

# Miljøforvaltning i kommunene - utfordringer og erfaringer

## Utfordringer ved prøvetaking av forurenset grunn



Vidar Ellefsen

Golder Associates AS





# Det er behov for miljøtekniske undersøkelser

## Hvor mye undersøkelser er nødvendig?



07.11.2016



# Undersøkelser av forurensede masser



## OSLO KOMMUNE VAV - INNLEDENDE STUDIE FURUSET

### Sammendrag

Vann- og avløpsetaten i Oslo kommune har påbegynt prosjektering av belegging av eksisterende vannledninger på Furuset. Dette vil medføre oppgraving av ca 80 m<sup>3</sup> masse. Alle masser skal lastes opp på biler og kjøres til godkjent mottak. Arbeidet antas å vare i ca 1 år.

Golder Associates er bedt om å foreta miljøtekniske undersøkelser, med tanke på forurensningssituasjonen i området det skal graves i.

Innledende studie har vist at det ikke er grunn til mistanke om forurensning i den planlagte gravetraséen.



Figur 21 Prøvepunkter vurdert etter TA2553/2009. Analysene viser at løsmassene er i tilstandsklasse 1 over hele eiendommen.



# Oslo kommune EBY – krav om flere prøver



## 2.4 Prøvetakingsplan

Basert på de tidligere undersøkelsene og potensielle forurensningskilder (både tidligere og eksisterende), samt fremtidige planer ble det utarbeidet en prøvetakingsplan for å få et tilstrekkelig bilde av forurensningssituasjonen, derunder avgrensning tidligere påvist forurensning. Kart som viser prøvepunkter referert under fremkommer i Figur 3.

Prøvepunktene G3, G4, G15, G17, og G19 ble plassert i områder som ikke var godt nok kartlagt tidligere.

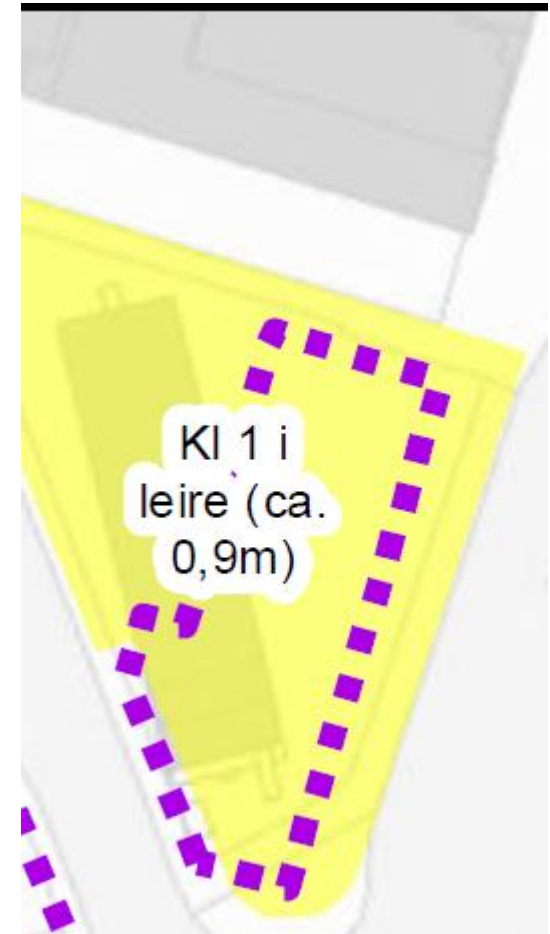
Prøvepunktet G6 ble plassert ifb. en tidligere vaskeplass i bygningen.

Prøvepunktet G7 ble plassert ifb. tidligere lagring av dieselfat.

Prøvepunktet G13 ble plassert ifb. tidligere plassering av transformator.

Prøvepunktet G14 ble plassert ifb. med tidligere plassering av oljeutskiller.

Prøvepunktene G5, G8, G9, G10, G11, og G12 ble plassert for å avgrense forurensning påvist i de tidligere undersøkelsene.



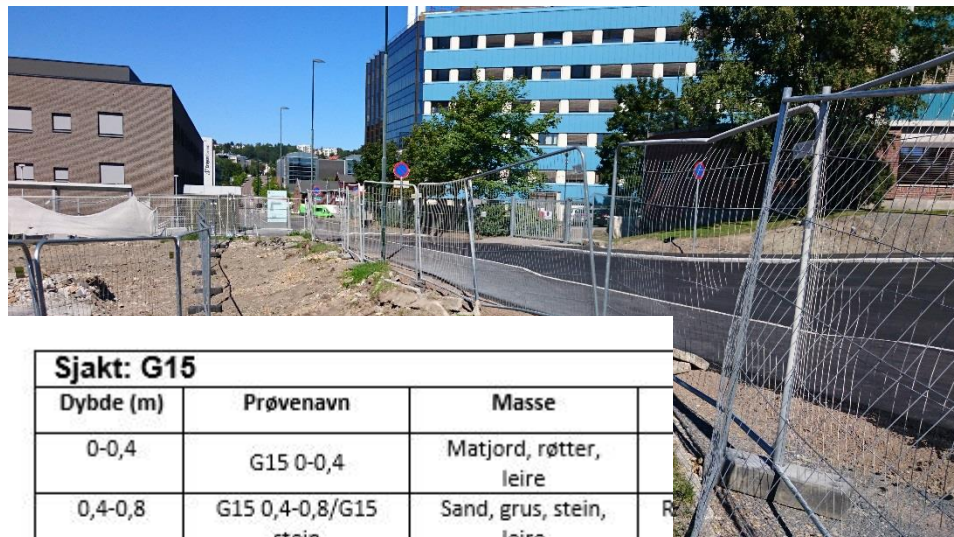


# Oslo kommune EBY – krav om flere prøver

## Forurenset grunn

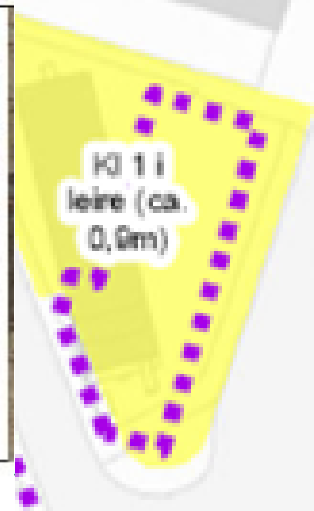
Tiltaksplan for forurenset grunn er godkjent den 22.04.16 med følgende vilkår:

- Dere må utføre supplerende grunnundersøkelser for å avgrense forurensningen på tiltaksområdet.
- Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009 – Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn krever at det tas minimum 8 overflateprøver av lokaliteter med denne størrelsen (693 m<sup>2</sup>) og med denne planlagte arealbruken.



Sjakt: G15

Dybde (m)	Prøvenavn	Masse
0-0,4	G15 0-0,4	Matjord, røtter, leire
0,4-0,8	G15 0,4-0,8/G15 stein	Sand, grus, stein, leire
0,8	-	Leire





# Oslo kommune EBY – svar fra Golder

## Listen av vilkårene i brevet (nevnt foran) fra Oslo kommune som godkjenner tiltaksplanen når det gjelder byggesak 201602514 – anlegging av snuplass

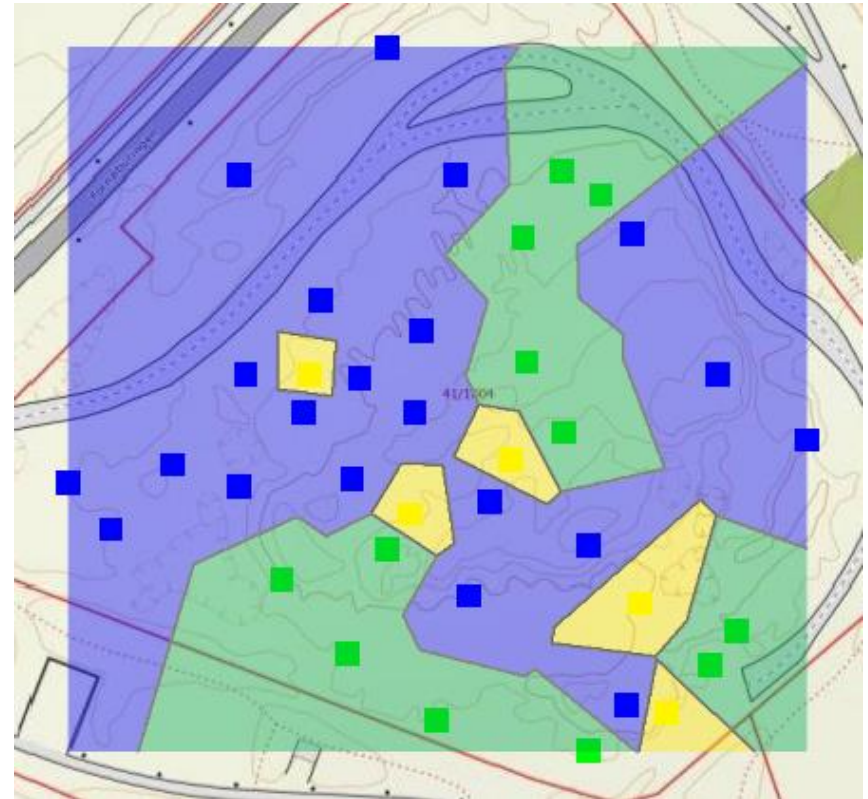
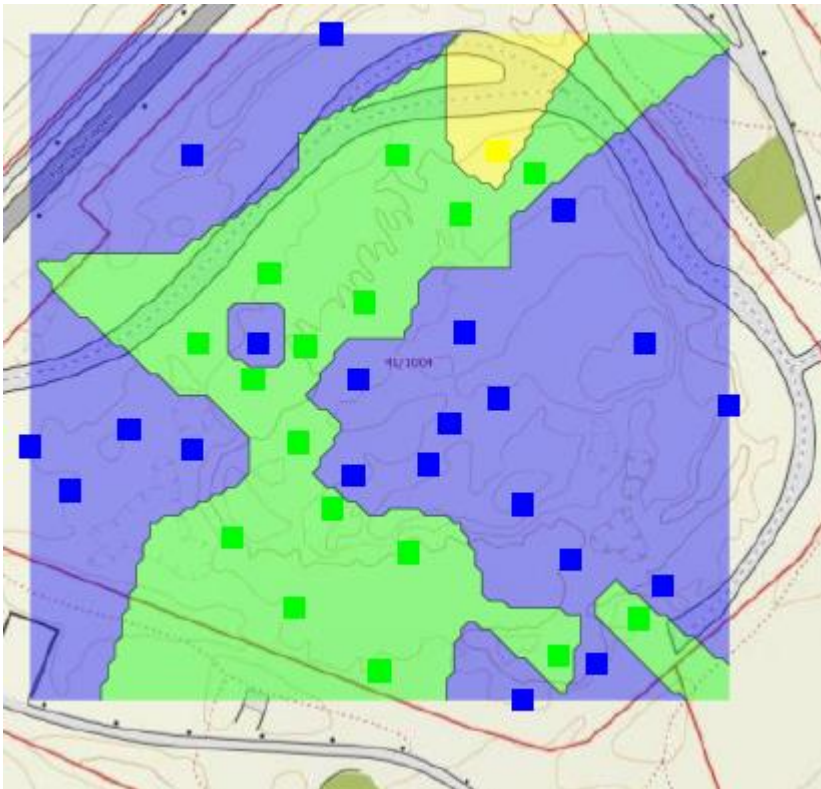
- Dere må utføre supplerende grunnundersøkelser for å avgrense forurensning på tiltaksområdet. Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009 – Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn krever at det tas minimum 8 overflateprøver av lokaliteter med denne størrelsen (693 m<sup>2</sup>) og med denne planlagte arealbruken.
  - ✓ Det ble tatt 2 overflateprøver på snuplass området, somt forklart i dette brevet. Prøvene tilfredsstillter akseptkriteriene.
  - ✓ Det blir i tillegg tatt 2 bunnprøver etter graving på snuplass området.
  - ✓ Veilederen TA 2553/2009 skal følges i tiltaket for hele prosjektet. Anbefalingen i veilederen om minimum overflateprøver bør ikke påføres til en del av tiltaket siden frekvensen av anbefalt prøver er avhengig av størrelsen til prosjektet. Størrelsen til prosjektet er på ca. 28 000 m<sup>2</sup>. Per dato har det blitt tatt 22 overflateprøver av Golder /3/ og 8 overflateprøver av Asplan Viak. I tillegg er det utført XRF analyser i felt på et stort antall prøver /3/. Det er planlagt å ta flere overflateprøver på resten av prosjektet for å avgrense forurensning, der forurensning overskrider akseptkriterier for arealbruket. På snuplassområdet er resultatene godt under akseptkriteriene for trafikkområde, og overskuddsmassene skal kjøres ut.

Golder mener derfor at det ikke er nødvendig med flere prøver før tiltaket utføres på snuplassområdet.



## Bærum kommune – krav om flere prøver

Masser ca. 40 000 m<sup>3</sup> (70 prøver – klasse 1-3)  
0-1 meter >1 meters dybde





## Bærum kommune – krav om flere prøver

På Miljødirektoratets spørsmål/svar-sider henvises til en rapport av NGU (rapportnr. 2009.059, Miljøteknisk prøvetaking av gravemasser) som gir anbefalinger om hvordan prøvetaking av oppgravde masser kan gjennomføres. Her anbefales det 1 prøve per 50 m<sup>3</sup> når det er snakk om større mengder masser. Den samme praksisen har også Trondheim kommune lagt seg på (faktaark), og krever 1 blandprøve per 50 m<sup>3</sup> med mindre det er særlige forhold som tilsier at dette kravet kan fravikes.

Golder:

Dersom vi bruker Miljødirektoratets veileder for tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009) tabell 3, så krever den for boligområder at det tas:

- 16 prøver for de første 5000 m<sup>2</sup>
- 10 prøver for de neste 5000 m<sup>2</sup>
- Og 1 prøver pr 1000 m<sup>2</sup> for arealet > 10 000 m<sup>2</sup>,

Til sammen blir dette (16 + 10 + 30) = 56 prøver om vi legger til grunn av massene ligger i et 1 m tykt lag over 40 000 m<sup>2</sup>.

**Det er nå tatt 70 prøver, som er 14 prøver mer enn det som Miljødirektoratets veileder krever for boligområder.**





# Hvor mange prøver trenger vi?

## Praktiseres veileder 2553/2009 som forskrift?

Veileder  
2553/2009 kan  
ikke dekke alle  
situasjoner.  
Les Notatet fra  
Bioforsk som  
danner grunnlag  
for anbefalinger  
om nødvendig  
prøveantall

Tilstandsklasser for forurenset grunn (TA-2553/2009)

### 5. Litteratur

Rapporter og veiledere ligger på SFTs hjemmesider [www.sft.no/forurenset-grunn](http://www.sft.no/forurenset-grunn). Standardene må kjøpes hos Pronorm, [www.pronorm.no](http://www.pronorm.no).

Amundsen, C. E. og Kitterød, N-O: Prøvetaking for å bestemme tilstandsklasser for forurenset grunn. Bioforsk Notat 8.april 2008.



Bioforsk Jord og miljø  
Ås  
Frederik A. Dahls vei 20, 1432 Ås  
Tel.: 64 94 81 00  
Faks: 64 94 81 10  
[jord@bioforsk.no](mailto:jord@bioforsk.no)

### Notat

Sak: Prøvetakingsstrategi for å bestemme tilstandsklasser for forurenset grunn

---

Til: SFT v/Gina Mikarlsen

Fra: Bioforsk v/Carl Einar Amundsen, Nils-Otto Kitterød

Kopi til: Roald Sørheim, Bioforsk

Dato: 25. februar 2008, rev. 8.april 2008



# Hvor mange prøver trenger vi?

## Notatet fra Bioforsk

8 prøver vil normalt gi god nok nøyaktighet

Resultatene viser at det er liten forskjell ( $n$ ) om beregningene gjøres for  $N= 8, 10, 12$  eller 20 prøver, mens ved å legge  $N= 4$  og 6 prøver til grunn øker usikkerheten betydelig og dermed prøveantallet for å oppnå 20 % sikkerhet.

Arsaken til dette er at standardavviket øker noe som følge av at prøveantallet reduseres, men viktigere er at  $t$ -verdien øker mer ved minkende antall prøver ( $t$ -verdien er avhengig av frihetsgrader ( $n-1$ ) og konfidensnivå).

Tabell 5: Beregning av antall prøver ( $n$ ) som er nødvendig for å oppnå  $\pm 20\%$  sikkerhet i analyseresultatet (likn. 3) ved å ta utgangspunkt i ulikt antall prøver (4-20) i grunnlagsmaterialet.

	Lok 1	Lok 2	Lok 3	Lok 4	Lok 5	Lok 6	Lok 7	Lok 8	Lok 9
	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl	Tilst kl
	1	1-2	1-3	1-4	1-5	3	3	3	4
$N$	$n$	$n$	$n$	$n$	$n$	$n$	$n$	$N$	$n$
4	9	10	24	23	24	4	4	4	4
6	4	5	12	15	16	2	2	3	2
8	3	4	8	9	11	2	2	3	2
10	3	4	8	9	11	2	2	3	2
12	3	3	7	9	9	2	2	2	2
20	3	3	7	8	9	2	2	2	2

I disse eksemplene gir åtte prøver et estimat av middelverdien med en sikkerhet bedre enn 20 % for lokalitet 1 og 2, mens 8 prøver gir et estimat av middelverdien som er noe mer usikkert en 20 % for lokalitet 4 og 5.

Basert på resultatene av beregningene (tabell 4 og 5), kan det konkluderes med at 8 prøver er et minimum antall prøver for å lage et estimat av variasjonen på et område med en noenlunde god nøyaktighet ( $\pm 20\%$ ), selv på områder med stor spredning i innhold.



# Hvor mange prøver trenger vi?

## nordtest method

NT ENVIR 004  
Approved 1996-05

NT ENVIR 004 15  
ANNEX A

1(33)

SOLID WASTE, PARTICULATE MATERIALS:  
SAMPLING

UDC 628.4.06

Key words: Solid waste, sampling, analysis, test method

### LIST OF CONTENT

1 SCOPE	2	5.10.2 Statistical data	11
2 FIELD OF APPLICATION	2	5.10.3 Minimum number of primary samples	11
3 REFERENCES	2	5.10.4 Minimum primary sample size	11
4 DEFINITIONS	2	5.10.5 Combination of primary samples	11
5 SAMPLING	3	5.10.6 Minimum composite sample size	11
		5.11 Sampling to get a general impression (Path D)	11
		5.11.1 Minimum number of primary samples	11
		5.11.2 Minimum primary sample size	12

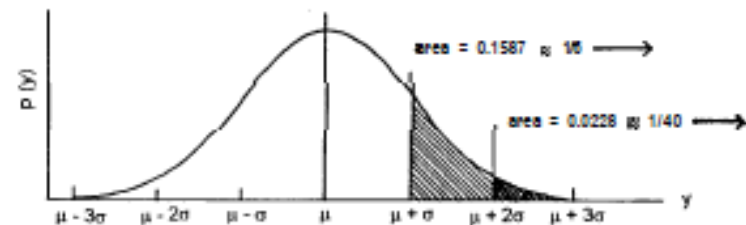
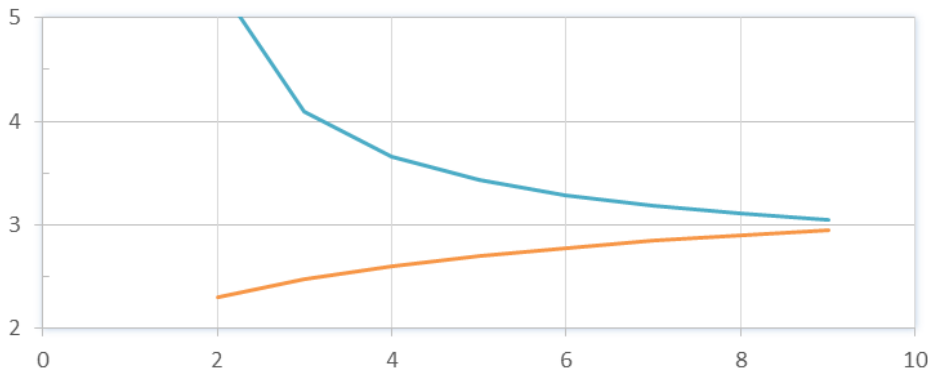


Figure A3.1. The normal distribution.

### Standardavvik etter antall prøver Middelverdi er 3



(Path A and Path B)	10	sampling plan
5.9.5 Combination of primary samples (Path A)	11	C Examples of sampling equipment
5.9.6 Minimum number of composite samples (Path A)	11	D Statistical tables
5.9.7 Minimum composite sample size (Path A)	11	E Procedures to determine the primary sample variance and the preparation and testing variance.
5.10 Sampling to establish mean values (Path C)	11	F Literature
5.10.1 Limit threshold values	11	

Grenseverdi 4,0 -> 3 prøver  
Grenseverdi 3,5 -> 6 prøver



# Hvor mange prøver trenger vi ?

## Eksempel viser 1 pr 1000 m<sup>3</sup> for 30 000 m<sup>3</sup>

### A4.4 Minimum number of primary

The minimum number of primary samples to each lot/sampling unit should preferably be a way that a certain prescribed precision level. Rearranging Equation (A4-4) gives a general which can be used to estimate the required samples and the number of sampling units pling operation in order to obtain a certain

$$n = \frac{t^2 \cdot V_s}{u \cdot P^2 - t^2 \cdot V_{pt}}$$

t = Student's t at n-1 degrees of freedom : confidence level (usually 95 %) and tw (Values of Student's t are given in An

$V_s$  = primary sample variance

$V_{pt}$  = preparation and testing variance

P = precision

u = number of sampling units (i.e. number samples)

Stoff	Beregnet			$C_{ba}$ aktuell arealbruk (mg/kg)	Standard avvik	t	e	n
	Antall prøver	Max $C_{E, max}$ (mg/kg)	Middel $C_{E, middel}$ (mg/kg)					
Alifater >C12-C35	20	970	198.475	3174.1	234.9934	2.11	2975.7	0.0001
Arsen	18	9.1	6.65	3.0	1.929111	2.086	-3.7	0.6267
Benso(a)pyren	8	5.6	1.32194	0.6	2.046193	2.145	-0.8	15.9545
Bly	18	140	36.3333	1277.5	36.46594	2.086	1241.2	0.0001
Fluoranten	8	16	3.81931	5491.5	5.91058	2.145	5487.6	0.0000
Fluoren	8	1.2	0.25506	5616.4	0.417303	2.262	5616.1	0.0000
Kadmium	18	0.89	0.28361	21.8	0.26929	2.086	21.5	0.0025
Kobber	18	52	33.9	59177.9	12.44248	2.086	59144.0	0.0000
Krom totalt (III + VI)	18	70	38.4444	35.6	14.78561	2.086	-2.8	7.9977
Kvikksølv	18	3.1	0.23686	24.6	0.717314	2.086	24.3	0.0063
Naftalen	8	0.13	0.03591	3582.8	0.044293	2.262	3582.8	0.0000
Nikkel	18	60	36.7778	750.1	13.37933	2.086	713.3	0.0001
PAH totalt	13	76	12.1594	8.9	23.07143	2.11	-3.3	9.4367
PCB CAS1336-36-3	8	0.0025	0.0025	0.2	0	0.130293	0.2	0.0000
Pyrene	8	13	3.17494	4131.5	4.749005	2.145	4128.4	0.0000
Sink	18	1100	235.778	364135.3	271.4169	2.11	363899.5	0.0000

Tabell 14. Beregning av antall prøver for kontroll av masser.

Som det fremgår vil 16 prøver være tilstrekkelig, da kriteriet for benso(a)pyren er dimensjonerende. Med et utgravingsvolum på over 30 000 m<sup>3</sup> vil det således være tilstrekkelig med en prøve pr 2000 m<sup>3</sup> ut fra den statistiske beregningen. For å ta høyde for at det kan være enkelte områder med høyere forurensing enn hva undersøkelsene så langt har påvist, anbefales et tettere prøveprogram for de oppfylte rivningsmassene, med en prøve pr 1000 m<sup>3</sup>. Provene tas som representative blandprøver, bestående av 10 delprøver.



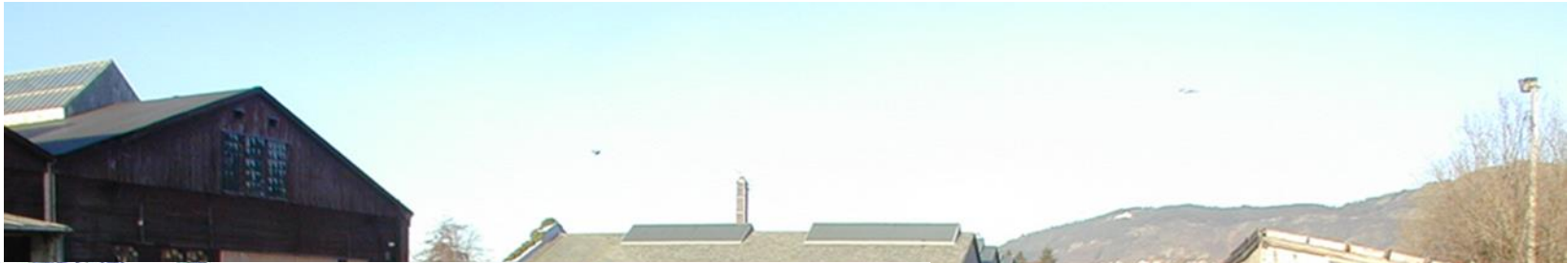
# Hvor mange prøver trenger vi?



07.11.2016



# Hvor mange prøver trenger vi?





## Hvor mange prøver trenger vi?



Skal massene  
uansett fjernes i  
fm.  
byggeprosjektet  
og det graves  
ned i ren leire?



# Hvor mange prøver trenger vi? Lekkasje fra nedgravde tanker?

Måle poreluften i bakken før oppgraving av tanker som indikasjon på om det kan ha vært lekkasjer.

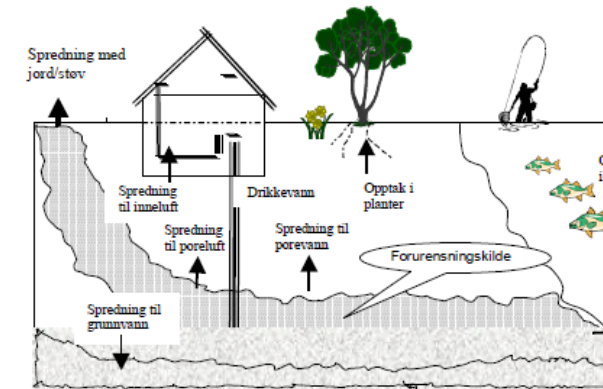
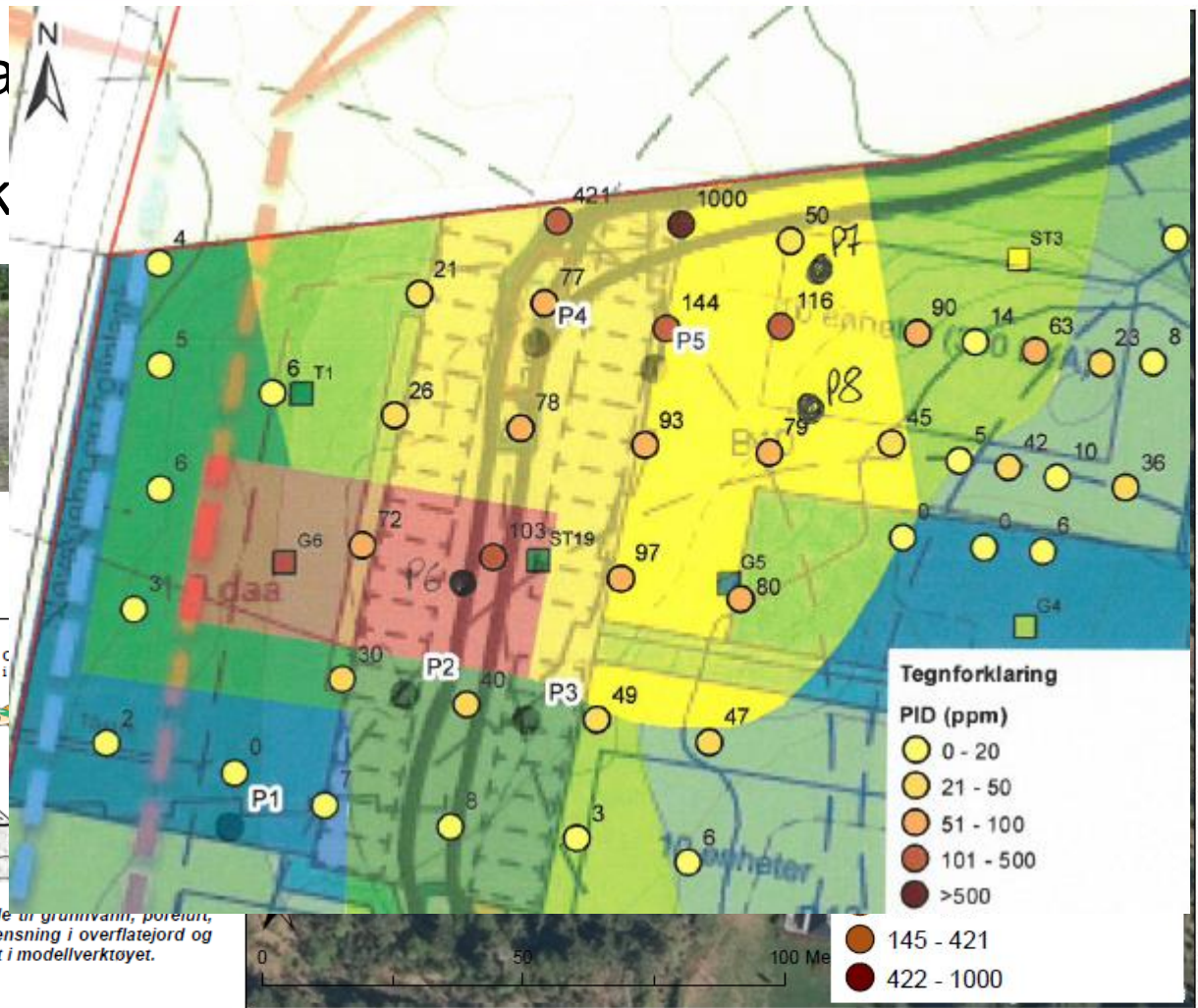




# Hvor mange prøver trenger vi?

## Spredning av flyktige organiske forbindelser

Måle poreluften i ba som supplement til beregninger av risik



Figur 7. Illustrasjon av en mulig spredning fra en forurensningskilde til grunnvann, poreluft, fast fase, resipient og planter. Overflateavrenning fra forurensning i overflatejord og spredning som skyldes tidevannsforskjeller er ikke inkludert i modellverktøyet.



# Kartlegging av forurenset grunn

## Gjøre ting i rett rekkefølge – eksempel BREEAM

Obligatorisk

- Er det sannsynlig at området er forurenset?
- Desk study (skrivebordsundersøkelse)

Obligatorisk

- Hvilke forurensningskomponenter, forurensningsgrad og mengde forurensning eksisterer på eiendommen
- Rapport (tiltaksplan) inkl. risikovurdering og behov for sanering

1. poeng

- Kan planene tilpasses for å minimisere inngrep i forurensning
- Rapport (tiltaksplan) + Massedisponering

2. poeng

- Hvordan skal eiendommen saneres?
- Hvilke saneringsalternativer er aktuelle: risiko – nytte kost - bærekraftig



# Skrivebordsundersøkelse før prøvetaking

Dette er viktige punkter som ofte glemmes, og som medfører unødige kostnader senere i prosjektet

## Del 1: Skrivebordsundersøkelse

**Veiledning:** Historisk forskning og gjennomgang av tilgjengelig informasjon fra kilder som for eksempel arkiver, planer og dokumenter fra tilsynsmyndigheter, slik at man kan oppdage tidligere og eksisterende aktiviteter på en tomt og omkringliggende områder, og på denne måte å avgjøre muligheten for at det er forurensning på tomten. Hvis den innledende skrivebordsundersøkelsen gir grunn til å tro at det kan foreligge et forurensningsproblem, skal det gjennomføres detaljerte undersøkelser (del 2 og 3). Hvis ikke, vil ikke tomten betraktes som forurenset i forbindelse med dette BREEAM-NOR-området, og poenget må holdes tilbake. Undersøkelsen skal gjennomføres av en spesialist på forurensete arealer, som definert i det tekniske veiledningsdokumentet. Undersøkelsen skal som minimum dekke:

1.1	Hensikten og målet med undersøkelsen	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.2	Tomteplassering og plantegning for området/tomten	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.3	Evaluering av tomtehistorien	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.4	Vurdering av miljøet rundt, herunder: <ul style="list-style-type: none"><li>• Geologi, hydrogeologi, hydrologi</li><li>• Industriaktivitet</li><li>• Plassering av regulerte vann (kanaler, elvemunninger, innsjøer, tjern, kilder, vannførende sjikt)</li><li>• Forurensende hendelser, søppelfyllinger nærmere enn 250 m osv.</li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.5	Vurdering av eksisterende/foreslått tomtebruk og omkringliggende arealbruk	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.6	Gjennomgang av eventuelle tidligere forurensningsundersøkelser på tomten (skrivebordsbaserte eller i felt) eller saneringsarbeid	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.7	Innledende (kvalitativ) vurdering av risikoer: <ul style="list-style-type: none"><li>• Undersøkelse av mulige forurensningskilder, veier og reseptorer</li><li>• Konseptmodell</li><li>• Identifisering av <i>betydelige forurensningsforbindelser</i></li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
1.8	Anbefalinger om feltundersøkelser hvis det er behov for dette	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>



# Hva skal undersøkelsen besvare

## Hva skal resultatet av undersøkelsen brukes til:

- Due Diligence
- Tiltaksplan
- Tvistesak
- Anbudsgrunnlag
- Pålegg som skal besvares

### Del 2: Utredningsrapport

**Veiledning:** Rapporten må undersøke hvert aspekt som fremheves av skrivebordsundersøkelsen. Dette omfatter prøvehull som graves ut i henhold til den mest egnede metoden for tomten, for å undersøke det lokale undergrunnssjiktet. Rapporten skal dekke som minimum:

2.1	<b>Utredningsmetode</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utredningsmetoder (Det henvises til TEK10 §9-3. I tillegg anbefales bruk av standarden NS-ISO 10381-5 for vurdering av tilstanden til de forurensede massene. Det er henvist til denne standarden i forurensningsforskriftens kap.2.)</li><li>• Kart som viser hvor prøvestedene ligger</li><li>• Begrunnelse for plasseringen av prøvestedene</li><li>• Prøvetakings- og analysestrategier</li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
2.2	<b>Resultater og funn fra undersøkelsen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grunnbetingelsene (jordbunn og grunnvann)</li><li>• Drøfting av forurensning i jordbunn/grunnvann/overflatevann</li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
2.3	<b>Risikovurdering:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Skal som minimum være basert på det system som SFTs veilder 99:01 beskriver (se: <a href="http://www.klif.no/publikasjoner/kjemikalier/1629/ta1629.pdf">http://www.klif.no/publikasjoner/kjemikalier/1629/ta1629.pdf</a>) eller andre verktøy anbefalt av Klif (se <a href="http://www.klif.no/no/Sporsmal-og-svar/Forurensset-grunn/#jump45642">http://www.klif.no/no/Sporsmal-og-svar/Forurensset-grunn/#jump45642</a>)</li><li>• Tar hensyn til konsekvensenes alvorlighetsgrad og sannsynligheten for forekomst</li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>
2.4	<b>Anbefalinger om sanering (der dette er relevant) basert på:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Foreslått bruk av tomten</li><li>• Funn fra risikovurderingen</li><li>• Tekniske og økonomiske evalueringer.</li></ul>	JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>



# Undersøkelser av forurensete masser

Vi tar 1 prøve pr 100 m<sup>2</sup> og så ser vi hva vi avdekker (misforstått at dette er et krav fra Miljødirektoratet). Eiendommens historikk må være kjent og at potensielle kilder til forurensning skal være klarlagt før prøvetaking.





## Undersøkelser av forurensede masser

Ulik strategi ved:

- Byjordforurensing
- Alunskifer og syredannende bergarter
- Der masser uansett skal graves opp – sjekk krav fra deponiet i forhold til TOC og utlekkings tester
- Nedgravde oljetanker
- Deponier (i et deponi eller nedstrøms)





## Undersøkelser av forurensede masser

Ikke blande samme overliggende byjordmasser med underliggende ikke forurensede masser når byjordlaget er  $< 1$  m tykt.

Bruk flat skuffe på gravemaskin uten tenner





# Tolke analyseresultater fra undersøkelser av forurensede masser

Ca. 25 600 m<sup>3</sup> er masser i tilstandsklasse 2

Ca. 7140 m<sup>3</sup> er masser i tilstandsklasse 3. [

Ca. 2500 m<sup>3</sup> er masser i tilstandsklasse 4. [

9 av 22 prøver er klassifisert basert på verdier som ligger like på grensen mellom klassene:

Prøve	Klasseverdi	Stoff
G7 0,2-0,6 Jord	2,05	Benso(a)pyren^
G6 0-0,1 Jord	4,00	Zn (Sink)
G11 0-0,4 Jord	3,03	Sum PAH-16
G9 0-1,3 Jord	2,99	Zn (Sink)
G18 0-1 Jord	2,08	Zn (Sink)
G4 0-0,9 Jord	3,02	Sum PAH-16
G14 0-1,3 Jord	4,97	Pb (Bly)
G15 0,4-0,8 Jord	4,04	Sum PAH-16
G17 0-0,8 Jord	5,03	Pb (Bly)



# Tolke analyseresultater fra undersøkelser av forurensete masser

## Rapport

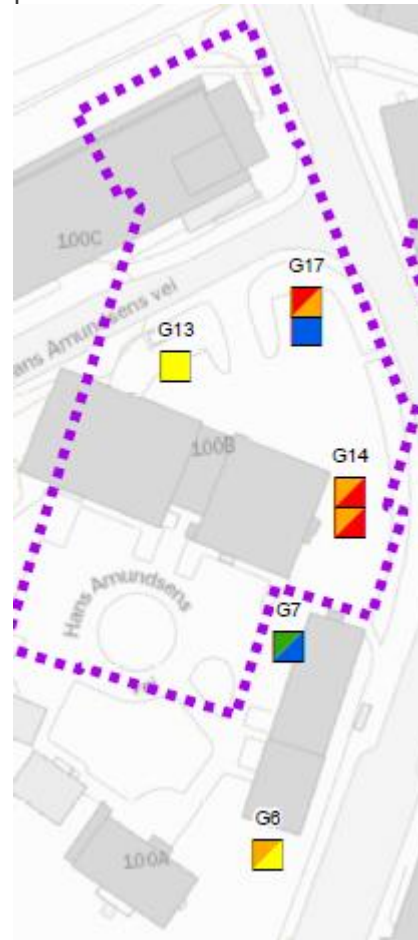
N1513090

Side 3 (24)

16CKWRON5B6



Analise	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Deres prøvenavn	G6 0-0,1 Jord					
Labrunnummer	N00386812					
Tørrestoff (DK)	79,9	7,99	%	2	1	HABO
As (Arsen)	3	1	mg/kg TS	2	1	HABO
Cd (Kadmium)	1,6	0,224	mg/kg TS	2	1	HABO
Cr (Krom)	38	5,32	mg/kg TS	2	1	HABO
Cu (Kopper)	50	7	mg/kg TS	2	1	HABO
Hg (Kvikksølv)	0,37	0,0518	mg/kg TS	2	1	HABO
Ni (Nikkel)	36	5,04	mg/kg TS	2	1	HABO
Pb (Bly)	114	15,96	mg/kg TS	2	1	HABO
Zn (Sink)	1020	102	mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 28	<0,0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 52	<0,0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 101	<0,0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 118	<0,0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 138	0,0038	0,00076	mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 153	0,0035	0,0007	mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 180	<0,0010		mg/kg TS	2	1	HABO
Sum PCB-7*	0,00730		mg/kg TS	2	1	HABO
Naftalen	0,082	0,0246	mg/kg TS	2	1	HABO
Acenaflyten	0,039	0,0117	mg/kg TS	2	1	HABO
Aceanften	0,015	0,0045	mg/kg TS	2	1	HABO
Fluoren	0,018	0,0054	mg/kg TS	2	1	HABO
Fenantren	0,27	0,081	mg/kg TS	2	1	HABO
Antracen	0,039	0,0117	mg/kg TS	2	1	HABO
Fluoranten	0,43	0,129	mg/kg TS	2	1	HABO
Pyren	0,35	0,105	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0,13	0,039	mg/kg TS	2	1	HABO
Krysen <sup>^</sup>	0,17	0,051	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(b+j)fluoranten <sup>^</sup>	0,42	0,126	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0,15	0,045	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0,19	0,057	mg/kg TS	2	1	HABO
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0,049	0,0147	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(ghi)perylene <sup>^</sup>	0,18	0,054	mg/kg TS	2	1	HABO
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0,16	0,048	mg/kg TS	2	1	HABO
Sum PAH-16 <sup>^</sup>	2,69		mg/kg TS	2	1	HABO
Bensen	<0,010		mg/kg TS	2	1	HABO
Toluen	<0,010		mg/kg TS	2	1	HABO
Etylbensen	<0,010		mg/kg TS	2	1	HABO
Xylener	<0,010		mg/kg TS	2	1	HABO
Sum BTEX <sup>^</sup>	n.d.		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon C5-C6	<2,5		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon >C6-C8	<7,0		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon >C8-C10	<10		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon >C10-C12	<10		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon >C12-C16	<10		mg/kg TS	2	1	HABO
Sum >C12-C35 <sup>^</sup>	24,0		mg/kg TS	2	1	HABO
Fraksjon >C16-C35	24	7,2	mg/kg TS	2	1	HABO
TOC	4,1	0,615	% TS	3	1	HABO



Prøvetater	Usikkerhet (±)	Enhet
9	7.99	%
6	1	mg/kg TS
3	0.224	mg/kg TS
0	5.32	mg/kg TS
7	7	mg/kg TS
5	0.0518	mg/kg TS
4	5.04	mg/kg TS
10	15.96	mg/kg TS
	102	mg/kg TS

Ved å ta hensyn til usikkerheten i analysene vil 5 av 7 prøver endre tilstandsklasse



# Tolke analyseresultater fra undersøkelser av forurensede masser

ELEMENT	Prøver	P14-2 Jord	1-1	7-2	9-2	10-2	12-2
	<b>70</b>	91,5	87,8	79,2	88,2	83,9	68,4
As (Arsen)	mg/kg TS	23	5,62	4,57	3,85	5,45	7,31
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,54	0,12	0,58	0,16	0,17	1,05
Cr (Krom)	mg/kg TS	32	41,8	33	38	38,5	42,3
Cu (Kopper)	mg/kg TS	33	36,1	25,8	28,4	45,4	202
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,46	<0.20	0,65	<0.20	<0.20	<0.20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	18	59,5	37,6	50,3	46	45
Pb (Bly)	mg/kg TS	16	23,1	39,2	24,3	39,6	65,8
Zn (Sink)	mg/kg TS	112	102	758	139	141	528
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,0025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	0,46	0,488	0,234	1	0,456	0,04
Sum PAH-16	mg/kg TS	6,21	8,03	4,61	23,4	5,12	0,605
Bensen	mg/kg TS	<0.010	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<2.0	<10	<10	<10	<10	<10
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	<5.0	<2	2	3	<2	<2
Sum >C12-C35	mg/kg TS	<10	119	196	144	310	14
Trikloretan	mg/kg TS		<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

# Tolke analyseresultater fra undersøkelser av forurensete masser

ELEMENT	Prøver	Gjennomsnittskonsentrasjoner						
		T.kl. 3	P14-2	Jord 1-1	7-2	9-2	10-2	12-2
	<b>70</b>	<b>6</b>	91,5	87,8	79,2	88,2	83,9	68,4
As (Arsen)	mg/kg TS	8,300	23	5,62	4,57	3,85	5,45	7,31
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,437	0,54	0,12	0,58	0,16	0,17	1,05
Cr (Krom)	mg/kg TS	37,600	32	41,8	33	38	38,5	42,3
Cu (Kopper)	mg/kg TS	61,783	33	36,1	25,8	28,4	45,4	202
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,555	0,46	<0.20	0,65	<0.20	<0.20	<0.20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	42,733	18	59,5	37,6	50,3	46	45
Pb (Bly)	mg/kg TS	34,667	16	23,1	39,2	24,3	39,6	65,8
Zn (Sink)	mg/kg TS	296,667	112	102	758	139	141	528
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,003	0,0025	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Benzo(a)pyren^	mg/kg TS	0,446	0,46	0,488	0,234	1	0,456	0,04
Sum PAH-16	mg/kg TS	7,996	6,21	8,03	4,61	23,4	5,12	0,605
Bensen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<10	<2.0	<10	<10	<10	<10	<10
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	2,500	<5.0	<2	2	3	<2	<2
Sum >C12-C35	mg/kg TS	156,600	<10	119	196	144	310	14
Trikloretan	mg/kg TS	<0.010		<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010

**Gjennomsnitt av 6 prøver - alle enkeltprøver i tilstandsklasse 3 - er i tilstandsklasse 2**



# Utfordringer ved prøvetaking av forurenset grunn

Velge riktig utstyr og vite hva undersøkelsen skal gi svar på.  
Statistikk er et nyttig verktøy – men kan også misbrukes





Gjør ting i rett rekkefølge, sjekk krav i  
BREEAM og dokumenter arbeidet

# Takk for oppmerksomheten!



[vidar.ellefsen@golder.no](mailto:vidar.ellefsen@golder.no)