Sammendrag

Dårlig bestandighet av asfalt er et økende problem som gir store kostnader til samfunnet. Disse skadene oppstår hovedsakelig ved påvirkning av vann, salt og oksygen på steder med høyere hulrom enn tillatt og i asfaltskjøter. Særlig er problemet stort der det er høyt hulrom og hvor vann blir stående i sporet. Steinslipp skader oppstår også ved harde og kalde vintere med store temperaturvariasjoner med tine- og fryseperioder.

Hensikten med studie er dermed å se bestandighetsproblematikk på norsk asfalt der vannfølsomhet er hovedtema. Dette kan gi store gevinster for asfaltbransjen. Norge bruker asfaltentreprenørene "rulleflaskemetoden" for å kontrollere vedheft mellom bindemiddel og steinmateriale i nylagde asfaltdekke. På den annen side er det ingen standard kvalitetskontroll når det gjelder bestandighet/vannfølsomhet av byggherre.

I den foreliggende studien vil prediksjon av bestandighet bli utført for forskjellige typer asfaltbeleggblandinger fra laboratoriet og felt ved hjelp av indirekte strekk (ITS) og Wheel-Track testing (tørr / våt).

Indirekte strekkstyrke (ITS) kontrolleres bestandighet og vannfølsomhet til en komprimerte masse med den indirekte strekk før og etter vannlagring. Resultatene er drøftet i forhold mellom tørr og våt prøver fra ITS- verdier, kalles ITSR (Idirect Tensile Strenght Ration).

Litteraturstudien viser at Wheel-Track (WT) test kan bruke både for å måle deformasjon i luft (spor) og vannfølsomhet (steinslipproblematikk) i vann, avhengig av type utstyr som brukes. Dette er en funksjonelt testmetode dvs. en metode som i størst mulig grad kan sammenligne på de påkjenninger som et asfaltdekke møter ute på vegen. Wheel-Track test resultater er drøftet med å sammenligne tørr og våt prøver, tillegg til dette resultater ble vurdert etter kravene til Amerikansk-test Hamburg Wheel-Track (HWT).

Resultater fra ITS-test viste en forskjell mellom tørr og våt prøver fra Marshall komprimerte klosser, men klarte ikke vise forskjell mellom prøve med og uten amin. ITS viste ingen forskjell mellom tørr og våt borkjerner prøver fra felt, unntatt de strekninger som var veldig dårlige. Metoden er en arbeidskrevende prosess og viser ikke realistisk resultater.

Wheel-Track test har ikke klart å vise de bestandighetsproblemene som vi hadde forventet. Wheel-Track test med vann klarte ikke vise steinslipproblem, men deformasjonsmålinger med tørr test er en grei metode for bestemmelse av stabilitetsegenskaper til en asfalt.

Abstract

Inadequate durability of asphalt is serious problem that costs society very severely. These property damage happens mainly by an ingress of water salt and oxygen in areas of high cavities and asphalt joints. In particular, more damage occurs where, due to water infiltration, rutting is caused. The stripping phenomenon during harsh and cold winters with extreme temperature variations with thawing intensifies the problem.

The purpose of the study is to see the problem of durability on Norwegian asphalt, where water sensitivity is the main theme. This study can benefit to asphalt industry. In Norway, the asphalt contractors use the “rolling bottle method” to check the water sensitivity and resistance of newly laid asphalt pavements. On the other hand, there is no standard quality control method in terms of moisture susceptibility by the client.

In the present study, prediction of durability will be performed for different types of asphalt mixtures from the laboratory and field by using the Indirect Tensile Strength (ITS) test and using the Wheel Track testing device (dry/wet).

Indirect Tensile Strength (ITS) is controlled durability and water sensitivity to a compressed mixture with the Indirect Strength before and after conditioning (water storage). The results are discussed through relationship between dry and wet samples from ITS-values, called the ITSR (Idirect Tensile Strenght Ration).

The review of literature study shows that the Wheel-Track (WT) test can use both to measure deformation in air (rutting) and water sensitivity (stripping) in water, depending on the type of equipment used. This is a functional test method, that’s tinks a method that can as much as possible compare to the stresses that an asphalt pavement meets on the road. Wheel-Track test results are discussed by comparing dry and wet samples. Furthermore, the result was evaluated according to the requirements of the American test method Hamburg Wheel-Track (HWT).

Results from the ITS- test show a difference between dry and wet samples Marshall compressed mixture but failed to show difference between samples with and without amine. ITS shows no difference between dry and wet mixture samples from fields, except for the roads who subjected to severe to damage. The method is intensive and does not show realistic results.

The Wheel-Track test has failed to show the durability problems as expected. Wheel-Track test with water failed to show stripping problem, but deformation measurements with dry test are a straightforward method for determining stability properties of asphalt.

Forord

Dette arbeidet har blitt utført ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), fakultet for bygg, anlegg og transport, institutt for veg og jernbane som en del av det erfaringsbaserte masterprogrammet i veg. Programmet varte i tre spennende og lærerike år med avsluttende masteroppgaven (dette studiet) det siste året.

I dette studiet er bestandighetsproblematikk for asfalt på norsk veger behandlet. I oppgaven er det sett på kvalitet til asfaltmaterialer produsert i laboratorium og fra feltprøver. Asfalts bestandighet ble undersøkt vha. metodene Wheel-Track, tørr og våt og Indirekte strekkstyrke mellom tørr- og våtlagret (ITSR), får å finne en effektiv og pålitelig metode for byggherre kontroll som viser et realistisk resultat. Litteraturarbeid, planlegging av feltarbeid, laboratorieforsøk og analyse av resultater forgikk hos Statens vegvesen i Oslo og Lillehammer.

Jeg er veldig takknemlig for de ansatte i NTNU og Statens vegvesen for all deres hjelp. Spesielt vil jeg takke Helge Mork ved NTNU, Geir Berntsen ved Statens vegvesen og Roar Telle ved Veiteknisk institutt, for stort engasjement og konstruktiv veiledning gjennom hele studiet. For øvrig rettes det takk til byggherreseksjon i Statens vegvesen, Region-øst, nord, midt og sør for anbefalte strekninger, bistand i feltarbeid og økonomisk støtte til både lab- og feltarbeid.

Jeg vil også takke lab-gruppe (Viktor Hedfors, Kristina Hauge og Atle Veiby i Statens vegvesen, laboratoriet i Oslo, Torunn Hansen, Johnny Stenshagen og Lillian Jerner på laboratoriet i Lillehammer) for et godt samarbeid, arbeidsmiljø og opplæring i rutineanalyse på laboratoriet.

Sist men ikke minst vil jeg takke min familie og venner for oppmuntring, støtte, motivasjon og tålmodighet gjennom hele studieperioden.

Oslo, mai 2019

Beenash Shahzadi

Innhold

Figurer 8

Tabeller 10

Forkortelser/symboler 11

1 Innledning 14

1.1 Bakgrunn 14

1.2 Innhold 15

1.3 Fremdrift 16

2 Teoretisk grunnlag 17

2.1 Bitumenkjemi 17

2.2 Bestandighet av asfalt 18

2.2.1 Faktorer som påvirker bestandighet av asfalt 19

2.2.2 Vannfølsomhet 19

2.2.3 Kjemikaler 20

2.2.4 Steinmateriale 20

2.2.5 Tilsetningsstoffer for gode vedhefting mellom stein og bindemiddel 23

2.2.6 Aldring 23

2.2.6.1 Aldring og kjemi 26

2.2.7 Dimensjonering (dekketype, dernering, Trafikk) 27

2.3 Testmetoder for bestandighet 28

2.3.1 Wheel-Track Test 29

2.3.2 Vannfølsomhet ved indirekte strekk 31

2.3.3 Vedheft mellom tilslag og bitumen med rulleflaskemetode 32

2.3.4 Cantabro test 33

2.3.5 Moisture Induced Sensitivity Test (MiST) 34

2.4 Bestandighetsskader i norskeveger 35

2.5 Krav til Asfalt 39

Krav til Tilsetningsstoff 40

3 Feltarbeid 42

3.1.1 Valg av strekninger 43

3.1.1.1 Svinesundsparken, døgnhvileplassen 44

..... 44

3.1.1.2 Fv.755 Hp 6 km 5120 til km 5780 Mossvikvegen i Inderøy kommune . 45

3.1.1.3 Fv.755 Hp 2 km 6010 til km 11997 Utøy- Inderøy kommune 45

3.1.1.4 Fv.86 Hp3 km 3797 Finnsnes Sentrum 45

3.1.1.5 Fv.862 Hp 54 km 500 – km 550 Langnestunnelen 45

3.1.1.6 E8 HP 6 km 16118 – km 16124 Innfartsveien-Tromsøsvinger 46
3.1.1.7 E6 Hp 5 km 14840 – km 14996 Vesleala- Elverum S 47
3.1.1.8 E10 Mølnarodden i Flakstad Hp 30 Km 31738 til Km 33280 47
3.1.1.9 E10 Hp 26 svolvær km 10541 til km 12274 48
3.1.1.10 Fv.35 Hp 4 km 900 til km 1400 Revetal N –Svinevoll.....48
4 Laboratoriearbeid.....49
4.1 Vannfølsom basert på ITSR 49
4.1.1 Fase 1: Laboratoriet-komprimert.....49
4.1.1.1 Marshall slagkomprimering.....49
4.1.1.2 Densitet/hulrom.....51
4.1.1.3 Kondisjonering.....53
4.1.1.4 Vannfølsomhet ved Indirekte strekkstyrke.....55
4.1.2 Fase 2 og 3 (Nylagt asfaltdekke og to til tre år gamle dekke).....56
4.1.2.1 Densitet/Hulrominnhold 56
4.1.2.2 Kondisjonering.....57
4.1.2.3 Indirekte Strekstyrke.....57
4.1.2.4 Maksimumsdensitet med stålpyknometer og vann.....57
4.1.2.5 Bindemiddelinnhold og korngradering med ekstraksjonsmakin.....59
4.2 Wheel-Tracker Test, tørr og våt 60
4.2.1.1 Fase 1: Laboratoriekomprimerte 62
4.2.1.2 Fase 2 nylagt dekke og fase 3 dekke fra to til tre år gamle.....63
5 Resultater 66
5.1 Fase 1: Laboratoriekomprimerte masser 66
5.1.1 Vannfølsom ved Indirekte strekk 67
5.1.2 Wheel -Track Test 69
5.2 Fase 2 Nylagt dekke 71
5.2.1 Vannfølsom ved indirekte strekk 71
5.2.2 Wheel-Track Test 74
5.2.2.1 Svinesundsparken, døgnhvileplassen 75
5.2.2.2 Fv.755 HP.6 Mosviksvegen i Inderøy.....78
5.2.2.3 E8 Hp6 Innfartsveien-Tromsøsvinger 81
5.2.2.4 Oppsummering fra fase 2 av Wheel Track test 84
5.3 Fase 3 Dekke fra to til tre år gamle 84
5.3.1 Vannfølsom ved indirekte strekk 84
5.3.2 Wheel-Track test.....87
5.3.2.1 A-E6 Hp 5 Vesleala- Elverum S 88
5.3.2.2 B-Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum.....90

5.3.2.3 C-E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad 93
5.3.2.4 D- E10 Hp 26 Svolvær 96
5.3.2.5 E-Fv.755 Hp 2 Utøyvegen i Inderøy 98
5.3.2.6 F-Fv.35 Hp 4 Revetal N –Svinevoll 101
5.3.2.7 G-Fv.862 Langnestunnelen 103
5.3.2.8 Oppsummering fra fase 3 av Wheel Track test 105
6 Sammenligning og diskusjon 106
6.1 Indirekte strekk 106
6.2 Wheel-Track test 110
7 Konklusjon 118
8 videre arbeid 120
Referanser 121
Vedlegg 123

Figurer

Figur 1 Fremstilling av bitumen ved destillering av råolje(Hunter et al., 2015b).....17
Figur 2 Tre grupper av bitumen molekyler (Lerfald, 2000) 18
Figur 3: Skader på bindemiddelet og grensesnitt mellom bindemiddel og steinmateriale på grunn av fuktighet diffusjon (Varveri et al., 2014a) 20
Figur 4:Typisk utvalg av silikainnhold (SiO2) for noen vanlige bergarter (Hunter et al., 2015b).....21
Figur 5:Bergtype i henhold til mineralogi (Hunter et al., 2015a) 22
Figur 6:Mekanismer av bitumen aldring (Hunter et al., 2015b).....24
Figur 7 Aldring av bitumen under blanding, deretter under lagring, transport og anvendelse og til slutt i drift (Hunter et al., 2015b).....25
Figur 8 Effekten av hulrom på herding av bitumen i veg(Hunter et al., 2015b) 26
Figur 9 Forskjellig sammensetning av bitumen fra forskjellig råolje(Lerfald, 2000).....26
Figur 10 komposisjonelle endring i bitumen i aldersherding(Lerfald, 2000) 27
Figur 11 Bitumen med flere aktiv steder(Kalman et al., 2005).....27
Figur 12 Asfaltbitumen erosjon skjer på grunn av rask vannstrømninger og poretrykkutvikling fra vannet som ble samlet i åpne områder (hulrom, asfalt skader) dvs. pumpeaktiviteter. (Varveri et al., 2014b).....28
Figur 13 Typisk Hamberg Wheel-Track(Dave, 2018) 29
Figur 14: Ett typisk resultatdiagram for HWT våt (Izzo and Tahmoressi, 1999).....30
Figur 15:Grafen til venstre viser asfaltmasse som har steinslipproblematikk mens grafen til høyre viser en masse uten steinslipproblematikk (Mohammad et al., 2015) 31
Figur 16 Indirekte strekkstyrke test(Hunter et al., 2015b) 32
Figur 17:Rullebord med pågåendeflaske forsøk (Aksnes et al., 2016) 33
Figur 18:Moisture induced sensitivity tester(Varveri et al., 2014a).....34
Figur 19: En typisk skade i langsgående asfaltskjøtene, når asfaltdekke blir inngrepet av vann og oksygen. Bildet ble tatt i en kommunal veg i Oslo.....35
Figur 20:E6 Dalkrysset fått steinslipp problematikk.....36
Figur 21: vegene ble asfaltert med samme kontrakt men med to forskjellige typer steinmaterialer (foto. Rune Lien/Roar Telle).....37
Figur 22: Et annet eksempel om det røde tilslag som gikk til oppløsning utenfor garanti-tiden men dekke oppnådde ikke forventet levetid (foto Rune Lien/Roar Telle) 38
Figur 23: Fv.755 i Straumen i Inderøy fått steinslipp-problematikk 38
Figur 24:E10 hp26 Kabelvåg fått redusert levetid med bestandighet problematikk.....39
Figur 25: Hjelpemønster for prøvetaking av borkjerner 42
Figur 26: Veiby Atle og Bjørn Kjetil fra Statens vegvesen hjelper med prøvetaking og Mesta med lapping av asfalt.....44
Figur 27: Statens vegvesen, Region midt hjelper med prøvetaking fra E8 Tromsø. 46
Figur 28: Prøvetaking på E6 boret kjøres inntil de markerte punkter for Weel-Track 47
Figur 29: Prøvemasse blandet og varmet opp i varmeskap ved 135℃.....50
Figur 30: Prøvemassen blir komprimert med Marshall-former. Johnny Stenshagen bytter side av prøven og plasserer på en plate med sylindriske skiver. 51
Figur 31: Densitet målt med skyvelære, vekt i luft (g), vekt i vannet (g) og overflate tørr vektet. 53
Figur 32: Klosser plassert i vakumskap under vann med atmosfæretrykk på 6,7 kPa 54
Figur 33: Johnny Stenshagen setter prøveklossene i vannbad for 7 dager i 40℃.....54
Figur 34: Våte klosser temperert i vannbad på 10℃ før testing. Temperatur kontrolleres kontinuerlig. 55

Figur 35: Testing for Indirekte Strekkstyrke ITS 56
Figur 36: Tørrlagret borkjerner pakket inn i plastposer plassert i vannbad ved 15℃ og
våtlagret borkjerneprøver delt i to vannbadet ved 10℃ og 15℃ vann 57
Figur 37: Massen smuldret i grovpartikler og fylt i pyknometrene som senere ble plassert i vannbad 58
Figur 38: Massen veies og klargjøres for plassering i ekstrasksjonsmaskinen. 60
Figur 39: Double Wheel Tracker (DWT) 60
Figur 40: Borkjerner vasket, merket med kjøreretning og prøve nummer og låt dem å tørke i romtemperatur overnatta 63
Figur 41: Prøver plassers i former og støpet av gips.....64
Figur 42: kjøre plast fra toppen og montere former i DWT maskin 64
Figur 43: ITSR-verdier med og uten amin.....68
Figur 44:Gjennomsnittlige verdier for ITS masse A og B 68
Figur 45: Oppsummering av PRD med Hulrom verdier for fase 1 70
Figur 46: Gjennomsnitt av PRD og hulrom for Wheel-Track test for fase 1 71
Figur 47: ITSR-verdier for fase 2 73
Figur 48 Gjennomsnitt ITS-verdier for tørr og våt 74
Figur 49: Resultatene av PRD (%) og hulrom for Svinesundsparken.....77
Figur 50: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver svinesundsparken .77
Figur 51: Resultatene av PRD (%) og hulrom for Mosviksvegen.....80
Figur 52: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for våt prøver fra Mosviksvegen .80
Figur 53: Resultatene av PRD (%) og hulrom for innfartsveien 82
Figur 54: Sammenheng mellom PRD og hulrom for våt prøver fra Innfartsveien - Tromsøsvingen.....83
Figur 55: Oppsummering av Wheel-Track for fase 2.....84
Figur 56: Fase 3 sammensetning av ITSR-verdier og hulrom.....86
Figur 57: Fase 3 gjennomsnitt av ITS-verdier 87
Figur 58: Resultatene av PRD (%) og hulrom for E6-Vesleala-Elverum S 89
Figur 59: Sammenheng mellom spodybde (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Vesleala - Elverun S 90
Figur 60: Resultatene av PRD (5) og hulrom for Finnsnes sentrum.....92
Figur 61: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Finnsnes sentrum 92
Figur 62: Resultatene av PRD og hulrom for E10 Mølnarodden i Flakstad 94
Figur 63: Sammenheng mellom spodybde og hulrom for våt prøver fra Mølnarodden i Flakstad 95
Figur 64: Resultatene av PRD og hulrom for E10 Hp 26 Svolvær 97
Figur 65: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra E10 Svolvær 97
Figur 66: Resultatene av PRD og hulrom for Utøyvegen i Inderøy 99
Figur 67: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Utøyvegen i Inderøy 100
Figur 68: Resultatene av PRD og hulrom for Fv.35 Revetal N. Svinevoll.....102
Figur 69: Sammensetning resultatene av PRD og hulrom fra Langnestunnelen 104
Figur 70: Oppsummering av Wheel-Track test fra fase 3 105
Figur 71 Oppsummering av ITSR resultater fra alle faser 109
Figur 72: Oppsummering av Wheel-Track test opptil 20 000passeringer for Agb masse 111
Figur 73: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for Agb masse.....112

Figur 74:Oppsumering av Wheel-Track test med opptil 20 000 passeringer for Ab masse 113
Figur 75: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for Ag masse 113
Figur 76: Oppsummering av Wheel-Track test for Ska....114
Figur 77: sammenheng mellom hulrom og PRD for Ska 115
Figur 78: Oppsummering av Wheel-Track test for masse med PMB 116
Figur 79: Sammenheng mellom hulrom og PRD for masse med PMB 116
Figur 80: Oppsummering av spordybde (%) fra alle masse 117

Tabeller

Tabell 1: Hulromprosentkrav prøver fra felt 40
Tabell 2: Utvalgte veg strekninger 43
Tabell 3: Rapporteringsdata for Wheel-Track resultater 61
Tabell 4: Rulleflasketest resultater for prøver med og uten amin 67
Tabell 5: Fase 1 gjennomsnitt verdier for hulrom resultat 67
Tabell 6: Statistisk test av ITS målerverdiene for fase 1 68
Tabell 7: Resultatene av hulrom målinger og Wheel-Track test Fase 1....69
Tabell 8: Statistisk test av PRD måler verdiene for fase1 70
Tabell 9: Statistisk test av PRD og WTS våt med amin opptil 40 000 passeringer fase1 .71
Tabell 10: Gjennomsnittsresultat av bindemiddelinnhold og maksimum densitet for fase 2 72
Tabell 11: Fase 2 gjennomsnitt verdier for hulrom 72
Tabell 12: Statistisk testing av målerverdiene for ITS mellom tørr og våt lagret 74
Tabell 13: Resultater av Wheel-Track test for Svinesundsparken 75
Tabell 14: Statistisk testing av resultater for proporsjonal spordybde fra Svinesundsparken 78
Tabell 15: Statistisk t-test av resultater for PRD og WTS for svinesundsparken 78
Tabell 16: Resultater av hulrom og Wheel-Track for Mosviksvegen i Inderøy 79
Tabell 17: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Mosviksvegen ..80
Tabell 18: Statistikk t-test verdiene for PRD og WTS for Mosviksvegen....80
Tabell 19: Resultater av Wheel-Track test for Innfartsveien – Tromsøsvingen 81
Tabell 20: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Innfartsveien ...83
Tabell 21: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Innfartsveien - Tromsøsvingen....83
Tabell 22: Gjennomsnittsresultat av bindemiddelinnhold og maksimumsdensitet for fase 3 85
Tabell 23: Gjennomsnittsresultater for hulrom, fase 3 85
Tabell 24: Statistikk t-test av målte verdiene for ITS 87
Tabell 25: Resultater av Wheel-Track test for E6 Hp6 Vesleala - Elverum S....88
Tabell 26: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra E6 Vesleala - Elverum S 90
Tabell 27: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Vesleala - Elverum S 90
Tabell 28: Resultater av Wheel-Track test for Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum 91
Tabell 29: Statistisk t-test av resultater for PRD (%) fra Finnsnes sentrum 93
Tabell 30: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS Finnsnes sentrum 93
Tabell 31: Resultater av Wheel-Track test for E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad 93

Tabell 32: Statistisk t-test av resultater for PRD fra Mølnarodden i Flakstad 95
Tabell 33: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Mølnarodden i Flakstad 95
Tabell 34: Resultater av Wheel-Track test for E10 Hp 26 Svolvær 96
Tabell 35: Statistisk t-test av resultater for PRD fra E10 hp26 Svolvær 98
Tabell 36: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra E10 hp26 Svolvær.....98
Tabell 37: Resultater av Wheel-Track test for Fv.755 Hp 2 Utøyvegen i Inderøy 98
Tabell 38: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy 100
Tabell 39: Statistikk t-test resultater for PRD og WTS fra Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy 100
Tabell 40. Resultater av Wheel-Track test for Fv.35 Hp4 Revetal N - Svinevoll 101
Tabell 41: Statistisk t-test av resultater for PRD fra Fv.35 Revetal N. Svinevoll 102
Tabell 42: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Fv.35 Revetal N. Svinevoll 102
Tabell 43: Resultater av Wheel-Track test for Fv.862 Langnestunnel 103
Tabell 44: Statistisk testing av resultater for proporsjonal spordybde fra Langnestunnelen 104
Tabell 45: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Langnestunnelen 105

Forkortelser/symboler

NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
SVv	Statens vegvesen
VTI	Statens veg & transportforskningsinstitutt
NAMet	Metodegruppe i Norsk asfaltforening
RØ	Region Øst
Lab	Laboratorie
PDF	Portable Dokument Format
ITS	Indirekte Strekk
ITSR	Indirect tensile Strength Ratio
WT	Wheel -Track
DWT	Double Wheel Track
℃	Temperature i celuis
KN	Kilonitoen
MPa	Megapascall
Kpa	Kilo pascall
Km	Kilo meter
Mm	Melimeter
g	Gram
P	Last
D	Diameter
H	Høyde
Ø	Diameter
1 Syklus	2passeinger

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen har siden 1990 foretatt tilstandsmålinger (spor og jevnhet) som har gitt god kunnskap om dekkelevetid på europa-, riks og fylkesveger. Ved hjelp av disse målingene kan man bestemme dekkets levetid som følge av type påkjenninger. Ved å samle inn spor- og jevnhet data han Statens vegvesen forbedret kvalitet og krav til asfalt over tid, men steinslipproblematikk er en av skadene som fremdeles ligger etter. (Aksnes et al., 2016)

Dårlig bestandighet av asfalt er et økende problem som gir store kostnader samfunnet. Disse skadene oppstår hovedsakelig ved påvirkning av vann, salt og oksygen på steder med høyere hulrom enn tillatt og i asfaltskjøter. Særlig er problemet stort der det er høyt hulrom og hvor vann blir stående i sporet. Steinslipp skader oppstår også ved harde og kalde vintere med store temperaturvariasjoner med tine- og fryseperioder. (Kalman et al., 2005).

Bestandighetsproblematikk ble mer synlig i media når E18 Østfold Ørje og Eidsberg fikk store steinslipp og problem steinsprut. Konsekvensen var at asfalten matte byttes ut for en strekning på vel 9 km. Totalt ble det lagt ca. 22 500 tonn ny asfalt som nyttbindelag og slitelag.

Et annet eksempel Dalkrysset Ev.6 Hp 13 felt 3 og 4 med ÅDT 15891som fått nytt dekke i 2013, Statens vegvesen og her har byggherreseksjon regiserter bestandighetsproblemer. Ut fra tilstandsmålinger ville ny dekkelegging skje først om 5år, målinger men må fornyes allerede i år pga. disse problemene.

Statens vegvesen og Norskasfaltforening har i samarbeid etabler en metodegruppe (NaMet) for å sikre påliteligheten ved gjennomføring av ulike testmetoder. Bestemmelse av bestandighet er et av hovedfokusområdene for denne gruppen. (Norsk asfaltforening)

Dekkelevetiden på norske veger blir redusert på grunn av dårlig bestandighet hvor trafikk og klima er de viktigste påkjenningsmekanismene. Metodegruppen NaMet har gjennomført en workshop og konkluderte med et ønske om å utvikle egenskapskrav for vannfølsomhet, og utprøving av testmetoder for å bygge erfaring i samarbeid med asfaltbransjen (2017, asfaltdagen).

Ved valg av dimensjonering og proporsjonering av asfaltdekke skal det tas hensyn til klimafaktorer for å sikre bestandigheten (2011, teknologi-dagene).

Bestandighet defineres som asfaltbeleggets evne til å motstå nedbrytning pga. ytre miljø (2018, NAMet seminar).

Ut ifra innholdet i ulike seminarer og litteratur oppfordres det til å gå i dybden på bestandighetsproblematikk. Dette kan gi store gevinster for asfaltbransjen. Hensikten med studie er dermed å se bestandighetsproblematikk på norsk asfalt der vannfølsomhet

er hovedtema. I Norge blir vannfølsomhet målt med rulleflaske-metode av asfaltprodusenter, men blir ikke testet etter at den er blitt utlagt på vegen.

Asfalten får endret sin kvalitet underveis fra produksjon i fabrikk til den ankommer utleggingsstedet. Kvaliteten på asfalten er også forskjellig fra lass til lass som leveres på samme plass fra samme produksjon. I dette studie skal bestandighet undersøkes vha. metodene Wheel-Track, tørr og våt og indirekte strekkstyrke mellom tørr- og våtlagret (ITSR) prøver. ITSR er arbeidskrevende og resultatene noe usikre. Håper Wheel-Track kan være en mer effektiv metode som også viser et realistisk resultat.

Studiet utført i samarbeid med Statens vegvesen (SVV). I studiet testes asfaltprøver laget i laboratoriet og uttatt fra felt. Lab-prøvene ble utvalgt etter forslag av NaMet gruppe, hvor det var registrert steinslipproblematikk. Asfalten ble produsert i det aktuelle asfaltverket og prøve for ITSR komprimert i laboratoriet hos Statens vegvesen, Lillehammer. For prøver til Wheel-Track test komprimerte hos NCCs sentrallaboratorium i Drammen, med utstyr som lager asfaltplater.

Felt-prøvene ble utvalgt etter anbefalinger og erfaringer fra byggherre der det er avdekket samme type skader på strekninger med nylagt asfaltdekke og to til tre år gamle asfaltdekke.

Ved bestemmelse av strekninger er det kun tatt hensyn til skadetyper uavhengig av type asfalt.

Studiet er delt i tre faser for å undersøke om testemetodene er egnet til byggherrekontroll:

- Fase 1: Laboratoriet-komprimert prøve
- Fase 2: Nylagt asfaltdekke
- Fase 3: To til tre år gammelt asfaltdekke

1.2 Innhold

Studierapporten er delt i tre deler:

- Teoretisk del (kapittel 2): Dette kapittelet redegjør for bitumenkjemi og prinsippene bak bestandighet av asfalt og metoder som brukes i Norge og andre land for testing av bestandighet.
- Analyse del (kapittel 3 og 4): Feltarbeid (kapittel 3) beskriver utvalgte strekninger og prøvetaking. Laboratoriearbeid (kapittel 4) viser metodene som ble brukt for gjennomføring av laboratoriearbeid og utregningsformel for testene. Det ble utarbeidet Marshall komprimering for å lage klosser for ITSR-test, målt densitet som regnet ut hulrom, ITS som gir ITSR-verdi for vannfølsomhet, Wheel-Track tørr (WT_{air}) for deformasjonsmålinger og Wheel-Track våt (WT_{water}) for vannfølsomhet.
- Resultat del (kapittel 5, 6 og 7): Presentere resultatene i kapital 5 fra alle tre faser, konklusjon og diskusjon i kapittel 6 om resultater og tanker om videre arbeid i kapittel 7.

1.3 Fremdrift

Finne et aktuelt tema for studiet, som kan være nyttig for samfunn og asfalt bransje, deltok i ulike seminarer fra Statens vegvesen og Norskasfalt asfaltforening.

Å finne aktuelle strekninger og skaffe budsjett for studiet har krevd mye planlegging i form av å kontakte riktig personer som har/har hatt prosjekter relatert til bestandighet problematikk. Det tok lang tid å få svar på mailene som ble sendt til forskjellige avdelinger i Statens vegvesen og entreprenører. Laboratoriene i ulike regioner i Statens vegvesen hadde lite kapasitet pga. sesongavslutning av asfaltarbeid som førte til at feltarbeid ble ikke gjennomført før november 2018. Med godt samarbeid med laboratoriet-personell ble feltarbeid sluttført før første snøfall.

Videre tok laboratoriearbeid lengre tid enn beregnet. ITSR-test skulle gjennomføres i Oslo men pga. mangel på utstyr ble testen gjennomført i Lab-Lillehammer. Wheel-Track arbeid for fase 1 ble ferdig i første uka i januar 2019 men prøver fra fase 2 og 3 ble ikke analysert før første uka i februar pga. at Oslo-Lab, SVV ikke hadde kapasitet. Siste perioden ble brukt til vurdering av forsøksresultatene og strukturering av oppgaven.

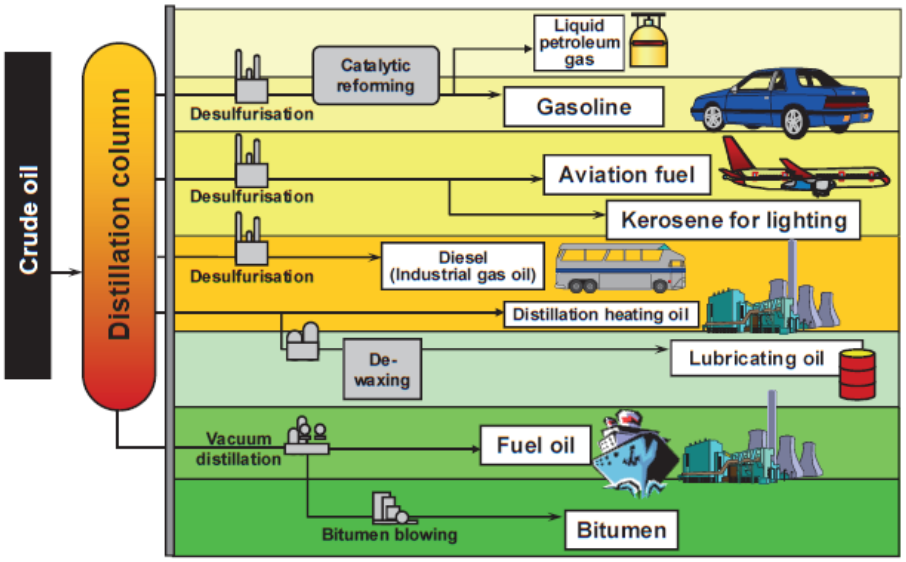
2 Teoretisk grunnlag

I følgende kapittel presenteres litt grunnleggende om bestandighet av asfalt og faktorer den påvirkes av etterfulgt av metoder for å analysere bestandigheten. Ved dette dannes et godt grunnlag for å studere bestandighetsproblematikk. Kapittelet avsluttes med å beskrive asfaltkrav fra vegnormalen, håndbok N200 Vegbygging og asfaltsretningslinjen, SVV-rapport 670.

2.1 Bitumenkjemi

Bitumen er produsert fra rester etter destillasjon av råolje. Dagens naturlig forkommende bitumen brukes forholdvis lite, men en anvendelse er som tilsetningsstoff i raffinert bitumen.

I raffineriet føres oppvarmet råolje inn i en destillasjonskolonne, der råoljen blir skilt i ulike fraksjoner. Øverste i kolonne tas lette destillater så som bensin og lette løsningsmidler. I nivå under tas ut parafin og lette fyringsolje og i neste nivå tas ut dieselolje, sørolje, tung fyringsolje. Nederste i destillasjon kolonnen samles de tyngste komponentene som bl.a. er bitumen. vist i figur 1. (Aksnes et al., 2016)



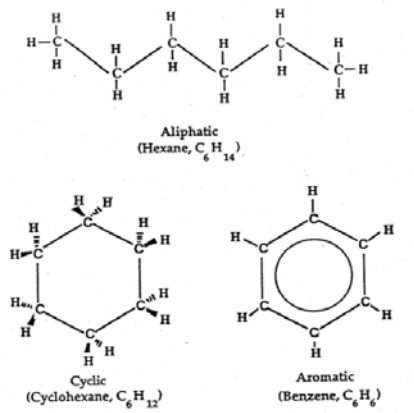
Figur 1 Fremstilling av bitumen ved destillering av råolje(Hunter et al., 2015b)

Bitumen blir ofte referert som hydrokarbon, fordi bitumen består hovedsakelig av karbon og hydrogenatomer. Bitumen som bruker i vegoverbygning inneholder mellom 90 til 95 vektprosent av hydrogen og karbonatomer. De resterende består av to typer:

- Heteroatomer (nitrogen, oksygen og svovel)
- Metaller (Vanadium, nikkel og jern (Lerfald, 2000)).

Heteroatomer kan erstatte med karbonatomer i bitumen molekylær struktur. Deres kjemi hevdes å være svært forskjellig fra karbon, og heteroatomer kan bidra til mange av bitumenets unike kjemiske og fysiske egenskaper ved denne foreninger mellom molekylene. Tilstedeværelsen av heteroatomer kan gjør molekylet polært og dermed mer sannsynlig å reagere med andre molekyler. God mengde av heteroatomer som er tilstede i bitumen, fortelle egenskaper for råolje, fra hvor bitumen ble produsert og tilstanden for aldring av bitumen. Svovel spiller en viktig rolle i aldring av bitumen fordi det er mer reaktiv enn hydrogen eller karbon og den kan oksidere lettere enn hydrokarbonene. Når bitumen oksidere, vil to hovedprodukter dannes; sulfoksid (S=O) og karbonyl (C=O). (Lerfald, 2000)

Metallene spiller en viktig rolle i bitumens aldringsprosessen og de er vanligvis en indikasjon på hvor råoljen har sin opprinnelse. Molekylene i bitumen kan grupperes i tre grupper, alifatiske-, sykliske og aromatiske hydrokarboner. Sykliske- og alifatiske molekyler er tredimensjonale, som lager en struktur som holder molekyler fra hverandre. Aromatiske hydrokarboner er flatt og tett stabil oppå hverandre vist i figur 2. Når molekylene er randomiserte, kan de bevege seg lettere i forhold til hverandre enn når de er mer organisert. (Lerfald, 2000)



Figur 2 Tre grupper av bitumen molekyler (Lerfald, 2000)

Bitumenbestanddeler kan også deles inn i grupper på deres polaritet med å bruke en ionebyttekromatografiteknikk (IEC). Denne teknikken deler bitumen i fem komponenter, nemlig sterk syre, svak syre, sterk base, svak base og den nøytrale fraksjon. (Hunter et al., 2015a)

2.2 Bestandighet av asfalt

Asfaltegenskapene blir redusert ved påvirkning av vann, aldring, temperaturvariasjoner i tillegg til trafikkpåkjenninger. Steinmaterialer til asfalt som har god vedheft til bitumen, gir et viktig bidrag for å oppnå optimal levetid.(Hunter et al., 2015a)

Bestandighet av asfaltdekke definerer dets evne til å motstå nedbrytning pga. ytre miljø. Mangende bestandighet er en av årsakene til at et asfaltdekke brytes ned. De viktigste faktorene som forårsaker til dårlig bestandighet er aldring, forvitring, vann/fuktighet, dårlig vedheft, temperaturvariasjoner, temperatursprekker under utlegging og kjemikalier (salt, oljeprodukter osv.). Dermed nedbrytes asfaltdekke ytterligere med

påkjenninger fra trafikk i form av steinslipproblematikk, spordannelse.(Kalman et al., 2005)

Kvantifisering av bitumenbestandighet er kjent for å være vanskelig oppgave å løse, og metodene for å vurdere dets egenskaper er mer indikativ enn presis. Studier viser at hvis et asfaltdekke skal oppnå optimal levetid, er det viktig at bitumen ikke skal herde under lagring på høye temperaturer, under produksjon eller under utlegging på veg. Bitumen, i kombinasjon med mange organiske stoffer, blir påvirket av til tilstedeværelsen av oksygen, ultrafiolett stråling og temperaturendringer. De eksterne påvirkninger i bitumen medfører herding, redusering av penetrasjon, økning i mykningspunkt og vanligvis økning av penetrasjonsindeks (PI). (Hunter et al., 2015a)

2.2.1 Faktorer som påvirker bestandighet av asfalt

- Vannfølsomhet
- Kjemikaler
- Steinmaterialer
- Tilsetningsstoffer for gode vedhefting mellom stein og bindemiddel
- Aldring
- Dimensjonering (dekketype, dernering, Trafikk)

2.2.2 Vannfølsomhet

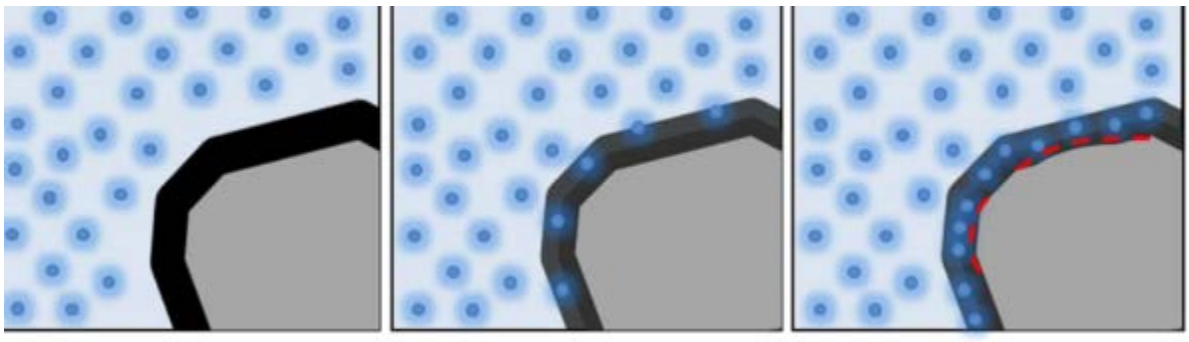
Hydrogenbindingene i vann påvirker vedheft og kohesiv i et asfaltmateriale. Siden steinmateriale har ulike ladninger på overflaten, tiltrekkes vannmolekyler til dem med sterkere krefter en bitumenkomponent. (Bagampadde, 2005)

Vedheften påvirkes av endringer i vannets PH-verdi og denne endringen er forskjellig for de ulike steinmaterialene bl.a. vil saltforbindelser påvirke vannets PH-verdi. (Bagampadde, 2005) (Lottman, 1978)

Av de ulike funksjonsegenskaper for et asfaltdekke er vannfølsomhet er mest utfordrende for relevante laboratorietester og modellering for dimensjonering. Vannfølsomhet har blitt studert siden begynnelsen av forrige århundre, men forholdene er så kompliserte at senere studier på mikroskopisk nivå heller ikke har gitt et konkret svar på løsning og testemetoder til tross for tilgang til avanserte analysemetoder. (Kalman et al., 2005)

Vannfølsomhet er mer avhengige av steinmateriale enn bitumen, men bitumen av forskjellige opprinnelse og kvalitet er ofte rangert etter egenskaper mht. vannfølsomhet i kontakt med steinmateriale. Vedheft mellom forskjellige kombinasjoner av stein og bitumen er avhengig av type stein og bindemiddel. Begrepet steinslipp er avhengig av når emulsifisering (invers emulsjon) oppstår, når bindemiddelet løsner fra steinoverflater. Fuktighet kommer inn bitumen gjennom svakheter i bitumensmøtelen, høyre hulrominnhold, brudd på limet på grunn av trafikkspenninger og klimaforhold. Vedheft påvirkes av overflatespenninger av bitumen og stein, kjemisk sammensetning av bitumen og stein, bitumenets viskositet, steinmaterialets struktur (porøsitet og renhet) og vannforhold i steinmateriale og temperatur når de blandes med bitumen.(Kalman et al., 2005)

Fukt gjennom asfaltmaterialer er en langsiktig prosess som påvirker bestandighet av asfaltdekke. Hver type asfalt har sine egne diffusjonsegenskaper beskrevet av en fuktdiffusjons-koeffisient. Da fuktighet infiltrerer asfaltblandinger, kan de fysikalske og kjemiske egenskapene til asfaltbindemidelet forandres. I tillegg, nærvær av fuktighet forringes bindinger mellom steinmaterialer og asfaltbindemiddel som igjen skaper problemer med steinslipp. Vist i figur 3 (Varveri et al., 2014a)



Figur 3: Skader på bindemiddelet og grensesnitt mellom bindemiddel og steinmateriale på grunn av fuktighet diffusjon (Varveri et al., 2014a)

2.2.3 Kjemikaler

Kjemikalier og løsemidler kan ha en ødeleggende effekt på et asfaltdekke. Oppløsningsmiddeler som dieselolje, bensin etc. kan for eksempel myke opp asfaltdekke. Dette nedbryte vedheft mellom stein og bitumen.

2.2.4 Steinmateriale

Steinmateriale er den største bestanddelen i asfalt, typisk 92-96% i masse. Type steinmateriale, dens mineralogi og fysiske og kjemiske egenskaper vil ha betydelig innvirkning på asfaltytelsen. Vegnormalen N200 angir kravene til steinmaterialene og disse samsvarer med den europeiske standarden for tilslag til asfaltdekke, NS-EN 13043.Denne standarden definerer steinmateriale som naturlig stein (knust stein, sand, grus, ofte refererte til som primær stein), produsert stein (blast ovn slag) og resirkulert stein (stein fra gjenvunnet asfalt) (Hunter et al., 2015b).

Steinmaterialets egenskaper som påvirker bestandighet og deretter spesielt vannfølsomhet er:

- Sure og base steinmateriale
- Hydrofile eller hydrofobe materiale
- Overflateopplading og overflateenergi
- Kjemisk sammensetning
- Mineralogisk sammensetning/bergklassifisering
- Porøsitet

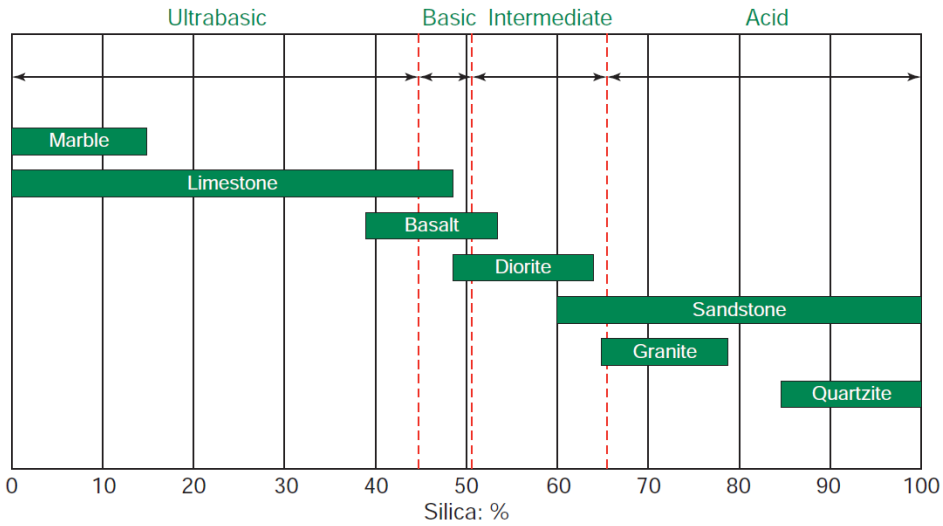
Sure og basiske steinmaterialer: Det er velkjent at de steinene som er sure (rike på kiselsyre) er mer problematiske enn bergarter som er basiske og inneholder lite mengde

silisiumdioksid (f.eks. basalt, kalkstein). De basiske bergarter inneholder også tungmetaller (hovedsakelig jern og magnesium) som fremmer god vedheft (Kalman et al., 2005).

Silisiumdioksid (SiO_2)-innholdet kan bruker kategorisere videre om sure mellomliggende, basisk eller ultrabasisk og følgende inndeling benyttes:

- sure, SiO_2>65% av massen
- mellomliggende, SiO_2 - 52-65%
- basisk, SiO_2 - 45-52%
- ultrabasisk, SiO_2 <45%

Dette er også vist i figur 4 sammen med noen typiske bergarter. (Hunter et al., 2015b).



Figur 4:Typisk utvalg av silikainnhold (SiO_2) for noen vanlige bergarter (Hunter et al., 2015b)

Steinslipproblematikk kan ikke helt lukkes selv i basiske bergarter, dvs. alle typer steinmaterialer kan gi opphav til dårlig bestandighet for et asfaltdekke; prosessen tar bare lengre tid. (Kalman et al., 2005)

Ontario, Canada fant at strippingsproblemer er mer vanlig i nordlig del av staten hvor sure steiner som granitt brukes, men sjelden i sør der basiske bergart er til stede. I Finland har det også blitt funnet at granitter og granodioritt er spesielt utsatt for steinslipproblematikk. (Kalman et al., 2005).

De fleste studier av steinslipproblematikk problemer har blitt gjennomført i USA. Det ble oppfunnet steinslipproblematikk i de ulike delstater ved hjelp av omfattende undersøkelser f.eks. Hamburg Wheel- Track test. I Texas forårsaker granitter og ryolitter problemer med steinslipp. (Kalman et al., 2005)

I Norge er bitumen egnet med lavt syretall egnet for sure, hydrofile bergarter men bitumen med høyt syretall er best for basiske. hydrofobe bergarter. (Kalman et al., 2005)

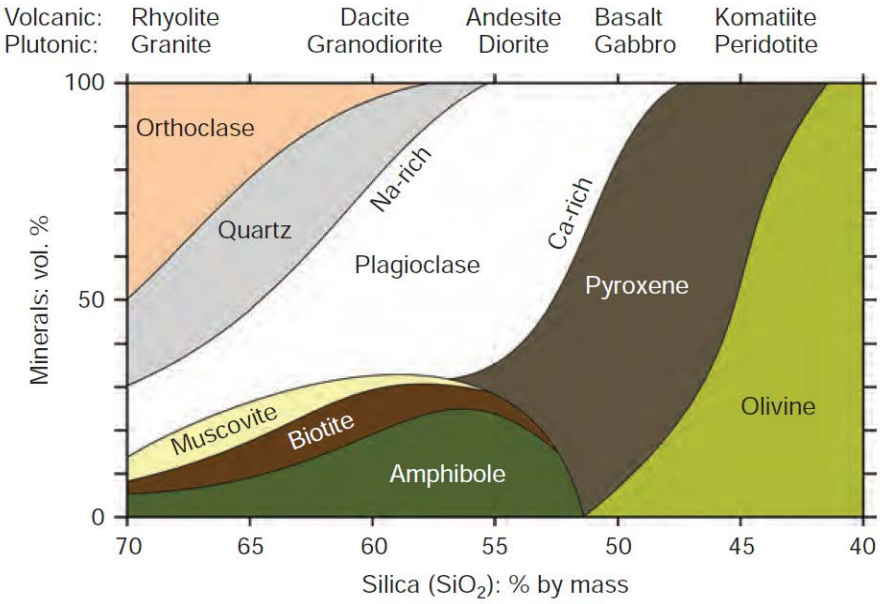
Hydrofila og hydrofobe: Begrep som hydrofile og hydrofobe er ikke unik. En forvitret overflate av hydrofilstein som f.eks. natur grus, kan ha hydrofobe egenskaper på grunn av utfelling av jernhydrokid i materialet. (Kalman et al., 2005)

Klassifisering av en enkelstein basert på hydrofile/hydrofobe egenskaper, er det ikke mulig å gjøre fordi det er mange andre faktorer som er avgjørende. Slitsteiene har finkornet overflatestruktur og en viss porøsitet. En glatt og glassaktig som samtidig er hydrofile, er ikke fordelaktig med hensyn til vedheft og for slike iverflate har også vedheftingsmiddel (amin) har dårlig virkning. (Kalman et al., 2005)

Overflatelading og overflateenergi: Mineraler med høy negativ overflateladning er utsatte for steinslipproblematikk. Dette testes med koktesten. Overflateenergien av fersk knust steinmaterialer avtar med tiden og stabiliserer vedheftegenskapene. Gamle steinflater gir mindre spor enn ferske på grunn av denne forskjellen i vedhefsegenskaper.

Kjemisk sammensetning: kjemisk sammensetning av en rekke steinmaterialer til rulleflaskeforsøk er undersøkt og viser innholdet av Mg, Ca og Fe gir bedre vedheft mens innhold av høyt NA, K, Si eller Al har negativ effekt på vedheft. En annet studiet med rulleflaskeforsøk og ITSR-test viser innhold av kalsium og jernoksider ha en gunstig effekt, mens høye nivåer av silisium er ulemper. (Kalman et al., 2005)

Mineralogisk sammensetning / bergklassifisering: Det har fremkommet at granitter som har høy mengde av SiO_2 og har høy mineralisk volum, kan spesielt usettes for vedheftningsproblematikk. Steinmaterialer som Rhyolitt og granitt er surt bergarter, men svært forskjellige krystallstørrelser som gjør at de har forskjellige navn. Bergarter med forskjellige navn, dems mineralske volum og silikainnhold vist i figur 5. (Hunter et al., 2015a)



Figur 5:Bergtype i henhold til mineralogi (Hunter et al., 2015a)

Porøsitet: Bergater som med ekstremt glatte flater eller svært er svært porøse, blir knapt brukt i nordiske land. En viss porøsitet kan i midlertid forbedre vedheft. Porøse

steinmateriale er vanskelig å tørke og ved fremstillingen av asfaltmasse kan fuktighet kan forbli i porene og forhindre inntak av bitumen og dermed forringe den mekaniske vedheften. (Kalman et al., 2005).

2.2.5 Tilsetningsstoffer for gode vedhefting mellom stein og bindemiddel

Tilsetningsstoffer for å forbedre bitumen og asfaltegenskaper kan deles inn i fiber, polymerer og klebemidder, hydrokarboner og aktivfyllstoff. Fiber blir hovedsakelig tilsatt for å øke bitumeninnholdet uten risiko binder (runoff). (Kalman et al., 2005)

Polymer blir generelt tilsatt for å forbedre bindets reologisk egenskaper de funksjonelle temperaturområdet for bindemidlet. Dette forbedrer også ofte bestandighet av dekke. Hvert produkt har sine karakteristiske egenskaper når det gjelder f.eks. aldring og vedheftning til ulike steinmaterialer, dvs. Generell konklusjon hvordan polymer på virker bestandighet kan ikke trekkes noe. (Kalman et al., 2005)

Vedheftningsmidler som aminer og fettsyrer er overflateaktiv som skaper god binding mellom bitumen og tilslag. Molekylene i vedheftingsmiddelet består av en del som er oppløsning i bitumenet og en del som skal sørge for binding til steinoverflatene. Vanlige vedheftingsmidler er forskjellig aminer aminer, fettsyrer, sement og hydratkalk. (Kalman et al., 2005)

Aminer er det mest aktive vedftingsmidle som brukes i Norge. I varmasfalt tilsettes normalt mellom 0,3-0,5% avhengig av bindemiddelvekt, men i myk asfalt tilsettes 0,5-0,8%.

Fettsyrer brukes ved bruk av basiske steinmaterialer som kalkstein, der ofte amin har en lite effekt. Normal tilsettes mellom 1-2%.

Sement brukes i stive asfaltdekke. Tilsettes normalt mellom 1-2%.

Hydratkalk brukes også i stive asfaltdekke. Dette har vist en positiv innvirkning på aldring av asfalten. (Aksnes et al., 2016)

I Norge har mye sure bergarter som blir årsak til steinslipproblematikk, derfor det er nødvendig å sikre vegdekke ved å tilsette vedheftingsmiddel (amin, sement elle hydratkalk) i asfaltmasse. I håndbok N200 stiller krav til bruk av slike tilsetninger. Alle varmbladet asfalt skal tilsettes vedheftsmidel. Mest brukt i Norge er ulike typer aminer. (Aksnes et al., 2016)

2.2.6 Aldring

Bitumen i asfaltdekke blir utsatt for aldringsprosesser under lagring, blanding, transport, og med dekke levetiden. Under de forskjellige stadiene kan aldringsbetingelser og aldringsmekanismer variere betydelig.

Av flere mekanismer for aldring av bitumen er følgende fire de mest viktig.

- Reaksjon med atmosfærisk oksygen
- Fordamping av flyktige stoffer

- Fysisk herding på grunn av endring av molekylær strukturen (Lerfald, 2000)

Kortsiktig aldring, som foregår under blanding og legging av materialer, er hovedsakelig relatert til oksidasjon og fordamping. Langsiktig aldring, som oppstå under bruk, er hovedsakelig relater til oksidasjon og fysisk herding. Ved bruk av porøse steinmaterialer, vil absorpsjon av komponenter i steinmaterialer føre til eksudasjon (faseseparasjon) og tilsvarende bitumenherding.(Lerfald, 2000)

Reaksjon med atmosfærisk oksygen: Oksidasjon er sannsynligvis den viktigste årsaken til herding av i bruk. Som mange andre organiske stoffer blir bitumenet oksidert ved kontakt med atmosfærisk oksygen. Polargrupper som inneholder oksygen dannes, og disse har en tendens til å knytte seg til miceller (et steinmateriale av molekyler i en kolloidal løsning) med høyere micellævekt, og derved øker viskositeten av bitumen. Oksygen som reagere med bitumenmolekyler forårsaker dannelse av karbonyl som gjør bitumen herda og mindre fleksibel. Graden av oksidasjon er svært avhengig av temperatur, eksponeringsperiode og tykkelsen av bitumenfilmen. Herding på grunn av oksidasjon har lenge vært holdt for å være den viktigste årsak til aldring, andre faktorer har gitt lite grad tatt hensyn til. Disse er generelt mindre viktige enn oksidasjon, men de er målbar.(Hunter et al., 2015b)

Fordamping av flyktige stoffer: Fordampingen av flyktig komponenter er i hovedsak avhengig av temperatur og temperatur eksponeringsforholdene. Fordampingsgrad styres av molekylers hastighet og lengde eller tykkelse av molekylers bane. Godt komprimert tett asfalt vil ha en langsom diffusjonsprosess, mens overflatebehandling viser raskere fordampingsforhold.(Hunter et al., 2015b)

Fysisk herding på grunn av endring av molekylær strukturen: Fysisk herding er herding på grunn av molekylær organisering. Fysisk herding er en reversibel prosess, som kan gi store enderinger i de reologiske egenskaper til bitumen uten å endre den kjemiske sammensetningen.

Andre mekanismer som påvirker bitumens aldring og egenskaper er vist i figur 6.

Factors that influence bitumen ageing	Influenced by					Occurring	
	Time	Heat	Oxygen	Sunlight	Beta and gamma rays	At the surface	In the mixture
Oxidation (in dark)	✓	✓	✓			✓	
Photo-oxidation (direct light)	✓	✓	✓	✓		✓	
Volatilisation	✓	✓				✓	✓
Photo-oxidation (reflected light)	✓	✓	✓	✓		✓	
Photochemical (direct light)	✓	✓		✓		✓	
Photochemical (reflected light)	✓	✓		✓		✓	✓
Polymerisation	✓	✓				✓	✓
Steric or physical	✓					✓	✓
Exudation of oils	✓	✓				✓	
Changes by nuclear energy	✓	✓			✓	✓	✓
Action by water	✓	✓	✓	✓		✓	
Absorption by solid	✓	✓				✓	✓
Absorption of components at a solid surface	✓	✓				✓	
Chemical reactions	✓	✓				✓	✓
Microbiological deterioration	✓	✓	✓			✓	✓

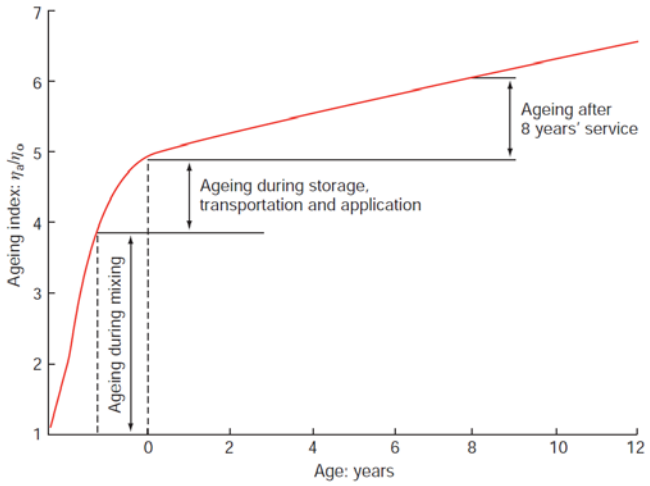
Figur 6:Mekanismer av bitumen aldring (Hunter et al., 2015b)

Faktorer som påvirker bitumens aldring: Omstendigheten der herding oppstår varierer betydelig, forholdene der det oppstår herding kan deles i to deler**:**

- Herding under produksjon og utlegging
- Herding av bitumen på veien

Herding under produksjon og utlegging: Herding av bitumen skjer lite ves lagring av bitumen i stor mengde i høy temperatur. Årsaken til dette forklares av med dette overflaten av bitumen utsatt for oksygen er svært liten i forhold til det store volumet. Bitumen blir sirkulert og faller før rørinngangen på toppen av tanken til overflaten av bitumen kan det oppstå betydelig herding. Temperatur og blandingstid har stor betydning for aldringen. (Lerfald, 2000)

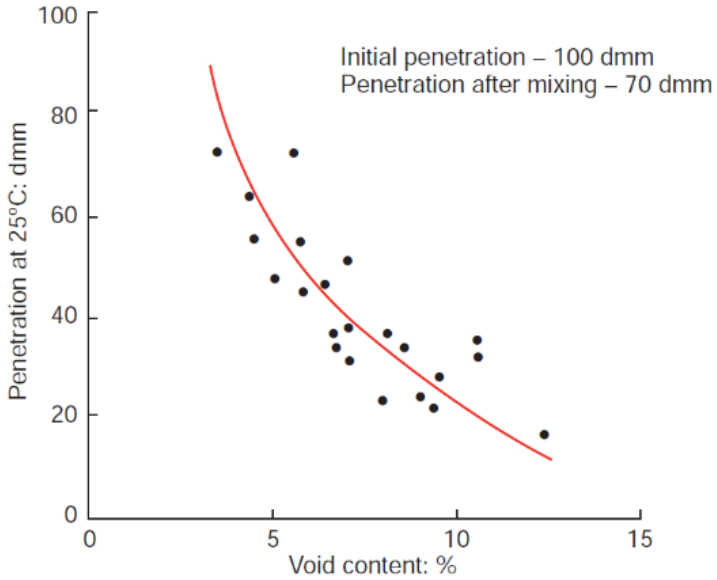
Figur 7 viser aldring av bitumen under blanding, deretter under lagring, transport og endelig i drift. Aldringsindeks ikke er en grunnleggende definert parameter- det er vanligvis et forhold på to verdier (f.eks. viskositet, stivhet, penetrasjon) målt på forskjellige tidspunkter.(Hunter et al., 2015b)



Figur 7 Aldring av bitumen under blanding, deretter under lagring, transport og anvendelse og til slutt i drift (Hunter et al., 2015b)

Herding av bitumen på veien (bruk): Hovedfaktorer som påvirke herding av bitumen på veg er hulrominnholdet i steinmaterialet. Bitumen gjenvunnet fra asfaltmaterialer med det lavt hulrom hadde herdet veldig lite. Herding å redusere asfaltens fleksibilitet og dette kan resultere i sprekkdannelse i komprimerte materialer. På samme måte viser i figur 7.

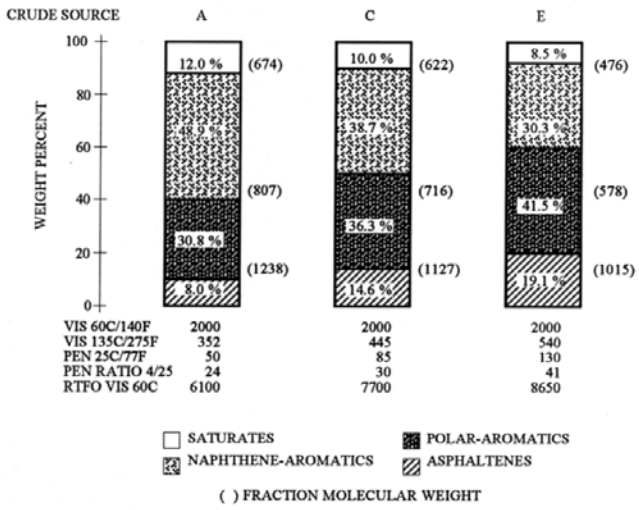
Bitumenets egenskaper på et 5 år gammelt asfaltbetong med hulrom 3 til 12 %. Det hulrom mindre enn 5% svært lite herding skjedd. Hvis hulrommet er større enn 9% faller penetrasjonen fra 70 dmm til mindre enn 25 dmm slik som vist i figur 8. Bitumen på vegoverflaten av herdnes mye rasker enn bitumen lengre ned i asfaltdekke.(Hunter et al., 2015b)



Figur 8 Effekten av hulrom på herding av bitumen i veg(Hunter et al., 2015b)

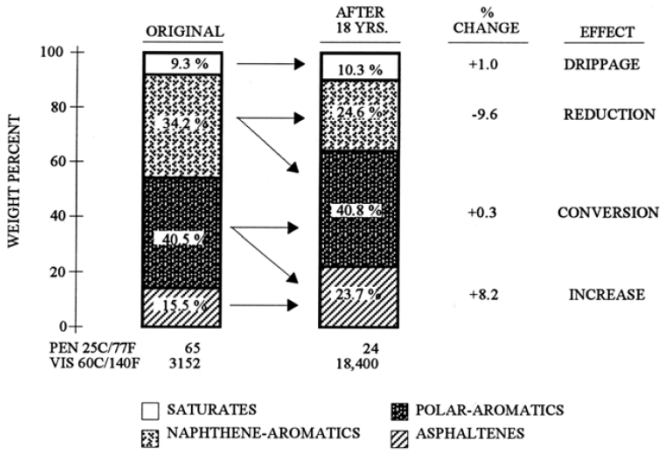
2.2.6.1 Aldring og kjemi

Kjemisk sammensetning av bitumen varierer med råoljen, destillasjonsprossen og betingelser etter produksjon. I verden i dag er råstoff fra rundt 260 oljeforekomster egnet for produksjon av bitumen. Et eksempel på forskjellene i sammensetning av bitumen fra de forskjellig råoljene vises i figur 9. Det er ikke nok til å dømme bitumen utelukkende på grunnlag av andelene av de de ulike komponentene. (Lerfald, 2000)



Figur 9 Forskjellig sammensetning av bitumen fra forskjellig råolje(Lerfald, 2000)

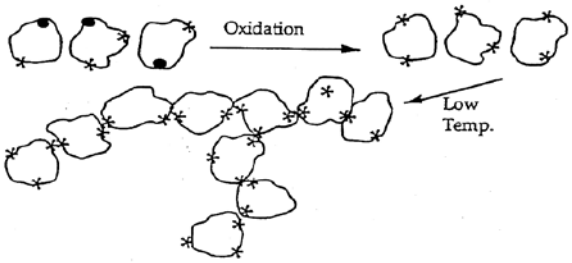
I Figur 10 viser reduksjon i naften-aromater med alder. Aldring er et resultat av en forandring i bitumensammensetningen hvor naften-aromatene omdannes til polararomatika. Disse endringer gir økning i viskositeten og en senkning av penetrasjon. En konklusjon fra denne studien er at aldring er et resultat av en endring i bitumenkomposisjon hvor naften-aromatene omdannes til polar-aromater og i sin tur til asfaltene. Disse endringen gir økning i viskositet og senkning av penetrasjon.(Lerfald, 2000)



Figur 10 komposisjonelle endring i bitumen i aldersherding(Lerfald, 2000)

Som tidlig har nevnt i 2.1 er en viktig aldringsmekanisme oksidering. Oksidasjon oppstår der heteroatomer (N, O og S) og kjemisk aktive hydrogenatomer er tilgjengelige. Polare grupper som hydroksyl, karbonyl og karbolsyre opprettes og dette bidrar igjen til ytterligere molekylære forbindelser. Karbonylene(C=O) dannelse som et resultat av bitumenoksidasjon. Det hevdes at oksygenetatomer forsterker polariteten til molekylene som inneholder karbonylfunksjoner og forbedrer således de intermolekylære krefter som bygger opp bitumenets stivhet.(Kalman et al., 2005)

Bitumenoksydasjon kan katalyseres av naturlig forekommende metall kompleksdannelse som også finnes i flere bitumen. I SHRP hevdes det at produksjon av polare materialer under aldring er ikke i seg selv tilstrekkelig til å forårsake store endringer i fysiske egenskaper for bitumen. Bitumen med to eller flere aktive steder pr. molekyl vises i figur 11 Prikkene indikere et sted hvor oksidasjon kan finne sted, og stjernen et indikere en oksydert atom. (Kalman et al., 2005)



Figur 11 Bitumen med flere aktiv steder(Kalman et al., 2005)

2.2.7 Dimensjonering (dekketype, dernering, Trafikk)

Vegdekkenes levetid er avhengig av trafikkbelastning de utsetter for og dermed det er viktig å velge riktig dekketype og dekketykkelse ut fra ÅDT og andel tunge kjøretøy. Samtidig må vegfundamentets bæreevne ivaretas og vegens drenering må fungerer.

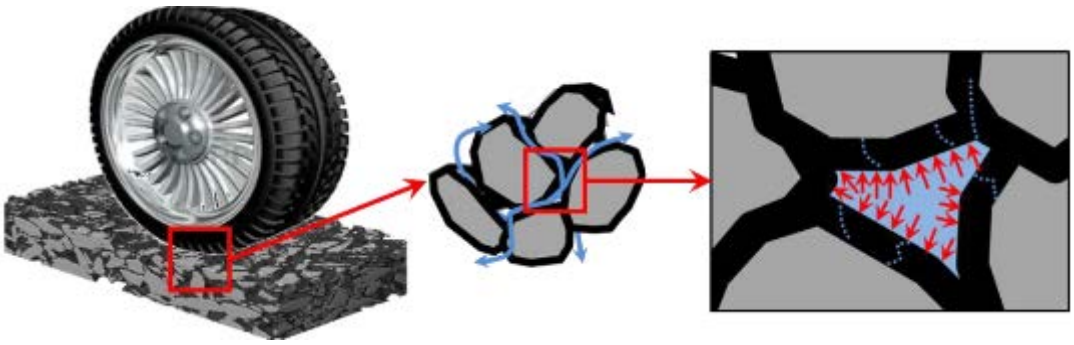
Dersom vegen er underdimensjoner og samtidig har dårlig drenering vil vegdekke få kort levetid.(Aksnes et al., 2016).

I løpet av vegens levetid utsettes asfaltdekket forbelastninger som e ren kombinasjon av trafikk og miljøbelastning. Belastningene medfør ulike skader i asfaltdekket og de vanligste spor, steinslipp og krakelering. Fuktskader har blitt identifisert som en viktig bidragsyter til akselerert forringelse av asfaltdekke. Fuktinduserte skader i asfaltdekke kan utrykkes via to mekanismer: vedheft og kohesjon. Avhengig av trafikkbelastning klimaforhold, asfaltstypen, type av bindemiddel og kvaliteten på vedheftningsegenskaper. Fuktdiffusjon, erosjon av bindemiddel fra steinoverflaten på grunn rask vannstrømning og utvikling av poretrykk fra innfanget vann i hulrom (dvs. pumpeprosesser) ble identifisert som de fysiske og / eller mekaniske prosessene som i siste instans til belastning til asfaltdekke. (Varveri et al., 2014a)

En kortsiktig skademekanisme som kan opptre akkumulert og/ elle akselerer de skademekanismer, er pumpeeffekten.

Asfaltblandingen noen av de porene er sammenkoblet og tillater vannet å bevege seg gjennom asfaltdekke. Dynamiske trafikk laster kan forårsake høyt vanntrykk i porene som er fylt med vann. Disse høye poretrykkene kan føre til sprekkdannelse i bindemiddelfilmen som dekker hvert steinkorn og dermed lette inntrengning av fuktighet til asfaltbindemiddel-steinmaterials grensesnitt som vist i figur 14. I tillegg kan det intense poretrykket forårsake erosjon av de svekkende bindemiddelet.

(Varveri et al., 2014a)



Figur 12 Asfaltbitumen erosjon skjer på grunn av rask vannstrømninger og poretrykkutvikling fra vannet som ble samlet i åpne områder (hulrom, asfalt skader) dvs. pumpeaktiviteter. (Varveri et al., 2014b)

2.3 Testmetoder for bestandighet

Det er mange metoder som ble utviklet for å evaluere vannfølsomheten til asfaltmasse og asfaltdekker. Formålet med testene har variert mellom å få en oppfatning av den generelle kompatibiliteten mellom et bestemt steinmaterialer og et bitumen i når vannet er på stedet.

Testemetodene kan deles inn i test på ukomprimert asfaltmasse forsøk på laboratorietillagende eller feltprøver av asfaltdekker. Testene av komprimerte asfaltmaterialer kan deles inn i statiske og dynamiske tester avhengig av type belastning.

2.3.1 Wheel-Track Test

Wheel-Track test kan bruke både for å måle deformasjon i luft (spor) og vannfølsomhet (steinslipproblematikk) i vann, avhengig av type utstyr som brukes. Dette er en funksjonelt testmetode dvs. en metode som i størst mulig grad kan sammenligne på de påkjenninger som et asfaltdekke møter ute på vegen. (Wheel Tracking Test O.E.Ruud)

Et stort problem med de fleste typer vedhefttester er at de ikke tar hensyn til effekten av trafikkbelastningen. En metode som viser dette er våt Wheel-Track test. I denne testen blir en prøve nedsenket i et vannbad med en bestemt temperatur og belastes gummibelagt stålhjul. Hjulet har en gitt belastning og ruller over prøven et gitt antall ganger. Dersom asfaltmaterialet har problem med steinslipp, vises dette vanligvis som en bratt økning i spordybde. God korrelasjon har blitt påvist mellom steinslipp og tunge kjøretøyer.Våt Wheel-Track test blir anbefalt som en metode til vurdering av porøs asfalt og asfalt med høyt steininnhold. Metoden er lett å tilpasse til ønsket temperatur, kondisjonstid og belastning kan varieres. (Hunter et al., 2015b)

Hamburg Wheel-Track (HWT) test ble brukt mye for å teste de egenskaper som beskrevet ovenfor. Metoden er benyttet i USA for å undersøke steinslipproblematikk. En typisk laboratorierlaget prøve er 260 (mm) bred, 320 (mm) lang og 40 (mm) tykk. Prøven skal ligge nedsenket i vann og temperaturen for vannbadet kan variere fra 25℃ til 70℃. Et stålhjul med bredde 47mm og belastning 750N passeringer prøven 50 ganger pr. minutt med maksimal hastighet på 0,34 m/s i midten av prøve. Prøven utsettes normalt for 20 000 passeringer (10 000sykluser) eller til prøven har fått 20 mm spor. (Hunter et al., 2015b)

Figur 13 Typisk Hamberg Wheel-Track(Dave, 2018)

I Colorado Department of Transport brukes Hamburg Wheel-Track test for å vurdere steinslipproblematikk for asfalt masse. Prøvetemperatur er spesifisere i henhold til stedlige forhold og bindemiddeltype. (Izzo and Tahmoressi, 1999)

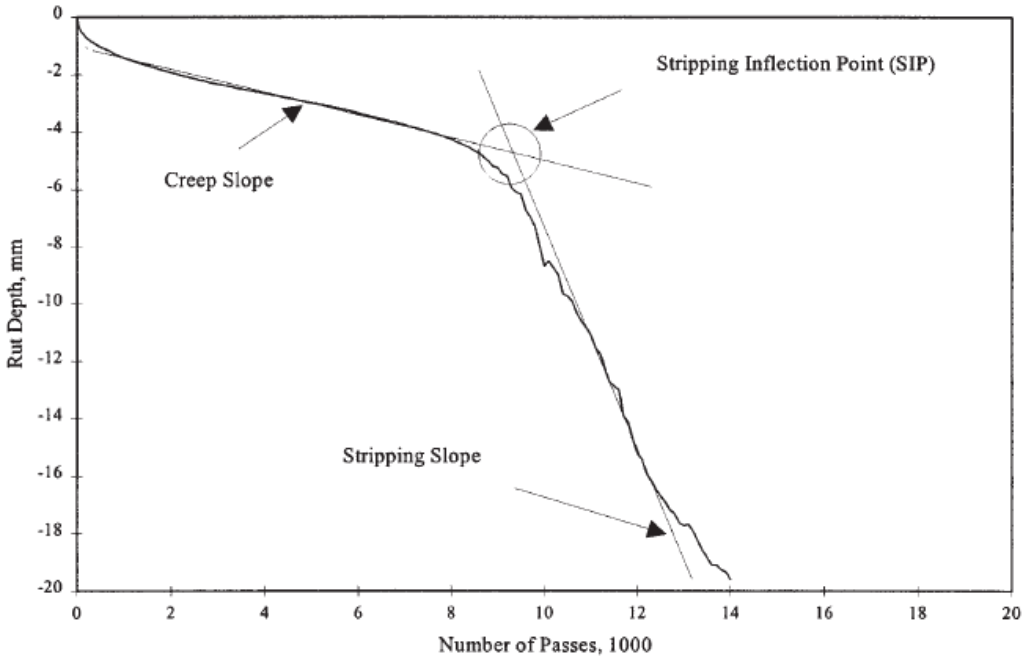
I forskjellige stater i USA utføres Wheel-Track test med forskjellige temperatur. Mest vanlig testetemperatur er 50℃, men det tar hensyn til PG-klasse ved valg av temperatur. (Sel et al., 2014)

Resultat registering av HWT: I løpet av testen måles spordybde fra gjentatt lastning av stålhjul og rapportert mot antall passereringer. Et typisk test krav er 20 000 passerer.

Forskjellige egenskaper/ opplysninger kan bestemmes ut fra kurveløpet for deformasjon/antall passeringer og dette er:

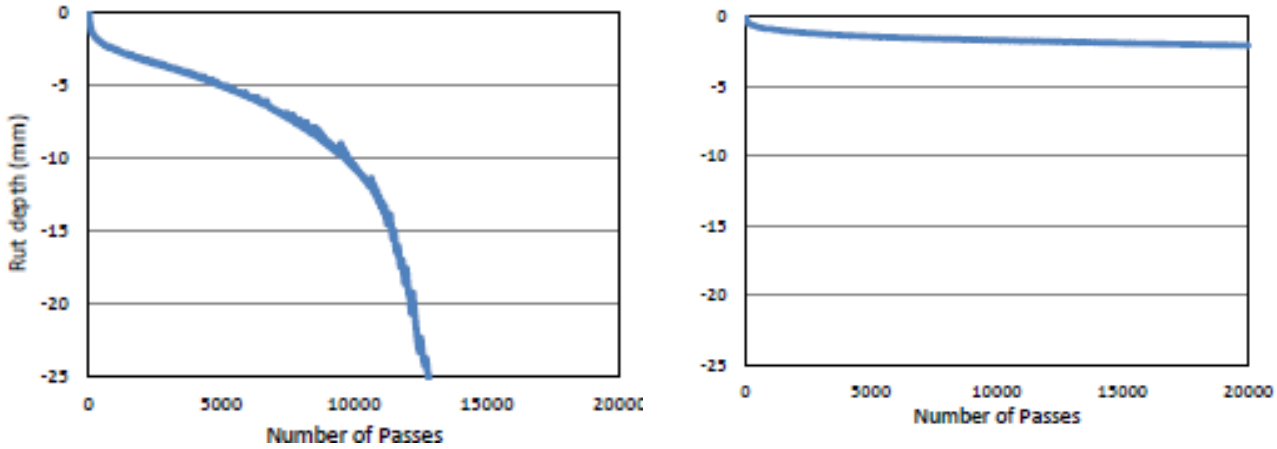
- Maksimum spordeformasjon
- Stigningsrate (Creep slope)
- Stigningsrate ved steinslipp (stripping slope)
- Knekkpunkt som indikerer steinslipp (stripping Inflection point SIP)
- Antall passeringer til steinslipp Knekkpunkt

Knekkpunkt som brukes en parameter for å sammenligne forskjellige blandinger og for å sammenligne ytelse av blandingen i feltet vist i figur 14. (Dave, 2018)



Figur 14: Ett typisk resultatdiagram for HWT våt (Izzo and Tahmoressi, 1999)

Et eksempel fra to asfaltprøver som ble testet med HWT test er vist i figur 15 under. Grafen til venstre i figur 15 er for asfaltmasse som er vannfølsom (steinslipproblematikk) og grafen til høyre er med en masse som ikke er vannfølsom.



Figur 15:Grafen til venstre viser asfaltmasse som har steinslipproblematikk mens grafen til høyre viser en masse uten steinslipproblematikk (Mohammad et al., 2015)

2.3.2 Vannfølsomhet ved indirekte strekk

I henhold til standarden NS-En (12697-12, 2008) kontrolleres bestandighet og vannfølsomhet til en komprimerte masse med den indirekte strekk før og etter vannlagring. Endring av strekkstyrke kontrollers fra min seks prøver tre tørr og tre våte.(Grönniger et al., 2010)

I denne testen er asfaltprøven lastet diametralt, som vist i figur 16 under en konstant kompresjonshastighet 50mm/min til den stopper ved brudd. Den indirekte strekkstyrke (ITS) er spenningen ved brudd og avledet fra bruddlasten. Forhold mellom ITS for våt og tørr prøve er kalt ITSR (Idirect Tensile Strenght Ration) er ofte brukt til å vurdere vannfølsomhet.(Hunter et al., 2015b)

Dette er en standard testmetode i Sverige for å undersøke vannfølsomhet. ITSR viser forskjellig svar om prøven ble komprimert i laboratoriet med Marshall slagkomprimering eller borkjerner fra felt. Marshall-komprimerte masse viser bedre ITSR-verdier selv om steinmaterialer er vannfølsom. (Höbeda, 1998)

Utførsel og utregning av test metode viser i 4.1.1

Figur 16 Indirekte strekkstyrke test(Hunter et al., 2015b)

Formelen for å regne ITS-verdi er:

$$ITS = \frac{2 \times P}{\Pi \times D \times H} \text{ (MPa)}$$

hvor

P= bruddlast (maksimalverdi) i KN

D= Prøveklossens diameter i mm

H= Prøveklossens høyde i mm

Indirect tensile Strength Ratio (ITSR)

ITSR er forhold mellom spaltestrekkstyrken til våtlagrede og tørrlagrede prøver. Først ble gjennomsnittet av ITS- verdiene for våte og tørre prøver beregnet. Deretter ble ITSR beregnet og angitt i hele prosent etter følgende formel. (R210 Vegdirekoratet, 2016).

ITSR regnes ut ved formelen:

$$ITSR = \frac{ITS\ (våt)}{ITS\ (tørr)} \times 100$$

hvor

ITS (våt) = er middelverdi for våte prøveklosser (kPa)

ITS (tørr) = er middelverdi for tørr prøveklosser (kPa)

2.3.3 Vedheft mellom tilslag og bitumen med rulleflaskemetode

Ved å bruke av rulleflaskemetode bestemmes vedheft mellom bindemiddel og steinmateriale. Metoden benyttes til å bedømme effekt av tilsatt vedheftingsmiddel (amin, hydratkalk, sement). (Aksnes et al., 2016)

Dette er en standard metode i Norge for å dokumentere tilstrekkelig vedheft. (Retningslinjer asfalt)(2019).

Asfaltblanding legges i 500 ml flasker fylt med 5℃ vann som rulles under spesifiserte betingelser. I Norge roterer flaskene med hastighet 40 omdreininger / min totalt i 3 dager ved romtemperatur som vises i figur 17. Dekningsgrad vurderes etter 6 timer, 24 timer, 48 timer og 72 timer. Tidsintervaller er ulike krav for ulike asfalttyper. Bindemiddeldekningen på steinene visuelt. Krav er satt til dekningsgrad i prosent. .(R210 Vegdirekoratet, 2016)

Figur 17:Rullebord med pågåendeflaske forsøk (Aksnes et al., 2016)

2.3.4 Cantabro test

Cantabro test på vannlagrende prøver er en nyttig testmetode til laboratoriekomprimerte prøve og prøver fra felt. Metoden er mest egnet til vurdering av asfalt til lavtrafikkert veger (ÅDT<3000), drensasfalt og til bituminøse bærelag. Asfalttyper for høytrafikkerte veger kan testes med Cantabro, men det er ikke sikkert metoden er egnet til dette. Testen foreligger som eruopeisk standard EN- (12697-12, 2008). (Jørgensen, 2003)

Testen gjennomføre med Los Angeles maskin som kan være lett tilgjengelig på større asfaltlaboratorier. Tørr prøve lagres i 20℃, våt prøver og våte prøver skal være i vannbad i 6 dager ved 40℃. Prøver lagres med 300 omdreininger i trommelen i 20℃ og prøveresultatene måles som vekttap og angitt i prosent.(Activity report of CEN Ad-Hoc Group) (de Normalisation, 2009))

2.3.5 Moisture Induced Sensitivity Test (MiST)

Moisture Induced Sensitivity Test (MiST), spesifisert i Amerikansk standard ASTM D7870 er fuktkondisjoneringsprosedyre som ble opprinnelige utviklet i begynnelsen av 2000-tallet som en metode for å analysere fuktighetskader i asfaltmasse. MiST er en billig og enkelt metode, og kjøres automatisk og blir overvåket med sensorer mht. temperatur og trykk. (Dave, 2018)

MiST- Prosessen er ment å etterligne effekten av hydraulisk pumping som en av de vanligste former for fuktskader i asfaltdekker. Der vann er fanget opp i hulrom i asfaltdekket vil trafikkpåkjenning medføre poretykk i asfaltdekket. Dette kan føres til en reduksjon av bindemiddelstyrken til steinmaterialer og forårsake tap av kohesjon. (Dave, 2018)

MiST er en selvstendig enhet som å inkludere en hydraulisk pumpe og påføre vanntrykk inn i en asfaltprøve. Maskinen kan teste prøver med diameter 100 eller 150 (mm) og en høyde som kan variere mellom 25 og 150 (mm). Prøven settes inn i maskin som vist i figur 18 og prøvekammeret fylles med vann. Testen kan utføres ved forskjellige trykk og temperatur i forhold til forskjellige trafikk og miljøforhold. Som standard trykk benyttes 276 (kPa) .(Dave, 2018).

Testen gjennomføre i to parallelle prøver der enn prøverkondisjoneres i en vannbad for 2 timer i 20℃ og deretter lagre i romtemperaturer. Den andre skal test i MiST-maskin. Prøven utsettes for 3500 sykluser av vann pumping i 3,5 timer ved bestemt temperatur.

I MiST blir først nedsenket for en periode på 20 timer ved 60℃, selv om temperaturen kan justeres for mykere blandinger for å forhindre overdreven skader. Når trykksyklusene er fulført, prøven avkjølt med vann 20℃ for 2 timer. Testen kan analysere med forskjellige metoder f.eks Indirekte strekk. (ITS) (Varveri et al., 2014a)

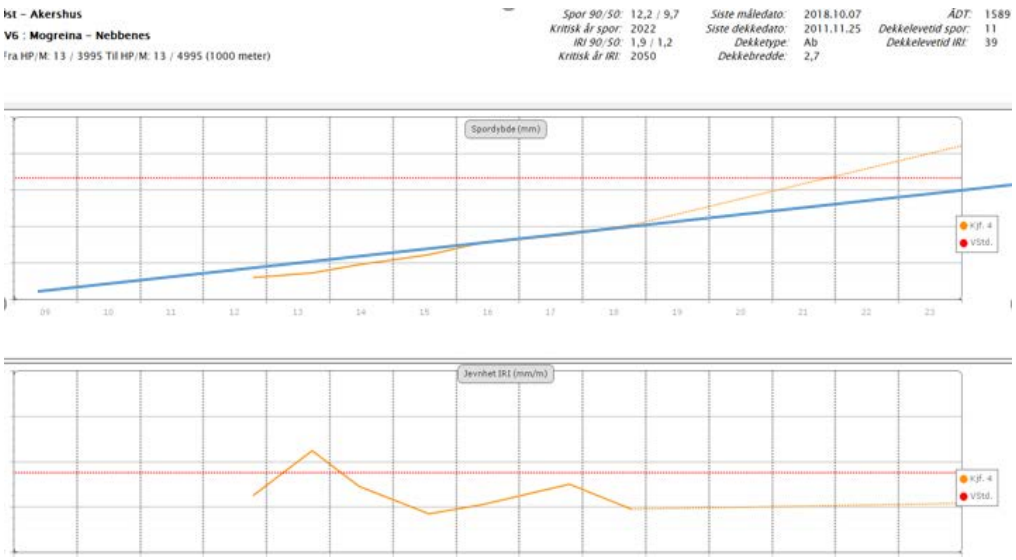
Figur 18:Moisture induced sensitivity tester(Varveri et al., 2014a)

2.4 Bestandighetsskader i norskeveger

Dette kapitelet viser bilder av typiske skader som er knyttet til bestandighets-problematikk. Bilder og kommentar er basert egen på erfaringer. Skadene i bildene er knyttet til slitelagt. Bildene ble tatt av ca. 1 til 7 år gamle dekker. Årsaken til skadene er dårlig bestandighet for asfalten.

Figur 19: En typisk skade i langsgående asfaltskjøtene, når asfaltdekke blir inngrepet av vann og oksygen. Bildet ble tatt i en kommunal veg i Oslo.

Man trenger ikke gå veldig langt fra huset for å se bestandighetsskader i asfaltdekke. Denne typer skader mest står i Kommunal veger, parkeringer, bussterminaler osv. Grunn kan være tynn vegoverbygning elle tynt asfaltdekke som skal ligger mangel år og dermed utsatt for klimapåkjenning.



Figur 20:E6 Dalkrysset fått steinslipp problematikk

Et annet eksempel er strekningen Dalkrysset-Eidsvolltunellen, Ev 6 Hp 13 felt 3 og 4. Trafikkmengden er ÅDT 15891 og fikk nytt dekke i 2013. Allerede etter 5 år ble det observert store bestandighetsproblemer i slitelaget. Ut fra spormålingene var det forventet at dekket kunne ligge ennå i 5 år før reasfaltering, men Statens vegvesen har plan å reasfaltere allerede i år 2019 pga. bestandighetsproblemene. Det blå linje i figur 20 viser utvikling for forventet levetid. Steinslipproblemet er tydeligst ytre kjørefelt fordi disse felene er mest utsatt for belastning fra tunge kjøretøyer.

Figur 21: vegene ble asfaltert med samme kontrakt men med to forskjellige typer steinmaterialer (foto. Rune Lien / Roar Telle)

Fv.40 sørsiden av Hvittingfoss mot Buskerud, ble asfaltert med samme asfalttype og samme år, men det ble brukt steinmaterialer fra forskjellige pukkverk. Bilder viser godt forskjell mellom to steinmaterialer. Felt.1 med røde tilslaget, har gått i oppløsing mens venstre med mørke tilslag, har forsett ikke skader. (Roar Telle)

Figur 22: Et annet eksempel om det røde tilslag som gikk til oppløsning utenfor garantitiden men dekke oppnådde ikke forventet levetid (foto Rune Lien / Roar Telle)

Figur 23: Fv.755 i Straumen i Inderøy fått steinslipp-problematikk

Fv.755 hp2 km 5919 har fått seinslipp problematikk etter noen år dekke utlegging bildet er fra 2016. Asfaltmassen med samme tilslag ble testet i denne oppgaven (Fv.755Hp 2 Utøyvegen i Inderøy og Fv.755 Hp 6 km 5120 til km 5780 Mosvikvegn i Inderøy).

Figur 24:E10 hp26 Kabelvåg fått redusert levetid med bestandighet problematikk

2.5 Krav til Asfalt

Norske krav til steinmaterialer og tilsetningsstoffer er gitt i vegnormalen, Vegbygging N200 og asfaltretningslinjene rapport nr. 670 og er kort gjengitt nedenfor.

Steinmaterialer som benyttes i asfalt er avhengig av massetype, trafikkbelastning (ÅDT) og stedligforhold. Vegnormalen, Vegbygning N200, settes følgende krav: (N200 2018).

- Korngradering
- Kornform mht (flisighetsindekts)
- Motstand mot nedknusing knyttet til Los Angeles-metoden
- Motstand mot slitasje testet med Micro-Deval
- Motstand mot piggsekkslitasje testet med kule-møllemetoden.
- For å sikre forhaking mellom steinmaterialer stilles krav til knusningsgrad for 4-63mm

Krav til Tilsetningsstoff brukes for å forbedre egenskaper som vedheft, herding, stabilitet og bestandighet. N200 krever at alle tilsetningsstoffer skal være undersøkt og dokumentert mht. virkning før de blir brukt i asfaltmaterialer.

I Norge skal effekten av tilsetningsstoffer for vedheft dokumenteres med rulleflaskemetoden etter NS-EN 12697, vannfølsomhet ved indirekte strekkstyrke (ITSR) NS- EN 12697-12 eller vedheft mellom bitumenemulsjon og steinmateriale ved neddykking i vann NS-EN 13614. Dette krav gjelder for bituminøse masse for bærelag og asfaltdekke. (vegnormalen N200 2018)

I asfaltretningslinje stilles det krav til minimum indirekte strekkstykke lik 80 % for bærelag masse. Kravet ved bruk av rulleflaskemetoden er at minimum 20 % for varmassfalt og 30 % for mykasfalt, steinmaterialet skal være dekket med bitumen etter 72 timers rulletid (rapport nr. 670 (2019)).

Krav mot permanent deformasjon stilles for asfalttypene asfaltbetong og skjelettasfalt og er avhengig av ÅDT og om det er slitelag og bindlag. Maksimalt tillatt spordybde gitt i prosent av prøvetykkelsen som skal være 40 mm, test temperatur er ikke oppgitt. (vegnormalen N200 2018)

Krav til spordybde:

- ÅDT 5001-10 000: PRD ≤7%
- ÅDT>10 000: PRD ≤5%.

Hulrominnhold: Asfalt retningslinje stiller krav til minimum og maksimalt hulrom målt med hydrostatisk overflatetørr densitet eller geometriskmålt densitet for forskjellige asfalttyper. Det er også krav til bitumenfylthulrom. (rapport nr. 670 (2019)).

Følge Reseptorienterte asfaltkontrakter (vedlegg 3 TR2505) bestemmes hulrominnhold med hydrostatisk overflatetørr densitet. Dersom denne metoden gir høyere hulrom enn 10 % skal hulrommet bestemmes med måling (geometrisk hulrom). Prøvene skal sages i topp og bunn for å få en jevn overflateruhet

Tabell 1: Hulromprosentkrav prøver fra felt

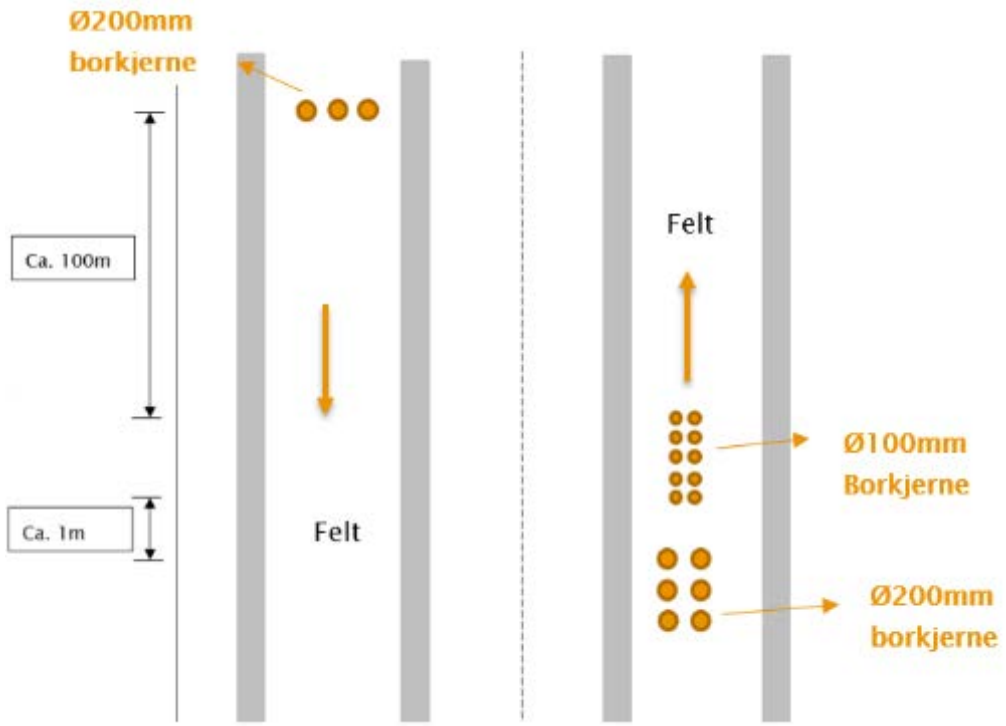
Masse type	Enkel prøve fra felt	gjennomsnitt av 5 Prøve
Agb tykkelse 60-80kg/m³ **slitelag(min-maks)** **bindlag(min-maks)**	2,0-7,0 2,0-8,0	2,0-6,0 2,0-7,0
Ab tykkelse 60-80kg/m³ **Slitelag(min-maks)** **Bindlag(min-maks)**	2,0-7,0 2,0-8,0	2,0-6,0 2,0-7,0

Ska tykkelse 60-80kg/m³ **Slitelag(min-maks)** **Bindlag(min.maks)**	2,0-7,0 2,0-8,0	2,0-6,0 2,0-7,0

3 Feltarbeid

For å dokumentere om asfalt har god bestandighet, ble det tatt borkjerneprøver fra 10 forskjellig vegstrekninger, se tabell 2. Strekninger ble valgt på bakgrunn av anbefalinger av byggherre og deres kunnskap om aktuelle problematikken. Strekningene ble valgt fra ulike regioner, hvor byggherre har registrert hulrom som ikke tilfredsstiller kravene i retningslinjer for asfalt eller har steinslipproblematikk. Prøvene ble tatt i oktober og november i 2018, hvor alder varierer fra nylagt asfalt til tre år gammel asfaltlegging. Disse borkjernprøvene ble analysert i laboratoriet for å undersøke ITSR, bindemiddelinnhold som ble brukt for å regne ut bitumenfylt hulrom, hydrostatisk overflatetørr densitet for å regne ut hulrom og Wheel-Track, tørr og våt. Det ble utarbeidet et enkelt prøvetakingsmønster som ble brukt i alle regioner får å få samme mønster for prøvetaking. Det ble tatt ut 10 borkjerner diameter Ø100mm og 6 borkjerner diameter Ø200mm som lå tett inntil hverandre. 3 borkjerner diameter Ø200 ble tatt ut fra et annet lass men av samme type masse for å se om kvalitet av massen er varierer fra lass til lass.

Skisse i Figur 28 illustrerer prøvetakingsmønsteret for ITSR og WT, tørr/våt.



Figur 25: Hjelpemønster for prøvetaking av borkjerner

3.1.1 Valg av strekninger

Tabell 2: Utvalgte veg strekninger

Strekninger	Utlegging-sdato	Skade	Massetype / pukk -verk	Utført av	ITSR / WT
Nylagt asfaltdekke					
Svinesunds-parken døgnhvileplassen	2018	For høyt Hulrom	Ab 16 PMB 65/105-80/ Nordstone Durasplitt	Region øst, lab Oslo	10 x 10 cm 18 x 20 cm
E8 Hp6 InnFartsveien-Tromsøsvinger	2018	steinslipp	SMA 16 70/100 Ska.16/ Nordstone (Durasplitt)	Region nord, lab Tromsø	10 x 10 cm 09 x 20 cm
Fv.755 Hp 6 km 5120 til km 5780 Mosvikvegn i Inderøy	2018	Steinslipp	160/220 Agb11/ Steinkjer Pukkverk	Region midt, lab Trondheim	6 x 20 cm 10 x 10 cm
To til tre år gamle asfaltdekke					
E6 Hp 5 Vesleala-Elverum S	2017	Steinslipp	160/220 Agb 11/ Ullsfjord og Lødingen	Region nord, lab Tromsø	10 x 10 cm 09 x 20 cm
E10 Hp 26 Svolvær Fra km 10541 til km 12274	2017	Steinslipp	160/220 Agb 11/ Austpollen og Gullkista	Region nord, lab Bodø	4 x 20 cm 3 x 20 cm, felt 2 10 x 10 cm
Fv.35 Hp 4 fra Km 900 til 1400 Revetal N –Svinevoll	2017	Steinslipp	70/100 Ab 16/ Edelsplitt Lysitt	Region sør, lab Skien	6 x 20 cm 10 x 10 cm
Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum	2017	Steinslipp	SMA16 70/100 Ska 16/ Raipas	Region nord, lab Tromsø	10 x 10 cm 09 x 20 cm
Fv.755Hp 2 Utøyvegen i Inderøy Fra Km 6010 til km 11997	2016	Steinslipp	70/100 Ab 11/ Steinskjer	Region midt, lab Trondheim	6 x 20 cm 10 x 10 cm
Fv.862 Hp 54 Langnestunnelen	2016	Steinslipp	Ska 16 PMB 75/130-60/ Durasplitt	Region nord, lab Tromsø	09 x 20 cm

E10 Mølnarodden i Flakstad Hp 30 Km 31738 til Km 33280	2016	Steinslipp	160/220 Agb 16 / Gullkista	Region nord, lab Bodø	4 x 20 cm 3 x 20 cm, felt 2 10 x 10 cm

3.1.1.1 Svinesundsparken, døgnhvileplassen

Døgnhvileplassen i Svinesundparken skal brukes som hvileplass for lastebiler, vist på kart i vedlegg 3. Området var ikke åpen for trafikk når prøvene ble tatt. Stedet ble anbefalt av byggeleder for prosjektet. I byggherrens kontroll, rett etter asfaltering ble det avdekt høyere hulrom enn tillatt i asfaltdekket, Ab16 med PMB. Skanska industriell Solutions la ut asfalttype Ab 16 med PMB 65/105-80, Durasplitt pukk som ble bruk på stedet i 2018, vist på resept 19145915 i vedlegg 2.

Prøvene ble tatt ut av Statens vegvesen, lab Oslo og Mesta har bistått med lapping etterpå, vist i figur 26.

Det ble tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm som ble brukt for å analysere ITSR, 3 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm for Wheel Track tørr, og 15 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm for Wheel Track våt, hvorav 12 stk. ble tatt fra ett område mens 3 stk. ble tatt fra et annet område på samme plass, vist i vedlegg 3. Dette, for å avdekke om asfalt fra ulike lass gir utslag i prøveresultatene. Siden det ikke var trafikk på plassen som gjorde at stengning av plassen ikke var nødvendig for å ta prøver, hadde vi mulighet til å ta ekstra mange prøver slik at dersom det oppstår noen feil med testing eller teste med forskjellig metoder så har vi prøver på lager.

Figur 26: Veiby Atle og Bjørn Kjetil fra Statens vegvesen hjelper med prøvetaking og Mesta med lapping av asfalt.

3.1.1.2 Fv.755 Hp 6 km 5120 til km 5780 Mossvikvegen i Inderøy kommune

Vegen ligger i Mosvik i Inderøy kommune med ÅDT 520. Kart over området er vist i vedlegg 3. Det ble lagt ut asfalttype 160/220 Agb 11 hvor det ble bruk tilslag fra Steinkjer pukkverk vist i resept nr.15315201, vedlegg 2. Byggherre har registret steinslipp problematikk av massen levert av Steinkjer pukkverk. Vegen ble asfaltert i 2016 men fikk bestandighetsskader etter to år. Dermed ble det anbefalt å teste massene.

Det ble tatt ut 10stk. borkjerneprøver à Ø100mm som ble brukt for ITSR analyse og 6 stk. diameter Ø200mm for Wheel Track test fra samme felt og 3stk. diameter Ø200 fra felt 2. Alle prøvehullene ble lappet med asfalt etterpå.

3.1.1.3 Fv.755 Hp 2 km 6010 til km 11997 Utøy- Inderøy kommune

Vegen ligger i Utøy i Inderøy kommune med ÅDT 1700. Kart over området er vist i vedlegg 3. Asfalt på vegen ble lagt av type 70/100 Ab 11 hvor det ble bruk tilslag fra Steinkjer pukkverk vist i resept nr.15313321, vedlegg 2. Byggherre har opplevd steinslipp-problematikk på en annet parsell på samme veg med masse fra samme pukkverk Det ble tatt ut 10stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm og 6 stk. diameter Ø200mm fra felt1 og 3 stk. diameter Ø200 fra felt 2. Prøvene ble fylt tilbake med samme type masse.

3.1.1.4 Fv.86 Hp3 km 3797 Finnsnes Sentrum

Vegen ligger i Lenvik kommune i Troms med ÅDT 11350. Det ble lagt ut asfalttype SMA 70/100 Ska 16 av Veidekke industri AS den 19.05.2017 hvor det ble bruk tilslag fra Raipas, vist i resept 17029508, vedlegg 2. Området ble anbefalt av byggherreseksjon, Region nord pga. at byggherren har opplevd steinslipp-problematikk på vegen. Det er stor piggdekkslitasje i regionen som har ført til at vegen blir reasfaltert annet hvert år.

Statens vegvesen, Region nord har tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100 og 6 stk. diameter Ø200 fra felt 2 km 3797 og 3 stk. diameter Ø200 fra felt 1 km 3709.

3.1.1.5 Fv.862 Hp 54 km 500 – km 550 Langnestunnelen

Vegen ligger i Tromsø sentrum med ÅDT 6160. Det ble lagt ut asfalttype Ab16 PMB av Lemminkäinen Norge AS den 19.05.2016 hvor det ble bruk tilslag fra brukt fra Durasplitt, vist i resept nr. 16331085, vedlegg 2. Byggherre har registrert steinslipproblematikk fra aktuelle vegstrekningen. Feltarbeid ble gjennomført i samarbeid med Statens vegvesen, Region nord.

Pga. begrensning av tid og ressurser ble det ikke tatt borkjerner for ITSR. Det ble tatt ut 6 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm for WT tørr/våt fra felt 1 km 550 og 3 stk. diameter Ø200mm fra felt 1 km 500 for WT våt.

3.1.1.6 E8 HP 6 km 16118 – km 16124 Innfartsveien-Tromsøsvinger

Vegen ligger i Tromsø med ÅDT 6160. Et kart over området er vist i vedlegg 3. Området ble anbefalt av byggherre grunnet stor piggdekkslitasje som førte til at vegen måtte reasfalteres etter fire år.

Det ble lagt ut asfalttype 70/100 Ska 16 av YIT Norge AS i 2018 hvor det ble bruk tilslag fra Nordstone (Durasplitt), vist i resept 18331083 i vedlegg 2. Feltarbeid ble gjennomført i samarbeid med Statens vegvesen, Region nord. Vegen er en høytrafikkert veg med kun to kjørefelt, én i hver retning. Trafikken i sørgående retning ble stengt først og trafikken ble flyttet over på nordgående felt ved bruk av manuell trafikkdirigering. Samme metode ble brukt for å stenge vegen i nordgående retning for å ta prøver fra dette feltet.

Det ble tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm som ble brukt for å analysere ITSR, 3 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm for Wheel Track tørr, 3 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm for Wheel Track våt fra sørgående kjørefelt og 3 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm fra nordgående retning. Prøvehullene ble lappet tilbake til sin opprinnelige tilstand.

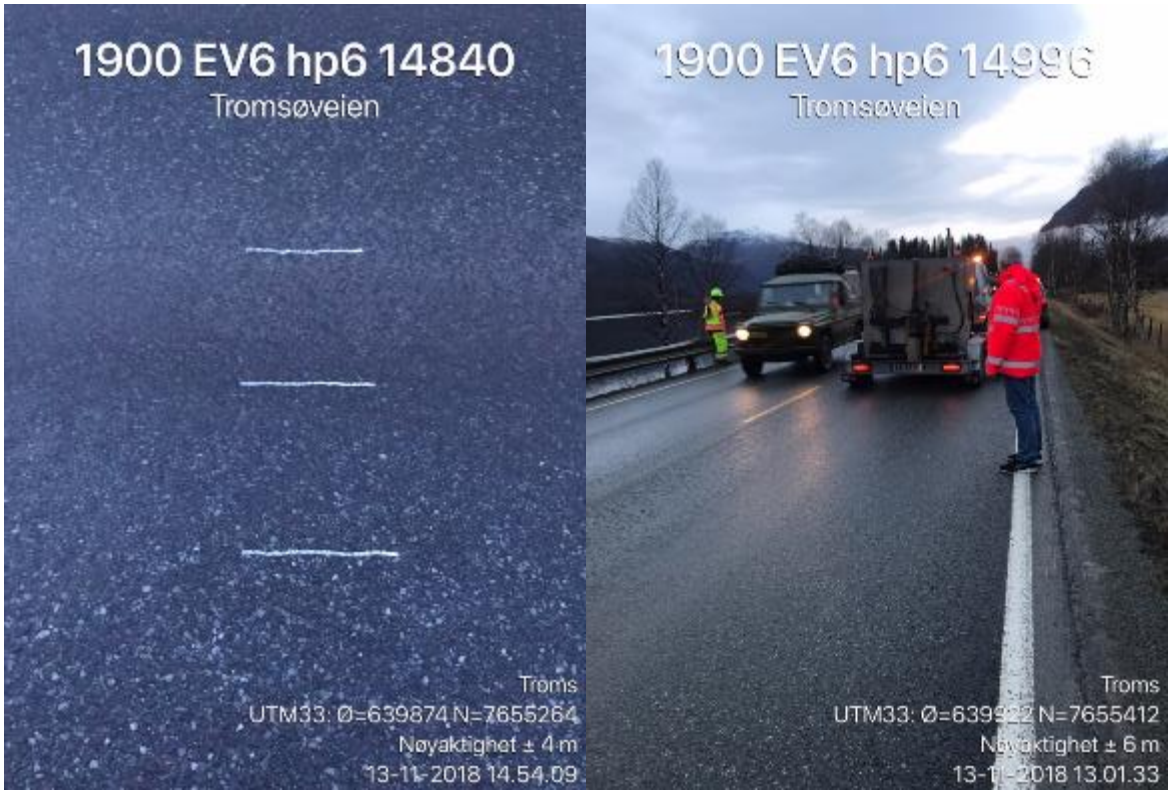
Bilde av prøvetaking vist i figur 27 nedenfor:

Figur 27: Statens vegvesen, Region midt hjelper med prøvetaking fra E8 Tromsø.

3.1.1.7 E6 Hp 5 km 14840 – km 14996 Vesleala- Elverum S

Vegen ligger i Bardufoss kommune med ÅDT 3450. Det ble lagt ut asfalttype Ab 16 av Lemminkäinen Norge as i 2017 hvor det ble bruk tilslag fra Ullsfjord/ Lødingen, vist i resept 17331134 i vedlegg 2. Feltarbeid ble gjennomført i samarbeid med Statens vegvesen, Region nord.

Feltarbeid ble gjennomført etter kravene til arbeidsvarsling, dvs. ett kjørefelt ble stengt av gangen og trafikken ble flyttet over på motgående felt ved bruk av skilting og manuell trafikkdirigering. Det ble tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm og 6 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm fra felt 2 Hp 6 km 14990, og 3 stk. borkjerneprøver diameter Ø200mm fra felt 1 Hp6 km14837. Nedenfor vises prøvetaking på E6 i figur 28.



Figur 28: Prøvetaking på E6 boret kjøres inntil de markerte punkter for Weel-Track

3.1.1.8 E10 Mølnarodden i Flakstad Hp 30 Km 31738 til Km 33280

Vegen ligger i Nordland i Flakstad kommune med ÅDT 960. Et kart over området er vist i vedlegg 3. Området ble anbefalt av byggherre grunnet steinslipp problematikk. Det ble lagt ut asfalt av type 160/220Agb 16 hvor det ble bruk tilslag fra Austpollen og Gullkista, vist i resept 15075301 i vedlegg 2. Feltarbeid ble gjennomført i samarbeid Statens vegvesen, region Nord. På grunn av god kapasitet var det mulig å med uttakning etter plan som vist på bildet 3.1.

Fra felt 1 km 11928 ble det tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm som ble brukt for å analysere ITSR, 4 stk. borkjerneprøver diameter Ø200 for Wheel-Track og 3stk. borkjerneprøver diameter Ø200 fra felt 2 som var fra et annet lass.

3.1.1.9 E10 Hp 26 svolvær km 10541 til km 12274

Vegen ligger i Nordland vest for Svolvær med ÅDT 1760. Et kart over området er vist i vedlegg 3. Området ble anbefalt av byggherre grunnet steinslipp problematikk. Det ble lagt ut 160/220 Agb 11hvor det ble bruk tilslag fra Austpollen og Gullkista, vist i resept 15075201 i vedlegg 2.

Fra felt 1 km 32794 ble det tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm som ble brukt for å analysere ITSR, 4 stk. borkjerneprøver diameter Ø200 for Wheel Track og 3stk. borkjerneprøver diameter Ø200 fra felt 2 som var fra et annet lass.

3.1.1.10 Fv.35 Hp 4 km 900 til km 1400 Revetal N –Svinevoll

Vegen ligger i Revetal i Re kommune med ÅDT 5500. Det ble lagt ut asfalttype 70/100 Ab 16 av Lemminkäinen Norge AS hvor det ble bruk tilslag fra Edelsplitt Lysitt, vist i resept 17316543 i vedlegg 2. Asfalten ble lagt ut i år 2017. Byggherre har opplevd store skader med steinslipproblematikk og innen garantitidens utløp ble asfalten frest bort og lagt på nytt. Området fra prøvetaking er vist på kartet i vedlegg 3. Feltarbeid ble gjennomført i samarbeid med Statens vegvesen, Region sør. Det ble tatt ut 10 stk. borkjerneprøver diameter Ø100mm og 6 stk. diameter Ø200. Laboratoriet hadde ikke nok kapasitet å ta flere prøver dermed fikk ikke mulighet å ta prøver fra et annet lass fra samme område.

4 Laboratoriearbeid

For å dokumentere hvordan bestandighet blir redusert med vann og trafikk ble det valgt å måle ITSR-test og Wheel-Track test i laboratoriet. For å gjennomføre de to testene ble det analysert bindemiddelinnhold, maksimal densitet, hydrostatisk overflatetørr densitet, geometrisk densitet for å regne ut bitumenfylt hulrom, hulrom og dimensjon hulrom. Laboratoriearbeid ble gjennomført på to forskjellige masser, lab-komprimerte masser ved asfaltverket og borkjerner fra feltarbeid.

4.1 Vannfølsom basert på ITSR

Laboratoriearbeid for indirekte strekkstyrke presenteres først for laboratoriet-komprimerte masse deretter uttatte borkjerneprøvene fra feltarbeid.

4.1.1 Fase 1: Laboratoriet-komprimert

Laboratorie-komprimerte masse ble valgt etter anbefaling av NAMet gruppen. 2 ulike masser ble analysert hvor forskjellen var at den ene typen var med vedheftingsmiddelet, amin mens den andre typen var uten. Begge massene var av type Agb11 hvor bitumen med gradering 160/220 er fra Nynas og vedheftingsmiddelet, amin fra PEAB Holmestrand, vist i resept 15011705110 i vedlegg 2.

Massene ble produsert slik at massen med amin-innhold har ca. 0,2-0,3% mindre bindemiddel enn uten amin, og 2-3% mer filler enn uten amin for å undersøke effekten av amin i asfaltmateriale. Steinmateriale var merket Solum 8-11 og kommer fra PEAB Asfalt Norge AS. Statens vegvesen, Region Øst har ikke komprimeringsutstyr for Wheel-Track Plater derfor har NCC vært behjelpelige med å lage Wheel Track-plater.

Laboratorie-komprimerte prøver var verksprodusert. Statens vegvesen, Region øst avd. Oslo mottok 20 treliters-spann hvorav 10 spann med amin og 10 spann uten amin,

For å analysere ITSR ble følgende testmetoder utført:

- Marshall slagkomprimering
- Densitet (hydrostatisk overflatetørr og geometrisk)
- Kondisjonering
- Etterkondisjonering
- Vannfølsomhet ved Indirekte Strekk

4.1.1.1 Marshall slagkomprimering

Marshall- metoden ble gjennomført i henhold til NS 12697-30 (2012b). Testen ble gjennomført i laboratoriet hos Statens vegvesen avd. Lillehammer. Asfaltmasse ble levert i spann som ble varmet opp i varmeskap på 145℃ i 3 timer.

Temperatur av prøven ble valgt etter bindemiddelsgrad 160/220 der komprimeringstemperatur er 135℃ og maks blandetemperatur er 155℃. Massen ble blandet godt på et splittebrett, deretter ca. 1180 ±10 (g) fylt i en 1-liter stålboller. Marshall-former ble også satt til kondisjonering til komprimeringstemperatur på 135℃ i 45 min. Oppvarmet massen ble deretter tatt ut av stålboller og fylt i oppvarmede slagstamper-former som ble lagret i varmeskap på 135℃, vist i figur 29.

Prøvemassen ble fylt i Marshall-former på ca.100 ± 0,3 mm indre diameter med tilhørende bunnplate. Prøvemassene ble komprimert i Marshall-former med 2x25 slag, dvs. 25 slag på hver side. Det ble laget 20 klosser som ble plassert i en plate med sylindriske skiver for lagring av prøve til avkjøling i romtemperatur til neste døgn, vist i figur 30. To av disse klossene skal brukes som reserve.

Figur 29: Prøvemasse blandet og varmet opp i varmeskap ved 135℃

Figur 30: Prøvemassen blir komprimert med Marshall-former. Johnny Stenshagen bytter side av prøven og plasserer på en plate med sylindriske skiver.

4.1.1.2 Densitet / hulrom

Hver kloss ble målt med skyvelære i henhold til metode 362 i håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (R210 Vegdirekoratet, 2016) som er utarbeidet etter NS 12697-30 (2012a) og NS 12697-29 (2002). Prøvene ble merket tydelig med malingspenn på fire parvis motsatte punkter. Dette, for å kunne gjenta målingen på de samme punktene etter kondisjonering i vann. Det ble målt fire høyder og fire diameter, for å kunne beregne middelverdi. Prøvene ble delt i to grupper av fem prøver hvor den ene lagret tørt og den andre kondisjonert som vått prøve. Alle prøvene ble vektet i luft (g) og vann (g) vist i figur 31 for å beregne dimensjonsdensitet.

Hydrostatisk overflatetørr måling ble gjennomført for å bestemme hulrom. Klossene ble senket ned i vann (en om gangen) med 20℃ hvor de lå i 3 til 5 min slik at vekten stabiliserte seg før vekting. Deretter ble prøven tørket med en fuktig klut før den ble veid overflate tørr.

Geometrisk densitet regnes ut ved formelen:

$$\rho_{\text{bgeo}} = \frac{m}{V}, \quad \frac{masse\ vekt\ i\ luft}{Volum}$$

hvor,

volum =

V= $\frac{\pi}{4} \times h \times d^2 \times 10^{-3}$

ρ_{bgeo}= prøvens densitet i Mg/m^3

m_1= masse tørr prøve vekt av kjerne nøyaktighet 0,1 g

h= snittet av høydemålingene av kjerne med nøyaktighet 0,1 mm

d= Snittet av diametermålingene av kjerne med nøyaktighet 0,1 mm

Hydrostatisk overflatetørr densitet regnes ut ved formelen:

$$\rho_d = \frac{m_1 \times \rho_w}{m_3 - m_2}$$

hvor

ρ_d = prøvens densitet i Mg/m^3

ρ_w = densitet til vann ved 25℃ (0,9971)

m_1= masse av tørr prøve med nøyaktighet 0,1g

m_2 =masse av prøve nedsenket i vann med nøyaktighet 0,1g

m_3 = masse av prøve i fuktig tilstand med nøyaktighet 0,1g

Hulrominnhold:

Luftfylt hulrom beregnes på grunnlag av maksimumsdensitet (ρ_m) og prøvens densitet (ρ_b) (R210 Vegdirekoratet, 2016):

$$Vm = \frac{\rho m - \rho b}{\rho m} \times 100\% \quad \text{(V/V)}$$

hvor:

V_m = er innhold av luftfylt hulrom i prøvelegemet i % (V/V)

ρ_m= er maksimumsdensitet for prøvelegemet i kg/m^3

ρ_b = prøvens densitet i kg/m^3 (kondisjonering)

Figur 31: Densitet målt med skyvelære, vekt i luft (g), vekt i vannet (g) og overflate tørr vektet.

4.1.1.3 Kondisjonering

Kondisjonering ble gjennomført etter NS 12697-12 (12697-12, 2008) hvor klossene ble delt i to grupper, tørr og vått. Tørrklosser ble lagret på flatt underlag ved romtemperatur 20±5℃ mens våte klosser ble klargjort til vakuumering. Klossene ble plassert på den perforerte hylle i vakumskap (eksikkatoren) ved 20±5℃ som ble flyt med rent vann minst 20mm over toppflaten på klossene.

Vakumskapet ble programmert til atmosfæretrykk på 6,7±0,3 kPa i løpet av 10±1 min. Trykket ble hevet sakte til programmerte atmosfæretrykk og be beholdt i 30±5 min deretter lå prøveklossene ytterligere 30±5 min i vannbadet, vist i figur 32.

Vannmettet prøveklosser ble tatt ut fra vannet og det ble målt høyder og diameter på markerte plasser med skyvelære ihht NS 12697-6 (12697-6, 2012) og NS-EN 12697-29 (2002) for å få svelling og prosentvis økning av volum etter vakuumering.

De våte prøveklosser ble plassert i vannbad etter vakuumering ved (40 ±2) ℃ for 7 døgn ±5 timer, vist i figur 33.

Figur 32: Klosser plassert i vakumskap under vann med atmosfæretrykk på 6,7 kPa

Figur 33: Johnny Stenshagen setter prøveklossene i vannbad for 7 dager i 40℃

Etterkondisjonering ble gjennomført etter punkt 5.4 (12697-12, 2008). Prøven ble tatt ut fra av vannbad og hvilte 30 minutter i romtemperatur før de ble veiet og målet høyder og diameter på nytt.

Klossene ble tempererte (teste temperatur) våte prøveklossene i vannbad 10±1 ℃ og tørre prøve i klimaskap. Temperatur ble kontrollert regelmessig. Prøven ble temperert i 4 timer i vannbad og Klimaskap vises i figur 34.

Figur 34: Våte klosser temperert i vannbad på 10℃ før testing. Temperatur kontrolleres kontinuerlig.

4.1.1.4 Vannfølsomhet ved Indirekte strekkstyrke

Analysen ble gjennomført etter prosedyre i henhold til håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (R210 Vegdirekoratet, 2016) hvor alle klossene ble testet innen 2 minutter etter at hver kloss ble tatt ut fra temperering i vannbad eller varmeskap. Våte klosser ble overflatetørket med klut før testing. Klossen ble plassert i midten av testhodet i en marshallpresse for å få en jevn belastning, vist i figur 35. Klossen ble presset med deformasjonshastighet (50±2) mm/min. Belastningen stopper etter maksimal last er nådd og kurver begynner å avta.

Figur 35: Testing for Indirekte Strekkstyrke ITS

4.1.2 Fase 2 og 3 (Nylagt asfaltdekke og to til tre år gamle dekke)

Det ble analysert 90 stk. borkjerneprøver i laboratoriet hos Statens vegvesen Region øst avd. Lillehammer. Samme testemetoder ble benyttet som ble brukt i kapittel 0 dermed nevnes kun de metodene som er enten nye eller brukt annerledes i dette kapittelet.

Tykkelse til borkjerneprøvene er målt mellom definerte lagskillelinjer i borkjerneprøvene. I vår tilfelle ble øverste laget (slitelaget) som ble målt tykkelsen av. Alle borkjernene ble merket godt med et nummer, saget, vasket og lagret for tørking over natten.

Alle prøver ble saget i lagskillet, toppen av borkjene ble beholdt.

Borkjerner ble analysert med hensyn på bindemiddelinnhold og korngradering i ekstraksjonsmaskin og maksimumsdensitet ble målt (stålpyknometer og vann) for å regne ut hulrominnhold.

For å utføre ITSR test av borkjerner ble følgende testmetoder utført:

- Densitet (hydrostatisk overflatetørr og geometrisk målt)
- Kondisjonering
- Etterkondisjonering
- Vannfølsom ved Indirekte Strekk
- Maksimumsdensitet med stålpyknometer og vann
- Bindemiddelinnhold og korngradering i ekstraksjonsmakin

4.1.2.1 Densitet / Hulrominnhold

Det ble målt hydrostatisk overflatetørr densitet og målt geometrisk densitet og regnet ut hulrominnhold. Analysemetoden i kapittel 4.1.1.2 ble benyttet.

4.1.2.2 Kondisjonering

Metode for kondisjonering vist i 4.1.1.3

Etter kondisjonering ble gjennomført i henhold til metode 375 i håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (R210 Vegdirekoratet, 2016). Borkjerner ble delt i to grupper hvorav den ene gruppen består av asfalt med bitumen 70/100 eller hardere som ble testet ved 15 ±2 ℃ mens den andre gruppen består av asfalt med bitumengraden mykere enn 70/100 som ble testet ved 10±2 ℃, vist i Figur 39Figur 39. Tørrlagret borkjerner med bitumengrad 70/100 ble pakket i plastposer og plassert i vannbad, vist i figur 36 og borkjerner med bitumensgrad mykere enn 70/100 ble plassert i temperaturskap ved 10 ℃.

Figur 36: Tørrlagret borkjerner pakket inn i plastposer plassert i vannbad ved 15℃ og våtlagret borkjerneprøver delt i to vannbadet ved 10℃ og 15℃ vann

4.1.2.3 Indirekte Strekstyrke

Metoden er beskrevet i kapittel 4.1.1.4.

4.1.2.4 Maksimumsdensitet med stålpyknometer og vann

Analysen ble gjennomført i henhold til metode 363 i håndbok R210 Laboratoriearbeid. (R210 Vegdirekoratet, 2016)

«Ved maksimumsdensitet ved bruk av pyknometer og vann (volumetrisk prosedyre), måles prøvevolumet som det volumet vann prøven fortrenger i et pyknometer», s.272 (R210 Vegdirekoratet, 2016).

Testen ble analysert med 18stk. borkjerner hvor 2 borkjerner (en fra tørr- og en fra våt serie) ble tatt fra hver av de 9 utvalgte vegstrekningene. Borkjernene ble tørket opp i 110±5℃ i 20 min deretter ble prøven smuldret opp i grove partikler på et bakepapir mens de fremdeles var varme, vist i figur 37. Borkjerner ble avkjølt i romtemperatur før de ble veid sammen med pyknometer. Det ble fylt med destillert vann til ca.3cm under toppen av pyknometrene og alle luftbobler fjernes. Borkjernene ble satt inn i vakuumskap og satt på resttrykk på 4kpa. i ca. 15 minutter deretter ble pyknometrene satt i vannbad med temperatur på 25±0,5℃ hvor de lå i omtrent 20 minutter, vist i figur 37. Det ble sett inn spruteflaske med destillert vann og glasslokket til tempererte vannbadet. Pyknometerne1 ble overført til arbeidsbenken og fylt opp med temperert destillert vann så fult at vannet begynner å renne over pyknometrene. Lokket ble fjernet og en kunne se at det var ikke mer luftbobler under lokket. Visuell kontroll ble tatt, pyknometrene med masse ble vektet og notert i m_3.

Maksimumsdensitet regnes ut med formel:

$$\rho_{mv} = \frac{(m_2 - m_1)}{10^6 \times V_p - (m_3 - m_2)/\rho_w}$$

ρ_{mv} = er maksimumsdensitet av det bituminøse materialet, som bestemt ved den volumetriske prosedyren (Mg/m^3)

m_1 = er masse til pyknometeret medregnet toppstykke og klemmer(g)

m_2 = er masse til pyknometeret medregnet toppstykke, klemmer og prøven (g)

m_3 = er masse til pyknometeret medregnet toppstykke, klemme, prøven og vann (g)

V_p = er volumet til pyknometeret, når det fylles til referansepunkt(m^3)

P_w = er vannets densitet til nærmeste 0,0001 Mg/m^3

Figur 37: Massen smuldret i grovpartikler og fylt i pyknometrene som senere ble plassert i vannbad

4.1.2.5 Bindemiddelinnhold og korngradering med ekstraksjonsmakin

Analysen ble utført med 18 borkjerner i henhold til metode 351 i håndbok R210 Laboratorieundersøkelser (R210 Vegdirekoratet, 2016) hvor metoden ble brukt for å bestemme bindemiddelinnhold og korngradering i borkjernene. Dette gir oss bitumenfylt hulrom og hulrom i steinmaterialer.

Alle prøve ble registrerte og veid sammen med prøvesylinder med lokk (masse m_{ss}) og sentrifugekopp med papir (masse m_{se}) som vist i figur 38. Sentrifugekopp montert i sentrifuge, ble de satt i romtemperatur for avkjøling. Deretter massen ble veid med prøvesylinder og prøve (masse m_{ss+pr}). Prøven ble plassert i prøvesylinder og sentrifuge montert i ekstraksjonsmaskinen.

Etter prøven er ferdig i ekstraksjonsmaskinen. Veid avkjølt prøve med steinmateriale og lokk (masse m_{ss+st}). Steinmateriale ble tatt ut av sylinderne og helt over siktesatsen. Massen ble siktet maskinelt i 15 min i siktemaskin og hvert sikt ble summasjonsveid.

Gjenværende filler i bunnpannen ble overført til sentrifugesylinder bli veid (m_{se+fi}).

Totalmassen av steinmaterialer m_{st} beregnes etter følgende formel:

$$M_{st} = (m_{ss+st} - m_{ss}) + (m_{se+fi} - m_{se})$$

Formel for å beregne bindemiddelinnholdet B:

$$B = \frac{100\times((m_{ss}+p_r-m_{ss})-m_{st})}{m_{ss}+p_r-m_{ss}}$$

hvor

B= løselig bindemiddelsinnhold i %

M_{ss+pr} = masse av prøvesylinder med tørket prøve

Bitumenfylt hulrom (VFB v/v) beregnes fra bindemiddel innhold (B)%, hulrom i mineraltilslaget VMA %, rom densiteten av prøve (ρ_b Mg/m^3) og bindemiddel densitet (ρ_b).

$$VFB = \left(\frac{\left(BX\frac{\rho b}{\rho B}\right)}{VMA}\right)X100\%$$

Figur 38: Massen veies og klargjøres for plassering i ekstrasksjonsmaskinen.

4.2 Wheel-Tracker Test, tørr og våt

Det ble analysert 24 stk. prøver tørr og 49 stk. prøver våt for å teste vannfølsomhet av asfaltmassen. Analysen ble gjennomført i henhold til NS-En 12697-22 (12697-22, 2003) i laboratorie i Statens vegvesen, Region øst avd. Oslo. Utstyret som var benyttet for testen var Double Wheel-Tracker (DWT). Hovedkriteriet for å velge et utstyr er at dette utstyr fyller CEN`s forslag til metodebeskrivelse av Wheel-Track test og DWT fyller de kravene. Det er et velkjent og godt brukt metode i USA hvor det brukes Hamburg Wheel-Track (HWT). Mange vitenskapelig litteraturstudie er gjennomført om HWT dermed skal HWT brukes som en referanse i dette studie for å analysere prøver.

Litt om utstyret, Double Wheel-Track (DWT)

Statens vegvesen, Region øst har kjøpt nytt utstyr for å måle deformasjon i asfaltdekke. Utstyret heter Double Wheel Tracker (DWT) levert av Controls (Italiensk produsent), vist i figur 39. DWT tilfredsstiller krav til NS-EN 12697-22, og Hamburg AASTO T324 unntatt følgende 2 punkter:

- Prøven kan teste i tørr og våt for EN og våt for AASTO Standard
- Gummihjul har diameter 203×50 mm bredde og stålhjul diameter 202×47

Figur 39: Double Wheel Tracker (DWT)

Utstyret har kapasitet til å kjøre to prøver samtidig med mulighet til å teste i luft og vann. Prøvene belastes med et gummihjul med diameter 203 og bredde 50 som beveger frem og tilbake på prøven.

Utstyret har følgende egenskaper:

- Vekt i hjul 700/705 N justerbar opp til 1500 N
- Gummihjul har 200mm dia. ×50mm brede
- Hastighet og presisjon opp til 80±0,5℃
- Hjulene som virker på prøven blir beveget 230mm fremover og bakover
- Temperatur kan justers fra 40 til 60℃ ettter (EN)13108-20
- Mulighet å teste prøve plater 300×260 mm min og borkjerne 300mm dia

Testtemperatur

I asfaltkontrakter i Norge brukes 50℃ temperatur som standard temperatur for Wheel-Track test men det er ikke et krav (dvs. annen testtemperatur kan velges). Det er lurt å velge en rimelig temperatur som opptrer for norske forhold som kan forventes i asfaltdekke på vegen.

I standard «Bituminøse masse – materialspesifikasjoner» (EN) er testetemperatur beskrevet i tabell D.1 (testvilkår for Wheel-tracking test) under kapital D.6 . I følge dette kan Wheel-Track teste med temperatur 45℃, 50℃ eller 60℃ for tørr prøver.

I USA brukes forskjellige temperaturer mellom 40℃ og 50℃ i forskjellig stater, avhengig av bitumen PG klasse (Performance Grades).

Valg av temperatur til prøvetesting i dette studiet ble tatt etter en faglig vurdering ut ifra asfalts bitumengradering (mykningspunkt). Ut i fra dette ble det brukt testetemperatur 40℃ for myke bindemiddel (160/220), 50℃ for stive bindemiddel (70/100) og 60℃ for bindemiddel med PMB.

Rapportering

Sluttresultat for Wheel-Track, tørr og våt etter NS-EN 12697-22 (12697-22, 2003) skal registrere med data som vist i tabell 3.

Tabell 3: Rapporteringsdata for Wheel-Track resultater

Tørr	Våt	Obligatorisk data
X		Sporutviklingsrate WTS (mm 10^3 /syklus) for individuelle prøve legemer (1 syklus 2 passeringer)
X	X	Gjennomsnitt av sporutviklingsrate WTS (mm 10^3/syklus) hver gruppe to eller flere
X		Proporsjonal spordybde PRD (%) ved 10 000 sykluser for hver individuell prøve legemer
X	X	Gjennomsnitt av Proporsjonal spordybde PRD (%) ved 10 000 sykluser
X		Spor dybde RD (mm) ved 10 000 sykluser for individuelle prøvelegemer
X	X	Gjennomsnitt spordybde RD (mm) ved 10 000 sykluser

Sporutviklingsrate, tørr og våt med 10 000 belastningssykluser (1 sykluser=2 passeringer): Starter etter konsolideringsfaser og slutter steinslipproblematikk stripping starter. I denne fase begynner spordybde å øke jevn på grunn av viskøs strømning.

Beregnes som:

$$WTS1 = \frac{d_{10\,000} - d_{5\,000}}{5}$$

der:

WTS1$_{(tørr/våt)}$ sporutviklingsrate (WTS $_{tørr/våt}$) i mm per 10^3 belastningssykluser.

$d_{5\,000}$ $d_{10\,000}$ er spordybden etter 5 000 sykluser og 10 000 sykluser i millimeter(mm).

Sporutviklingsrate, våt med 20 000 belastningssykluser:

Beregnes som:

$$WTS2 = \frac{d_{20\,000} - d_{10\,000}}{10}$$

der:

WTS2$_{våt}$ Sporutviklingsrate (WTS$_{våt}$) i mm per 10^3 belastningssykluser.

$d_{10\,000}$ $d_{20\,000}$ er spordybden etter 10 000 belastningssykluser og 20 000 belastningssykluser i millimeter(mm).

4.2.1.1 Fase 1: Laboratoriekomprimerte

Prøvelaging metode ble gjennomført i henhold til NS-EN 12697-22 (12697-22, 2003) og NS-EN 12697-33 (EN, 2003). Statens vegvesen har ikke komprimeringsutstyr dermed ble prøvetillagingen utført i NCC-laboratorie. Det ble laget 260X300mm plater som er 40mm tykke og ferdigkomprimert med 3,5% hulrom hvor 4 stk. Wheel Track prøver var med amin og fire uten. Prøvene ble komprimert med dynamisk komprimering ihht prosedyre i NS-EN 12697-33 (EN, 2003).

Analysen ble utført ihht NS-EN 12697-22. Prøvene ble analysert i 40 graders temperatur og 10 000 sykluser (20 000 passeringer). Våt prøve med amin ble valgt å kjøre med 20 000 sykluser (40 000 passeringer) for å se steinslipproblematikk (stripping Point (SIP)).

Måling av densitet/hulrominnhold: Det ble målt geometrisk densitet og hydrostatisk overflatetørr densitet der maksimum teoretisk densitet brukt fra resept 15011705110 (vist i vedlegg 2) for å regne ut hulrom. Metoden er beskrevet i kapittel 4.1.1.2.

Kondisjonering: Kondisjonering av prøven ble uført etter metode 8.3.1 i NS-EN 12697-22. Tørr prøver ble forvarmet ved 40℃ i 8 timer før testing. Testen pågikk i ca. 6 timer med 20 000 passeringer. Våt prøver forvarmet i 40℃ i 1 time før testing.

Wheel-Track test: Prøven uten amin ble testet med 20 000 passeringer som tok ca. 6 timer, men ingen steinslipproblematikk knekkpunkt ble vist i kurven. En masse som har

vedheftningsmiddel (amin) i utgangspunkt er bedre dermed ble det tatt en beslutning å prøve med amin skal testes til 40 000 passeringer.

4.2.1.2 Fase 2 nylagt dekke og fase 3 dekke fra to til tre år gamle

Analyse ble gjennomført etter EN- 12697-22, det ble testet «etter Lite prøveutstyr» i metodebeskrivelsen. Det ble testet 68 borkjerner fra strekninger vist i tabell 2. Fra tok ut 3 parallelle borkjerner for hver prøve (tørr lass 1 og våt lass 1/ lass2), på grunn av tidskapasiteten fikk testet kun to paralleller, unntatt de parallellene har stort avvik fra hverandre.

Laboratoriearbeidet gjennomført fra 28.01.2019 til 29.03.2019. Alle borkjerner ble kapet i lagskillet ca. 40mm tykkelse følge 7.1.1.2 EN- 12697-22. For å ha kontroll og ryddige data, registrete i Statens vegvesen kontrollplan og rapportering program Labsys/kvalink. Borkjerner ble testet med Prøvens densitet hydrostatisk overflatetørr og geometrisk densitet for hulrominnhold og Wheel Track Tørr og våt. Tørr prøver ble testet til 20 000 passeringer og våt til 40 000 passeringer for å bedømme asfaltmassens vannfølsomhet.

Densitet: Hydrostatisk overflatetørr analyse ble gjennomført etter punk 4.1.1.2, prøven ble vasket målt i vann (g) deretter tørket med en klut og målt som overflatetørr (g). Dagen etter ble målt høyde diameter i 8 punkter vises i figur 40. Ut ifra målinger so regnes ut geometrisk målt densitet.

Figur 40: Borkjerner vasket, merket med kjøreretning og prøve nummer og lät dem å tørke i romtemperatur overnatta

Wheel-Track prøver ble merket med kjøreretningen og for å montere riktig ved testing slik at belastingshjulet følger kjøreretningen. Det tok bilder av alle borkjerner. overflate ble pakket med plast for å beskytte under støpning av gips. Prøvene ble plassert i former deretter ble formen fylte med gips som tørkes over natt vises i figur 41.

Figur 41: Prøver plassers i former og støpet av gips

Prøvene tatt ut fra former og plast fjernet fra toppen, deretter ble prøven monterte i maskin slik at kjøre belastingshjulet følger kjøreretningen. Former skal festes med skurer slik at borkjerne ikke skal bevege seg under testing, som vist i figur 42. kondisjonering av tørr prøver i luft 8 timer og kjøringstid 6 timer, våt prøver 1 time i vann og kjøringstid 16 timer med utvalgt temperatur.

Figur 42: kjøre plast fra toppen og montere former i DWT maskin

Det har vært en utfordring med gips type, for tørr WT prøver brukes sparkelmassetype med lav krympe men dette begynte å løse med vannet som skaper mye vaske arbeid. Dette skapte ca. en uke forsinkelser med lab-arbeid. Det ble bestilt en ny type gips som inneholder betong

I Svinesundsparken ble det ekstra borkjerner for å prøve forskjellige kondisjoneringsmetoder som vakuum. Det har ikke vært mulig. Prøven skal støpes i gips for den skal testes i WT, tørkingstid for gips er over natt som tørkes prøven også. Det var

samme med betong støping. Den nye var bedre, men krever like mye tørke tid. Prøver fra Svinsundsparken ble testet som standard bare med forskjellige gips.

5 Resultater

I dette kapittelet vil resultater og tolking av resultater fra laboratorieforsøkene bli presentert. I delkapittel 5.1 presenteres resultatene fra laboratoriekomprimerte materialer (fase 1), delkapittel 5.2 for nytt utlagt dekke fra veg (fase 2) og delkapittel 5.3 for to til tre år gamle dekker (fase 3). Norske retningslinjer setter ikke krav til ITSR for varmasfalt eller Wheel-Track våt og derfor er ikke resultatene vurdert med hensyn til godkjent eller ikke godkjent. Det er lagt vekt på forskjell mellom tørr og våt prøver.

Resultatene fra laboratoriearbeidet er vises i tabeller og stolpediagram. For noen resultater viser stolpediagrammene et «feilfelt» som viser maksimums- og minimumsverdier for den gitte analysen.

Det ble også gjennomført t-test i regnearket Excel på de testresultatene der det er mulig å analysere flere parallellprøver og hensikter er å vurdere eventuell signifikant forskjell mellom testresultatene.

Ved gjennomføring av t-test ble prøveresultatene antatt å være tosidig med to ulike varianser. For å undersøke økende forskjell fra en prøve, prøvene antatt å være ensidig parvis utvalg.

Resultatene fra t-test ble tolket med signifikansnivå 95%. Dette signifikantnivået ble valgt som akseptnivå for å forkaste null-hypotesen om at resultatene fra forskjellige analyser er like. Når sannsynligheten (p-verdien) fra t-testen er mindre enn 0,05 kan da null-hypotesen forkastes og gjennomsnittsverdiene er da signifikant forskjellige med 95% sannsynlighet. Det er fordelaktig med minimum 10 parallelle verdier, men det er mulig å gjøre analyse med et lavere antall, men da øker også usikkerhet i analysen.

5.1 Fase 1: Laboratoriekomprimerte masser

I fase 1 ble ITSR-verdier målt for 18 prøverklosser med diameter Ø100. Materialtypen var Agb 11 med bitumen 160/220 og prøver både med og uten amin ble undersøkt. Massen med amin hadde 0,2-0,3% mindre bindemiddel og 2-3% mindre filler enn massen uten amin.

Analyse ble gjennomført etter prosedyre beskrevet i kapittel 4.1.1. Bindemiddelinnholder for prøvene er 6,2% og maksimalt teoretisk densitet ρ_{mc}=2,4 (Mg/m3) (se resept 15011705110, vedlegg 2). Prøveklossene ble laget med mindre kompaktering (25 slag i Marshallstamper) enn normalt for å gi et høyere hulrom. ITSR-testen ble gjennomført etter 7 dagers kondisjoneringstid, der klossene er lagret ved 40℃ vannbad.

Veiteknisk institutt har utført rulleflasketest og har fått følgende resultater (se vedlegg 6):

Tabell 4: Rulleflasketest resultater for prøver med og uten amin

Timer	Dekningsgrad i prosent	
	Med amin %	Uten amin %
4	90	65
24	60	10
48	40	0

5.1.1 Vannfølsom ved Indirekte strekk

Gjennomsnittlige resultater av fire parallelle prøver er vist i tabell 5. Vannabsorpsjon er målt ut ifra geometrisk volumøkning før og etter kondisjonering, hulrommet er bestemt ut fra hydrostatisk overflatetørr densitet, bitumenfylt hulrom er bestemt ut fra hydrostatisk overflatetørr hulrom og bindemiddelinnhold og geometrisk hulrom ut fra måling av dimensjoner for prøveklossen.

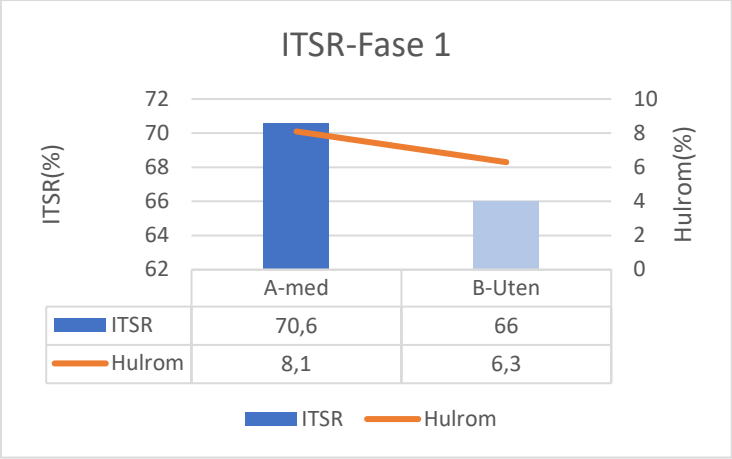
Tabell 5: Fase 1 gjennomsnitt verdier for hulrom resultat

Agb 11 Hulromsmålinger (%)								
Amin	Bitumen	Test-temperatur	Vann-abs. (%)	Hulrom (%)		Bitumenfylt hulrom (%)		Geom. hulrom (%)
A-med	Agb11 160/220	10℃	3,3	8,1*	2,0-6,0**	62,8*	70-85**	10,9
B-uten	Agb 11 160/220	10℃	2,6	6,3*	2,0-6,0**	68,5*	70-85**	9,4

***Lab-målt**

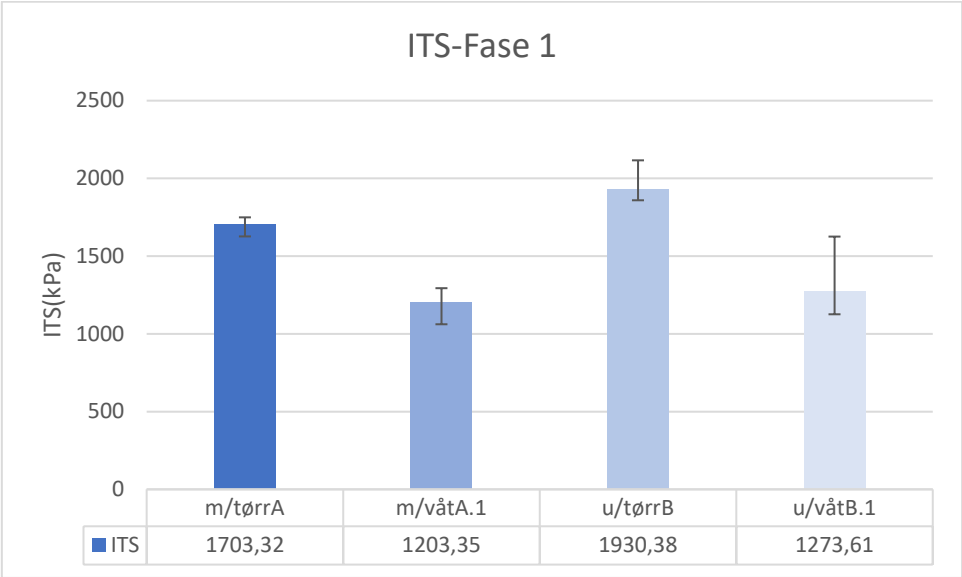
**** Krav fra asfaltretningslinje**

Oppsummering av ITSR-verdier og hulrom måling for materialer med (prøve A) og uten amin (prøve B) er vist i figur 43:



Figur 43: ITSR-verdier med og uten amin

Gjennomsnittsverdier for ITS for materialer med og uten amin er vist i figur 44. Verdiene er gitt for tørre prøver og for prøver lagret i vann.



Figur 44:Gjennomsnittlige verdier for ITS masse A og B

Tabell 6 viser resultatverdier av t-testen fra ITS, der det ble undersøkt tørr med tørr og våt med våt.

Tabell 6: Statistisk test av ITS målerverdiene for fase 1

T-test verdier for ITS	
tørr A-B	0,006
våt A1-B1	0,47
m/amin A-A1	0,0003

u/amin B-B1	0,0005

Våt prøver med og uten amin er ikke signifikant forskjellige, derimot en signifikant forskjell mellom tørr prøver m/u amin. Prøvene med amin tørr/våt og uten amin tørr/våt er signifikant forskjellige.

Analyserapporten fra ITSR-test av Fase 1 vises i vedlegg 4.

5.1.2 Wheel -Track Test

Nedenfor er resultater fra laboratorietillagede prøver vist. Prøveserie A er med amin og prøveserie B uten amin. Prøvene blir presentert med hulrom fra hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk hulrom fra densitet målt med skyvelære.

Wheel-Track test ble gjennomført ved 40℃. Wheel-Track resultatene er gjennomført etter NS-EN 12697-22 og følgende ble registrert:

- maksimal spordybde
- proporsjonal spordybde PRD (%)
- sporutviklingsrate WTS (mm/10^3) (1 syklus er 2 passeringer)

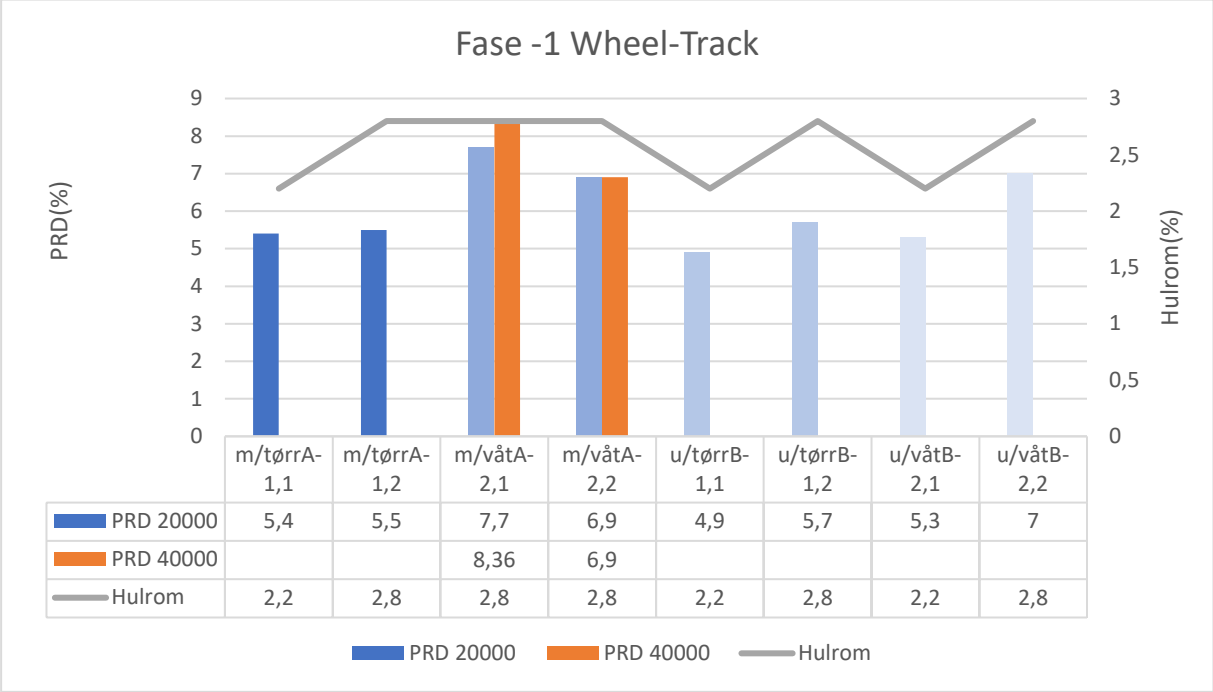
Prøver med amin er kjørt med 40 000 passeringer når de er testet vått.

Oppsummering av resultater for hulrom og Wheel-Track vises i tabell 7 .

Tabell 7: Resultatene av hulrom målinger og Wheel-Track test Fase 1

Fase 1 Wheel-Track						
Amin	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geomet. hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10^3)**
m/tørrA-1,1	20 000	2,2	8,1	2,18	5,4	0,045
m-tørrA-1,2	20 000	2,8	8,4	2,27	5,5	0,051
m/våtA-2,1	20 000	2,8	8,1	3,08	7,7	0,052
	40 000	-	-	3,36	8,36	0,02
m/våtA-2,2	20 000	2,8	7,2	2,50	6,9	0,052
	40 000	-	-	2,80	6,9	0,028
u/tørrB-1,1	20 000	2,2	8,8	1,97	4,9	0,031
u/tørrB-1,2	20 000	2,8	6,1	2,29	5,7	0,051
u/våtB-2,1	20 000	2,2	8,8	2,13	5,3	0,043
u/våtB-2,2	20 000	2,8	6,1	2,83	7,0	0,065

Figur 45 oppsummering resultatene for proporsjonal spordybde (PRD%) med etter 20 000 passeringer for våt/tørr og våt m/amin opptil 40 000 passeringer. Hulrom (%) for prøvene er også vist i figuren.



Figur 45: Oppsummering av PRD med Hulrom verdier for fase 1

Statistikk test (t-test) for Wheel-Track test av PRD (%) etter 20 000 passeringer vises i tabell 8:

Tabell 8: Statistisk test av PRD måler verdiene for fase1

T-test verdiene for Wheel-Track test	PRD
m/tørr og m/våt A1-A2	0,13
m/tørr og u/tørr A1-B1	0,77
m/våt og u/våt A2-B2	0,34
u/tørr og u/våt B1-B2	0,30

Resultatene av t-test viser at proporsjonal spordybde for lab-komprimerte masse tørr og våt m/u amin er ikke signifikant forskjell. Våt med amin og våt uten amin er ikke signifikant forskjell mellom PRD-verdien med 20 000 passeringer. Det er ikke signifikant forskjell mellom PRD-verdien med Prøvene tørr med amin og tørr uten amin.

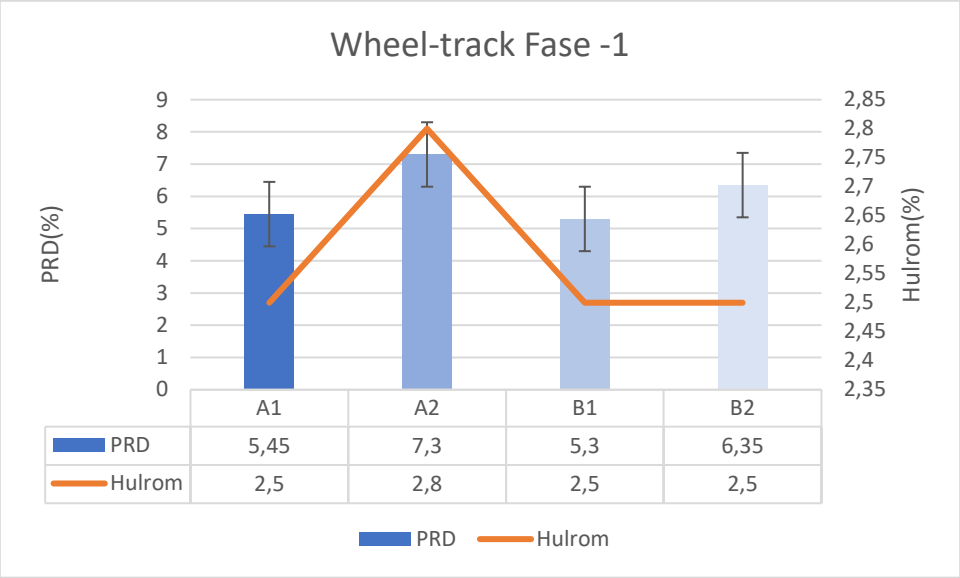
Tabell 9 viser Statistikk t-test av resultat for PRD ved 20 000 - 40 000 passeringer, sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer).

Tabell 9: Statistisk test av PRD og WTS våt med amin opptil 40 000 passeringer fase1

T-test verdiene for Wheel-Track test	PRD	WTS
våt A2	0,25	0,05

Resultater av t-test viser at det er ikke signifikant forskjell av proporsjonal spordybde fra (10 000 – 20 000) passeringer og fra (20 000 – 40 000) passeringer. Stigningsrate fra (10 000 – 20 000) passeringer og fra (20 000 – 40 000) passeringer er ikke signifikant forskjellig, men dem kan også være signifikant forskjellig.

Oppsummering av Proporsjonal spordybde (%) og hulrom (%) fra fase 1 er vist i figur 46:



Figur 46: Gjennomsnitt av PRD og hulrom for Wheel-Track test for fase 1

Den fullstendig analyserapporten fra laboratoriet for testing av Wheel-Track for fase 1 vises i vedlegg 5.

5.2 Fase 2 Nylagt dekke

5.2.1 Vannfølsom ved indirekte strekk

I fase 2 ble det analysert 30 borkjerner med diameter Ø100mm fra nylagte dekker. Analysene ble utført etter prosedyre beskrevet i kapittel 4.1.2.

Gjennomsnittlig bindemiddelinnhold målt i automatisk ekstraksjonsmakin og maksimumsdensitet målt med stålpyknometer og vann er vist i tabell 10. Verdiene ble brukt for å regne ut hulrom, bitumenfylthulrom og geometrisk hulrom.

Tabell 10: Gjennomsnittsresultat av bindemiddelinnhold og maksimum densitet for fase 2

Nylagt Dekke						
Strekning	**Bitumen**	**ÅDT**	**Bindemiddel-innhold (%)**		**Maksimum densitet (Mg/m³)**	
A-Svinesundsparken	Ab16 PMB 65/105-80	>5000*	5,2**	5,35***	2,542**	2,532***
B-Fv.755 Hp.6 Mosvikvegen i Inderøy	160/220 Agb11	250	6,0**	5,51***	2,454**	2,483***
C=E8 Innfartsveien-Tromsøsvingen	70/100 Ska16	6160	5,8**	6,19***	2,52**	2,516***

***ÅDT antatt**
****basert på resept**
***** Laboratorieanalyserte verdier**

Gjennomsnittlige analyseresultater er vist i tabell 11 for følgende parametre:

- hulrom
- målinger vannabsorpsjon målt ut ifra geometrisk volum økning før og etter kondisjonering,
- hulrom fra hydrostatisk overflatetørr densitet
- bitumenfylthulrom fra bindemiddelinnhold og hydrostatisk overflatetørr hulrom
- geometrisk hulrom med geometrisk densitet.

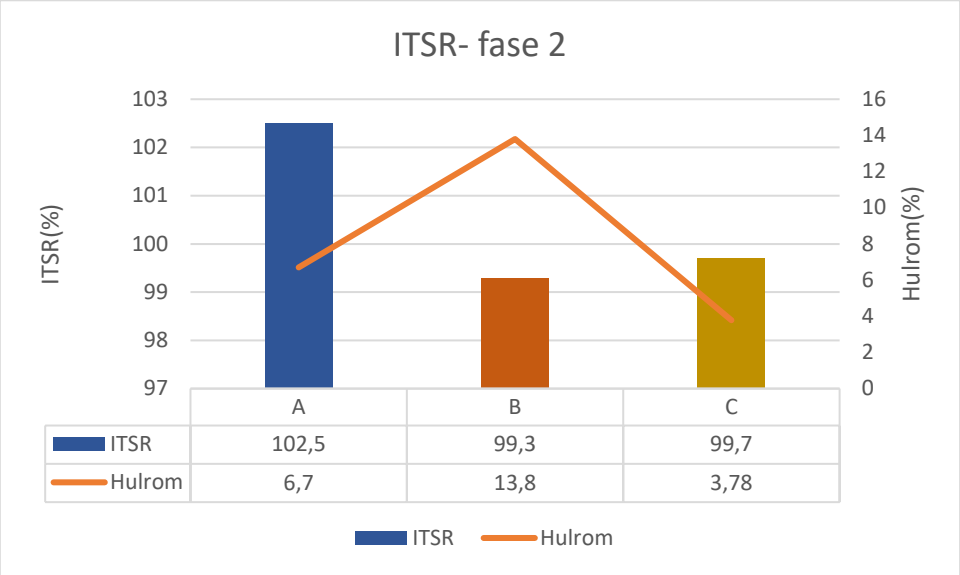
Tabell 11: Fase 2 gjennomsnitt verdier for hulrom

Nylagt dekke								
Strekning	**Bitumen**	**Test-Temper-atur**	**Vann-abs.**	**Hulrom (%)**		**Bitumenfylt hulrom (%)**		**Geom. hulrom (%)**
A-Svinesund-parken	Ab16 PMB	15℃	1,23	6,7*	2,0-6,0**	62,9*	72-86**	11,1
B-Fv.755 Hp.6 Mosvikvegen i Inderøy	160/220 Agb11	10℃.	3,4	10,4*	2,0-6,0**	54*	70-85**	13,8
C=E8 Innfartsveien-Tromsøsvingen	70/100 Ska16	15℃.	0,06	0,8*	2,0-6,0**	95,2*	71-89**	3,78

***Resultatene basert på lab-testet maks. Teoretisk densitet og bindemiddinnhold**

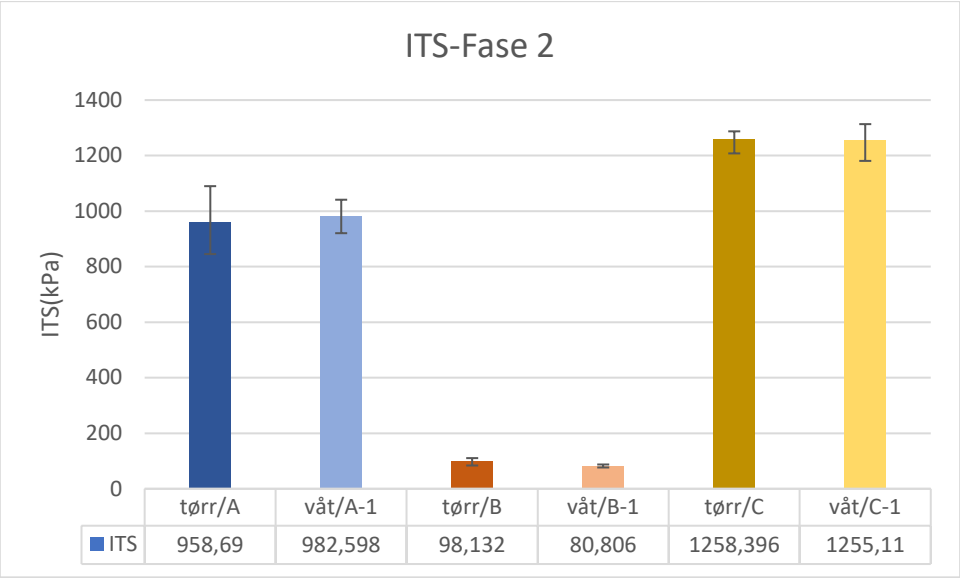
** Krav fra asfaltretningslinje hulrom fra felt komprimerte massen

Figur 47 viser ITSR-verdiene for 30 borkjerner og gjennomsnittsverdier for hydrostatisk overflatetørt hulrom.



Figur 47: ITSR-verdier for fase 2

Figur 48 viser gjennomsnittsverdier for ITS. Resultatene vises med stolpediagram og feilfelt som viser forskjellen mellom paralleller. I beregningene inngår høyde og diameter for prøven. Prøvene ble kappet i lagkille. Prøve B har gjennomsnittlig høyde på 30mm og er sannsynligvis årsaken til de lave ITS-verdiene.



Figur 48 Gjennomsnitt ITS-verdier for tørr og våt

I tabell 12 vises statistisk t- test av resultatverdiene fra ITS og testen ble gjennomført mellom tørr og våt fra samme masse.

Tabell 12: Statistisk testing av målerverdiene for ITS mellom tørr og våt lagret

T-verdier for utvalgene	
tørr A – våt A1	0,64
tørr B – våt B1	0,02
tørr C – våt C1	0,98
tørr A – tørr B	0,00004
tørr A – tørr C	0,0013
tørr B - tørr C	0,00000005
våt A1 – våt B1	0,000002
våt A1 - våt C1	0,00005
våt B1 – våt C1	0,000006

Resultatene av t-testen viser at ITS-måleverdier for tørr A - våt A og tørr C – våt C er ikke signifikant forskjellige, mens det en signifikant forskjell mellom de øvrige verdiene.

Den fullstendige rapporten for ITSR-test er vist i vedlegg 7.

5.2.2 Wheel-Track Test

Det ble analysert 24stk. borkjerner med hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk densitet for å beregne hulrom. Prøven ble ikke saget i toppen dvs. borkjerner har overflateruhet. Overflateruheten er sannsynligvis årsaken til at geometrisk hulrom er betydelig større (med noen få unntak) enn hulrom målt med metoden hydrostatisk overflatetørr.

Tørre prøver ble testet som standard 20 000 passeringer, mens de våte prøvene ble testet med 40 000 passeringer for å se om det vannfølsom problematikk. Analysen ble utført etter prosedyre beskrevet i kapittel 4.2.1.2.

5.2.2.1 Svinesundsparken, døgnhvileplassen

Resultatene presenterer 10 borkjerner.

Prøvene A1 til A4 ble tatt fra samme lass og A5 ble tatt fra lass 2. Prøve A2 er i nærheten av prøve A1 og prøve A3 er i nærheten av A4. A1-prøven er testet med tørr WT-test og 20 000 passering mens alle prøver som er testet våt, er utført med 40 000 passeringer. Analysen ble gjennomført ved 60 ℃ etter en faglig vurdering gitt i kapittel 4.2.

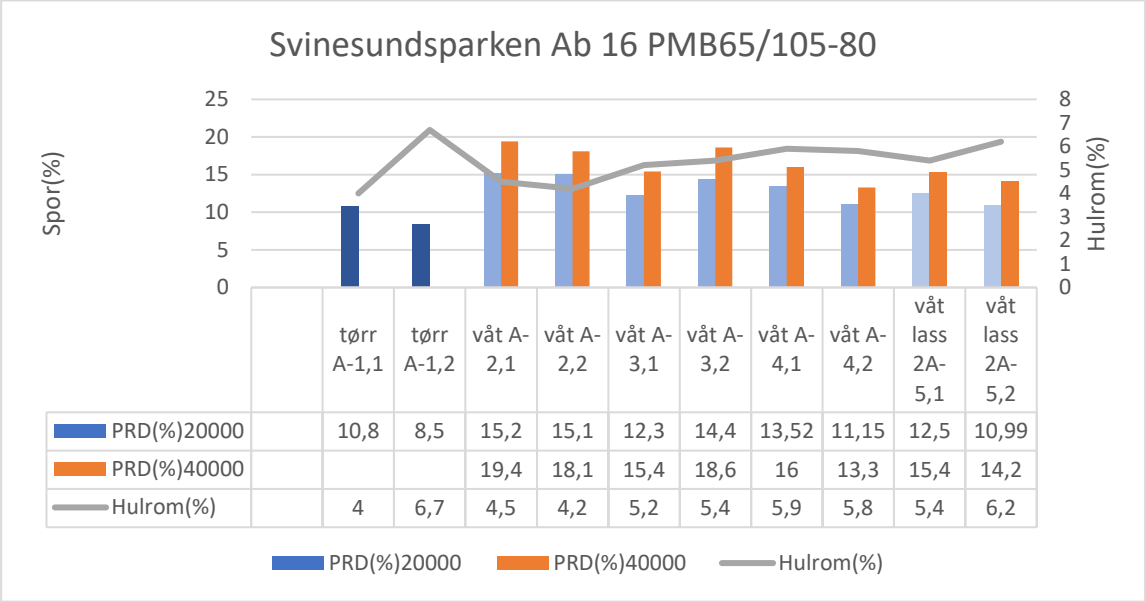
Oppsummering av hulrom målinger med hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet, spor dybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsrate WTS etter 20 000 og 40 000 vist i tabell 13.

Tabell 13: Resultater av Wheel-Track test for Svinesundsparken

Wheel-Track målinger tørr og våt Svinesundsparken						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
A-1 tørr	20 000	4,0	7,2	4,55	10,8	0,099
A-1,2 tørr	20 000	6,7	11,0	3,61	8,5	0,112
A-2,1 våt	20 000	4,5	9,2	6,34	15,2	0,29
_	40 000	-	-	8,09	19,4	0,175
A-2,2 våt	20 000	4,2	7,4	6,67	15,1	0,21
-	40 000	-	-	7,96	18,1	0,129
A-3,1 våt	20 000	5,2	8,1	5,01	12,3	0,198
-	40 000	-	-	6,29	15,4	0,13

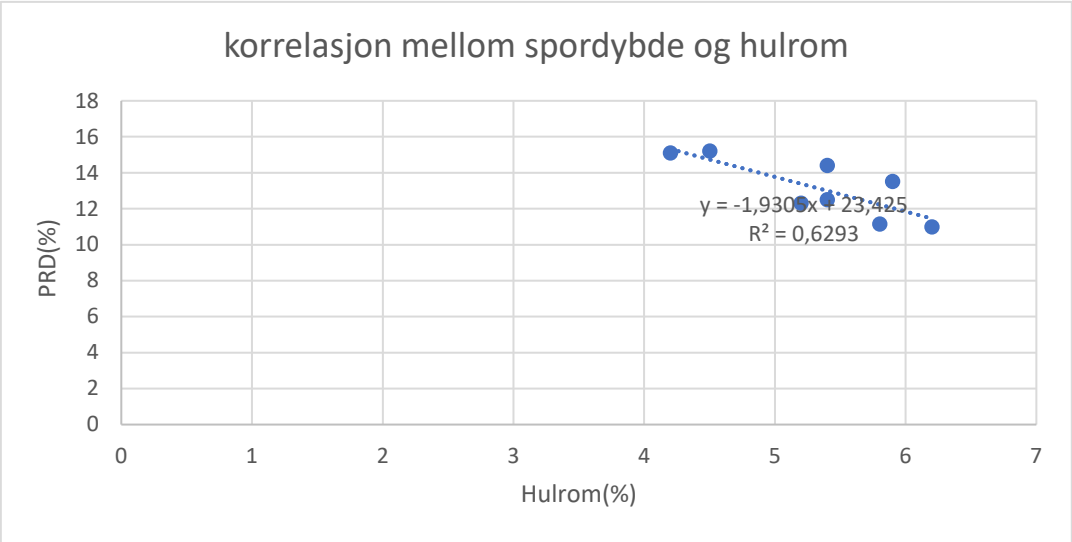
A-3,2 våt	20 000	5,4	8,9	6,0	14,4	0,27
-	40 000	-	-	7,74	18,6	0,174
A-4,1 våt	20 000	5,9	9,7	5,43	13,52	0,174
-	40 000	-	-	6,43	16,0	0,1
A-4,2 våt	20 000	5,8	8,8	4,80	11,15	0,16
-	40 000	-	-	5,72	13,3	0,1
A-5,1 våt (lass 2)	20 000	5,4	9,6	4,75	12,44	0,188
-	40 000	-	-	5,90	15,4	0,115
A-5,2 våt (lass 2)	20 000	6,2	9,1	4,75	10,99	0,166
-	40 000	-	-	6,16	14,2	0,14

Figur 49 viser proporsjonal spordybde (PRD %) og hulrom målt metoden hydrostatikk overflatetørr for alle borkjerner.



Figur 49: Resultatene av PRD (%) og hulrom for Svinesundsparken

I figur 50 er vist korrelasjon mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver testet med 20 0000 passeringer, men som det fremgå er det en dårlig korrelasjon mellom disse to parametrene.



Figur 50: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver svinesundsparken

Tabell 14 viser resultatene fra t-testen for PRD (%) etter 20 000 passeringer.

Tabell 14: Statistisk testing av resultater for proporsjonal spordybde fra Svinesundsparken

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr A1, lass 1 – våt A2, lass 1	0,13
tørr A1, lass 1 - våt A3, lass 1	0,14
tørr A1, lass 1 - våt A4, lass 1	0,25
tørr A1, lass 1 - våt A5, lass 2	0,26
våt A2, lass 1 – våt A3, lass 1	0,33
våt A2, lass 1 – våt A4, lass 1	0,25
våt A2, lass 1- våt A5, lass 2	0,14
våt A3, lass 1 – våt A4, lass 1	0,58
våt A3, lass 1 - våt A5, lass 2	0,34
våt A4, lass 1 - våt A5, lass 2	0,71

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Statistikk t-test av resultat for PRD ved 20 000 - 40 000 passeringer, sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) er vist i tabell 15. Alle prøvene er kjørt i vann.

Tabell 15: Statistisk t-test av resultater for PRD og WTS for svinesundsparken

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD 20 000 - 40 000 passeringer	WTS1/WTS2
våt	0,0000027	0,000064

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.2.2.2 Fv.755 HP.6 Mosviksvegen i Inderøy

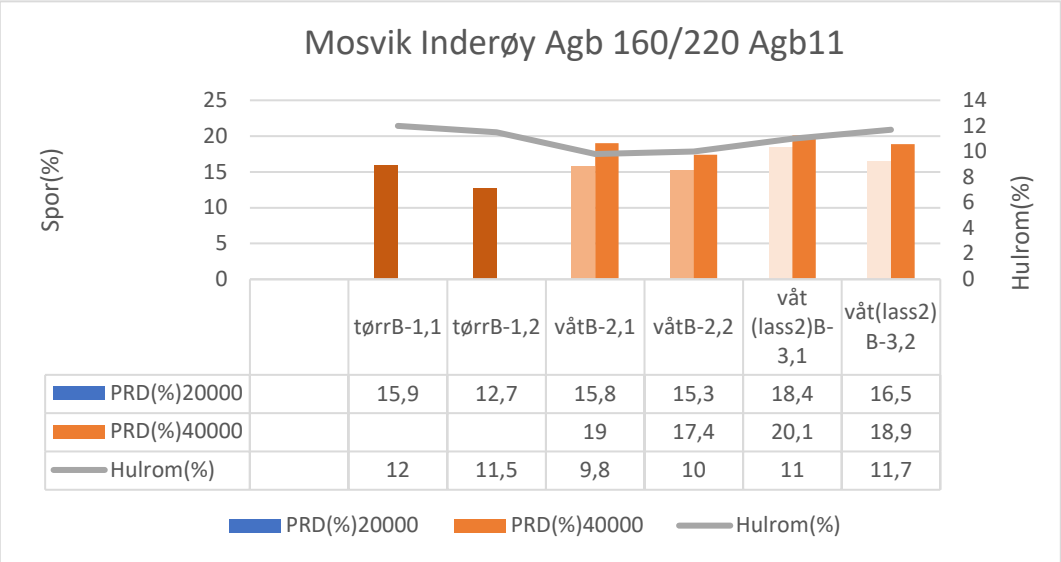
Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 40℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve B1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve B2 (lass 1) og våt prøve B3 (lass 2). Prøvene B2 og B3 er testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

Tabell 16 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde (RD), proporsjonal spordybde (PRD) og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 16: Resultater av hulrom og Wheel-Track for Mosviksvegen i Inderøy

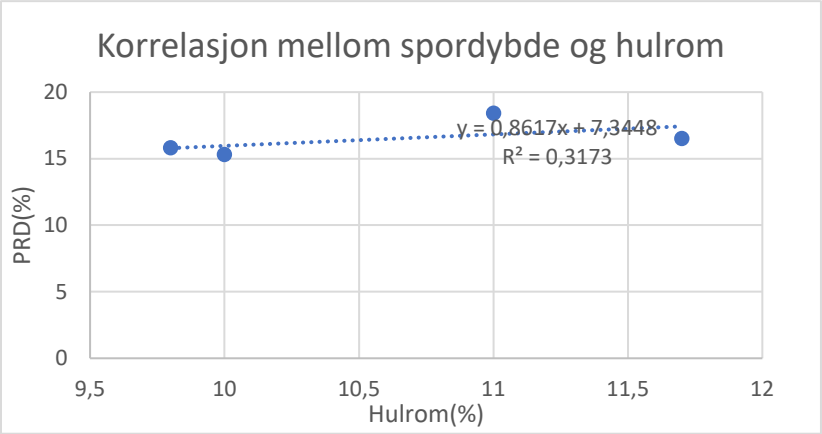
Wheel-Track målinger tørr og våt Fv.755 HP.6 Mosvik i Inderøy						
Nr.	Passeringer	Hulrom (%)	Geometrisk hulrom (%)	RD (mm)	PRD (%)	WTS (mm/10³)
B-1 tørr	20 000	12,0	17,6	4,97	15,9	0,146
B-1,2 tørr	20 000	11,5	16,7	4,10	12,7	0,108
B-2,1 våt	20 000	9,8	14,9	5,03	15,8	0,137
_	40 000	-	-	6,05	19,0	0,102
B-2,2 våt	20 000	10,0	14,3	4,84	15,3	0,151
-	40 000	-	-	5,47	17,4	0,066
B-3,1 våt (lass2)	20 000	11,0	16,1	5,62	18,4	0,132
-	40 000	-	-	6,17	20,1	0,055
B-3,2 våt (lass2)	20 000	11,7	19,2	5,59	16,5	0,154
-	40 000	-	-	6,41	18,9	0,081

Oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom er presentert for 20 000 og 40 000 passeringer vises i figur 51.



Figur 51: Resultatene av PRD (%) og hulrom for Mosviksvegen

Figur 52 viser korrelasjon til mellom PRD og hulrom for våt prøver med 20 000 passeringer, men som det fremgår er det ingen korrelasjon mellom disse.



Figur 52: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for våt prøver fra Mosviksvegen

Det ble gjennomført statistikk t-test av resultater fra PRD etter 20 000 passeringer og resultater er vist i tabell 17.

Tabell 17: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Mosviksvegen

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr B1, lass 1 – våt B2, lass1	0,58
tørr B1, lass 1 - våt B3, lass2	0,232
våt B2, lass 1 - våt B3, lass2	0,303

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Statistikk t-test av verdiene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver vist i tabell 17.

Tabell 18: Statistikk t-test verdiene for PRD og WTS for Mosviksvegen

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)

våt	0,003	0,004

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.2.2.3 E8 Hp6 Innfartsveien-Tromsøsvinger

Det ble testet 8 borkjerner fra denne strekningen og testene ble gjennomført ved 50℃. Det ble utført tre parallelle tester for prøvene C1 og C3 på grunn av store avvik mellom de to første prøvene. Resultatene for prøvene C1, tørr og C3,1 våt, avviker fra de andre prøvene og det er derfor sett bort fra disse i denne rapporten.

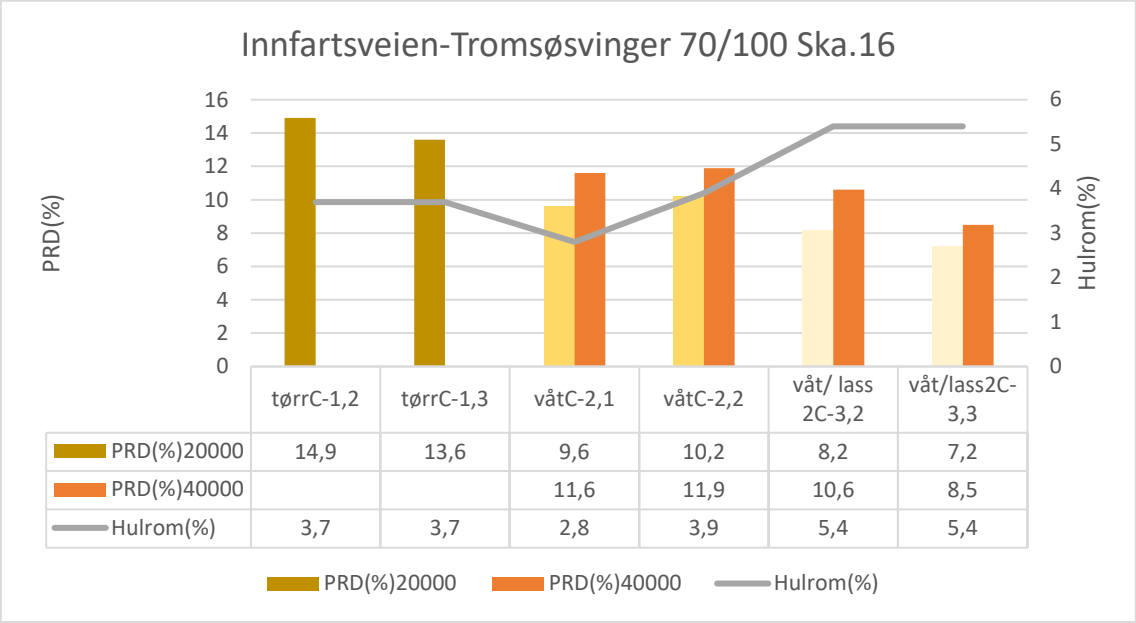
Tabell 19 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr og geometrisk målt), spordybde, proporsjonal spordybde og sporutviklingsraten etter 20 000 og 40 000 passeringer. Resultater fra hydrostatisk overflatetørt hulrom for prøve C-2,1 og C-2,2 viser høyre verdier enn geometrisk hulrom. For alle andre prøver er geometrisk hulrom betydelig høyere og videre i rapporten er geometrisk målt hulrom benyttet.

Tabell 19: Resultater av Wheel-Track test for Innfartsveien – Tromsøsvingen

Wheel-Track målinger tørr og våt Innfartsveien - Tromsøsvingen						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
C-1 tørr	20 000	0,5	-	3,97	9,6	0,074
C-1,2 tørr	20 000	1	3,7	6,03	14,9	0,131
C-1,3	20 000	0,9	3,7	4,84	13,6	0,158
C-2,1 våt	20 000	7,7	2,8	3,67	9,6	0,114
_	40 000	-	-	4,40	11,6	0,073
C-2,2 våt	20 000	12,4	3,9	3,71	10,2	0,114
-	40 000	-	-	4,32	11,9	0,061
C-3,1 våt (lass2)	20 000	1,2	4,8	8,12	20,5	0,244
-	40 000			10,17	25,7	0,205

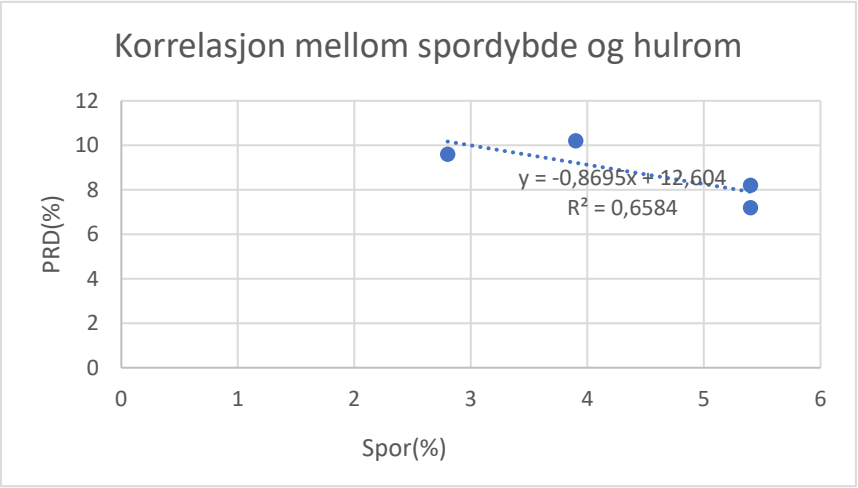
C-3,2 våt (lass2)	20 000	1,0	5,4	3,33	8,2	0,113
-	40 000			4,29	10,6	0,096
C-3,3 våt (lass2)	20 000	1,0	5,4	2,98	7,2	0,084
-	40 000	-	-	3,51	8,5	0,053

Figur 53 presenterer en oppsummering av proporsjonal spordybde og geometrisk målt hulrom for fine parallelle (tatt bort det som har storavvik) med 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 53: Resultatene av PRD (%) og hulrom for innfartsveien

Figur 54 viser at det er en viss korrelasjon mellom PRD og hulrom for våt prøver ved 20 0000 passeringer.



Figur 54: Sammenheng mellom PRD og hulrom for våt prøver fra Innfartsveien - Tromsøsvingen

Statistikk t-test for PRD (%) etter 20 000 passeringer viser følgene verdier:

Tabell 20: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Innfartsveien

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr C1, lass 1 – våt C2, lass 1	0,10
tørr C1, lass 1 – våt C3, lass2	0,02
våt C2, lass 1 – våt C3, lass 2	0,06

Prøver fra lass 1 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet i tørr og våt tilstand. Prøver fra lass 1 og lass2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet tørr og våt. Prøven fra lass 1 og lass 2 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet vått.

Statistikk t-test av resultatene fra PRD etter 20 000 og 40 000 passeringer, sporutviklingsraten WTS1 (20 000 passeringer) og WTS2 (40 000 passeringer) for våte prøver er vist i tabell 21.

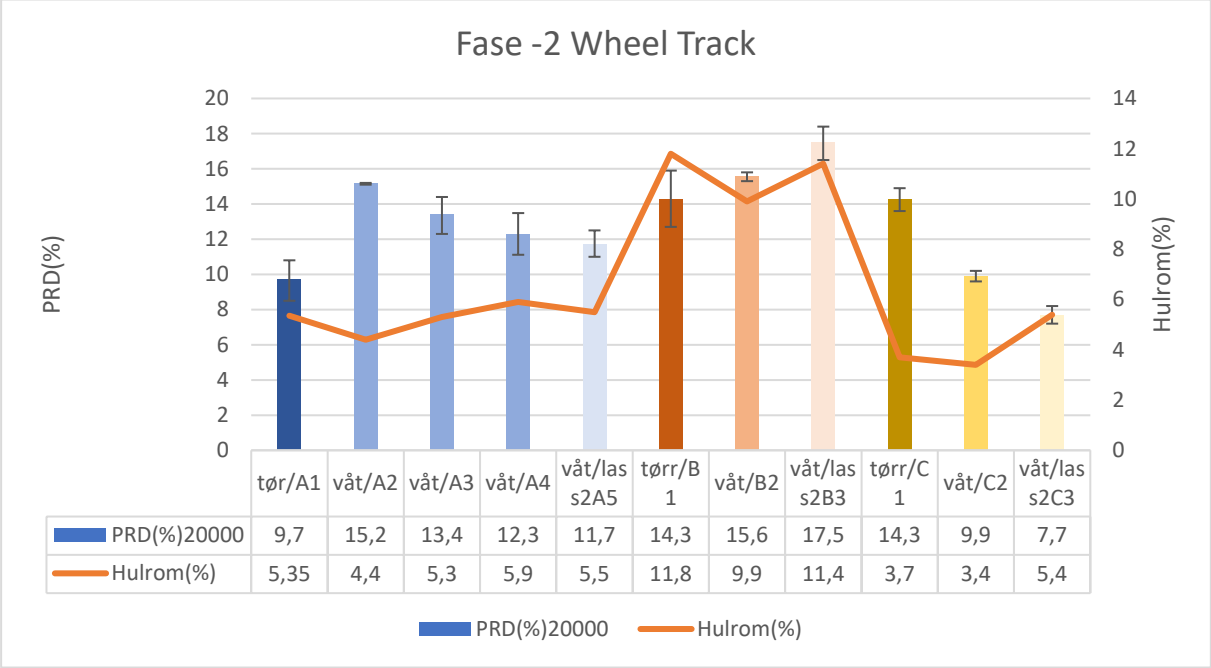
Tabell 21: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Innfartsveien - Tromsøsvingen

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000 - 40 000 passeringer	WTS1 - WTS2 (mm/10³)
våt	0,002	0,009

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.2.2.4 Oppsummering fra fase 2 av Wheel Track test

Figur 55 viser en oppsummering av proporsjonal spordybde (PRD) og hulrom ved 20 000 passeringer. Prøve B, Fv.755 Mosviksvegen i Inderøy, massetype Agb 11, har høyre spordybde enn prøve A, svinesundsparken, massetype Ab16 PMB, og prøve C, E8 Innfartsveien, massetype Ska.16. Grunn kan være høyere hulrom.



	tør/A1	våt/A2	våt/A3	våt/A4	våt/lass2A5	tørr/B1	våt/B2	våt/lass2B3	tørr/C1	våt/C2	våt/lass2C3
PRD(%)20000	9,7	15,2	13,4	12,3	11,7	14,3	15,6	17,5	14,3	9,9	7,7
Hulrom(%)	5,35	4,4	5,3	5,9	5,5	11,8	9,9	11,4	3,7	3,4	5,4

Figur 55: Oppsummering av Wheel-Track for fase 2

Den fullstendige rapporten for Wheel-Track test er vist i vedlegg 8.

5.3 Fase 3 Dekke fra to til tre år gamle

I fase 3 er ITSR analysert for 6 forskjellige strekninger og Wheel-Track for 7 strekninger.

5.3.1 Vannfølsom ved indirekte strekk

Analyse ble utført etter prosedyre beskrevet i kapittel 4.1.2.

Gjennomsnittlig bindemiddelinnhold målt i automatisk ekstraksjonsmakin og maksimumsdensitet med stålpyknometer er vist i tabell 22. Verdiene er brukt for å beregne hulrom, bitumenfylthulrom og geometrisk hulrom.

Tabell 22: Gjennomsnittsresultat av bindemiddelinnhold og maksimumsdensitet for fase 3

Dekke fra to til tre år gammel						
Strekning	**Bitumen**	**ÅDT**	**Bindemiddel-innhold (%)**		**Makimum densitet (Mg/m³)**	
A-E6 hp 5 Vesleala-Elverum S	70/100 Ab16	3450	5,1*	5,02**	2,672*	2,683**
B-Fv.86 hp3 Finnsnes Sentrum	70/100 Ska.16	11350	5,8*	6,15**	2,478*	2,453**
C- E10 hp30 Mølnarodden i Flakstad	160/220 Agb16	960	5,6*	5,67**	2,445*	2,437**
D- E10 Hp 26 Svolvær	160/220 Agb11	1760	5,8*	5,61**	2,438*	2,447**
E- Fv.755 hp 2 Utøy-Inderøy kommune	70/100 Ab11	1700	5,7*	5,74**	2,466*	2,466**
F-Fv:35 hp 4 Revetal N – Svinevoll	70/100 Ab16	5500	5,3*	5,28**	2,547*	2,552**

*basert på resept

** Laboratorieanalyserte verdier

Gjennomsnittlige analyseresultater er vist i tabell 23 for følgende parametre:

- hulrom
- målinger vannabsorpsjon målt ut ifra geometrisk volum økning før og etter kondisjonering,
- hulrom fra hydrostatisk overflatetørr densitet
- bitumenfylthulrom fra bindemiddelinnhold og hydrostatisk overflatetørr hulrom
- geometrisk hulrom med geometrisk densitet.

Tabell 23: Gjennomsnittsresultater for hulrom, fase 3

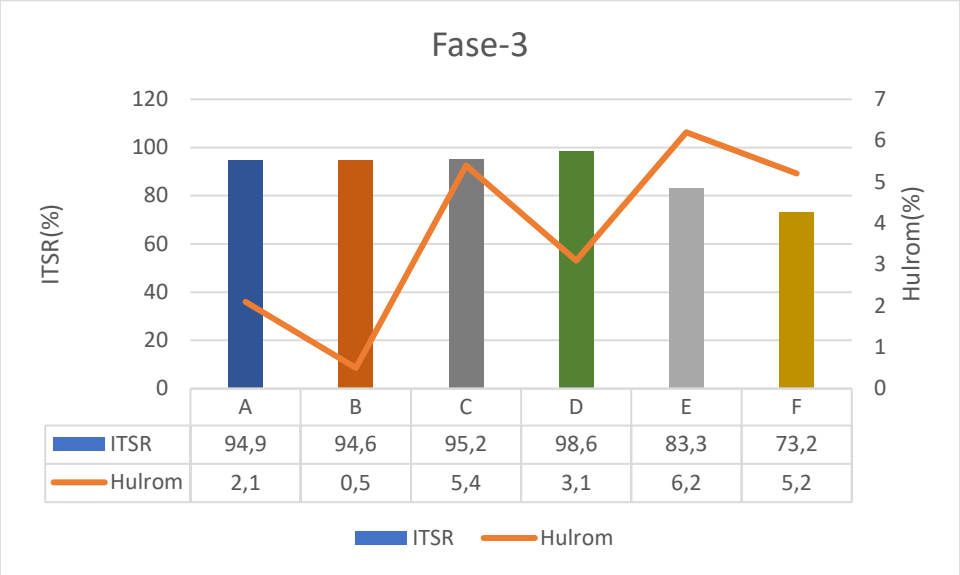
Dekke fra to til tre år gammel								
Strekning	**Bitum-en**	**Test-temper-atur**	**Van-nabs.**	**Hulrom (%)**		**Bitumenfylt hulrom (%)**		**Geo m. hul-rom (%)**
A-E6 hp 5 Vesleala-Elverum S	70/100 Ab16	15℃	0,4	2,1*	2,0-6,0**	85,9*	72-89**	5,7

B-Fv.86 hp3 Finnsnes Sentrum	70/100 Ska 16	15℃	0,08	0,5*	2,0-6,0**	97,1*	71-89**	2,4
C- E10 hp30 Mølnarodden i Flakstad	160/220 Agb16	10℃	1,47	5,4*	2-6**	71,6*	70-85**	58,8
D- E10 Hp 26 Svolvær	160/220 Agb11	10℃	0,42	3,1*	2-6**	80,9*	70-85**	3,96
E- Fv.755 hp 2 Utøy-Inderøy kommune	70/100 Ab11	15℃	1,7	6,2*	2,0-6,0**	68,0*	72-89**	9,1
F-Fv.35 hp 4 Revetal N – Svinevoll	70/100 Ab16	15℃	1,44	5,2*	2,0-6,0**	71,2*	72-86**	9,6

*** Resultatene basert på lab-testet maks. teoretisk densitet og bindemiddinnhold**

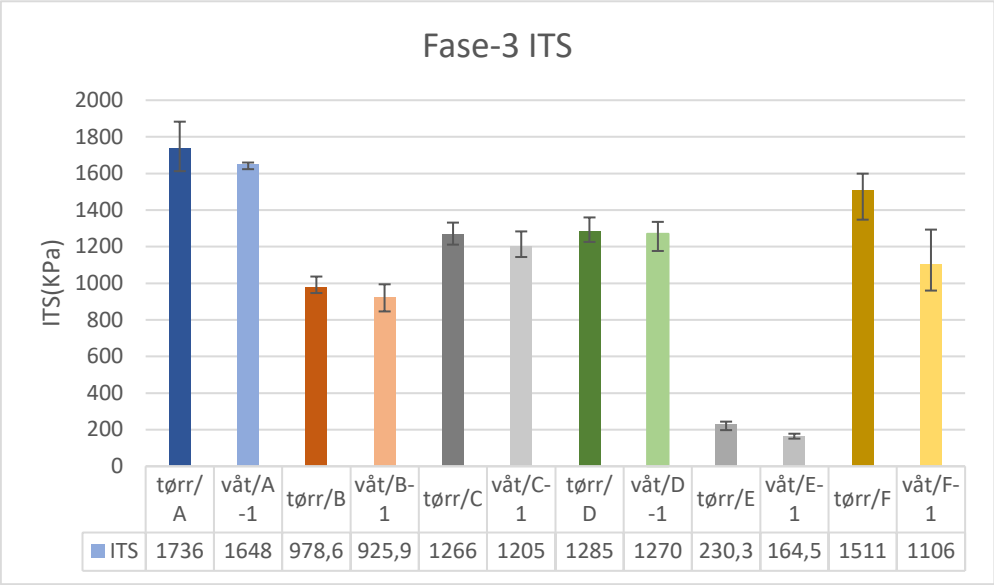
**** Asfaltretningslinjenes krav til hulrom fra felt komprimerte massen**

Resultater av ITSR målinger av 60 borkjerner er vist i vedlegg 9. ITSR-verdier og gjennomsnittlige verdier av hydrostatisk overflatetørt hulrom er vist figur 56.



Figur 56: Fase 3 sammensetning av ITSR-verdier og hulrom

Gjennomsnittsverdier for ITS-verdier er vist i figur 60. Verdiene er presentert med stolpediagram og feilfelt som viser forskjell mellom parallelle prøver.



Figur 57: Fase 3 gjennomsnitt av ITS-verdier

Tabell 24 viser resultater av statistikk t-test for ITS-verdiene.

Tabell 24: Statistikk t-test av målte verdiene for ITS

T-verdier for utvalgene	
tørr A – våt A1	0,17
tørr B – våt B1	0,12
tørr C – våt C1	0,10
tørr D – våt D1	0,72
tørr E – våt E1	0,00054
tørr F – våt F1	0,00013

For prøve A, B, C og D er det ikke signifikant forskjell mellom ITS -test mellom tørr og våt mens for prøve E og F er det signifikant forskjell mellom ITS-test tørr og våt.

Den fullstendige rapporten for Wheel-Track test er vist i vedlegg 9.

5.3.2 Wheel-Track test

I fase 3 ble det analysert prøver fra 7 strekninger. Det ble testet 44stk. borkjerner med diameter Ø200 for Wheel-Track tørr og våt. Prøvene ble ikke saget i toppen dvs. borkjerner har overflateruhet.

Tørr prøver ble testet som standard 20 000 passeringer, mens våt prøver ble testet med 40 000 passeringer for å se vannfølsom problematikk. Analysen ble utført etter prosedyre beskrevet i kapittel 4.2.1.2.

5.3.2.1 A-E6 Hp 5 Vesleala- Elverum S

Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 50℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve A1 (lass 1) med 20 000 passeringer og våt prøve A2 (lass 1) og A3 (lass 2) med 40 000 passeringer.

Det ble testet 3 parallelle tester for prøvene A2 grunnet store avvik mellom prøvene A-2,1 og A-2,2. Resultatene fra prøve A2, våt, avviker fra de andre to prøvene og det er derfor sett bort fra disse i denne rapporten.

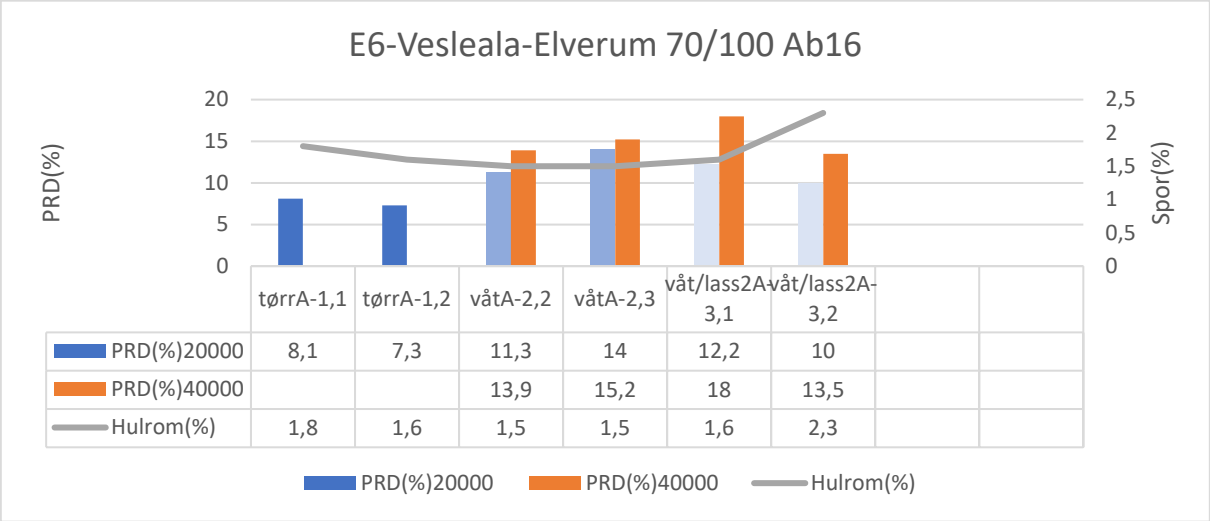
Tabell 25 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde (RD), proporsjonal spordybde (PRD) og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 25: Resultater av Wheel-Track test for E6 Hp6 Vesleala - Elverum S

Wheel-Track målinger tørr og våt E6 Vesleala - Elverum S						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
A-1 tørr	20000	1,8	6,3	3,13	8,1	0,108
A-1,2 tørr	20000	1,6	7,3	2,79	7,3	0,068
A-2,1 våt	20000	1,4	6,2	7,21	17,9	0,33
_	40000	-	-	9,71	24,1	0,25
A-2,2 våt	20000	1,5	6,0	4,54	11,3	0,120
-	40000	-	-	4,32	13,9	0,104
A-2,3 våt	20000	1,5	6,0	3,47	14,0	0,075
-	40000	-	-	4,06	15,4	0,059
A-3,2 Våt (lass 2)	20000	1,6	6,4	5,45	12,2	0,290
-	40000	-	-	8,04	18,0	0,259
A-3,3	20000	2,3	7,6	3,98	10,4	0,138

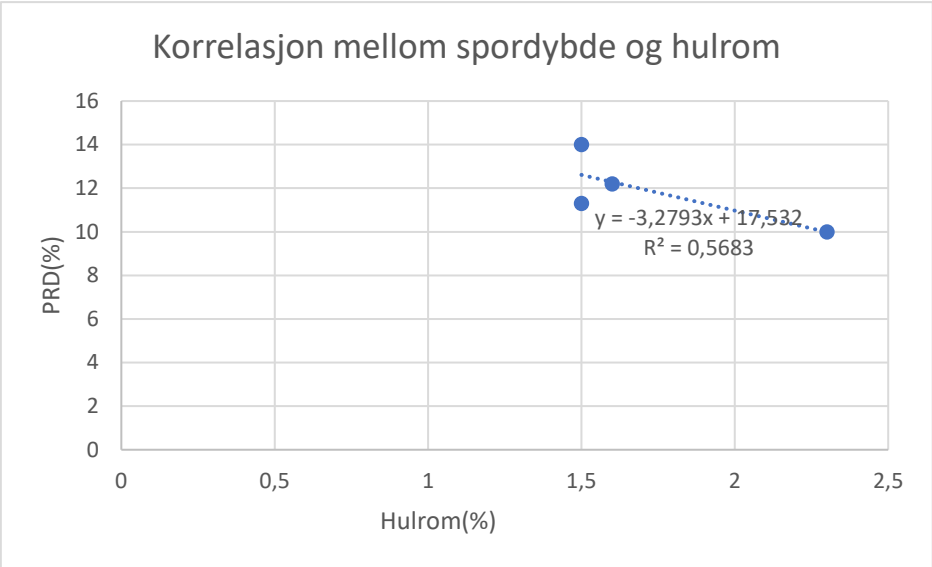
Våt (lass 2)						
-	40000	-	-	5,18	13,5	0,117

Figur 58 viser oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 58: Resultatene av PRD (%) og hulrom for E6-Vesleala-Elverum S

Figur 59 viser korrelasjon mellom PRD og hulrom for våt prøver med 20 0000 passeringer, men som det fremgår er en dårlig korrelasjon mellom disse.



Figur 59: Sammenheng mellom spodybde (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Vesleala - Elverun S

Tabell 26 viser resultater fra t-testen for PRD (%) etter 20 000 passeringer.

Tabell 26: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra E6 Vesleala - Elverum S

T-verdier for utvalgene	PRD (%) 20 000 passeringer
tørr A1, lass 1 – tørr A2, lass 1	0,17
tørr A1, lass 1 - våt A3, lass 2	0,20
våt A2, lass 1 - våt A3, lass 2	0,47

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Tabell 27 viser statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver.

Tabell 27: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Vesleala - Elverum S

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)
våt	0,022	0,005

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.2 B-Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum

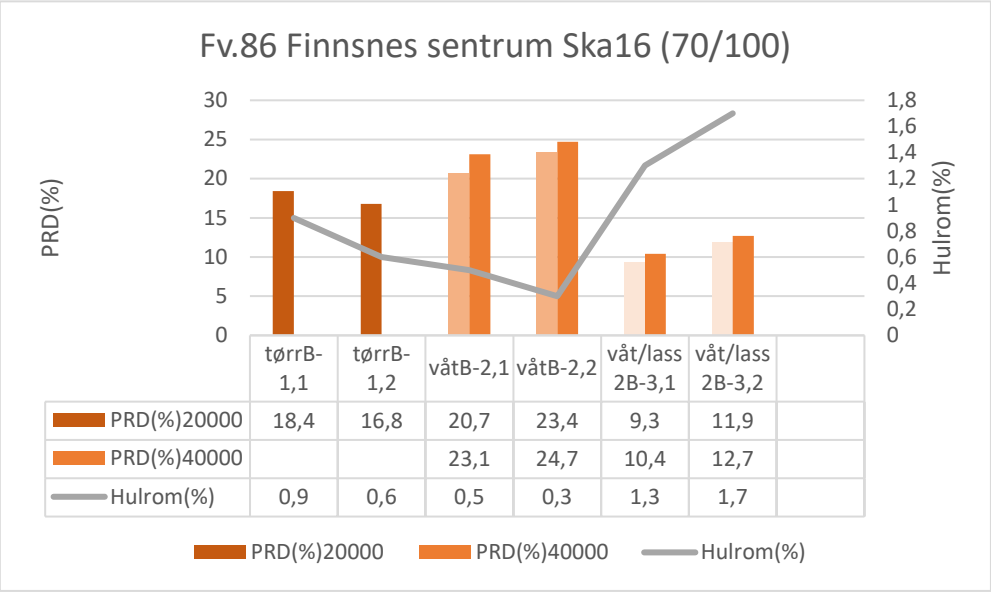
Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 50℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve B1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve B2 (lass 1) og våt prøve B3 (lass 2). Prøvene B2 og B3 er testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

Tabell 28 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde (RD), proporsjonal spordybde (PRD) og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 28: Resultater av Wheel-Track test for Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum

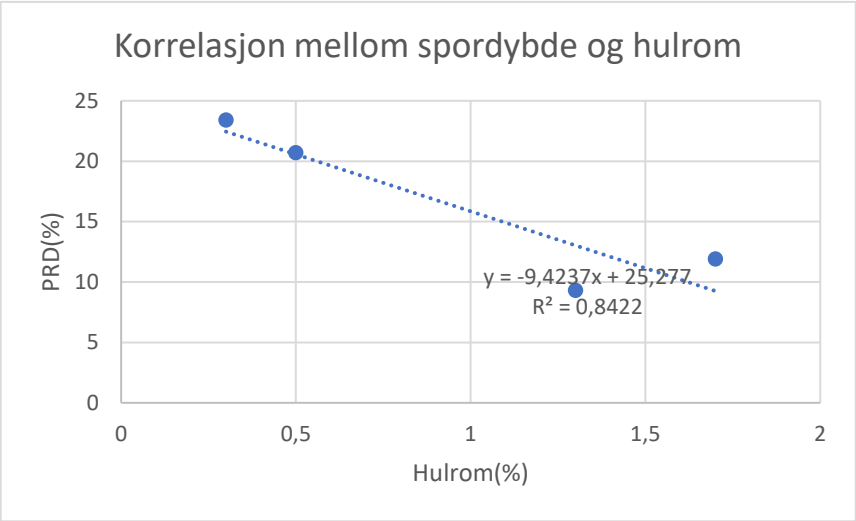
Wheel-Track målinger tørr og våt Fv.86 Hp3 Finnsnes Sentrum						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
B-1 tørr	20000	0,9	4,6	7,18	18,4	0,158
B-1,2 tørr	20000	0,6	5,6	6,95	16,8	0,147
B-2,1 våt	20000	0,5	5,1	8,21	20,7	0,28
_	40000	-	-	9,17	23,1	0,096
B-2,2 våt	20000	0,3	3,9	9,79	23,4	0,126
-	40000	-	-	9,79	24,7	0,052
B-3,2 våt (lass2)	20000	1,3	5,3	3,56	9,3	0,071
-	40000	-	-	4,01	10,4	0,045
B-3,3 våt (lass2)	20000	1,7	5,7	4,85	11,9	0,082
-	40000	-	-	5,21	12,7	0,036

Figur 60 viser oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 60: Resultatene av PRD (5) og hulrom for Finnsnes sentrum

Figur 61 er viser korrelasjon mellom PRD og hulrom for våte prøver testet med 20 0000 passeringer, men som det fremgår er det en bra korrelasjon mellom disse.



Figur 61: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Finnsnes sentrum

Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde etter 20 000 passeringer er vist i tabell 29.

Tabell 29: Statistisk t-test av resultater for PRD (%) fra Finnsnes sentrum

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr B1, lass 1 – våt B2, lass 1	0,10
tørr B1, lass 1 – våt B3, lass 2	0,04
våt B2, lass 1 – våt B3, lass 2	0,03

For prøver fra lass 1 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet i tørr og våt tilstand. Prøver fra lass 1 og lass 2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet tørr og våt. Prøver fra lass 1 og lass 2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet vått.

Statistikk t-test av resultatene fra PRD etter 20 000 og 40 000 passeringer, sporutviklingsraten WTS1 (20 000 passeringer) og WTS2 (40 000 passeringer) for våte prøver er vist i tabell 30.

Tabell 30: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS Finnsnes sentrum

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10^3)
våt	0,013	0,05

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD, mens for WTS-verdiene er det ikke signifikant forskjellig med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.3 C-E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad

Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 40℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve C1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve C2 (lass 1) og våt prøve C3 (lass 2). Prøvene B2 og B3 er testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

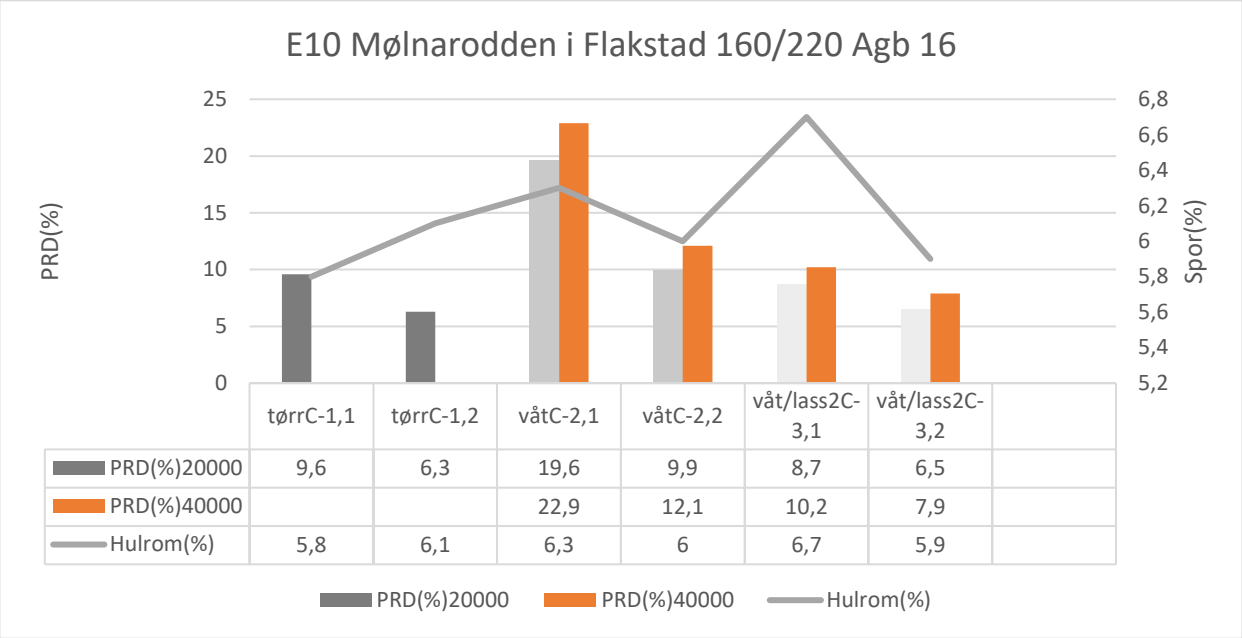
Tabell 31 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000.

Tabell 31: Resultater av Wheel-Track test for E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad

Wheel-Track målinger tørr og våt E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad

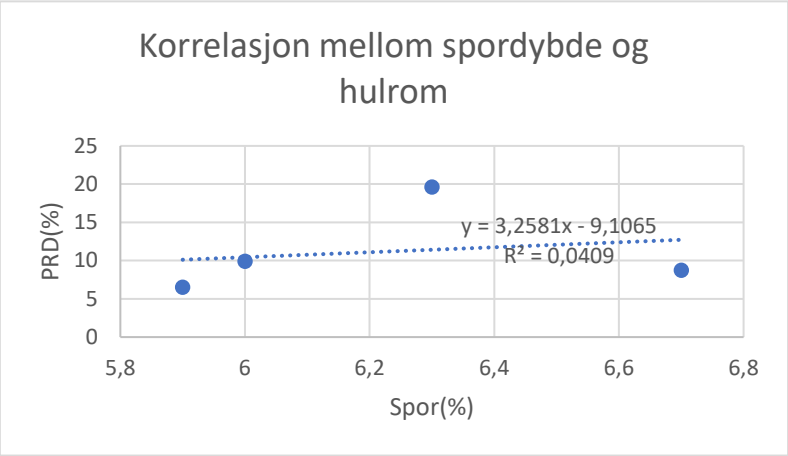
Nr.	Passeringer	Hulrom (%)	Geometrisk hulrom (%)	RD (mm)	PRD (%)	WTS (mm/10³)
C-1 tørr	20000	5,8	11,7	3,78	9,6	0,128
C-1,2 tørr	20000	6,1	12,5	2,55	6,3	0,076
C-2,1 våt	20000	6,3	13,1	7,99	19,6	0,226
_	40000	-	-	9,31	22,9	0,132
C-2,2 våt	20000	6,0	11,4	4,03	9,9	0,150
-	40000	-	-	4,93	12,1	0,09
C-3,1 våt (lass 2)	20000	6,7	12,9	3,0	8,7	0,090
-	40000	-	-	3,52	10,2	0,052
C-3,2 våt (lass 2)	20000	5,9	13,0	2,61	6,5	0,077
-	40000	-	-	3,17	7,9	0,056

Figur 62 viser oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 62: Resultatene av PRD og hulrom for E10 Mølnarodden i Flakstad

Figur 63 viser korrelasjon mellom PRD og hulrom for våt prøver med 20 000 passeringer, men som det fremgår er det ingen korrelasjon mellom disse.



Figur 63: Sammenheng mellom spodybde og hulrom for våt prøver fra Mølnarodden i Flakstad

Det ble gjennomført statistikk t-test av resultater fra PRD etter 20 000 passeringer og resultatene er vist i tabell 32.

Tabell 32: Statistisk t-test av resultater for PRD fra Mølnarodden i Flakstad

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr C1, lass1 – våt C2, lass 1	0,41
tørr C1, lass 1 – våt C3, lass 2	0,87
våt C2, lass 1 – våt C3, lass 2	0,38

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver vist i tabell 33.

Tabell 33: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Mølnarodden i Flakstad

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)
våt	0,009	0,021

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.4 D- E10 Hp 26 Svolvær

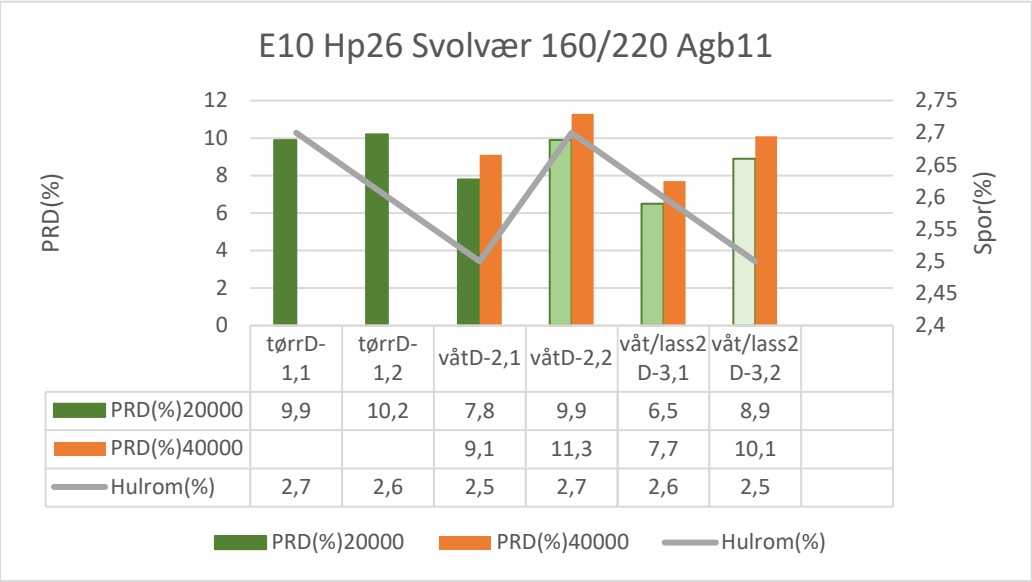
Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 40℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve D1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve D2 (lass 1) og våt prøve D3 (lass 2). Prøvene D2 og D3 er testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

Tabell 34 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000.

Tabell 34: Resultater av Wheel-Track test for E10 Hp 26 Svolvær

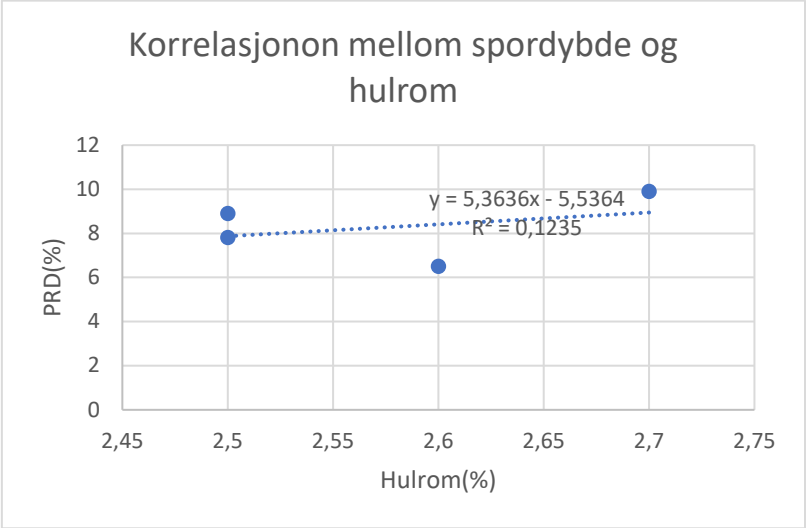
Wheel-Track målinger tørr og våt E10 Hp 26 Svolvær						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
D-1 tørr	20000	2,7	6,9	4,14	9,9	0,072
D-1,2 tørr	20000	2,6	7,5	4,41	10,2	0,100
D-2,1 våt	20000	2,5	7,3	3,21	7,8	0,088
_	40000	-	-	3,73	9,1	0,052
D-2,2 våt	20000	2,7	6,8	4,21	9,9	0,106
-	40000	-	-	4,80	11,3	0,059
D-3,1 våt (lass2)	20000	2,6	7,4	2,85	6,5	0,068
-	40000	-	-	3,34	7,7	0,049
D-3,2 våt (lass2)	20000	2,5	7,6	3,52	8,9	0,08
-	40000	-	-	4,02	10,1	0,05

I Figur 67 vises oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 64: Resultatene av PRD og hulrom for E10 Hp 26 Svolvær

Figur 65 viser korrelasjon mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver testet med 20 0000 passeringer, men som det fremgår er det en god korrelasjon mellom disse.



Figur 65: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra E10 Svolvær

Tabell 35 viser resultater fra t-testen for PRD (%) etter 20 000 passeringer.

Tabell 35: Statistisk t-test av resultater for PRD fra E10 hp26 Svolvær

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr D1, lass 1 – våt D2, lass 1	0,46
tørr D1, lass 1 - våt D3, lass 2	0,30
tørr D2, lass 1 – våt D3, lass 2	0,54

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver er vist i tabell 36.

Tabell 36: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra E10 hp26 Svolvær

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10^3)
våt	0,0005	0,005

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.5 E-Fv.755 Hp 2 Utøyvegen i Inderøy

Det ble testet 6 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 50℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve E1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve E2 (lass 1) og våt prøve E3 (lass 2). Prøvene E2 og E3 er testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

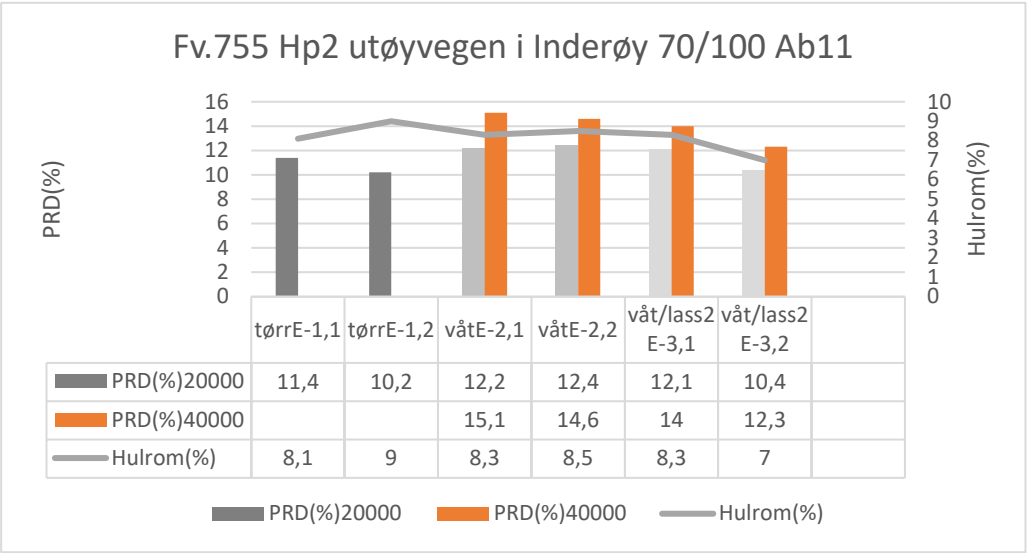
Tabell 37 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 37: Resultater av Wheel-Track test for Fv.755 Hp 2 Utøyvegen i Inderøy

Wheel-Track målinger tørr og våt Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy						
Nr.	Passeringer	Hulrom (%)	Geometrisk hulrom (%)	RD (mm)	PRD (%)	WTS (mm/10^3)

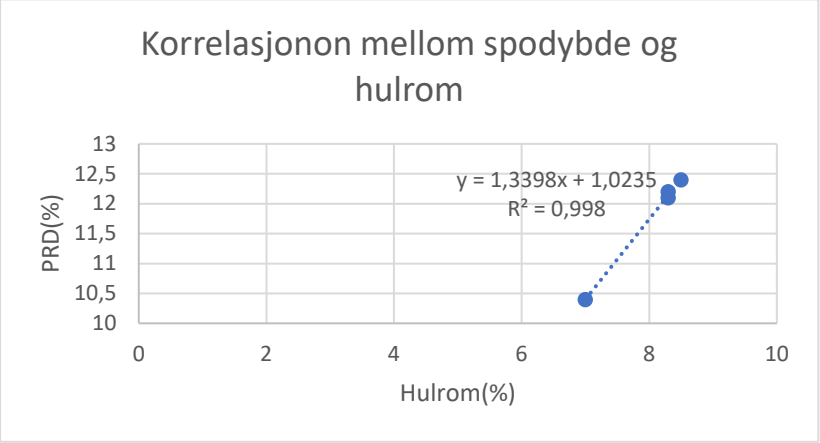
E-1 tørr	20000	8,1	12,1	3,89	11,4	0,150
E-1,2 tørr	20000	9,0	13,6	3,87	10,2	0,146
E-2,1 våt	20000	8,3	12,7	4,46	12,2	0,164
_	40000	-	-	5,54	15,1	0,108
E-2,2 våt	20000	8,5	13,1	4,44	12,4	0,144
-	40000	-	-	5,24	14,6	0,08
E-3,1 våt (lass 2)	20000	8,3	12,4	4,41	12,1	0,181
-	40000	-	-	5,10	14,0	0,069
E-3,2 våt (lass 2)	20000	7,0	10,9	3,83	10,4	0,116
-	40000	-	-	4,50	12,3	0,067

Figur 66 viser oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 66: Resultatene av PRD og hulrom for Utøyvegen i Inderøy

I figur 67 er det vist korrelasjon mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver testet med 20 0000 passeringer, men som det fremgår er det en god korrelasjon mellom disse.



Figur 67: Sammenheng mellom PRD (%) og hulrom (%) for våt prøver fra Utøyvegen i Inderøy

Det ble gjennomført statistikk t-test av resultater fra PRD etter 20 000 passeringer og resultatene er vist i tabell 38.

Tabell 38: Statistisk t-test av resultater for proporsjonal spordybde fra Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr E1, lass 1 – våt E2, lass 1	0,25
tørr E1, lass 1 – våt E3, lass 2	0,245
våt E2, lass 1 – våt E3, lass 2	0,443

Resultater av t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver vist i tabell 39.

Tabell 39: Statistikk t-test resultater for PRD og WTS fra Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)
våt	0,001	0,007

For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.6 F-Fv.35 Hp 4 Revetal N –Svinevoll

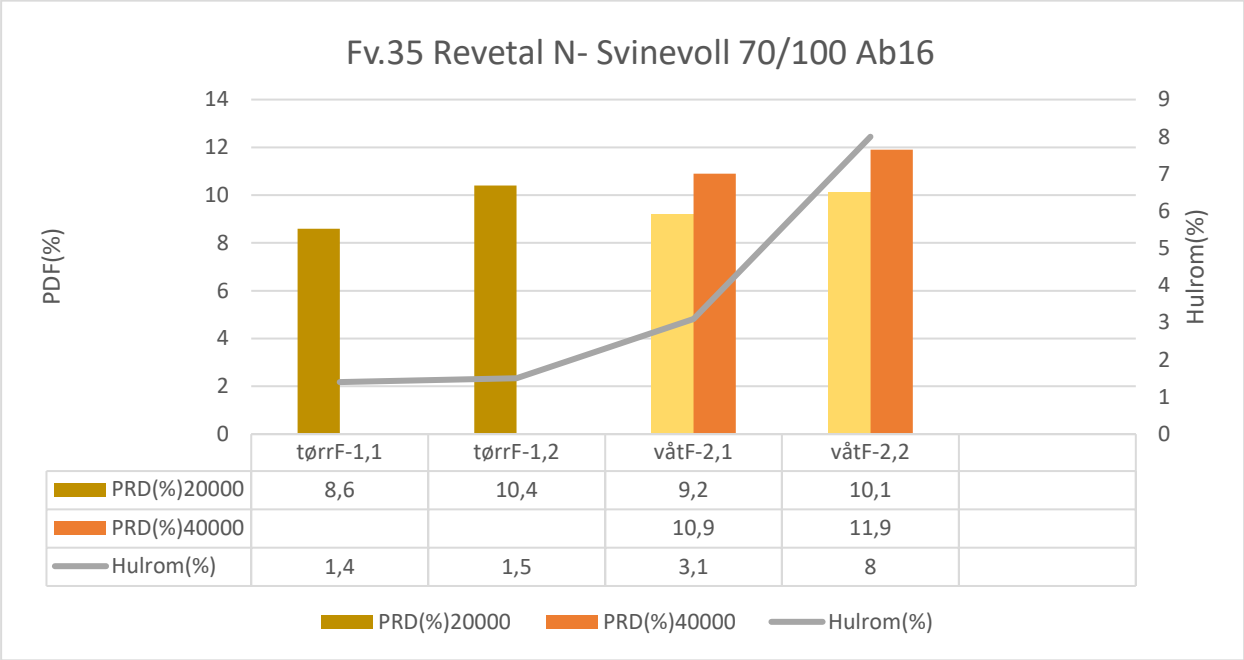
Det ble testet 4 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 50℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve F1 med 20 000 passeringer og våt prøve F2 testet med 40 000 passeringer, men resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

Tabell 40 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 40. Resultater av Wheel-Track test for Fv.35 Hp4 Revetal N - Svinevoll

Wheel-Track målinger tørr og våt Fv.35 Hp4 Revetal N –Svinevoll						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
F-1 tørr	20000	1,4	6,3	3,55	8,6	0,038
F-1,2 tørr	20000	1,5	6,5	4,26	10,4	0,059
F-2,1 våt	20000	3,2	8,2	3,85	9,2	0,120
_	40000	-	-	4,55	10,9	0,07
F-2,2 våt	20000	3,1	8,0	4,05	10,1	0,098
-	40000	-	-	4,75	11,9	0,07

Figur 68 viser oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 68: Resultatene av PRD og hulrom for Fv.35 Revetal N. Svinevoll

Tabell 41 viser korrelasjon mellom PRD (%) og hulrom for våte prøver testet med 20 0000 passeringer, men som det fremgår er det en god korrelasjon mellom disse.

Tabell 41: Statistisk t-test av resultater for PRD fra Fv.35 Revetal N. Svinevoll

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr F1 – våt F2	0,90

Resultater av t-test viser at prøvene ikke er signifikant forskjellige mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand.

Statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde PRD, sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver vist i tabell 42.

Tabell 42: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Fv.35 Revetal N. Svinevoll

T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)
våt	0,09	0,08

For våt testing av prøve er det ikke signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

5.3.2.7 G-Fv.862 Langnestunnelen

Det ble testet 8 borkjerner i WT og analysene ble gjennomført ved 60℃. Nedenfor er det gitt resultater for tørr prøve G1 (lass 1) med 20 000 passeringer, våt prøve G2 (lass 1) med 40 000 passeringer og resultater etter 20 000 passeringer er også gitt.

Prøve G3 (lass 2) ble testet med Wheel-Track, men den testen ble brutt etter 7500 passeringer pga. høy temperatur (60℃). Etter dialog med byggherre fikk vite at denne lassen var uten PMB. Derfor er resultater fra dette forsøket ikke tatt med i rapporten.

Asfalt resepten var mangelfullt fordi benevningen (gradering og mykningspunkt) til asfaltmassen med PMB var ikke oppgitt.

Det ble utført tre parallelle tester for prøvene G1 og G3 på grunn av store avvik mellom de to første prøvene. Resultatene for prøvene G1, tørr og G-2,2, våt, avviker fra de andre prøvene og det er derfor sett bort fra disse i denne rapporten.

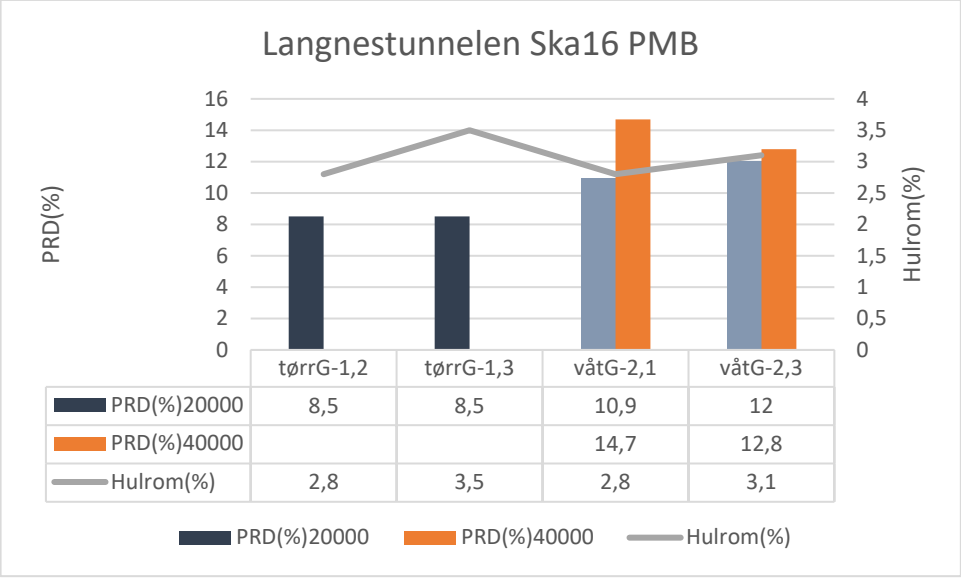
Tabell 43 presenterer resultater av hulrom (hydrostatisk overflatetørr densitet og geometrisk målt densitet), spordybde, proporsjonal spordybde PRD og sporutviklingsraten WTS etter 20 000 og 40 000 passeringer.

Tabell 43: Resultater av Wheel-Track test for Fv.862 Langnestunnel

Wheel-Track målinger tørr og våt Fv.862 Langnestunnel Ska16 PMB						
Nr.	**Passeringer**	**Hulrom (%)**	**Geometrisk hulrom (%)**	**RD (mm)**	**PRD (%)**	**WTS (mm/10³)**
G-1 tørr	20000	4,7	9,6	2,68	7,0	0,123
G-1,2 tørr	20000	2,8	8,1	3,75	8,5	0,105
G-1,3 tørr	20000	3,5	8,0	3,41	8,5	0,197
G-2,1 våt	20000	2,8	6,0	4,32	10,9	0,183
_	40000	-	-	5,80	14,7	0,115
G-2,2 våt	20000	3,8	8,1	3,31	9,0	0,085
	-	-	-	3,84	10,5	0,053
G-2,3		3,1	6,0	4,69	12,0	0,156
-	40000	-	-	5,44	13,8	0,075

G-3,1 våt (lass2)	20000	X	X	X	X	X
-	40000	X	X		X	X
G-3,2 våt (lass2)	20000	X	X	X	X	X
-	40000	X	X	X	X	X

I figur 69 vises oppsummering av PRD og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom for 20 000 og 40 000 passeringer.



Figur 69: Sammensetning resultatene av PRD og hulrom fra Langnestunnelen

Det ble gjennomført statistikk t-test av resultater fra PRD etter 20 000 passeringer og resultatene er vist i tabell 44.

Tabell 44: Statistisk testing av resultater for proporsjonal spordybde fra Langnestunnelen

T-test verdiene for Wheel-Track test	
tørr G1 – våt G2	0,11

Resultater av t-test viser at prøvene ikke er signifikant forskjellige mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand.

Statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde PRD, sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver vist i tabell 45.

Tabell 45: Statistikk t-test av resultater for PRD og WTS fra Langnestunnelen

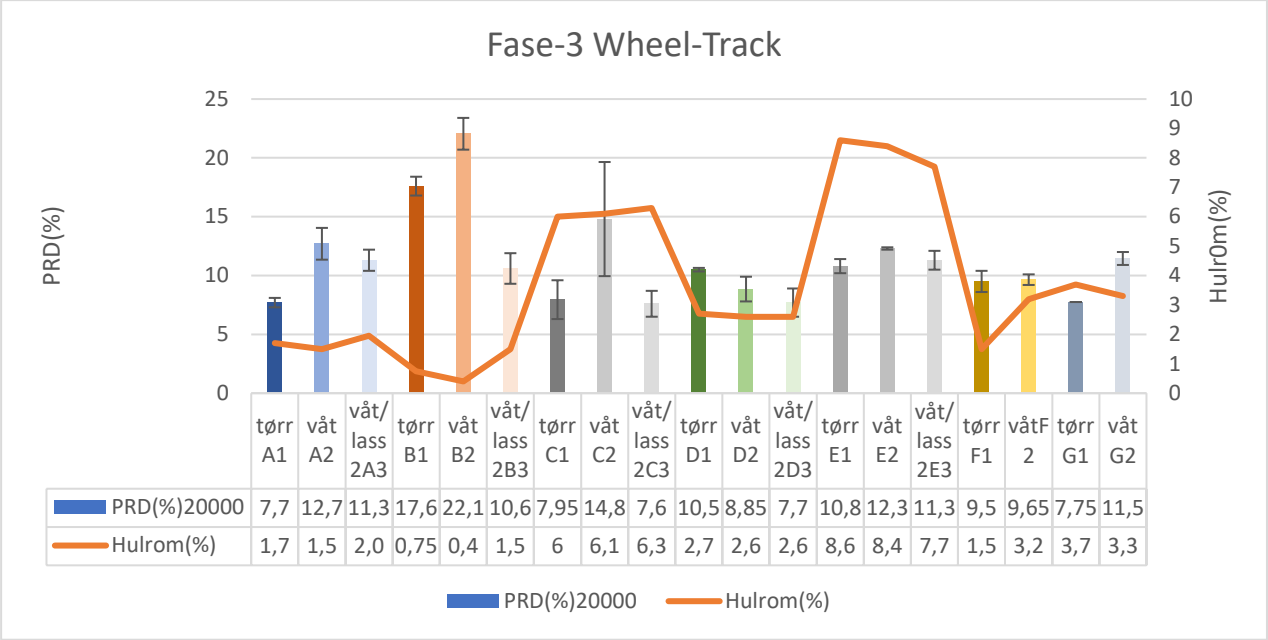
T-test verdier fra Wheel-Track	PRD (%) 20 000/40 000 passeringer	WTS1/WTS2 (mm/10³)
våt	0,109	0,02

For våt testing av prøve viser at det er signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD, mens for WTS-verdiene er det ikke signifikant forskjell med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

Den fullstendige rapporten for Wheel-Track test er vist i vedlegg 10.

5.3.2.8 Oppsummering fra fase 3 av Wheel Track test

I figur 70 viser oppsummering fra fase 3 av proporsjonal spordybde og hydrostatisk overflatetørt målt hulrom opptil 20 000 passeringer, ser bort prøver med storavvik fra andre paralleller. Prøve C3 fra E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad viser stort variasjonsområde mellom to paralleller, det ble tatt to kun to paralleller fra hverpunkt i dette strekningen.



Figur 70: Oppsummering av Wheel-Track test fra fase 3

6 Sammenligning og diskusjon

I dette kapittelet blir resultatene som er presentert i kapittel 5 sammenstilt og vurdert. I første omgang vil resultatene fra forsøkene på indirekte strekk bli presentert og videre vil resultatene fra forsøkene på Wheel-Track bli presentert.

6.1 Indirekte strekk

Fase 1 Laboratoriekomprimerte masser

Laboratoriekomprimerte masse Agb11 med amin har ITSR verdien (70,6 %) og uten amin (66%). Prøven ble laget med et tilslag som har gitt problem med steinslipp og som nevnt i kapittel 2.2.2 vannfølsomhet er mer avhengig av steinmaterialer enn bitumen.

Kapittel 4.1 viser at prøvene med amin har mindre bindemiddel og filler enn prøvene uten amin. Prøve med amin har derfor (1,8 %) høyere hulrominnhold og (5,7%) mindre bitumenfylt hulrom enn uten amin; se resultater i tabell 5. Som sagt i kapittel 2.2.8 får vann enklere tilgang til asfaltmasser med høyre hulrominnhold derfor har prøve med amin (0,7 %) høyere vannabsorbsjon enn prøve uten amin.

Figur 44 viser at ITS-verdien ble redusert ved vannlagring for prøver både med og uten amin. Våt prøver med amin har en lavere ITS-verdi på (1203,35 kPa) enn uten amin som ligger på (1273,61 kPa)

Videre viser statistisk t-test at ITS-verdier er ikke en signifikant forskjell mellom våt prøve med og uten amin.

For tørr prøve uten amin er ITS-verdien (1930,38 kpa) og med amin (1703,32 kPa). Tørr prøve har høyre ITS-verdien. Det kan være bare tilfeldig. Forskjellene i ITSR-verdi skyldes for tørr prøver.

Som nevnt i kapittel 2.2.6 finnes det i Norge mye sure bergarter og for å sikre asfaltdekkene mot vedheftingsproblematikk må det tilsettes vedheftningsmiddel. ITS verdien viser det er ingen forskjell med eller uten amin for dette masse.

Resultater i tabell 4 viser at prøver med amin har 40 % dekning og uten amin 0 % dekning etter 48 timer ved bruk av rulleflaskemetoden. Ut ifra dette prøven med amin viser klart bedre vedheft enn prøve uten amin. Resultater viser det er behov for vedheftingsmiddel i norsk asfalt masse.

Fase 2 Som vist i tabell 11 har prøvene:

Svinesundsparken har:

- Hulrom 6,7% som er høyre enn kraven
- Bitumenfylthulrom 62,9% lavere enn kraven
- Vannabsorbsjon 1,23%

Innfartsveien-Tromsøsvingen:

- Hulrom 0,8% som er lavere enn kraven
- Bitumenfylthulrom 95,2% høyre kravene
- Vannabsorbsjon 0,06%

Mosvikvegen i Inderøy:

- Hulrom 10,4% høyre enn kraven
- Bitumenfylthulrom 54% lavere kravene
- Vannabsorbsjon 3,4%

Som det sagt i 2.2.8 gir høy hulrom tilgang til vann i massen og ut ifra dette var det forventet at Mosvikvegen skulle mye lavere ITS-verdi enn for de andre to som er tett og har stivere bindemiddel.

Figur 47 viser at samtlige av de tre strekningene har over 90 % i ITSR-verdi, og resultatene viser ingen forskjell i vannfølsom dragen.

Figur 48 viser at tørr prøve fra Svinesundsparken har en ITS-verdi på (958,69 kPa) og våt (982,598 kPa). Denne økningen viser at våt prøve ble herda under kondisjonering og dette kan være en årsak til at prøven har en ITSR -verdi lik 102,5%. Det kan også være tilfeldig.

Tørre prøver fra Innfartsveien - Tromsøsvingen har en ITS-verdi på (1258,396 kPa) og våt (1255,11 kPa), men forskjellen er så liten at dette kan være tilfeldig.

Begge massene har så lavt hulrom at vannet får ikke komme inn i prøven og dermed vises ingen forskjell i ITS-verdi mellom tørre og våte.

Mosvikvegen har en ITS-verdi for tørr prøve lik (98,132 kPa) og våt (80,806 kPa). Dette er unormalt lave ITS-verdier og årsaken til dette er sannsynligvis at prøvetykkelsen er mindre enn 4cm.

Tabell 12 viser Statistisk t-test at tørre og våte prøve fra Mosvikvegen er signifikant forskjellige, men fra andre to strekninger er ikke signifikant forskjellige.

Fase 3 dekke fra to til tre år gamle:

Vesleala-Elverum S som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 2,1% som fyller kraven
- Bitumenfylthulrom: 85,9% lavere enn kraven
- Vannabsorbsjon 0,4%

Massen har en ITSR på 94,2%. Ab16 Massen er tett med lite hulrom innhold, dermed vann fikk ikke komme inn i prøven. Figur 57 viser Prøver har en ITS- verdier (1736 kPa) for tørr prøve og (1648 kPa) for våt. Statistisk t.test for ITS-verdien viser at det er ikke signifikant forskjell mellom tørr og våt prøve.

Finnsnes Sentrum som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 0,5% som lavere enn kraven
- Bitumenfylthulrom 97,1% høyre enn kraven
- Vannabsorbsjon 0,08%

Massen har en ITSR-verdi på 94,6%. Figur 57 viser prøven har ITS- verdier (978,6 kPa) for tørr prøve og (925,9kPa) for våt prøver. Massen er veldig tett og stiv derfor vann får ikke komme inn i massen.

Statistisk T-test for ITS verdi viser prøven er ikke signifikant forskjellige mellom tørr og våt. Byggherre har registret steinslipproblematikk, men ITSR-verdien viser massen er ikke vannfølsom.

Mølnarodden i Flakstad som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 5,4% som fyller kraven
- Bitumenfylthulrom 71,6% som fyller krav kraven
- Vannabsorbsjon 1,47%

Massen har en ITSR-verdien som ligger i 95,2%, som massen er ikke vannfølsom. I figur 57 viser prøven har ITS-verdien (1266 kPa) for tørr prøve og 1(205 kPa) for våt prøve. Statistisk test viser tørr og våt prøver er ikke signifikant forskjellige.

E10 Hp 26 Svolvær som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 3,1% som fyller kraven
- Bitumenfylthulrom 80,9% fyller kraven
- Vannabsorbsjon 0,42%

Massen har en ITSR- verdien på 98,6 %. ITS-verdien (1285 kPa) for tørr og (1270 KPa), Massen har lite vannabsorbsjon. Statistisk t-test viser det er ikke signifikant forskjell mellom tørr og våt. Strekning er registret steinslipproblematikk, ITS test viser ikke massen er vannfølsom.

Utøy-Inderøy kommune som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 6,2% som er 0,2 % høyre enn kraven
- Bitumenfylthulrom 68,0% lavere enn kraven
- Vannabsorbsjon 1,7%

Prøven har en ITSR-verdien 83,3% som viser massen er litt vannfølsom enn andre prøver som test fra veg. Prøven har ITS-verdien (230,3 kPa) for tørr og (164,5 kPa) for våt. Dette er unormalt lave ITS-verdier og årsaken til dette er sannsynligvis at prøvetykkelsen er mindre enn 4cm. Statistisk test viser det er signifikant forskjell mellom tørr og våt.

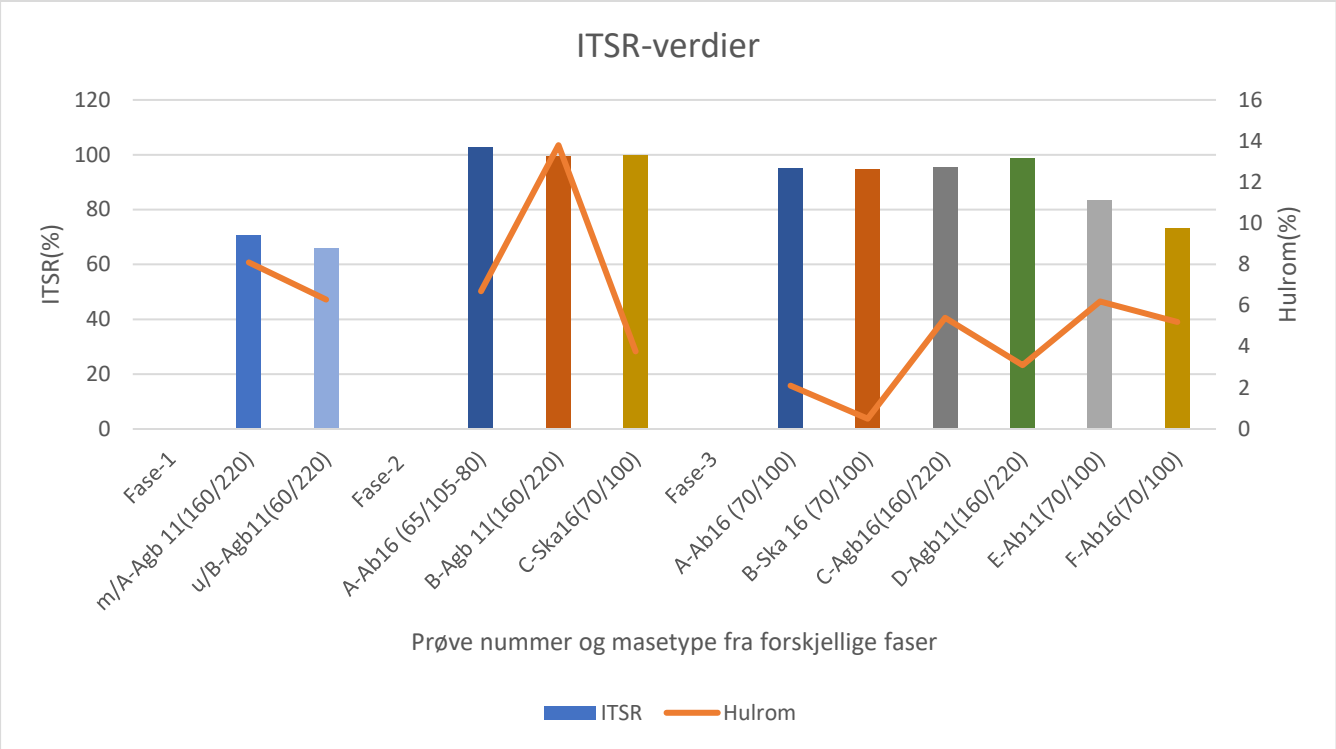
Revetal N –Svinevoll som vist i tabell 23 har prøvene:

- Hulrom 5,2% som er høyre enn kraven
- Bitumenfylthulrom 71,2% lavere enn kraven
- Vannabsorbsjon 1,44%

Prøven har en ITSR-verdien 73,2% som viser massen er vannfølsom enn de andre masse fra fase 1 og fase 2. ITS-verdien (1511 kPa) for tørr og (1106kPa) for våt prøvene. Dette er unormalt lave ITS-verdier og årsaken til dette er sannsynligvis at prøvetykkelsen er mindre enn 4cm. Verdien ble redusert med vann viser massen er vannfølsom. Statistisk t.test viser det er signifikant forskjell mellom tørr og våt prøver. Byggherre har opplevd store skader med steinslipproblematikk og innen garantitidens utløp, asfalten skal frest bort og legg på nytt.

Figur 71 vises en oppsummering av ITSR verdier med hydrostatisk overflatetørt målt hulrom fra tre faser. Stive asfalt dekke fra fase 1 og fase 2 har en ITSR-verdien over 90% unntatt Prøve E og F.

I fase 2 prøve B fra Fv.755 Mosvikvegen ble brukt tilslag fra samme pukkverk som prøve E fra fase 2.Byggherre hadde registret steinslipproblematikk. ITSR-verdien fra prøve B 99,3% i på nylagt asfalt dekke og prøve E 83,3 % fra fase 3. Prøve F har lavere ITSR-verdi enn alle andre prøver fra felt.



Figur 71 Oppsummering av ITSR resultater fra alle faser

6.2 Wheel-Track test

Asfaltgrusbetong (Agb)

Resultater for lab-komprimerte masse Agb 11 fra fase 1 er vist i tabell 7. Resultater for tørr Wheel-Track test viser det er ikke forskjell i proporsjonal spordybde med amin og uten amin.

Wheel-Track tørr og våt uten amin ble testet med til 20 000 passeringer. Wheel-Track test tørr uten amin har fått en PRD-verdi på 5,3% og våt uten amin 6,35% vist i figur 72. Statistikk t-test viser at det er signifikant forskjell i tørr og våt prøver mellom spordybde 10 000-20 000 passeringer). Prøvene har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).

Massen ble valgt etter anbefaling av NaMet- gruppen. Gruppen hadde registret steinslipproblematikk for asfaltmasse fra samme pukkverk. Ved tillaging av prøvene var bindemiddelinnholdet under krav og var forventet vannfølsomtsproblematikk med denne masse.

Det ble valgt å teste prøven med amin opp til 40 000 passeringer når denne ble testet våt. Prøven har ikke fått store spor økning. Prøven har ikke fikk fått noe knekkpunkt som indikerer steinslipproblemer ved testing med 40 000 passeringer. Dessuten statistisk t-test (tosidig) viser at det er signifikant like mellom proporsjonal spordybde (10 000 - 20 000 passeringer).

Resultater av t-test prøven med amin viser at det er ikke signifikant forskjell av proporsjonal spordybde fra (10 000 – 20 000) passeringer og fra (20 000 – 40 000) passeringer. Stigningsrate fra (10 000 – 20 000) passeringer og fra (20 000 – 40 000) passeringer er ikke signifikant forskjellig, men dem kan også være signifikant forskjellig. Som vist i kapittel (2.3.1 figur 15) massen har ikke problem med vannfølsomhet.

Wheel-Track resultater viser ingen forskjell i PRD-verdi for masse med og uten amin med. Statistisk t. test viser Våt med amin og våt uten amin er ikke signifikant forskjell med 20 000 passeringer. Det er ikke signifikant forskjell mellom PRD-verdien med Prøvene tørr med amin og tørr uten amin.

Årsaken til dette kan være lavt hulrom og dermed vann får ikke tilgang i massen.

B-Fv.755 Mosvikvegen i Inderøy: Wheel-Track resultater viste i tabell 16. Wheel-Track tørr (lass1) har PRD-verdi på (14,3%), våt (lass1) på (15,6 %) og våt (lass2) på (17,5%) vises i figur 72. Resultater av statistisk t-test viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2. Prøvene har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).

Statistikk t-test av verdiene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver fra begge lassene er signifikant forskjell.

ITS test viser ikke heler forskjell mellom tørr og våt prøve. Massen inneholder vedheftingsmiddelet amin og som nevnt i 2.2.5, gir dette ikke problem med steinslipp. Byggherren har imidlertid registret steinslipproblematikk med den massen. Resultater fra

ITS- og Wheel-Track- test har ikke klart å oppfange steinslipproblematikken for dette masse.

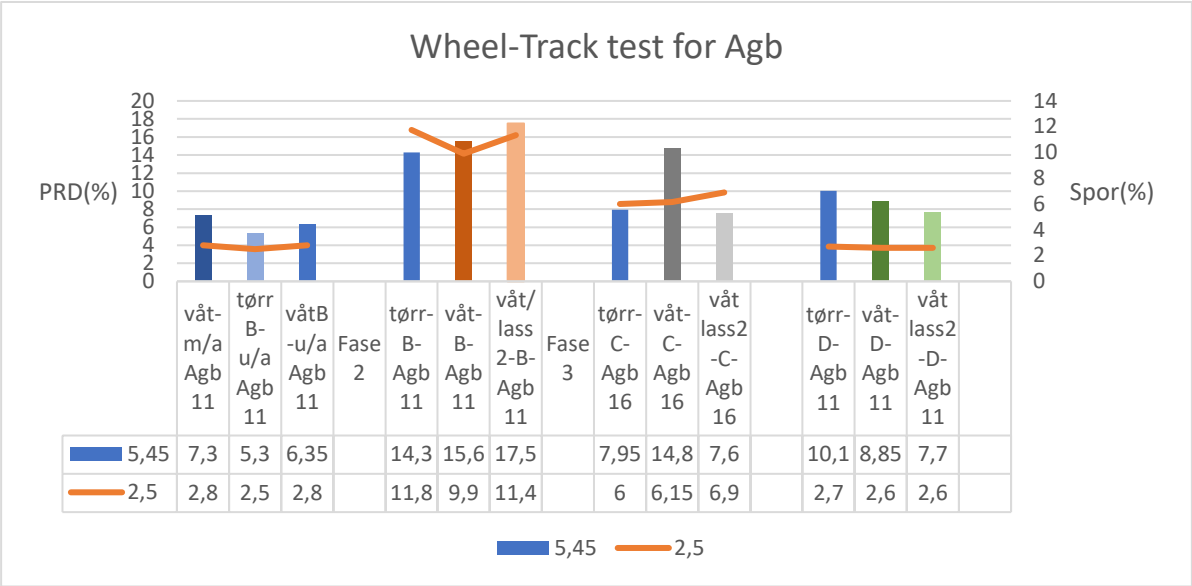
C-E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad / D- E10 Hp 26 Svolvær:

Wheel-Track resultater av t-test fra begge strekninger viser at prøver fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2 med 20 000 passeringer. Prøvene har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).

Dessuten statistikk t-test av resultatene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver viser en signifikant forskjell.

Årsaken til dette kan være lavt hulrom og dermed vann får ikke tilgang i massen.

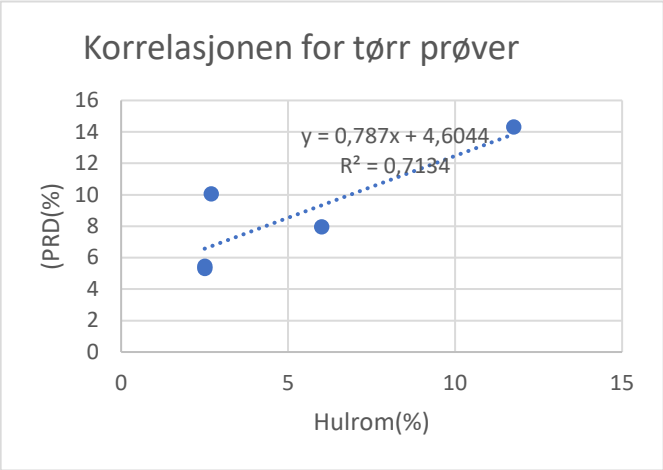
I figur 72 viser bedre resultat for lab-komprimerte masse med amin og uten amin, selv om prøven ble proporsjonerte med bindemiddel og fille mengde under krav. Prøve B-Fv.755 Mosvikvegen i Inderøy fra fase 2 har høyre hulrom og her var det forventet mye større PRD eller steinslipproblematiskpunkt. Prøve C-E10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad/ D- E10 Hp 26 Svolvær fra fase 3 har lavere PRD enn prøve (B-fase2) årsak kan være hulrom.

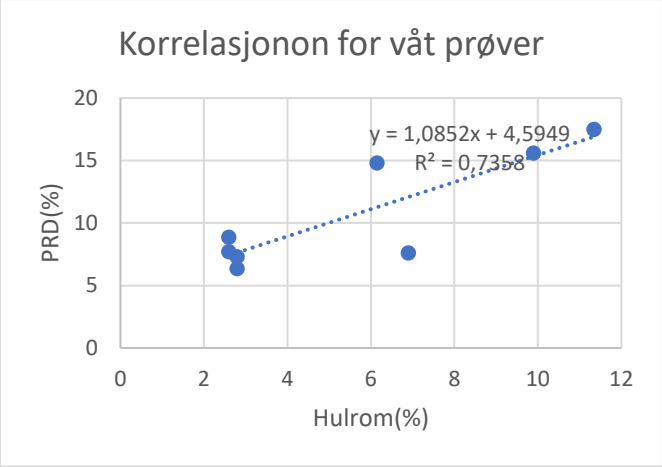


Figur 72: Oppsummering av Wheel-Track test opptil 20 000passeringer for Agb masse

Hydrostatisk overflatetørr hulrom resultater skal sammenligner med hverandre i figur 73. Det ble gjort en feil i laboratoriearbeid ved at prøvene ikke ble saget på toppen og det er derfor ikke sikkert at hulromsverdier angitt som geometrisk hulrom, er hundre prosent korrekt.

I figur 73 vist en relativ grei sammenheng mellom hulrom og spordybde for tørr og våt prøver.





Figur 73: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for Agb masse

Asfaltbetong (Ab):

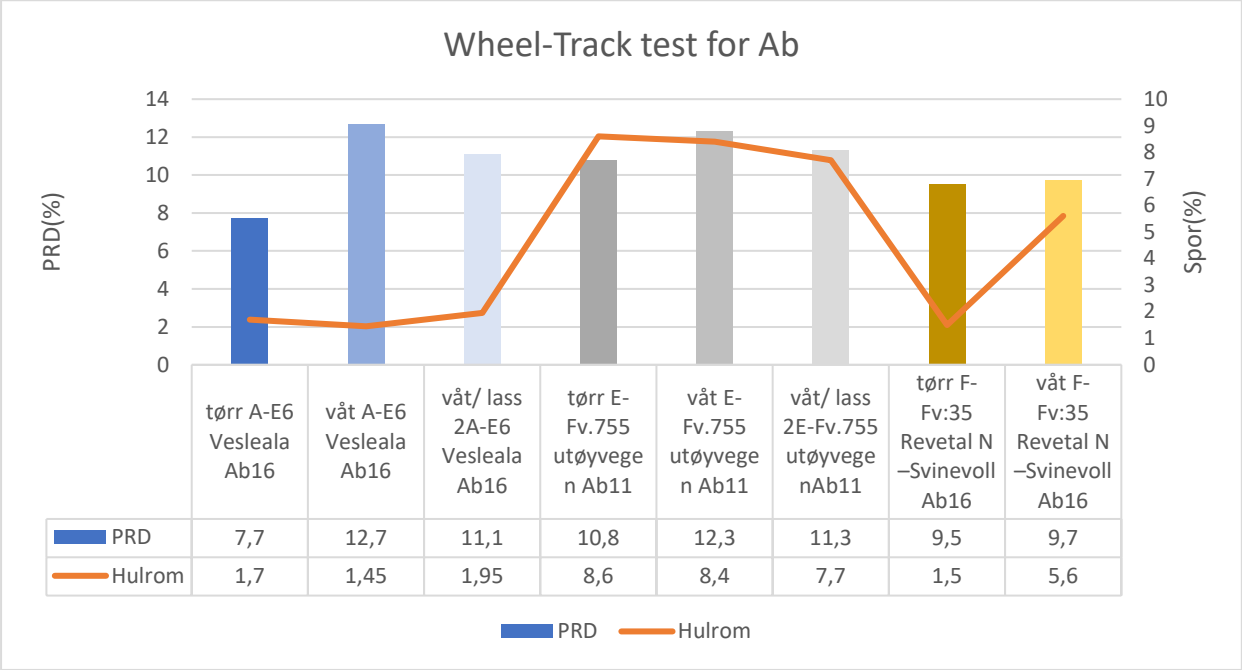
I figur 74 viser resultater fra Wheel-Track test for Ab masse fra fase 3. Alle tre strekninger viser at det er ikke stor forskjell på med spordybde med eller uten vann.

Resultater av t-test viser at prøver fra Vesleala og Utøyvegen fra lass 1 er signifikant like mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand, og tilsvarende for prøver fra lass 2. Dessuten statistikk t-test av verdiene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver fra begge lassene er signifikant forskjell.

Resultater av t-test viser at prøvene fra Fv.35 Revetal er ikke signifikant forskjellige mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand. Dessuten statistikk t-test av verdiene for proporsjonal spordybde (PRD), sporutviklingsraten WTS1 (10 000 - 20 000 passeringer) og sporutviklingsraten WTS2 (20 000 – 40 000 passeringer) for våte prøver er ikke signifikant forskjell.

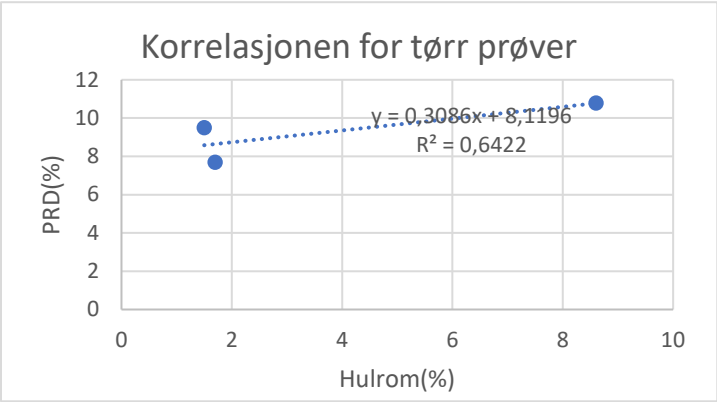
Prøvene fra alle tre strekninger har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).

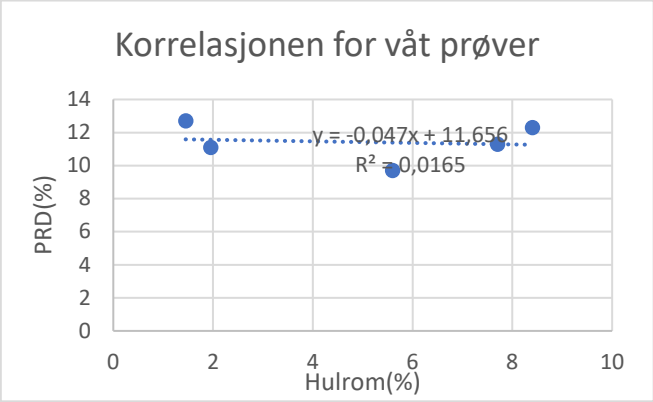
Figur 74 viser oppsummering av PRD-verdi og hydrostatisk overflatetørr målt hulrom. Prøve E -Utøyvegen og F- Revetal hadde en ITS-verdien lavere for våt enn tørr prøve, og her var det forventet WT skulle vise problem med steinslipp. Prøve A-Vesleala har ikke forskjellige ITS-verdier for tørre og vannlagrede prøver; ITSR omkring 1. Resultater fra Wheel-Track test viser at prøvene fra alle tre strekninger ikke er vannfølsom.



Figur 74:Oppsumering av Wheel-Track test med opptil 20 000 passeringer for Ab masse

I figur 75 viser en viss sammenheng mellom hulrom og PRD for tørr prøver, men ingen korrelasjonen for våt prøve. At det er en viss korrelasjon for de tørre prøvene skyldes at vi kun har tre prøver og at to av disse tilfeldigvis ligger nær hverandre. Prøvene ble ikke saget på toppen og dermed er det er ikke sikkert at hulromsverdiene er riktige.





Figur 75: Sammenheng mellom spordybde og hulrom for Ag masse

Skjelettasfalt (Ska):

Begge massene ble hentet fra Region nord og området har stor andel piggdekktrafikk. Asfalten som ble brukt, hadde lavt hulrom og høyt bitumenflythulrom.

Resultater fra tørr WT test fra **C-Innfartsveien-Tromsøsvingen** har fått høyre spordybde forhold til våt prøve. Som vist i kapital 2.5 ligger hulrommet under krav og tabell 11 viser bitumenfylthulrom har en verdi på 95,2% som er høyre enn krav.

Som tidligere vist har Agb- og Ab-masse like store elle større spor for tørre prøver sammenlignet med våte prøver. Lavt hulrom og høyt bitumenfylt hulrom kan være årsak til høyre spordybde for tørre prøver enn våte. Men dette forskjell kan også være tilfeldig. Prøve våt C2 fra (lass2) har fått mye mindre PRD (%) enn prøve våt og tørr fra (lass1).

Statistikk t-test for PRD (%) etter 20 000 passeringer viser prøver fra lass 1 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet i tørr og våt tilstand. Prøver fra lass 1 og lass2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet tørr og våt. Prøven fra lass 1 og lass 2 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet vått.

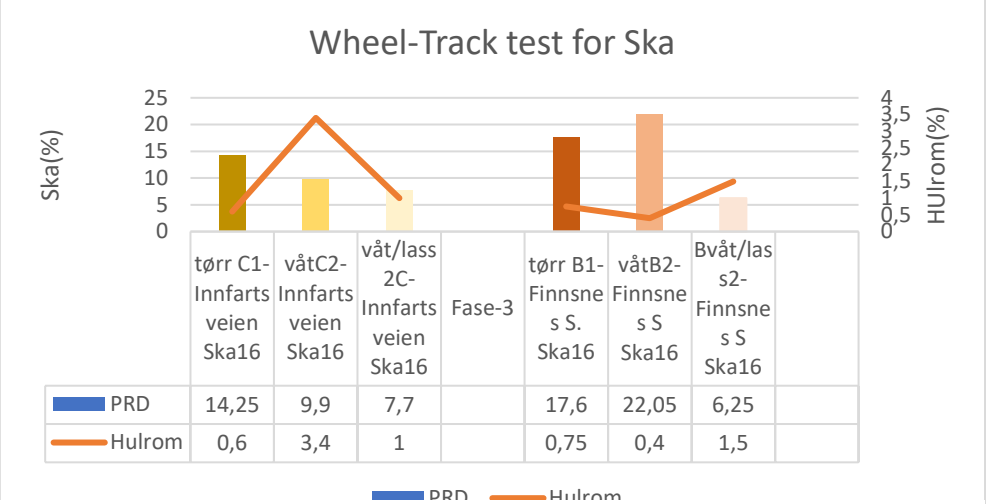
Prøve **B fra Finnsnes sentrum** har et hulrom som er B2 (0,4 %) og B3 (1,5%) er lavere enn krav og bitumenfylthulrom 97,1% høyre enn krav som viser massen er tett.

Resultater viser mer spordybde med vann enn uten vann. Statistisk test viser at prøver fra lass 1 er det ikke signifikant forskjell mellom spordybde testet i tørr og våt tilstand. Prøver fra lass 1 og lass 2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet tørr og våt. Prøver fra lass 1 og lass 2 er det signifikant forskjell mellom spordybde testet vått.

Dessuten statistikk t-test for begge strekninger viste; For våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD, mens for WTS-verdiene er det ikke signifikant forskjellig med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

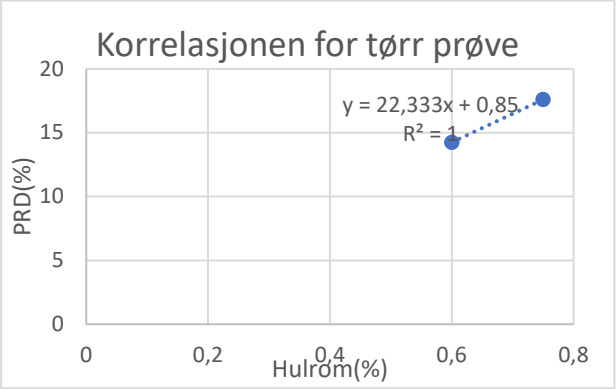
Prøvene fra begge strekninger har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).

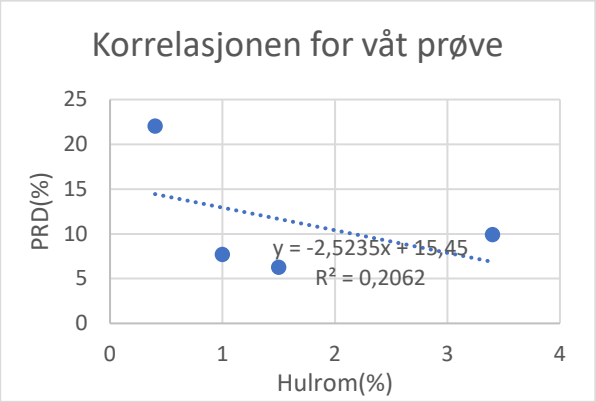
Piggdekkandel er ca.85% i Tromsøområdet og det usikkert hvordan dette har påvirket testresultatene.



Figur 76: Oppsummering av Wheel-Track test for Ska

Figur 77 vist prøve tørr har kun to punkter dermed det viser en god korrelasjonen, men to punkter er ikke nok til å se sammenheng. Det er dårlig korrelasjonen mellom PRD og hulrom.





Figur 77: sammenheng mellom hulrom og PRD for Ska

Polymermodifisert bindemiddel (PMB)

Figur 78 viser resultater fra Svinesundsparken med Ab16 PMB 65/105-80, viser at spordybde for våte prøver (A2) er 3,4% høyre enn for tørr prøver (A1).

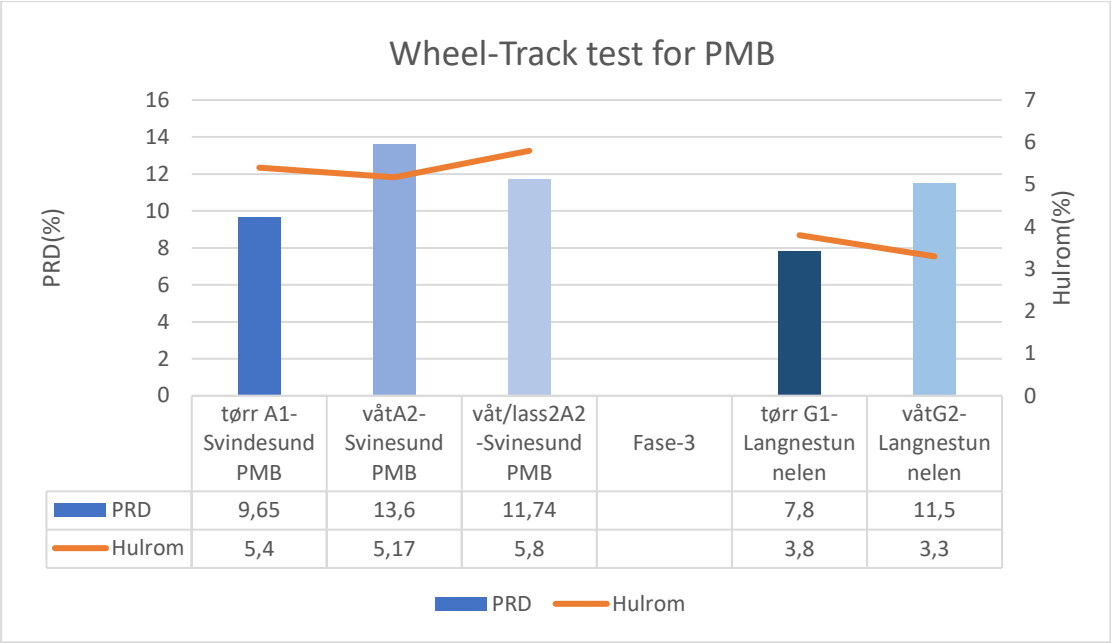
Statistisk test viser at prøver fra lass 1 er ikke signifikant forskjell mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand og tilsvarende for prøver fra lass 2.

Dessuten statistikk t-test for våt testing av prøvene fra begge lassene er det signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD og WTS-verdi med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer.

Figur 78 viser resultater fra **Langnestunnelen** med (Ska.16 PMB) viser en økning av spordybde fra tørre og våte prøve med 3,7%. Resultater av statistisk t-test viser at prøvene ikke er signifikant forskjellige mellom proporsjonal spordybde testet i tørr og våt tilstand.

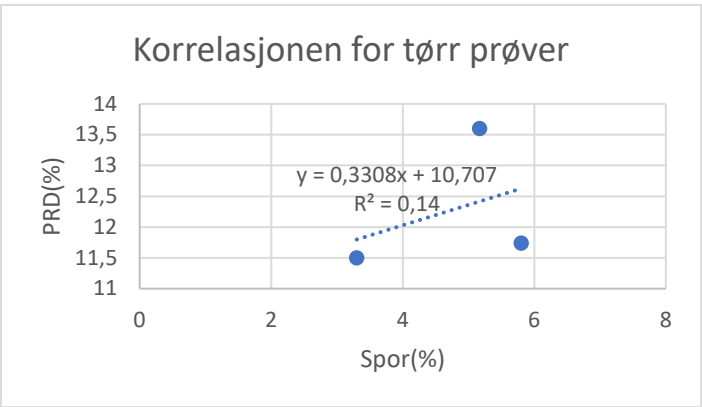
Videre for våt testing av prøve viser at det er signifikant forskjell mellom gjennomsnitt PRD, mens for WTS-verdiene er det ikke signifikant forskjell med 10 000 - 20 0000 passeringer og fra 20 000 - 40 000 passeringer

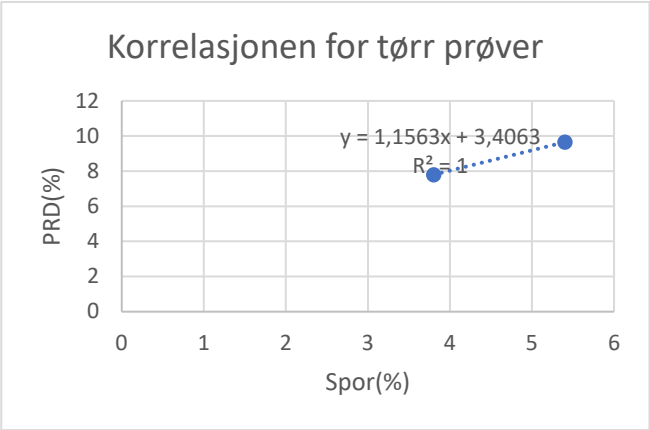
Prøvene fra begge strekninger har ikke fått steinslipproblematikk knekkpunkt/ (stripping Inflection point) (SIP)) som vist i kapittel (2.3.1 figur 14).



Figur 78: Oppsummering av Wheel-Track test for masse med PMB

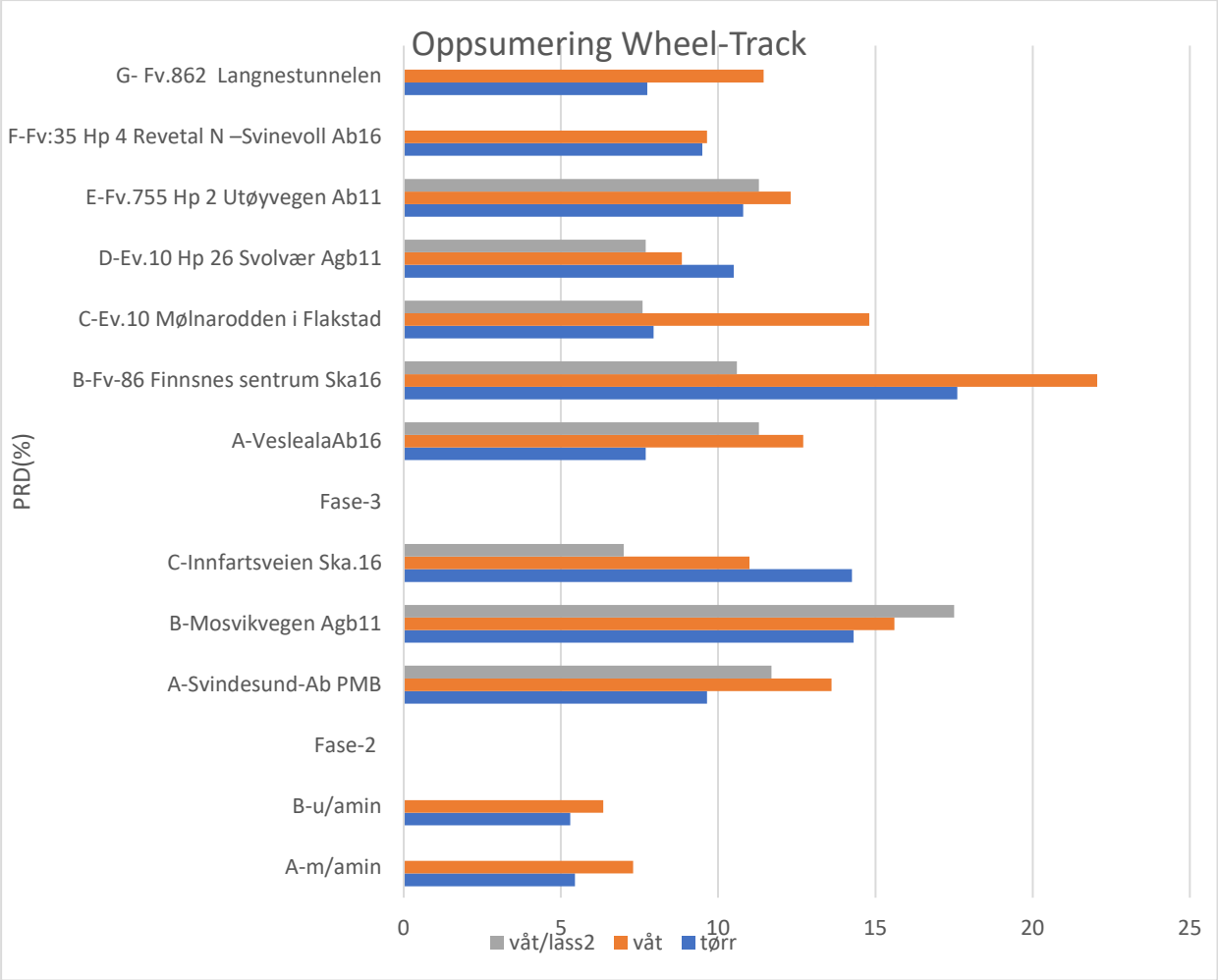
Figur 79 viser en dårlige korrelasjon for tørr prøver. Prøve kun har kun to punkter dermed det viser en god korrelasjonen, men to punkter er ikke nok til å se sammenheng





Figur 79: Sammenheng mellom hulrom og PRD for masse med PMB

Figur 80 viser en oppsummering av alle masse Wheel-Track test med 20 000 passeringer. Ingen av våte prøvene fikk et slik forløp av kurve for deformasjon/antall syklyser at man kan si massene er vannfølsom.



Figur 80: Oppsummering av spordybde (%) fra alle masse

7 Konklusjon

Rulleflaske-test viser at prøver med amin etter 48 timer med rulletid har masse 40% dekning og uten amin 0% dekning. Rulleflaske-test viser synlig forskjell mellom prøve med og uten amin for disse prøvene.

Resultater fra Indirekte strekk viser en forskjell mellom tørre og våte prøver fra Marshall komprimerte klosser. ITS-test viser ikke forskjell mellom våt prøve med og uten amin og ut ifra dette har amin ingen vedheftingseffekt. Forskjellen i ITSR-verdi for materialer med og uten amin skyldes i hovedsak lavere ITS-verdi for tørr prøver.

Resultater fra indirekte strekk test for borkjerner fra nylagt asfalt viser ingen forskjell mellom tørr og våt lagret prøver. ITSR-verdiene er over 90%. ITS-verdi for borkjerner fra to til tre år gamle asfaltdekker viser ingen forskjell mellom tørre og våte prøver unntatt de strekninger som var veldig dårlige.

På bakgrunn av analysene som ble utført på de utvalget masser og strekninger, kan vi konkludere med at indirekte test er en arbeidskrevende prosess og viser ikke realistisk resultater unntatt for de massen som er veldig dårlig. Denne viser heller ikke effekten av amin for våte prøver.

Wheel-Track testresultater viser mindre proporsjonal spordybde (PRD) for laboratoriet-komprimert masser. Resultater viser ikke statistisk forskjell med PRD-verdien med tørre og våte prøver med eller uten amin. Denne viser heller ikke forskjellig spordybde tørre prøver med eller uten amin for asfaltmassene. Resultater viser heler ikke knekkpunkt som indikerer steinslipproblemer.

Den laboratorietillagede prøven ble porsjonerte lavere bindemiddelinnhold enn kravene. Resultater av ITS-testen viste at våte prøve fikk lavere ITS-verdi. I tillegg til dette viste resultater fra rulleflaske-testen vedheftsproblemer i massen. Wheel-Track test har ikke klart å vise disse vedheftingsproblemer.

Wheel-Track test ble gjennomført for 10 forskjellige strekninger med ulike massetyper. Prøver i vann ble testet til 40 000 passeringer. Det er en viss økning med PRD og WTS verdier fra 20 000 til 40 000 passeringer.Resultater fra Wheel-Track viser at ingen av de 10 strekninger har knekkpunkt som indikerer steinslipproblematikk. Resultater viser økning av spordybde (PRD%) og sporutviklingsraten (WTS%) med våt WT-test. Økning er ikke nok stor til å si at massen er vannfølsom.

To av de strekninger der ITS-test resultater vist lavere ITSR-verdien, WT-test har kun vist litt økning med spordybde. Wheel-Track-resultater viser ikke forskjell med spordybde for våte prøver fra forskjellig lass. Resultater viser litt variasjon mellom prøver svar, men lite variasjon hadde forventet.

Sammenheng mellom spordybde (PRD) og hulrom er vist for ulike massetypene. De fleste materialene som ble valgt til testing, har lavt hulrom og høyt bitumenfylthulrom. Dette gjør at prøven blir ikke mettet med vann og dermed også mindre følsom for vann.

Massen med lavt hulrominnhold og høy bitumenfylthulrom får større deformasjon i WT og vil dermed kunne medføre stabilitetsproblem i et asfaltdekke.

Wheel-Track test har ikke klart å vise de bestandighetsproblemene som vi hadde forventet. Wheel-Track test med vann klarte ikke vise steinslipproblem, men deformasjonsmålinger med tørr test er en grei metode for bestemmelse av stabilitetsegenskaper til en asfalt. ITS-testen viser brukbare resultater på lab-komprimerte masser og der asfaltdekkene tydelig er dårlige. ITS-testen viser ingen forskjeller mellom nylagt asfaltdekke. Rulleflaskemetoden viser tidligere forskjell mellom bra og dårlig vedheftsforhold sammenlignet med Wheel-Track – og ITS-test.

I Norge mye sure bergarter og for å sikre asfaltdekkene mot vedheftingsproblematikk må det tilsettes vedheftningsmiddel

8 videre arbeid

Dette studien har hatt et brett fokus på å teste bestandighetsproblematikk med ITS og Wheel-Track test for en del av byggherres asfaltkontroll. Dessverre har resultater fra våt Wheel-Track ikke vært egnet til å teste bestandighet for asfaltmasse fra Norge.

I Norge skal tilsettes vedheftmiddel i asfalt dekke. Teoretisk grunnlag og erfaring fra fagpersoner viser det er vedheftproblematikk også for norsk veger. Det er mange faktorer som på virke bestandighet og det er ikke enkelt å si hva som er årsaken. Studiet viser det er behov for ny type teste som er effektiv og vise realistisk resultater og det bør være testemetoder som kan sammenligne prøve fra laboratoriet og det som observeres i felt.

I kapittel 2.3.5 ble nevnt en Amerikansk testmetode kalt Moisture Induced Sensitivity Test (MiST) for å undersøke vannfølsom. Metoden er billig, enkel og effektiv å gjennomføre. MiST etterligner effekten av hydraulisk pumping i asfaltdekke som oppstår under trafikk påkjenning. Detter kan være en aktuelle metode som bør vurderes nærmere.

Referanser

2002. Bituminøse masse-Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt- Del 29 bestemmeøse av dimensjonene på bituminøse prøvelegemer.

2012a. Bituminøse masse- Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt- Del 6 bestemmelse av densitet av bituminøse Prøvelegmer

2012b. Bituminøse massser Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt Del 30 Tillaging av Prøvelegemer ved salgkomprimering 2012.

2019. Retningslinjer asfalt

12697-6, E. 2012. Bituminous mixtures–Test methods for hot mix asphalt–Part 6: Determination of bulk density of bituminous specimens. *British Standards Institution*.

12697-12, E. 2008. Bituminous mixtures–test methods for hot mix asphalt–Part 12: determination of the water sensitivity of bituminous specimens.

12697-22, E. 2003. Bituminous mixtures—Test methods for hot mix asphalt—Part 22: Wheel tracking. European Standards.

AKSNES, J., AURSTAD, J., BERNTSEN, G., GRYTESELV, D., JOHANSEN, T., LINDLAND, T., MYHRE, Ø., OSET, F., OTTESEN, H. & PAULSRUD, G. 2016. Lærebok Vegteknologi. Oslo: Vegdirektoratet/Statens Vegvesen.

BAGAMPADDE, U. 2005. *Investigations on moisture damage-related behaviour of bituminous materials.* KTH.

DAVE, E. V. 2018. Moisture Susceptibility Testing for Hot Mix Asphalt Pavements in New England.

DE NORMALISATION, C. E. 2009. Activity Report of the CEN Ad-Hoc Group Adhesion/Durability. *CEN AhG-Adhesion paper N090*.

EN, C. 2003. 12697-33. Bituminous mixtures. Test methods for hot mix asphalt. Part 33: Specimen prepared by roller compactor. Comité Européen de Normalisation.

EN, S. 13108/20. *Bituminous mixtures–Material specifications–Part 20: Type testing*.

GRÖNNIGER, J., WISTUBA, M. P. & RENKEN, P. 2010. Adhesion in bitumen-aggregate-systems: New technique for automated interpretation of rolling bottle tests. *Road materials and pavement design,* 11**,** 881-898.

HUNTER, R. N., SELF, A., READ, J. & HOBSON, E. 2015a. *The shell bitumen handbook*, ICE Publishing London, UK:.

HUNTER, R. N., SELF, A., READ, J. & SHELL, B. 2015b. *The Shell Bitumen handbook,* Westminster, London, Published for Shell Bitumen by ICE Publishing.

HÖBEDA, P. 1998. Vattenkänslighet hos asfaltbeläggning: en litteraturutredning. Statens väg-och transportforskningsinstitut., VTI notat 35-1998.

IZZO, R. P. & TAHMORESSI, M. 1999. Use of the Hamburg wheel-tracking device for evaluating moisture susceptibility of hot-mix asphalt. *Transportation Research Record,* 1681**,** 76-85.

JØRGENSEN, T. 2003. Vannfølsomhet med spaltestrekkmetoden og Cantabro-test: en undersøkelse av to steinmaterialer.

KALMAN, B., HAKIM, H., SAID, S. & WALDEMARSSON, A. 2005. Beständighet hos asfaltbeläggningar: utmattning av asfaltlager som utsätts för upprepade belastningar i närvaro av vatten. VTI. VTI notat 9-2005.

LERFALD, B. O. 2000. A study of ageing and degradation of asphalt pavements on low volume roads.

LOTTMAN, R. P. 1978. PREDICTING MOISTURE--INDUCED DAMAGE TO ASPHALTIC CONCRETE.

MOHAMMAD, L. N., ELSEIFI, M. A., RAGHAVENDRA, A. & YE, M. 2015. Hamburg Wheel-Track Test Equipment Requirements and Improvements to AASHTO T 324.

R210 VEGDIREKORATET, S. V. 2016. R210. Norge: 2016.
SEL, I., YILDIRIM, Y. & OZHAN, H. B. 2014. Effect of Test Temperature on Hamburg Wheel-Tracking Device Testing. *Journal of Materials in Civil Engineering,* 26**,** 04014037.
VARVERI, A., AVGERINOPOULOS, S., SCARPAS, T., COLLOP, A. & ERKENS, S. 2014a. *On the Combined Effect of Moisture Diffusion and Cyclic Pore Pressure Generation in Asphalt Concrete*.
VARVERI, A., SCARPAS, A., COLLOP, A. & ERKENS, S. On the combined effect of moisture diffusion and cyclic pore pressure generation in asphalt concrete. 93rd Annual Meeting Transportation Research Board, Washington, USA, 12-16 January 2014; Authors version, 2014b. TRB.

Vedlegg

NTNU

Fastsatt av Rektor 20.01.2012

STANDARDAVTALE

om utføring av masteroppgave/prosjektoppgave (oppgave) i samarbeid med bedrift/ekstern virksomhet (bedrift).

Avtalen er ufravikelig for studentoppgaver ved NTNU som utføres i samarbeid med bedrift.

Partene har ansvar for å klarere eventuelle immaterielle rettigheter som tredjeperson (som ikke er part i avtalen) kan ha til prosjektbakgrunn før bruk i forbindelse med utførelse av oppgaven.

Avtale mellom

Student: **Shahzadi, Beenash**	født: **27.08.1983**

Veileder ved NTNU: **Helge Mork**

Bedrift/ekstern virksomhet: **Statens vegvesen**

og

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) v/instituttleder

om bruk og utnyttelse av resultater fra masteroppgave/prosjektoppgave.

1. Utførelse av oppgave

Studenten skal utføre masteroppgave i samarbeid med

Statens vegvesen

bedrift/ekstern virksomhet

16.08.2018 - 10.01.2019

startdato – sluttdato

Oppgavens tittel er:

Vegteknolog

Ansvarlig veileder ved NTNU har det overordnede faglige ansvaret for utforming og godkjenning av prosjektbeskrivelse og studentens læring.

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

OSLO / 09-08-18	Ebeneezer Skalisadi
sted, dato	student

sted, dato	veileder ved NTNU

sted, dato	instituttleder, NTNU	institutt

Oslo 9/8-2018	Geir Berntsen
sted, dato	for bedriften/institusjonen stempel og signatur

Forskningsspørsmålet som skal besvares

Hvorfor asfalt får bestandighetsproblemer? Er kravene om bestandighet tilfredsstillende?

Hensikt med studiet er å dokumentere hvorfor asfalt blir dårlig kort tid. I løpet av reklamasjonstiden (stripping) eller innen levetidsalder begynner det å løsne stein fra asfalt som blir årsak til ny dekke utlegging. Jeg skal gå gjennom de faktorene som påvirker asfalts bestandighet (vannfølsomhet, temperaturvarianter). I siste årene har vi hatt store klimaendringer, det har vært mer regn og flere tine og fyse tider i løpet av en vintersesong, som også påvirke bestandighet i asfalt.

Status innenfor feltet i dag - nasjonalt og internasjonalt

Sverige bruker ITSR test og var aktiv i utarbeide av Europa stander NS-EN12697-11 å se vannfølsomhetstest å se bestandighet på asfalt. Sverige og USA som jeg har kjent er veldig interessert i dette tema.
I Norge bruker rulleflaske metode for å se asfalt bestandighet og tørr Wheel Track for å teste spormålinger.
Norge har bedre kontrollere rutiner, strengere krav og stor fokus på spor utvikling for dekke levested, ny dekke legging etter normaldekkelevetid er akseptable pgv. spor. Hvis dekke blir fortere gammel årsak er bestandighet, dvs. vi må gjøre endringer kontrollere og ha nye krav i normalene.

Hva er forskningsspørsmålet du skal besvare? Husk at eventuelle underspørsmål skal bygge opp under hovedspørsmålet, og ikke skal sprike langt fra dette.

Målet er å finne ut hvilke krav og testmetoder vi skal bruke for å unngå bestandighetsproblemer etter kort tid
Metodebeskrivelse. Med det menes for eksempel om du skal bruke lab, intervju, statistiske analyser eller simuleringer

For å finne svar, skal prøver fra felt tas og bruke lab for analysere prøvene fra Statens vegvesen og kanskje NTNU.

Hva forventer man av resultat?

Jeg forventet å komme frem hvilken nye krav og metoder skal ha Norsk normaler eller kontrakter for å unngå bestandighet problemer.

Beskrivelse av praktiske hensyn som om det skal brukes lab, og om dette er ved eget arbeidssted eller behov for å bruke lab ved NTNU

Jeg skal ta asfaltprøver fra felte som blir testet i laben for å finne årsaken til skader.

Trengs det ressurser fra arbeidsgiver? For eksempel, støtte til lab tester, støtte fra andre avdelinger på eget arbeidssted osv.

Jeg ønsker å benytte meg av lab i SVV for å analysere prøver. Vil også trenge hjelp fra andre fagfolk, både i min seksjon og andre avdelinger med kunnskap og erfaring om asfalt. Økonomisk støtte vil også bli aktuell å benytte.

Faggruppe: Vegteknologi

Lokal veileder: Geir Berntsen

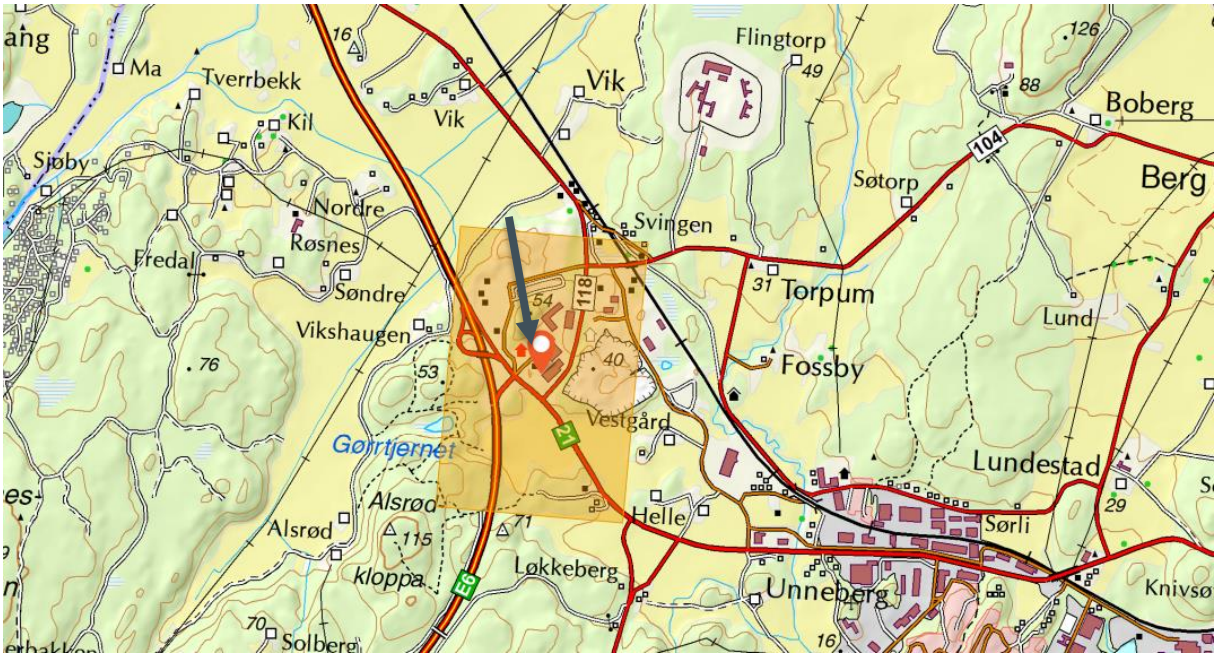
NTNU veileder: Ønsker Helge Mork

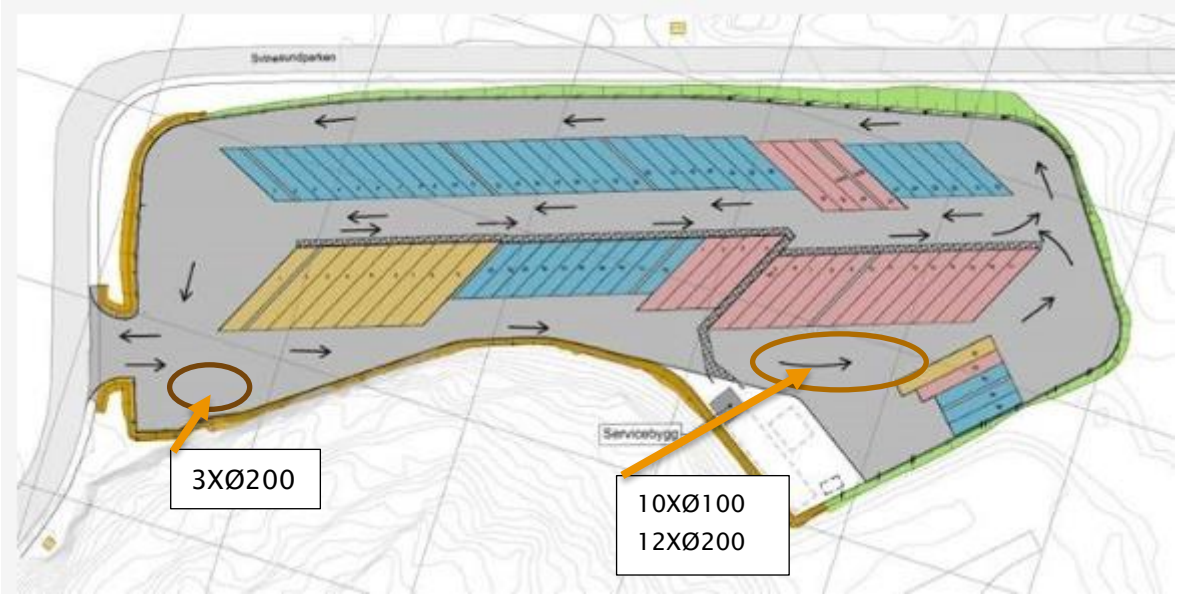
Masterstudenter: Beenash Shahzadi

Vedlegg 3 Felt-arbeid

Kart over Fase 2.

Kart over Svinesundparken (fra Norge kart)

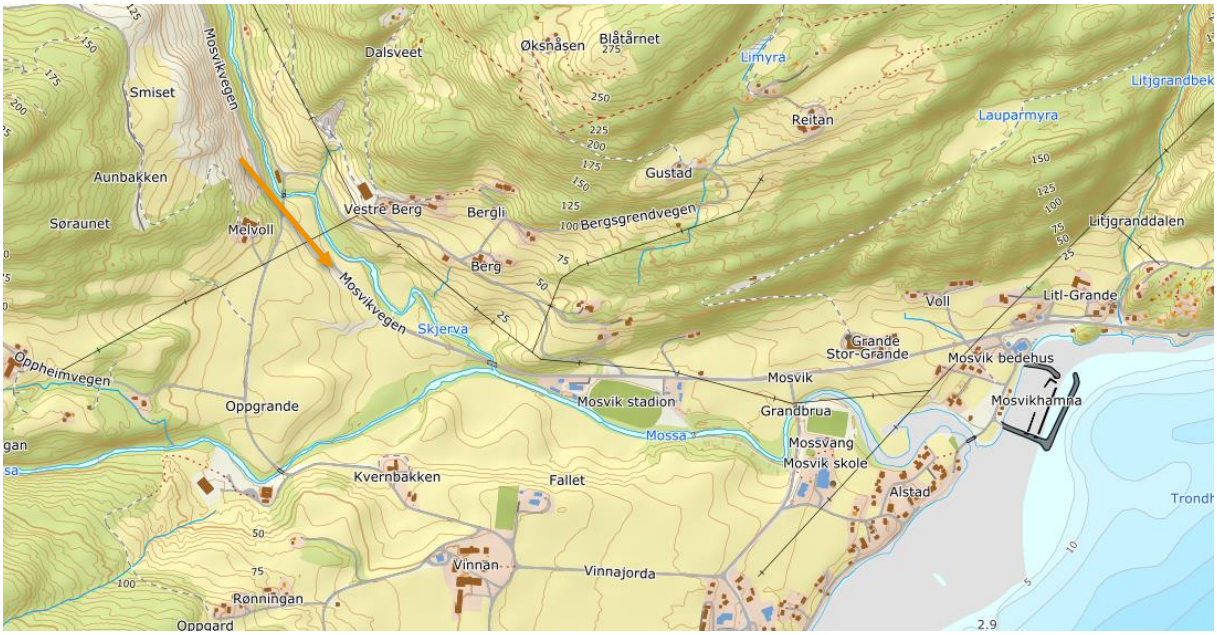




Figur 1 Kart over Svinesundparken Døgnhvileplassen kart: vegvesen

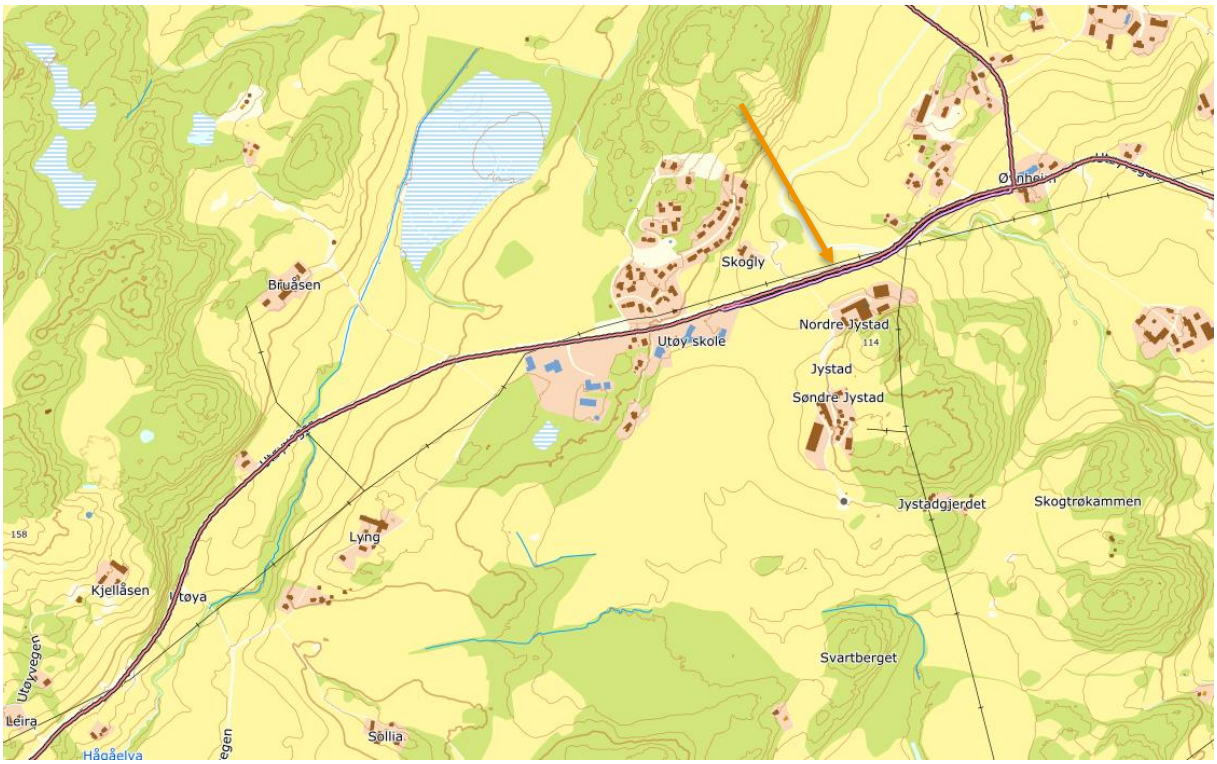
Master Ev.8 Innfartsveien-Tromsøsvingen

Fv.755 Hp 6 km 5120 til km 5780 Mossvik i Inderøy



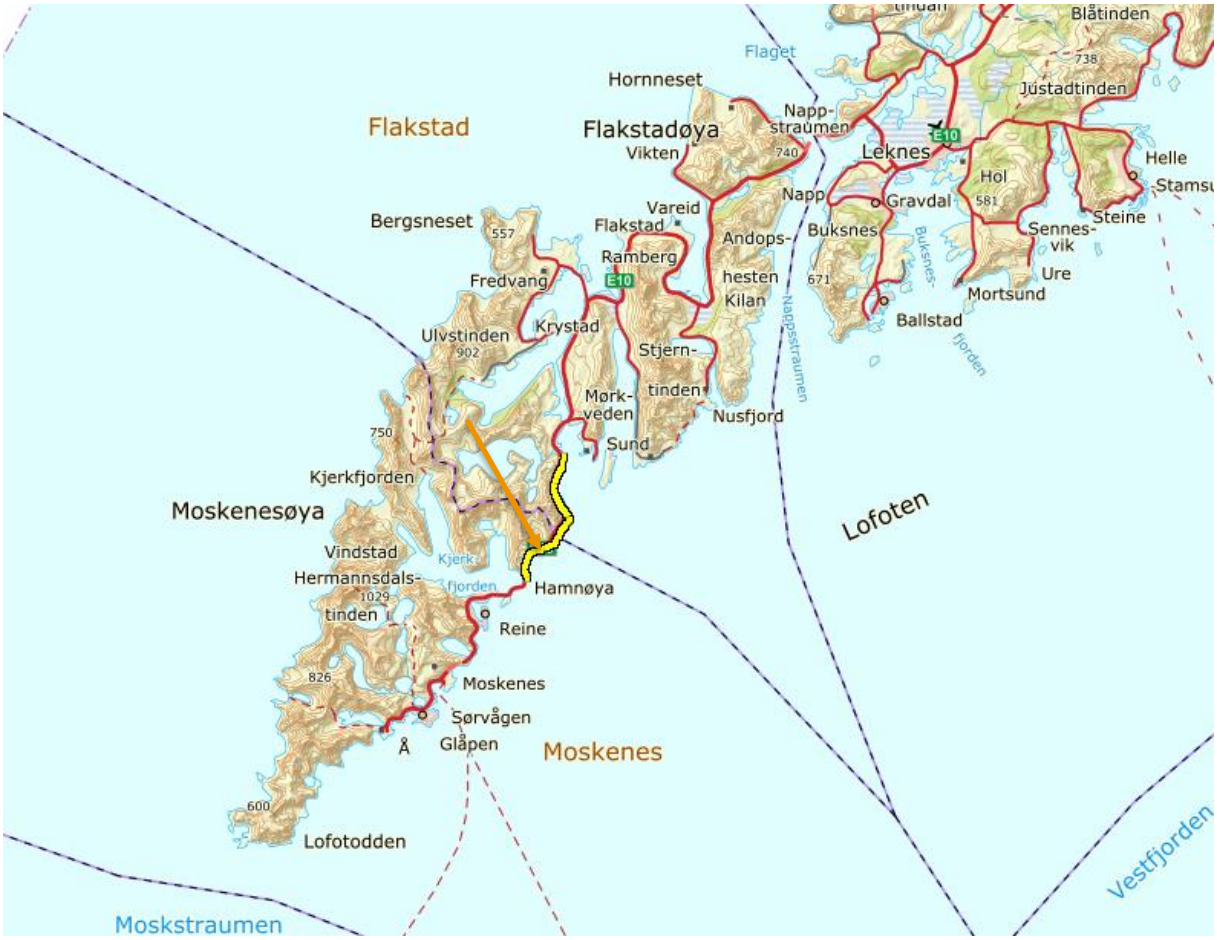
Figur 2 Norgeskart

Fv.755 Hp2 Utøyvegen i Inderøy

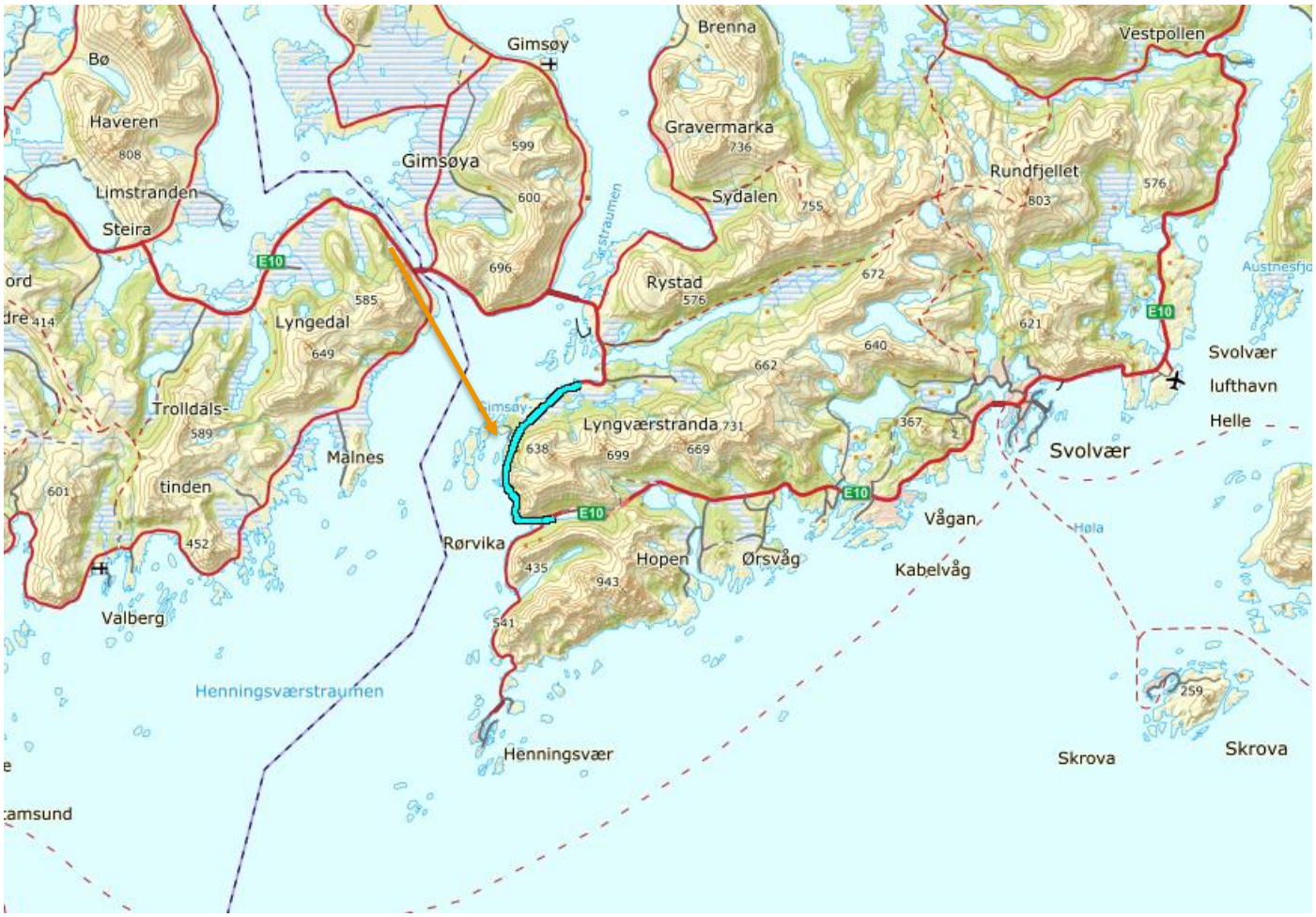


Figur 3 vegvesen kart

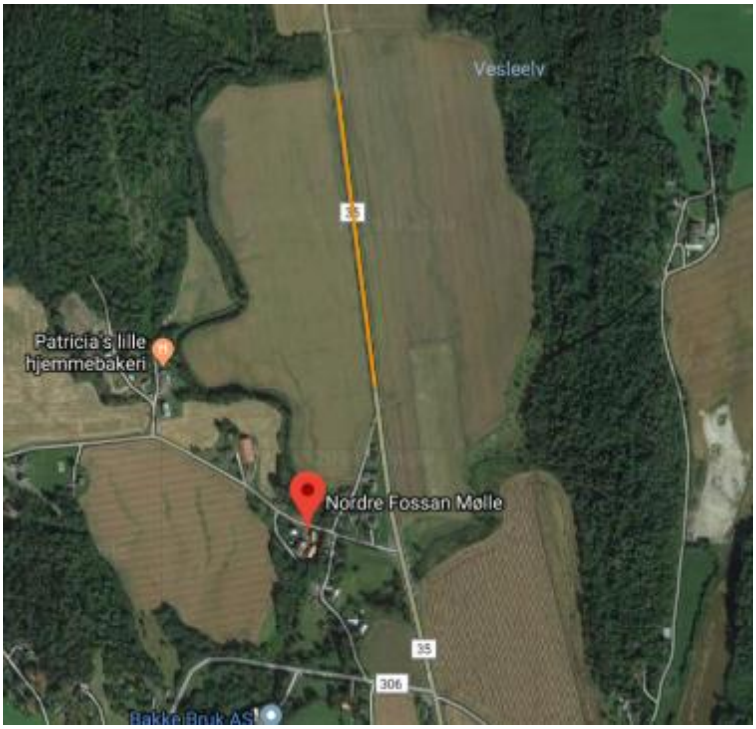
Ev.10 Hp 30 Mølnarodden i Flakstad Km 31738 til Km 33280



Ev.10 Hp 26 km 10541 til km 12274


Gimsøy
Brenna
Vestpollen
Bø
Haveren
Gimsøya
Gravermarka
Rundfjellet
Limstranden
Sydalen
Steira
E10
Rystad
Austnesfjo
Lyngedal
Svolvær
lufthavn
Helle
Trolldals-
Lyngværstranda
Svolvær
Malnes
tinden
Vågan
Rørvika
Hopen
Ørsvåg
Kabelvåg
Valberg
Henningsværstraumen
Henningsvær
Skrova
Skrova

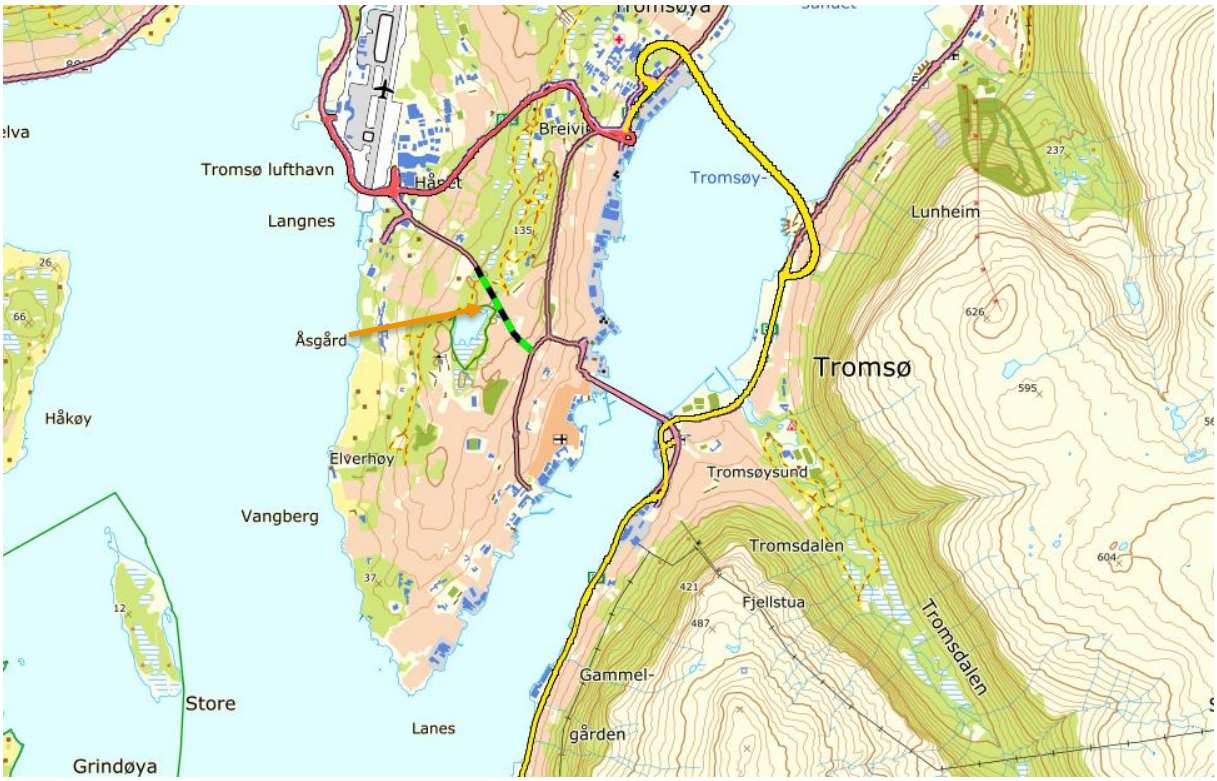
Fv:35 Hp 4 Km 900 til 1400 Revetal N –Svinevoll



bilder fra google kart over prøvetaking området i Fv.35

Fv.86 Finnsnes sentrum

Fv.862 Hp 54 Langnestunnelen



nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	i LUFT (g)	i VANN (g)	Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	DENS (Rice) (g/cm3)	VEKT (g/cm3)	(%)	HULROM (%)	STEIN-MAT. (%)	(N)	(mm)	geom.	geom.	geom.	kPa korr. Tørr
1A	tørr	66,6	66,7	66,6	66,5	66,6	101,8	101,9	101,7	101,8	101,8	6,20	1172,4	648,3	1175,7	20,6	2,400	2,219	7,56	64,3	21,2	18619		541,89	2,163	9,85	1748,46
2A	tørr	66,4	66,3	66,2	66,7	66,4	101,9	101,9	101,7	102,3	101,9	6,20	1167,0	645,1	1170,8	20,5	2,400	2,216	7,67	63,9	21,3	18600		541,88	2,154	10,26	1749,43
3A	tørr	67,2	67,4	67,6	67,6	67,4	101,6	102,0	101,6	101,6	101,7	6,20	1167,4	647,8	1175,1	20,5	2,400	2,210	7,93	63,1	21,5	17521		547,60	2,132	11,17	1626,82
4A	tørr	67,4	67,5	67,7	67,7	67,6	101,3	101,7	101,7	101,7	101,6	6,20	1174,6	652,4	1183,6	20,4	2,400	2,207	8,05	62,7	21,6	18207		547,79	2,144	10,66	1688,57
6A	våt	66,2	66,1	66,6	66,5	66,3	101,8	101,7	101,7	101,8	101,7	6,20	1158,0	642,1	1163,9	21,5	2,400	2,215	7,73	63,8	21,3	13018		539,38	2,147	10,54	
7A	våt	68,2	69,4	68,4	68,3	68,6	101,5	101,6	101,3	101,7	101,5	6,20	1173,6	643,8	1180,0	21,5	2,400	2,184	9,00	59,8	22,4	11615		555,32	2,113	11,95	
8A	våt	67,2	67,4	67,7	67,1	67,4	102,1	102,1	101,7	101,7	101,9	6,20	1174,6	653,7	1182,7	21,5	2,400	2,216	7,68	63,9	21,3	13950		549,19	2,139	10,89	
9A	våt	67,8	68,3	68,5	68,2	68,2	101,9	101,8	101,8	101,7	101,8	6,20	1177,3	648,7	1185,8	21,5	2,400	2,187	8,86	60,2	22,3	13410		554,89	2,122	11,60	
																			8,06								
																											17,03
2.veiing - etter vakuumering																	swelling %	vannabs.%									Våt
6A	våt	66,8	66,9	67,2	66,7	66,9	101,8	101,7	101,7	101,8	101,8				1192,8		0,349	1,744						543,78			1227,82
7A	våt	68,5	68,5	68,6	68,6	68,5	101,5	101,6	101,3	101,8	101,5				1214,4		2,377	4,061						554,75			1061,82
8A	våt	67,4	67,6	67,9	67,2	67,5	101,6	101,7	101,7	101,7	101,7				1209,0		0,124	3,564						548,28			1293,86
9A	våt	68,1	68,2	68,3	68,2	68,2	101,8	101,9	101,7	101,9	101,8				1214,2		1,371	3,372						555,30			1229,89
3.veiing - etter kondisjonering																											
6A	våt	66,4	66,3	66,4	66,5	66,4	101,8	101,7	101,7	101,8	101,8				1194,0		0,057	3,104						539,68			
7A	våt	67,9	68,3	68,3	68,3	68,2	101,7	101,5	101,7	101,8	101,7				1215,0		-0,331	3,534						553,48			
8A	våt	67,4	67,5	67,2	67,0	67,3	102,1	101,7	101,8	101,8	101,8				1210,7		-0,196	3,079						548,11			
9A	våt	68,2	68,6	68,0	68,2	68,2	102,0	102,0	102,0	101,9	102,0				1217,0		0,447	3,373						557,37			
																	-0,006	3,272									
																											12,03

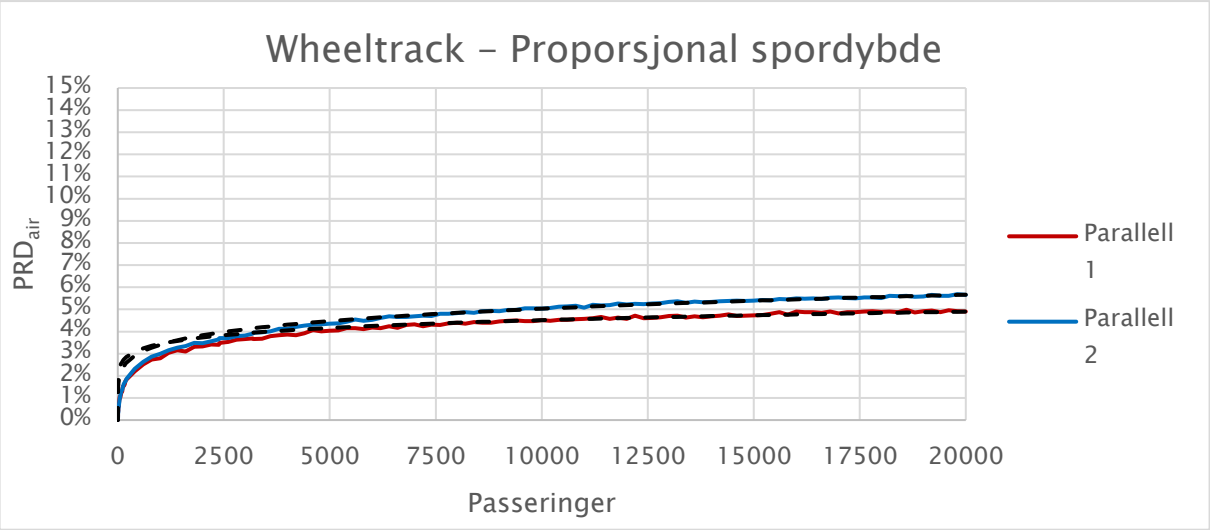
Massetype - resept

Agb11 u/amin 160/220

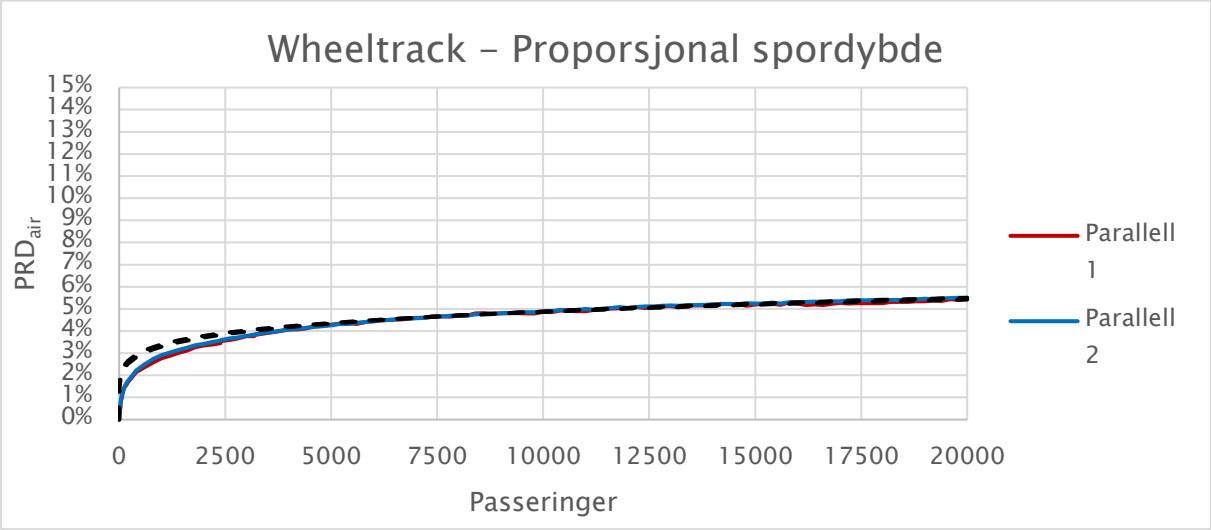
nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	def. (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr.
																											Tørr
11	tørr	66,6	66,3	66,6	66,7	66,5	101,7	101,7	101,7	101,7	101,7	6,20	1179,8	661,3	1184,2	20,2	2,400	2,252	6,18	69,1	20,0	20307		540,18	2,184	8,99	1911,15
12	tørr	66,5	65,9	66,3	66,4	66,3	101,6	101,9	101,7	101,4	101,7	6,20	1179,0	661,3	1181,9	20,2	2,400	2,260	5,82	70,5	19,7	19679		538,01	2,191	8,69	1859,24
13	tørr	66,4	66,7	66,6	66,5	66,6	101,8	101,6	101,7	101,8	101,7	6,20	1177,5	660,4	1182,0	20,2	2,400	2,253	6,13	69,3	20,0	20267		540,70	2,178	9,26	1906,13
14	tørr	66,7	66,9	66,6	66,4	66,6	101,7	101,7	101,7	101,9	101,7	6,20	1176,0	658,4	1181,0	20,2	2,400	2,246	6,43	68,2	20,2	21778		541,71	2,171	9,55	2045,00
16	våt	66,8	66,9	66,9	66,9	66,9	101,6	101,7	101,6	101,8	101,7	6,20	1179,0	657,6	1183,8	20,9	2,400	2,236	6,82	66,8	20,5	13175		542,94	2,172	9,52	
17	våt	67,5	67,6	67,4	67,5	67,5	102,2	101,0	101,7	101,6	101,6	6,20	1173,9	655,7	1181,6	20,9	2,400	2,228	7,19	65,5	20,9	12135		547,63	2,143	10,69	
18	våt	66,4	66,4	66,6	66,5	66,5	101,7	101,8	102,3	101,7	101,9	6,20	1176,2	657,6	1181,3	20,9	2,400	2,242	6,60	67,6	20,4	13371		542,02	2,170	9,58	
19	våt	65,8	65,8	65,7	65,7	65,7	101,8	101,8	101,9	101,8	101,8	6,20	1169,1	657,6	1172,6	20,9	2,400	2,266	5,59	71,3	19,5	15539		535,17	2,184	8,98	
																			6,34								
																											19,30
	2.veiing																swelling %	vannabs.%									Våt
16	våt	66,8	66,7	66,6	66,6	66,7	101,6	101,7	101,7	101,8	101,7				1209,2		0,195	2,489						541,23			1233,72
17	våt	67,4	67,1	67,3	67,2	67,3	101,6	101,4	101,6	101,6	101,5				1206,2		1,234	2,309						544,65			1126,03
18	våt	66,5	66,4	66,9	66,5	66,6	101,6	101,7	101,8	101,9	101,7				1206,2		0,150	2,437						541,52			1256,59
19	våt	65,7	65,7	65,6	65,6	65,6	101,7	101,7	101,9	101,8	101,8				1190,2		-1,422	1,207						534,01			1478,13
	3.veiing																										
16	våt	66,8	66,6	66,7	66,7	66,7	101,7	101,9	101,8	101,8	101,8				1211,9		-0,070	2,788						542,56			
17	våt	67,3	67,0	67,3	67,1	67,2	102,0	101,6	101,9	101,8	101,8				1207,0		-0,170	2,827						546,71			
18	våt	66,5	66,6	66,6	66,4	66,5	101,7	101,9	102,0	101,9	101,9				1207,9		0,025	2,695						542,16			
19	våt	65,4	65,7	65,4	65,4	65,5	101,9	101,9	102,0	101,7	101,9				1192,8		-0,309	2,026						533,52			
																	-0,131	2,584									
																											12,74

Vedlegg 5

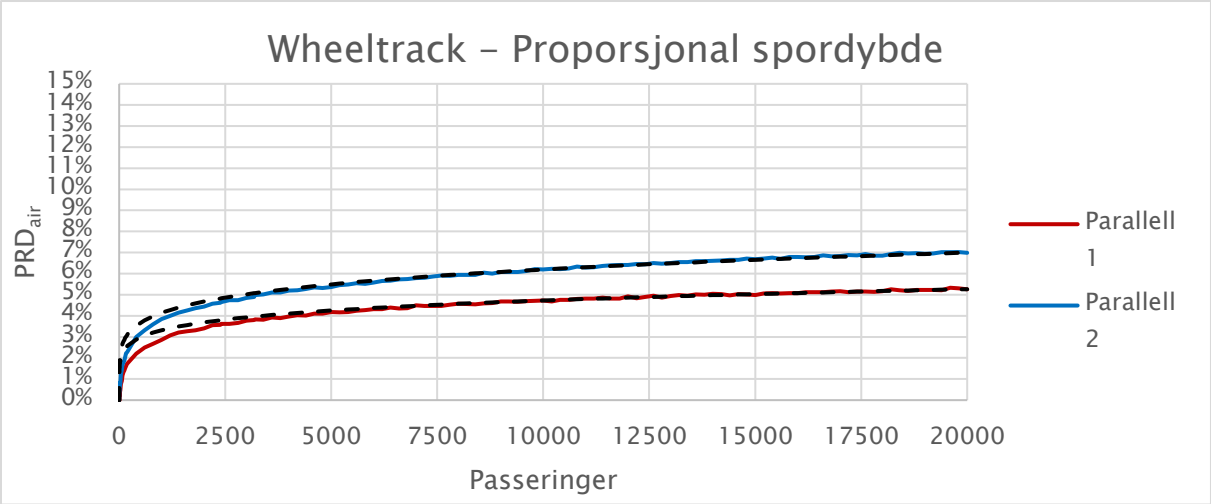
Fase 1 Resultatene av Wheel-Track test i luft uten Amin



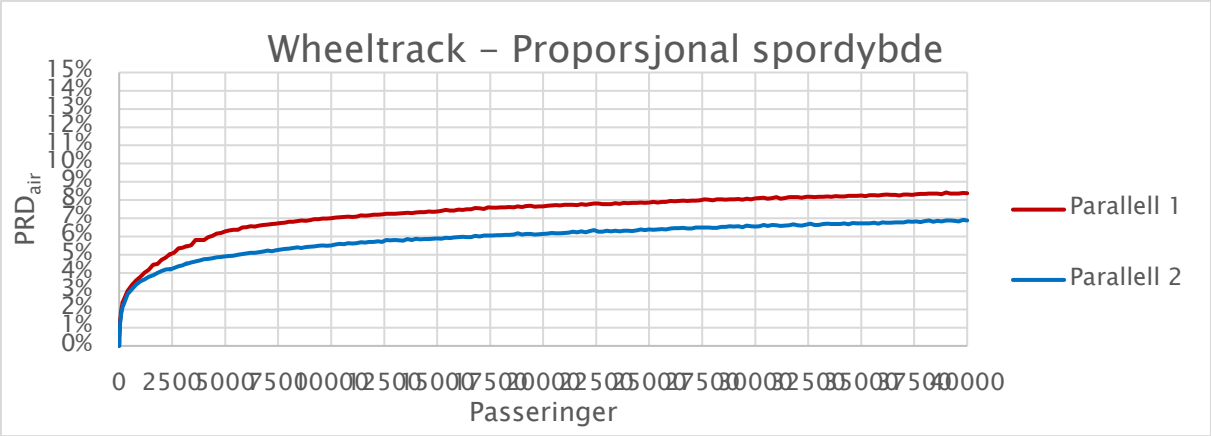
Resultatene av Wheel-Track test i luft med Amin



Resultatene av Wheel-Track test i vann uten Amin



Resultatene av Wheel-Track test i vann med Amin



Oppdragsgiver:
NAMet

Att: Roar Telle

Høvik, 10.12.2018

Lab journal nr:	*Dato prøve mottatt:*
2018-089	Høsten 2018

Resultater fra laboppdrag 2018-089, NAMet ringanalyse - vedheftstesting

I forbindelse med NAMet sin ringanalyse for Prall, ITSR og Wheel Track høsten 2018/vinteren 2019 har Veiteknisk Institutt utført vedheftstesting (Rulleflaskemetoden) på tilslaget som er benyttet i ringanalysen.

Tilslaget var merket «Solum 8-11» og ble tatt ut hos Peab i Holmestrand 6/11-18. Bitumen 160/220 kommer fra Nynas og amin fra Peab.

Det er utført en analyse med amin og en uten amin.

Analysene er utført i henhold til følgende metodestandard:

- NS-EN 12697-11:2012 Bituminøse masser – Prøvingsmetode for varmblandet asfalt – Del 11: Bestemmelse av dynamisk vedhefting mellom tilslag og bitumen

Resultater

Resultater fra testingen følger på de neste to sidene.

Med vennlig hilsen
Veiteknisk Institutt

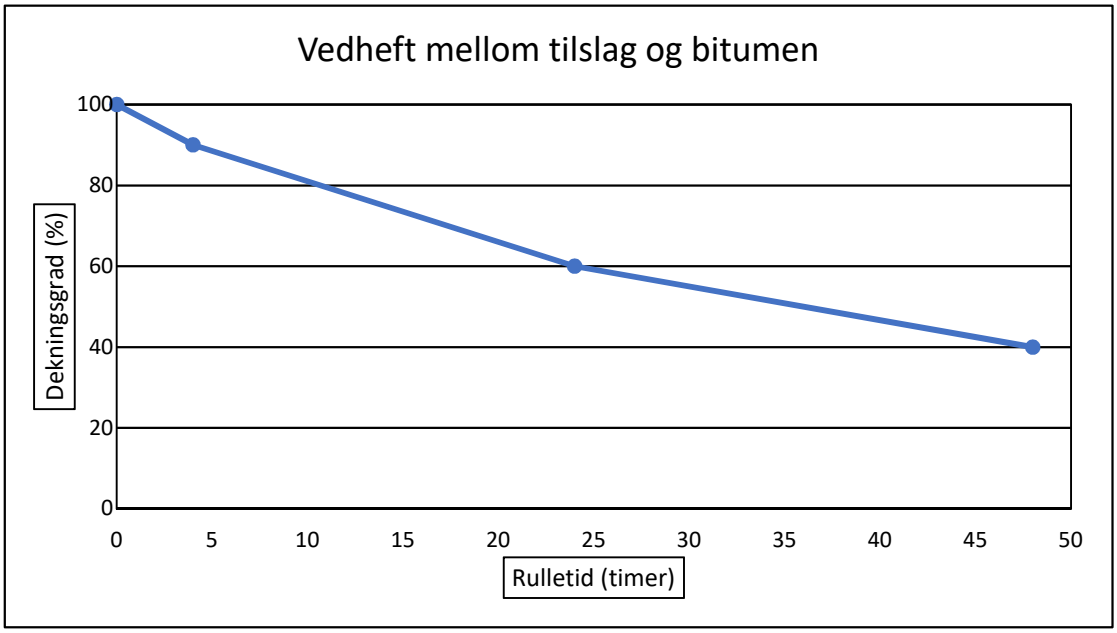
Anne Stine Taraldlien

Vedheftstesting rulleflaskemetoden

Standard:	NS-EN 12697-11	Forekomst:	Solum
Fraksjon:	8-11	Dato utført:	07.12.2018
Lab.nr:	2018-089		

Rotasjonshastighet:	60 rpm
Bindemiddeltype:	160/220
Vedheftsmiddel:	0,3 % amin

	Avlesning operatør 1				Avlesning operatør 2				Resultat
Tid avlesning	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Snitt	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Snitt	
Etter 4 timer	85	90	90	90	80	85	85	85	90
Etter 24 timer	55	55	55	55	65	70	65	65	60
Etter 48 timer	35	40	35	35	35	40	40	40	40



10.12.2018
Dato

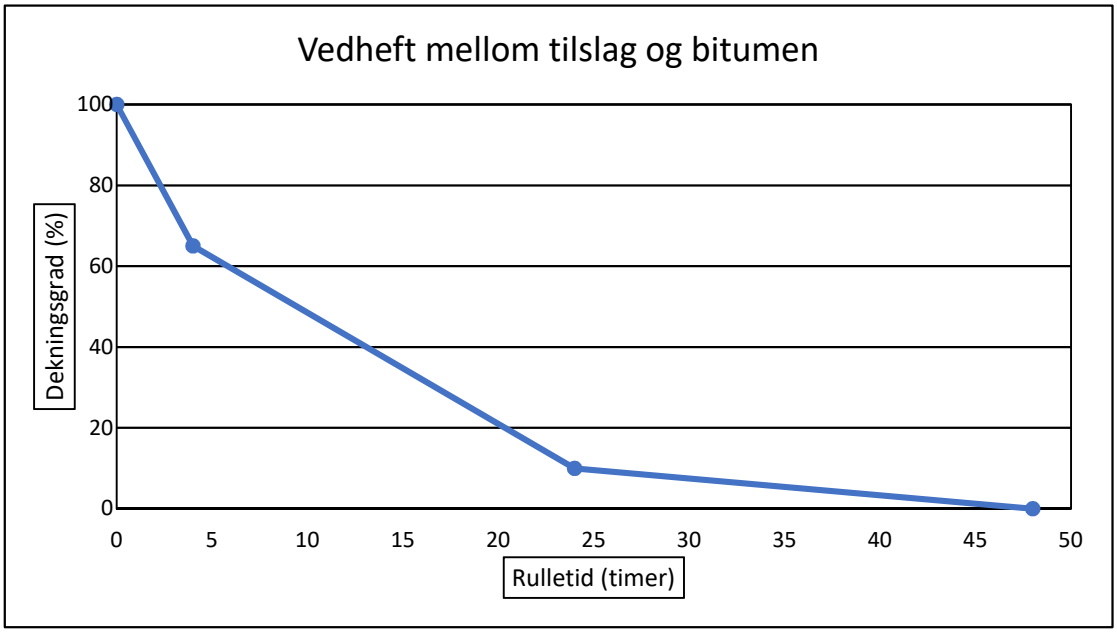
Anne Stine Taraldlien
Signatur

Vedheftstesting rulleflaskemetoden

Standard:	NS-EN 12697-11	Forekomst:	Solum
Fraksjon:	8-11	Dato utført:	07.12.2018
Lab.nr:	2018-089		

Rotasjonshastighet:	60 rpm
Bindemiddeltype:	160/220
Vedheftsmiddel:	Ingen

	Avlesning operatør 1				Avlesning operatør 2				Resultat
Tid avlesning	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Snitt	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Snitt	
Etter 4 timer	70	65	65	65	65	60	60	60	65
Etter 24 timer	5	5	5	5	5	10	10	10	10
Etter 48 timer	0	5	0	0	0	0	0	0	0



10.12.2018
Dato

Anne Stine Taraldlien
Signatur

Svinesundparken

Maksimumsdensitet Pyknometer og vann

Delanalyse	1	Middel
Temperatur vann t (°C)	25.0	
Pyknometer	2	
Masse pyknometer m_1 (g)	1508.1	
Volum pyknometer V_P (10^{-6} m^3)	1115.2	
Densitet vann ρ_w (Mg/m^3)	0.9971	
Masse pyknometer + prøve m_2 (g)	2358.0	
Masse pyknometer + prøve + vann m_3 (g)	3135.3	
Masse prøve (g)	849.9	
Volum prøve (10^{-6} m^3)	335.7	
Maksimumsdensitet ρ_{mv} (Mg/m^3)	2.532	2.532

Bindemidelinnhold (Ekstraksjon (summasjonsveiing))

Delanalyse	1	Middel
Prøvesylinder med lokk og asfaltmasse (g)	4301.8	4301.8
Prøvesylinder med lokk (g)	3451.4	3451.4
Prøvesylinder med lokk og steinmateriale (g)	4170.4	4170.4
Sentrifugekopp med papir og filler (g)	598.7	598.7
Sentrifugekopp med papir (g)	512.8	512.8
Vanninnhold (g)	0.00	0.00
Vanninnhold (%)	0.00	0.00
Bindemiddelinnhold (%)	5.35	5.35

Vis graf

Maskevidde	1 (g)	1 (%)	Snitt (%)
63 µm	718.4	89.3	89.3

ITSR

Massetype - resept

Svinesundparken Ab 16 — Oppdragsnr: 1180457

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN.-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa kor.
																											Tørr
1	tørr	43,7	44,8	44,0	43,7	44,1	99,4	99,1	97,0	97,0	98,6	5,25	756,5	423,9	742,6	20,0	2,537	2,306	9,11	56,8	21,1	5768		356,36	2,190	13,70	845,33
2	tørr	42,8	42,9	43,7	43,2	43,1	99,1	99,2	98,6	98,5	98,8	5,25	751,9	437,1	753,9	20,0	2,537	2,370	6,58	65,2	18,9	6102		330,90	2,272	10,44	911,18
3	tørr	43,2	45,4	45,8	42,9	44,3	99,1	99,3	98,8	98,5	98,9	5,25	761,7	439,0	764,4	20,0	2,537	2,336	7,92	60,5	20,1	6298		340,67	2,236	11,87	914,53
4	tørr	46,2	46,0	45,3	46,0	45,9	99,2	99,4	98,7	98,8	99,0	5,25	811,7	471,6	812,8	20,0	2,537	2,374	6,41	65,8	18,8	7367		373,34	2,297	9,45	1037,41
5	tørr	52,5	52,3	52,7	51,5	52,3	99,1	99,3	98,4	98,9	98,9	5,25	811,7	471,6	812,8	20,0	2,537	2,374	6,41	65,8	18,8	8849		401,49	2,022	20,31	1089,98
6	Våt	46,9	48,7	49,0	48,5	48,3	99,2	98,9	98,2	98,7	98,7	5,25	851,7	494,2	852,6	20,0	2,537	2,372	6,52	65,4	18,8	7083		389,52	2,305	9,15	
7	Våt	46,7	46,7	47,0	47,1	46,9	99,4	99,2	98,2	98,1	98,7	5,25	822,5	475,7	823,7	20,0	2,537	2,360	6,99	63,7	19,3	6690		358,63	2,293	9,60	
8	Våt	49,6	50,8	50,7	50,7	50,5	99,8	99,2	99,1	99,3	99,4	5,25	905,3	526,9	906,2	20,0	2,537	2,382	6,10	67,0	18,5	7809		391,20	2,314	8,78	
9	Våt	45,8	46,6	45,6	45,5	45,9	99,4	99,4	98,8	99,1	99,2	5,25	832,6	488,1	833,7	20,0	2,537	2,405	5,21	70,6	17,7	7240		354,32	2,350	7,38	
10	Våt	50,4	50,4	51,2	50,4	50,6	99,2	99,3	99,1	98,9	99,1	5,25	905,2	528,1	906,4	20,0	2,537	2,388	5,87	67,9	18,3	8201		390,33	2,319	8,58	
																			6,71								
																											9,59
	2-veiing - etter vaksumering																swelling %	vannabs. %									Våt
6	våt	46,9	48,7	49,0	48,5	48,3	99,0	99,2	98,5	98,2	98,7				887,1		-0,056	1,813						389,32			906,35
7	våt	46,7	46,7	47,0	47,1	46,9	99,5	99,2	98,2	98,4	98,8				837,5		0,208	1,827						358,37			920,60
8	våt	49,6	50,8	50,7	50,7	50,5	99,9	99,4	99,1	99,5	99,5				921,3		0,222	1,770						392,06			991,65
9	våt	45,8	46,6	45,6	45,5	45,9	99,5	99,4	99,2	99,4	99,4				843,7		0,389	1,328						355,70			1013,24
10	våt	50,4	50,4	51,2	50,4	50,6	99,3	99,2	98,8	99,2	99,1				918,7		0,010	1,491						390,35			1041,35
	3-veiing - etter kondisjonering																										
6	våt	46,9	48,7	49,0	48,5	48,3	99,3	98,9	98,3	98,5	98,8				884,2		0,030	1,665						389,63			
7	våt	46,7	46,7	47,0	47,1	46,9	99,3	99,2	98,4	98,2	98,8				833,8		0,213	1,380						358,39			
8	våt	49,6	50,8	50,7	50,7	50,5	99,7	99,3	99,1	99,4	99,4				916,8		0,065	1,288						391,45			
9	våt	45,8	46,6	45,6	45,5	45,9	99,5	99,3	98,9	99,1	99,2				840,3		0,020	0,924						354,39			
10	våt	50,4	50,4	51,2	50,4	50,6	99,2	99,1	98,8	98,9	99,0				915,3		-0,171	1,112						389,64			
																	0,031	1,230									
																											9,83

Ev.8 Innfartsveien-Tromsøsvingen

Maksimumsdensitet; pyknometer og vann

Delanalyse	1	2	Middel
Temperatur vann t (°C)	24.3	24.3	
Pyknometer	56	57	
Masse pyknometer m_1 (g)	1325.7	1573.1	
Volum pyknometer V_P (10^{-6} m^3)	1097.5	1112.0	
Densitet vann ρ_w (Mg/m^3)	0.9973	0.9973	
Masse pyknometer + prøve m_2 (g)	1915.8	2042.0	
Masse pyknometer + prøve + vann m_3 (g)	2777.4	2965.6	
Masse prøve (g)	590.1	468.9	
Volum prøve (10^{-6} m^3)	233.5	185.8	
Maksimumsdensitet ρ_{mv} (Mg/m^3)	2.527	2.523	2.525

Ekstraksjon (summasjonsveiing)

Delanalyse	1	Middel
Prøvesylinder med lokk og asfaltmasse (g)	4501.4	4501.4
Prøvesylinder med lokk (g)	3442.0	3442.0
Prøvesylinder med lokk og steinmateriale (g)	4333.3	4333.3
Sentrifugekopp med papir og filler (g)	627.0	627.0
Sentrifugekopp med papir (g)	521.9	521.9
Vanninnhold (g)	0.00	0.00
Vanninnhold (%)	0.00	0.00
Bindemiddelinnhold (%)	5.95	5.95

Vis graf

Maskevidde	1 (g)	1 (%)	Snitt (%)
63 µm	890.2	89.3	89.3

Massetype - resept

Innfartsveien- Tromsesvingen E.08.F oppdragsnr: 1180458

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str kPa kørr. Tørr
61	tørr	55,6	55,7	57,1	55,1	55,9	100,5	100,9	100,3	99,6	100,3	6,07	1064,5	639,2	1065,4	20,0	2,521	2,493	1,10	95,2	16,1	11046		441,82	2,409	4,43	1253,85
62	tørr	48,6	49,5	48,0	48,8	48,7	101,4	101,1	99,8	100,1	100,6	6,07	935,8	563,5	936,5	20,0	2,521	2,504	0,66	95,8	15,7	9908		387,09	2,418	4,10	1287,41
63	tørr	54,7	54,8	52,6	52,0	53,5	101,4	101,0	100,0	100,9	100,8	6,07	1036,8	624,0	1037,2	20,0	2,521	2,504	0,67	95,8	15,7	10742		427,05	2,428	3,70	1268,05
64	tørr	53,0	51,9	50,9	52,1	52,0	101,0	100,3	100,1	100,1	100,4	6,07	1003,4	603,9	1003,8	20,0	2,521	2,505	0,64	95,9	15,7	10448		411,27	2,438	3,30	1274,74
65	tørr	50,9	51,0	52,3	53,9	51,5	101,4	101,3	100,0	100,0	100,6	6,07	998,2	600,7	998,7	20,0	2,521	2,503	0,71	95,5	15,7	9839		400,85	2,435	3,39	1207,96
66	våt	56,2	56,5	53,5	54,4	55,2	100,9	100,4	100,6	99,8	100,4	6,07	1059,3	636,5	1060,0	20,0	2,521	2,497	0,96	94,0	16,0	11174		436,94	2,424	3,83	
67	våt	52,3	51,8	52,9	53,4	52,6	101,0	101,1	100,9	100,5	100,9	6,07	1020,8	614,3	1021,3	20,0	2,521	2,503	0,70	95,6	15,7	10948		420,40	2,428	3,68	
68	våt	53,1	51,2	52,8	53,2	52,3	100,9	100,8	100,1	99,8	100,4	6,07	1001,9	603,1	1004,5	20,0	2,521	2,496	0,98	93,9	16,0	9888		414,17	2,424	3,66	
69	våt	53,3	52,3	50,9	51,8	52,1	100,9	100,9	99,7	100,5	100,5	6,07	1000,3	601,9	1000,8	20,0	2,521	2,503	0,70	95,6	15,7	10673		412,93	2,422	3,92	
70	våt	50,6	52,2	49,7	51,3	50,9	101,5	101,0	100,1	100,1	100,7	6,07	983,3	593,7	983,9	20,0	2,521	2,508	0,55	96,6	15,6	9516		405,66	2,429	3,66	
																		2,502	0,76								
																		2,501		95,2	15,8					3,78	12,58
	2.veiing - etter vakuumering																swelling %	vannabs.%		95,1	15,8					3,79	Våt
66	våt	56,2	56,5	53,5	54,4	55,2	101,1	100,1	100,1	99,8	100,3				1060,6		-0,328	0,119						435,51			1284,19
67	våt	52,3	51,8	52,9	53,4	52,6	101,0	101,2	100,0	100,0	100,5				1021,6		-0,673	0,083						417,57			1313,40
68	våt	52,1	51,2	52,8	53,2	52,3	101,0	100,7	99,9	100,5	100,3				1005,1		0,284	0,127						415,35			1198,39
69	våt	53,3	52,3	50,9	51,8	52,1	100,9	101,0	99,7	100,6	100,5				1001,2		0,043	0,089						413,14			1298,61
70	våt	50,6	52,2	49,7	51,3	50,9	101,4	101,1	99,9	100,7	100,8				984,5		0,159	0,135						406,31			1180,84
	3.veiing - etter kondisjonering																										
66	våt	56,2	56,5	53,5	54,4	55,2	101,8	100,7	100,3	100,4	100,8				1059,9		0,813	0,058						440,49			
67	våt	52,3	51,8	52,9	53,4	52,6	101,5	101,6	100,2	100,4	100,9				1021,4		0,159	0,058						421,06			
68	våt	52,1	51,2	52,8	53,2	52,3	101,2	101,6	100,1	100,3	100,8				1004,6		0,828	0,074						417,60			
69	våt	53,3	52,3	50,9	51,8	52,1	101,7	101,4	100,4	100,6	101,0				1000,8		1,043	0,053						417,76			
70	våt	50,6	52,2	49,7	51,3	50,9	101,8	101,3	100,7	100,4	101,1				984,1		0,801	0,080						408,91			
																	0,729	0,064									
																											12,55

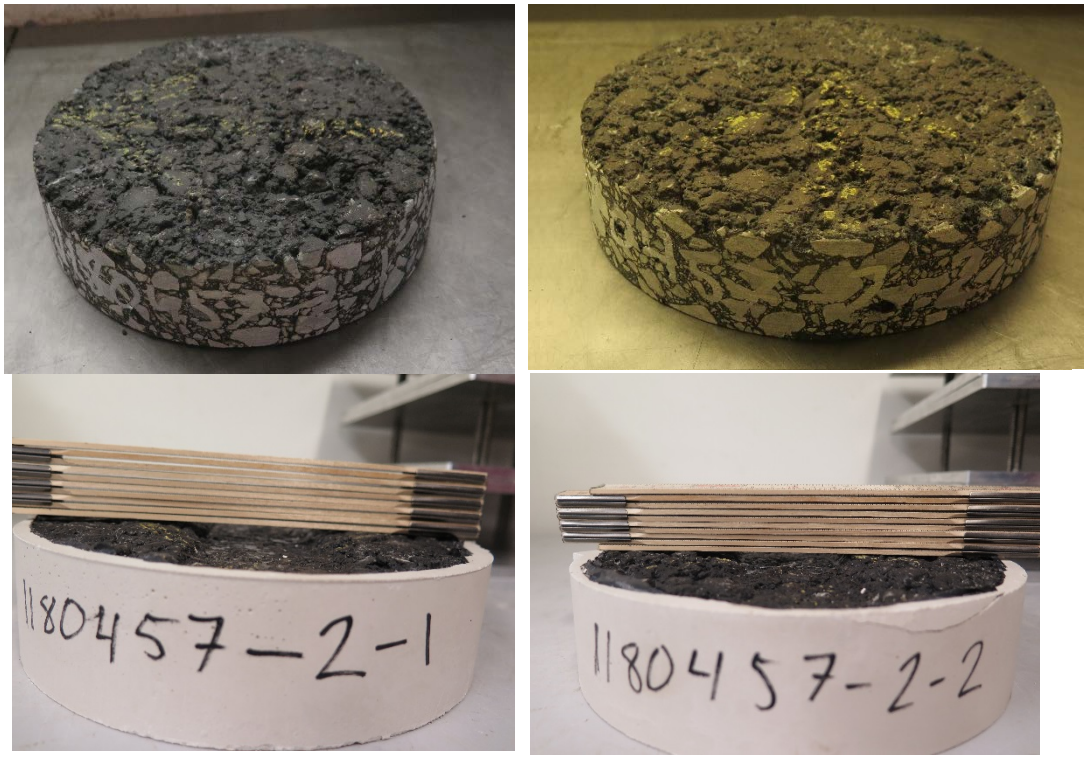
Master Fv. 755 Mossvik i Indreøy

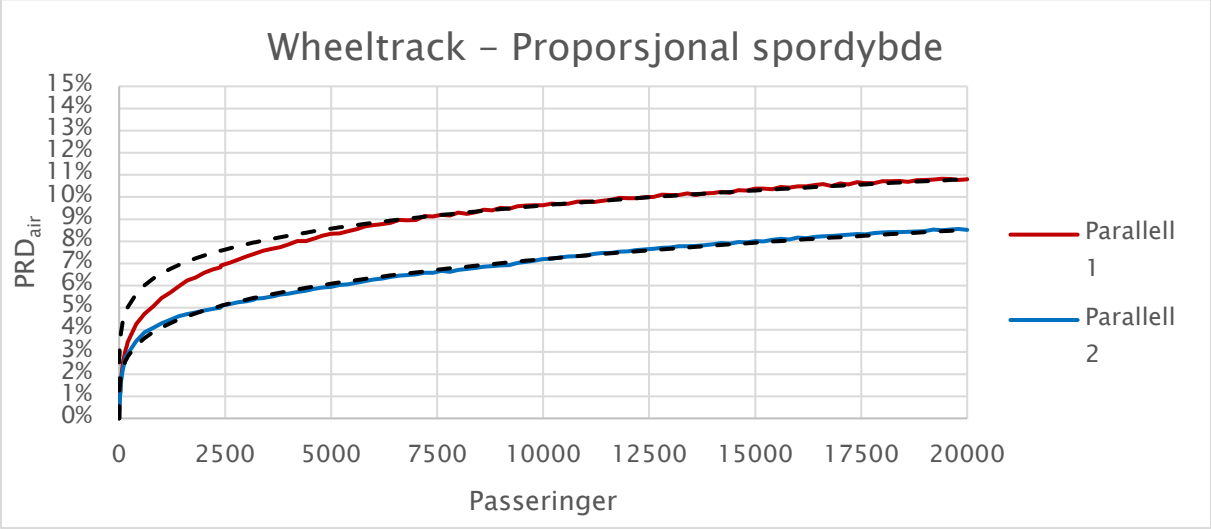
Massetype - resept | Fv 755 hp 06 m 5562 Mosvikvegen

Oppdrag 1190018/1

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	Il.mid. svrh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum grom.	dens grom.	hulrom grom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
1	tørr	27,72	28,13	28,09	27,72	27,9	98,71	98,76	98,90	98,86	98,8	5,51	461,89	261,38	467,20	25,2	2,483	2,238	9,88	55,3	22,1	449		214,85	2,158	13,09	103,63
2	tørr	31,23	31,47	31,45	31,11	31,3	97,75	98,13	98,75	98,21	98,2	5,51	506,52	286,61	514,61	25,0	2,483	2,215	10,79	52,8	22,9	440		237,22	2,135	14,01	91,08
3	tørr	29,81	29,92	29,92	29,95	29,9	98,14	98,97	99,10	98,59	98,7	5,51	490,16	277,38	496,39	24,9	2,483	2,232	10,12	54,0	22,3	471		228,77	2,143	13,71	101,60
4	tørr	32,80	33,64	32,95	32,57	33,0	99,48	99,94	99,52	99,67	99,7	5,51	531,67	300,49	541,57	24,8	2,483	2,199	11,43	51,2	23,4	433		257,31	2,068	16,78	83,85
5	tørr	30,50	31,26	30,96	30,55	30,8	99,00	98,75	98,53	99,04	98,7	5,51	505,71	285,60	513,52	24,7	2,483	2,232	10,10	54,7	23,1	528		235,81	2,145	13,83	110,50
6	Våt	30,51	31,03	30,88	30,86	30,8	98,92	98,61	98,94	98,95	98,9	5,51	507,71	287,29	513,54	24,6	2,483	2,238	9,88	55,3	22,1	419		236,55	2,146	13,56	87,55
7	Våt	31,24	31,59	31,33	30,93	31,3	98,74	98,86	98,78	98,82	98,8	5,51	519,61	294,31	526,19	24,5	2,483	2,235	10,00	54,9	22,2	393		239,75	2,167	12,72	80,98
8	Våt	30,07	28,34	28,39	29,86	29,2	98,61	98,99	98,95	98,84	98,8	5,51	478,31	270,08	484,89	24,3	2,483	2,221	10,37	53,4	22,7	384		223,81	2,137	13,93	80,38
9	Våt	31,31	31,73	31,84	31,74	31,7	98,59	98,76	98,84	98,74	98,7	5,51	521,05	293,82	527,59	24,2	2,483	2,223	10,48	53,6	22,6	385		242,36	2,150	13,41	78,42
10	Våt	29,79	29,85	29,97	29,68	29,8	98,62	98,91	98,91	98,75	98,8	5,51	493,77	277,60	498,67	24,2	2,483	2,227	10,29	54,1	22,4	355		228,63	2,160	13,02	76,70
11	Res.																		10,35	54,00	22,50						
																											0,89
	2.veiing - etter vaktumerering																swelling %	vannabs.%									Våt
6	vår	30,85	30,68	30,74	31,12	30,8	98,77	98,81	99,10	99,08	98,9				521,14		0,285	2,645						237,17			87,55
7	vår	31,27	31,52	31,28	30,98	31,3	98,78	98,86	98,86	98,82	98,8				537,37		0,029	3,418						239,82			80,98
8	vår	28,95	30,06	28,38	28,13	28,9	98,95	98,61	98,91	98,99	98,9				492,20		-0,942	2,904						221,70			80,38
9	vår	31,33	31,47	31,71	31,90	31,6	98,55	99,01	98,85	98,83	98,8				538,81		-0,009	3,409						242,33			78,42
10	vår	29,75	29,77	29,98	29,64	29,8	98,91	98,65	99,12	99,07	98,9				509,29		-0,158	3,143						228,99			76,70
	3.veiing - etter kondisjonering																										
6	vår	30,66	30,63	30,86	30,97	30,7	98,98	98,99	98,81	99,12	99,0				522,40		-0,050	2,895						236,43			
7	vår	31,10	31,50	31,31	30,99	31,2	98,84	98,84	98,94	98,93	98,9				538,02		0,025	3,543						239,81			
8	vår	30,06	28,34	28,21	29,12	28,9	98,94	98,66	98,86	99,04	98,9				496,43		-0,742	3,788						222,15			
9	vår	31,21	31,42	31,71	31,81	31,5	98,86	99,08	99,04	98,86	99,0				539,51		0,088	3,543						242,57			
10	vår	29,76	29,86	29,84	29,66	29,8	99,04	98,88	98,99	98,97	99,0				508,86		0,206	3,056						229,10			
																	-0,094	3,385									
																											0,81

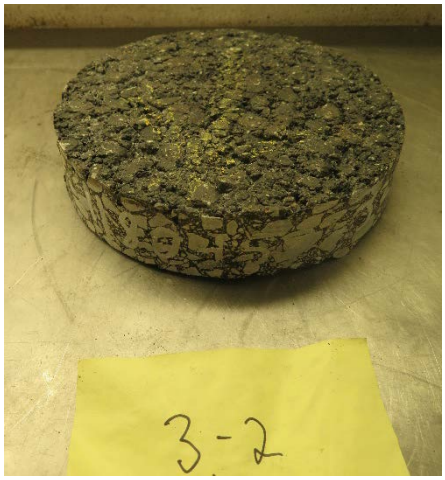
A-1 og A2 Svinsundparken

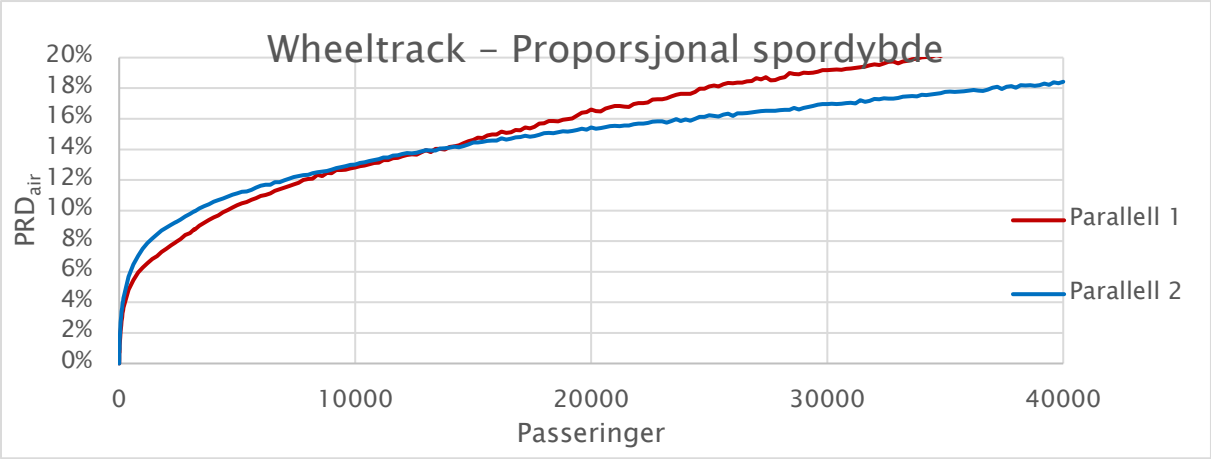




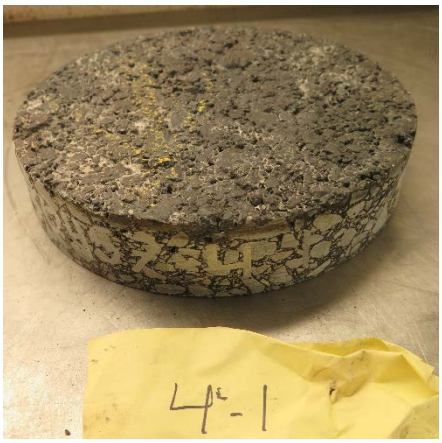
A-2.1, B-2.2

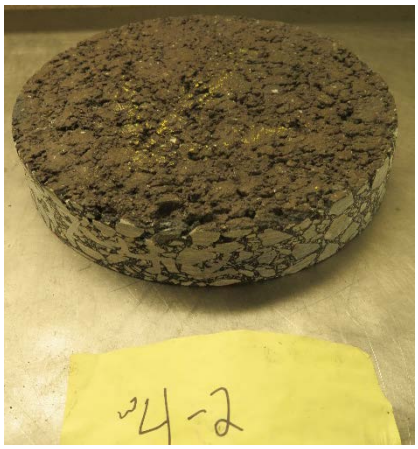
3-1

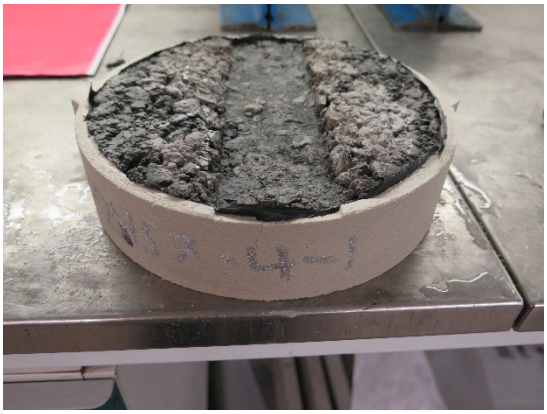

3-2

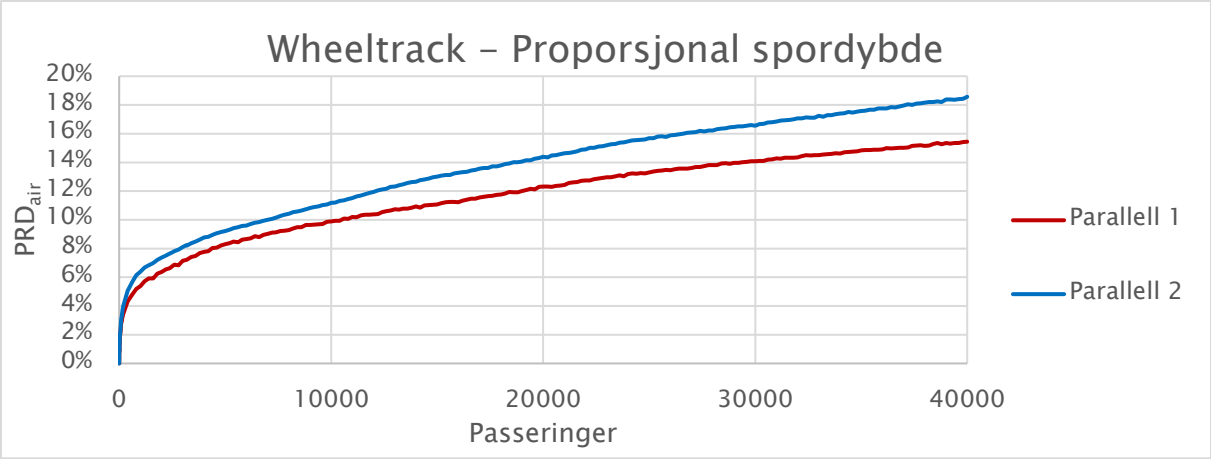

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

A-3,1-3,2

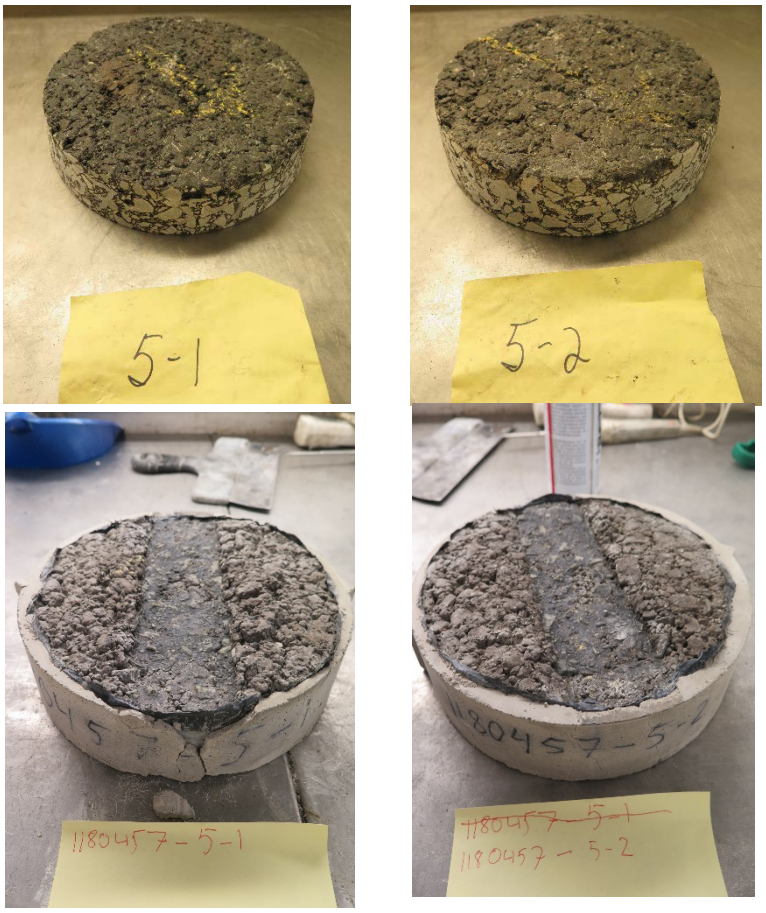


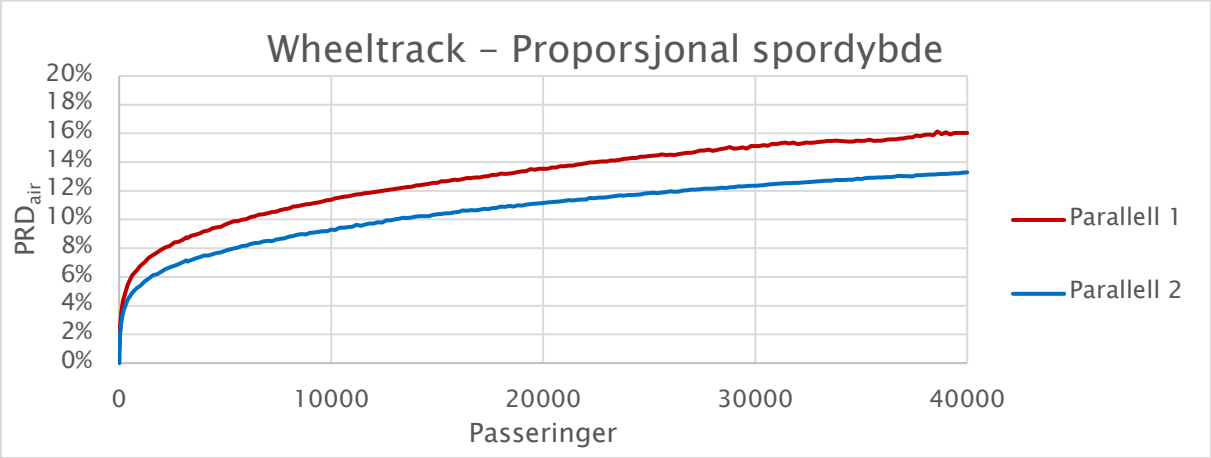




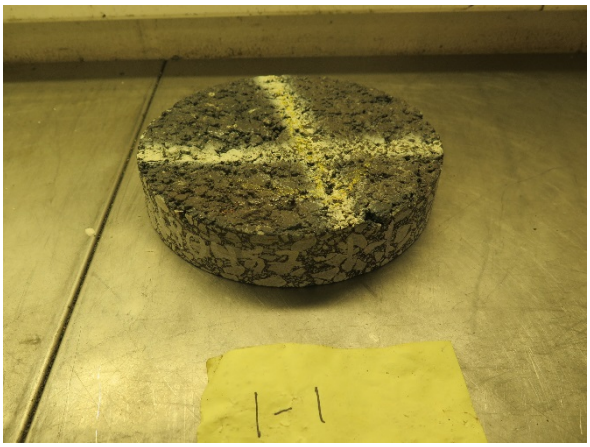

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

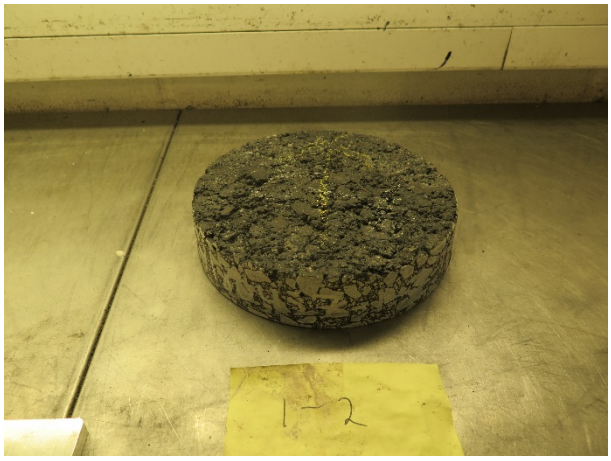
A4,1–4,2

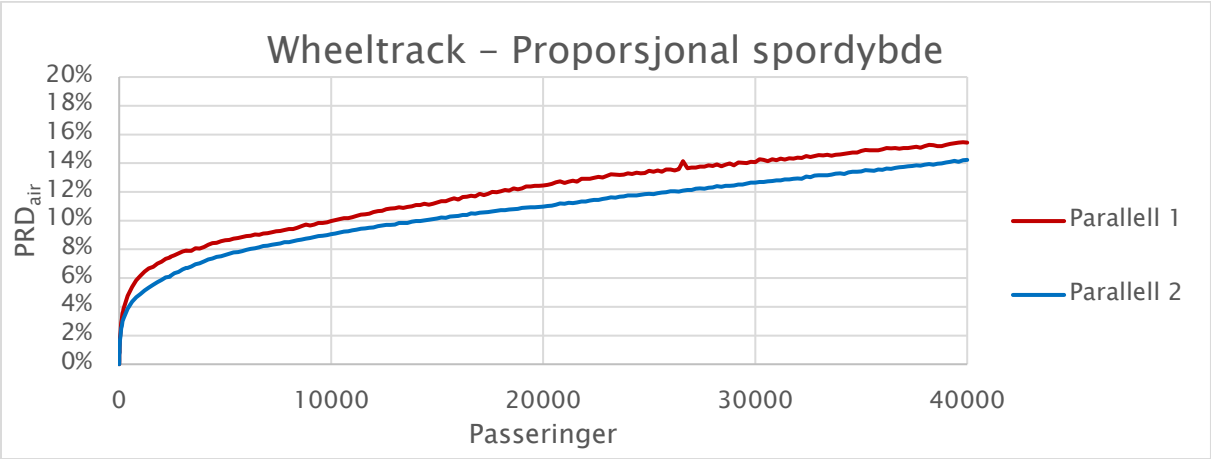

5-1
5-2
118045 7 - 5-1
118045 7 - 5-2


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

A 5,1-5,2

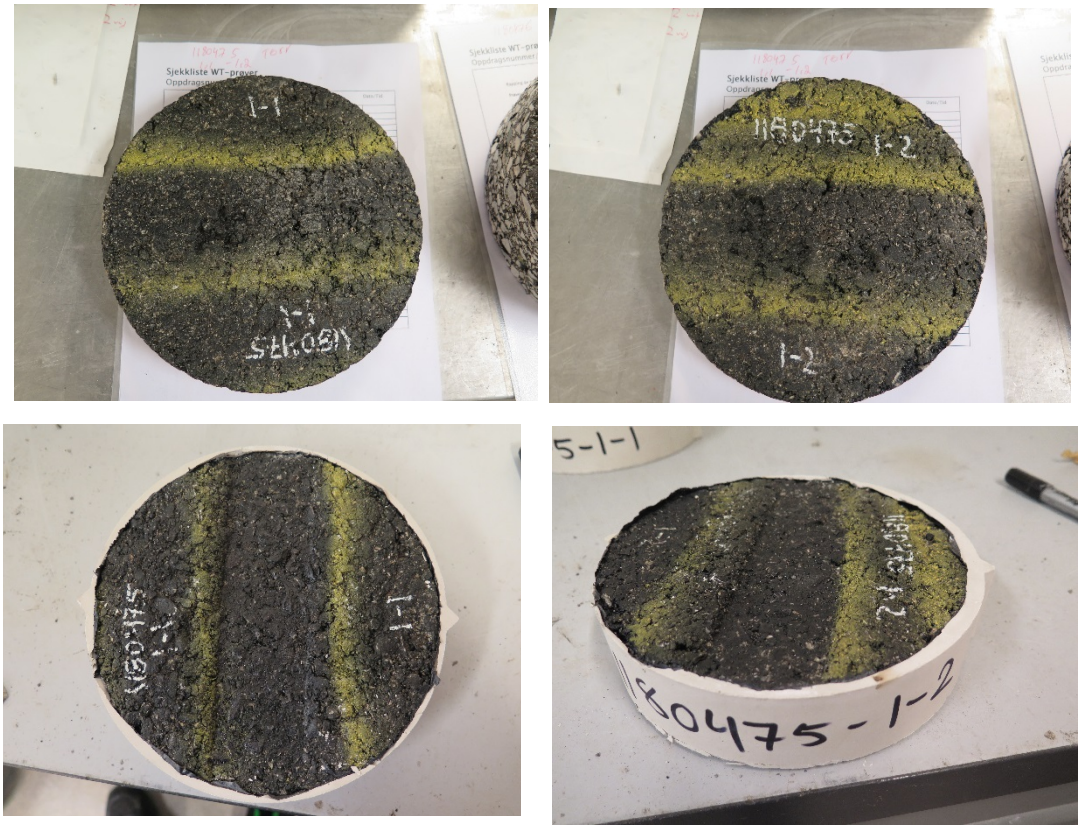

1-1

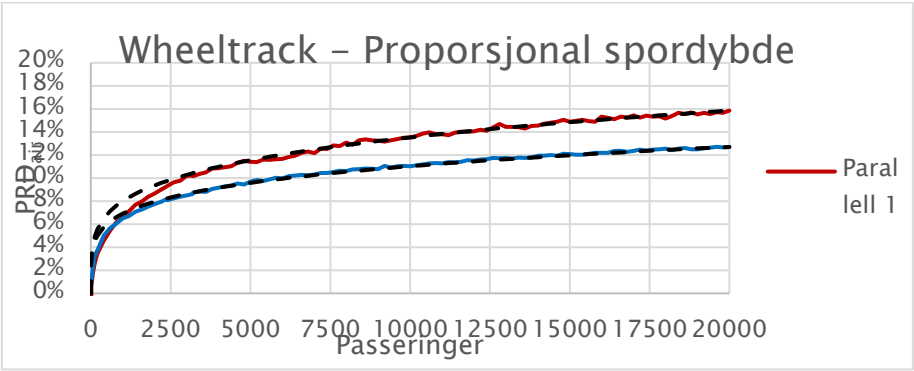

1-2


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

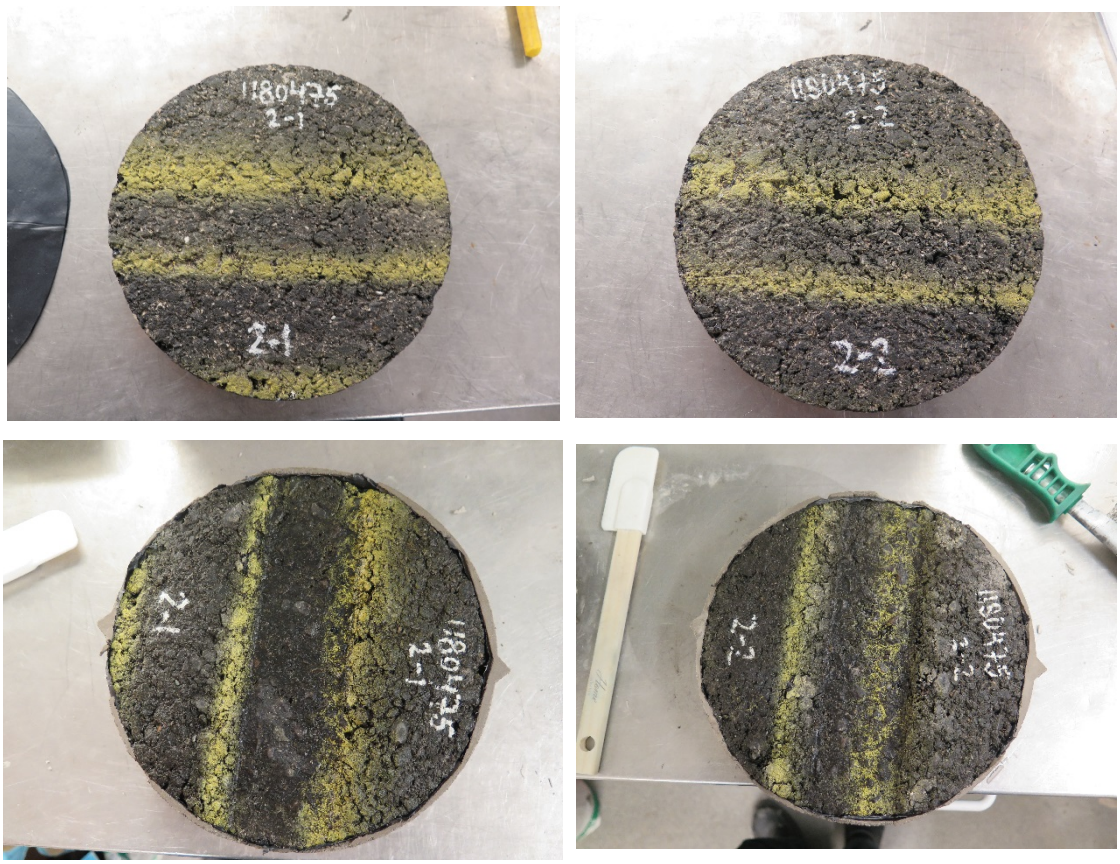
Fv.755 HP.6 Mossvik i Inderøy

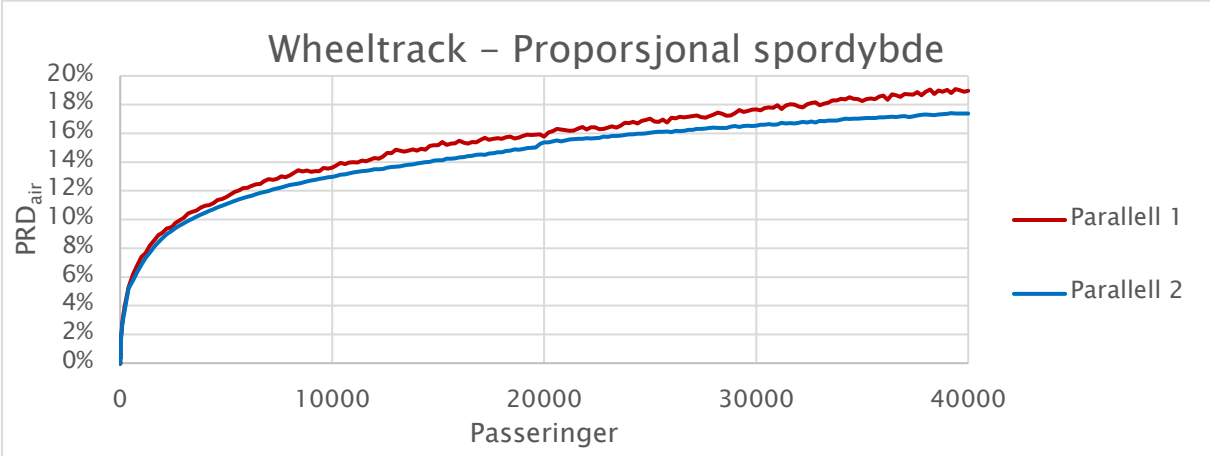
B1,1-1,2



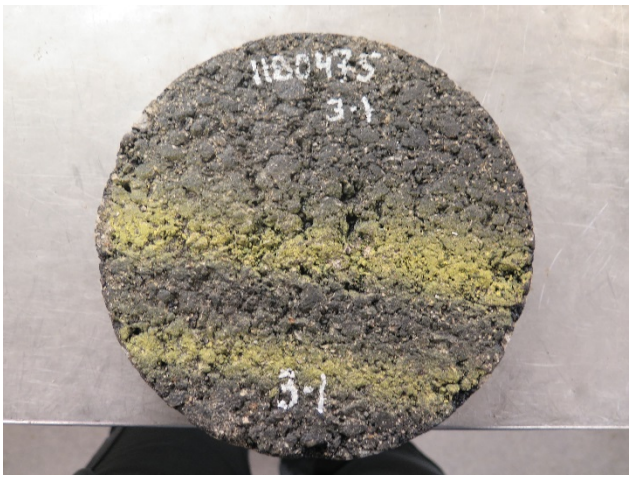


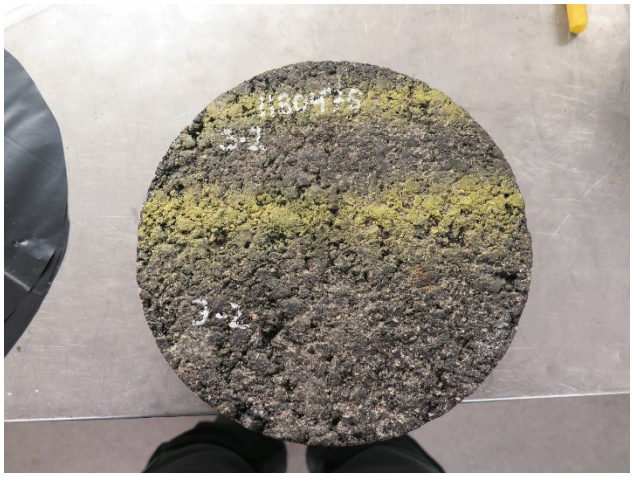
B-2,1-2,2

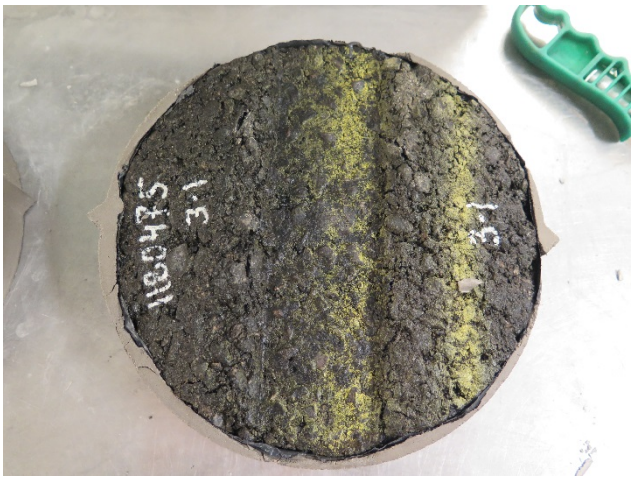


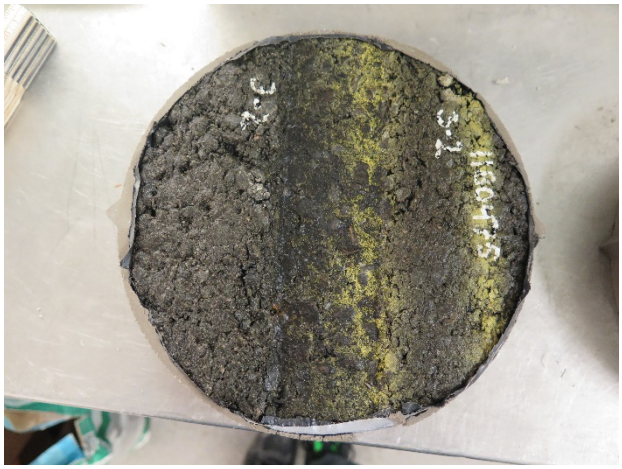

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRD$_{air}$
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

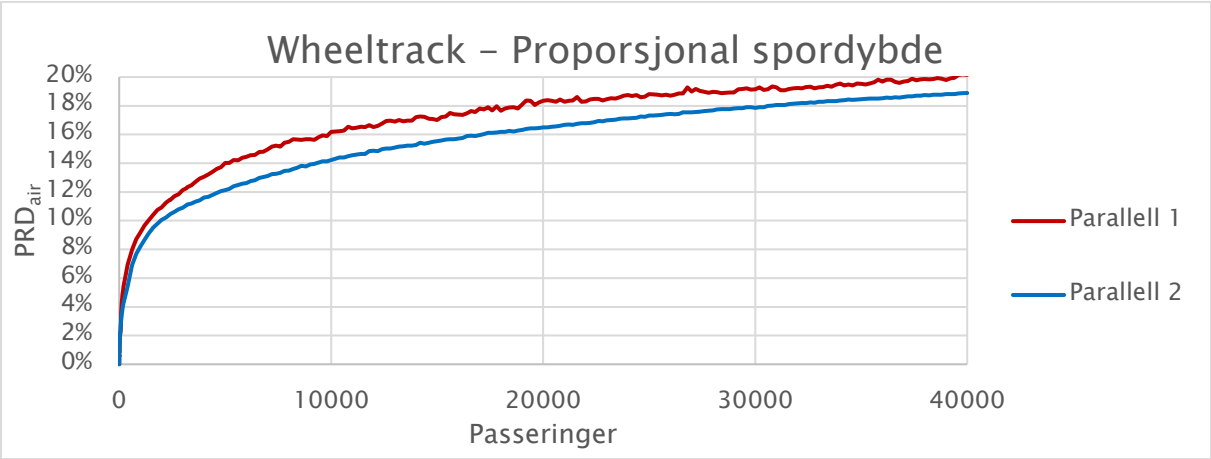
B-3.1,3,2


1180435
3-1
3-1


1180435
3-2
3-2

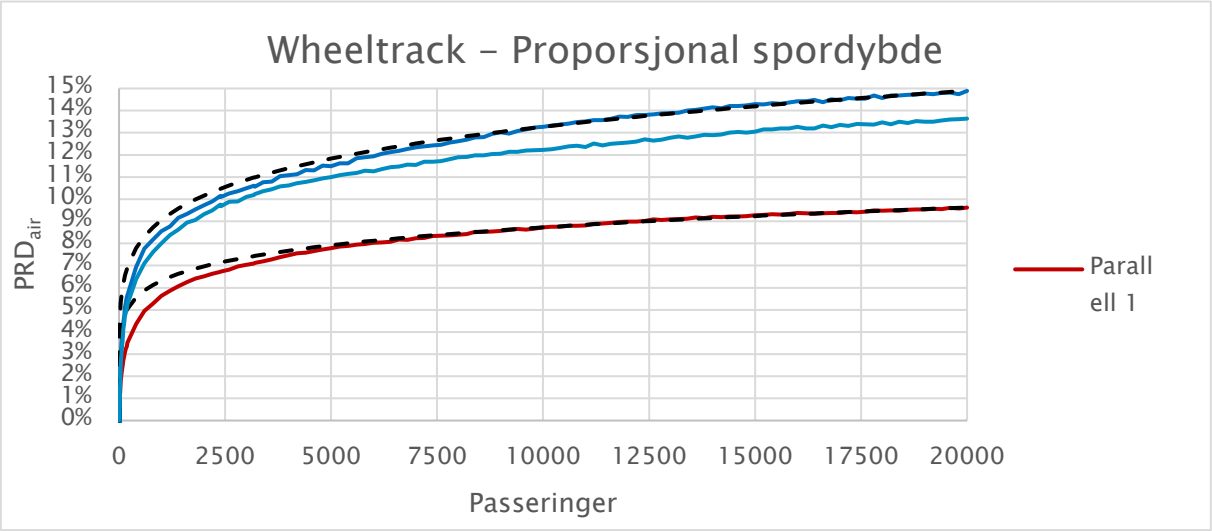

1180435
3-1
3-1


1180435
3-2
3-2


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

InnFartsveien-Tromsøsvinger Hp6

C1,1-C1,2-C1,3



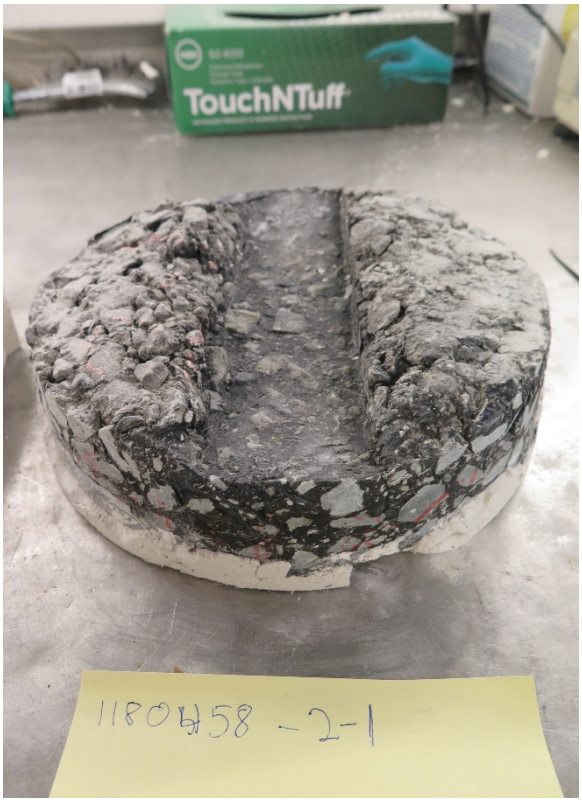
C-2,1-2,2

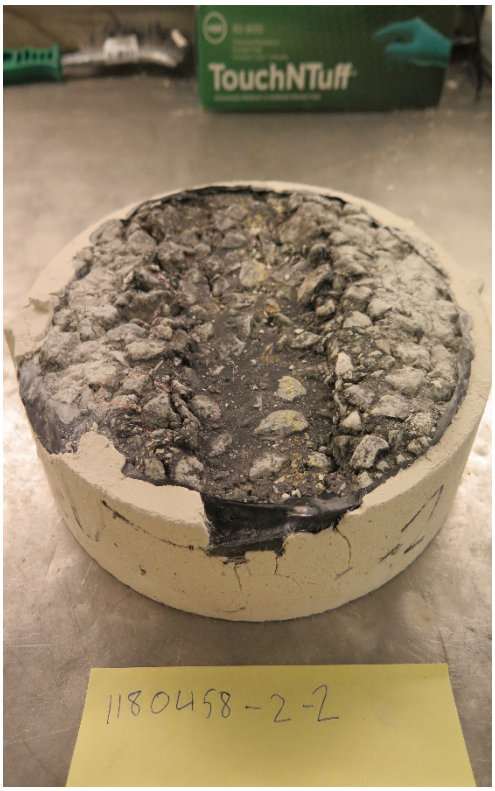
0 10000 20000 30000 40000

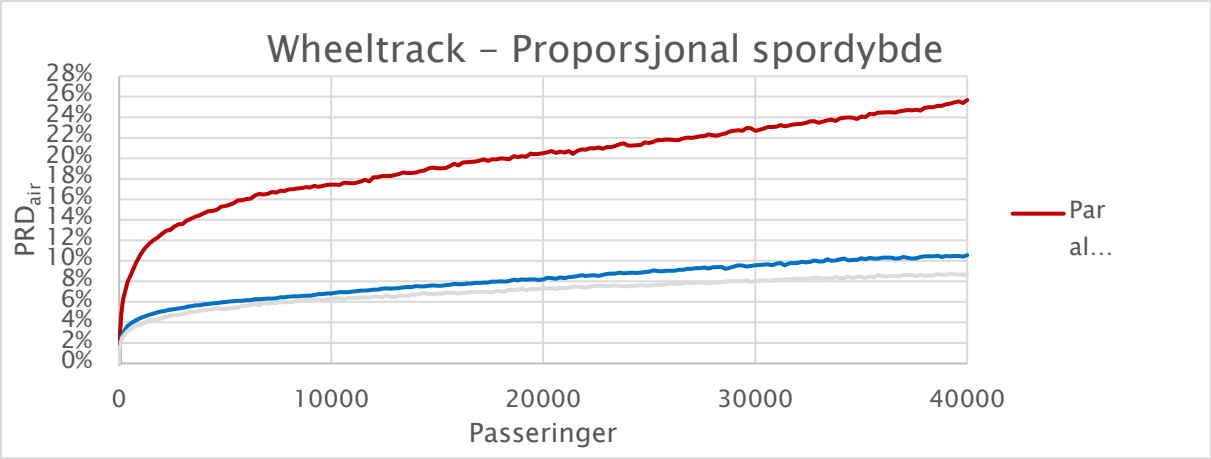
Passeringer

3,1-3,2-3,3

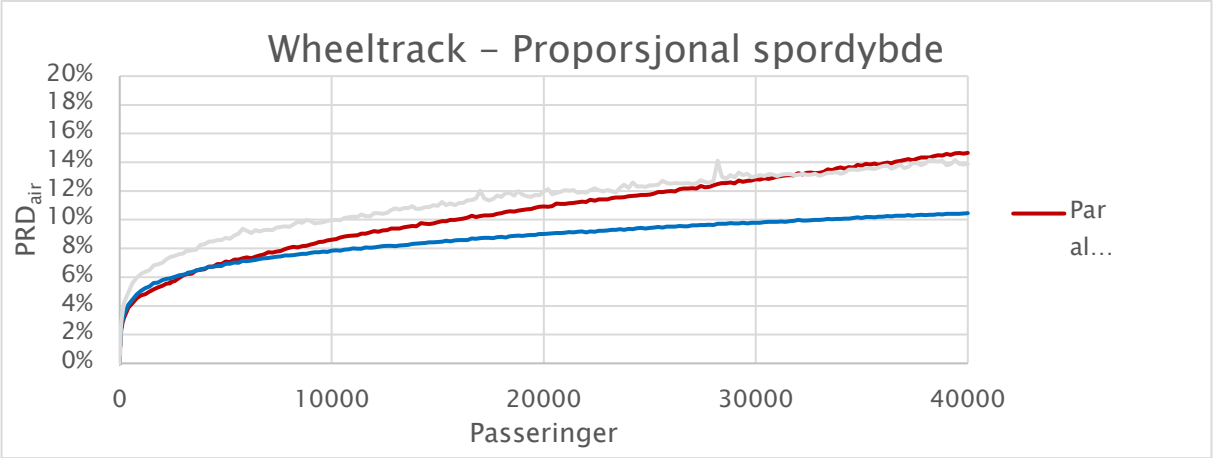
Master Fv.862






Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
28%
26%
24%
22%
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Par
al…

108468
2.2
108468
2.1


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRD air
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Par
al...

3,1–3,2

Massetype - resept

Fv. 86 Finnsnes sentrum Ska 16 — Oppdrag: 1180466

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
41	tørr	31,0	31,2	33,1	33,5	32,2	99,8	99,9	99,9	99,6	99,8	6,06	600,6	355,6	600,9	20,0	2,458	2,444	0,56	96,3	15,2	4807		251,95	2,384	3,01	952,07
42	tørr	33,0	30,9	32,1	33,5	32,4	99,9	99,6	99,5	99,6	99,7	6,06	598,4	355,3	598,9	20,0	2,458	2,452	0,26	98,2	15,0	4964		252,42	2,371	3,55	979,85
43	tørr	33,9	32,0	33,2	34,4	33,4	99,8	99,8	99,7	99,1	99,6	6,06	607,8	359,5	608,1	20,0	2,458	2,441	0,70	95,4	15,3	4944		260,09	2,337	4,94	946,63
44	tørr	32,3	33,3	34,2	33,9	33,4	100,0	99,9	99,4	99,6	99,7	6,06	622,2	368,7	622,6	20,0	2,458	2,446	0,48	96,8	15,2	5121		261,10	2,383	3,05	977,92
45	tørr	34,9	36,7	35,4	36,9	36,0	99,4	100,3	99,4	99,4	99,6	6,06	663,9	393,6	664,4	20,0	2,458	2,447	0,46	97,0	15,1	5837		280,47	2,367	3,70	1036,67
46	Våt	31,1	31,8	29,9	31,1	31,0	99,7	99,6	99,7	99,4	99,6	6,06	565,2	335,5	565,4	20,0	2,458	2,453	0,18	98,8	14,9	4817		241,22	2,343	4,68	
47	Våt	31,5	30,7	33,2	32,6	32,0	99,8	99,8	99,6	99,5	99,7	6,06	597,2	354,1	597,6	20,0	2,458	2,448	0,42	97,2	15,1	4513		249,48	2,394	2,61	
48	Våt	37,6	36,7	34,7	36,3	36,3	99,7	99,8	99,6	99,6	99,7	6,06	670,3	398,1	670,7	20,0	2,458	2,454	0,15	99,0	14,9	5346		283,40	2,365	3,78	
49	Våt	34,4	31,6	30,8	32,9	32,4	99,7	99,8	99,2	99,8	99,6	6,06	596,9	353,3	597,4	20,0	2,458	2,440	0,72	95,3	15,4	4807		252,73	2,362	3,91	
50	Våt	34,3	34,5	37,0	37,2	35,8	99,9	99,7	99,6	99,5	99,7	6,06	664,5	393,5	664,9	20,0	2,458	2,444	0,59	96,1	15,3	4738		279,10	2,381	3,14	
																			0,45								
																											9,79
	2.veiing - etter vakuumering																swelling %	vannabs.%									Våt
46	våt	31,1	31,8	29,9	31,1	31,0	99,7	99,7	99,5	99,7	99,6				565,7	20,0	0,136	0,094						241,55			994,28
47	våt	31,5	30,7	33,2	32,6	32,0	99,7	99,8	99,3	99,7	99,6				598,0	20,0	-0,050	0,127						249,36			901,39
48	våt	37,6	36,7	34,7	36,3	36,3	99,7	99,8	99,5	99,7	99,7				670,9	20,0	-0,005	0,100						283,39			940,21
49	våt	34,4	31,6	30,8	32,9	32,4	99,7	99,9	99,2	99,9	99,7				597,8	20,0	0,095	0,139						252,97			947,46
50	våt	34,3	34,5	37,0	37,2	35,8	99,8	99,6	99,6	99,9	99,7				665,1	20,0	0,130	0,093						279,47			846,08
	3.veiing - etter kondisjonering																										
46	våt	31,1	31,8	29,9	31,1	31,0	99,8	99,7	99,9	99,6	99,8				565,6		0,367	0,078						242,10			
47	våt	31,5	30,7	33,2	32,6	32,0	100,0	100,1	99,8	99,8	99,9				597,7		0,517	0,087						250,78			
48	våt	37,6	36,7	34,7	36,3	36,3	100,1	100,1	99,7	100,7	100,2				670,7		0,935	0,069						286,05			
49	våt	34,4	31,6	30,8	32,9	32,4	100,1	100,3	99,5	99,7	99,9				597,5		0,563	0,090						254,16			
50	våt	34,3	34,5	37,0	37,2	35,8	100,5	100,1	100,1	100,3	100,3				664,9		1,147	0,071						282,30			
																	0,706	0,079									
																											9,26

Massetype - resept

Hp26 Agb 11 — Oppdrag: 1180471

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
31	tørr	43,3	43,1	43,2	44,1	43,4	101,4	101,6	101,3	101,3	101,4	5,64	809,2	468,6	809,6	20,0	2,448	2,369	3,23	80,4	16,5	9104		350,56	2,308	5,70	1316,56
32	tørr	39,8	38,3	38,9	40,3	39,3	101,5	101,6	101,6	101,9	101,6	5,64	730,4	423,0	730,8	20,0	2,448	2,369	3,24	80,3	16,5	7691		318,86	2,291	6,43	1225,70
33	tørr	42,3	41,6	41,4	41,5	41,7	102,0	101,4	101,3	101,4	101,5	5,64	778,6	450,4	778,9	20,0	2,448	2,366	3,36	79,7	16,6	8584		337,29	2,308	5,70	1291,78
34	tørr	41,0	40,4	40,6	41,6	40,9	101,4	101,7	101,6	101,6	101,5	5,64	770,7	446,7	771,0	20,0	2,448	2,372	3,09	81,1	16,3	8868		331,17	2,327	4,93	1359,58
35	tørr	40,9	40,0	40,5	39,4	40,2	101,4	101,6	101,3	101,3	101,4	5,64	754,8	437,0	755,2	20,0	2,448	2,368	3,28	80,1	16,5	7867		324,49	2,326	4,98	1229,13
36	Våt	41,0	41,5	41,5	40,6	41,2	101,6	101,5	101,5	101,5	101,5	5,64	768,6	445,2	768,9	20,0	2,448	2,370	3,18	80,7	16,4	7720		333,09	2,308	5,74	
37	Våt	41,1	40,9	39,9	39,5	40,3	101,6	101,4	101,4	101,4	101,5	5,64	757,2	439,7	757,6	20,0	2,448	2,377	2,89	82,1	16,2	8584		326,10	2,322	5,14	
38	Våt	41,8	41,8	41,9	41,9	41,8	101,6	101,7	101,3	101,2	101,5	5,64	785,2	455,9	785,5	20,0	2,448	2,378	2,87	82,2	16,1	8878		338,15	2,322	5,15	
39	Våt	42,2	41,9	42,0	41,7	42,0	101,6	101,4	101,3	101,5	101,4	5,64	785,0	455,2	785,3	20,0	2,448	2,373	3,05	81,3	16,3	8446		339,03	2,315	5,42	
40	Våt	43,0	43,9	43,3	43,3	43,4	101,4	101,5	101,4	101,2	101,4	5,64	803,2	465,4	803,6	20,0	2,448	2,370	3,17	80,7	16,4	8584		349,94	2,295	6,25	
																		2,369	3,13								
																		2,374		80,3	16,5					5,55	12,85
	2.veiing - etter vakuumering																**swelling %**	**vannabs.%**		81,4	16,3					5,54	Våt
36	våt	41,0	41,5	41,5	40,6	41,2	102,0	101,8	101,3	101,4	101,6				771,3		0,246	0,354						333,91			1176,36
37	våt	41,1	40,9	39,9	39,5	40,3	101,7	101,9	101,6	101,7	101,7				760,5		0,533	0,432						327,84			1335,39
38	våt	41,8	41,8	41,9	41,9	41,8	101,6	102,1	101,4	101,1	101,6				788,8		0,182	0,457						338,77			1331,93
39	våt	42,2	41,9	42,0	41,7	42,0	101,8	101,8	101,4	101,5	101,6				788,5		0,405	0,445						340,41			1263,50
40	våt	43,0	43,9	43,3	43,3	43,4	101,8	101,8	101,6	101,6	101,7				807,1		0,662	0,497						352,26			1243,29
	3.veiing - etter kondisjonering																										
36	våt	41,0	41,5	41,5	40,6	41,2	102,0	101,7	101,6	101,4	101,7				771,8		0,306	0,415						334,10			
37	våt	41,1	40,9	39,9	39,5	40,3	101,8	101,8	101,4	101,4	101,6				760,1		0,276	0,378						327,00			
38	våt	41,8	41,8	41,9	41,9	41,8	102,1	101,6	101,1	101,4	101,5				788,1		0,118	0,380						338,55			
39	våt	42,2	41,9	42,0	41,7	42,0	101,4	101,8	101,7	101,5	101,6				788,6		0,271	0,462						339,95			
40	våt	43,0	43,9	43,3	43,3	43,4	101,6	101,8	101,0	101,4	101,4				806,7		0,138	0,444						350,43			
																	0,222	0,416									
																											12,70

Massetype - resept

Hp30 Agb 16 — Oppdrag: 1180470

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
21	tørr	32,9	33,7	34,3	33,9	33,7	100,6	100,6	100,2	100,6	100,5	5,96	585,1	331,9	585,9	19,8	2,429	2,299	5,35	71,7	18,9	6936		267,35	2,189	9,90	1303,84
22	tørr	33,4	33,3	33,0	33,7	33,3	101,5	101,5	101,4	101,0	101,4	5,96	583,7	329,0	584,3	19,8	2,429	2,282	6,03	69,1	19,5	7063		268,85	2,171	10,63	1331,33
23	tørr	31,9	32,6	33,3	32,4	32,5	101,3	101,6	101,1	101,2	101,3	5,96	577,5	327,7	578,1	19,8	2,429	2,301	5,26	72,1	18,8	6269		262,15	2,203	9,31	1210,98
24	tørr	34,3	33,7	32,3	33,1	33,4	101,4	101,2	100,8	100,9	101,1	5,96	590,5	336,3	591,1	19,8	2,429	2,313	4,77	74,1	18,4	6671		267,72	2,206	9,19	1259,35
25	tørr	34,3	35,4	33,9	34,1	34,4	101,0	101,1	101,1	101,0	101,0	5,96	645,5	364,2	646,1	19,8	2,429	2,286	5,89	69,6	19,4	6672		275,70	2,341	3,60	1222,46
26	Våt	36,3	36,4	37,4	37,4	36,9	101,5	101,4	101,0	101,0	101,2	5,96	645,5	364,2	646,1	19,8	2,429	2,286	5,89	69,6	19,4	6965		296,91	2,174	10,49	
27	Våt	33,3	33,8	34,3	33,6	33,8	101,4	101,5	101,5	100,8	101,3	5,96	592,5	336,0	593,2	19,8	2,429	2,300	5,32	71,8	18,9	6377		272,18	2,177	10,37	
28	Våt	39,1	38,2	37,8	39,0	38,5	101,2	101,6	101,5	101,2	101,4	5,96	680,4	385,8	681,2	19,8	2,429	2,299	5,36	71,7	18,9	7505		310,89	2,188	9,90	
29	Våt	37,6	38,8	37,2	37,1	37,7	101,4	101,5	101,5	101,2	101,4	5,96	670,9	381,1	671,5	19,8	2,429	2,306	5,08	72,8	18,7	6857		304,01	2,207	9,15	
30	Våt	38,5	38,0	36,2	36,5	37,3	101,5	101,3	101,4	101,4	101,4	5,96	656,7	373,6	657,5	19,8	2,429	2,309	4,96	73,3	18,6	7622		301,20	2,180	10,23	
																		2,296	5,39								
																		2,297		71,3	19,0					8,53	12,66
2.veiing - etter vakuumering																	**swelling %**	**vannabs.%**		71,9	18,9					10,03	Våt
26	våt	36,3	36,4	37,4	37,4	36,9	101,5	101,7	101,2	101,1	101,4				656,8	20,0	0,277	1,744						297,73			1187,44
27	våt	33,3	33,8	34,3	33,6	33,8	101,5	101,4	101,2	101,4	101,4				601,3	20,0	0,163	1,485						272,62			1186,77
28	våt	39,1	38,2	37,8	39,0	38,5	101,5	101,7	101,3	101,3	101,5				690,7	20,0	0,153	1,526						311,36			1223,66
29	våt	37,6	38,8	37,2	37,1	37,7	101,7	101,7	101,3	101,2	101,5				682,0	20,0	0,168	1,662						304,52			1143,34
30	våt	38,5	38,0	36,2	36,5	37,3	101,7	101,8	101,5	101,7	101,7				667,5	20,0	0,513	1,643						302,74			1283,22
3.veiing - etter kondisjonering																											
26	våt	36,3	36,4	37,4	37,4	36,9	101,6	101,5	101,3	101,7	101,5				656,2		0,579	1,653						298,63			
27	våt	33,3	33,8	34,3	33,6	33,8	101,3	101,6	101,4	101,6	101,5				600,6		0,341	1,357						273,10			
28	våt	39,1	38,2	37,8	39,0	38,5	101,8	101,6	101,8	101,6	101,7				689,5		0,617	1,351						312,81			
29	våt	37,6	38,8	37,2	37,1	37,7	101,8	101,7	102,8	101,7	102,0				680,9		1,242	1,501						307,78			
30	våt	38,5	38,0	36,2	36,5	37,3	101,7	101,7	101,6	101,8	101,7				666,4		0,558	1,472						302,88			
																	0,667	1,467									
																											12,05

Massetype - resept

Fv.35 Ab 16 — Oppdrag: 1180472

nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
11	tørr	43,2	43,4	42,1	43,1	42,9	102,1	102,0	102,0	102,0	102,0	5,30	827,9	490,1	825,6	20,0	2,558	2,463	3,70	77,7	16,6	10997		350,77	2,360	7,73	1598,89
12	tørr	44,0	45,0	44,2	43,8	44,3	102,1	101,2	102,0	102,1	101,9	5,30	853,1	506,4	854,3	20,0	2,558	2,447	4,33	74,8	17,2	11036		360,84	2,364	7,58	1557,90
13	tørr	45,0	44,7	46,1	46,9	45,7	102,3	102,2	102,1	102,1	102,2	5,30	864,7	507,1	865,6	20,0	2,558	2,407	5,88	68,2	18,5	10752		374,65	2,308	9,78	1466,16
14	tørr	43,7	44,1	44,0	45,1	44,2	102,0	102,3	102,0	102,2	102,1	5,30	860,3	512,5	860,9	20,0	2,558	2,465	3,65	78,0	16,6	11233		362,13	2,376	7,13	1583,99
15	tørr	42,2	41,6	41,8	42,7	42,1	102,2	102,1	102,2	102,2	102,2	5,30	784,4	465,4	789,0	20,0	2,558	2,420	5,40	70,2	18,1	9094		344,80	2,275	11,07	1347,41
16	Våt	45,4	44,1	46,4	44,6	45,1	102,5	102,3	101,9	102,2	102,2	5,30	882,3	523,9	883,1	20,0	2,558	2,452	4,15	75,6	17,0	9369		370,24	2,383	6,84	
17	Våt	46,2	46,1	44,5	45,8	45,6	102,2	102,3	102,1	102,1	102,2	5,30	852,7	502,8	855,9	20,0	2,558	2,410	5,77	68,7	18,4	8289		374,28	2,278	10,93	
18	Våt	45,4	46,3	46,0	45,5	45,8	102,2	102,3	102,2	102,1	102,2	5,30	842,3	496,9	847,3	20,0	2,558	2,400	6,19	67,0	18,8	8633		375,57	2,243	12,32	
19	Våt	44,1	44,8	43,9	44,1	44,2	102,3	102,3	102,3	102,1	102,3	5,30	825,7	484,6	828,8	20,0	2,558	2,394	6,41	66,2	19,0	6818		363,09	2,274	11,10	
20	Våt	45,0	45,2	44,3	44,4	44,7	102,2	102,4	102,2	102,0	102,2	5,30	823,8	485,0	829,9	20,0	2,558	2,384	6,78	64,8	19,3	6985		366,82	2,246	12,20	
																		2,441	5,23								
																		2,408		73,8	17,4					8,65	15,11
	2.veiing - etter vakuumering																**swelling %**	**vannabs.%**		68,5	18,5					10,68	Våt
16	våt	45,4	44,1	46,4	44,6	45,1	102,5	102,3	102,2	102,3	102,3				892,0	20,0	0,235	1,097						371,11			1293,14
17	våt	46,2	46,1	44,5	45,8	45,6	102,2	102,3	102,2	102,1	102,2				867,1	20,0	0,039	1,688						374,42			1131,45
18	våt	45,4	46,3	46,0	45,5	45,8	102,3	102,2	102,2	102,1	102,2				858,5	20,0	0,049	1,923						375,75			1174,31
19	våt	44,1	44,8	43,9	44,1	44,2	102,4	102,3	102,3	102,1	102,3				842,6	20,0	0,064	2,049						363,32			960,02
20	våt	45,0	45,2	44,3	44,4	44,7	102,4	102,2	102,1	102,3	102,2				843,1	20,0	0,078	2,338						367,11			972,97
	3.veiing - etter kondisjonering																										
16	våt	45,4	44,1	46,4	44,6	45,1	102,5	102,4	102,5	102,5	102,5				891,1	20,0	0,509	1,002						372,12			
17	våt	46,2	46,1	44,5	45,8	45,6	102,3	102,5	102,3	102,7	102,4				862,3	20,0	0,519	1,116						376,22			
18	våt	45,4	46,3	46,0	45,5	45,8	102,4	102,5	102,7	102,6	102,5				856,7	20,0	0,730	1,708						378,31			
19	våt	44,1	44,8	43,9	44,1	44,2	102,7	102,6	102,4	103,1	102,7				841,9	20,0	0,897	1,966						366,34			
20	våt	45,0	45,2	44,3	44,4	44,7	102,4	102,5	102,9	102,6	102,6				835,3	20,0	0,829	1,387						369,86			
																	0,697	1,436									
																											11,06

Massetype - resept

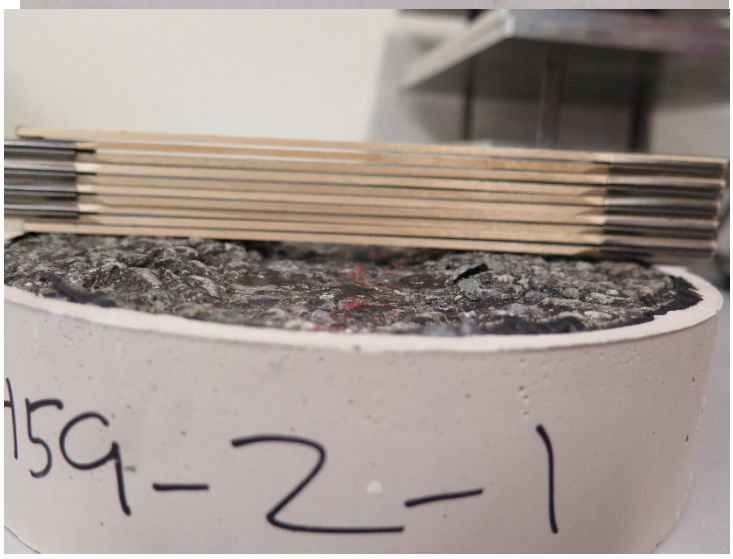
E06 Hp 05 Ab16 — Oppdrag: 1180459

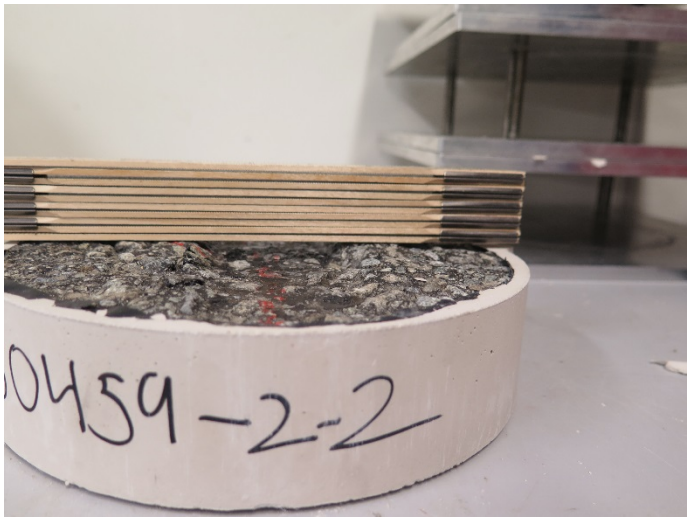
nr.		H1	H2	H3	H4	Høyde Middel m	D1	D2	D3	D4	Diameter Middel	B.mid. innh. (%)	VEKT i LUFT (g)	vekt i VANN (g)	Vekt Overfl.-tørr (g)	TEMP vann	KOMPAKT DENS (Rice) (g/cm3)	ROM VEKT (g/cm3)	HULROM (%)	BITF. HULROM (%)	HULROM STEIN-MAT. (%)	Kraft (N)	flyt (mm)	Volum geom.	dens geom.	hulrom geom.	Ind.str. kPa korr. Tørr
51	tørr	37,7	38,8	39,7	38,5	38,7	99,8	100,1	100,0	100,0	100,0	4,93	779,5	483,9	780,1	20,0	2,682	2,627	2,04	86,3	14,9	11429		303,41	2,569	4,20	1882,84
52	tørr	41,1	46,7	39,3	40,4	41,9	100,0	100,0	100,1	99,7	99,9	4,93	800,3	496,7	800,9	20,0	2,682	2,626	2,09	86,0	14,9	11821		328,61	2,435	9,20	1797,50
53	tørr	44,1	43,5	42,0	40,5	42,5	100,2	99,9	100,2	99,8	100,0	4,93	857,9	534,5	858,5	20,0	2,682	2,643	1,46	89,9	14,4	10771		334,06	2,568	4,25	1612,49
54	tørr	40,2	39,3	37,1	38,8	38,8	100,1	99,9	99,7	100,0	99,9	4,93	767,5	475,8	768,1	20,0	2,682	2,621	2,29	84,8	15,1	9888		304,46	2,521	6,01	1622,39
55	tørr	38,9	38,2	39,3	39,9	39,1	100,1	99,9	99,7	100,0	99,9	4,93	768,3	474,8	769,1	20,0	2,682	2,606	2,83	81,8	15,5	10830		306,34	2,508	6,49	1766,04
56	Våt	38,0	37,9	35,8	37,1	37,2	100,1	99,9	100,0	99,8	100,0	4,93	729,9	451,4	730,5	20,0	2,682	2,610	2,69	82,6	15,4	9673		291,96	2,500	6,79	
57	Våt	42,9	42,9	41,9	41,3	42,2	100,1	99,9	100,0	99,8	100,0	4,93	851,0	528,6	851,6	20,0	2,682	2,630	1,95	86,8	14,8	10958		331,48	2,567	4,28	
58	Våt	41,7	42,4	43,7	43,5	42,8	100,0	100,1	99,9	100,3	100,1	4,93	855,3	530,9	856,0	20,0	2,682	2,626	2,10	85,9	14,9	10928		336,78	2,540	5,31	
59	Våt	44,4	46,1	41,3	40,4	43,0	100,0	100,3	100,0	99,8	100,0	4,93	860,8	536,6	861,3	20,0	2,682	2,646	1,34	90,6	14,3	11223		338,19	2,545	5,09	
60	Våt	40,3	41,7	42,2	41,2	41,4	100,0	100,0	99,8	99,9	99,9	4,93	823,6	510,4	824,3	20,0	2,682	2,619	2,35	84,5	15,1	10703		324,27	2,540	5,30	
																			2,11								
																				85,7	15,0					6,03	17,36
2.veiing - etter vakuumering																	swelling %	vannabs.%		86,1	14,9					5,36	Våt
56	våt	38,0	37,9	35,8	37,1	37,2	100,2	100,2	99,8	100,4	100,1				734,0		0,345	0,573						292,97			1655,79
57	våt	42,9	42,9	41,9	41,3	42,2	100,2	100,1	100,3	99,8	100,1				853,6		0,295	0,307						332,46			1652,07
58	våt	41,7	42,4	43,7	43,5	42,8	100,2	100,0	100,4	99,9	100,1				858,7		0,130	0,396						337,22			1623,28
59	våt	44,4	46,1	41,3	40,4	43,0	100,3	100,5	100,1	99,9	100,2				862,5		0,320	0,197						339,28			1659,55
60	våt	40,3	41,7	42,2	41,2	41,4	100,1	100,2	100,0	100,1	100,1				827,0		0,300	0,414						325,24			1648,98
3.veiing - etter kondisjonering																											
56	våt	38,0	37,9	35,8	37,1	37,2	100,2	100,1	100,3	100,0	100,1				733,3		0,381	0,474						293,07			
57	våt	42,9	42,9	41,9	41,3	42,2	100,1	100,2	100,1	100,5	100,2				852,6		0,501	0,192						333,14			
58	våt	41,7	42,4	43,7	43,5	42,8	100,3	100,2	100,0	100,2	100,2				861,9		0,240	0,767						337,59			
59	våt	44,4	46,1	41,3	40,4	43,0	100,2	100,3	100,0	100,4	100,2				862,5		0,345	0,195						339,36			
60	våt	40,3	41,7	42,2	41,2	41,4	100,2	100,2	99,9	100,0	100,1				826,2		0,331	0,311						325,34			
																	0,359	0,388									
																											16,48

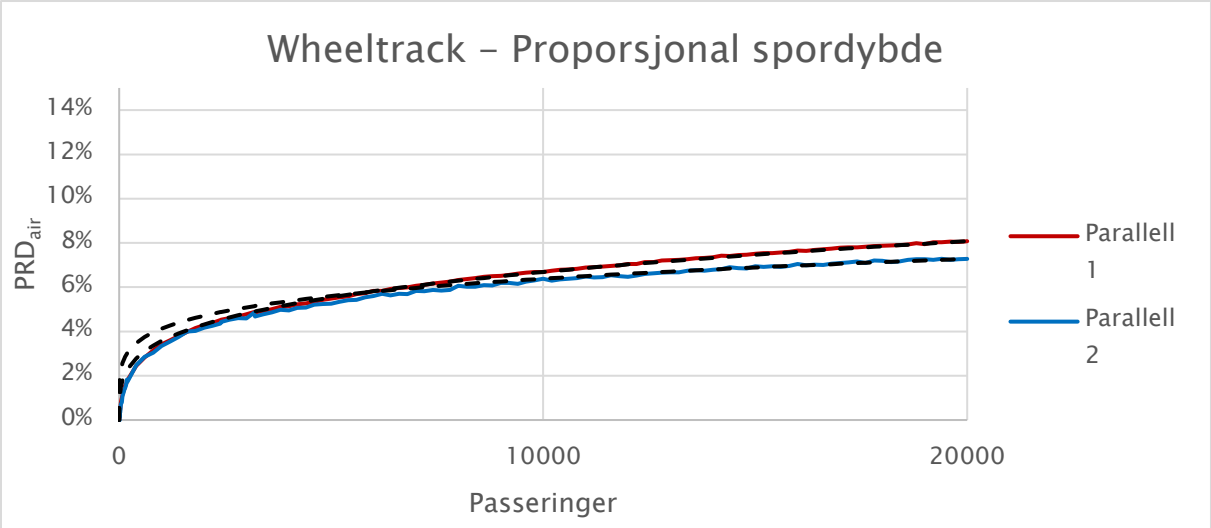
Massetype - resept				Fv 755 hp 02 m 6884 Utøyvegen																						
				Oppdrag: 1190018/2								VEKT	vekt	Vekt		KOMPAKT	ROM	HULROM	BITF.	HULROM	Kraft	flyt	Volum	dens	hulrom	Ind.str.
					Høyde					Diameter	B.mid.	i	i	Overfl.-	TEMP	DENS	VEKT		HULROM	STEIN-			geom.	geom.	geom.	kPa
					Middel					Middel	innh.	LUFT	VANN	tørr	vann	(Rice)				MAT.						korr.
	H1	H2	H3	H4	m	D1	D2	D3	D4		(%)	(g)	(g)	(g)		(g/cm3)	(g/cm3)	(%)	(%)	(%)	(N)	(mm)				Tørr
tørr	35,6	35,6	36,5	36,2	36,0	98,7	98,6	98,6	98,7	98,6	5,74	610,1	347,3	611,4	25,1	2,466	2,303	6,60	66,5	19,7	1260		274,81	2,220	9,97	226,08
tørr	35,3	34,6	34,5	34,9	34,8	98,6	98,6	98,6	98,5	98,5	5,74	592,6	339,1	593,7	25,0	2,466	2,321	5,88	69,2	19,1	1315		265,49	2,232	9,48	244,04
tørr	34,6	35,2	35,1	34,9	34,9	98,6	98,5	98,5	98,5	98,5	5,74	591,5	336,7	593,4	24,9	2,466	2,298	6,82	65,7	19,9	1298		266,45	2,220	9,98	239,98
tørr	35,3	34,9	35,0	35,6	35,2	98,5	98,7	98,7	98,7	98,6	5,74	593,2	339,0	595,9	24,8	2,466	2,303	6,61	66,5	19,7	1077		268,74	2,207	10,49	197,62
tørr	35,9	34,9	35,5	35,8	35,5	98,6	98,5	98,5	98,6	98,5	5,74	603,7	343,5	604,9	24,6	2,466	2,303	6,61	66,5	19,7	1341		271,07	2,227	9,69	243,75
Våt	35,7	36,0	36,2	35,9	36,0	98,6	98,5	98,8	98,5	98,6	5,74	618,1	352,7	619,2	24,5	2,466	2,313	6,19	68,0	19,3	907		274,54	2,251	8,71	162,88
Våt	36,3	37,0	36,9	36,5	36,7	98,5	98,6	98,7	98,7	98,6	5,74	632,2	362,0	633,5	24,5	2,466	2,321	5,87	69,2	19,1	919		279,89	2,259	8,41	161,86
Våt	36,4	36,2	36,7	37,3	36,6	98,5	98,7	98,5	98,6	98,6	5,74	637,6	367,4	638,5	24,4	2,466	2,345	4,92	73,0	18,2	1010		279,61	2,280	7,53	178,05
Våt	35,6	35,9	35,6	35,5	35,7	98,5	98,6	98,6	98,6	98,6	5,74	615,0	351,0	616,0	24,3	2,466	2,315	6,14	68,2	19,3	930		272,15	2,260	8,37	168,45
Våt	35,1	35,2	35,8	35,6	35,4	98,6	98,6	98,7	98,6	98,6	5,74	608,2	347,2	609,6	24,2	2,466	2,312	6,25	67,8	19,4	829		270,54	2,248	8,83	151,09
																		6,19	68,04	19,34						
																										1,97
2.veiing - etter vakuumering																swelling %	vannabs.%									Våt
våt	35,8	35,8	36,0	36,2	36,0	98,6	98,5	98,7	98,6	98,6				630,0		0,037	1,920						274,64			162,88
våt	36,3	36,9	36,8	36,4	36,6	98,5	98,6	98,6	98,6	98,6				642,5		-0,228	1,639						279,25			161,86
våt	36,5	36,2	36,7	37,2	36,6	98,6	98,6	98,6	98,7	98,6				644,7		0,044	1,112						279,74			178,05
våt	35,7	35,9	35,6	35,5	35,7	98,5	98,5	98,5	98,6	98,5				625,7		-0,019	1,743						272,10			168,45
våt	35,9	35,6	35,0	35,1	35,4	98,5	98,6	98,8	98,6	98,6				619,5		-0,093	1,850						270,28			151,09
3.veiing - etter kondisjonering																										
våt	35,7	36,1	36,2	35,9	36,0	98,7	98,6	98,8	98,6	98,7				630,1		0,214	1,938						275,13			
våt	36,4	36,9	36,8	36,5	36,7	98,6	98,7	98,8	98,7	98,7				643,1		0,212	1,734						280,49			
våt	36,3	36,1	36,7	37,2	36,6	98,6	98,8	98,7	98,7	98,7				645,0		0,036	1,168						279,71			
våt	35,8	35,9	35,6	35,5	35,7	98,6	98,6	98,7	98,7	98,6				627,0		0,242	1,953						272,81			
våt	35,6	35,1	35,1	35,8	35,4	98,6	98,7	98,6	98,7	98,6				620,0		0,027	1,935						270,61			
																0,146	1,746									
																										1,64

E.06 Hp 5 Vesleala– Elverum S

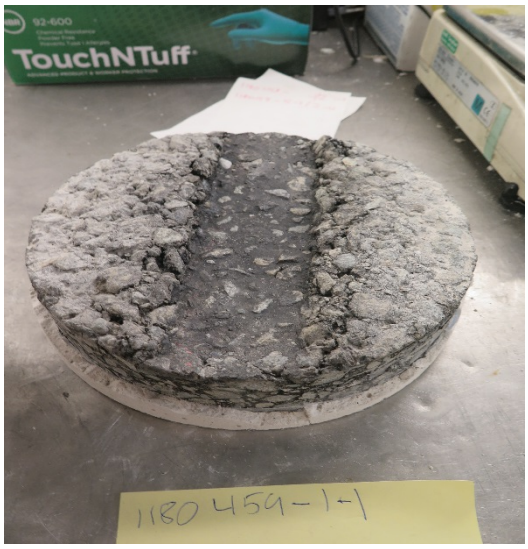
1,1–1,2






Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

2,1-2,2-2,3

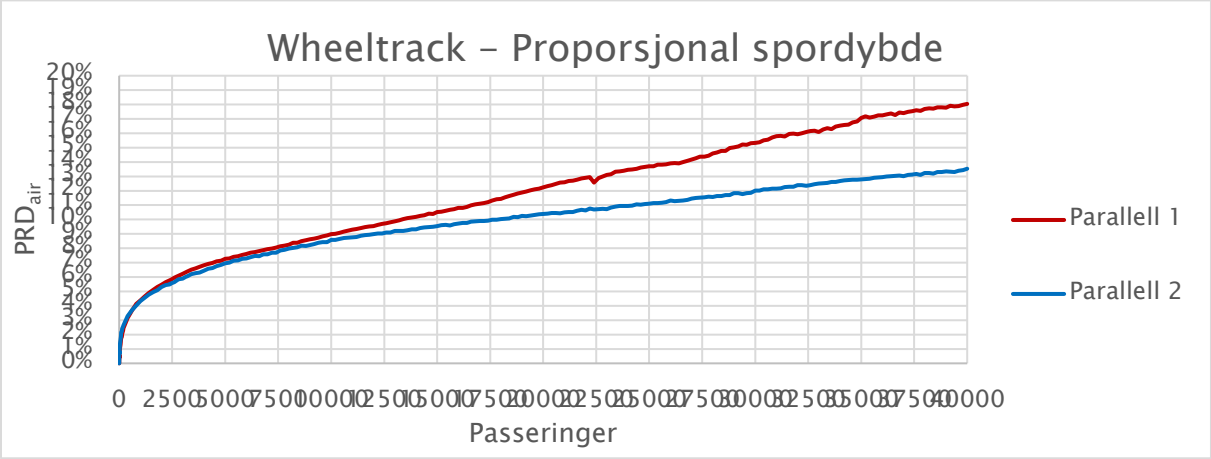

TouchNTuff
1180459-1-1

TouchNT
1180459-1-2

1180459-1
24%
22%
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
000
Par
al...
Passeringer

3,1-3,2

Mangler bilder



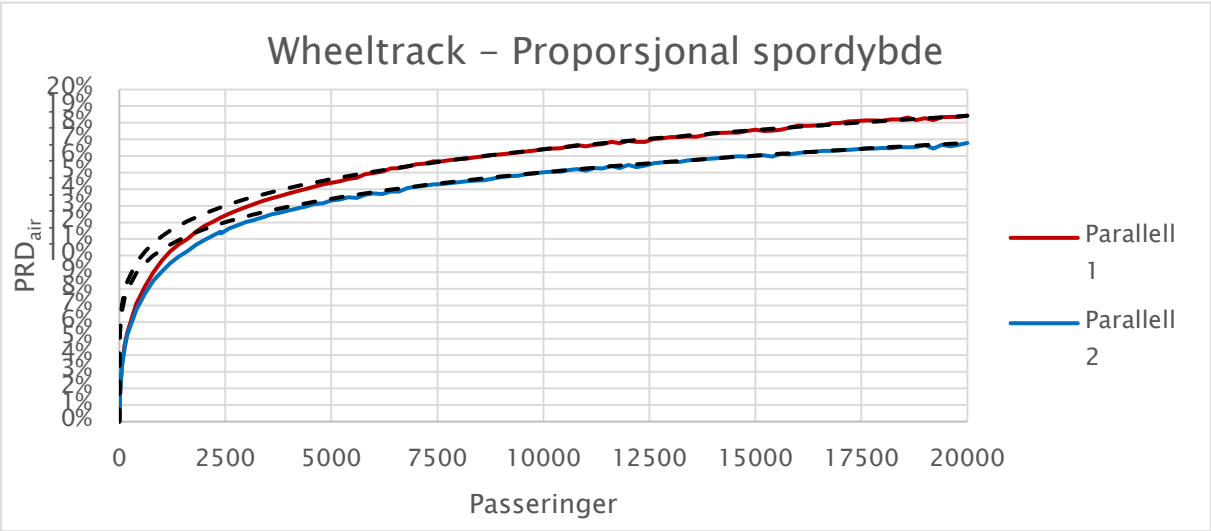
Finnsnes Sentrum

1,1-1,2

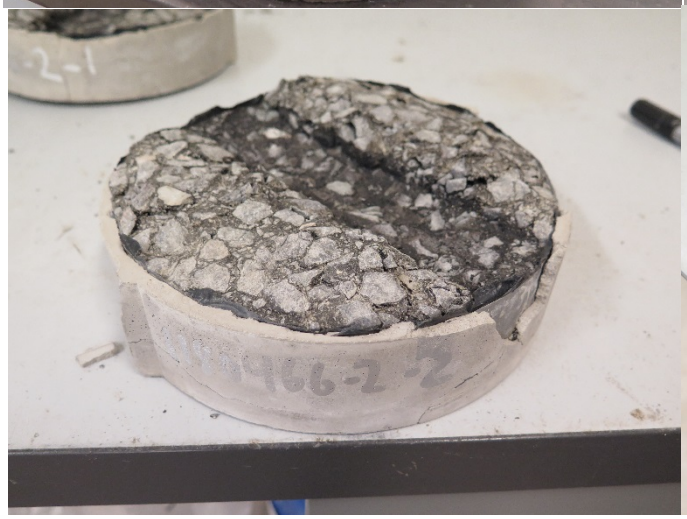
180466-1-2

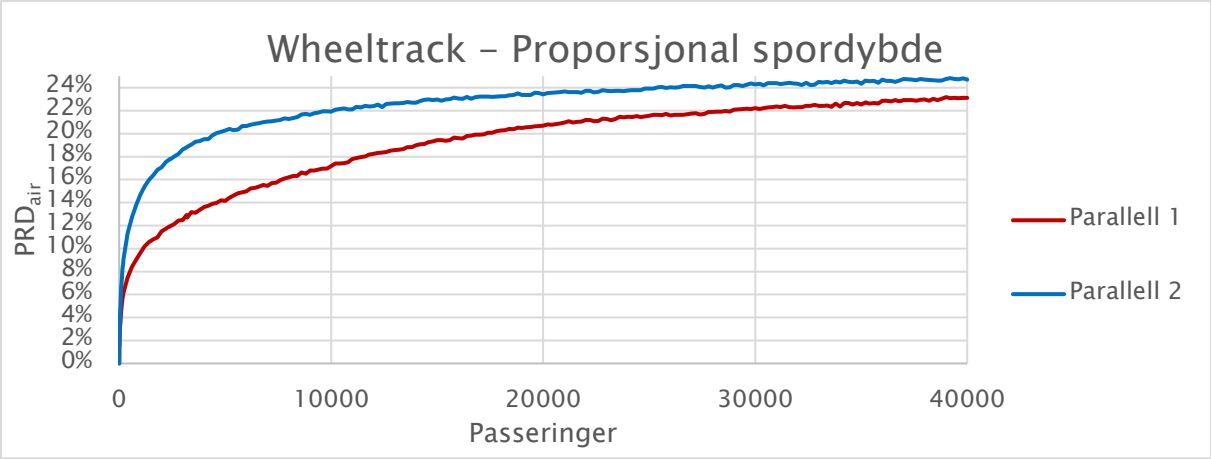
180466-1-1

180466-1-2


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
PRDair
20%
19%
18%
17%
16%
15%
14%
13%
12%
11%
10%
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

2,1–2,2

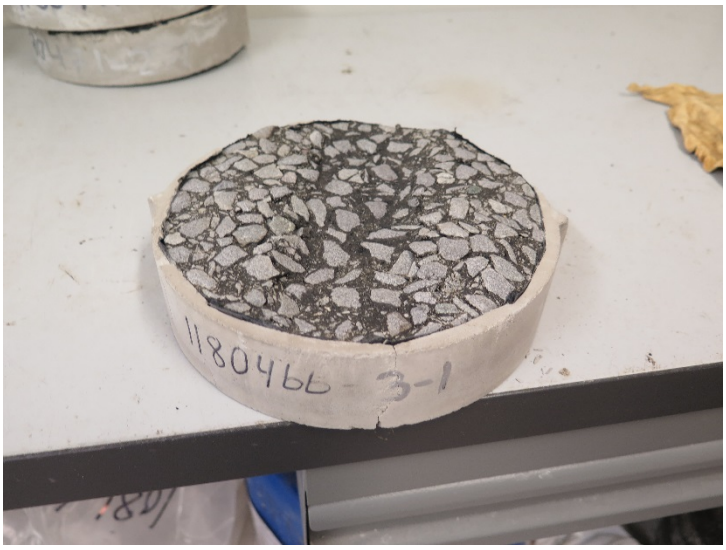


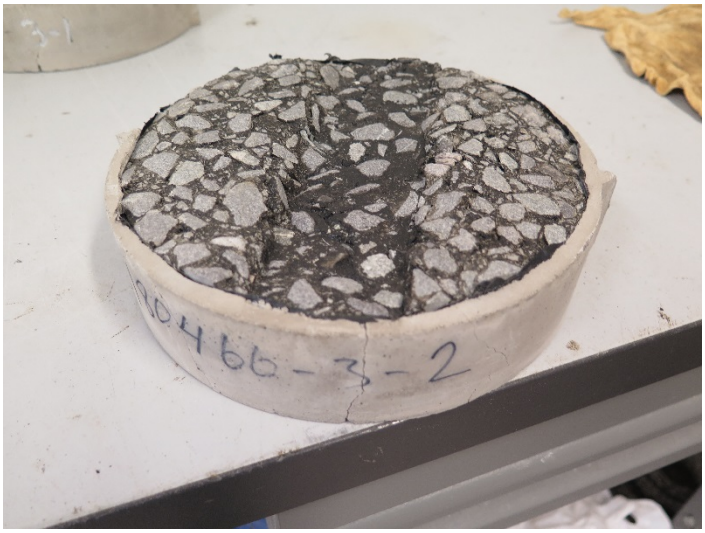

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
24%
22%
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

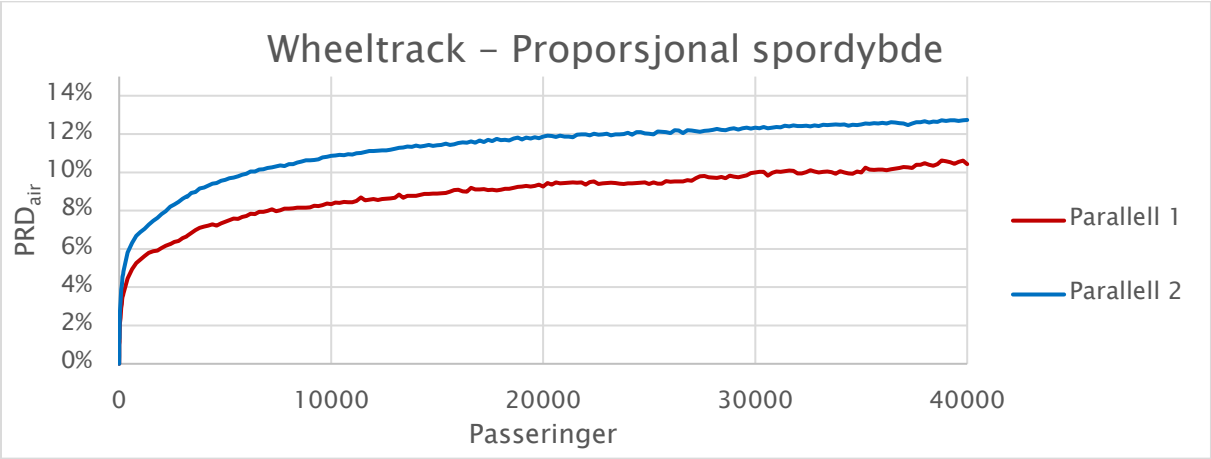
3,1–3,2

1180466-3-1

1180466-3-2

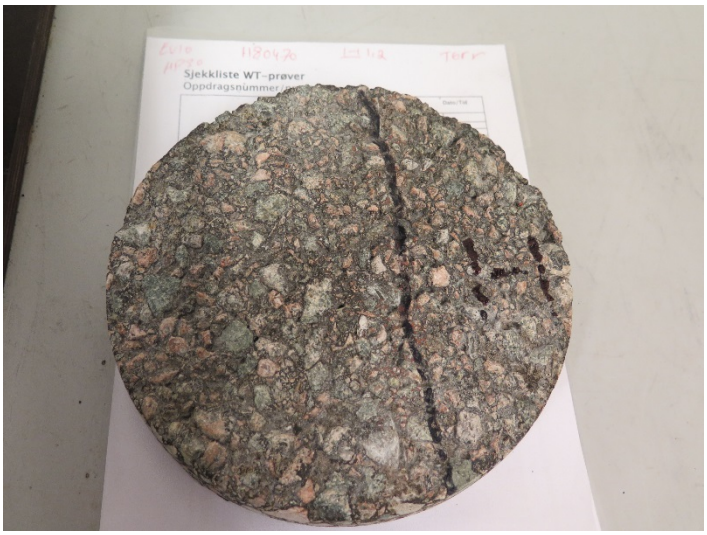

1180466-3-1

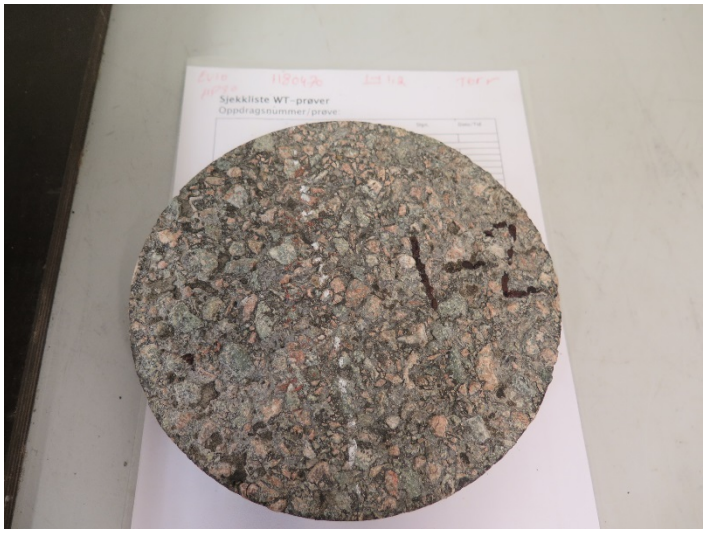

3-1
1180466-3-2

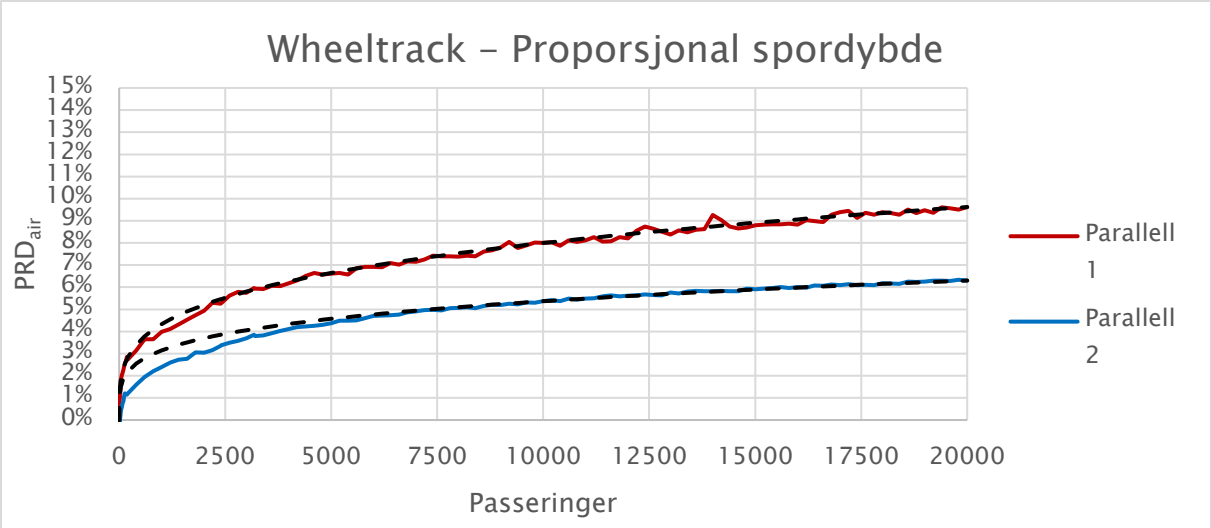

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

Ev.10 Mølnarodden i Flakstad Hp 30 Km 31738 til Km 33280

1,1-1,2

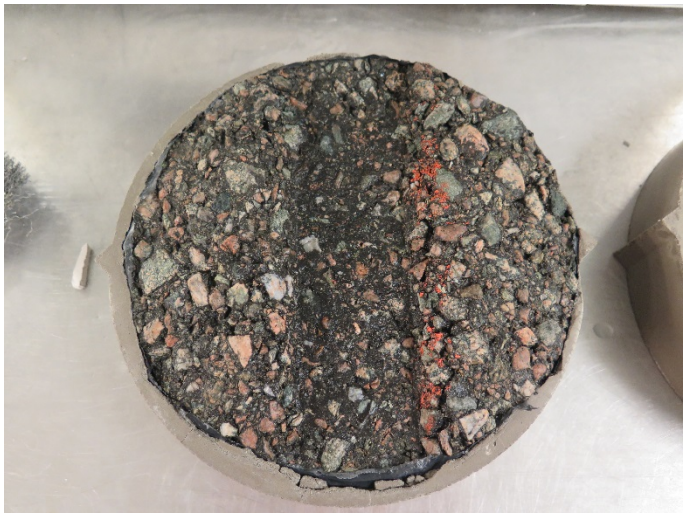


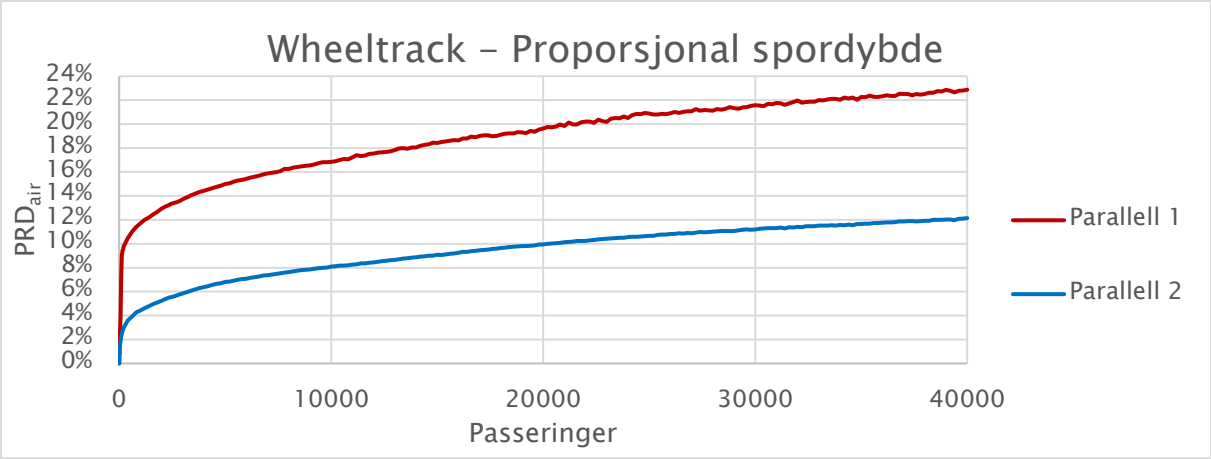



Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
PRDair
15%
14%
13%
12%
11%
10%
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

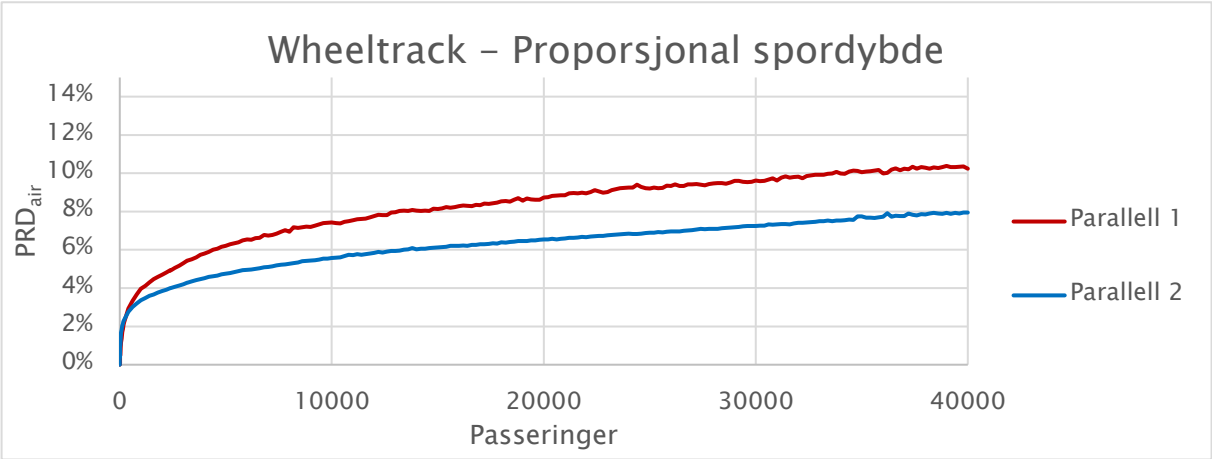
2,1-2,2

1180470-2-1



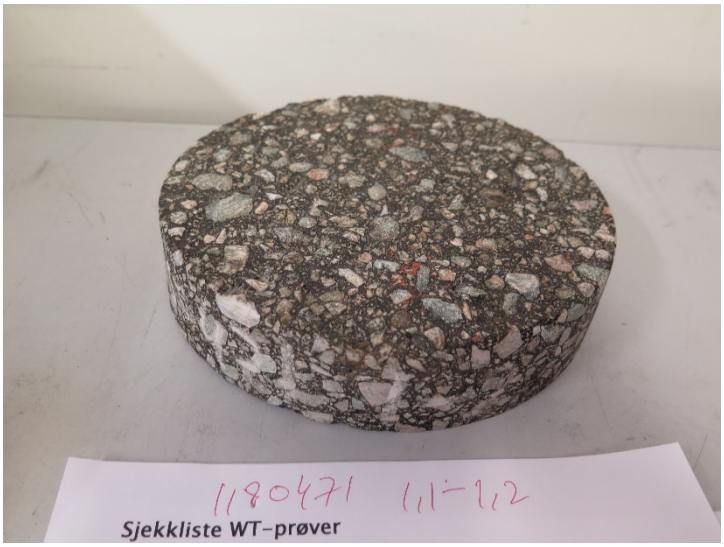

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
24%
22%
20%
18%
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

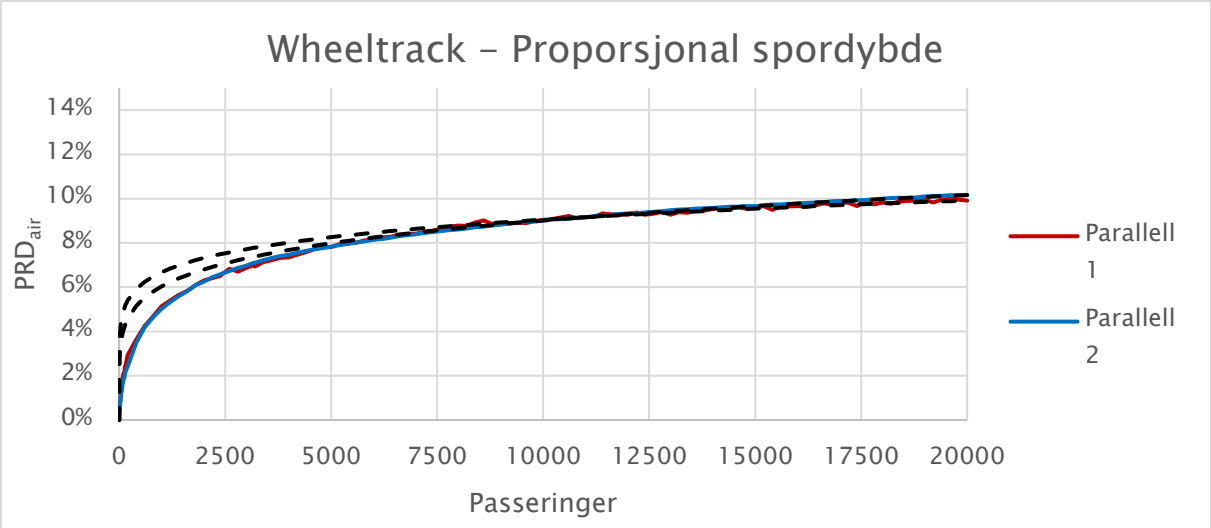
3,1-3,2


Wheeltrack - Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

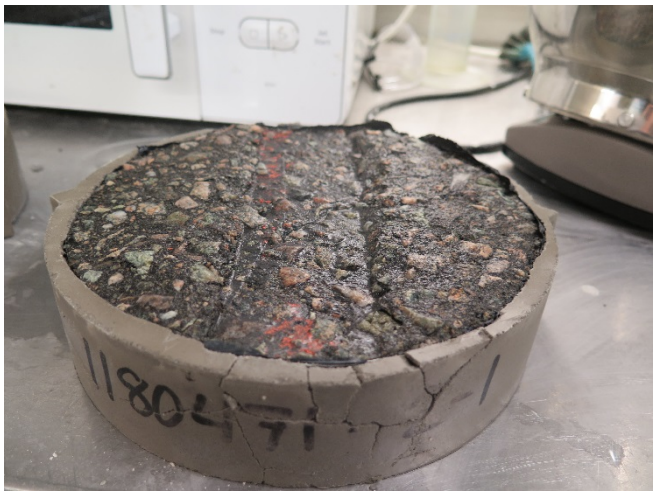
Ev-10-hp 26

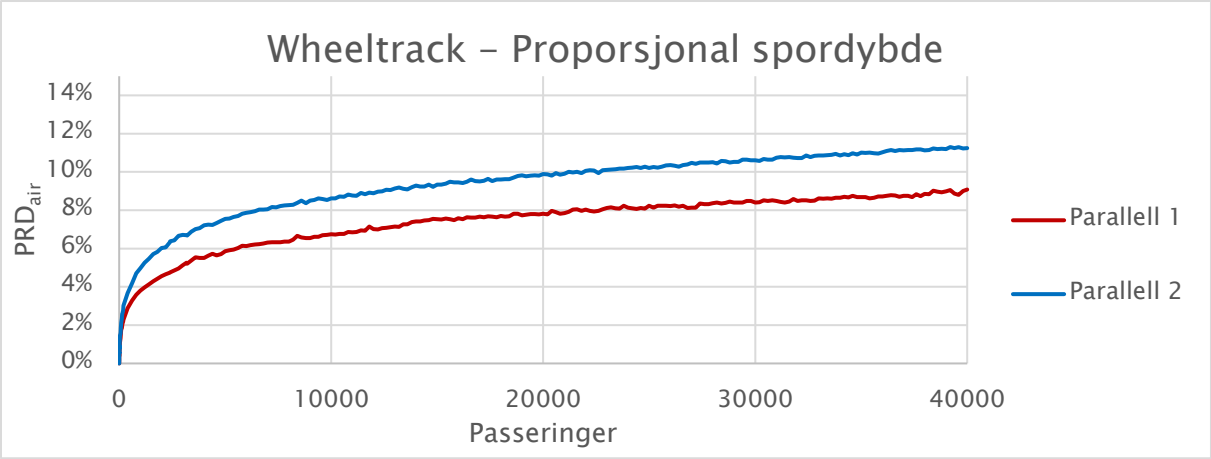
1,1-1,2



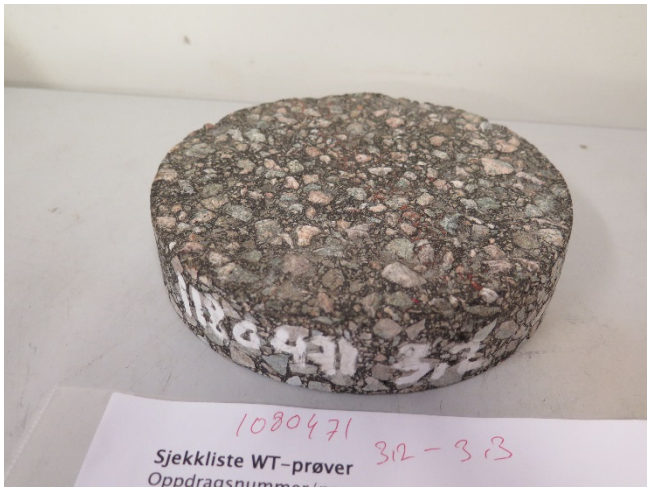

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

2,1-2,2




Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

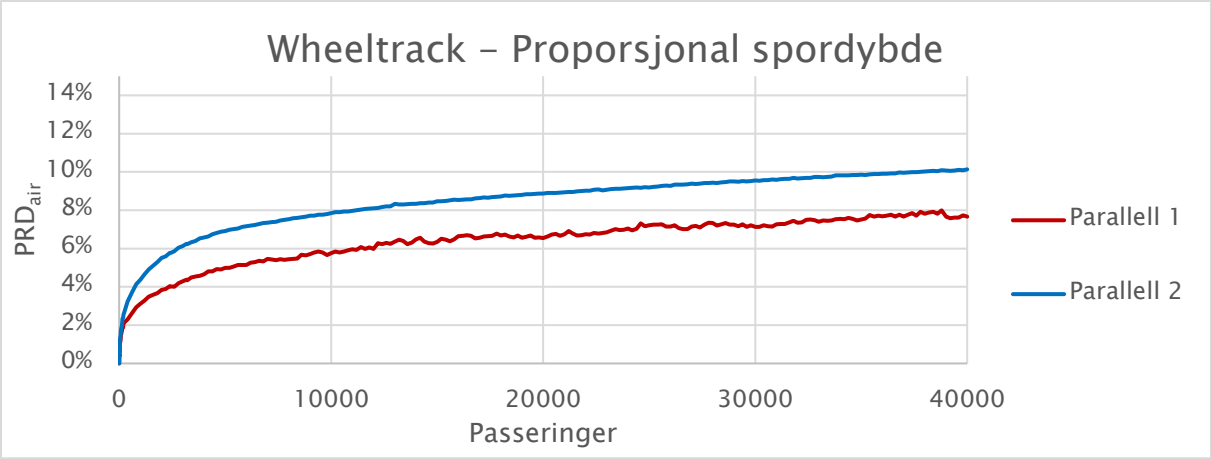
3,1-3,2


1080471
Sjekkliste WT-prøver
3,2 – 3,3

1080471
Sjekkliste WT-prøver
3,2 – 3,3

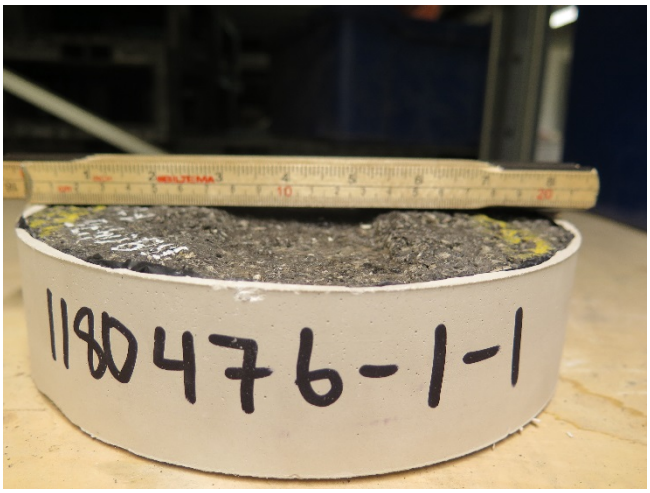
1180471-3-2

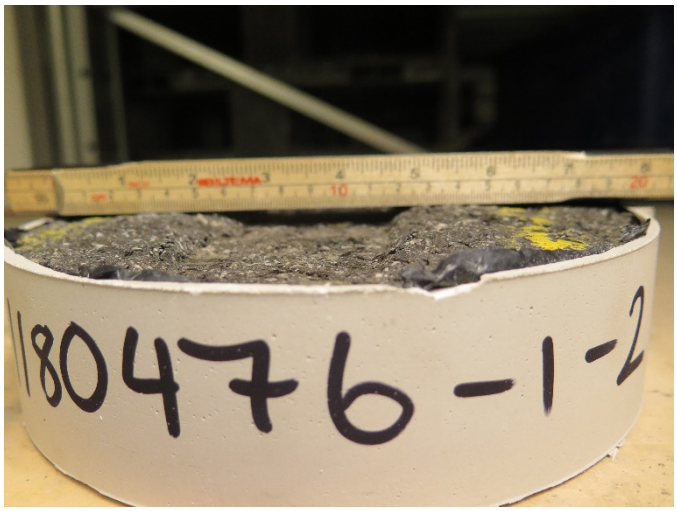
1180471-3-3

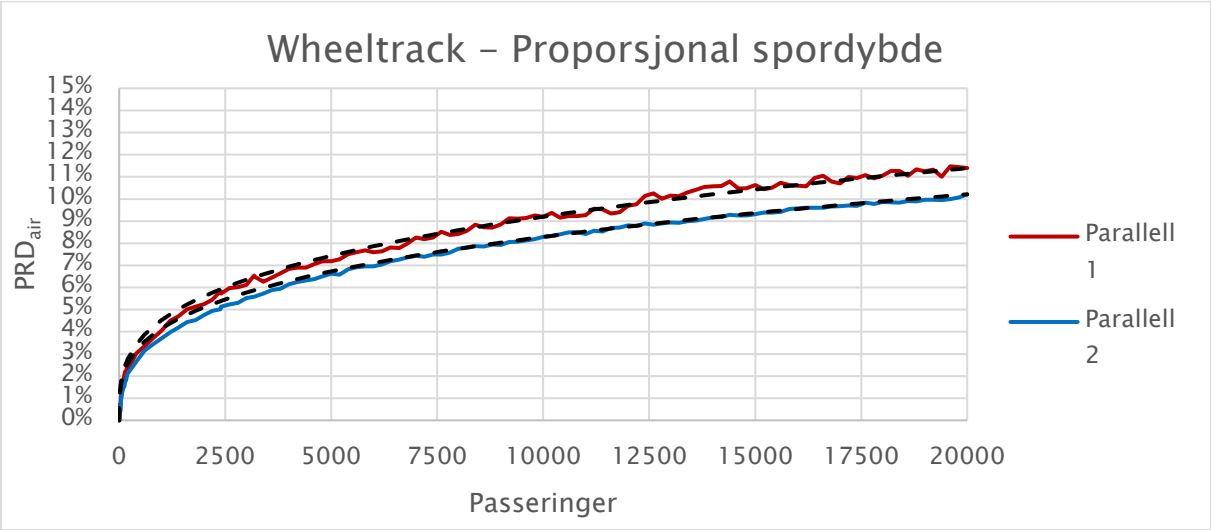


Fv. 755 Utøya-Skarnsundbrua Hp 2

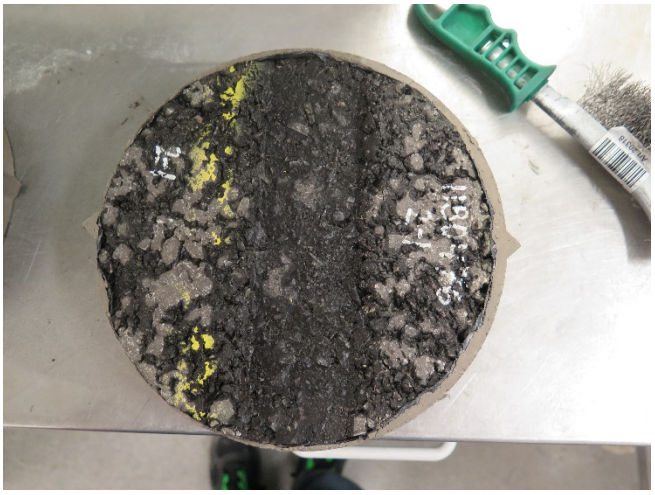
1,1-1,2

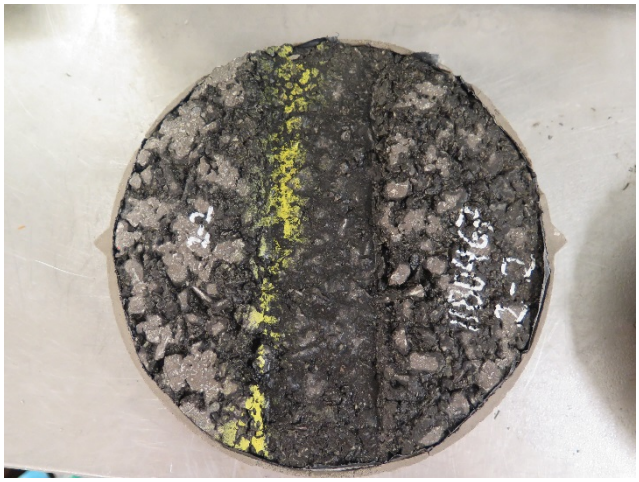


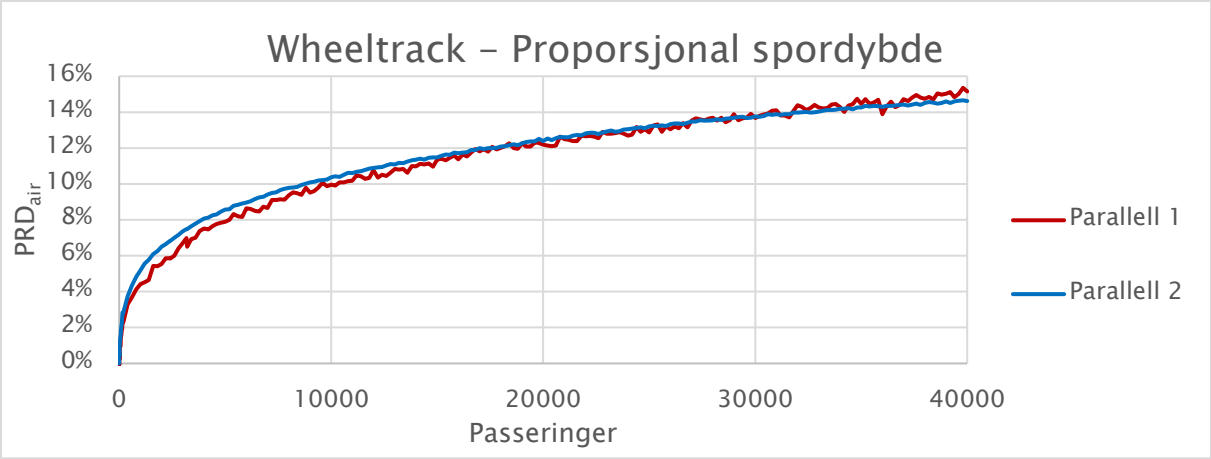



Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
PRD$_{air}$
15%
14%
13%
12%
11%
10%
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

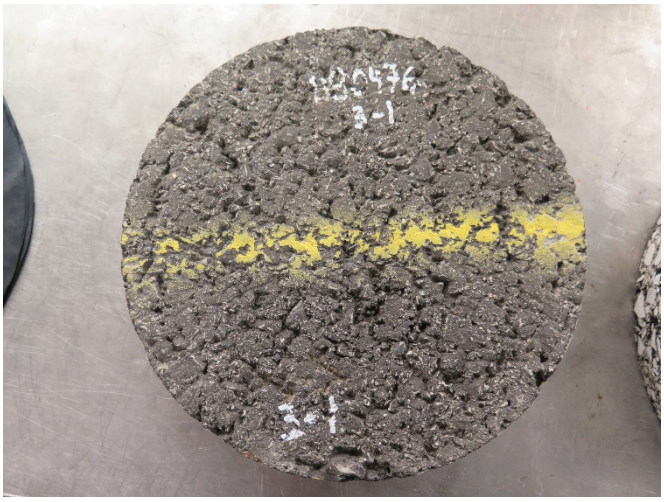
2,1-2,2

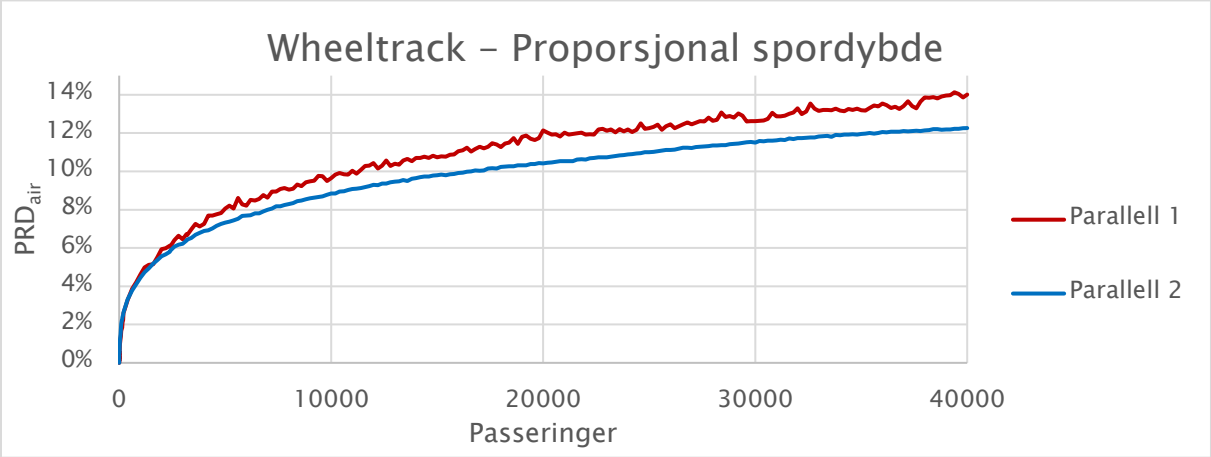




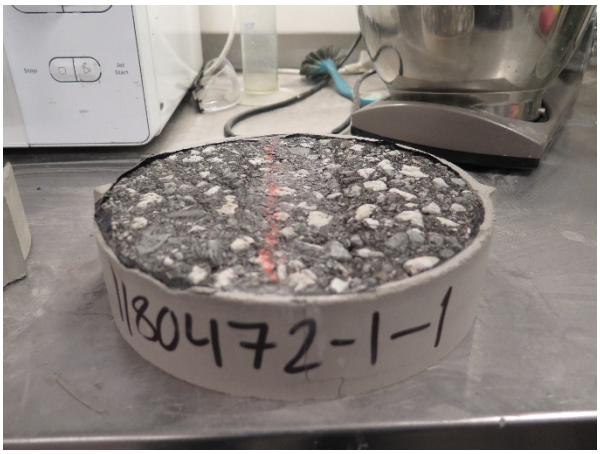

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
16%
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

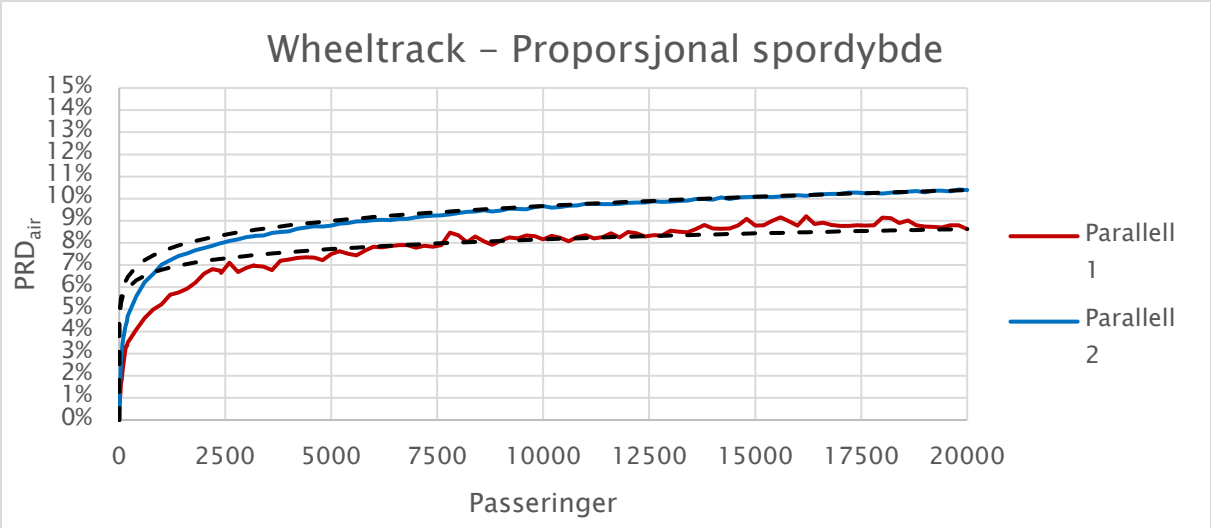
3,1–3,2



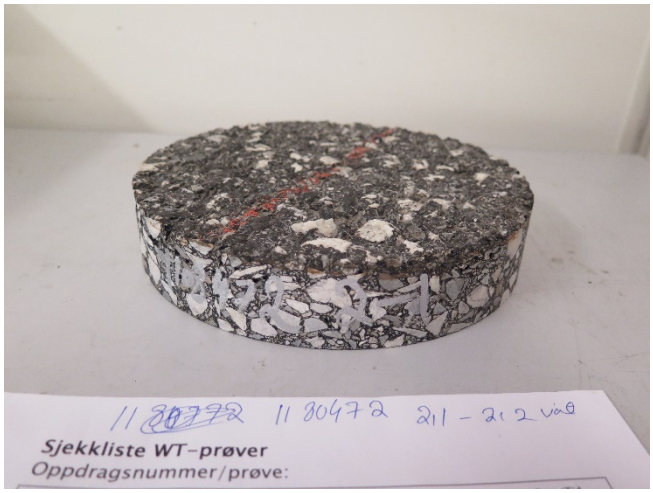

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
14%
12%
10%
8%
6%
4%
2%
0%
PRDair
0
10000
20000
30000
40000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

Fv:35 Hp 4 Revetal N –Svinevoll

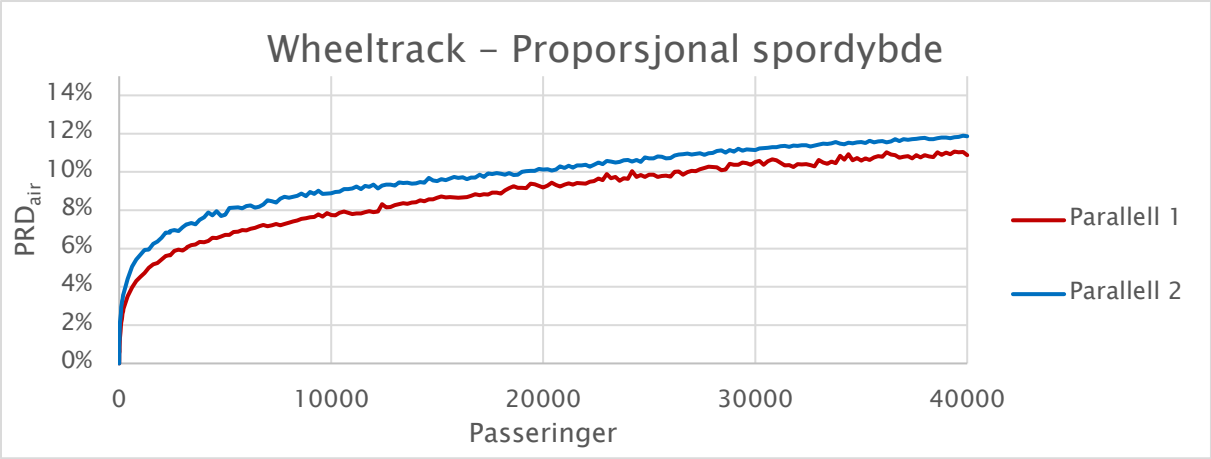



Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
PRD$_{air}$
15%
14%
13%
12%
11%
10%
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2

2,1-2,2

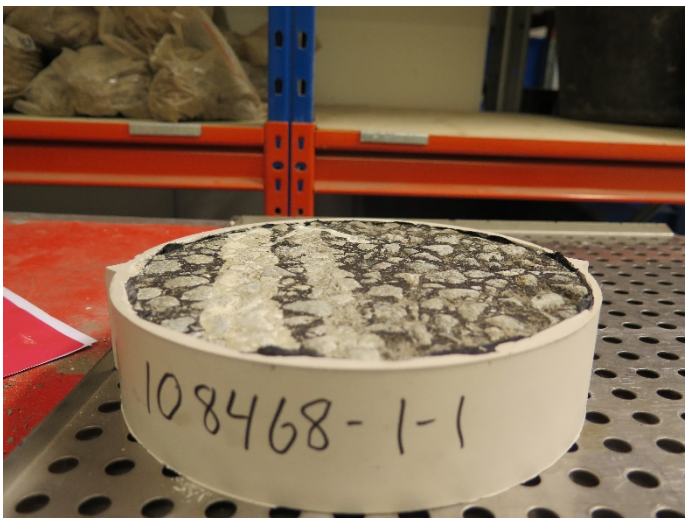

Sjekkliste WT-prøver
Oppdragsnummer/prøve:

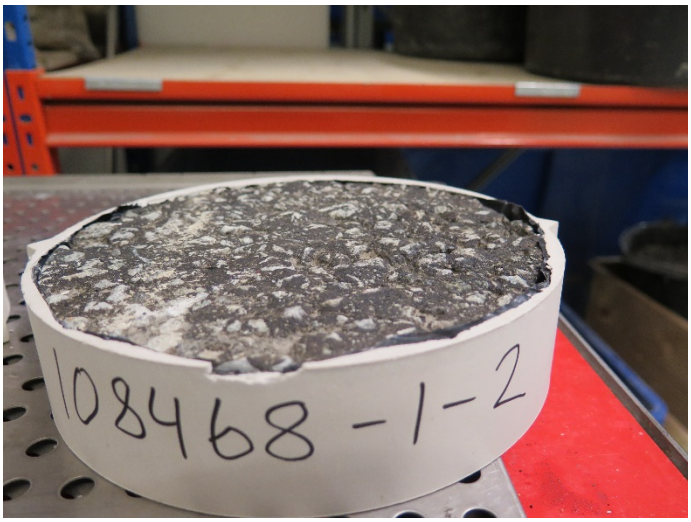
1180472-2-1

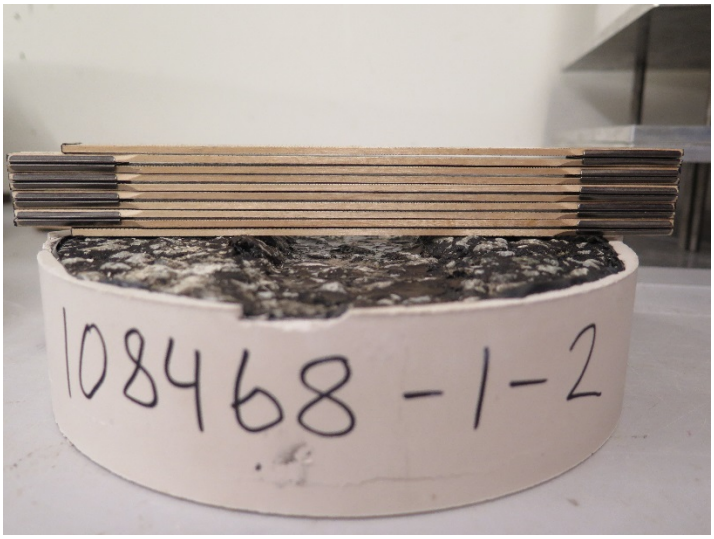


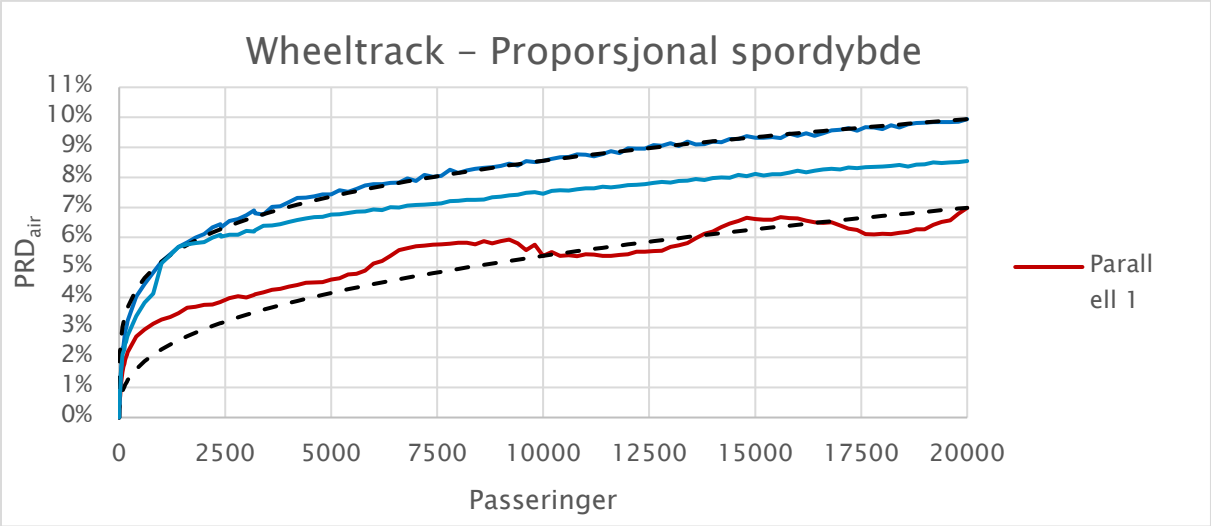
Master Fv.862 Langnestunnelen

1,1-1,2-1,3



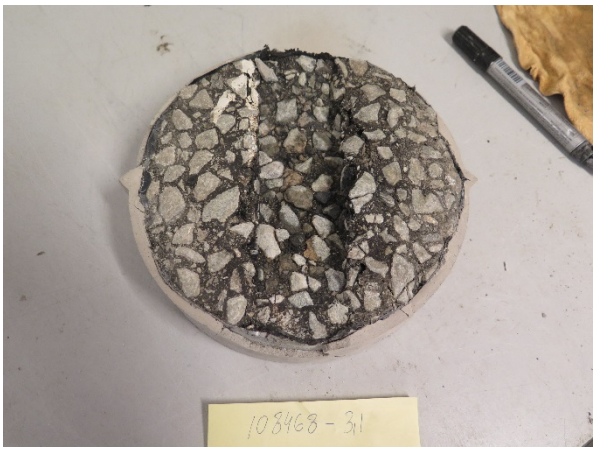




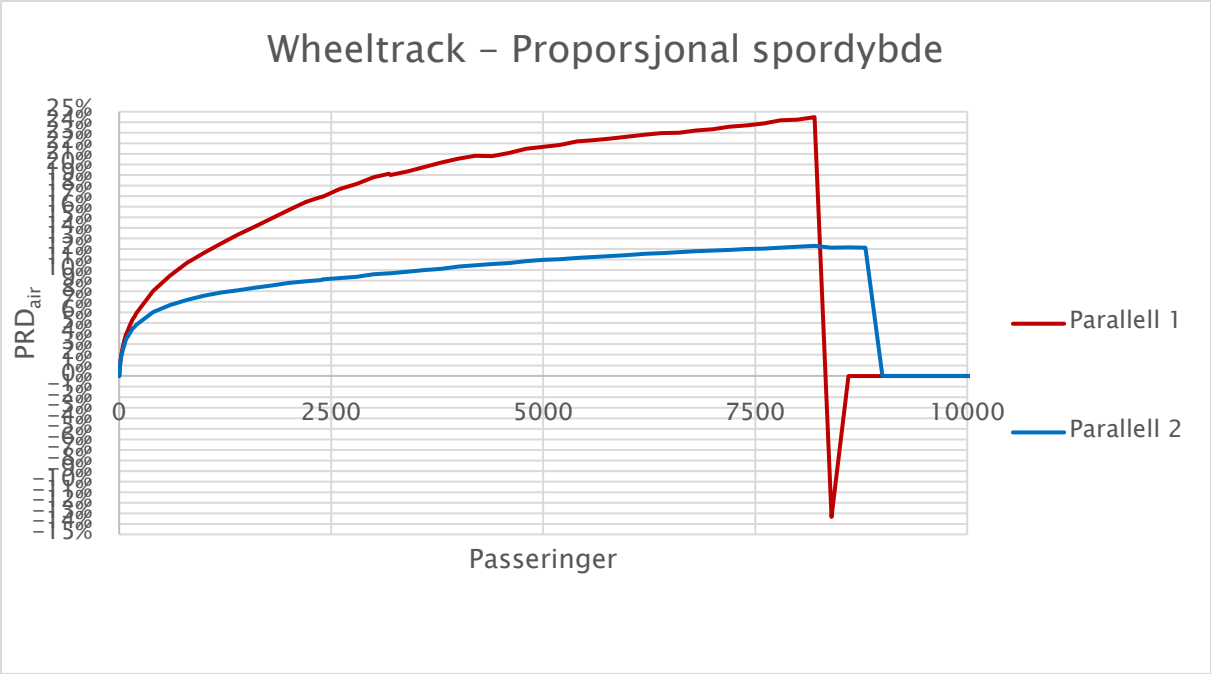

Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
11%
10%
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
PRDair
0
2500
5000
7500
10000
12500
15000
17500
20000
Passeringer
Parall
ell 1

C-2.1, 2.2 ,2.3

108468 311
108468 312


108468 - 311

108468 312


Wheeltrack – Proporsjonal spordybde
PRD$_{air}$
0
2500
5000
7500
10000
Passeringer
Parallell 1
Parallell 2