



Gjenbruk/nyttiggjøring av kalksementstabilisert (KS-) leire

Gunvor Baardvik, NGI

Gudny Okkenhaug, NGI

Emmi Kristensen, NTNU/Multiconsult

Avslutningsseminar GEOreCIRC 29. november 2019

Overskuddsmasser av KS-leire

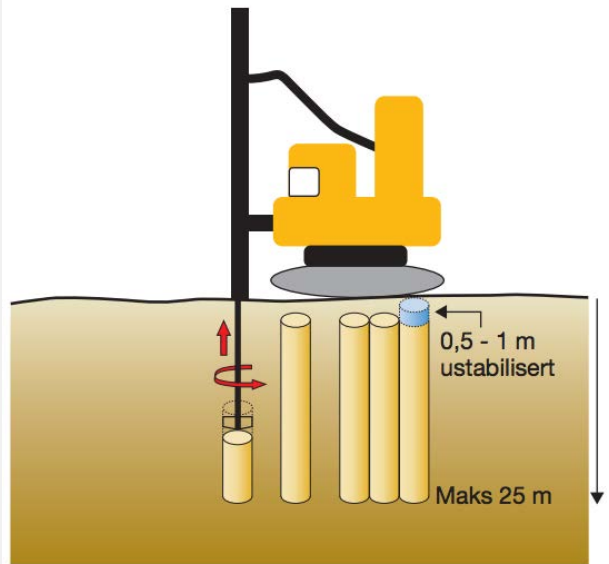
- ↗ Dette er «kostbare» masser å produsere
- ↗ Volumene er ofte store
- ↗ Stort CO₂-avtrykk



Hva er KS-leire?



Utførelse av KS-peler



Ortofoto fra KS-peler etablert på Klett



Foto: Statens vegvesen



Utgravde masser kan være vanskelige å håndtere



Overskuddsmasser av KS-leire

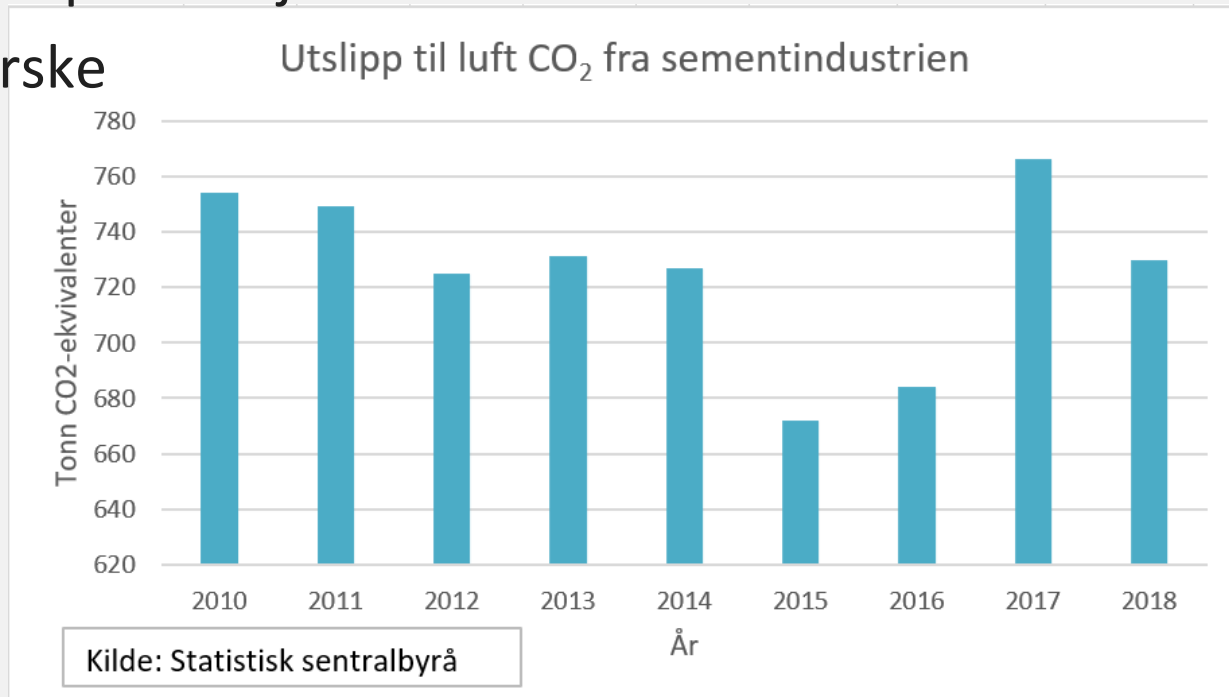


Fra E6 ved Klett – store volumer med stabilisert leire

Foto: Statens vegvesen, N200

CO₂-utslipp fra produksjonen er høye

- ↗ ~50 % fra kalsinering av kalkstein
- ↗ ~ 50 % fra energi til produksjonen
- ↗ 1,4% av totale norske CO₂-utslipp



NOAH initierte KS-leire som impermeabelt tettesjikt – testfelt på Langøya



Foto: NOAH AS



Foto: NOAH AS. Testfelt på Langøya

- Massene ble lagt ut, blandet og eltet, og man oppnådde en relativt fast og plastisk masse.
- Målet var å finne en god måte å lage tettesjikt på for deponier

Test av utlegging og komprimering



Test av utlagt materiale i lab



Emmis master - en systematisk gjennomgang



Parameter

Vanninnhold w
Plastisitetsindeks I_p
Skjærfasthet $s_{u, \text{uforstyrret}}$
Skjærfasthet $s_{u, r, \text{omrørt}}$
Kornfordeling
Optimal tyngdetetthet ρ_{opt}
Hydraulisk konduktivitet k
Bufferkapasitet
Mineralogi

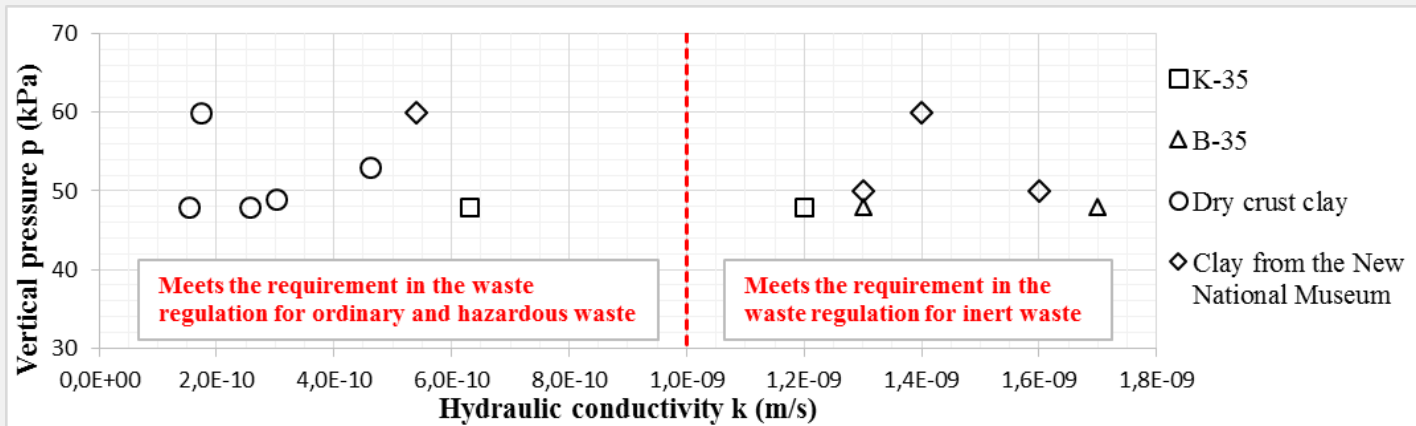
Forsøk

Tørking ved 105°C
Flyte- og rullegrense
Konusforsøk eller enaksielt trykkforsøk
Konusforsøk
Hydrometeranalyse
Standard Proctor-test
Permeabilitetstest
Titreringsforsøk
XRF- og XRD-analyser

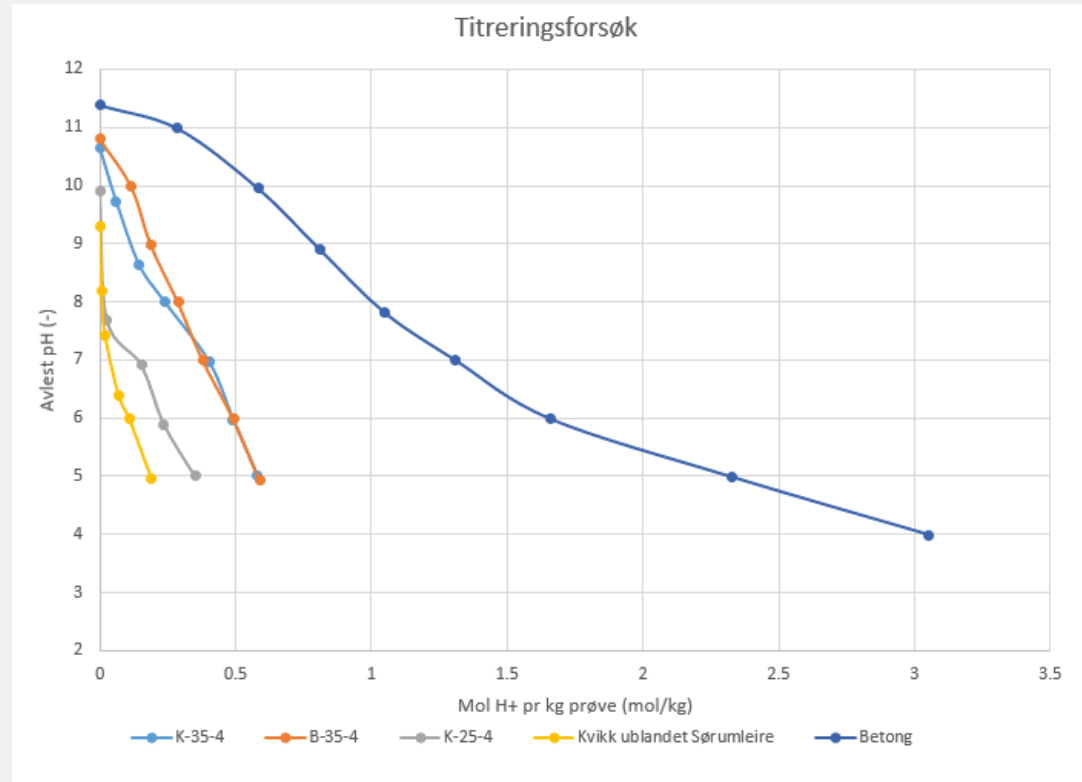
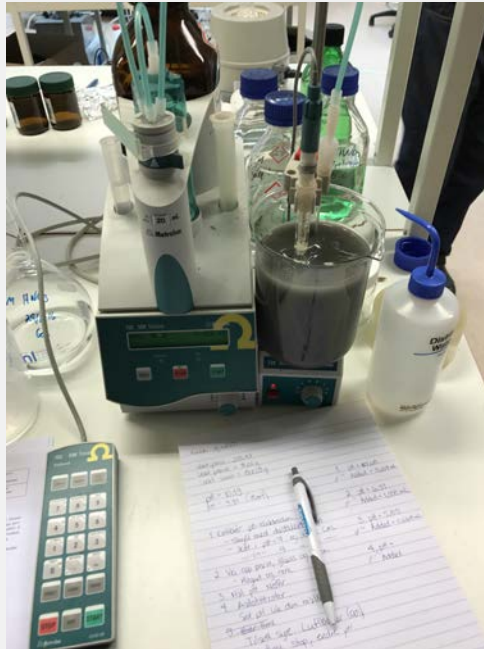
Permeabilitetsforsøk i triakscelle

Noen resultater fra tester på KS-leire blandet med omkringliggende leire

- Leira får økt plastisitet og blir vesentlig mer formbar og håndterbar
- Hydraulisk konduktivitet (permeabilitet) tilfredsstillers kravet til bunntetting og topptetting på inerte masser
- En del av testene tilfredsstillers også kravet til bunn- og topptetting på deponier for ordinært avfall og farlig avfall
- Utfordringen er å få til en god og etterprøvable innblanding i stor skala



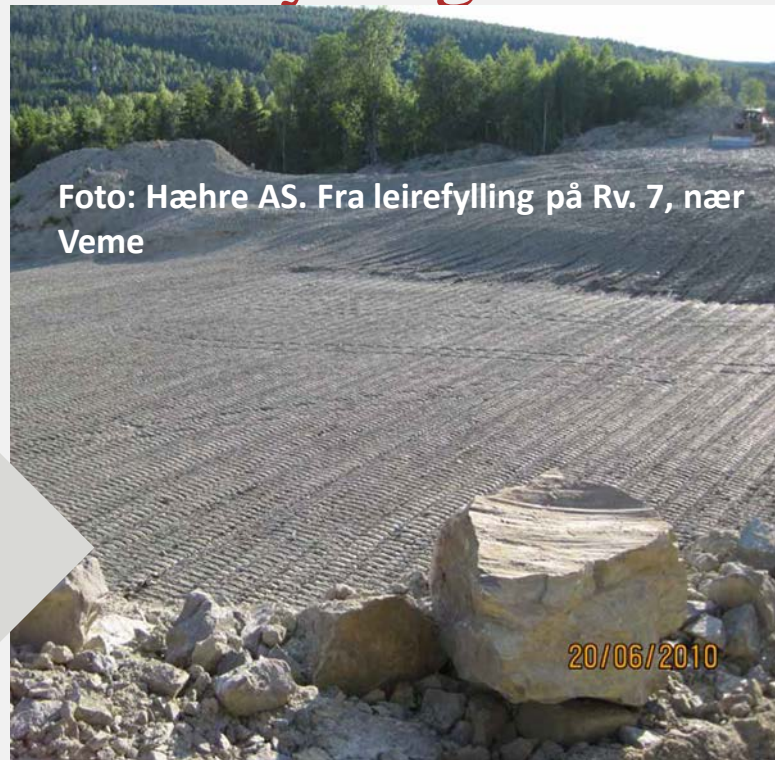
Bufferkapasitet – evne til å nøytralisere



Eksempel på nyttegjøring - Leirefylling

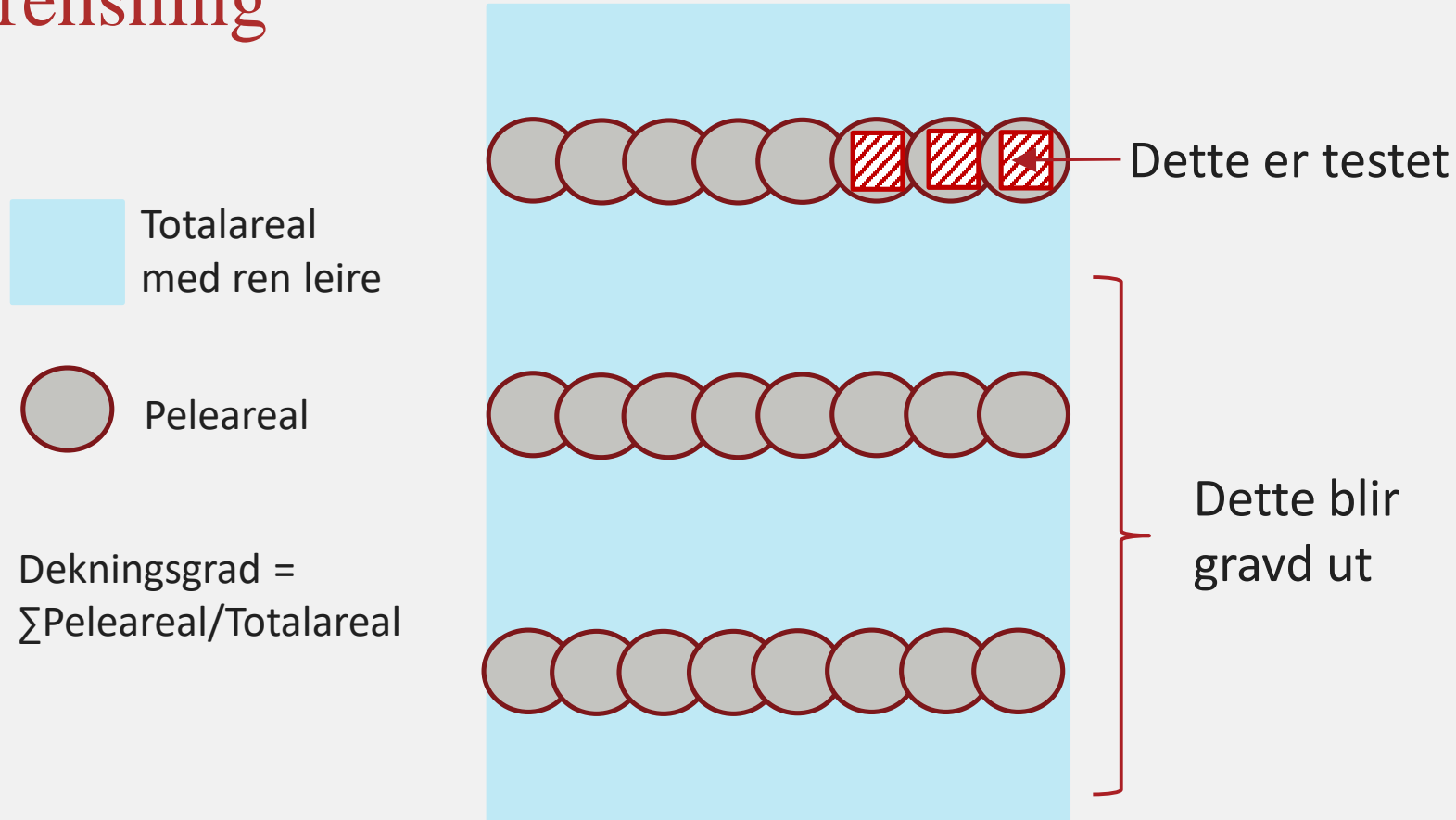


Andre
muligheter



- Når vi får til dette, er det ikke lange veien til å tenke f.eks. dette, dvs. leirefylling for veg, tillegg til arrondering for f.eks. tilpasning av dyrka mark mot veg og støyvoller

KS-leire med ulike bindemidler testet for forurensning



Bindemidler som er testet for forurensing

- 100 %CKD (Leire fra Klett)
- 50 %CKD + 50% Sement = Multicem (Leire fra Klett)
- 100% Sement (Leire fra Klett)
- 100% Kalk (Leire fra Klett)
- 50 %CKD + 50% Sement = Multicem (Leire fra Østfold)
- 100% Sement (Leire fra Østfold)
- 100% Kalk (Leire fra Østfold)
- Dekker ulike bakgrunnsverdier

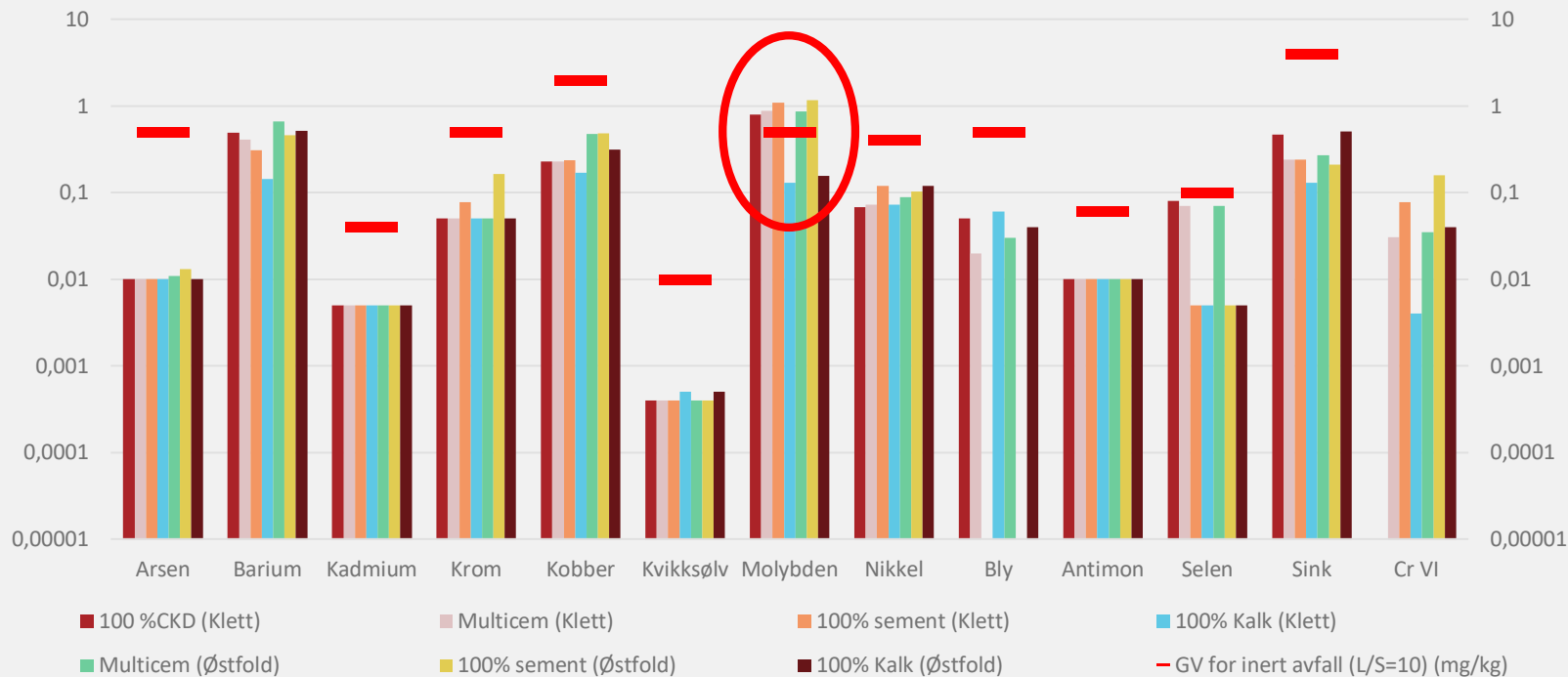


KS-leire er rene masser

- Selve pelematerialet ligger under normverdier eller lokale bakgrunnsverdier = rene masser

Blanding	Tørrestoff	Arsen	Kadmium	Krom	Krom6+	Kobber	Kvikksølv	Nikkel	Bly	Sink	Molybden	Selen
	%	mg/kg TS										
100 %CKD (Klett)	78.4	<0,5	0.31	71.9	0.20	47.5	<0,2	54.7	24.1	64.2	2.00	<2
Multicem (Klett)	78.3	3.14	0.30	72.7	0.09	48.4	<0,2	55.0	20.4	65.6	2.08	<2
100% sement (Klett)	78.6	1.44	0.13	73.8	0.57	50.2	<0,2	54.9	9.3	69.4	1.92	<2
100% Kalk (Klett)	80.2	<0,5	<0,1	69.4	0.07	34.7	<0,2	53.2	7.4	57.0	0.85	<2
Multicem (Østfold)	80.4	3.28	0.29	23.4	0.43	31.7	<0,2	21.8	22.0	52.9	1.91	<2
100% sement (Østfold)	81.1	3.03	<0,1	25.2	0.88	33.7	<0,2	22.2	9.5	57.5	2.00	<2
100% Kalk (Østfold)	81.1	1.85	<0,1	20.4	0.19	17.7	<0,2	19.8	7.6	43.3	2.50	<2
Normverdier		8	1.5	100	2	100	1	75	60	200		
Farlig avfall		1000	1000	25000	1000	25000	1000	2500	2500	25000		

Utlekking fra pelemateriale med ulike bindemidler



KS-leire er rene masser

- Utlekkingen er lav
- Kun molybden ligger like over avfallsforskriftens grenseverdi for inerte masser
- Ved utgraving blandes pelemateriale med leira rundt pelene, det kan ikke skilles, og totalinnhold av kalk, sement og andre bindemidler pr. m³ blir lavere enn i testene



Viktige tips for økt bærekraft ved KS-peler

- Gjør lab-forsøk med ulike mengder bindemiddel – ikke bare velg en høy innblandingsmengde
- Følg opp arbeidet – spesielt rotasjon- og stige-hastighet ved innblandingen. Dårlig innblanding er penger og materialer og CO₂ rett ut av vinduet
- La pelene få nødvendig herdetid og hent ut all styrke som tiden kan gi
- Dette krever planlegging av utgravingen
- Bruk utgravde masser til noe nyttig 😊



