

Laboratorieförsök på filler (prover från täkter i norra Norrland)

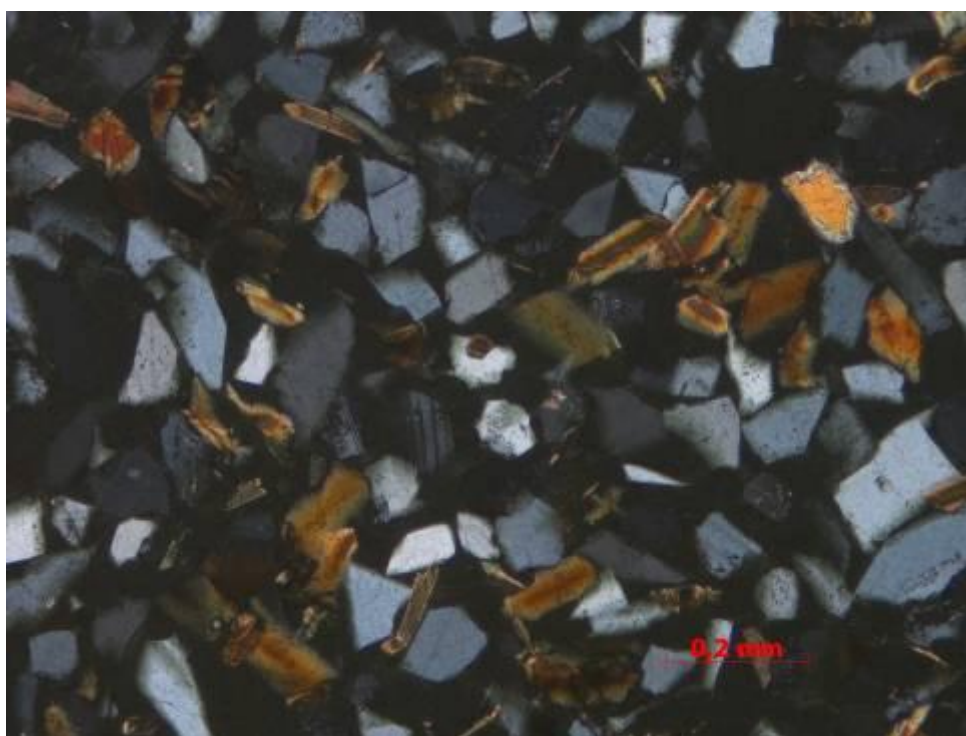


Foto: Fredrik Hellman VTI

tunnslip av filler (fotat i mikroskop med korspolariserat ljus)

Leif Viman

Innehållsförteckning

Sammanfattning

1	Inledning	6
2	Beskrivning av undersökta filler	7
3	Beskrivning av aktuella provningsmetoder.....	8
4	Resultat.....	9
4.1	Kornkurvor	10
4.2	Korndensitet.....	13
4.3	Sandekvivalent	14
4.4	Blåvärde.....	16
4.5	Rigdenhålrut	17
4.6	Bitumental	18
4.7	Specifik yta	19
5	Slutsatser	21

Bilaga 1 Petrografisk beskrivning

Sammanfattning

Omfattande skador på E4 längs Norrlandskusten under vintern 2007/2008, troligen orsakat av det milda klimatet med mycket fukt och många frys-tö växlingar, har aktualiserat frågan om det behövs särskilda krav för filler som används vid asfalttillverkning. Stenmaterialen i detta område är ibland mycket glimmerrika och/eller innehåller andra ”känsliga” mineraler.

Syftet med projektet är att undersöka de metoder som är aktuella för filler enligt produktstandarden SS-EN 13043 ”Ballast för asfaltmassor och tankbeläggningar för vägar, flygfält och andra trafikerade ytor”.

Tio olika fillermaterial har ingått i denna undersökning. Nio av dessa är tagna från täkter längs Norrlandskusten (i några fall inlandet) medan det tionde utgör referens från täkt i Östergötland. Alla materialen har undersökts avseende ett antal olika egenskaper. De analysmetoder som använts kommer i första hand från produktstandarden SS-EN 13043 eftersom syftet med denna undersökning är att bedöma fillerkvalitet ur aspekten lämplighet som ballast till asfalt. Materialen bestod av sorteringarna 0/2, 0/4 och/eller filler (huvudsakligen $<0,063$ mm) och siktades fram till analysfraktioner på laboratoriet, vilket i de flest fall innebar fraktion 0-0,125 mm.

De flesta resultaten i denna undersökning hamnar i den lägsta av de angivna klasserna för respektive metod i produktstandarden SS-EN 13043. Orsaken är troligen att den svenska berggrunden generellt inte innehåller den typ av känsliga finmaterial, typ svällande lermineral mm, som är vanligare på kontinenten, och som standarden troligen är anpassad för.

För att kunna avgöra om någon av dessa metoder är lämpliga vid bedömning av fillerkvalitet för användning till asfaltmassa så bör fortsatta undersökningar med blandningar av asfaltmastix och eventuellt även asfaltmassor utföras. För asfaltmastix rekommenderas vändskaksförsök på några glimmerrika material med och utan vidhäftningsmedel.

Även kompletterande fillertester på filler från flera etablerade täkter bör utföras.

Summary

Extensive damage on the road E4 along the northern east coast of Sweden in the winter of 2007/2008, probably caused by the mild climate with plenty of moisture and many freeze-thaw fluctuations, brought the issue of the need for specific requirements for the filler used in asphalt production. Aggregate from this area is sometimes very mica-rich and/or contains other "sensitive" minerals.

The project aims to examine the methods that are relevant for the filler according to product standard EN 13 043 "Aggregates for bituminous mixtures and surface treatments for roads, airfields and other trafficked areas"

Ten different filler materials have been included in this study. Nine of these were taken from quarries along the north coast in Sweden (in some cases from inland areas), while the tenth is a reference from a quarry in the county "Östergötland". All materials are tested for a number of different properties. The test methods used are primarily from the product standard EN 13 043, cause the purpose of this study is to assess the quality of filler from the point of suitability for asphalt. The materials consists of sorting 0/2, 0/4 mm and/or filler (mostly <0,063 mm) and was sieved to test fractions in the laboratory, which in most cases was 0-0,125 mm.

Most results in this study fall into the lowest of the listed classes for each method in the product standard EN 13 043. The reason is probably that the Swedish bedrock generally do not contain the kind of sensitive fine material, type swelling clay minerals, etc., which are common on the continent, and the standard is likely to be suited for.

In order to determine whether any of these methods are suitable in assessing the quality of filler for use in asphalt, you should investigate further with mixtures of mastics and possibly asphalt mixes. For mastics it is recommended to test some mica-rich material with and without adhesives by using a method in Swedish called "Vändskaksförsök".

Although additional tests on filler from a number of established pits should be performed.

1 Inledning

Omfattande skador på E4 längs Norrlandskusten under vintern 2007/2008, troligen orsakat av det milda klimatet med mycket fukt och många frys-tö växlingar, har aktualiserat frågan om det behövs särskilda krav för filler som används vid asfalttillverkning. Stenmaterialen i detta område är ibland mycket glimmerrika och/eller innehåller andra ”känsliga” mineraler.

Syftet med projektet är att undersöka de metoder som är aktuella för filler enligt produktstandarden SS-EN 13043 ”Ballast för asfaltmassor och tankbeläggningar för vägar, flygfält och andra trafikerade ytor”. Om fillerundersökningarna leder till tydliga skillnader mellan olika material är undersökningar av asfaltmastix och asfaltmassor en naturlig fortsättning på projektet.

Försöksupplägg för provning av filler, mastix och asfaltmassor:

1. Undersökning av filler
Filler från aktuella täkter testas enligt de föreslagna metoderna i produktstandarden för ballastmaterial till asfaltmassor SS-EN 13043.
(Redovisas i denna rapport)
2. Undersökning av asfaltmastix
Testas genom Vändskaksförsök.
(Ev. kommande försök)
3. Undersökning av asfaltmassa
Testas genom konditioneringstester som ITSR och Q-vinter.
(Ev. kommande försök)

2 Beskrivning av undersökta filler

Tio olika fillermaterial har ingått i denna undersökning. Nio av dessa är tagna från täkter längs Norrlandskusten (i några fall inlandet) medan det tionde utgör referens från täkt i Östergötland. Alla materialen har undersökts avseende ett antal olika egenskaper. De analysmetoder som använts kommer i första hand från produktstandarden SS-EN 13043 ”Ballast för asfaltmassor och tankbeläggningar för vägar, flygfält och andra trafikerade ytor” eftersom syftet med denna undersökning är att bedöma fillerkvalitet ur aspekten lämplighet som ballast till asfalt. Materialen bestod av sorteringarna 0/2, 0/4 och/eller filler (huvudsakligen $<0,063$ mm) och siktades fram till analysfraktioner på laboratoriet, vilket i de flest fall innebar fraktion 0-0,125 mm.

I bilaga 1 redovisas en petrografisk beskrivning av alla filler. Denna beskrivning har utförts av Fredrik Hellman enligt följande metodik:

Petrografisk bestämning (SS-EN 933-8)

Preparaten är tillverkade genom ingjutning i gul fluorescerande epoxi som sedan används för att tillverka tunnslip. Dessa studeras sedan i mikroskop för bedömning av ingående mineraler. Genom mikroskopet tas även fotografier av varje tunnslip i både planpolariserat och korspolariserat ljus.

3 Beskrivning av aktuella provningsmetoder

Samtliga analyser har utförts på fraktion 0-0,125 mm utom för kornkurvor där siktningarna utförts på de ursprungliga sorteringarna (0/2 mm). Även sandekvivalent har utförts på sortering 0/2 mm, dels enligt gällande metodbeskrivning och dels genom det förslag till revidering av metoden som CEN föreslagit och som innebär att materialet proportioneras så att proverna får jämförbara finmaterialhalter.

Analyserna har utförts på VTI:s och Cementas laboratorier. I Tabell 1 och under resultatredovisningen framgår vilka provningar som utförts på respektive laboratorium.

Tabell 1 Sammanställning över använda provningsmetoder

Provning utförd på VTI:

Beteckning	Metod	Enhet	Analys fraktion	
SS-EN 932-3	Petrografi			
SS-EN 933-1	Kornstorleksfördelning genom siktning	vikt-%	0,063/2	0/2
VTI Metod 2-10	Kornstorleksfördelning med laser	vikt-%	0/0,063	
SS-EN 933-8	SE -enligt standard	-	0/2	
SS-EN 933-8	SE -prop (nytt förslag)	-	0/2	
SS-EN 1097-7	Korndensitet	Mg/m ³	0/0,125	
SS-EN 1097-4	Rigden	%	0/0,125	
SS-EN 933-9	Blåvärde	ml	0/0,125	
SS-EN 13179-2	Bitumental	ml	0/0,125	

Provning utförd på Cementa:

Beteckning	Metod	Enhet	Analys fraktion
ER 9322	Kornstorleksfördelning med laser	vikt-%	0/0,125
ER 9228	Korndensitet	Mg/m ³	0/0,125
CR 0506	Specifik yta (BET-analys)	m ² /kg	0/0,125
ER 9308 (EN 196-6)	Specifik yta (Blaine)	m ² /kg	0/0,125

4 Resultat

En sammanställning över utförda analyser och provningsresultat framgår av Tabell 2. I tabellen framgår också på vilket laboratorium som analyserna utförts. Huvuddelen av provningarna har utförts på VTI:s laboratorium i Linköping medan övriga analyser utförts på Cementas laboratorium i Slite. På VTI har aktuella SS-EN standarder används förutom för bestämning av kornstorleksfördelning där egenutvecklad provningsmetodik för användning av lasergranulometer använts. Cementa använder metoder som de delvis utvecklat själva med undantag för Specifik yta enligt Blaine som följer SS-EN 196-6. Korndensitets-, BET- och lasermetoden följer i stort instrumenttillverkarnas rekommendationer. I vissa fall har Cementa modifierat något för att anpassa metoden till de material de normalt provar.

Tabell 2 Sammanställning över provresultat för 10 undersökta filler

Provning utförd på VTI::

Beteckning	Metod	Enhet	Analys fraktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SS-EN 932-3	Petrografi												
SS-EN 933-1	Kornkurva <0,063	vikt-%	0/2	14,0	19,6	12,8	19,3	12,2	15,5	14,3	17,0	15,7	
VTI-metod	Kornkurva -laser < 0,002/0,063	vikt-%	0/0,180	5,6	8,7	5,7	7,4	3,7	8,5	7,3	9,3	5,5	
SS-EN 933-8	SE-enligt standard	-	0/2	66	55	69	61	59	66	68	57	61	
Ny version	SE-prop	-	0/2	74	74	74	71	62	79	77	76	71	
SS-EN 1097-7	Korndensitet	Mg/m ³	0/0,125	2,81	2,68	2,76	2,70	2,78	2,91	2,71	2,72	2,84	2,76
SS-EN 1097-4	Rigden	%	0/0,125	36	39	40	35	47	40	40	39	43	37
SS-EN 933-9	Blåvärde	ml	0/0,125	5,0	5,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
SS-EN 13179-2	Bitumental	ml	0/0,125	32	32	33	32	37	28	32	31	34	32

Provning utförd på Cementa:

Beteckning	Metod	Enhet	Analys fraktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ER 9322	Kornstorlek -laser <0,063 mm	vikt-%	0/0,125	51,1	74,4	50,5	56,8	47,1	62,6	46,8	64,7	46,1	53,9
ER 9228	Korndensitet	Mg/m ³	0/0,125	2,84	2,69	2,77	2,70	2,80	2,91	2,71	2,68	2,79	2,66
CR 0506	BET-yta	m ² /kg	0/0,125	1232	2112	1031	1258	2653	1718	1269	1540	1135	1220
ER 9308 (EN 196-6)	Blaineyta	m ² /kg	0/0,125	205	241	190	205	188	229	168	188	163	184

4.1 Kornfördelning

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av kornfördelning:

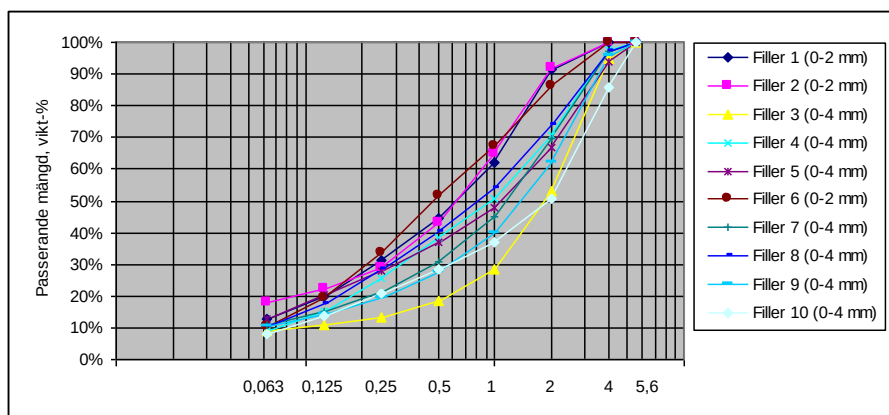
Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktning och med hjälp av lasergranulometer (SS-EN 922-1 och VTI Metod 2-10)

Med hjälp av VTI:s lasergranulometer kan kornstorleksfördelningen hos material < 0,180 mm bestämmas. För att erhålla en sammanhängande kornkurva med grövre material kan analysen kopplas ihop med vanlig siktanalys.

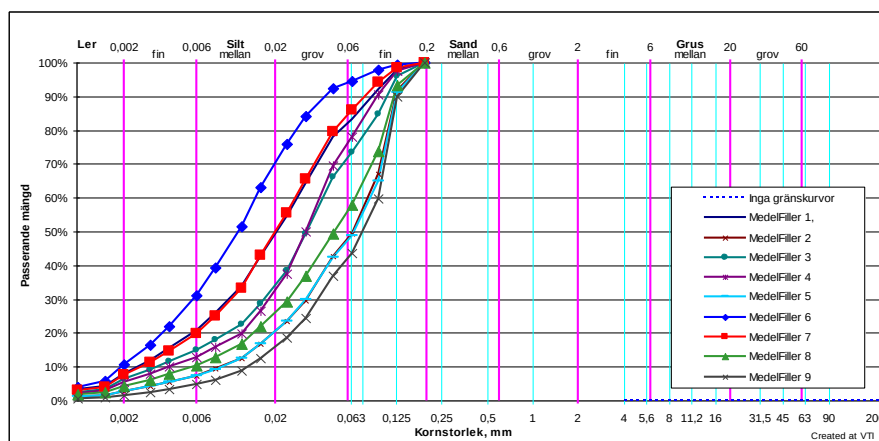
Bestämning av kornstorleksfördelning med laser (ER 9322)

Cementa använder en Malvern Mastersizer 2000 med en Hydro 2000G som dispergeringsenhet. Metoden följer rekommendationerna i **ISO 13320-1**, vilket inte är en metod utan mer allmänna rekommendationer om vad man skall tänka på vid analysering med laserdiffraktion. Som dispergeringsmedel har en svag lösning av natriumpyrofosfat använts.

Samtliga inkomna filler har analyserats avseende kornkurva för att få en uppfattning om variationen hos de olika sorteringarna (0/2 och 0/4) av dessa filler. Eftersom filler innehåller höga halter <0,063 mm räcker det inte med vanlig siktanalys. Både VTI och Cementa använder laserutrustningar för att bestämma kornfördelningen på material < 0,063 mm. Resultaten visar en ganska stor variation av kornkurvor för dessa filler.

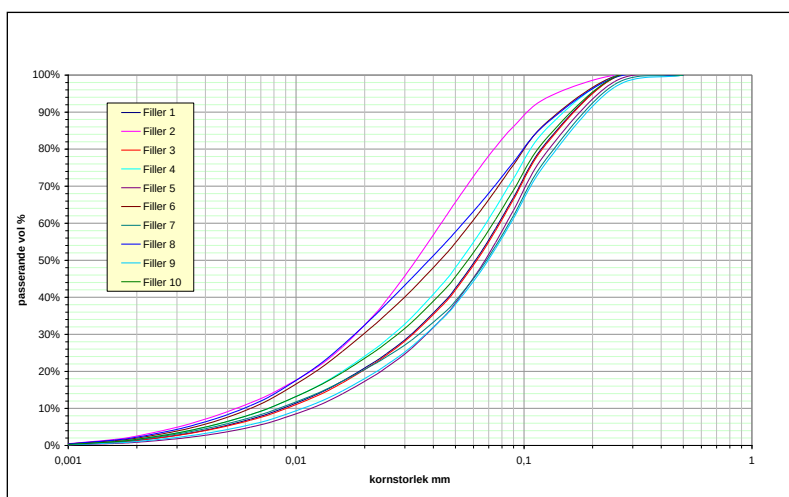


Figur 1 Sammanställning av kornkurvor (Siktning). Utfört av VTI.



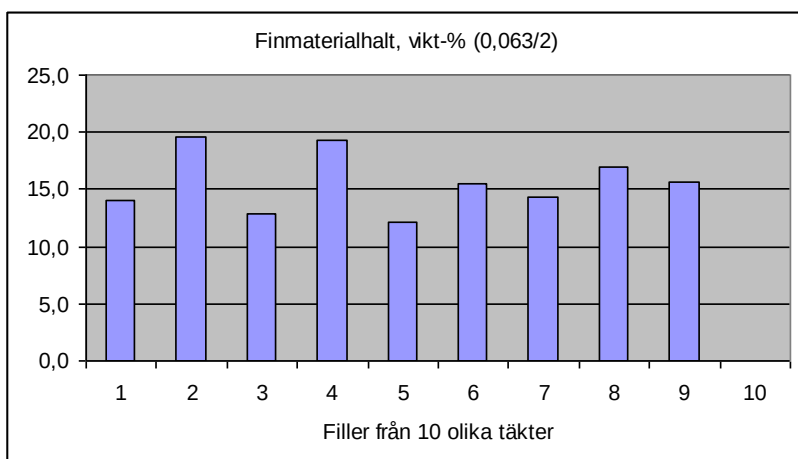
Figur 2 Sammanställning av kornkurvor <0,180 mm (lasergranulometer).
VTI.

Utfört av

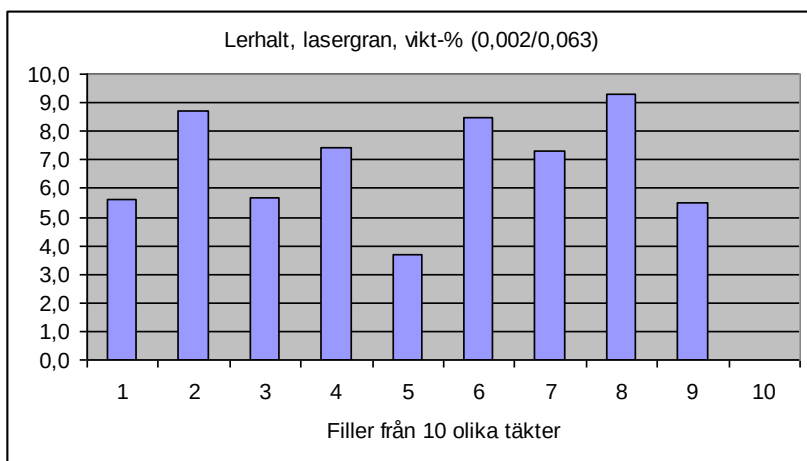


Figur 3 Sammanställning av kornkurvor <0,5 mm (lasergranulometer).
Cementa.

Utfört av



Figur 4 Sammanställning av finmaterialhalter (<0,063 mm). Utfört av VTI.



Figur 5 Sammanställning av lerhalter (<0,002 mm). Utfört av VTI.

4.2 Korndensitet

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av korndensitet:

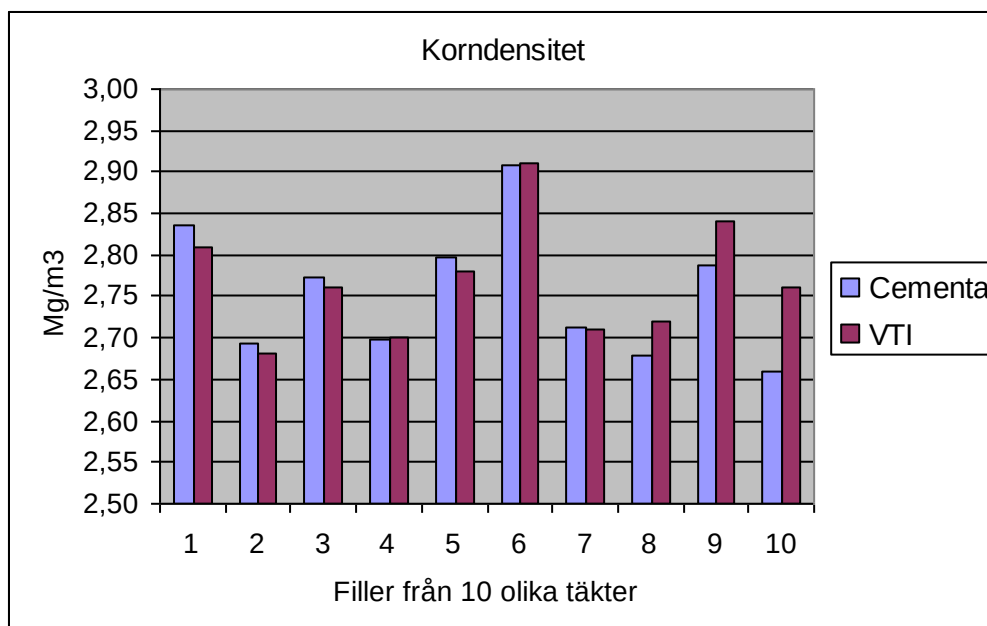
Bestämning av korndensitet hos filler - Pyknometermetod (SS-EN 1097-7), VTI

Densiteten bestäms med hjälp av pyknometer och vatten

Bestämning av korndensitet (ER 9228), Cementa

Instrumentet är en Accupyc 1330 från Micromeritics och metoden bygger på att mäta de tryckskillnader som uppstår mellan en provkammare och en referenskammare. Volymerna i de båda kamrarna är noga kalibrerade. 5-10 g torrt prov vägs in i en provkopp och placeras i provkammaren som sedan utsätts av ett bestämt arbetstryck (i vårt fall 19,5 psi). När trycket har varit konstant en viss tid öppnas en ventil till referenskammaren och trycket mäts igen efter stabilisering. Den uppmätta tryckskillnaden beror av hur stort utrymme kornen tar och med hjälp av invägd mängd får man fram korndensiteten. Instrumentet arbetar i torrt tillstånd med helium som arbetsgas.

De flesta av de undersökta materialen har en densitet som ligger i ett normalt område för svenska bergmaterial mellan 2,65-2,70 Mg/m³, medan några ligger högre med den högsta densiteten för filler nr 6 på 2,91 Mg/m³.



Figur 6 Sammanställning av korndensitet utförd med två olika metoder

4.3 Sandekvivalent

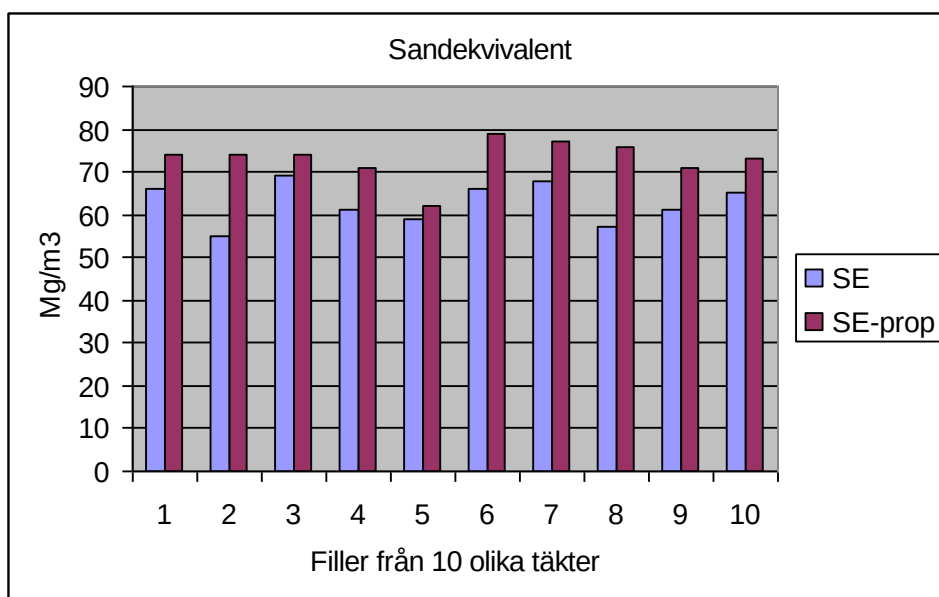
Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av sandekvivalent:

Bestämning av finmaterial –Sandekvivalentprovning (SS-EN 933-8)

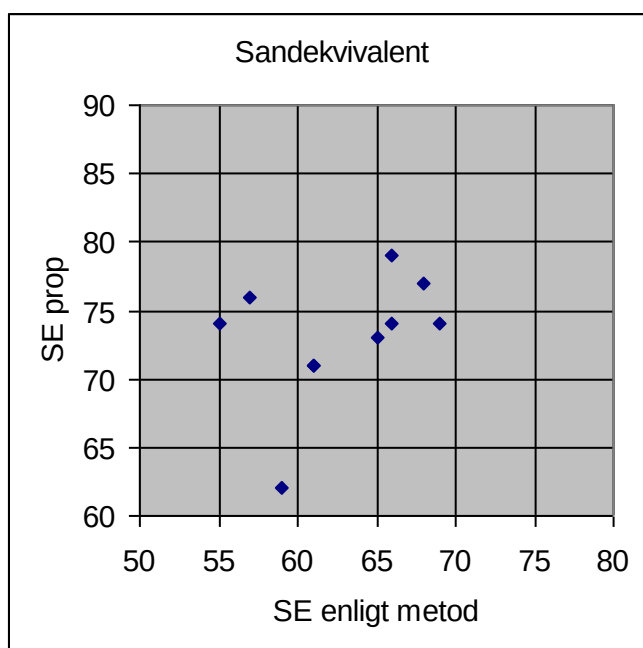
Denna provning har utförts både på "jungfruligt" 0/2 mm material enligt standarden men även på proportionerat material enligt det förslag till revidering som föreligger för närvarande. Förändringen innebär att proverna får samma finmaterialhalter, vilket gör att det är finmaterialkvalitet som påverkar SE-värdet och inte finmaterialhalt.

Analysprovet och en liten mängd dispergeringsmedel (tvättlösning) hålls i en graderad cylinder och skakas så att lerbeläggningarna på sandkornen i analysprovet löses upp. Sanden "spolas" med ytterligare tvättlösning, som tvingar de fina kornen att gå i suspension ovanför sanden. Efter 20 minuter beräknas sandekvivalentvärdet (SE) som sedimentets höjd, uttryckt i procent av den totala höjden av uppslammat och sedimenterat material i cylindern.

I produktstandarden för ballast till obundna och hydrauliskt bundna material, SS-EN 13242, anges att SE skall testas om finmaterialhalten är högre än 3 %. Det finns dock inga nivåer angivna och det finns inga krav på SE för filler i produktstandarden för ballast till asfaltmassor, SS-EN 13043. SE-värdet för en "ren" sand ligger på 100 medan en "förorenad" sand ligger på 0. Enligt kraven i VVTBT för obundna lager skall SE-värdet ligga över 30 för förstärkningslager och över 35 för bärlager medan grusslitlager bör ligga mellan 10-50. Syftet med dessa gränser är att bär- och förstärkningslager inte skall innehålla för höga halter av skadliga lermineral medan det för grusslitlager är positivt med en viss bindning i finmaterialet. När det gäller provningen av SE så utfördes denna på två olika sätt i denna undersökning, dels enligt metoden och dels enligt det förslag som ligger för revision av metoden och som innebär att provmaterialet proportioneras före analys så att det är kvaliteten hos finmaterialet som blir utslagsgivande och inte halten finmaterial. Samtliga resultat i denna undersökning ligger mellan 50-70 när provningen utförts enligt standard och mellan 60-80 för den proportionerade varianten. När provningen utförts enligt standard sticker inte något värde ut från de andra medan filler nr 5 avviker med ett lägre värde än de övriga vid proportioneringsförfarandet.



Figur 7 Sammanställning av sandequivivalent utförd på två olika sätt



Figur 8 Samband mellan SE och SE-prop

4.4 Blåvärde

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av blåvärde:

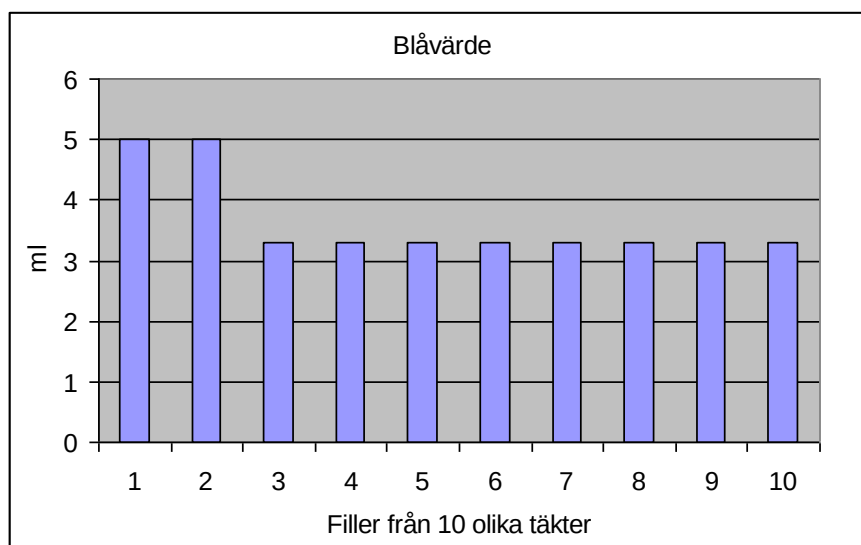
Bestämning av finmaterial –Metylenblåprovning (SS-EN 933-9)

Denna provning har utförts på 0/0,125 mm material. Ett fillerprov löses upp i vatten och tillsätts successivt under omrörning med en lösning av metylenblått. Adsorptionen av färgämnet kontrolleras efter varje tillsats av lösningen genom att utföra ett fläcktest på filterpapper för att upptäcka förekomsten av fritt färgämne (ljusblå ring utanför själva fläcken). Om förekomsten av fritt färgämne konstateras beräknas MB-värdet uttryckt i gram färgämne som adsorberats per kilo av det testade provmaterialet.

Som för SE avser även denna metod att spegla finmaterialkvalitet. Material som innehåller skadligt finmaterial, t.ex. svällande lermineral, får tydliga utslag med denna metod. Den svenska berggrunden är dock fattig på denna typ av mineral och det visar sig också i provresultaten där samtliga resultat har givit värden ≤ 5 . De tre klasser som anges i standarden är ≤ 10 , ≤ 25 och >25 . Resultaten på samtliga undersökta filler ligger således i den nedre delen av den lägsta klassen MB_F10.



Bild 1 Fläcktest enligt Metylenblåmetoden.(notera det ljusblå färgslaget i ytterkanten av fläcken)



Figur 9 Sammanställning av blåvärde

4.5 Rigdenhålrums

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av Rigdenhålrums:

Bestämning av hålrums halt hos torrt packat filler, Rigden (SS-EN 1097-4)

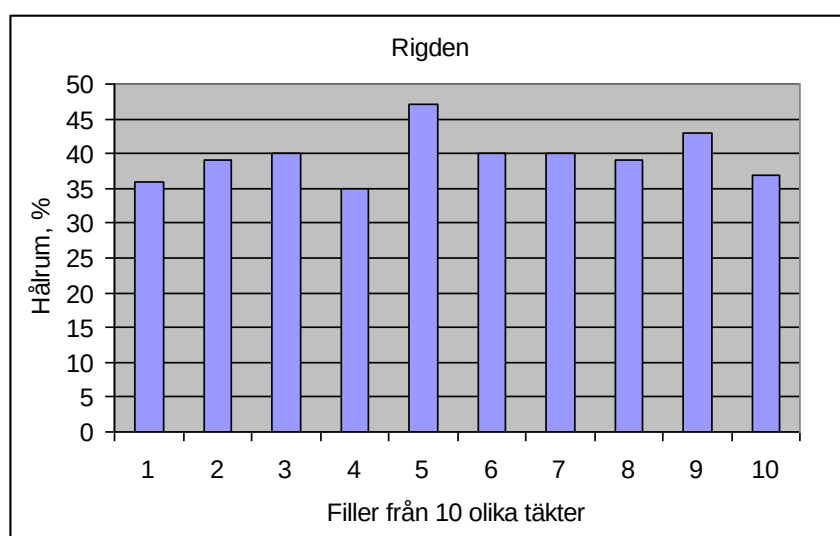
Provet packas på ett standardiserat sätt med hjälp av en särskild packningsutrustning. Hålrums halten hos det packade provet bestäms genom mätning av höjden på provet och provets densitet.

Enligt klassningen i produktstandarden SS-EN 13043 ligger alla undersökta filler i klassen $V_{28/45}$ utom filler nr 5 som uppvisar den sämsta packningen med ett Rigdenhålrums på 47 %. Filler nr 9 ligger på 43 medan övriga ligger ≤ 40 %.

De klasser som finns enligt standarden är $V_{28/38}$ $V_{38/45}$ $V_{28/45}$ och $V_{44/55}$



Bild 2 Utrustning för bestämning av Rigdenhålrums



Figur 10 Sammanställning av Rigdenhålrums

4.6 Bitumental

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av bitumental:

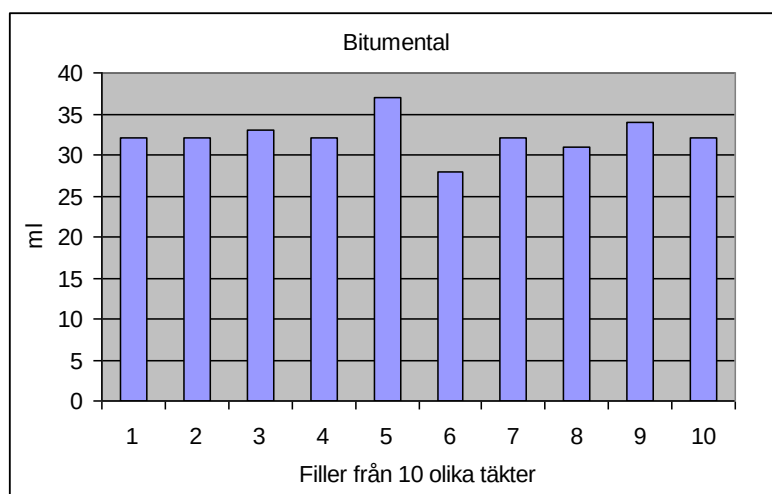
Bestämning av bitumental (SS-EN 13179-2)

En blandning av filler och vatten placeras i en cylindrisk kopp och penetreras i 5 s med en aluminiumstämpel (Ø 8 mm och vikt 15 g). Den mängd vatten som krävs för att ge en penetration mellan 5,0 mm och 7,0 mm fastställs. (Utrustningen som används är samma som för bestämning av penetration av bitumen, men där penetrationsnålen byts ut mot en aluminiumstämpel)

Bitumental speglar hur väl materialet kan hålla vätska utan att tappa stabilitet. Bitumentalet är den vattenhalt som provet har när en stämpel med Ø8 mm tränger ner mellan 5-7 mm i det opackade provet. Även i denna metod ligger samtliga resultat på en relativt jämn och låg nivå, dvs. inget filler skiljer ut sig markant från de andra och jämfört med klassningen i produktstandarden, SS-EN 13043, så ligger resultaten i de lägre klasserna. Klasserna för bitumental är 28-39, 40-52 och 53-62 och samtliga undersökta filler ligger i den lägsta klassen 28-39 med det högsta värdet för filler nr 5 på 37 % och det lägsta för filler nr 6 på 28 %.



Bild 3 Utrustning för bestämning av bitumental



Figur 11 Sammanställning av bitumental

4.7 Specifik yta

Kort beskrivning av provningsmetoderna för bestämning av specifik yta:

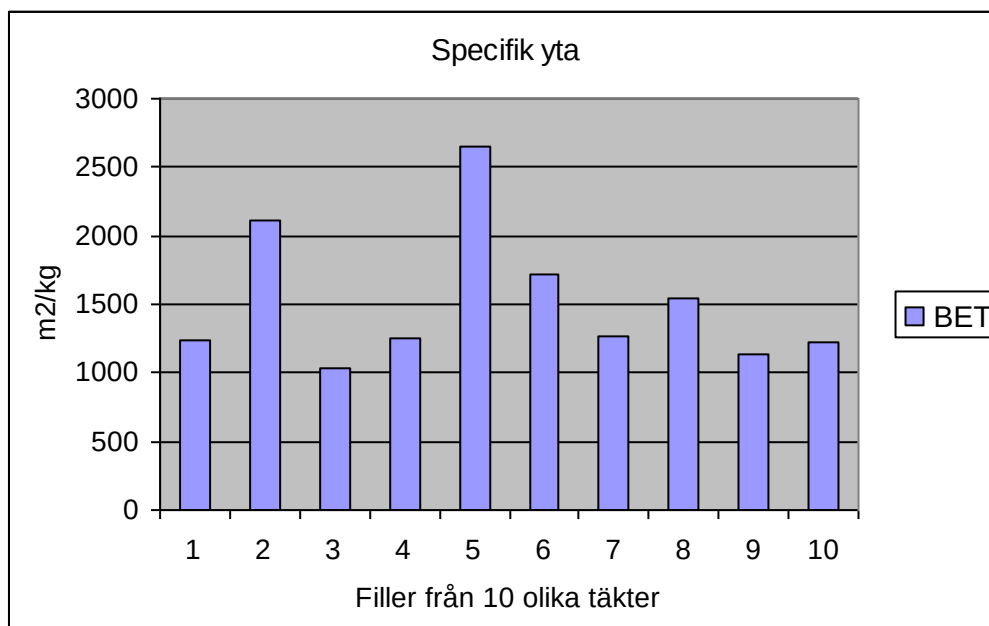
Bestämning av specifik yta, BET-analys: (CR 0506)

Instrumentet kommer från Micromeritics och är en Gemini 2375 med en Flowprep 060 som avgasningsenhet. Vi avgasar det torra provet i 105°C med kvävgas. Analysen sker sedan med kvävgas som genomströmningssgas samt helium för att mäta "free space". Vid mätningen kyler vi med flytande kväve och använder oss av en flerpunktsbestämning med fem tryckpunkter.

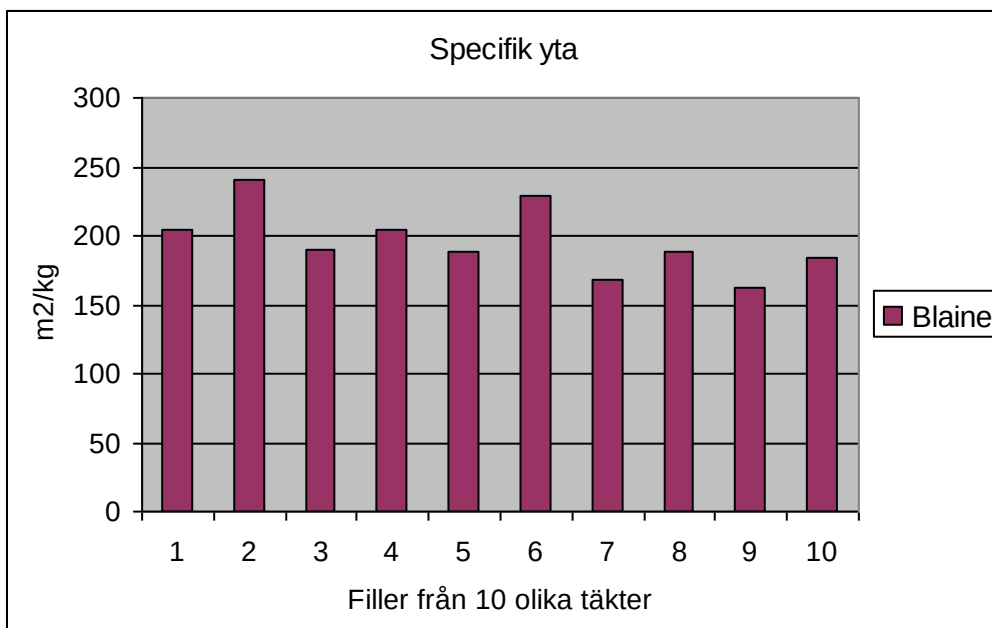
Bestämning av specifik yta, Blaine: (ER 9308)

Metoden är i stort sett identisk med EN 196-6 vilken liksom vår metod (ER 9308) bygger på ASTM 204-92.

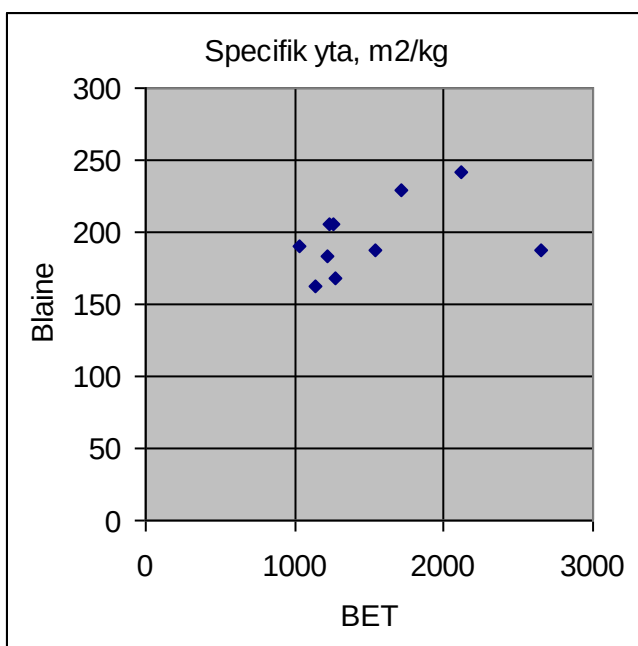
Erfarenhetsmässigt vet man att resultaten blir mycket olika för dessa två metoder. Idag bedöms BET-analysen som en säkrare metod än Blainemetoden. Det är dock Blainemetoden som anges i produktstandarden SS-EN 13043.



Figur 12 Sammanställning av specifik yta med BET-metoden



Figur 13 Sammanställning av specifik yta med Blaine-metoden



Figur 14 Samband mellan specifik yta utförd med två olika metoder

5 Slutsatser

De flesta resultaten i denna undersökning hamnar i den lägsta av de angivna klasserna för respektive metod i produktstandarden SS-EN 13043 "Ballast för asfaltmassor och tankbeläggningar för vägar, flygfält och andra trafikerade ytor". Orsaken är troligen att den svenska berggrunden generellt inte innehåller den typ av känsliga finmaterial, typ svällande lermineral mm, som är vanligare på kontinenten, och som standarden troligen är anpassad för.

För att kunna avgöra om någon av dessa metoder är lämpliga vid bedömning av fillerkvalitet för användning till asfaltmassa så bör fortsatta undersökningar med blandningar av asfaltmastix och eventuellt även asfaltmassor utföras. För asfaltmastix rekommenderas vändskaksförsök på några glimmerrika material med och utan vidhäftningsmedel.

Även kompletterande fillertester på filler från flera etablerade täkter bör utföras.

Bilaga 1

Översiktlig petrografi av filler

Utförd av geolog Fredrik Hellman

Metod: Preparaten är tillverkade genom ingjutning i gul fluorescerande epoxi som sedan används för att tillverka tunnslip. Två fraktioner från varje prov har undersökts (>1 mm och 63-125 µm). Bilderna som presenteras nedan är på 63-125 µm fraktionen och tagna i både planpolariserat och korspolariserat ljus. Fraktion 63-125 µm är för finkornig för att se ursprungsbergartens textur och petrografiska egenskaper. Därför grundas de petrografiska beskrivningarna på iakttagelser från tunnslip, fraktion >1mm. Storleken representerar den generella storleken dvs det storleksområde de flesta kristaller befinner sig i. Förekomst är en uppskattning som kan ha ett stort fel. För att göra noggrannare storleks och kvantitativ bestämning av innehållet rekommenderas punkträkning resp. mätning av ett större antal kristaller. Detta projekt rymmer inte denna analys.

Resultat: Det man kan se i fraktion 63-125 µm är att glimmerhalten varierar i proverna från <2% i prov 8 till ca 30 % i prov 5 och 9. Normalt verkar den uppskattade glimmerhalten ligga på ca 10 % i de övriga proverna. Baserat på petrografi från fraktion >1 mm på proverna kan man grovt dela in i dem två kategorier, en med finkornig textur av kvarts och fältspat kristaller (ofta även porfyrisk dvs. några grövre kristaller) och en med magmatisk textur bestående av grövre kvarts och fältspat kristaller. Biotithalten och storleken på biotitkristallerna varierar också mellan proverna. Ett prov (prov 4) har stressad kvarts dvs. kvartsen har omkristalliserat i mindre kristaller som följd av deformation, tryck och värme i jordskorpan. Kornfogarna i detta prov är komplexa. Prov 6 har relativt de andra proverna mer opaka malmmineral.

Prov nr	Allmän beskrivning
1	Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit och amfibol
2	Bergarten har porfyrisk textur med ögon av större kvarts och fältspatkristaller (ofta seriserad). Biotitkristallerna är små
3	Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit och amfibol
4	Bergarten består av stressad finkornig kvarts runt större kvarts fältspater kvarts, fältspat, biotit muskovit och amfibol. Ursprung osäkert (kanske magmatisk granitisk)
5	Glimmerrik gnejs, främst biotit. Andelen glimmer ökar i finfraktionen
6	Porfyrisk textur mkt finkornig med större ögon av kvarts, fältspat och malmmineral
7	Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit, amfibol och epidot
8	Bergarten har porfyrisk textur med några få ögon av större kvarts och fältspat. Lite glimmer
9	Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit, amfibol och muskovit
10	Magmatisk (granit) kvarts, fältspat och muskovit (Referensfiller från Östergötland)

Bilaga 1

Fraktion >1 mm

Prov nr	mineraler, %-fördelning					
	kvarts	fältspat	biotit	muskovit	amfibol	opak malm
1	30	50	10		10	
2	80	10	5		5	
3	30	50	10		10	
4	40	45	10	5		
5	35	40	20	5		
6	80	15	5		5	5
7	40	55	5			
8	80	20		<2		
9	30	40	20		10	

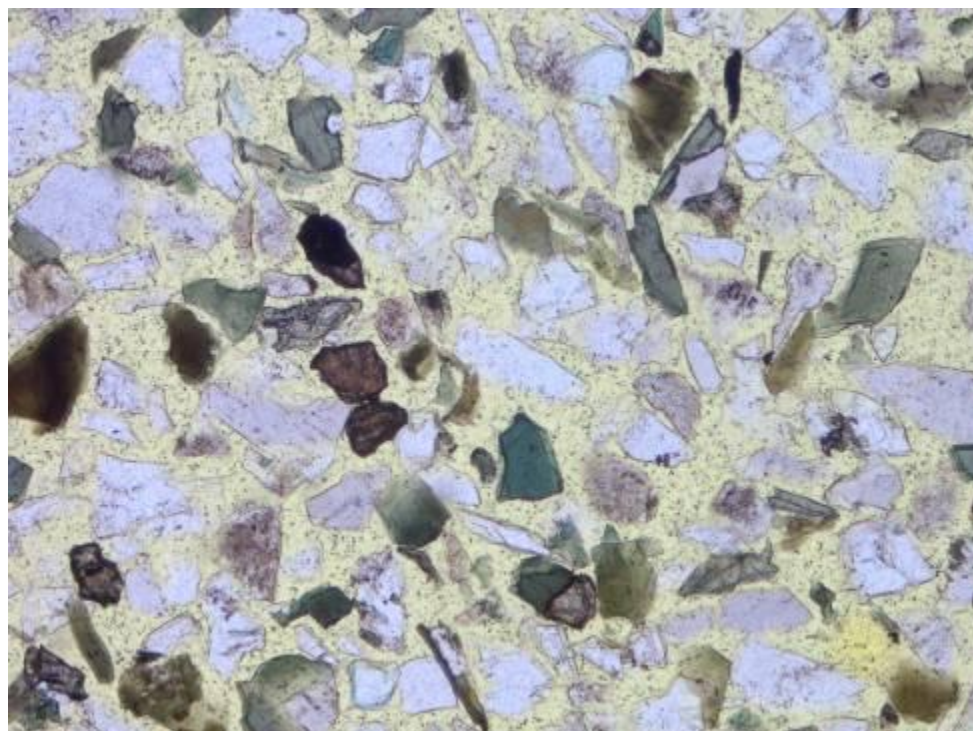
Glimmerfördelningen i fraktion 63-125 µm

Prov nr	mineraler, %-fördelning					
	kvarts	fältspat	biotit	muskovit	amfibol	opak malm
1			10			
2			10			
3			10			
4			10	5		
5			30			
6			5			
7						
8						
9			30			

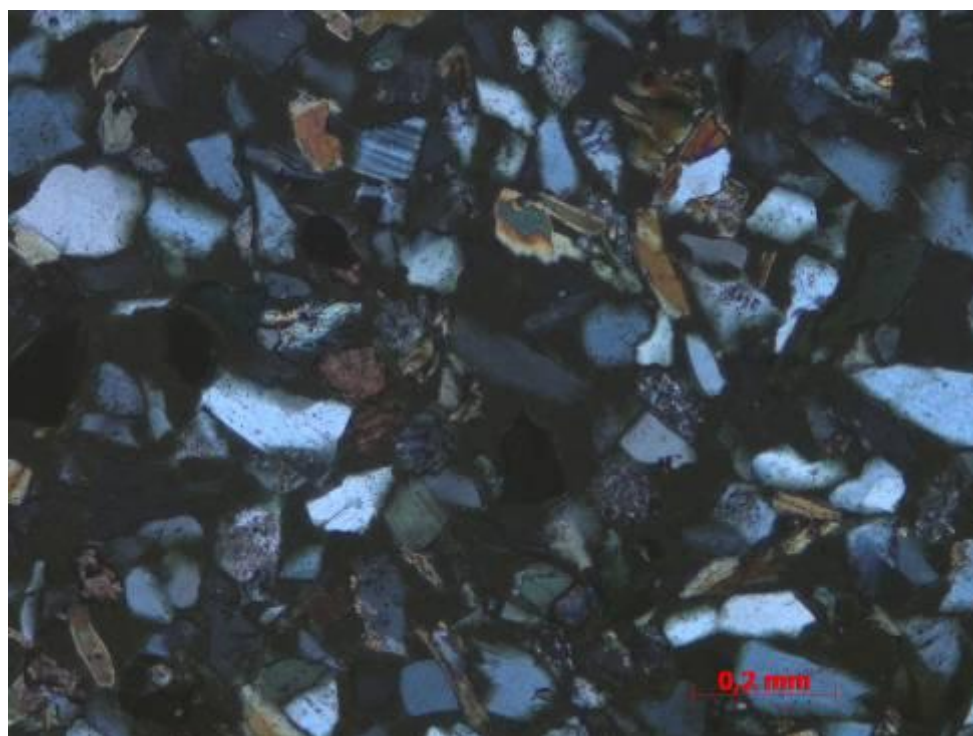
Bilaga 1

Filler 1 Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit och amfibol

Planpolariserat ljus



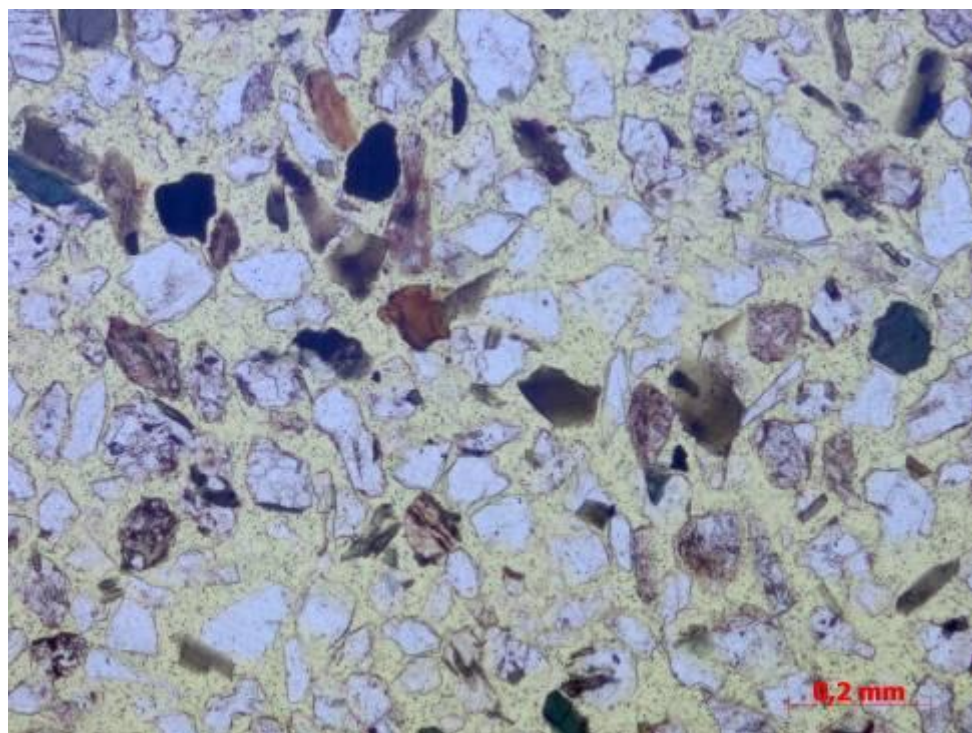
Korspolariserat ljus



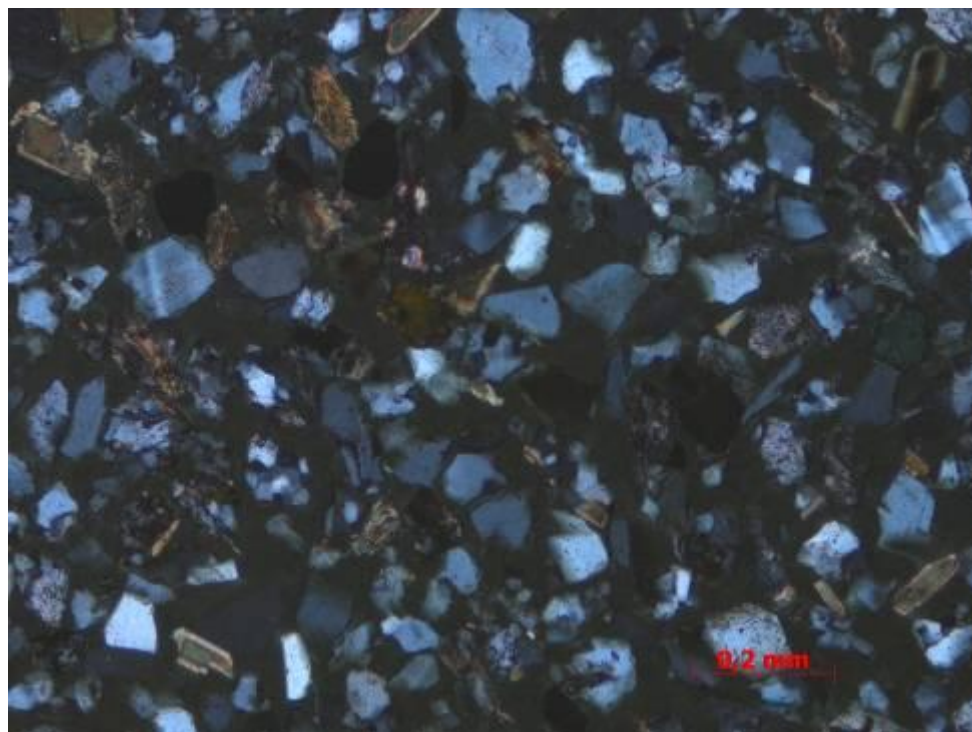
Bilaga 1

Filler 2 Bergarten har porfyrisk textur med ögon av större kvarts och fältspatkristaller

Planpolariserat ljus



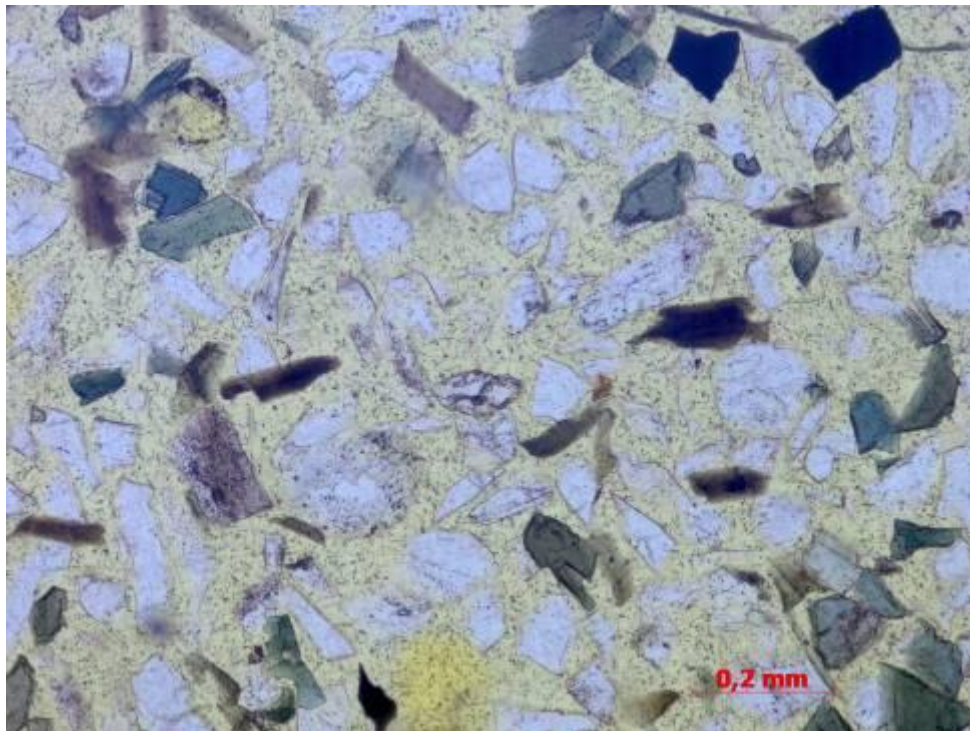
Korspolariserat ljus



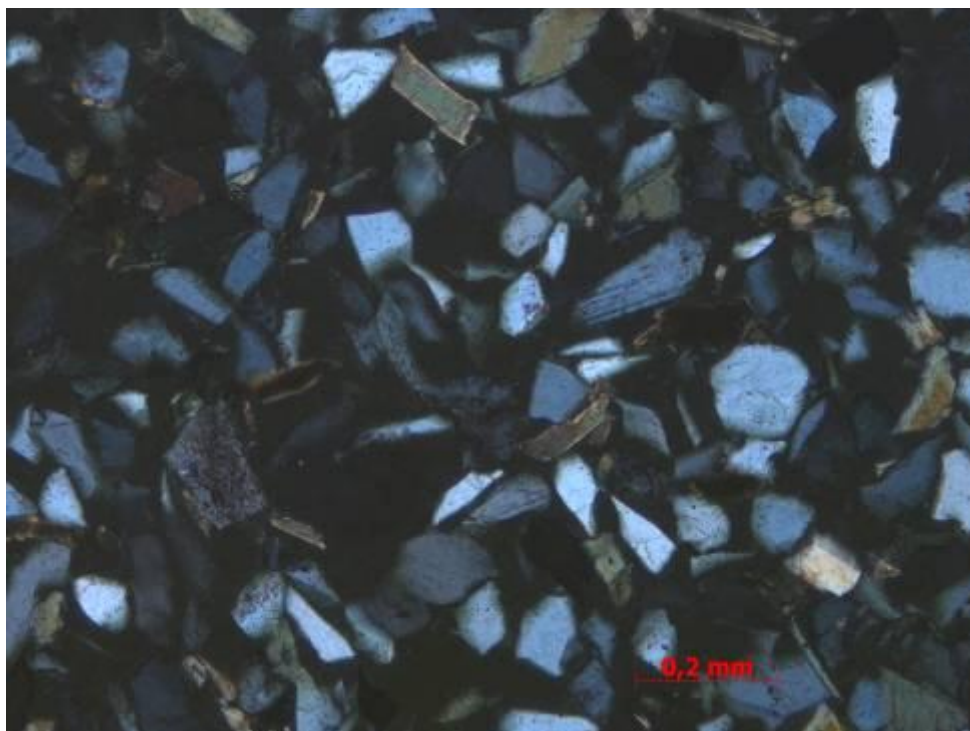
Bilaga 1

Filler 3 Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit och amfibol

Planpolariserat ljus



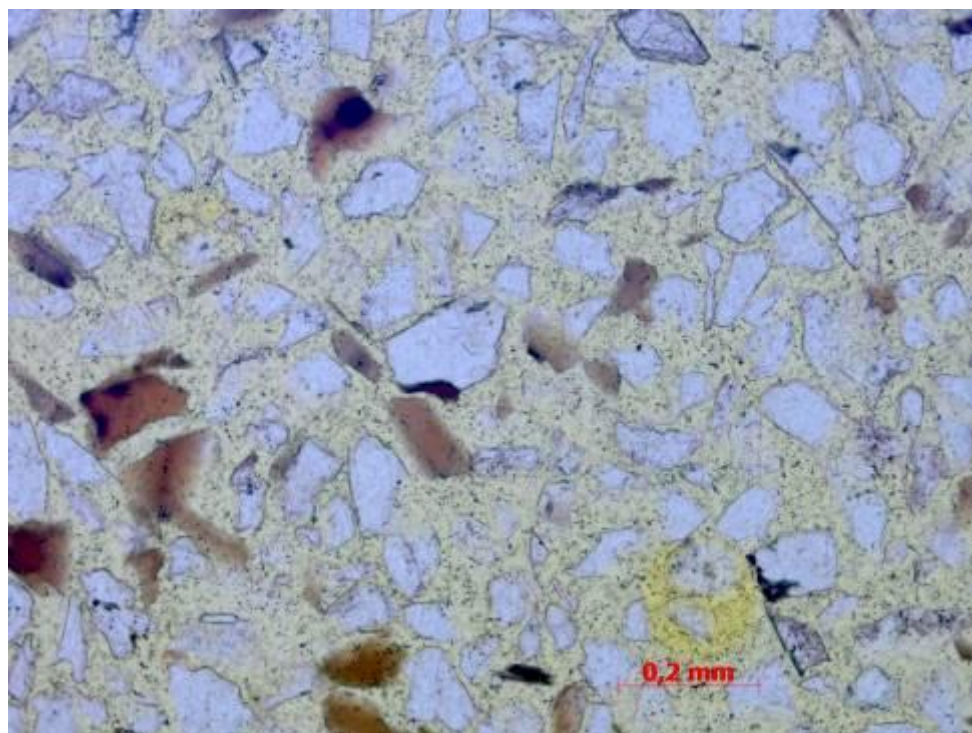
Korspolariserat ljus



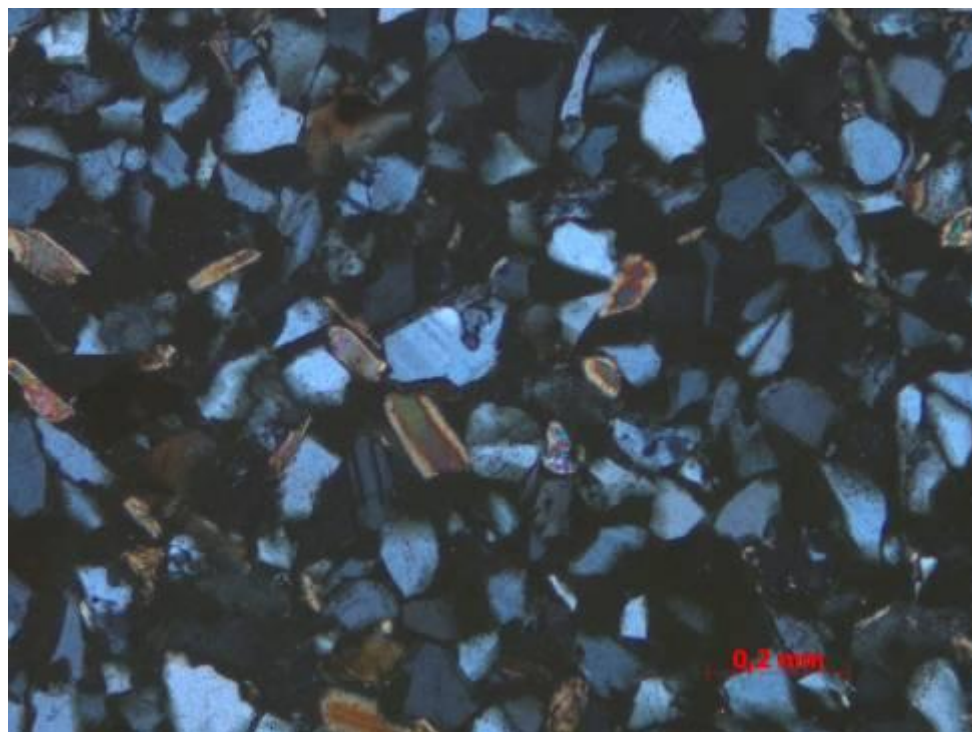
Bilaga 1

Filler 4 Bergarten består av stressad finkornig kvarts runt större kvarts fältspater kvarts, fältspat, biotit muskovit och amfibol

Planpolariserat ljus



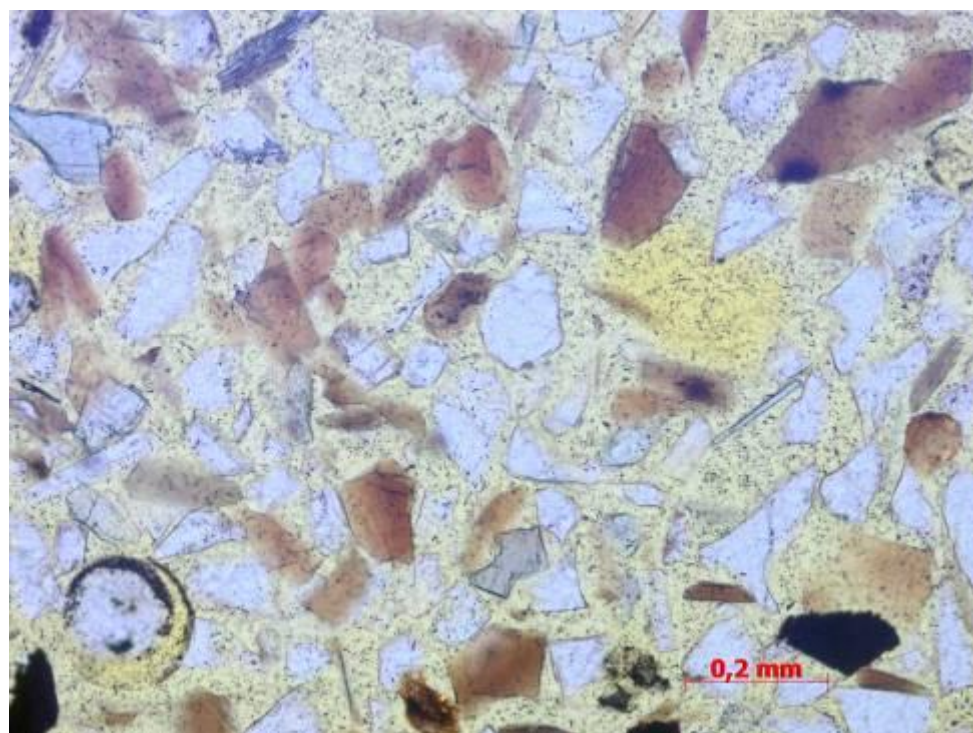
Korspolariserat ljus



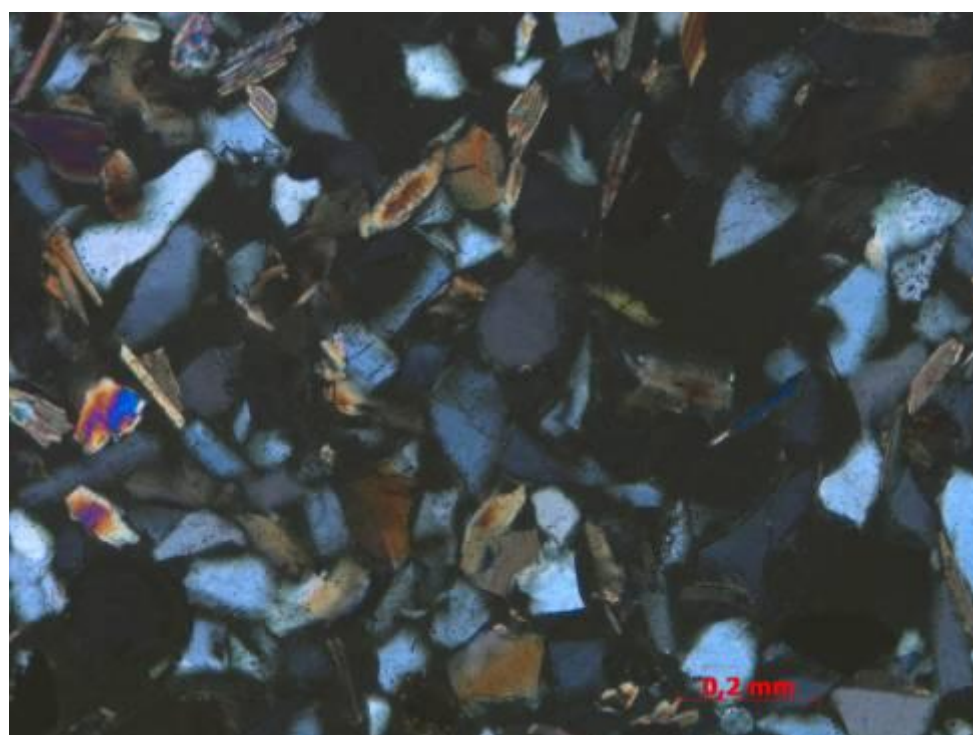
Bilaga 1

Filler 5 Andelen glimmer ökar i finfraktionen

Planpolariserat ljus



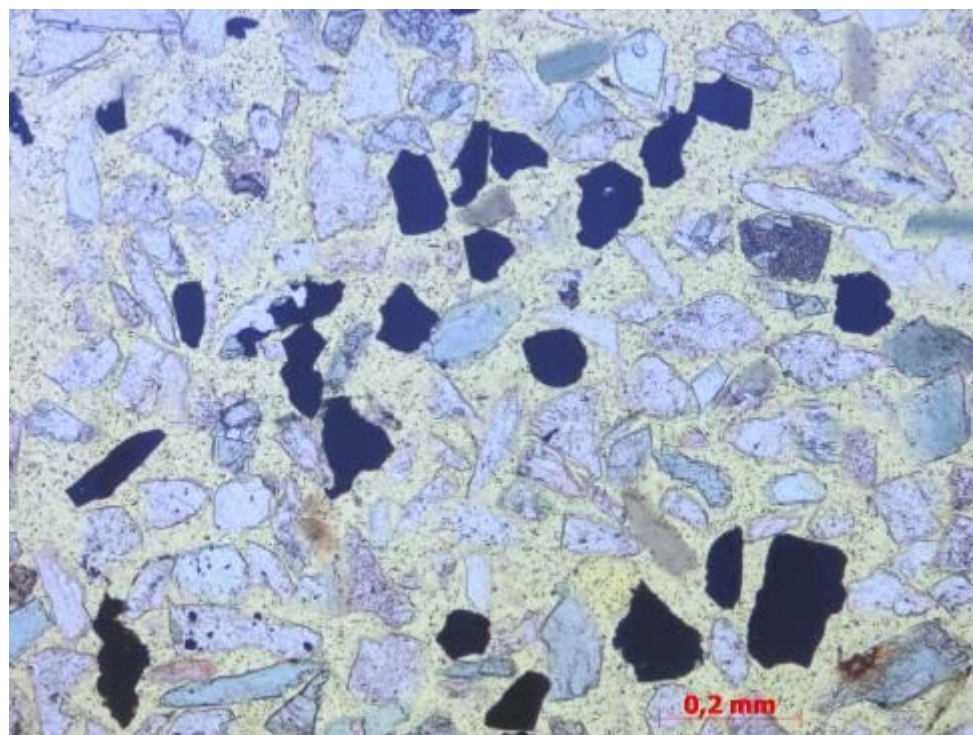
Korspolariserat ljus



Bilaga 1

Filler 6 Porfyrisk textur mkt finkornig med större ögon av kvarts, fältspat och malmmineral

Planpolariserat ljus



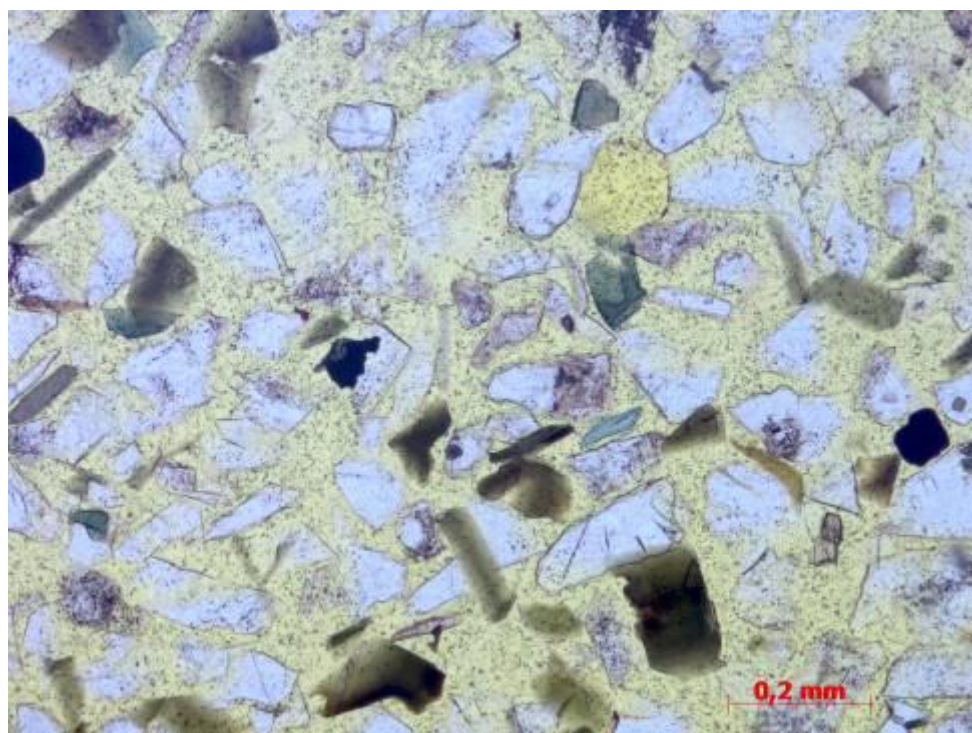
Korspolariserat ljus



Bilaga 1

Filler 7 Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit, amfibol och epidot

Planpolariserat ljus



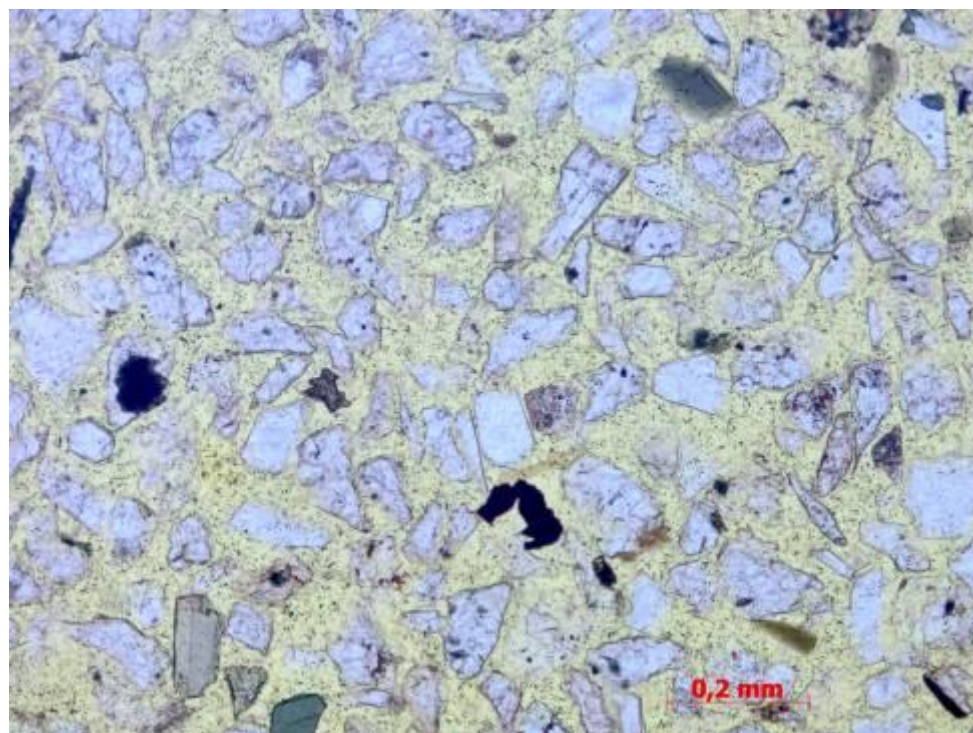
Korspolariserat ljus



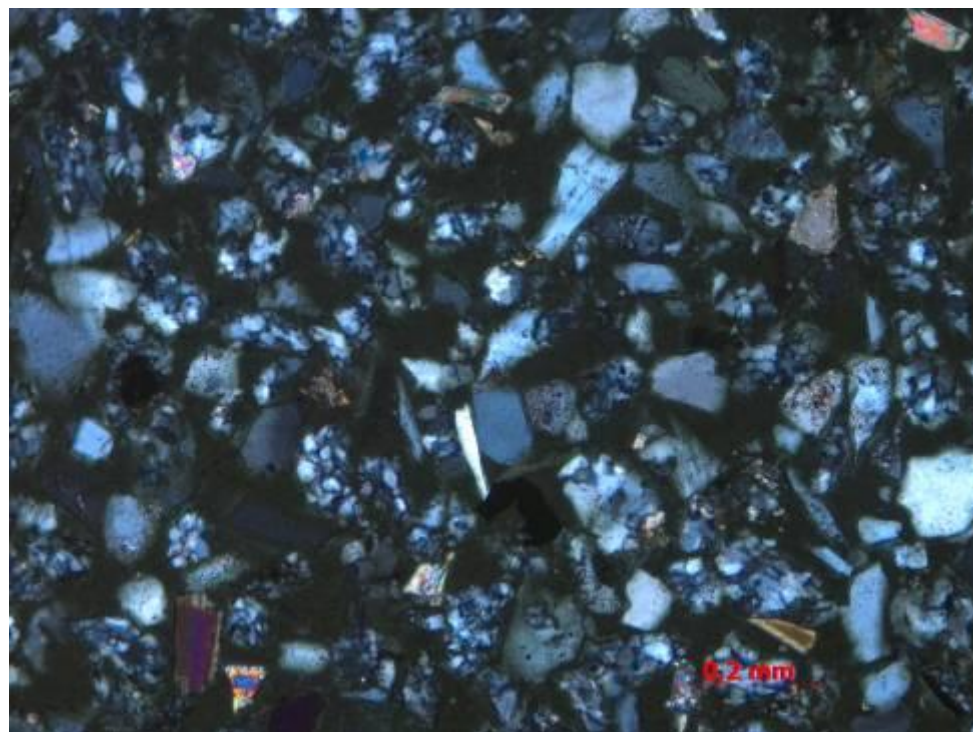
Bilaga 1

Filler 8 Bergarten har porfyrisk textur med några få ögon av större kvarts och fältspat

Planpolariserat ljus



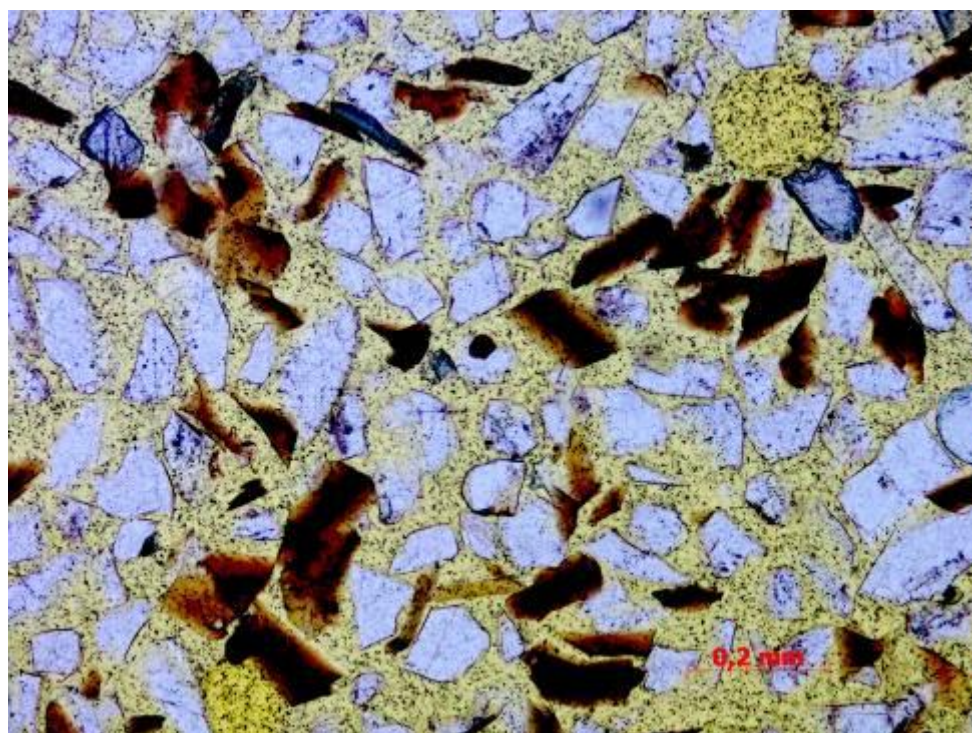
Korspolariserat ljus



Bilaga 1

Filler 9 Magmatisk (granit) textur kvarts, fältspat, biotit, amfibol och muskovit

Planpolariserat ljus



Korspolariserat ljus

