



Statens vegvesen

Ekspandert polystyren i norsk vegbygging

- en tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger

VD rapport

Vegdirektoratet

Nr. 33



Trafikksikkerhet, miljø og teknologi
Geoteknikk og skred
2011-06-06

VD rapport

VD report

Tittel

Ekspandert polystyren i norsk vegbygging

Title**Undertittel**

- en tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger

Subtitle**Forfatter**

Lars-Marius B. Andersen, Jon Andreas Tjernsbekk, Tiril A. Stang, Kari Lindqvist

Author**Avdeling**

Strategi-, veg og transportavdelingen

Department**Seksjon**

Geoteknikk og skred

Section**Prosjektnummer****Project number****Rapportnummer**

Nr. 33

Report number**Prosjektleder****Project manager****Godkjent av**

Roald Aabøe

Approved by**Emneord**

EPS, lette fyllinger, vegfyllinger

Key words**Sammendrag**

Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I mange tilfeller kann man bruke „lette“ fyllinger som ekspandert polystyren (EPS) for å unngå belastninger på grunnen. Den første EPS-fyllingen ble lagt i 1972. I denne oppgaven skal vi ta ut prøver fra tidlige fyllinger og teste disse for trykkfasthet og vanninnhold.

Summary

Opggaven inneholder også en beskrivelse av den tidlige bruken av EPS i vegfyllinger, samt en sammenstilling av retningslinjer i norske håndbøker og standarden NS-EN 14933-2007.

Til slutt i oppgaven er det foretatt en tilstandsvurdering og sammenligning av dekketilstand før, på og etter en EPS-fylling ved bruk av programmene PMS2010 og ViaPhoto.

Antall sider 186

Dato 2011-06-06

Pages

Date

**Kari Lindqvist, Jon Andreas Tjernsbekk, Tiril A. Stang
og Lars-Marius B. Andersen**
H11B06

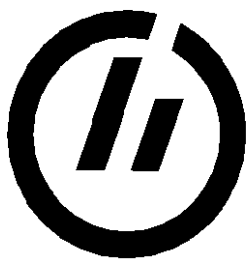
Ekspandert polystyren i vegbygging

- En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger



Bacheloroppgave
Høgskolen i Østfold - Avdeling for ingeniørfag
Vår 2011

Ekspandert polystyren i vegbygging
- En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger



HØGSKOLEN I ØSTFOLD

Avdeling for ingeniørfag
Postadresse: 1757 Halden
Besøksadresse: KG Meldahls vei 9, 1671 Kråkerøy

Telefon: 69 10 40 00 Telefaks: 69 10 40 02

Høgskolen i Østfold

E-post: post-ir@hiof.no

www.hiof.no

PROSJEKTRAPPORT

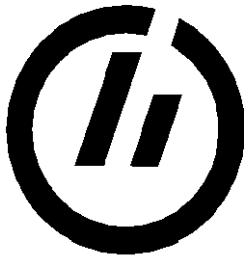
Prosjektkategori: Bacheloroppgave	Fritt tilgjengelig	<input type="checkbox"/>
Omfang i studiepoeng: 15 studiepoeng	Fritt tilgjengelig etter:	
Fagområde: Geoteknikk og vegbygging	Tilgjengelig etter avtale med samarbeidspartner	<input checked="" type="checkbox"/>

Rapporttittel: Ekspandert polystyren i vegbygging - En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger	Dato: 06.06.2011 Antall sider: 103 Antall vedlegg: 9
Forfattere: Lars-Marius B. Andersen, Jon Andreas Tjernsbekk, Tiril A. Stang og Kari Lindqvist	Veiledere: Jan Vaslestad Geir Refsdal
Avdeling / linje: Avdeling for ingeniørfag, bygg	Prosjektnummer: H11B06

Utført i samarbeid med: Vegdirektoratet og Statens vegvesen, Region Øst.	Kontaktperson hos samarbeidspartner: Jan Vaslestad Geir Refsdal Roald Aabøe
---	--

<p>Ekstrakt:</p> <p>Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I mange tilfeller kan man bruke "lette" fyllinger som ekspandert polystyren (EPS) for å unngå belastninger på grunnen. Den første EPS-fyllingen ble lagt i 1972. I denne oppgaven skal vi ta ut prøver fra tidlige fyllinger og teste disse for trykkfasthet og vanninnhold.</p> <p>Oppgaven inneholder også en beskrivelse av den tidlige bruken av EPS i vegfyllinger, samt en sammenstilling av retningslinjer i norske håndbøker og standarden NS-EN 14933:2007.</p> <p>Til slutt i oppgaven er det foretatt en tilstandsvurdering og sammenligning av dekketilstand før, på og etter en EPS-fylling ved bruk av programmene PMS 2010 og ViaPhoto.</p>

3 emneord:	EPS
	Lette fyllinger
	Vegfyllinger



HØGSKOLEN I ØSTFOLD

Østfold University College - dpt.of Engineering

Address: 1757 Halden

Visit: KG Meldahls vei 9, 1671 Kråkerøy

Telefon: 69 10 40 00 Telefaks: 69 10 40 02

E-mail: post-ir@hiof.no www.hiof.no

Høgskolen i Østfold

PROJECT REPORT

Category of Project: Bachelor project	Free accessible: <input type="checkbox"/>
Number of stp (1stp=1ECTS): 15 stp	Free access after: <input type="checkbox"/>
Engineering field: Soil mechanics and road construction	Accessible after agreement with the contractor <input checked="" type="checkbox"/>

Project title: Expanded polystyrene (Geofoam) in road construction - Condition assessment of early EPS Geofoam lightweight fills.	Date: 06.06.2011 Number of pages: 103 Number of attachments: 9
Authors: Lars-Marius B. Andersen, Jon Andreas Tjernsbekk, Tiril A. Stang and Kari Lindqvist	Councillor: Jan Vaslestad Geir Refsdal
Department / line: Faculty of Engineering, Structural engineer	Project code: H11B06

Produced in cooperation with: Norwegian Road Research Laboratory	Contact person at the contractor: Jan Vaslestad Geir Refsdal Roald Aabøe
---	---

Extract: Road construction on soft ground has always been a challenge in Norway because of the stability and settlement problems. In many cases you can use expanded polystyrene (EPS) as a light fill material to avoid stress on the ground. The first EPS lightweight fill embankment was constructed in 1972. Test samples have been retrieved from existing fills to be checked for strength and unit density. The task also contains a description of the early use of EPS road embankments and a compilation of guidelines in the Norwegian manual and the European Standard NS-EN 14933:2007. Finally, we have made a condition assessment and a comparison of the Road condition before, on and after an EPS fill using the programs PMS 2010 and ViaPhoto.

3 indexing terms:	EPS Geofoam
	Lightweight embankments
	Road embankments

Forord

Denne rapporten inneholder arbeidet som gruppen har utført i forbindelse med gjennomføring av bacheloroppgave ved Høgskolen i Østfold. Oppgaven skal presenteres på Expo 2011 som er en utstilling av alle avsluttende oppgaver ved Høgskolen i Østfold. Samtidig som vi skal ha et ca 20 minutter langt innlegg på EPS 2011-konferansen på Lillestrøm. Bacheloroppgaven er utført på oppdrag fra Statens vegvesen Region Øst og Vegdirektoratet. Oppgaven skal gis ut i rapportserien i Vegdirektoratet.

Prosjektrapporten er utarbeidet av Lars-Marius B. Andersen, Jon Andreas Tjernsbekk, Tiril A. Stang og Kari Lindqvist. Vi går siste året på ingeniørutdanningen, avdeling bygg, og alle har valgt veg som fordypning. Alle har gjennomført et obligatorisk geoteknikk-emne i 2.klasse og deler interessen for dette fagområdet. Da vi fikk tilbud om denne oppgaven fra Jan Vaslestad, ble vi raskt enige om å gjennomføre dette.

Det forutsettes at leseren har en grunnleggende kompetanse innenfor de fagområder som omfattes av denne rapporten for å få fullt utbytte av innholdet.

Oppgaven er definert av veiledere fra Statens vegvesen og Vegdirektoratet. Vi vil i den forbindelse takke for god hjelp, veiledning og bistand fra Jan Vaslestad og Geir Refsdal ved Statens vegvesen Region Øst. Begge to har fungert som veiledere for oppgaven vår og gitt uvurderlig hjelp gjennom hele prosessen. I tillegg vil vi takke Roald Aabø fra Vegdirektoratet for god hjelp med historisk materiell og som en biveileder gjennom prosessen.

Vi vil takke Dag Løvstad fra laboratoriet ved Statens vegvesen for god hjelp i forbindelse med gjennomføring av tester.

Samtidig vil vi rette en stor takk til Jan Lindahl og Kai Hagen fra Region Øst som har hjulpet oss med utgravingene av tidlige EPS-fyllinger. Takk til Kristin Carlsson og prosjektteamet for Rv108 for god hjelp.

Dato og sted

Tiril A. Stang

Jon A. Tjernsbekk

Lars-M. B. Andersen

Kari Lindqvist

Sammendrag

Formål

I forbindelse med gjennomføringen av bacheloroppgave ved Høgskolen i Østfold, er det foretatt en tilstandsvurdering av tre tidlige fyllinger i Østlandsområdet som er bygd opp med ekspanert polystyren (EPS). Oppgaven er basert på stoff som er innhentet fra personer som har vært med på prosessen fra den første EPS-fyllingen ble lagt og fram til i dag.

Tanken om å bruke EPS i vegfyllinger oppstod ved Veglaboratoriet (Vegdirektoratet) i Norge, og den første EPS-vegfyllingen i verden ble bygget ved Flom bruer i 1972. I dag er metoden en standard løsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

Innhold

Oppgaven er delt inn i tre deler.

Del A

Del A gjengir en historisk bakgrunn om bruk av EPS i norsk vegbygging, samt en beskrivelse av produksjon og materialegenskaper til EPS.

Del B

Del B gir en sammenstilling av de retningslinjer som gjelder for bruk av EPS, samt ulike eksempler på prosjekter med EPS. Bakgrunn for sammenstillingen av retningslinjer som gjelder for EPS-fyllinger i Norge, er norske håndbøker og standard NS-EN 14933:2007. EPS er et materiale med gode egenskaper når det gjelder blant annet trykkstyrke, bestandighet og densitet. EPS brukes spesielt som lett fylling på bløt grunn.

Det finnes mange eksempler på fyllinger der EPS er brukt. I bacheloroppgaven har vi nevnt eksempler på EPS brukt i brufundament, vertikale avslutninger, støttemurer og i en myrbru. Samtidig er Rv108 "Ny Kråkerøyforbindelse" tatt med som et eksempel på et prosjekt som er under bygging i dag.

EPS har også vært forsøkt brukt for flere formål, og noen har vist seg svært effektive. I oppgaven er det nevnt eksempler på andre bruksområder. Samtidig er det nevnt ideer som gir grunnlag for videreutvikling.

Del C

Del C gjengir en tilstandsvurdering av de tre testområdene, E6 Årum-Hauge, Langhus og Solbotmoan, som det er foretatt prøvetaking fra i denne bacheloroppgaven.

Del C tar også for seg dataprogrammene PMS 2010 og ViaPhoto. Oppgaven er begrenset til å gjelde for strekninger hvor vi vet det ligger EPS-fyllinger, og har nøyaktig kilometrering for disse. På bakgrunn av dette vil vi forsøke å se om man kan bruke disse programmene som et verktøy for å gjøre en slik tilstandsvurdering.

Resultater

Prøvetakingen er foretatt ved Sentrallaboratoriet hos Statens vegvesen i Region Øst. Prøvene ble testet for trykkstyrke og vanninnhold. Der det var mulig, er resultatene sett opp i mot tidligere prøveresultater fra 1984. Prøveresultatene viste at kvaliteten var jevnt over god, og at det er grunnlag for å si at EPS-fyllingene ikke er gjenstand for mekanisk eller kjemisk nedbrytning. Prøvetaking og resultater i sin helhet presenteres i del C.

For vurdering av tilstand på dekkestandard har vi sett på når dekket er lagt og figur over lengdeprofil av gitte strekninger i PMS 2010-programmet, samt bilder på samme strekninger i ViaPhoto. Resultatene presenteres også i del C i oppgaven.

Summary

Purposes

In connection with the execution of the “Bachelor thesis” at Østfold University College, it is made a condition assessment of three early EPS Geofom lightweight fills in Østfold/Akershus. The thesis is based on information from the persons who have been involved in the process from when the first expanded polystyrene (EPS) fill was made until today.

The thought about using EPS in Road fills started in Norway and the first EPS-fill in the world was made at *Flom bruer* in 1972. Today the method is a standard solution when building Road fills on soft ground.

Contents

The thesis is divided into three parts.

Part A

Part A describes the historical background about the use of EPS in Norwegian road building, and a description of the production process and the material properties to EPS.

Part B

In part B an assembly of those guidelines applies for the use of EPS, and various projects with EPS. Basis comparison of the guidelines which contains for EPS-fills in Norway is Norwegian manuals and the European Standard NS-EN 14933:2007. EPS is a material with strong properties when it comes to compressive strength, resistance and density. EPS is frequently used as a light fill material on soft ground.

Many examples on EPS-fills exist. In our Bachelor thesis we have mentioned examples on the use of EPS as bridge fundament, vertical ending, retaining and in a floating bridge. At the same time the *Rv 108 "New Kråkerøy connection"* is showed as an example of a project in construction today.

EPS has been tried used for many different purposes, and several results have been very effective. In our thesis there have been mentioned examples of other applications and ideas which provide a basis for further development.

Part C

Part C shows a survey of the condition for the three areas we have been able to take samples from. The areas are E6 Årum-Hauge, Langhus and Solbotmoan.

Part C in our thesis also deals with the software programs PMS 2010 and ViaPhoto. Our thesis is limited to include the distances where we know there are EPS fills, and know the exact distance span. In that way we decide which of those programs can be used as a tool to make a condition assessment.

Results

The testing has been carried out in the Road Laboratory at Norwegian public Road Administration. The test samples have been tested for compressive strength and water contents. Where we found it possible we have compared early test results from 1984 with the results we obtained in our study. The test results showed that the EPS quality was generally good and revealed no signs of mechanical or chemical breakdown. The testing and the results are presented in part C.

For making an assessment of the road situation, we have looked on when the roads were built and derived a figure with length profile of actual distances in PMS 2010 and pictures of the same distances in ViaPhoto. The results are also presented in part C.

Innholdsfortegnelse

	Side
Sammendrag	9
Summary	11
Del A: Grunnlag	15
1 Innledning	17
1.1 Prosjektbeskrivelse	17
1.1.1 Bakgrunn	17
1.1.2 Prosjektmål	18
1.2 Metodevalg	19
2 Historisk bakgrunn	20
2.1 Historien om bruk av EPS i vegbygging	20
3 EPS – ekspandert polystyren	26
3.1 Produksjon av EPS	26
3.2 Materialeegenskaper	29
3.3 Miljøaspekter	31
3.4 EPS-produsenter	32
3.5 Pris på lette fyllinger av ulike materialer	34
Del B: EPS i vegfyllinger	35
4 Norske retningslinjer for bruk av EPS	37
4.1 Håndbok 274	38
4.1.1 Generelt	38
4.1.2 Materialkrav	38
4.1.3 Dimensjonering	39
4.1.4 Utlegging, tilpassing og tildekking	40
4.1.5 Overbygning	41
4.1.6 Kontroll og oppfølging	42
5 Eksempler på vegprosjekter med EPS	44
5.1 Eksempler på vegprosjekter med EPS i Norge	44
5.1.1 Brufundament	44
5.1.2 Vertikale avslutninger og støttemurer	48
5.1.3 Flytebru av EPS. Rv610 Sande Oset	49
5.2 Rv108 Ny Kråkerøy-forbindelse	51
5.3 Eksempler på vegprosjekter med EPS i Japan	55
6 Andre bruksområder for EPS	57
Del C: Prøvetaking av tidlige EPS-fyllinger	61
7 Bestandighetsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger	63
8 Beskrivelse og vurdering av testområder	64
8.1 Solbotmoan	64
8.2 Vurdering av Solbotmoan 2011	66

8.3 Langhus Fv32 (Fv26) (1977).....	68
8.4 Vurdering av Langhus 2011	70
8.5 E6 Årum-Hauge Skjelinveien (1977).....	75
8.6 Vurdering av E6 Årum-Hauge 2011	76
8.7 Sammenligning av testområdene.....	79
9 Tilstandsundersøkelse av vegstandard.....	80
9.1 Bakgrunn	80
9.2 Beskrivelse og vurdering av utvalgte strekninger med EPS	81
9.3 Resultat av tilstandsvurdering	90
10 Konklusjon.....	91
Referanser	93
Litteraturreferanser	93
Muntlige referanser	94
Internettreferanser	94
Figur- og bildereferanser	96
Generell litteraturliste.....	102
Vedlegg	103

Del A: Grunnlag

1 Innledning

1.1 Prosjektbeskrivelse

1.1.1 Bakgrunn

Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I mange tilfeller kan man bruke lette materialer for å unngå belastninger på undergrunnen, og frem til ca 1970-1975 var brudd av gassbetong, lettklinker ("Leca") eller organiske materialer som bark eller sagflis mye brukt som lette fyllinger i Norge.

I årene fram mot 1972 ble tanken om bruk av ekspandert polystyren (EPS) som et lett fyllmateriale utviklet i Vegdirektoratet, Veglaboratoriet i Norge. Norge var først i verden med denne ideen og i 1972 ble blokker av skumplast i ekspandert polystyren (EPS) brukt som lett fyllmateriale i en norsk vegfylling. Med sin vekt på 20 kg/m^3 var det en betydelig forbedring, selv i forhold til tradisjonelle lette materialer, og siden 1972 er mer enn 400 vegfyllinger med EPS bygget i Norge. I resten av verden er metoden også tatt i utstrakt bruk, og metoden er i dag akseptert som en standard løsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

Det ble i Norge bygget en del EPS-fyllinger i løpet av 70-tallet og inn på 80-tallet. I årene som fulgte ble det foretatt kvalitetstester på noen av de tidligste fyllingene, og det var ikke noe som tilsa at egenskapene etter hvert kunne forverres. Tvert om så man svake forbedringer i de viktigste egenskapene.

De kvalitetskrav som ble lagt til grunn for EPS-materialet i den første fyllingen i 1972 er fremdeles standardvalget i dag.

Ekspandert polystyren er en stabil kjemisk komponent, og det er foreløpig ikke registrert nedbrytning av materialet i grunnen.

De tidligste EPS-fyllingene i Norge nærmer seg nå 40 år, og med den utstrakte bruken som metoden har hatt, kan det være grunn til å undersøke hvordan disse tidligste EPS-fyllingene har klart seg.

1.1.2 Prosjektmål

Oppgaven skal fokusere på

- en beskrivelse av den tidlige historien til bruk av EPS-vegfyllinger i Norge
- en tilstandsvurdering av tidlige EPS-fyllinger
- laboratorieundersøkelser av vesentlige materialegenskaper, som trykk og vanninnhold
- en sammenstilling av de retningslinjer for EPS-fyllinger som er i norske håndbøker og i standard NS-EN 14933:2007
- beskrivelse av prosjekt under utførelse; Rv108 Ny Kråkerøyforbindelse
- beskrivelse av vegen videre og andre bruksområder for EPS
- tilstandsvurdering av strekninger med EPS-fyllinger ved hjelp av programmene PMS 2010 og ViaPhoto

Følgende vegfyllinger skal vi ta ut prøvemateriale fra:

- Solbotmoan, Akershus (1975)
- E6 Årum – Hauge (Skjelinveien) Østfold (1977)
- Langhus, Akershus (1977)

1.2 Metodevalg

I denne oppgaven skal vi se på bruk av EPS i vegfyllinger og samtidig ta ut prøver av tidlige EPS-fyllinger i Norge. Vi har innhentet stoff fra personer som har vært med på prosessen fra den første EPS-fyllingen ble lagt og fram til i dag. Derfor har vi benyttet primær- og sekundærlitteratur, samt informasjon fra rapporter, håndbøker, internett og gjennom muntlige kilder. Muntlige kilder er referert med ”m.k” i teksten. Dette skal brukes som et historisk materiale og som bakgrunnskunnskap for de resultatene vi får ut av tester vi selv skal gjennomføre.

To store hovedoppgaver innen dette fagområdet har vært sentrale som bakgrunnsmateriale for oppgaven vår. Den første er Roald Aabøes hovedoppgave fra NTNU (1979), med tittel: ”Bruk av lette fyllmasser i vegbygging”. Gry Brattensborgs hovedoppgave fra NTNU (1984) er den andre og siste store oppgaven som er gjort på dette fagområdet. Tittelen på denne oppgaven var ”Ekspandert polystyren i vegbygging”.

De tidligste EPS-fyllingene i Norge nærmer seg 40 år, og oppgaven er å se hvordan disse fyllingene har klart seg. Vi skal ta ut prøver som skal testes for vanninnhold og trykkstyrke. Vanninnholdet testes ved å ta vektendringen før og etter uttørking i varmeskap. Det skal benyttes enaksialapparat til testing av trykk, og denne testingen skal skje på Veglaboratoriet hos Statens vegvesen i Oslo. Der det er mulig skal resultatene ses opp i mot tidligere tester som er gjennomført.

Resultatene vi finner skal presenteres på den internasjonale EPS-konferansen som er i Lillestrøm fra 6-8. juni (EPS 2011).

Vi skal også foreta en gjennomgang av retningslinjene for EPS-fyllinger som er i norske håndbøker. I denne sammenhengen er Håndbok 018: ”Vegbygging” og Håndbok 274: ”Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger” aktuelle. I tillegg er den europeiske standarden fra 2007 aktuell, NS-EN 14933:2007.

Vi skal gjøre en tilstandsvurdering av strekninger med EPS-fyllinger ved hjelp av programmene PMS 2010 og ViaPhoto. Dette har ikke vært gjort tidligere. Ønsket er å vise at EPS-fyllinger fungerer like godt som standard vegoppbygging når det gjelder srodybde og jevnhet på vegdekket. Riktig dimensjonering av vegoppbyggingen er avgjørende for å oppnå gode dekkelevetider. Dette skal gjøres ved å studere tilstandsgrafer fra PMS 2010 hvor både EPS-fylling og standard oppbygging er vist. Samtidig skal strekningen vurderes visuelt fra bilder fra ViaPhoto.

2 Historisk bakgrunn

2.1 Historien om bruk av EPS i vegbygging

Norge er et vidstrakt land med store avstander, store klimaforskjeller og liten befolkningstetthet. Det er med på å bidra til at norske vegmyndigheter hele tiden står overfor store utfordringer. Nytenkning er viktig for å utvikle kompetansen innen vegbygging, og tidlig på 1970-tallet var Norge først ute med tanken om en ny type ”lette vegfyllinger”.

”Lette fyllinger” er en fellesbetegnelse som blir brukt om vegfyllinger som er bygget opp av lette fyllmasser. Hensikten er å redusere belastningen på grunnen for å sikre fyllingens stabilitet og redusere setningene på svak eller setningsømfintlig undergrunn. Tradisjonelt har man brukt sagflis, lettbetong, leca eller eventuelt bark som fyllinger på steder hvor det har vært vanskelige grunnforhold. Spørsmålet om hvilke andre muligheter som fantes lå til grunn den dagen ekspandert polystyren (EPS) som et fyllingsmateriale ble en realitet. ”Superlette fyllinger” ble et begrep i 1972 da den første fyllingen av EPS ble et faktum. I første omgang var tanken at EPS skulle kunne brukes i områder der man hadde et geoteknisk problem. (Refsdal, september 1977).

”Frost i jord”

Først i 1964 tok man for første gang i bruk høyverdige isoleringsmaterialer som frostsikring innen vegbygging i Norge. Etter det skjedde det en rask utvikling i bruken av slike materialer. Historien om EPS i vegfylling begynte med et etatsprogram som foregikk fra 1969 – 1976. Det var investert 14 millioner kroner på prosjektet ”Frost i jord”. Dette etatsprogrammet skulle teste isolasjon som frostsikring og mot reduksjon av telehiv. To av de typene skumplast som ble forsøkt brukt var XPS og EPS. XPS viste seg å være svært anvendelig som isolasjonsmateriale for å forebygge frostskafer. (Alfheim, 1974).

I dag, ca 30 år etter, er likevel XPS på vei ut innen frostsikring av norske veier. Bruk av skumglass og ”Leca” er på vei inn isteden. (m.k Refsdal, 2011).

EPS viste seg tidlig uegnet som frostsikring på grunn av høyt fuktopptak. Et brukbart fuktopptak kunne oppnås med tykkere lag med EPS. Ved vegfyllinger over 10-15 cm ville det ikke være nok dampkrefter for at fuktigheten skulle kunne trenge seg inn i EPS'en, men det ville likevel ikke være økonomisk lønnsomt å bruke. (m.k Refsdal, 2011).

Norge først i verden

”Frost i jord”-prosjektet bidro likevel til å oppdage et nytt bruksområde for EPS enn det som var planen. Det var gjennom prosjektet at tanken om bruk av EPS som vegfyllingsmateriale ble sådd. Norge ble første land i verden til å bruke EPS som vegfyllingsmateriale. Tanken kom fra Overbygningsseksjonen ved Veglaboratoriet/Vegdirektoratet, og gjennom prosjektet hadde de opparbeidet seg informasjon om egenskapene til EPS, som styrke, deformasjon, utmatting og durabilitet. Samtidig med prosjektet ”Frost i jord” arbeidet geoteknikkavdelingen med å minimalisere setnings- og stabilitetsproblemer for vegbygging over bløt grunn. Overbygningsseksjonen

var helt sikker på at EPS ville være en egnet teknisk løsning dersom prisen var riktig. (m.k Refsdal, 2011).

Problemet med EPS som vegfyllingsmateriale var at det var relativt dyrt i forhold til andre "lette" fyllmasser. (Alfheim, 1974). EPS var det absolutt dyreste "lette" materialet. EPS hadde en materialpris på ca 200 kr/m³, mens blant annet Leca hadde en pris på 65 kr/m³ og bark en pris på 0-4 kr/m³. Transportkostnadene til EPS var relativt lave, og når man så på kostnadene pr. tonn avlastning viste det seg at materialet kunne være konkurransedyktig til tross for prisen. Samtidig viste EPS seg å være et alternativ til andre kostbare løsninger som peling til fast grunn eller det å bygge en bru. (Refsdal, september 1977).

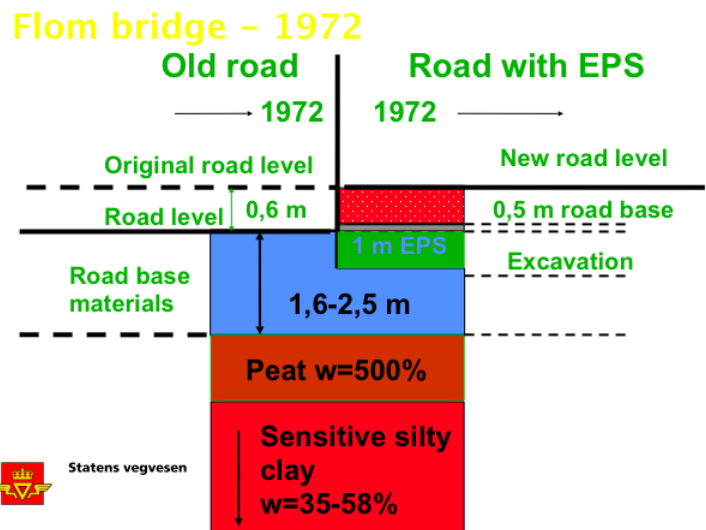
	Siporex - Ylong	Leca	Bark
Romvekt, beregn. verdi	1000 kg/m ³	600-1000 kg/m ³	1000 kg/m ³
Romvekt. målt i fylling	450-950 kg/m ³	420-700 kg/m ³	800-1000 kg/m ³
Pris fra produsent (løs)	38 kr/m ³	65 kr/m ³	0-4 kr/m ³
Årlig forbruk til vegformål	~ 50000 m ³	~ 20000 m ³	~ 10000 m ³

Figur 2.1: Tradisjonelle materialer til "lette fyllinger" i Norge. (Norsk Plast, sept. 1971).

Flom bruer

I juni 1972 sendte vegsjefen i Akershus, Bent Skari, en forespørsel til Veglaboratoriet om de kunne finne en løsning på setningsproblemene ved en strekning på Rv159 ved Flom bruer. Det var da Geir Refsdal så mulighetene i at denne strekningen ville være et ypperlig alternativ som forsøksstrekning med skummet polyuretan. (m.k Refsdal, 2011).

Det var en høytrafikkert veg med ÅDT på 15 000. På denne strekningen på Strømsvegen hadde vegfyllingen sunket kraftig i forhold til bruene. Grunnforholdene var dårlige. Den bestod av 2-3 m tykt torvlag over bløt og sensitiv kvikkleire. Målinger viste at i løpet av 3,5 år hadde vegen satt seg 15-30 cm. Setningshastigheten var svakt avtagende, og hadde siste året satt seg 5-6 cm. Lengdeprofilen av vegbanen viste at vegbanen lå ca 80 cm under antatt opprinnelig veghøyde, og det var ønskelig å justere opp denne høyden. (m.k Refsdal, 2011).



Figur 2.2: Skisse av Flom bruer før og etter bruk av EPS-fylling. (PowerPoint SVV, 2001).

Siden grunnforholdene var så dårlige, var det ønskelig å bruke EPS på grunn av dens ekstremt lave vekt. Vanlig overbygningsmaterialer som sand og grus veier ca 2000 kg/m³, mens EPS kun veier mellom 15-50 kg/m³. Det var derfor grunn til å tro at EPS kunne bidra til å redusere trykket mot grunnen til et nivå som var ønskelig. (Refsdal, 1977).

Hyppige klager fra bilister over dårlige vegforhold var også en avgjørende årsak til at nettopp denne strekningen kunne være et godt alternativ som forsøksstrekning. Sentralsykehuset i Akershus benyttet daglig denne vegen til syketransporter, og mange av klagenene på dårlig veg kom fra dette holdet. (Aabøe, 1979).

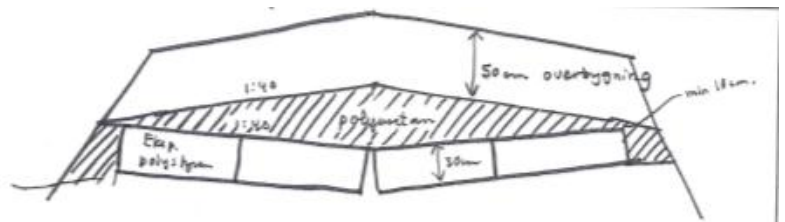
Fra idé til ferdig prosjekt

Deretter gikk det relativt fort i svingene. 26.juni ble EPS-produsenten Scaniplast AS kontaktet. Forespørselen gikk ut på om de kunne levere skummet polyuretan med bestemte egenskaper. To dager senere, den 28. juni, tar Veglaboratoriet kontakt med vegsjefen i Akershus og foreslår å bruke 1000 m³ skummet polyuretan på den aktuelle strekningen. Prisen var beregnet til å komme på 130 til 150 kr/m³. (m.k Refsdal, 2011).

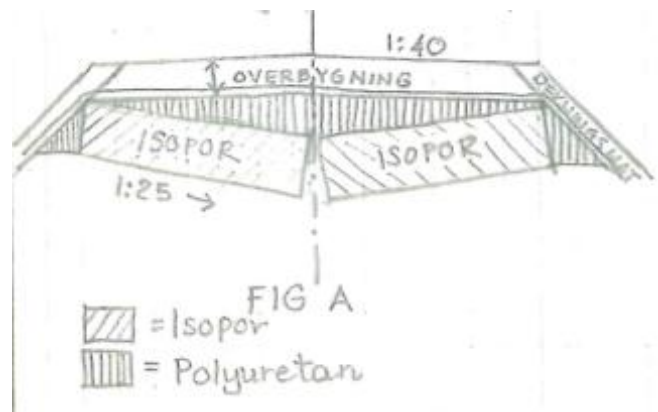
August 1972 stod det mellom to alternative løsninger for denne strekningen. Det ene alternativet var å bruke EPS-blokker med et lag skummet polyuretan over som beskyttelseslag. Det andre alternativet var basert på å bruke kun skummet polyuretan. (m.k Refsdal, 2011).

Den første og andre skissen som ble tegnet er vist i figur 2.3 og figur 2.4. Det var et ønske om å bruke så store blokker som mulig for å hindre forskyvninger. Samtidig skulle EPS-blokkene legges med en svak helning mot midten. Dette for å hindre rystelser og utgliding forårsaket av vibrasjoner fra trafikken. Laget med skummet polyuretan ble også sett på som en avgjørende faktor for en vellykket vegkonstruksjon. Det skulle beskytte EPS'en mot humussyrer, petroleumdestillater og andre skadelige midler. Både helningen på EPS-blokkene og den skummede polyuretanen på toppen viste seg senere å være unødvendig. I ettertid skulle fyllingene kontrolleres for setningsforhold og fuktopptak. (m.k Refsdal, 2011).

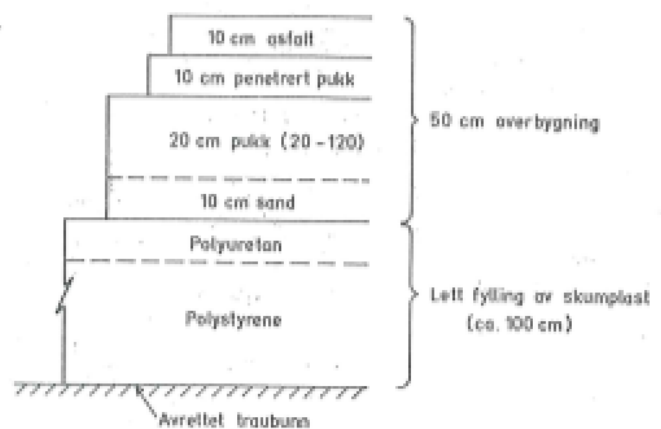
Allerede samme år, den 8. september, ble det bestemt at EPS skulle brukes på en strekning på ca 65 m på Rv159. Strekningen skulle graves bort og fylles opp med blokker av polystyrenblanding. (m.k Refsdal, 2001).



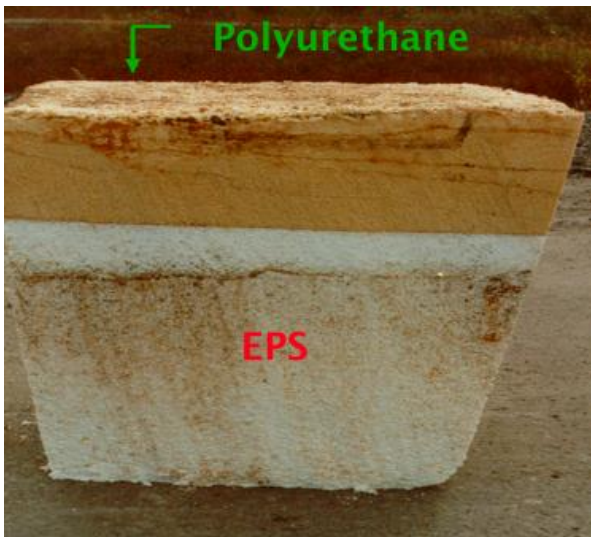
Figur 2.3: Første utkast til vegfylling ved Flom bruer. (Refsdal, 2011).



Figur 2.4: Andre utkast til vegfylling ved Flom bruer. (Refsdal, 1972).



Figur 2.5: Eksempel på vegoppbygning med EPS-fylling. (Norsk Plast, sept 1977).



Figur 2.6: EPS med et skummet polyuretanlag over. (PowerPoint SVV, 2001).



Figur 2.7: Den første forsøksstrekningen ved Flom bruer i 1972. (Esso Magazine, 1980).

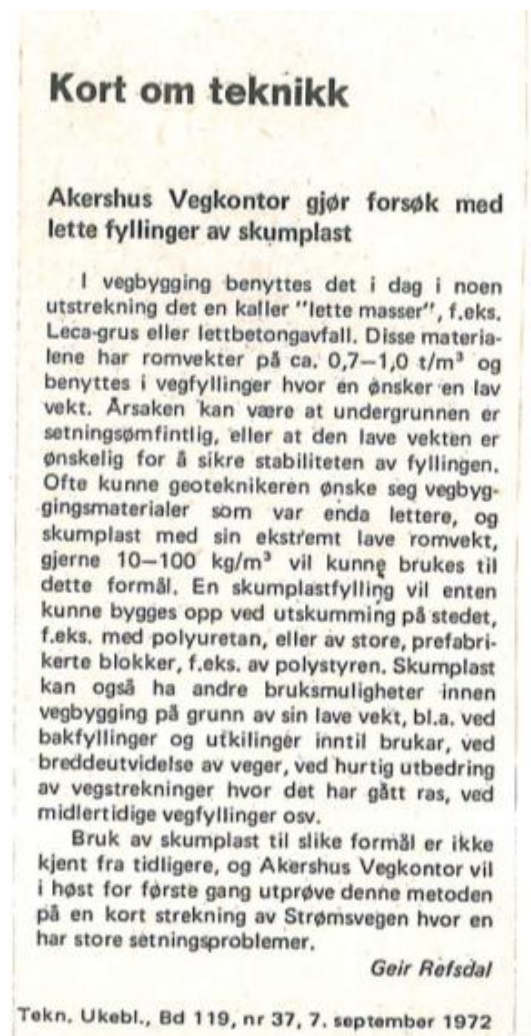
Målet var at EPS'en skulle løse to problemer på denne strekningen. Det ene var altså å heve veien med ca 80 cm, samtidig som avlastningen på grunnen skulle økes. (Alfheim, 1975).

Anleggsperioden varte fra 14. september til 2. oktober samme år. Dette var første gangen i verden at man benyttet skumplast i en vegfylling. I utgangspunktet viste beregninger at det skulle legges EPS-blokker med trykkstyrke på 50 kN/m^2 , men på grunn av at dette ikke var et standardprodukt så ble det lagt en EPS med 100 kN/m^2 i trykkstyrke. Dette er i dag standard i norsk vegbygging. (m.k Refsdal, 2011).

Hele prosessen gikk fort. I løpet av to måneder var ideene blitt til et ferdig prosjekt. Tilfeldigheter bidro til at prosjektet ble realisert på dette tidspunktet. Det var nødvendig å ha en administrasjon som så muligheter i nye ideer samtidig som det var akseptert dersom man mislykkes. (m.k Refsdal, 2011).

Saken publiseres

Saken ble publisert offentlig slik at ingen skulle kunne ta patent på det. Det var i denne notisen viktig å nevne alle potensielle muligheter for bruksområder. Denne saken ble publisert i Teknisk Ukeblad 7. september 1972, se figur 2.8.



Figur 2.8: Notis om forsøk med "lette fyllinger" i Teknisk Ukeblad (Teknisk Ukeblad, 1972).

Den andre forsøksstrekningen

Året etter ble den andre forsøksstrekningen bygget fra 4. juni til nyåpning den 29. juni. Dette var en strekning på ca 115 m. Her var det store setninger og dårlige grunnforhold. Den nødvendige avlastningen måtte være minst $0,5 \text{ t/m}^2$, og beregninger viste at det var praktisk mulig å bruke EPS med en overbygningstykkelse på 50 cm. Igjen ble det brukt en blokkstøpt EPS med skummet polyuretan som beskyttelse. (Alfheim, 1974).

Erfaringer

Det som lå til grunn for å forsøke den nye fundamenteringsmetoden med EPS, var i tillegg til lav egenvekt, den store bøye- og forskyvningsstyrken som EPS har. Denne måten å bygge på skulle være langt mer effektiv enn de tradisjonelle når det gjaldt å få fordelt vekten av tyngre transport. (Refsdal, mars 1977).

Planen med å legge EPS-blokkene med en svak helning mot midten ble oversett av entreprenøren ved legging, og det viste seg å være unødvendig med slike forhåndsregler. (m.k Refsdal, 2011).

I 1974 var erfaringene av de første forsøkene med EPS-fyllinger stort sett bare positive. Avlastningen som var oppnådd var ca $0,7 \text{ t/m}^2$, altså bedre enn forventet. På grunn av den forbedrede avlastningen var setningene redusert slik en ønsket å oppnå, og vegen hadde fått en tilfredsstillende standard. (Alfheim, 1974). Det viste seg også at etter noen få år forekom det nesten ikke setninger. (Refsdal, mars 1977).

Erfaringene viste at EPS var enkelt å håndtere byggeteknisk, mens det var tidkrevende å bruke skummet polyuretan som beskyttelse. Skummet polyuretan var dessuten avhengig av pent vær og temperaturømfintlig under utførelsen. Det var mye som tydet på at det ikke ville være økonomisk forsvarlig å bruke polyuretan ved fremtidige anlegg. (Alfheim, 1975).

Samtidig var det tilsynelatende svært liten sannsynlighet for en tankbilvelt over en slik EPS-fylling. Konklusjonen ble at en betongplate ville gi nok beskyttelse til EPS-blokkene, og det ville være mindre tidkrevende å legge. Derfor ble det brukt en betongplate allerede i neste vegprosjekt der EPS ble brukt. (m.k Refsdal, 2011).

Man så for seg at EPS-fyllinger ville være et alternativ først og fremst til brukonstruksjoner og ved peling, men tanken om flere bruksområder kom relativt fort på banen. Man så for seg at EPS kunne bli brukt på følgende områder:

- i fyllinger med større tykkelser
- i fyllinger inntil landkar for å redusere det dimensjonerende jordtrykket og å minske setningene bak landkaret
- ved breddeutvidelse av eksisterende veg, hvor man normalt får uheldige setningsforhold
- som midlertidig fylling ved brudd og lignende
- som fylling i midlertidig veg, der blokker av EPS vil kunne bli brukt om igjen

(Alfheim, 1974).

Neste skritt i prosessen

Etter at den første fyllingen ble laget, gikk det slag i slag. Figur 2.9 viser EPS-fyllinger som ble laget mellom 1972 og 1977. Det var liten tvil om at de i bransjen hadde stor tro på slike fyllinger.

STED	VEG	ÅR	LENGDE (m)	VOLUM (m ³)	MAX HØYDE (m)	MERKNAD
Strømsvegen ved Flom bru	rv.159	1972	65	695	1,0	(375 m ³ polyuretan)
Strømsvegen ved Flom bru	rv.159	1973	110	1400	1,1	
Solbotmoan ved Ski	rv.154	1975	120	560	2,75	
Sonnidal ved Krøgerø	fv. H255	1975-76	80	800	3,0	
Strømme ved Kr. sand	rv.401	1976	50	400	1,0	Nær E 18
Strømsvegen ved Flom bru	rv.159	1976	65	250	-	Gangsti
Sloravegen ved Langhus	fv. C262	1977	360	1800	0,5	Under bygging
Årum - Hauge ved Sarpsborg	E6	1977	70	1700	2,5	Under bygging
Fergesledvegen ved Sarpsborg	-	1977	40	1600	3,5	Under bygging
Europavegen ved Abildsö	E6	1977	110	4000	4,5	Under prosj.
Rosenkranzgt. i Drammen	E76	1977	12	250	3,0	Under prosj.

Figur 2.9: Superlette fyllinger 1972 - 1977. (Norsk Plast, sept 1977).

I dag er metoden med bruk av EPS akseptert som en standard løsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn. Utgravinger og prøver har vist at EPS har tålt trafikklastene og at aldringen på selve materialet har vært svært lite. (Aabøe, 1981).

3 EPS – ekspandert polystyren

3.1 Produksjon av EPS

Generelt

EPS er en forkortelse for ekspandert polystyren. Styren finnes i små mengder naturlig i planter, samt i frukt, grønnsaker, nøtter, drikkevarer og kjøtt. På 1930- tallet kom man imidlertid fram til at styren kunne produseres industrielt. I 1949 ble den første EPS-blokken oppfunnet av kjemiker Fritz Stastny og fikk navnet STYROPOR. (m.k Andersen, 2011).

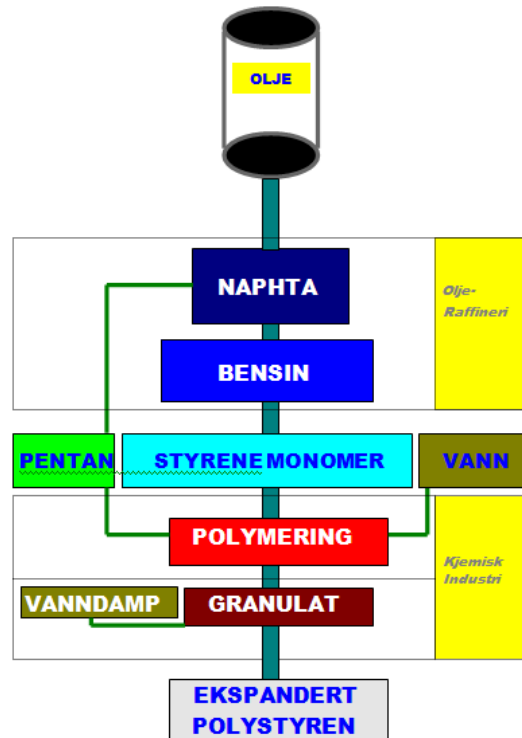
EPS-perler (granulat) dannes ved å polymerisere styrenmolekyler og tilsette mindre mengder ekspansjonsmiddel som pentan. Pentan vil fungere som et esemiddel og er et naturlig hydrokarbon. Det betyr at EPS består bare av karbon og hydrogen. (Se figur 3.1). (m.k Andersen, 2011).

EPS-råvaren som fabrikkene bruker til å lage EPS-blokker av, leveres i form av små runde, glassliknende perler eller sylindrisk pellets. EPS-råvarene blir produsert i generell og

modifisert kvalitet. De generelle kvalitetene inneholder ikke noen spesielle tilsetningsstoffer. De modifiserte kvalitetene inneholder små mengder selvslukkende additiv som inneholder brom. I de skandinaviske landene bruker vi bare den generelle kvaliteten. (m.k Andersen, 2011).

Forskumming

Det første trinnet i prosessen er forskumming. Her blir perlene sendt inn i en forskummer som har en temperatur på 100 °C (se figur 3.2). Vanddamp brukes til å oppnå ønsket temperatur. Gjennom denne prosessen får plastperlene en myk struktur, og ekspansjonsmiddelet i perlene medfører at de utvider seg opptil 60 ganger av opprinnelig størrelse (se figur 3.3). Egenvekten av perlene bestemmes av temperatur og damptid. Den gjenstående pentanmengden i perlene forsvinner ut i jordas atmosfære som karbondioksid og vann. (m.k Andersen, 2011).



Figur 3.1: Kjemisk oversikt over produksjonen. (Alltak.no, 2011).



Figur 3.2: Forskummer. (Tjernsbekk, 2011).



Figur 3.3: Perleformasjon før og etter forskumming. (Tjernsbekk, 2011).

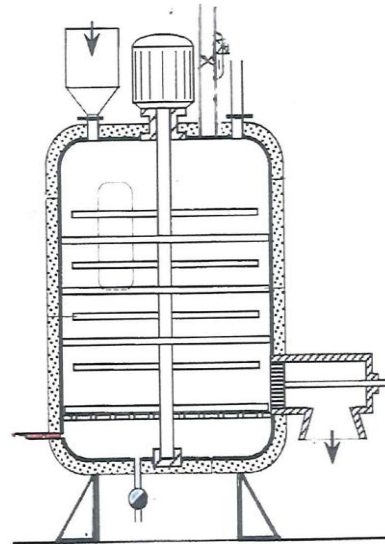
Satsvis forskumming

Forskumming kan gjøres på to forskjellige måter, satsvis og kontinuerlig. I en satsvis forskummer blir beholderen fylt med ønsket mengde perler, samtidig som det tilsettes damp for å fjerne luftinnholdet. Perlene røres om av et røreverk, og mer damp tilsettes til man får et ønsket trykknivå i beholderen. Siden mengden av perler i beholder og utvidelsen av perlene øker parallelt, tar det ikke lang tid før de forskummede perlene er ferdig ekspandert. (m.k Andersen, 2011).

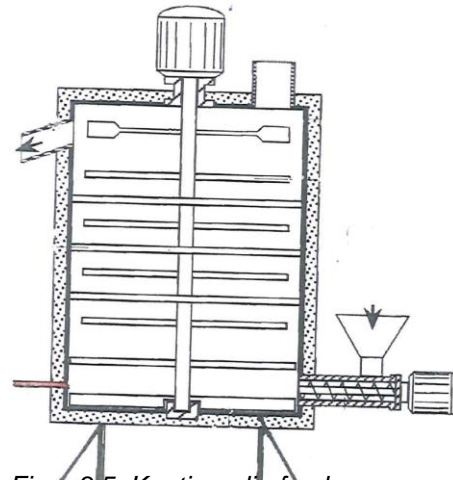
Kontinuerlig forskumming

I en kontinuerlig forskummer transporteres perlene inn i bunnen av beholderen og kommer ut ekspandert øverst. Med et jevnt kontinuerlig og lavt damptrykk vil perlene forlate forskummeren via en åpning i konstant høyde. Tettheten til de ekspanderte perlene bestemmes automatisk av hastigheten som perlene har når de havner i beholder. (m.k Andersen, 2011).

Etter at perlene har gjennomført forskumming, transporteres de videre for mellomlagring. Under mellomlagringen kjøles perlene ned og det utvikler seg et vakuum i de enkelte cellene på grunn av kondens av resterende ekspansjonsmiddel. Luft diffunderer inn i cellene slik at trykket blir utjevnet. Lagringen skal vare i ca 12 timer og bidra til en stabilisering av perlene. (m.k Andersen, 211).



Figur 3.4: Satsvis forskummer. (m.k Andersen, 2011).



Figur 3.5: Kontinuerlig forskummer. (m.k Andersen, 2011).

Støping av blokker

Neste steg i prosessen er støping av blokker. Det foregår ved at perlene blir sendt inn i en stor metallform (se figur 3.6). Damp tilføres, mens luft blir fjernet slik at det oppstår nødvendig vakuüm. Restmengder av ekspansjonsmiddel gjør at perlene utvider seg igjen og klebes sammen til en homogen blokk med skum. Etter en liten avkjølingsperiode fjernes EPS-blokken fra formen og videreføres til området hvor den skal skjæres. (m.k Andersen, 2011).

Skjæring

Blokkene skjæres til endelige dimensjoner få timer etter at de har blitt støpt. Her blir glødetråder brukt som et glimrende verktøy. Det er viktig å skjære blokkene slik at man oppnår bedre toleranser og flathet. Standard dimensjoner er 600 mm x 1200 mm x ønsket lengde (se figur 3.7). (m.k Andersen, 2011).



Figur 3.6: Støpeform. (Tjernsbekk, 2011).



Figur 3.7: Tilpasning av EPS-blokker. (Tjernsbekk, 2011).

3.2 Materialelegenskaper

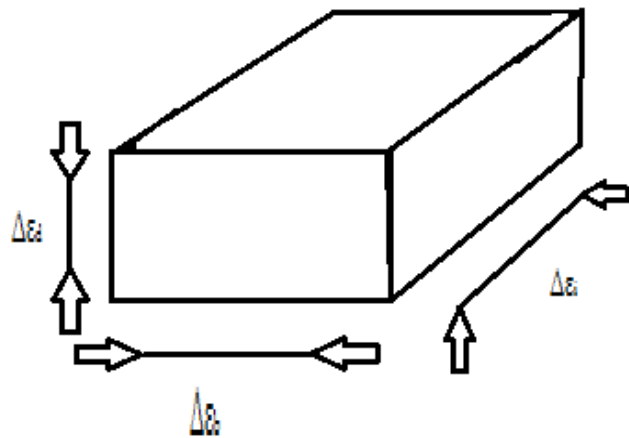
NS-EN 14933:2007

NS-EN 14933:2007 beskriver materialelegenskaper, klasser og testemetoder for EPS-materialet generelt. Standarden er foreløpig ikke innført i Norge som krav, men brukes som veiledning og gir retningslinjer til EPS-produksjon.

Støpekrymp

Når en EPS-blokk blir støpt, vil den alltid ha fysiske endringer etter avforming. En slik oppførsel er felles for alle plast- og støpeteknikker. Definisjonen på støpekrymp vil si den relative forskjellen mellom formens innvendige mål, og den støpte blokkens mål. (m.k Andersen, 2011). Dette skal måles innen 48 timer etter NS-EN 14933:2007.

Det er gitt strenge krav til utlegging av blokker og avstanden mellom dem. Derfor bør krympen være den samme i alle retninger $\Delta\epsilon_l$ (lengde), $\Delta\epsilon_b$ (bredde), $\Delta\epsilon_t$ (tykkelse), jf figur 3.8. Krympen skal heller ikke overstige 1 % krymp (NS-EN 14933:2007). Verdier over dette vil tyde på uheldig behandling eller andre uheldige forhold under prosessen. NS-EN 14933:2007 sier at prøven skal tas i romtemperatur: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ og en relativ luftfuktighet på $(90 \pm 5)\%$ (NS-EN 14933:2007).



Figur 3.8: Viser krymp i alle retninger. (L.M. Andersen, 2011).

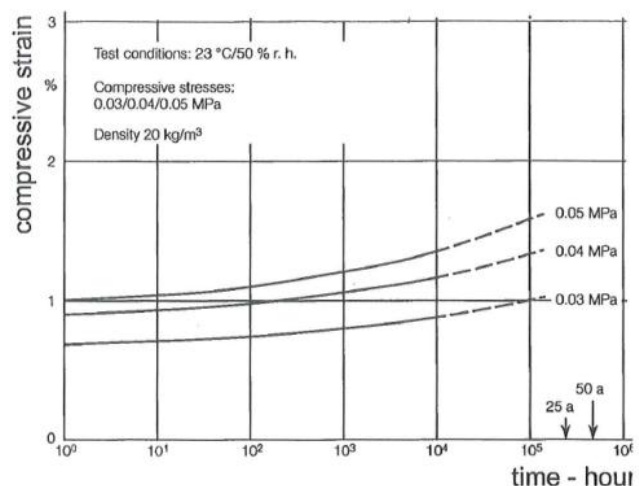
Etterkrymp

All krymp som forekommer etter støping kalles etterkrymp. Definisjonen på etterkrymp vil si den samme forskjellen som hos støpekrymp målt 48 timer etter fjerning fra formen. Etterkrymp skyldes i stor grad diffusjonen av ekspansjonsmiddelet reten. Etterkrymp er den samme i alle retninger. EPS-blokker med lavere pentaninnhold vil ha mindre etterkrymp enn EPS-blokker med normalt pentaninnhold. (m.k Andersen, 2011).

Mekanisk belastning

Den viktigste egenskapen til EPS er den styrken den har når den blir utsatt for kortvarige laster og langtidslaster. Over en tidsperiode på 50 år skal ikke trykkdeformasjonen på EPS-blokkene være på mer enn 2 % når de er utsatt for langtidslaster. (NS-EN 14933:2007).

Den europeiske standarden, EN 1606, beskriver en metode for å beregne belastningsverdier med hensyn til krympadferd uttrykt ved $\sigma = F/A$ (Hooks lov). Dette er krympadferd når EPS-blokkene

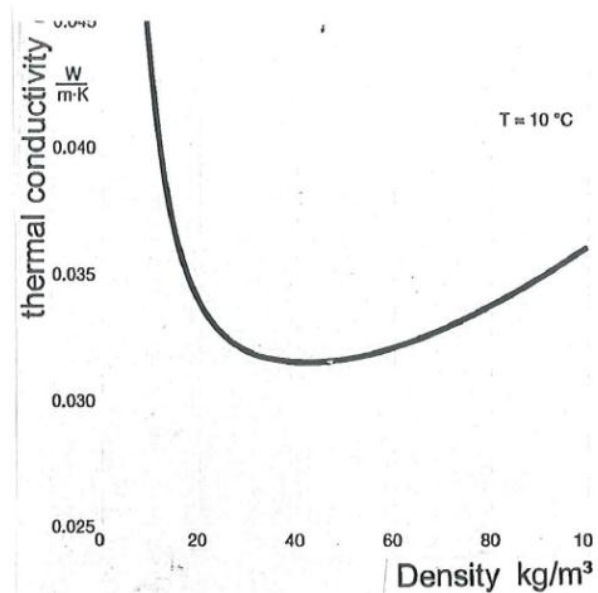


Figur 3.9: Deformasjonskurve. (Andersen, 2011).

utsettes for langtidslaster. Når man skal beregne verdier på bøy- og strekkfasthet, må man ta hensyn til egenvekt i beregningene da dette er avgjørende for egenskapene. Høyere vekt tilsvarer sterkere materiale. (m.k Andersen, 2011).

Termisk isolasjon

I tillegg til gode egenskaper mot trykkpåkjenninger har EPS også gode termiske egenskaper. EPS består av 98 % luft og 2 % polystyren (EPS-gruppen.no /1/, 2011). Man vet at luft innestengt i celler har liten ledningsevne. Siden EPS-blokkene består av 98 % luft, har de en helt suveren isolasjonsevne, både for kjøling og varme. Luften forblir i cellene, og isolasjonseffekten forblir den samme. Man kan måle den termiske effekten i EPS-blokker. Dette er beskrevet i EN 13163. Mekaniske egenskaper avhenger også av egenvekten til EPS (kg/m^3), slik som den termiske ledningsevnen. På figur 3.11 kan vi se at ledningsevnen faller ned til et minimum ved 30-50 kg/m^3 for deretter å øke igjen (m.k Andersen, 2011).



Figur 3.10: Isolasjonskurve gitt av densitet. (Andersen, 2011).

Vannabsorpsjon

Sammenlignet med mange andre typer skum er ikke EPS hydroskopisk. Selv når det er neddykket i vann, vil det bare trekke til seg en mindre mengde vann. Dette skyldes at celleveggene i EPS'en er vanntette, og vannet kan bare trenge gjennom de små kanalene som dannes mellom celleveggen. For å måle vanninnhold brukes metoden etter EN 12087. Etter 28 dager tar ikke blokken opp mer en 5 % av sitt eget volum. Dette avhenger ikke av tettheten slik som termiske og mekaniske egenskaper. (m.k Andersen, 2011).

Bestandighet

Verken planter, dyr eller mikroorganismer vil ha noen ernæringsmessig fordel av EPS. EPS er heller ingen hindring for gnagere eller insekter som er på jakt etter mat. Samtidig byr EPS på varme og lune "boliger" for mange insekter som setter pris på den isolasjonsevnen som finnes.

EPS er et helsyntetisk materiale og er derfor bestandig mot råte. Det er også svært motstandsdyktig mot aldring. EPS utsatt for ultrafiolette stråler vil resultere i et gult, sprøtt lag etter 14 dager med eksponering. Denne eksponeringen har ingen betydning for den mekaniske styrken pga. dybde på gjennomtrengning (m.k Andersen, 2011).



Figur 3.11: EPS angrepet av insekter (skadedyrkontroll.biz, 2011).

3.3 Miljøaspekter

EPS er meget miljøvennlig. Det fremstilles av olje, men inneholder ingen skadelige stoffer. Av det totale oljeforbruket i Europa er det kun 0,2 % som går til fremstilling av EPS.

Miljøsituasjon ved produksjon

Under produksjonen av EPS gjelder kun bruk av avansert teknologi slik at ingen miljøgifter forsvinner ut i atmosfæren. Det blir utført strenge kontroller, og bruk av KFK (klorfluorkarbon) eller HKFK (hydroklorfluorkarbon) er forbudt i produksjonen. Forskjellige miljøbalanser og livssyklusanalyser har vist at EPS er et enestående byggemateriale som bidrar til null nedbrytning av ozonlaget, og liten global oppvarming. (EPS-gruppen.no /2/, 2011).

Miljøhensyn ved brann

EPS-blokken er lett antennelig, men gassutslippet fra forbrenningen kan sammenlignes med det samme utslippet som ved vedfyring. Det betyr at røyken forurenses svært lite og er lite skadelig for miljøet. (alltak.no, 2011).



Figur 3.12: Brann i en EPS-fylling slipper ut de samme stoffene som ved vedfyring.

Siden 1973 har tre EPS-fyllinger brent opp under anleggsfasen. En ble forårsaket av at noen barn lekte med fyrstikker, en annen ble tent på av ungdommer og den tredje fyllingen tok fyr etter en gnist fra sveisearbeid. Det er i dag over 20 år siden dette skjedde, så sett opp i mot antallet EPS-fyllinger som i dag er ferdige, er sannsynligheten for slike uhell svært liten. (m.k Refsdal, 2011).

Et problem er at det er dårlig kunnskap om EPS i brannvesenet. Ved de tre brannene som har vært i Norge, har det vært foretatt unødvendige evakueringer. Avisoverskriftene i etterkant av slike branner har fokusert på de farlige gassene som slippes ut, noe som er feil informasjon og skaper unødvendig bekymring blant involverte parter. (m.k Refsdal, 2011).

Helsepåvirkninger

Gjennom et hygienisk aspekt har EPS ikke vist noen tegn til negativ påvirkning på helse. Materialet gir ingen mulighet for vekst av sopp, bakterier eller andre organismer. Derfor egner EPS seg godt som emballasje i matindustrien. (alltak.no, 2011 og m.k Andersen, 2011).

Resirkulering

EPS er meget godt egnet til resirkulering. Alt restavfall fra kapp og avskjæring havner tilbake i produksjonsprosessen. Der blir det enten malt opp i små biter og brukt i pakkeindustrien, eller nedsmeltet som råvare til nye EPS-produkter. (m.k Andersen, 2011).

Gjenbruk

En annen fordel med EPS, er at blokkene kan brukes om igjen opptil flere ganger. Det er flere eksempler på at blokker er flyttet fra et prosjekt, for å bruke de på nye prosjekter. Dette er både økonomisk lønnsomt og har en positiv miljøeffekt. Et eksempel er fra 1985. Det ble bygd opp en fylling i sentrum av Ås, som dagen etter ble fjernet og brukt på andre prosjekter. (m.k Refsdal, 2011).

3.4 EPS-producenter

EPS er kjent under mange navn på grunn av varemerkene som EPS-produktene markedsføres under. På folkemunne er kanskje isopor det mest vanlige. Alle produsentene har sine egne navn på EPS-produktene sine. I dag er det mange EPS-producenter i Norge, der ca syv bedrifter produserer EPS til bygg og anlegg. Siden EPS leveres i standardiserte kvaliteter, er det enkelt å sammenligne produktene fra ulike produsenter. (EPS-gruppen.no /3/, 2011).

Følgende produsenter leverer EPS til bygg og anlegg i dag

- Jackon AS, med merkevare Jackopor. Produksjonssted i Norge: Fredrikstad.
- Brødr. Sunde AS, med merkevare Sundolitt (tidligere merkevare isopor). Produksjonssted i Norge: Ålesund i Møre og Romsdal.
- Isolitt, med merkevare Glava EPS (tidligere var isolitt også merkevare). Produksjonssted i Norge: Stjørdal i Nord- Trøndelag og Spydeberg i Østfold.
- BeWi, med merkevare BeWi. Produksjonssted i Norge: Hamarvik i Sør-Trøndelag.
- Vartdal Plastindustri, med merkevare Styropor (Leverer i hovedsak isolasjonsplater til bygg og anlegg). Produksjonssted i Norge: Vartdal i Møre og Romsdal.
- Løvolds Industri AS, med merkevare Termopor. (Leverer i hovedsak isolasjonsplater til bygg og anlegg). Produksjonssted: Bodø i Nordland.
- Nesseplast AS, med merkevare Nesseplast (Leveres i hovedsak isolasjonsplater til bygg og anlegg). Produksjonssted i Norge: Balestrand i Sogn og Fjordane.

Geografisk beliggenhet til de ulike produsentene viser god dekning i Norge. Det betyr at det er lave transportkostnader og lett tilgjengelig.

I tillegg er det flere andre produsenter som er store innen EPS som emballasje. (EPS-gruppen.no /4/, 2011).

Bedriftsbesøk

24.februar fikk vi komme på bedriftsbesøk til Jackon AS i Fredrikstad. Vi fikk en bedriftspresentasjon og en omvisning i fabrikk og på laboratoriet. Dette var lærerikt og interessant med tanke på bacheloroppgaven vi skulle skrive.



Figur 3.13: Forfatterne studerer råmaterialet som senere skal bli en ferdig EPS-blokk. (Tjernsbekk, 2011).



Figur 3.14: Her er forfatterne avbildet foran en ferdigstøpt EPS-blokk. (Vaslestad, 2011).

Videre følger en presentasjon av Jackon AS som tas med som et eksempel på produsent.

Jackon AS

Polystyren ble først oppdaget 1839 av Eduard Simon i Tyskland. Det skulle likevel gå nesten 80 år før produktet ble det vi i dag kjenner som polystyren.

1931 begynte det tyske firmaet I. G Farben å produsere Polystyren. Dette viste seg svært vellykket da de klarte å bruke en maskin som ekstruderte polystyren, altså laget polystyren i pelletsform (Wikipedia.com, 2011).

I 1956 hang Jacob Solgaard og Konrad Akselsen seg på bølgen. De begynte med produksjon av flytematerialer til redningsvester og isolerende rørskåler til vannrør. Navnet Jackon kommer av de tre første bokstavene i hvert navn JAC – KON. (Jackon.no, 2011).

Siden den gang har firmaet vokst seg til å bli en av de ledende produsentene i Norge av EPS og XPS med et av Skandinavias mest moderne anlegg. Jackon bruker mye ressurser på forskning og kvalitetskontroll og har blitt en av de ledende aktørene når det kommer til kompetanse internasjonalt. Det er med på å bidra til at produktene kan tilpasses raskt etter behov. (Jackon.no, 2011).

Grunnet gode kvalitetskontroller leverer Jackon- produkter med gode kvaliteter som tilfredsstillende markedskravene til enhver tid. (Jackon.no, 2011).

Gjennom 55 år med produksjon har Jackon vokst seg til å bli en av de store aktørene i markedet med fabrikker i flere land i Europa, som Norge, Sverige, Tyskland, Tsjekkia og Belgia (Jackon.no, 2011).



Figur 3.15: Jackons produksjonssteder i Europa. (Jackon.no, 2011).

3.5 Pris på lette fyllinger av ulike materialer

Innen vegbygging har det alltid vært et økonomisk dilemma der kvalitet og penger danner konflikter. Ved bygging av lette fyllinger har valget som oftest stått mellom lettklinker og EPS– blokker, men i de senere årene har også skumglass meldt seg på som et godt egnet materiale. Tabell viser en sammenligning av priser mellom de tre materialene ut i fra dagens prisnivå og data samlet fra en prissammenligning Roald Aabøe gjorde i 1979. Disse prisene er fabrikkpriser som har blitt oppgitt av produsenten som inkluderer merverdiavgift, men ikke transportkostnader. Det er imidlertid viktig å presisere at prisene avhenger av produsent, mengde og frakt. Prisene er satt opp som kr per m³. EPS– prisen gjelder en blokk med standard kvalitet 100 kN/m².

Prisene er hentet inn fra produsenter som Jackon AS, Glasopor AS og Weber AS.

Tabell 3.1: Prissammenligning av lette fyllmaterialer.

Materiale	Skumglass	Leca	EPS (100)
Pris pr. m ³ (2011)	320 kr	255 kr	360 kr
Pris pr. m ³ (1979)	ikke aktuell	157 kr	245 kr

Prisstigning

Gjennom beregninger med hensyn på konsumprisindeksen ville 245 kr i 1979 tilsvart nesten 900 kr i dagens prisnivå. Det betyr at prisen på EPS har blitt vesentlig billigere med tanke på kroneverdien i dag. Dette gjelder også for lettklinker.

Prisøkningen for lettklinker fra 1979 til 2011 har vært 39 %, mens EPS har hatt en prisøkning på 32 %. Dette viser at EPS har hatt en noe lavere prisøkning de siste 32 årene enn leca.

Del B: EPS i vegfyllinger

4 Norske retningslinjer for bruk av EPS

Håndbok 274 "Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger" gjelder som retningslinjer for norsk vegbygging. Denne håndboken skal sikre en god og enhetlig geoteknisk saksbehandling i Statens vegvesen. Håndbok 274 kom i 2008, og var en samling av tre tidligere håndbøker; Håndbok 165 "Sikring av vegskråninger", Håndbok 176 "Oppbygging av fyllinger" og Håndbok 188 "Veg på bløt grunn". Formålet med Håndbok 274 er at den skal fungere som en veileder i tilknytning til Håndbok 018 "Vegbygging". Oppgaven er begrenset til ikke å gjelde generell vegbygging, så det er kun Håndbok 274 som er beskrevet.

EPS er beskrevet i Håndbok 274 i kapittel 2: Fyllinger.

Kapittel 4.1 i denne oppgaven er en kortfattet versjon av retningslinjer for bruk av EPS i vegbygging i Håndbok 274. Det er derfor ikke egenprodusert, men anses som nødvendig for forståelse av oppgaven.

4.1 Håndbok 274

4.1.1 Generelt

Ved valg av type lett fylling er det flere kriterier som er avgjørende. Hovedsakelig er det hvor stor avlastning grunnen trenger, hvilken massetype det er økonomisk fordelaktig å bruke, samt materialeegenskapenes variasjon med tiden. (Aabøe, 1979).

Når geotekniske forhold gjør at vekten på fyllingen er avgjørende for stabilitets- eller setningsforhold, har bruk av EPS-blokker vist seg å være hensiktsmessig å benytte.

På lite bæredyktig grunn må vegfyllinger ofte bygges opp av lette fyllmasser for å sikre stabiliteten eller for å unngå store setninger.

Metoden kan benyttes til oppbygging av vegfyllinger eller støttemurkonstruksjoner for:

- reduksjon av last på undergrunn, både ny og gammel setningsskadet veg
- reduksjon av jordtrykk mot støttemurer og landkar
- utjevning av differensialsetninger i overgang til konstruksjoner
- utbedring av rasområder
- kompensert fundamentering
- plassbesparende tiltak
- utnytting av oppdriftsegenskaper (flytende veger)

4.1.2 Materialkrav

Trykkstyrke

Dimensjonerende trykkstyrke skal være minst 100 kN/m^2 dersom ikke annet er spesifisert. Gjennomsnitt for alle kontrollerte blokker skal være minst 100 kN/m^2 . Gjennomsnitt for en enkelt blokk (6 målinger) skal ikke være mindre enn 90 kN/m^2 , og ingen enkeltmåling skal være mindre enn 80 kN/m^2 .

Dersom sterkere EPS-kvalitet benyttes, skal gjennomsnittlig målt trykkstyrke minst være lik dimensjonerende trykkstyrke. Enkeltblokker skal i gjennomsnitt ha 90 % av denne trykkstyrken, og ingen enkeltmåling skal være mindre enn 80 % av dimensjonerende trykkstyrke.

Trykkstyrken skal angis som spenning ved 5 % deformasjon, målt med enaksialt trykkapparat. Målingene skal foretas på prøver med størrelse 50x50x50 mm.

Dimensjoner

Sidekant: min 0,5 m

Lengde: min 2,5 m

Maks tillat avvik (høyde, bredde, lengde) +/- 1 %

Maks tillat avvik for jevnhet: 5 mm målt med 3 m retthold

Blokkene skal være rettvinklet og ha plane overflater. Tykkelsesforskjell mellom naboblokker, som skal ligge i samme lag, skal ikke være mer enn 5 mm.

Brennbarhet

Standard EPS-kvalitet er meget utsatt for brann. For å hindre brann i EPS-fyllinger i anleggsperioden bør følgende tiltak overholdes:

- vakthold ved fylling, eventuelt kombinert med arbeid i flerskiftsordninger
- inngjerding eller annen sikring av byggeplassen og selve fyllingen
- forsiktighet ved bruk av skjære- og sveiseutstyr og lignende

Det er viktig å ta slike hensyn, for når uhellet først er ute er det helt umulig å stoppe en eventuell brann og flere titalls tusen m³ EPS går opp i røyk i løpet av få minutter.

4.1.3 Dimensjonering

Vegfyllinger av EPS skal utformes og dimensjoneres slik at beregningsmessig stabilitet og setninger blir akseptable. Sikkerhetsfaktorer skal være som for øvrige geotekniske beregninger.

Utnyttelse av trykkstyrke for EPS

Dimensjonerende last skal ikke overstige $q_d = 30 \text{ kN/m}^2$ for vanlig EPS-materialer med trykkstyrke 100 kN.

For spesielle konstruksjoner vises til Håndbok 274, avsnitt 2.4.3.3 dimensjonering.

Det kan regnes med en dimensjonerende trykkstyrke tilsvarende 30 % av materialets trykkstyrke ved 5 % deformasjon.

For EPS bør man benytte følgende styreklaser: 100 kN/m², 140 kN/m² og 180 kN/m² ved 5 % deformasjon.

Dimensjonerende tyngdetetthet

Dimensjonerende tyngdetetthet varierer ut i fra om EPS-blokkene ligger drenert eller under høyeste grunnvannsstand. Ved setnings- og stabilitetsberegning skal den dimensjonerende tyngdetettheten settes lik:

$$\gamma_d = 0,5 \text{ kN/m}^3 \text{ for drenerte fyllinger}$$

$$\gamma_d = 1,0 \text{ kN/m}^3 \text{ for fyllinger under høyeste vannstand}$$

Sikring mot oppdrift

Oppdrift kan skape problemer ved høy vannstand. Det skal sikres at tyngden av fyllingen er større enn oppdrift ved maks flomvannstand – en sikkerhetsfaktor på minimum 1,3.

Sikkerhet mot oppdrift beregnes som forholdet mellom fyllingens tyngde til bunnen av EPS-laget. Dimensjonerende tyngdetetthet for beregning settes lik $\gamma_d = 0,2 \text{ kN/m}^3$.

Det er kun små mengder vann som blir absorbert i EPS-materialet ved plutselig neddykking, noe som tilsvarer < 5 % av totalt volum. (m.k Andersen, 2011). På grunn av lite vann som blir absorbert, så kan opptrødende oppdrift pr. volumenhet beregnes som forskjellen i tyngdetetthet mellom EPS-blokkenes tyngdetetthet og tyngdetettheten til vann.

$$F_{op} = \gamma_{EPS} - \gamma_w = 0,2 - 9,8 = - 9,6 \text{ kN/m}^3$$

EPS-blokkene skal vanligvis ligge drenert og over normal vannstand. Fyllingen må sikres mot flom både i anleggsfasen og senere

Horisontalkrefter, forankring og drenering

På strekninger hvor det forventes spesielle horisontalbelastninger må opptak av krefter vurderes. Friksjonskoeffisienten mellom skumplassblokker, og skumplassblokker og avrettningslag regnes $\mu = 0,7$.

I skrånende terreng må det legges tilstrekkelig drenering for å unngå oppbygging av horisontaltrykk mot EPS-fyllingen. Det bør legges stikkledninger for å forhindre oppdemming av vann. I høye fyllinger må det tas hensyn til vindkrefter både i anleggsfasen og permanent.

Krav: 2 m bredde på foten ved fylling med min. høyde = 2 m.

Tiltak for sikring av fylling skal vurderes ved utsettelse for horisontalkrefter. Det bør spesielt vurderes forankring av konstruksjonen ved skrånende terreng og høye fyllinger.

Ved EPS som fyllmasse bak brulandkar, støttemurer eller lignende kan forholdet mellom horisontalspenningen og vertikalspenningen settes lik $\sigma_h / \sigma_v = 0,1$. Det forutsettes stabil skråning i bakkant av EPS-massene, slik at fyllingen ikke er påvirket av jordtrykk

4.1.4 Utlegging, tilpassing og tildekking

Blokkene skal ikke legges ut ved tele i bakken.

Krav til jevnhet

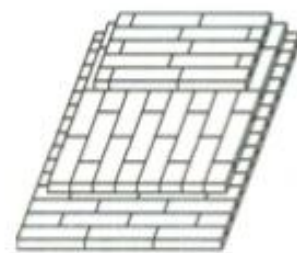
Før utlegging av EPS-blokker skal underlaget være avrettet til teoretisk høyde +/- 50 mm. Jevnheten på avrettningslaget skal være 10 mm eller bedre, målt med 3 m rettholt.

Det skal holdes fortløpende tilsyn med at blokkene i hvert lag har tilfredsstillende jevnhet før neste lag legges ut. Viktigheten med dette øker med høyden på fyllingen. (Vegdirektoratet 1991). I fyllinger med vanlige belastningsforhold, som vekt av overbygning, kan det oppstå egensetninger på inntil 1 % av fyllingshøyden når belastning er påført.

Oppbygging og tilpassing

Ved legging av flere lag skal EPS-blokkene legges i forband i begge retninger for å unngå gjennomsettende vertikale sprekker, se figur 4.1.

Små gap, mindre enn 2-3 cm, kan aksepteres ved lokal tilpasning og vinkelendring mellom blokker i samme lag. Større sprekker fylles med sand eller løse lettklinker, mens sprekker større enn 5 cm tillates ikke.



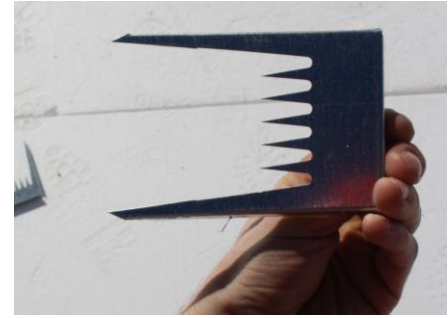
Figur 4.1: Eksempel på oppbygging i forband.

Utkiling og varierende helning

Avtrapping/utkiling av fyllingen bør utføres ved at underlaget avtrappes og avrettes med "terrasser" parallelt med prosjektert høyde for EPS-fyllingen. Avretting med løse EPS-biter, tynne plater og lignende i toppen av fyllingen skal ikke forekomme.

Forankring mellom blokker

Ved permanent belastning er det vanligvis ikke nødvendig med forankring. Det kan likevel være lurt å bruke tømmerforbindere i anleggsfasen for å forhindre at blokkene forskyver seg. Ved mye vind kan det være nødvendig med ytterligere sikring for å hindre at blokkene blåser vekk.



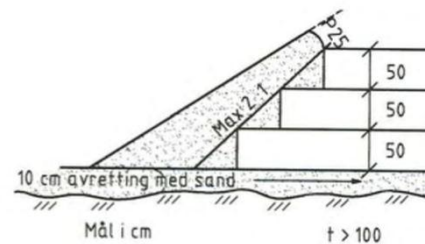
Figur 4.2: Forbinder. (Tjernsbekk, 2011).

Skråningsutslag/ overdekning

Normal skal skråningshelningen for EPS-fylling ikke være brattere enn 2:1 ved vanlig sideskråning 1:1,5 – 1:2.

Ved fare for store setninger ved fyllingsfot bør det vurderes slakere skråningshelning for å redusere belastningen mest mulig.

Overdekningen på sideskråningen skal være 0,25 m. Alle massetyper kan benyttes. Dersom EPS-fyllingen er beskyttet med plastfolie, membran eller lignende, bør folien/membranen følge blokkenes overflate og dekkes med en fiberduk før utlegging av tildekningsmassene. Det bør da brukes leire eller steinfri masse nærmest folien og skumplasten.



Figur 4.3: Skråningshelning for EPS-fylling.

Vertikale avslutninger

Ved vertikale avslutninger kles fyllingen med for eksempel:

- korrugerte plater av stål eller aluminium
- trepanel, forutsetter at konstruksjonen ikke ligger i brannfarlig område
- sprøytebetong
- ferdigfabrikkerte betongplater

Beskyttelse mot løsemidler etc.

EPS vil ødelegges ved kontakt med bensin og enkelte andre kjemikalier. Ved bruk av betongplate i overbygningen, eller membran mellom EPS-fylling og overbygningen, vil det være med på å forebygge slik kontakt. Ved bruk av knuste materialer i overbygningen må membranen beskyttes med et lag av sand og grus eller annet egnet materiale.

Membranen skal min være 0,3 mm tykk og være motstandsdyktig mot bensin og andre petroleumsprodukter.

4.1.5 Overbygning

Generelt

Over EPS-fyllingen støpes det vanligvis direkte et svinnarmert betonglag på 10 cm. Dette kan sløyfes dersom det vektmessig kan aksepteres at belastningen fra overbygningen øker eller dersom vegen skal ha betongdekke. Dersom betongplaten sløyfes, må overbygningstykkelsen økes med 20 cm.

Dimensjonering av overbygning

Ved dimensjonering av overbygningen betraktes skumplastlagets bæreevne som undergrunn i bæreevnegruppe 6.

På vegfyllinger av skumplast kan en bæreevne dimensjonering resultere i så liten overbygningstykkelser at isingsforholdene blir markert mer ugunstig enn forholdene på tilstøtende veg. Man bør derfor kontrollere at overbygningens tykkelse, betongplaten inkludert, har en minstetykkelse som vist i tabell. Minstetykkelsene sikrer at isingsforholdene på skumplastfyllingen ikke vil være vesentlig forskjellig fra tilstøtende veg. Det forutsettes at forsterkningslag/bærelag over betongplaten vesentlig består av grusmaterialer.

Isingsfare på tilstøtende veg	Minste overbygningstykkelser over skumplastlaget, cm 1)		
	ÅDT < 1500	ÅDT = 1500-15000	ÅDT > 15000
Stor	2)	2)	2)
Middels	40	50	60
Liten	50	60	70
Meget liten	60	70	80

1) Minste krav til overbygningstykkelser i følge dim.tabellen skal alltid være oppfylt
 2) Overbygningstykkelser tas direkte fra dim.tabellen. Dersom bærelaget, av hensyn til trafikkbelastningen eller andre forhold, bygges opp av pukk eller bitumiose materialer, kan den økede isingsømfintligheten kompenseres ved å øke forsterkningslagets tykkelse med 10cm.

Figur 4.4: Minstefylling for overbygning på fylling av skumplast når isingsforholdene er avgjørende. (Vegdirektoratet, blankett 482, 1991).

4.1.6 Kontroll og oppfølging

Materialkontroll

Gjennomsnittet ved prøver av en enkeltblokk skal ikke være mindre enn 90 % av den oppgitte trykkstyrken. Samtidig skal ingen målinger underskride 80 % av den gitte trykkstyrken. Trykkstyrken skal angis som spenning ved 5 % deformasjon målt med enaksialt trykkapparat.

Kontrollhyppighet er gitt ut i fra størrelsen på den gitte fyllingen og er vist i figur 4.5.

Fyllingens størrelse	Antall blokker som skal kontrolleres
< 500m ³	Minimum 3 blokker
500 - 1000m ³	Minimum 5 blokker
> 1000m ³	Minimum 5 blokker pr. 1000m ³

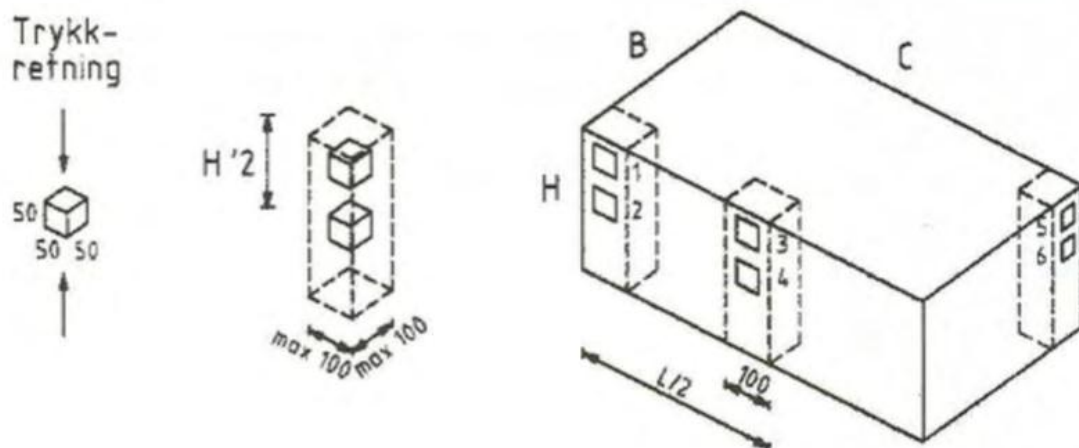
Figur 4.5: Hyppighet av kontroll for trykkstyrke.

Det er ikke nødvendig med kontroll av materialets brennbarhet når produsenten har dokumentert materialtype. (Vegdirektoratet, blankett 484, 1991).

Uttaking av prøver

Det skjæres ut tre søyler, jevnt fordelt i partiet, fra hver blokk som skal testes. Disse merkes med følgende opplysninger:

- anleggets navn
- blokknummer
- prøvenummer
- dato for prøvetaking



Figur 4.6: Uttaking av prøver for kontroll av trykkstyrke.

Tilskjæring og preparering av terninger

Ved hver søyle som blir tatt ut skal det tas ut to terninger. En terning skal tas ut midt i og en i enden av søylen som figuren viser. Terningene skal være 50 x 50x 50 mm etter EN 826- metoden. (NS-EN 14933:2007).

Prøvene skal tilskjæres med båndsgag eller varmetråd. Deretter merkes terningene med nummer og trykkretning som om prøven lå i en fylling. Prøvene tørkes i varmeskap til vekten er konstant (varmeskap 50 grader, i 1-3 døgn). Deretter avkjøles og veies prøvene med en nøyaktighet på 0,01 gram og kontrollmåles med nøyaktighet 0,5 mm for beregning av densitet. (Vegdirektoratet, blankett 484, 1991).

5 Eksempler på vegprosjekter med EPS

5.1 Eksempler på vegprosjekter med EPS i Norge

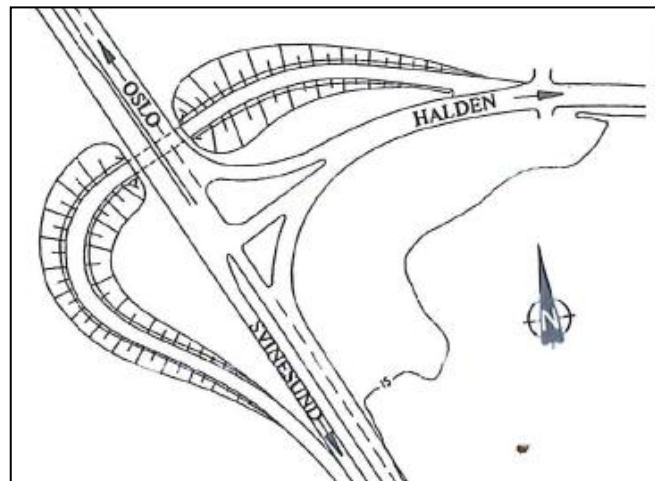
Gjennom fire tiår har bruk av EPS i vegfyllinger blitt svært utbredt. EPS-blokkens gode egenskaper under dårlige setnings- og stabilitetsforhold har gitt nye muligheter for ny bruk av materialet. Nye bruksområder har stort sett vist seg å være en suksess. Det gikk blant annet ikke mange år etter at den første EPS-fyllingen var lagt, før man så at det ikke var en direkte øvre grense for hvor høy en EPS-fylling kunne være. Man så for seg fyllinger helt opp til 20 m høyde. Samtidig så man fordelene med at EPS kunne legges ut og fjernes relativt kjapt. (Frydenlund og Aabøe, 1988).

Nedenfor skal vi se nærmere på ulike former av EPS-bruk i brufundamenter, kulverter og høye støttemurer.

5.1.1 Brufundament

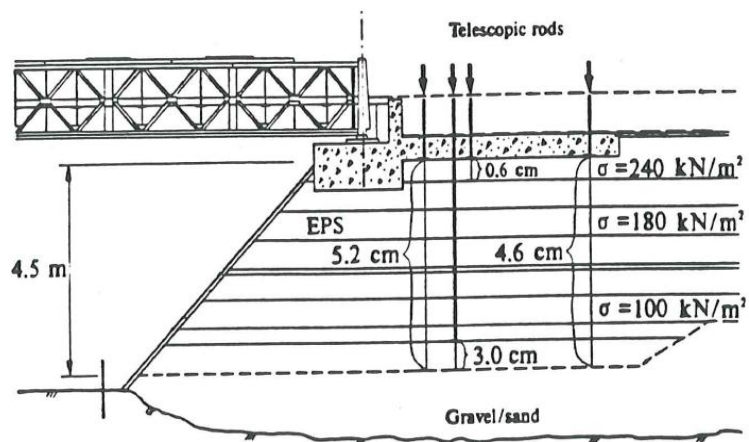
Løkkeberg bru i Halden på Rv21

Brua ble satt opp i 1989 og skulle betjene trafikken fra Halden mot Svinesund på riksveg 21 (se fig. 5.1). Planen var at brua skulle stå i 3 - 5 år, men den ble først tatt ned i 2005. I utgangspunktet var det meningen at fundamentet skulle stå på peler til fjell, men etter nøye beregninger kom man fram til at det var mulig å plassere landkaret direkte på EPS-blokker. (Aabøe, 2001).



Figur 5.1: Plankart for Løkkeberg bru. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

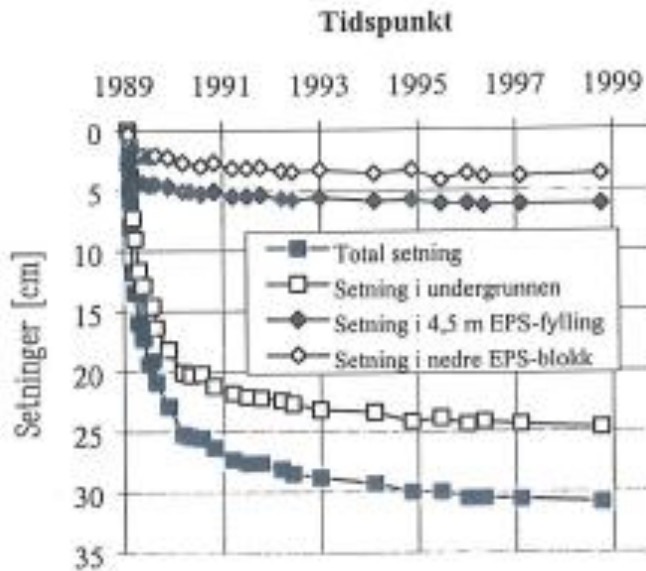
Brufundamentet bestod av to EPS-fyllinger der den ene er 4,5 m og den andre er 5 m høy. Mellom disse to fyllingene ble det lagt en enfeldts stålbru med et spenn på 37 m. Det øverste EPS-laget i fyllingen hadde en trykkstyrke på 240 kN/m^2 , mens den resterende øvre halvdel lå på 180 kN/m^2 . Den nederste halvdel bestod imidlertid av vanlig EPS-kvalitet på 100 kN/m^2 som vist på figur 5.2. (Aabøe, 2001).



Figur 5.2: Oppbygging av fylling som brulandkar. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Som man ser på figur 5.2 ble det lagt en 10 cm tykk, støpt betongplate over og i midten av fyllingen. Denne betongplata skulle fordele kreftene. Selve landkarfundamentet hadde et areal på 7,4 x 7,5 m, og en tykkelse på 100 cm under brulagrene. (Aabøe, 2001).

Man regnet med at de totale setningene, inkludert deformasjonen i blokkene, skulle bli på 30 cm i løpet av byggeperioden. Fire teleskopmålere ble plassert i EPS-fyllingen som vist på figur 5.3. Figur 5.3 viser også deformasjonen av EPS gjennom de første ti årene. Brua har vist seg å fungere godt med EPS under fundamentet. (Aabøe, 2001).



Figur 5.3: Målte setninger de ti første årene, fra 1989 til 1999, på Løkkeberg bru på Rv21. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Hjelmungen bru over E6 Østfold

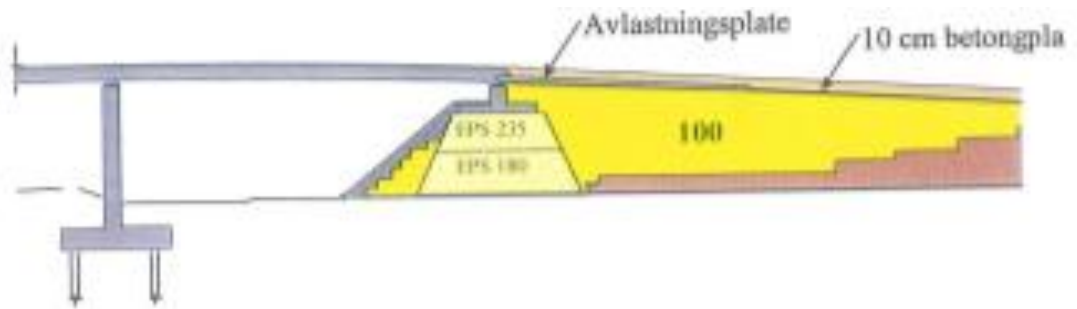
Hjelmungen bru er en 54 m lang, tre-spent kontinuerlig bru med betongdekke. Brua fører en lokalveg over E6 i Østfold. Opprinnelig var den satt opp i 1992 hvor brufundament og betongpeler var forankret på fast grunn. De 5 m høye tilløpsfyllingene bestod av vanlig fyllmasse og avfallsmasser fra lecablokker. Ca 10-14 m av undergrunnen i området er av myk, ømfintlig marin leire, stedvis kvikkleire og med høyt vanninnhold. (Aabøe og Frydenlund, 2001).



Figur 5.4: Hjelmungen bru. (Aabøe og Frydenlund, 2002).

Under en rutineinspeksjon i 1994, to år etter at brua var ferdig, oppdaget man skader. Det ble gjennomført deformasjonsmålinger som viste at brulandkarene hadde forskjøvet seg og påført brua skade. Årsaken var antagelig setninger i undergrunn delvis på grunn av tilløpsfyllingene. På grunn av at setningshastigheten, som ble målt til 100 mm/år etter inspeksjon i 1994, og fordi størrelsen på setningene var langt over det som var beregningsmessig forventet, ble det nødvendig med strakstiltak. Beslutningen ble å redusere lasten på undergrunnen med 30-40 kN/m² for å gjenopprette tidligere spenningstilstand i leirmassene. Valget falt da på å skifte ut tilløpsfyllingene med EPS-blokker samt refundamentering av landkarene på såle direkte på EPS-fyllingene. Man hadde tidligere gjort dette ved byggingen av Løkkeberg bru. Skalaforsøk utført ved Vegteknisk avdeling viste at det var mulig å fundamenterer brulandkar direkte på EPS-fyllinger. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Som man ser i figur 5.5 ble det benyttet EPS med tre forskjellige trykkstyrker i oppbyggingen. I de første tre lagene direkte under brulandkaret har man benyttet materiale med trykkstyrke 235 kN/m² og deretter 180 kN/m² innenfor soneinndelingen som vist på figuren. Resten av fyllingen ble det anvendt material med normal kvalitet 100 kN/m². (Aabøe og Frydenlund, 2001).

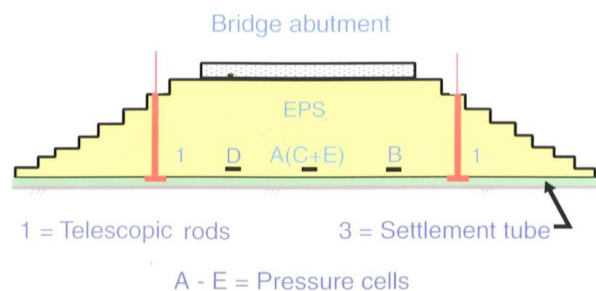


Figur 5.5: Prinsippskisse av Hjelmungen bru. (Aabøe og Frydenlund, 2002).

Kravet til trykkstyrke ble fastsatt ut fra en vurdering av antatt spenningsfordeling i fyllingen. Det var ønsket å holde spenninger forårsaket av permanent last under 30 % av materialstyrken. Strengere geometriske krav enn vanlig ble benyttet for å oppnå så jevn fylling som mulig, for dermed å redusere initialdeformasjonene når reaksjonskraften fra brudekket ble overført til det nye landkaret. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Bak begge landkarene ble det støpt en 10 m lang og 200 mm tykk friksjonsplate for opptak av horisontalkrefter på landkarene. Over de øvrige delene av EPS-fyllingene ble det støpt en vanlig betongplate med 100 mm tykkelse. Over betongplatene ble det lagt vegoverbygning med tykkelse på 400 mm. (Aabøe og Frydenlund, 2001)

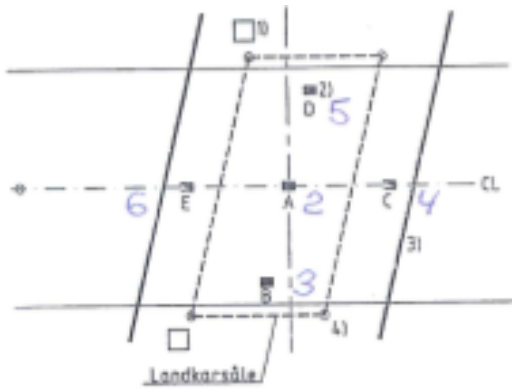
Reparasjonsarbeidet ble avsluttet i 1996. For å følge fremtidig setningsutvikling, og for å studere nærmere fordeling av lasten fra brua og ned i EPS-fyllingen, ble det installert overvåkningsutstyr. Det ble lagt ut slangesetningsmålere i sandputa under det nederste laget med EPS-blokker i to profiler på begge sider av brua. I tillegg ble det satt



Figur 5.6: Tverrprofil med instrumentering. (Aabøe og Frydenlund, 2002).

opp teleskopstenger med nivellementspunkter oppe på vegen. Dette for å nivellere på selve landkaret. Videre ble det satt inn nivellementspunkter hver 5. m bak landkaret i ca 25 m. Teleskopmålerene skulle også registrere sammentrykning av EPS-fyllingen. (Aabø og Frydenlund, 2001).

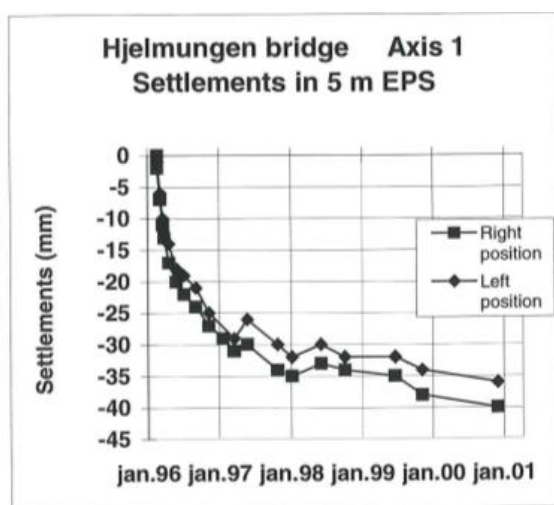
For å måle spenninger i området ble det også installert fem jordtrykkceller i sandputen under EPS-fyllingen. (Braaten, 2011).



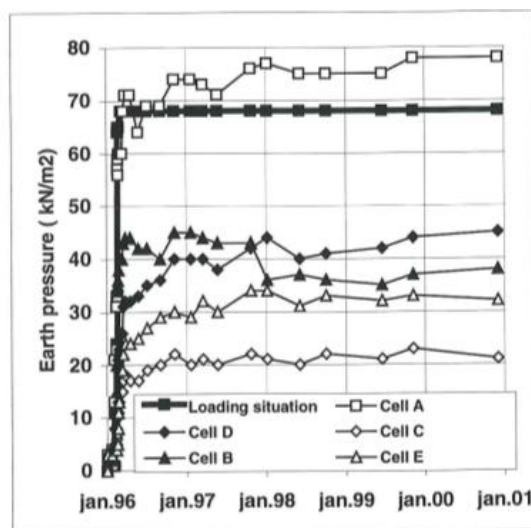
Figur 8. Plan over instrumentering under EPS-fyllingen der: 1) er stenger på plate for setningsmålinger, 2) er jordtrykkceller og temperaturmålere, 3) er slanger for slangesetningsmålere og 4) er nivellementspunkter.

Figur 5.7: Plan over instrumentering. (Braaten, 2011).

Etter fem år var totalsetningene for landkaret i akse 1 i størrelsesorden 2- 4 cm. I akse 4 ble det registrert inntil 8 cm setninger. Årsaken til dette skyldes antagelig at det ved en feil ble lagt ut 0,5 m EPS for lite, i forhold til det som var prosjektert. (Aabø og Frydenlund, 2002).



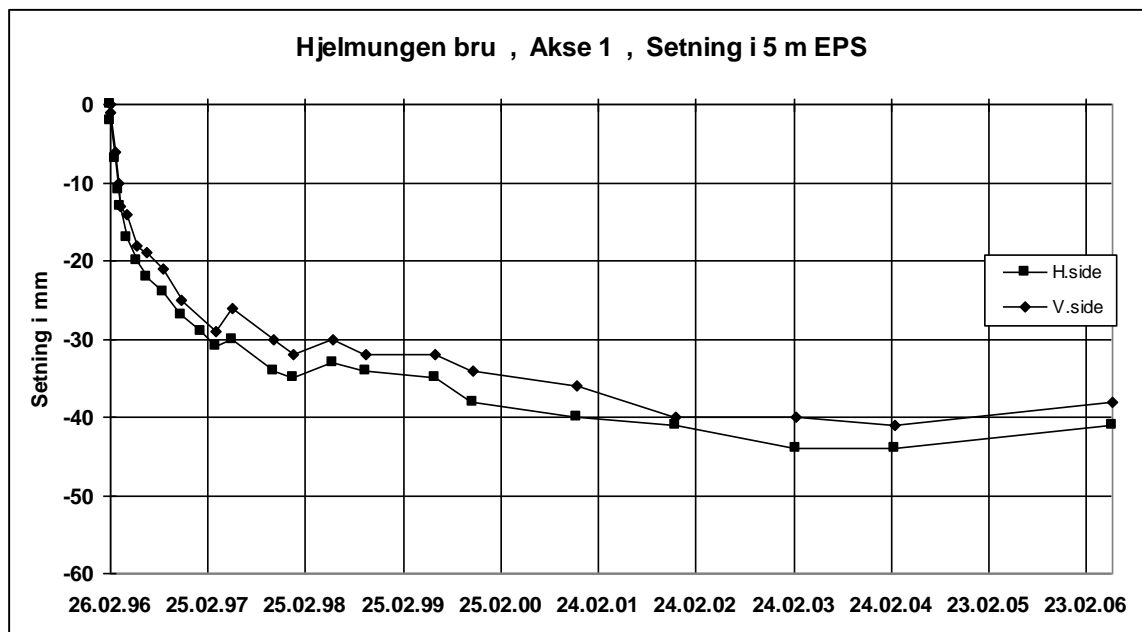
Figur 5.8: Målte setninger. (Aabø og Frydenlund, 2002).



Figur 5.9: Jordtrykkmålinger under EPS-fyllingen. (Aabø og Frydenlund, 2002).

Ved hjelp av teleskopstenger ble det registrert i underkant av 3,5 cm deformasjon i EPS-fyllingen. Dette tilsvarer 0,7 % av fyllingshøyden, noe som var større enn forventet. Tross dette mente de at utskiftningen var vellykket. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Figur 5.10 viser de siste registrerte deformasjoner i EPS-fyllingen. I 2003 ble deformasjonene registrert til 4,5 cm, altså enda 1 cm deformasjon siden 2001, men deretter frem til 2006 synes det å ha stabilisert seg. Det er ikke foretatt målinger etter 2006 da brua ble gjort om i forbindelse med utvidelsen av E6.



Figur 5.10: Registrerte deformasjoner i 5 m EPS. (m.k Johansen, 2011).

5.1.2 Vertikale avslutninger og støttemurer

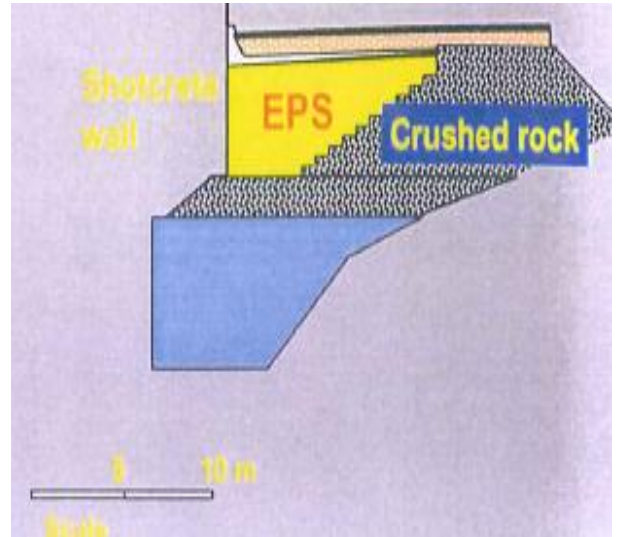
Bruk av EPS til vertikale avslutninger av vegen har blitt mer og mer brukt i de senere årene. På grunn av plassbesparing, dårlige grunnforhold og gunstige priser, har man kommet frem til at oppbygning med EPS-blokker er en god løsning. EPS sikrer god stabilitet og er enkel å bruke i ulent terreng. Prisen på EPS er så lav at den vil kunne konkurrere med vanlige støttemurkonstruksjoner selv der grunnforholdene er gode. (Aabøe, 2001).

De vertikale EPS-fyllingene blir delt inn i to grupper:

- EPS-konstruksjon som har en enkel kledning i fronten for beskyttelse. Ved bruk av denne varianten er det viktig at det ikke er jordtrykk i bakkant.
- Tilbakefyllmasse inntil støttemurer, og bak landkarvegger for ønsket redusert jordtrykk. (Aabøe, 2001).

Kombinert EPS-fylling ved Eidsvoll på Rv181

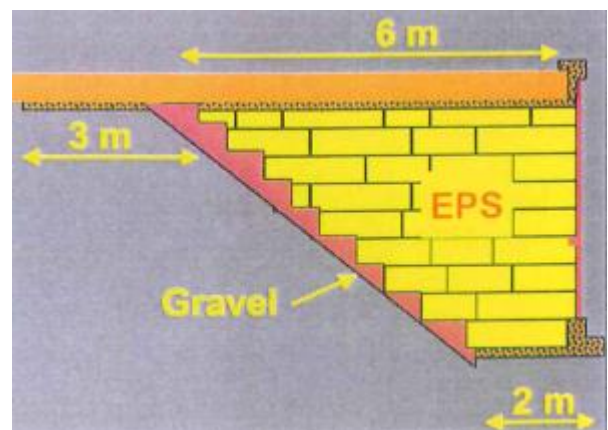
Ved gjennomføringen av Sundet bru over Vormla ble det bygget tilknytningsveger som skulle gå langs nedre delen av en skråning. Her kom man frem til at det var nødvendig med en vertikal avslutning siden arealet nedenfor vegen skulle brukes til framtidige jernbaneformål. Det ble bestemt at det skulle bygges to vertikale vegger i to nivåer der den ene veggen var noe inntrukket. Man hadde opprinnelig tenkt å bruke armert jord, men fant raskt ut at det ga for lav sikkerhet ved påføring av laster. En høyere grad av sikkerhet ble oppnådd ved å legge en fem meter høy vertikal EPS-vegg noe inntrukket over veggen med armert jord under. Mellom veggene ble det lagt en steinfylling som begrenset høyden (se fig. 5.11). Fronten av fyllingen har blitt påført sprøytebetong. (Aabøe, 2001).



Figur 5.11: Tverrprofil av vertikal EPS-fylling ved Eidsvoll på Rv181. (Aabøe og Frydenlund, 2001)

Støttemur av EPS. E6 Vassum.

Da E6 Vassum vegen skulle utvides med gang- og sykkelveg, ble det bygget flere vertikale støttemurer med EPS på grunn av dårlig plass og dårlige grunnforhold. Det var i tillegg vanskelig å gå inn i fjellskjæringen på innsiden av vegen fordi området var meget bratt og delvis bebygget. En vegg med prefabrikkert støttemur av betong og EPS som bakfyllmasse, viste seg å være en meget god løsning slik som figur 5.12 viser. Treverk ble brukt til å kle inn fronten. (Aabøe, 2001).

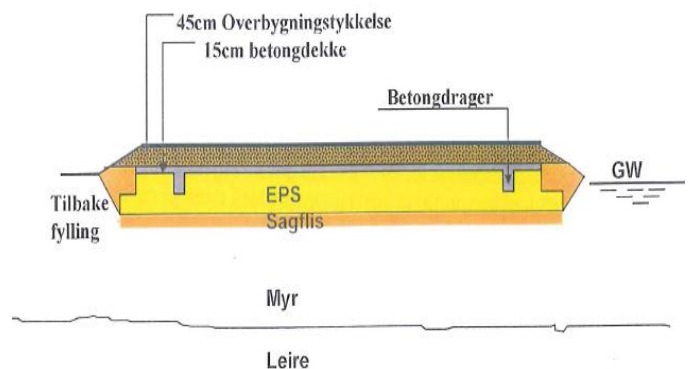


Figur 5.12: Tverrprofil av støttemur laget av EPS ved E6 Vassum. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Også på Rv315 Nyveien ved Holmestrand og i Arendal har det blitt bygget vertikale vegger av EPS med stor suksess. (Aabøe, 2001).

5.1.3 Flytebru av EPS. Rv610 Sande Oset

Bakgrunnen for dette prosjektet var store setningsproblemer og spordannelser i vegen. Siden grunnen bestod av torvmyr og bløt leire med en dybde på 10 – 20 m, var det en nødvendighet med forsterkning av vegen. Det eksisterende materialet som ble brukt i undergrunnen av veien ble byttet ut med EPS-blokker, samt sagflis og betongdrager for å løse problemene, slik figur 5.13 viser. (Aabøe, 2001).



Figur 5.13: Neddykket EPS-fylling ved Sande Oset på Rv610. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

EPS-blokkene ble også brukt som forskaling til betongelementene, og ga ønsket stivhet til konstruksjonen. Konstruksjonen ble derfor billig, samtidig som den løste de setningsproblemene som var i området. (m.k Refsdal, 2011).

Ved belastning av vegen viste det seg at eksisterende undergrunn fikk store setninger som gjorde at vegen ikke var egnet for bruk. Vegkontoret, i samarbeid med Veglaboratoriet, ble enige om å legge en flytebru av EPS. Målet var å kunne utnytte oppdriften av EPS neddykket i vann slik at den kunne bære overbygningen. Her var det veldig viktig at fagfolkene kjente til det høyeste flomnivået som var oppnåelig i myra. Et for høyt nivå ville gjort det mulig for fyllingen å flyte bort. Myra på strekningen Sygna–Leirsand hadde et forutsatt grunnvannsnivå på +/- 20–30 cm. (Aabøe, 2001).

Det ble utført utgravinger med lengde fra 5–35 m om gangen. Bredden på utgravningen var 9 m, mens dybden var på 1,2 m. Neste steg var å jevne ut traubunnen med et 20 cm høyt lag med sagflis. Før blokkene ble plassert over sagflisa, ble det lagt ut drenerør for å hindre fukt i byggegropa gjennom anleggstiden. Blokkene ble lagt i to lag, der det øverste lå på tvers av det nederste med tømmermannsforbindere. (se figur 5.14) Det øverste laget hadde en spalte på 25 cm på hver side av veien som ble armert og støpt sammen med et 15 cm tykt betongdekke. Dette skulle forhindre at blokkene ville forskyve seg og samtidig unngå at vegen fikk setningsforskjeller langs lengderetningen. Overbygningen hadde en totalhøyde på 45 cm. (Aabøe, 2001).



Figur 5.14: EPS utlagt på myr. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

I 1991, ni år etter ombyggingen av strekningen ble det utført prøvetakinger som viste at EPS-blokkene hadde holdt god stand. Det ble ikke registrert noen form for nedbrytning i materialet. (Aabøe, 2001).

5.2 Rv108 Ny Kråkerøy-forbindelse

Statens vegvesen, Region Øst har i samarbeid med Fredrikstad kommune planlagt en utbedring av trafikkløsningen i Fredrikstad og Kråkerøy. Hensikten med prosjektet er å bygge en ny bru til Kråkerøy og utbedre eksisterende vegnett på Kråkerøy og i sentrum. Prosjektet skal gi økt beredskap og trygghet for befolkningen på Kråkerøy og Hvaler samt forbedre framkommeligheten til Kråkerøy og i sentrum. Prosjektet er delt i 3 trinn:

Trinn 1:

- Ny riksveg: tofeltsveg med 7,0-7,5 m vegbredde
- På Fredrikstadsiden opparbeides ny Rv. 108 som en utbedring av Mosseveien, som i dag er en kommunal veg.
- Ny bru over Vesterelva. Med grunnlag i beregnet fremtidig trafikk, utføres denne som firefelts klaffebru i 27,1 m bredde, inklusive tosidig gang- og sykkelareal.
- Ny rv. 108 videreføres fra FMV- området via en 400 m lang tunnel under Bjølstadfjellet, og frem til kryss med eksisterende Rv108 syd for dagens Kråkerøy bru.
- Det bygges ny kommunal vei fra FMV- området til Glombo
- Videre inngår ca. 400 m kollektivfelt i Mosseveien.
- Trinn 1 inneholder også bygging av ca. 470 m støyskjerm, lokale støyskjermingstiltak av ca. 65 boliger og ca. 5 km med gang- og sykkelveger og fortau.
- For Veumveien, Holmegata og Borggata gjennomføres nødvendig grunnerverv og støytiltak.

Trinn 2:

- Opprusting av gatene, utvidelse av fortau osv. for Veumveien, Holmegata og Borggata.
- Langs Mosseveien bygges to rundkjøringer og ny adkomstvei mellom disse
- Bygging av ny Fjeldberg bru.
- Rundkjøring FMV syd.
- Overgangsbru ved søndre rundkjøring.
- (De fem overstående punktene er tiltak som opprinnelig lå i trinn 1).
- Gang-/sykkelveganlegg på og i tilknytning til Kjøkøysund bru.

Trinn 3:

- Rv108 fra søndre rundkjøring på FMV, via ny tunnel gjennom Åsgårdfjellet, og videreført langs dagens Fv451 frem til Kråkerøy kirke, inklusive nødvendige gang-/sykkelveganlegg. (vegvesen.no /1/, 2011).

Prosjektet omfatter: 2,7 km riksveg, 1 km lokalveg, 1 km bru og tunnel.

Opprusting av Mosseveien består av to nye rundkjøringer, sammenhengende gang-/sykkelvei på Floasiden, fortau på motsatt side, tosidig sykkelfelt i kjørebanelen mellom rundkjøringene, eget kollektivfelt fra Fjellberg mot Simokrysset, støyskjerm fra Sportmann og sydover og ved Seiersten, samt planting av nye allé-trær. Dessuten må mange kabler og rør legges om og/eller legges nytt. (vegvesen.no /2/, 2010).



Figur 5.15: Oversiktskart over Rv108. (vegvesen.no /2/, 2010).



Figur 5.16 Ny klaffebru over Vesterelva (fotomontasje ved Værste AS). (vegvesen.no /3/, 2009).

I dag er mye av arbeidet ferdig. Blant annet er Bjølstادتunnelen åpnet for trafikk, og klaffebrua er ferdig, men ikke tatt i bruk. Rundkjøringen ved Seiersten, i tilknytning til klaffebrua er under opparbeidelse. Samtidig er bygging av strekningen krysset Onsøyveien og opp til Simokrysset i full gang.

Fjeldberg bru er revet og i stedet for å bygge ny bru, som i utgangspunktet var planen, har de valgt å bygge vegen på EPS- fylling med undergang for kryssende gang- og sykkelveg. Fyllingen bygges opp med blokker av EPS og med kledning av prefabrikkerte betongplater. (vegvesen.no /4/, 2011).

Som følge av at brua rives, ledes trafikken over på en midlertidig omkjøringsvei via båttopplagsplassen ved roklubben. Grunnforholdene her er kun fyllmasse, så her er det også brukt EPS. Denne EPS'en er gjenbruk fra tidligere fyllinger.



Figur 5.17a og b: Bildet til venstre er den opprinnelige Fjeldberg bru. Bildet til høyre er tatt under bygging av ny veg. A: (vegvesen.no /4/, 2011) B: (Lindqvist, 2011).

Samtidig fra rundkjøringen Onsøyveien og opp mot Simokrysset skal det bygges tre felt inklusive kollektivfelt. I sammenheng med dette arbeidet legges nytt overvannssystem. Strekningen får også ny kantstein og belysning og nytt rekkverk. (vegvesen.no /4/, 2011).

Tidligere lå hele området under vann. Derfor er området bygd opp på fyllmasser. Man måtte hele 12 m ned for å nå fjell til pelefundamentering av kulverten som utgjør gang- og sykkelundergangen. Rundt kulverten bygges vegen opp av EPS-blokker. Det går med ca 2000 m³ EPS på sydsiden av kulverten og ca 300 m³ på nordsiden. EPS som blir brukt skal ha en trykkstyrke på minimum 100 kN/ m² målt ved 5 % deformasjon (2,5 mm) og på 50 mm terning i henhold til Håndbok 025.

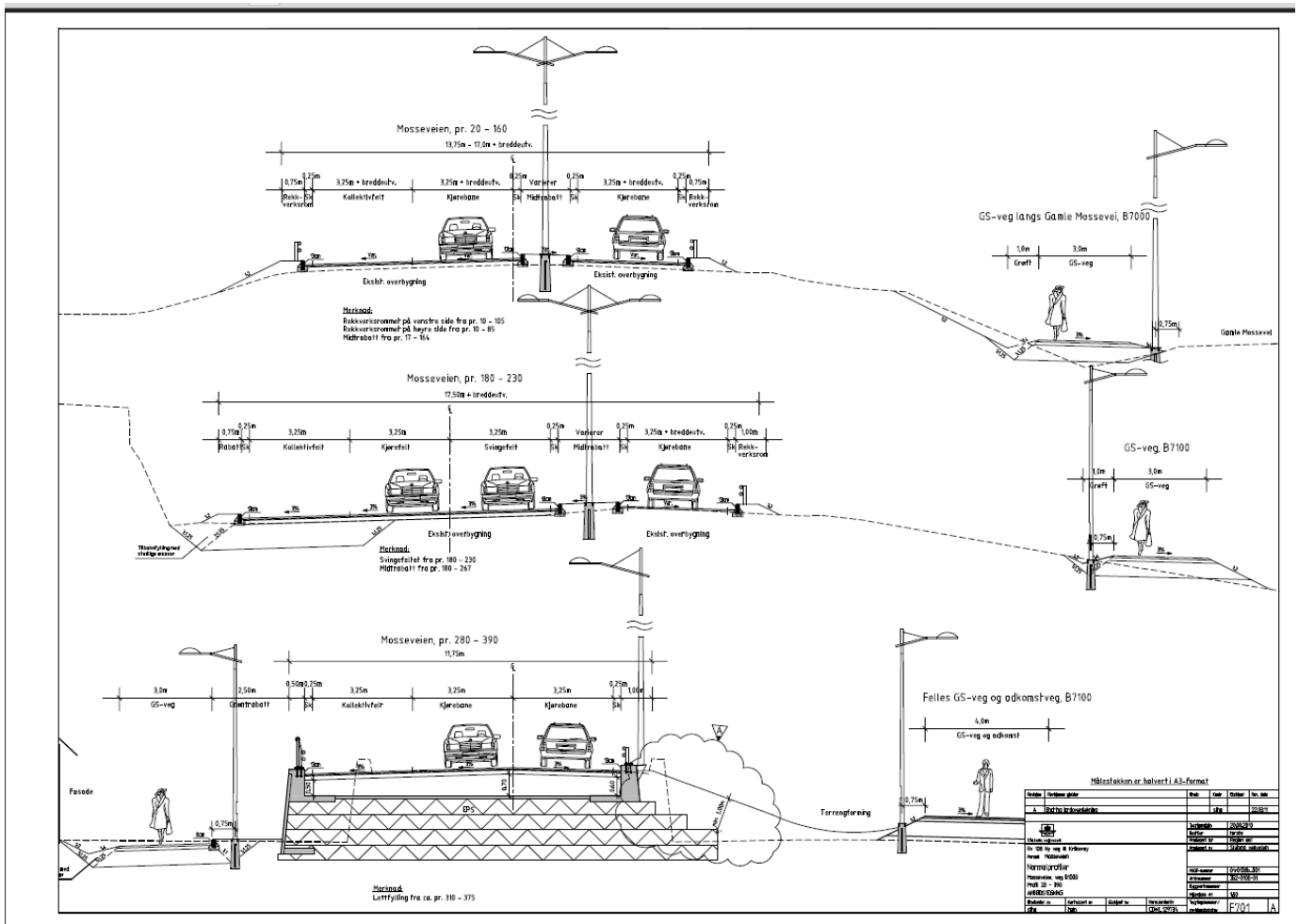
Før EPS-blokkene legges ut må trauret avrettes. For å skille drenerende masser fra avrettingslaget, må det legges en duk nederst. Avrettingslaget skal være ca 10 cm tykt og det skal brukes stein på 0-8 mm. (m.k Carlsson, 2011).

Blokken skal stables slik at sideskråningen ikke blir brattere enn 2:1 og uten gjennomgående vertikale skjøter. Ujevnheter skal være maksimalt 5 mm målt over 3 m. Lengde, bredde og høydemål får maksimalt avvike +/- 1 %. (Håndbok 025, 2007).

EPS-blokkene har, i henhold til retningslinjer, blitt testet av sentrallaboratoriet ved Statens vegvesen. Gjennomsnitt av alle kontrollerte blokker i henhold til trykkstyrke, lå på 110 kN/m^2 , altså over kravet. Det var heller ingen enkeltblokker som ble målt under kravet på 90 kN/m^2 . I skriv av 14.03.2011 beskrives: ”ut fra krav til produktet i henhold til trykkstyrke/densitet tilfredsstilles alle krav”. (Se vedlegg for prøveresultater).

Oppe på blokkene blir det lagt en støpt betongsåle. Sidene på fyllingen blir kledd med prefabrikkerte betong- plater og beplantning.

Forutsatt at ting går etter planen antas traseen fra rundkjøring Onsøyveien og opp til Simokrysset (inntil Rv110) ferdigstilt 1. juni 2011. En utfordring ved bygging av slike lette fyllinger så nære havoverflaten er alltid faren for flom, særlig denne tiden på året. Dette gjelder særlig med tanke på oppdrift, og at hele fyllingen skal flyte opp før den er ferdig lagt og betongsålen på toppen er på plass.



Figur 5.18: Prosjekttegning Mosseveien. (Arkiv Rv108 ny Kråkerøyforbindelse, SVV).

5.3 Eksempler på vegprosjekter med EPS i Japan

Etter at Norge var først ute med å bruke EPS i vegbygging, har andre land fulgt etter. Frankrike og Nederland var tidlig ute. Deretter fulgte den fransktalende delen av Canada, Sverige og flere land i Asia etter. Metoden med å bruke EPS har vist seg svært fordelaktig i områder med dårlige grunnforhold og i byggeaktiviteter hvor det er viktig å redusere lastene. (Aabøe og Frydenlund, 2001).

Japan

Statens vegvesen og EDO (Expanded polystyren Development Organisation) har samarbeidet innenfor EPS i over 25 år. EPS-metoden ble introdusert i Japan i 1985 og Japan er i dag den største brukeren i verden av EPS i byggverk. (Miki, 1996).

I august 1985 ble den første EPS-fyllingen i Sapporo, Japan, lagt. Bakgrunnen for denne fyllingen var rapporter fra den første fyllingen i Norge, altså ved Flom bruer i 1972. Fyllingen i Japan var på 470 m^3 . I 1986 ble en vegfylling på 860 m^3 lagt som en del av hovedvegen i Namazu. Etter dette ble EPS-metoden utvidet til flere bruksområder. Fyllingene ble større, og man så etter hvert fordelen med å bruke vertikale EPS-fyllinger bak og uten støttemurer. Slike fyllinger bidro til å redusere det vertikale jordtrykket ved jordskjelv. Samtidig ble EPS også brukt i midlertidige fyllinger. (Miki, 1996).

Man så tidlig fordelen med at EPS var enkelt å legge. En utvidelse av en jernbane skapte oppsikt i 1990. Det ble brukt EPS til selve utvidelsen, og det hele varte i kun 5 timer. Ingen tog ble avlyst eller utsatt fordi jobben ble gjort rundt midnatt, mellom det siste og det første toget. (Miki, 1996).

Yamagata

Den høyeste EPS-fyllingen i verden som er bygd og er i drift, ligger i Japan og er en del av Yamagata Superhighway. Den ble bygd på slutten av 90-tallet. Fyllingshøyden er 16 m på det maksimale. Det har tidligere gått skred i området, og grunnvannet står høyt. Det er tidligere målt setninger tilsvarende ca 11 m. EPS ble valgt blant annet fordi det ville i liten grad påvirke totalstabiliteten i området på grunn av lav vekt. Et kriterium for dimensjoneringen var at spenningsfordelingen for trafikklaster var 1:1. Konsekvensen ble derfor at den øverste halve meteren med EPS hadde en trykkstyrke på 140 kN/m^2 , mens kravet for resten av fyllingen var 50 kN/m^2 . (Slobodinski og Aunaas, 2010).



Figur 5.19: Oversiktsbilde fra byggeperioden. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

Otari Road, Nagano

Utenfor Nagano er japanerne i full gang med en 17 m høy EPS-konstruksjon. Denne fyllingen vil ved ferdigstilling bli den høyeste i verden. Sannsynligheten for et nytt jordskjelv på over 8 på Richters skala de neste 30 årene, er beregnet til 14 % i dette området. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

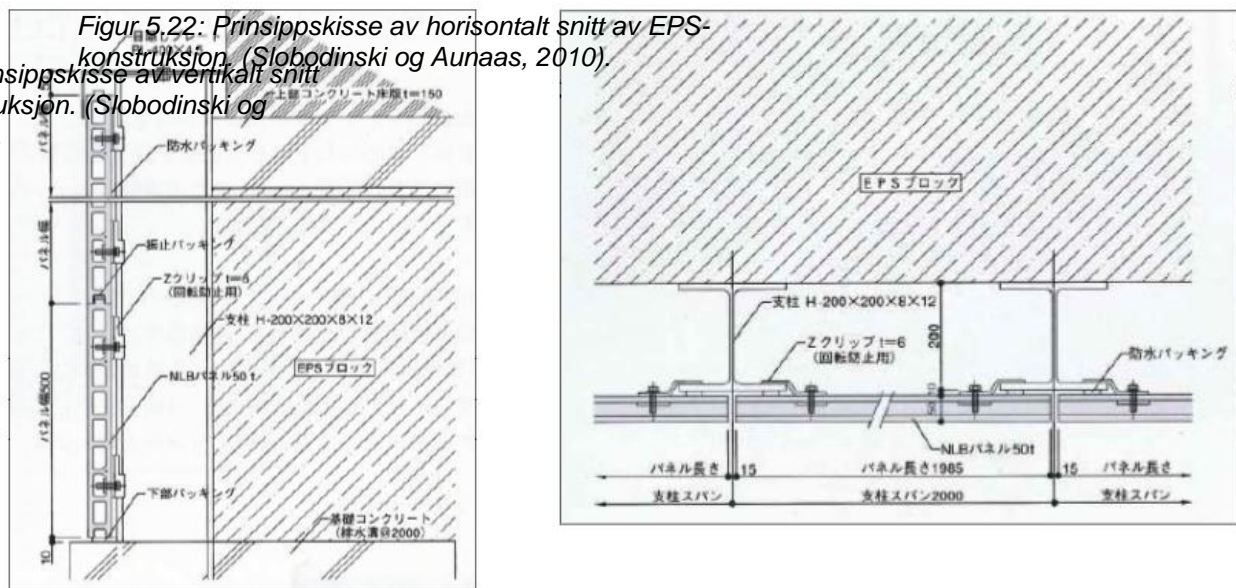
Jordskjelv er en av de største utfordringene japanerne har når de skal dimensjonere konstruksjoner. Allerede etter de store jordskjelvene i Hokkaido og Kobe i 1995 viste EPS-konstruksjonene ingen store tegn til ødeleggelse. (Miki, 1996). De japanske erfaringene tilsier at EPS-konstruksjoner som bygges riktig, skal ha god motstandsevne mot belastningene et jordskjelv medfører. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

Konstruksjonen utenfor Nagano er den samme som i Yamagata. I ytterkant av fyllingen lages det en beskyttelsesvegg i komposittmateriale. Rammen til konstruksjonen bygges med H-profiler, og mellom beskyttelsesveggen og H-bjelkene lages det et mellomrom. Dette mellomrommet skal ta opp de horisontale kreftene som er den store utfordringen ved jordskjelv. Det støpes inn en betongplate med jevne mellomrom. Denne betongplaten er avstivende og gir en forbindelse mellom EPS-blokkene og H-bjelkene. Årsaken til denne oppbyggingen er at konstruksjonen skal kunne deformere seg litt, uten at det skal gi store påhengskrefter til H-bjelkene. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

Det som likevel gjør denne fyllingen spesiell er at den er bygget i kombinasjon med jordankere fordi grunnen i området har svært lav stabilitet. (Slobodinski og Aunaas, 2010).



Figur 5.20: Prinsippskisse av ferdig EPS-fylling. (Slobodinski og Aunaas, 2010).



Figur 5.22: Prinsippskisse av horisontalt snitt av EPS-konstruksjon. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

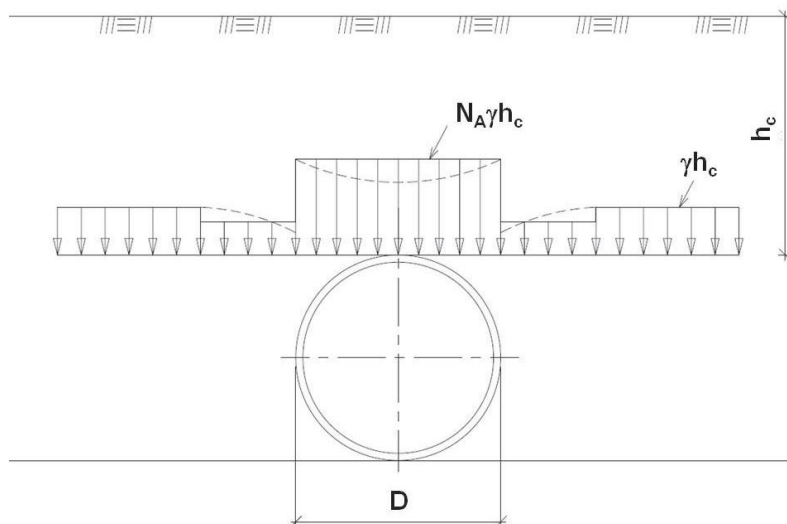
Figur 5.21: Prinsippskisse av vertikalt snitt av EPS-konstruksjon. (Slobodinski og Aunaas, 2010).

6 Andre bruksområder for EPS

EPS har vært forsøkt brukt for flere formål. Noen formål har vist seg svært effektive, og andre vet vi foreløpig lite om. Det kan være av interesse å videreutvikle flere av ideene. EPS har vært forsøkt brukt i kummer. Det har vært en del ulykker i forbindelse med nedsetting av betongkummer, og tanken var at EPS-kummer kunne erstatte slike tunge konstruksjoner. En EPS-kum skal være nedsatt i Mjøndalen, men det har foreløpig vært liten interesse for denne bruken. I Sande i Sogn og Fjordane er det bygd en bru av EPS på myr. En videreutvikling av denne metoden å bygge såkalte myrbruer på, kan være av interesse. I slike tilfeller utnyttes oppdriften til EPS. EPS er også brukt som flyteelement i flytebrygger, noe som er en relativt vanlig metode i dag.

Bruk av EPS-blokk som lastreduksjon over nedgravde rør og kulverter

Mange nedgravde rør og kulverter, med tunge overbygninger, kan bli ødelagt på grunn av store påkjenninger fra massene rundt. Stive rør har større stivhet enn omfyllingsmassene, og dette medfører en omlagring av vertikaltrykk som vist på figuren nedenfor. (Håndbok 016, 2010).

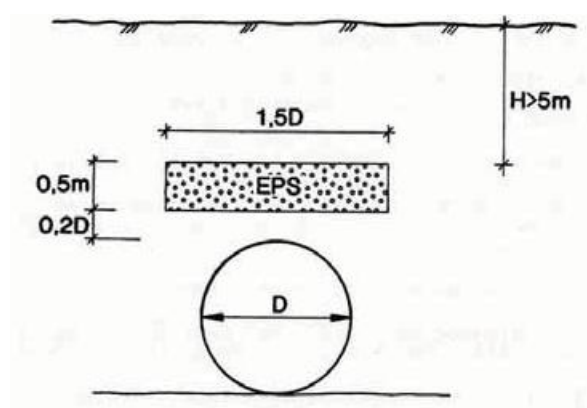


Figur 6.1: Vertikalt jordtrykk på stivt rør. (Håndbok 016, s. 12-8, 2010).

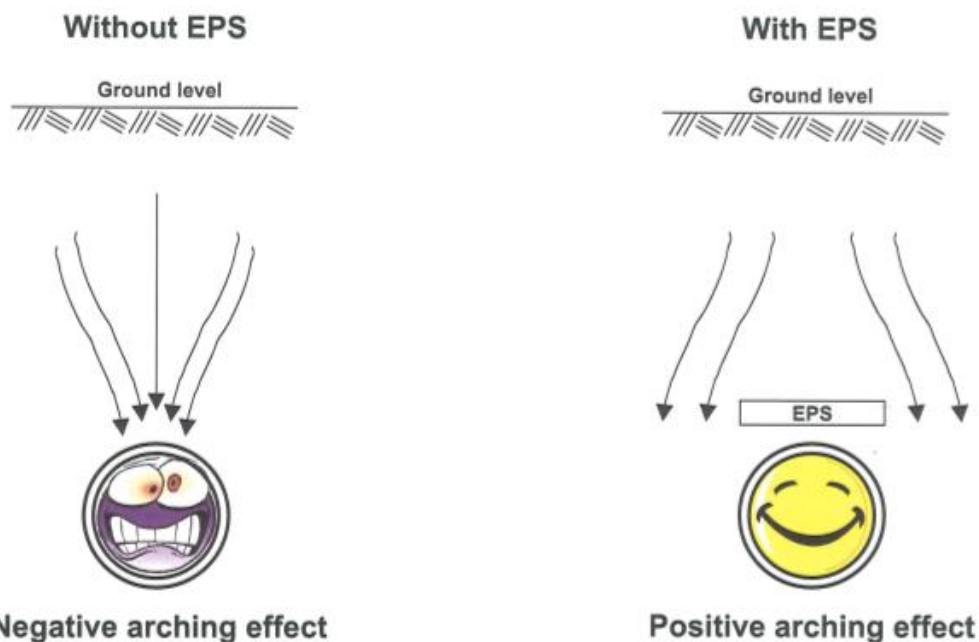
Størrelsen på sidetrykket er avhengig av kvaliteten og på komprimeringsgraden på omfyllingsmassene. Belastningen på stive rør eller kulverter kan reduseres ved å legge inn et mykt (kompressibelt) materiale over kulverten. Det vil føre til en relativ bevegelse mellom jordmassene over kulverten og de omkringliggende masser. Dette vil igjen føre til at skjærstyrken i massene mobiliseres og jordtrykket blir redusert. (Håndbok 016, 2010).

Opprinnelig ble det brukt organisk materiale (løv, høyballer, sagflis). I Norge anbefales det brukt EPS. Trykkstyrken i EPS er såpass stor at deformasjonene blir akseptable. På grunn av den lukkede celle-strukturen har EPS også utmerket stabilitet og holdbarhet. (Håndbok 016, 2010).

EPS-blokken vil redusere belastningen ovenifra og reduserer dermed påkjenningene på røret under. Det skapes en såkalt hvelveffekt hvor lasten tas opp i blokken, og ledes bort fra røret til massene omkring. Prinsippet er beskrevet i Publication no.74.



Figur 6.2: Enkle regler for bruk av EPS som belastningsreducerende materiale. (Hb 016 s. 12-8, 2010).



Figur 6.3: Hvelveffekt. (Miglio, 2011).

På grunn av den positive hvelveffekten som skapes ved bruk av EPS-blokker vil dette prinsippet kunne brukes ved flere lignende formål. Metoden er også beskrevet og gjort i et fullskalaforsøk i Publikasjon 74 fra 1994.

Hvelvbru av EPS

I 1987 kom tanken om å bygge en hvelvbru. Norge var først ute med spisskompetanse på bruken av EPS i vegfyllinger. Tanken om å videreutvikle og vise nye bruksområder for EPS var bakgrunnen for ideen om en hvelvbru. Hensikten var å vise hva som var teknisk gjennomførbart med EPS som materiale. Brua skulle bli laget på en slik måte at alle skulle få innsyn i hvordan brua var bygd. Innsyn i konstruksjonen skulle sikres ved å bruke gjennomsiktige plater av for eksempel plast eller akryl. Tanken var at denne brua skulle stå i 3-4 år. (Aabøe, 1987).

Brua ble foreslått bygd med ett felt og 4 m bredde og skulle konstrueres for 10 tonn aksellast. Brua skulle bygges i fylling av limte EPS-blokker som skulle legges i en sirkel eller parabelformet bue. Armeringen skulle utføres med enten nett av plast, aluminium eller epoxybelagt stålnett. Gjennom fyllingen skulle det lages en undergang med 3 m høyde. Et toppdekke av betongelementer eller et støpt dekke ble sett på som en løsning for å få festet rekkverket. Dekket kunne lages med et utrullbart asfalt- gummibelegg. Overdekningen burde av estetiske grunner være på ca 1,5 m, altså en totalhøyde på 4,5 m. Utvendig kledning av de vertikale veggene skulle utføres på to ulike måter. Den ene siden som fibersprøytebetong på plast eller aluminiumsnett, og på den andre siden var tanken å bruke et annet moderne materiale. (Aabøe, 1987).

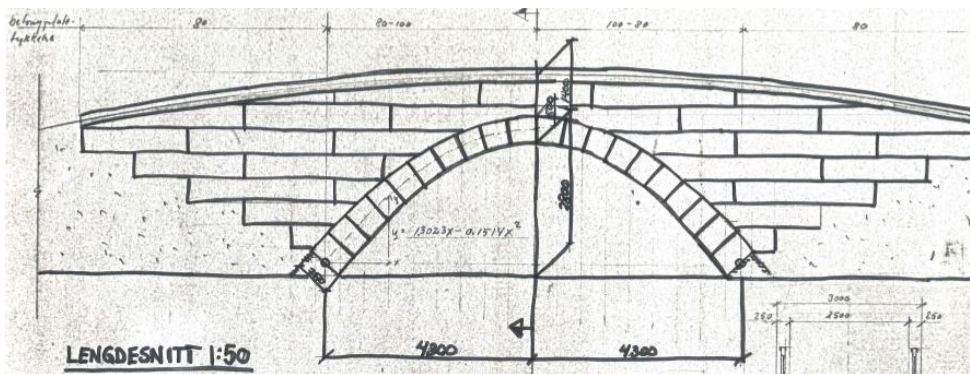


Figure 6.4: Skisse av hvelvbru. (Veglaboratoriet, 1987).

Det var ulike grunner til at prosjektet aldri ble gjennomført. Det er grunn til å tro at prosjektet rett og slett gikk i glemmeboken. Konstruksjonen krevde nøye beregninger, og det var lite som kunne overlates til tilfeldigheter. Plassering var også et spørsmål som ikke var besvart. (Refsdal, 2011).

Fotgjengerundergang

EPS kan erstatte deler av betongkonstruksjonen i en fotgjengerundergang. Tanken er at EPS-blokkene kan ligge helt inntil selve undergangen og erstatte betongveggene. EPS-blokkene må beskyttes med et tynt lag av et egnet materiale på grunn av at det er lett antennelig. Dette vil være en rimeligere konstruksjon, samtidig som det gir en mindre belastning på miljøet. (m.k Refsdal, 2011).

Nødhus

En idé er å lage nødhus med bærende vegger av EPS. Nødhusene kan brukes i kriseområder etter for eksempel naturkatastrofer, i flyktningleirer og lignende. Fordelen med å bruke EPS i slike situasjoner er at det er enkelt å jobbe med, kjapt å sette opp og gir

en god isolasjonsevne. I tillegg kan slike nødhus benyttes flere ganger. Ulempen er at EPS krever stort volum ved frakt, og det må foretas en kostnadsvurdering på hvor lønnsomt og effektivt en slik bruk vil være. (m.k Refsdal, 2011).

Etablering av volum

EPS er godt egnet til å etablere volum til for eksempel støyvoller. EPS har ingen påviste negative miljøkonsekvenser, har stort volum og er kjapt og enkelt å legge.

Kabelkasse i grøft

Dette er en relativt ny ide. Tanken er at det kan lages ferdige grøftekasser hvor det er gjort klart til å legge rørene direkte i. Eventuelt kan rørene legges lagvis, der EPS-blokkene er laget som ferdige byggeklosser. Det er grunn til å tro at dette er tidsbesparende ved utlegging, har god isolasjonsevne og ikke minst gir god beskyttelse til rørene. (m.k Refsdal, 2011).

En oppfinnelse som er på markedet i dag er en kulvert av EPS som er tenkt brukt til energibesparende hus og til fjernvarme. ByggfaktaDocu i Sverige selger EPS PEX- kulvert som er en ferdiglaget EPS-blokk med plass til ulike rørdimensjoner. Hensikten er å unngå effekttap siden EPS-materialet har meget god isolasjonsevne. (Byggfaktadocu.se, 2011).



Figur 6.5: Prinsippskisse av en EPS PEX-kulvert. (Byggfaktadocu.se, 2011).

Denne tanken ligner på ideen om kabelkasse i grøft, og det er grunn til å tro at slike bruksområder kan og bør vurderes for videreutvikling.

Sikring av ulykkespunkt

I 1995 skrev New York Times om at flymyndighetene planla å bruke EPS-blokker i enden av rullebanen for å stanse fly på avveie. I følge flyeksperter skjer de fleste ulykkene i enden av rullebanen. Tanken med å stable EPS-blokker var at de skulle være sterke nok til å støtte utrykningskjøretøy, men myke nok til at landingshjul vil skjære gjennom slik at energien og farten dempes. utfordringene var hvordan EPS-blokkene vil tåle regn, snø og sol. (Wald, 1995).

I Kreklingundergangen, på Fv73 mellom Hokksund og Kongsberg, har det vært mange ulykker med bilister involvert. Undergangen gjorde en krapp sving der biler til stadighet krysset motsatt kjørefelt og kjørte inn i en fjellvegg på motsatt side. I tillegg til ulykker på grunn av glatt vegbane eller høy fart, ble dette punktet brukt til selvmordsforsøk. Et forslag fra vegvesenet gikk ut på å sprengte bort ca 4 m fjell, for så å bygge opp med EPS-blokker. Tanken var da at EPS-blokkene skulle ta opp og dempe farten til en bil på vei mot sammenstøt, og dermed begrense skadene. (m.k Refsdal, 2011).

Dette er bare noen alternative bruksområder som er nevnt. Det er grunn til å tro at forskning og videreutvikling vil kunne gi nye bruksområder for dette materialet.

Del C: Prøvetaking av tidlige EPS-fyllinger

7 Bestandighetsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger

Markarbeid

Uttak av testmaterialet foregikk i tidsrommet 6. april – 5. mai 2011. Fyllingene er lagt ut på omtrent samme tid og har ligget i grunnen i ca 35 år.

Strekningene materialet er hentet fra er:

- E6 Årum-Hauge, 1977, hp 3, km 9,9
- Rv26 Langhus, 1977, hp 1, km 0,771
- Fv154 Solbotmoan, 1975, hp 3, km 4,940 – 5,040

Utgraving

Utgraving til prøvetakingen foregikk med gravemaskin. Vi valgte å gå inn fra siden for å slippe å stanse trafikken og for å unngå å trenge inn gjennom vegoverbygningen. Etter å ha blottlagt blokkene skar vi ut testmateriale med motorisert stikksag og en såkalt ”rotterumpe”. Materialet ble pakket godt inn i plast og teipet før det ble videresendt til Dag Løvstad på laboratoriet til Statens vegvesen for klargjøring og videre testing. Det er usikkert hvor i fyllingen testmaterialet er hentet ut fra. Dette gjelder spesielt Årum-Hauge-strekningen hvor vi ikke hadde Hp eller km å gå etter.

Laboratoriet

Dag renskar prøvene så godt som mulig ved bruk av båndsg. To prøvestykker fra hver ”test- blokk”, i alt 6 terninger skulle undersøkes. Hvert prøvestykke skulle være 50x50x50 mm og ble merket med trykkretning som skulle tilsvare belastningsretning for blokken slik den lå i fyllingen. Mål av lengde, bredde og høyde, samt veiing av prøvestykkene ble foretatt før de ble satt i tørkeskap til konstant vekt. Etter tørkeprosessen ble prøvene igjen veid. Ut i fra dette fant man vanninnholdet. Testprøvene var nå klare til trykktesting. (Håndbok 014, 2005).

Prøvetaking

Testmaskinen er en MTS Alliance RT/100, som måler trykkstyrken på materialet. Maskinen er forhåndsinnstilt til testformålet, men for hver enkelt terning la man inn mål på høyde, lengde og bredde. Nøye systematisert ble en og en terning testet i maskinen, og resultatene ble skrevet ut. Se vurderinger i kapittel 8 og vedleggsnummer 2,3 og 4.

8 Beskrivelse og vurdering av testområder

8.1 Solbotmoan

Generelt

Veg/område: Solbotmoan, ca 30 km sørøst for Oslo. Rv154. I dag Fv154.
Plassering: Hp 3, km 4,940 – 5,040
Byggeår: 1975
Lengde: 139 m
Høyde: 2,7 m
EPS volum: 560 m³

Tidligere testdatoer:

- 1979: Markarbeidet er utført i oktober.
- 1984: Markarbeidet er utført 13 og 18. september. Materiale ble tatt ut fra to ulike prøvehull, ved 0,5 m og 1,5 m fyllingshøyde.

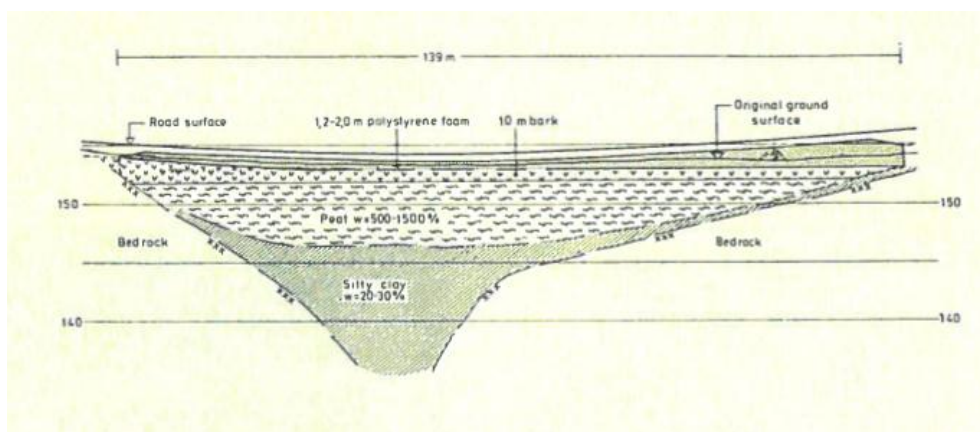
Utgraving for prøvetaking forbindelse med bacheloroppgave: 5.mai 2011.

Grunnforhold

Denne vegen krysser et myrområde. Det var et område med store setninger og veien ble oversvømt to ganger i året. Store setninger og den hyppige forekomsten av krakeleringer ga et tegn på at strukturen kunne kollapse. Grunnforholdene var svært dårlige der torvlaget hadde en varierende tykkelse. Under torvlaget var det igjen bløt leire. Dybden til fjell varierte i hovedsak fra ca 6-10 m. Dette med ett unntak der det gikk enn dypere renne på ca 20 m ned til fjell. (Meddelelse nr 61, 1987).



Figur 8.1 Solbotmoan ble bygd i 1975. (Esso Magazine, 1980).



Figur 8.2: Grunnforholdene ved Solbotmoan. (Meddelelse nr.61, 1987).

Oppbygging

Vegen ble bygget for en aksellast på 10 tonn og en årsdøgntrafikk (ÅDT) på ca 2000. Undersøkelser viste at en fylling av ordinære masser ville føre til store setninger, og det ville være fare for grunnbrudd. Den eneste løsningen ville være å redusere trykket fra vegoppbyggingen for å redusere setningene. Det ble derfor valgt å bruke EPS som en lett fylling. (Meddelelse nr 61, 1987).

Den gamle fyllingen ble gravd vekk ned til grunnvannsstanden. Det ble brukt bark som avrettingslag før det ble lagt blokker av EPS. EPS-fyllingshøyden varierte fra 0,5 til 2,7 m. På EPS-blokkene ble det støpt en betongplate med 38 cm overbygning.

Tidligere bemerkninger

Det var ingen tegn til krakeleringer av dekket eller spordannelse verken i 1979 eller 1984. Derimot ble det registrert flere tvers og langsgående sprekker. Årsaken til dette kunne være ujevne setninger, oppflyting av polystyrenlaget, dårlig utkiling eller oppsprekking av betonglag. (Aabøe, 1979 og Brattensborg, 1984).

Beskrivelse av utgraving 2011

Torsdag 5. mai ble det forsøkt å ta ut prøver fra Solbotmoan. Det var mye vann i området, så det var en vanskelig jobb. Gravehullet fylte seg med vann der mye av tilsiget kom fra under veggen. Vi fikk ut en liten prøve som ble levert til Dag på laboratoriet, og ut i fra denne biten fikk vi ut to prøvestykker som ble testet.

8.2 Vurdering av Solbotmoan 2011

Siden denne fyllingen ligger i et myrområde med høy grunnvannstand var det meget vanskelig å få ut noen gode prøver. Det har vært en snørik vinter og et utgravingsforsøk 5. mai 2011 gjorde det umulig å få ut noen prøver grunnet tilsig av vann. Likevel fikk gravemaskinen revet løs en liten bit i toppen av blokka som ga oss to terninger på laboratoriet. Disse prøvene er ikke reelle ved testing av trykkstryke, men vi klarte å finne verdier for vanninnhold.

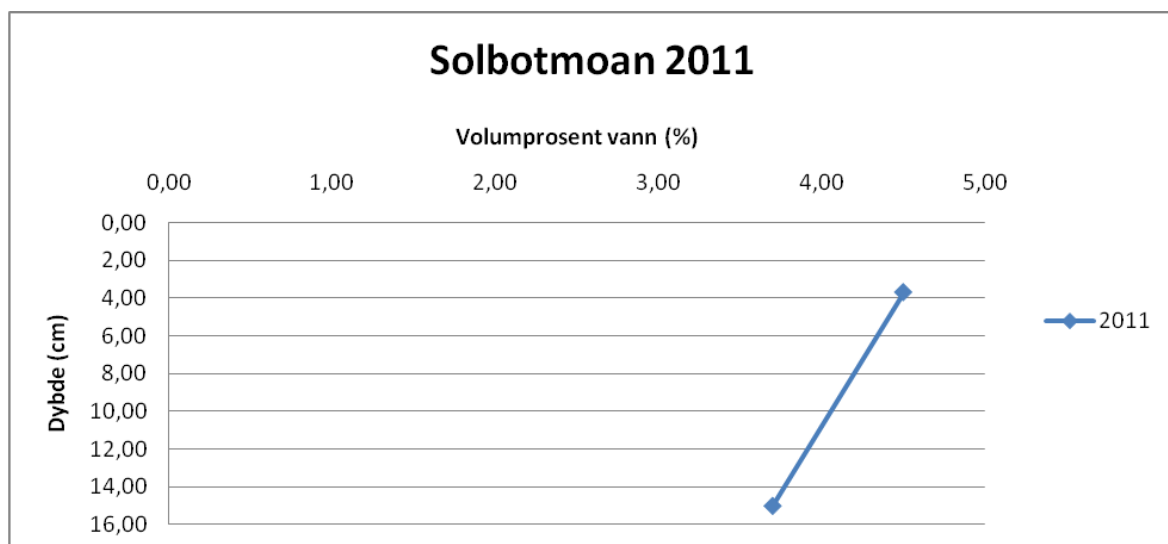
Tabell 8.1 viser vanninnholdet, densiteten og trykkstyrke i de to prøvene, men det er kun vanninnholdet som er reelle verdier.

Tabell 8.1: Verdier fra prøvetaking.

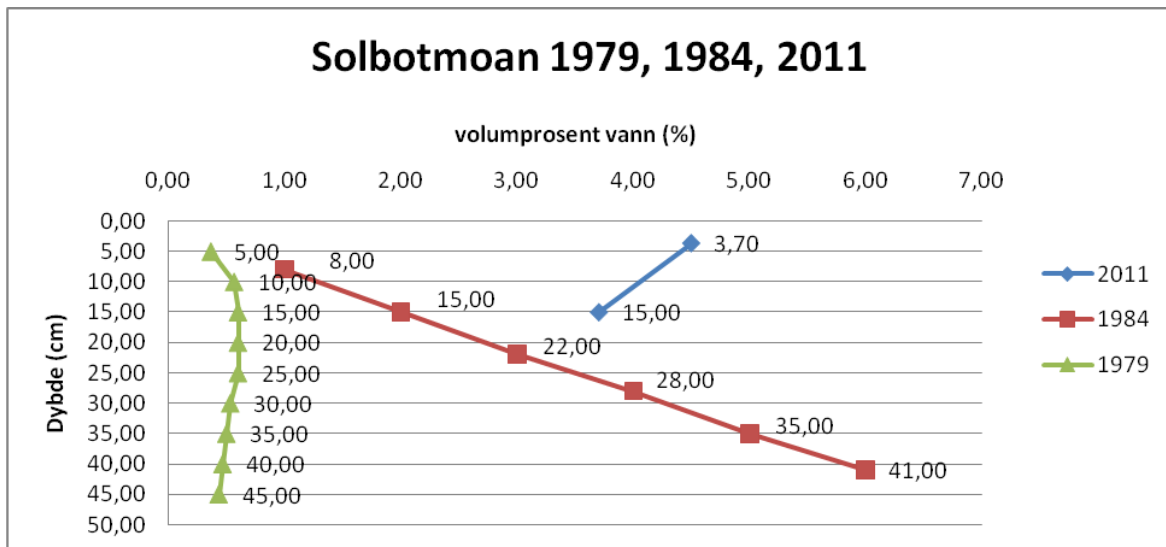
Lag/ Prøver	Volumprosent vann	Densitet	Trykkstyrke	E- Modul	Dybde
Prøve Lag1	4,50	24,00	84,80	2,56	7,50
Prøve Lag2	3,70	17,90	83,00	2,03	15,00

Sammenligning av resultater 1979, 1984 og 2011

Vi har for lite bakgrunnsmateriale til å kunne sammenligne prøvene fra i dag i forhold til tidligere. Likevel har vi valgt å lage en figur som viser sammenhengen av vanninnhold ved testingen som ble gjort i 1979, 1984 og 2011.



Figur 8.3: Volumprosent vann versus dybde.



Figur 8.4: Volumprosent vann versus dybde for målinger gjennomført i 1979, 1984 og 2011.

8.3 Langhus Fv32 (Fv26) (1977)

Generelt

Veg/område: Sloravegen ved Langhus, Ski. Den gang het det Fv26. I dag Fv32.
Plassering: Hp 1 km 0,771.
Byggeår: Fullført 1977
Lengde: ca 350 m
Høyde: 0,60 m
EPS-volum: 1800 m³

Tidligere testdatoer:

- 1984: Markarbeidet er utført 14. september 1984. Det ble tatt ut prøver fra ett hull.

Utgraving for prøvetaking i forbindelse med bacheloroppgave: 12. april 2011.

Grunnforhold

Grunnen bestod av et ca 3 m tykt torvlag over bløt siltig leire. Dybde til fjell varierte fra 3-25 m. I 1984 var flomvannstand og normalvannstand i området kjent. (Brattensborg, 1984).

Oppbygning

EPS-fylling ble valgt ut i fra en teknisk/økonomisk vurdering. Alternativer var fylling på peler og lett fylling. Den valgte løsningen med EPS var avhengig av at flomvannstanden ikke blir høyere enn antatt. (Brattensborg, 1984).

Det ble brukt bark som avrettingslag, før det ble lagt EPS i en høyde av 60 cm, som figur Det ble støpt et 10 cm tykk armert betongplate direkte på blokkene. Overbygningen var på 35 cm. (Brattensborg, 1984).

Tidligere bemerkninger

Det var ingen tegn til krakeleringer av dekket eller spordannelse. Det var heller ingen ujevne setninger over fyllingen i 1984. (Brattensborg, 1984).

Beskrivelse av utgraving 2011

Utgraving av testmateriale ble foretatt den 12. april 2011. Utstyr: Gravemaskin, koordinatplotter for å finne riktig sted, krafse, spissag, plast til innpakking.

Det ble funnet lite informasjon om denne EPS-fyllingen før utgravingen skulle gjennomføres. Det var derfor uvisst hvordan fyllingen ville ligge. Fyllingen viste seg å ligge vertikal omtrent kant i kant med



Figur 8.5: Forfatterne venter spent på å se om EPS-fyllingen vil komme til syne. (Lindqvist, 2011).



Figur 8.6: EPS-fyllingen kom til syne. (Lindqvist, 2011).

veggkanten, og derfor tok det tid før vi fant den. Vi ble litt overrasket over at det var lagt 10 cm plater av EPS og ikke større blokker. EPS-fyllingen på dette området var ca 0,5 m med en overdekning på ca 1m. Prøvene ble pakket i plast og sendt til laboratoriet for testing.

8.4 Vurdering av Langhus 2011

Generelt

I forkant av utgravingen fant vi lite om hvordan denne EPS-fyllingen i Langhus var bygd opp. Vi fikk oss derfor en liten overraskelse da vi ikke fant en hel blokk, men plater av EPS med tykkelse 10 cm. Det var fire plater i høyden. Vi tok ut 8 prøvestykker i 2011. Gry Brattensborg, som foretok utgravingen i 1984, hadde prøveresultater fra en hel blokk på 40 cm og en 20 cm plate på toppen.

Utgravingen 2011 ble foretatt ved å gå inn fra siden, og prøvene vi tok ut lå rett under vegskulderen. Vi traff på en skjøt og fikk prøver fra to ”blokker”. Resultatene fra laboratoriet av disse prøvene ligger med som vedlegg med grafer tilhørende for hvert prøvelag.

Tabell 8.2 er gjennomsnittverdier for hvert lag. Dette er verdier vi har brukt i figurene under.

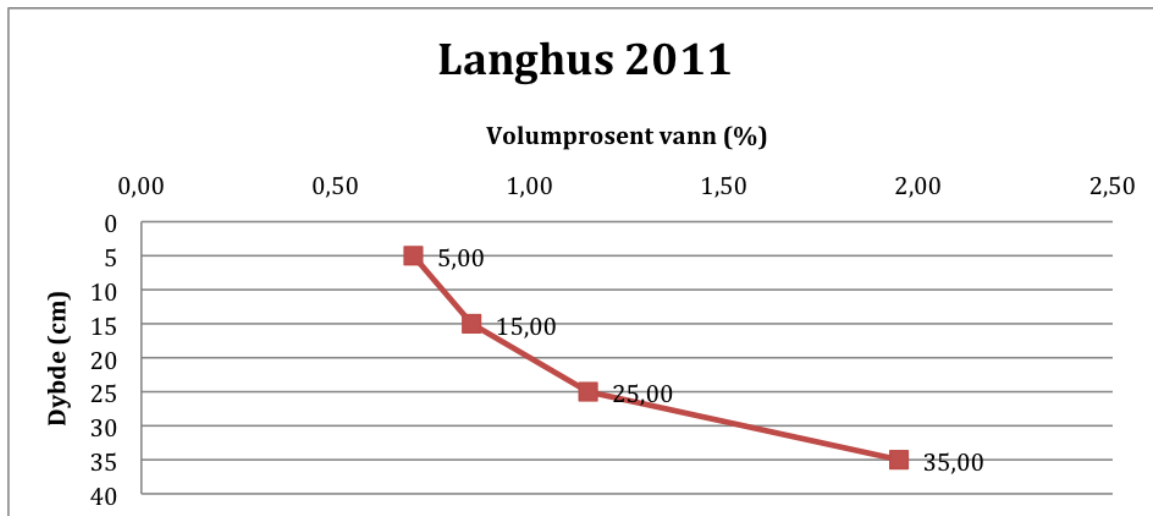
Tabell 8.2: Gjennomsnittsverdier for hvert lag ved Langhus 2011.

Lag/ Prøver	Volumprosent vann	Densitet	Trykkstyrke	E- Modul	Dybde
Prøve 1+5 (lag 1)	0,70	22,25	130,65	5,36	5,00
Prøve 2+6 (lag 2)	0,85	22,20	130,70	5,55	15,00
Prøve 3+7 (lag 3)	1,15	17,65	82,00	3,10	25,00
Prøve 4+8 (lag 4)	1,95	17,70	79,65	2,98	35,00

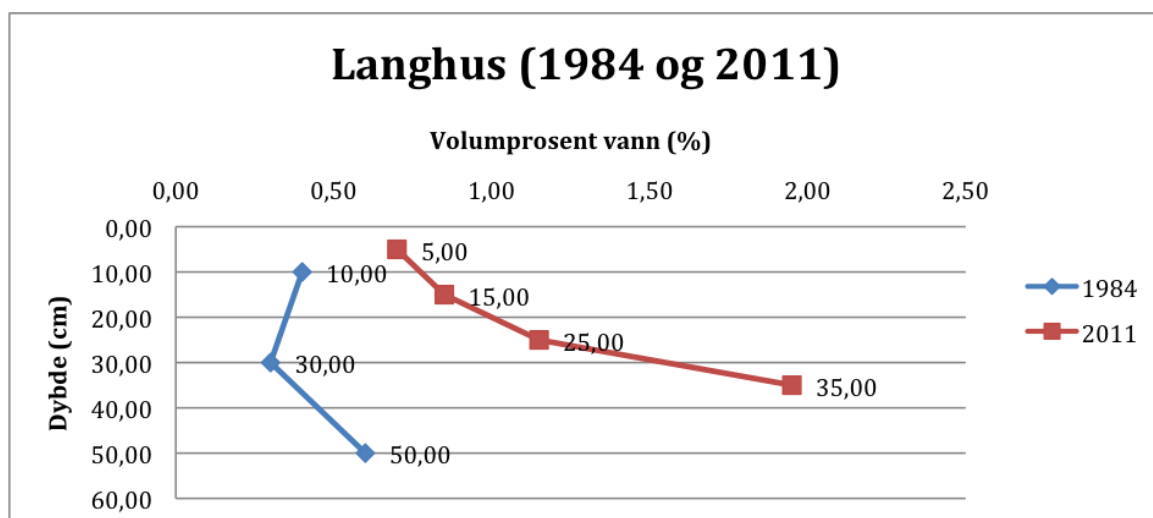
Sammenligning av resultater fra 1984 og 2011

Å sammenligne testresultatene fra 1984 og 2011 er vanskelig. Når vi ser på resultatene fra utgravingene i 1984 og 2011, ser vi en betydelig økning av vanninnhold fra et snitt på 0,4 % i 1984 til 1,16 % i 2011. Dette er en økning på 0,7 % prosentpoeng. Dette kan skyldes aldri en økning av grunnvannstand i området. Tiden på året for utgravingen kan også ha noe å si for vanninnholdet da utgravingene i 2011 ble gjort rett etter at telen hadde gått, og snøen hadde smeltet.

Figur 8.7 viser vanninnhold over EPS-lagene. På det meste hadde prøvene et vanninnhold på 2,4 %. Det er vesentlig høyere enn maks verdi på 0,6 % fra 1984.

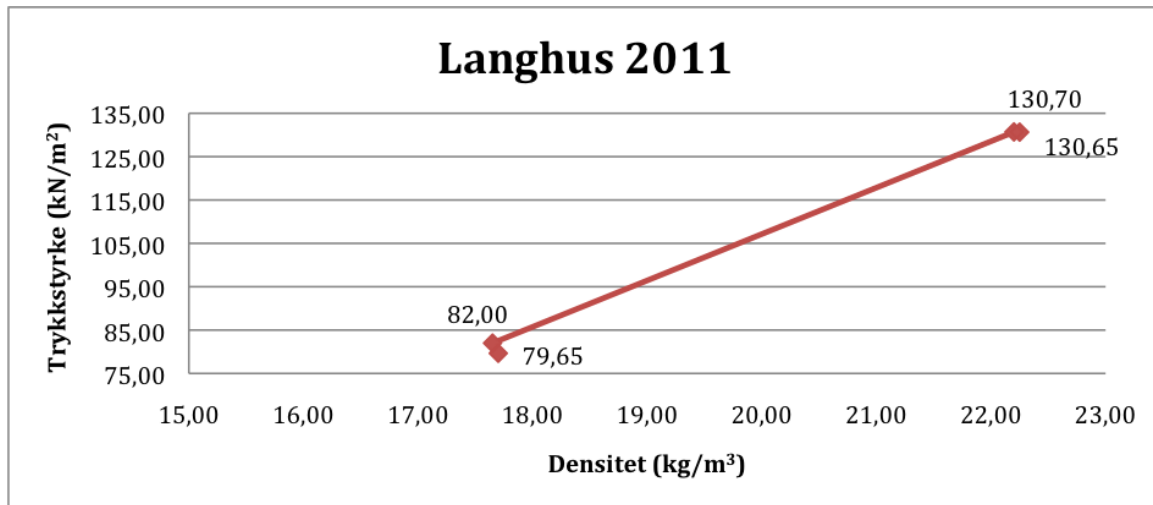


Figur 8.7: Variasjon av vanninnhold over EPS-lagene.



Figur 8.8: Resultater fra 1984 og 2011. Volumprosent vann versus dybde.

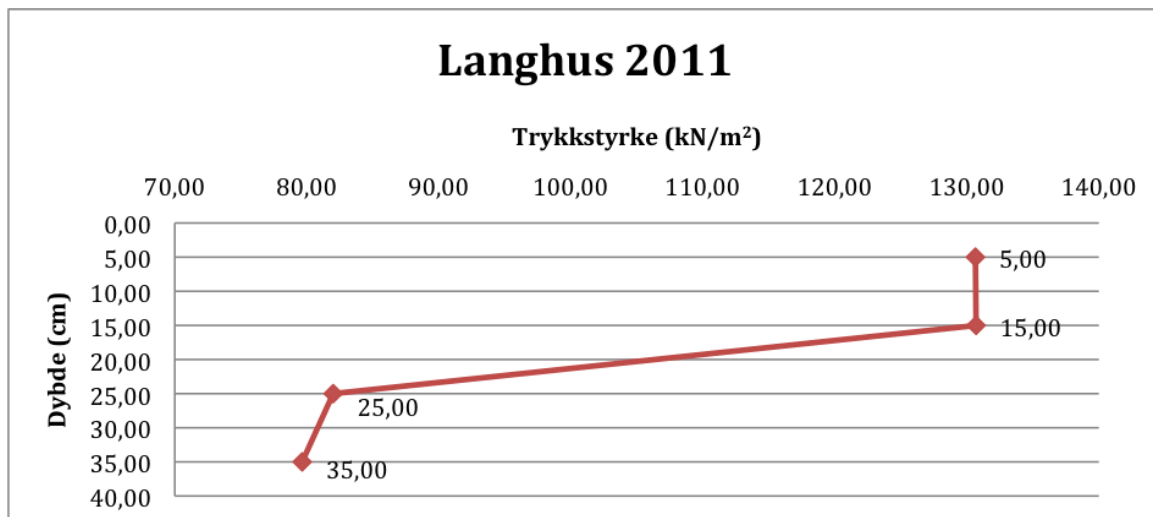
De to platene i topp hadde en gjennomsnittlig trykkstyrke på 130 kN/m^2 og densitet på $22,25 \text{ kg/m}^3$. De to nederste platene hadde en gjennomsnittlig trykkstyrke på 80 kN/m^2 og densitet på $17,7 \text{ kg/m}^3$. Dette er vist i figur 8.9.



Figur 8.9: Trykkstyrke versus densitet.

Trykkstyrken og densiteten er betydelig lavere i 2011 enn i 1984. Dette kan skyldes at prøvene som vi fant var plater og ikke blokker. Årsaken til at det var lagt plater, er vi usikre på. Resultatene viste at trykkstyrken, altså kvaliteten på EPS'en, var bedre i de to øverste lagene enn de to nederste. Det kan derfor være en mulighet at det var bevisst ved utleggelse, slik at det øvre laget vil fordele trykket. Det kan også være et spørsmål om økonomi. Dårligere kvalitet er rimeligere enn bedre kvalitet. Årsaken er likevel mest sannsynlig at platene var tilgjengelig på byggetiden, og at det derfor ble brukt.

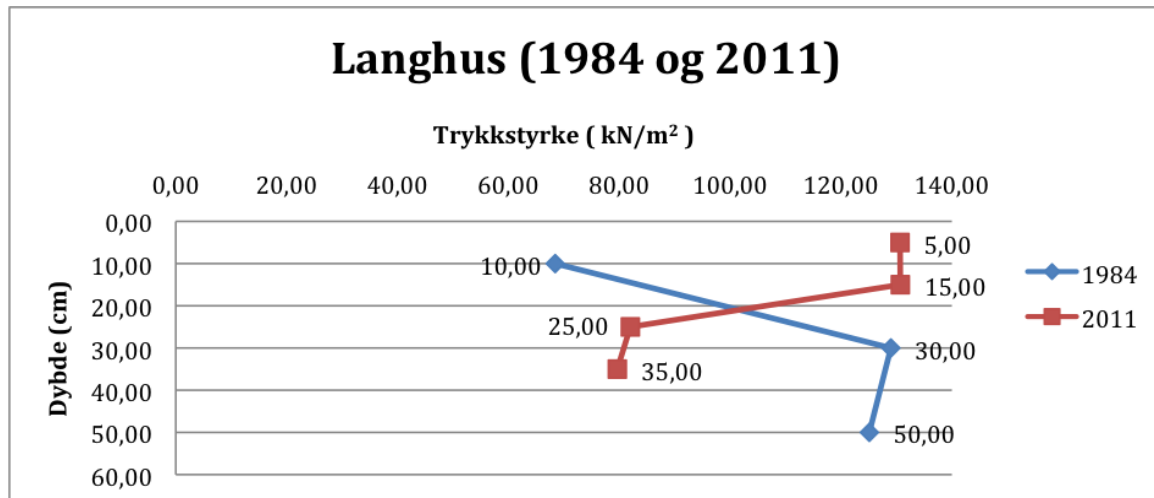
Figur 8.10 viser trykkstyrken i forhold til dybde på fyllingen. Det er helt klart et sprang i trykkstyrke fra lag 2 til lag 3.



Figur 8.10: Variasjon av trykkstyrke over lagene.

Vi har ikke klart å få tak i EPS-produzenten med tanke på trykkstyrke ved leveranse. Vi har vært i kontakt med Jackon AS og brødrene Sunde, men det har vist seg vanskelig å finne data så langt tilbake i tid. Vi kan derfor ikke bekrefte antakelsen om at trykkstyrken er lagt bevisst.

Resultatene funnet ved utgravingene i 1984 viser en blokk som har en trykkstyrke i topp på 65 kN/m^2 og bunnprøver på opp mot 138 kN/m^2 . Den laveste densiteten som ble målt i 1984 var $17,6 \text{ kg/m}^3$. Årsaken kan være forskjellen i blokker og plater som er brukt.



Figur 8.11: Resultater fra 1984 og 2011. Trykkstyrke versus dybde.

Miljøpåvirkninger

Prøvene som vi tok ut viste ingen tegn til kjemiske skader eller skader fra dyr eller gnagere som hadde prøvd å ta for seg av EPS'en.

Krav

Det generelle kravet for EPS i vegbygging sier at gjennomsnittlig trykkstyrke skal være 100 kN/m^2 . Ingen blokker skal ha en gjennomsnittlig trykkstyrke på under 90 kN/m^2 , samtidig som ingen enkeltprøver skal ha verdier under 80 kN/m^2 .

Ut i fra dette kan vi si at fyllingen oppfyller kravet med en gjennomsnittlig trykkstyrke på $>100 \text{ kN/m}^2$.

Selv om noen enkeltprøver var $< 80 \text{ kN/m}^2$, kan vi si at den høye trykkstyrken i topp gjør opp for den litt for lave kvaliteten i bunn. Ut i fra dette kan vi med våre resultater si at fyllingen holder god stand, og kan med trygghet ligge i 30 år til.

Tabellene under viser gjennomsnittsverdier for prøveresultatene i 1984 og 2011.

Tabell 8.3: Gjennomsnittsverdier for Langhus i 1984 og 2011.

Langhus 2011

			Gjennomsnitt	Max	Min
Volumprosent vann	W	%	1,16	2,40	0,50
Densitet	ρ	kg/m ³	19,95	22,80	17,10
Trykkstyrke	σ	kN/m ²	105,76	139,00	78,70
Elastisitetmodul	E	kN/m ²	4,25	6,51	2,81

Langhus 1984

			Gjennomsnitt	Max	Min
Volumprosent vann	W	%	0,40	0,60	0,30
Densitet	ρ	kg/m ³	17,90	18,20	17,60
Trykkstyrke	σ	kN/m ²	109,00	138,00	51,00
Elastisitetmodul	E	kN/m ²	3,53	4,95	1,20

8.5 E6 Årum-Hauge Skjelinveien (1977)

Generelt

Veg/område: Skjelinveien, E6 Årum – Hauge
Plassering: Hp 3, km 9,9
Byggeår: 1977
Lengde: 70 m
Høyde: maks 2,5 m
EPS-volum: 1700 m³

Fyllingen ble lagt ned i 1977 med tillat aksellast på 10 tonn og årsdøgntrafikk (ÅDT) på 7800 og for tunge kjøretøy (ÅDT-T) 950. Fyllingen ble undersøkt ca 8 år etter, og det ble da ikke observert noen setninger. (Meddelelse nr 61, 1987).

Testing til grunnlag for bacheloroppgaven ble foretatt 6. april 2011.

Grunnforhold

Denne fyllingen er bygget på et område med meget bløt leire og store stabilitet- og setningsproblemer. Dessuten måtte man ta hensyn et vannforsyningsrør som lå på tvers under fyllingen. (Meddelelse nr 61, 1987).

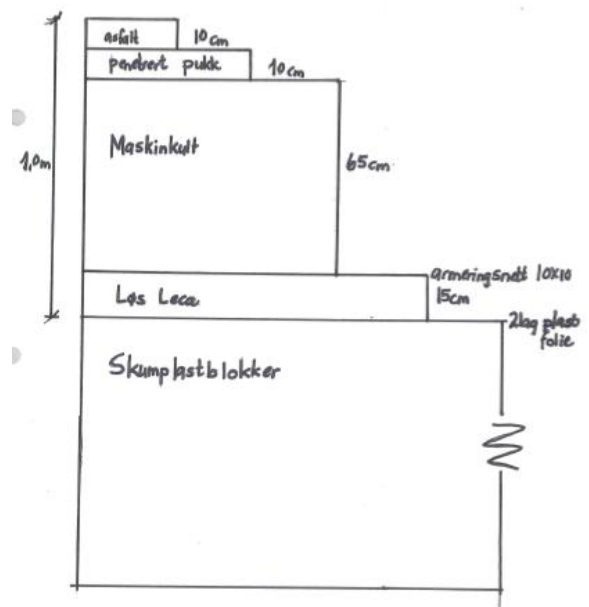
Oppbygging

Det er lagt 2,5 m med EPS, og over fyllingen er det 2 lag med polyetylen membran, 10 cm leca, 64 cm knust stein, 10 cm bitumen og på toppen 12 cm asfalt. Det avviker litt i forhold til standard oppbygging, som ble lagt med en tynn betongplate direkte på EPS-blokkene. Den opprinnelige fyllingen ble bygd for tillat aksellast på 10 tonn. (Meddelelse nr 61, 1987)

Beskrivelse av utgravingen 2011

Uthenting av testmateriell, dato: 6. april 2011.
Utstyr: gravemaskin, motorsag, elektrisk sag, spissag, plast til innpakking.

Det var fortsatt tele i bakken på testdagen. Det tok litt tid å komme ned til EPS-blokkene, men etter hvert kom blokkene til syne. Vi kom godt til og fikk skåret ut fine prøver. Umiddelbart virket EPS-blokkene tørre, lite misfarging og i god stand. Prøvene ble pakket godt inn i plast og sendt til laboratoriet for testing.



Figur 8.12: Overbygning skumplastfylling på E6 Årum-Hauge. (Hansen, 1978).



Figur 8.13: Jan Vaslestad i full sving med utgraving av prøver. (Lindqvist, 2011).

8.6 Vurdering av E6 Årum-Hauge 2011

Generelt

Det har ikke blitt tatt EPS-prøver av E6 Årum-Hauge tidligere. Jackon AS var leverandør av EPS-blokkene som er brukt i denne fyllingen. Vi har ikke lyktes å få tak i prøveresultatene fra Jackon AS når fyllingen ble lagt. Kravet har likevel vært på 100 kN/m², så vi har tatt utgangspunkt i det. Prøvene ble tatt ut ved vegskulder, ut mot grøft.

Det ble tatt ut totalt 7 prøvestykker. Det ble skjært ut 4 terninger lagvis av hvert stykke. Grunnlaget for våre vurderinger er at vi har tatt ut gjennomsnittet av 7 terninger fra hvert lag, og sett hvordan EPS-kvaliteten er nedover i de forskjellige lagene.

Tabell 8.4 er gjennomsnittsverdier fra prøvene. Dette er verdier vi har brukt i figurene under.

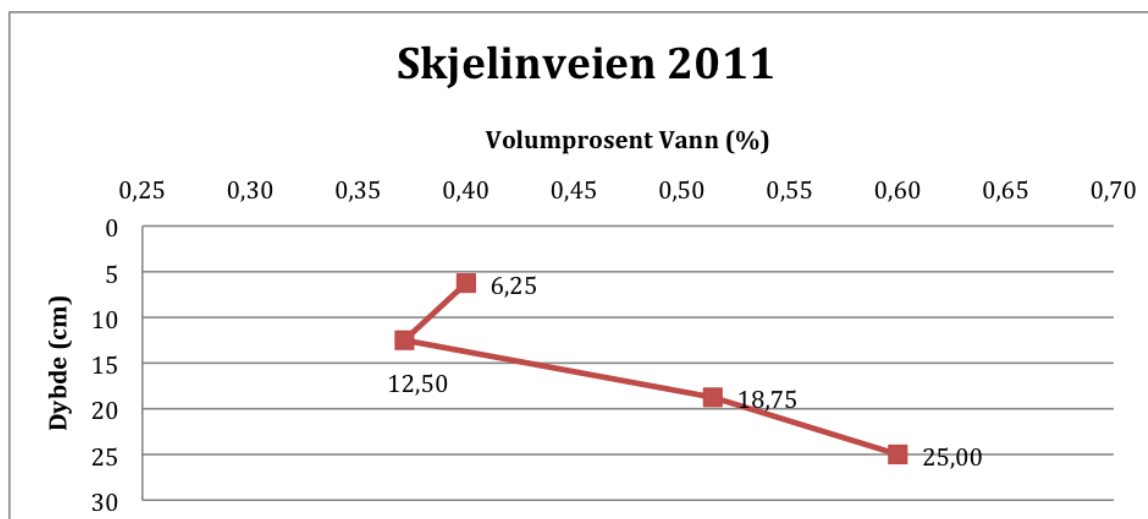
Tabell 8.4: Gjennomsnittsverdier for prøvene.

Lag	Volumprosent vann	Densitet	Trykkstyrke	E- Modul	Dybde
Lag 1	0,40	18,26	100,33	3,40	6,25
Lag 2	0,37	18,26	99,89	3,25	12,50
Lag 3	0,51	18,86	99,83	3,59	18,75
Lag 4	0,60	19,10	99,24	3,39	25,00

Vurdering

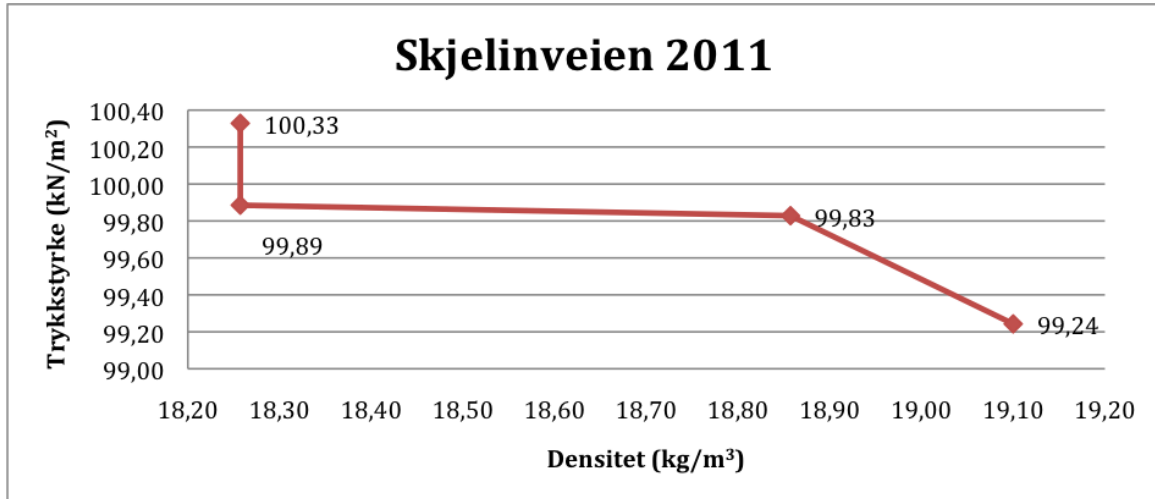
Ut i fra prøvene som har blitt tatt, kan vi se at vanninnholdet øker nedover i blokken. Dette kan skyldes aldring eller en økning av grunnvannstand i området. Tiden på året for utgravingen kan også ha noe å si for vanninnholdet, siden det fortsatt var tele i bakken ved utgravingstidspunktet.

Ut fra figur 8.14 får vi et bilde på hvordan vanninnholdet varierer over blokken. På grunn av vanskelige forhold på utgravingsstedet har vi ikke fått tatt prøver av hele blokken, noe som gir oss et dårlig bilde på tilstanden. Ut i fra testingen kan vi se at tendensen viser en økning i vannprosent i lagene nedover. Gjennomsnittlig vanninnhold lå på 0,47 %.



Figur 8.14: Volumprosent vann versus dybde i fyllingen.

Alle målte trykkstyrker var jevnt over gode, og det var liten variasjon i verdiene. Minste målte trykkstyrke var $91,3 \text{ kN/m}^2$ og største var $108,2 \text{ kN/m}^2$. Dette forteller oss at EPS – blokkene har holdt seg bra. Det var også lite svingninger i densitetsverdiene. Minste verdi var $18,6 \text{ kg/m}^3$, og største målte verdi $20,9 \text{ kg/m}^3$. Det kunne vært ønskelig med litt høyere densitet, men verdiene ligger rundt ønskelig verdi som er 20 kg/m^3 . Verdiene er vist i figur 8.15.



Figur 8.15: Trykkstyrke versus densitet.

Trykkstyrken varierte lite etter dybden i fyllingen. Årsaken kan være at vi ikke kom så langt ned i blokken som ønskelig. Samtidig skal det være brukt blokker med kvalitet 100 kN/m^2 . Verdiene er vist i figur 8.16.



Figur 8.16: Trykkstyrke versus dybde i fyllingen.

Miljøpåvirkninger

Prøvene viste ingen tegn til kjemiske skader eller skader fra dyr/ gnagere som hadde prøvd å ta for seg av EPS`en. Prøvene hadde heller ingen fargemisdannelser. Dette var nok på grunn av membranen som lå over.

Krav

Ut i fra de gitte kravene som er nevnt under kapittel 9.1 Solbotmoan, kan vi si at EPS`en holder en god standard da ingen enkeltprøver var $< 80 \text{ kN/m}^2$. Samtidig var gjennomsnittet for alle prøvene på $99,83 \text{ kN/m}^2$, noe som ligger svært nær kravet på 100 kN/m^2 .

Med bakgrunn fra våre resultater, kan vi si at EPS-blokkene holder dagens krav for bruk av EPS i vegfylling.

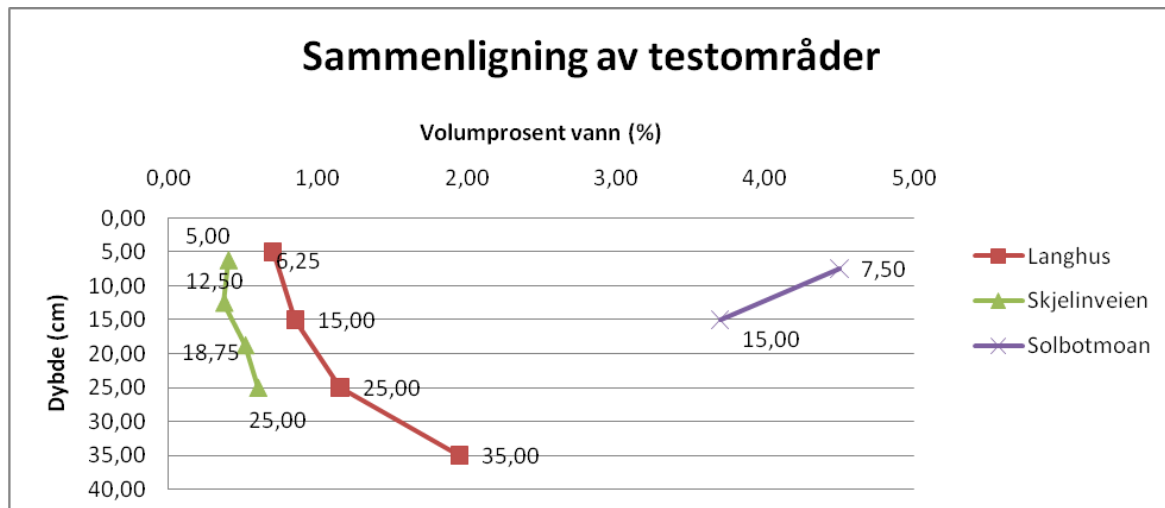
Tabellen under viser gjennomsnittsverdier for prøveresultatene i 2011.

Tabell 8.5: Gjennomsnittsverdier for prøveresultater 2011.

			Gjennomsnitt	Max	Min
Volumprosent vann	W	%	0,47	1,00	0,20
Densitet	ρ	kg/m^3	18,60	20,90	17,20
Trykkstyrke	σ	kN/m^2	99,83	108,20	91,30
Elastisitetmodul	E	kN/m^2	3,37	4,42	2,72

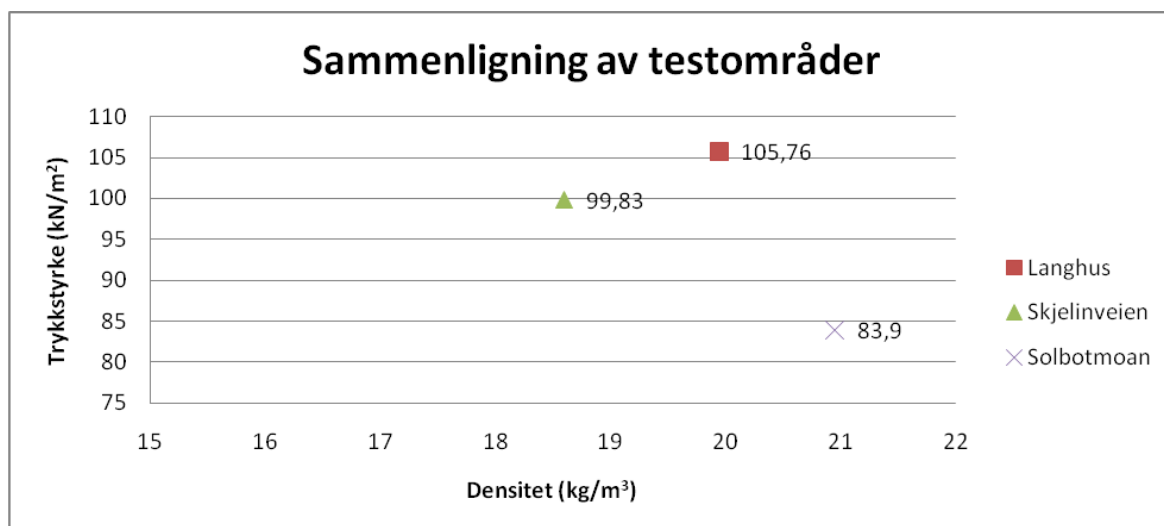
8.7 Sammenligning av testområdene

Som en avslutning av dette resultatkapittelet er vanninnholdet fra hver fylling satt opp mot hverandre i en graf. Det er verdt å nevne at Solbotmoan har de største vannprosentverdiene av de tre fyllingene. Resultatet er som forventet, når man har tatt i betraktning av fyllingens plassering er i en myr (neddykket). Fyllingen med lavest vanninnhold er E6 Årum-Hauge.



Figur 8.17: Sammenligning av vanninnhold i de ulike EPS-fyllingene.

Figuren under viser gjennomsnittlig trykkstyrke til de ulike fyllingene over densitet. Gjennomsnittsverdien fra Solbotmoan er meget lav, men prøven som ble tatt ut var av dårlig kvalitet. De resterende to fyllingene hadde gjennomsnittsverdier som var ok. Prøveverdiene fra Langhus lå litt over kravet på 100 kN/m^2 , mens prøveverdiene fra E6 Årum-Hauge lå litt under.



Figur 8.18: Sammenligning av trykkstyrke mellom de ulike EPS-fyllingene.

9 Tilstandsundersøkelse av vegstandard

9.1 Bakgrunn

I Norge blir veger dimensjonert med utgangspunkt i trafikkbelastningen og type undergrunn. De ulike undergrunnene, som er klassifisert etter telefarlighet, blir plassert i bæreevnegrupper fra 1 til 6 i Håndbok 018 "Vegbygging". Fyllinger av EPS er i dette systemet blitt plassert i bæreevnegruppe 6, noe som tilsier at den totale vegoverbygningen over EPS'en vil variere fra ca 70 til 80 cm avhengig av trafikkbelastningen. (Håndbok 018, 2011).

Det er bygget mange hundre EPS-fyllinger i Norge de siste tiårene, og det er ikke rapportert om spesielle problemer med utmatting av asfaltdekket eller behov for spesiell hyppig dekkefornyelse på disse områdene. Likevel er det hittil ikke gjennomført noen systematisk undersøkelse av tilstanden til vegdekkene over slike fyllinger. I dette kapitlet er resultatene av en gjennomgang av tilstanden på vegdekkene over utvalgte EPS-fyllinger gjennomført. (m.k Refsdal, 2011).

Det verktøy som er benyttet for å gjennomføre denne undersøkelsen er PMS 2010. Dette er en database utviklet i Statens vegvesen, som inneholder årlige tilstandsdata for hele det norske vegnettet. Spor og jevnhet er registeret i disse undersøkelsene. Samtidig er det tatt bilder av vegene med 20 m mellomrom, slik at tilstanden til en viss grad også kan vurderes visuelt. Dette kan gjøres i programmet ViaPhoto.

Ved å se på tilstandsdata over en årrekke er det mulig å se om tilstandsutviklingen av dekkene over EPS-fyllingene skiller seg fra vegen forøvrig. Dersom den gjør det, betyr det at dimensjoneringen ikke er optimal. Dersom vegdekket over EPS-fyllinger må dekkefornyes oftere enn vegen ellers, betyr det at vegoverbygningen er underdimensjonert. Holder den lenger enn vegen ellers, er den overdimensjonert. Ingen av delene er ønskelig. (m.k Refsdal, 2011).

Ved $\text{ÅDT} > 3000$, er det kun spor som har betydning for dekkestandard. Gode dekkelevetider avhenger av riktig dimensjonering på vegoppbyggingen. For å kunne vurdere dekkestandard, kan ikke dekket være av nyere dato. Dekket bør ha ligget noen år for å kunne være tilstand for vurdering. (m.k Refsdal, 2011).

Valg av strekninger

Vi har valgt å se på følgende strekninger:

- E6 Årum-Hauge, hp 3, km 9,9
- Fv7, hp 1, km 2610 - 2635
- Fv7, hp 1, km 3050 – 3130
- Fv32 Langhus, hp 1, km 730 – 800
- Fv120, hp 1, km 2440 – 2490
- Fv120, hp 1, 3190 – 3290
- Fv154 Solbotmoan, hp 3, km 4,940 – 5,040
- Fv155, hp 1, 12560 - 12600

9.2 Beskrivelse og vurdering av utvalgte strekninger med EPS

Fra programmet PMS 2010 får man hentet ut en oversikt over historiske dekkedata som viser når dekket er lagt på den aktuelle strekningen. Den aktuelle EPS-fyllingen er markert på figurene. Ved å velge tilstand lengdeprofil i PMS 2010 får man ut en oversikt som viser spordybde og jevnhet på vegdekket. Den gule linja er høyre kjørefelt i kilometreringsretningen, mens den grønne er motsatt kjørefelt. Den stiplede røde streken indikerer når dekket må fornyes.

På bildene fra ViaPhoto er det satt inn en pil i kjøreretning som indikerer hvor EPS-fyllingene ligger.

E6 Årum-Hauge

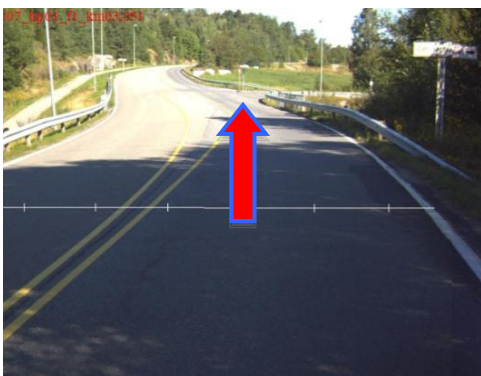
Ny 4-felts E6 ble åpnet på denne strekningen i 2009. Det ligger en EPS-fylling i nordgående løp fra 1977. I forbindelse med utvidelse av vegen, ble det lagt en ny EPS-fylling i det sørgående løpet. Det har vist seg vanskelig å finne nøyaktig km på den eldste fyllingen, men det er grunn til å tro at den ligger mellom km 9800 og km 9900. Siden vi mangler nøyaktige data på fyllingen, vil ikke denne strekningen være tilstand for vurdering.

Fv7, hp 1, km 2610 – 2635 og km 3050 – 3130

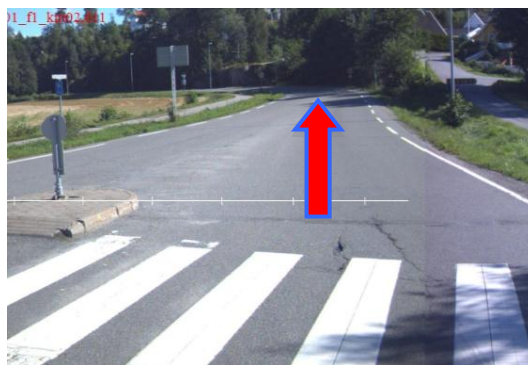
Vegdekket på disse strekningene er lagt i 1996. Vegdekket har derfor ligget i 15 år. ÅDT er 4000. Strekningen vil derfor være tilstand for vurdering.



Figur 9.1: Historiske dekkedata over Fv7, km 2610 – 2635 og km 3050 - 3130. (PMS 2010, 2011).



Figur 9.2: Bilde fra ViaPhoto av Fv7, km 2610 - 2635. (ViaPhoto, 2011).



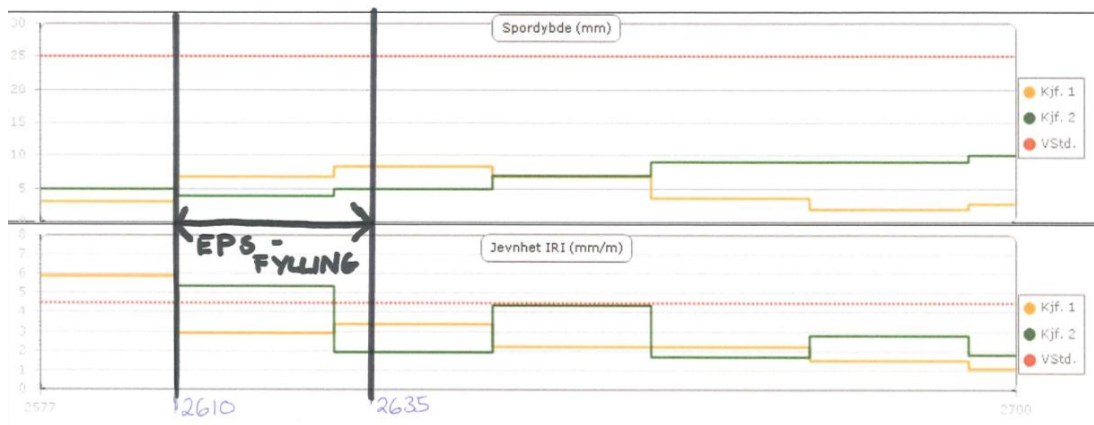
Figur 9.3: Bilde fra ViaPhoto av Fv7, km 3050 – 3130. (ViaPhoto, 2011).

Øst - Akershus
 FV7 : NORDRE BREVIK RUNDKJ - ALISENBORG X151/F2
 Fra HP/M: 1 / 2577 Til HP/M: 1 / 3808 (1231 meter)

Spor 90/50: 13,5 / 8,9
 Kritisk år spor: 2022
 IRI 90/50: 4,4 / 2,6
 Kritisk år IRI: 2015

Siste måledato: 2010.08.30
 Siste dekkedato: 1996.10.01
 Dekketype: Agb
 Dekkebredde: 8

ÅDT: 4000
 Dekkelevetid spor: 26
 Dekkelevetid IRI: 19



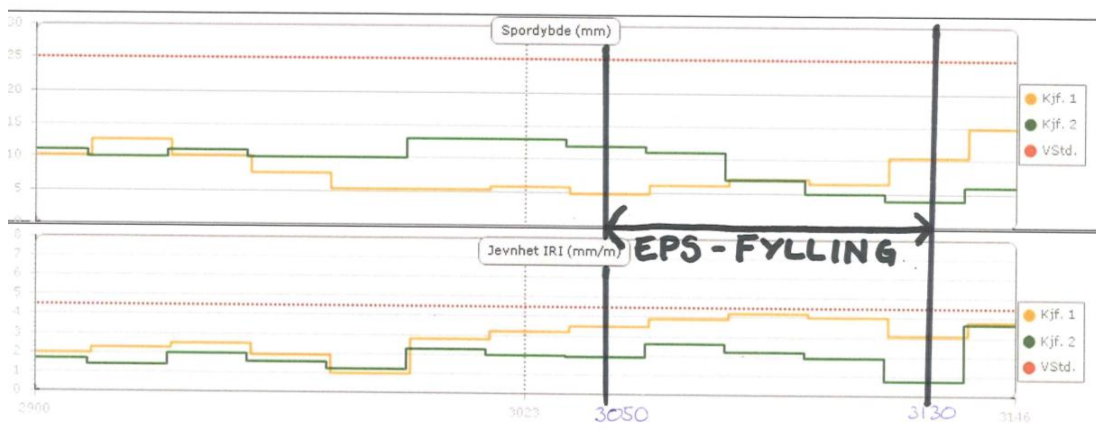
Figur 9.4: Tilstand lengdeprofil på Fv7, km 2610 - 2635. (PMS 2010, 2011).

Øst - Akershus
 FV7 : NORDRE BREVIK RUNDKJ - ALISENBORG X151/F2
 Fra HP/M: 1 / 2577 Til HP/M: 1 / 3808 (1231 meter)

Spor 90/50: 13,5 / 8,9
 Kritisk år spor: 2022
 IRI 90/50: 4,4 / 2,6
 Kritisk år IRI: 2015

Siste måledato: 2010.08.30
 Siste dekkedato: 1996.10.01
 Dekketype: Agb
 Dekkebredde: 8

ÅDT: 4000
 Dekkelevetid spor: 26
 Dekkelevetid IRI: 19



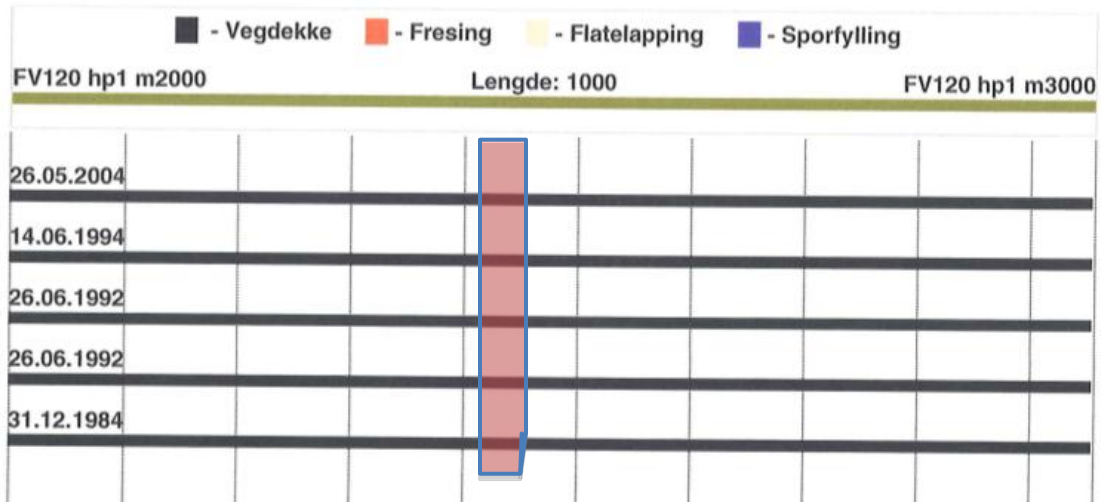
Figur 9.5: Tilstand lengdeprofil på Fv7. Km 3050 – 3150. (PMS 2010, 2011).

Verken på bildene fra ViaPhoto eller fra figurene fra PMS 2010 er vi i stand til å se noen forskjell på vegdekket der EPS-fyllingen ligger, og vegdekket før og etter. I figur 9.5 kan man vel heller se en forbedring med tanke på spordybde over EPS-fyllingen, enn på vegdekket før og etter.

Ut i fra figur 9.8 kan man ikke se noen stor forskjell mellom tilstand med tanke på spordybde. Det betyr at dekkelevetiden er tilnærmet lik for hele strekningen.

Fv120, hp 1, km 2440 – 2490

Vegdekket på denne strekningen er lagt i 2004. Med en ÅDT på 3371, vil denne strekningen være tilstand for vurdering.



Figur 9.9: Historiske dekkedta over Fv120, km 2440 – 2490. (PMS 2010, 2011).



Figur 9.10: Bilde fra ViaPhoto av Fv 120, km 2440 – 2490. (ViaPhoto, 2011).

Øst - Akershus

FV120 : ØSTFOLD/MJÆRSKOG - TANGEN BRU X155

Fra HP/M: 1 / 2000 Til HP/M: 1 / 3000 (1000 meter)

Spor 90/50: 17 / 10,7

Kritisk år spor: 2016

IRI 90/50: 3,2 / 2,1

Kritisk år IRI: 2028

Siste måledato: 2010.06.01

Siste dekkedato: 2004.05.26

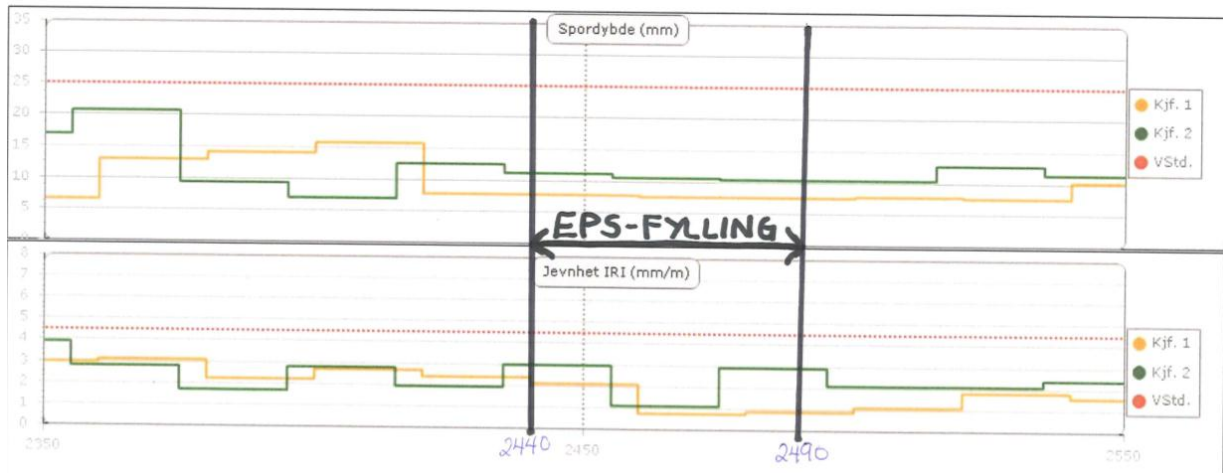
Dekketype: Agb

Dekkebredde: 6,5

ÅDT: 3371

Dekkelevetid spor: 12

Dekkelevetid IRI: 24

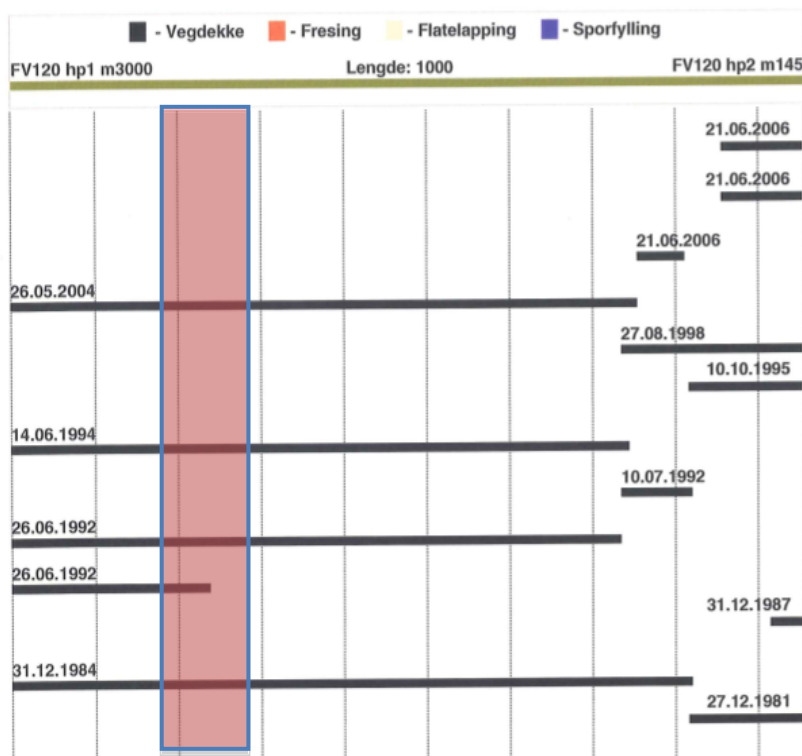


Figur 9.11: Tilstand lengdeprofil på Fv 120, km 2440 – 2490. (PMS 2010, 2011).

Heller ikke på denne strekningen kan man se noen stor forskjell på dekkestandarden over EPS-fyllingen og på tilstøtende veg. Denne oversikten gir derfor en god indikasjon på at dekkelevtiden er jevnt over lik for hele strekningen.

Fv120, hp 1, km 3190 – 3290

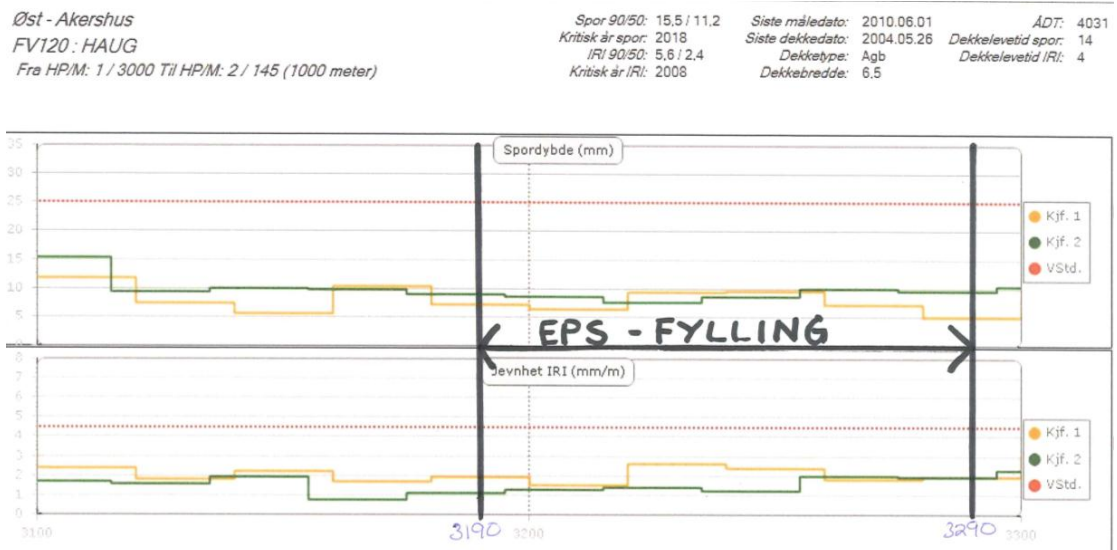
Vegdekket på strekningen der denne EPS-fyllingen ligger er lagt i 2004. ÅDT for strekningen er 3031.



Figur 9.12: Historiske dekkedata over Fv120, km 3190 – 3290. (PMS 2010, 2011).



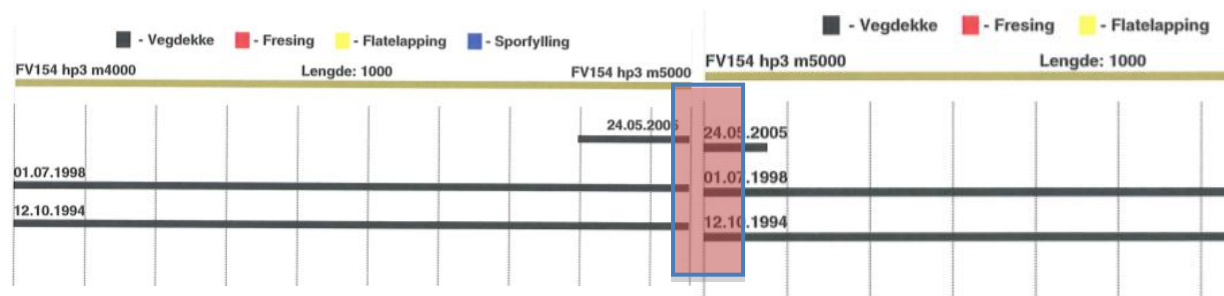
Figur 9.13: Bilde fra ViaPhoto av Fv 120, km 3190 - 3290. (ViaPhoto, 2011).



Figur 9.14: Tilstand lengdeprofil på Fv120, km 3190 – 3290. (PMS 2010, 2011).

Fv154, Solbotmoan. Hp 3, km 4940 – 5040

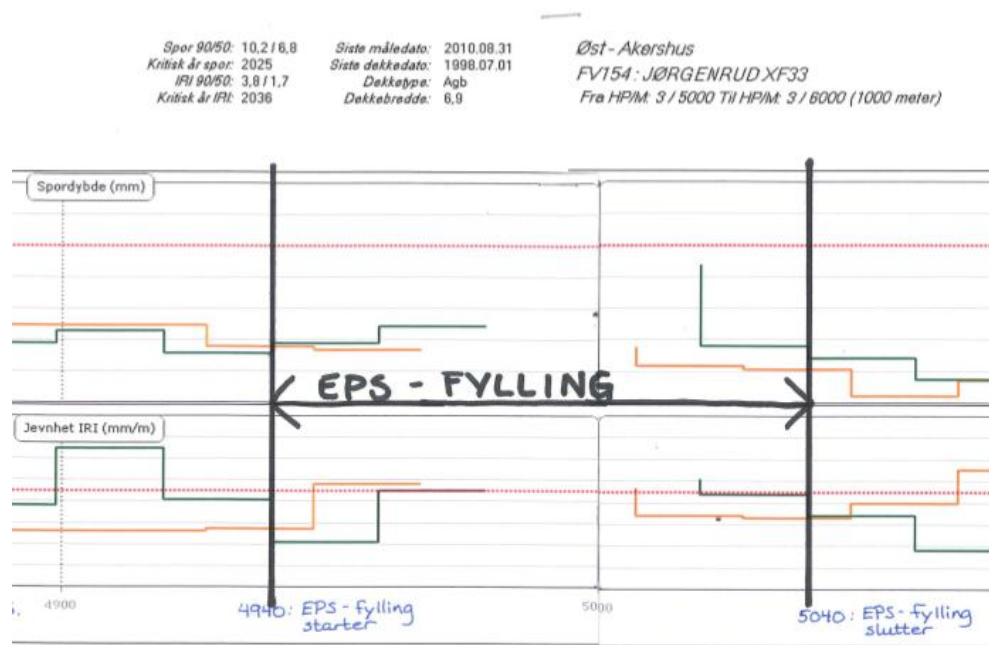
Vegdekket ble lagt i 1998, men fra km 4841 - 5076 ble dekket fornyet i 2005. ÅDT på strekningen er 3100.



Figur 9.15: Historiske dekkedata over Fv154, km 4940 - 5040. (PMS 2010, 2011).



Figur 9.16: Bilde fra ViaPhoto av Fv154, km 4940 - 5040. (ViaPhoto, 2011).

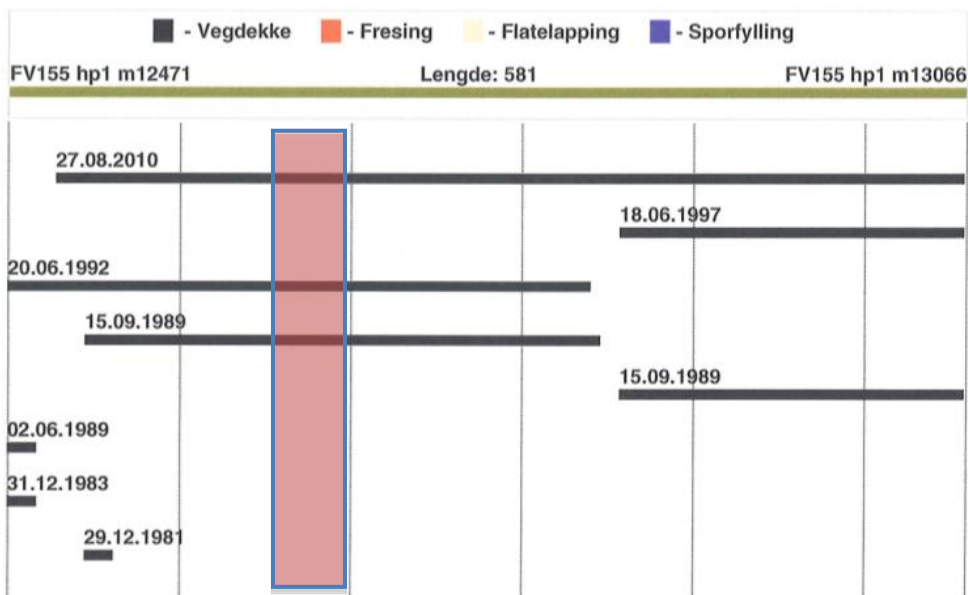


Figur 9.17: Tilstand lengdeprofil på Fv154, km 4940 - 5040. (PMS 2010, 2011).

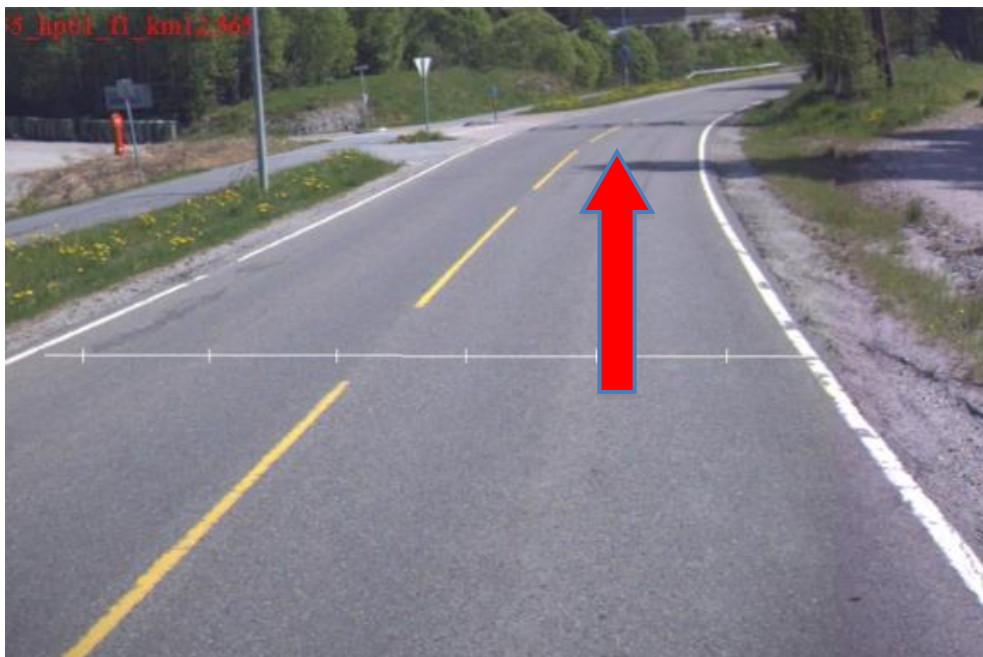
EPS-fyllingen på Solbotmoan går over to utsnitt fra tilstand lengdeprofil. Derfor er figur 9.17 over tilpasset best mulig for å få en oversikt. Derfor mangler deler av oversikten på spordybden. Det er likevel ingenting som indikerer at dekket har dårligere eller bedre standard enn tilstøtende veg.

Fv155, hp 1, km 12560 – 12600

Måledataene på denne strekningen er tatt før nytt dekke ble lagt i 2010. Man ser på figur at det er tid før utskifting, noe som da ble foretatt noe senere samme år. Dekket er jevnt over dårlig og man ser ingen forskjell på vegen før, over og etter EPS-fyllingen. ÅDT på strekningen er 6300.



Figur 9.18: Historiske dekkedata over Fv155, km 12560 - 12600. (PMS 2010, 2011).



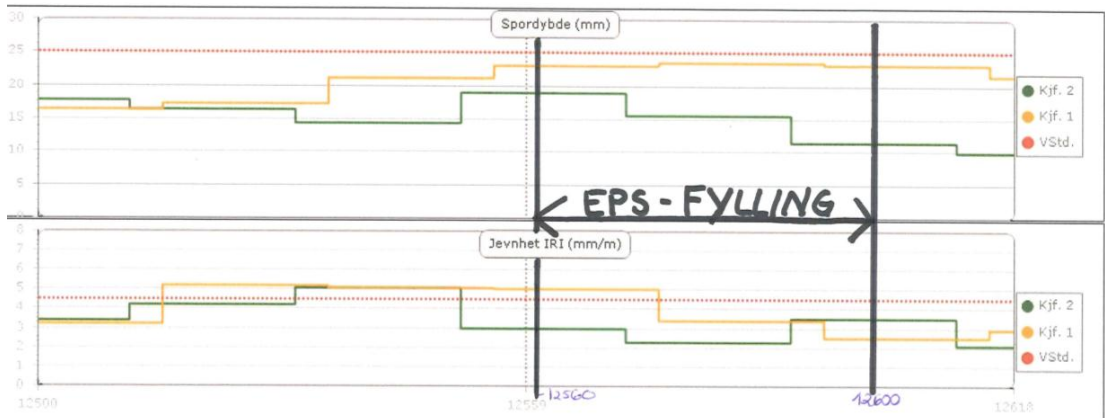
Figur 9.19: Bilde fra ViaPhoto av Fv155, km 12560 - 12600. (ViaPhoto, 2011).

Øst - Akershus
 FV155 : VIK XRV120 RUNDKJ - VANGSLI
 Fra HP/M: 1 / 12471 Til HP/M: 1 / 13066 (581 meter)

Spor 90/50: 28,2 / 18,7
 Kritisk år spor: 0
 IRI 90/50: 5,5 / 3,9
 Kritisk år IRI: 0

Siste måledato: 2010.06.01
 Siste dekkedato: 2010.08.27
 Dekketype: Ab
 Dekkebredde: 6,45

ÅDT: 6300
 Dekkelevetid spor: 0
 Dekkelevetid IRI: 0



Figur 9.20: Tilstand lengdeprofil på Fv155, km 12560 - 12600. (PMS 2010, 2011).

9.3 Resultat av tilstandsvurdering

Denne undersøkelsen er basert på undersøkelse av tilstanden på åtte EPS-fyllinger i østlandsområdet. Det er lite, men det er fyllinger hvor det har vært mulig å få frem tilstandsdata for vegdekkene over et lengre tidsrom etter dekkefornyelse, slik at eventuelle forskjeller i tilstandsutviklingen skulle komme tydelig frem.

Det som kan leses ut fra tilstandsutviklingen på disse åtte strekningene er at de ikke skiller seg ut fra tilstandsutviklingen på tilstøtende veg før/etter EPS-fyllingen. Det betyr at den dimensjoneringen som foretas på EPS-fyllinger i Norge synes å ligge på et riktig nivå.

Selv om det hadde vært ønskelig å kunne inkludere flere EPS-fyllinger i undersøkelsen er resultatene likevel entydige og det gir en klar indikasjon på at dimensjoneringen har vært riktig.

10 Konklusjon

Bacheloroppgaven er utført på oppdrag fra Vegdirektoratet og Statens vegvesen Region øst. Som bakgrunnsmateriale for oppgaven har vi brukt to hovedoppgaver fra NTNU, der den siste er fra 1984. De tidligste fyllingene som er bygd opp med ekspandert polystyren (EPS) i Norge nærmer seg 40 år, og det var derfor interessant å gjennomføre en ny tilstandsvurdering på noen av de eldste fyllingene.

Det er flere grunner til at EPS er et velegnet materiale til vegbygging på bløt grunn. EPS er et materiale med spesielt gode egenskaper med hensyn på densitet, men også bestandighet og trykkstyrke. Samtidig er materialet lett å håndtere anleggsteknisk. EPS har også vist seg å gi få eller ingen negative miljøkonsekvenser. Det gjelder både ved produksjon, utlegging og ved eventuelt brann.

Med bakgrunn i disse egenskapene har EPS vist seg som gunstig ved bruk på områder med setning- og stabilitetsproblemer. Det har tidligere vært vanskelig å bygge veg i slike områder. Innen vegbygging er det i dag vanlig å benytte EPS til vegfyllinger på svak grunn, ofte der en bru vil være alternativet. Samtidig benyttes EPS til fylling for brufundament, vertikale avslutninger og støttemurer. Blant annet har en sett fordelene med å bruke EPS til å redusere horisontalt jordtrykk som er et stort problem ved jordskjelv i Japan. Det er også grunn til å tro at EPS vil være velegnet på flere bruksområder, og at bruken av EPS vil ekspandere i tiden som kommer, både internasjonalt og i Norge.

Tilstandsvurdering av tidlige EPS-fyllinger

Vi har gjennomført utgravinger på tre EPS-fyllinger. To av fyllingene er fra 1977, Langhus og E6 Årum-Hauge. Den tredje fyllingen, Solbotmoan, er fra 1975. Etter utgraving og testing ved de tre forskjellige fyllingene har vi grunnlag for å si at EPS-blokkene ikke viser noen tydelig svakhetstegn. Blokkene holder også god stand med unntak av fargemisdannelser der blokkene er i kontakt med jord, silt eller andre naturlige masser.

Vannopptaket i blokkene har variert fra fylling til fylling, men ikke betydelig ut ifra gamle tester for hver enkelt fylling. Trykkstyrken varierte betydelig, men gjennomsnittet lå innenfor kravene. Ved E6 Årum-Hauge lå gjennomsnittlig trykkstyrke på 100 kN/m^2 , slik trykkstyrken opprinnelig var spesifisert.

Tilstandsundersøkelse av strekninger med EPS-fyllinger

Programmene PMS 2010 og ViaPhoto er brukt som verktøy til å gjøre en tilstandsundersøkelse av dekkelevetiden på EPS-fyllinger. Programmet PMS 2010 gir tilstandsutviklingen på vegdekket, mens ViaPhoto inneholder et bildearkiv av alle riks- og fylkesveger med 20 m mellomrom. Bildearkivet inneholder bilder helt tilbake fra 1998. Metoden gir en god indikasjon på at dimensjoneringen av vegoppbygningen på EPS-fyllinger er riktig fordi det ikke gir noen nevneverdige utslag på dekkestandarden. Det vil derfor gi et bilde på at standard vegoppbygging og veg bygd opp på EPS fungerer omtrent likt med tanke på dekkelevetid.

Referanser

Litteraturreferanser

- Aabøe og Frydenlund, 2001: "EPS - Den lette løsningen". Intern rapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund (2001)
- Aabøe og Frydenlund, 2002: SVV, Publication no. 100 des 2002, Frydenlund, T.E., Aabøe, R. "Long term performance and durability of EPS as a lightweight filling material" (2002)
- Aabøe, 1979: "Bruk av lette fyllmasser i vegbygging". Hovedoppgaven av Roald Aabøe. Institutt for veg- og jernbanebygging, Universitetet i Trondheim og Norges Tekniske Høgskole (1979)
- Aabøe, 1981: "Plastic Foam in Road Embankments". Roald Aabøe, Publisert i "Våre Veger" nr 5, (1981)
- Aabøe, 1987: "Hvelvbru av ekspandert polystyren". Referat fra gruppemøter 27.04. 1987 og 04.05.1987 med skisser
- Alfheim, 1974: "Vegen og vi". Av sivilingeniør S.L Alfheim, Veglaboratoriet (1974)
- Alfheim, 1975: Frost i jord nr. 15: "Skumplast i vegbygging – ikke bare til isolering". Av sivilingeniør Svein L Alfheim, mai (1975)
- Braaten, 2011: Notat: "Refundamentering på EPS – Hjelmungen bru", Anne Braaten (2011). Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (1995).
- Brattensborg, 1984: "Ekspandert polystyren i vegbygging". Hovedoppgave av Gry Brattensborg. Institutt for geoteknikk og fundamenteringslære, Norges tekniske høgskole (1984)
- Frydenlund og Aabøe, 1988: "A challenging concept in road construction Superlight fill materials". Tor Erik Frydenlund og Roald Aabøe. Trykket i Ground Engineering volume 19, number 1 (1988)
- Håndbok 014, 2005: "Laboratorieundersøkelser" kap 14.713 s 1-5, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (2005)
- Håndbok 016, 2010: "Geoteknikk i vegbygging" kap. 2, s. 12-1 – 12-8, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (2010)
- Håndbok 018, 2011: "Vegbygging". Kap 5, s. 205-303, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (2011)
- Håndbok 025, 2007: "Prosesskode 1, Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter" kap 24.74 s 53, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (2007)
- Håndbok 274. 2008: "Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger" kap. 2.4.3, s 2-75 2-84, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (2008)
- Meddelelse nr 61, 1987: "Plastic Foam in Road Embankments". Veglaboratoriet (1987)
- Miki, 1996: "EPS Construction Method in Japan". EPS Development Organization (EDO) (1996)
- NS-EN 14933: 2007. /1/: NS-EN 14933: "Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications – Factory made products of expanded polystyrene (EPS)" – Specification. Kapittel 4.2.5 (oktober 2007)
- NS-EN 14933: 2007. /2/: NS-EN 14933: "Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications – Factory made products of expanded polystyrene (EPS)" – Specification. Kapittel 4.3.5 (oktober 2007)

NS-EN 14933:2007. /3/: NS-EN 14933: "Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications – Factory made products of expanded polystyrene (EPS)" – Specification. Kapittel 5.3 (oktober 2007)

Publication no. 74: "Load reduction on rigid culverts beneath high fills. Long-term behavior". 1994: Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (1994)

Refsdal, mars 1977: "Polystyren-hårdskum til veganlegg på myk jordbunn". Publisert i Norsk Plast nr. 3 1977. Sivilingeniør Geir Refsdal, Veglaboratoriet, (mars 1977)

Refsdal, september 1977: "Polystyrenblokker til veibygging". Publisert i Norsk Plast nr. 9 1977 Sivilingeniør Geir Refsdal, Veglaboratoriet, (september 1977)

Slobodinski og Aunaas, 2010: "Studietur til Japan – Bruk av EPS i vegbygging". Kristian Aunaas og Alexander Slobodinski, 2010. Utgitt som en rapport etter studietur i regi av Vegdirektoratet og Vegteknisk seksjon Region Vest (2010)

Vegdirektoratet blankett 484, 1991. Vegdirektoratet/ Veglaboratoriet, desember (1991)

Muntlige referanser

m.k Andersen, 2011: muntlig kommunikasjon med Roy Andersen ved bedriftsbesøk på Jackon AS (24.2.2011)

m.k Carlsson, 2011: muntlig kommunikasjon med Kristin Carlsson, viser til samtaler og e-post med K. Carlson, Statens vegvesen (2011)

m.k Refsdal, 2011: muntlig kommunikasjon med sivilingeniør Geir Refsdal ved Statens vegvesen (våren 2011)

Internettreferanser

alltak.no, 2011: Produktblad EPS og XPS
<http://www.alltak.no/produkter/takisolasjon/1067250819>
(Lesedato 5. mars 2011)

Byggfaktadocu.se, 2011: Beskrivelse av en EPS PEX- kulvert.
http://www.byggfaktadocu.se/10/company/21/60/91/product305561_10.html
(Lesedato: 27. april 2011)

EPS-gruppen.no /1/, 2011: "Lav vekt".
<http://www.eps-gruppen.no/?itemId=1163>
(Lesedato 5. april 2011)

EPS-gruppen.no /2/, 2011: "EPS og miljø".
<http://eps-gruppen.no/?CatID=1185>
(Lesedato 6. mars 2011)

EPS-gruppen.no /3/, 2011: "Kjært barn har mange navn". Riktig artikkel kommer på 3.siden på "neste-knappen".
<http://www.eps-gruppen.no/?CatID=1182>
(Lesedato 27. april 2011)

EPS-gruppen.no, 2011. /4/: "Medlemsbedrifter i EPS-gruppen". En oversikt over EPS-produsenter.
<http://www.eps-gruppen.no/?catid=1209>
(Lesedato 27. april 2011)

Jackon.no, 2011: Hjemmeside til Jackon AS.
http://www.jackon.no/eway/default.aspx?pid=261&trg=MainPage_4926&MainPage_4926=5598:0:10,1741
(Lesedato 11. april 2011)

Vegvesen.no 2011 /1/: "Utbyggingsfaser". Trinnvis utbygging på Rv108.
<http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/rv108/Fakta/Utbyggingsfaser>
(Lesedato 4. april 2011)

Vegvesen.no 2011 /4/: "Opprusting av Mosseveien". Nyhetsbrev fra oktober 2010.
<http://www.vegvesen.no/attachment/181964/binary/349112>
(Lesedato 4. april 2011)

Wald, 1995: Artikkel: "Airports to Halt Errant Planes With Foam Blocks" av Matthew L. Wald. Publisert 10. mars 1995.
<http://www.nytimes.com/1995/03/10/nyregion/airports-to-halt-errant-planes-with-foam-blocks.html?src=pm>
(Lesedato 20. mai 2011)

Wikipedia.com, 2011: Publisert 17. mars 2011. Beskrivelse av polystyren.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Polystyrene>,
(Lesedato 11. april 2011)

Figur- og bildereferanser

Kapittel 2

- Figur 2.1: ”Tradisjonelle materialer til ”lette fyllinger”.
”Polystyrenblokker til vegbygging”. Publisert i Norsk Plast nr. 9, 1977. Sivilingeniør Geir Refsdal, Veglaboratoriet.
- Figur 2.2: ”Skisse av Flom bruer før og etter bruk av EPS-fylling”.
Powerpoint Statens vegvesen, 2001.
Fått av Roald Aabøe, Vegdirektoratet.
- Figur 2.3: ”Første utkast til vegfylling ved Flom bruer”.
Notat mottatt fra Refsdal våren 2011.
- Figur 2.4: ”Andre utkast til vegfylling ved Flom bruer”.
Personlige notater av Geir Refsdal 1972.
- Figur 2.5: ”Eksempel på vegoppbygging med EPS-fylling”.
”Polystyrenblokker til veibygging”. Publisert i Norsk Plast nr. 9, 1977. Sivilingeniør Geir Refsdal, Veglaboratoriet.
- Figur 2.6: ”EPS med et skummet polyuretanlag over”.
Powerpoint Statens Vegvesen 2001.
Fått av Roald Aabøe, Vegdirektoratet.
- Figur 2.7: ”Den første forsøksstrekningen ved Flom bruer i 1972”.
Esso Magazine no 114, 1980. Hentet fra side 10.
- Figur 2.8: ”Notis om forsøk med ”lette fyllinger” i Teknisk Ukeblad”.
Teknisk Ukeblad nr 37, 7. sept. 1972.
- Figur 2.9: ”Superlette fyllinger 1972 – 1977”.
Norsk Plast, sept 1977.

Kapittel 3

- Figur 3.1: ”Kjemisk oversikt over produksjonen”.
<http://www.alltak.no/produkter/takisolasjon/1067250819>
Produktblad EPS og XPS. Word dokument (Lesedato 5. mars 2011)
- Figur 3.2: ”Forskummer”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved bedriftsbesøk 24. februar 2011.
- Figur 3.3: ”Perleformasjon før og etter forskumming”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved bedriftsbesøk 24. februar 2011.
- Figur 3.4: ”Satsvis forskummer”.
Dokument mottatt fra Roy Andersen ved bedriftsbesøk hos Jackon 24. februar 2011.
- Figur 3.5: ”Kontinuerlig forskummer”.
Dokument mottatt fra Roy Andersen ved bedriftsbesøk hos Jackon 24. februar 2011.
- Figur 3.6: ”Støpeform”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved bedriftsbesøk 24. februar 2011.
- Figur 3.7: ”Tilpasning av EPS-blokker”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved bedriftsbesøk 24. februar 2011.

- Figur 3.8: ”Viser krymp i alle retninger”.
Figur laget av gruppemedlem L.M. Andersen, 2011.
- Figur 3.9: ”Deformasjonskurve”
Dokument mottatt fra Roy Andersen ved bedriftsbesøk hos Jackon 24. februar 2011.
- Figur 3.10: ”Isolasjonskurve gitt av densitet”.
Dokument mottatt fra Roy Andersen ved bedriftsbesøk hos Jackon 24.2.2011.
- Figur 3.11: ”EPS angrepet av insekter”.
http://skadedyrkontroll.biz/konsulentjenester_bilde_4
(Lesedato 7. april 2011).
- Figur 3.12: ”Brann i en EPS-fylling slipper ut de samme stoffene som ved vedfyring”
Illustrasjonsfoto.
- Figur 3.13: ”Forfatterne studerer råmaterialet som senere skal bli en ferdig EPS-blokk”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved bedriftsbesøk 24. februar 2011.
- Figur 3.14: ”Her er forfatterne avbildet foran en ferdigstøpt EPS-blokk”.
Fotografert av veileder Jan Vaslestad ved bedriftsbesøk hos Jackon 24. februar 2011.
- Figur 3.15: ”Jackons produksjonssteder i Europa”.
http://www.jackon.no/eway/default.aspx?pid=261&trg=MainPage_4926&MainPage_4926=5598:0:10,1741
(Lesedato 11. april 2011).
- Tabell 3.1: ”Prissammenlikning av lette fyllmasser”.
Tabell laget av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk, 2011.

Kapittel 4

- Figur 4.1: ”Eksempel på oppbygging i forband”.
Håndbok 274 ”Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger”, 2008. Hentet fra side 2-79.
Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Figur 4.2: ”Forbinder”.
Fotografert av gruppemedlem J.A. Tjernsbekk ved byggeplassbesøk 22. mars 2011.
- Figur 4.3: ”Skråningshelning for EPS-fylling”.
Håndbok 274 ”Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger”, 2008. Hentet fra side 2-80.
Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.
- Figur 4.4: Minstefylling for overbygning på fylling av skumplast når isingsforholdene er avgjørende”.
Vegdirektoratet, blankett 482, 1991.
- Figur 4.5: ”Hyppighet av kontroll for trykkstyrke”.
Håndbok 274 ”Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger”, 2008. Hentet fra side 2-83.
Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.
- Figur 4.6: ”Uttaking av prøver for kontroll av trykkstyrke”.
Håndbok 274 ”Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger”, 2008. Hentet fra side 2-83.
Statens Vegvesen, Vegdirektoratet.

Kapittel 5

- Figur 5.1: ”Plankart for Løkkeberg bru”.
”EPS – Den lette løsningen”. Internrapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.

- Figur 5.2: ”Oppbygging av fylling som brulandkar”.
”EPS – Den lette løsningen”. Internrapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.3: ”Målte setninger de ti første årene, fra 1989 til 1999, på Løkkeberg bru på Rv21”.
”EPS – Den lette løsningen”. Internrapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.4: ”Hjelmungen bru”.
”Lightweight filling materials for road construction”. Publication no. 100, Road Technology Department. 2002.
- Figur 5.5: ”Prinsippskisse av Hjelmungen bru”.
”Lightweight filling materials for road construction”. Publication no. 100, Road Technology Department 2002.
- Figur 5.6: ”Tverrprofil med instrumentering”.
”Lightweight filling materials for road construction”. Publication no. 100, Road Technology Department 2002.
- Figur 5.7: ”Plan over instrumentering”.
Refundamentering på EPS – Hjelmungen bru, Anne Braaten 1995.
- Figur 5.8: ”Målte setninger”.
”Lightweight filling materials for road construction”. Publication no. 100, Road Technology Department. 2002.
- Figur 5.9: ”Jordtryksmålinger under EPS-fyllingen”.
”Lightweight filling materials for road construction”. Publication no. 100, T. E. Frydelund og R. Aabøe, Road Technology Department. 2002.
- Figur 5.10: ”Registrerte deformasjoner i 5 m EPS”.
m.k. Tor Helge Johansen, Statens Vegvesen 2011
- Figur 5.11: ”Tverrprofil av vertikal EPS-fylling ved Eidsvoll på Rv181”.
”EPS – Den lette løsningen”. Intern rapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.12: ”Tverrprofil av støttemur laget av EPS ved E6 Vassum”.
”EPS – Den lette løsningen”. Intern rapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.13: ”Neddykket EPS-fylling ved Sande Oset på Rv610”.
”EPS – Den lette løsningen”. Intern rapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.14: ”EPS utlagt på myr”.
”EPS – Den lette løsningen”. Intern rapport nr 2209. Vegteknisk avdeling. Skrevet av Roald Aabøe og Tor Erik Frydenlund i 2001.
- Figur 5.15: ”Oversiktskart over Rv108”.
[http://www.vegvesen.no/ attachment/172647/binary/319866](http://www.vegvesen.no/attachment/172647/binary/319866)
Kartarkiv til Statens Vegvesen
(Lesedato 4. april 2011).
- Figur 5.16: ”Ny klaffebru over Vesterelva”.
[http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/rv108/Nyhetsarkiv/Opprusting+av+Mosseveien.172675. cm](http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/rv108/Nyhetsarkiv/Opprusting+av+Mosseveien.172675.cm)
Kartarkiv til Statens Vegvesen.
(Lesedato 4. april 2011)

- Figur 5.17 "Bildet til venstre er den opprinnelige Fjeldberg bru. Bildet til høyre er tatt under bygging av ny veg".
a) <http://www.vegvesen.no/attachment/181964/binary/349112>
Kartarkiv til Statens Vegvesen
(Lesedato 4. april 2011).
b) Fotografert av gruppelem K.Lindqvist ved byggeplassbesøk 22. mars 2011.
- Figur 5.18: "Prosjekttegning Mosseveien".
Prosjekttegning fra Kristin Carlsson, Statens Vegvesen, mottatt 22. april 2011.
- Figur 5.19: "Oversiktsbilde over byggeperioden".
"Studietur til Japan 2010 – Bruk av EPS i vegbygging". Kristian Aunaas og Alexander Slobodinski, 2010. Utgitt som en rapport etter studietur i regi av Vegdirektoratet og Vegteknisk seksjon Region Vest.
- Figur 5.20: "Prinsippskisse av ferdige EPS-fylling".
"Studietur til Japan 2010 – Bruk av EPS i vegbygging". Kristian Aunaas og Alexander Slobodinski, 2010. Utgitt som en rapport etter studietur i regi av Vegdirektoratet og Vegteknisk seksjon Region Vest.
- Figur 5.21: "Prinsippskisse av vertikalt snitt av EPS-konstruksjon".
"Studietur til Japan 2010 – Bruk av EPS i vegbygging". Kristian Aunaas og Alexander Slobodinski, 2010. Utgitt som en rapport etter studietur i regi av Vegdirektoratet og Vegteknisk seksjon Region Vest.
- Figur 5.22: "Prinsippskisse av horisontalt snitt av EPS-konstruksjon".
"Studietur til Japan 2010 – Bruk av EPS i vegbygging". Kristian Aunaas og Alexander Slobodinski, 2010. Utgitt som en rapport etter studietur i regi av Vegdirektoratet og Vegteknisk seksjon Region Vest.

Kapittel 6

- Figur 6.1: "Vertikalt jordtrykk på stivt rør".
Håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging", 2010. Kap. 2, s. 12-1 – 12-8. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo
- Figur 6.2: "Enkle regler for bruk av EPS som belastningsreducerende materiale".
Håndbok 016 "Geoteknikk i vegbygging", 2010. Kap. 2, s. 12-1 – 12-8. Statens Vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo
- Figur 6.3: "Hvelveffekt".
"The use of EPS geofoam for load reduction on buried rigid pipes under high fills". Antonio Miglio, Ph. D., P. Eng. Washington, D.C. 2011.
- Figur 6.4: "Skisse av hvelvbru".
Skisse fra prosjektmøter i 1987, Vegdirektoratet.
- Figur 6.5: "Prinsippskisse av en EPS PEX-kulvert".
http://www.byggfaktadocu.se/10/company/21/60/91/product305561_10.html
(Lesedato 27. april 2011).

Kapittel 8:

- Figur 8.1: "Solbotmoan ble bygd i 1975".
Esso Magazine no 114, 1980.
- Figur 8.2: "Grunnforholdene ved Solbotmoan".
"Plastic Foam in Road Embankments". Meddelelse nr 61 1987, Vegdirektoratet.
- Figur 8.3: "Volumprosent vann versus dybde"

- Figur 8.4: ”Volumprosent versus dybde for målinger gjennomført i 1979, 1984 og 2011”.
- Figur 8.5: ”Forfatterne venter spent på å se om EPS-fyllingen vil komme til syne”.
Fotografert av gruppemedlem K. Lindqvist ved utgraving 12. april 2011.
- Figur 8.6: ”EPS-fyllingen kom til syne”.
Fotografert av gruppemedlem K. Lindqvist ved utgraving 12. april 2011.
- Figur 8.7: ”Variasjon av vanninnhold over EPS-lagene”.
- Figur 8.8: ”Resultater fra 1984 og 2011. Volumprosent vann versus dybde”.
- Figur 8.9: ”Trykkstyrke versus densitet”.
- Figur 8.10: ”Variasjon av trykkstyrke over lagene”.
- Figur 8.11: ”Resultatet fra 1984 og 2011. Trykkstyrke versus dybde”.
- Figur 8.12: ”Overbygning skumplastfylling på E6 Årum- Hauge”.
Prinsippskisse fra arkivet til Geir Refsdal. Tegnet 1978.
- Figur 8.13: ”Jan Vaslestad i full sving med utgraving av prøver”.
Fotografert av gruppemedlem K. Lindqvist ved utgraving 12. april 2011.
- Figur 8.14: ”Volumprosent vann versus dybde i fyllingen”.
- Figur 8.15: ”Trykkstyrke versus densitet”.
- Figur 8.16: ”Trykkstyrke versus dybde i fyllingen”.
- Figur 8.17: ”Sammenligning av vanninnhold i de ulike EPS-fyllingene”.
- Figur 8.18: ”Sammenligning av trykkstyrke mellom de ulike EPS-fyllingene”.
- Tabell 8.1: ”Verdier fra prøvetaking”.
- Tabell 8.2: ”Gjennomsnittsverdier for hvert lag ved Langhus 2011”.
- Tabell 8.3: ”Gjennomsnittsverdier for Langhus i 1984 og 2011”.
- Tabell 8.4: ”Gjennomsnittsverdier for prøvene”.
- Tabell 8.5: ”Gjennomsnittsverdier for prøveresultater 2011”.

Kapittel 9:

- Figur 9.1: ”Historiske dekkedata over FV7, km 2610 – 2635 og km 3050 - 3130”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.2: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv7, km 2610 - 2635”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.3: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv7, km 3050 - 3130”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.4: ”Tilstand lengdeprofil på Fv7, km 2610 – 2635”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.5: ”Tilstand lengdeprofil på Fv7, km 3050 – 3130”.
PMS 2010, 2011.

- Figur 9.6: ”Historiske dekkedata over Fv32, km 730 – 800 og 890 - 940”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.7: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv32, km 730 - 800”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.8: ”Tilstand lengdeprofil på Fv32, km 890 - 940”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.9: ”Historiske dekkedata over Fv120, km 2440 – 2490”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.10: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv120, km 2440 – 2490”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.11: ”Tilstand lengdeprofil på Fv120, km 2440 – 2490”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.12: ”Historiske dekkedata over Fv120, km 3190 – 3290”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.13: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv120, km 3190 – 3290”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.14: ”Tilstand lengdeprofil på Fv120, km 3190 – 3290”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.15: ”Historiske dekkedata over Fv154, km 4940 - 5040”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.16: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv154, km 4940 - 5040”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.17: ”Tilstand lengdeprofil på Fv154, km 4940 - 5040”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.18: ”Historiske dekkedata over Fv155, km 12560 - 12600”.
PMS 2010, 2011.
- Figur 9.19: ”Bilde fra ViaPhoto av Fv155, 12560 12600”.
ViaPhoto, 2011.
- Figur 9.20: ”Tilstand lengdeprofil på Fv155, km 12560 - 12600”.
PMS 2010, 2011.

Generell litteraturliste

- Duskov, Ir. M.; "*DINA Non-linear Analysis of Pavement Structures with an EPS Sub-base under Static Loading*" Report 7-94-211-3, ISSN 0169-9288, Delft University of Technology (1994).
- Duskov, Ir. M.; "*EPS as a Light Weight Sub-base Material in Pavement Structures*" Report 7-94-211-6, ISSN 0169-9288, Delft University of Technology (1994).
- Duskov, Ir. M.; "*Material Research on Expanded Polystyrene Foam (EPS)*" Report 7-94-211-2, ISSN 0169-9288, Delft University of Technology (1994)
- Duskov, Ir. M.; "*Measurements on a Flexible Pavement Structure with an EPS Sub-base*" Report 7-94-211-5, ISSN 0169-9288, Delft University of Technology (1994).
- Duskov, Ir. M.; "*Measurements on Concrete Block Pavement Structures with an EPS Sub-base*" Report 7-94-211-4, ISSN 0169-9288, Delft University of Technology Report (1994).
- Horbay, J. F.; "*Lightweight Fills for Embankment Construction*" School of Engineering Lakehead University (1984).
- Horvath, J. S.; "*Manufacturing Quality Issues For Block-Molded Expanded Polystyrene Geofam*", Manhattan College Research Report No. CEEN/GE-2011-2, USA (2011)
- Kotsbakk, E. V.; "*Kostnader ved bruk av fylling med lette masser og kalk- og sementpeler*", Masteroppgave, Institutt for matematiske realfag og Teknologi, Universitetet for miljø- og biovitenskap (1990).
- O'Riordan, N. J., Seaman, J. W.; "*Highway embankments over soft compressible alluvial deposits: Guidelines for design and construction*" Transport Research Laboratory, Department of Transport, Contractor Report 341, ISSN 0266-7046 (1994).
- Stark, T. D., Arellano, D., Horvath, J. S., Leshchinsky, D. ; "*Geofam Applications in the Design and Construction of Highway Embankments*" NCHRP Web Document 65 (Project 24-11) Transportation Cooperative Highway Research Board, USA (2004).
- Stiching Bouw Research; "*Wegen op PS-hardschuim*". Een verkennende Studie. Rotterdam (1988).
- Stokbæk, K.; "*Ekspandert polystyren som vejfyll*", Dansk vejtidsskrift nr. 3 (1994).
- Vaslestad, J., Johansen, T. H., Holm, W.; "*Load reduction on rigid culverts beneath high fills. Long-term behaviour*" Publication no 74, Statens vegvesen, Vegdirektoratet: Oslo (1994)
- Vaslestad, J.; "*Soil Structure Interaction of buried culverts*", Dr. ing. Oppg. Institutt for geoteknikk, NTH, Trondheim (1990).
- Aabøe, R. og Frydenlund, T. E.; "*Expanded Polystyrene - A light way across soft ground*". Internrapport nr. 1662. Vegdirektoratet: Oslo (1994).
- Aabøe, R.; "*Deformasjonsegenskaper og spenningsforhold i fyllinger av EPS*". Internrapport nr. 1645. Vegdirektoratet: Oslo (1993).
- Aabøe, R.; "*Lette fyllmasser i vegbygging*". Internrapport nr. 954, Vegdirektoratet: Oslo (1980).
- Aabøe, R.; "*Tilbakefylling med lette fyllmasser bak støttemur*". 24408 – Permanente støttekonstruksjoner, Forelesningsnotat for Norske Sivilingeniørers Forening, 6. - 8. april 1992, Storefjell Høyfjellshotell, Gol (1992).
- Aabøe, R.; "*Vurdering av en neddykket EPS - konstruksjon 9 år etter ferdigstillelse*". Internrapport nr. 1646, Vegdirektoratet: Oslo (1993).

Vedlegg

Vedlegg 1: Testresultater fra Rv108

Vedlegg 2: Prøveresultater fra Solbotmoan

Vedlegg 3: Prøveresultater fra Langhus

Vedlegg 4: Prøveresultater fra E6 Årum-Hauge

Vedlegg 5: Oppgavetekst

Vedlegg 6: Ordforklaringer

Vedlegg 7: Pressemelding. Våre vegger 04.2011

Vedlegg 8: Prosjektdirektiv

Vedlegg 9: Standardavtale

Testresultater fra Rv108



Statens vegvesen

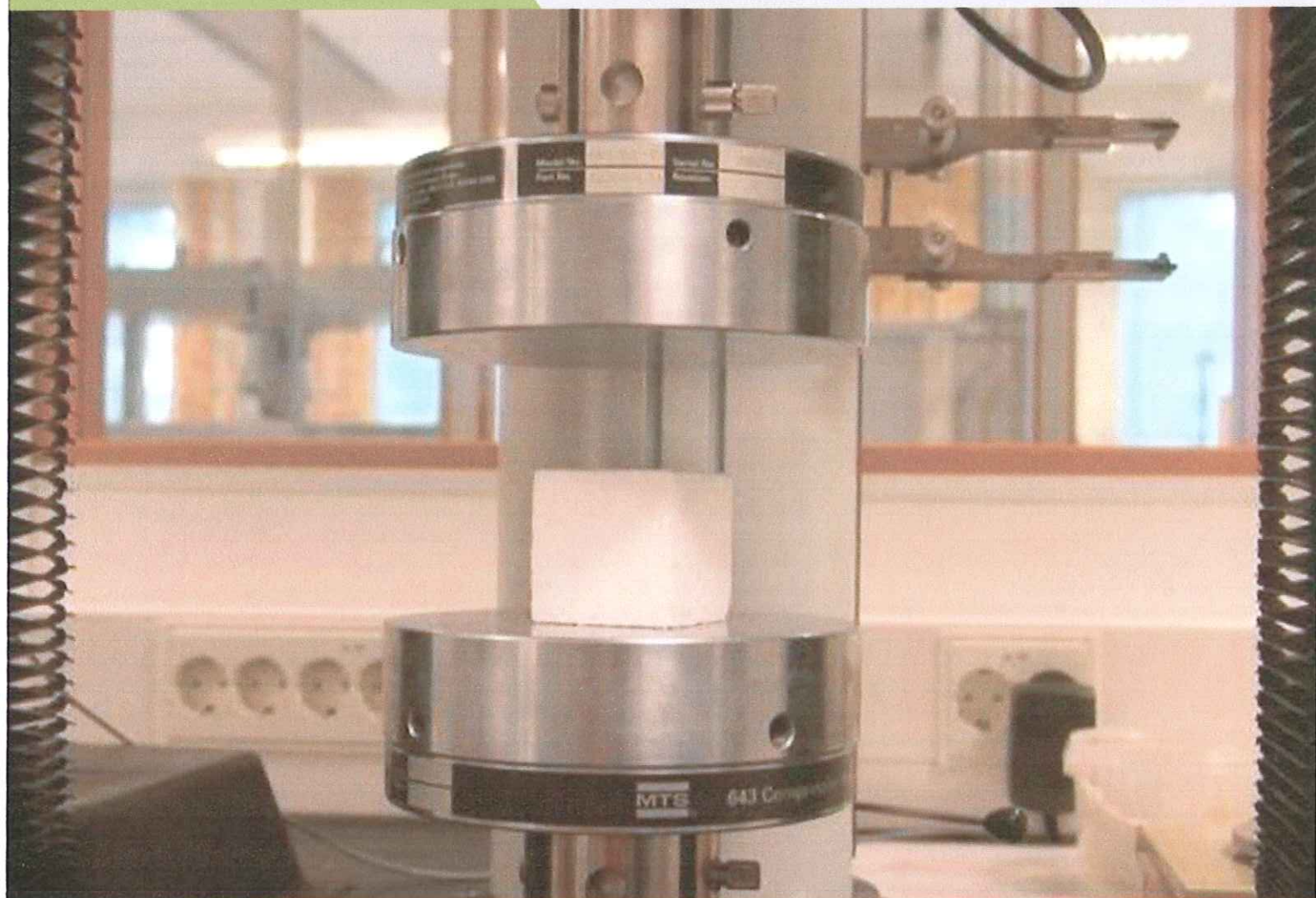
Stikkprøvekontroll av EPS Jackopor 100kN/m²

1100361 006-011

103715 Rv108 Bygater(Mosseveien)Krå

RAPPORT

Ressursavdelingen



Region øst
Ressursavdelingen
Veg- og geoteknikk
Dato: 2011-03-14



Statens vegvesen

Notat

Til: Kristin Greaker Carlsson
Fra: Sentrallaboratoriet
Kopi: Jan Vaslestad

Saksbehandler/innvalgsnr:
Dag Løvstad - 48139133
Vår dato: 14-03-2011
Vår referanse:
Dag Løvstad

EPS Jackopor 100 kN/m² / 103715-Rv108 Bygater(Mosseveien)Krå

Det vises til Deres bestilling.

Vedlagt følger resultatskjema for trykkstyrke/densitet av prøver (produsert henholdsvis 4/3 og 7/3-2011). Prøveuttak er utført på Jackon's fabrikk av Sentrallaboratoriet 07-03-2011 (1100361 006-011). Se vedlegg.

Ut fra krav til produktet iht. trykkstyrke tilfredstilles alle krav. Gjennomsnitt alle kontrollerte blokker (6 stk) til 100 kN/m², målt 110 kN/m². Ingen enkeltblokker målt under krav til 90 kN/m², varierer fra 93 til 121 kN/m². Ingen enkeltmålinger pr. blokk under krav til 80 kN/m², varierer fra 84 til 126 kN/m².

Gjennomsnitt densitet kontrollerte blokker (6 stk.) er 19,3 kg/m³, varierer fra 19,6 til 21,3 kg/m³. Gjennomsnitt densitet kontrollerte enkeltprøver (36 stk.) er 20,7 kg/m³, varierer fra 18,8 til 21,7 kg/m³.

Blokk 503 produsert 07-03 ligger lavere i trykkstyrke og også noe lavere i densitet enn di resterende.

Analysene er utført i henhold til Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser pkt.14:713.

Med hilsen

Sentrallaboratoriet

6 vedlegg

Postadresse
Statens vegvesen
Region øst
Postboks 1010 Skurva
2605 Lillehammer

Telefon: 815 22 000
Telefaks: 61 25 74 80
firmapost-ost@vegvesen.no
Org.nr: 971032081

Kontoradresse
Østensjøveien 34
OSLO

Fakturaadresse
Statens vegvesen
Regnskap
Båtsfjordveien 18
9815 VADSØ
Telefon: 78 94 15 50
Telefaks: 78 95 33 52



Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-006

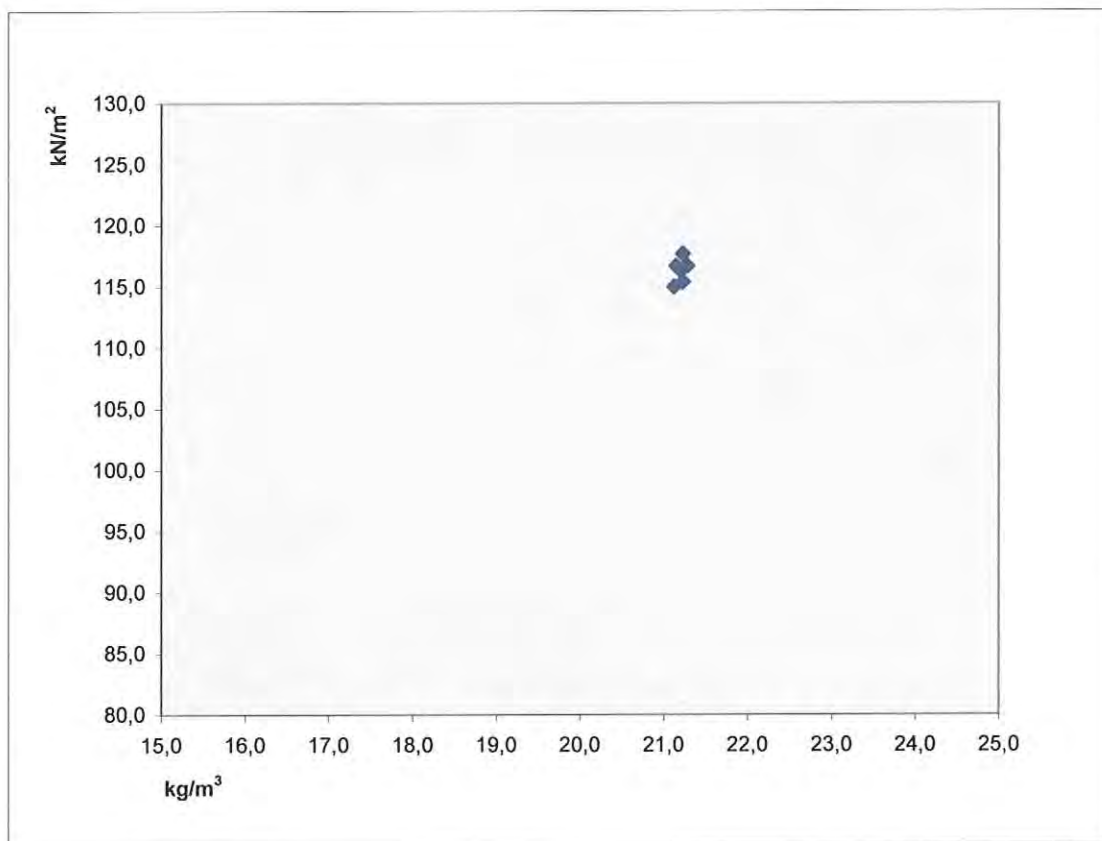
Dato: 14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	04-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	419	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Terrning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,64	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,1	115,0
2	2,68	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	21,2	115,4
3	2,67	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	21,1	116,7
4	2,68	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	21,2	117,7
5	2,66	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,3	116,7
6	2,65	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,2	116,3

Gj.snitt	21,2	116,3
----------	------	-------



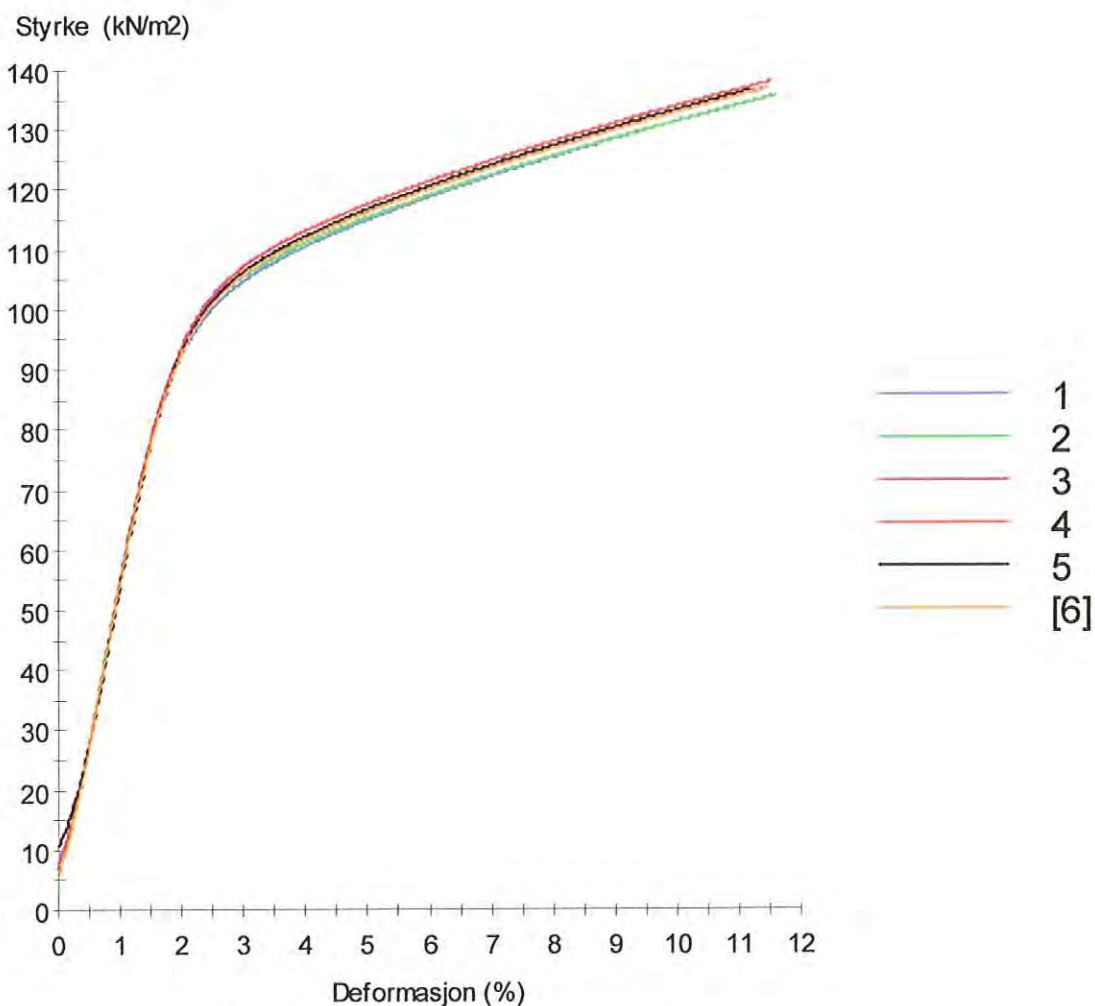
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-006 Rv108 Mosseveien.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 09.03.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,0	115,0	131,3	5,468	
2	50,0	50,5	50,0	115,4	131,3	5,549	
3	50,5	50,0	50,0	116,7	133,0	5,493	
4	50,5	50,0	50,0	117,7	133,9	5,483	
5	50,0	50,0	50,0	116,7	133,3	5,421	
6	50,0	50,0	50,0	116,3	132,8	5,479	
Mean	50,2	50,1	50,0	116,3	132,6	5,482	
Std. Dev.	0,3	0,2	0,0	1,0	1,1	0,041	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-007

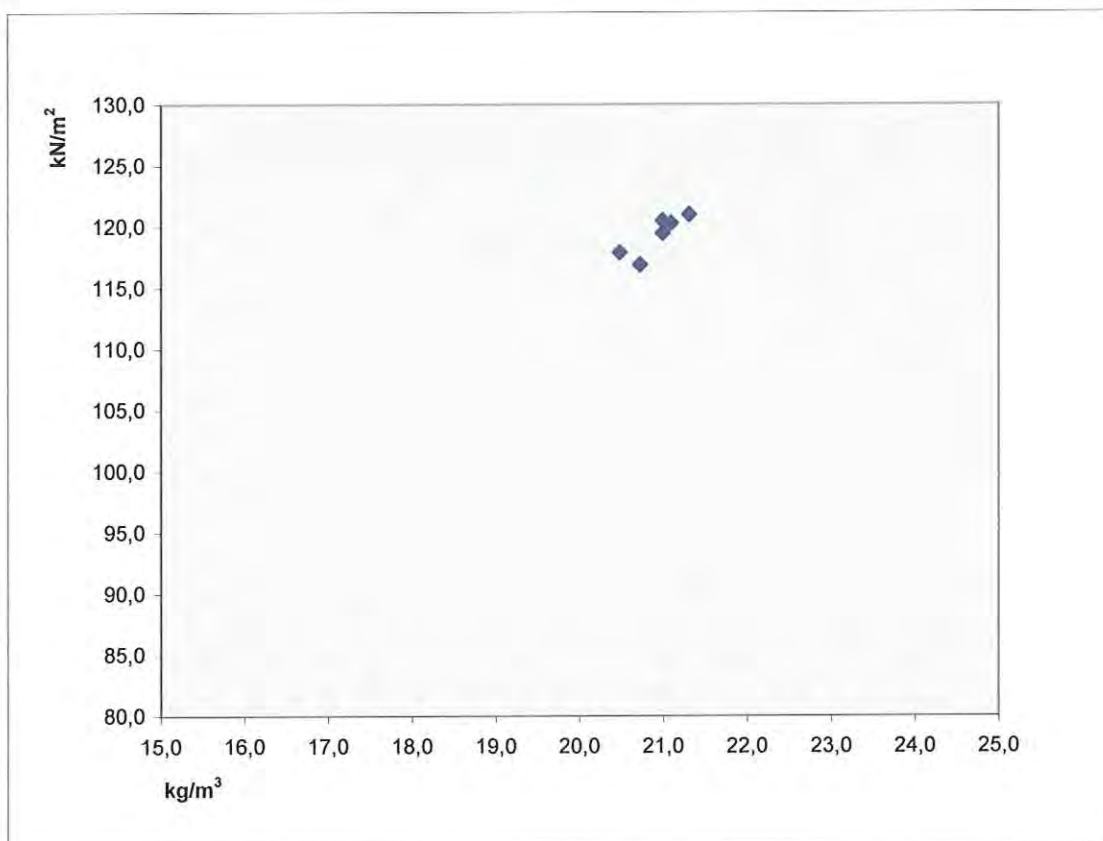
Dato: 14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	04-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	420	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Terrning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,65	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	21,0	120,5
2	2,65	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	21,0	119,5
3	2,56	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,5	117,9
4	2,59	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,7	116,9
5	2,69	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	21,3	121,0
6	2,61	5,00	4,95	5,00	123,8	24,8	21,1	120,3

Gj.snitt	20,9	119,4
----------	------	-------



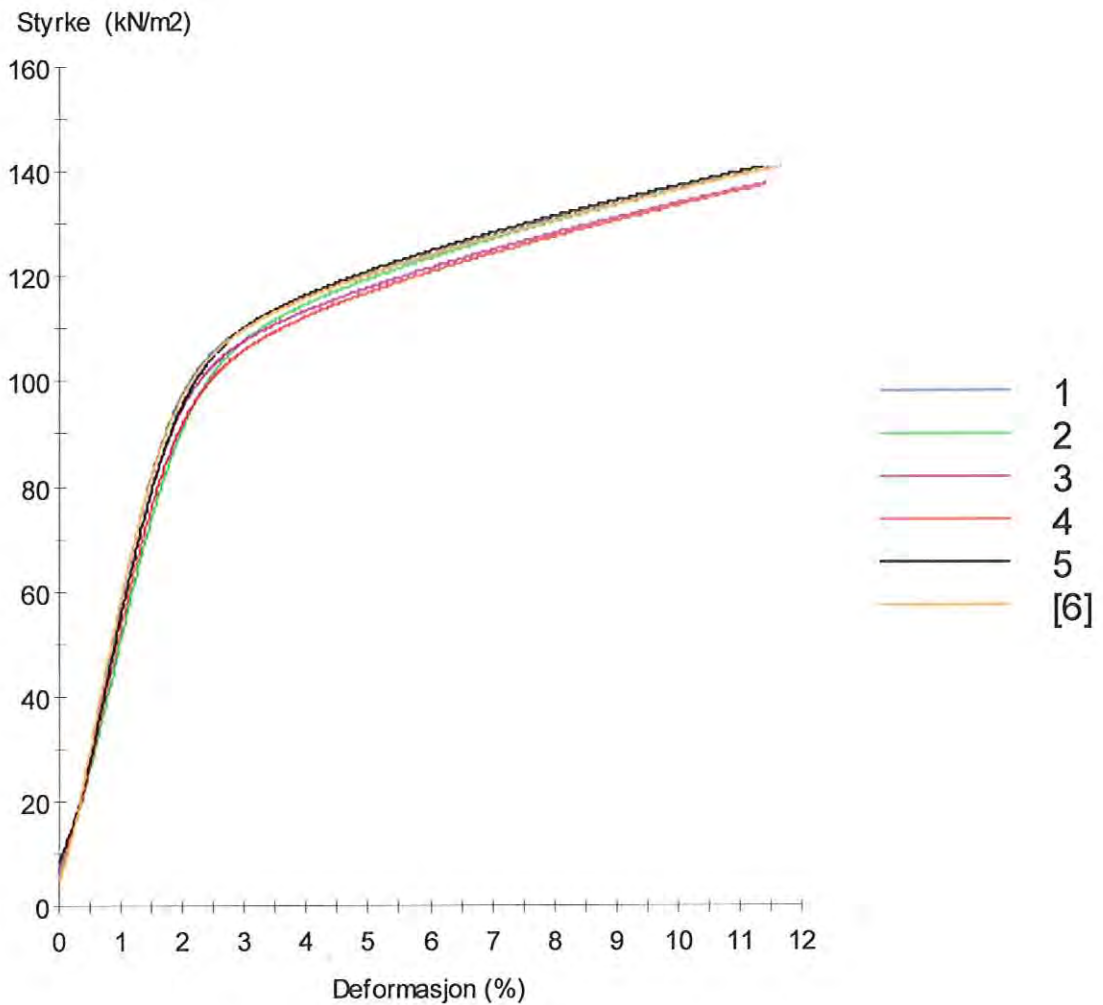
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-007 Rv108 Mosseveien.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 10.03.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prove #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	120,5	136,5	5,851	
2	50,0	50,5	50,0	119,5	136,5	5,097	
3	50,0	50,0	50,0	117,9	133,9	5,609	
4	50,0	50,0	50,0	116,9	133,5	5,320	
5	50,5	50,0	50,0	121,0	137,1	5,554	
6	50,0	49,5	50,0	120,3	136,4	5,950	
Mean	50,1	50,1	50,0	119,3	135,7	5,563	
Std. Dev.	0,2	0,4	0,0	1,6	1,5	0,320	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-008

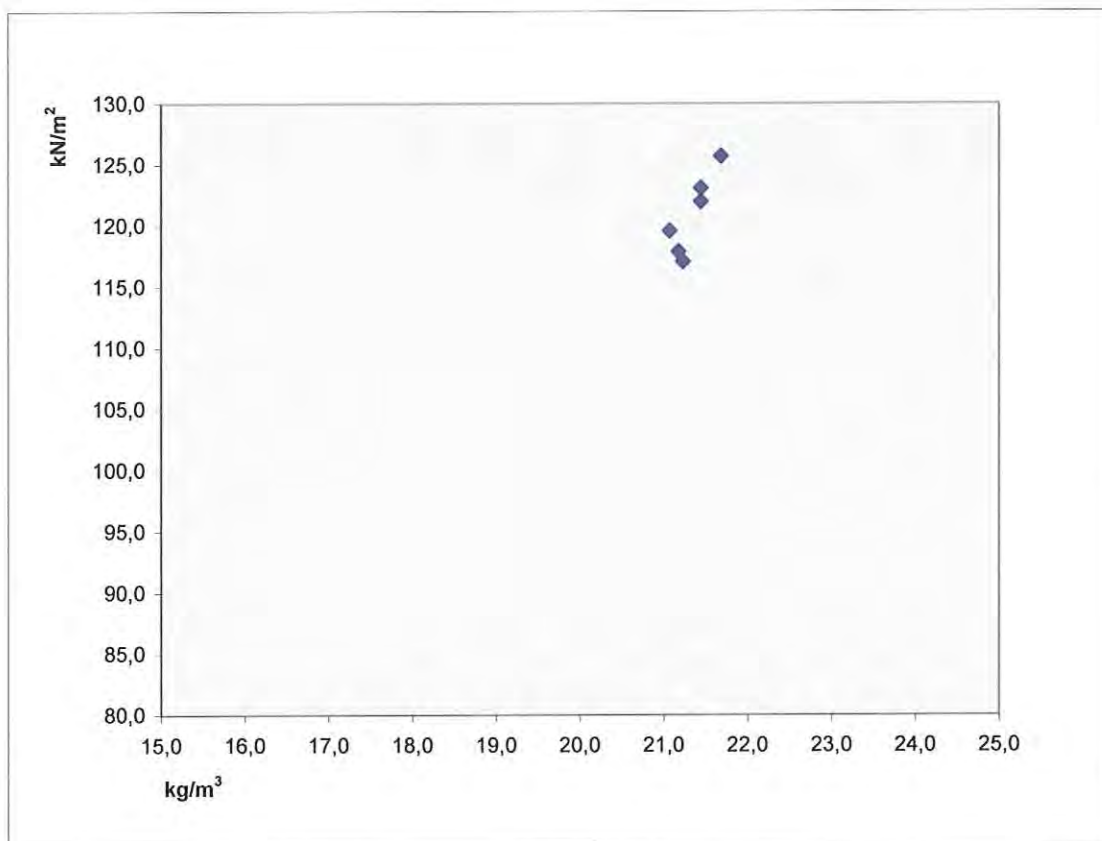
Dato: 14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	04-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	421	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Ternning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,68	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,4	123,1
2	2,66	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	21,1	119,6
3	2,68	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	21,2	117,1
4	2,70	5,05	5,00	5,05	127,5	25,3	21,2	117,9
5	2,71	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,7	125,7
6	2,68	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	21,4	122,0

Gj.snitt	21,3	120,9
----------	------	-------



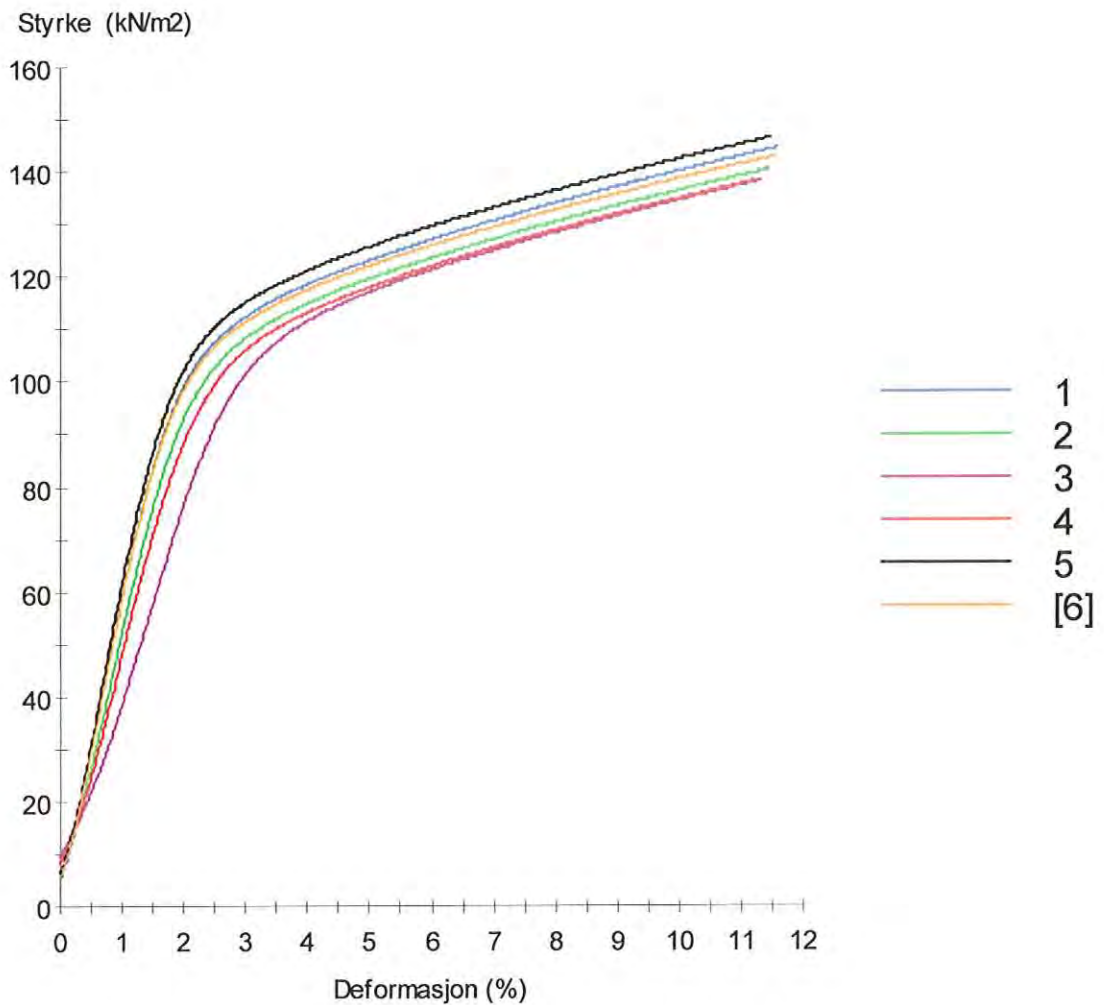
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-008 Rv108 Mosseveien.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 10.03.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prove #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,0	123,1	140,0	5,962	
2	50,5	50,0	50,0	119,6	136,4	5,236	
3	50,0	50,5	50,0	117,1	134,6	3,854	
4	50,5	50,0	50,5	117,9	134,8	4,802	
5	50,0	50,0	50,0	125,7	142,4	6,229	
6	50,0	50,0	50,0	122,0	138,6	5,898	
Mean	50,2	50,1	50,1	120,9	137,8	5,330	
Std. Dev.	0,3	0,2	0,2	3,3	3,1	0,894	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-009

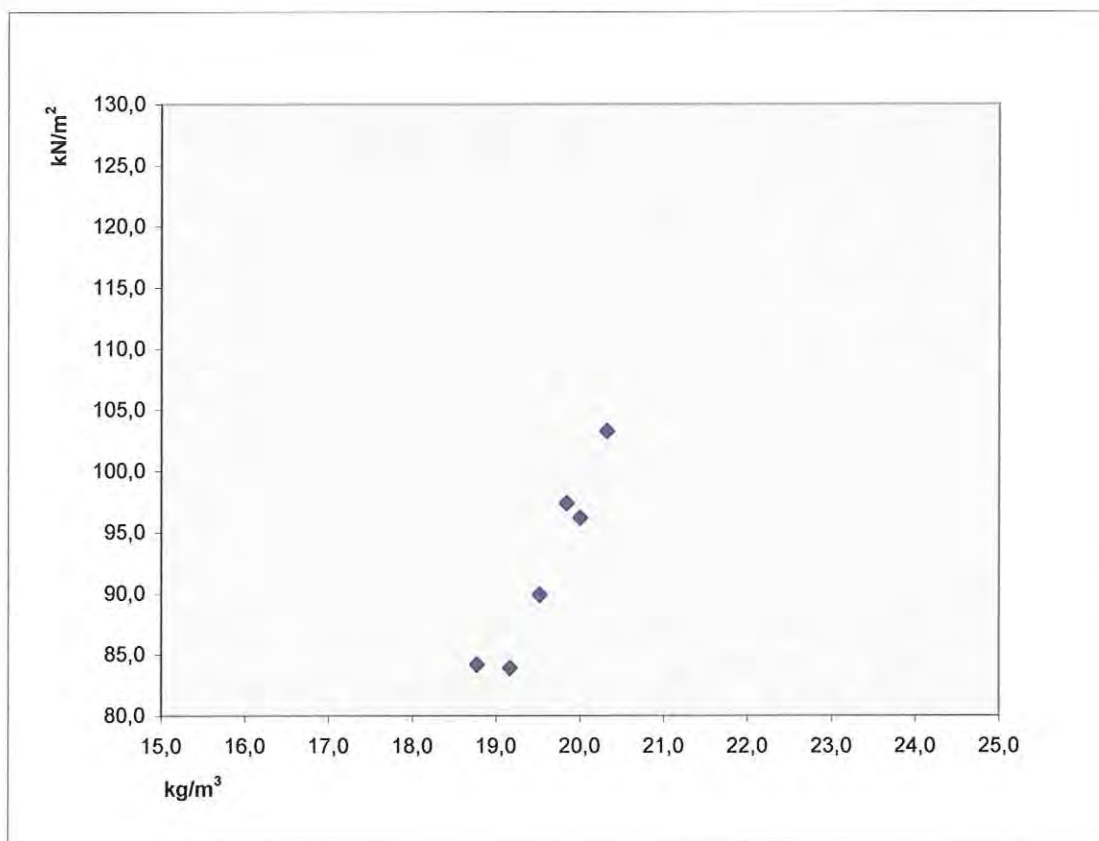
Dato: 14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	07-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	503	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Terrning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,37	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	18,8	84,2
2	2,42	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	19,2	83,9
3	2,44	4,95	5,05	5,00	125,0	25,0	19,5	89,9
4	2,50	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,0	96,2
5	2,48	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	19,8	97,4
6	2,54	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,3	103,3

Gj.snitt	19,6	92,5
----------	------	------



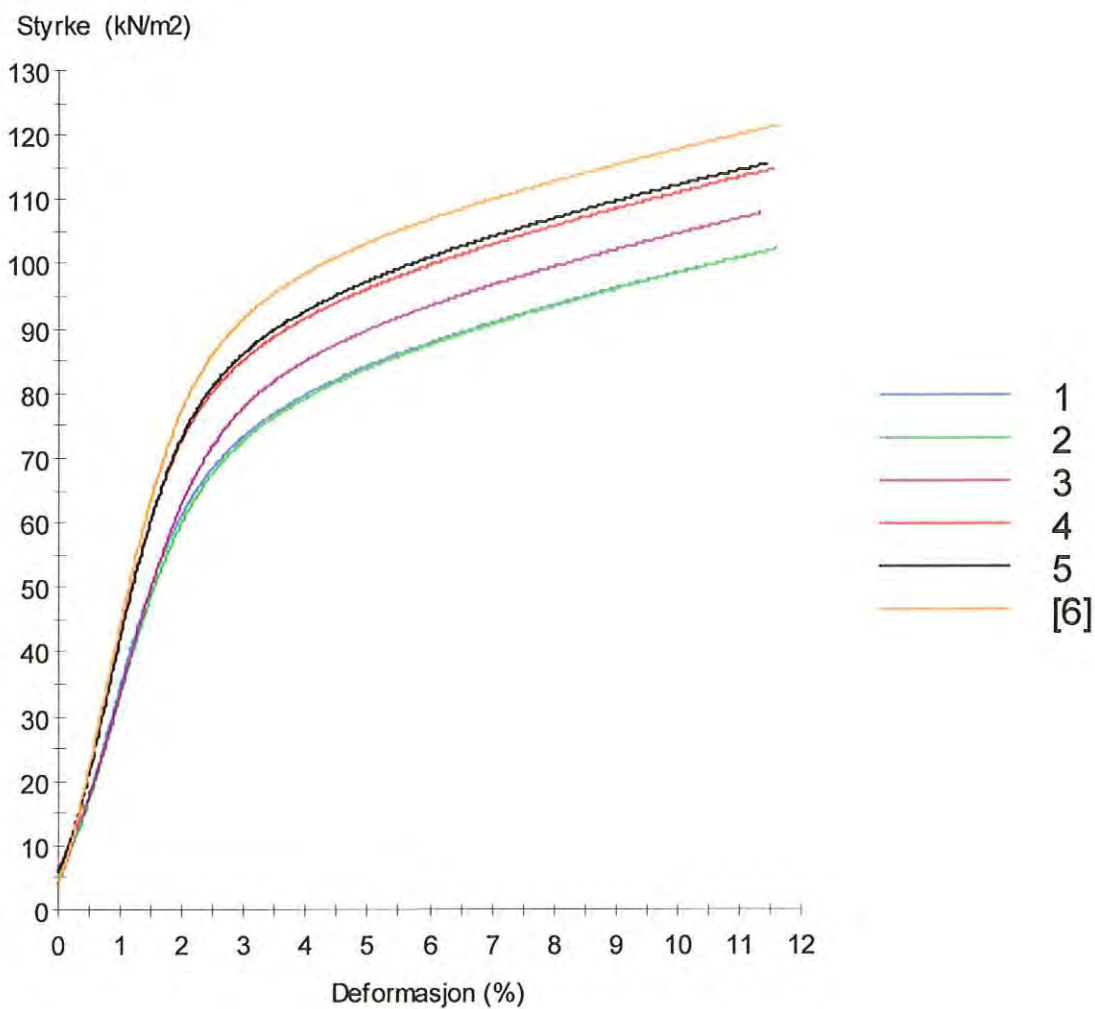
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-009 Rv108 Mosseveien.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 10.03.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	84,2	98,6	3,487	
2	50,5	50,0	50,0	83,9	98,6	3,338	
3	49,5	50,5	50,0	89,9	104,7	3,374	
4	50,0	50,0	50,0	96,2	111,0	4,334	
5	50,0	50,0	50,0	97,4	112,1	4,256	
6	50,0	50,0	50,0	103,3	117,6	4,475	
Mean	50,0	50,2	50,0	92,5	107,1	3,877	
Std. Dev.	0,3	0,3	0,0	7,8	7,8	0,530	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-010

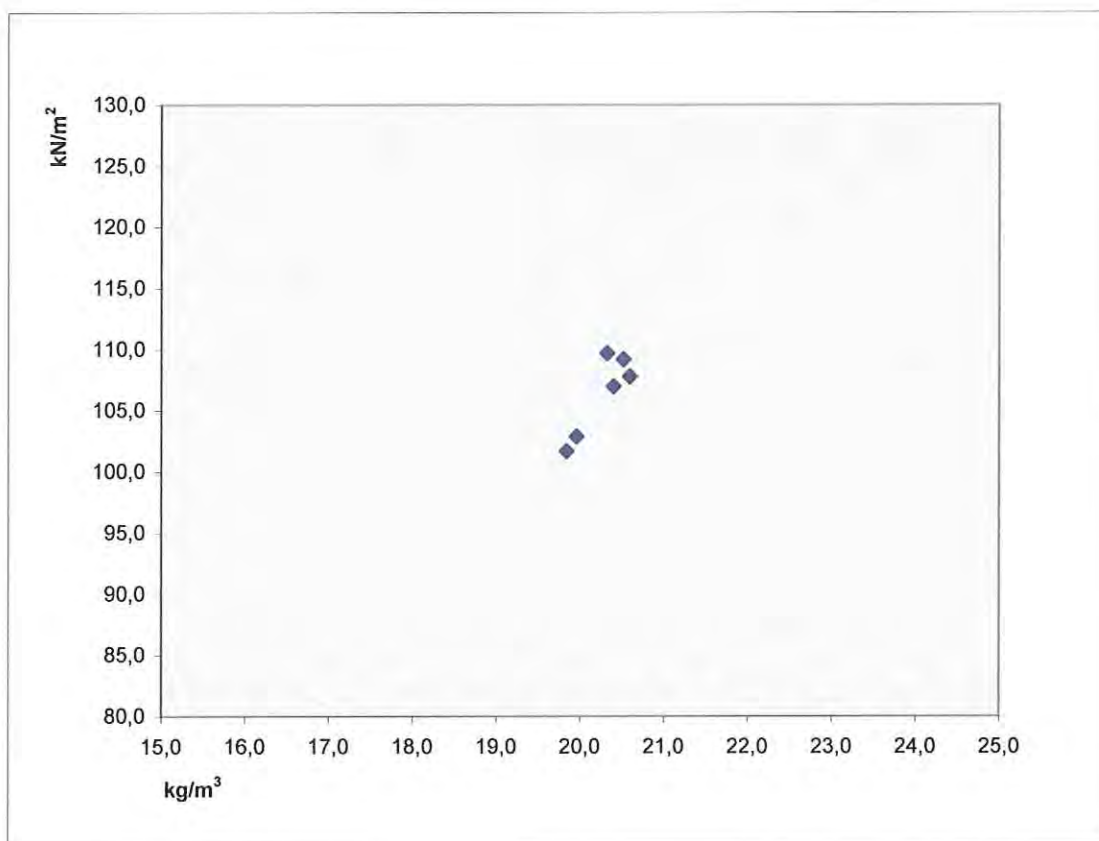
Dato: 14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	07-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	504	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Terrning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,60	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	20,6	107,8
2	2,55	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,4	107,0
3	2,54	5,00	5,05	4,95	125,0	25,3	20,3	109,7
4	2,59	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	20,5	109,2
5	2,53	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	19,8	101,7
6	2,47	4,95	5,00	5,00	123,8	24,8	20,0	102,9

Gj.snitt	20,3	106,4
----------	------	-------



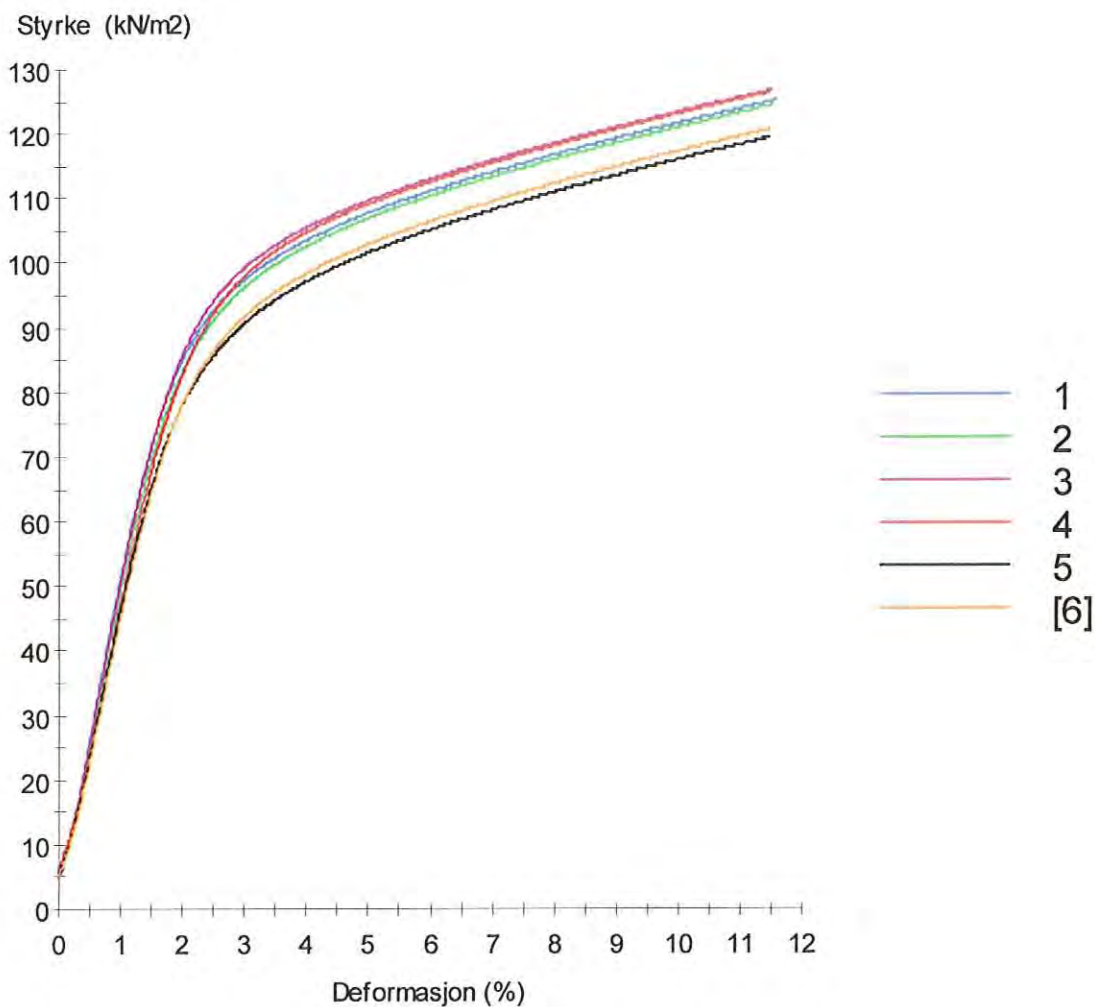
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-010 Rv108 Mosseveien.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 10.03.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prove #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,0	50,0	107,8	121,6	5,188	
2	50,0	50,0	50,0	107,0	121,0	4,949	
3	50,0	50,5	49,5	109,7	123,3	5,107	
4	50,5	50,0	50,0	109,2	123,0	4,711	
5	50,5	50,5	50,0	101,7	116,0	4,692	
6	49,5	50,0	50,0	102,9	117,3	4,526	
Mean	50,2	50,2	49,9	106,4	120,4	4,862	
Std. Dev.	0,4	0,3	0,2	3,3	3,0	0,260	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1100361-011

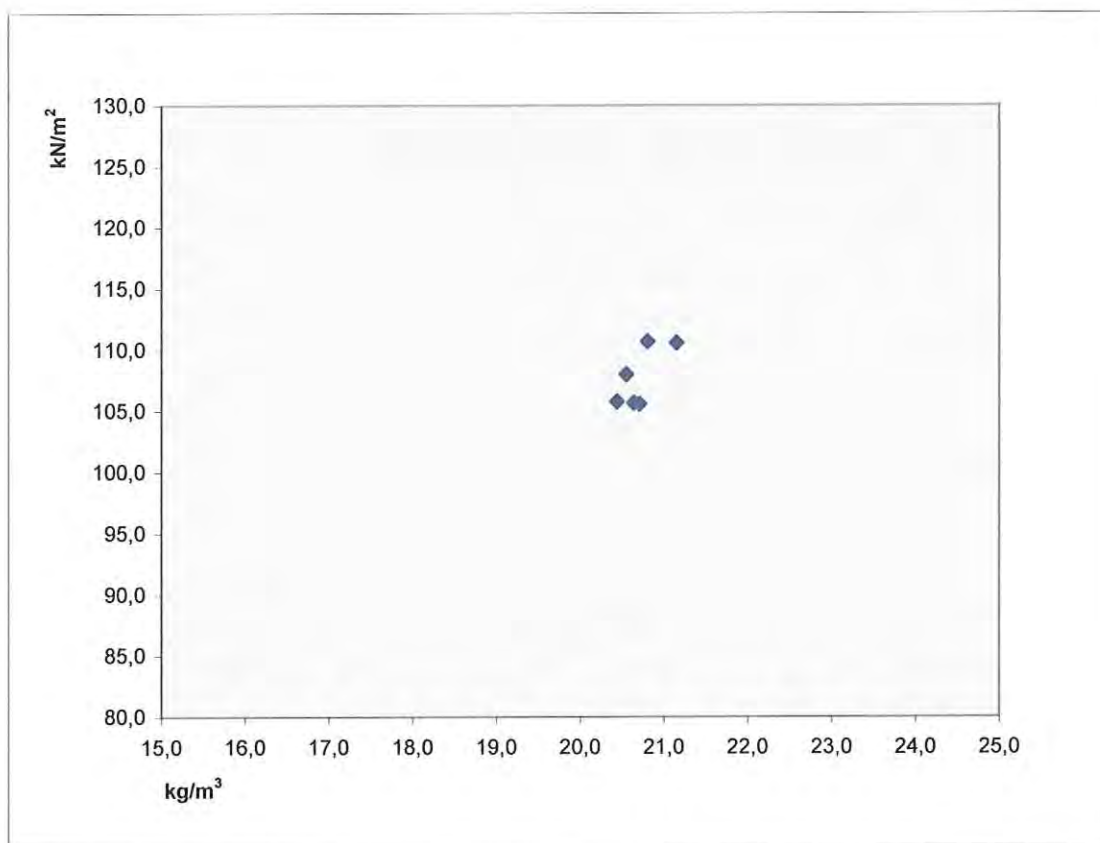
Dato:14-03-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	Jackopor 100 kN/m ²	Prosjekt	1100361 RV108 Bygater(Mossev.)Krå
Produsent	Jackon AS	Oppdragsgiver	Kristin Greaker Carlsson
Prod. dato	07-03-2011	Prøvetakingsted	Fabrikk Jackon
Blokk nr.	505	Prøvetakings dato	07-03-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Sentrallaboratoriet

Terrning nr	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²
1	2,64	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	20,7	105,6
2	2,62	5,05	5,00	5,05	127,5	25,3	20,5	108,0
3	2,67	5,00	5,00	5,05	126,3	25,0	21,1	110,6
4	2,60	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,8	110,7
5	2,58	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	20,4	105,8
6	2,58	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,6	105,7

Gj.snitt	20,7	107,7
----------	------	-------



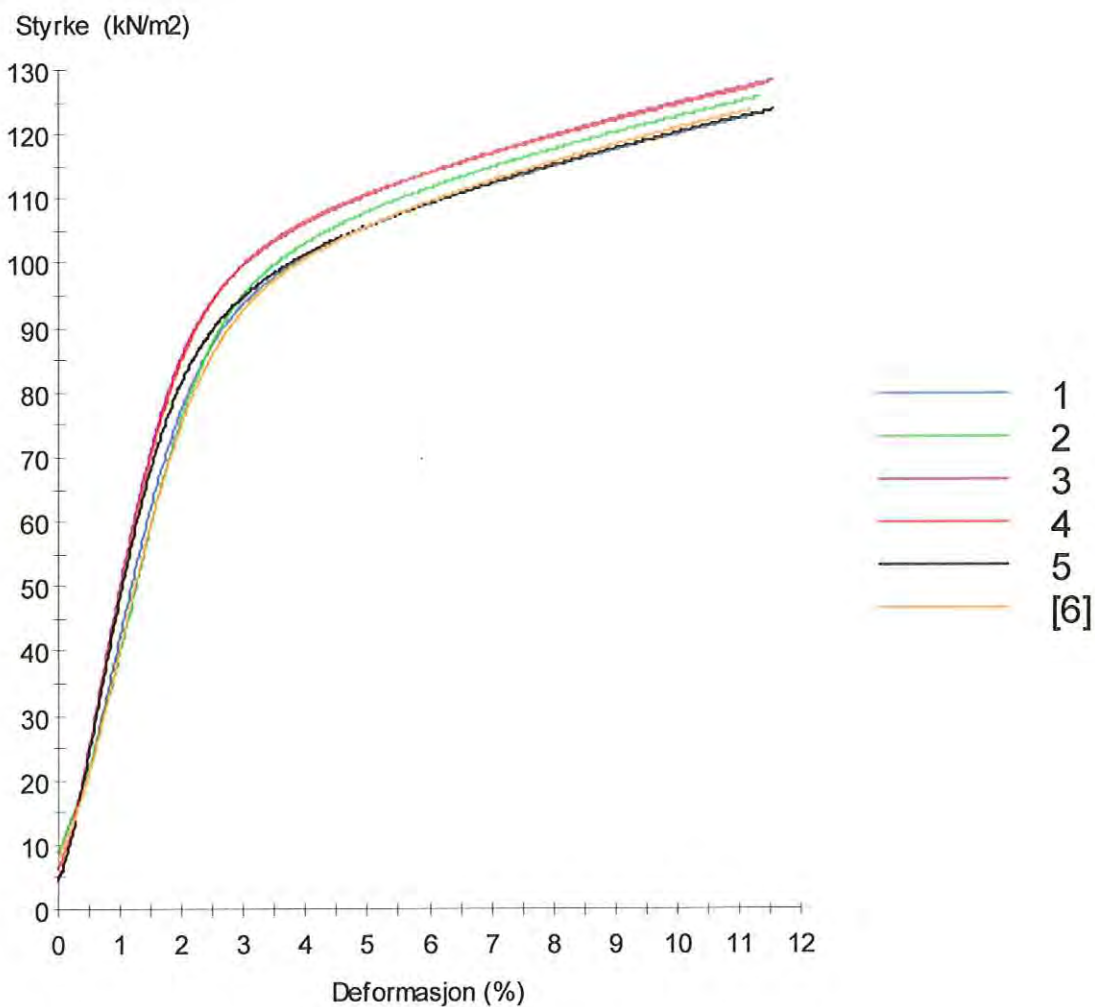
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1100361-011 Rv108 Mosseveien.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 10.03.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,5	50,0	105,6	119,9	4,235	
2	50,5	50,0	50,5	108,0	122,5	3,983	
3	50,0	50,0	50,5	110,6	124,7	5,058	
4	50,0	50,0	50,0	110,7	124,4	4,941	
5	50,5	50,0	50,0	105,8	120,1	4,908	
6	50,0	50,0	50,0	105,7	120,9	4,048	
Mean	50,2	50,1	50,2	107,8	122,1	4,529	
Std. Dev.	0,3	0,2	0,3	2,4	2,1	0,492	



Prøveresultater fra Solbotmoan



Statens vegvesen

Undersøkelse av EPS / Gammel fylling Hovedprosjekt HIØ

Rv. 154 Solbotmoan
103247 / 1110128-003 Prøve 1

RAPPORT

Ressursavdelingen



Region øst
Ressursavdelingen
Veg- og geoteknikk
Dato: 2011-05-09



Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorianalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-003/Prøve 1

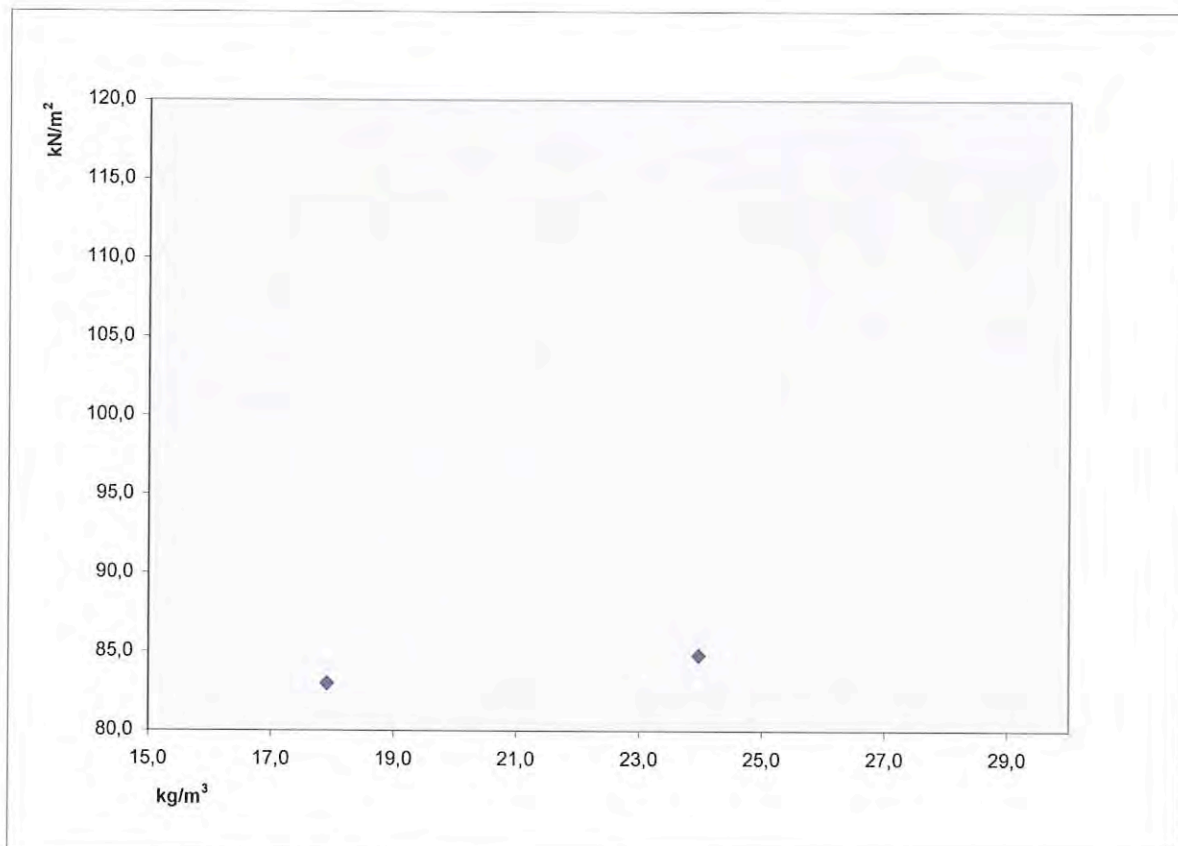
Dato: 09-05-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1975	Prøvetakingsted	Rv. 154 Solbotmoan
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	05-05-2011
Plate nr.		Prøvetaker	HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	9,30	3,21	5,05	5,20	5,10	133,9	26,3	24,0	84,8	4,5
2/mot midt	7,15	2,33	5,00	5,10	5,10	130,1	25,5	17,9	83,0	3,7

Gj.snitt	20,9	83,9	4,1
----------	------	------	-----



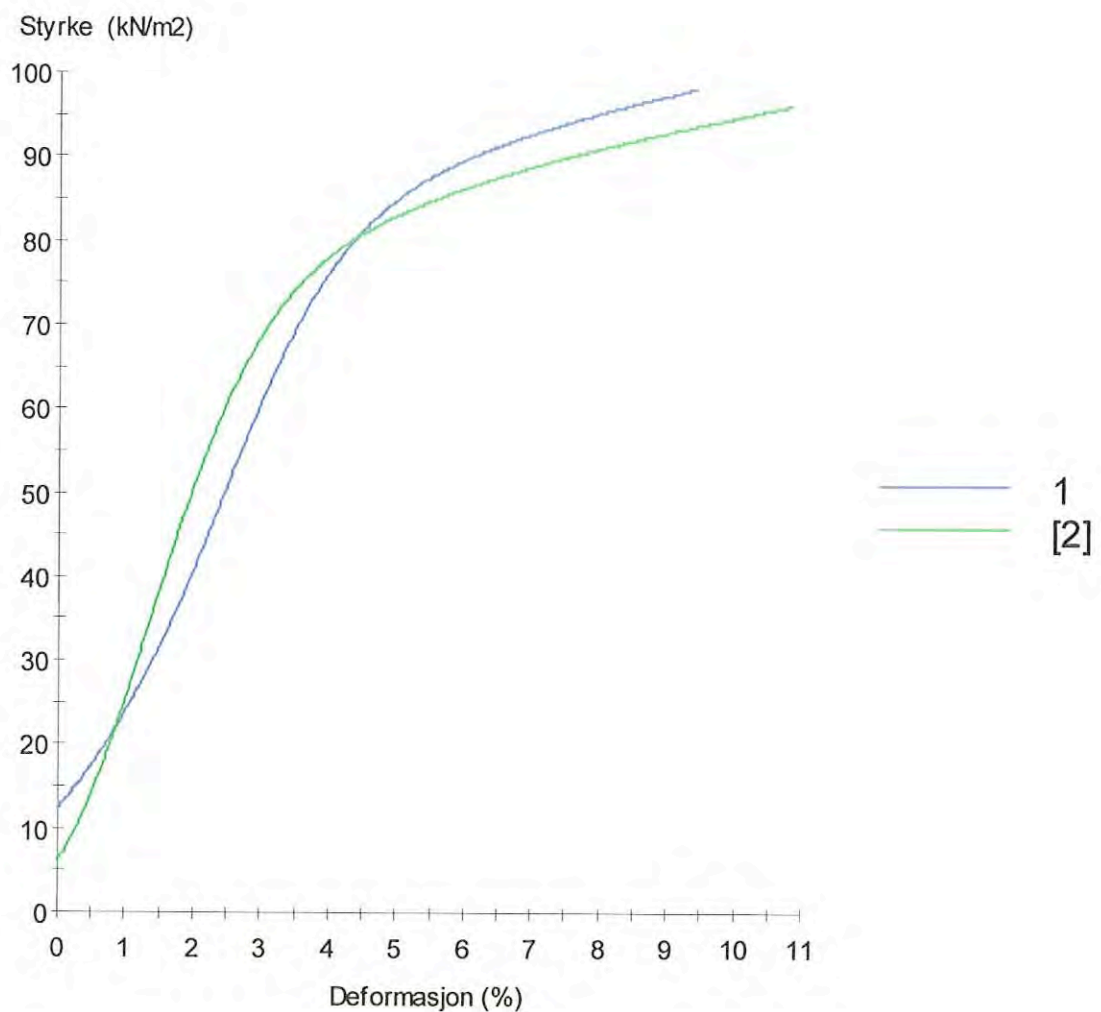
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-003 Prøve 1 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 09.05.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5% deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	52,0	51,0	84,8	****	2,033	
2	50,0	51,0	51,0	83,0	94,6	2,558	
Mean	50,2	51,5	51,0	83,9	94,6	2,296	
Std. Dev.	0,4	0,7	0,0	1,3	****	0,371	



Prøveresultater fra Langhus



Statens vegvesen

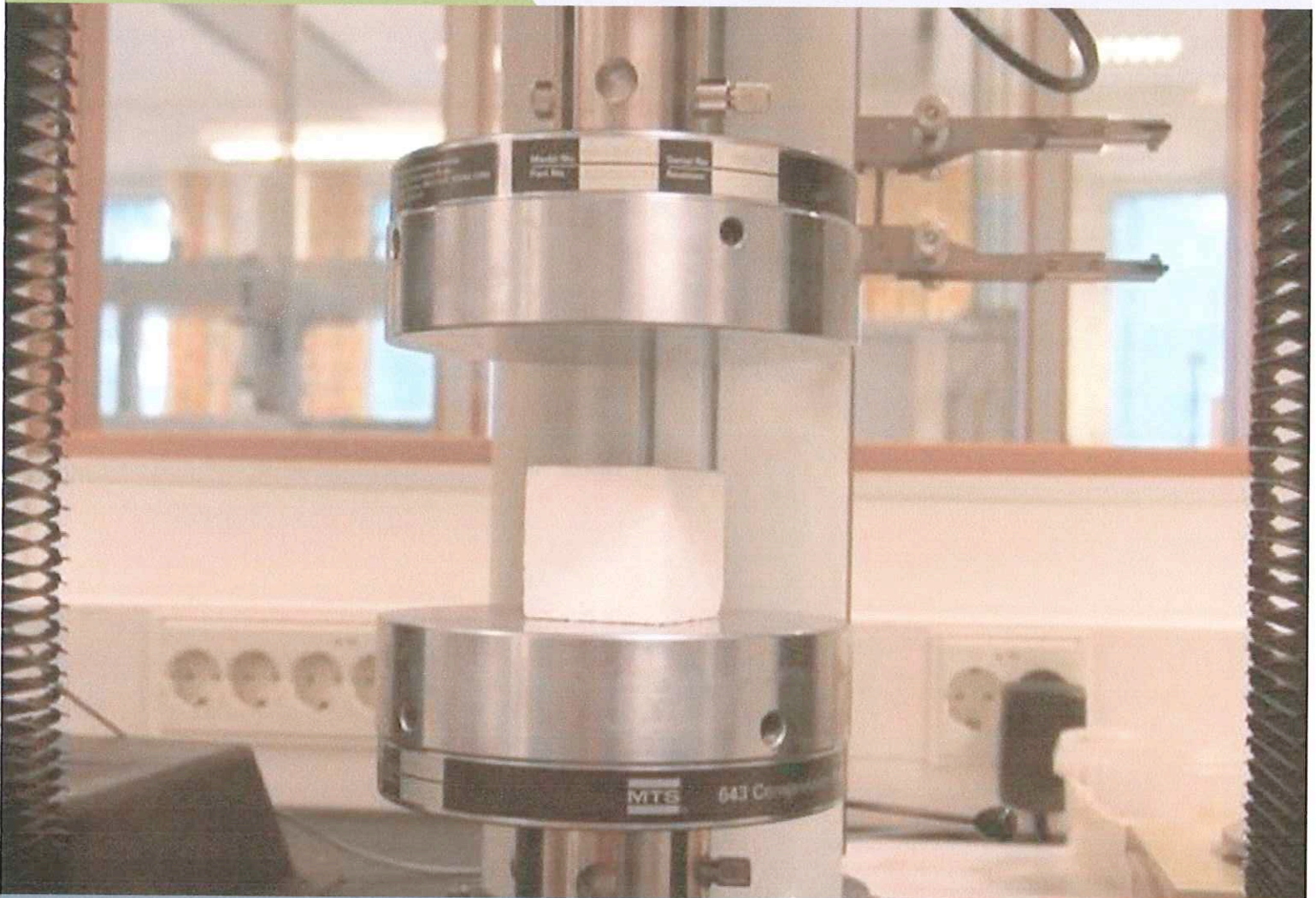
Undersøkelse av EPS / Gammel fylling Hovedprosjekt HIØ

Langhus

103249 / 1110128-002 Prøve 1-8

RAPPORT

Ressursavdelingen



Region øst
Ressursavdelingen
Veg- og geoteknikk
Dato: 2011-04-26



Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 1

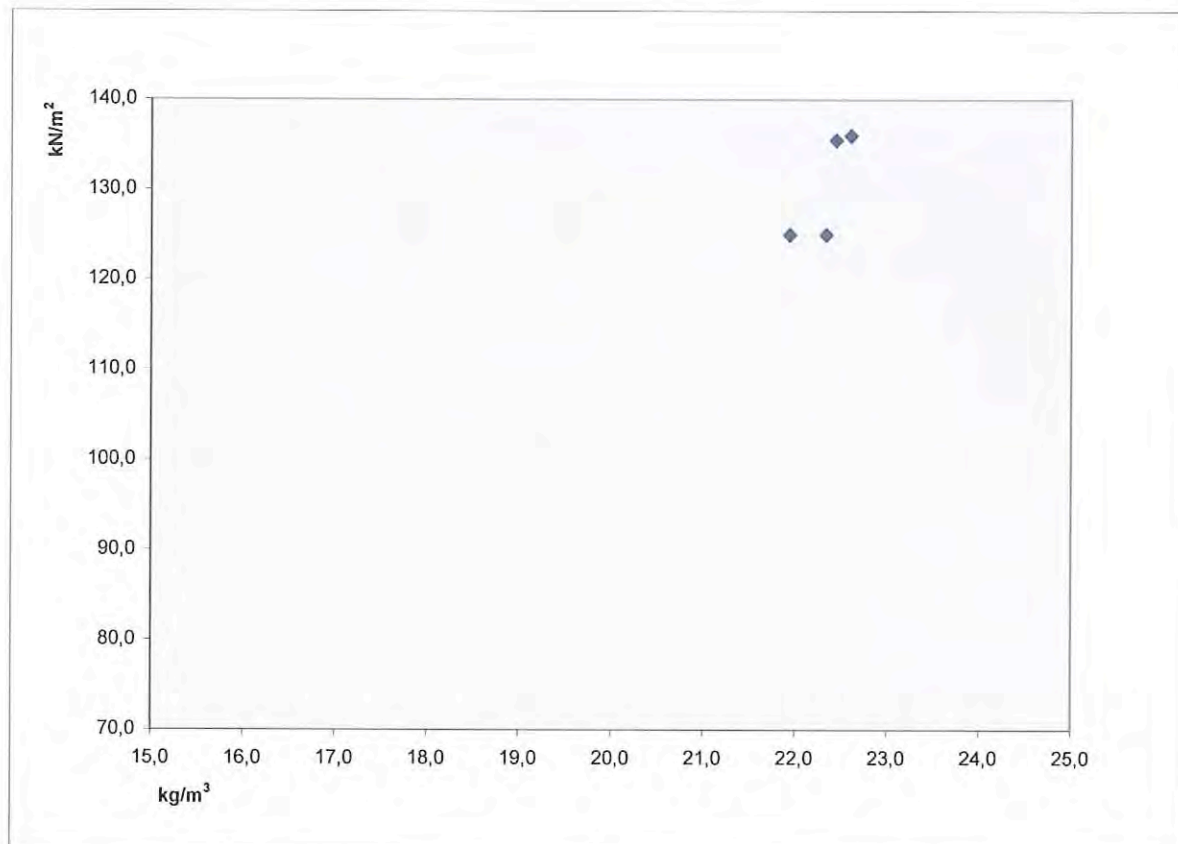
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Topplate	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	3,98	2,82	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	22,3	125,0	0,9
2/mot vann	4,16	2,91	5,10	5,10	5,10	132,7	26,0	21,9	125,0	0,9
3/mot veg	3,68	2,94	5,10	5,05	5,05	130,1	25,8	22,6	136,0	0,6
4/mot veg	3,79	2,89	5,05	5,10	5,00	128,8	25,8	22,4	135,5	0,7

Gj.snitt	22,3	130,4	0,8
----------	------	-------	-----



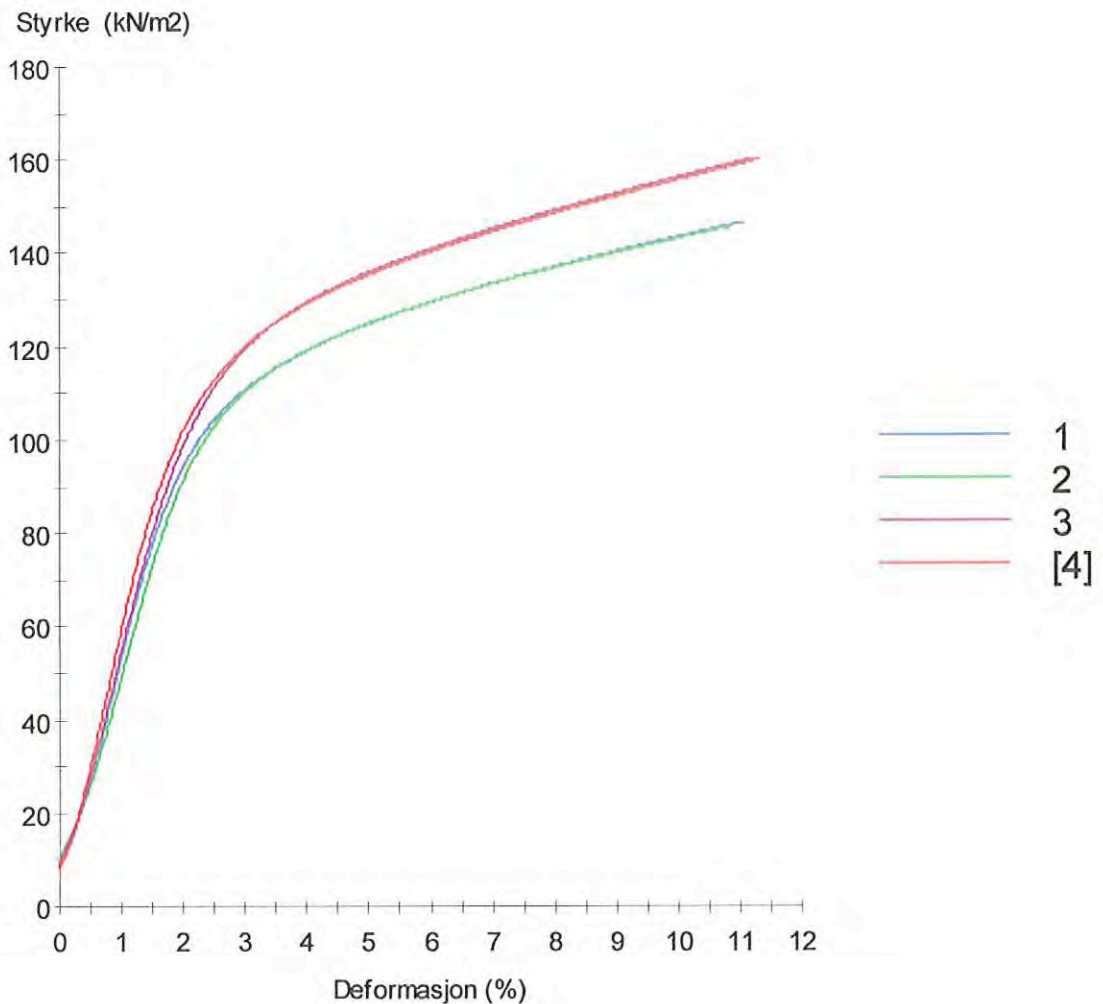
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 1 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
 Operator: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5% deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	125,0	143,5	5,333	
2	51,0	51,0	51,0	125,0	143,2	4,920	
3	51,0	50,5	50,5	136,0	156,4	5,459	
4	50,5	51,0	50,0	135,5	155,8	5,933	
Mean	50,6	50,8	50,4	130,4	149,7	5,411	
Std. Dev.	0,5	0,3	0,5	6,2	7,3	0,417	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 2

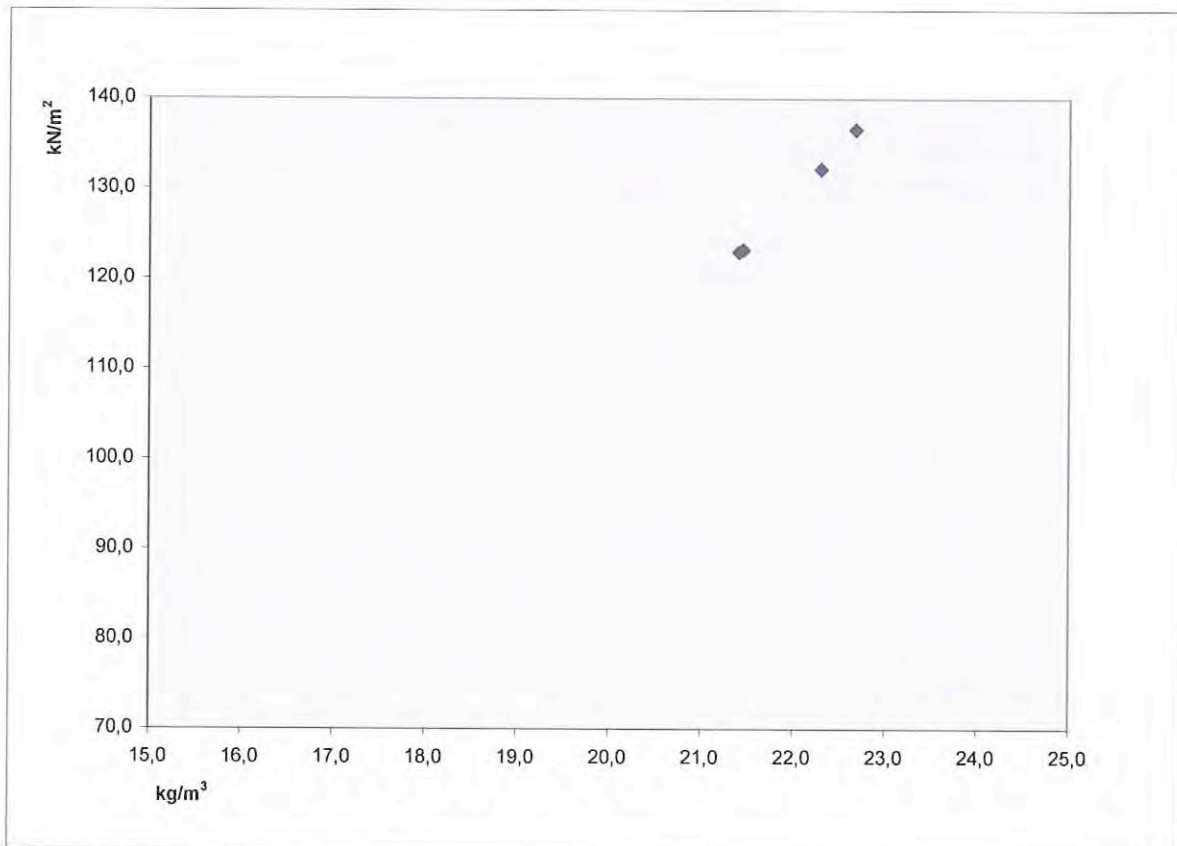
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 2 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	4,30	2,84	5,10	5,10	5,10	132,7	26,0	21,4	123,0	1,1
2/mot vann	4,25	2,79	5,10	5,10	5,00	130,1	26,0	21,5	123,2	1,1
3/mot veg	4,63	2,90	5,05	5,10	5,05	130,1	25,8	22,3	132,2	1,3
4/mot veg	4,59	2,92	5,05	5,10	5,00	128,8	25,8	22,7	136,6	1,3

Gj.snitt	22,0	128,8	1,2
----------	------	-------	-----



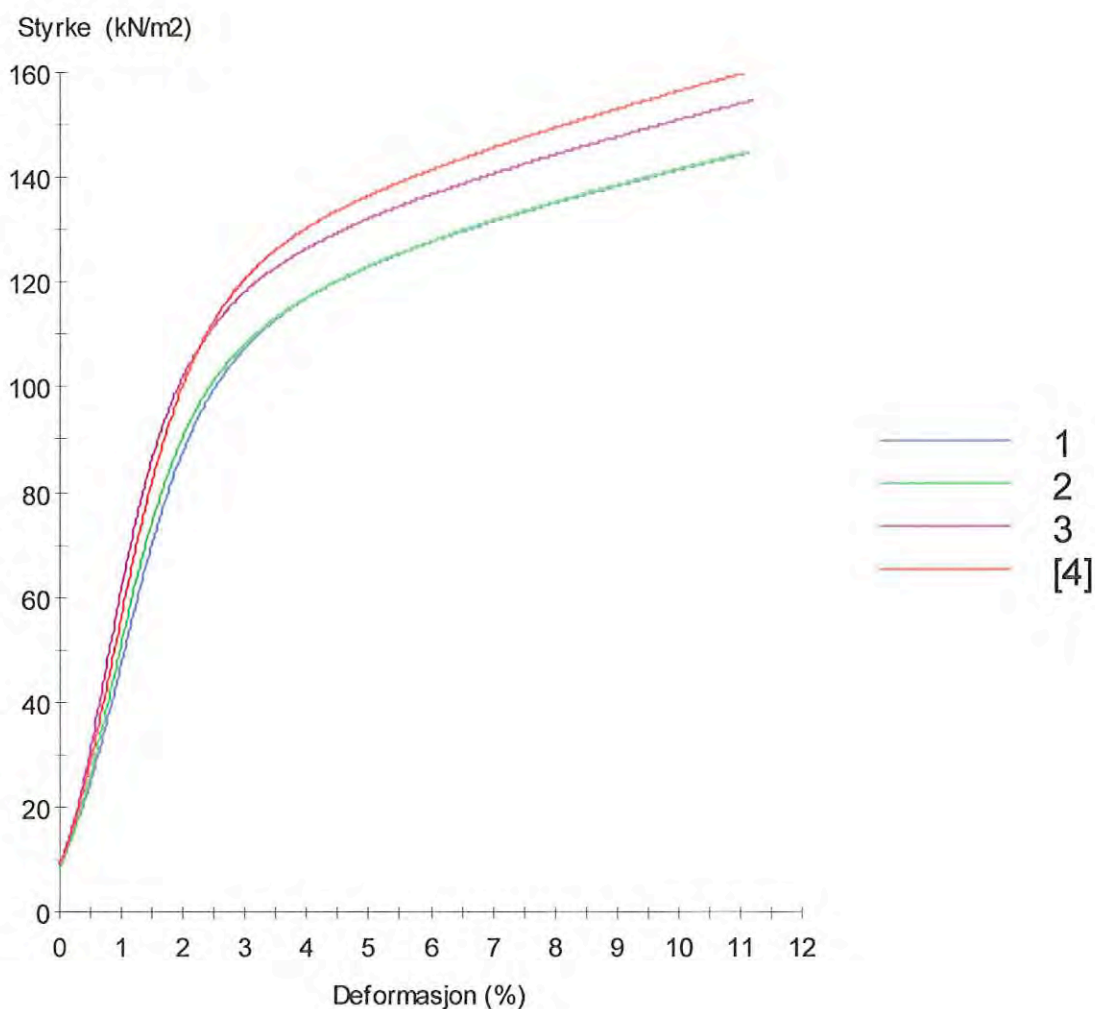
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 2 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	51,0	51,0	51,0	123,0	141,4	4,744	
2	51,0	51,0	50,0	123,2	141,6	5,126	
3	50,5	51,0	50,5	132,2	150,9	6,180	
4	50,5	51,0	50,0	136,6	156,3	5,644	
Mean	50,8	51,0	50,4	128,7	147,5	5,423	
Std. Dev.	0,3	0,0	0,5	6,8	7,3	0,625	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 3

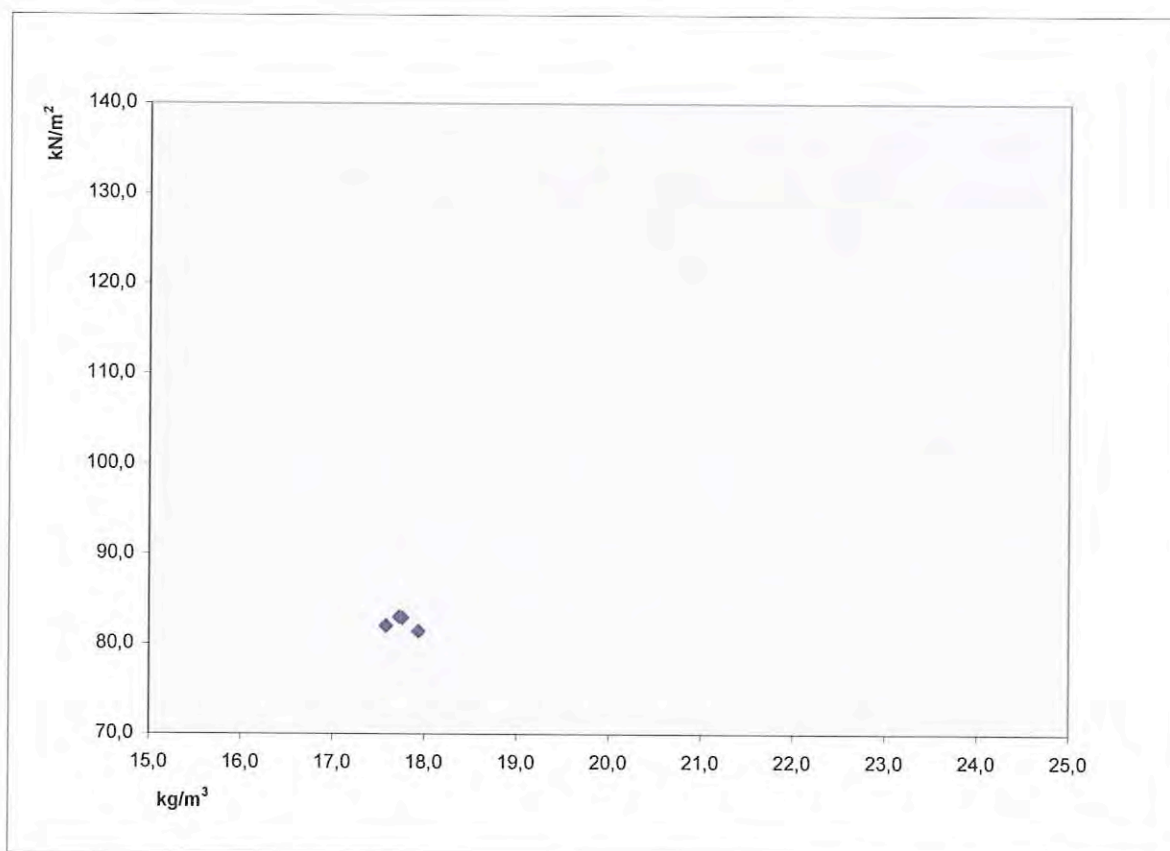
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 3 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	3,58	2,22	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	17,6	82,0	1,1
2/mot vann	3,73	2,31	5,05	5,10	5,00	128,8	25,8	17,9	81,4	1,1
3/mot veg	3,84	2,31	5,05	5,10	5,05	130,1	25,8	17,8	82,9	1,2
4/mot veg	3,76	2,26	5,00	5,10	5,00	127,5	25,5	17,7	83,0	1,2

Gj.snitt	17,8	82,3	1,1
----------	------	------	-----



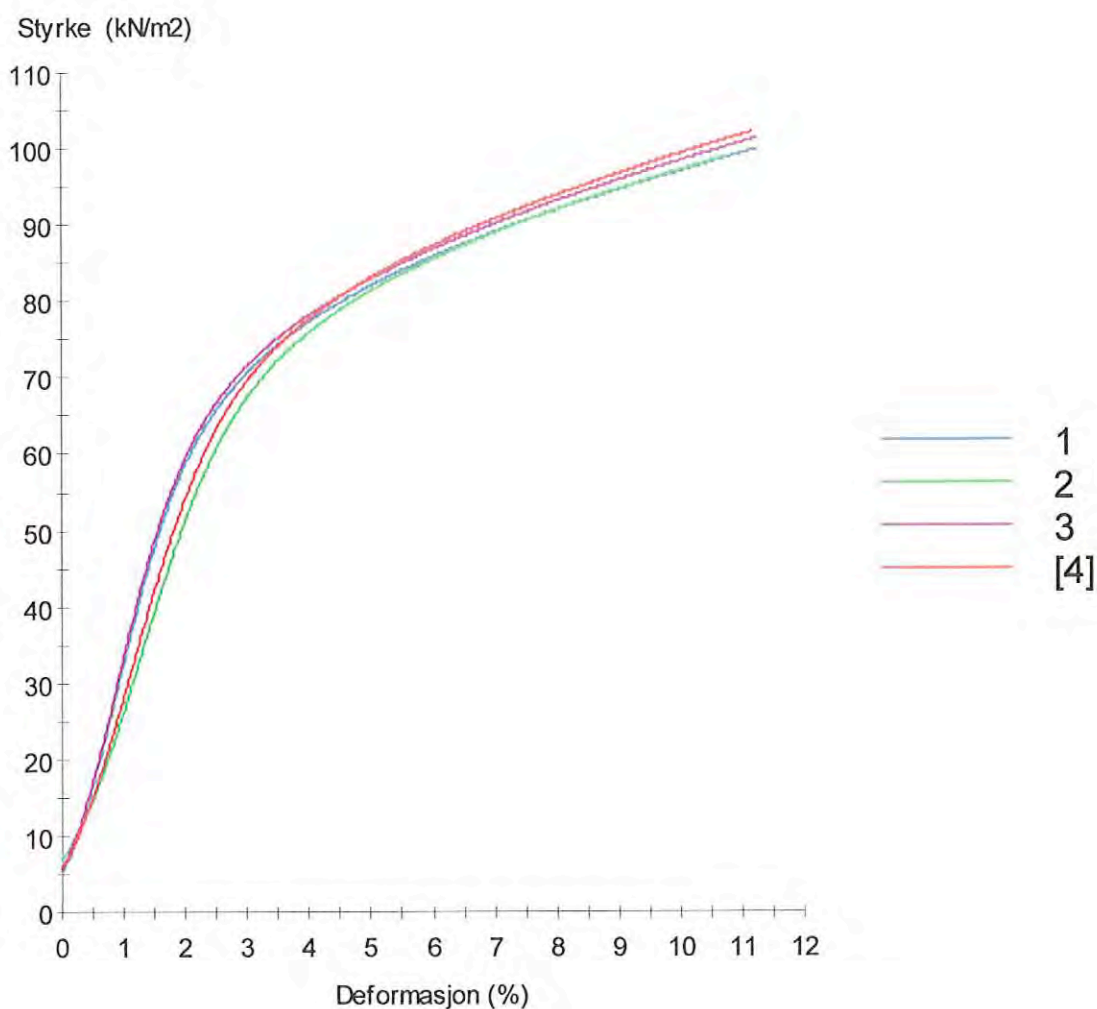
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 3 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	82,0	97,0	3,237	
2	50,5	51,0	50,0	81,4	97,1	2,617	
3	50,5	51,0	50,5	82,9	98,4	3,329	
4	50,0	51,0	50,0	83,0	99,2	2,807	
Mean	50,2	50,9	50,1	82,3	97,9	2,998	
Std. Dev.	0,3	0,2	0,2	0,8	1,1	0,341	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 4

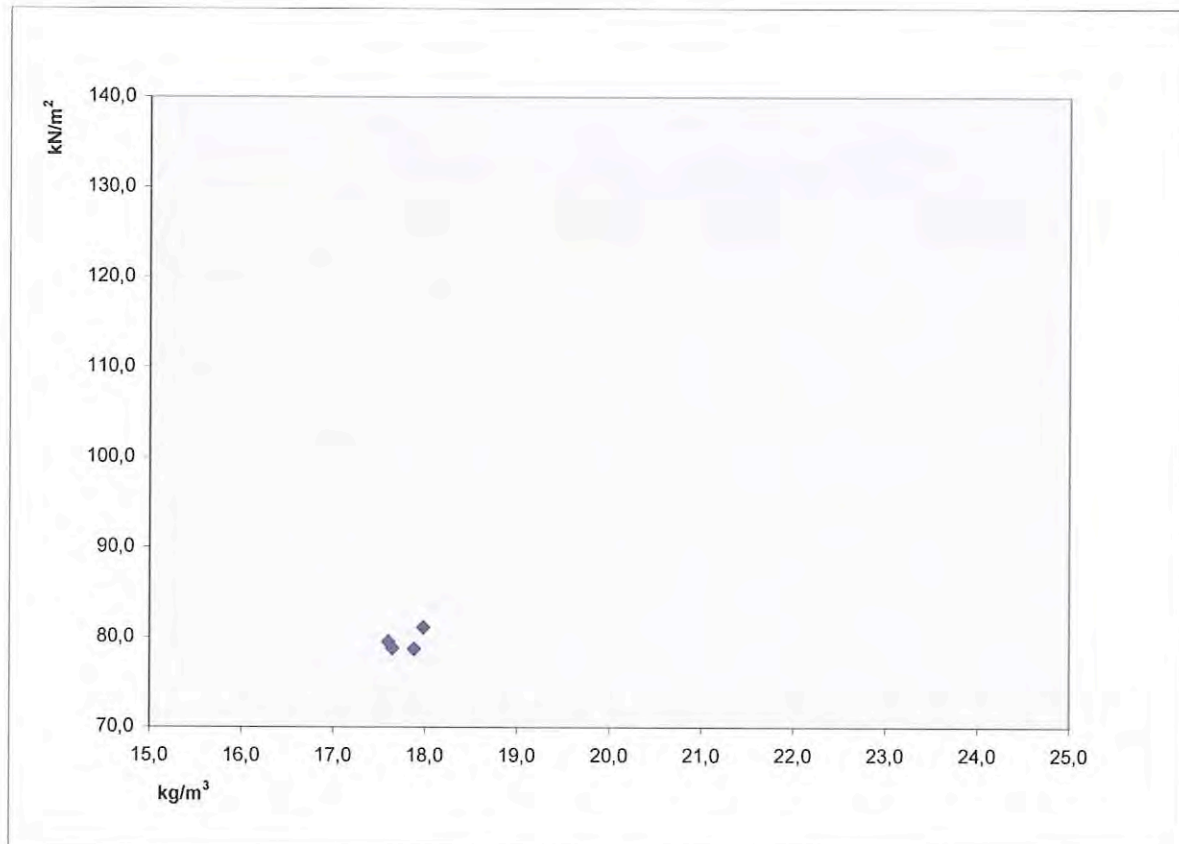
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 4 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	4,25	2,25	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	17,6	78,8	1,6
2/mot vann	4,49	2,28	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	17,9	78,7	1,7
3/mot veg	5,12	2,27	5,00	5,00	5,05	126,3	25,0	18,0	81,1	2,3
4/mot veg	4,82	2,20	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,6	79,5	2,1

Gj.snitt	17,8	79,5	1,9
----------	------	------	-----



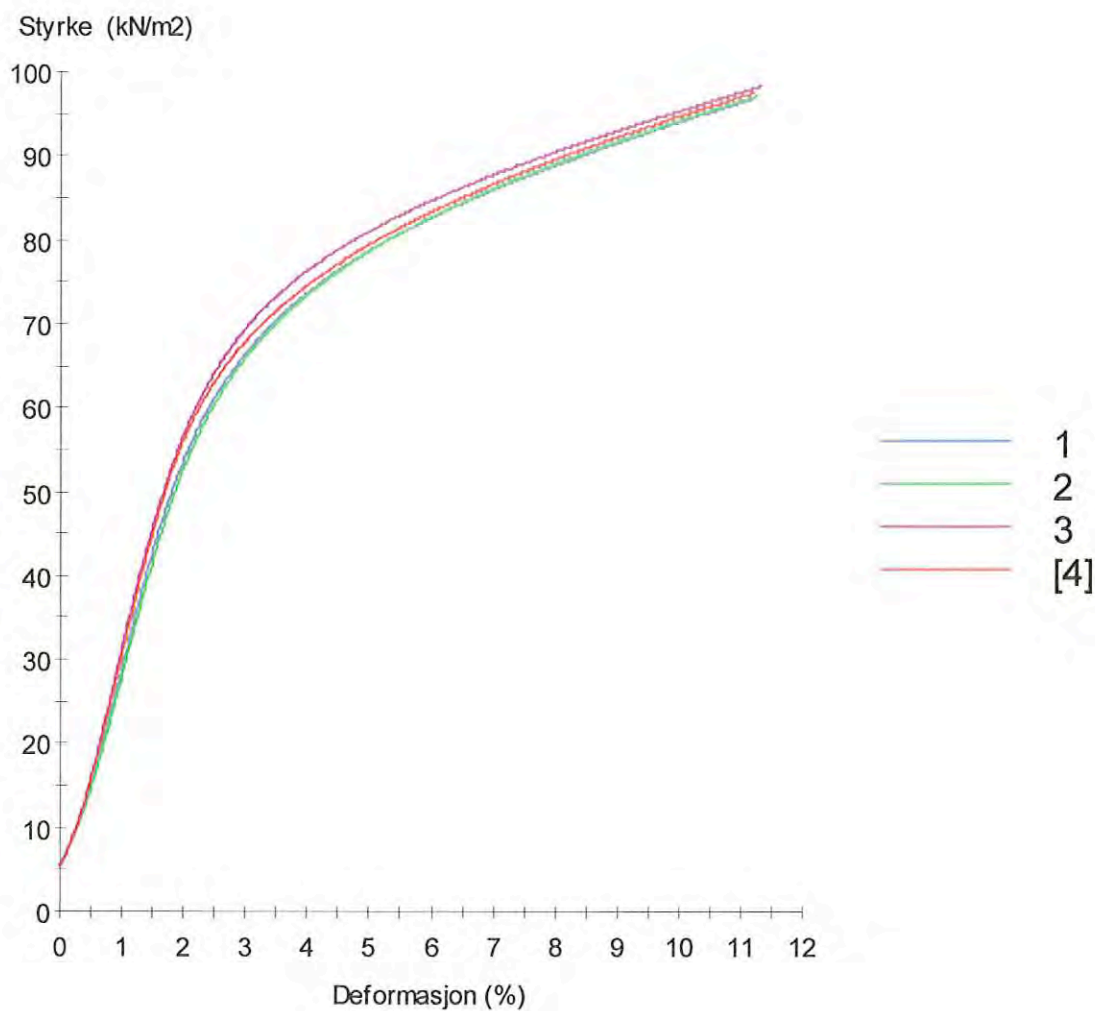
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 4 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,5	50,0	78,8	94,0	2,898	
2	50,5	50,5	50,0	78,7	94,2	2,805	
3	50,0	50,0	50,5	81,1	95,3	3,129	
4	50,0	50,0	50,0	79,5	94,7	3,045	
Mean	50,2	50,2	50,1	79,5	94,5	2,969	
Std. Dev.	0,3	0,3	0,2	1,1	0,6	0,145	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 5

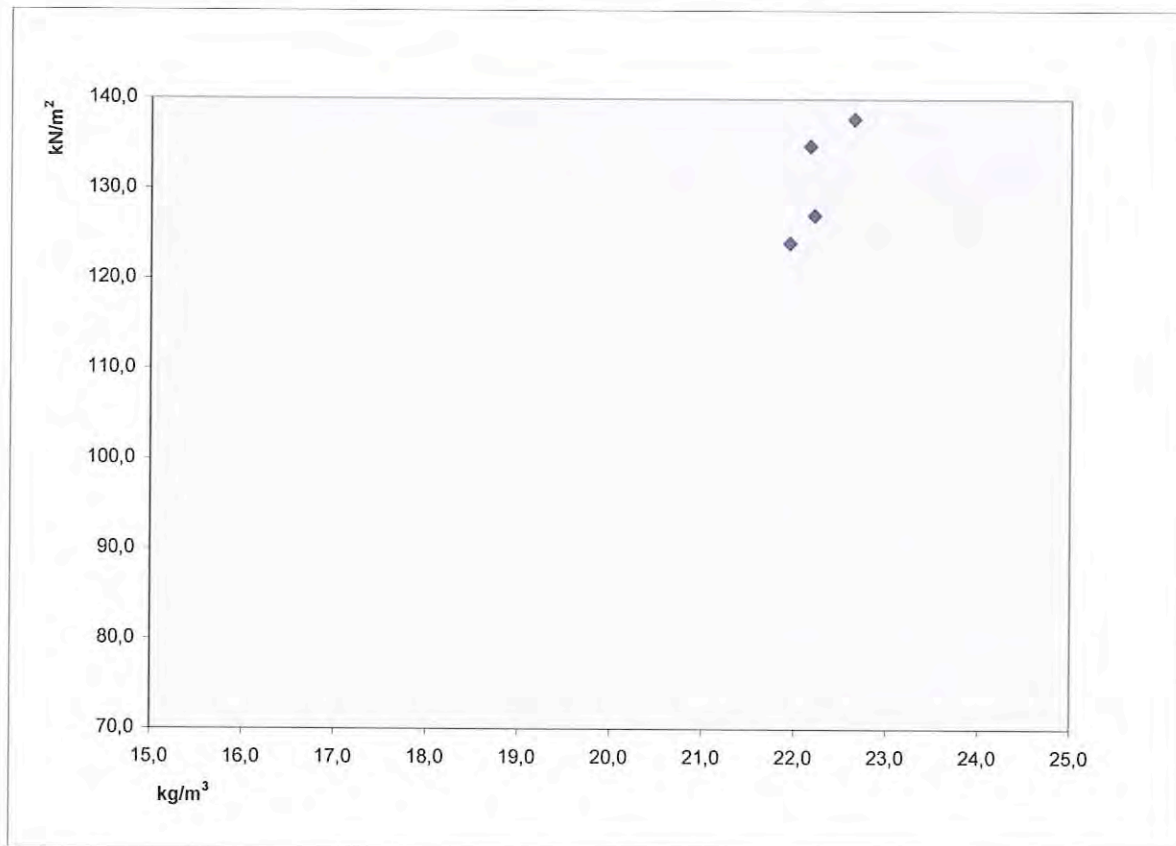
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Topplate	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	3,48	2,77	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	21,9	124,0	0,6
2/mot vann	3,45	2,83	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	22,6	137,8	0,5
3/mot veg	3,55	2,77	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	22,2	134,8	0,6
4/mot veg	3,71	2,86	5,05	5,05	5,05	128,8	25,5	22,2	127,1	0,7

Gj.snitt	22,2	130,9	0,6
----------	------	-------	-----



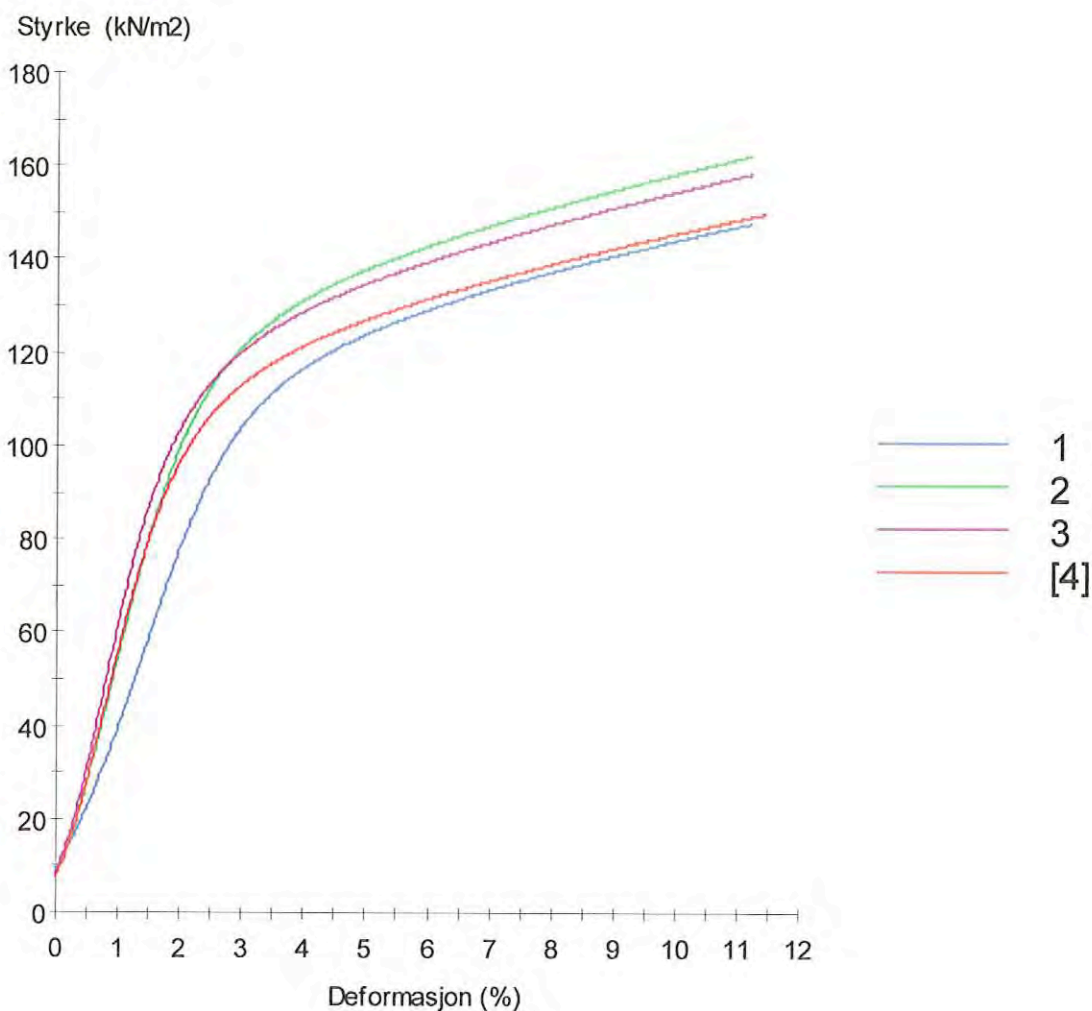
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 5 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	124,0	144,1	3,948	
2	50,0	50,0	50,0	137,8	158,3	5,486	
3	50,0	50,0	50,0	134,8	154,5	6,188	
4	50,5	50,5	50,5	127,1	145,6	5,625	
Mean	50,1	50,2	50,1	130,9	150,6	5,312	
Std. Dev.	0,2	0,3	0,2	6,5	6,9	0,958	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 6

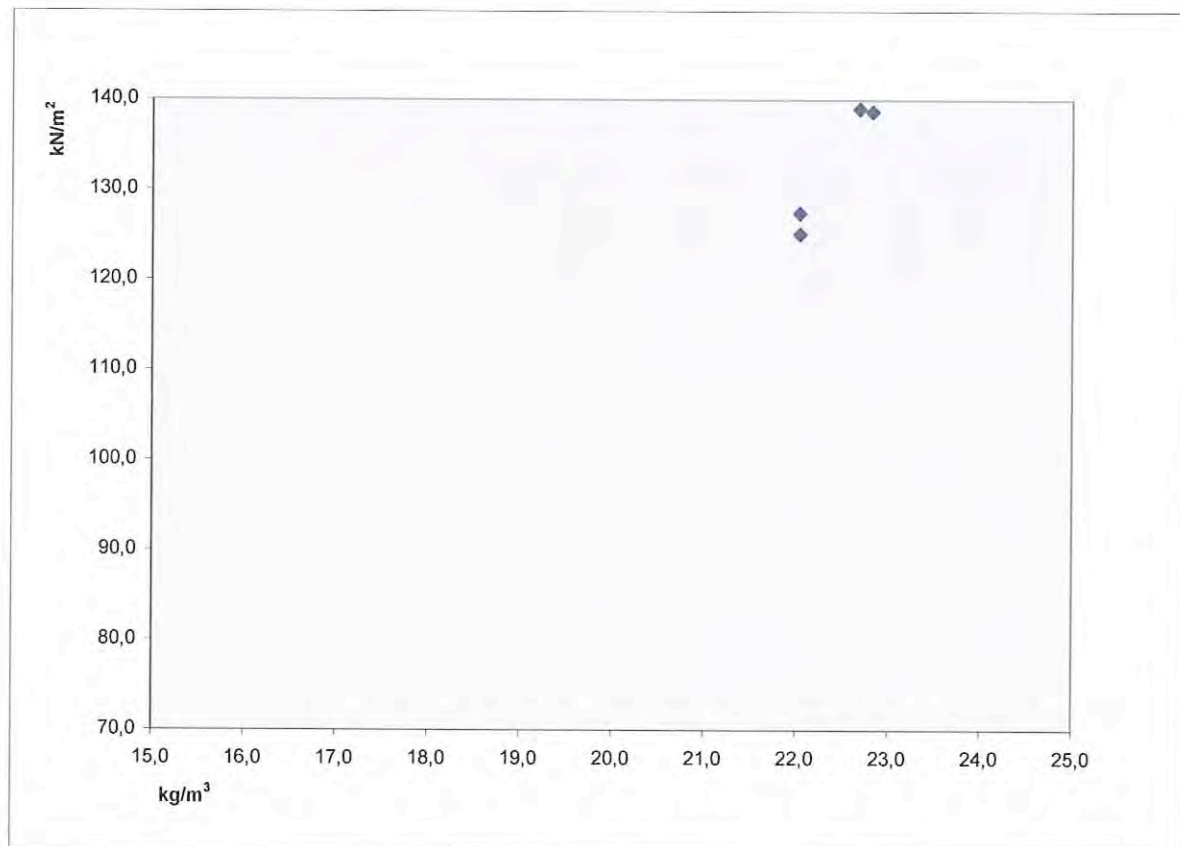
Dato:26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 2 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	3,48	2,81	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	22,0	127,4	0,5
2/mot vann	3,45	2,81	5,00	5,00	5,10	127,5	25,0	22,0	125,1	0,5
3/mot veg	3,55	2,91	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	22,8	138,7	0,5
4/mot veg	3,71	2,95	5,10	5,10	5,00	130,1	26,0	22,7	139,0	0,6

Gj.snitt	22,4	132,6	0,5
----------	------	-------	-----



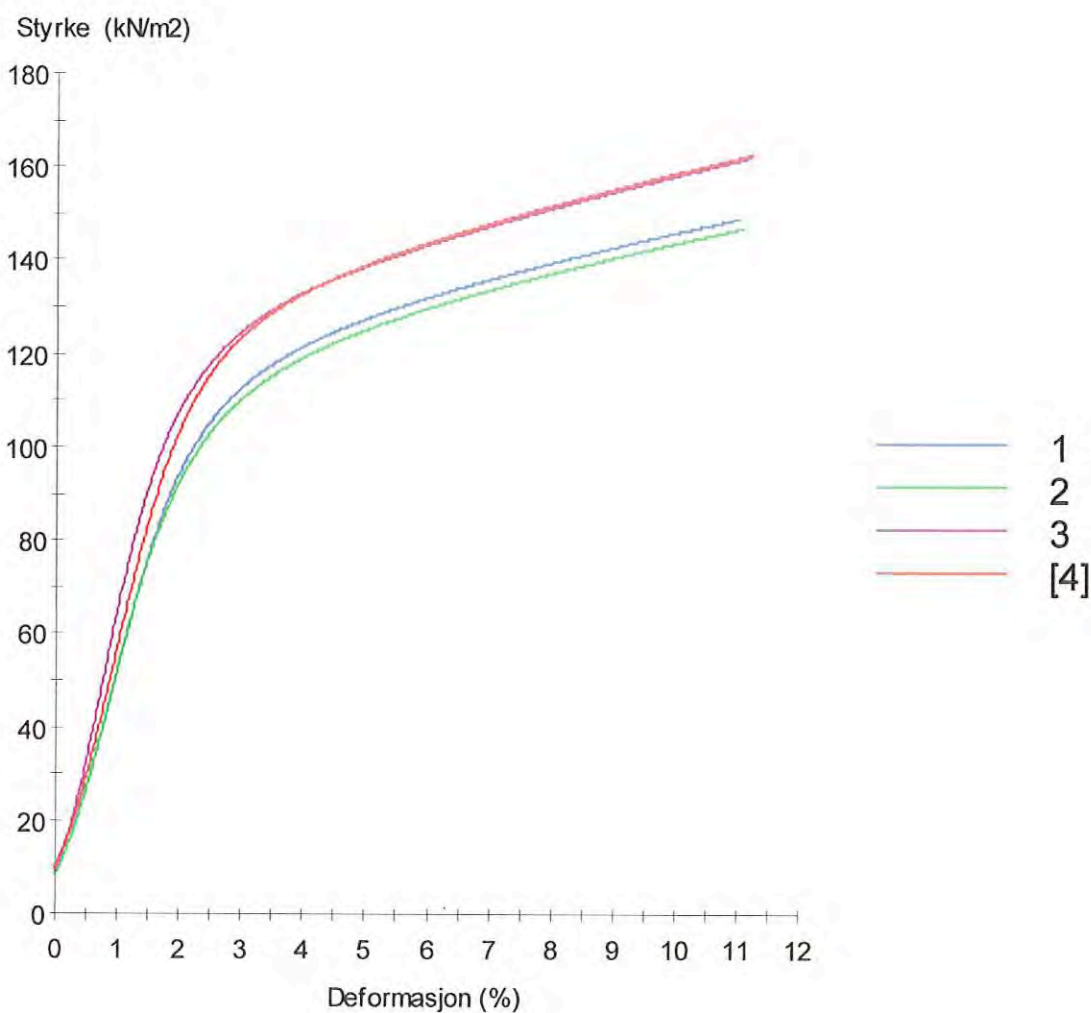
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 6 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5% deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,5	50,0	127,4	146,0	5,226	
2	50,0	50,0	51,0	125,1	143,7	5,241	
3	50,5	50,5	50,0	138,7	158,1	6,507	
4	51,0	51,0	50,0	139,0	158,7	5,711	
Mean	50,5	50,5	50,2	132,6	151,6	5,671	
Std. Dev.	0,4	0,4	0,5	7,3	7,9	0,601	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 7

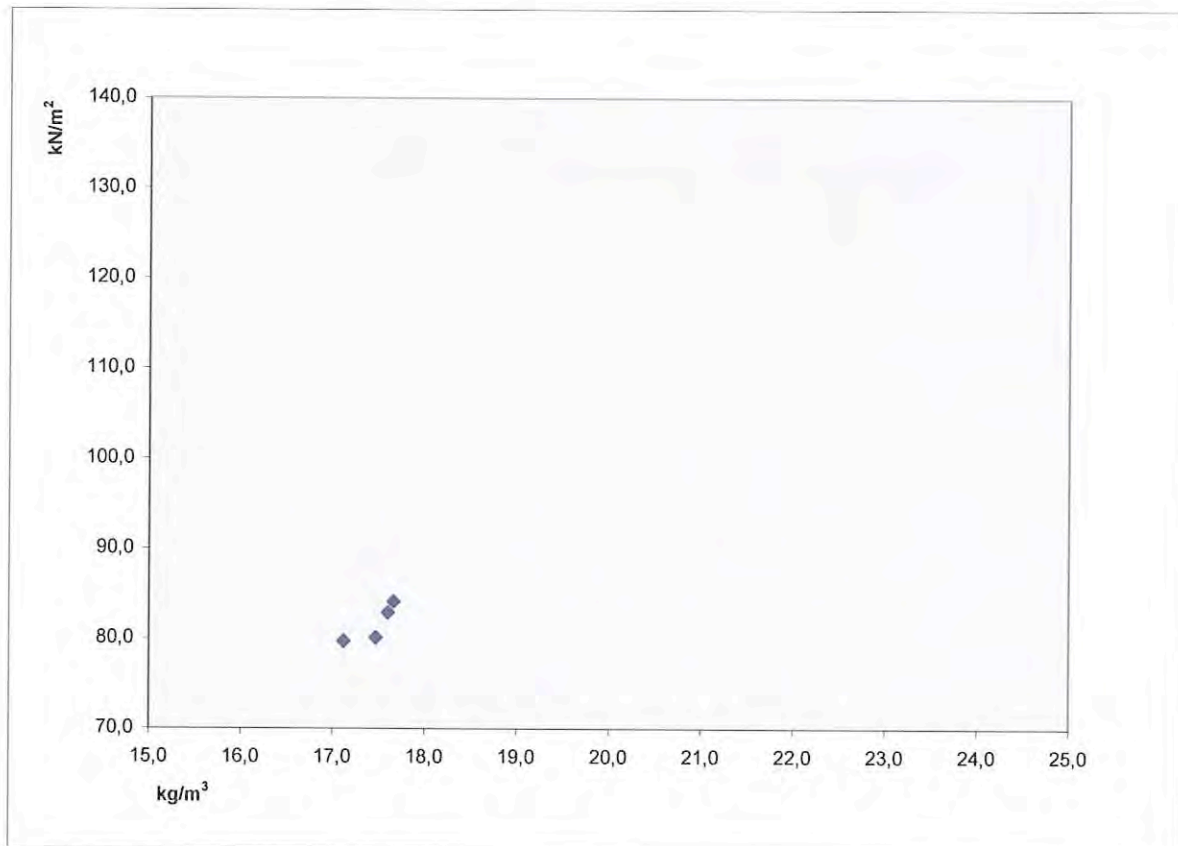
Dato: 27-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 3 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	3,74	2,25	5,05	5,05	5,05	128,8	25,5	17,5	80,1	1,2
2/mot vann	3,32	2,14	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,1	79,7	0,9
3/mot veg	3,94	2,20	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,6	82,9	1,4
4/mot veg	3,73	2,23	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	17,7	84,1	1,2

Gj.snitt	17,5	81,7	1,2
----------	------	------	-----



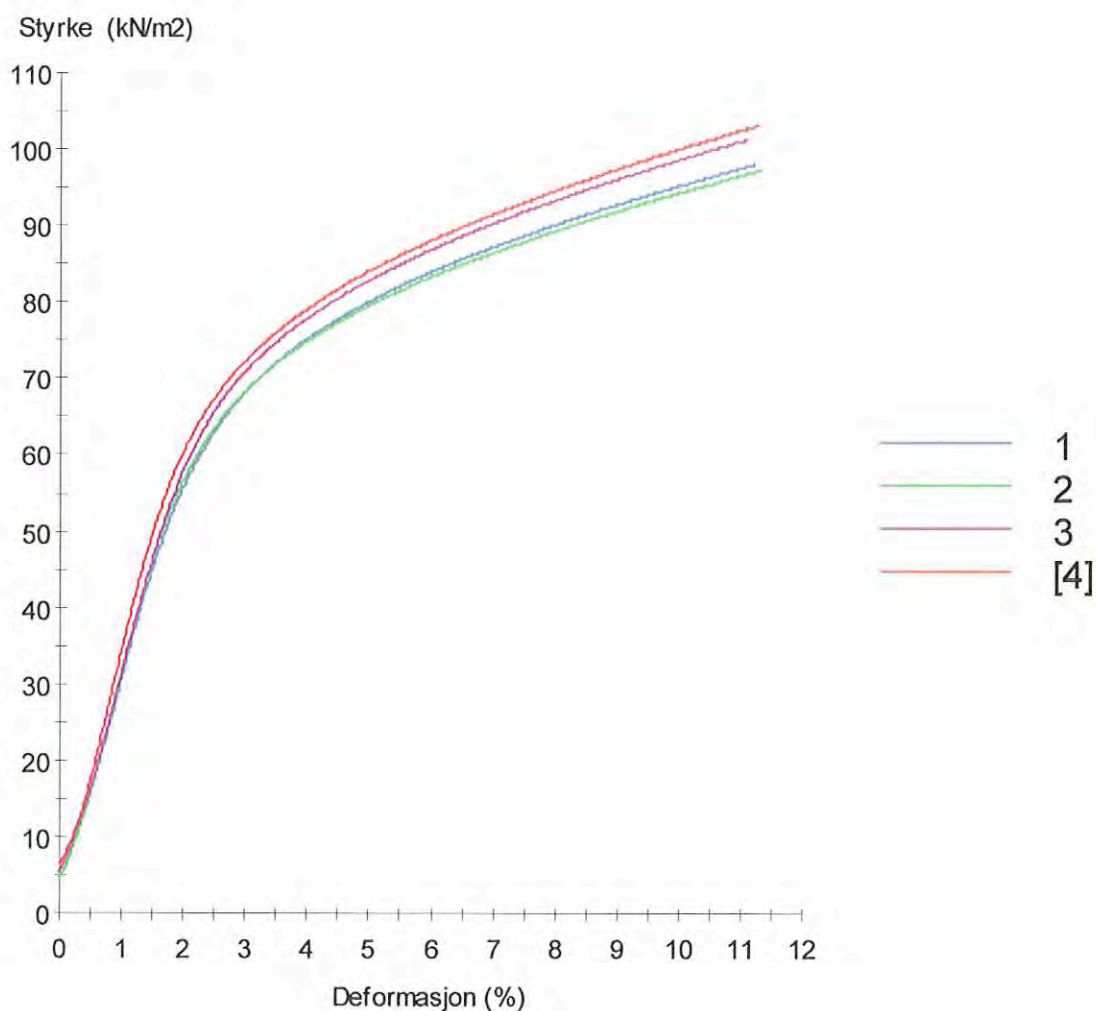
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 7 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,5	50,5	80,1	95,2	3,083	
2	50,0	50,0	50,0	79,7	94,3	3,169	
3	50,0	50,0	50,0	82,9	98,7	3,149	
4	50,5	50,0	50,0	84,1	100,0	3,439	
Mean	50,2	50,1	50,1	81,7	97,1	3,210	
Std. Dev.	0,3	0,2	0,2	2,2	2,7	0,157	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-002/Prøve 8

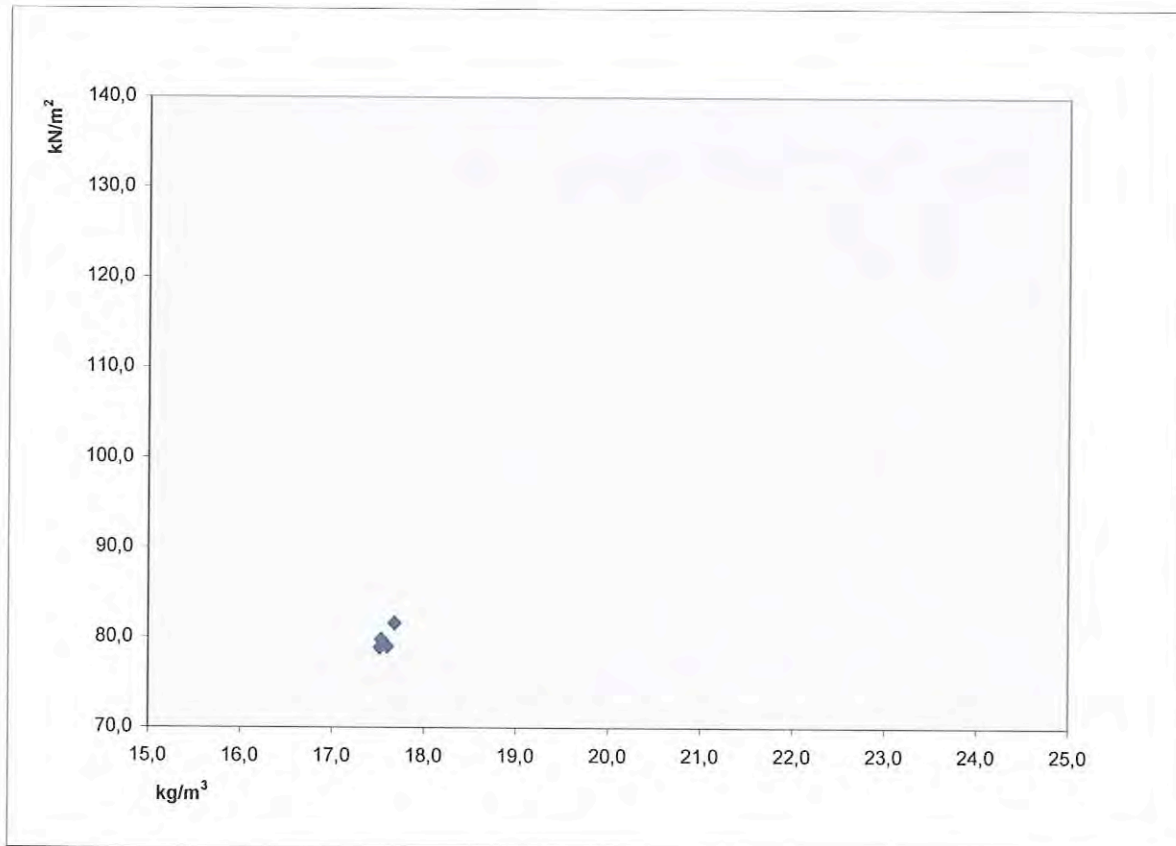
Dato: 26-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	Langhus
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	12-04-2011
Plate nr.	100mm tykkelse/Plate 4 fra topp	Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/mot vann	4,49	2,20	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,6	79,0	1,8
2/mot vann	4,22	2,19	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,5	78,9	1,6
3/mot veg	5,16	2,21	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,7	81,6	2,4
4/mot veg	4,97	2,17	4,95	5,00	5,00	123,8	24,8	17,5	79,8	2,3

Gj.snitt	17,6	79,8	2,0
----------	------	------	-----



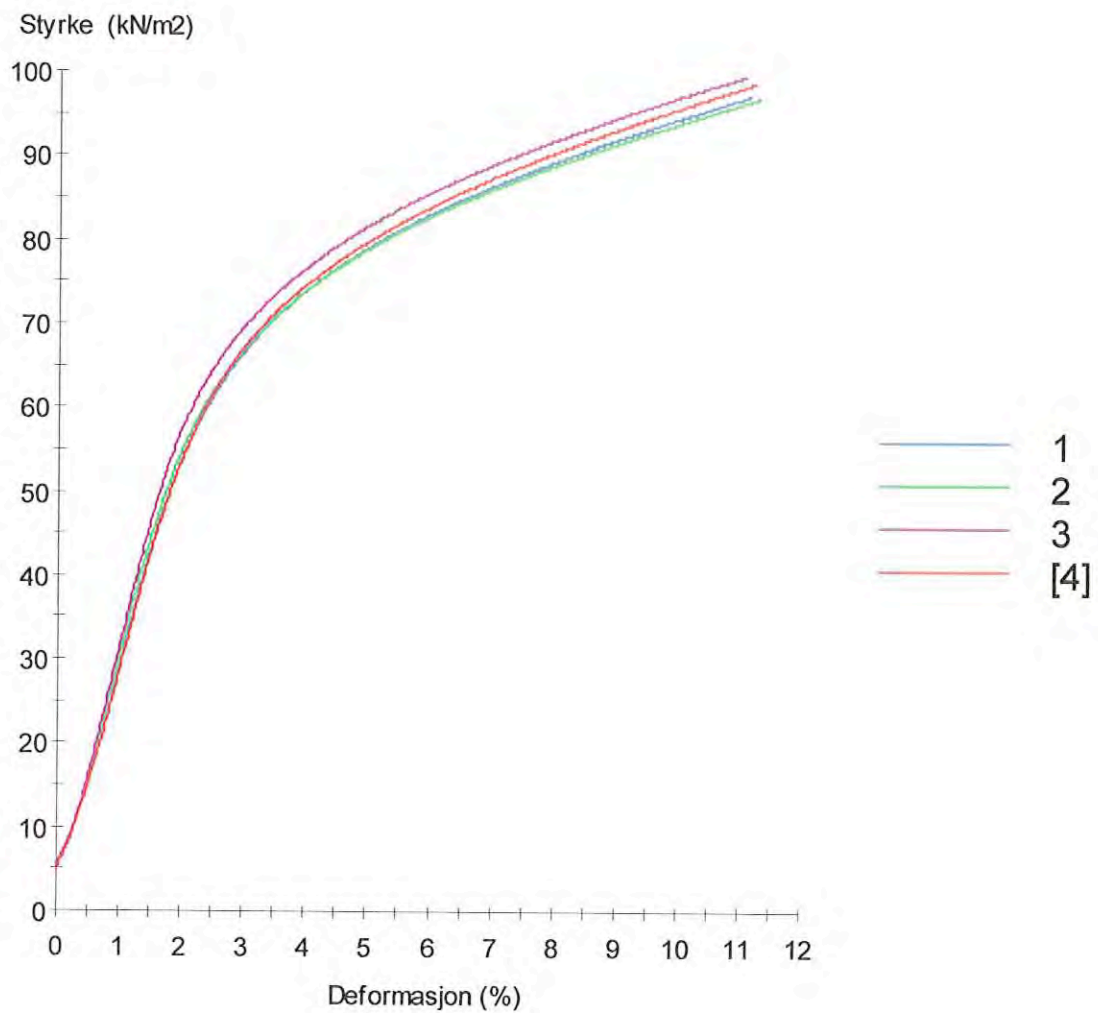
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-002 Prøve 8 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 26.04.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,0	79,0	94,4	2,907	
2	50,0	50,0	50,0	78,9	93,8	3,026	
3	50,0	50,0	50,0	81,6	96,9	3,134	
4	49,5	50,0	50,0	79,8	95,6	2,856	
Mean	49,9	50,0	50,0	79,8	95,2	2,981	
Std. Dev.	0,2	0,0	0,0	1,3	1,4	0,125	



Prøveresultater fra E6 Årum-Hauge



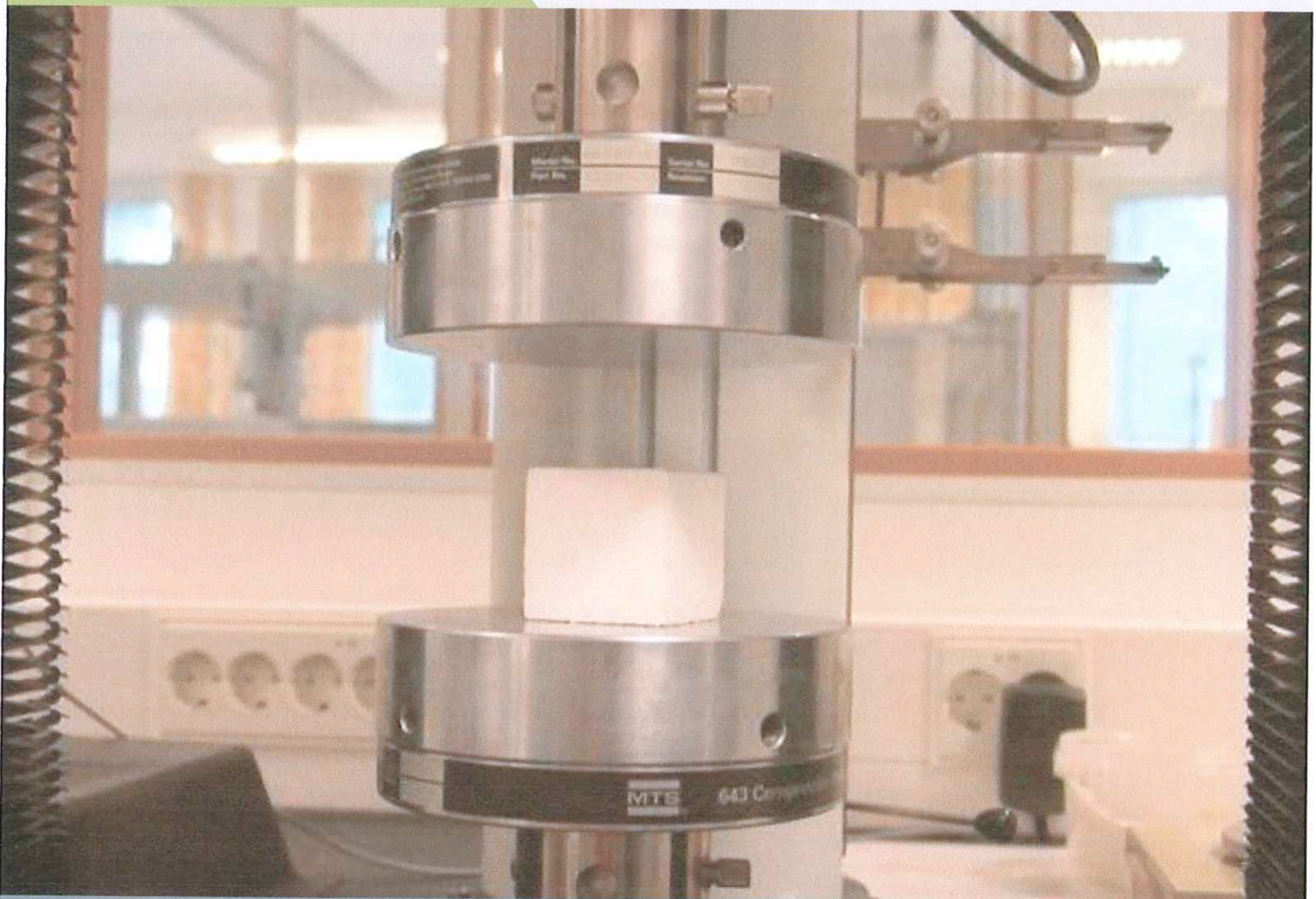
Statens vegvesen

Undersøkelse av EPS / Gammel fylling Hovedprosjekt HIØ

E6 Skjelinveien / Årum-Hauge
103249 / 1110128-001 Prøve 1-7

RAPPORT

Ressursavdelingen



Region øst
Ressursavdelingen
Veg- og geoteknikk
Dato: 2011-04-14



Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

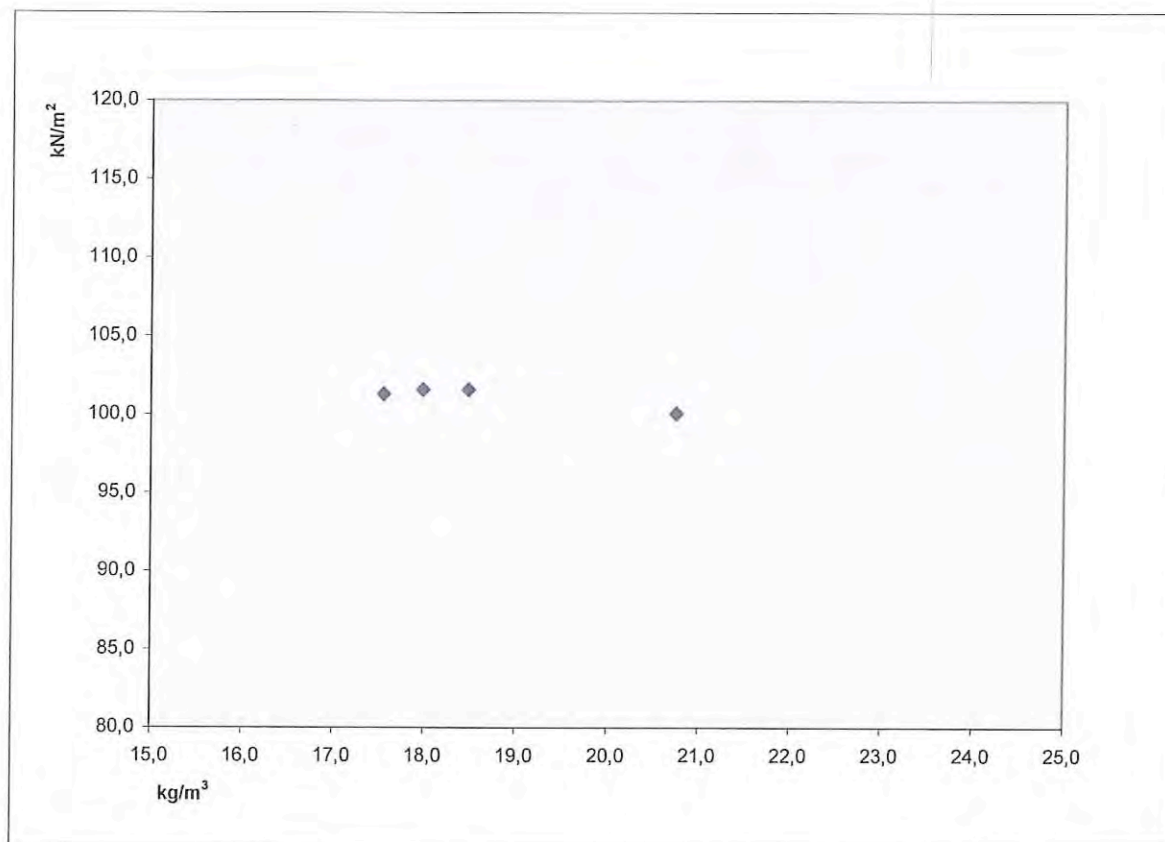
14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 1	Dato: 14-04-2011	Signatur: daglov
----------------------------------	------------------	------------------

Typebetegn.	100 kN/m2	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Provetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Provetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Provetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,71	2,26	5,05	5,05	5,05	128,8	25,5	17,5	101,3	0,3
2/nær topp	2,78	2,27	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	18,0	101,6	0,4
3/mot midt	2,78	2,31	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	18,5	101,6	0,4
4/mot midt	3,16	2,62	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	20,8	100,1	0,4

Gj.snitt	18,7	101,2	0,4
----------	------	-------	-----



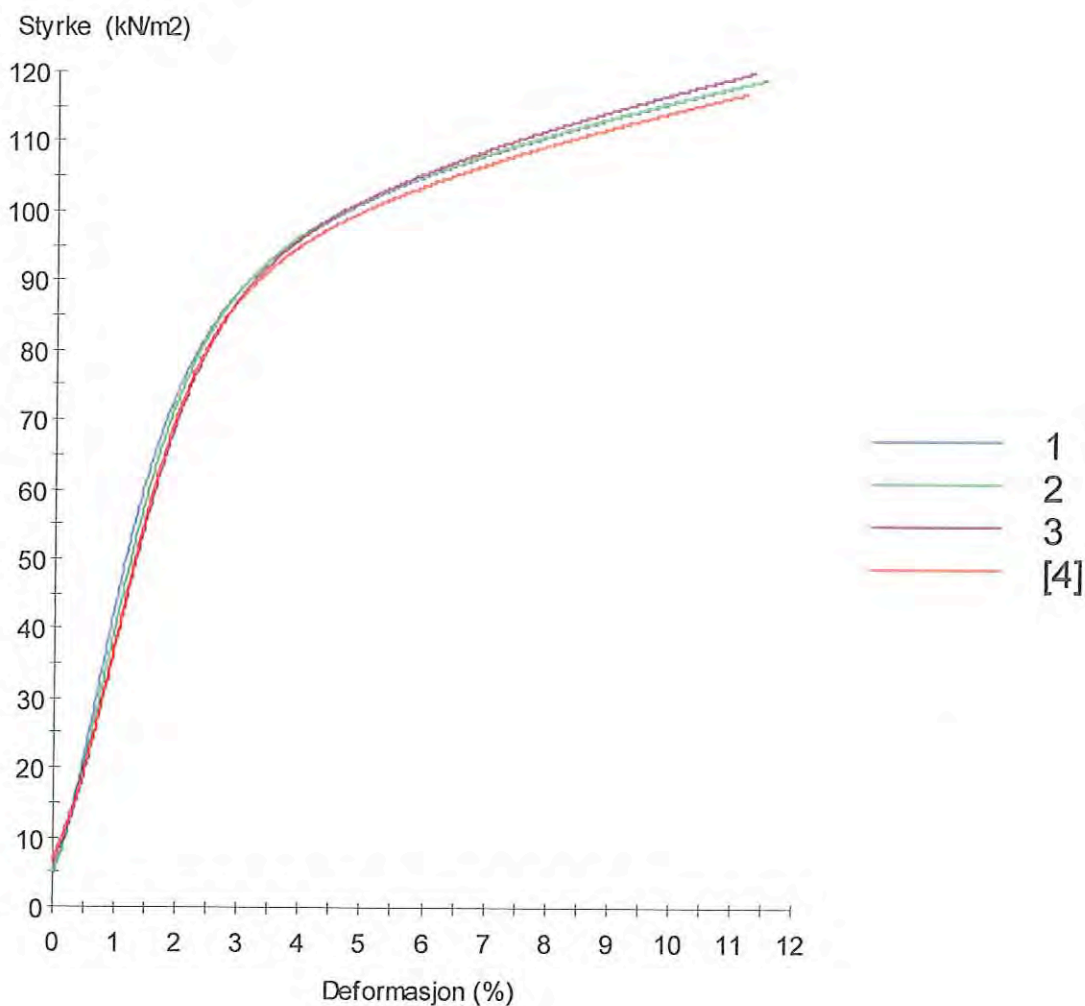
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 1 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
Operator: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,5	50,5	101,3	115,7	4,415	
2	50,0	50,5	50,0	101,6	115,8	4,104	
3	50,0	50,0	50,0	101,6	116,9	3,795	
4	50,5	50,0	50,0	100,1	114,4	3,831	
Mean	50,2	50,2	50,1	101,1	115,7	4,036	
Std. Dev.	0,3	0,3	0,2	0,7	1,1	0,288	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 2

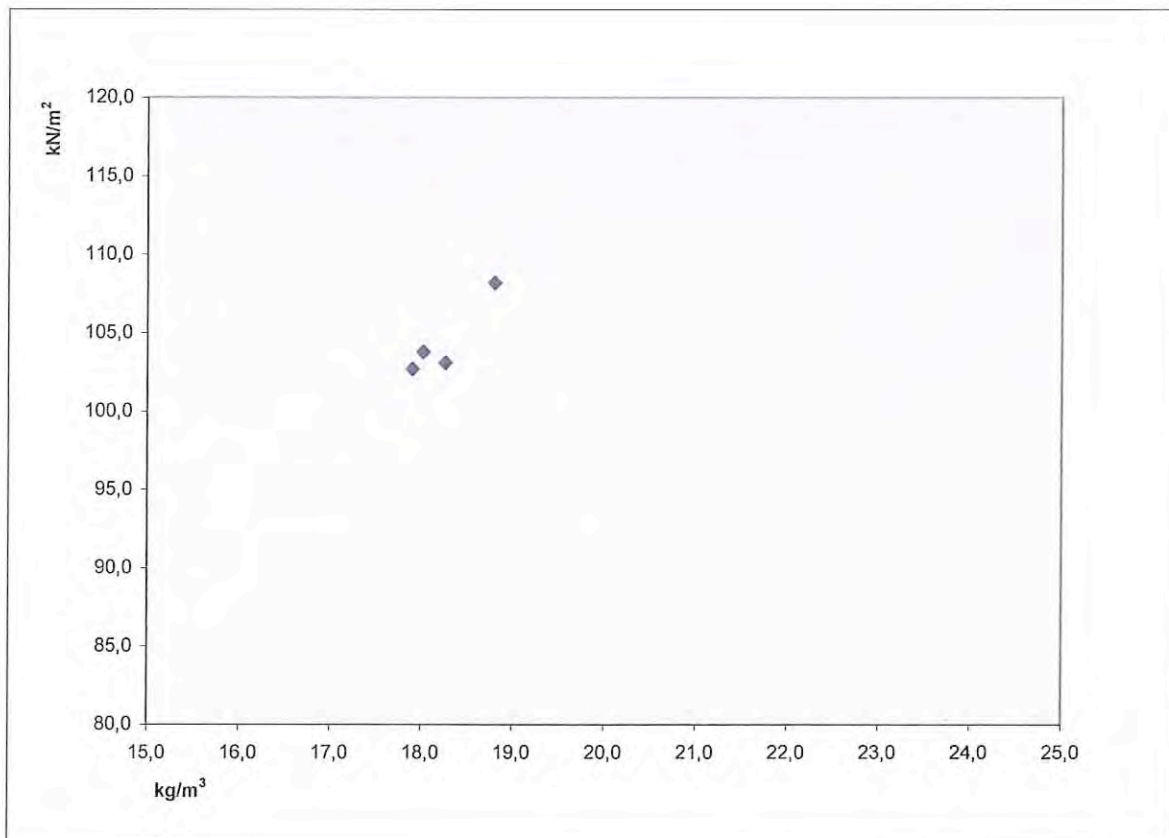
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,47	2,26	5,00	5,00	5,05	126,3	25,0	17,9	102,7	0,2
2/nær topp	2,59	2,23	5,00	5,00	4,95	123,8	25,0	18,0	103,8	0,3
3/mot midt	3,21	2,35	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	18,8	108,2	0,7
4/mot midt	3,07	2,26	5,00	5,00	4,95	123,8	25,0	18,3	103,1	0,7

Gj.snitt	18,2	104,5	0,4
----------	------	-------	-----



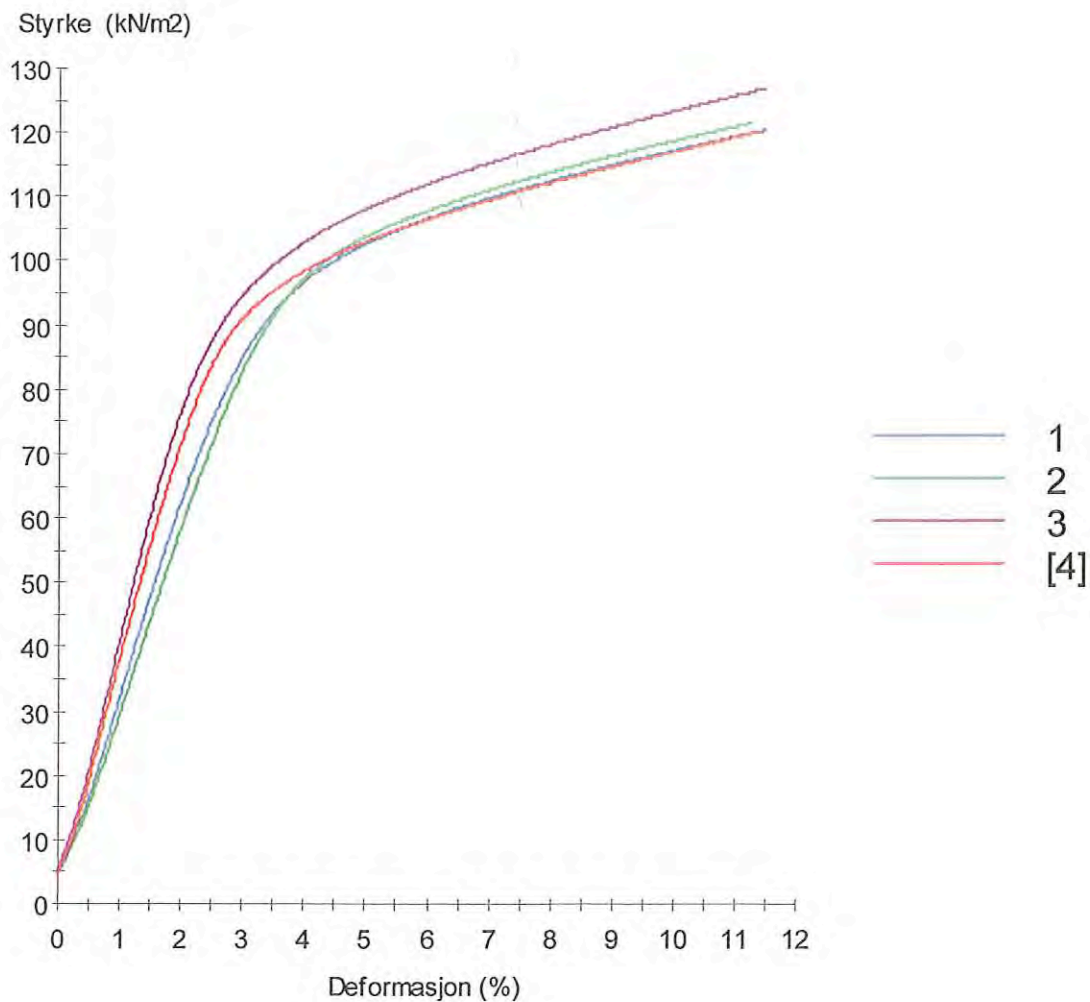
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 2 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,5	102,7	117,2	3,225	
2	50,0	50,0	49,5	103,8	118,7	2,963	
3	50,0	50,0	50,0	108,2	123,3	4,096	
4	50,0	50,0	49,5	103,1	117,1	3,831	
Mean	50,0	50,0	49,9	104,5	119,1	3,529	
Std. Dev.	0,0	0,0	0,5	2,5	2,9	0,525	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 3

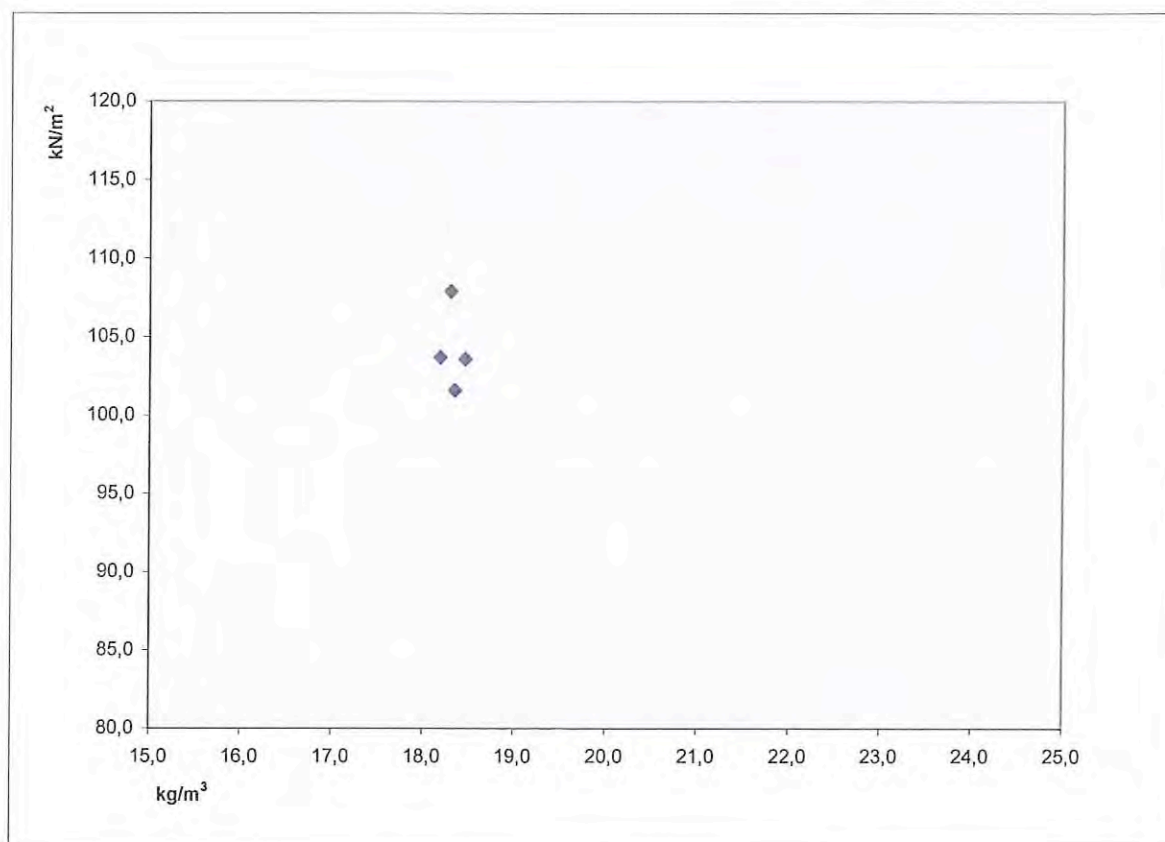
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Provetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Provetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Provetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,94	2,31	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	18,3	107,9	0,5
2/nær topp	2,61	2,25	4,95	5,00	5,00	123,8	24,8	18,2	103,7	0,3
3/mot midt	3,02	2,27	5,00	5,00	4,95	123,8	25,0	18,3	101,6	0,6
4/mot midt	3,58	2,33	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	18,5	103,6	1,0

Gj.snitt	18,3	104,2	0,6
----------	------	-------	-----



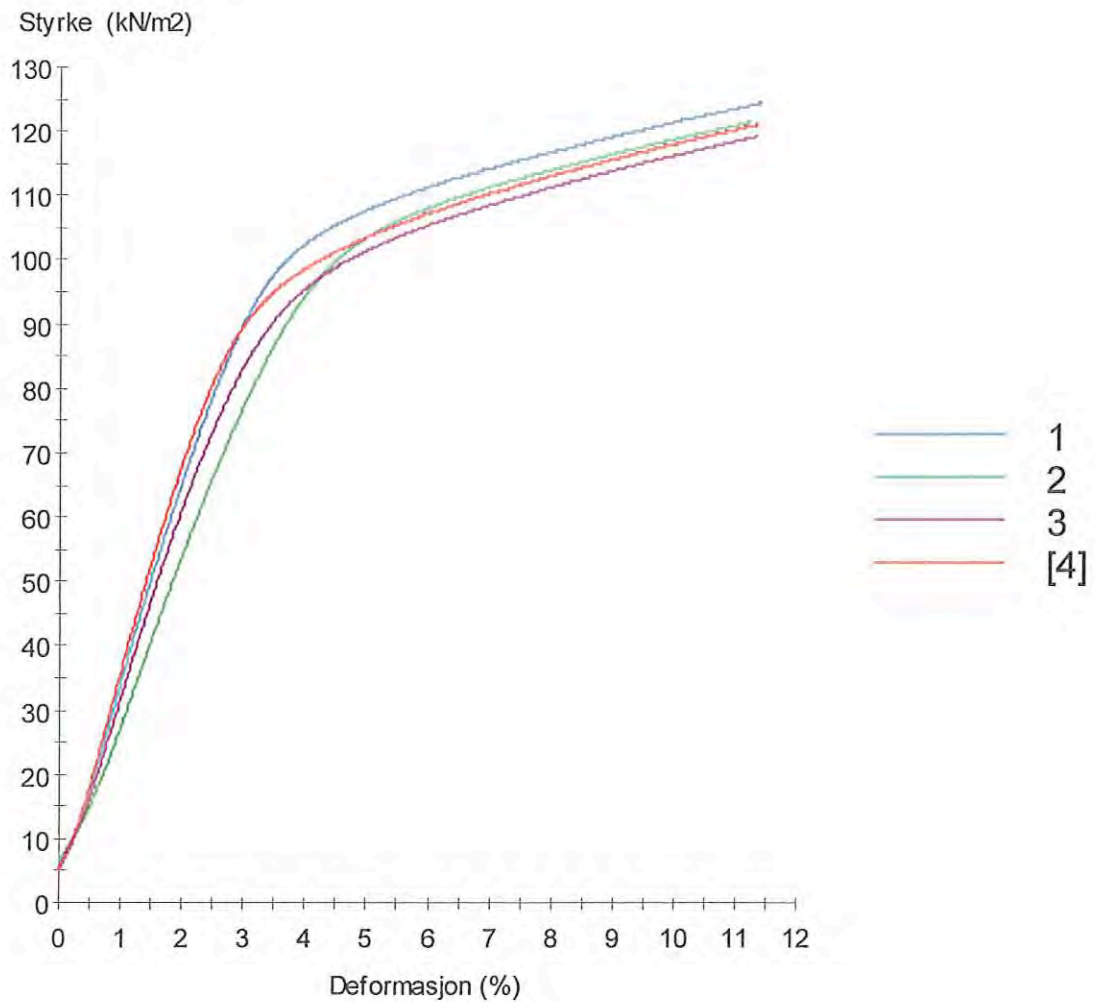
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 3 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,5	50,0	50,0	107,9	121,5	3,421	
2	49,5	50,0	50,0	103,7	118,8	2,736	
3	50,0	50,0	49,5	101,6	116,3	3,178	
4	50,5	50,0	50,0	103,6	118,0	3,574	
Mean	50,1	50,0	49,9	104,2	118,7	3,227	
Std. Dev.	0,5	0,0	0,2	2,7	2,1	0,366	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 4

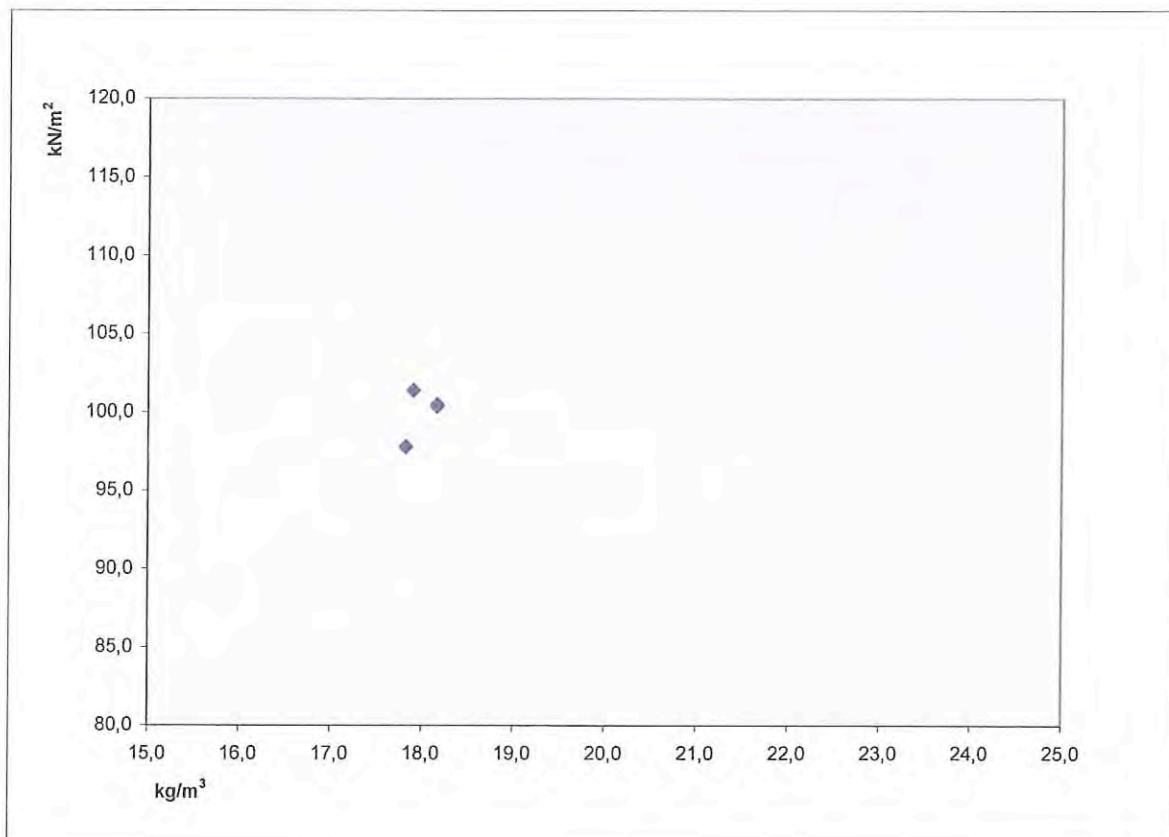
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Provetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Provetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Provetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,65	2,25	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	17,8	97,8	0,3
2/nær topp	2,68	2,27	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	18,2	100,4	0,3
3/mot midt	2,62	2,26	5,00	5,00	5,05	126,3	25,0	17,9	101,4	0,3
4/mot midt	3,07	2,27	4,95	5,00	5,05	125,0	24,8	18,2	100,5	0,6

Gj.snitt	18,0	100,0	0,4
----------	------	-------	-----



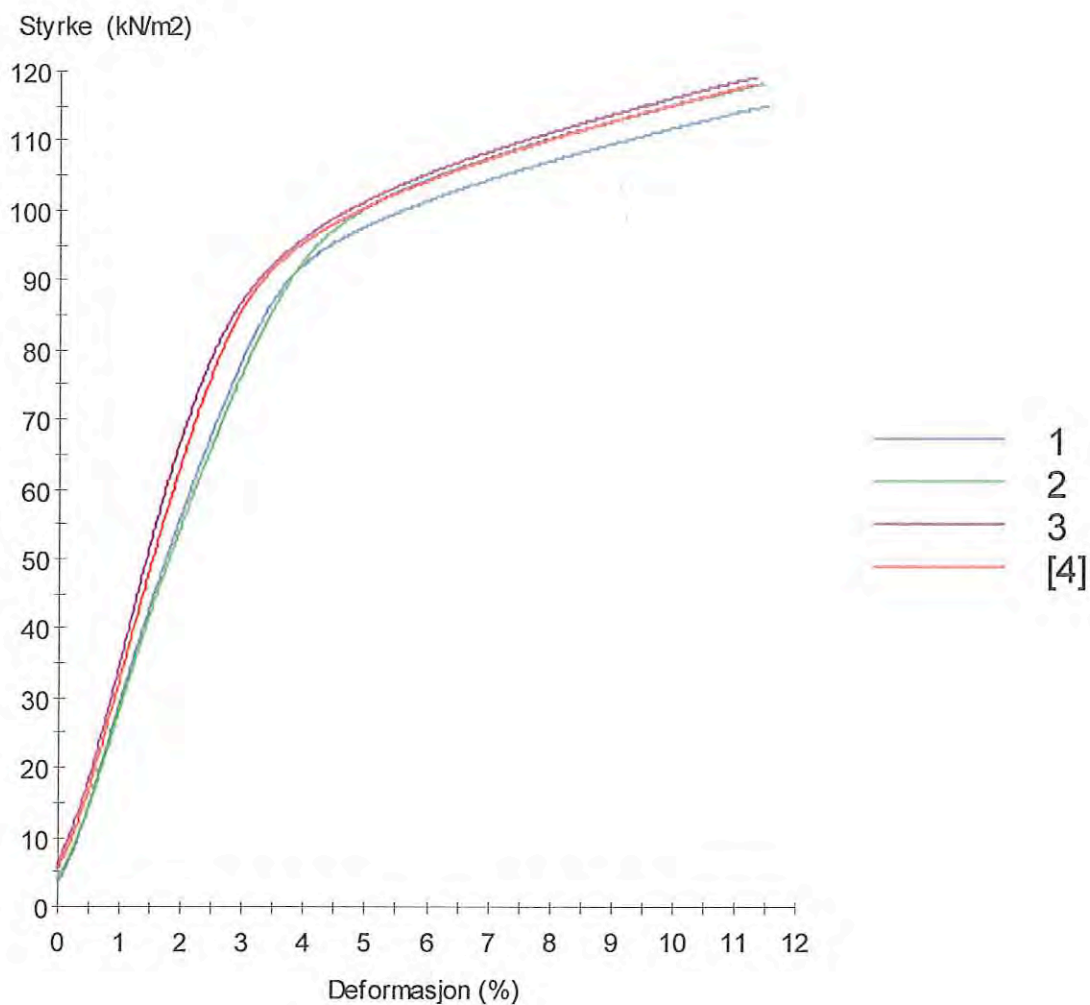
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 4 HIØ Hovedprosjekt.mss
Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5% deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	97,8	111,8	2,939	
2	50,0	50,0	50,0	100,4	115,1	2,853	
3	50,0	50,0	50,5	101,4	116,1	3,500	
4	49,5	50,0	50,5	100,5	115,1	3,268	
Mean	49,9	50,1	50,2	100,1	114,6	3,140	
Std. Dev.	0,2	0,2	0,3	1,6	1,9	0,299	





Statens vegvesen

Region Øst

Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 5

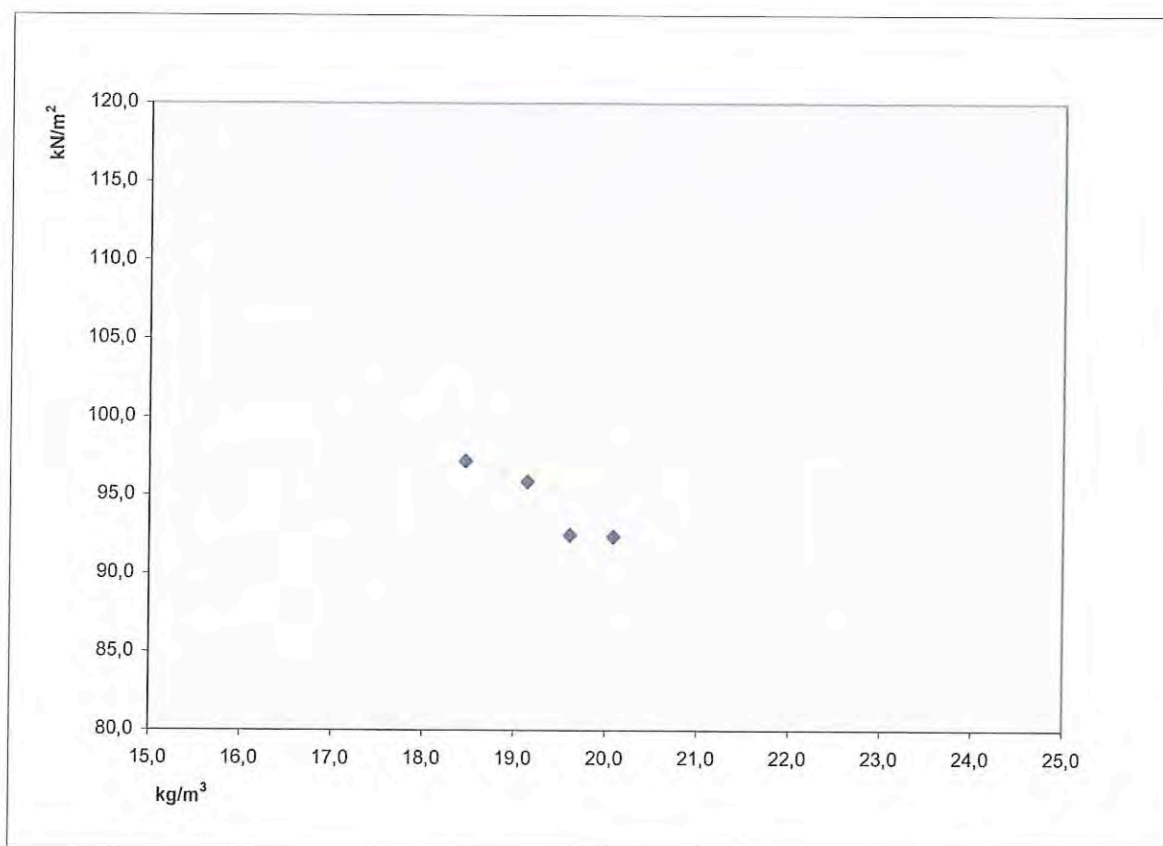
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terrning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,89	2,33	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	18,5	97,2	0,4
2/nær topp	3,11	2,44	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	19,1	95,9	0,5
3/nær topp	3,16	2,50	5,05	5,05	5,00	127,5	25,5	19,6	92,5	0,5
4/nær topp	3,15	2,51	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,1	92,4	0,5

Gj.snitt	19,3	94,5	0,5
----------	------	------	-----



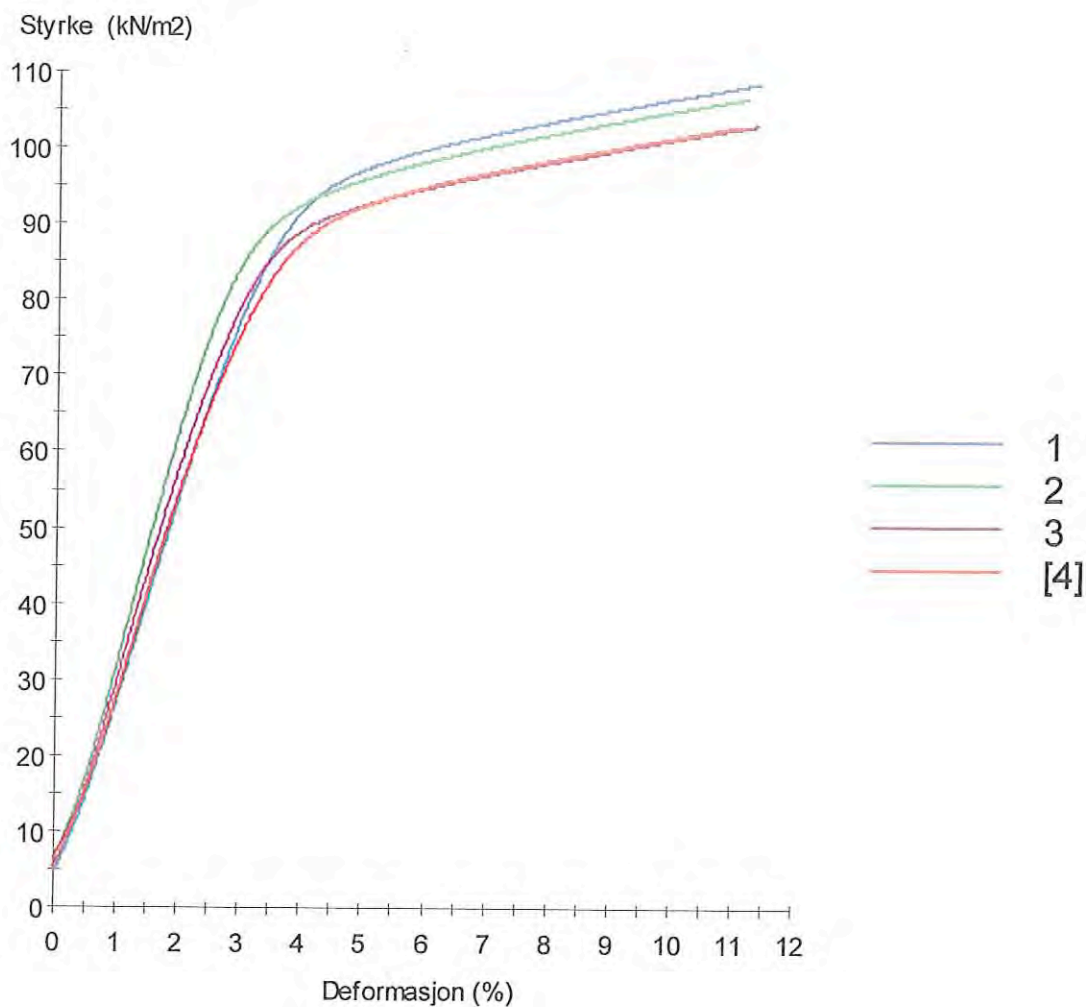
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 5 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,5	50,0	97,2	106,6	2,719	
2	50,5	50,5	50,0	95,9	104,9	3,200	
3	50,5	50,5	50,0	92,5	101,2	2,966	
4	50,5	50,0	50,0	92,4	101,4	2,780	
Mean	50,4	50,4	50,0	94,5	103,5	2,916	
Std. Dev.	0,2	0,2	0,0	2,4	2,6	0,216	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 6

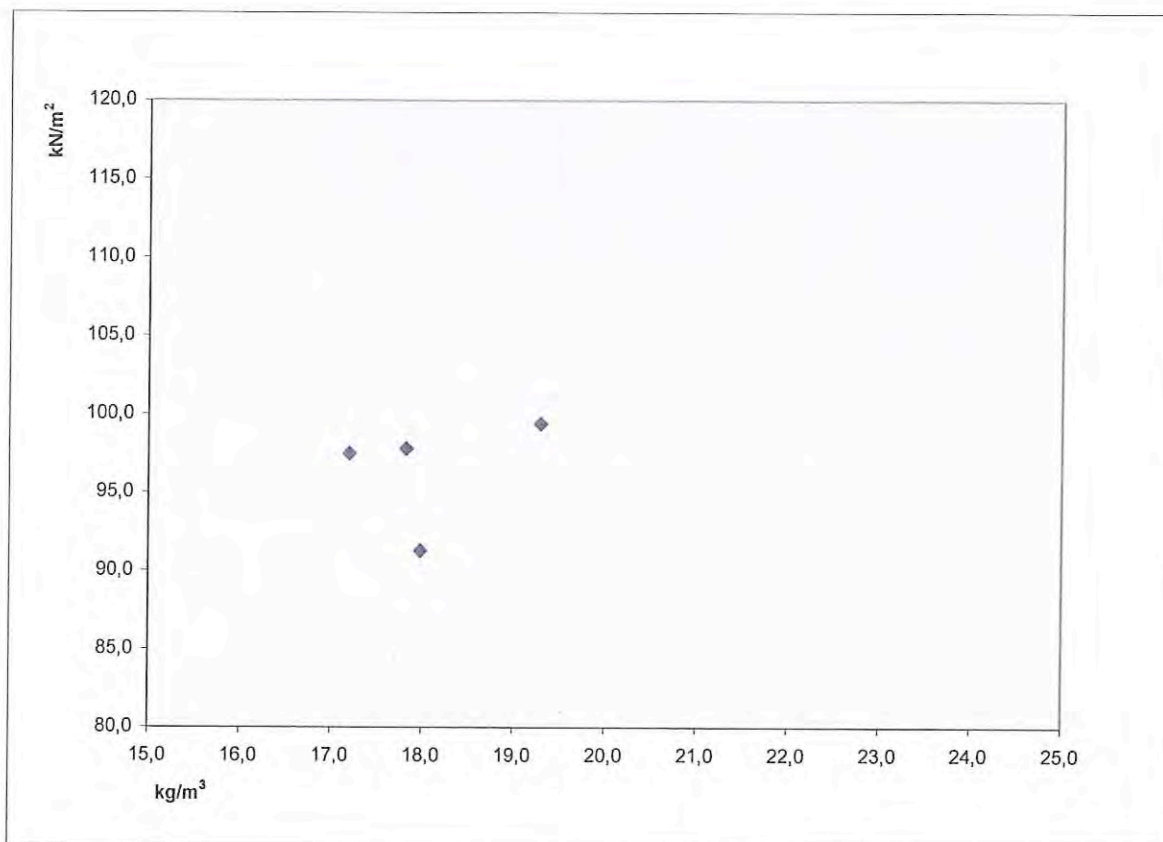
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Provetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Provetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Provetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Ternning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	2,72	2,15	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	17,2	97,5	0,5
2/nær topp	2,79	2,25	5,00	5,00	5,05	126,3	25,0	17,8	97,8	0,4
3/nær topp	2,84	2,27	5,00	5,05	5,00	126,3	25,3	18,0	91,3	0,5
4/nær topp	3,17	2,46	5,00	5,05	5,05	127,5	25,3	19,3	99,4	0,6

Gj.snitt	18,1	96,5	0,5
----------	------	------	-----



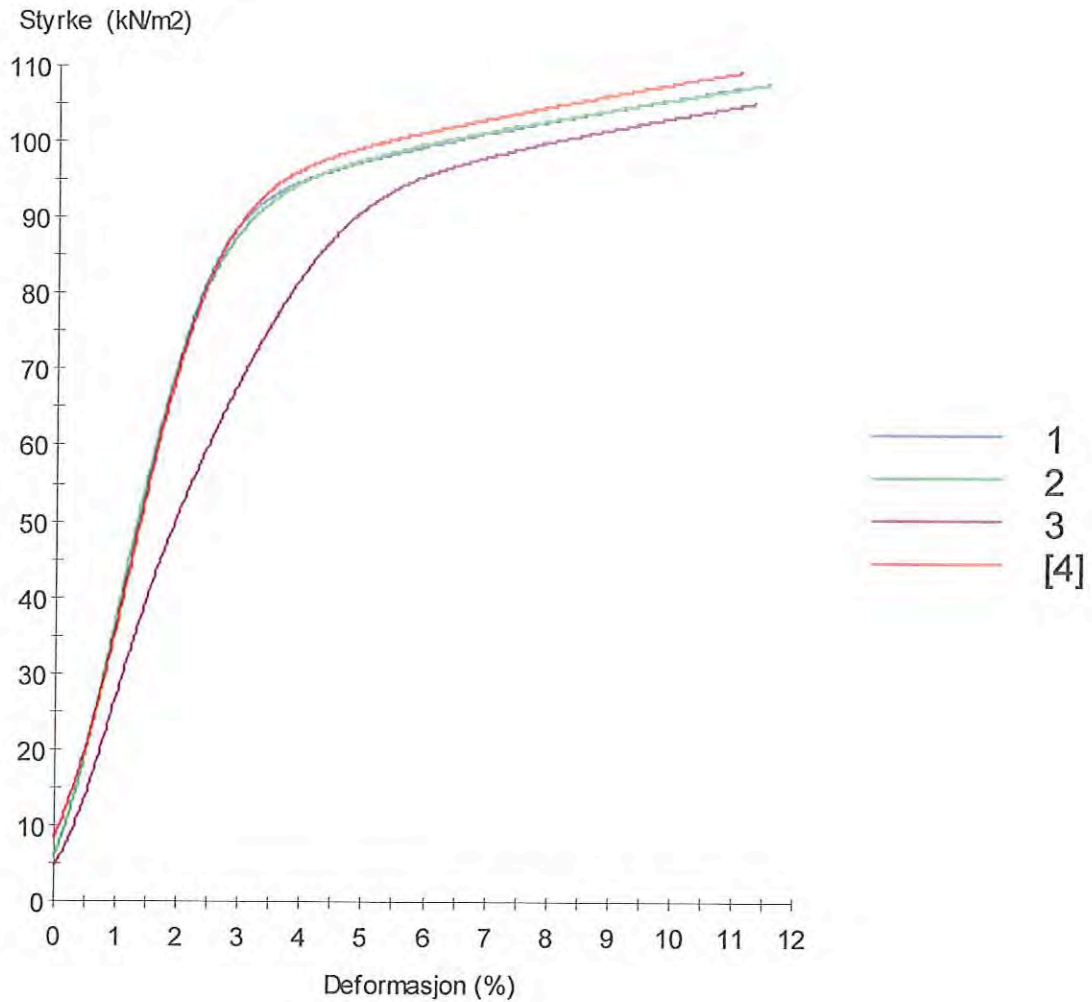
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 6 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,0	97,5	105,7	3,724	
2	50,0	50,0	50,5	97,8	105,7	3,835	
3	50,0	50,5	50,0	91,3	103,3	2,739	
4	50,0	50,5	50,5	99,4	107,7	3,644	
Mean	50,0	50,2	50,2	96,5	105,6	3,485	
Std. Dev.	0,0	0,3	0,3	3,6	1,8	0,504	





Statens vegvesen

Region Øst
Sentrallaboratoriet

Arbeidsskjema for laboratorieanalyser

14.713 Vanninnhold, trykkstyrke og densitet av skumplast / EPS

Oppdragsnr.: 1110128-001/Prøve 7

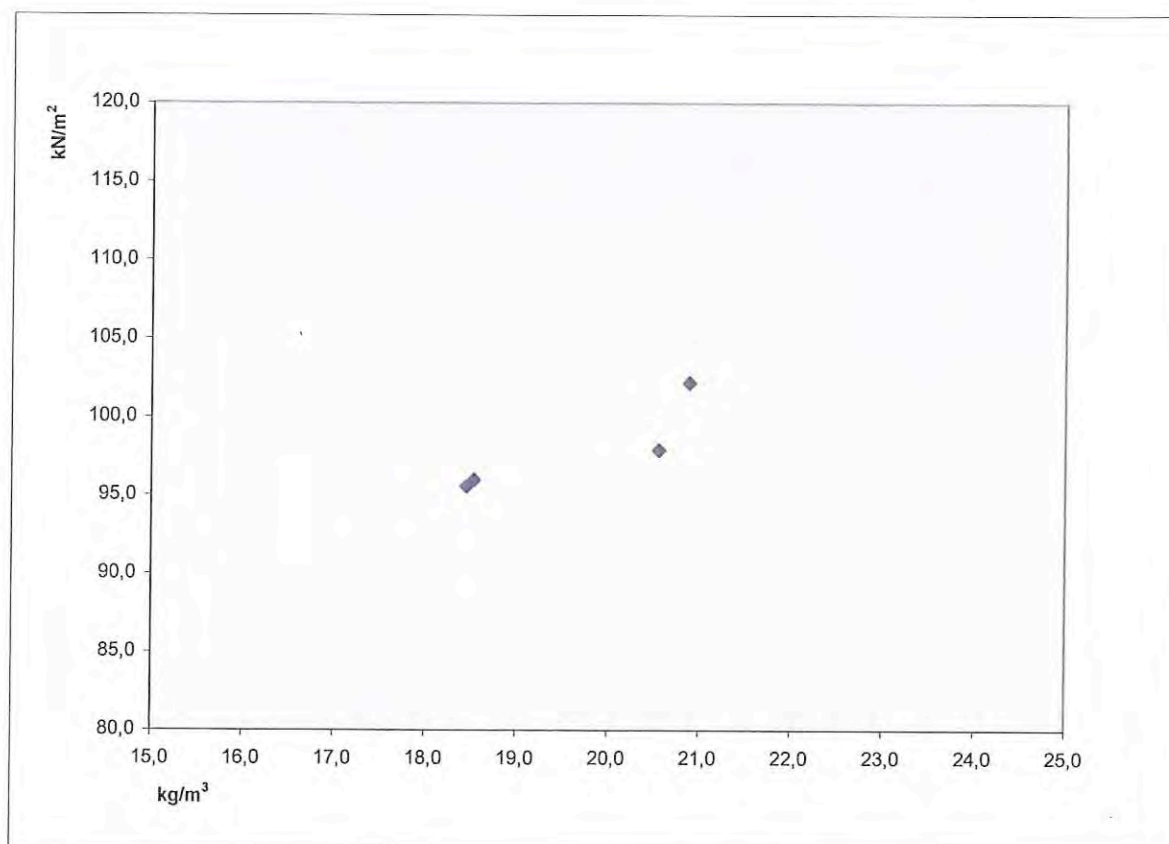
Dato: 14-04-2011

Signatur: daglov

Typebetegn.	100 kN/m ²	Prosjekt	103249/ HIØ Hovedprosjekt
Produsent		Oppdragsgiver	Vegdirektoratet
Prod. dato	1977	Prøvetakingsted	E6 Skjelinveien/Årum-Hauge
Blokk nr.		Prøvetakingsdato	06-04-2011
Plate nr.		Prøvetaker	Jan Vaslestad/HIØ

Terning nr	Masse våt gram	Masse tørr gram	Lengde cm	Bredde cm	Høyde cm	Volum cm ³	Trykkflate cm ²	Densitet kg/m ³	Tr.styrke 5% def. kN/m ²	Vanninnh. vol. %
1/nær topp	3,28	2,57	5,00	5,00	5,00	125,0	25,0	20,6	97,9	0,6
2/nær topp	2,85	2,34	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	18,5	96,0	0,4
3/nær topp	3,50	2,69	5,05	5,05	5,05	128,8	25,5	20,9	102,2	0,6
4/nær topp	2,84	2,33	5,05	5,00	5,00	126,3	25,3	18,5	95,6	0,4

Gj.snitt	19,6	97,9	0,5
----------	------	------	-----



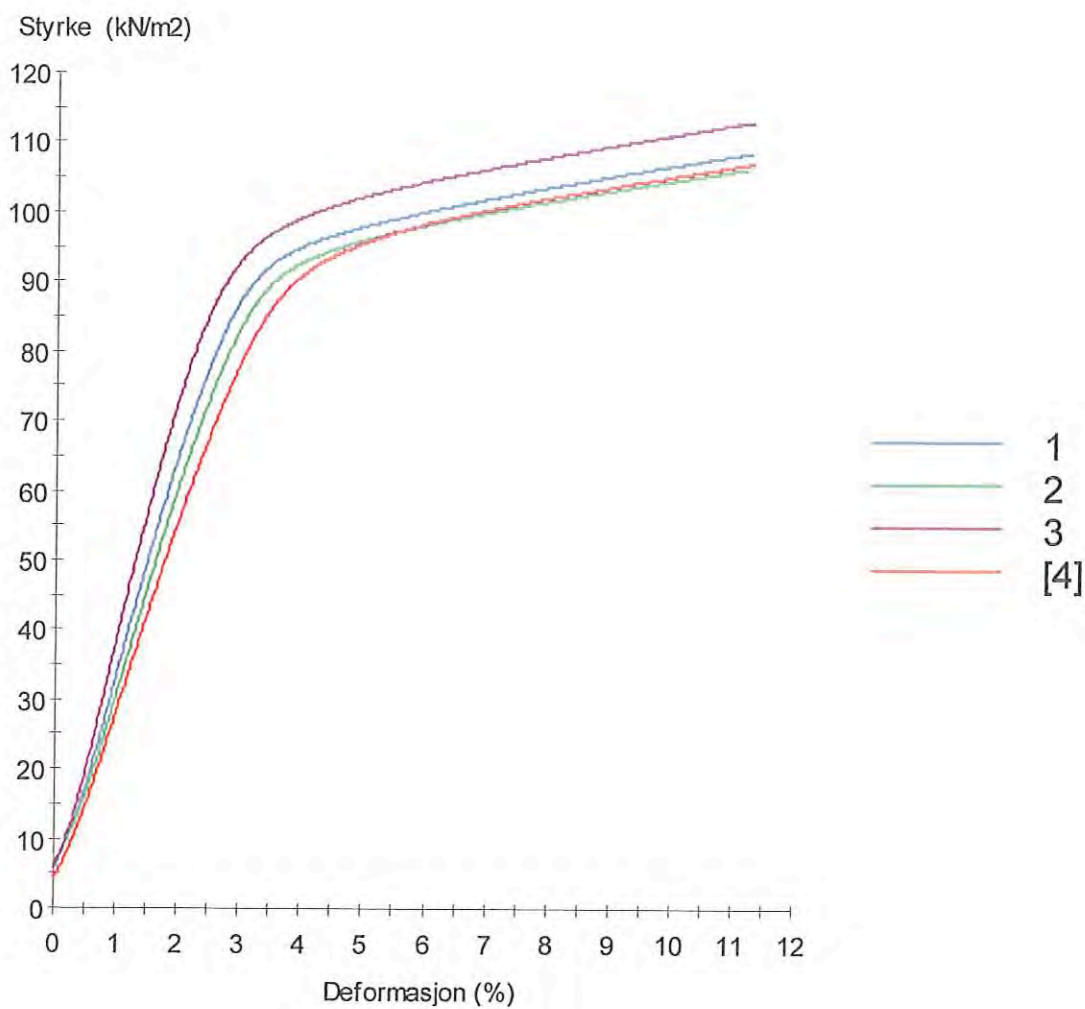
Trykkstyrke EPS Håndbok 014

Oppdragsnr: 1110128-001 Prøve 7 HIØ Hovedprosjekt.mss
 Metode: Trykkstyrke EPS Håndbok 014.msm

Dato: 13.04.2011
 Operatør: daglov

Resultater:

Prøve #	Lengde mm	Bredde mm	Høyde mm	Styrke 5 % deformasjon kN/m ²	Styrke 10% deformasjon kN/m ²	Modul MPa	
1	50,0	50,0	50,0	97,9	106,7	3,364	
2	50,5	50,0	50,0	96,0	104,5	3,092	
3	50,5	50,5	50,5	102,2	111,1	3,872	
4	50,5	50,0	50,0	95,6	105,1	2,833	
Mean	50,4	50,1	50,1	97,9	106,8	3,290	
Std. Dev.	0,2	0,2	0,2	3,0	3,0	0,444	



Oppgavetekst

2011-02-08

Høgskolen i Østfold – bacheloroppgave / utkast 1

Ekspandert polystyren i vegbygging

- En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger

Lars M. Andersen, Høgskolen i Østfold
Kari Lindqvist, Høgskolen i Østfold
Tiril A. Stang, Høgskolen i Østfold
Jon A. Tjernsbekk, Høgskolen i Østfold

Bakgrunn

Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I spesielt vanskelige tilfeller har man introdusert en brukonstruksjon for å komme over slike områder, eller man har måttet forlenge en brukonstruksjon. I mange tilfeller kan man bruke lette materialer for å unngå belastninger på undergrunnen, og frem til ca 1970-1975 var brudd av gassbetong, lettklinker ("Leca") eller organiske materialer som bark eller sagflis mye brukt som lette fyllinger i Norge.

I 1972 ble blokker av skumplast i EPS (ekspandert polystyren) tatt i bruk for første gang som lett fyllmateriale i en norsk vegfylling. Med sin vekt på 20 kg/m^3 var det en betydelig forbedring, selv i forhold til tradisjonelle lette materialer, og siden 1972 er mer enn 400 vegfyllinger med EPS bygget i Norge. I resten av verden er metoden også tatt i utstrakt bruk, og metoden er i dag akseptert som en standard løsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

Det ble i Norge bygget en del EPS-fyllinger i løpet av 70-tallet og inn på 80-tallet. Disse fyllingene ble fulgt opp, og det var ikke noe som tilsa at egenskapene etter hvert kunne forverres. Tvert om så svake forbedringer i de viktigste egenskapene.

De kvalitetskrav som ble lagt til grunn for EPS-materialet i den første fyllingen i 1972 er fremdeles standardvalget i dag.

Ekspandert polystyren er en stabil kjemisk komponent og det er foreløpig ikke registrert nedbrytning av materialet i grunnen.

De tidligste EPS-fyllingene i Norge nærmer seg nå 40 år, og med den utstrakte bruken som metoden har kan det være grunn til å undersøke hvordan disse tidligste EPS-fyllingene har klart seg.

Oppgave

Oppgaven skal fokusere på

- en beskrivelse av den tidlige historien til bruk av EPS-vegfyllinger i Norge
- en tilstandsvurdering av tidlige EPS-fyllinger
- laboratorieundersøkelser av vesentlige materialeegenskaper, som trykk og vanninnhold
- en sammenstilling av de retningslinjer for EPS-fyllinger som er i norske håndbøker og i standard NS-EN 14933:2007
- beskrivelse av prosjekt under utførelse; Rv108 Ny Kråkerøyforbindelse
- beskrivelse av vegen videre og andre bruksområder for EPS
- tilstandsvurdering av strekninger med EPS-fyllinger ved hjelp av programmene PMS 2010 og ViaPhoto

Den tidlige historien til bruk av EPS i Norge

Norge var det første landet som tok i bruk EPS som et lett fyllmateriale. EPS er ikke et materiale med en spesiell høy styrke, og oppgaven skal beskrive hvordan ideen om å ta dette materialet i bruk oppsto. Det skal også beskrives hvordan oppbyggingen av disse vegfyllingene utviklet seg i de første årene metoden var i bruk i Norge.

Oppfølging av langtidsegenskaper på tidlige EPS-fyllinger i Norge

Det skal tas prøver av EPS-materialet i utvalgte vegfyllinger fra 70- og 80-tallet, for eksempel

- Flom bru, Akershus (1972)
- Solbotmoan, Akershus (1975)
- Langhus, Akershus (1977)

På det materialet som tas ut skal det gjennomføres undersøkelser av

- trykkstyrke
- vanninnhold

Resultatene skal sammenlignes med tidligere undersøkelser for å se på hvordan egenskapene har utviklet seg, og konsekvensene av dette skal vurderes.

Laboratorieundersøkelser av EPS

Styrkeegenskaper

Ny EN standard for EPS, sammenligne med foreliggende krav i Håndbok 274 "Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger".

Det har kommet en ny EN standard NS-EN 14933:2007 "*Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications- Factory made products of expanded polystyrene (EPS) –Specification*".

Det skal gjennomføres laboratorieundersøkelser på trykkstyrke og vanninnhold av tidlige EPS-fyllinger.

Sammenstilling av retningslinjene for bygging av EPS-vegfyllinger

Vegnormalene 018 "Vegbygging", og spesielt Håndbok 274 "Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger", beskriver kravene til EPS-fyllinger. Det skal gjøres en sammenstilling av de retningslinjene som gjelder i dag.

På Rv108 ny Kråkerøyforbindelse skal det brukes EPS. Både gjenbrukt EPS og ny EPS. Prøvetaking, laboratorieundersøkelser og anleggsoppfølging av fyllingene er aktuelt som et eksempel.

Presentasjon av hovedresultatene i oppgaven på EPS 2011

Det skal lages et sammendrag av hovedresultatene i oppgaven på engelsk som skal presenteres på den internasjonale konferansen EPS 2011 i Lillestrøm 6.-8.juni.

Oppgaven skrives på norsk. Oppgaven skal gis ut i rapportserien i Vegdirektoratet.

Bakgrunnsmateriale

I tillegg til arkivmateriale fra arkivet i Region Øst, vil Roald Aabø gi dere tilgang til rikholdig arkivmateriale i Vegdirektoratet. Roald Aabø vil i tillegg til veilederne, være medforfatter til artikkelen/presentasjonen til EPS 2011.

Veiledere:

Geir Refsdal Jan Vaslestad

Statens vegvesen, Region øst

Ordforklaringer

Bestandighet

Motstandsdyktig – evnen til å motstå forandring.

Bituminøse materialer

Bindemidler som inneholder bitumen, og som blant annet brukes i asfaltdekker.

Brulandkar

Endestøtten av brobanen mot land som kobler vegoverbygningen og brobanene sammen.

Bæreevne

Bæreevne er vanligvis et uttrykk for den aksellast vegen er tillatt for. Vegens faktiske bæreevne kan være lavere eller høyere enn tillatt aksellast, og den vil også variere med årstid m.v.

Bærelag

Det øverste laget under vegdekket. Deles ofte i øvre og nedre bærelag. Hovedfunksjonene til bærelaget er å oppta spenninger knyttet til ringtrykk.

Bæreevnegruppe

Bæreevnemessig inndeling av undergrunnen i grupper fra 1 til 7 for dimensjoneringsformål.

Bøyefasthet

Den maksimale mekaniske spenning et materiale tåler før brudd ved bøyning

Deformasjon

Varig formforandring som følge av en ytre påkjenning.

Dekkelevetid

Den levetid et vegdekke har fra det blir lagt og til tilstandsparametrene (vanligvis spor eller jevnhet) tilsier at dekket skulle vært fornyet.

Durabilitet

Holdbarhet

E-modul, elastisitetsmodul

Forholdet mellom påført spenning (belastning) og elastisk deformasjon.

EPS

Ekspandert polystyren. Polystyrenkorn som ved hjelp av damp ekspanderes til plater eller blokker av forskjellig størrelse. Brukes som isolasjons-, fyll- og emballasjemateriale. Kalles på folkemunne isopor. Her brukt som fyllmateriale i superlette vegfyllinger.

Hvelveffekt

Konstruksjon for overdekking som både opptar belastning i overkant og sidetrykket.

Initialdeformasjon

Elastiske og/eller plastiske deformasjon som finner sted umiddelbart etter belastning på grunn av skjærtøyninger/formendringer.

Jevnhet (IRI)

Jevnhet til en veg uttrykkes ved International Roughness Index (IRI). Kravet til denne tilstandsparameteren varierer noe med vegtype og ÅDT, og den er mer utslagsgivende for dekkefornyelse på lavtrafikkerte veger.

Konsumprisindeks

Viser endringer i priser på varer og tjenester som kjøpes, sammenlignet med et basisår. Vektgrunnlaget endres hvert år (i august) og baseres på forbruksundersøkelsene de siste 3 år.

Krakelering

Uregelmessig sprekkdannelse i form av et rutemønster i overflaten av veg med fast dekke.

Kulvert

Er en nedgravd tunnel laget for gjennomføring av for eksempel vann, trafikk, tekniske installasjoner eller kombinasjon av disse. Lysåpning inntil 2,5 m. Lysåpning større enn 2,5 m betegnes som bru. Kulverter lages ved at det graves en åpen grøft som bygges inn og senere tildekkes, i motsetning til tunneler som graves, sprenges eller fullprofilbores gjennom terrenget.

Lette vegfyllinger – superlette vegfyllinger

Vegoppbygging med lette fyllmasser. Man bruker materiale som har en dimensjonerende densitet som kan utnyttes i stabilitetsmessige betraktninger hvor grunnforholdene er ustabile eller store setninger. For eksempel EPS-blokker, lettklinker, bark og sagflis.

Lett klinker

Granulært materiale produsert ved oppvarming av leire i roterovn ved ca 1200 °C (Leca).

Mekaniske egenskaper

Egenskaper hos et materiale som angir dets reaksjon på ytre mekaniske krefter, som kan gi opplysninger om i hvilken grad materialet er egnet som konstruksjonsmateriale. For eksempel E-modul.

Oppdrift

Oppadrettet kraft som virker på et legeme nedsenket, eller delvis nedsenket i en væske (eller gass). Oppdriften er like stor som tyngden av den mengden væske legemet fortrenger. Hvis et legeme har lavere massetetthet enn væsken det fortrenger vil oppdriften få legemet til å flyte i væsken.

Overbygning

Den del av vegkroppen som er over traubunn/planum. Overbygningen kan bestå av frostsikringslag, filterlag, forsterkningslag, bærelag og dekke.

Parsell

Innenfor et fylke er hver veg delt inn i parseller. En parsell representerer en vegrute. Den vil typisk starte i et vegkryss og slutte i et vegkryss, og den tildeles et nummer som er entydig innenfor fylkets og vegens identifikasjon.

Pavement Mangement System (PMS 2010)

Et norsk planleggingsverktøy for vedlikehold av vegdekker. Systemet som brukes av Statens vegvesen omfatter bl.a. oppfølging av tilstanden på vegen gjennom årlige spor- og jevnhetsmålinger, fotos på hver 20. meter mv. Programmet er utviklet for å lette arbeidet med planlegging, utlysninger og tilbud som gjelder dekkelegging på riks- og fylkesvegnettet. Dataene er samlet i én sentralisert PMS-database for hele landet.

Relativ fuktighet

Mål på hvor mye vanndamp det er i luften, angis gjerne i prosent i forhold til hvor mye vanndamp luften maksimalt kan holde ved den aktuelle temperaturen.

Selvslukkende additiv

Skumdemper som reduserer og hindrer dannelse av skum i industrielle prosessvæsker.

Setninger

Setningene for et fundament er som regel forårsaket av direkte opptrendende laster på selve fundamentet. Kan imidlertid også opptre på grunn av tilleggsspenninger i jorden fra nærliggende konstruksjonselementer, samt fra grunnvannsenkning ved overflatedrenasje og ved uttapping av drenerende bunnlag

Skumglass

Produkt til frostsikring og lett fylling, basert på glassavfall som gjennom industriell prosess omdannes (skummes) til granulater med karakteristisk sortering ca. 10/60 mm og løs romvekt ca 180-250 kg/m³.

Strekfasthet

Den maksimale nominelle spenning som et materiale tåler før brudd inntreffer.

Telehiv

Løfting som følger av frost og påfølgende teledannelse i telefarlige jordarter.

Termiske egenskaper

Termisk angår temperatur eller varme.

Tetthet - densitet

Masse per volumenheter. [kN/m³]

Tillatt aksellast

Er den aksellast (enkel last) som en veg er åpen for. I Norge er alle riksveger tillatt for 10 tonn aksellast. Mange fylkesveger er tillatt for 8 tonn aksellast.

Trykkstyrke

Trykkstyrke bestemmer hvor store laster et materiale med gitte dimensjoner kan bære.

Utmatting

Sprekkdannelse som opptrer i et materiale når det utsettes for gjentatte spenninger over en viss størrelse over lang tid.

Vegdekke

Den øverste delen av overbygningen. Består vanligvis av et slitelag og et bindelag.

Vegoppbygging

Standardisert etter håndbok 018.

Vegstandard

Er en tilstandsbetegnelse som - når det gjelder vegdekket – i hovedsak er basert på de målbare parametre ”spor” og ”jevnheter”, og som årlig måles på alle riks- og fylkesveger. Brukes på samme måte som dekketilstand.

ViaPhoto

Program som inneholder bilder av riks- og fylkesveger. Det tas bilder for hver 20. meter på alle vegstrekninger. Dette gjøres årlig. Verktøy som brukes visuelt for å få oversikt over vegens tilstand.

XPS – Ekstrudert polystyren

Smeltet polystyren som under høyt trykk ekstruderes gjennom en dyse til ønsket platetykkelse. Brukes til frostsikring.

ÅDT

Årsdøgntrafikk

Summen av antall kjøretøy som passerer et punkt på en vegstrekning i året dividert på 365. ÅDT beregnes normalt ut fra trafikktellinger på ulike dager gjennom året, og det blir estimert et gjennomsnitt.

ÅDT-T

Årsdøgntrafikk – tunge kjøretøy (registrert/tillatt totalvekt > 3,5 tonn).

Pressemelding. Våre veger 04.2011



Studentene på besøk på nye riksveg 108 «Ny Kråkerøyforbindelse». Her legges det en ny EPS-vegfylling på bløt grunn. Fra venstre: Lars-Marius B. Andersen, Kari Lindqvist, Tiril A. Stang og Jon Andreas Tjernsbekk.

Hvordan har gamle EPS-fyllinger klart seg?

Norge har de eldste EPS-fyllingene i verden. Hvordan har de klart seg over tid?

AV LARS-MARIUS B. ANDERSEN, KARI LINDQVIST, TIRIL A. STANG OG JON ANDREAS TJERNSEKK, HOGSKOLEN I ØSTFOLD

Hovedprosjektet om langtidsoppfølging av tidlige EPS-fyllinger gjennomføres i regi av Høgskolen i Østfold, Vegdirektoratet og Statens vegvesen Region Øst. Bruk av EPS (ekspandert polystyren) er i dag en standardløsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

STUDENTOPPGAVE

Vi er fire studenter fra Høgskolen i Østfold som jobber med hovedprosjekt om langtidsoppfølging av tidlige EPS-fyllinger. Hovedoppgaven er utført på oppdrag fra Vegdirektoratet og Statens vegvesen Region Øst, og skal utgis som en del av rapportserien Vegdirektoratet. Veilederer er Jan Vaslestad og Geir Refsdal fra Statens vegvesen. Roald Aabøe, Statens vegvesen har bidratt med mye bakgrunnsmateriale. I forberedelsene til hovedprosjektet har vi besøkt Jackson AS som er en produsent av EPS-blokker. I tillegg har vi fått vært på besøk på nye riksveg 108 for å se oppføringen av en ny EPS-fylling.

SETNINGS- OG STABILITETSPROBLEMER

Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I spesielt vanskelige tilfeller har man introdusert en

brukonstruksjon av EPS for å komme over slike områder, eller man har måttet forlenge en brukonstruksjon. I mange tilfeller kan man bruke lette materialer for å unngå belastninger på undergrunnen, og frem til 1970-1975 var brudd av gassbetong, lettklinker («Leca») eller organiske materialer som bark eller sagflis mye brukt som lette fyllinger i Norge.

I 1972 ble blokker av skumplast i EPS tatt i bruk for første gang som lett fyllmateriale i en norsk vegfylling. Med sin vekt på 20 kilo pr. m³ var det en betydelig forbedring, selv i forhold til tradisjonelle lette materialer. Siden 1972 er mer enn 1000 vegfyllinger med EPS bygget i Norge. I resten av verden er metoden også tatt i utstrakt bruk, og metoden er i dag akseptert som en standardløsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

TAR PRØVER AV 40 ÅR GAMLE FYLLINGER

Det ble i Norge bygget en del EPS-fyllinger i løpet av 70-tallet og inn på 80-tallet. Disse fyllingene ble fulgt opp, og det var ikke noe som tilsa at egenskapene etter hvert kunne forverres. Tvert om så man svake forbedringer i de viktigste egenskapene.

De kvalitetskrav som ble lagt til grunn for

EPS-materialet i den første fyllingen i 1972 er fremdeles standardvalget i dag. Ekspandert polystyren er en stabil kjemisk komponent og det er ikke registrert nedbrytning av materialet i grunnen.

De tidligste EPS-fyllingene i Norge nærmer seg nå 40 år, og med den utstrakte bruken som metoden har kan det være grunn til å undersøke hvordan disse tidligste EPS-fyllingene har klart seg. Vi skal ta ut prøver og utføre tester på trykk, vanninnhold og densitet av tidlige EPS-fyllinger.

UTGRAVING AV TIDLIGE EPS-FYLLING

Sjette april var hovedprosjektgruppa og veileder for studentene Jan Vaslestad fra Statens vegvesen Region Øst ute på sin første utgraving. På E6 sør for Sarpsborg ligger det en EPS-fylling fra 1977. Det er svært dårlige grunnforhold i området, og en fylling med EPS var eneste mulighet for å få bygd en veg nettopp her. Fyllingen har nå ligget i over 30 år, og vi ble overrasket over hvor bra kvalitet den hadde ved første øyekast. Blokkene skal inn til testing, i hovedsak hos Statens vegvesen i Oslo, og vi er veldig spent på resultatene. Forhåpentligvis får vi svar på at egenskapene til EPS-materialet muligens har blitt forbedret i årenes løp. ☺

Prosjektdirektiv

Prosjektnavn: **EPS-fyllinger**

Prosjekttittel: Ekspandert polystyren i vegbygging
- En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger

Planlagt startdato: 28:03:2011 Varighet: 06:06:2011

Oppdragsgiver: Vegdirektoratet
Statens vegvesen, Region Øst v/Jan Vaslestad

Oppdragstaker: **H10B06**

Utfylt av: Lars-Marius Brekke Andersen Dato: 28:03:2011

A. Organisering

Prosjektgruppens leder: Lars-Marius Brekke Andersen
Prosjektdeltakere: Tiril A. Stang
Kari Lindqvist
Jon Andreas Tjernsbekk

Styringsgruppens leder: Vegdirektoratet og Statens vegvesen, Region Øst
deltakere: Jan Vaslestad, Geir Refsdal og Roald Aabøe

Referansegruppe/-personer:

- Jan Vaslestad, Vegdirektoratet, Statens Vegvesen, Region Øst
 - Geir Refsdal, Statens vegvesen, Region Øst
 - Roald Aabøe, Vegdirektoratet
 - Dag Løvstad, Statens vegvesen, Region Øst
 - Hans-Petter Olsen, Jackon AS
-

B. Prosjektbeskrivelse

Bakgrunn for prosjektet - Problembeskrivelse

Vegbygging på bløt grunn har alltid vært en spesiell utfordring i norsk vegbygging på grunn av setnings- eller stabilitetsproblemer. I spesielt vanskelige tilfeller har man introdusert en brukonstruksjon for å komme over slike områder, eller man har måttet forlenge en brukonstruksjon. I mange tilfeller kan man bruke lette materialer for å unngå belastninger på undergrunnen, og frem til ca 1970-1975 var brudd av gassbetong, lettklinker ("Leca") eller organiske materialer som bark eller sagflis mye brukt som lette fyllinger i Norge.

I 1972 ble blokker av skumplast i EPS (ekspandert polystyren) tatt i bruk for første gang som lett fyllmateriale i en norsk veg vegfylling. Med sin vekt på 20 kg/m³ var det en

betydelig forbedring, selv i forhold til tradisjonelle lette materialer, og siden 1972 er mer enn 400 vegfyllinger med EPS bygget i Norge. I resten av verden er metoden også tatt i utstrakt bruk, og metoden er i dag akseptert som en standard løsning ved bygging av vegfyllinger over bløt grunn.

Det ble i Norge bygget en del EPS-fyllinger i løpet av 70-tallet og inn på 80-tallet. Disse fyllingene ble fulgt opp, og det var ikke noe som tilsa at egenskapene etter hvert kunne forverres. Tvert om så man svake forbedringer i de viktigste egenskapene.

De kvalitetskrav som ble lagt til grunn for EPS-materialet i den første fyllingen i 1972 er fremdeles standardvalget i dag.

Ekspandert polystyren er en stabil kjemisk komponent og det er foreløpig ikke registrert nedbrytning av materialet i grunnen.

De tidligste EPS-fyllingene i Norge nærmer seg nå 40 år, og med den utstrakte bruken som metoden har kan det være grunn til å undersøke hvordan disse tidligste EPS-fyllingene har klart seg.

Følgende vegfyllinger skal vi ta ut prøvemateriale fra:

- Solbotmoan, Akershus (1975)
- E6 Årum - Hauge, Østfold (1977)
- Langhus, Akershus (1977)

Sammenstilling av retningslinjer for bygging av EPS-vegfyllinger

Vegnormalene 018 "Vegbygging" og håndbok 274 "Grunnforsterkninger, fyllinger og skråninger", beskriver kravene til EPS-fyllinger. På grunnlag av de undersøkelser som gjennomføres i oppgaven skal det gjøres en sammenstilling av disse beskrivelsene.

Prosjekt under utførelse

På Rv108 Ny Kråkerøyforbindelse har de brukt EPS, både gjenbruk og ny EPS. Vi har vært på besøk og prosjektet blir beskrevet i oppgaven.

Hensikt med prosjektet, effektmål:

Oppgaven skal fokusere på

- en beskrivelse av den tidlige historien til bruk av EPS-vegfyllinger i Norge
- en tilstandsvurdering av tidlige EPS-fyllinger
- laboratorieundersøkelser av vesentlige materialegenskaper, som trykk og vanninnhold
- en sammenstilling av de retningslinjer for EPS-fyllinger som er i norske håndbøker og i standard NS-EN 14933:2007
- beskrivelse av prosjekt under utførelse; Rv108 Ny Kråkerøyforbindelse
- beskrivelse av vegen videre og andre bruksområder for EPS
- tilstandsvurdering av strekninger med EPS-fyllinger ved hjelp av programmene PMS 2010 og ViaPhoto

Konkrete mål som skal realiseres i prosjektperioden, resultatmål:

- Historien om EPS
- Hva er EPS (materialeegenskaper)
- Prosjekt under utførelse; Rv108, ny Kråkerøy-forbindelse
- Materialtesting med resultater
- Sammenstilling av norske håndbøker og standard NS-EN 14933:2007
- Tilstandsvurdering av strekninger med EPS-fyllinger ved hjelp av programmene PMS 2010 og ViaPhoto
- EPS-konferanse Lillestrøm 2011 i samarbeid Roald Aabøe, Geir Refsdal og Jan Vaslestad
- EXPO 2011

Hovedtiltak:

- Sette milepæler og overholde fristene.
- Møtedatoer med veiledere er satt.
- Faste arbeidstider.

Prosjektets rammebetingelser og avgrensinger:

- Prosjektet skal begrenses til lette vegfyllinger, og ikke omhandle standard vegoppbygging generelt.
- Det er gitt at vi får tilgang til de gitte fyllingene som er beskrevet for at prosjektet skal kunne gjennomføres.

Grunnlagsdokumentasjon:

- Ny EN standard NS-EN 14933:2007: "*Thermal insulation and light weight fill products for civil engineering applications- Factory made products of expanded polystyrene (EPS) – Specificatio*".
- Vegnormalene 018"Vegbygging" og håndbok 274 "Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger", beskriver kravene til EPS-fyllinger.
- I tillegg til arkivmateriale fra arkivet i Region Øst, vil Roald Aabøe gi oss tilgang til rikholdig arkivmateriale i Vegdirektoratet.

Er prosjektet et delprosjekt eller en del av et større hovedprosjekt/program? Ja: Nei:

Prosjektet er:

Det skal lages et sammendrag av hovedresultatene i oppgaven på engelsk som skal presenteres på den internasjonale konferansen EPS 2011 i Lillestrøm 6.-8.juni.

Oppgaven skrives på norsk. Oppgaven skal gis ut i rapportserien i Vegdirektoratet.

C. Prosjektplaner - Statusrapportering

Skal det utarbeides milepælplan og prosjektansvarskart for prosjektet? Ja Nei
Ansvarlig: Jon Andreas Tjernsbekk
Frist: 06.06:2011

Skal det rapporteres regelmessig om status og framdrift i prosjektet Ja Nei
Avsender: Gruppe **H10B06**
Mottaker: Jan Vaslestad
Frekvens: Månedlig, eller oftere dersom det er behov.
Første rapport: Det vil bli avholdt møter etter avtale med veileder Jan Vaslestad,
der fremdrift og videre arbeid blir tatt opp

Skal sluttrapport om prosjektet utarbeides? Ja Nei
Ansvarlig: Kari Lindqvist
Frist: 06.06:2011, kl: 12:00

E. Underskrifter

.....
Jan Vaslestad
Veileder

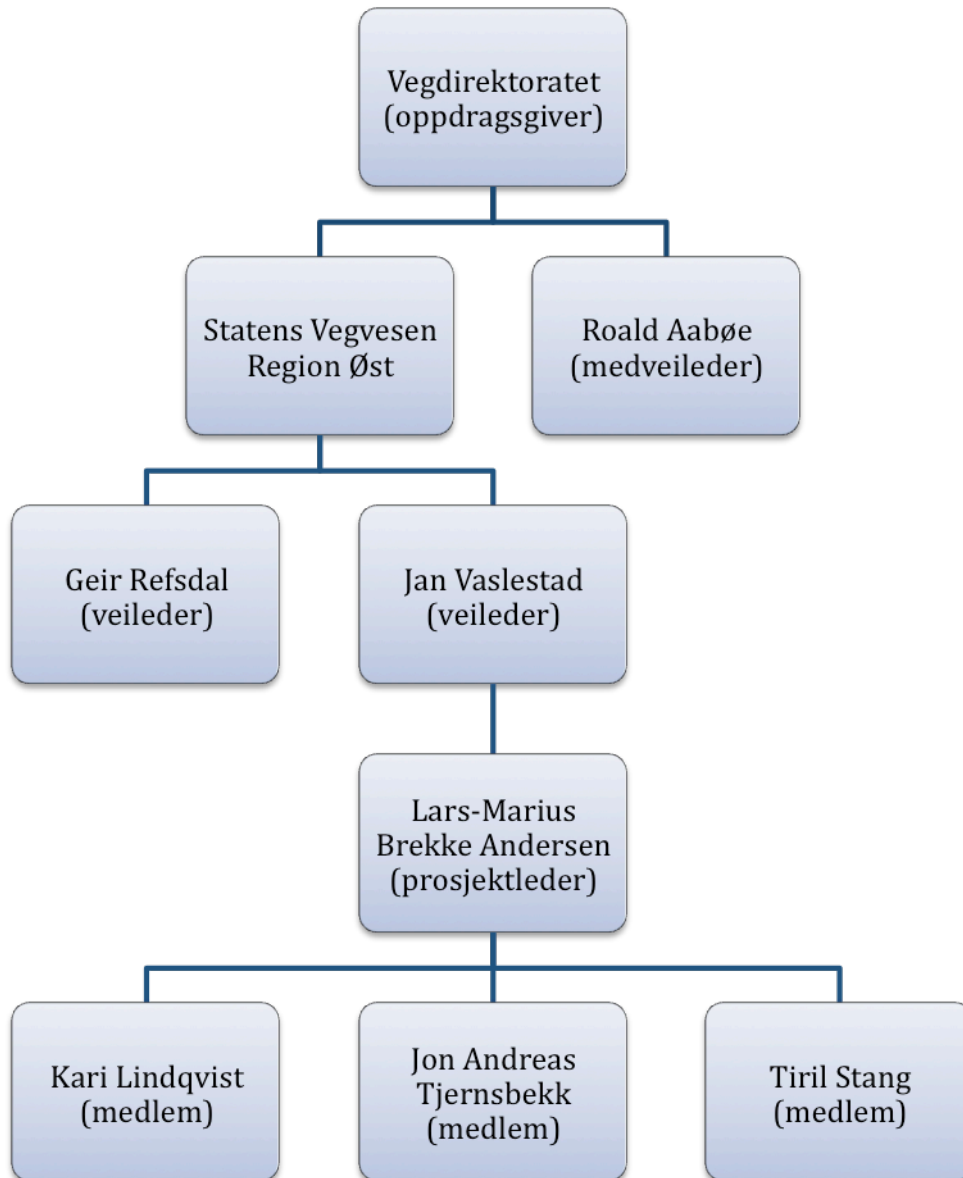
.....
Lars M Andersen
Gruppeleder

.....
Jon A. Tjernsbekk
Gruppedeltaker

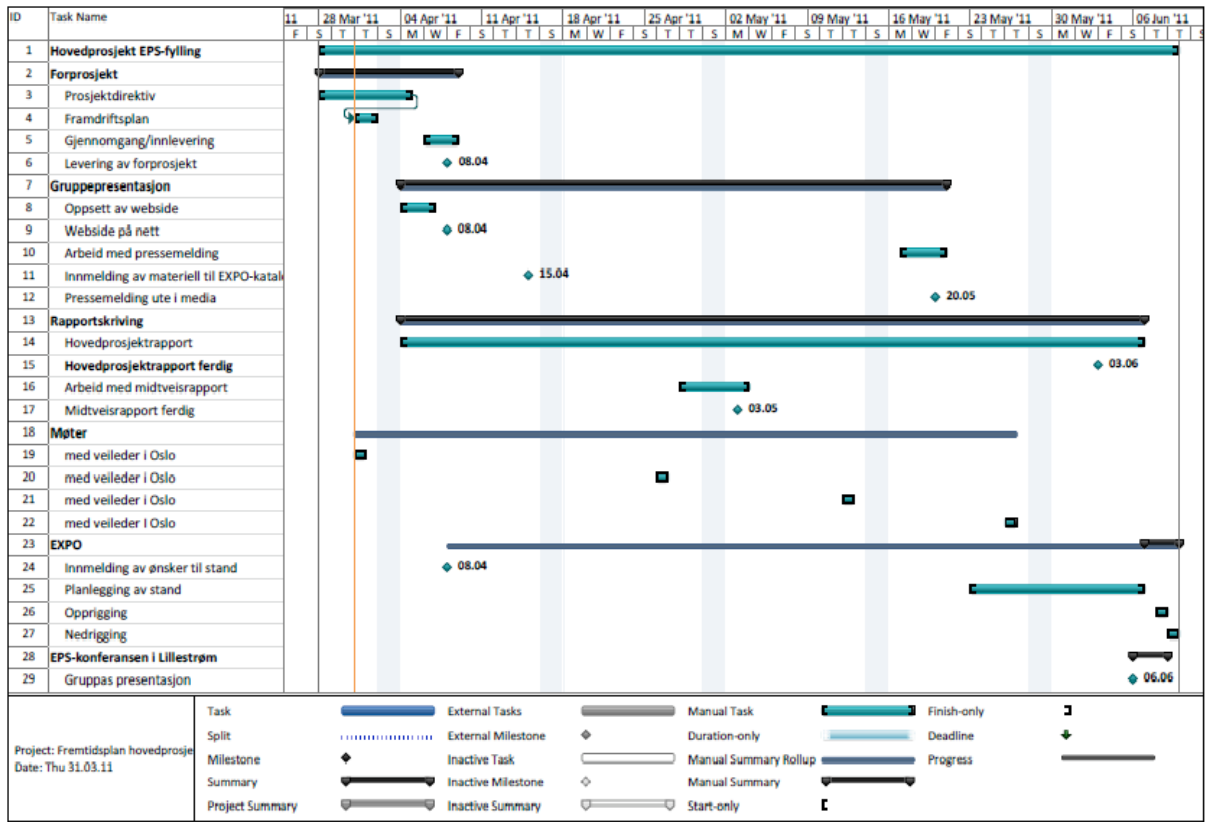
.....
Kari M. Lindqvist
Gruppedeltaker

.....
Tiril A. Stang
Gruppedeltaker

G. Organisasjonskart



H. Fremdriftsplan



Standardavtale

Avtale mellom student: Lars-Marius Brekke Andersen **født: 12.10.1987,**
student: Kari Lindqvist **født: 28.5.1985,**
student: Tiril Stang **født: 25.2.1975,**
student: Jon Andreas Tjernsbekk **født: 29.8.1988,**

Faglærer ved Høgskolen i Østfold: Jan Vaslestad,

Bedrift/institusjon: Statens Vegvesen og Jackon AS

Høgskolen i Østfold (heretter HiØ) v/dekan om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av bacheloroppgave.

1. Studenten skal utføre besvarelse av den tildelte bacheloroppgaven ved:

Statens Vegvesen og Vegdirektoratet.

Opgavens tittel er: "Ekspandert polystyren i vegbygging – En tilstandsvurdering av tidlige EPS-fyllinger".

2. Studenten har opphavsrett til besvarelsen. De innleverte eksemplarer av besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur, så vel som dataprogramvare som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, tilhører HiØ. Besvarelsen, og vedlegg til denne, kan vederlagsfritt benyttes av HiØ til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, og vedlegg til denne, må ikke nyttes til andre formål.

3. Studenten har rett til å publisere sin besvarelse, eller deler av den, som en selvstendig avhandling eller som del av et større arbeid, eller i popularisert form i hvilken som helst offentlig publikasjon.

4. Bedriften/institusjonen har rett til å få utlevert et eksemplar av besvarelsen med vedlegg, og til å gjøre seg kjent med HiØs bedømmelse av den. Bedriften/institusjonen gis en frist på 3 måneder fra besvarelsen er innlevert til HiØ for sensurering til å vurdere patenterbarhet og søke patent på hele eller deler av resultatet av besvarelsen. Besvarelsens spesifikasjoner og resultater kan bedriften/institusjonen nytte i sin egen virksomhet. Dersom besvarelsens spesifikasjoner og resultater skal utnyttes økonomisk av bedriften/institusjonen, må det inngås særskilt avtale med alle parter. HiØs tilleggsavtale om økonomisk utnyttelse skal da benyttes. Avtale om økonomisk utnyttelse opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av HiØ v/dekan.

5. I særlige tilfelle kan offentliggjørelsen av besvarelsen i samsvar med pkt. 2 og 3 ovenfor båndlegges (utsettes) for en periode på inntil 5 år. Det skal i slike tilfelle inngås en egen båndleggingsavtale mellom student, faglærer, bedrift/institusjon og HiØ. HiØs tilleggsavtale om båndlegging skal da benyttes. Båndleggingsavtalen opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av HiØ v/avdelingsleder.

6. Denne avtale skal ha gyldighet foran andre avtaler som er eller blir opprettet mellom to av partene som er nevnt ovenfor.

7. Eventuell uenighet som følge av denne avtale skal søkes løst ved forhandlinger. Hvis dette ikke fører frem, er partene enige om å la tvisten avgjøres ved voldgift i henhold til norsk lov. Tvisten avgjøres av sorenskriveren ved Sarpsborg tingrett eller den han/hun oppnevner.

8. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av HiØ v/dekan.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
student

.....
faglærer ved HiØ

.....
student

.....
student

.....
for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

.....
Dekan, HiØ (dato, stempel og signatur)

Ekspandert polystyren i vegbygging
- En tilstandsundersøkelse av tidlige EPS-fyllinger



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Boks 8142 Dep.
N-0033 Oslo
Tlf. (+47 915)02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN: 1892-3844