

# ÅPENT FAGLIG MØTE, OSLO

Dato: Tirsdag 20. mars 2018

Tid: Kl. 13.30 – 16.00

Sted: Birkeland/Eyde, Ingeniørenes Hus

## Tilslag, tilgjengelighet – muligheter og begrensninger

Vi ønsker å fokusere på tilgjengeligheten av tilslag i dag og på lengre sikt med fokus på Østlandsområdet. Vi vet at tilgjengeligheten etter hvert begynner å bli begrenset. Men nye muligheter er tilstede slik at det er viktig å tenke nytt! Vi vil på dette møtet se på situasjonen for naturtilslag og knust tilslag. Store samferdselsprosjekter på Østlandet vil produsere mye stein og samtidig trenge mye betong. Men vi har også erfart at spesielle bergarter har begrensninger med tanke på betongformål. Vi vil derfor også få presentert Norsk Betongforenings publikasjon nr. 21 BESTANDIG BETONG MED ALKALIREAKTIVT TILSLAG som nå nylig er revidert og utgitt (2017).

### PROGRAM

#### 13.30: Fremmøte

*Vi starter med noe å spise*

#### 14:00: Velkommen

*Tommy Cielicki, Fabeko og leder av lokal medlemsgruppe i Norsk Betongforening*

#### 14.15: Naturtilslag, tilgjengelighet i dag og i fremtiden – Cecilie Hagby, Svelviksand

#### 15.00: Knust tilslag inkludert maskinsand til betongformål *Tore Saltermark, Franzefoss Pukk*

#### 15.15: NB 21, Bestandig betong med alkalireaktivt tilslag *Øyvind Sæter, Unicon*

#### 16.00: Slutt

Møteleder: Tommy Cielicki

**Møtet er åpent for alle interesserte, fri entré og enkel servering, velkommen!**

Meld deg på her: registrering: [kurs@tekna.no](mailto:kurs@tekna.no) eller via web: [www.betong.net](http://www.betong.net)

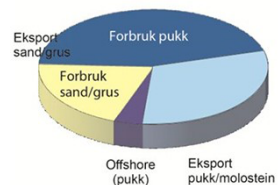
# NATURLIG TILSLAG TILGJENGELIGHET I DAG OG I FREMTIDEN



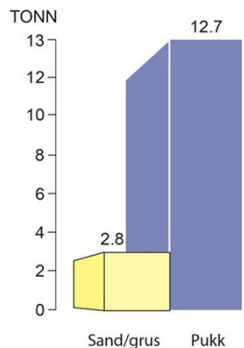
## Produksjon av sand, grus og pukk 2014

**PRODUKSJON/SALG**  
78.9 MILL. TONN

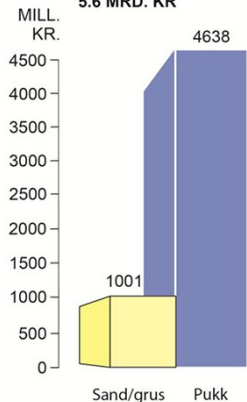
14.11 mill. tonn sand og grus  
64.83 mill. tonn pukk  
inkl. 3.3 mill. tonn offshore  
og eksport av 21.7 mill. tonn  
pukk og molostein og  
0.09 mill tonn sand og grus.



**PRODUKSJON/SALG  
PR. INNBYGGER**  
15.5 TONN



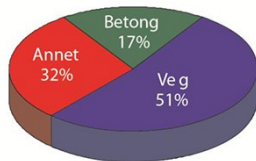
**SALGSVERDI  
LEVERT FRA PRODUSENT**  
5.6 MRD. KR



## Forbruk av sand, grus og pukk i Norge 2014

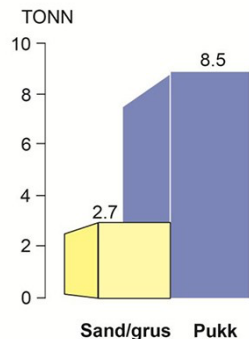
**FORBRUK**  
57.1 MILL. TONN

14 mill. tonn sand og grus  
43.1 mill. tonn pukk,  
hvorav 0.3 mill. tonn offshore

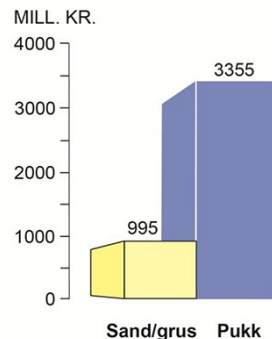


Fordeling etter forbruk i Norge

**FORBRUK  
PR. INNBYGGER**  
11.2 TONN



**SALGSVERDI  
LEVERT FRA PRODUSENT**  
4.4 MRD. KR



HVER NORDMANN  
BRUKER I SNITT 12  
TONN MED TILSLAGS-  
MATERIALER

(TABELL NGU)

24% ER SAND OG GRUS





Malhaugen

2016: 15 MILL  
TONN SAND OG  
GRUS

**KONKURRANSE:  
HVOR MANGE  
BØTTER????**

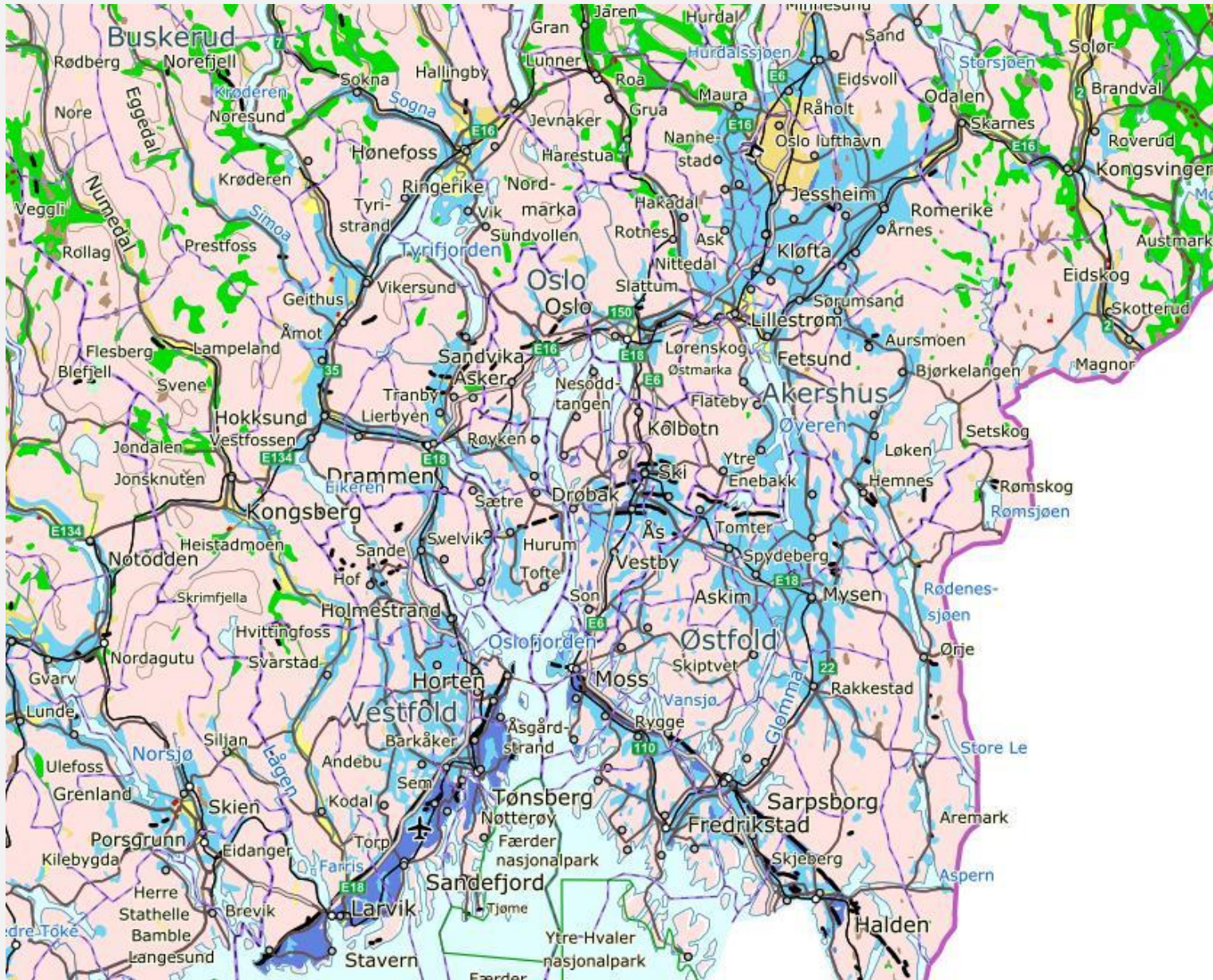




Malhaugen

DET BLE SOLGT  
15 MILLIONER  
TONN SAND  
OG GRUS I  
2016  
=  
EN MILLIARD  
BØTTER....



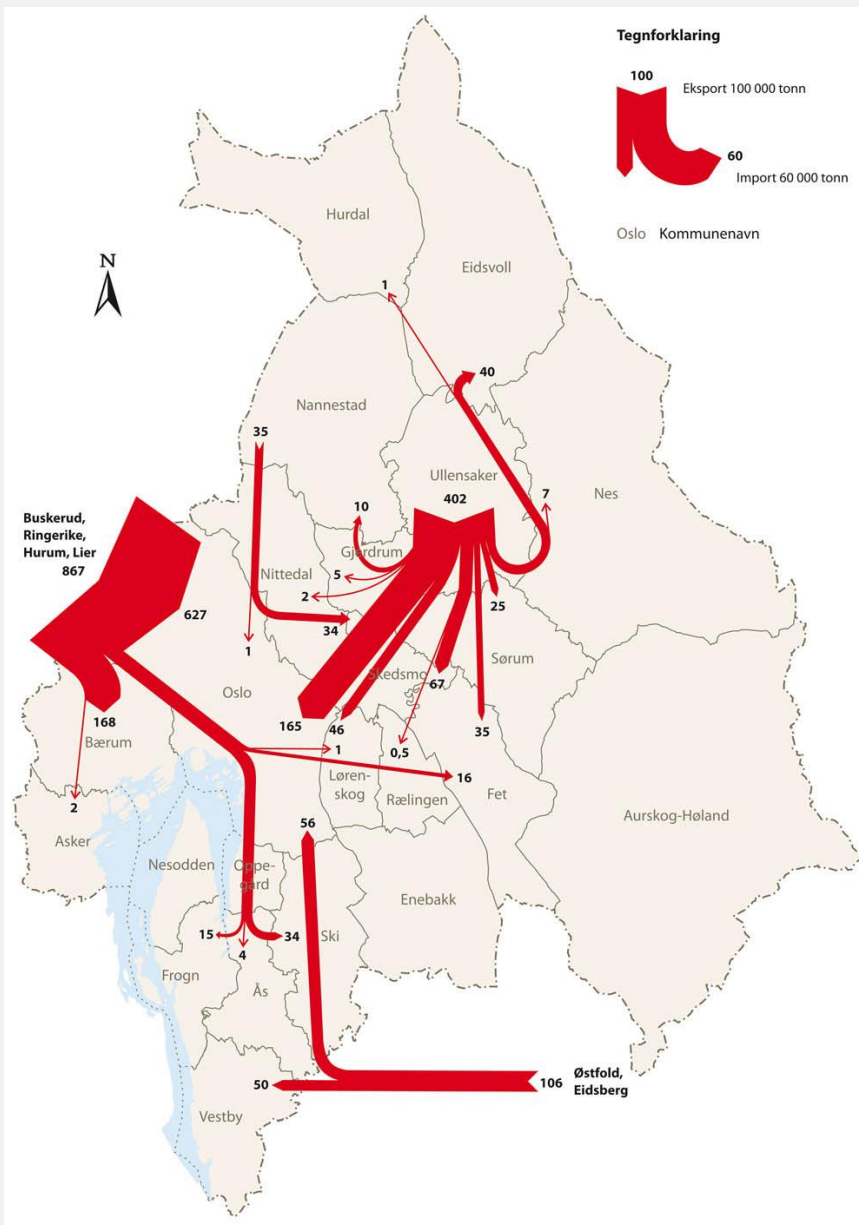


SAND OG  
GRUS LIGGER  
DER DET ER  
PLASSERT AV  
NATUREN



## TILSLAG MÅ BRUKES I NÆRHETEN AV DER DET PRODUSERES

- Tunge varer = dyr frakt
- Gjennomsnittlig transport av byggeråstoff er 18,3 km/tonn (mineralstatistikken 2016)
- Buskerud skiller seg ut med litt over 30 km/tonn. Antakelig fordi det eksporteres mye til nabofylkene Akershus og Oslo.

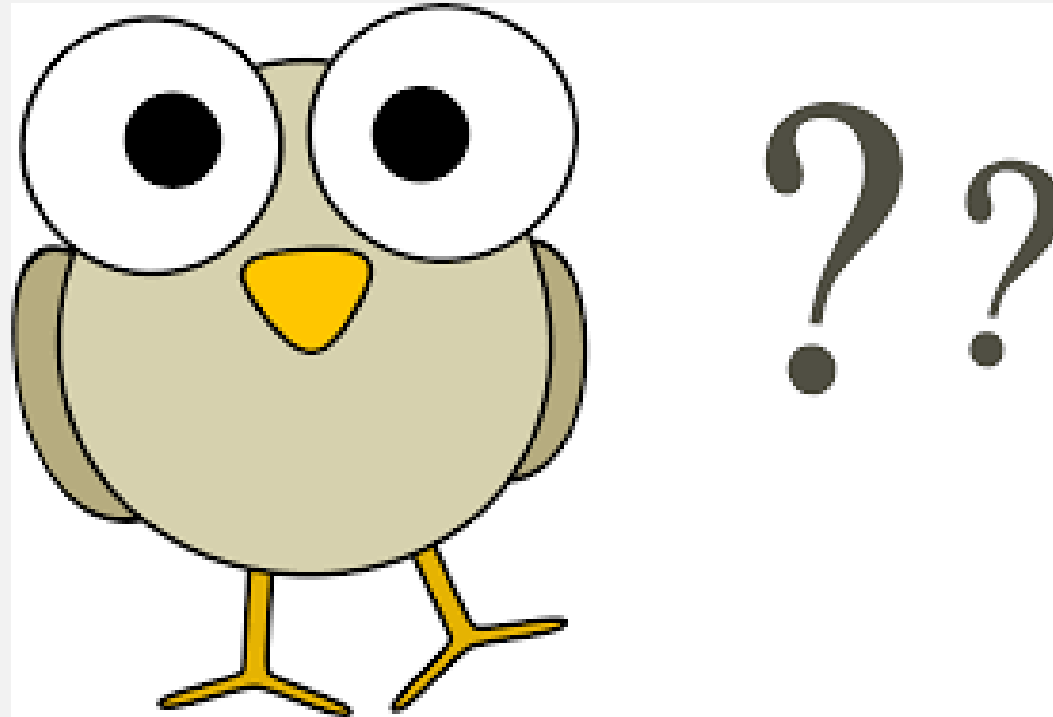


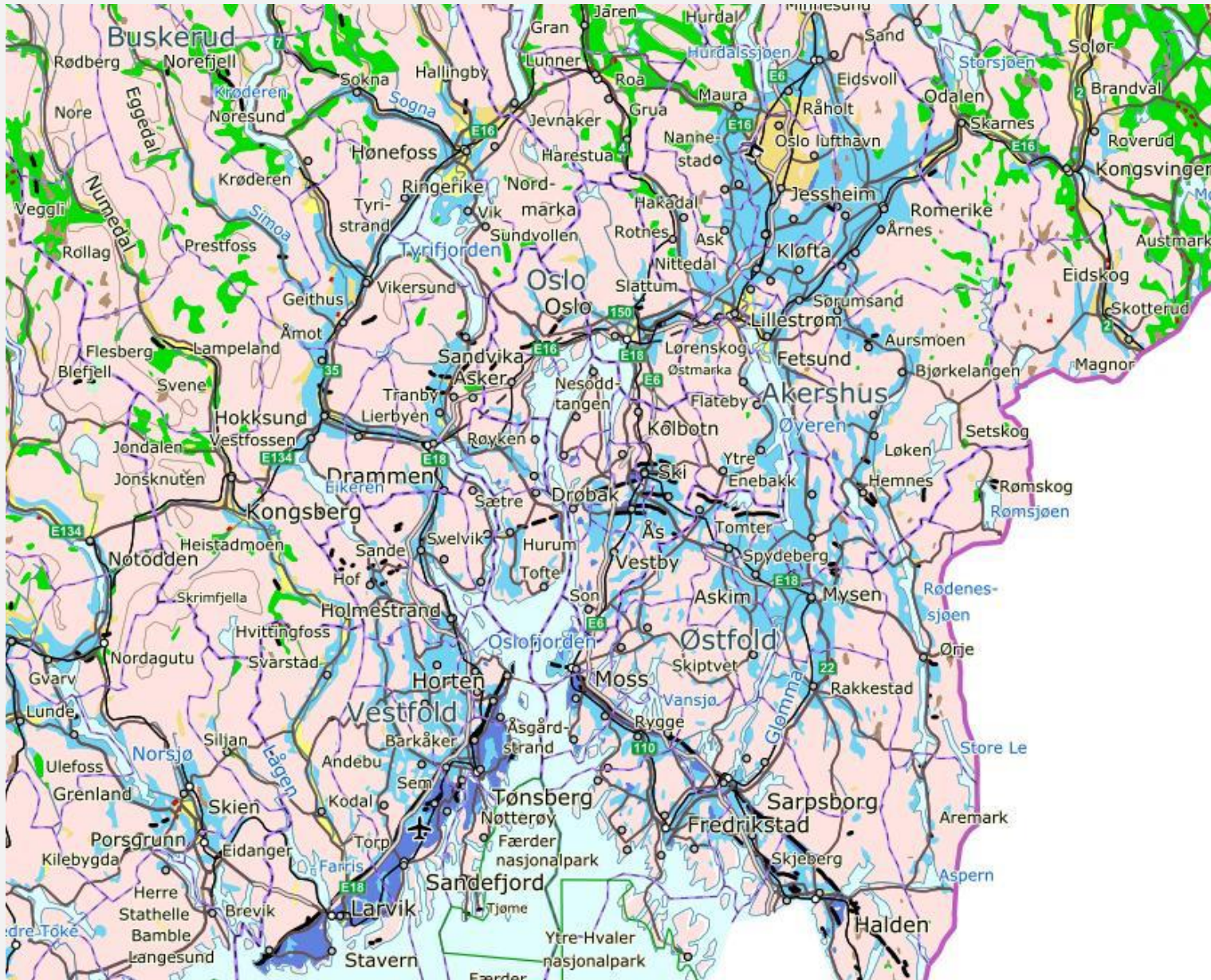
# OSLO MÅ IMPORTERE SAND OG GRUS (OG PUKK)





HVOR ER RESSURSENE?  
HVOR MYE ER DET IGJEN?



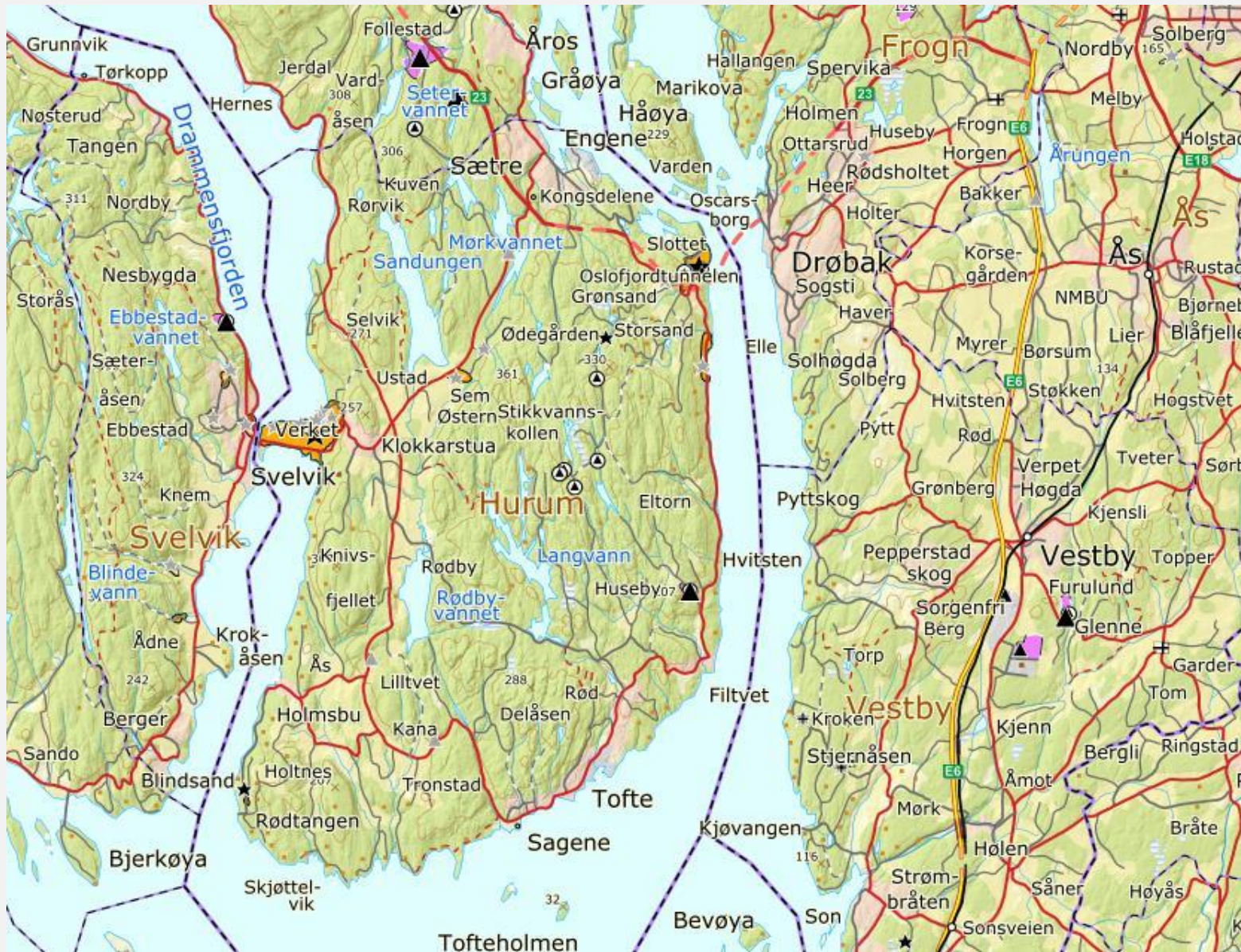


FOR 10 MILL  
ÅR SIDEN  
TRAKK ISEN  
SEG TILBAKE

ULIKE TRINN  
DER  
NEDSMELTING  
EN STOPPET  
OPP

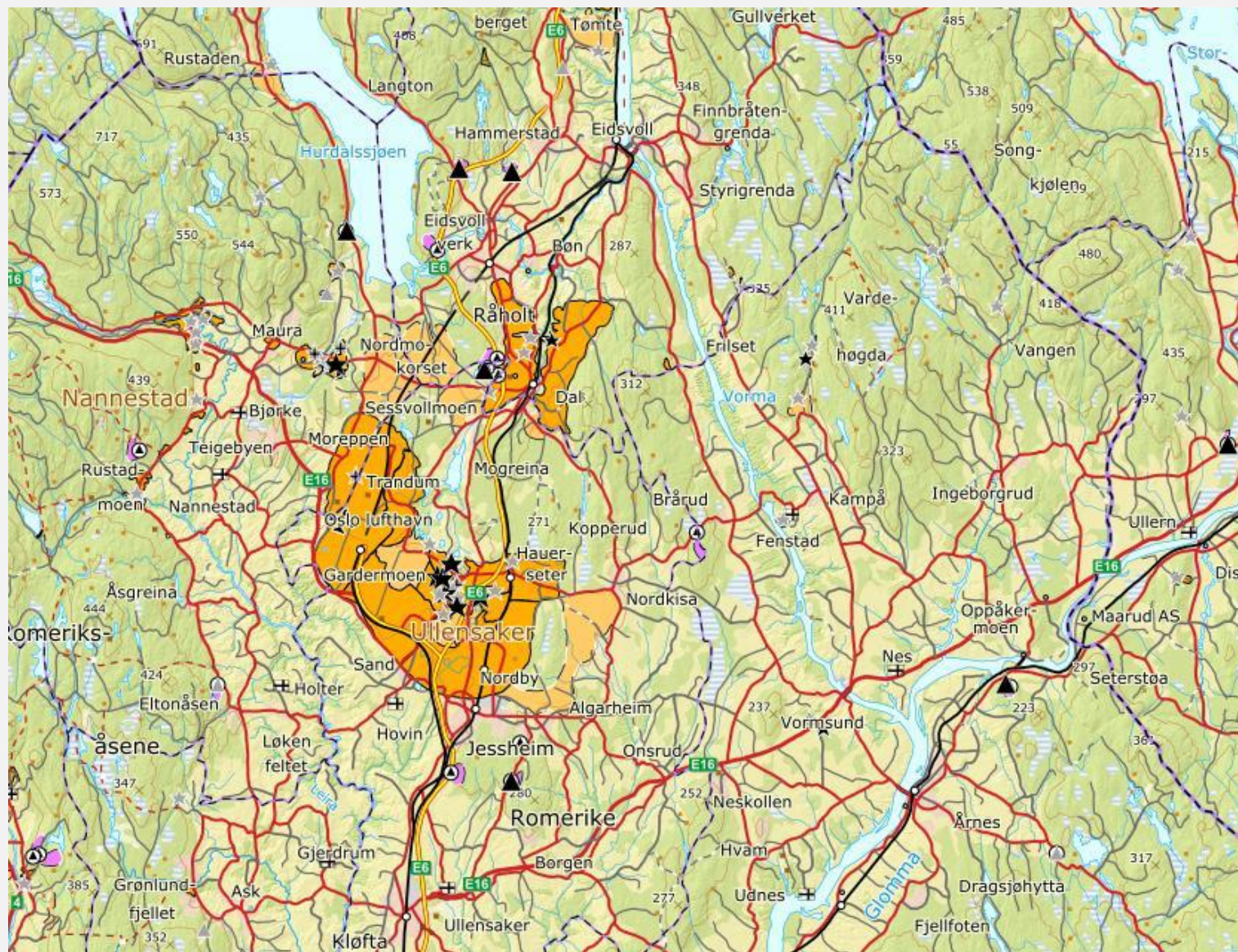
NOEN  
HUNDRE ÅRS  
MELLOMROM





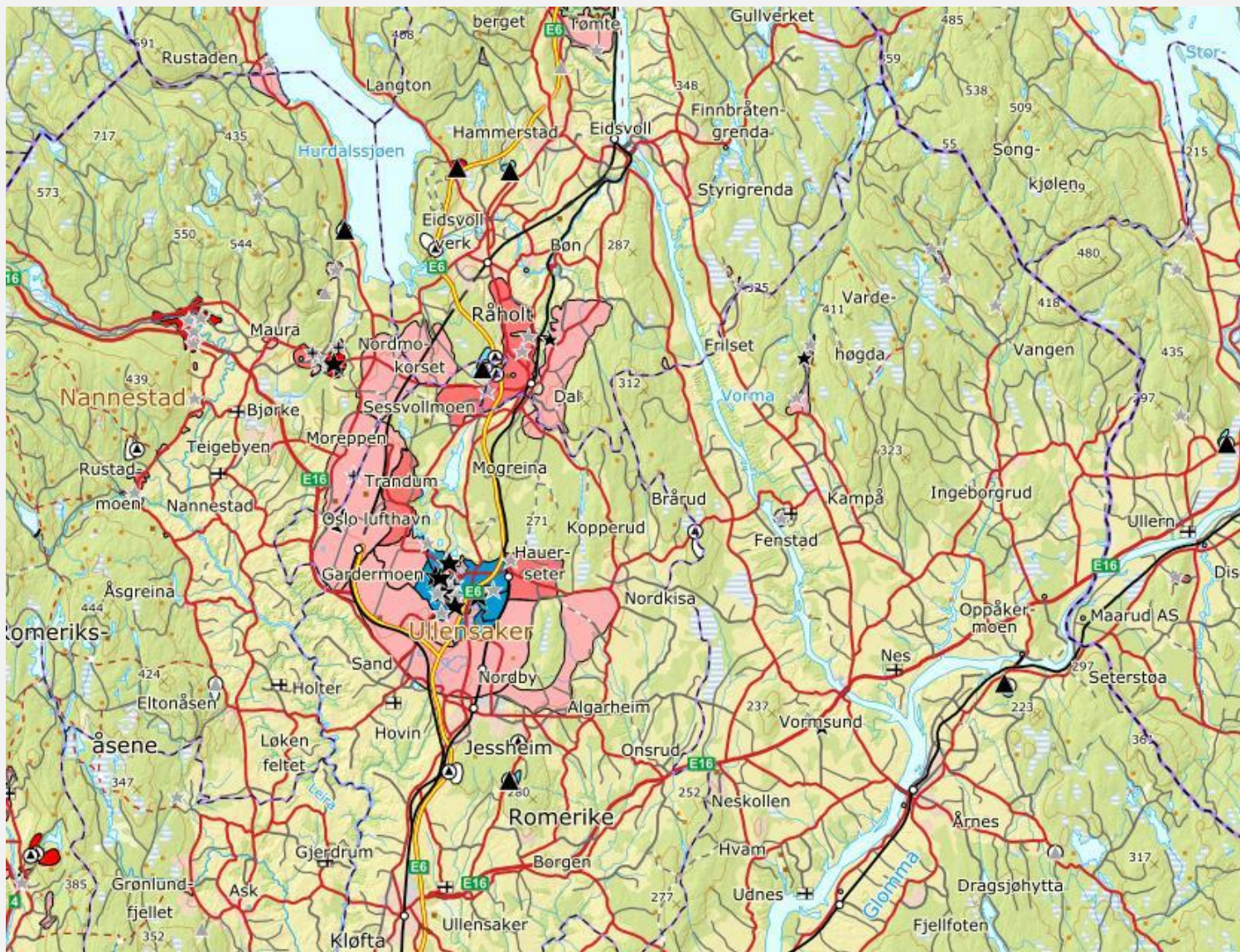
VERKET  
LEVETID:  
CA 20 ÅR





# GARDER- MOEN OMRÅDET

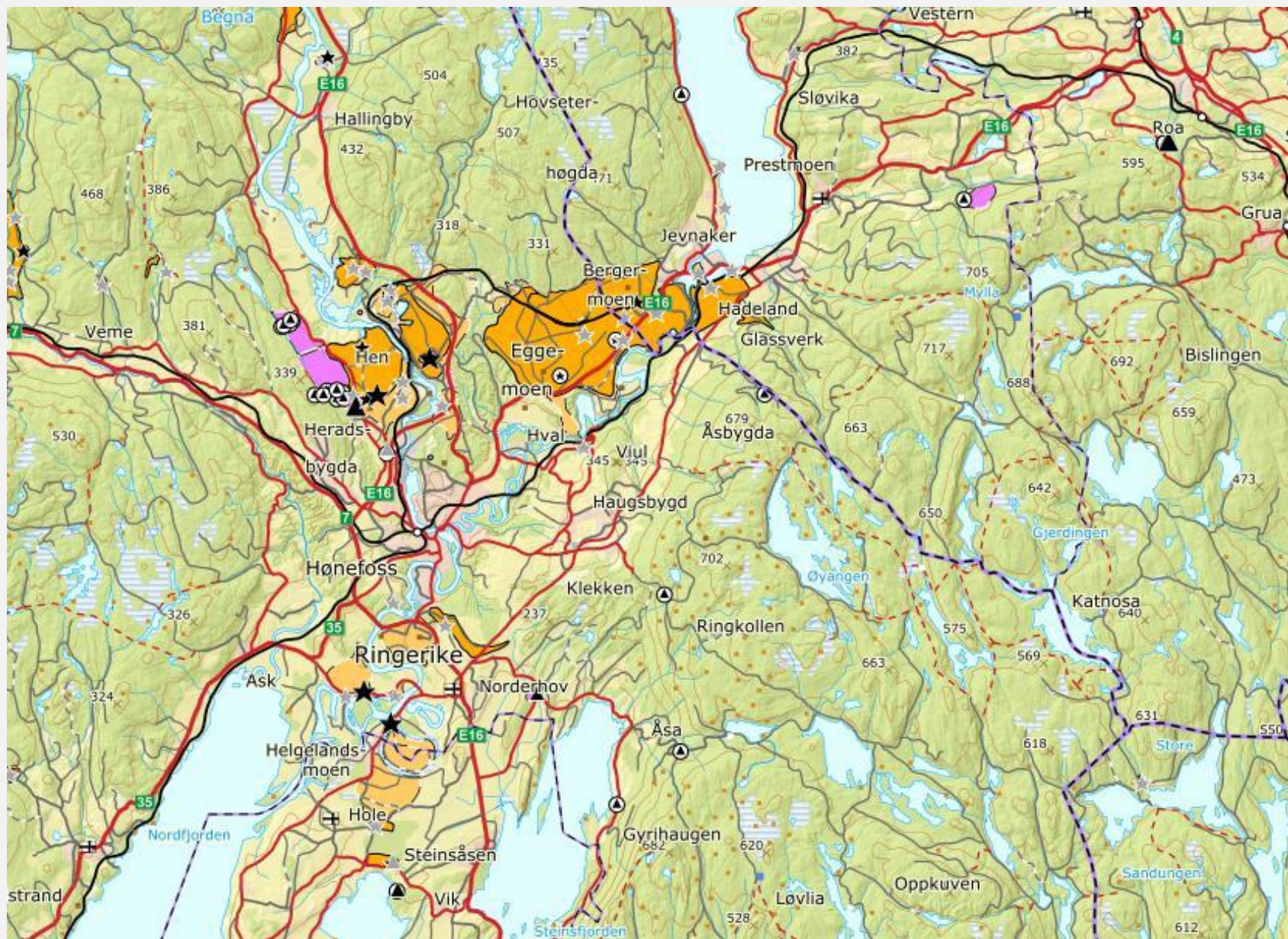




MEN IKKE ALT  
ER EGNET..

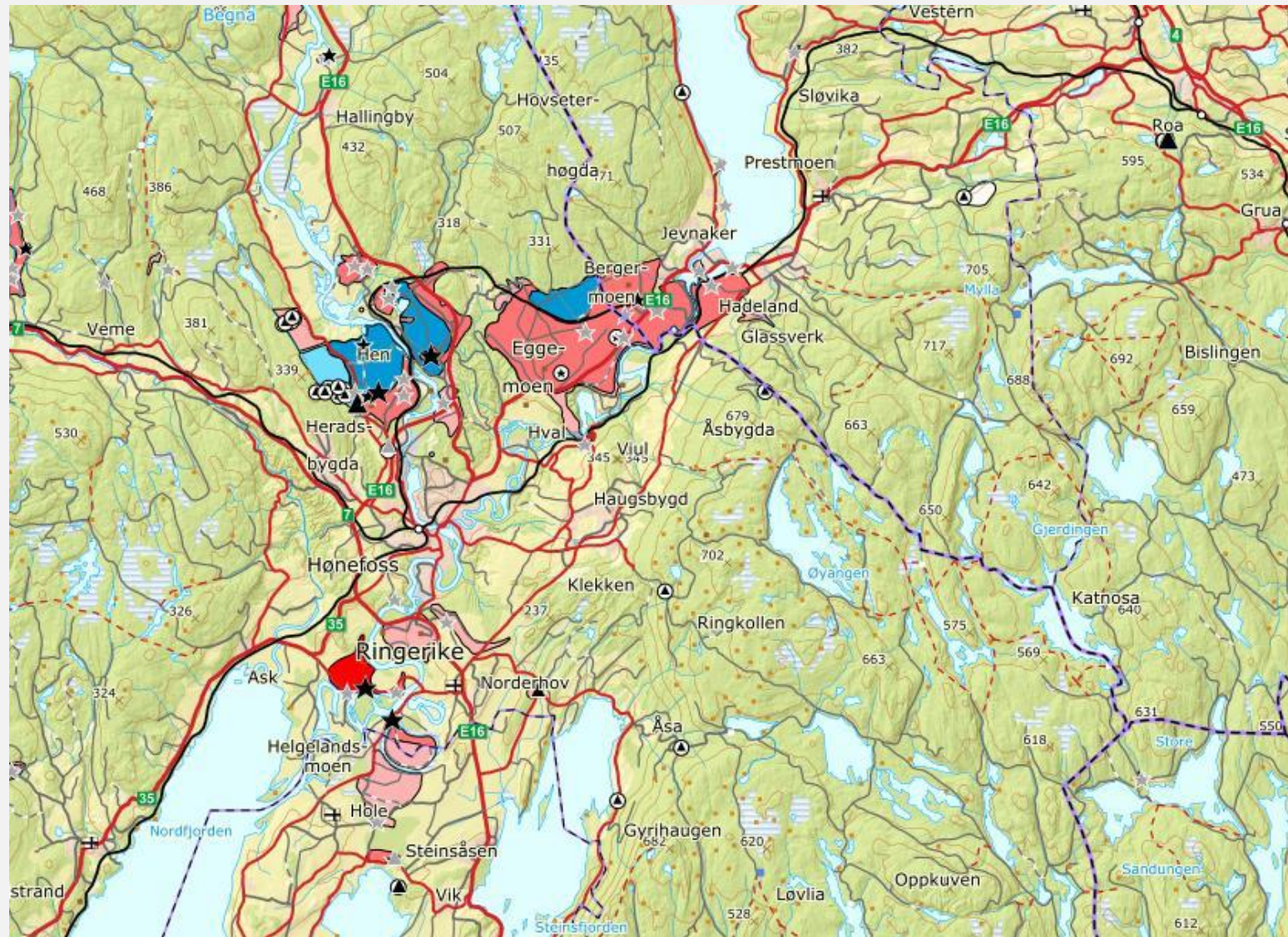
ANSLAG  
REGULERT  
OMRÅDE  
OMTRENT  
30 ÅR





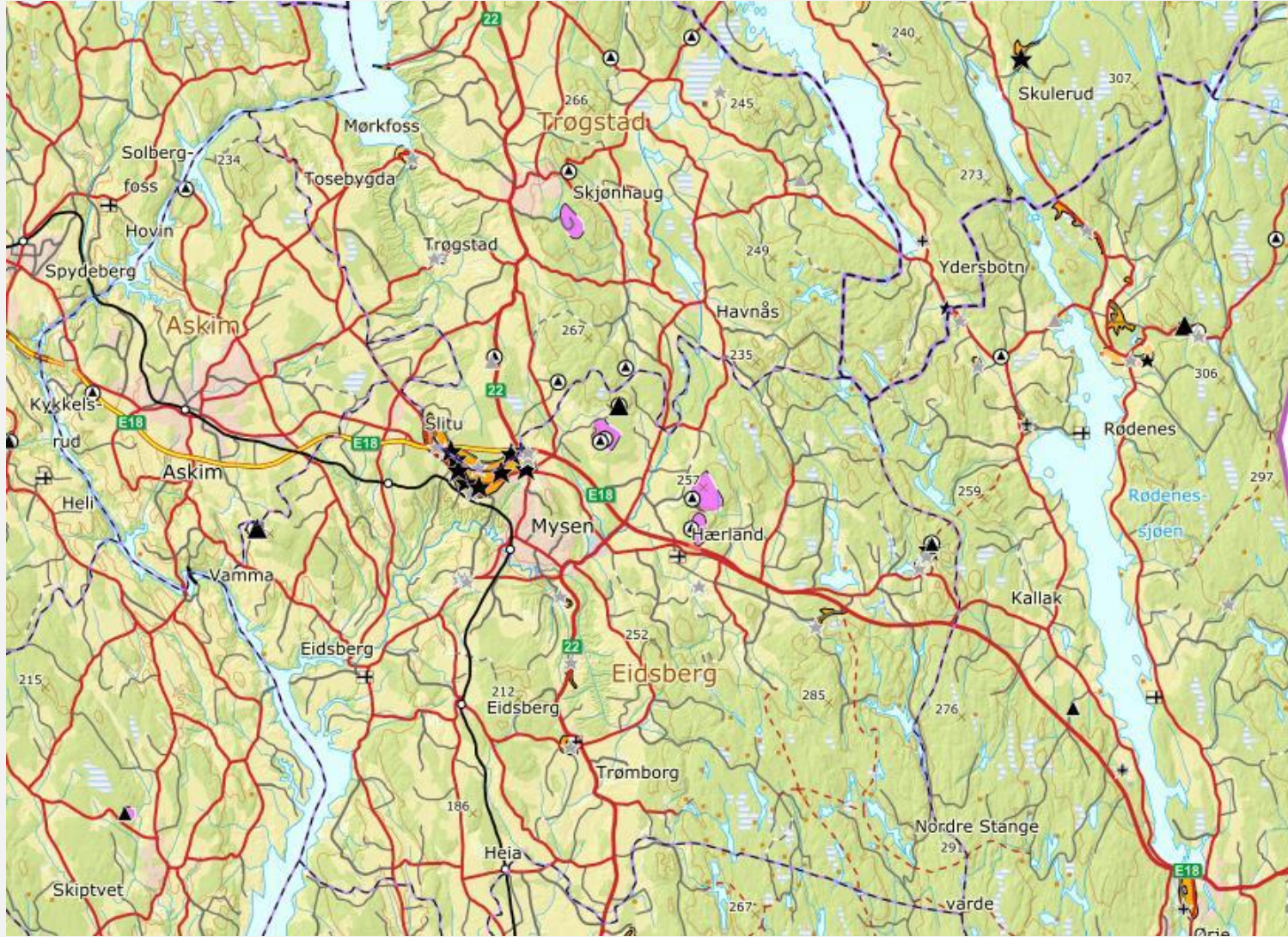
# EGGEMOEN KILEMOEN HENSMOEN





**KILEMOEN:  
50 ÅR  
HENSMOEN:  
30 ÅR  
EGGEMOEN  
>100 ÅR  
(AVHENGIG AV  
REGULERING)**



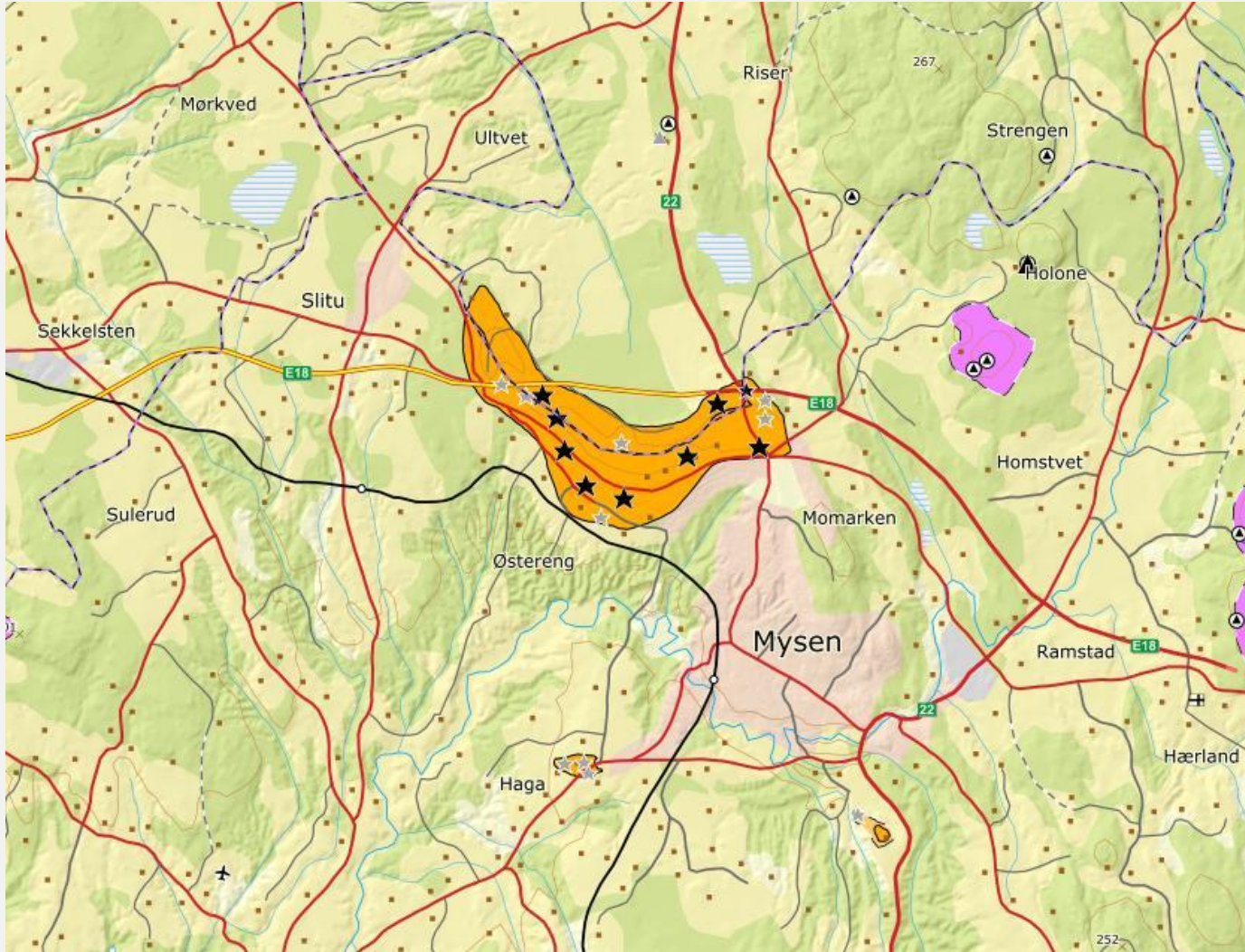


VANSKELIG-  
HETER MED  
REGULERING

FLERE  
DRIVERE

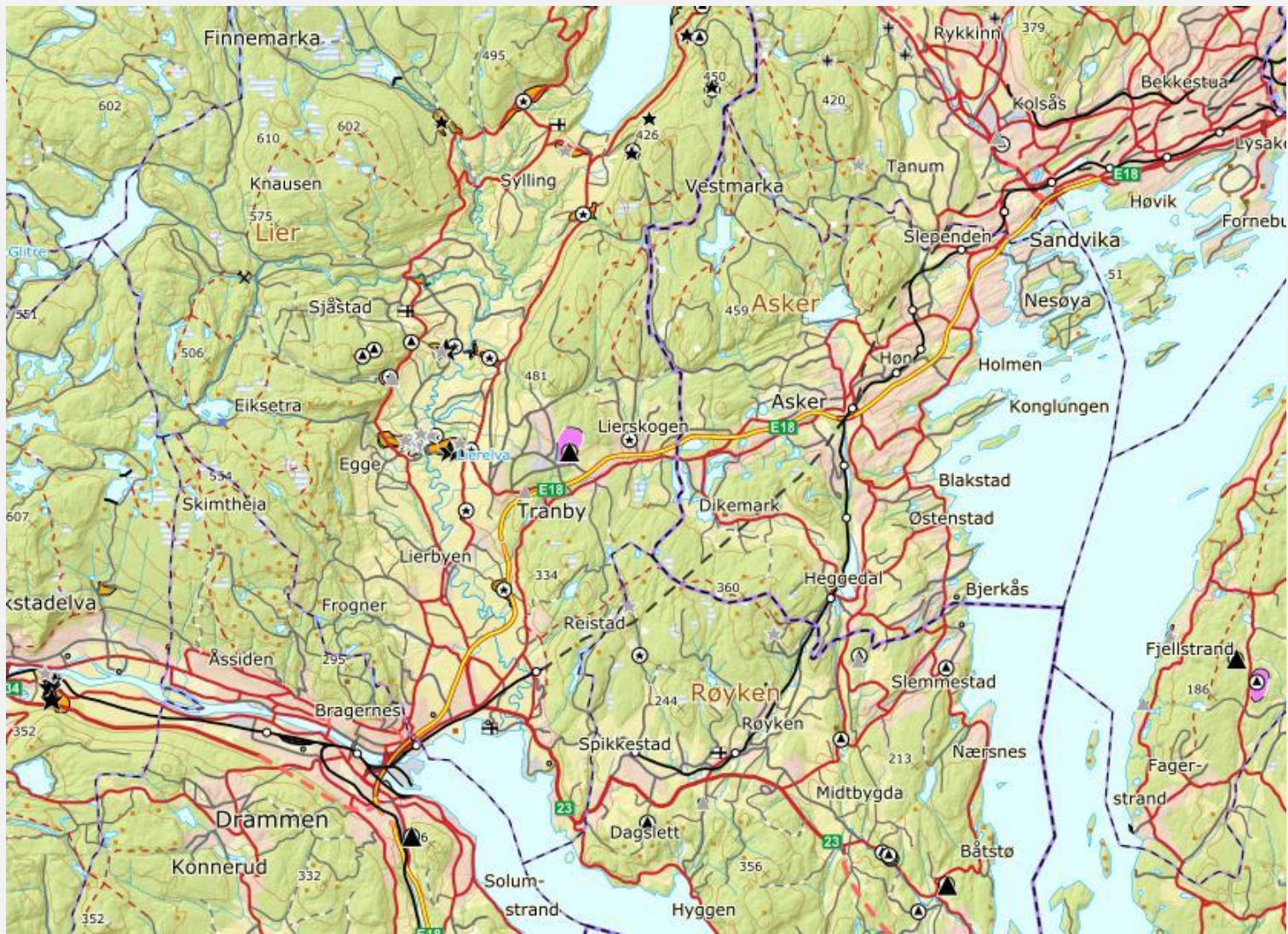






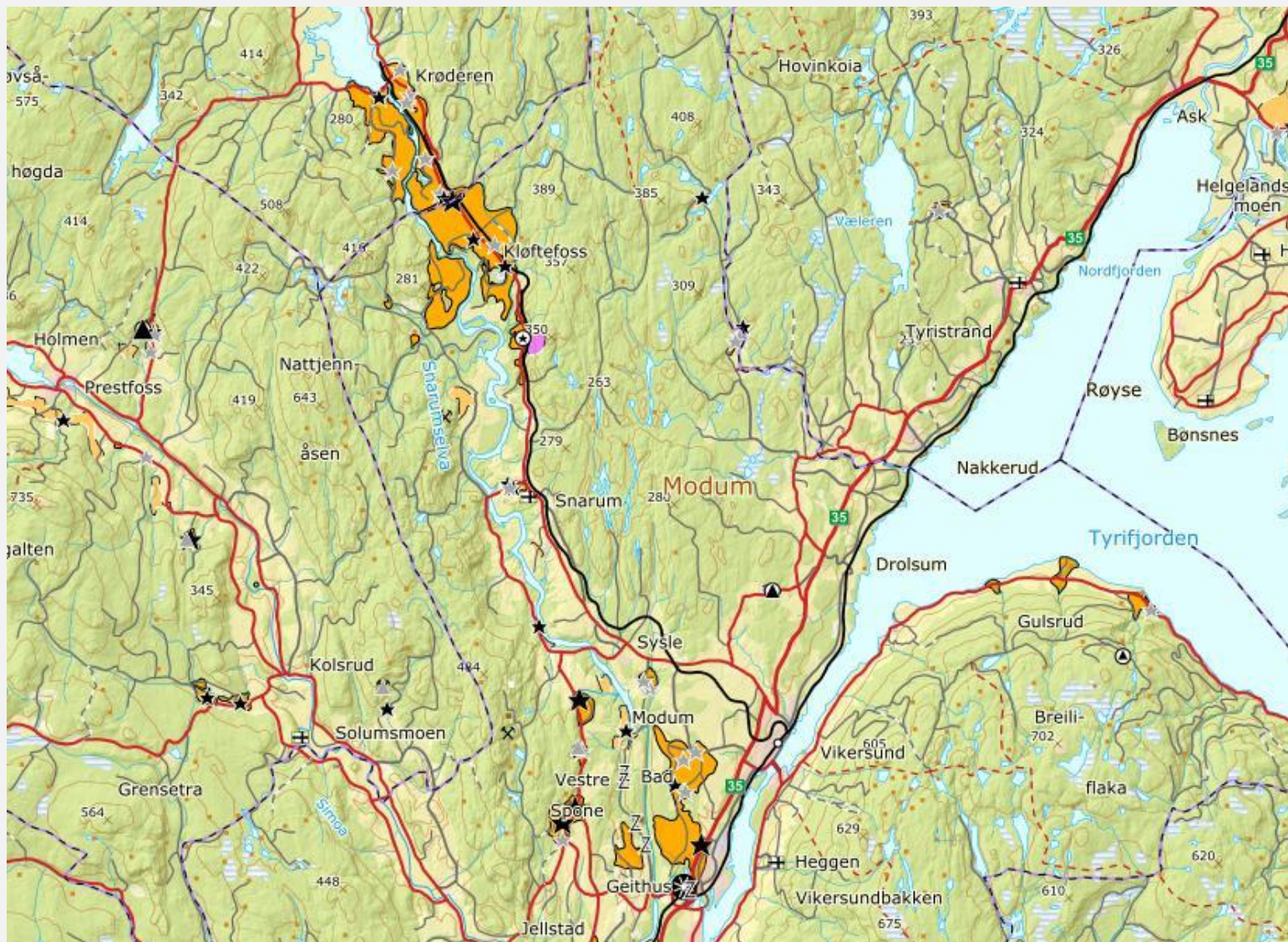
MEN..  
ÉN AV  
DRIVERNE  
HAR >100  
ÅRS DRIFT





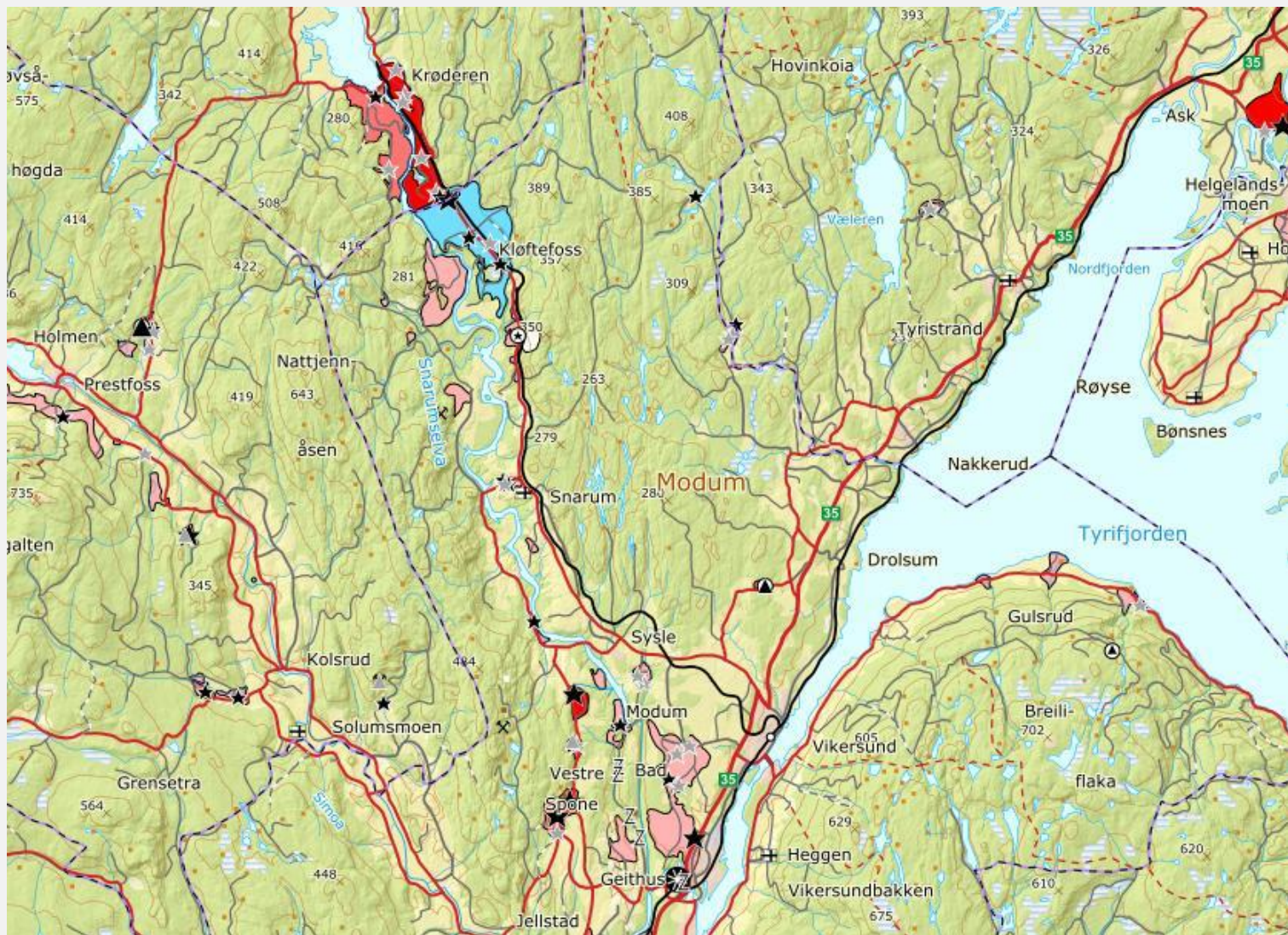
# LYNGÅS





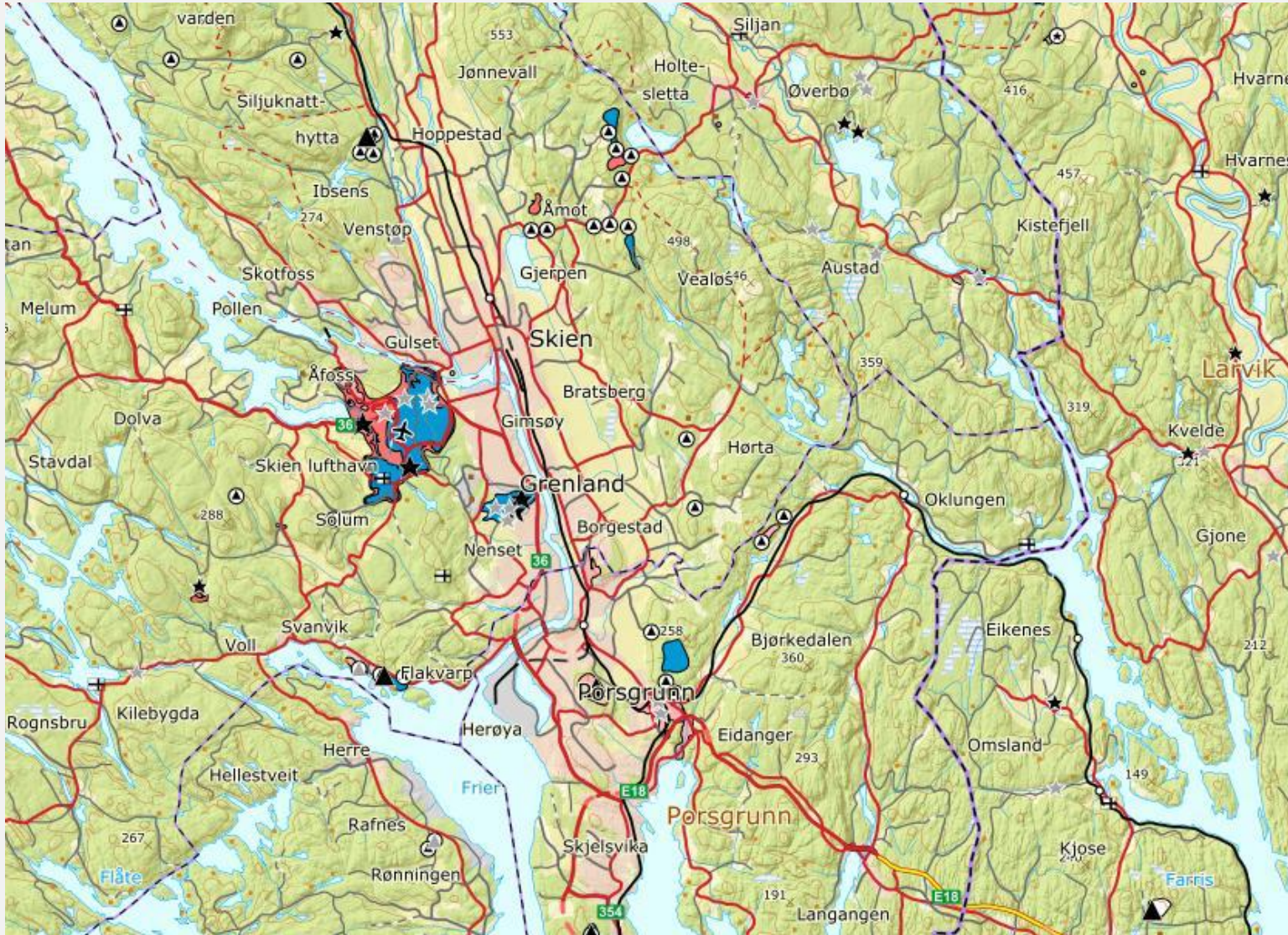
# MODUM OG KLØFTE- FOSS





**LOKAL BRUK  
IKKE  
NASJONALT  
VIKTIG**





**GEITE-  
RYGGEN=  
FLYPLASS  
  
NENSETH**



# TILGJENGELIGHET NATURTILOSLAG

- Det er fortsatt enorme ressurser igjen
- De fleste forekomstene har mer enn 20 års drift igjen
- Flere ressurser > 100 års drift
- Regulering er vesentlig! Om myndighetene ønsker å tilrettelegge for tilgang til byggeråstoff øker årsestimatene betraktelig. Det er mye mer enn hva som tillates tatt ut
- MEN lenger transport kan gjøre det lønnsomt å finne andre alternative kilder
- Og ettersom det blir færre forekomster igjen så tømmes resten også raskere
- Alternativer viktig der det blir for langt til god grus!
- Men viktig at **ikke** myndigheter forveksler knust sand med miljøvennlig. Det er langt lavere energiforbruk på grus.



**TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN**





# **Knust tilslag inkludert maskinsand til betongformål**

Tore Saltermark

HMSK-leder

Franzefoss Pukk AS

**Franzefoss** |||



# Franzefoss AS (1919)

Franzefossbyen AS

Franzefoss Gjenvinning AS

Franzefoss Pukk AS



110 ansatte på 15 anlegg

Omsetning: Underkant av 500 millioner

Sykefravær:  $\pm$  4,5 %

Tilslagsleverandør til **betong**, asfalt, jernbane veier og bygg mm.

Betongprodusent i ca. 50 år

Mottak og videreforedler stein, betong og asfalt

*(Ivo Caprino betongpumpen 1966)*

# Overskudd av stein i Osloregionen?

## ***Stein er ikke bare stein***

Med produktkontroll, like premisser og ufravikelige krav!

Respekt for kompetanse og erfaring.

Mekaniske egenskaper

Radon, tungmetaller, alkalireaktivitet, etc.



Alternativ - uten kontroll og dokumentasjon?

Endringer i en prosess

*Mekaniske egenskaper*

*Radon, tungmetaller, alkalireaktivitet, etc.*

Endrede produktkrav og mindre bruk av 0-fraksjoner

# Vaskeverk Vinterbro (2016)

## Knust sand til betong, og synergieffekt



**Kapasitet: 200 t/time**

Spylesikt

Sykloner

Av-vanningssikt

filterpresse

Produktutvalg:

0 – 63 mm

*Hva ønsker du?*

# Franzefoss



# Laboratorieforsøk

*3 ulike kjente bergarter  
3 ulike forventninger*

**Brevik høsten 2016**

**Høgskolen i Østfold vår 2017**

**Brevik høsten 2017**

**Sjursøya vinteren 2017**

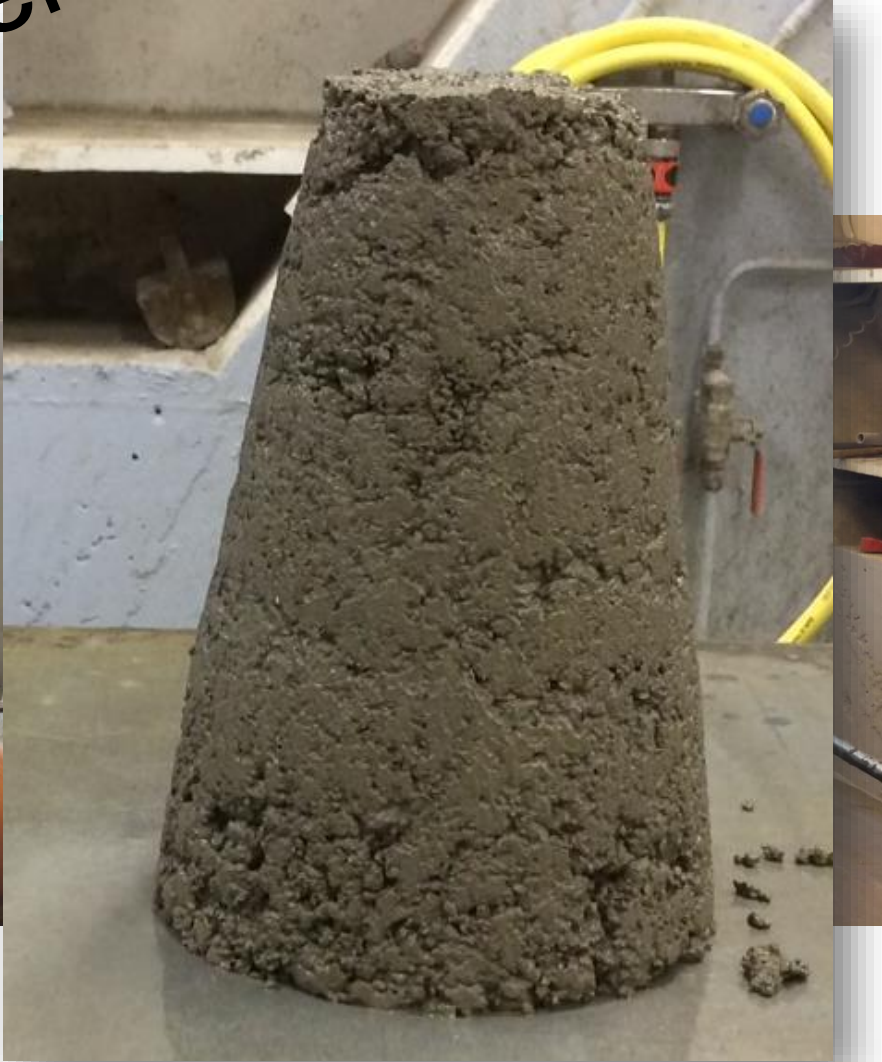


*Utdrag fra Fredrikstad blad*

Tord Nordmo, Ole Morten Fjeldberg, Karoline Friis og Bjarne Muilwijk

- ✓ Studentprisen for beste studentprosjekt 2017 ved Høgskolen i Østfold.
- ✓ Laurbærprisen for sitt prosjekt «Reologiske og mekaniske egenskaper i betong ved ulike kornfordelingskurver med vasket maskinsand». Bacheloroppgaven ble av en enstemmig kommisjon vurdert som vinner av årets pris. Bachelorprosjektet fikk toppkarakter og er basert på et oppdrag fra Franzefoss Pukk AS og Norbetong AS.

# ~~Knokke~~ «maskinsandkoden»



# Status

- - ikke i tilknytning til forsøkene ved NTNU i Trondheim
- **Vinterbro knust sand deklarerert iht. NS-EN 12620 betongtilslag**
  - **0/4 mm G<sub>F85</sub> f<sub>10</sub> (f<sub>5</sub>) eller f<sub>3</sub>**
  - 0/5 mm G<sub>A85</sub> ...
  - 0/6 mm G<sub>A90</sub> ...
  - **0/8 mm G<sub>A90</sub> f<sub>11</sub> (f<sub>5</sub>)**
- **Bondkall i forberedelsesfase.** *Vare kan produseres på Vinterbro, men miljøaspekt*

Tilslagsleverandør: Gradering, finstoff mm.

Betongprodusent: Resepsammensetning mm.

- Bedre flytegenskaper enn forventet
- Høyere fasthet enn med natursand
- Steinskogen, Bondkall og Vinterbro lave SV-verdier

**Dette har vi ikke klart uten et godt samarbeid med Norbetong AS og Unicon AS**





## **NB 21 - 2017 Revisjonen**

*Øyvind Sæter*  
*Senior fagsjef Betong*  
*UNICON*



Oslo, 20.3.2018



# ENDRINGER

- **Skjerpet generell grenseverdi**
- **Presisering mht tilslag av utenlandsk opprinnelse og betong som inneholder tilslag av utenlandsk opprinnelse**
- **Alt betong med lettilslag skal anses som at tilslaget er alkalieraktivt**
- **Justeringer i forhold til bindemidler og prøving**



## Gyldighet – Samspill med NS-EN 206

- NB 21 er en normativ referanse i NS-EN 206. Dvs den gjelder på lik linje med NS-EN 206.
- NS-EN 206 gjelder for all betong som benyttes i Norge, uavhengig av produksjonsland.
- NB 21 er gyldig for all betong (også sprøytebetong) som skal brukes i Norge
- NB 21 gjelder derfor også for betongprodukter som produseres i utlandet men som brukes i Norge – f.eks. betongelementer
- NB 21 er forutsatt å gjelde permanente konstruksjoner, dvs. konstruksjoner med tiltenkt levetid > 25 år (1.3)
- Alkaliereaktiv betong (ikke sikker betong) skal merkes Alkaliereaktiv (1.4)



# Norske versus utenlandske tilslag

- **Norske tilslag av naturlig opprinnelse har påvist egnethet for prøvning iht. NB 32 (alle metoder).**
- **For utenlandske naturlige tilslag – og betong produsert med utenlandske naturlige tilslag – gjelder særskilte regler for dokumentasjon i henhold til pkt. 3.1.2.**



## Lettislag

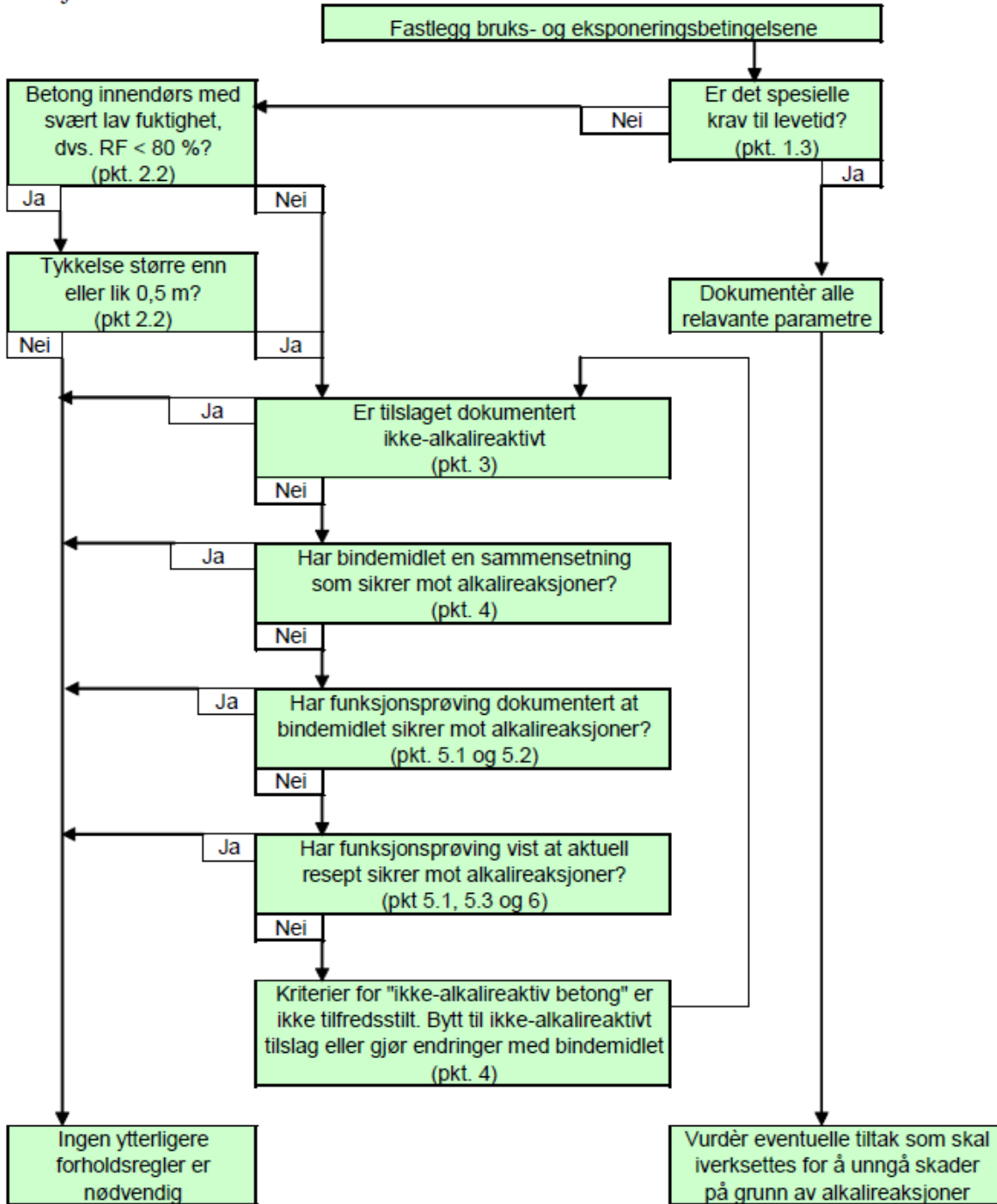
- Lettislag og andre industrielt framstilte tilslag kan ha en kjemisk sammensetning som potensielt kan forårsake alkalireaksjoner.
- En del lettislag er lite egnet for prøvning iht. NB 32
- Erfaringsgrunnlaget fra felt er mangelfullt.
- Publikasjonen gir regler for bruk av for naturlige tilslag og lettislag av ekspandert skifer/leire
- Publikasjonen gir **IKKE** regler for bruk for lettislag av glass/glassfiller eller annet materialer (utover ekspandert skifer/leire)
- *Regler for forebygging av alkalireaksjoner i lettbetong er gitt i VEDLEGG D.*

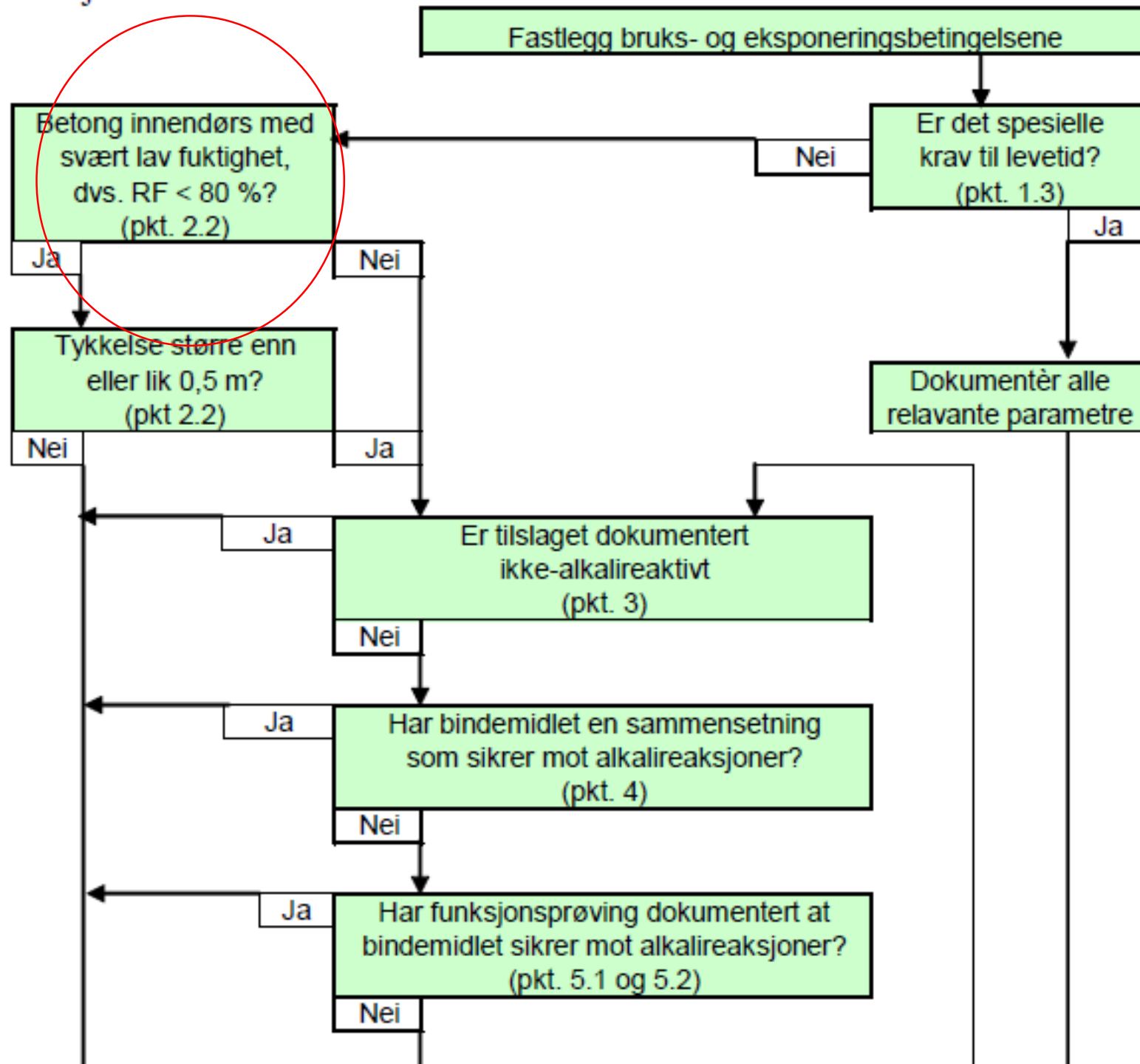


## Repetisjon – 2 Prinsipp for sikring

- **Ingen endring i det generelle prinsipp for sikring (2.1)**
- **Betong er sikret mot skadelige alkalireaksjoner dersom minst en av følgende er oppfylt:**
  - Tilslaget er dokumentert ikke-alkalireaktivt i henhold til pkt. 3.
  - Bindemidlet har sammensetning som sikrer mot skadelige alkalireaksjoner i henhold til pkt. 4.
  - Funksjonsprøvning er gjennomført iht. pkt. 5 og med tilfredsstillende resultat.
  - Eksponeringsmiljøet for betongen er tilstrekkelig tørt i henhold til pkt. 2.2.
- For spesielt fuktige og varme miljø som eksempelvis moderne badeanlegg skal det likevel beskrives både et ikke-alkalireaktivt tilslag og en ikke-alkalireaktiv bindemiddelkombinasjon.





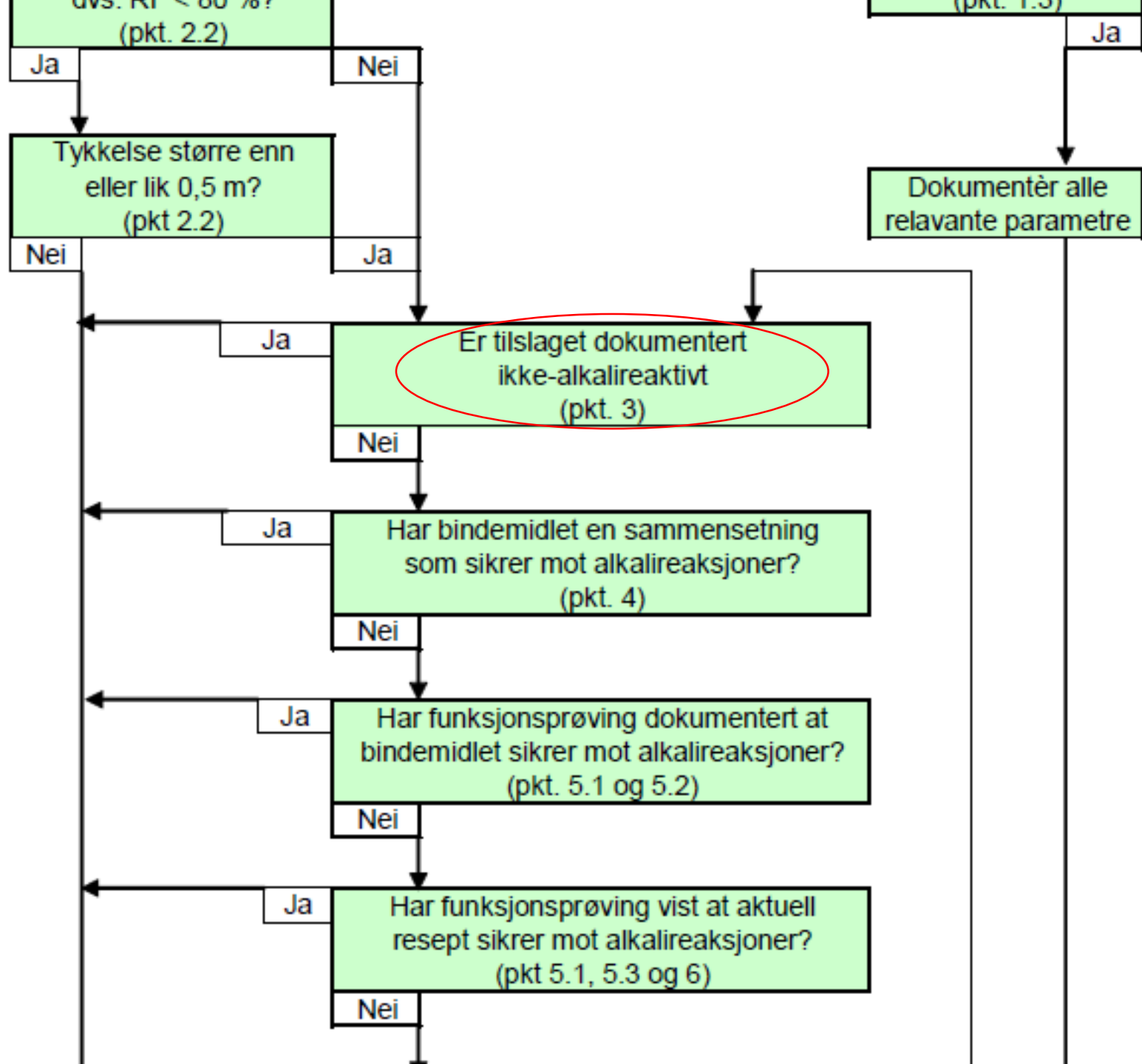


# Prinsipp for sikring

- **SIKKER dvs tørr:**
  - Permanent tørt miljø (normalt oppvarmet innendørs klima) og maksimum 50cm tykk.
- **USIKKER dvs er eller kan bli fuktig**
  - all utendørs betong
  - alle konstruksjoner >50cm (tørker ikke ut)
  - alle innendørs konstruksjoner som kan bli utsatt for fukt
    - Gulv på grunn (NB!)
    - Betong som ikke får tørke ut (kapslet inn i andre materialer, fuktig miljø etc)







# Dokumentasjonsmetoder for tilslag

## ■ 3.1.1 Norske naturlige tilslag

– Naturlig tilslag = tilslag av naturlig opprinnelse (også knust)

## ■ En kan velge mellom tre metoder

1. Petrografisk analyse med tynnslip
2. Mørtelprismemetoden
3. Betongprismemetoden

3 kan overprøve 2 og 1.

2 kan overprøve 1.

- Alt tilslag som leveres til betongproduksjon, skal være dokumentert ved petrografisk analyse, minimum én gang.



## Utenlandsk tilslag

- For tilslag med opphav utenfor Norge gjelder skjerpede regler.
- Kravene finner en i NB 21 pkt 3.1.2.
- Det skal utføres både
  - petrografisk analyse med tynnslip
  - funksjonsprøving etter mørtelprismemetoden
- Utenlandske tilslag skal i tillegg tilfredsstillende kriterier for anvendelse i opprinnelseslandet.
- NB 21 gir ikke regler for anvendelse av tilslag inneholdende mer enn 1 % chert (flint) eller andre, tilsvarende hurtig reaktive bergarter, heller ikke via dokumentasjonsprøving iht. NB 32.



# Tilslagets Alkaliaktivitet

- **Kritiske grenseverdier**
- **En endring – markert (0,050 tidligere, 0,040 nå)**

Tabell 3.1 Samlet oversikt over kritiske grenseverdier for de ulike laboratoriemetodene ved dokumentasjon av alkalireaktivitet av norske enkelttilslag eller tilslagsblandinger

| Dokumentasjon av   | Kritiske grenseverdier for laboratoriemetodene<br>1) |                           |                           |
|--|--|---------------------------|---------------------------|
|  | Petrografisk analyse<br>(omregnede resultater) 2)    | Mørtelprismemetoden<br>3) | Betongprismemetoden<br>4) |
| Sandtilslag og sandblandinger  | 20,0 %   | 0,14 %                    | 0,040 % 5)                |
| Steintilslag og steinblandinger  |  | 0,08 %                    | 0,040 % 5)                |
| Fine steinfraksjoner   |  | 0,11 %                    | Uaktuelt                  |
| Blandinger av sand og stein hvor sanden eller steinen er alkalireaktiv | 20,0 % 6)  | 0,11 %                    | 0,040 %                   |



# Tilslagets Alkaliaktivitet

## ■ Alkaliaktivitet av tilslagsblandinger (3.3.3)

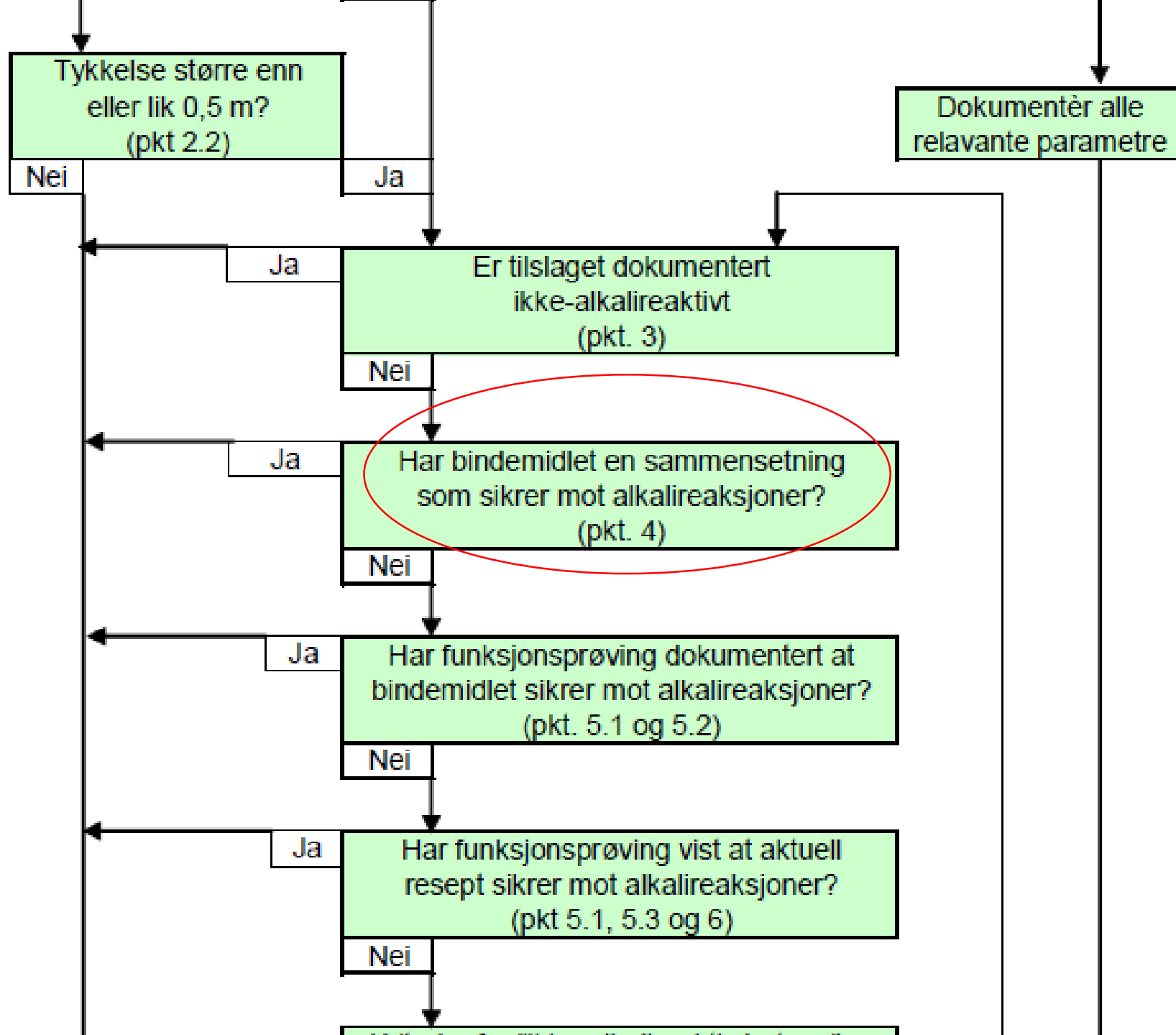
- Tilslag fra ulike forekomster kan blandes.
- Ut fra Sv (sammenligningsverdi) fra de enkelte tilslag regner en ut blandingens  $Sv_{\text{blanding}}$
- Blanding av 60% A og 40% B
  - A:  $Sv_A = 25,0\%$
  - B:  $Sv_B = 5,0\%$
  - $Sv_{\text{blanding}} = 0,6 * 25,0\% + 0,4 * 5,0\% = 17,0\%$
- Blandinger er trygg dersom
  - $Sv_{\text{blanding}} < 20,0\%$
  - Bidraget fra steinfraksjonene er maks 15,0%
  - Dvs maks 15,0 fra stein og ytterlige 5,0 fra sand



# Gyldighet av prøveresultater – Prøvehyppighet

- **Alt tilslag skal gjennomføre Petrografisk analyse i henhold til Tabell 3.5**
- **Ved deklart Sv 100% => tilstrekkelig med innledende prøving**
- **Alt annet – fra årlig til 5. år avh av reaktivitet (Sv verdi)**
- **Følgende SKAL prøves årlig**
  - Sand med Sv 15-20%
  - Stein med Sv 10-20%
  - Tilslag med Sv 20-100%, men som brukes sammen med ikke reaktivt tilslag slik at resultatet får Sv<20 (ikke reaktiv blanding)
  - Tilslag med mindre enn 3 analyser
  - Tilslag med Sv>20, men som er dokumentert ikke reaktivt ved funksjonsprøving





## Kapittel 4. BETONG

- **Der tilslaget eller tilslagsblandingen er reaktiv skal det gjøres tiltak på betongsiden.**
- Betongens totale innhold av alkalier beregnes som summen av bidragene av syreløselige alkalier fra dens enkelte bestanddeler.
- Denne summen sammenlignes med tillatt grenseverdi for tilslaget, tilslags- og/eller bindemiddelkombinasjonen.





# Betong - beregning av alkaliebidrag

- **Alkaliebidraget regnes med fra**
  - Sement
  - Tilsetningsmaterialer
    - Flygeaske og silika er unntatt
  - Tilsetningsoffer
  - Blandevann, inkludert resirkulert blandevann som bidrar med mer enn 0,05 kg alkalier pr m<sup>3</sup> betong (B.2.6)
  - Alkalier i delmaterialer hvor alkaliene lett kan lutes ut, skal medregnes i sin helhet.
  
- **Alkaliebidraget regnes IKKE med fra**
  - Tilsetning/ekstradosering av flygeaske eller silikastøv
  - Naturlig tilslag



## Grenseverdier (4.3)

- **Grenseverdi, der det ikke utføres funksjonsprøving, er satt til 2,5 kg Na<sub>2</sub>O-ekv. pr m<sup>3</sup> betong.**
  - For norske naturlige tilslag kan det benyttes en høyere grenseverdi lik 3,0 kg Na<sub>2</sub>O-ekv. pr m<sup>3</sup> betong dersom det, for det aktuelle tilslag, gjennomføres prøvning i henhold til Mørtelprismemetoden og ekspansjonsverdien etter 14 dager er mindre enn eller lik 0,20 %.
  - Bindemiddel basert på kun CEM I kan ikke dokumenteres for høyere verdi enn 2,5 (3,0)
- **Der det er utført funksjonsprøving så benyttes grenseverdien fra funksjons prøvingen.**
  - Vedlegg C: Oversikt over grenseverdi for bindemidler med dokumentert funksjonsprøving.
- **Ved blanding av sementer/bindemidler så skal laveste grenseverdi gjelde for hele blandingen.**



## Eksempel

|   | kg/m <sup>3</sup> | NaO <sub>2</sub> -<br>ekv |                             |
|---|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Sement (ekv. Na <sub>2</sub> O = 0,60 %)        | 280               | 1,68                      |                             |
| Flygeaske FA (ekv. Na <sub>2</sub> O = 3 %)     | 85                | 0                         | Regnes ikke med - 4.4       |
| Silikastøv (ekv. Na <sub>2</sub> O = 1 %)       | 22                | 0                         | Regnes ikke med - 4.4       |
| Vann  | 100               | 0,00                      |                             |
| Gjenbruksvann (ekv. Na <sub>2</sub> O = 0,05 %) | 60                | 0,00                      | < 0,05 regnes ikke med B2.6 |
| Sand 0-8 mm                                     | 900               | 0                         |                             |
| Stein 8-16 mm                                   | 900               | 0                         |                             |
| SP-stoff: (ekv. Na <sub>2</sub> O = 1 %)        | 5                 | 0,05                      |                             |
| L-stoff: (ekv. Na <sub>2</sub> O = 0,1 %)       | 2                 | 0,00                      |                             |
| Sum Alkalier                                    |                   | <b>1,73</b>               |                             |

Generell grense, uten funksjonsprøving, er 2,5 kg.

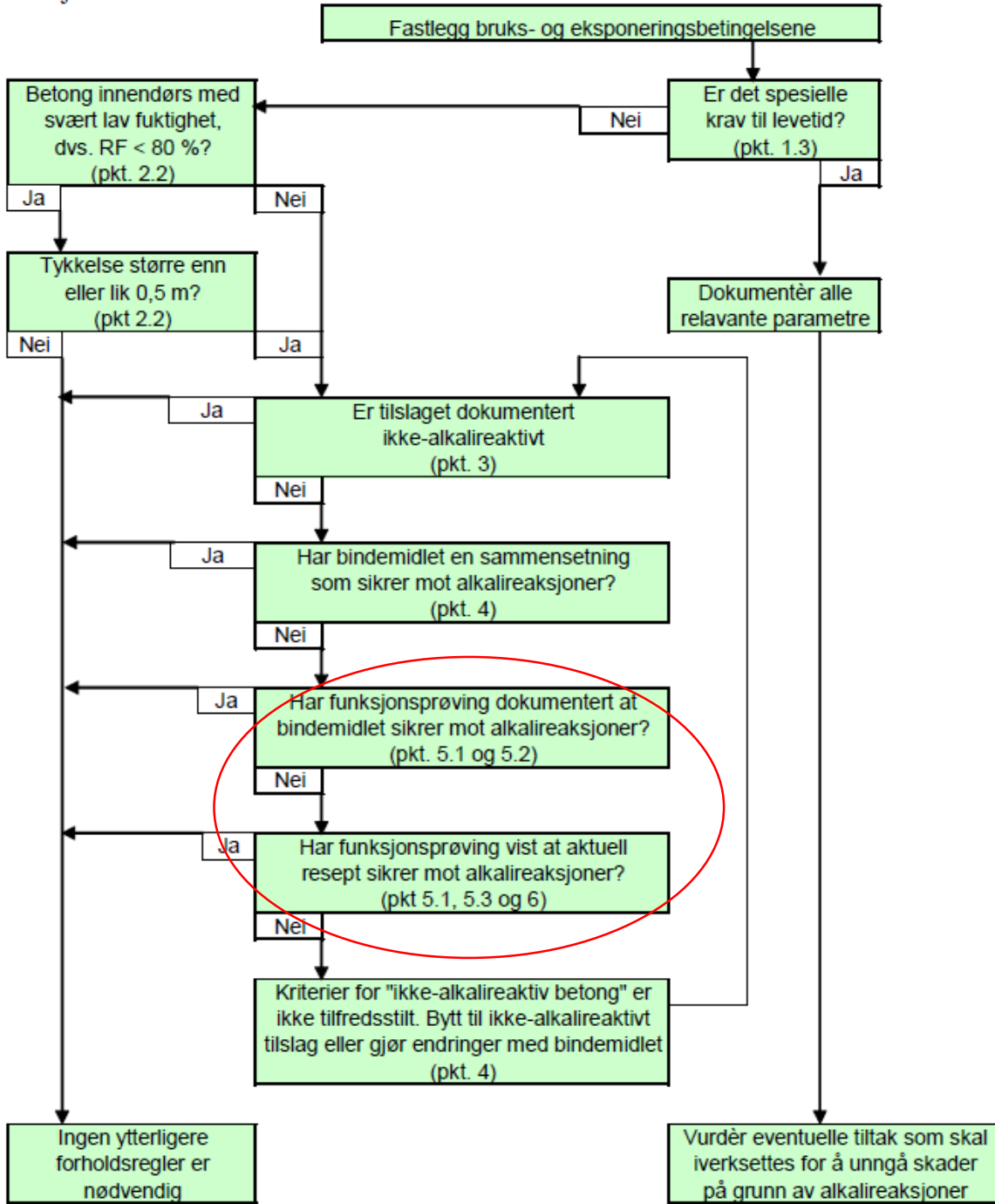
1,73 < 2,5 => OK



## Noen bemerkninger.....

- **Det er alkalieinnholdet i utstøpt betong – etter evt. korrigeringer, tilsetninger på byggeplass som gjelder.**
- **En skal ta hensyn til all tilsetning av**
  - Akselerator (har en del NaO<sub>2</sub>-ekv)
  - Retarder
  - Frysepunktnedsettende middel (har mye NaO<sub>2</sub> ekvivalenter)
  - Fargestoffer
  - Etc. etc.
- **Husk at alkalieinnholdet fra resirkulert blandevann skal medregnes.**





## 5 Funksjonsprøving

- **Del 5 er omskrevet noe og har skjerpede akseptkriterier.**
- **Funksjonsprøving = laboratorieprøvning av betongblandingers alkalireaktivitet**
- **Måles som ekspansjon av prøvestykker (prismer) etter en viss eksponeringstid/lagringstid.**
- **Kan benyttes til å dokumentere**
  - Bindemidler, inkludert bindemiddelkombinasjoner
  - Konkrete betongsammensetinger, dvs spesifikk kombinasjon av tilslag og bindemiddel
- **Kan ikke benyttes til å dokumentere tilslag som inneholder chert.**
  - Chert, sedimentær bergart eller mineralmasse sammensatt av meget finkornet kvarts.
  - Flint er en variant av Chert.



# Funksjonsprøving - grenseverdier

Tabell 5.1 Største tillatte ekspansjonsverdier med Betongprismemetoden ved dokumentasjon av bindemidler og norske, naturlige tilslag i konkrete betongsammensetninger.

| Dokumentasjon av  | Eksponeringsstid   | Krav til maksimal tillatt ekspansjon ved Betongprismemetoden |
|---|--------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- CEM I eller CEM I kombinert med flygeaske (V) og/eller silikastøv (D).</li> <li>- CEM II bestående av sementklinker og én eller flere av følgende bestanddeler: flygeaske (V), silikastøv (D), kalkfiller (L/LL), eventuelt slike CEM II kombinert med flygeaske (V) og/eller silikastøv (D)</li> <li>- Kombinasjoner av ovennevnte bindemidler</li> <li>- Naturlige tilslag i betong med ovennevnte bindemidler eller kombinasjoner av bindemidler</li> </ul> | 1 år               | $\leq 0,030 \%$  |
| Alle andre bindemidler enn de som er angitt ovenfor og naturlige tilslag i betong med disse andre bindemidlene <sup>1)</sup>  | 1 år <sup>D)</sup> | $\leq 0,020 \%$  |
|   | 2 år <sup>D)</sup> | 1 år $\leq 0,030 \%$ og;<br>2 år $\leq 0,060 \%$             |

<sup>1)</sup> Prøving kan pågå i ett år med lav grenseverdi (0,020 %), alternativt i to år med samtidig krav til tilfredsstillelse av de to grenseverdiene (hhv. 0,030 % og 0,060 %).

