

# Prøvesprengninger Våler

Nils Ramstad

Seniorrådgiver sprengningsteknikk og vibrasjoner

Multiconsult Norge AS

# Sprengningsforsøk gjennomført i 2018 og 2020 på anleggsområdet til Solør videregående skole, avd. Våler

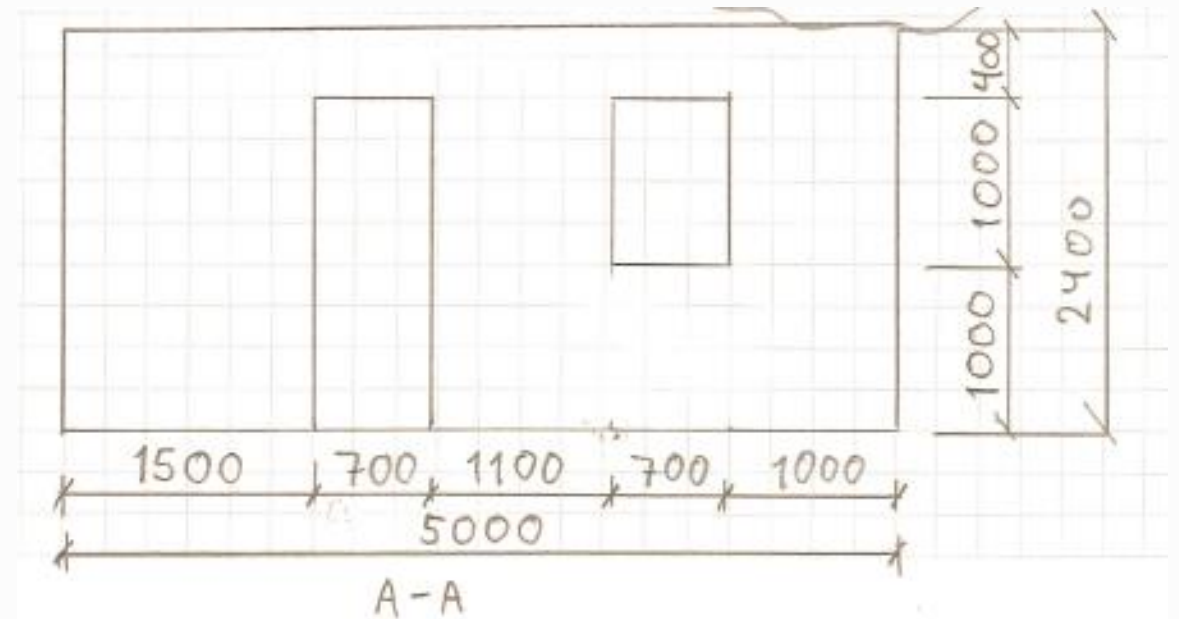
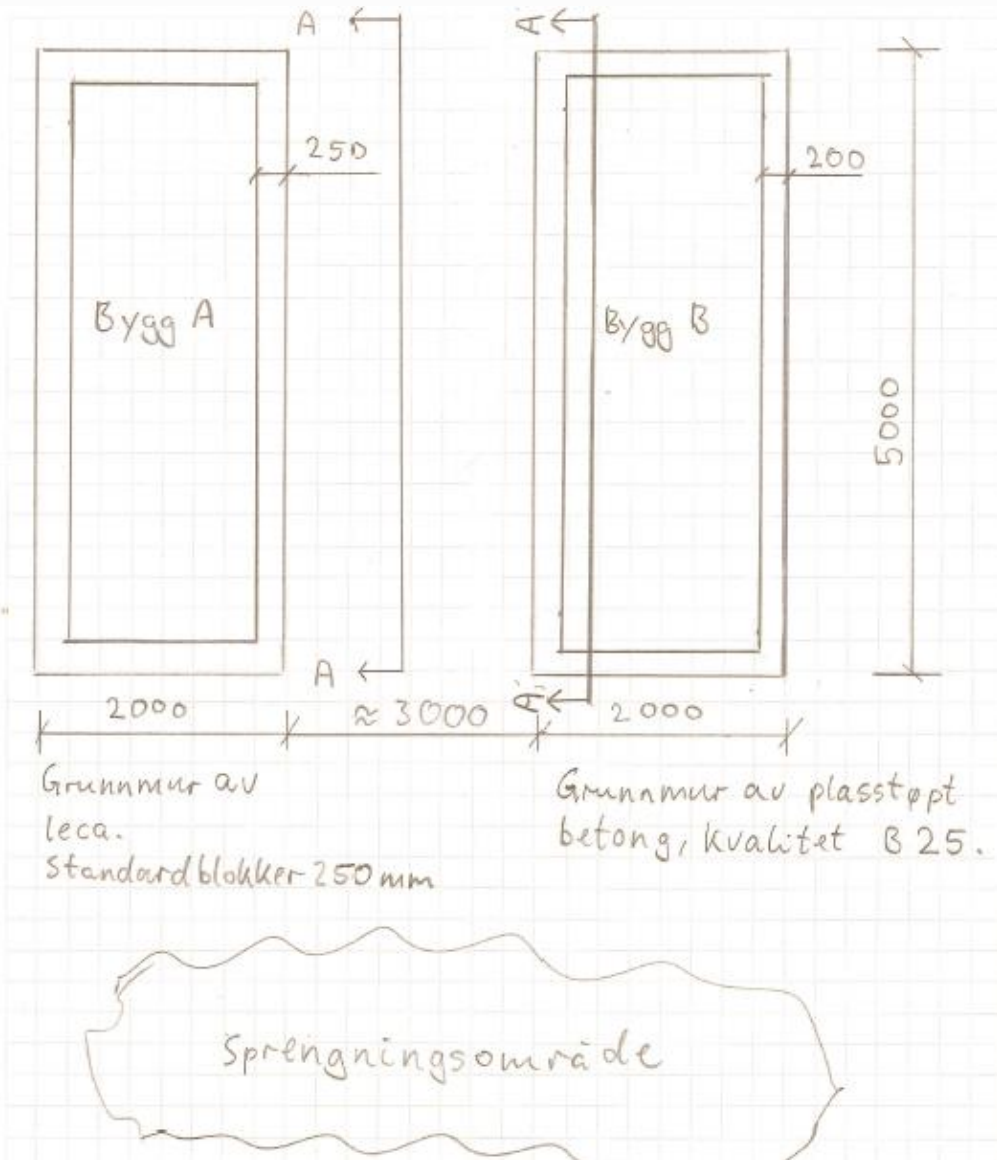


# Fullskala sprengningsforsøk

- Utført i samarbeid med Solør VGS, avdeling Våler
- Skolen har anleggslinje og driver Spulsåsen pukkverk der testene ble utført
- Faglærer og elever ved skolen utførte boring, lading og sprengning
- Multiconsult og Norges Geotekniske Institutt utførte målingene
- Statens vegvesen utførte ingeniørgeologisk kartlegging av berggrunnen i testområdet
- Alle borhull, bygningshjørner og målepunkter ble nøyaktig innmålt
- Forsøkene ble finansiert av aktører i anleggsbransjen

# Testhus på berggrunn (tynt avrettingslag av pukk)

multiconsult.no



Lecahuset står på Leca såleblokker.

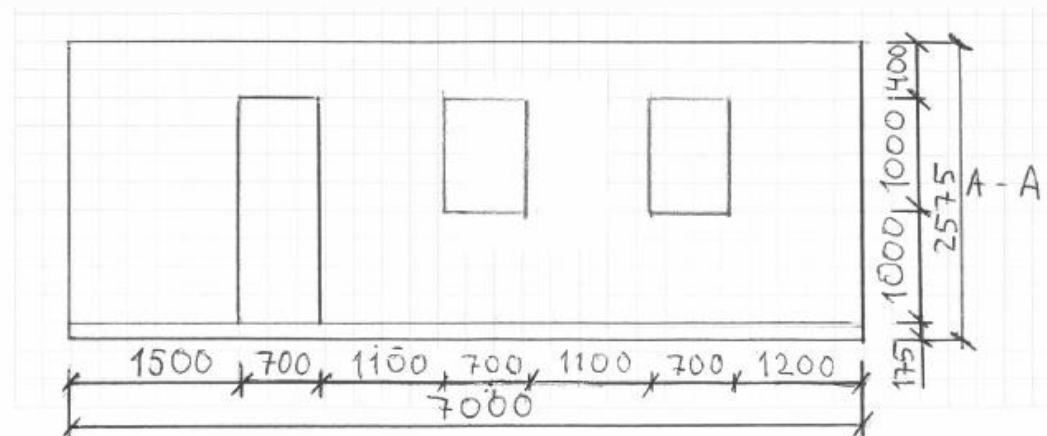
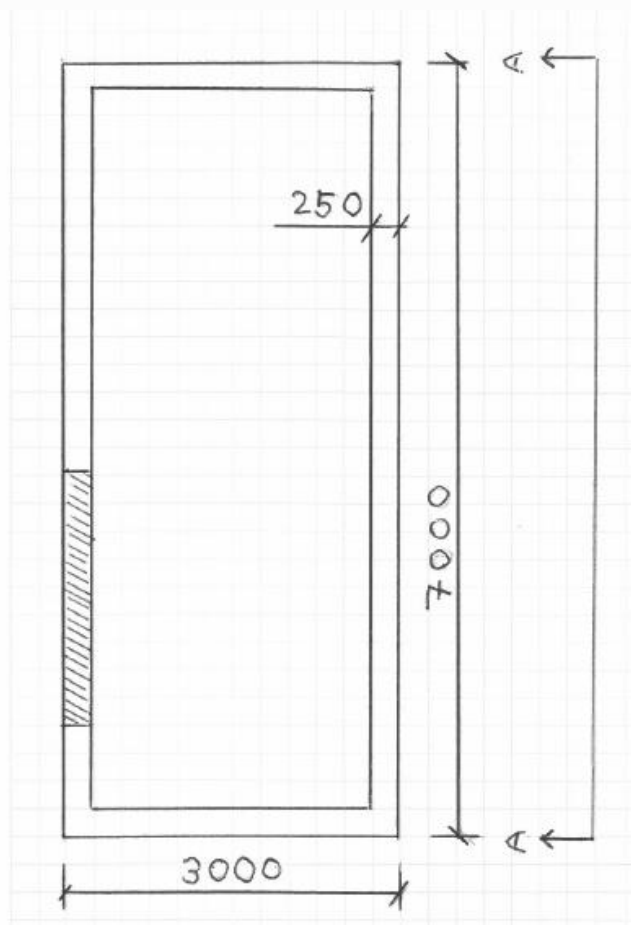
Betonghuset står på armert betongsåle.

Testobjektene har bjelkelag og platedekke på toppen. Belastes med ca. 4500 kg pukk

# Testthus på berggrunn (tynt avrettingslag av pukkk)



# Testhus i leca, fundamentert på 4 m høy komprimert fylling



 Sprengningsområde

# Testhus på fylling



Lecahus på 4m høy fylling bestående av blandingsmasser av stein, pukk, grus og sand

Lagvis oppbygging, 40 cm lagtykkelse, komprimering med vibrovals

Utgangspunkt på fast berggrunn

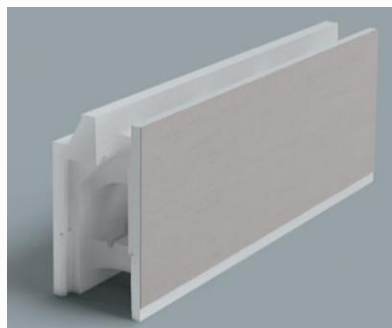
# Testhus på fylling



- Byggemateriale: Pusset leca
- Fundament: Leca såleblokk



# Spesialobjekter for testing



Innstøpte  
styroporelementer

Måling på utlekta  
kledning



Fliser på pusset lecavegg

# Beregning av grenseverdi – NS 8141- utgave 2001

multiconsult.no

v0	20	Utgangsverdi
Fg	2,5	Avrettingslag over berggrunn
kb	1,0	Vanlig bolig
km	1,0	Lettklinkerbetong/uarmert betong
kf	1,0	Stripefundament
Fk	1,0	Sprengning
Fd	1,0	Avstandsfaktor
<b>v</b>	<b>50 mm/s</b>	<b>Beregnet grenseverdi</b>

v0	20	Utgangsverdi
Fg	1,8	Fast lagret morene
kb	1,0	Vanlig bolig
km	1,0	Lettklinkerbetong
kf	0,7	Stripefundament
Fk	1	Sprengning
Fd 9 m	0,9	Avstandsfaktor
Fd 26 m	0,7	Avstandsfaktor
Fd 38 m	0,7	Avstandsfaktor
Fd 53 m	0,6	Avstandsfaktor
<b>v 9 m</b>	<b>22,4 mm/s</b>	<b>Beregnet grenseverdi</b>
<b>v 26 m</b>	<b>18,3 mm/s</b>	<b>Beregnet grenseverdi</b>
<b>v 38 m</b>	<b>17,0 mm/s</b>	<b>Beregnet grenseverdi</b>
<b>v 53 m</b>	<b>16,0 mm/s</b>	<b>Beregnet grenseverdi</b>

# Instrumentering



# Instrumentering



# Instrumentering

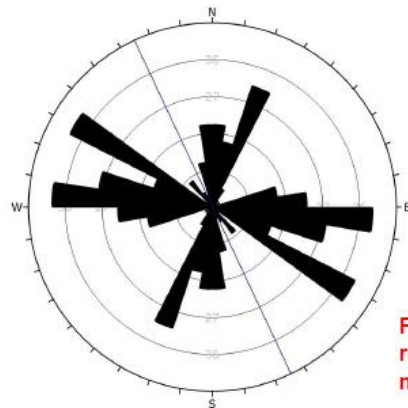
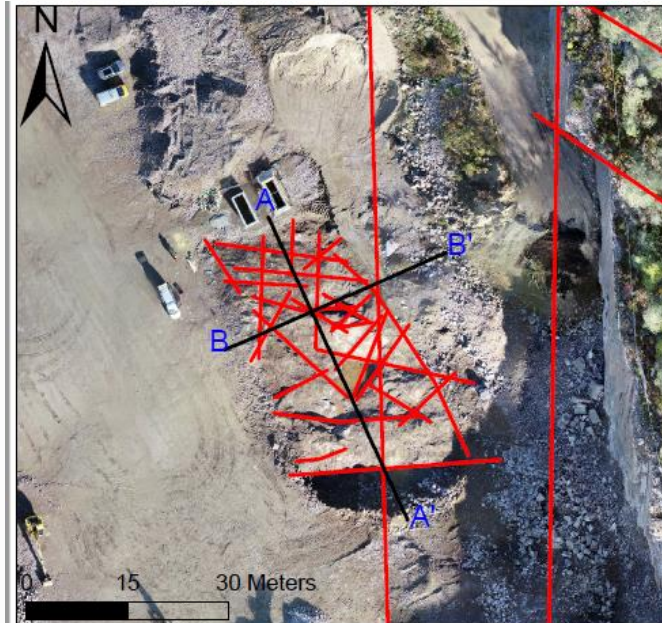


# Geologisk kartlegging



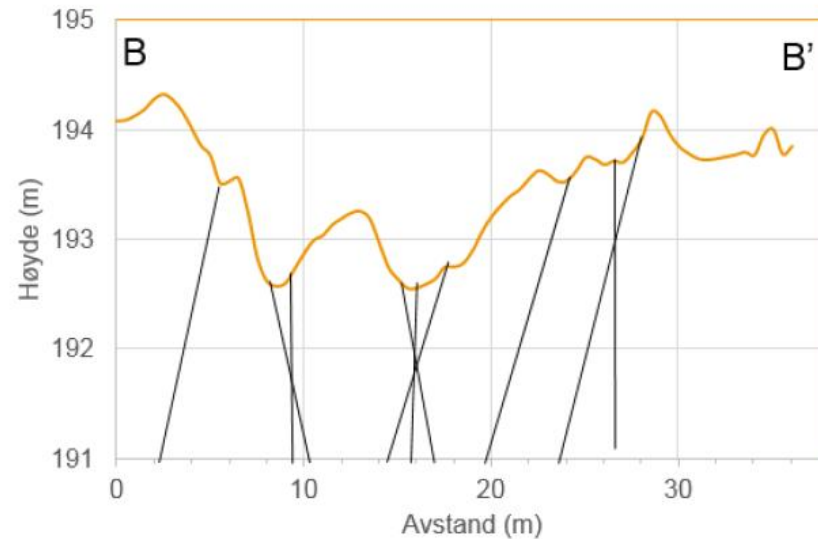
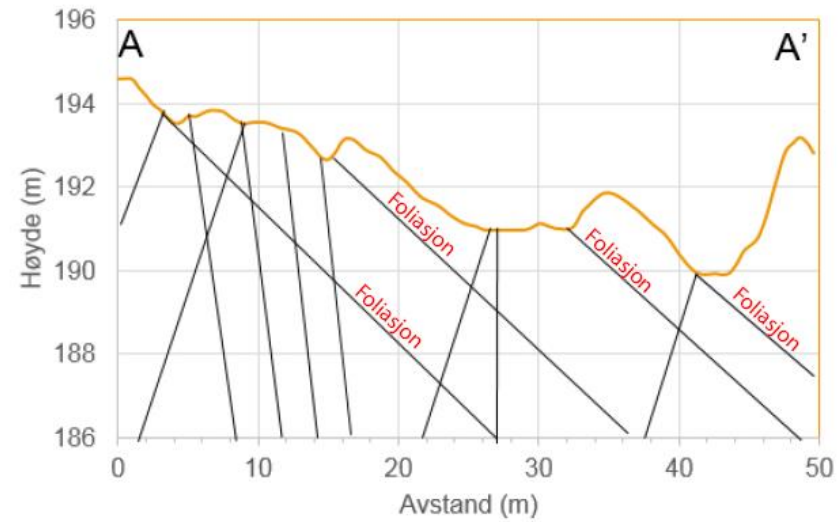
Test-  
bygninger

# Geologisk kartlegging

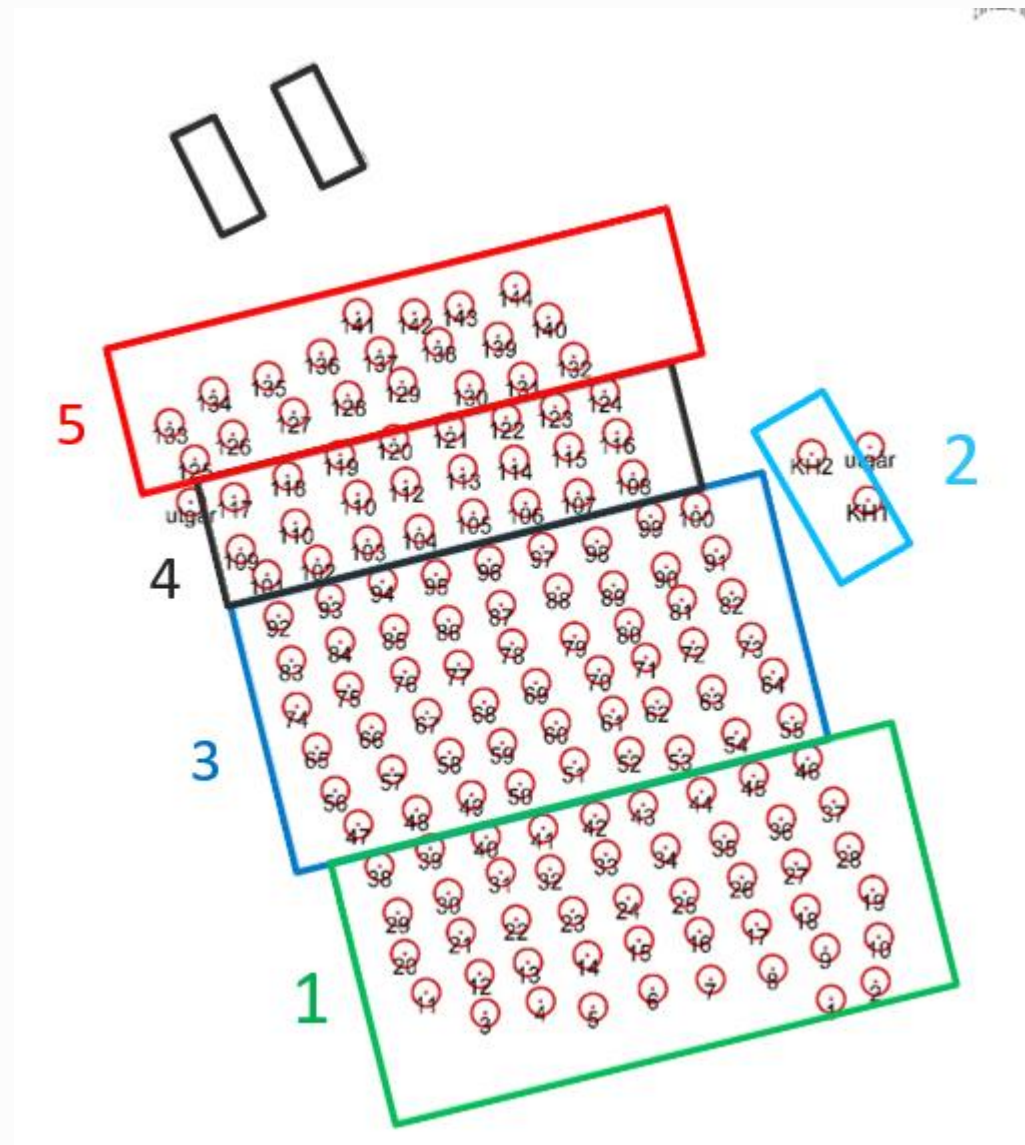
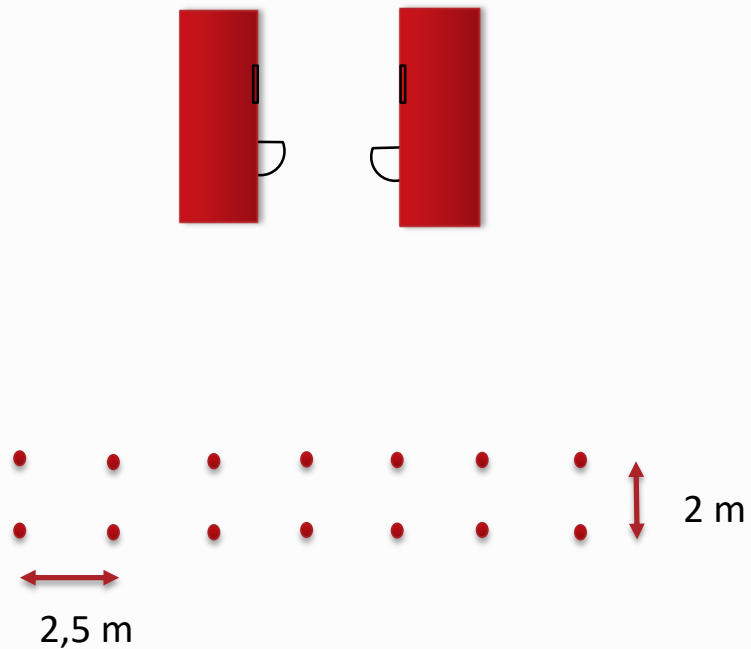


Plot Profile	8/2018
Plot Date	August 2018
Scale Horizontal	1:1
Scale Vertical	1:10
Plot Size	10" x 10"
Water Cycle	45 cycles per sec.
Water Pressure	1 bar
Minimum Angle To Plot	20.0°
Maximum Angle To Plot	80.0°

Fin- til middelskornet  
rød granittisk gneis  
med amfibolittlinser

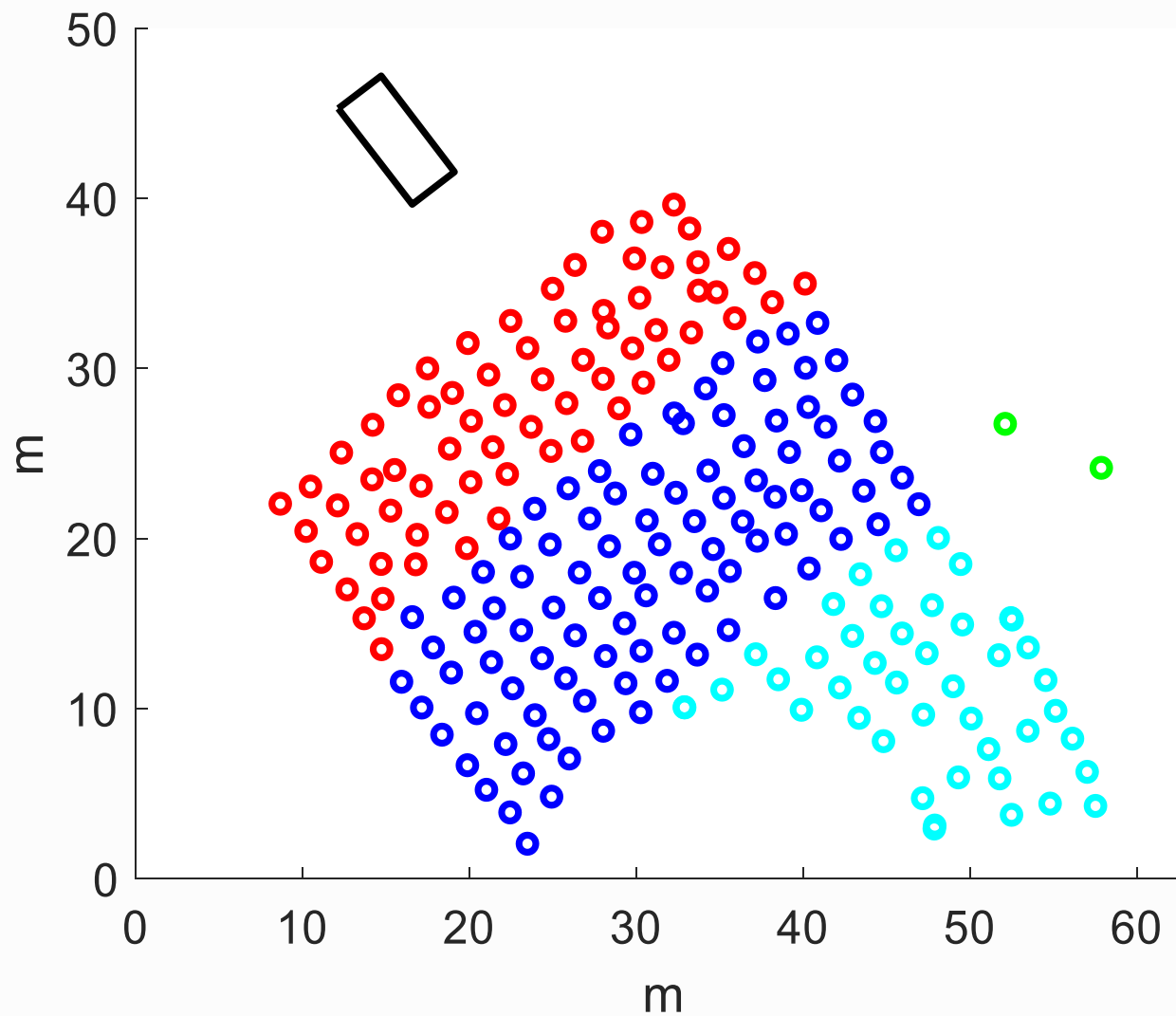


# Salveopplegg i 2018





# Salveopplegg i 2020



# Lading prøvesalver



# Emulsjon og elektroniske tennere



# Siste salve



# Siste salve

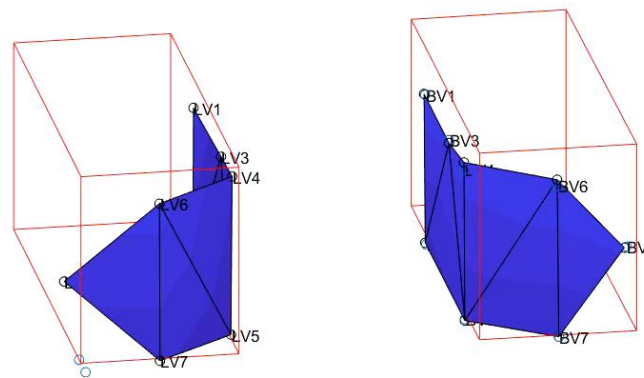
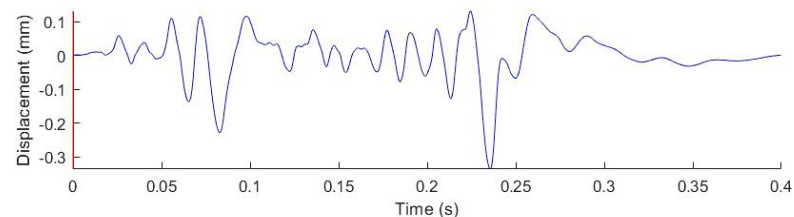


# Siste salve



# Animering av bevegelser i bygningene basert på måleresultatene

Animering utarbeidet av NGI



## Siste salve i 2020 skutt - 9 m fra bakre rast til hus



- 3 hull pr. intervall i bakerste rast
- Lademengde pr. intervall i bakerste rast: **38 kg.**



# Måleresultater 2018-lecahus og betonghus

Salve	Tidspunkt	Max Betong hus	MP og retning	Max Leca hus	MP og retning
1	06.11.2018 14:47	22.2	B1T	32.2	L4V
2 (innspendt)	06.11.2018 15:36	29.5	B6V	52.1	L6V
3	07.11.2018 14:37	52.8	B6T	88.3	L4V
4	08.11.2018 12:59	101.5	B6T	133.1	L3L
5	09.11.2018 14:18	264.1	B4-B8V B6T	263.5	L4V



# Måleresultater lecahus på fylling

Salve	Maks berg	Geofon-plassering	Maks fylling	Geofon-plassering	Maks bygg	Geofon-plassering	Måleretning Vertikalt (V) Langsmed (L) Tvers (T)
1.1	3,3	På berg under fylling. Midt under bygget	13,4	Forkant fylling	6,7	Midt på bakvegg	L
1.2	7,6		18,0		11,1	Øverst på bakvegg	T
1.3	15,4		28,4		22,9	Over dør	L
2	15,8		51,1		22,6	Midt på bakvegg	L
3	42,5		106,6		50,5	Øverst på frontvegg	L
4	208,9		247,6		179,8	Øverst på langvegg	V

# Spesialobjekter for testing- Sammenligning måling på betong og kledning



# Spesialobjekter for testing- Sammenligning måling på betong og kledning

Salve	Betong nede	Kledning kortvegg	Forsterkningsfaktor	Kledning langvegg	Forsterkningsfaktor
1	14,0	25,3	1,8	25,1	1,8
2	29,1	41,8	1,4	43,1	1,5
3	42,8	61,2	1,4	59,1	1,4
4	80,0	145,9	1,8	151,2	1,9
5	>262	>262	-	>262	-

# Spesialobjekter for testing-Innstøpte styroporelementer



- Kjerne av styropor
- Mantel av 6 mm fibersementplate

# Spesialobjekter for testing- Sammenligning måling leca og innstøpt styroporblokk



Ekspansjonsplugg

# Spesialobjekter for testing- Sammenligning måling leca og styroporblokk

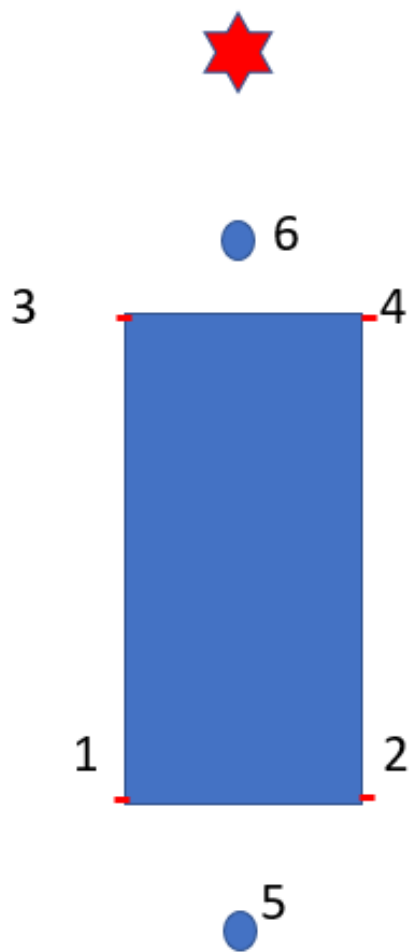
Salve	Vertikal svingehastighet mm/s	
	Lecablokk	Styroporblokk
1.1	5,2	6,2
1.2	9,0	10,3
1.3	19,0	18,6
2	21,8	23,0
3	23,1	24,1
4	131,8	121,7

# Setningsmåling





# Setningsmåling



Endring fra utgangshøyde. ÷ er setning				
	Avlesning etter salve			
Bolt	1	2	3	4
1	÷ 2	÷ 1	÷ 1	÷ 2
2	÷ 2	÷ 2	÷ 2	÷ 2
3	÷ 2	÷ 2	÷ 3	÷ 4
4	÷ 3	÷ 2	÷ 3	÷ 4
5	÷ 2	÷ 1	÷ 1	÷ 1
6	÷ 12	÷ 10	÷ 12	÷ 10

## Konklusjon

- Minimalt med skader på tross av vibrasjoner langt over grenseverdiene
- Måling på ringmurselementer av styropor gir relevante måleverdier
- Horisontale vibrasjoner er dominerende på kort avstand
- Minimale skader på bygg
- Ingen flisskader
- Bom ikke registrert hverken i puss eller fliser
- Grundig analysearbeid gjenstår

**Viktig å være klar over at erfaringene herfra ikke er direkte overførbare til et større bygg. Det er ikke akseptabelt å planlegge med overskridelse av dagens grenseverdier uten grundige faglige vurderinger.**

## Veien videre

- Det datagrunnlaget som vi nå har samlet, blir brukt til å utvikle vibrasjonsstandarder med mer gjennomarbeidede grenseverdier
- Samarbeid med Sverige om utvikling av filter for frekvensveid måling
- Fullføre revideringen NS 8141, del 1 og 2