

Rapport nr.: 2005.070		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Volumberegninger av Øvre Eiker kommunes grustak på Stenset				
Forfatter: Knut Wolden		Oppdragsgiver: Øvre Eiker kommune		
Fylke: Buskerud		Kommune: Øvre Eiker		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1714-1 Hokksund		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 13	Pris: 75,-	
		Kartbilag: 2		
Feltarbeid utført: Juli 2005	Rapportdato: 10.09.2005	Prosjektnr.: 268007	Ansvarlig:	
<p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag fra Øvre Eiker kommune har Norges geologiske undersøkelse (NGU) foretatt georadarmålinger i åtte profiler for å kartlegge dybder til fjell. Dette som grunnlag for å foreta beregninger av gjenværende sand og grusmengder innenfor kommunens teig og på tilstøtende arealer i Stenset grustak.</p> <p>Målingene viser klare grusreflektorer varierende fra 20-25 meter i de sentrale deler av de målte områdene, avtagende til 10-15 i nordvest og 8-12 meter i sørvest.</p> <p>Dette innebærer at det innenfor kommunens teig, uten at det er tatt hensyn til naturlige skråninger mot tilstøtende areal, er maksimalt ca. 27.000 m³ igjen. I det tilstøtende område på 3.500 m² er det beregnet et maksimalt volum på ca. 58.000 m³. Totalt gir dette 85.000 m³ sand og grus innenfor undersøkelsesområde.</p> <p>Det er nødvendig å sette igjen en naturlig skråning mot tilstøtende arealer ved avslutning av massetaket. I dette tilfellet vil det være lønnsomt å bruke finstoffoverskuddet fra pukkverksdriften til dette, og dermed få en maksimal utnyttelse av sand- og grusressursene.</p>				
Emneord: Sand og grus	Mektighet		Volum	
Betongformål	Vegformål		Fagrapport	

INNHold

1. FORORD.....	4
2. KONKLUSJON	5
3. DISKUSJON	6
4. RESULTATER	7
4.1 Profilbeskrivelser	7
4.2 Areal- og volumberegninger	8

VEDLEGG

- 1 - 2 GEORADARPROFILER

TEKSTBILAG

1. GEORADAR - METODEBESKRIVELSE
2. KRAV TIL BETONGTILSLAG

1. FORORD

På oppdrag fra Øvre Eiker kommune har Norges geologiske undersøkelse (NGU) utført undersøkelser for å vurdere gjenstående volum med sand og grus i Stenset grustak. Undersøkelsene ble innledet med en befaring i området av Knut Wolden den 26. april hvor problemstillinger ble diskutert med kommunen, grunneier og driver og hvor det ble lagt planer for gjennomføringen.

Før undersøkelsene startet ble det gjort nøyaktige oppmålinger av grustaket og oversendt NGU i SOSI format. Senere ble dybder til finkornig materiale (kvabb) og fjellblotninger nivellert opp. Dette arbeidet ble utført av Ole J. Pettersen og Ståle Lødemel fra Øvre Eiker kommune.

I undersøkelsene er det brukt georadar for å påvise fjelloverflaten eller overgangen til andre jordarter. Georadarmålingen ble gjennomført i første halvdel av juli 2005 av Jan Fredrik Tønnesen og Harald Elvebakk fra NGU. Det er til sammen målt åtte profiler med en samlet lengde på 490 meter.

Resultatene fra undersøkelsen blir presentert i denne rapporten.

Trondheim 20.10.2005

Peer-Richard Neeb
Lagleder Grus og Pukk

Knut Wolden
overingeniør

2. KONKLUSJON

Forekomsten er en terrasse i dalsiden bygd opp til marin grense, ca. 185 moh., figur 1. Massetaket ligger i den sørlige delen av forekomsten og består hovedsakelig av sand, men med lag av grus og stein. Massene er generelt for finkornig for vegformål, men er godt egnet som tilslag i betongprodukter.

Driveren av massetaket opplyser at man i bunnen av massetaket kommer ned i finkornig materiale (kvabb) som er for finkornig for utnyttelse. Etter kommunens nivelleringer kommer man ned i slike masser på kote 159-163 moh.. På bakgrunn av dette er den maksimale driftshøyden i massetaket på 24-25 meter.

Georadarundersøkelsene har vist at mektigheten på sand og grusmassene innenfor måleområdet på det meste er 25-26 meter, avtakende til 8-12 meter i sørvest.

De største mektighetene er målt innenfor kommunens teig. Det resterende arealet her er beregnet til ca. 960 m². Med vertikale snitt mot tilstøtende areal og medregnet massene i skråningen mot uttaksområdet er det ca. 27.000 m³ sand og grus igjen.

Området mellom kommunens teig og lagerhaugene med knuste masser har et areal på ca. 3500 m². Med mektigheter varierende fra 20 meter sentralt i området til 8-10 meter i sørøst er dette området beregnet å inneholde ca. 58.000 m³.

Med vertikale snitt mot tilstøtende arealer gir dette et totalt volum innenfor det undersøkte området på ca. 85.000 m³ sand og grus.



Figur 1. Stenset grustak.

Foto: K. Wolden 2005

3. DISKUSJON

For betongformål etterstreber man å få en kornfordelingskurve med en jevn fordeling av alle kornstørrelser, og et finstoffinnhold på 5-8 % under 0,063 mm, vedlegg 2. Bortsett fra bruk som en del av fint tilslag i betongprodukter eller som pussand har finkornige masser som finsand/siltig finsand få anvendelsesområder.

Undersøkelsen har ikke kunnet fastslå kornstørrelsen i den delen av forekomsten som omfattes av undersøkelsen, noe som vil være avgjørende for hvor mye av det totale volum som er utnyttbart. Dannelseshistorien for slike forekomster tilsier at massene blir mer finkornige mot dypet og mot sør og vest. Innenfor de avstander det her er snakk om, vil likevel ikke dette gi nevneverdige utslag.

Ut fra observasjoner i massetaket synes kornfordelingen å være godt egnet for betongformål, men dette må kontrolleres gjennom sikteanalyser.



Figur 2. Viser markerte skrålag med mye sandig materiale.

Foto: K. Wolden 2005

Erfaringer fra driften så langt har vist at massene i bunnen av massetaket blir for finkornig for å kunne utnyttes. Dybden til slike masser, og områder hvor det er påtruffet fjell, er påvist av driverne av massetaket og høydene nøyaktig nivellert til nivå mellom kote 159,7-163,8 moh. Disse høydene er sammenholdt med georadarmålingene og tatt med i beregningen av gjenværende mengder.

4. RESULTATER

4.1 Profilbeskrivelser

Georadarmålingene er vist i vedlegg 1 og 2 og gir klare signaler på sand- og gruslagenes mektigheter. Det er ingen helt entydige fjellreflektorer ellers i profilene, noe som kan skyldes tette finkornige masser over fjell (marine sedimenter) som demper overgangen. Det er imidlertid lite sannsynlig at massene under nivåene med klare grusreflektorer er egnet som betongtilslag. Tolket fjelloverflate, eller overgang til andre masser, er vist med stipt linje og stemmer godt med høydene fra målinger av fjellblotninger og finkornig materiale i massetaket. Prinsippene for georadarmålinger er vist i tekstbilag 1.

Fjellblotninger og finkornig materiale er nivellert inn i massetaksområdet og vist i vedlegg 1. I 13 punkter viser disse fjell eller kvabb i høyder varierende mellom 159,7 – 163,8 meter og påviser maksimal uttaksdybde i disse områdene. Georadarmålingene i de nærmeste profilene viser at berggrunnen stiger til ca. 170 moh. inn mot dalsiden.

Profil 1.

Profilen går fra nordvest mot sørøst like vest for massetaket. Gruslagene kommer helt tydelig fram ned til en dybde på 168 moh. inn mot dalsiden i nord, synkende til kote 156 moh. i sør. Dette gir en mektighet på gruslagene fra 18 meter i nord til 25 meter sentralt i profilen.

Profil 2.

Dette går nærmest parallelt med profil 1 noe lenger vest, og har det samme forløp med klare gruslag på ca. 18 meter i nord (kote 170 moh., synkende til 25 meter (kote 159) sentralt i profilen, for deretter igjen å stige til 18 meter mot slutten (kote 165). I tillegg kommer det inn en refleksjon fra overflaten ved knapt 30 meter, synkende til ca. 5 meter ved profils slutt på 70 meter. Dette er også sand og grus, men med en noe avvikende struktur fra det underliggende. Noe som kan skyldes omlagring av massene i overflaten.

Profil 3.

Profilen ligger vest for profil 2 og har den samme refleksjonen i overflaten. Fjelldybden er tolket til å ligge på kote 168 moh. inn mot dalsiden og til kote 162-163 moh. ytterst i profilen. Dette gir mektigheter på ca. 20 meter over en lengde på 50 meter.

Profil 4.

Ligger enda noe lenger vest og har den samme refleksjonen ved ca. 5 meter som de to foregående. Fjellrefleksjonen varierer noe og er tolket til å variere i dybde fra 16-17 til 20-22 meter under overflaten. Mellom kote 172-162 moh.

Profil 5.

Dette profilen ligger lengst vest, nær lagerhaugene med puk. Profilen viser betydelig mindre grusmektheter med ca. 14 meter i nord (kote 172) synkende til ca. 8 meter i sør (kote 167 moh.).

Profil 6.

Profilen går fra kanten av massetaket og 55 meter mot sørvest. Innenfor kommunens teig går gruslagene ned til kote 160 moh. og har en mektighet på ca. 25 meter, men fjellet stiger til kote 167 moh. ved enden av profilen og mektighetene reduseres til 8-10 meter.

Profil 7.

Dette går fra massetakskanten og til lagerhaugene av knuste masser. Fjellet er tolket å ligge på kote 159 moh. og ha en mektighet på 23 meter innenfor kommunens teig, stigende til kote 173 moh. og en mektighet på 12 meter ved slutten av profilet.

Profil 8.

Profilet ligger nord for kommunens teig med retning tilnærmet øst–vest. Mektigheten ned til fjellreflektoren på kote 165 moh. i øst er ca. 20 meter, avtagende til 15 meter på kote 173 moh. nær veien.

4.2 Areal- og volumberegninger

Nødvendige arealer er beregnet med planimeter og avstander, høyder og vinkler er målt med målestav på kartvedleggene. De tallene som oppgis er derfor ikke eksakte, men må betraktes som cirkatall.

Ved uttak av masser er det nødvendig å sette igjen en skråning med en naturlig rasvinkel inn mot nabogrensen. For sand og grus er denne rasvinkelen ca. 33 grader. I dette uttaket er det naturlig å bruke overskuddet av finstoff fra pukkproduksjonen til dette formålet. På den måten får man en maksimal utnyttelse av ressursen.

Det som gjenstår av uberørt areal på kommunens teig er beregnet til å være på 960 m². Georadarmålingene viser en mektighet på sand og gruslagene som varierer fra ca. 17 til ca. 25 meter, vedlegg 1 og 2, profil 1,2,6 og 7.

Uten å ta hensyn til rasvinkler utgjør dette et volum ned til maksimalt kote 160 moh. på ca. 19.000 m³. I tillegg ligger det masser i rasskråningen. Disse er vanskelig å beregne da høyden på raset varierer, figur 2. Et overslag basert på en 70 meter lang skråning gir ca. 6-8.000 m³. Dette gir ca. 27.000 m³ masse igjen innenfor kommunens teig.

I forlengelsen av denne teigen er det avgrenset et område inn mot lagerhaugene som dekkes av georadarmålingene, vedlegg 1. Dette området er beregnet til 3.500 m². På bakgrunn av gjennomsnittsmektighetene fra målingene, vedlegg 1 og 2 profil 3-7, gir dette et volum på ca. 58.000 m³ ned til tolket fjelloverflate. I denne beregningene er det heller ikke tatt hensyn til rasvinkler, men basert på vertikale snitt langs arealavgrensningen.

Dette gir et totalt volum på ca. 85.000 m³ innenfor det undersøkte området.

GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid (t_{2v}) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten (v) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallell med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet (d) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten: $c = 3.0 \cdot 10^8$ m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor ϵ_r er det relative dielektrisitetsstallet. ϵ_r -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for ϵ_r i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<u>Medium</u>	<u>ϵ_r</u>	<u>v (m/ns)</u>	<u>ledningsevne (mS/m)</u>
<i>Luft</i>	<i>1</i>	<i>0.3</i>	<i>0</i>
<i>Ferskvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>0.1</i>
<i>Sjøvann</i>	<i>81</i>	<i>0.033</i>	<i>1000</i>
<i>Leire</i>	<i>5-40</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-300</i>
<i>Tørr sand</i>	<i>5-10</i>	<i>0.09-0.14</i>	<i>0.01</i>
<i>Vannmettet sand</i>	<i>15-20</i>	<i>0.07-0.08</i>	<i>0.03-0.3</i>
<i>Silt</i>	<i>5-30</i>	<i>0.05-0.13</i>	<i>1-100</i>
<i>Fjell</i>	<i>5-8</i>	<i>0.10-0.13</i>	<i>0.01-1</i>

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

2. KRAV TIL BETONGTILSLAG.

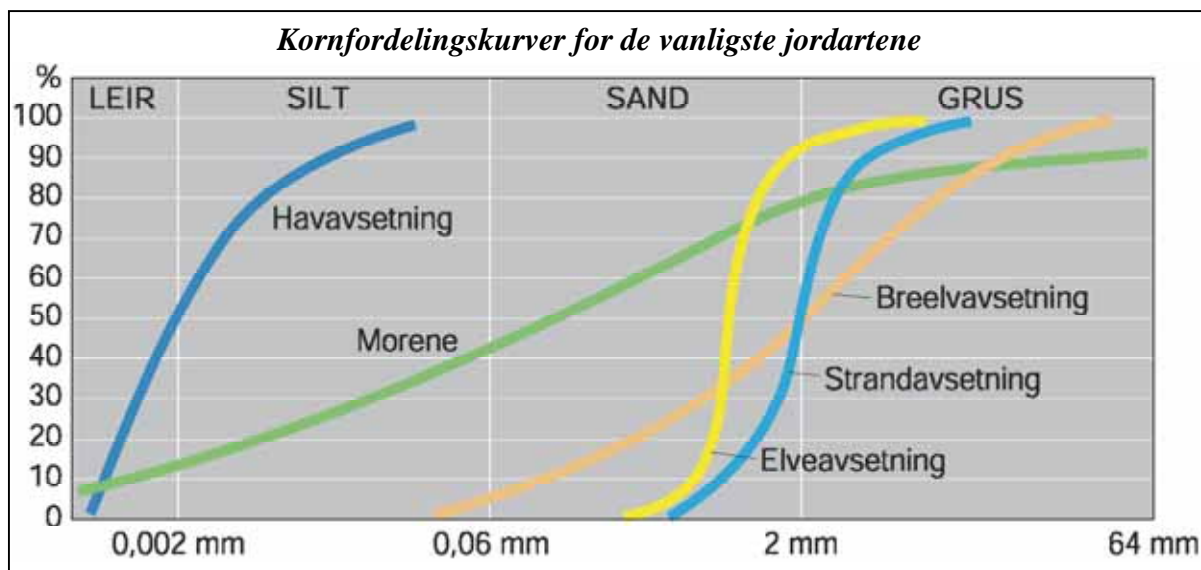
Det finnes en rekke betongrelaterte produkter på markedet, og for disse stilles det forskjellige krav både til tilslaget og det ferdige produktet. Det må derfor gjøres undersøkelser med prøvetaking for analyser og prøvestøpinger for å gi eksakte svar på massenes egenskaper.

For vanlig betong vil innholdet av de ulike komponenter ligge innenfor gitte grenser. Tilslaget utgjør 65 -75 % av volumet i betong, sementinnholdet 5-15 %, vann 15-25 % og porer (luft) 2-5 %. Det er derfor klart at tilslaget har stor betydning for en rekke egenskaper både i fersk og herdet betong.

De viktigste kvalitetsparametrene for betongtilslag er:

	Har innvirkning på og betydning for:
- korngradering	-vannbehov, bearbeidbarhet, komprimering mm
- kornform	-bearbeidbarhet
- bergarts- og mineralsammensetning	-alkalireaktive bergarter, mekanisk styrke, glimmerinnhold, kis
- renhet	-humus-, slam- og kloridinnhold

Av disse er korngradering den enkeltparameter som har størst innflytelse på betongens bruksegenskaper. Breelavsetningene er den avsetningstypen som i utgangspunktet er best egnet da denne har en fordeling av sand og grus som ligger nærmest den ønskede kornfordeling, se figur 1.

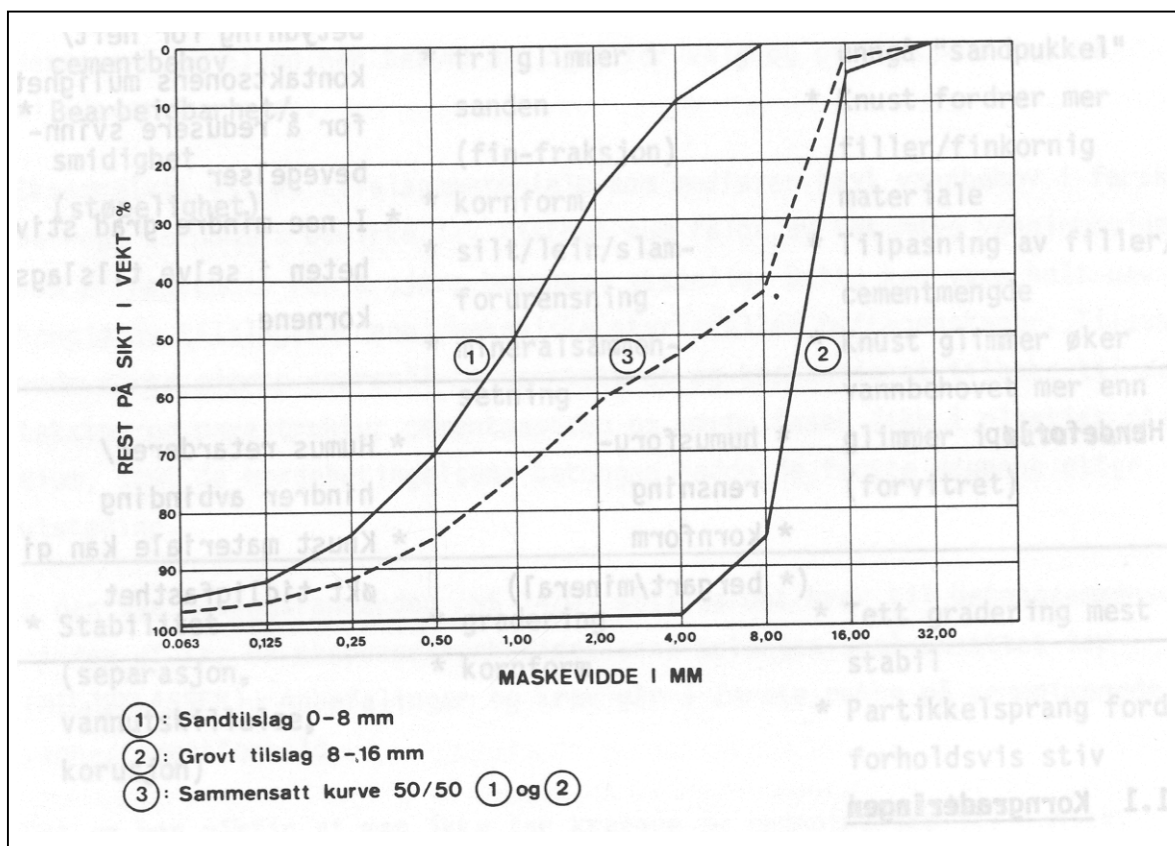


Figur 1. Kornfordelingskurver av forskjellige jordarter.

Korngraderingen påvirker først og fremst en rekke egenskaper i den ferske betongen som:

- vannbehov
- bearbeidbarhet
- komprimerbarhet
- separasjon/vannutskillelse
- slumtap
- luftinnhold

Dette er igjen forhold som har innflytelse på betongens bestandighet i herdet tilstand.



Figur 2. Eksempel på kurver for fint og grovt tilslag.

Korngraderingen

Kan justeres ved blanding og sikting av massene for å få den ønskede graderingen når forekomsten inneholder de kornstørrelser som er nødvendige.

Kornformen

Kan justeres ved å tilsette knuste masser i ønskede mengder og fraksjoner.

Renheten

Kan forbedres ved vasking.

Renheten med hensyn til humusinnhold (en fellesbetegnelse på organisk materiale og humussyrer) eller saltinnhold kan bedres gjennom vasking. Dette er en fordyrende prosess som også fører til tap av finstoff (filler) som er en del av det totale tilslaget.

Bergarts- og mineralsammensetningen

Kan i liten grad endres. Er glimmerinnholdet eller kisinnholdet for høyt er det lite man kan gjøre for å forbedre dette. Det samme gjelder innholdet av alkalireaktive bergarter. I grensetilfeller kan man erstatte enkelte fraksjoner alkalireaktivt materiale med knust materiale fra ikke alkalireaktive bergarter.

Vannløselige salter i tilslaget kan svekke armeringens motstandsevne mot korrosjon og øke faren for alkalireaksjoner.

Tidligere var det vanlig med uttak av masser på elvedeltaene ved munningen av større elver. Tilslag som utvinnes fra forekomster i eller nær sjøen vil inneholde salt. I flomålet kan salt anrikes i særlig grad og denne type tilslag bør unngås av hensyn til korrosjonsfaren. Salt kan også danne belegg på betongoverflaten, men dette har kun estetisk betydning.

Eksponeringsbetingelser, konstruksjonstype og armering er blant de faktorer som setter grenser for tillatt saltinnhold.

For de parametrene som har direkte sammenheng med betongens bestandighet stilles det faste krav i henhold til Norsk standard (NS3420). Disse parametrene er: Innhold av humus, klorider, skadelige kis-mineraler og alkalireaktive bergarter.

I følge Norsk standard (NS3420) skal det totale kloridinnholdet i armerte betongkonstruksjoner ikke overstige 0,4 % av sementvekten. I spennbetong og konstruksjoner i Kloridrike miljø (marine konstruksjoner, broer som saltes, etc.) skal kloridinnholdet ikke overskride 0,1 %.

Fra tidlig på 1990-tallet har Kontrollrådet for betongprodukter arbeidet med en ordning, DGB, Deklarasjon- og Godkjenningsordning for Betongtilslag.

For å kunne produsere betong med en tilfredstillende kvalitet er det nødvendig med kontroll over tilslaget som benyttes. Deklarasjonsordningen er frivillig, men betongprodusentene forlanger i større og større grad at de som produserer tilslag er med i ordningen og kan dokumentere kvaliteten på sine produkter.

Fra 01.06.2004 ble det innført nye europeiske produktstandarder for tilslag til en rekke formål. For betongformål NS-EN 12620, og for asfalt NS-EN 13043.

Gjennom innføringen av de nye standardene og norske myndigheters krav til sertifisering av tilslag til betong, innebærer dette en vesentlig endring i forhold til tidligere frivillig sertifiseringsordning for betongtilslag.

Standarden og det formelle kravet om sertifisering gjelder i utgangspunktet for tilslagsprodusenten, men betongprodusenter som ikke kan dokumentere å benytte sertifisert tilslag i samsvar med NS-EN 12620, vil ikke bli sertifisert etter NS-EN 206-1 i første omgang. Betongprodusenter som tar ut tilslag kun til eget bruk, trenger ikke å sertifisere tilslaget, men må dokumentere tilslaget i samsvar med kravene i NS-EN 12620.

I utgangspunktet vil en produsent av tilslag til betong, etter 1. juli 2004, gjøre noe ulovlig dersom han ikke er sertifisert etter kravene i NS-EN 12620.

For de parametrene som har direkte sammenheng med betongens bestandighet stilles det faste krav i henhold til Norsk standard (NS3420). Disse parametrene er: Innhold av humus, klorider, skadelige kis-mineraler og alkalireaktive bergarter.

I følge Norsk standard (NS3420) skal det totale kloridinnholdet i armerte betongkonstruksjoner ikke overstige 0,4 % av sementvekten. I spennbetong og konstruksjoner i kloridrike miljø (marine konstruksjoner, broer som saltes, etc.) skal kloridinnholdet ikke overskride 0,1 %.

Georadar, Stenset grustak



M 1:1000
(kart)

P1	—	Målt profil	
P1	↓	Kryssende georadarprofil	
	---	Tolket fjelloverflate	
	---	Grense for kommunens teig	
	■	Kommunens teig, restareal	
	■	Volumberegnet område utenom	
	●	Nivelert punkt	

Nivellerte høyder	
1	160,2 moh. Kvabb
2	160,2 moh. Kvabb
3	160,9 moh. Kvabb
4	159,7 moh. Fjell
5	163,7 moh. Fjell
6	160,2 moh. Kvabb
7	160,9 moh. Fjell
8	162,1 moh. Fjell
9	162,5 moh. Fjell
10	162,6 moh. Fjell
11	162,3 moh.
12	161,6 moh.
13	160,9 moh. Kvabb

