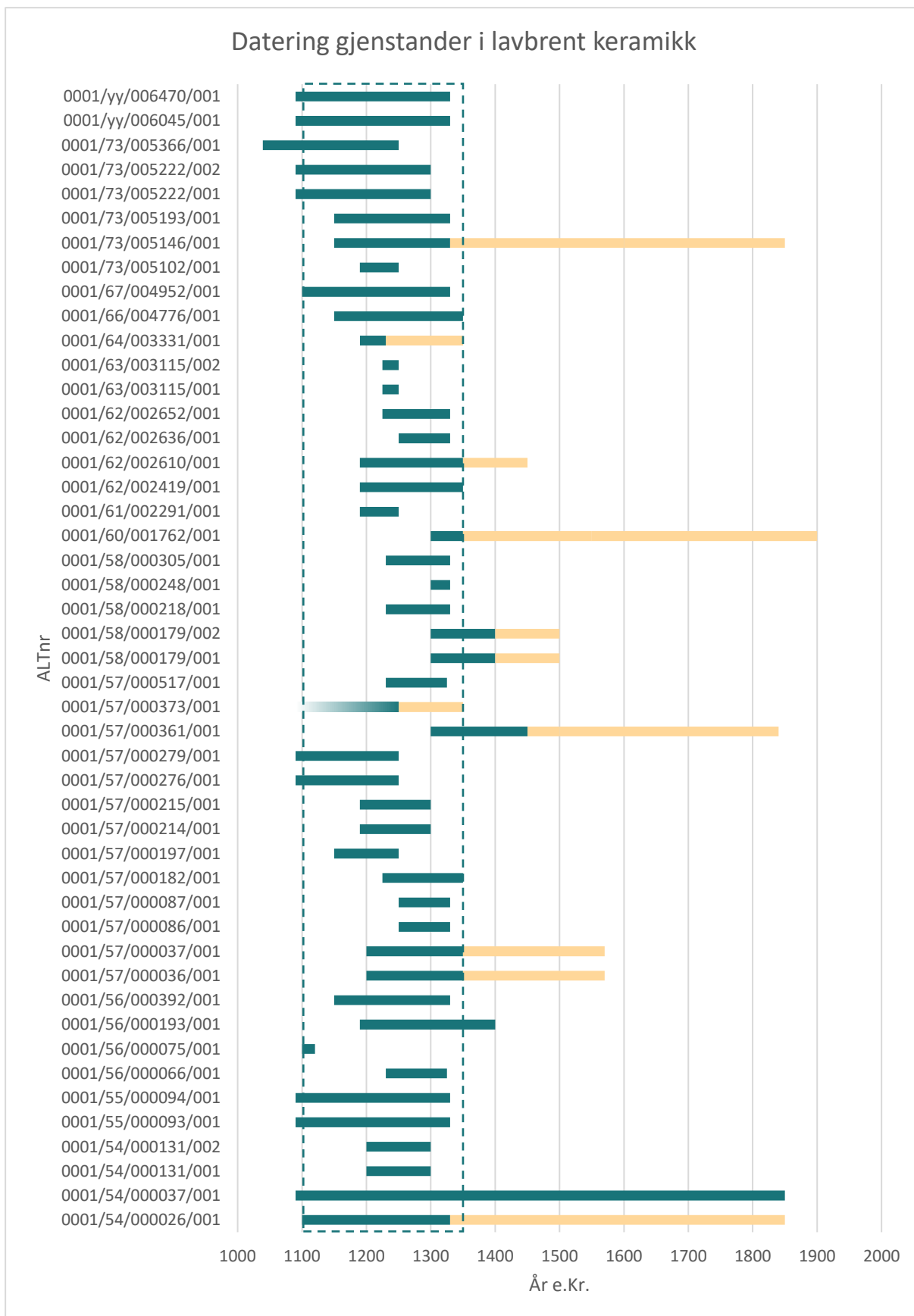
boring av hull er funn av emner uten hull og to emner med påbegynt, men ikke ferdigstilt hull. I de ferdige spinnehjulene er hullene er jevne med glatte sideflater. Det ser ut til at overgangen mellom hullet og toppflaten har vært tydelig, men at kanten er slitt noe ned under bruken av spinnehjulene (figur 78). I den slitte flaten rundt hullet i spinnehjulene ser det ut som at belegget er slitt helt eller delvis bort (figur 77), som tyder på at belegget var på spinnehjulet før det ble tatt i bruk. Dersom produksjonsprosessen består av først å forme spinnehjulet, så la det tørke delvis til det er 'lærhardt' (Andersson *et al.*, 1980) og deretter lage hullet før spinnehjulet ble brent, forklarer dette hvorfor overflaten i hullet er dekket med belegg. Overflaten i hullet ser også ut til å ha et jevnere lag med belegg enn de øvrige flatene på spinnehjulet. Belegget på utsiden kan altså ha blitt slitt bort mens spinnehjulet

har vært i bruk. Det at emnene også har belegg gjør hypotesen over noe usannsynlig, da emnene er brent og har belegg før de har fått hull. Derfor er det mer sannsynlig at hullet ble boret etter brenning, og at belegget på spinnehjulene har kommet etter deponering. Det forklarer også hvorfor noen av spinnehjulene har belegg også i bruddflater. Varierende mengde og tykkelse på belegget kommer derfor trolig av tafonomiske prosesser samt rengjøring av funnene, og ikke fra produksjonsprosessen. Fra tilstedeværelsen av brente emner uten hull tolker jeg at hullet er boret etter at spinnehjulet ble brent. Fra figur 26, side 51 ser vi at hullet har varierende tverrsnitt, som kan tyde på at ulike verktøy ble brukt for å lage hullene. Parallele hull kan lages med skeibor, skrå hull med navar og konkave hull kan lages med navar eller en liten kniv. Det ser altså ut til at spinnehjulene er laget med forskjellige og varierte typer verktøy, altså at valget av verktøy ikke er spesialisert til produksjonen. Verktøyene er også av typer som en kan regne for uspesialiserte, altså at mange hadde tilgang til dem. Heterogeniteten i materialgruppen, med forskjell i råmateriale, brenning, form og hulltilvirkning tyder på at spinnehjulene ikke ble produsert av spesialister i håndverket.

Produksjonen av spinnehjul og andre gjenstander i lavbrent keramikk har foregått over en lengre periode. Dateringene spenner mellom 1090-1450 e.Kr. Alle dateringene faller helt eller delvis inn mellom 1100 og 1350 e.Kr. (se stiplet rektangel i figur 80), så det er en sannsynlig ramme for produksjonsperioden. Produksjonen har altså foregått over tid. Gjenstandene er også spredd utover store deler av utgravningsområdet (figur 79). Kombinasjonen av den store graden av heterogenitet i form, bruken av lett tilgjengelige verktøy samt spredning i tid og rom fører frem til tolkningen om at spinnehjulene i lavbrent keramikk ble produsert for husholdsbruk av uspesialiserte produsenter. Variasjoner i råmateriale og brenningsgrad er et videre argument for denne tolkningen. De mange emnene som er spredd utover på lokaliteten sannsynliggjør at produksjonen skjedde i flere hushold og ikke i et sentralt verksted. Dermed ser det ut til at prosessen med å forme og brenne keramikk var kjent og brukt av vanlige folk i Borgund i middelalderen. Kunnskapen om keramikkproduksjon må da ha blitt overlevert på tvers av generasjoner og hushold.



Figur 79: Distribusjon av objekter i lavbrent keramikk fra Borgund. Kartgrunnlag og data om romlig distribusjon fra BKP (Hansen et al., in prep). KEE 2022.



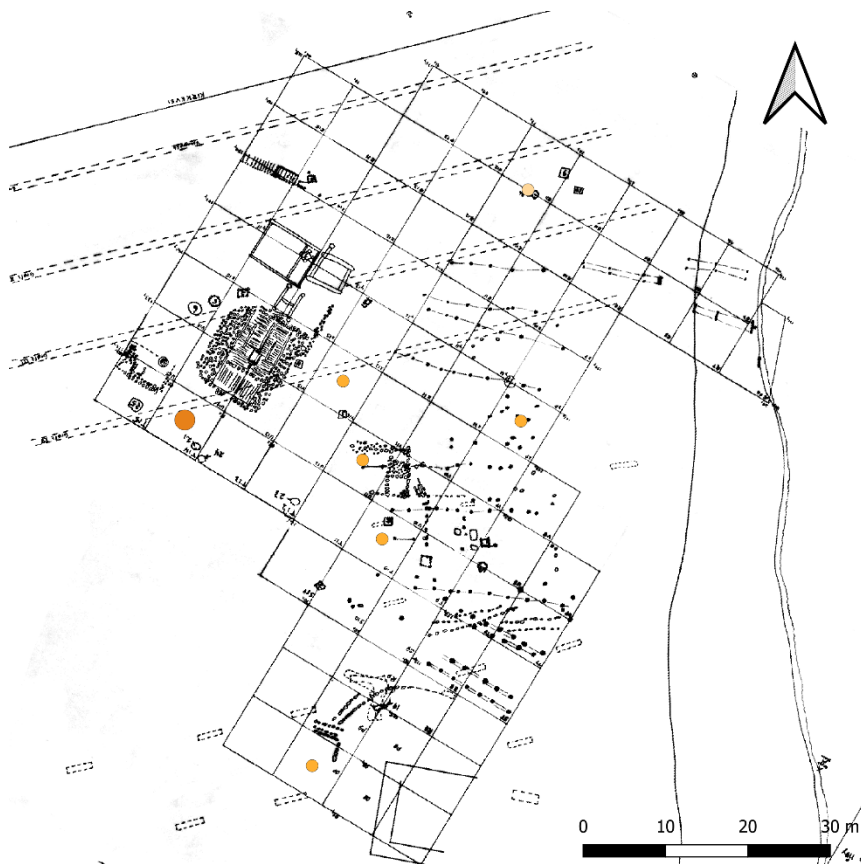
Figur 80: Dateringer gjenstander i lavbrent keramikk i år e.Kr. Dateringer: Gitte Hansen 2022 (Hansen et al., in prep), graf: KEE 2022.

7 Spinnehjul i serpentinit, mulig handelsnettverk

I sin avhandling om håndverk i Bergen definerer Hansen (2005, s. 195) en gruppe pent formede spinnehjul. Spinnehjulene er laget i serpentinit som er så kjemisk lik innad i gruppen at det er sannsynlig at råmaterialet er hentet fra samme brudd. Dette materialet er hardere enn kleberstein og krever ifølge Hansen spesialiserte verktøy. Spinnehjul av denne typen har blitt produsert over tid og er distribuert på mange tomter i Bergen, hvilket peker mot mulig produksjon for salg av profesjonelle (Hansen, 2005, s. 195). For å undersøke et mulig handelsnettverk med slike spinnehjul ble spinnehjul i lignende råmateriale hentet ut fra Universitetsmuseet i Bergens middelaldersamling. Spinnehjul i øvrige samlinger fra andre tidsperioder ble mot slutten av studiet funnet ved hjelp av bildesøk på Digitalt Museum og Unimusportalen, disse ble ikke tatt kjemisk analyse av, men bare undersøkt visuelt. Fraværet av spinnehjul fra folkevandringstiden i figur 84 viser derfor ikke nødvendigvis at serpentinit fra det ovenfornevnte bruddet i tidsperioden. Fra figur 83 og figur 84 ser vi at spinnehjul i serpentinit er funnet i både urbane og rurale kontekster langs hele Norges vestkyst fra Jæren i sør til Sunnmøre i nord. Med andre ord finnes spinnehjul i serpentinit i hele Universitetsmuseet i Bergens sitt forvaltningsområde. Utbredelsen viser tydelig at spinnehjulene har blitt distribuert over et stort område. Analysen tatt med pXRF viser at råmaterialet har store geokjemiske likhetstrekk. Derfor er det sannsynlig at råmaterialet stammer fra samme geologiske forekomst, og dermed trolig fra samme brudd eller bruddområde. Analysen kan ikke proveniensbestemme bruddet, men det at alle spinnehjulene i gruppen ser ut til å stamme fra samme sted gjør det svært sannsynlig at spinnehjulene er produsert for salg og distribuert i hvert fall regionalt. En analyse av spinnehjul fra et nasjonalt eller internasjonalt område vil kanskje klare å definere et produksjonssted og et handelsnettverk, men det faller dessverre utenfor hva jeg har mulighet til å svare på i denne oppgaven.

Siden det er rimelig å anta at spinnehjul i serpentinit fra samme steinbrudd er produsert for salg, fordi de er produsert i en mengde og har en så stor geografisk spredning (figur 84, s.115) at produksjonen var utover det man kan forvente av hjemlig produksjon til eget hushold. Som vi ser fra figur 81, s.112 er spinnehjul i serpentinit spredt over hele utgravningsområdet i Borgund, et av hjulene er også funnet i nordre felt. Syv av spinnehjulene i serpentinit fra Borgund er kjemisk svært like spinnehjulene i serpentinit i

gruppen nevnt ovenfor. De resterende tre er markert med grønn sirkel i figur 41, side 67. Geolog Øystein Janssen (pers. kom. 2021) har undersøkt krystallstrukturen i disse ti serpentinittspinnehjul fra Borgund. Råmaterialet har han klassifisert som serpentinit eller serpentinit som er delvis omdannet til kleberstein eller kleberstein med korn av serpentin i seg. Han konkluderer med at det kan se ut til at råmaterialet i spinnehjulene kan være fra samme brudd basert på at bergarten er homogen og finkornet med lignende krystallstruktur. Råmaterialet i spinnehjul BRM 1/54/25/1 (rød femkant i figur 41, side 67forstørret bilde i vedlegg 4) er kjemisk noe ulikt fra serpentiniten som brukes i spinnehjul i Borgund og Bergen. Krystallstrukturen er grovere, selv om mønsteret med den monotone og relativt finkornede mosaikken ligner noe på de øvrige spinnehjulene, men det er mye talk som gjør bergarten myk som kleberstein. Dette spinnehjulet er også noe grovere i utførelse med metall rustet fast i overflaten (figur 82), det er derfor tvil om akkurat dette spinnehjulet inngår i gruppen som er profesjonelt produsert eller ikke. Dermed har vi ni spinnehjul fra Borgund som vi kan anta at er produsert av profesjonelle. Det at spinnehjulene er distribuert



Figur 81: Distribusjon av spinnehjul i serpentinit. Kontekst på rutenivå er stilt til min rådighet av BKP. KEE 2022.

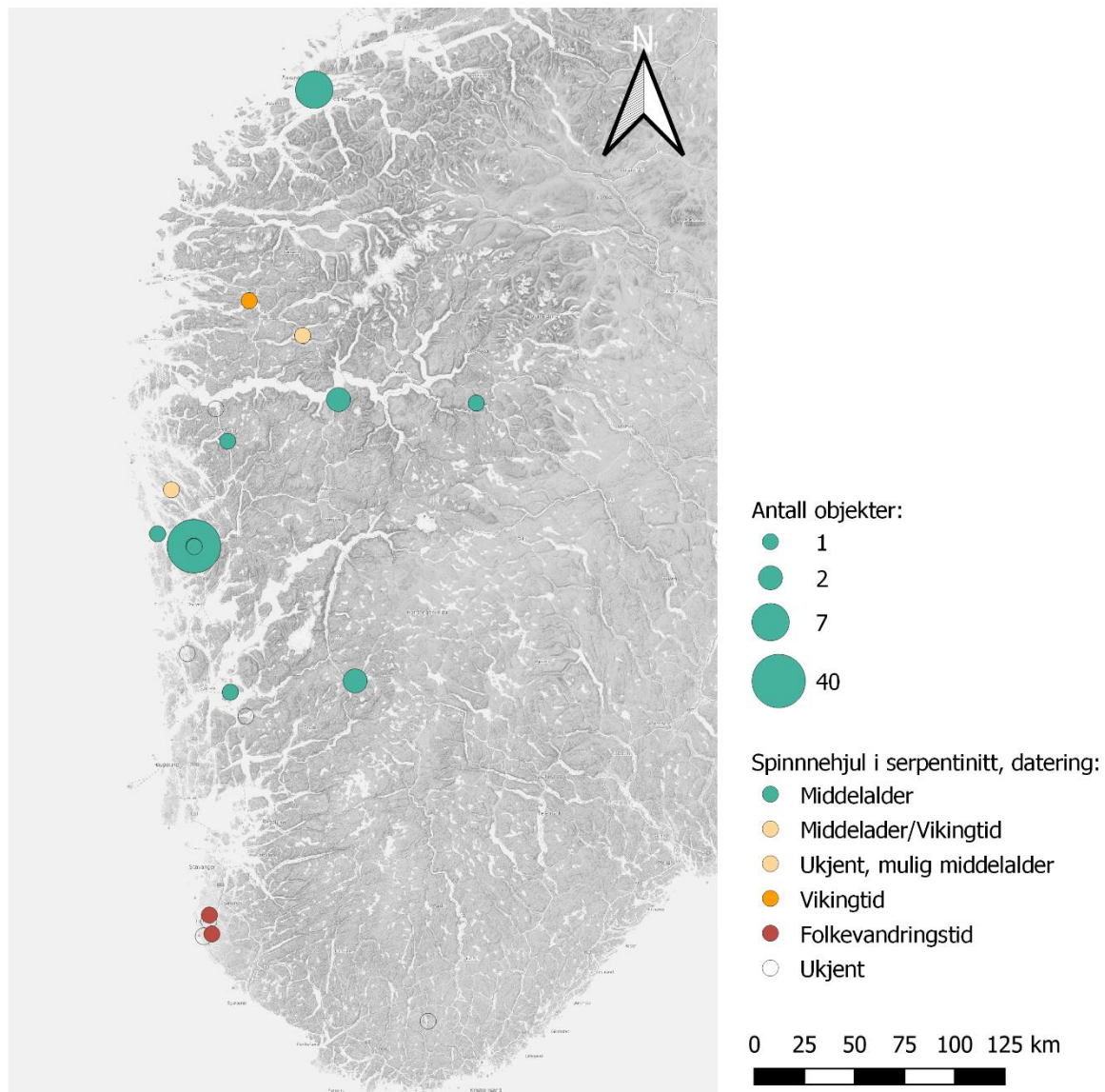
spredt i Borgund er et videre argument for at de er produsert for handel, da de trolig er brukt av forskjellige husholdninger (figur 81).

Disse spinnehjulene har glatt overflate og oftest et godt sentrert hull og en sirkelrund form. Hvorvidt spesialiserte verktøy som dreiebenk har vært brukt eller ikke kan ikke sies med sikkerhet (Edland, 2021b, s. 8). Likheten i råmaterialet i spinnehjulene som er spredt over store områder er det i dette tilfellet mest entydige argumentet for profesjonell produksjon av spinnehjul i serpentinit.

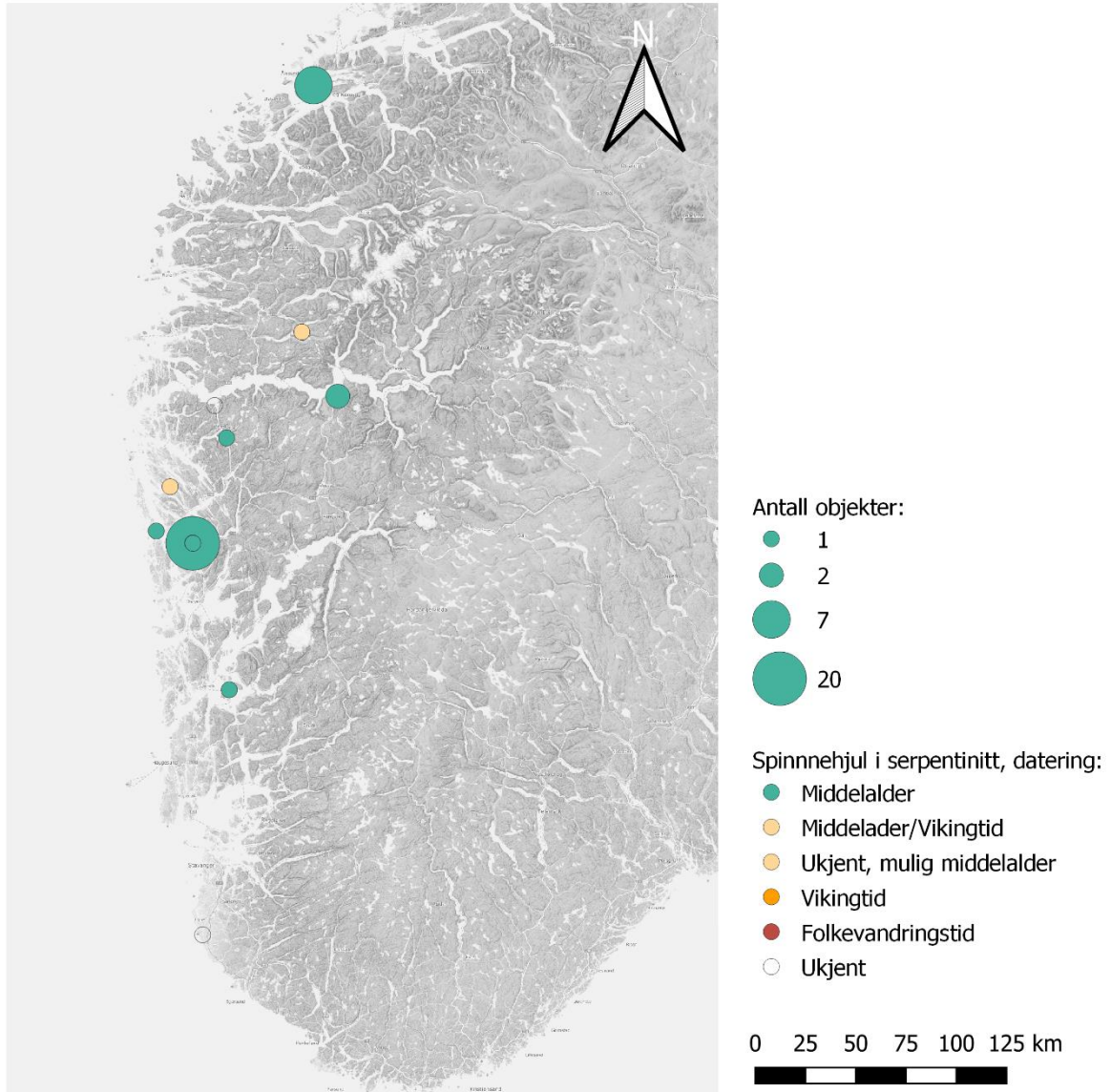
10 av 75 spinnehjul i stein fra Borgund (13,3%) er i serpentinit mot 9.3% i Bergen, noe som kan tyde på at det var noe mer vanlig å bruke importerte spinnehjul i serpentinit i Borgund enn i Bergen. Grunnen til at jeg kaller spinnehjulene importerte er at det ikke er funnet emner til slike spinnehjul i Borgund. Det er på dette tidspunktet ikke mulig å fastsette hvor disse spinnehjulene ble produsert, men det er tydelig at det finnes et handelsnettverk og en profesjonell produksjon av spinnehjul i serpentinit i middelalderen.



Figur 82: BRM 1/54/25/1. Foto: KEE 2022.



Figur 83: Spinnenhjul i serpentinit fra Universitetsmuseet i Bergen sitt forvaltningsområde. Data om lokaliteter er hentet fra kulturminnesok.no. KEE 2022.



Figur 84: Spinneuhjul i serpentinit som er så kjemisk og visuelt lik at det er sannsynlig at den er fra samme brudd. Data om lokaliteter er hentet fra kulturminnesok.no. KEE 2022.



Figur 85: Spinnenhjul i kjemisk lignende serpentinit fra Bergen. Det skraverte området ble gravd ut under Bryggen-utgravingen (Herteig, Asbjørn E., 1990, s. 10, fig. 1). Romlig distribusjon av spinnehjulene stilt til min rådighet av Gitte Hansen, professor i middelalderarkeologi ved Universitetet i Bergen (epost, 13. mars 2022).

8 Tyngdenes funksjon og mulige assosiasjoner til kjønn

I Borgund er det funnet 16 tyngder og 5 gjenstander som har en form og vekt mellom et spinnehjul og en tyngde. Spørsmålet jeg har lurt på er: hva er en tyngde? Eller, hva brukes en tyngde til? Det er ikke umiddelbart åpenbart hvordan dette kan relateres til produksjonen av spinnehjul, men jeg vil argumentere for at brukerne av tyngder og spinnehjul har vært forskjellige personer (kanskje med forskjellig kjønn). Jeg beveger meg inn på ustødig grunn med å diskutere kjønn til brukerne av produktene, for hva om det påvirker tolkningen av hvem produsentene er?

Tyngdene veier mellom 74 og 332 gram, altså et stort spenn i vektklasser, som derfor muligens hadde forskjellige funksjoner. Tidligere har det vært foreslått at tyngdene ble brukt som spinnehjul på kraftige håndteiner av skomakere, for å lage skomakertråd (Skjølsvold, 1961, s. 32), eller til å tvinne flere håndspunnede tråder sammen (Molaug, 1990, s. 94).

Det er mulig at de lettere gjenstandene i kategorien tyngde eller spinnehjul/tyngde som veier mellom 42 og 80 gram har vært brukt til tvinning av tykkere garn og snorer. Disse objektene har en diameter rundt 50 mm, som er såpass mye utenfor normalen for spinnehjul (gjennomsnitt 32,9 mm) at jeg har nølt med å klassifisere dem som spinnehjul. Det er dog mulig at de har vært brukt som spinnehjul, men med en annen teknikk enn teknikken hvor teinen henger fritt i luften. En alternativ teknikk er å ha spinneteinen stående i en skål i fanget eller på bakken mellom bena på den sittende spinneren. Med den sistnevnte teknikken kan spinnehjulet være tyngre, fordi vekten av det ikke drar og sliter i tråden, som gjør at spinnehjulet påvirker trådkvaliteten i mindre grad (Grömer, 2004, s. 108).

Ser man til materialet i Bergen faller tyngdene fra Borgund inn under Øyes type A: rund med et sentralt hull. Tyngdene i Bergen i type A veier mellom under 100 og 900 gram, 54% veier mellom 200 og 300 gram (Øye, 1988, s. 63). Type A er sjeldent funnet sammen med andre tyngder, tyngdene som er funnet alene er også ofte under 400 gram tunge (Øye, 1988, s. 64). Øye (1988, s. 69) påpeker at tyngder lik type A i moderne tid har blitt brukt som lodd på fiskeutstyr og at den lette vekten gjør det sannsynlig at disse tyngdene kan ha vært brukt som vevlodd og lodd på fiskeutstyr. Tyngdene fra Borgund er som nevnt under 350 gram, noe lettere enn 400-1300 gram som Øye (1988, s. 38) beskriver som vekten på rokkehjul til

kjerringrokk, også kjent som pumpedrill. Ut fra dette tolker jeg at tyngdene i Borgund mest sannsynlig hadde med fiske- og/eller veveryrket å gjøre, og ikke til spinning av tråd. Olsen (2004, s. 82) spekulerer i om fiskeredskaper i stein kan være laget av individuelle fiskere, siden de er lite standardiserte i form. Dessverre har ikke Olsen kunne utdype problemstillingen, men uansett drar det frem et spennende spørsmål: kan det være samme type personer som lager fiskeutstyr i kleberstein som også lager spinnehjul? Dersom jeg skulle diskutert kjønnsroller i denne avhandlingen ville det vært en interessant innfallsvinkel, denne kryssningen mellom det tradisjonelt maskuline fiskeryrket og det tradisjonelt feminine spinneryrket. Kan fiskere og spinnere handle hos samme håndverker? Eller lager én person i husholdet verktøy til begge yrkene? Er det da den som fisker eller den som spinner og vever som lager hjemmelagde verktøy i kleberstein? Da disse spørsmålene går inn på gender- arkeologi, et ukjent felt for meg, vil jeg bare stille disse spørsmålene på det nåværende tidspunkt, i håp om at et senere studie av både fiskeutstyr og tekstilutstyr kan belyse spørsmålene.

9 Konklusjon

Studien av spinnehjulene i Borgund har vist at noen spinnehjul produseres for husholdsbruk mens andre produseres for handel. Spinnehjul i serpentinit er funnet både i Borgund, Bergen og landsbygda på Vestlandet. Råmaterialet i disse spinnehjulene er ofte så likt, basert på geokjemiske og mesoskopiske undersøkelser, at det er sannsynlig at det kommer fra samme steinbrudd. Distribusjonen av spinnehjul fra samme brudd gjør det svært sannsynlig at spinnehjulene er produsert av profesjonelle som en handelsvare. Spinnehjulene i lavbrent keramikk derimot er mindre homogene i form og geokjemi. Halvferdige spinnehjul distribuert over hele utgravningsfeltet i Borgund viser at produksjonen har skjedd lokalt. Den lokale produksjonen av spinnehjul i lavbrent keramikk ser ut til å ha foregått mellom år 1100 og 1350 e.Kr. Kunnskapen om produksjon av gjenstander i keramikk ser derfor ut til å ha vært kjent i Borgund i middelalderen, noe som stiller spørsmål ved den tidligere antatte hypotesen om at det ikke ble produsert keramikk i Norge i middelalderen.

Gruppen av jevnt formede og glattpussede spinnehjul i mørk serpentinit ser ut til å ha blitt produsert for handel på regionalt nivå på Vestlandet. Denne studien kan ikke alene konkludere om hvor disse spinnehjulene er produsert, men en stor andel av dem er så kjemisk og visuelt like at det er sannsynlig at de kommer fra samme steinbrudd. Andelen serpentinit spinnehjul fra samme brudd er betydelig høyere i Borgund enn i Bergen. Hullets karakteristikk til disse spinnehjulene ligner mer på de andre spinnehjulene av stein fra Borgund enn de øvrige serpentinit spinnehjulene Bergen og landsbygda på Vestlandet. Formen og distribusjonen kan være hint om at produksjonen skjedde i eller nær Borgund, men jeg vil ikke konkludere med dette da det ikke er funnet emner til spinnehjul i serpentinit i Borgund. En proveniensbestemmelse av råmaterialet samt en studie av serpentinit spinnehjulenes distribusjon nord for Borgund kan videre belyse produksjonsstedet til serpentinit spinnehjulene.

Når det gjelder spinnehjul i øvrig stein enn serpentinit er det mindre entydig hvorvidt de er produsert for handel eller husholdsbruk. Kvalitetskriteriet sentrering mot forskjell i diameter ble presentert i grafisk for materialgruppene lavbrent leire, serpentinit og øvrig stein. Fra sammenligningen ser spinnehjulene i stein ut til å ligne mer på de profesjonelt produserte spinnehjulene i serpentinit enn de hjemlig produserte spinnehjulene i lavbrent keramikk.

Samtidig er spinnehjulene heterogene i råmateriale både basert på geokjemi og visuell analyse. Det er derfor mulig at noen av spinnehjulene i stein er produsert for handel mens andre er produsert for husholdsbruk. Det som ikke er synlig i materialet fra Borgund er spinnehjul i kleberstein som tydelig er laget av gjenbrukte kleberkar, slik som finnes i store kvanta i Oslo (Molaug, 1990, s. 102-103). Organiseringen av produksjonen av spinnehjul i kleberstein ser derfor ut til å være forskjellig i Borgund som i Oslo.

Tolkningene i denne studien er basert på en kombinasjon av geokjemisk analyse og klassifisering basert på vekt og form. Den geokjemiske analysen har ikke kunne bli brukt i seg selv, men den har vært veldig verdifull når den ble brukt sammen med andre analysemetoder som har kunne bekrefte eller avkrefte tolkningene fra geokjemien og vice versa.

Studien av spinnehjulene belyser en del av det teknologiske systemet som eksisterte i Borgund i middelalderen. Studier av andre håndverk som fant sted i Borgund vil videre belyse teknologien og kunnskapen som menneskene i Borgund i middelalderen hadde og tok del i. Dette er en av måtene de ellers så usynlige aktørene kan belyses med nedenfra-perspektivet som vi har i BKP. En fremtidig studie av distribusjonen og proveniensen til spinnehjul i serpentinit vil kunne ta del i å belyse Borgunds rolle i regionale handelsnettverk.

Metodene brukt i denne studien er utarbeidet med tanke på at de skal være anvendelige for videre forskning på organiseringen av produksjon av hverdagsgjenstander basert på studiet av de ferdige gjenstandene og eventuelle emner. Produsentene av slike hverdagsgjenstander er lite synlige i det arkeologiske materialet, men de fortjener like fullt vår oppmerksomhet da de har hjulpet til med å legge grunnlaget for liv og levne til mennesker av ulik sosial rang i middelalderens Norge.

10 Noter

ⁱ Spindlewhorls of serpentinite

In connection with her MA thesis Kristin Ersdal Edland has identified 13 serpentinite spindle whorls in the Borgund material, as well as 43 such whorls from datable contexts in Bergen (KEE in prep). The spindle whorls are of types broadly associated Viking age and medieval contexts in Norway (KEE in prep). In order to refine the typological date of the spindle whorls made in serpentinite, suggested in earlier research Hansen, G. (2005) *Bergen c 800 - c 1170: the emergence of a town*.

Doktoravhandling, Universitetet i Bergen, Bergsvik, K. og Hansen, G. (2015) Medieval rockshelters in western Norway. Activities, functions, and social identities, i Baug, I., Larsen, J. og Mygland, S. S.

(red.) *Nordic Middle Ages – Artefacts, Landscapes and Society. Essays in Honour of Ingvild Øye on her 70th Birthday*. Bergen: Universitetet i Bergen, s. 49-76., so that this object type can be used in the

BKP dating efforts Gitte Hansen re-assessed the stratigraphical dates of Edland's 43 Bergen-whorls.

This was done following procedures described in Hansen, G. og Brita, H. (2017) Til middelalderens kilder med et tastetrykk *Årbok for Universitetsmuseet i Bergen 2017*. Bergen: Universitetsmuseet i

Bergen, s. 23-32, Hansen, G., Hope, B. og Mygland, S. S. (2017a) *Migreringsprosjektet 2015-2017*.

Rapport om migrering av Middelaldersamlingens digitale BRM-funnkataloger til de norske

Universitetsmuseens felles databaseløsning, MUSITbasen for arkeologi. Bergen: Saksarkiv 1.10,

Middelaldersamlingen. Avdeling for kulturhistorie., through original documentation in the University

Museum of Bergen's Medieval topographical archives as well as reports from the excavations of:

BRM 0 Bryggen 1955-79 Herteig, A. E. (1990) *The Buildings at Bryggen their Topographical and*

Chronological Development. Bergen: Norwegian University Press, Herteig, A. E. (1991) *The Buildings*

at Bryggen their Topographical and Chronological development. Bergen: Norwegian University Press.,

Finnegården 6a, Øvregaten 39, Dunlop, A. R. (1982) *BRM 94 Øvregaten 39*. Unpublished Report,

Topografisk Arkiv. Bergen, Hordaland. Bergen Museum, Dunlop, A. R. (1982 (1998)) *BRM 104*

Finnegården 6A, with supplements from 1983 and 1998. Report, Riksantikvaren. and Rosenkransgate

4 Lindh, J. (1979) *BRM 76 Rosenkrantz gate 4, (19978-79)*. *Innberetning*. Unpublished Report,

Topografisk Arkiv. Bergen, Hordaland. Bergen Museum..

Forty-two of Edland's Bergen-whorls date to between the 1120's and 1350, while one dates from 1332 to 1350/1413. With its possible end-date extending into the early 15th century the latter whorl is interpreted as an outlier and is disregarded when establishing a dating frame for use and deposition of this object type in Bergen. This leaves us with a dating frame of 1120's – 1350. The

frame deserves some comments: Because the dates are stratigraphical dates, meaning that they represent the time of last deposition-event, one should be aware that the whorls may possibly be in a secondary deposition situation when found, the stratigraphical date may thus be younger than the date of use. This, however, is always the case when dating by stratigraphy, and it is a commonly accepted methodological problem which we just have to have in mind when using stratigraphically dated archaeological finds. With 33 of the 43 whorls dating to before 1300, one might argue that there is a 'schwerpunkt' before 1300, still with 23% having 1350 as an end date, this is considered as a more reliable end-date. The 1120's-date of the first use of serpentinite whorls in Bergen also deserves a comment. Archaeological sources assigned safely to before c 1100 in Bergen are for methodological reasons not many and are, (by the present author), not considered as sufficient for establishing firm conclusions based on in absentia arguments, furthermore there may be cultural historical reasons for the lack of textile tools all together in Bergen before the 1120's (for discussion of this see Hansen, G. (2005) *Bergen c 800 - c 1170: the emergence of a town*. Doktoravhandling, Universitetet i Bergen, Hansen, G. (2006) *Kvinner, barn og pølsepinner - demografiske drypp fra det eldste Bergen*, i Barndon, R., et al. (red.) *Samfunn, symboler og identitet - Festskrift til Gro Mandt på 70-årsdagen*. Bergen: Universitetet i Bergen, s. 305-320. For this reason a beginning of production-date based on the Bergen sources is not entirely satisfactory. It would be interesting to pursue other avenues to find and establish a firmer date of the beginning of production/use of serpentinite spindle whorls of types comparable to those found in Bergen and Borgund. This might be done by addressing serpentinite spinning whorls of the same types from well dated archaeological sources from other sites than medieval Bergen.

Still, the 1120's- 1350AQ is suggested as a reliable date for the use and deposition of the object type in Bergen.

11 Litteraturliste

- Adams, C., Brand, C., Dentith, M., Fiorentini, M., Caruso, S. og Mehta, M. (2020) The use of pXRF for light element geochemical analysis: A review of hardware design limitations and an empirical investigation of air, vacuum, helium flush and detector window technologies, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 20(3), s. 366–380. doi: <https://doi.org/10.1144/geochem2019-076>
- Alberti, M. (2018) The Construction, Use, and Discard of Female Identities: Interpreting Spindle Whorls at Vindolanda and Corbridge, *Theoretical Roman Archaeology Journal*, 1(1). doi: <https://doi.org/10.16995/traj.241>
- Andersen, H. H., Crabb, P. J. og Madsen, H. J. (1971) *Århus Søndervold en byarkæologisk undersøgelse*. København: Gyldendalse Boghandel, Nordisk Forlag.
- Andersson, E. (1999) *The Common Thread, Textile Production during the Late Iron Age and Viking Age*. Doktoravhandling, Universitetet i Lund.
- Andersson, I., Banner-Wahlgren, M., Fagerberg, R., Frank, K., Gegerfeldt, G. v., Håkansson, A. og Keller, L. E. (1980) *Keramikk: Grunnbok*. Småland, Sverige: Folkets brevskole.
- Bergsvik, K. og Hansen, G. (2015) Medieval rockshelters in western Norway. Activities, functions, and social identities, i Baug, I., Larsen, J. og Mygland, S. S. (red.) *Nordic Middle Ages – Artefacts, Landscapes and Society. Essays in Honour of Ingvild Øye on her 70th Birthday*. Bergen: Universitetet i Bergen, s. 49-76.
- Borgund Kaupang* (2020). Tilgjengelig fra: <https://www.uib.no/fg/borgund-kaupang> (Hentet: 1. juni 2021).
- Burg, M. B., Tibbits, T. L. og Harrison-Buck, E. (2021) Advances in Geochemical Sourcing of Granite Ground Stone: Ancient Maya Artifacts from the Middle Belize Valley, *Advances in Archaeological Practice*, 9(4), s. 1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/aap.2021.26>

- Carelli, P. (2001) *En kapitalistisk anda: kulturella förändringar i 1100-talets Danmark*.
Doktoavhandling, Universitetet i Lund.
- Christophersen, A., Overskaug, K. og Røskoft, M. (2020) *Under Trondheim: fortellinger fra bygrunnen*. Trondheim: Museumsforlaget.
- Costin, C. L. (1991) Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting, and Explaining the Organization of Production, *Archaeological Method and Theory*, 3, s. 1-56.
Tilgjengelig fra: <http://www.istor.org/stable/20170212> (Hentet: 2022/05/18/).
- Crewe, L. (1998) *Spindle whorls: a study of form, function and decoration in prehistoric Bronze Age Cyprus*. Jonsered: P. Åström.
- Dunlop, A. R. (1982) *BRM 94 Øvregaten 39*. Unpublished Report, Topografisk Arkiv. Bergen, Hordaland. Bergen Museum.
- Dunlop, A. R. (1982 (1998)) *BRM 104 Finnegården 6A, with supplements from 1983 and 1998*. Report, Riksantikvaren.
- Edland, K. E. (2021a) *Produksjon av spinnehjul i kleberstein utforsket på eksperimentelt vis*.
Tilgjengelig fra: <https://www.uib.no/fg/borgund-kaupang/128687/blogg#produksjon-av-spinnehjul-i-kleberstein-utforsket-p-eksperimentelt-vis> (Hentet: 4. mai 2022).
- Edland, K. E. (2021b) *Å svarve ei snelle: Middelalderens produksjon av spinnehjul i kleberstein, utforsket på eksperimentelt vis*. Upublisert oppgave ARK304: Institutt for arkeologi, historie, kultur- og religionsvitenskap, Universitetet i Bergen.
- Forster, N., Grave, P., Vickery, N. og Kealhofer, L. (2011) Non-destructive analysis using PXRF: Methodology and application to archaeological ceramics, *X-Ray Spectrometry*, 40, s. 389-398. doi: 10.1002/xrs.1360
- Galarnyk, M. (2017) *PCA using Python (scikit-learn)*. Tilgjengelig fra:
<https://towardsdatascience.com/pca-using-python-scikit-learn-e653f8989e60>
(Hentet: 11. november 2021).
- Gleba, M. (2008) *Textile production in pre-Roman Italy*. Oxford: Oxbow Books.

- Goren, Y., Mommsen, H. og Klinger, J. (2011) Non-destructive provenance study of cuneiform tablets using portable X-ray fluorescence (pXRF), *Journal of Archaeological Science*, 38(3), s. 684-696. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.10.020>
- Gräslund, A.-S. (2001) The position of Iron Age Scandinavian women: evidence from graves and rune stones, *Gender and the Archaeology of Death*, 2, s. 81-102.
- Grömer, K. (2004) Aussagemöglichkeiten zur Tätigkeit des Spinnens aufgrund archäologischer Funde und Experimente, *Archaeologia Austriaca*, 88, s. 169-182.
- Grömer, K. (2005) Efficiency and technique – Experiments with original spindle whorls, i Bichler, P. (red.) *Hallstatt textiles: technical analysis, scientific investigation and experiment on Iron age textiles*. Oxford: Archaeopress.
- Hagen, K. G. (1994) *Profesjonalisme og urbanisering: profesjonalismeproblemet i håndverket belyst ved et tekstil- og vevloddsmateriale fra middelalderens Trondheim fra 1000-tallet frem til slutten av 1300-tallet*. Doktoravhandling, Universitetet i Oslo. doi: oai:nb.bibsys.no:999420468034702202
- Hansen, G. (2005) *Bergen c 800 - c 1170: the emergence of a town*. Doktoravhandling, Universitetet i Bergen.
- Hansen, G. (2006) Kvinner, barn og pølsepinner - demografiske drypp fra det eldste Bergen, i Barndon, R., et al. (red.) *Samfunn, symboler og identitet - Festskrift til Gro Mandt på 70-årsdagen*. Bergen: Universitetet i Bergen, s. 305-320.
- Hansen, G. (2015) Sko kammer og klær. En nedenfra-studie av bergensernes økonomiske evne på 1100-tallet, i Berge, R., Brattli, T. og Risvaag, J. A. (red.) *Inn i fortida - ut i verden - i museet!* Trondheim: NTNU, Vitenskapsmuseet, Seksjon for arkeologi og kulturhistorie og Museumsforlaget.
- Hansen, G., Ashby, S. P. og Baug, I. (2015) Everyday products in the Middle Ages. Crafts, consumption and the individual in Northern Europe c. AD 800–1600: an introduction, i Hansen, G., Ashby, S. P. og Baug, I. (red.) *Everyday Products in the Middle Ages*

Crafts, Consumption and the Individual in Northern Europe c. AD 800–1600. Oxford & Philadelphia: Oxbow Books.

Hansen, G. (2017) Domestic and exotic materials in early medieval Norwegian towns: An archaeological perspective on production, procurement and consumption, i Glørstad, Z. T. og Loftsgarden, K. (red.) *Viking-Age Transformations: Trade, Craft and Resources in Western Scandinavia* 1. London: London: Routledge.

Hansen, G. og Brita, H. (2017) Til middelalderens kilder med et tastetrykk *Årbok for Universitetsmuseet i Bergen 2017*. Bergen: Universitetsmuseet i Bergen, s. 23-32.

Hansen, G., Hope, B. og Mygland, S. S. (2017a) *Migreringsprosjektet 2015-2017. Rapport om migrering av Middelaldersamlingens digitale BRM-funnkataloger til de norske Universitetsmuseens felles databaseløsning, MUSITbasen for arkeologi*. Bergen: Saksarkiv 1.10, Middelaldersamlingen. Avdeling for kulturhistorie.

Hansen, G. og Storemyr, P. (2017) A Versatile Resource - The Procurement and Use of Soapstone in Norway and The North Atlantic Region, i Hansen, G. og Storemyr, P. (red.) *Soapstone in the North. Quarries, Products and People 7000 BC - AD 1700*. University of Bergen.

Hansen, G., Storemyr, P., Stavsjøien, E., Wickler, S., Lindahl, I., Nilsson, L., Bunse, L., Bergsvik, K., Grenne, T., Østerås, B., Stenvik, L., Heldal, T., Schou, T., Baug, I., Vangstad, H., Høegsberg, M., Forster, A., Jones, R., Jansen, Ø. og Hommedal, A. (2017b) *Soapstone in the North. Quarries, products and People. 7000 BC - AD 1700* Bergen: University of Bergen.

Hansen, G., Blobel, M., Dunlop, A. R. og Haggren, G. (in prep) Dating Borgund, *Borgund revisited*. Universitetet i Bergen.

Herteig, A. E. (1973) *Kaupangen på Borgund*. Borgundkaupangens venner.

Herteig, A. E. (1990) *The Buildings at Bryggen their Topographical and Chronological Development*. Bergen: Norwegian University Press.

- Herteig, A. E. (1990) *The buildings at Bryggen: their topographical and chronological development*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Herteig, A. E. (1991) *The Buildings at Bryggen their Topographical and Chronological development*. Bergen: Norwegian University Press.
- Hoffmann, M. (1964) *The warp-weighted loom: studies in the history and technology of an ancient implement*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Holmqvist, E. (2016) Handheld portable energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry (pXRF), i Hunt, A. (red.) *The Oxford handbook of archaeological ceramic analysis*. Oxford University Press Oxford, s. 363-381.
- Hunt, A. M. W. og Speakman, R. J. (2015) Portable XRF analysis of archaeological sediments and ceramics, *Journal of Archaeological Science*, 53, s. 626-638. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.11.031>
- Hyer, M. C., Owen-Crocker, G. R. og Biggam, C. P. (2011) *The material culture of daily living in the Anglo-Saxon world*. Exeter: University of Exeter Press.
- Høigård Hofseth, E. (1985) Det går i spinn. Forsøk på klassifikasjon av spinnehjul i Rogaland, *AmS-Skrifter*, 11, s. 31-61. Tilgjengelig fra: https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2014062506034.
- håndverker *Bokmålsordboka*: Språkrådet og Universitetet i Bergen. Tilgjengelig fra: <https://ordbokene.no/bm/25471/h%C3%A5ndverker> (Hentet: 18. mai 2022).
- Jones, T. W., Birch, J., Williamson, R. F., Abel, T. J., Speakman, R. J. og Lesage, L. (2018) Steatite characterization using X-ray fluorescence and insights into northern Iroquoian interregional interaction, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 20, s. 506-515.
- Kania, K. (2015) Soft yarns, hard facts? Evaluating the results of a large-scale hand-spinning experiment, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 7(1), s. 113-130. doi: 10.1007/s12520-013-0167-y

- Kristoffersen, E. S. (2013) Ten, tråd og nøste - om dekor på spinnehjul, *Viking*, LXXVI, s. 137-150.
- LeMoine, J.-B. og Halperin, C. T. (2021) Comparing INAA and pXRF analytical methods for ceramics: A case study with Classic Maya wares, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36, s. 102819. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102819>
- Linder, A. (1967) *Spinnen und Weben einst und jetzt: Die Entwicklung des Baumwollgewerbes zur Industrie*. Bucher.
- Lindh, J. (1979) *BRM 76 Rosenkrantz gate 4, (19978-79). Innberetning*. Unpublished Report, Topografisk Arkiv. Bergen, Hordaland. Bergen Museum.
- Mazzotti, A. (2014) What Borromini Might Have Known About Ovals. Ruler and Compass Constructions, *Nexus Network Journal*, 16. doi: 10.1007/s00004-014-0190-z
- Mehler, N. (2015) Marine trade and transport-related crafts and their actors – people without archaeology?, i Hansen, G., Ashby, S. P. og Baug, I. (red.) *Everyday Products in the Middle Ages*. Oxbow Books, s. 360-376.
- Miller, H. M.-L. (2017) *Archaeological Approaches to Technology*. Academic Press.
- Molaug, P. B. (1990) Sneller til håndtein, i Færden, G., Schia, E. og Molaug, P. B. (red.) *De Arkeologiske utgravninger i Gamlebyen, Oslo*. Øvre Ervik: Alvheim & Eide.
- Morris, C. A. (2000) *Craft, Industry and Everyday Life: Wood and Woodworking in Anglo-Scandinavian and Medieval York*. York: Council for British Archaeology.
- Mårtensson, L., Andersson, E., Nosch, M.-L. og Batzer, A. (2005-2006) *Part 1*. (Technical Report Experimental Archaeology 1). København: The Danish National Research Foundation's Centre for Textile Research (CTR), University of Copenhagen.
Tilgjengelig fra: https://ctr.hum.ku.dk/research-programmes-and-projects/previous-programmes-and-projects/tools/technical_report_1_experimental_archaeology.pdf
(Hentet: 6. mai 2022).

- Mårtensson, L., Andersson, E., Nosch, M.-L. og Batzer, A. (2006) *Whorl or bead?* (Technical Report Experimental Archaeology 2:2). København: The Danish National Research Foundation's Centre for Textile Research (CTR), University of Copenhagen.
- Tilgjengelig fra: https://ctr.hum.ku.dk/research-programmes-and-projects/previous-programmes-and-projects/tools/technical_report_2-2_experimental_arcaheology.pdf (Hentet: 6. mai 2022).
- Mårtensson, L. (2007) Toolmakers? - On the production of tools for making and treating textiles during the Viking Age, i Rast-Eicher, A. og Windler, R. (red.) *NESAT IX - North European Symposium for Archaeological Textiles, Braunwald, 18.-21. mai*. Archo Tex.
- Newlander, K., Goodale, N., Jones, G. T. og Bailey, D. G. (2015) Empirical study of the effect of count time on the precision and accuracy of pXRF data, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 3, s. 534-548.
- Nicholson, K. (2015) The Effect of Spindle Whorl Design on Wool Thread Production: A Practical Experiment Based on Examples from Eight-Century Denmark, i Netherton, R., Owen-Crocker, G. R. og Wright, M. L. (red.) *Medieval Clothing and Textiles 11*. NED - New edition. Woodbridge: Boydell & Brewer.
- Olsen, O. M. (2004) Medieval fishing tackle from Bergen, i Øye, I. (red.) *Medieval fishing tackle from Bergen and Borgund*. Bergen: Fagbokforlaget.
- produsent *Bokmålsordboka*: Språkrådet og Universitetet i Bergen. Tilgjengelig fra: <https://ordbokene.no/bm/46361/produsent> (Hentet: 18. mai 2022).
- Reed, I. (1994) Late Medieval Ceramics in Norway, *Medieval Ceramics*, 18. Tilgjengelig fra: https://www.academia.edu/36967209/Late_Medieval_Ceramics_in_Norway.
- Resi, H. G. (1979) *Die Specksteinfunde aus Haithabu*. Neumünster: Wachholtz.
- Schou, T. P. (2017) Trade and Hierarchy: The Viking Age Soapstone Vessel Production and Trade of Agder, Norway, i Hansen, G. og Storemyr, P. (red.) *Soapstone in the North. Quarries, products and People. 7000 BC - AD 1700*. Bergen: University of Bergen.

- Skjølsvold, A. (1961) *Klebersteinsindustrien i vikingetiden*. Oslo og Bergen: Universitetsforlaget.
- Smith, M. H. (2015) Weaving Wealth: Cloth and Trade in Viking Age and Medieval Iceland, i Huang, A. L. og Jahnke, C. (red.) *Textiles and the medieval economy: production, trade, and consumption of textiles, 8th-16th centuries*. Oxford: Oxbow books, s. 23-40.
- Speakman, R. J., Little, N. C., Creel, D., Miller, M. R. og Iñáñez, J. G. (2011) Sourcing ceramics with portable XRF spectrometers? A comparison with INAA using Mimbres pottery from the American Southwest, *Journal of Archaeological Science*, 38(12), s. 3483-3496. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.08.011>
- Unimusportalen S4446. Tilgjengelig fra: <https://www.unimus.no/portal/#/things/a83636ea-f97c-4fd8-a379-c79a176a87ed> (Hentet: 2. juni 2022).
- Wickler, S., Lindahl, I. og Nilsson, L. P. (2017) Soapstone in Northern Norway: Archaeological and Geological Evidence, Quarry and Artifact Survey Results, i Hansen, G. og Storemyr, P. (red.) *Soapstone in the North. Quarries, Products and People 7000 BC - AD 1700*. University of Bergen.
- Williams-Thorpe, O., Potts, P. J. og Webb, P. C. (1999) Field-Portable Non-Destructive Analysis of Lithic Archaeological Samples by X-Ray Fluorescence Instrumentation using a Mercury Iodide Detector: Comparison with Wavelength-Dispersive XRF and a Case Study in British Stone Axe Provenancing, *Journal of Archaeological Science*, 26(2), s. 215-237. doi: <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0323>
- Øye, I. (1988) *Textile equipment and its working environment, Bryggen in Bergen, c 1150 – 1500*. Bergen: Universitetsforlaget AS.
- Øye, I. (2011) Textile-production Equipment, i Skre, D. (red.) *Things from the Town: Artefacts and Inhabitants in Viking-Age Kaupang*. Aarhus: Aarhus University Press.
- Øye, I. (2015) Production, Quality, and Social Status in Viking Age Dress: Three Cases from Western Norway, i Netherton, R., Owen-Crocker, G. R. og Wright, M. L. (red.)

Medieval Clothing and Textiles 11. NED - New edition. Woodbridge: Boydell & Brewer.