



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

IB 303312 Bacheloroppgave

Tittel på oppgaven: VETA i anleggsbransjen

Kandidatnumre: 702, 729.

Totalt antall sider inkludert forsiden: 102

Innlevert Ålesund, 22.05.2016

Obligatorisk gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	X
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	X
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høyskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen.	X
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	X
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.	X
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	X

Studiepoeng: 20

Veileder: Kristina Nevstad

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Opgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering: ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)? ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over? ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet? ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. Jfr. Offl. §13/Evl. §13)

Dato: 22/5-16

Antall ord: 19153

Hensikten med denne rapporten er at det er i Veidekke Industri AS sin interesse å ta i bruk programmer som skal visuelt presentere valedokumentasjon. Byggherren stiller strengere krav til dokumentasjon på store kontrakter, som innebærer valedokumentasjon. Veilederen vår i Veidekke Industri AS, Geir Lange var blitt introdusert for programmet VETA, men hadde ikke noe detaljert kunnskap om programmet. Dette er bakgrunnen for at vi fikk problemstillingen.

Omfanget av oppgaven var stort, og for å kunne levere en grundig mening om disse programmene var vi nødt til å sette oss inn i faget om asfalt. For å forstå hvordan funksjoner fungerte og hvorfor de var viktige for entreprenøren og byggherren, var vi nødt til å opparbeide kunnskapen om alle faktorer som må treffe riktig for å oppnå et godt resultat ved asfaltlegging. Avgrensningene til rapporten ble satt til å ta for seg den leverandøren Veidekke Industri AS har flest av, som da er HAMM valser, denne avgrensningen ble satt sammen med vår veileder.

Litteraturstudiet vårt starter med å sette seg inn i hvordan asfalt er bygget opp, og historie fra hvordan det ble brukt tjære på grusvegene, til hvordan en blanding av bitumen, tilslag, lim og fiber blir varmet opp for å lage det mest egnede toppdekket til den spesielle vegen eller rullebanen. Det handler også om leggesprosessen av asfalt fra den blir blandet på fabrikk, til den ligger ferdig komprimert på vegen, og komprimeringsteknikker og mønster fra forskjellige leverandører om hvordan å oppnå best resultat. Vi måtte sette oss inn i kontrakter og krav som er blitt satt av byggherre, og etterkontroll av asfaltarbeidet som entreprenøren og byggherren utfører både under og etter dekket er lagt. For å forstå hvordan informasjonen ble samlet inn måtte vi ta i bruk registreringsprogrammet for HAMM valser, HCQ Navigator.

De metodene vi har brukt for å løse problemstillingen, har vært å bruke valedata fra tidligere prosjekt fra E39 Ørsta/Volda og E6 Mjøsa. Vi har på egen hånd studert programmene for å komme frem til en konklusjon. Vi besøkte HAMM AG sin fabrikk i Tirschenreuth, Tyskland. Der lærte vi mye om valedokumentasjon og fikk tilgang til den siste versjonen av HCQ Navigator. Under oppgaven har vi hatt samarbeid med Statens vegvesen som byggherre, og Wirtgen Norge som leverandør av HAMM. Vi har også hatt fast kontorplass hos Veidekke Industri AS Ålesund, der vi har hatt tett kontakt med fagpersonell som har hjulpet oss med spørsmål vi har hatt i prosessen.

Vi har hatt noen problemer med å få svar på spørsmål når vi har stått fast inne på programmene. Etter turen til Tyskland løste mange problemer seg etter vi fikk den nye versjonen av HCQ som klarte å eksportere filer. Det viste seg å være et klokt valg å reise til Tyskland for å få hjelp til å løse problemet, ettersom det ikke er noen i Norge som har klart å svare på mange av spørsmålene som har vært vesentlige for å løse denne oppgaven. Grunnlaget for å løse oppgaven ble lagt etter at vi fikk snakket og diskutert med prosjektleder for HCQ Navigator i Tyskland.

VETA er et kartbasert verktøy som kan importere datasett fra flere leverandører innen asfaltindustrien. Når datasettene er importert kan man velge hvilke verdier man ønsker å se, og i hvilken overfart man ønsker å se verdien fremstilt i. VETA er størst for valesdokumentasjon, men har begynt å importere datasett fra IR-skannerapparat som er montert bakpå asfaltutleggeren.

Vi har konkludert med at HCQ Navigator er et godt verktøy for valesjåfør og et registreringsprogram som klarer å utføre de nødvendige oppgavene. VETA har i dag et godt grunnlag for å bli et kontroll- og visualiseringsprogram som byggherren vil bruke i Norge i fremtiden, men programmet er fortsatt i utviklingsfasen. Vi anbefaler at det jobbes videre og tettere sammen med utviklere av VETA for å være med og bidra til et ferdig utviklet program som skal være effektivt og enkelt å bruke.

Forord

Denne bacheloroppgaven er utarbeidet av to kandidater fra studiet byggingeniør ved NTNU i Ålesund. Arbeidet er utført i sjette semester med utgangspunkt i at vi begge valgte en fordypning i vei- og VA-fagene i tredje år av studieløpet. Oppgavens problemstilling er utarbeidet i samarbeid med Veidekke Industri AS og kvalitetssjef i Veidekke Industri AS, Geir Lange. Vi ble introdusert for asfaltfaget via semesterstudiet «KDV av veg og infrastruktur» på NTNU høsten 2015 der vi begge to raskt fikk interesse for asfaltfaget.

Det ble inngått en avtale med Veidekke Industri AS om kontorplass for begge på Veidekke Industri AS sitt kontor i Bingsa, Ålesund. Der kunne vi sitte blant fagpersonell og skrive. Veilederen vår ga oss fire forslag til problemstillinger, hvorpå vi ble enige om at vi ville skrive om et reelt problem som få hadde kunnskap om fra før. Vi landet på problemstillingen om valedokumentasjon, som var den som virket mest spennende for oss begge.

Vi vil benytte anledningen til å rette en stor takk til Veidekke Industri AS avdeling Ålesund for godt samarbeid, og for muligheten vi har fått til å utvide kunnskapen vår gjennom en høy læringskurve og lærerik bachelorperiode. Vi vil takke våre veiledere Geir Lange og Kristina Nevstad fra NTNU. Vi takker også EBA (entreprenørforeningen for bygg og anlegg) for økonomisk støtte til fabrikkbesøk i Tyskland, Eddie Heggard Engebretsen fra Wirtgen Norge, som arrangerte og deltok på turen, og Eirik Ørevik Aadland for korrekturleste av oppgaven.

Vi håper du opplever våre funn og resultater interessant.

God lesing!

Endre Ø. Kobbeltvedt og Fredrik Tutvedt

Veidekke Industri AS, avdeling Sunnmøre 22.05.2016

1	INNLEDNING	14
1.1	BAKGRUNN	14
1.2	PROBLEMSTILLING	14
1.3	AVGRENSINGER.....	15
1.4	RAPPORTENS OPPBYGGING	16
2	LITTERATURSTUDIE	18
2.1	HVA ER ASFALT?.....	18
2.1.1	<i>Historie</i>	<i>19</i>
2.1.2	<i>Asfalten.....</i>	<i>19</i>
2.1.3	<i>Asfaltdekket.....</i>	<i>22</i>
2.1.4	<i>Asfalttyper</i>	<i>24</i>
2.2	ASFALTERING.....	26
2.2.1	<i>Leggeprosessen</i>	<i>26</i>
2.2.2	<i>Komprimering.....</i>	<i>28</i>
2.2.3	<i>Komprimeringsteknikker</i>	<i>30</i>
2.3	STATENS VEGVESEN OG ASFALTKONTRAKTER	34
2.3.1	<i>Valsedokumentasjon</i>	<i>35</i>
2.3.2	<i>IR-Linjeskanner</i>	<i>36</i>
2.3.3	<i>Laboratoriemålinger.....</i>	<i>37</i>
2.4	VALSEDOKUMENTASJONSMIDLER/PROGRAMMER.....	38
2.4.1	<i>IC – Intelligent komprimering</i>	<i>38</i>
2.4.2	<i>HCQ – HAMM Compaction Quality</i>	<i>39</i>
2.4.3	<i>The Transtec Group</i>	<i>40</i>
2.4.4	<i>VETA</i>	<i>40</i>
3	MATERIALER OG METODE	43
3.1	DATA.....	43
3.2	METODE.....	43
3.3	MATERIALER	46

4	RESULTATER	47
4.1	HCQ	47
4.1.1	<i>HCQ i valsen</i>	51
4.1.2	<i>Analyse</i>	52
4.1.3	<i>GPS og WLAN</i>	55
4.2	VETA	57
4.2.1	<i>Overfarter</i>	60
4.2.2	<i>Temperatur</i>	62
4.2.3	<i>Valsehastighet («Roller Speed»)</i>	64
4.2.4	<i>Frekvens</i>	65
4.2.5	<i>Filter, delpartier og analyse</i>	66
4.2.6	<i>Spot Test</i>	70
4.2.7	<i>IR-linjeskanner</i>	72
4.3	BRUKERMANUAL FOR VEIDEKKE INDUSTRI AS	75
4.4	HCQ-DATA, FRA VALS TIL VETA.....	76
4.5	PRAKTISK GJENNOMFØRING.....	78
4.6	DOKUMENTASJONSFORSLAG TIL STATENS VEGVESEN	78
4.6.1	<i>Usikkerhet i dokumentasjon</i>	82
5	DRØFTING.....	84
5.1	HCQ	84
5.1.1	<i>Mangler</i>	84
5.2	VETA	85
5.2.1	<i>Mangler</i>	85
6	KONKLUSJON	87
6.1	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID.....	87
7	REFERANSER	89

Vedlegg 1. Krav til dokumentasjon av komprimeringsarbeid. Forfatter: Statens vegvesen

Vedlegg 2: Rapport: Fabrikkesøk HAMM, Tyskland. Forfattere: Endre Kobbeltvedt, Fredrik Tutvedt

Vedlegg 3: Generell kommentar til resultater. Forfatter: Bjørn Ove Lerfald

Foto 1: Bilde viser lastebil som laster utlegger med asfalt. Foto: Endre Kobbeltvedt

Foto 2: Bilde viser fordelingsskruen som fordeler asfalten ut i screed-bredden. Til høyre for skruen er stampekniver og vibrasjonsplaten som forkomprimerer. Foto: Endre Kobbeltvedt

Foto 3: HCQ-nettbrettet montert inne i valsen. Foto: Endre Kobbeltvedt

Foto 4: Knapper for opptak og kontakt med rød ring, HCQ i vals. Foto: Fredrik Tutvedt

Foto 5: Kilometerstikker langs riks- og fylkesveinettet

Foto 6: Blødning i nyasfaltet masse. Foto: Geir Lange

Foto 7: Fra venstre, screeden på asfaltutleggeren. Til høyre stampeknivene, og vibroplaten som forkomprimerer massen. (Vögele, 2016)

Figur 1: Statisk vals som komprimerer. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Figur 2: Vibrasjonsvals som komprimerer. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Figur 3: Justering av lodd på akselen i en vibrasjonstrommel. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Figur 4: Illustrasjon av hvordan oscillering fungerer. Illustrasjon Wirtgen Norge

Figur 5: Lodd på to aksler i en oscillasjonstrommel. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Figur 6: Utskrift fra IR-skanning E6 Østfold. Temperaturkart, hastighet og profilnr fra start. GPS data tilgjengelig fra skanner.

Skjermdump 1: Last inn data-siden til HCQ; her velger man prosjekt og avsnitt man vil se.

Skjermdump 2: Importfunksjonen til HCQ

Skjermdump 3: Når man får åpnet filen, får man opp en grafisk fremstilling av valsingen.

Skjermdump 4: Oppgavelinjen til HCQ

Skjermdump 5: Oversikt over overfartene i HCQ

Skjermdump 6: Grafisk fremstilling av overfarter og temperatur under komprimering

Skjermdump 7: HCQ Navigator. Analyse - filter

Skjermdump 8: Filterinnstilling. Det fremkommer tydelig her hvilke verdier man kan fjerne, og hvilke man kan ta med videre.

Skjermdump 9: HCQ Navigator. Analyse - replay

Skjermdump 10: HCQ Navigator. Prosjekt – koordinat- og referansesystem i HCQ.

Skjermdump 11: Kalibreringsverktøy i HCQ Navigator

Skjermdump 12: VETA, første side man får opp, der man importerer og åpner data.

Skjermdump 13: VETA, kart over Ørsta. Rød stripe representerer den første overfarten.

Skjermdump 14: Overfart 1, 2 og 3 i VETA

Skjermdump 15: Overfart 8. Det er enkelt å bla i de forskjellige overfartene.

Skjermdump 16: Temperaturoversikt i VETA

Skjermdump 17: VETA, visualisering av valsens hastighet på overfart 3, 4 og 5

Skjermdump 18: VETA, frekvens. Man ser enkelt hvilken frekvens trommelen hadde på overfart 1.

Skjermdump 19: Filterfunksjonen til VETA

Skjermdump 20: VETA. Sublots, avgrensing av områder

Skjermdump 21: VETA. Valg av parametere til analyse

Skjermdump 22: VETA. Analysen som viser om parameterne ble godkjent eller ikke godkjent.

Skjermdump 23: VETA. Spot tests

Skjermdump 24: VETA. Spot tests, oversiktsbilde

Skjermdump 25: VETA. Spot tests i VETA kartet

Skjermdump 26: VETA. IR-skanner, MOBA IR

Skjermdump 27: VETA. Utleggerfart - fargen illustrerer fargen til utleggeren.

Skjermdump 28: VETA, analyse av IR-skanner

Skjermdump 29: VETA, termisk profil av IR-data

HCQ Navigator – Et valedokumentasjonsprogram som tar opp bevegelser og verdier fra HAMM sine valser.

VETA – Et program der man kan samle inn dokumentasjon fra forskjellige leverandører, som HAMM. VETA er kompatibel med vals- og utlegger dokumentasjon.

ÅDT – Årsdøgntrafikk. «Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert på 365». N200

Byggherre - I vår oppgave definerer vi byggherre som personen eller organisasjonen som bestiller et arbeid fra en entreprenør.

Vedheft - Lim-middel som blir påført veien før asfaltering, slik at asfalten skal klebe seg best mulig til veien.

Herdning – Når bitumen blir kaldt stivner den, slik at asfalten blir hard og kjørbær.

Slitelag – «Det øverste laget i et veidekke. Settes sammen/beregnes for å kunne oppta trafikk- og klimapåkjenninger». N200

Filler – Steinmaterieell med kornstørrelse $< 0,063\text{mm}$ N200

Egenfiller – Er filler fra entreprenørens sitt knuseverk, som ikke er godkjent for bruk i asfalt.

Fremmedfiller – Fremmedfiller er filler som entreprenøren må kjøpe inn, som er godkjent for bruk i asfalt.

Asfaltresept – «Avtalte tekniske spesifikasjoner for en bestemt leveranse angitt på et fastsatt skjema som en del av arbeidsdokument». Asfaltboka

Vibrasjon – Komprimeringsteknikk der en aksel med lodd på inne i trommelen roterer slik at den sender slag vertikalt ned i asfalten, for å oppnå bedre hulrom.

Oscillasjon – Komprimeringsteknikk der to aksler med lodd på inne i trommelen roterer slik at trommelen knar asfalten, for å oppnå bedre hulrom.

Frekvens - I komprimeringsteknikk mener vi antall slag i minutter vibrasjons- eller oscillasjonstrommelen gir fra seg.

Amplitude – I komprimeringsteknikk mener vi styrken på slagene en vibrasjons- eller oscillasjonstrommel gir fra seg.

Friksjonskoeffisient – «Ubenevnt tall som angir friksjonsforholdet mellom to flater/materialer.

Definert som forholdet mellom friksjonskraften og normalkraften». Asfaltboka

Mineralkort s 30 i oppgaven, bytte til : mineral, fragment, steinmateral.??

Asfaltvals og vals – I denne oppgaven nevner vi både asfaltvals, og vals. I denne oppgave er dette samme vals.

Asfaltutlegger og utlegger – I denne oppgaven nevner vi både asfaltutlegger, og utlegger. I denne oppgave er dette samme utlegger.

Linjelast PLD – Linjelast er trykket som blir påført asfalten av en statisk last, altså vekten av valsen som presser på asfalten for å minske hulrommet.

Isotop – Måling av densiteten i asfalten ved hjelp av kjernefysisk stråling.

PQI – Måling av densiteten i asfalten ved hjelp av

IC-data – IC-data er komprimeringsdokumentasjon, ofte fra vals eller utlegger.

Overfarter – En overfart er et punkt på asfalten som en vals har passert, en passering = en overfart.

Tandemvals – En tandemvals har ståltrommel foran og bak.

Penetrasjonsverdi – Hardheten på bitumen, jo mykere det er jo lavere penetrasjonsverdi har det.

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Anleggsbransjen i Norge har i flere år benyttet komprimeringskontroll på valser ved bygging av fyllinger og bærekonstruksjoner for veier. Utstyret har vært ulike varianter som har blitt utviklet av maskinleverandørene. I begynnelsen fungerte informasjonsuthenting fra disse apparatene gjennom at noen koblet seg til med en skriver og «tømte» apparatet for informasjonene som var samlet opp. De siste årene har utviklingen gått raskt, og de fleste leverandørene kan tilby systemer som baserer seg på GPS-dokumentasjon av antall overfarter. Utviklingen har også blitt overført til asfaltvalsene, som i tillegg har fått mulighet til å logge dekketemperaturen idet det komprimeres.

De fleste asfaltentreprenører, inkludert Veidekke Industri AS, har slikt utstyr tilgjengelig i dag, og det benyttes i første rekke som et visualiseringsverktøy for valesjåføren. Slik skal det være enkelt å ha oversikt over hvor mange overfarter som er tatt, og hvilken temperatur dekket har. På enkelte kontrakter har Statens vegvesen som byggherre begynt å stille krav til at slik utstyr skal brukes på valsene under asfaltering, og at dokumentasjonen skal leveres inn til Statens vegvesen etter utført arbeid. Dokumentasjonskravet er likevel ikke blitt fastlåst enda, da dette varierer ut fra hvilket utstyr asfaltentreprenøren har i maskinparken sin.

Veidekke Industri AS er den største asfaltentreprenøren i Norge, og vant 49 % av alle asfaltkontraktene Statens vegvesen lyste ut på anbud i 2016. Da Veidekke Industri AS i 2012 og 2015 asfalterte nye E6 Mjøsa, stilte Statens vegvesen krav om valedokumentasjon, og Veidekke Industri AS har også kontrakter i 2016 der Statens vegvesen har stilt krav om valedokumentasjon. Dette gjør at Veidekke Industri AS ønsker å tilegne seg mer kunnskap på dette feltet.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen er utarbeidet med tanke på at det er i Veidekke Industri AS sin interesse å ha en standard programvare som all valedokumentasjon kan leveres inn til, uavhengig av valseleverandør. Det er også i Veidekke Industri AS sin interesse å finne ut om dette programmet

kan håndtere data fra IR-skanner montert på asfaltutlegger. Statens vegvesen har allerede hatt kontrakter med valedokumentasjon, og skal fortsette med dette i 2016.

Problemstillingen lyder som følger: ***Kan programmet VETA brukes som et kontroll- og presentasjonsverktøy for asfaltdokumentasjon?***

For å besvare problemstillingen har vi stilt to forskningsspørsmål:

- ***Vil entreprenøren kunne overlevere all asfaltdokumentasjon for etterkontroll i en programvare?***
- ***Hvilke funksjoner vil byggherren kunne kreve med de mulighetene vi har i HCQ og VETA i dag?***

1.3 Avgrensinger

I arbeidet med denne oppgaven skal vi tilegne oss kunnskap innen asfaltfaget, for å kunne jobbe med programmene VETA og HCQ Navigator. Dette er begge programmer som har som funksjon å samle dokumentasjon fra asfaltering, men i ulike prosesser. HCQ Navigator er et program som er for valsejåføren, og hovedsakelig skal stå i valsen og logge informasjon under komprimering. VETA er programmet som entreprenørens og byggherrens funksjonærer skal bruke til å analysere dataene som kommer fra valsen/HCQ.

Oppgaven vår handler om temaet valedokumentasjon. Statens vegvesen har tatt i bruk dette på asfaltkontrakter, og skal også bruke dette som ett av flere funksjonskrav i kontraktene. Det norske markedet består av et utvalg valseleverandører, og det er flere leverandører som nå leverer valedokumentasjonssystemer, og flere som holder på å utvikle dette. Veidekke Industri AS har blant annet HAMM AG-, BOMAG- og Dynapac-valser i sortimentet sitt, med størst andel HAMM-valser. Veidekke Industri AS har også valgt å bruke HAMM sitt system for valedokumentasjon på asfaltkontrakter der dette har blitt etterspurt. Derfor har vi i denne oppgaven blitt enige med Veidekke Industri AS ved Geir Lange om å begrense oss til HAMM AG sine valser, og systemet til HAMM, HCQ Navigator. Grunnen til dette er at Veidekke

Industri AS allerede har tatt i bruk systemet til HAMM AG, og det er også det systemet de har flest av. Vi vil gjøre det klart at det er mange leverandører som har utviklet systemer som er kompatible, og leverer dokumentasjon til VETA, men i denne oppgaven velger vi å avgrense oss til HAMM sitt system. Denne avgrensingen gjør vi for at ikke oppgaven vår skal bli for omfattende, slik at vi kan levere en solid oppgave om temaet vi ser på, i tråd med ønsket fra Veidekke Industri AS.

I Norge er det mange parter som bestiller asfalt hvert år. Statens vegvesen har ansvaret for å forvalte det norske riks- og fylkesveinettet, kommunen har ansvaret for de kommunale veiene, Avinor har ansvaret for flyplassene, og dessuten er det mange private grunneiere og entreprenører som hvert år trenger asfalt. I denne oppgaven har vi valgt å kun se på asfaltkontraktene og kravene som kommer fra Statens vegvesen. Statens vegvesen er den største asfaltbyggherren i Norge, og stiller noen av de strengeste kravene i kontraktene sine, spesielt når det er veier med høy ÅDT (Årsdøgntrafikk) som skal asfaltes. Vi har derfor kun hatt kontakt med Statens vegvesen v/ Torgrim Dahl, Dekkeansvarlig i Region Øst.

1.4 Rapportens oppbygging

I kapittel 2, teorikapittelet, har vi en litteraturstudie som tar for seg det brede fagfeltet asfalt, før vi går nærmere inn på delen vi jobber med, og deler av fagområder som er nødvendig for å ha en forståelse for denne oppgaven. Slik vil vi gi den som leser oppgaven vår en forståelse for hvorfor problemstillingen vår er viktig og hvordan vi jobber for å løse den. Litteraturstudien vår er bygget opp på en slik måte at det skal være enkelt å forstå problemstillingen, og å se hvilken forståelse for faget vi har bygget opp når vi har laget litteraturstudien. Derfor vil også denne teoridelen av oppgaven fremstå som en stor del. Vi starter med en kort gjennomgang av hva asfalt er og asfaltens historie, før vi går nærmere inn på komprimeringsteknikker, dokumentasjonskrav og kontroll- og visualiseringsverktøy.

I kapittel 3, metodekapittelet, forklarer vi hvordan vi jobber med denne oppgaven og hvilke metoder vi bruker for innsamling og bearbeiding av data. Vi beskriver også der hvilke materialer som har vært nødvendige for gjennomføring av oppgaven.

I kapittel 4, resultatkapittelet, går vi gjennom programmene HCQ Navigator og VETA, hvordan de fungerer, og hvilke funksjoner de har. Her har vi også laget et forslag til hva som burde stå i en brukermanual for disse programmene, og vi har skissert et forslag til forbedring av dokumentasjonskravene i asfaltkontraktene til Statens vegvesen som byggherre. Dette er noe vi gjør etter ønske fra Statens vegvesen.

I kapittel 5, drøftingskapittelet, går vi gjennom det vi mener er nødvendige funksjoner i programmene, og vi ser også på det vi mener mangler med programmene.

I kapittel 6, konklusjonen, svarer vi på problemstillingen og forskningsspørsmålene vi stilte i innledningen. Vi skriver også her om muligheter for videre arbeid.

2 LITTERATURSTUDIE

Asfaltfaget er et stort og komplisert fag, og et fag vi som universitetsstudenter ikke har hatt mye undervisning i. Derfor var det viktig for oss da vi begynte på denne oppgaven å sette oss grundig inn i faget. Ett av tiltakene var at vi fikk kontorplass hos Veidekke Industri AS sin avdeling i Ålesund. Dette gjorde at vi samtidig som vi studerte asfaltfaget hadde nær tilgang på fagkompetansen til Veidekke Industri AS. På denne måten fikk vi svar på alle spørsmålene våre om asfaltfaget, samtidig som vi fikk tilgang på faglitteratur.

Med bakgrunn i at vi ikke hadde inngående kjennskap til asfaltfaget fra før, valgte vi å gjøre en litteraturstudie for deler av asfaltfaget. Litteraturstudien er en stor del av denne oppgaven, da vi mener at en generell forståelse av asfaltfaget, komprimeringsteknikk og dokumentasjon av arbeid er avgjørende for å besvare problemstillingen på en fyllestgjørende måte.

Viktige momenter i litteraturstudie er:

- Hvordan asfalt er bygget opp
- Asfalteringsprosessen
- Komprimering, og forskjellige komprimeringsteknikker
- Dokumentering av asfalteringen til Statens vegvesen
- Programmuligheter innen dokumentering

2.1 Hva er asfalt?

Asfalt brukes i dag som en fellesbetegnelse på ulike blandinger av steinmaterialer og et bindemiddel som skal lime sammen steinmassene. Det bindemiddelet som benyttes til asfalt er basert på bitumen. Bitumen er svært bestandig, endrer seighet ved oppvarming og fortykning, og har en god effekt som lim. Bitumen er et mørkebrunt eller svart seigtflytende stoff som både forekommer naturlig og kan fremstilles ved raffinering av råolje. Den kjemiske sammensetningen er faste eller tungtflytende hydrokarboner (Asfaltentreprenørens forening, 2009).

2.1.1 Historie

Den første bruk av bitumen vi kjenner til stammer fra ca. 3800 f.Kr. Da ble stoffet brukt til å tette båter, og Bibelen forteller at dette ble benyttet på Noas ark. I 1595 oppdaget sir Walter Raleigh, en engelsk pirat og oppdagelsesreisende, asfaltsjøen i Trinidad. Han fant ut at dette stoffet passet godt til å tette skipene sine med, og startet med dette den kommersielle utnyttelsen av dette stoffet (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

På 1820-tallet lanserte skottene McAdam og Patterson et nytt prinsipp for veibygging. Prinsippet gikk ut på at veiens øverste lag skulle bestå av et 15-20 cm tykt lag med grov pukkk som ble lagt med tverrfall (fall kun mot én side) som skulle la vannet renne ned i åpne sidegrøfter. Prinsippet til McAdam og Patterson ga en bedre jevnhet på veien, men det ga også større støvplager til omgivelsene. Løsningen ble etter hvert å helle på tjære. Tjære betegnes som et bituminøst bindemiddel, og ble brukt til veibygging frem til 1960-tallet. Vi sluttet da å bruke tjære til veibygging på grunn av forurensingsproblemer (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

I Santa Cruz i USA i 1868 ble det for første gang fremstilt råolje til veiformål, da det ble laget en blanding av steinmaterialer med bindemiddel både av naturasfalt og bitumen fra råolje (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

2.1.2 Asfalten

2.1.2.1 Steinmaterialer

Steinmaterialene utgjør den største og viktigste delen av en asfaltmasse. Det er flere bergarter som brukes til asfalt, og noen vanlige er gabbro, granitt, gneis, kvartsitt, skifer og kalkstein. Bergarter som er egnet til pukkkfremstilling for asfalt må være sterke og stabile mineraler som ikke påvirkes av luft eller vann. Det må være mineraler som ikke forvitrer eller kan føre til skade i asfaltmassen. Bergarter som inneholder lett løselige svovelforbindelser bør ikke brukes til asfalt (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

Hovedfunksjonen til bindemiddelet er å binde sammen steinmaterialene. Deretter skal de tåle påkjenningene som de blir utsatt for fra trafikk og klima. Påkjenningene en vei får varierer veldig, derfor trenger vi forskjellige bindemidler for å dekke alle bruksområdene vi har. I asfaltsammenheng brukes ordet bindemiddel som en fellesbetegnelse for alle bindemidlene som brukes, og vi deler bindemidler opp i syv hovedtyper:

- bitumen
- myk bitumen
- bitumenemulsjon (BE)
- skumbitumen (SB)
- polymermodifisert bitumen (PmB)
- polymermodifisert bitumenemulsjon (PmBE)

Hardheten til bindemiddelet vil forandre seg ved endring i temperaturen. Bindemiddelet vil bli stivt og sprøtt når temperaturen er lav, og flytende når temperaturen stiger. Egenskapene til bindemiddelet blir også påvirket av belastninger fra trafikken. Fordi bindemiddelet skal fungere under ulike temperaturer og belastingsforhold, er det viktig å ha god kjennskap til hvordan egenskapene til bitumenet påvirkes av de ulike belastningene (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

Bitumen er det viktigste asfaltbindemiddelet vi har, og det er basiskomponent i alle bindemidler. I høye temperaturer blir bitumen flytende, og blander seg godt med tilslag i asfalten. Bitumen benevnes med to tall som er yttergrense for gradens penetrasjonsverdi. Statens vegvesen bruker seks forskjellige klasser av bitumen: 35/50, 50/70, 70/100, 100/150, 250/330 og 330/430, høyere verdi, betyr mykere bitumen. Alle klassene kan fremstilles ved destillering av råolje (Vegdirektoratet, 2014).

Mykbitumen er bitumen med en mykner som øker viskositeten. De vanligste klassene av mykbitumen er: V1500, V3000, V6000 og V12000. Bokstaven V sier oss at det er mykbitumen, og tallet bak er midlere viskositet målt ved 60 °C. Det laveste tallet har mykest grad, som gjør at den flyter bedre enn et hardere mykbitumen (Asfaltentreprenørenes forening, 2009).

Tilsetningsstoffer har som hensikt å forbedre en av egenskapene til asfalten. Dette kan være vedheft, herding eller stabilitet (Asfaltentreprenørens forening, 2009).

Vedheft og vedheftingsmidler bruker vi i asfalten for å hindre at vann skal hefte seg til steinmaterialet i asfalten før bindemiddelet gjør det. Bindemiddelet inneholder kjemiske forbindelser som danner polare grupper, og disse gruppene søker å danne en binding til tilsvarende polare grupper i steinmaterialet. Vann er det som lettest ødelegger denne bindingen, da vann sammenliknet med bindemiddelet er mer lettflytende og mye lettere kan omslutte overflaten på steinmaterialet. Vann danner også en sterkere polar gruppe, og vil derfor hefte seg bedre til steinoverflaten enn bindemiddelet. Hvis vi har en blanding av vann, bindemiddel og steinmaterialer, vil derfor alltid vannet fukte steinoverflaten. For at vi skal få etablert bindingen mellom bindemiddelet og steinmaterialet, bruker vi forskjellige metoder. Ved varm produksjon tørkes steinmaterialet helt, samtidig som bindemiddelet varmes slik at det blir lettflytende og omslutter steinmaterialet lett. Ved en slik produksjon vil vi normalt få en god og varig binding som gjør at asfaltmassen blir motstandsdyktig mot vann. Når vi produserer kalde asfaltmasser er steinmaterialene fuktige, og for at bindemiddelet skal kunne etablere binding tilsetter vi vedheftingsmidler i bindemiddelet, som oftest aminer. De er sterkere enn vannet og fortrenger dette fra steinoverflaten. Aminer er det vedheftingsmiddelet som brukes oftest – det brukes alltid ved kald asfaltproduksjon, og noen ganger ved varm produksjon, når bindingene ikke tåler belastningen av vann. De brukes også til produksjon av mykafalt, da dette blir produsert ved så lave temperaturer at vannet ikke alltid er fordampet (Asfaltentreprenørens forening, 2009).

Hovedsakelig brukes fiber til stein- og bindemiddelrike asfalttyper, ettersom fiberen har evnen til å øke stivheten til bindemiddelet og gjøre det tiksotropisk. Når et middel er tiksotropisk vil en flytende masse stivne til en geleaktig masse hvis det ikke blir omrørt. Dermed hindrer vi at bindemiddelet renner av steinmaterialet, men fiber har ingen direkte betydning for andre egenskaper enn bindemiddelavrenning. De vanligste fibrene er cellulose eller mineralfiber, og i tillegg finnes det produkter av glass, stål og syntetisk plast. Ulike fibre har ulik evne til å hindre bindemiddelavrenning (Asfaltentreprenørens forening, 2009).

Andre tilsetningsstoffer vi bruker kan være fillertyper, som hydratkalk eller sement. Dette er tilsetningsstoffer som har andre effekter i tillegg til å være filler. Hydratkalk bremser

herdeprosessen og aldringen, og har også vist seg å forbedre vedheften. Sement er en vanlig filler å tilsette i produksjonen av blant annet slamasfalt. Vi har også andre tilsetningsstoffer som kan bringe aldrende bindemiddel tilbake til dets opprinnelige form, noe som er mye brukt når vi resirkulerer asfalt (Asfaltentreprenørens forening, 2009).

2.1.3 Asfaltdekket

Det er brukeren av veien, altså trafikanten, sitt behov som bør danne utgangspunktet for hvilke egenskaper asfalten skal ha. Trafikantens og omgivelsene rundt veien sine ønsker til asfaltdekkets komfort og trafiksikkerhet kan oppsummeres slik:

- jevn overflate uten hull
- overflate uten spor
- riktig takfall, tverrfall og riktig dosering
- god friksjon
- lys overflate, egnet for kjøring i mørke
- lite hjulstøy for bilistene og omgivelsene
- minimalt med støv, som gir helseplager og tilsmussing

Ut ifra trafikantens og omgivelsene sine ønsker må veieier (SVV/kommune) vurdere hvilke egenskaper som skal vektlegges i forhold til økonomi, anleggs- og vedlikeholdskostnader og den funksjonelle verdien. De trafikaltekniske egenskapene til asfalten er:

- slitestyrke
- deformasjonsmotstand
- lastfordelende evne
- motstand mot termisk sprekkdannelse
- utmatting
- tekstur (overflatetekstur)
- vannfølsomhet

- aldringsbestandighet
- bearbeidbarhet
- komprimerbarhet
- separasjonstendens

«Disse egenskapene vil direkte eller indirekte påvirke de trafikale egenskapene til asfalten. Jevnhet er vesentlig knyttet til asfaltens styrke, telepåvirkning og utførelsen ved utlegging. Jevnhet er i liten grad knyttet til hvilke asfalttype som velges». (Asfaltentreprenørenes forening s. 40, 2009).

Veier bygges i dag med tanke på hvor store påkjenninger de skal tåle. Trafikkmengde (ÅDT), trafikkhastighet, trafikktype (tungtrafikk, ÅDT-T) og klimapåvirkninger er relevante faktorer. Asfalten skal fungere som et gulv for veibrukeren. Trafikantene skal sikres komfortabel, effektiv og trygg ferdsel. Asfalten skal også beskytte resten av veikroppen mot nedbryting og nedtrenging av vann, og skal fordele belastningene fra trafikken jevnt nedover i kroppen (Asfaltentreprenørenes forening s. 40, 2009).

På veier med høy trafikkbelastning må vi ha asfaltdekke som har god motstandsevne for piggdekksslitasje. Da må det brukes steinmaterialer som har høy mekanisk styrke, og asfaltdekker som inneholder mye stor stein. For at asfalten skal tåle tungtrafikk, må vi bruke høy andel knuste steinmaterialer og stive bindemidler. Det er viktig at asfaltdekket blir skikkelig komprimert under asfaltering slik at vi oppnår et riktig hulrom, og at dette ikke blir for høyt eller for lavt. På veier med lav trafikkslitasje stilles ikke de samme kravene til slitasjestyrke – når trafikken er lav, er også slitasjen på veien lav. Det er også andre faktorer som bestemmer asfaltdekkets levetid, som påvirkninger fra klimaet og bevegelser i undergrunnen, for eksempel telehiv. Det er viktig at asfaltdekket ikke blir så mykt at det lett får deformasjoner av trafikken, samtidig som det må være fleksibelt og lett å legge. På steder som ikke er så avhengige av asfaltens slitasjestyrke blir det ofte et større fokus på det ferdige utseendet til asfalten. Det legges ofte asfalt med et mer finkornet materiale, som gir et mer homogent utseende og penere utseende. Steder som ikke er avhengige av asfaltens slitestyrke er eksempelvis torg og plasser (Asfaltentreprenørenes forening s.40, 2009).

Når vi velger en asfalttype, kan vi sjelden velge den beste asfalten for ønskede egenskaper. Derfor er det viktig å finne kompromissene mellom ønsker og behov, slik at vi får lagt det asfaltdekket som passer best til beliggenheten og slitasjemengden (Asfaltentreprenørenes forening s. 40, 2009).

2.1.4 Asfalttyper

«Slitelaget er et tak for veikonstruksjonen og et gulv for trafikken. Til bindelag velges samme massetyper eller en massetype som nærmest kan oppfylle slitelagets egenskaper. Er slitelaget en asfaltbetong, Ab, så kan bindelaget være Ab eller Agb, asfaltgrusbetong.

Det brukes ulike slitelag med varierende krav til blant annet tilslag, bindemiddelinhold og blandingsforhold» (Asfaltentreprenørenes forening s. 44, 2009). Vi har her nevnt de vanligste asfalttypene vi bruker i Norge. Det finnes et stort antall forskjellige typer som varierer etter klima, slitasje, miljø, osv.

2.1.4.1 Støpeasfalt, Sta

«Brukes som vanntett slitelag på broer, tak og gulv, og på veier, gater og plasser med stor trafikk. Denne massen inneholder mye filler og bindemiddel. Massen er tilnærmet hulromsfri. Det benyttes harde bindemidler, ofte polymermodifiserte, Pmb». (Asfaltentreprenørenes forening s.44, 2009)

2.1.4.2 Topeka, Top

«Topeka er en mørtelrik masse med tydelig partikkelsprang i kornkurven. Topeka benyttes på veier og gater med stor trafikk ...». (Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009) I tillegg har vi Topeka 4S, som er en membran som brukes på broer ved asfaltering, under støpeasfalten, ifølge Hallvard Søvik, seniorrådgiver i Veidekke Industri AS.

2.1.4.3 Skjelettasfalt, Ska

«Skjelettasfalt er en mørtel- og steinrik asfaltmasse med stort innhold av grove steinmaterialer som gir dekket gode slitasjeegenskaper. Ska er egnet til veier med stor og tung trafikk. Et høyt bindemiddelinhold gjør det nødvendig å tilsette spesielle tilsetningsstoffer, normalt

cellulosefiber, for å hindre at bindemidlet renner av steinmaterialet i varm tilstand og medfører separasjon i massen». (Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009)

2.1.4.4 Tynndekker, T

«Tynndekke er et tynt slitelag som legges ut med en spesiell utlegger. En tykk klebing med polymermodifisert bitumenemulsjon blir påført veibanen i en mengde på omkring 1,2 liter pr. kvadratmeter og varm asfalt legges umiddelbart på den tykke klebingen. Det medfører at emulsjonen koker og bindemidlet i klebingen skummer opp i asfaltmassen og gir god forankring. Tynndekker kan benyttes på de fleste veier. Hvis trafikkmengden er meget stor, bør det benyttes PmB også i massen». (Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009)

2.1.4.5 Drensasfalt, Da

«Drensasfalt er en massetype som består av et stort innhold pukk og lite mørtel. Det gir en masse med høyt hulromsinnhold, 15–25%. Denne typen drenerer bort overflatevannet og veibanen blir raskt fri for vann. Laget under drensasfalten må føre vannet ut av veibanen. Hvis vann blir stående i dekket vil skader raskt oppstå og levetiden reduseres. Det høye hulrommet absorberer også lyd, slik at dekket har en støydempende effekt». (Asfaltentreprenørenes forening s. 45, 2009)

2.1.4.6 Asfaltbetong, Ab

«Ab benyttes på veier med stor trafikk, ÅDT > 3000 ...». (Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009)

2.1.4.7 Asfaltgrusbetong, Agb

«Agb er den massetypen det produseres mest av i Norge. Massen benyttes på veier og gater med lav trafikk, ÅDT < 3000 og på gårds plasser, fortau, gang- og sykkelveier». (Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009)

2.1.4.8 Mykasfalt, Ma

«Mykasfalt har en kornkurve som er ganske lik Agb, men med mykbitumen som bindemiddel. Dekket blir dermed mer fleksibelt og får gode selvlegende egenskaper med hensyn på sprekker og deformasjoner som følge av bevegelser i underlaget. Dekketypen er godt egnet på veier med lav trafikk. Velger man bindemiddel med lav viskositet, kan det føre til stabilitetsproblemer, spesielt i høy temperatur. Denne typen bør da ikke brukes der det kan oppstå køkjøring». (Asfaltentreprenørenes forening s. 46, 2009)

2.2 Asfaltering

2.2.1 Leggeprosessen

Hele leggeprosessen starter med en byggherre som har et behov og setter opp anbud eller kommer med forespørsel om tilbud. I anbudet/forespørselen kan byggherren spesifisere flere faktorer, som:

- asfalttype
- bredde, lengde og tykkelse
- krav til materialet
- type vei (ÅDT)
- dato for ferdigstilling
- krav til dokumentasjon av arbeidet

Vinner entreprenøren anbudet kan de begynne å forberede asfalteringen og bestille asfalt fra fabrikk.

Produksjonsprosessen starter hos asfaltfabrikken, hvor det første som skjer er at forskjellige tilslag blir ført med maskin inn i anlegget, og blir varmet opp slik at temperatur og fuktighet blir riktig. Inne i en stor mikser blir det tilsatt bitumen, vedheftsmiddel og eventuell egenfiller og fremmedfiller. Blandingen føres så videre over en sikt for å tilføre ønsket mengde av hver fraksjon av tilslag. Asfaltmassen er da ferdig blandet og blir transportert fra mikser til en vagg som fordeler massen inn i siloer.

Fra siloene blir asfalten matet til lastebiler med spesialbygde baljer for transport av asfaltmasse. Pannene har isolerte vegger og en rund bunn for å unngå varmetap i hjørner og lette friksjonen på pannen når asfalten skal tippes ut. Asfalten har en temperatur på mellom 140 og 180 °C når den kommer fra siloen. Asfalten blir fordelt i flere hauger slik at det blir jevn tykkelse og temperatur på asfalten i pannen. Pannen dekkes av et isolert overtrekk for å unngå varmetap i toppen av pannen. Enkelte biler har også innlagt eksosrør fra bilen som blir ført gjennom pannen for å opprettholde varmen i asfalten.

Når asfaltbilen kommer til anlegget, tipper den asfaltmassen ned i en asfaltutlegger.



Foto 1: Bildet viser en lastebil som tipper asfalt ned til utleggeren. Foto: Endre Kobbeltvedt

Utleggeren transporterer massen gjennom maskinen ved hjelp av et transportbånd, mens den rører om for å unngå fraksjoner i asfaltmassene. Videre blir massene matet inn i en fordelingskrue i screeden på utleggeren. Fordelingskruen fordeler asfalten ut til hele

screedbredden på utleggeren. Massene blir lagt ut på veien og forkomprimert av stampekniver og vibrasjonsplater, før asfaltvalsen komprimerer og ferdigstiller asfaltdekket.



Foto 2: Bildet viser fordelings-skruen på asfaltutleggeren som fordeler asfalten ut i screedbredden. Til høyre for skruen er stampekniver og vibrasjonsplaten som forkomprimerer.
Foto: Endre Kobbeltvedt

2.2.2 Komprimering

Når asfalten har forlatt utleggeren, er det valsen som skal komprimere dekket som beskrevet i resepten. Komprimeringen av asfaltdekket er en svært viktig del av leggesprosessen. Hvis man ikke får komprimert dekket skikkelig, vil det fort oppstå erosjon i asfalten og veikroppen generelt. Det er de granulære lagene som står for mesteparten av bæreevnen til veien. Asfalten sin jobb er å gjøre det behagelig for trafikantene, være slitelaget og bærelaget i veikonstruksjonen. Asfalten skal ha en viss levetid ut ifra hvilken slitasje den blir utsatt for, men om lagene under asfalten ikke er komprimert skikkelig og får setninger, er asfalten det første stedet vi vil se skader.

Hensikten med komprimeringen under asfalteringsprosessen er å få ned hulromsprosenten i asfalten. Det skal helst være under 5 % hulrom i det ferdig komprimerte asfaltdekket. Da er asfaltlaget pakket skikkelig sammen. Dårlig komprimering av asfaltlaget fører til hurtigere slitasje, dårligere bæreevne og bitumenblødninger. Dette fører til tiltak som reasfaltering eller

annet vedlikehold. Deformasjoner etter tungtrafikk og steinslipp vil også da oppstå kort tid etter asfaltering.

Under komprimering av asfaltlaget er det viktig å bruke riktig komprimeringsmetode til riktig type asfalt. At komprimeringen blir riktig avhenger av antall valser og riktig bredde på trommelen, temperatur i massen og vær/vind. Hvis man bruker vals med vibrasjon, er det viktig å bruke riktig frekvens på frekvensen og amplituden. Hvilken komprimeringsteknikk man bruker, altså vibrasjon eller oscillasjon, spiller også en rolle.

Hvis asfalten er for varm når komprimeringsarbeidet begynner, vil massen være så bløt at man vil skyve store deler av massen foran trommelen. Hvis massen er for kald når man begynner å komprimere den, vil den ikke ta til seg energien trommelen tilfører. Da blir ikke asfalten skikkelig komprimert. Hvis valsene ikke komprimerer dekket skikkelig, vil hulrommet i asfaltdekket bli så stort at dekket blir slitt raskere enn antatt. Komprimerer valsene for mye, kan det føre til overkomprimering, som igjen kan føre til knusing i tilslagene og pumping av bitumen til toppdekket. Bitumenblødninger gjør at man får store, svarte flekker helt på toppen av asfaltdekket som har en mye lavere friksjonskoeffisient enn resten av asfalten, det vil si at bitumenflekkene blir veldig glatte.



Foto: 6 Blødning i nyasfaltert masse. Foto av: Geir Lange

2.2.3 Komprimeringsteknikker

2.2.3.1 Forkomprimering

Forkomprimering er en viktig del av operasjonen i asfalteringsprosessen. Selve forkomprimeringen skjer på asfaltutleggeren, hvor det helt bak henger en screed. Oppgaven til screeden er å fordele asfaltmassen utover leggebredden. Screeden kan stilles inn for asfaltlegging med ensidig fall eller med takfall. Fordelerskruen, som er en viktig del av screeden, fordeler asfalten jevnt utover leggebredden til utleggeren. Leggebredden på en norsk utlegger er normalt 2,5 meter, og kan utvides til en leggebredde på 8 meter. Hastigheten til en utlegger ligger på rundt 3–5 km/t, og farten justeres etter hvor mye valse klarer å komprimere bak utleggeren. Farten til utleggeren må være så konstant som mulig, og man bør unngå stans i utleggingen. Hvis det inntreffer, vil det bli temperaturfall i asfalten, og den vil raskere nå en temperatur der det ikke går å tilføre mer komprimeringsenergi. (Vögele, 2009)

Etter at asfalten har blitt fordelt av fordelingskruen, blir den forkomprimert av utleggeren. Her er det en stamperdel (Tamper) og en vibrasjonsdel. En normal utlegger fra Vögele (1803-3i) har et system der stampekriver hakker ned i asfalten med en innstilt angrepsvinkel. Dette gjør de for å legge materialkornene tettere sammen, og alle sider av kornene skal være dekket av bitumen. Bak knivene ligger det en vibrasjonsplate som også er en del av forkomprimeringen. Denne vibrerer slik at kornene og porene i asfalten blir tettere og klargjort for komprimering av valse som kommer rett bak utleggeren.

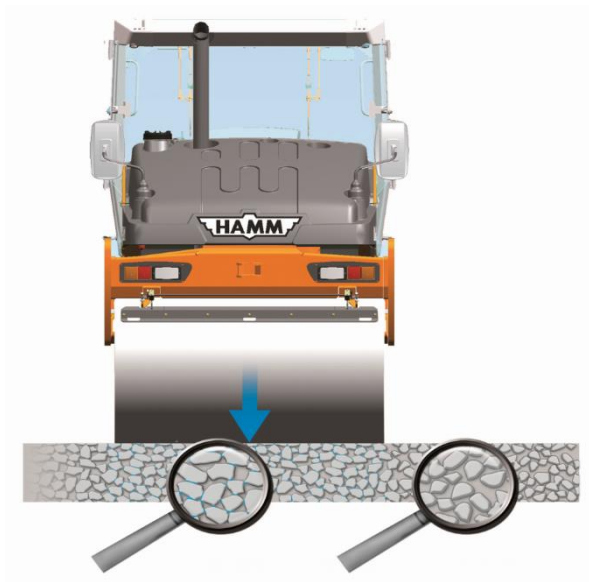


Foto: 7 Fra venstre, screeden på asfaltutleggeren. Til høyre stampekriverne, og vibroplaten som forkomprimerer massen. (Vögele, 2016)

2.2.3.2 Statisk komprimering

Når valsen kommer bak utleggeren er siste ledd i asfaltprosessen, og komprimerer dekket ferdig. En statisk valse er en valse som får energien sin fra vekten av selve valsen, dette er som regel 7-10 tonn på veier, og 2,5-5 tonn på småplasser. På denne måten vil energien fra vekten av valsen bli overført til asfaltdekket. Når valsen

komprimerer asfalten, oppstår det en plastisk deformasjon, som vil si at valsen legger et så stort trykk på asfalten at bitumenet ikke går tilbake til sin opprinnelige struktur. Hvert enkelt mineralkorn beveger seg og legger seg tettere inntil kornene rundt det, hulrommet minskes og det gir en høyere stabilitet i dekket. Den statiske metoden er avhengig av formen og størrelsen på berøringsflaten, og at flatetrykket holdes konstant. Det kan enkelte steder være en fordel å kunne variere totalvekten på statiske valser.



Figur 1: Statisk valse som komprimerer.
Illustrasjon: Wirtgen Norge

Gummihjulsvalse, som kun kommer som statisk valse, har avtakbare lodd under førerhytten slik at man kan justere den statiske lasten – linjelasten – på underlaget. (HAMM AG, 2012)

For å regne ut hvor høy linjelasten (PLD) kan være på underlaget brukes en enkel formel:

PLD =

Aksellast (kg)

Trommelbredde (cm)

X

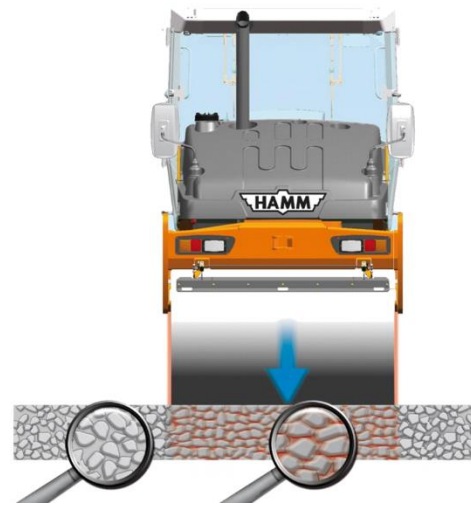
Trommeldiameter (cm)

PLD verdien skal ikke være større enn 0,25; da blir linjelasten for høy for asfaltdekket. (HAMM AG, 2012)

2.2.3.3 Vibrerende komprimering

Ved vibrasjonskomprimering blir det raskt tilført krefter inn i asfaltdekket i form av hurtige støt. De enkelte delene i asfaltdekket blir da gjennom de dynamiske kreftene satt i bevegelse. Ved vibrasjon vil materialkornene legge seg tettere, og den indre motstanden i komponentene i dekket blir mindre. Dette egner seg godt for materialer med høy densitet.

Vibrasjonsvalsen har lodd som er festet på akslingen inne i trommelen; denne går rundt slik at det blir sendt støt i vertikal retning ned i asfalten. (HAMM AG, 2012)



Figur 2: Vibrasjonsvalse som komprimerer. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Ved asfaltering med vibrasjon er det flere faktorer som er viktige, og særlig disse: amplitude og frekvens, valsehastighet, antall vibrerende tromler, temperatur på dekket og til slutt omgivelser.

Frekvens er hvor mange ganger en hendelse gjentar seg innen et gitt tidsrom. Dette kan være svingninger, slag osv. Når vi snakker om frekvens innenfor vibrasjon, er det hvor mange slag i minuttet valsetrommelen gir underlaget. Amplituden er videre styrken på hvert enkelt slag fra valsetrommelen og ned i bakken. På HAMM sine valser kan man enten vibrere med lav frekvens og høy amplitude (få og sterke slag) eller med høy frekvens og lav amplitude (mange og svake slag).



Figur 3: Justering av lodd på akselen i en vibrasjonstrommel. Illustrasjon: Wirtgen Norge

Hvis man bruker vibrering riktig, fører dette til god komprimering av asfalten, men det er fortsatt viktig at dekket ikke blir overkomprimert. Når temperaturen på asfalten faller under 100 °C under komprimering er det uheldig å bruke vibrasjon. Da risikerer man, som ved andre typer komprimering, at det oppstår knusing i tilslaget i asfalten, og at bitumen blir pumpet opp til overflaten av asfaltdekket. (HAMM AG, 2012)

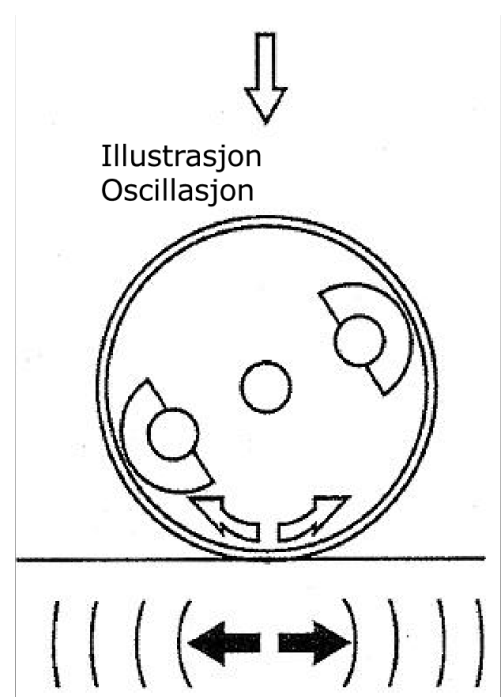
Valsehastigheten er også en viktig faktor, ettersom en for høy valsehastighet vil gi en mindre effektiv komprimering av underlaget, og det dermed vil være behov for flere overfarer. Det er viktig at valsehastigheten tilpasses arbeidskapasiteten, så ideell valsehastighet er derfor 3–5 km/t. Omgivelsene kan bli påvirket av en valse med vibrasjon, da slagene fra trommelen forplanter seg bakken og kan gi bevegelser i bygninger eller andre konstruksjoner langs veien. Derfor er det blant annet forbudt å bruke valse med vibrasjon når man skal asfaltere broer.

2.2.3.4 Oscillerende komprimering

Oscillasjonstrommelen har ingen vertikal amplitude slik en vibrasjonstrommel har.

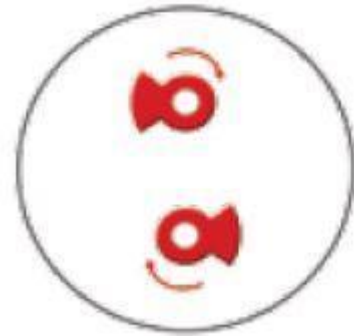
Oscillasjonstrommelen har to aksler som jobber mot hverandre slik at komprimeringen utføres ved en horisontal bevegelse. På denne måten knar trommelen asfalten, og gir fra seg støt ned i bakken samtidig som den statiske linjelasten trykker ned mot overflaten. Oscillasjonen har en ulik angrepsvinkel enn vibrasjonstrommelen, og det har derfor vist seg at sammen med vibrasjonstrommelen gir det en mer komplett komprimering av asfalten, og at vibrasjon og oscillasjon sammen gir to forskjellige bevegelser til tilslaget som fjerner mest mulig hulrom i asfalten.

Oscillering er mer skånsom mot asfaltdekket og omgivelsene rundt seg. Støtene oscillasjonen gir fra seg vil ikke gå vertikalt som med en vibrasjonsvals – derfor kan man bruke oscillering på broer og andre steder der det er forbudt å valse med vibrasjon. Oscillasjon kan man også bruke under komprimering på lavere temperaturer enn vibrasjon. Ved lave temperaturer er ikke oscillering like skadelig for asfalten, og gir mer effektiv



Figur 4: Illustrasjon av hvordan oscillering fungerer på asfalten. Illustrasjon Wirtgen Norge.

komprimering. Men oscillering ved lave temperaturer sliter veldig mye på selve trommelen, noe som kan være et problem, da valseføreren kan glemme å skru av oscilleringen når dekket blir for kaldt. Valseføreren merker ikke vibrasjonen fra oscilleringen like godt som vibrasjonen fra en vibrasjonstrommel. At kaldt asfalt tåler oscillering gjør den også veldig godt egnet til å komprimere skjøter mellom



**Figur 5: Lodd på to aksler i en oscillasjonstrommel.
Illustrasjon: Wirtgen Norge**

gammel og nylagt asfalt. Der en vibrasjonsvals ville knust steinmaterialet i den gamle asfalten, gir oscilleringen god komprimering på skjøten, for både gammel og ny asfalt. (HAMM AG, 2012)

Ifølge Eddie Heggard Engebretsen, salgsleder i

Wirtgen Norge, introduserte HAMM oscillerende valser på 1980-tallet, og den første oscillerende valsen kom til Norge i 1991. Det er kun et fåtall valser som har blitt levert med to oscillerende tromler. Grunnen til dette er at to oscillerende tromler ikke gir dobbel komprimerende effekt, og man har funnet ut at en kombinasjon av vibrasjon og oscillasjon gir den beste komprimeringseffekten.

2.3 Statens vegvesen og asfaltkontrakter

Statens vegvesen har ansvar for å forvalte det norske riks- og fylkesveinettet. Statens vegvesen sluttet med egen drift og vedlikehold i 2003, da produksjonsenheten ble skilt ut som et eget aksjeselskap (Mesta AS) og konkurranseutsatt på lik linje med andre entreprenører.

Da ble alle produksjonsenhetene til Statens vegvesen delt opp i forskjellige kontrakter som ble sendt ut på anbud. Kontraktene som blir delt ut, er: asfaltkontrakter, veimerkingskontrakter, driftskontrakter for elektro og drifts- og vedlikeholdskontrakter. I denne oppgaven skal vi se nærmere på asfaltkontraktene.

Asfaltkontraktene til Statens vegvesen blir lyst ut hvert år i perioden desember–februar, mens entreprenøren setter i gang med asfaltering når grunnen er klar for dette i april/mai. Dette tidspunktet varierer fra år til år, alt etter hvor dypt frosten sitter i bakken etter vinteren. I 2016

starter asfalteringen foreløpig 2. mai. Asfalteringen pågår så lenge som mulig, men avsluttes normalt i september/oktober. Kontraktene som Statens vegvesen lyser ut har stort sett varighet på ett år, men det har også blitt lyst ut noen få kontrakter på to år. Grunnen til at asfaltkontraktene oftest er ettårige, er at Statens vegvesen hvert år må kartlegge hvilke strekninger som må asfaltes, og dermed er det vanskelig å gi kontrakter for lengre perioder, slik de gjør med drifts- og vedlikeholds kontraktene (fem år). Når det er liten konkurranse på en kontrakt kan Statens vegvesen tilby lengre kontrakter. Hvis en lokal entreprenør har sterk forankring i en region, kan det være vanskelig for en ekstern entreprenør å komme seg inn på markedet uten å tape på det. Derfor kan Statens vegvesen gi lengre kontrakter som gjør det lettere å investere og flytte asfaltfabrikker for entreprenører.

Når Statens vegvesen lyser ut en kontrakt som byggherre, stiller de visse krav til dokumentasjon som må inn når en jobb er ferdigstilt eller en strekning er asfaltert. Kravene som Statens vegvesen har i kontraktene sine er også de som justerer bonusutbetaling til entreprenør enkelte ganger. Dette vil si at hvis dokumentasjonen som blir levert til byggherren viser at verdiene er bedre enn normale krav, kan entreprenøren få utbetalt noe bonus. Om det er dårligere enn normalt blir det trekk. Bonus/trekk, og kriterier for bonusutbetaling vil variere fra kontrakt til kontrakt.

2.3.1 Valsedokumentasjon

Krav om dokumentasjon fra asfaltvals ikke blitt mye brukt i Norge enda, men Statens vegvesen sier at dette er noe de kommer til å se mer på fremover angående asfaltkontrakter. Veidekke Industri AS, som er Norges største asfaltentreprenør, har kun hatt ett oppdrag der byggherre (Statens vegvesen) ba om valsedokumentasjon. Dette var deler av asfalteringen på nye E6 Mjøsa, men planlegger våren 2016 på flere kontrakter med krav om valsedokumentasjon (den ene kontrakten som ble lyst ut i vinter vant Veidekke Industri AS).

For kontrakten på E6 Mjøsa hadde Statens vegvesen følgende krav: «For arbeidet på ny E6 og E6-ramper skal homogeniteten til komprimering av asfaltlagene dokumenteres ved bruk av valsemontert utstyr inkl. GPS. Resultatene skal fortløpende oversendes byggherren på avtalt filformat. Dette kommer i tillegg til den ordinære dokumentasjonen av densitet og hulrom».

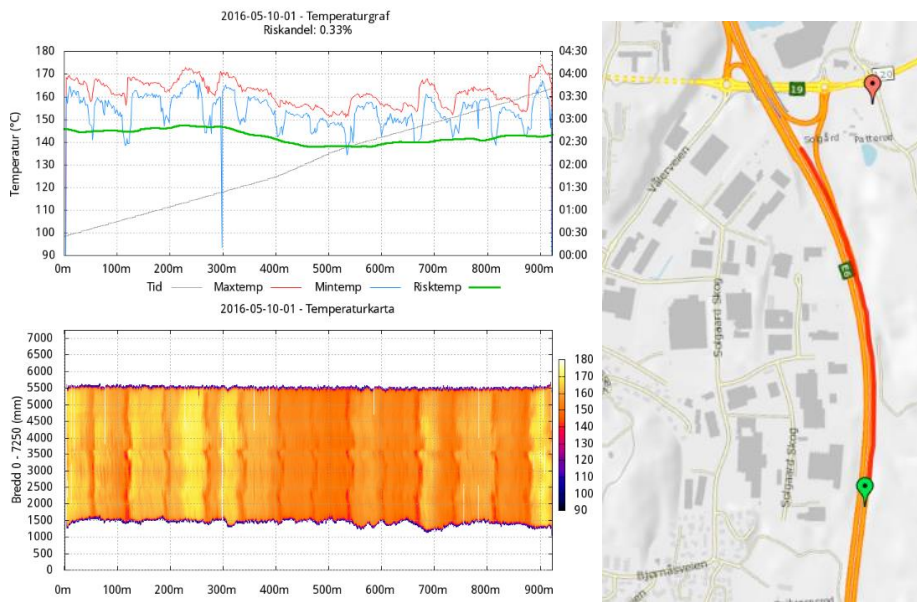
Dokumentasjonen man får fra en asfaltvals er GPS- og temperaturstyrt (IR). Dette vil si at valsen dokumenterer antall overfarer den har på asfalten, og temperaturen på asfaltdekket under komprimeringen. På denne måten kan entreprenøren dokumentere at asfalten ble komprimert med riktig antall overfarer på ideell temperatur for komprimeringen.

Krav om valsedokumentasjon fra Statens vegvesen er bakgrunnen for at vi nå skriver denne oppgaven, og Statens vegvesen har signalisert at dette er en type krav de kommer til å bruke mer fremover på asfaltkontrakter. Derfor er det viktig for Veidekke Industri AS som asfaltentreprenør å vite hvordan Statens vegvesen vil ha dette overlevert. Statens vegvesen har ikke kommet så langt at de har stilt spesifikke krav til selve filoverleveringen. Da Veidekke Industri AS i 2015 asfalterte nye E6 Mjøsa, ble all valsedokumentasjon levert inn som en PDF-fil som inneholdt bilder av antall overfarer. Dette var en tungvint måte å gjøre det på. Hele parseller ble printet ut fra PDF-dokumenter, som gjorde det tidkrevende å produsere og kontrollere, og dokumentasjonen som ble fremlagt var uoversiktlig.

2.3.2 IR-Linjeskanner

Krav om dokumentasjon fra IR-linjeskanner er et krav som Statens Vegvesen flere ganger har brukt i asfaltkontrakter. En IR-linjeskanner henger helt bak på en asfaltutlegger, og leser temperaturen på asfalten som blir lagt ut etter at den er blitt forkomprimert av utleggerens stamperblader. Det er viktig at temperaturen på asfalten er riktig når den forlater utleggeren, for når asfalten blir kaldere enn en viss temperatur lar den seg ikke komprimere med vibrasjon og oscillasjon, og den statiske komprimeringen vil ikke være like effektiv. Altså er det viktig å dokumentere hvilken temperatur asfalten har når den legges ut for komprimering, samt om utleggeren har mange stopp under asfalteringen for fylling eller av andre årsaker.

IR-linjeskanner er et viktig verktøy for dokumentasjon, men også et viktig verktøy for entreprenøren under legging av asfalt. Under leggingen får entreprenøren kontinuerlig se hvilken temperatur asfalten har, og hvis det skulle oppstå et dårlig parti der temperaturen er for lav til komprimering, kan entreprenøren frese det vekk og legge ny asfalt mens de fremdeles har utstyr og asfaltlag på plass.



Figur 6: Utskrift fra IR-skanning E6 Østfold. Temperaturkart, hastighet og profilnr fra start. GPS data tilgjengelig fra skanner.

2.3.3 Laboratiemålinger

I alle asfaltkontraktene til Statens vegvesen er det krav om asfaltprøve på hvert 800. tonn asfalt som blir lagt ut fra utleggeren. Det er også krav til densitetsmålinger med isotop eller PQI for hver 500. meter av veien.

Skuffeprøven for hvert 800. tonn blir tatt av en liten spade når asfalten blir lagt ut fra utleggeren, før valsen komprimerer den. Denne skuffeprøven blir sendt til et laboratorium, der den blir vasket slik at man skiller ut finstoffene (filler) og bitumenet, slik at man bare har steinmassene igjen. Etter dette blir steinmassene siktet og veid. Man veier også finstoffene, og verdiene man får fra dette blir lagt inn i et program som forteller oss om asfalten som har blitt produsert er lik asfaltresepten. Hvis den ikke er lik, blir det sendt et varsel fra laboratoriet til asfaltfabrikken.

Isotopmålinger foretas med et radioaktivt apparat som blir brukt til å måle densiteten i asfalten. Dette blir målt hver 500. meter, og da blir det målt i kanten, i midten og i skjøten. Isotopapparatet måler densiteten i asfalten, og hulrommet i asfalten blir så regnet ut av et program på bakgrunn

av densiteten og asfaltresepten. Når alle målinger på veien er gjort om til hulromsverdier, blir det regnet ut et gjennomsnitt, som ofte avgjør om det skal gjennomføres andre tiltak. Hvis det viser seg å være for høye hulromsverdier, kan man ta kjerneboreprøve av asfalten for å ta videre undersøkelser.

Hvis isotopmålingene viser for høye verdier, eller garantitiden begynner å gå ut og det er mistanke om unormal slitasje, kan det også tas etterkontroll (kjerneboreprøve). Kjerneboreprøve er en 10 cm bred prøve som blir boret opp av asfalten, gjerne rundt 30 cm lang, avhengig av hvor mange asfaltlag det er, og hvor tykke de forskjellige asfaltlagene er. Når prøven er tatt, blir den delt opp i de forskjellige lagene for så å bli veid i luft og i vann. Deretter blir resultatene sammenlignet for å finne ut hvor store hulrom det er i asfalten.

2.4 Valsedokumentasjonsmidler/programmer

2.4.1 IC – Intelligent komprimering

Bakgrunnen for VETA-programmet er satsingen på IC i USA. IC er komprimering av asfalt, jord og andre samlede masser ved bruk av moderne valser som vibrerer eller oscillerer. Disse valsene er også utstyrt med GPS som kartlegger forskjellige verdier for grunnen den komprimerer under komprimering. GPS-systemet til valsen rapporterer til et datasystem inne i valsen, som valseføreren overvåker. På datasystemet vil valseføreren følge med på antall overfarer og temperaturen på dekket han komprimerer. Dette er et verktøy som kan være med på å bedre komprimeringsresultatet, dermed øke levetiden på asfalten. (The Transtec Group, 2016)

IC skal være et verktøy for å effektivisere og optimalisere komprimeringsprosessen. Der man før kun brukte statiske valser, har man nå høyteknologiske valser med effektiv rapportering til valseføreren. Slik kan valseføreren kontinuerlig overvåke sitt eget resultat, og få komprimert grunnen riktig under riktige temperaturforhold, for optimal materialtetthet. Det er viktig at tettheten i asfalt blir riktig når man komprimerer: For få overfarer gir for høy materialtetthet, men komprimerer man for mye på feil temperatur, risikerer man som tidligere nevnt blant annet knusing i kornmateriale og blødning av bitumen til toppen av asfaltdekket. Med riktig

materialtetthet i asfalten kan man skape sterke og solide veikropper og veidekker som har lavt vedlikehold og lang levetid. (The Transtec Group, 2016)

2.4.2 HCQ – HAMM Compaction Quality

HCQ Navigator er et satellittbasert dokumenteringssystem som registrerer og dokumenterer forskjellige komprimeringsparametere til HAMM sine valser. Dette systemet kan brukes av en eller flere valser under komprimering av asfalt eller jordmasser. Systemet logger antall overfarer, temperatur på asfaltdekket under komprimering og HVM (HAMM Measurement Value). HVM-verdien gir en indikasjon på hvor stor komprimering som er oppnådd i grunnen. Dette kan fortelle føreren om det er nødvendig med mer komprimering på området. HVM er kun til bruk på jord- og steinmasser, da asfaltlaget er for tynt for å få registrert oppnådd komprimering – dette nevner vi mer om i rapporten fra fabrikkbesøket i Tyskland. (HAMM AG-HCQ, 2016)

For å valse med HCQ trenger man en HCQ-klargjort valse. Selve HCQ-systemet kommer i en koffert som inneholder en satellittmottaker som plasseres på taket av valsen samt en nettbrett som valseføreren fester inne i valsehytten. Når man kobler systemet til valsen, skjønner HCQ Navigator automatisk hvilken type valse den er koblet til. Inne i valsen kan føreren følge med på dokumenteringsgrunnlaget på skjermen. Dermed kan han se hvor mange overfarer han har tatt og hvilken temperatur dekket under valsen har. På skjermen kan man ha oppe to forskjellige verdier samtidig, og på asfalt blir dette normalt antall overfarer og temperatur. I tillegg til å være et dokumenteringsverktøy, er dette et nyttig verktøy for valseføreren, som med HCQ som hjelpemiddel kan ha fortløpende oversikt over antall overfarer og temperaturen på asfaltdekket. (HAMM AG-HCQ, 2016)

HCQ Navigator har også WLAN-kobling, som er et trådløst lokalnett som opprettes mellom valsene som kjører med HCQ. Dette gjør at valsene kommuniserer sammen når de komprimerer. Det vil si at hvis to valser komprimerer samtidig, deler valsene på komprimeringsinformasjonen, slik at de effektivt kan komprimere der det er nødvendig, mens asfalten lar seg komprimere. Hvis en valse kjører ut av WLAN-rekkevidden vil skjermen oppdatere seg automatisk når valsen kommer innen rekkevidde igjen.

Ifølge Patrick Gärtner, prosjektleder for HCQ Navigator, holder de nå på å utvikle en sky-funksjon, som vil gjøre det mulig for valseføreren å laste opp valse dokumentasjon til en sky etter

endt dag eller asfaltering. På denne måten kan dokumentasjonen være lett tilgjengelig for personen som er ansvarlig for overlevering av valedokumentasjon til byggherre. (HAMM AG-HCQ, 2016)

Gärtner forteller videre at de har utviklet dette programmet over flere år nå, og at programmet har fått de funksjonene som er nødvendige for å fungere som et godt valedokumenteringsprogram. Derfor vil HCQ i stor grad forbli det programmet det er blitt i dag.

2.4.3 The Transtec Group

The Transtec Group er et amerikansk konsultentselskap som spesialiserer seg innenfor asfaltfaget. I 2008 startet de utviklingen av et enkelt regnearkprogram for å behandle rådata fra IC-data for forskningsformål, og de ble fort klar over at denne typen analyser kan være svært nyttig for andre. I 2012 besluttet Minnesota Department of Transportation (DOT) og amerikanske Federal Highway Administration (FHWA) å finansiere den videre utviklingen til et frittstående Windows-basert program, som da het VEDA og kunne importere og analysere IC-data fra noen leverandører. Utviklingen fortsatte, programmet endret navn til VETA og ble et fullverdig kartdatabasert program, som har kapasitet til å håndtere store datasett. Programmet kan nå håndtere IC-data, termisk profil-data (TP) og laser test rolling-data (LTR). The Transtec Group forventer at utviklingen av VETA kommer til å fortsette videre de neste årene, for å møte asfaltindustrien sitt behov for geografiske dataanalyser. (George K. Chang, 2016)

2.4.4 VETA

VETA er en amerikansk utviklet programvare som er et kartbasert verktøy der man kan importere datasett fra asfaltering for visning og analyse. Med moderne valser utstyrt med temperaturmålere (IR) og GPS-registreringssystem kan vi nå dokumentere arbeidet valsen har gjort. Programmet er utviklet for å ta imot valedokumentasjonen som blir produsert når valsene komprimerer. VETA skal kunne ta imot dokumentasjon fra en vals uavhengig av hvilken valseprodusent det er (HAMM AG, BOMAG, Dynapac osv.). Utviklingen av VETA har ikke kommet så langt at de inkluderer alle produsentene enda, men de har en kontinuerlig utvikling. HAMM AG, som er en av verdens største valseprodusenter, er VETA-kompatibelt med data fra HAMM AG sine valser.

Det er i dag ingen enighet om hvilket av programmene som VETA støtter som er best; alle ville kunne argumentere for at deres program er bedre enn konkurrenten sitt.

Programmet ble bestilt av Minnesota DOT, da de ønsket å kontrollere arbeidet som ble utført av entreprenørene. Slik kan byggherren kreve at entreprenør leverer valedokumentasjon, så kan byggherren deretter legge resultatet inn i VETA for å undersøke at entreprenøren har utført det arbeidet de har fått betalt for å gjøre. Man kan slik undersøke at det er nok overfarter under komprimeringen eller at asfalten holdt riktig temperatur under komprimering. VETA bruker dataene den får, og gjør dem om til firkanter på 30 cm x 30 cm i programmet, som får en farge etter hvilke verdier de har. Dette kan være farge etter antall overfarter eller farge etter temperatur på asfaltdekket.

I USA er det 22 stater som har tatt i bruk VETA, og programmet er hovedsakelig finansiert av Minnesota DOT. Flere andre stater gir også årlige bidrag til et fond som betaler for den videre utviklingen av programmet VETA. Dette gjør at programmet er gratis for øyeblikket, og kan lastes ned gratis fra www.intelligentcompaction.com/veta/. Under fabrikkbesøket vårt i Tyskland hos HAMM AG hadde vi lengre samtaler med Patrick Gärtner, som er prosjektleder for HCQ-programmet til HAMM. Han hadde veldig god kjennskap til VETA, og fra samtaler med ham vet vi at VETA jobber med en løsning for å importere data fra IR-linjeskanner, slik at det gis et mest mulig komplett bilde av asfalteringen.

Amerikanske delstater som bidrar i perioden 2015–2017 til fondet som finansierer VETA:

- Minnesota, 100 000 USD.
- California, 75 000 USD
- Connecticut, 30 000 USD
- Maine, 52 500 USD
- Missouri, 75 000 USD
- Oregon, 75 000 USD
- Pennsylvania, 60 000 USD

(Transportation Pooled Fund Program, 2016)

Leverandører støttet av VETA:

- HAMM AG / Wirtgen Group (Tyskland)
- Bomag (Tyskland)
- Sakai (Japan)
- Trimble (New Zealand)
- Amman/Case (Sveits)
- Caterpillar (Tyskland)
- Dynapac (USA) (kommer snart)
- MOBA IR (Tyskland)
- VOLVO (Sverige) (kommer snart)

(George Chang, 2016)

3 MATERIALER OG METODE

3.1 Data

For å løse problemstillingen til denne oppgaven mottok vi data fra Veidekke Industri AS som vi skulle få kjørt gjennom datasystemet vi skulle prøve ut. Det første datasettet vi mottok var fra en asfaltering i området E39 Ørsta/Volda, sør for Ålesund, som var utført i juni 2013. Dette var datafiler som ble tatt rett ut fra valsen, og ikke var behandlet av noen. Grunnen til at det var benyttet vals med HCQ-dataregistrering på asfalteringen i Ørsta/Volda var at Veidekke Industri avd. Sunnmøre ønsket å lære mer om bruken av dette systemet, slik at de var forberedt hvis region Midt/Vest også fikk kontrakter fra Statens vegvesen hvor det var krav om valedokumentasjon. Filene vi fikk var i HCQ-filformat, altså filformatet til HAMM sitt dataregistreringsverktøy. Som planlagt fikk vi også tilgang til HCQ-filene fra asfalteringen av nye E6 Mjøsa, som ble utført over to perioder (2014–2015). På denne kontrakten hadde nemlig Statens vegvesen stilt krav om valedokumentasjon, og Veidekke Industri AS hadde brukt HAMM valser med HCQ-system på denne kontrakten. Datafilene Statens vegvesen fikk som byggherre på denne kontrakten var store PDF-filer, og det var altså heller ingen som hadde redigert disse datafilene. Med disse forskjellige datasettene skulle vi finne ut om VETA er et program Veidekke Industri AS kan bruke i fremtiden når byggherre stiller krav om valedokumentasjon i asfaltkontrakter. Som tidligere nevnt i avgrensingen er det utelukkende brukt data fra HAMM-valser.

Dette er et relativt nytt system for Veidekke Industri AS sine funksjonærer og for asfaltlagene, så derfor setter vi en usikkerhet i innholdet av de ulike datasettene vi har mottatt. Vi var ikke til stede under noen av disse asfalteringene, og kan derfor ikke kvalitetssikre at alt har blitt gjort riktig med tanke på kalibrering av målere og hvorvidt valseførerne deaktiverte vibrering og oscillering når asfaltdekket fikk for lav temperatur.

3.2 Metode

Problemstillingen vår er å utforske programmet VETA for å vurdere om dette er et program Veidekke Industri AS som entreprenør eller Statens vegvesen som byggherre kan bruke på fremtidige asfaltkontrakter. Ved hjelp av data fra Veidekke Industri AS sine asfalteringsoppdrag

på E6 Mjøsa og E39 Ørsta/Volda fikk vi muligheten til å ta disse dataene inn i VETA-programmet. For at VETA skulle være et program å satse på, måtte det være et enkelt å håndtere for de som skal bruke det.

I generell forskning skilles det mellom to forskningsmetoder, kvalitativ og kvantitativ. Kvalitativ metode er forskning som baserer seg på muntlig eller tekstlig informasjon, mens kvantitativ metode er forskning som baserer seg på tall og andre ting som er målbart. I denne oppgaven skal vi vurdere mange forskjellige faktorer opp mot nytten av et program, og bruker derfor en kvalitativ metode. I denne oppgaven har vi ingen konkrete tall å forholde oss til, men subjektive vurderinger av dokumentasjon og programvarer. (Olsson, 2015)

Under studiet vårt på NTNU i Ålesund (tidligere Høgskolen i Ålesund) har asfaltfaget i liten grad inngått i pensum. Derfor har startfasen av arbeidet med denne oppgaven handlet mye om å bygge opp en generell forståelse for faget. I begynnelsen handlet det mye om informasjonsinnsamling om faget, som deler av litteraturstudien baserer seg på. Dette var også viktig fordi vi har en problemstilling det ikke har blitt forsket eller jobbet mye med i Norge før nå. Det er først i de siste årene Statens vegvesen har begynt å ta i bruk valedokumentasjon, men hittil har kontraktene til Statens vegvesen vært veldig uklare om hva som skal dokumenteres og hvilket filformat dokumentasjonen skal leveres i. Derfor ønsket Veidekke Industri AS å være i forkant av nye krav som Statens vegvesen kommer med i fremtiden. Statens vegvesen Region øst har også uttrykt at de ikke vet nok om temaet og at de er i en læreprosess der de er åpne for innspill fra entreprenører.

I løpet av oppgaven har vi fått et godt samarbeid med Wirtgen Norge, som er kontaktpunktet for HAMM i Norge. Wirtgen Norge assisterte oss mye i begynnelsen av oppgaven, da vi tok i bruk HCQ Navigator. Wirtgen Norge ved salgsleder Eddie Heggard Engebretsen hjalp oss også med planleggingen og arrangementen av et fabrikkbesøk til HAMM AG sin valsefabrikk i Tirschenreuth, Tyskland. Av Entreprenørforeningen – Bygg og Anlegg fikk vi et stipend til fabrikkbesøket. Denne turen ønsket vi for å øke kompetansen vår innen asfaltvalser og tekniske løsninger i valsen, og for å lære mer om HCQ Navigator.

Etter turen til Tyskland løste mange problemer seg i og med at vi fikk en ny versjon av HCQ, som klarte å eksportere filer. Det viste seg å være et klokt valg å reise til Tyskland for å løse problemene, ettersom det ikke er noen i Norge som har klart å svare på mange av spørsmålene som har vært vesentlige for å løse denne oppgaven.

Vi har også hatt et samarbeid med Statens vegvesen Region øst, og har hatt jevnlig kontakt med prosjekt- og byggeledere i asfaltavdelingen til Statens vegvesen. Gjennom prosjektleder Torgrim Dahl har det blitt uttrykt ønske om at vi lager en rapport/henstilling til Statens vegvesen om hva Statens vegvesen nå krever av entreprenør, hva de kan kreve av entreprenør og hva de burde kreve av entreprenør.

I HCQ og VETA er det registrering av overfarter og temperatur under komprimering vi ser mest på. Dette gjør vi fordi vi mener det er dette Statens vegvesen burde se på når de ønsker valedokumentasjon. Vi har også fått signaler fra Statens vegvesen om at de kommer til å se på enten kun overfarter, eller både overfarter og temperatur. Måten vi har valgt å gå frem med denne oppgaven på, er å ta dataene vi har fått og importere disse til VETA, og så se hvor god oppfatning vi får av det arbeidet som er gjort av asfaltlaget som har asfaltert. Vi har ikke laget noen konklusjon angående asfalteringen, men ser på den visuelle fremstillingen av dataene vi har, og om vi klarer å analysere dataene vi har. Vi har også valgt å gjøre det samme arbeidet med HCQ som vi har gjort med VETA. Oppgaven vår er å finne ut om VETA kan brukes av Veidekke Industri AS eller Statens vegvesen, men for å kunne bruke VETA er det også viktig å ha valedokumentasjonsprogramvare som HAMM har laget i HCQ Navigator. Derfor anser vi det som like viktig for vår oppgave, som har begrenset seg til HAMM sine valser, å også gå skikkelig gjennom HCQ-programmet til HAMM.

Det vi ser spesielt på i programmene VETA og HCQ er:

- brukervennlighet
- analysering av valedokumentasjon
- visuell fremstilling av valedokumentasjon
- avvik i asfalteringen

Oppgaven vår består mye av arbeid med programvare og datamaskiner. Vi har vært to stykker som har jobbet fra januar 2016 med å få de forskjellige programmene til å fungere.

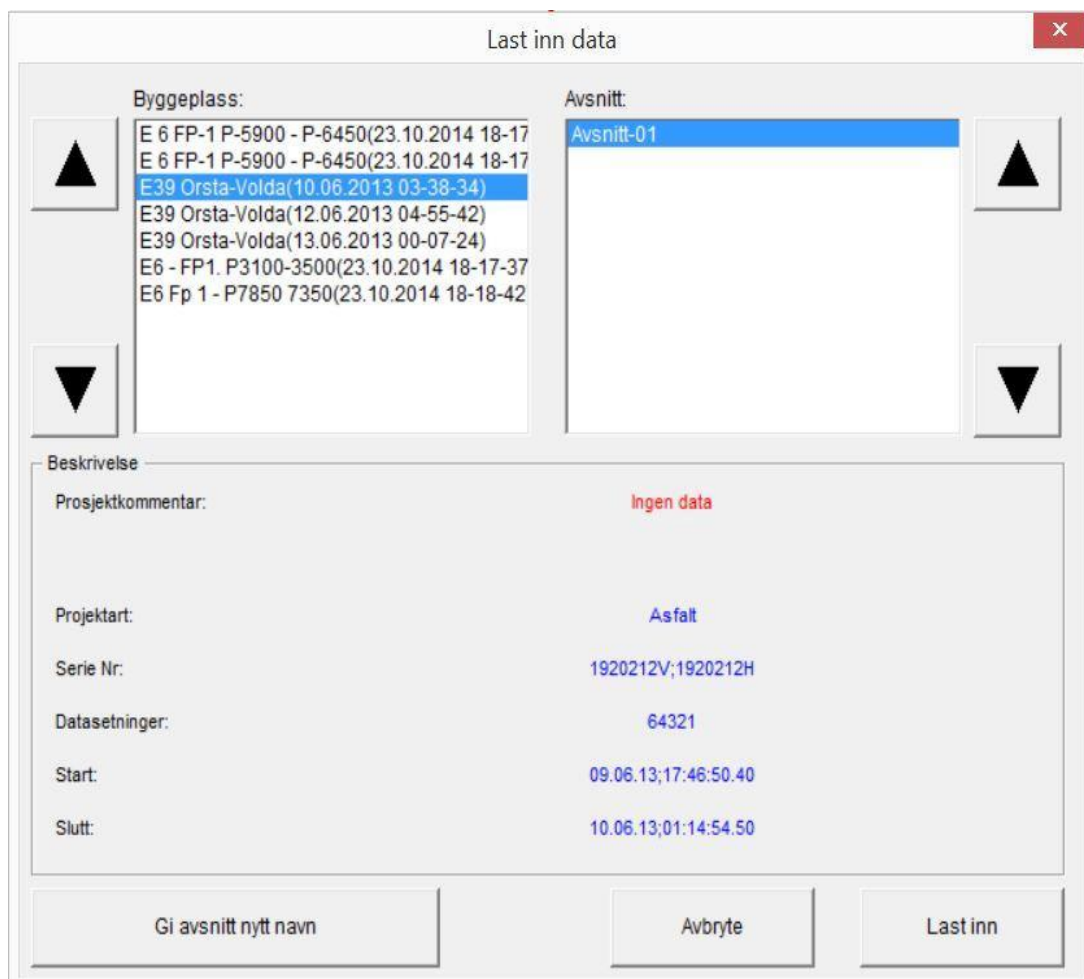
- Windows 8.1 maskin (intel core i5/i7)
- HCQ Navigator (Office versjon: 2.4.48)
- HCQ-koffert, med satellittmottaker og nettbrett
- VETA (Versjon 3.011.0164)
- HAMM DV-90 vals

Under hele oppgaven vår har vi hatt kontorplass hos Veidekke Industri AS i Ålesund. Dette har gjort at vi hele tiden har hatt nær kontakt med fagpersonell. Dette har ført til mange lærerike samtaler, og det har alltid vært noen som har kunnet svare på våre spørsmål angående asfaltfaget.

4.1 HCQ

HCQ Navigator er et visuelt dokumentasjonsprogram. Programmet, som er koblet opp mot satellitt, overvåker bevegelsene til valse, samt visse verdier på asfalten. Disse verdiene blir presentert visuelt for valesjåføren under asfaltering, slik at han kan bruke dette programmet som et hjelpemiddel. De to viktigste verdiene når man asfalterer er antall overfarter og asfalttemperaturen under komprimering. Dette er viktige verdier for valesjåføren å vite under asfaltering: Antall overfarter for å vite hvor han har kjørt og ikke, og hvor mange ganger han har kjørt der. Temperatur for å vite hvor varmt asfaltdekket er; under 100 °C skal man ikke bruke vibrering, under 80–90 °C skal man ikke bruke oscillering.

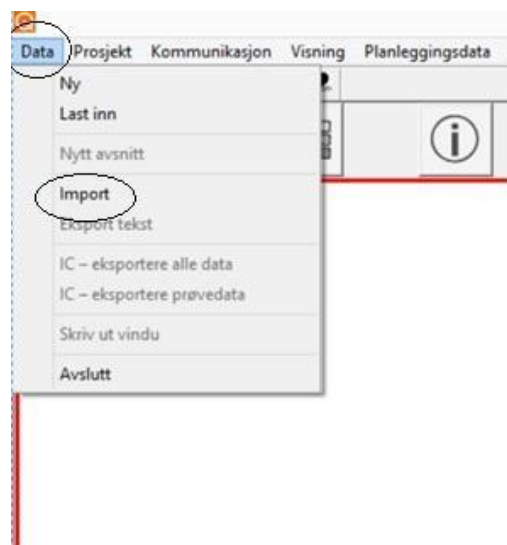
Når HCQ Navigator blir slått på, er skjermdumpen under det første man ser, enten man er



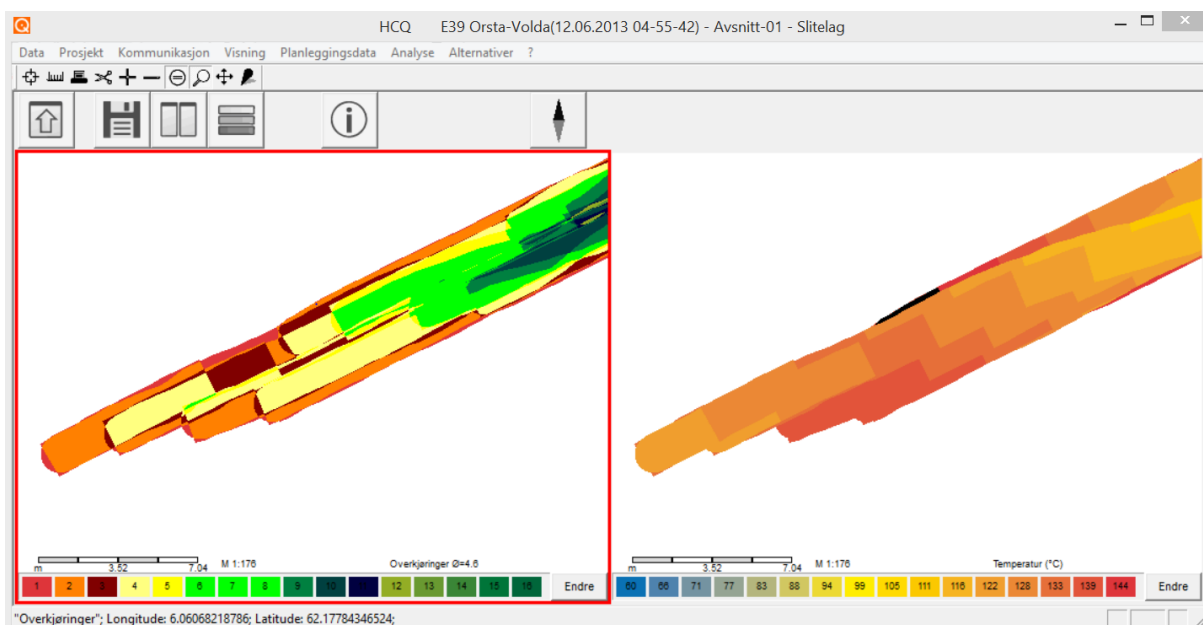
Skjermdump 1: Last inn siden til HCQ, her velger man prosjekt og avsnitt man vil se.

valseshjåfør eller funksjonær. Her velger man den filen man vil jobbe med, og åpner den i programmet. På skjermdumpen er det syv forskjellige byggeplasser med filsett som ligger tilgjengelig, og i oppgaven vår har vi brukt data fra E39 Ørsta–Volda og E6 Mjøsa, som vist på skjermdumpen. Avsnitt forteller oss hvilke lag vi er på, dette kan være slitelag, bærelagene eller de granulære lagene til veikroppen. På hver enkelt fil ligger det informasjon som prosjektkommentar, prosjektart, maskinnummer på vals, datastørrelse og start- og stopptidspunkt.

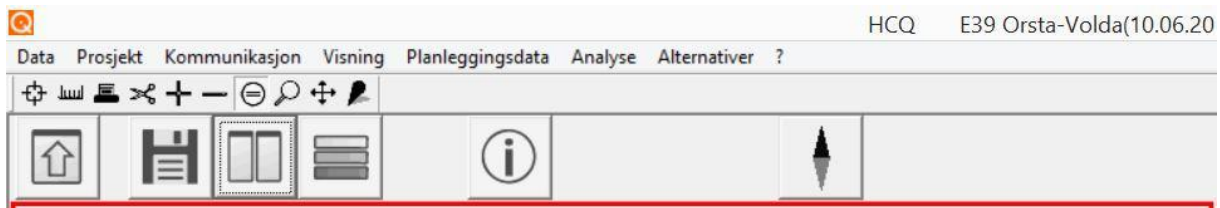
Hvis filene ikke ligger klar i programmet, må de importeres. Dette gjøres enkelt via oppgavelinjen. Når filene er ferdig importert vil de enkelt hentes frem fra *Last inn*, som vist på forrige side. Etter en asfaltering må filene kopieres til en minnepinne fra nettbrettet i valse, og deretter importeres til en datamaskin for kontroll. Når filene er lastet opp er det mulig å se komprimeringsarbeidet, enten i en visuell fremstilling som vist på skjermdumpen under, eller man kan se hele komprimeringsarbeidet i en reprise.



Skjermdump 2: Importfunksjonen til HCQ

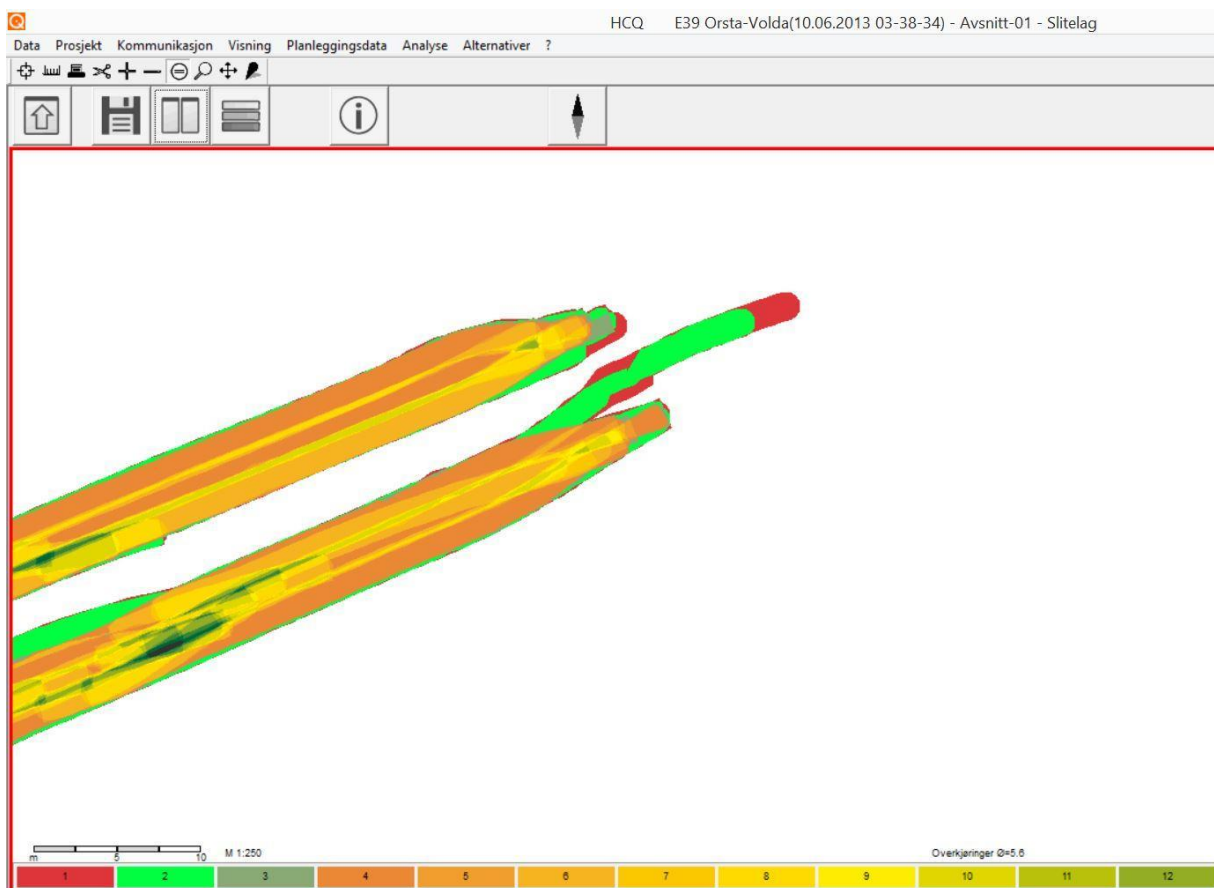


Skjermdump 3: Når man får åpnet filen, får man opp en grafisk fremstilling av valseingen



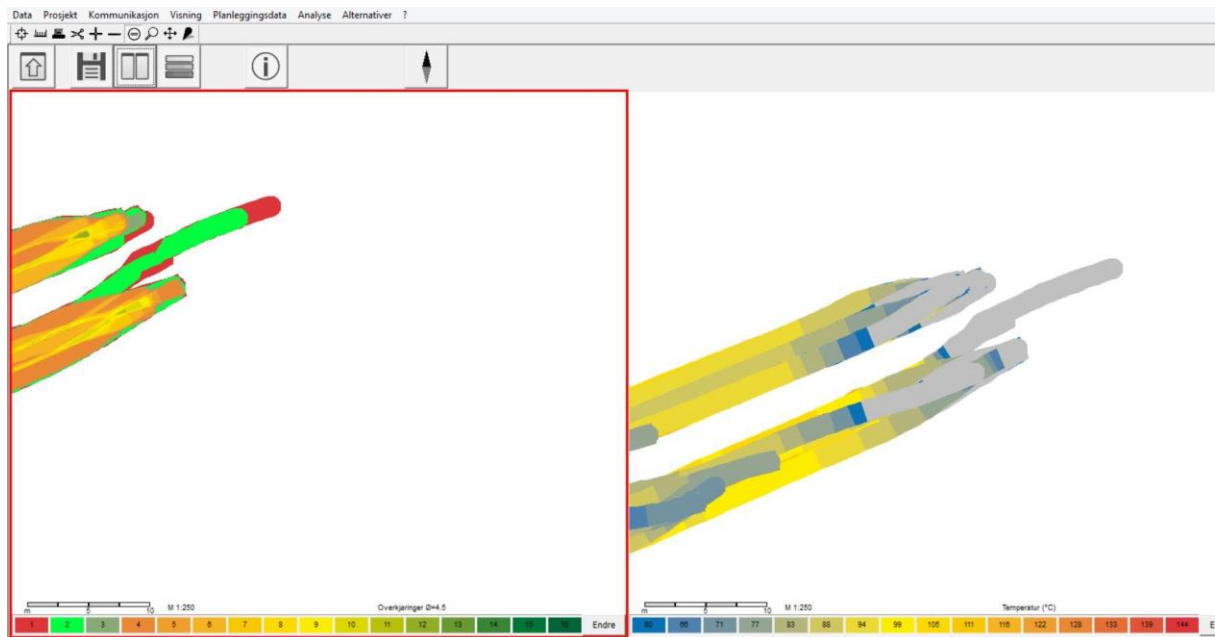
Skjermdump 4: Oppgavelinjen til HCQ

På skjermdumpen ser vi oppgavelinjen i Office-versjonen av HCQ Navigator. Det er denne versjonen en funksjonær bruker, og versjonen som står i valsen vil også ha kontakt med satellitt- og opptaksfunksjon i oppgavelinjen. Fra oppgavelinjen kan man gjøre flere viktige oppgaver; fra *Data* kan man importere, laste inn, lage nye prosjekt, lage nye avsnitt og eksportere valedokumentasjon. Å importere og eksportere er normalt den første og siste oppgaven man gjør i HCQ. Hvis det ikke går å importere eller eksportere, er HCQ-programmet utdatert og må oppdateres. Data man importerer her kommer rett fra en minnepenn fra en HCQ-vals, og eksporteres til *amd.vexp*-format, som er VETA sitt format for HAMM-valsene. Den nedre arbeidslinjen er for navigering og beskjæring av bildet man jobber med, og de nederste verktøyene er: stort/lite bilde, lagring av prosjekt, hel/todelt skjerm, lagvalg (slitelag, bindelag), generell informasjon og retningspil på bildet.



Skjermdump 5: Oversikt over overfartene i HCQ

På skjermdumpen på forrige side ser vi en visuell fremstilling av antall overfarter som er tatt av valse. Vi ser enkelt fargeinndelingen for de enkelte overfartene som er gjort av valse. Fargeinndelingen kan enkelt justeres etter ønske i programmet.



Skjermdump 6: Grafisk fremstilling av overfarter og temperatur under komprimering.

På en asfaltering vil antall overfarter og temperatur på dekket være det mest aktuelle for en valesjåfør å se, og dessuten for funksjonæren å dokumentere. Fremstillingen ser vi vist typisk på skjermdumpen over. I HCQ logges også grunnens fasthet når den komprimeres, H_{MV}. Denne verdien kan ikke brukes til noe dokumentasjon ved asfaltering.



Foto 3: HCQ nettbrettet montert inne i HAMM valsen

Når føreren har koblet alt utstyret til, er det bare å slå på nettbrettet, velge riktig prosjekt, og trykke på *connect* og *record*, vist med rød ring på bildet under. Da vil skjermen, som fremstår som todelt på bilder over, ta opp to forskjellige verdier, oftest overfarter og temperatur på asfaltdekket. Når valesjåføren er ferdig, lagrer han prosjektet på en minnepinne som blir gitt videre til en funksjonær.

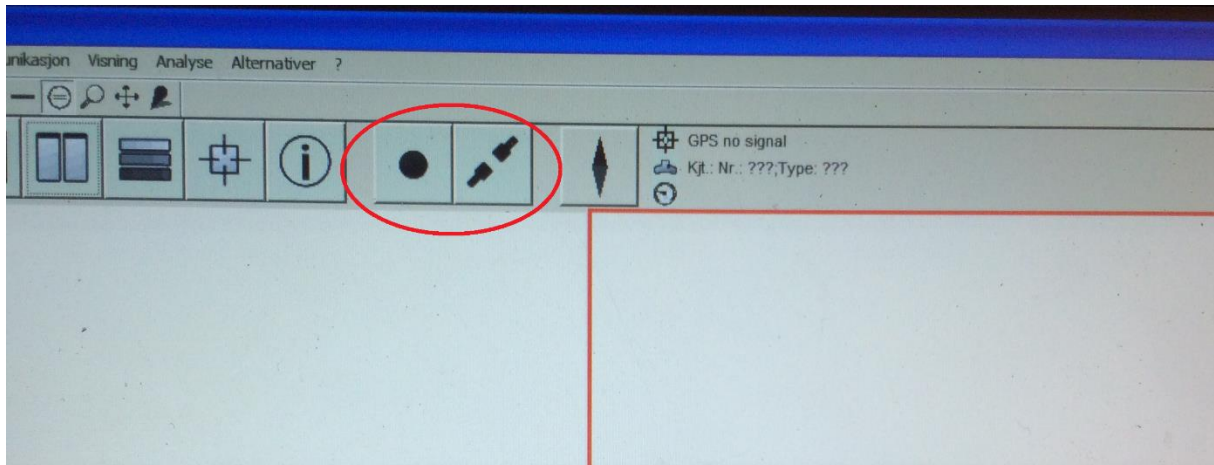
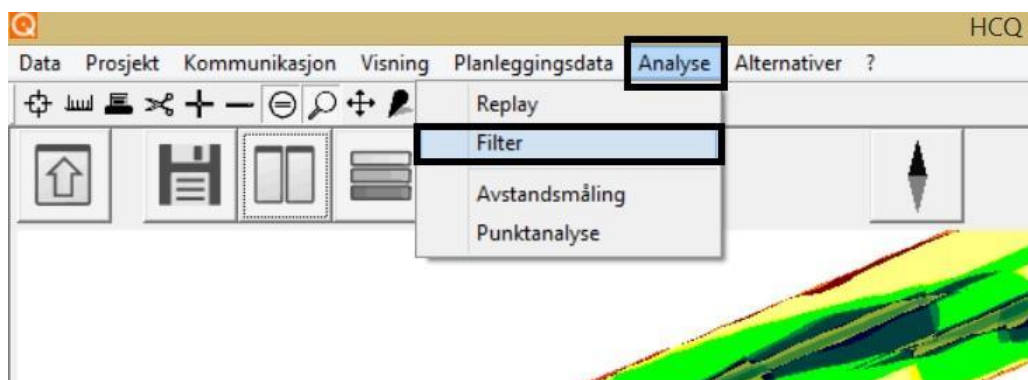


Foto 4 : Knapper for optak og kontakt med rød ring, HCQ i vals. Foto: Fredrik Tutvedt

HCQ Navigator skal være et enkelt program for både valesjåføren og for funksjonæren som skal klargjøre nettbrettet før asfaltering og bearbeide dataene etter asfaltering. Før en asfaltering må nettbrettet som henger i valsen klargjøres med et prosjekt som skal inneholde prosjektnavn, prosjekttype (asfalt, veikropp) og type lag (bærelag, slitelag). Deretter er det bare for sjåføren å montere antennen på taket til valsen og nettbrettet inne i valsen.

4.1.2 Analyse



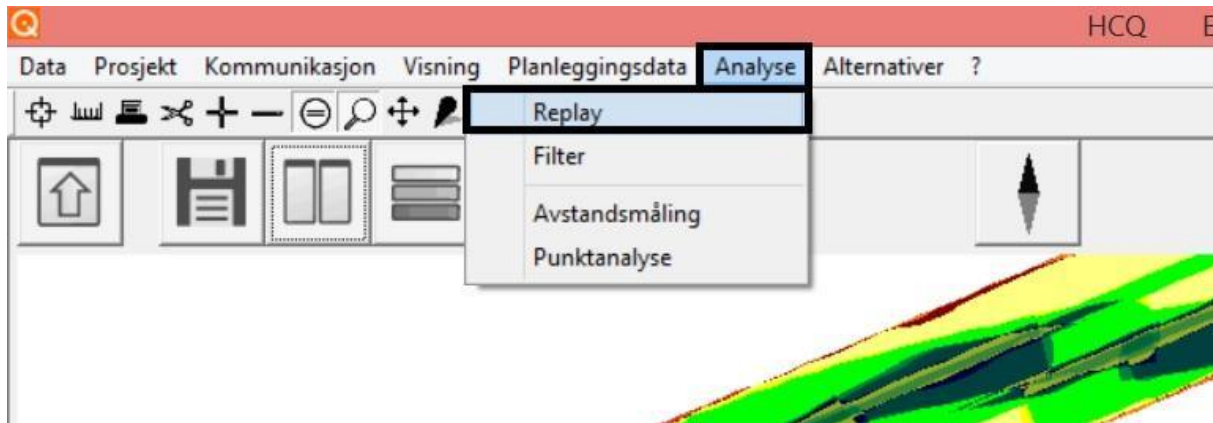
Skjermdump 6: HCQ Navigator, Analyse > Filter

En av funksjonene til HCQ er en analysefunksjon der man kan avgrense og filtrere forskjellige verdier under komprimeringen. Vi kan her gå inn og velge å se for eksempel all komprimering som er gjort med vibrerende valser på en temperatur lavere enn 100 °C, eller velge å se på kun oscillerende komprimering under hele komprimeringen. Faktorer man kan velge å se eller ikke se er:

- komprimeringsteknikk (statisk, vibrasjon, oscillasjon, gummihjulsvals)
- temperatur, justere temperaturen man ønsker å se komprimert.
- fremre eller bakre trommel
- tidsrom, justere tiden man ønsker å se komprimering i
- asfaltlag (slitelag, bindelag)

Skjermdump 8: Filterinnstillinger. Det fremkommer tydelig her hvilke verdier man kan ta med videre, og hvilke man kan ta vekk i filteret.

Filterfunksjonen er et verktøy for personen som skal bearbeide dataene fra jobben som er blitt utført. Er det mistanke om avvik, kan man gå inn og se på komprimeringen på det aktuelle tidspunktet. Eksempelvis kan det ved mistanke om blødning være nyttig å velge å se vibrasjonskomprimering ved lavere temperaturer enn 100 °C.



Skjermdump 9: HCQ Navigator, Analyse > Replay

I analysemenyen ligger det også en *Replay*-funksjon; dette er en form for opptak av valsingen. Her kan du se det valesjåføren så da han komprimerte, og slik kan du se akkurat hvilket valsemønster føreren har, hvordan temperaturen er underveis, om det er stopp i valsingen, og andre momenter man kan fremstille gjennom et slikt opptak. Tempoet på komprimeringen kan lett justeres, slik at en dags komprimering går fort å se.

HCQ Navigator kobler seg ikke automatisk opp mot et kartsystem slik VETA gjør, men GPS-mottakeren på valsen er koblet opp mot et nettverk. På denne måten vil koordinatene følge datafilene når man eksporterer HCQ-filen til VETA.

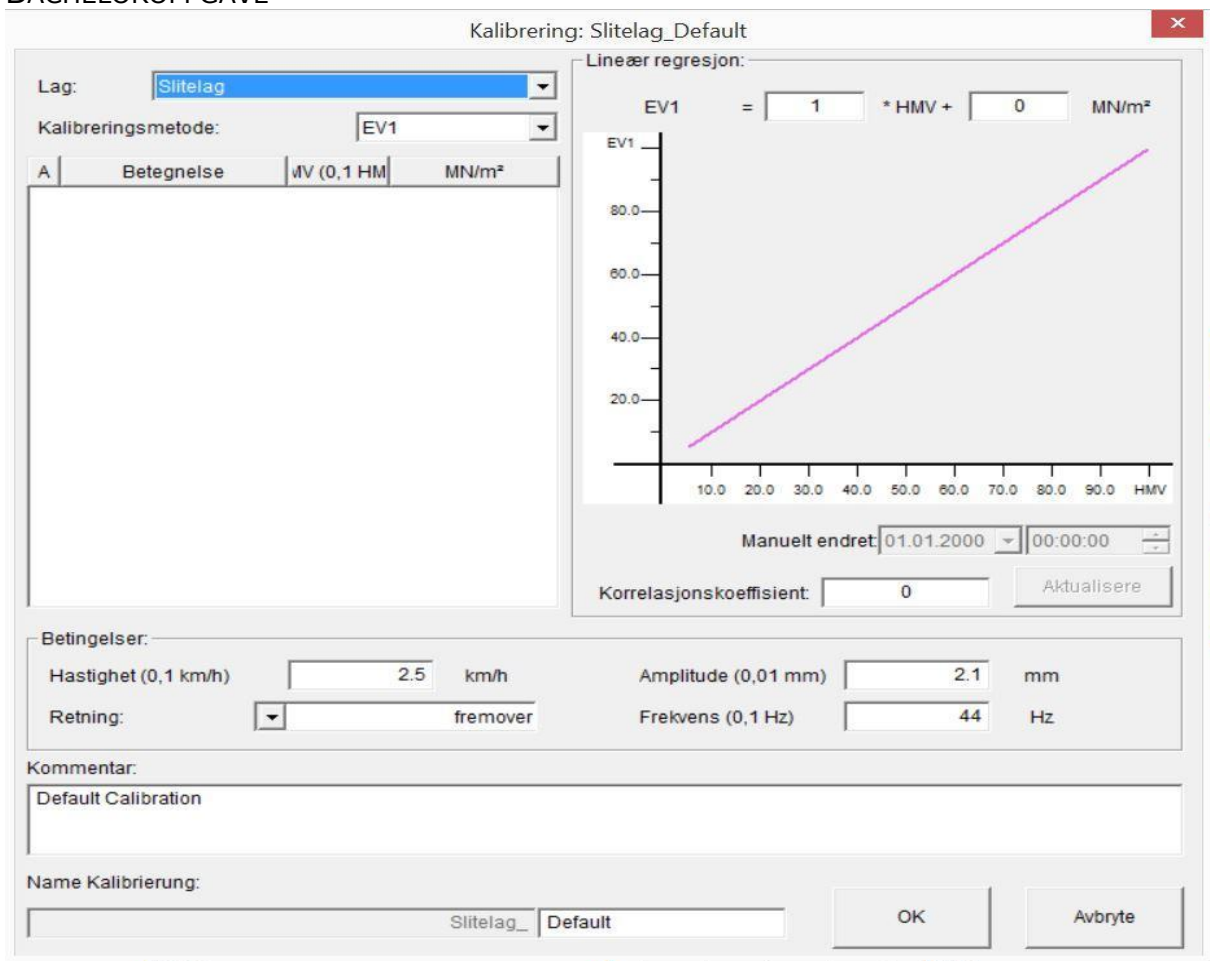
The screenshot shows a dialog box titled "Valg av koordinat og referansesystem". It contains several configuration options:

- Kontinent: World
- Land eller gruppe: International coordinate systems
- Koordinatsystem: Geographic coordinates (Greenwich) [deg]
- Referansesystem: WGS84 (World-wide GPS), geocentric, WGS84
- Område (lengde/bredde): -180 to +180 / -090 to +090 degrees
- Notasjon (øst/nord): ±ddd / ±dd
- Standard-Bezugssystem: WGS84 (World-wide GPS), geocentric, WGS84
- Addend øst (meter) ±: 0
- Addend nord (meter) ±: 0
- Desimalplasser: 11

Buttons: Overta, Avbryt

Skjermdump 10: HCQ Navigator. Prosjekt > Koordinatsystem. Valg av koordinat- og referansesystem i HCQ.

Når det er flere HCQ-valser som arbeider med samme asfaltstrekning, skal disse automatisk koble seg til hverandre via et WLAN nett, det vil si et trådløst nett mellom valsene. Via dette nettet skal valsene kommunisere med hverandre, slik at begge førerne har oversikt over sitt eget arbeid og i tillegg arbeidet til den andre valsen. I oppgavelinjen er det en kommunikasjonsknapp som heter «HAMM Network». Dette er en oversikt over valsene som jobber sammen over WLAN på et prosjekt. WLAN-nettet gjør at all dokumentasjonen kan samles i en fil fra HCQ.



Skjermdump 11: Kalibreringsverktøy i HCQ.

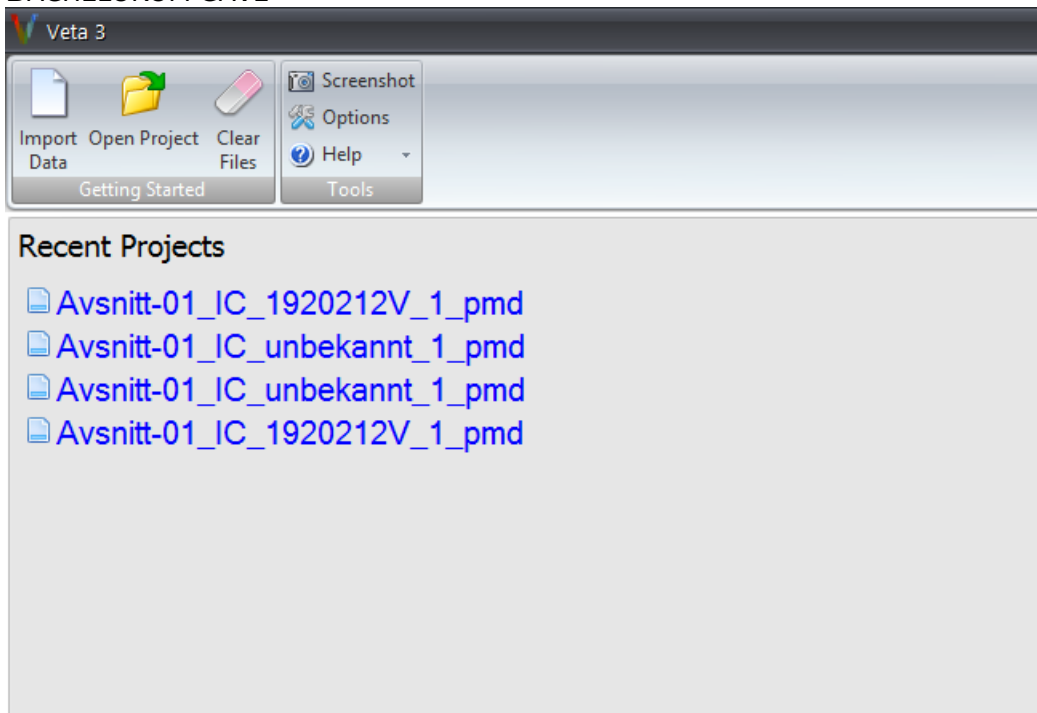
På skjermdumpen over kan man kontrollere enkelte recalibreringsverdier i HCQ-systemet. Dette er kalibrering av HMV-sensoren til HAMM, som måler stivheten i dekket. Recalibrering er viktig arbeid å gjøre jevnlig, selv om HMV-verdien ikke er noe som blir mye brukt til asfaltering.

4.2 VETA

VETA er et kartbasert program som The Transtec Group startet å utvikle i 2008. Da man etter hvert så nytten av et slikt program, ble den videre utviklingen finansiert av Minnesota DOT, sammen med FHWA, og flere stater i USA.

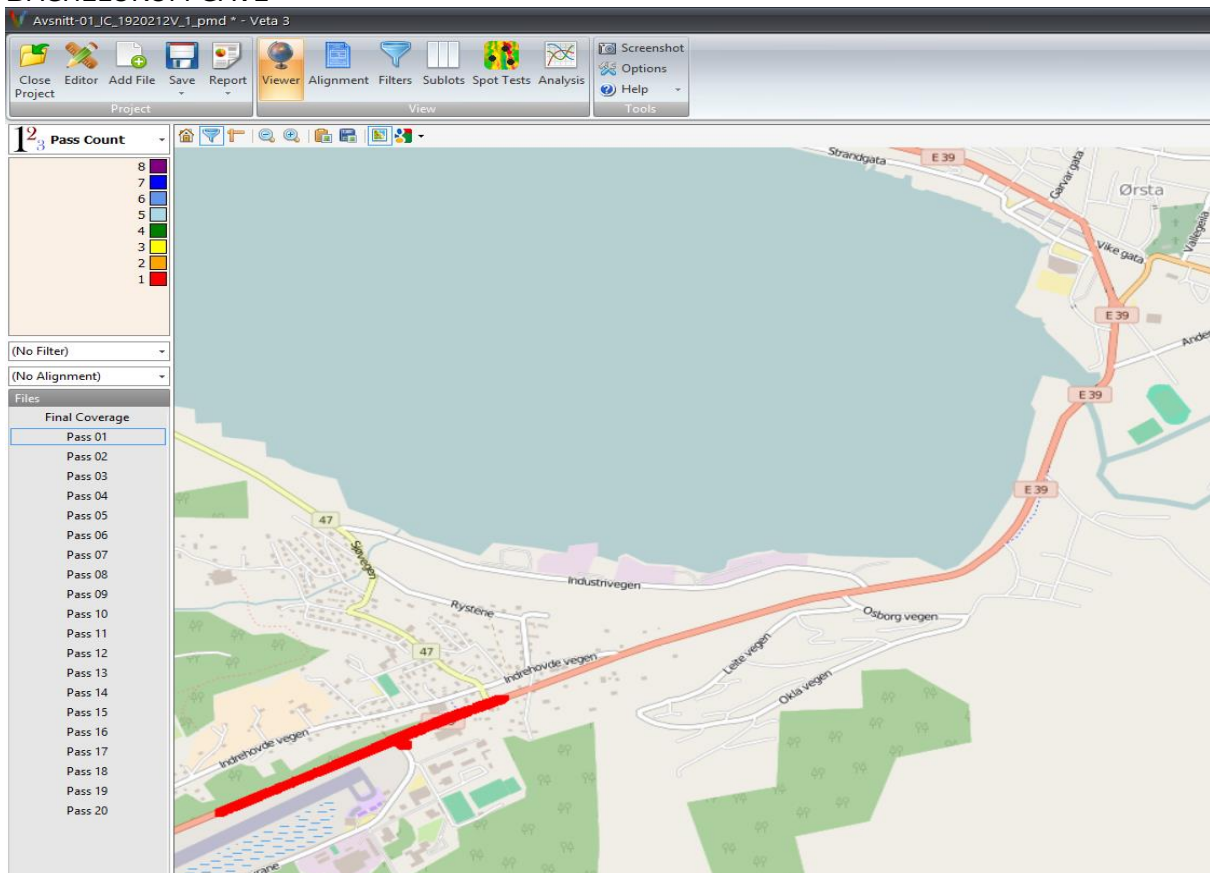
Hovedpoenget med VETA er at programvaren skal være en database som skal vise en visuell framstilling av komprimeringsarbeidet gjort på et prosjekt. Det skal kunne legges fram statistikker og rapporter på deler av et prosjekt. Byggherren skal lett kunne kontrollere dokumentasjonen og visuelt se over at ting er gjort etter krav og mål. For at VETA skal kunne brukes av en byggherre, må det være kompatibelt med et stort utvalg av valseleverandører som har systemer for valsedokumentasjon, slik som HAMM har i HCQ. VETA er allerede kompatibelt med flere valseleverandører, og produsenten jobber kontinuerlig med å utvikle flere samarbeid. Dette er også noe valseleverandørene ønsker å få til.

VETA er også laget for å importere IR-filer fra asfaltutleggere, men her er det foreløpig kun MOBA IR som er kompatibelt med VETA. VETA lastes gratis ned fra <http://www.intelligentcompaction.com/veta/current-version/>, og er enkelt å installere. Når man eksporterer HCQ-filene fra HCQ Navigator er det viktig at man vet akkurat hvilken mappe de ligger i.



Skjermdump 12: VETA. Første side man får opp, med valg om å importere og åpne data.

På skjermdumpen over ser vi fire eksporterte filer fra HCQ Navigator, som vi har hentet opp i VETA. «Avsnitt-01», er navnet på filen, «1920212» er maskinnummeret og «V» står for fremre trommel. Hvis det hadde stått «H», ville dette ha betydd bakre trommel. For de jobbene som ikke har maskinnummer, er dette ukjent og det står da «unkannt». Her har dette ikke blitt lagt inn i HCQ ved asfaltering, noe som viser at forarbeid er viktig før en asfaltering, slik at alt har et sted og nummer når jobben er ferdig utført.



Skjermdump 13: VETA, kart over Ørsta. Rød stripe representerer den første overfarten.

Når man åpner prosjektet vil man få opp et stort kart i programmet, slik at man enkelt ser hvor det er blitt asfaltert. Når man velger å se overfart 01 («pass count 01»), ser man hvor valseen har komprimert i kartet. VETA benytter seg av karttjenesten *OpenStreetMap*, og dette gjør det enkelt å visualisere komprimeringsarbeidet. *OpenStreetMap* har ikke alltid de nyeste kartsettene – noe som fort blir tydelig på nye veiprosjekter – men på eksisterende veinett fremstår det som et godt verktøy.

På bildet over er vi inne i «Viewer» når vi har åpnet prosjektet. Her har vi en helhetlig oversikt, og kan enkelt bla i de ulike verdiene som er blitt dokumentert i de ulike overfartene. Under oppgavelinjen er det en enkel verktøylinje hvor man kan bevege seg på kartet, zoome og utføre avstandsmålinger.

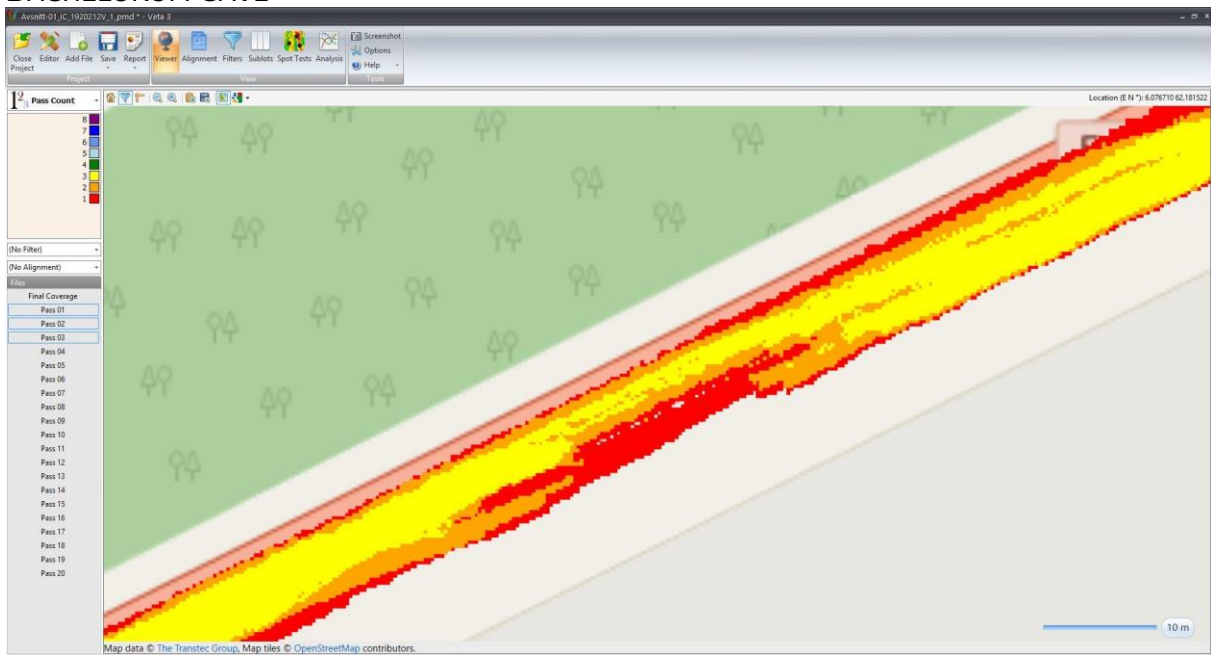
Øverst i venstre hjørne velger man verdien man ønsker å se, og når man har valgt verdien man ønsker å få presentert, kan man igjen velge hvilken overfart man vil se verdien presentert i, som temperaturen i overfart to eller hastigheten på valseen i overfart seks.

Verdiene VETA viser oss etter overføring fra HCQ Navigator er:

- overfarter («pass count»)
- temperatur på dekket
- valsens fart («roller speed»)
- frekvens

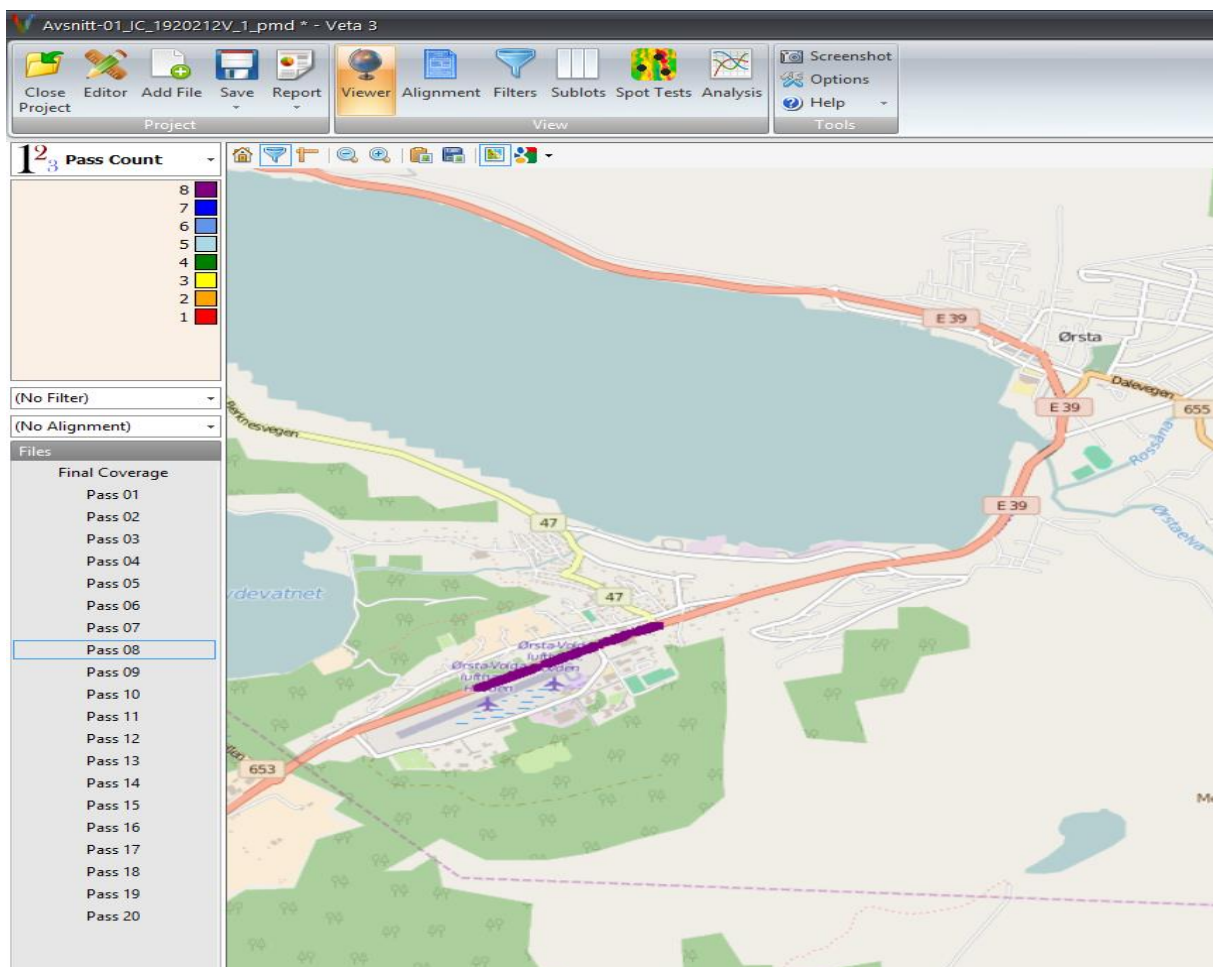
4.2.1 Overfarter

Når vi velger «pass count» får vi opp alle overfartene valsen har tatt under asfalteringen. Under er alle overfartene man kan se listet opp, og hver overfart har en egen farge. Dette gjør det lett å se hvilken overfart man har valgt og hvor det har blitt komprimert. På det aktuelle strekket er det kun lagt inn åtte farger, og valsen har registrert mer enn åtte overfarter. Dermed er det viktig at det blir lagt inn et stort nok antall farger til ulike overfarter, og farger som gjør det enkelt å se hvor godt det er blitt komprimert. Til venstre i bildet blar man enkelt mellom overfartene, enten en og en, eller man kan legge flere oppå hverandre. Når man legger flere oppå hverandre ser man differansen mellom de forskjellige overfartene, og man zoomer enkelt med musen for å gå i detalj på komprimeringsarbeidet. VETA registrerer informasjonen den får fra valseprogrammet i piksler som tilsvarer 30 cm x 30 cm, som gjør at det kan fremstå i overkant kantete når man går tett på overfartsprofilen.



Skjermdump 14: Overfart 1,2 og 3 i VETA.

På skjermbildet på forrige side har vi lagt inn overfart 1, 2 og 3. Her ser vi at det blir komprimert mindre og mindre fra overfart 1 til overfart 3. Dette er en enkel og fin metode for å kontrollere antall overfarter som er utført på prosjekt. Her er det registrert 20 overfarter, på grunn av overlappinger i valsemønsteret.



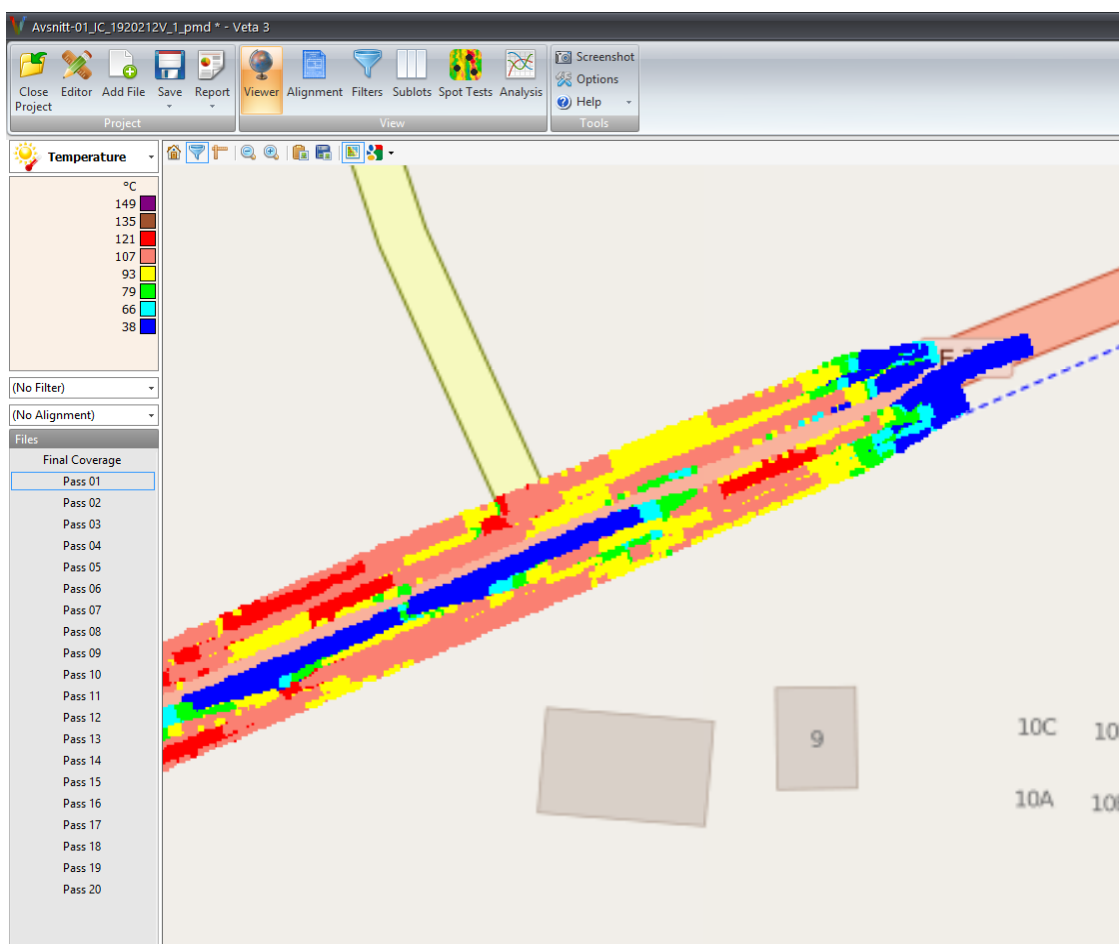
Skjermdump 15: Overfart nr. 8. Det er enkelt å bla i de forskjellige overfartene.

4.2.2 Temperatur

Velger man temperatur kan man se hvilke temperatur asfaltdekket hadde idet valse passerte under komprimering, noe som sammen med overfarter er de verdiene entreprenøren og byggherren er mest opptatt av. Her kan man også enkelt bla mellom de ulike overfartene, slik at

man får en skikkelig oversikt over temperaturen gjennom hele asfalteringen. Farge- og temperaturverdiene kan enkelt endres på, slik at man kan legge inn verdier som best representerer det man ønsker å se. Man kan velge hvilke temperaturområder som skal vises i ulike farger, slik at for eksempel alt 100 °C og ned kan ha en farge, og alt mellom 100 og 150 °C kan ha en farge. Å gå inn i dokumentasjonen og se nøyaktig temperatur er en veldig nyttig funksjon, både når det gjelder generell temperatur på dekket under komprimering, men også hvis det er satt visse restriksjoner. Dette kan være at det ikke skal vibreres når asfaltdekket er kaldere enn 100 grader, som her enkelt kan dokumenteres.

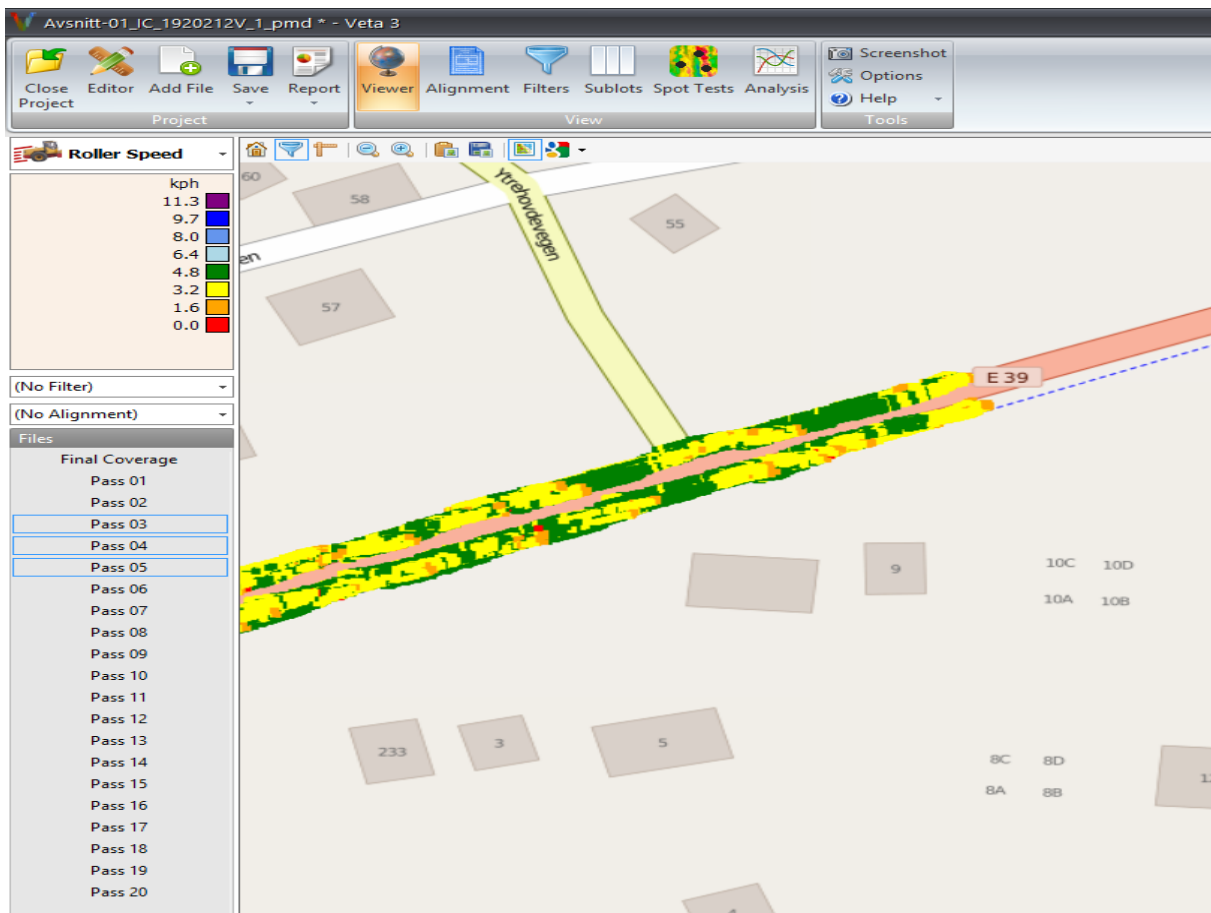
Fargeverdiene som temperaturen viser bør være nøye gjennomtenkt og utarbeides i et kaldt–varmt fargespekter (fra blått til rødt).



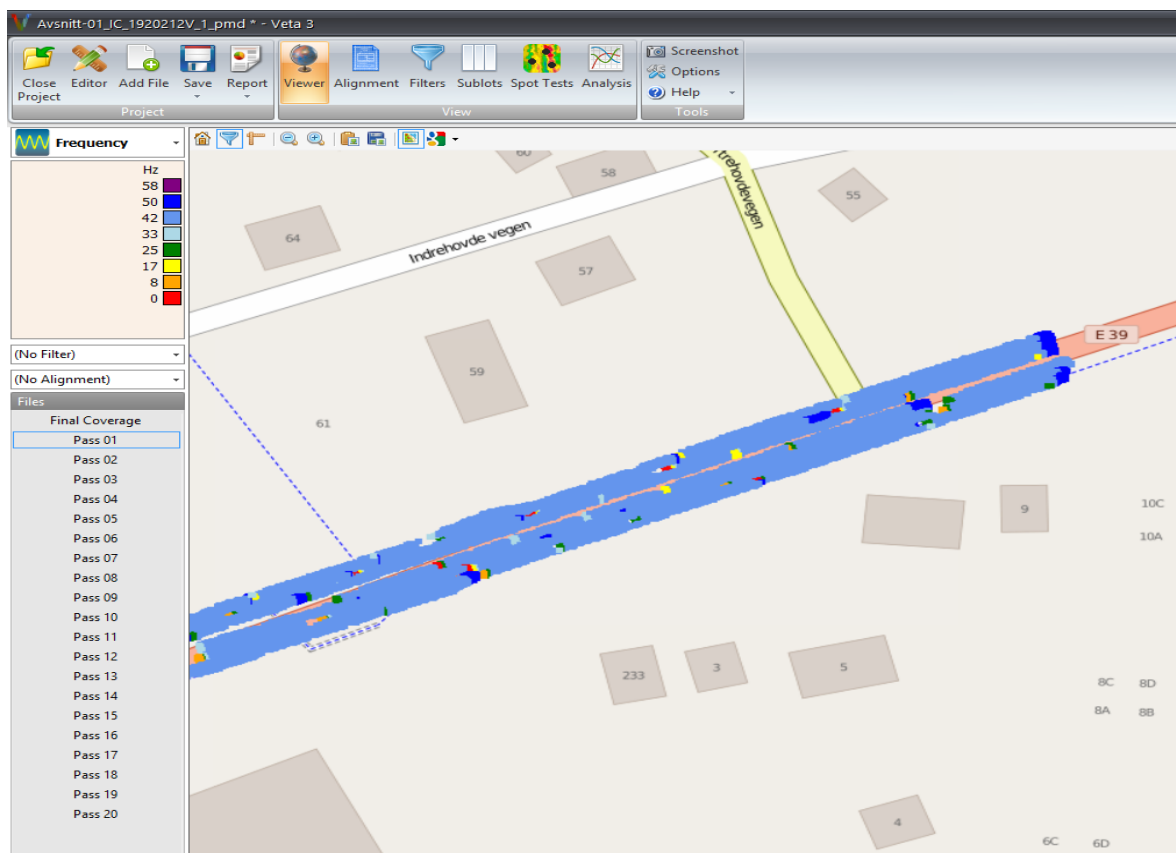
Skjermdump 16: Temperaturoversikten i VETA.

4.2.3 Valsehastighet («Roller Speed»)

Den optimale hastigheten på valsen under komprimering er mellom 3 og 5 km/t, og hastigheten kommer tydelig frem i VETA. På skjermdump under ser vi at nesten all komprimering har blitt utført med en god fart. Her vil det også komme frem hvis det har vært stans i komprimeringen, på samme måte som man kan se stans på utlegger i et IR-bilde.



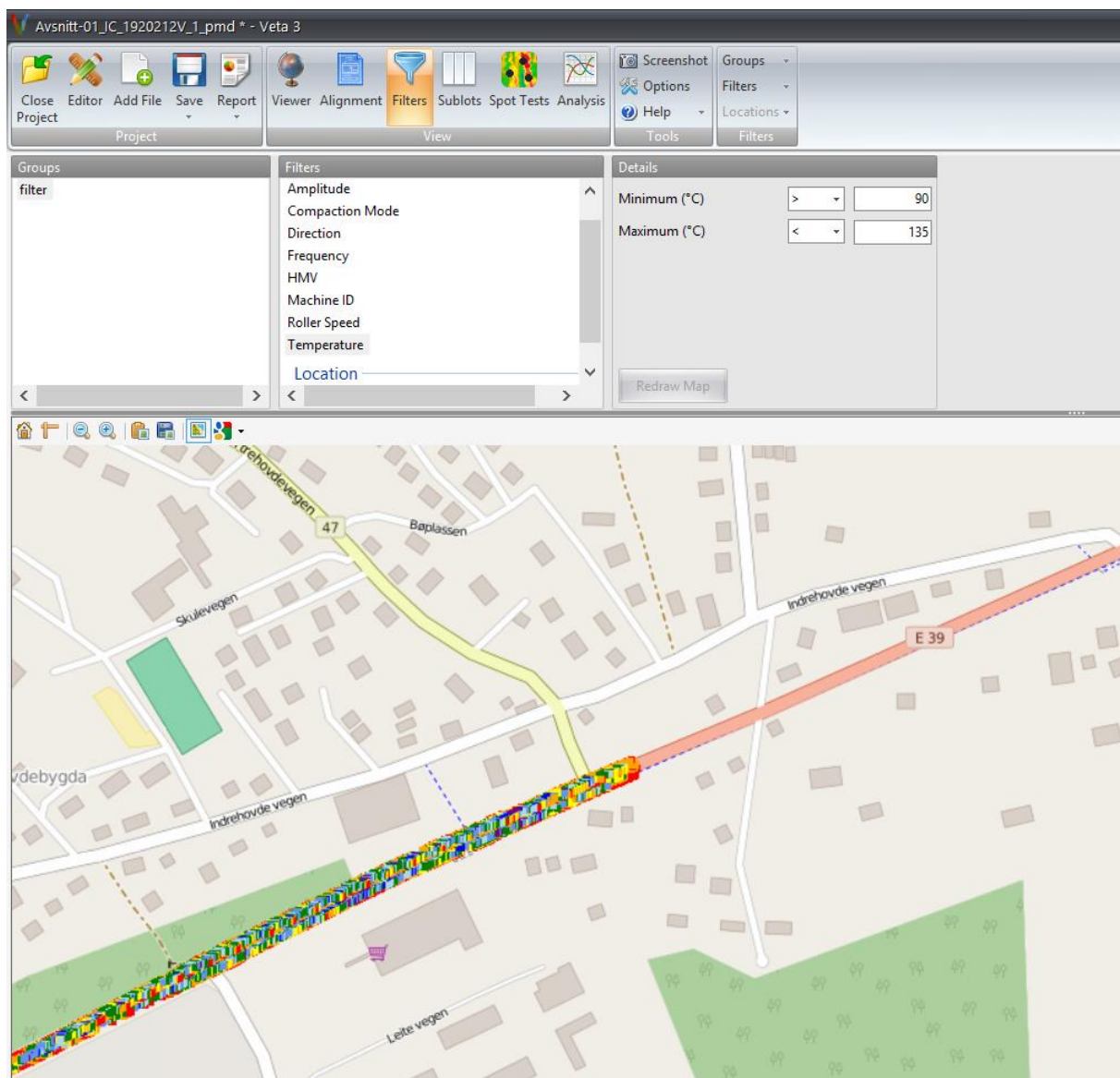
Skjermdump 17: VETA, visualisering av valsens hastighet på overfart 3, 4 og 5.



Skjermdump 18: VETA, frekvens. Vi ser enkelt hvilken frekvens trommelen hadde på overfart 1.

Når man vibrerer eller oscillerer blir det lagt inn frekvens og amplitude, og på HAMM sine valser legges dette inn av valseføreren. Verdiene som brukes velges ut fra flere faktorer, som temperatur, fuktighet, vind, asfalttykkelse og asfalttype. At det brukes riktig frekvens er veldig viktig for asfaltdekket, da det fort kan oppstå bitumenblødninger hvis frekvensen er for høy, og det kan oppstå sprekker og dekket kan fremstå porøst hvis frekvensen blir for lav. Frekvensen er antall slag innen et gitt tidsrom, og amplitude er styrken på hvert enkelt slag.

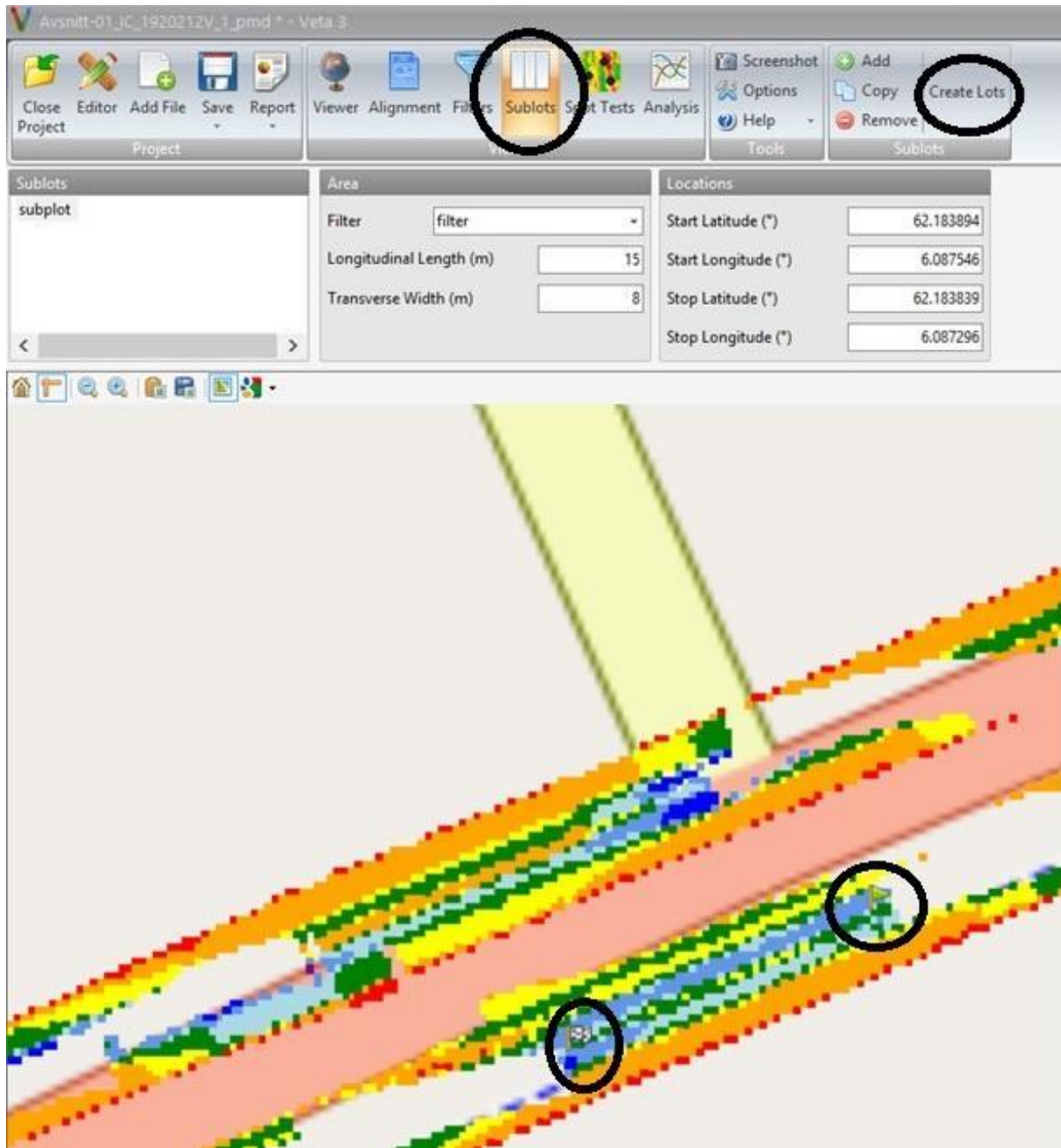
4.2.5 Filter, delpartier og analyse



Skjermdump 19: Filterfunksjon i VETA

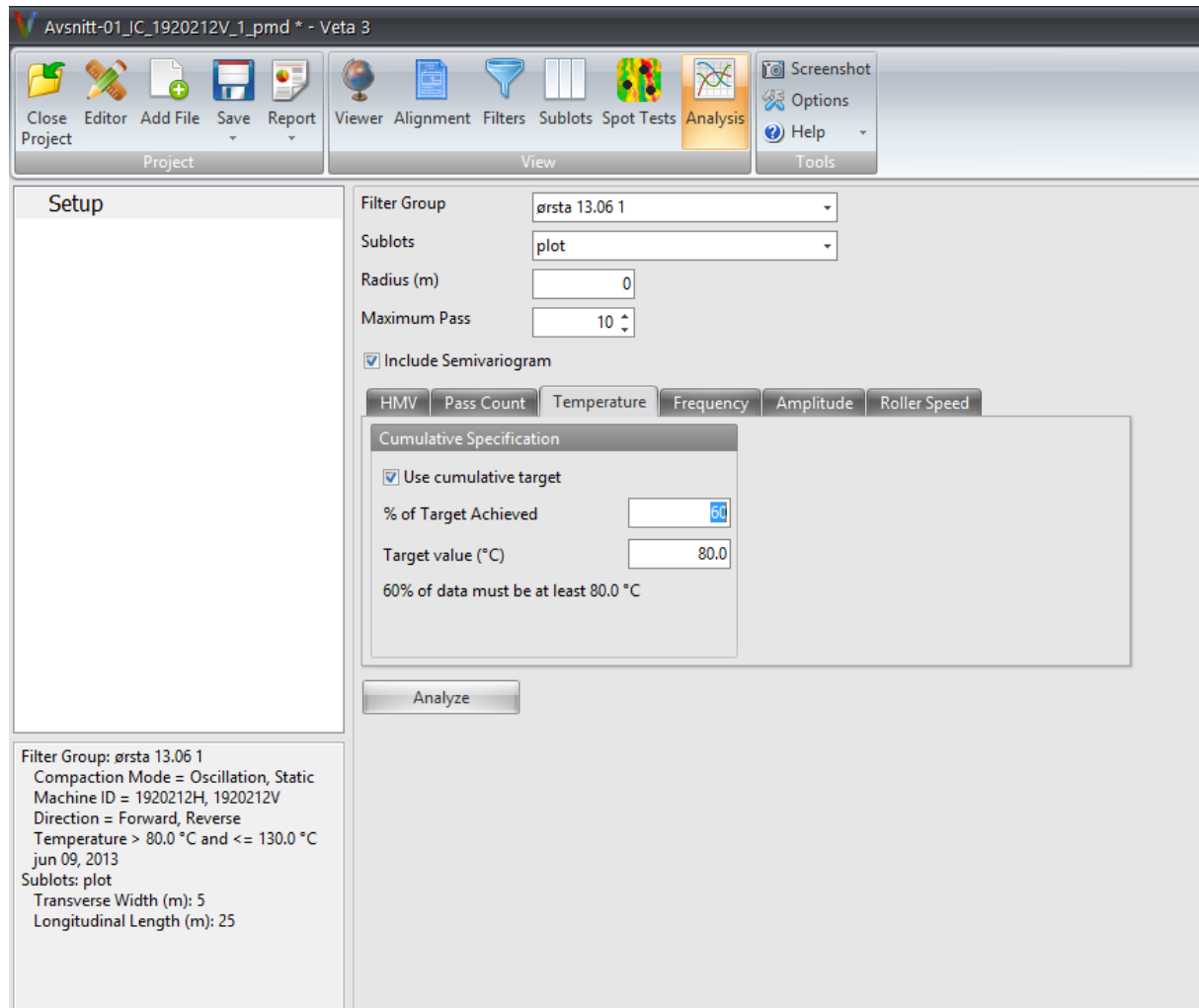
I View-feltet på oppgavelinjen har vi en knapp for «Filters». Her kan vi gå inn og begrense hva vi ser: Det kan være at vi vil se all oscillering som har blitt gjort når dekket var kaldere enn 80 °C eller all statisk komprimering over 160 °C. Når man har valgt de verdiene man ønsker å se, trykker man på «Redraw Map», og kartet vil oppdateres med de valgte verdiene.

Dette er en veldig nyttig funksjon gitt at Statens vegvesen allerede nå krever at entreprenøren ikke skal bruke vibrering under 100 °C på enkelte kontrakter. Også hvis man har unormalt høy slitasje på tromlene er det nyttig å kunne sjekke om det er blitt oscillert på kalde temperaturer.



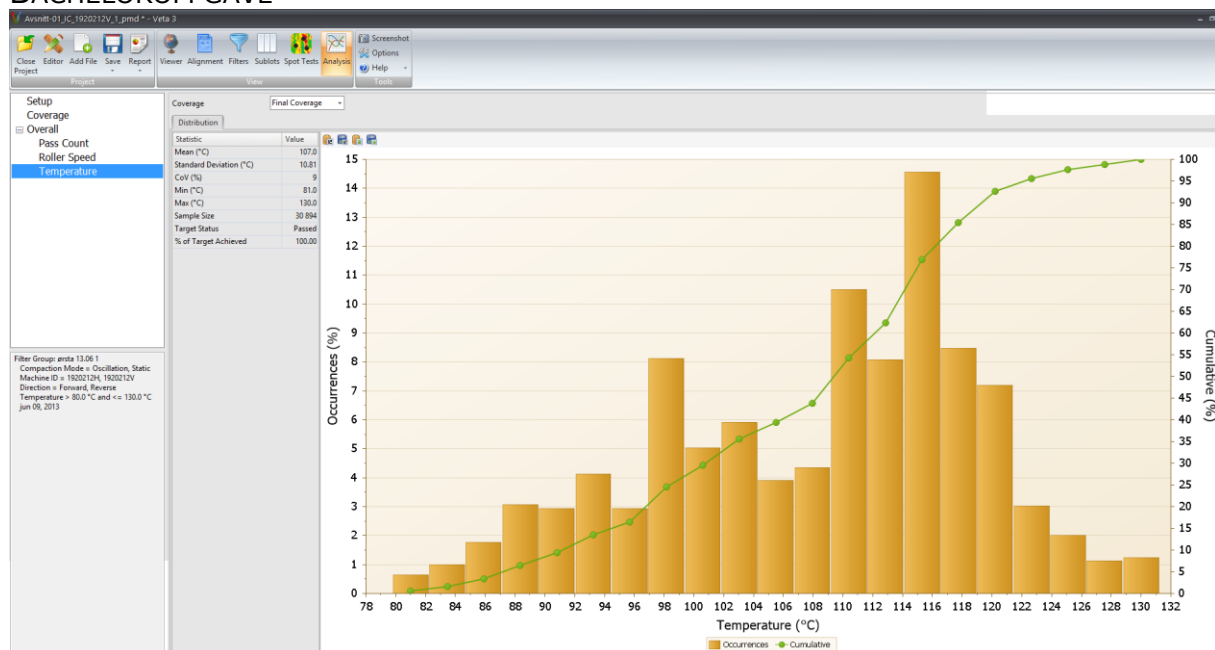
Skjermdump 20: VETA, sublots, avgrensning av områder.

Videre kan vi gå inn på «sublots», som betyr delpartier. Her kan man avgrense deler av prosjektet og analysere det. Man velger et filter man vil begrense seg til, så filteret må lages før man avgrenser feltet. På bildet ser man et start- og et stoppflagg som viser distansen vi har valgt. Vi får oppgitt at det er 15 meter mellom flaggene, og vi har valgt en bredde på 8 meter. Da vil koordinatene til start- og stoppunktet legges inn automatisk, og man kan gå videre til sluttanalyse.



Skjermdump 21: VETA, valg av parametere til analyse.

Grunnen til at vi velger filtre og avgrensninger til delpartier, er at vi da kan kjøre analysen på filterverdiene i nettopp det delpartiet vi ønsker. VETA analyserer verdiene som valsemaskinen har logget, og HCQ Navigator logger som nevnt HMV, overføringshastighet, temperatur, frekvens, amplitude og fart. Du velger selv hvor mange overføringer den skal regne med, og velger den verdien du vil ha analysert. Innenfor de utvalgte verdiene velger man prosentverdien som ønskes oppnådd og grenseverdien. På skjermdumpen ser vi at det er valgt at 60 % av verdiene skal være over 80 °C i delpartiet vi har avgrenset det til, i henhold til filteret som er lagt inn. Analysen vil så vise om komprimeringsarbeidet er godkjent eller ikke godkjent.



Skjermdump 22: VETA, analysen som viser om parameterne ble godkjent eller ikke godkjent.

I analysen vi et søylediagram som fremstiller statistikk fra temperaturmålingene fra valsen under komprimeringsarbeidet. Vi har også statistikk på overfarter, valsefart og temperatur, og dette velger man enkelt oppe i venstre hjørne. Vi kan også velge hvilken overfart vi vil se på, eller om vi vi se alle overfartene («Final coverage»). Verdiene til venstre for søylediagrammet gir oss praktisk informasjon, høyeste og laveste temperatur, og «target value», som forteller oss om vi har nådd målet vårt. Når søylediagrammet er kontrollert, og eventuelt godkjent kan man trykke på *Report* i oppgavelinjen, og får da en videre behandling av statistikkene som kan legges inn i Excel eller eksporteres til PFD-fil. Dette vil da være med hensikt om å lage en rapport som byggherren eller entreprenøren ønsker.

I dag blir hulromsprøver tatt ved hjelp av kilometerstikker langs veinettet. Stikker av typen som er vist på bildet er plassert ut på hele det norske riks- og fylkesveinettet. Fra 2016 blir det ikke lenger plassert ut slike stikker, men det skal i stedet brukes digitale kart med GPS-merking. VETA har en mulighet for digital loggføring av punkter, altså at man merker et punkt på kartet ved hjelp av koordinater, og kan legge inn verdier på det gitte punktet, derav «spot test». Det vil si at hulromsprøvene som blir tatt på tre punkter i veien hver 500. meter kan legges inn i VETA, slik at man eksakt kan se på

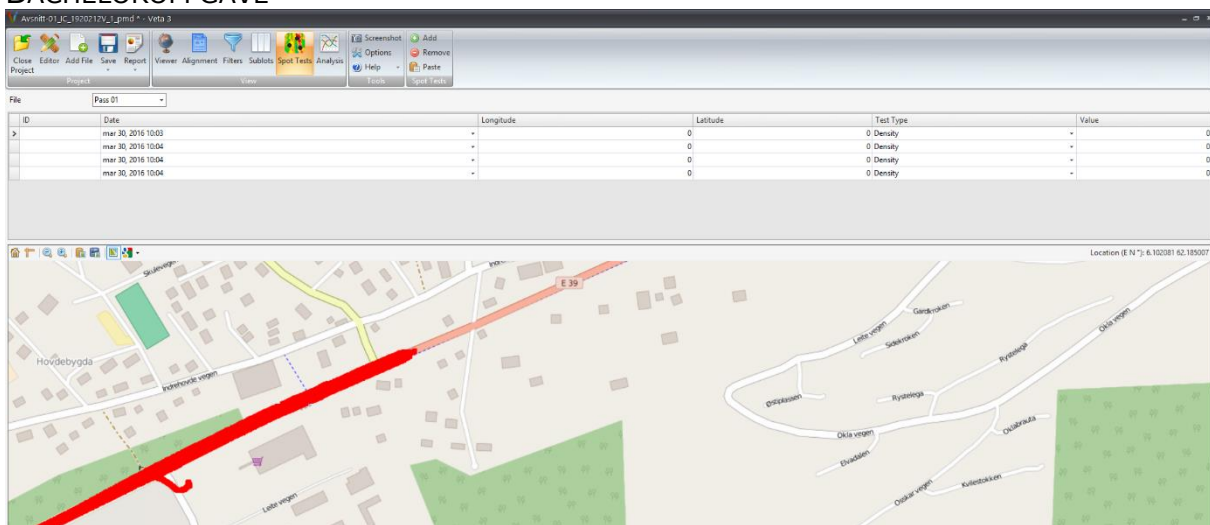
komprimeringsverdiene der hulromsprøvene er tatt, og at man har all dokumentasjonen i én fil.



Foto 5:
Kilometerstikker langs riks- og fylkesveinettet.
Foto: Fredrik Tutvedt

ID	Date	Longitude	Latitude	Test Type
>	apr 27, 2016 11:11		0	0 Density
	apr 27, 2016 11:13		0	0 Density
	apr 27, 2016 11:13		0	0 Density
	apr 27, 2016 11:14		0	0 Density

Skjermdump 23: VETA, Spot Tests.



Skjermdump 24: VETA, Spot Test. Oversiktsbilde.

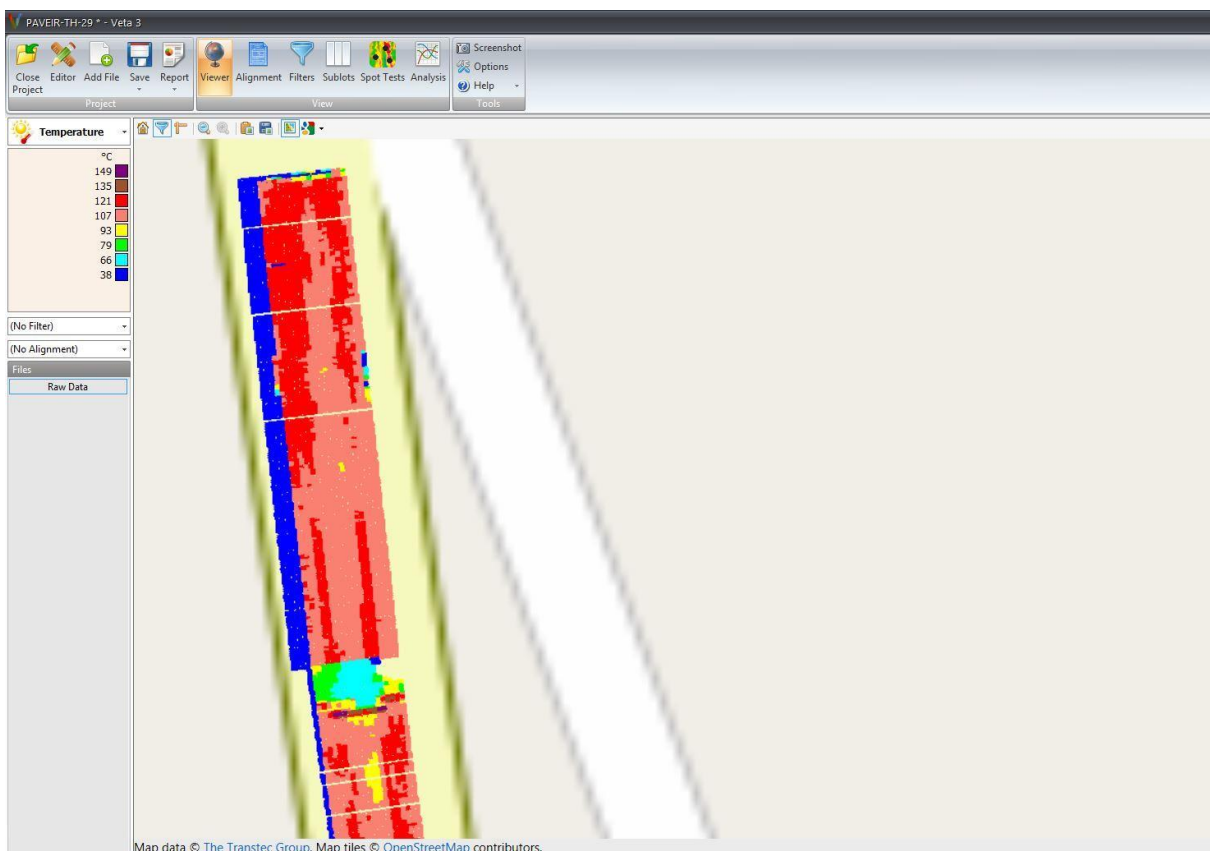
På oppgavelinjen velger man «Spot Tests» og legger til så mange linjer man trenger, før man legger inn hvilken overfart målingen er utført i, prøve-ID, koordinater, type test, og verdien av testen. Siden vil det komme små, svarte firkanter på kartet, som viser informasjon hvis du klikker på dem. I Norge bruker vi mye isotopmålinger, altså målinger med radioaktive apparater, og det utføres også kjerneboreprøver hvis det er tvil om graden av hulrom i asfalten. Begge disse alternativene ligger inne i VETA sin spot tests-funksjon. Det skal også være mulig å importere GPS-filer fra TopCon GPS, som har målt opp slike punkter. Dette er en funksjon vi ikke har fått testet enda.



Skjermdump 25: Spot tests i VETA kartet.

4.2.7 IR-linjeskanner

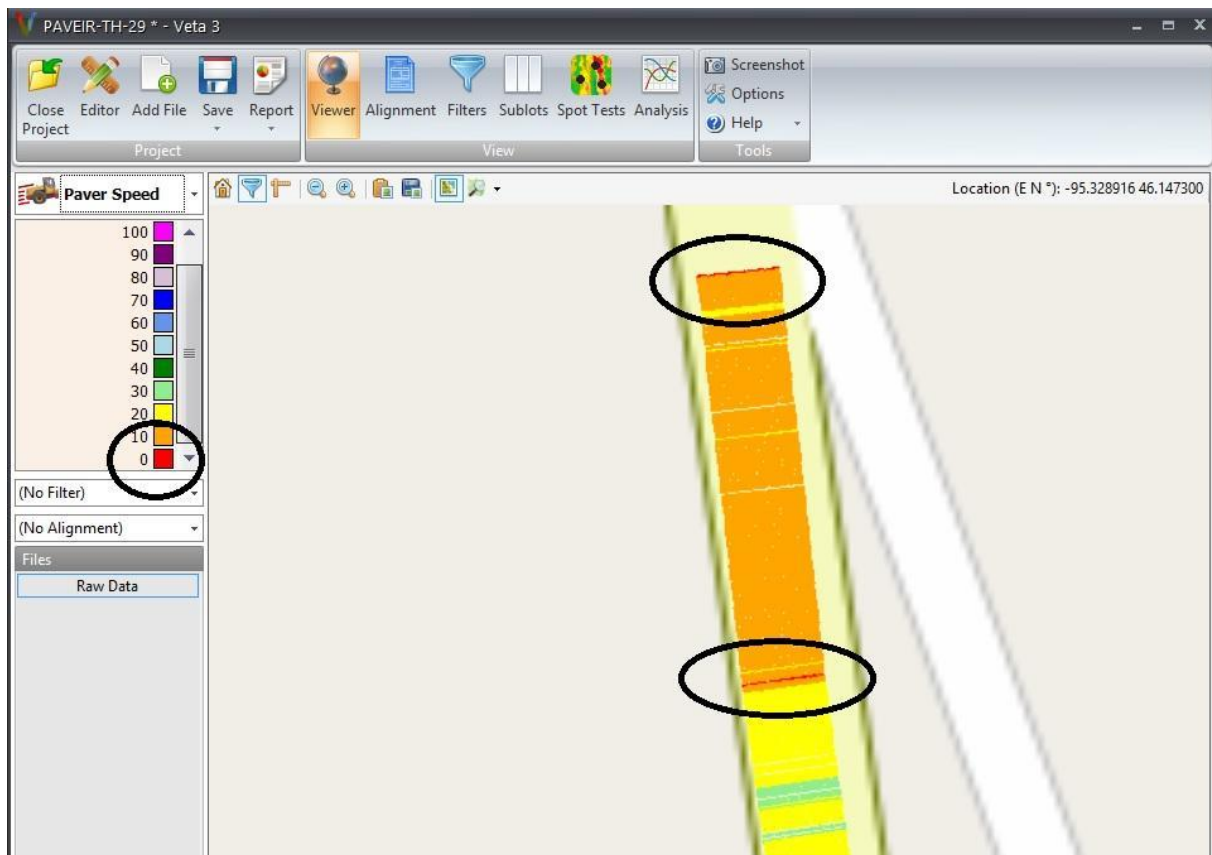
IR-linjeskanner påmontert asfaltutlegger er en dokumentasjonsmetode som Statens vegvesen er blitt godt kjent med nå, og som de har brukt som bakgrunn for bonusutbetaling på flere asfaltkontrakter. Systemet som brukes i Norge heter Adelo IR, i det norske markedet er det blitt forespurt om det er mulig å importere disse filene til VETA. Pr. Dags dato er ikke dette mulig, men de har startet å se på dette. Dette bør følges opp av byggherre og entreprenør fremover.



Skjermdump 26: VETA, IR-skanner MOBA IR

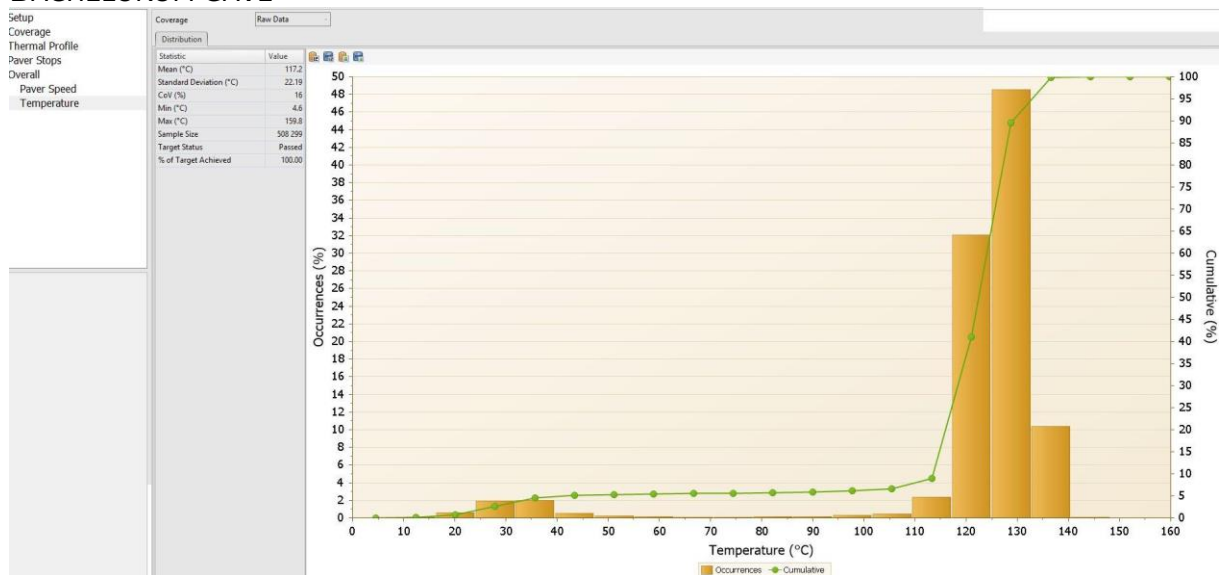
VETA har i dag mulighet til å importere filer fra IR-skannere, men er kun kompatibel med MOBA. Derfor har vi kun fått prøvd ut IR-funksjonen til VETA med en testfil som følger med programmet når du laster det ned. Prinsippet fungerer likt som med valsefiler: Et fargespekter i utleggerbredden males i de fargene som representerer temperaturen på asfalten da den ble lagt ut fra utleggeren. En IR-fil fra utlegger er lett å lese, og på skjermdumpen over ser man i det turkisgrønne fargespekteret at det mest sannsynlig har vært stans i asfaltutleggingen, som gjør at asfalten blir kaldere på akkurat det punktet. På IR-skanner kan du se verdiene temperatur og

utleggerfart. På bildet under ser vi av de røde strekene at det har vært stans i utleggeren, som blir bekreftet av temperaturfallet på bildet over.



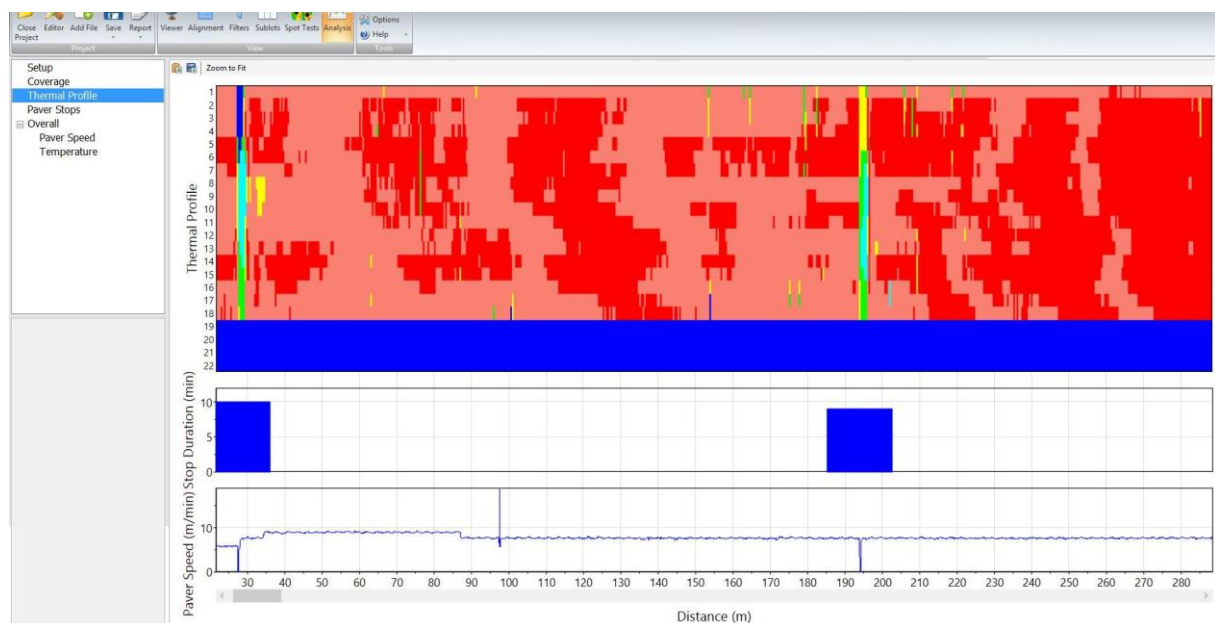
Skjermdump 27: VETA, Utleggerfart. Fargen illustrerer farten til utleggeren.

På en vals kan vi velge mellom ulike overfarter, men på utleggeren er det kun *raw data* som viser oss data. Det byggherren vil være interessert i å kontrollere fra IR-skanning er jevnhet i utleggingen, generell temperatur og færrest mulig avbrudd i utleggingen.



Skjermdump 28: VETA, analyse av IR-skanner.

Man kan også filtrere, dele opp, og utføre analyse på IR-skanningen, på lik linje med valedokumentasjonen.



Skjermdump 29: VETA, termisk profil for IR-data.

På skjermdump 29 over ser vi en termisk profil av hele asfaltleggingen, der verktøylinjen over gjør det mulig å zoome seg inn på detaljer i profilen. VI kan også legge inn minimumskrav i profilen og bruke det til etterkontroll og til å produsere rapporter fra utleggingen.

4.3 Brukermanual for Veidekke Industri AS

Under besøket vårt til HAMM sin fabrikk i Tyskland ble det flere ganger nevnt fra HAMM sitt hold at Veidekke Industri AS burde lage egne manualer for internt bruk. Det å lage en slik manual er et stort arbeid i seg selv, så vi har ikke tenkt å produsere en slik for Veidekke Industri AS i denne oppgaven, men vi har under arbeidet med HCQ Navigator og VETA kommet frem til flere momenter vi mener bør være i en slik manual. Dette er forslag som Veidekke Industri AS kan ta med seg til det videre arbeidet med asfaltering og dokumentasjon av arbeid.

I en slik brukermanual bør det lages et klart fargekodesystem, som er fast. Dette vil gjøre det lettere for entreprenøren og byggherre å ha full oversikt over dokumentasjonsverdiene. Slik at overfarer og temperatur har faste egne fargekoder som er enkle å forstå. Temperatur varmt til kaldt, er rødt til blått er et godt eksempel.

Den generelle bruker av programmet for både vales sjåføren og for funksjonæren som skal bearbeide dataene etter asfalteringen, er viktig å få med i en brukermanual. Man bør også få med de viktigste og primære funksjonene til HCQ Navigator. For sjåføren er det selve kjøringen med HCQ og lagring av filer når asfalteringen er ferdig som er viktig. Hvis Veidekke Industri AS velger å lage egne fargekoder, er det viktig at dette fremstår som ukomplisert for sjåføren.

For funksjonæren er det andre ting som må presenteres: Før en asfaltering må funksjonæren inn i HCQ og klargjøre prosjektet. Dette innebære flere ting, som prosjektnavn, asfaltlag (bærelag/bindelag) eller montering av HCQ i vals. Hvis Statens vegvesen har krevd valedokumentasjon, og dette skal leveres i VETA-format, må HCQ-filen eksporteres fra HCQ Navigator til VETA-filformat.

Hvis VETA blir tatt i bruk av Veidekke Industri AS eller Statens vegvesen, er det viktig at det lages en enkel brukermanual for funksjonærer i Veidekke Industri AS som har ansvar for dokumentasjon. Denne bør inneholde import av filer og de viktigste funksjonene i programmet. Dette kan bli viktig hvis VETA fortsetter å utvikle seg slik at man kan importere valedokumentasjon og IR-utleggerfiler og plassere isotopmålinger på kartet i VETA.

4.4 HCQ-data, fra vals til VETA

Da vi fikk denne problemstillingen, fikk vi ganske tidlig tilgang på HCQ-data fra et prosjekt i E39 Ørsta–Volda. VETA er et program som enkelt kan lastes ned, og vi gikk dermed ganske tidlig i gang med testing av programmet. Dataene vi fikk fra E39 Ørsta–Volda var i formatet HCQ, altså HAMM sitt format for valedokumentasjon. Vi klarte ikke å importere dataene vi hadde i VETA, fordi VETA vil importere data fra HAMM i amd.vexp-format, og filene vi hadde fra E39 Ørsta–Volda var i formatet HCQ. Kontaktene vi hadde i Veidekke Industri AS kunne ikke svare på hva som var problemet, da vi var de første som tok i bruk VETA. Tidligere har dataene til Veidekke Industri AS fra HCQ kun blitt levert til Statens vegvesen som PDF-bilder av valedokumentasjonen. Videre kontaktet vi Wirtgen Norge, ettersom de er ansvarlige for HAMM sine maskiner i Norge. Wirtgen Norge hadde ikke hørt om dette problemet, og vi fikk ikke hjelp fra de som har levert HCQ-systemet til Veidekke Industri AS. Dermed gikk vi videre til The Transtec Group, som står bak VETA. Her fikk vi for første gang tilbakemelding om hvordan vi måtte bearbeide dataene vi fikk. I HCQ Navigator (Office-versjonen) skal man importere dataene fra HCQ-valsene. Deretter skal man eksportere HCQ-filene til amd.vexp-format, slik at man importere filene til VETA.

Veidekke Industri AS sine HCQ-systemer er det Veidekke Industri Region Sør/Øst som har ansvar for, og vi kontaktet derfor Wirtgen Group for å bestille et HCQ-program, slik at vi kunne eksportere filene vi hadde. Da vi mottok HCQ Navigator og fikk installert dette, fikk vi fremdeles ikke til fileksportering. Det første problemet var at HCQ-filen vi hadde fra E39 Ørsta–Volda kom rett fra HCQ-valsene, og vi hadde altså ikke fått dataene våre inn på noen av programmene vi hadde. I HCQ Navigator hadde vi ingen mulighet til å importere HCQ-data, og igjen fikk vi ikke hjelpen vi hadde behov for av Wirtgen Group. De var svært behjelpelige, og brukte mye tid på å forsøke å løse problemet vårt, men de hadde ikke svaret på hvordan man kunne importere filer inn i HCQ. Etter flere timers jobbing kun rettet mot importering av HCQ-filer inn i HCQ Navigator fant vi endelig ut hvordan dette skulle gjøres. Inne i selve programmet på datamaskinen der HCQ Navigator er installert, må man finne riktig mappe og legge HCQ-filene inn der. Først da vi gjorde det, klarte vi å få HCQ-filene inn i HCQ Navigator. Instruksjonene angående hvordan vi videre skulle eksportere filene til VETA sitt filformat fikk vi fra USA, og det skulle i utgangspunktet være en lett oppskrift å følge.

Første problem var altså import av HCQ-filer til HCQ Navigator, og det andre problemet var å eksportere HCQ-filen fra HCQ-format til amd.vexp. HCQ Navigator har nemlig en eksportfunksjon i programmet, men denne fikk vi ikke til å fungere. Etter mye kontakt med Wirtgen Norge ble vi enige om at denne eksportfunksjonen ikke hadde noe funksjon, og at det ikke var noe programmering av eksportfunksjonen i HCQ Navigator-programmet vi hadde. Da vi henviste til oppskriften vi hadde fått fra The Transtec Group, hadde ikke Wirtgen Norge noen forklaring, og flere teorier ble nevnt uten at vi kom frem til en løsning. På dette tidspunktet satt vi helt fast i oppgaven, og vi var inne på tanken om å gå fra HAMM sine valser til BOMAG eller Dynapac. På dette tidspunktet (februar) hadde vi søkt om og fått stipend til å besøke HAMM sin fabrikk i Tirschenreuth, og vi ble derfor enige med veilederne våre om å ta opp problemet der. Tiden før Tyskland-turen ble dermed brukt til å skrive en utfyllende litteraturstudie.

I Tyskland ble vi introdusert for Patrick Gärtner, som er prosjektleder for HCQ Navigator i HAMM AG. Han gikk raskt gjennom den nyeste versjonen av HCQ Navigator, som etter planen skulle bli lansert på BAUMA i april 2016. Da vi tok opp spørsmålet om eksportering til VETA, viste Gärtner oss hvordan dette enkelt gjøres på versjonen han hadde. Vi forklarte at denne funksjonen ikke fungerte på vårt program, og eksportfunksjonen Gärtner hadde var også visuelt identisk med den vi hadde sett i oppskriften fra The Transtec Group. Da Gärtner gikk inn på datamaskinen vår, kunne han veldig raskt fastslå at vårt HCQ-program var en eldre versjon, som var utdatert for vårt bruk. Han sendte oss deretter den nyeste tilgjengelige versjonen. Denne versjonen har en langt enklere måte å importere HCQ-filene på, og hadde også en fullt fungerende eksportfunksjon. Vi mottok den nyeste versjonen av HCQ Navigator 24. februar 2016, og vi begynte på oppgaven vår tidlig i januar 2016, noe som vil si at vi brukte nesten to måneder på å løse dette problemet.

I ettertid ser vi at vi burde fått HCQ-systemet til Veidekke Industri AS tilsendt fra Region Sør/Øst da vi begynte på oppgaven vår, fordi vi ikke vet hvilke versjoner av HCQ Navigator som er på Veidekke Industri AS sine enheter. Etter Tyskland-turen ble også Wirtgen Norge klar over at dette kan være et problem, slik at alle entreprenører i Norge ble bedt om å rapportere hvilken versjon de hadde på HCQ-enhetene sine.

4.5 Praktisk gjennomføring

Gjennom denne oppgaven har vi bygget opp en teoretisk forståelse som vi bygger litteraturstudien på. Vi har jobbet mye med programmene VETA og HCQ Navigator, som har gitt oss en kjennskap til hvordan programmene fungerer, hvilke funksjoner de har, og hvilke muligheter vi har i dem. Bacheloroppgave for ingeniørstudenter utføres i tidsrommet januar–mai, og asfaltsesongen begynner i månedsskiftet april/mai. Det vil si at vi i utgangspunktet fikk svært lite tid til å gjennomføre tester med egen valedokumentasjon. Grunnen til at vi ønsket å gjennomføre en asfaltering med HCQ-valser som ga oss ferske data, ved en asfaltering der vi personlig kunne observere valsingene, er at vi slik kunne kontrollert bedre at verdiene valsen registrerte var riktig. Dette kunne vi gjort gjennom varmeavlesning av asfaltdekket med håndholdt IR-skanner, telling av antall overfarter, registrering av valseteknikk (vibrering, oscillering, statisk). I arbeidet med VETA og HCQ har det kommet spørsmål som er vanskelige å svare på lenge etter at asfalteringen er utført.

Derfor fikk vi altså oversendt HCQ-utstyret fra Region Sør/Øst, og skulle ta i bruk dette på en asfaltering i en tunnelmunning ved Hellesylt. Dagen før asfalteringen reiste vi sammen med avdelingsleder for maskin ned til Veidekke Industri AS sitt verksted i Ørsta, hvor mange av maskinene står lagret. Oppkoblingen av utstyret gikk bra, men vi fikk aldri fullgod kontakt med satellitt. Etter kontakt med Wirtgen Norge og Veidekke Industri AS fastslo vi at lisensen til HCQ-enhenten vi hadde var utgått, og ville dermed ikke dokumentere valsingen. Dette gjorde at vi ikke fikk prøvd systemet i praksis under oppgavetiden vår, noe vi ser på som en negativ faktor. Vi hadde et ønske om å måle forskjellige parametere opp mot målingene programmene måler. Dette er noe som bør kontrolleres av entreprenør når slike system brukes under asfaltering, da dette er en relativ ny måte å dokumentere asfaltering på.

4.6 Dokumentasjonsforslag til Statens Vegvesen

- *Hva kan Statens vegvesen kreve av dokumentasjon, og hvordan kan de kontrollere det?*

Hittil på asfaltkontrakter har Statens vegvesen som byggherre brukt IR-linjeskanner på asfaltlegger, isotoprøver og skuffeprøver som dokumentasjon. Isotop- og skuffeprøver som legges inn manuelt på LaStrada (laboratoriet program som blant annet Veidekke Industri AS bruker) regneark og sendes til byggherren brukes på alle statskontraktene, mens IR-skanning kun

brukes på enkelte kontrakter. Valsedokumentasjon er et relativt nytt dokumentasjonsverktøy for byggherren og entreprenøren, og er en metode Statens vegvesen eksperimenterer med i en kontrakt i 2016.

I forbindelse med asfaltsesongen 2016 har Statens vegvesen Region øst laget dokumentet «Krav til dokumentasjon ved komprimering». Der stilles det krav til dokumentasjon av komprimering, ved godt utført komprimering i henhold til Statens vegvesen håndbok er muligheter for bonus- eller trekk.

I kravene som Statens vegvesen har laget, står det at det er entreprenøren sitt ansvar at posisjoneringsutstyret som brukes er i henhold til gjeldende krav for nøyaktighet, som er på desimeternivå. Det skal utføres valseforsøk på asfaltresepten som skal legges på angjeldende plass, og i valseforsøket skal det brukes likt asfaltlag som på selve hovedasfalteringen. I valseforsøket skal det bestemmes antall overfarer, og hvilken komprimeringsteknikk som skal brukes (statisk, vibrasjon, oscillasjon osv.) som skal benyttes for å oppnå minst mulig hulrom før asfalten blir for kald. Det skal ikke brukes vibrasjon på dekket når det er under 100 °C, og antall overfarer skal gjennomføres før dekket når 80 °C.

Det aksepteres at maksimalt 2 % av totalarealet mangler mer enn to overfarer med komprimering innenfor det forhåndsbestemte temperaturintervallet. På lik linje med IR-skanning skal det utarbeides intervallrapporter for hver kilometer med utført komprimering. Statens vegvesen bruker på denne kontrakten «Risikoareal komprimering» (RAk) som et utgangspunkt for å kontrollere hvilken bonus entreprenøren har krav på. Er RAk mindre enn 5 %, vil entreprenøren få 3,00 kr/m²; RAk mellom 5 og 10 % gir entreprenøren 1,50 kr/m²; mens RAk større enn 10 % ikke gir entreprenøren noen bonus. Blir hulromsprøvene for dårlige, kan entreprenøren risikere trekk.

Per dags dato kan en asfaltvals kun dokumentere overfarer og temperatur på asfaltdekket. Hulrom i asfalten dokumenteres i dag ved hjelp av isotopmålere og kjerneboreprøver. HAMM sine valser har sensorer som måler stivheten i dekket, noe som ikke kan sammenlignes med densiteten. Derfor vil det ikke være mulig å bruke valsedokumentasjon for å dokumentere densiteten i asfalten; her må det fortsatt brukes isotopmålere eller annet utstyr for måling av

densitet. Densitetsmåling av vals er noe vi nevner i vår rapport fra fabrikkbesøket vårt i Tyskland, som ligger vedlagt.

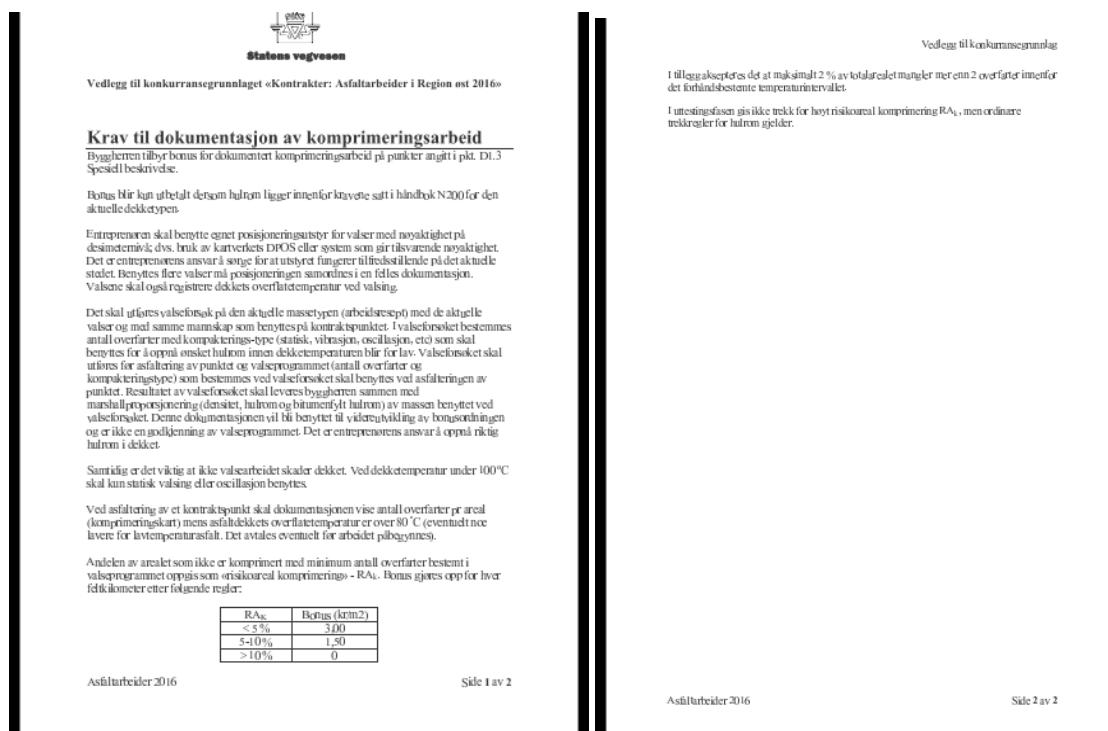
I dokumentet «Krav til dokumentasjon av komprimering» står det at Håndbok N200 skal følges, og for overfarter beskriver boken at en overfart er en vals som kjører en strekning fra A til B. Kjører valse tilbake til A i samme mønster, er dette to overfarter. Denne regelen gjelder for komprimering av granulære lag ved knuste og uknuste materialer. Asfaltvalser kommer i dag i mange forskjellige varianter, med ulike komprimeringsteknikker på frem- og baktrommel. Flere av Veidekke Industri AS sine tandemvalser fra HAMM har vibrasjon og oscillasjon på samme vals. Derfor bør det defineres av Statens vegvesen hva en overfart er: om det er fra A til B, eller om en vals med vibrasjon og oscillasjon som kjører A–B er to overfarter. Denne definisjonen bør inkludere komprimeringsteknikk (statisk, vibrasjon, oscillasjon, osv.).

I fremtidige kontrakter kan det være en mer detaljert beskrivelse av hvilket posisjoneringsutstyr som skal brukes og nøyaktighet på dette utstyret. Valseleverandører har i dag ofte sitt eget GPS-utstyr til sine valser. HAMM er nå i en prosess der de inngår samarbeid med flere GPS-produsenter, slik at de til enhver tid har nødvendig servicekompetanse i landet det jobbes i. En felles forståelse mellom Statens vegvesen og entreprenørene om hvilket GPS-utstyr som skal brukes er dermed viktig her. Statens vegvesen kan ikke anbefale et spesifikt produkt, men metode og nøyaktighet.

Hvis valsedokumentasjon etter hvert blir vanlig på norske asfaltkontrakter, vil det være ønskelig å ta i bruk faste fargekoder på programmer som HCQ Navigator og VETA. I etterkontroll av valsedokumentasjon i VETA, som vi har vist i resultatene våre, bør det utarbeides et universelt fargekodekart som både entreprenør og byggherre er innforstått med. Forslaget vårt er fra rødt via gult til grønt på overfarter, der det begynner på rødt og blir grønt når det er nok overfarter. For temperatur foreslår vi fra blått til rødt, der for kald temperatur er blått, og for varm temperatur er rødt. Det fargesystemet entreprenøren bruker i HCQ Navigator, vil automatisk følge datafilen inn i VETA.

Et problemområde vi har funnet under oppgaveskrivingen, er verifisering og kalibrering av termometeren som er plassert på valse, og som skal lese overflatetemperaturen på asfalten under komprimering. Andre instrumenter som brukes til å utføre målinger på veien (som

isotopmålere) kalibreres én gang i året, og mye av utstyret som laboratoriene til Veidekke Industri AS bruker kalibreres også én gang i året. Asfaltvalsene fra HAMM kommer med dette utstyret ferdig montert og kalibrert, og disse sensorene blir ikke kalibrert og får heller ikke årlig verifikasjon. Dette er et punkt vi mener bør sees på, da disse sensorene kan være avgjørende i valedokumentasjonen når det gjelder utbetaling av bonuser. Her bør det utarbeides et fast system som inkluderer en form for årlig verifisering av slike målere under vintersesongen, og at det er en plan for renhold av slike sensorer i operatørvedlikeholdet til valesjåføren. Det er entreprenøren som er ansvarlig for å kalibrere valsen, slik at den kan dokumentere riktige verdier. Dette bør gjøres på varm asfalt, og derfor bør en slik kontroll utføres samtidig som oppstartskontrollen og valseforsøk i starten av sesongen.



Vedlegg 1: Krav til dokumentasjon av komprimeringsarbeid. Statens vegvesen Region øst.

I sitt arbeid med å forbedre krav om dokumentasjon er dette hovedpunktene vi mener Statens vegvesen kan se på til neste år:

- kalibrering av vals i oppstartskontroll
- definere overfarer
- temperaturmålere

- GPS-utstyr

4.6.1 Usikkerhet i dokumentasjon

Når en entreprenør leverer dokumentasjon for utført arbeid til byggherre (Statens vegvesen), vil det alltid være en usikkerhet i dokumentasjonen. Når entreprenøren bruker måleinstrumenter som isotopmålere og termometer (IR) til å levere dokumentasjon, vil det alltid være små eller store avvik i målingene.

Ifølge Vemund Ljødal, prosjektleder i Veidekke Industri AS, ble det dokumentert store avvik under arbeidet med å asfaltere E6 Mjøsa. Ljødal sin teori var at vandysene som står montert på valsene står feil posisjonert i forhold til termometerne. Dysene som har til hensikt å fukte trommelen for å unngå klebing av asfalt under arbeid, har kjølt ned trommelen så mye at termometeren leser av feil verdi.

Etter en videosamtale med Bjørn Ove Lørfald, leder for kompetansesenteret til Veidekke AS, fikk vi en gjennomgang av ham angående usikkerhet i de fleste resultater. Han har utarbeidet en rapport som beskriver nøyaktigheten på densitetsmålinger av tilslag opp mot kravene i NS-EN 12697, i forhold til den unøyaktigheten som faktisk er til stede på instrumentene. Bjørn Ove Lørfald stiller da spørsmål til hvordan et trekkregime skal håndheves når det finnes slike usikkerheter i beregningene.

Instrumentene har en usikkerhet på +/- 1

Vedlegg 4 Generelle kommentarer til oversendte resultater.

I oversendte resultater registrerer vi at byggherren ikke bruker normale avrundingsregler når resultater settes opp mot krav.

Hulrom:

Når det gjelder bestemmelse av hulrom så benytter Veidekke Industri AS NS-EN 12697-5 (Bestemmelse av maksimal densitet) som grunnlag for bestemmelse av hulrommet i asfaltprøver. I denne er det angitt en repeterbarhet på 11 kg/m³ for samme operatør og samme apparat. Når det gjelder reproduserbarheten mellom forskjellige operatører og apparater så er det angitt en reproduserbarhet på 22 kg/m³. Hva betyr så dette når det gjelder bestemmelsen av hulrommet i uttatte prøver og resultater opp mot krav? I etterfølgende tabell er angitt gjennomsnittlig hulrom dersom man angir ytterpunktene for spesifikk densitet basert på den angitte reproduserbarheten i standarden.

Spesifikk densitet (kg/m ³)	Hulrom (%)
For enkeltprøve som har et beregnet hulrom på 4,66 % får man følgende verdier	
2482	4,66
2504	5,49
2460	3,80
For enkeltprøve som har et beregnet hulrom på 4,94 % får man følgende verdier	
2482	4,94
2504	5,77
2460	4,09

Basert på disse resultater viser at unøyaktigheten i metoden kan gi variasjoner på nærmere +/- 1 %, noe som også framgår av de resultater som er utført tidligere av VDI og VTI på andre tilsvarende prosjekter. Det vil derfor synes urimelig man håndhever et trekkregime før man er rimelig sikker på at man er utenfor krav. Basert på de verdier det opereres med i prosjekter for Avinor bør det derfor legges på 1 % på de angitte krav (2-4 %) slik at grensekraft for trekk dermed er 1-5 %. Usikkerheten må også påvirke de øvrige grenser for trekk.

Det må også påpekes at det er usikkerheter i metoden for bestemmelse av densiteten for bituminøse prøvelegemer (NS-EN 12697-6). Det er her angitt en reproduserbarhet på (22+0,6A)kg/m³ (A er % tilslag over 11,2 mm). Denne usikkerheten er ikke vurdert her, men vil gjøre at usikkerheten i beregning av hulrom i realiteten blir enda større.

Dette til deres orientering

04.01.12
Veidekke Industri AS

Vedlegg 3: Generell kommentar til resultatet, dokumentasjon levert til byggherre

%. Når en byggherre stiller krav til at hulrommet skal være mellom 2 og 4 %, bør usikkerheten legges til, slik at et hulromsresultat mellom 1 og 5 % vil være godt nok.

I arbeidet videre er det viktig å få definert usikkerhetsverdier for blant annet temperaturmålerne, slik at det ikke er rom for misforståelser ved innlevering av valedokumentasjon.

5.1 HCQ

Slik HCQ er utarbeidet i dag, er programmet et meget godt verktøy for entreprenøren. Vårt resultat viser hvordan valesjåføren bruker HCQ Navigator til å ha en overordnet kontroll over komprimeringsarbeidet. Posisjoneringsutstyret koblet til HCQ er meget nøyaktig og alle komponenter har en god brukervennlighet. Det er et enkelt og lettvinnt system som er lett å koble opp. Komponentene er designet for å tåle mye juling ute på anlegg. Hvis Statens vegvesen velger å bruke valedokumentasjon i kontraktene fremover, bør HCQ brukes av entreprenøren. Programmet har teknologien det trenger for å fungere som et verktøy for sjåfør og for etterkontroll av det utførte arbeidet. Programmet har praktiske filtre, hvor man kan gå inn og se for hver trommel om den har valset statisk, vibrerende eller oscillerende. Det er lett å kontrollere hvilket valsemønster sjåføren har brukt på arbeidet. Vi opplever eksporteringen som en enkel prosess.

5.1.1 Mangler

Slik det er i dag kan programmet enda ikke måle densitet på asfaltdekket. I dag kjøpes det lisenser til GPS-utstyr i korte intervaller, som krever kontinuerlig arbeid. Koffertene med GPS-mottager og data-nettbrettet er entreprenøren selv ansvarlig for å holde oppdatert. Vi synes at det burde være en tettere oppfølging fra leverandør når det gjelder lisenser og oppdateringer av systemet. Vi opplever at importering av datafiler går treigt, fordi det er veldig store datafiler som skal føres over til nye systemer, som betyr at nettbrettet i valsen ikke kan eksportere. Det må gjøres av funksjonæren på Office-versjonen av HCQ.

HCQ Navigator er et tyskutviklet program, noe som merkes i språkbruken på programmet. I programmet er både norsk og engelsk blant alternativene man kan velge. Det vi ser av teksten i programmet er at den norske oversettelsen ikke er helt fullstendig; flere steder kommer det tysk tekst, ofte på steder som får deg til å slå opp ordene i for eksempel *Google translate*. Den engelske teksten fremstår mer komplett, og kan derfor være et godt alternativ.

VETA skal være et program som byggherren eller entreprenør bruker for å få skikkelig oversikt over at arbeidet er utført i henhold til gjeldende krav. Programmet skal kunne samle inn data fra ulike maskinleverandører. På denne måten kan byggherre ha krav om asfaltdokumentasjon i asfaltkontraktene som blir lyst ut.

VETA er et enkelt og oversiktlig program å bruke. Det er enkelt å få frem de ulike verdiene som er blitt logget under asfaltering (overfarter, temperatur). Når man har fremme de ulike verdiene er det også lett å bla i de forskjellige overfartene valsen har tatt. VETA kobler seg automatisk opp mot en gratis karttjeneste, som gjør gjenkjenning av de ulike områdene veldig håndterlig. VETA er på vei mot å bli et godt dokumenteringsprogram, som tar imot valsedokumentasjon og utleggerdokumentasjon (kun MOBA IR), og man kan i tillegg registrere tekst og punkt for isotopmålinger og kjerneboreprøver i VETA-filene.

5.2.1 Mangler

At VETA er under utvikling er tydelig. Analysefunksjonen til VETA, som skal kunne lage rapporter, har en veldig enkel måte å avgrense områder på, i form av rektangler. En parsell som skal asfalteres vil sjelden la seg avgrense av et enkelt rektangel. Dette gjør at man ikke kan lage nøyaktige statistikker. Vi savner også muligheten til å legge inn filer fra IR-kameraleverandøren som brukes mest i Norge, Adelo. Dette er en prosess som allerede er i gang, så vi håper at Adelo IR innen kort tid er kompatibelt med VETA. Det neste skrittet blir da å få lagt inn all dokumentasjon i en fil, og på en enkel måte ha både valsedokumentasjon og utleggerdokumentasjon i samme bilde og samme fil. Slik kan vi enkelt sammenligne temperaturer, overfarter og andre verdier.

VETA er et dokumentasjonsverktøy som skal fungere like godt som presentasjonsverktøy, og mulighetene vi har til å vise forskjellige verdier i forskjellige overfarter på et kart er kjempegode. Det som trekker litt ned er størrelsen på informasjonspikslene som får en farge ut fra hvilken verdi den har. En slik piksel tilsvarer 30 cm x 30 cm, som gjør at det kan bli et veldig kornete bilde hvis man zoomer langt inn. Dette gjør det blant annet vanskelig å danne seg et skikkelig

valsemønster når man ikke klarer å se trommelbredden skikkelig. Her burde VETA se på hvordan HCQ Navigator har løst det.

VETA 4 ble lansert 8. april 2016, og denne oppgaven baserer seg på VETA 3, så det kan allerede ha kommet forbedringer, men vi har valgt å fortsette å jobbe med VETA 3 da vi ikke innen oppgavens tidsfrist rekker å ta i bruk VETA 4. Ifølge nettsidene til VETA har de kommet med en del store forbedringer på denne versjonen.

6 KONKLUSJON

Problemstillingen i oppgaven omhandler hvorvidt programmet VETA kan fungere som et kontroll- og presentasjonsverktøy for etterkontroll av dokumentert komprimeringsarbeid. Etter kontinuerlig testing og arbeid med valsedata viser vi løsninger for å presentere et utført arbeid. Vi viser også til forslag til hvordan Statens vegvesen kan forbedre kontraktene sine med mer detaljerte definisjoner. Vi har utredet hvordan entreprenøren og byggherren skal ta i bruk de to programmene oppgaven vår omhandler, og muligheter for kontroll av valsearbeidet, IR-skanning og hulromsprøver på ett og samme program som er den totale asfaltdokumentasjonen som leveres til byggherre.

HCQ Navigator, som er registreringsprogrammet entreprenøren bruker, har de funksjonene et registreringsprogram trenger for oppnå de resultatene vi ser etter. Resultatet i oppgaven viser hvordan HCQ kan bli brukt som verktøy av både valesjåfør og funksjonær. Resultatet viser også at entreprenøren kan levere overfarter, temperaturdokumentasjon, valsemønstre og rapporter om valseteknikk (statisk, vibrerende og oscillerende) som er brukt. Dette betyr at byggherren kan kreve at denne dokumentasjonen blir overlevert og presentert i VETA. Svaret på forskningsspørsmålet om funksjoner som byggherren vil kunne kreve i fremtiden, vil da være overfarter, temperatur og valseteknikk. Dette klarer HCQ Navigator.

Erfaringen vi har opparbeidet i denne perioden med programmet VETA, er at programmet er under stadige oppdateringer for å forbedre funksjonene. VETA har i dag et godt fundament, men mangler verktøy for å kunne levere et solid og ferdig resultat for at en byggherre vil ta programmet i bruk i dag. Som svar på forskningsspørsmålet om entreprenøren kan overlevere all asfaltdokumentasjon i VETA, vil vi si at programmet har mangler innen nøyaktighet på visualiseringen av valsebildet, avgrensning til analyse og statistikker og samarbeid med mange eksisterende IR-skannerleverandører.

6.1 Forslag til videre arbeid

For at VETA skal bli et effektivt og godt program å bruke, anbefaler vi et videre arbeid hvor funksjonærer både fra entreprenør og byggherre kommer med innspill og ønsker til designere og utviklere av VETA i USA. Det vil bidra til at vi får VETA til å passe til norske kriterier og

resultater. Dette innebærer også at Statens vegvesen og entreprenører bør jobbe for at Adelo IR filer kan legges inn i VETA.

Områder i VETA som trenger videre utvikling:

- avgrensning i analysefunksjonen for rapportering og statistikk
- bedre oppløsning i den visuelle fremvisningen av valedokumentasjonen

Vi synes dette har vært et veldig spennende prosjekt å jobbe med. Det er et urørt tema vi har tatt for oss, og det er et godt grunnlag for videre arbeid som er nødvendig for videreutvikling av fag, utstyr og kompetanse hos entreprenører og byggherrer.

7 REFERANSER

Asfaltentreprenørenes forening s.40, 2009. Asfaltboka. I: *Grunnleggende lærebok i asfaltfaget*. Oslo: Byggenæringens forlag, p. 40.

Asfaltentreprenørenes forening s.44, 2009. Asfaltboka. I: *Grunnleggende lærebok i asfaltfaget*. Oslo: Byggenæringens forlag AS, p. 44.

Asfaltentreprenørenes forening s.45, 2009. Asfaltboka. I: *Grunnleggende lærebok i asfaltfaget*. Oslo: Byggenæringens forlag AS, p. 45.

Asfaltentreprenørenes forening s.46, 2009. Asfaltboka. I: *Grunnleggende lærebok i asfaltfaget*. Oslo: Byggenæringens forlag, p. 45.

Asfaltentreprenørenes forening, 2009. *Asfaltboka*. Oslo: Byggenæringens forlag AS.

George Chang, J. D. J. R. S. G., 2016. *www.intelligentcompaction.com*. [Internett]

Available at: http://www.intelligentcompaction.com/downloads/software/IC_Data_Guidelines-3.0.pdf

George K. Chang, P., 2016. *Director of Research* [Intervju] (16 04 2016).

HAMM AG, 2012. *Compaction - in asphalt and earthworks*. Tirschenreuth: HAMM AG.

HAMM AG, 2016. *www.hamm.eu*. [Internett]

Available at: <http://www.hamm.eu/en/technologies/oscillation/>

HAMM AG-HCQ, 2016. *www.hamm.eu*. [Internett]

Available at: <http://www.hamm.eu/en/technologies/hcq/>

Olsson, N., 2015. *Praktisk rapportskriving*. Bergen: Fagbokforlaget.

The Transtec Group, 2016. *www.intelligentcompaction.com*. [Internett]

Available at: <http://www.intelligentcompaction.com/learn/intelligent-compaction-fundamentals/what-is-intelligent-compaction/>

Transportation Pooled Fund Program, 2016. *www.pooledfund.org*. [Internett]

Available at: <http://www.pooledfund.org/Details/Study/583>

Vegdirektoratet, 2014. *Håndbok N200 Vegbygging*. Oslo: Vegdirektoratet.

Vögele, 2009. *Vögele Håndbok i utlegging*. Sande: Wirtgen Norge.

Vögele, 2016. *www.voegele.eu*. [Internett]

Available at: http://media.voegele.info/media/03_voegele/produkte/broschueren/01_programmprospekte/bohlenprogramm_2015/Bohlenprogramm_2015_EN_2427457_0515_PW.pdf



Statens vegvesen

Vedlegg til konkurransegrunnlaget «Kontrakter: Asfaltarbeider i Region øst 2016»

Krav til dokumentasjon av komprimeringsarbeid

Byggherren tilbyr bonus for dokumentert komprimeringsarbeid på punkter angitt i pkt. D1.3 Spesiell beskrivelse.

Bonus blir kun utbetalt dersom hulrom ligger innenfor kravene satt i håndbok N200 for den aktuelle dekketypen.

Entreprenøren skal benytte egnet posisjoneringsutstyr for valser med nøyaktighet på desimeternivå; dvs. bruk av kartverkets DPOS eller system som gir tilsvarende nøyaktighet. Det er entreprenørens ansvar å sørge for at utstyret fungerer tilfredsstillende på det aktuelle stedet. Benyttes flere valser må posisjoneringen samordnes i en felles dokumentasjon. Valsene skal også registrere dekkets overflatetemperatur ved valsing.

Det skal utføres valseforsøk på den aktuelle massetypen (arbeidsresept) med de aktuelle valser og med samme mannskap som benyttes på kontraktspunktet. I valseforsøket bestemmes antall overfarer med kompakterings-type (statisk, vibrasjon, oscillasjon, etc) som skal benyttes for å oppnå ønsket hulrom innen dekketemperaturen blir for lav. Valseforsøket skal utføres før asfaltering av punktet og valseprogrammet (antall overfarer og kompakteringstype) som bestemmes ved valseforsøket skal benyttes ved asfalteringen av punktet. Resultatet av valseforsøket skal leveres byggherren sammen med marshallproporsjonering (densitet, hulrom og bitumenfylt hulrom) av massen benyttet ved valseforsøket. Denne dokumentasjonen vil bli benyttet til videreutvikling av bonusordningen og er ikke en godkjenning av valseprogrammet. Det er entreprenørens ansvar å oppnå riktig hulrom i dekket.

Samtidig er det viktig at ikke valsearbeidet skader dekket. Ved dekketemperatur under 100 °C skal kun statisk valsing eller oscillasjon benyttes.

Ved asfaltering av et kontraktspunkt skal dokumentasjonen vise antall overfarer pr areal (komprimeringskart) mens asfaltdekkets overflatetemperatur er over 80 °C (eventuelt noe lavere for lavtemperaturasfalt. Det avtales eventuelt før arbeidet påbegynnes).

Andelen av arealet som ikke er komprimert med minimum antall overfarer bestemt i valseprogrammet oppgis som «risikoareal komprimering» - RA_k . Bonus gjøres opp for hver feltkilometer etter følgende regler:

RA_k	Bonus (kr/m ²)
< 5 %	3,00
5-10 %	1,50
> 10 %	0

I tillegg aksepteres det at maksimalt 2 % av totalarealet mangler mer enn 2 overfarer innenfor det forhåndsbestemte temperaturintervallet.

I uttestingsfasen gis ikke trekk for høyt risikoareal komprimering RA_k , men ordinære trekkregler for hulrom gjelder.

Fabrikkbesøk Wirtgen Group HAMM AG.

Tirschenreuth, Tyskland 22-24 februar 2016.

Av: Fredrik Tutvedt og Endre Kobbeltvedt



Fra venstre: Fredrik Tutvedt, Endre Kobbeltvedt

Foto: Eddie Engebretsen

Innhold

Fabrikkbesøk Wirtgen Group HAMM AG. Tirschenreuth, Tyskland 22-24 februar 2016.....	1
Om oss.....	3
Om Wirtgen/HAMM AG	3
Logg	4
Dag 1).....	4
Dag 2).....	5
Dag 3).....	5
HCQ Navigator.....	6
VETA	7
Valsedokumentasjon.....	7
WITOS.....	8
Proof-rolling.....	8
Referanser	9
Takk	9

Om oss

Vi (Endre Kobbeltvedt og Fredrik Tutvedt) er studenter ved NTNU i Ålesund (tidligere Høgskolen i Ålesund), vi går en bachelor innen byggingeniør som vi fullfører våren 2016. På bacheloren vår har vi valgt å spesialisere oss innen veg-faget. Etter forelesninger fra Veidekke Industri om asfalt ble vi interessert i faget som gjorde at vi tok kontakt med Veidekke om muligheten for å skrive en Bacheloroppgave, dette ønsket også Veidekke. Oppgaven vår hos Veidekke Industri handler om hvordan Veidekke skal håndtere valedokumentasjon når byggherre krever dette på en asfaltkontrakt.

Formålet med fabrikkbesøket

Under vårt 3-årige løp har vi hatt veldig lite forelesninger om asfaltfaget og komprimeringsteknikk. Det var derfor mye fagstoff vi måtte innhente når vi begynte på oppgaven vår i januar 2016. Som en del av læreprosessen ønsket vi å besøke en valsefabrikk for å øke kompetansen på det tekniske aspektet rundt valser, og hvordan en valseprodusent ønsket at det skal komprimeres. Utgangspunktet for oppgaven vår var HAMM sine valser, og ønsket derfor å besøke HAMM sin fabrikk. Derfor søkte vi og mottok stipend fra EBA, for å reise til HAMM sin fabrikk i Tirschenreuth.

Om Wirtgen/HAMM AG

Konsernet Wirtgen Group eier Wirtgen, HAMM, Vögele, Kleemann og Benninghoven. Dette gjør at Wirtgen Group er en totalleverandør innen asfaltindustrien. Wirtgen Group har 6700 ansatte og hadde en omsetning på litt over 2,5 milliarder Euro i 2015. HAMM ble dannet i 1878, og har i dag over 1000 ansatte, og produserte over 8500 valser i 2015. Wirtgen Norge sitt hovedkontor ligger på Sande i Vestfold.

HAMM sin fabrikk ligger i byen Tirschenreuth, som ligger i den Bavariske regionen i Tyskland. Dette er rett vest for den Tsjekkiske grensen. Området rundt Tirschenreuth var et blomstrende grunnet porselen- og knappefabrikker. Når grensen fra Tsjekia åpnet seg gikk mye av industrien konkurs, men HAMM fabrikk besto.

HAMM er en av verdens største valseprodusenter og ha ca. 22 % av verdensmarkedet, og har over 120 forskjellige modeller. HAMM fabrikk fungerer som «*order on demand*» som betyr at de kun produserer valser etter bestilling. Dette gjør de grunnet det store utvalget i modeller og utstyr, og at de vil unngå lagring av ferdige produkter i med tanke på LEAN management.

HAMM produserte først sykler og landbruksmaskiner, men lagde i 1911 sin første vals. Når konkurrentene lagde valser med dampdrift, valgte HAMM å bruke en Deutz diesel drevet motor. Dette gjorde at HAMM lå foran når dampmotorene ikke lenger ble brukt.

Komprimeringsteknikken som HAMM bruker er delt opp i tre forskjellige typer: Statisk, Vibrasjon og Oscillasjon.

Statiske valser, er valser der komprimeringsegenskapen kommer fra vekten til valsen. Gummihjulsvalsen til HAMM er de eneste som blir levert kun som statiske valser. Dette er fordi en vals med ståltrommel ikke er like effektiv uten vibrasjon eller oscillasjon, derfor har de valgt å kun produsere gummihjulsvalsen om rene statiske valser. En gummihjulsvals vil sørge for en bedre vedheft til eksisterende dekke, samt trykke bedre ned i ujevnheter og dermed bedre kompakteringen. Trykket til en gummihjulsvals vil også kunne justeres da det er plassert avtakbare lodd under hytten, som kan fjernes med hjelp av truck. Valsene kan også utstyres med luftfyllleanlegg for justering og tilpasning til type asfalt som legges.

Vibrasjonsvalsen er en valse med ståltrommel, og inne i ståltrommelen er det lodd fastmontert på akselen, som beveger seg i frekvens som gir slag inne i trommelen i vertikal retning. Dette gjør at trommelen «hopper» opp og ned på asfalten som komprimerer asfalten mer effektivt, man skaper en bevegelse (skyvespenning) i tilslaget som gjør at det blir komprimert bedre, hulrommet blir mindre. Vibrasjon kan ikke brukes alle steder, da slagene som blir gitt ned i asfalten kan merkes i området rundt asfalteringen. Derfor er det ikke lov å bruke vibrasjon når man komprimerer på konstruksjonen som f.eks. en brukonstruksjon. Det er også viktig at man ikke vibrerer på et asfaltdekke når asfalten når en temperatur på under 100-90 grader celsius, da risikerer man knusning i asfaltdekket. Vibrasjonsvalser kommer kun med ståltrommel.

Oscillasjon er på mange måter likt som vibrasjon, det er lodd fastmontert på to aksler inne i ståltrommelen som gir likt moment i ulik takt, dette gir en bevegelse som sender trommelen i korte støtt i horisontal retning. Dette gjør at trommelen knar asfalten, slik at det blir sendt støtt ned i en 30-45 graders retning ned i asfalten foran og bak trommelen. Dette gir andre bevegelser i tilslaget enn vibrasjonen gir, som skaper en annen komprimering, man oppnår en knaeffekt på asfaltdekke. Undersøkelser har vist at man oppnår raskere ønsket hulrom på mange typer asfaltdekke. Oscillasjon skaper også mye mindre bevegelser for omgivelsene, som gjør at det er tillatt å bruke oscillerende under asfaltering på konstruksjoner. Oscillerende er også en god metode å bruke på overganger mellom varm og kald asfalt, da man har knaeffekten som orienterer materialet på en skånsom måte, vibrasjon kan her skade materialet i skjøten. Oscilleringsteknikken kan brukes til litt kaldere temperaturer enn vibrasjon, ned mot 90 – 80 grader celsius, men det er viktig og ikke ligge ned mot min. grenser når det gjelder kompaktering av asfalt. Blir asfaltdekke for kaldt, vil man ikke tilføre noe energi inn i asfaltdekket, det vil oppstå friksjoner i overflaten og man sliter ut ståltrommelen.

HAMM produserer ikke rene oscillasjons valser, men rene vibrasjonsvalser. Dette er fordi kombinasjonen mellom vibrasjon og oscillerende skaper bedre komprimering, og behovet for en ren oscillasjonsvalse ikke er stort nok.

Logg

Dag 1)

Mandag 22.02.2016 reiste vi til Tyskland sammen med Eddie Heggard Engebretsen Vi ble tatt imot på fabrikken av Friedrich Bock, som er Produktleder Marketing i HAMM AG, som tok oss med inn i administrasjonsbygningen. Vi fikk et stort møterom til disposisjon alle dagene vi var i Tyskland. Der fikk vi en presentasjon av Wirtgen Group, HAMM, teknikkene og innovasjonene som har skapt merkevaren HAMM.

På kvelden fikk vi en omvisning på fabrikken av Friedrich. Fabrikken er en samlebåndfabrikk, og vi ble vist gjennom alle fabrikkhallene til HAMM. Den første hallen var trommelhallen, der fikk vi se hele prosessen fra bøyning av store stålplater, punktsveising av effektive robotarmer, til robotdrevet drill som lagde hull for akslene i stål platen inne i trommelen.

Så gikk vi videre inn i selve samlebåndhallen, der det var flere samlebånd med arbeidsstasjoner for arbeiderne. Her var det lærerikt for oss å se hvordan de praktiserte LEAN Management på hver arbeidsstasjon. Det var visuelle tavler, hyllene med materialer var vinklet så dem skulle skli til kanten. Hele fabrikken var dekt av vinsjer og kraner, for enkel montering av tyngre valsedeler. Ved enden av hvert samlebånd var det en tavle i taket som opplyste om uken mål for antall valser produsert, og hvor mange som var produsert den uken. Gummihjulsvalse er den mest kompliserte valsen å bygge, derfor bygges mellom 5-10 i uken, der tandemvalser bygges det opp mot 55 valser i uken.

Dag 2)

Tirsdag 23.02.2016 reiste vi tidlig til fabrikk til HAMM, der ble vi tatt imot av Jens Ruprecht, som er Produktleder Utvikling, med ansvar for det mer tekniske innen valesortimentet. Hvordan tromlene er bygd opp, hvor mange aksler innsiden av en trommel har i forhold til hvilke funksjon den har. Vi fikk se flere animasjoner som forklarte veldig godt forskjellen på statisk, vibrasjon og oscillasjon.

Han gikk gjennom utviklingen av valsene, og utviklingen av datasystemene til HAMM. HAMM har utviklet et system for valedokumentasjon og valsekjøring, HAMM HCQ GPS Navigator. Dette systemet er av stor viktighet for oppgaven vår. Vi lurte også på hvorfor det ikke produseres større og tyngre valser som trenger mindre overfarter. Ved hjelp av trykkregning ble vi vist at en 7- og 9 tonns vals leverte nesten likt kilo Newton trykk pr. cm, da størrelsen på trommelen øker i takt med vekten på valsen.

Vi fikk også en introduksjon til «*Easy Drive*», som er en konsoll til som skal gjøre det lettere å operere funksjonene til valsen for valseførereren. «*Easy Drive*» skal også være identisk i alle HAMM valser, slik at en valesjåfør kan operere alle HAMM valsene, uten å lære seg en ny kjørecomputer.

Jens synes det var viktig at vi skulle få et innblikk i hvordan BOMAG valsene fungerte. Han gikk derfor gjennom hvordan BOMAG har bygget opp oscilleringstrommelen deres, og hvordan denne fungerte. BOMAG har asphalt manager, der føreren stiller inn hvor tykt asfaltlag som skal komprimeres, og asphalt manager vil da automatisk stille inn angrepsvinkel på oscilleringsakslingene. Dette er også et godt system, som stiller inn frekvens og angrepsvinkel for deg automatisk. Dette kan også stilles inn manuelt, men dette krever en erfaren valesjåfør. Sammenligner man valsene har HAMM mer mekanisk styrte tromler enn BOMAG, BOMAG valsene hadde mer elektronisk styring i tromlene sine.

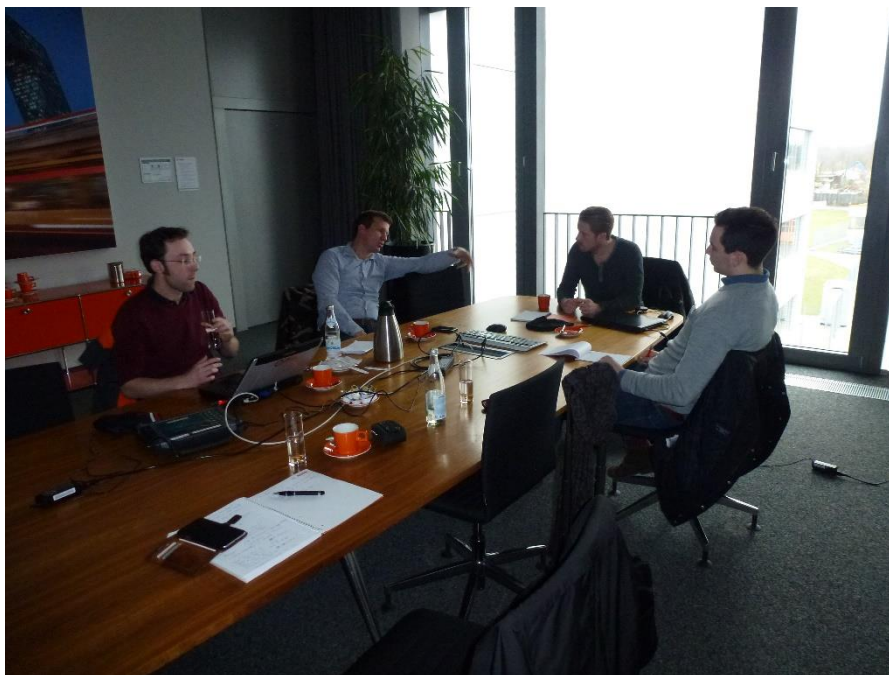
Dag 3)

Onsdag 24.02.2016 begynte vi dagen med en rask omvisning av testbanen til HAMM. En testbane som alle valsene HAMM produserer skal gjennom, her må de bestå testene for å bli godkjent som HAMM vals. De hadde et inngjerdet område der det blir kjørt for eksempel en førerløs anleggsvals, som går 24/7, flere dager i strekk, for å teste motorens og hydraulikkens egenskaper, sjekke 3-punkts midjeledd mellom trommel, og traktordel, tåler vinklene de skal bli utsatt for og generelt at valsen tåler slitasjen, samt valsens stige-evne.

Etter dette møtte vi Patrick Gärtner, som er prosjektleder for HCQ Navigator. Etter å ha prøvd forskjellige programvarer hadde vi mange spørsmål om forskjellige programvarer. Patrick gikk grundig igjennom HCQ Navigator, formålet med programvaren, fremtiden og tekniske bruken.

Når vi kom til Tyskland hadde vi problemer med å eksportere dataene vi fikk fra HCQ systemet til HAMM, til VETA. Dette problemet løste seg når vi fikk en oppdatert versjon av HCQ av Patrick. Patrick kunne også fortelle oss at flere delstater i USA hadde tatt i bruk VETA som standardprogram for valedokumentasjon. Patrick hadde også med seg kofferten som inneholder touchskjermen og GPS mottakeren som skal monteres på valsen. Vi fikk importert vår data fra prosjekter i Norge inn i HCQ, og eksportere til VETA. Her hadde Patrick en god gjennomgang med oss av programmets funksjoner.

Jens fortalte at HAMM skal være best på valser, og at derfor ville de inngå samarbeid med GPS produsenter som TOPCON. Slik at hvis det er problemer med mottakeren, eller entreprenøren har et godt samarbeid med en GPS produsent, kan andre GPS produsenter sitt utstyr plasseres på HAMM sine valser, "Åpent grensesnitt". HAMM vil fremdeles kunne levere komplett GPS utstyr, men entreprenøren har bedre valgmulighet.



*Fra venstre: Patrick Gärtner, Jens Ruprcht, Fredrik Tutvedt, Endre Kobbeltvedt
Foto: Eddie Engebretsen*

HCQ Navigator

HCQ Navigator er datainnsamlingsprogram og asfaltveilederen til HAMM, den fungerer slik at du fester en GPS-mottaker på taket til valsen, og en touch skjerm inne i valsen. En HCQ utstyrt valse til kunne måle temperatur ved komprimering, antall overfarter og HVM (HAMM Measurement Value). Sjåføren kan velge om han ønsker å vise en verdi på hele skjermen, eller om det skal være delt skjerm men to forskjellige verdier (f. eks Overfarter og Temperatur). Dette er et verktøy for valseføreren kan se hvor han har komprimert riktig i forhold til blant annet antall overfarter og temperaturen på dekket valseføreren passerer. Det brukes også av entreprenør som dokumentasjon på at de har utført arbeid som avtalt. Touch skjermen og satellittmottakeren kommer i en svart koffert som kan brukes på alle HAMM valser som er HCQ forberedt. Når du kobler til utstyret til valsen, vet utstyret automatisk hvilken type valse den er koblet til.

HCQ programmet har WLAN kobling, denne gjør at hvis det er flere valser som komprimerer med HCQ system så vil disse kommunisere sammen, dette gjør at begge valseførerne til enhver tid vet hvor det er komprimert. Hvis en valse kjører ut av WLAN rekkevidde, vil systemet dens blir oppdatert automatisk med engang den når rekkevidde igjen.

Nyeste funksjonen som kommer til HCQ er en sky-funksjon, slik at valseføreren kan laste opp valsedokumentasjonen etter endt skift. På denne måten kan en entreprenør ha all valsedokumentasjon tilgjengelig hvor som helst.

HAMM har utviklet dette programmet over noe tid nå, og har kommet på et tidspunkt der de ikke ser for seg at programmet vil bli veldig mye videre utviklet nå. Det vil komme kontinuerlig oppdatering som det gjør med all dataprogramvare, men HAMM ser ikke for seg at hovedfunksjonene til programmet endrer seg videre på dette tidspunkt.

VETA

VETA er programvare utviklet av det amerikanske asfaltkonsulentfirmaet The Transtec Group. Programmet ble bestilt av Minnesota DoT (Department Of Transportation) som er det tilsvarende som Statens Vegvesen. Programmet er utviklet til å ta imot valsedokumentasjon, fra flere merker. Tanken er at byggherre kan kreve at entreprenøren leverer valsedokumentasjon etter en asfaltering, så kan byggherre ta dette inn i VETA for å se at temperaturen var riktig når valsen komprimerte, og at det har blitt foretatt nok overførte av dekket. VETA tar inn dokumentasjon fra flere valseprodusenter, deriblant HAMM, Bomag, Caterpillar, Sakai og Trimble, det jobbes også med å få tilgang til Dynapac og Amman. VETA bruker dataen den får fra valsen og gjør det om til firkanter på 30x30cm i programmet.

I USA har flere og flere delstater tatt i bruk VETA, og det er og flere av disse delstatene med Minnesota i front som har finansiert VETA.

Prosjektleder for HCQ i HAMM Patrick Gärtner, hadde god kjennskap til VETA og The Transtec Group, han hadde god kjennskap til programmet og hvordan VETA har tenkte å utvikle seg videre. Det er blant annet tenkt en løsning der det kan importeres filer fra IR-skanner på utlegger

Valsedokumentasjon

Statens Vegvesen har i mange år krevd IR-linjescanner dokumentasjon. Dette apparatet henger bakpå asfaltutleggeren, og måler temperaturen på asfalten som blir lagt ut. Det er viktig at temperaturen på asfalten er riktig når den blir lagt ut, derfor ønsker Statens Vegvesen denne dokumentasjonen på flere asfaltkontrakter.

Når Veidekke Industri asfalterte deler av nye E6 ved Mjøsa stilte Statens Vegvesen dette kravet i kontrakten sin, men de stilte også krav om valsedokumentasjon. I kontrakten skrev de at «*For arbeidet på ny E6 og E6-ramper skal homogeniteten til komprimering av asfaltlagene dokumenteres ved bruk av valsemontert utstyr inkl. GPS. Resultatene skal fortløpende oversendes byggherren på avtalt filformat. Dette kommer i tillegg til den ordinære dokumentasjonen av densitet og hulrom.*»

Statens Vegvesen stilte altså krav om valsedokumentasjon fra asfalteringen, og ønsket at dette skulle dokumentere homogeniteten på asfalten. Når en asfaltvals kjører med vibrerende effekt avgir denne et signal ned i grunnen, og blir slått tilbake til en måler på valsen, "Stivhetsmåler" Valsen må vibrere for å kunne lese dette signalet. Signalet blir lest av som forskjellige måleenheter, alt etter hva produsenten av valsen velger å navngi det som. HAMM har valgt å navngi det HVM (HAMM Measurement Value). Denne måler stivheten i underlaget, ikke densiteten. HAMM og Veidekke Industri mener at en asfaltvals umulig kan måle densiteten i kun asfalten nøyaktig, derfor er det viktig at Statens Vegvesen er spesifikke når de stiller krav i kontrakter. I kontrakten på E6 mente Statens Vegvesen at de ville ha dokumentert at det var utført lik komprimeringsenergi på asfaltdekket. Vi mener derfor det er viktig at Statens Vegvesen er spesifikke i kontraktene sine når de krever dokumentasjon.

Jens Ruprecht, som er produktleder i HAMM sier at han ser det som lite sannsynlig at vi i den nærmeste tid klarer å kun måle densiteten til asfalten med en asfaltvals. Problemet er når valsen sender signalet leser den av alt for mye. Det klarer ikke begrense seg til asfaltlaget, som er det tynneste laget i asfaltkroppen. Jens har vært i kontakt med VOLVO som mener de har klart å løse dette problemet. I en mail fikk vi se hvilke kriterier som skulle til for at VOLVO valsen skulle klare dette.

- Valsemåleren må kalibreres med ferdig komprimert asfaltlag.

- Hvis fart, temperatur, amplitude og/eller frekvens på valsen endres under komprimering på valsen kalibreres på nytt.
- Valsemåleren har en unøyaktighet på +/- 5 %.
- Massen må være 100 % homogen

Å ha en masse som er 100 % homogen er veldig vanskelig, å regne seg frem til en endelig løsning med reelle tall har vært prøvd på, men visst seg vanskelig. Faktorer som må løses for å finne den endelige densitet er kornformen på tilslaget, temperatur, vindkast, stivhet, densitet til vegkroppen og den fjerde dimensjon. Jens forklarte for oss, at hvis man er inne i en hall, som ikke blir påvirket av temperaturendringer eller vind, og underlaget består av tre meter betong. Når man da skal komprimere ti cm asfalt vil man da kunne få en nøyaktig tilbakemelding på densiteten i asfalten.

I Norge er mye av asfalteringen under vedlikeholdsarbeidet til Statens Vegvesen. Dermed er det gamle veg-kropper som blir asfaltert, det er derfor vanskelig å fortelle homogeniteten og densiteten i veg-kroppen.

WITOS

WITOS er et system som Wirtgen Group ønsker å ha tilgjengelig til hele asfalteringsprosessen. Et system som logger temperatur, destinasjon, tid til ankomst i hele asfaltprosessen. Fra Lastebil som laster på asfaltfabrikken, utleggeren og asfaltvalsen. Dette for å forbedre hele leggesprosessen og sørge for kontinuerlig drift av utlegger, bedre logistikk og planlegging, forbedre kvaliteten i alle ledd.

Dette er et system HAMM er i gang med å utvikle og videreføre sammen med sin partner Joseph Vögele AG og asfaltutleggere, skal være i gang i løpet av året. WITOS kommer også med sky-opplastningsmuligheten til HCQ dataene nå senere i år.

Proof-rolling

Proof-rolling er test av vegkroppen man kan gjøre før man asfalterer. Da tar man en valse med HCQ eller annen valse-software, aktiverer vibrasjonen på lav amplitude og høy frekvens, slik at vibrasjonen gir mange men svake slag. Da sender man et signal ned i vegkroppen, og for undersøkt om hardheten i kroppen er tilfredsstillt. På denne måten kan man undersøke om vegkroppen tilfredsstillt kravene før asfalteringen begynner. Slik at ikke skylder på asfalteringen hvis det slår sprekker i vegen.

Proof-rolling er ikke en test som blir brukt mye i Norge av asfaltentreprenør. Mye av asfalteringen som gjøres hvert år i Norge er re-asfaltering av gamle vegger, disse vegene er bygget med en standard som ikke er lik i dagens standard. Dette vil si at eldre veg-kropper har en dårligere standard enn dagens veg-kropp. Derfor er det ikke nødvendig å sende signaler ned i eldre veg-kropper, for å gjøre utbedringer alle stedene det er nødvendig vil bli for dyrt. I Norge har vi en spesiell geografi og et spesielt klima, derfor blir mange av vegene her bygget med veldig stor kropp(2-4m). Når en veg er så stor vil ikke en asfaltvalse klare å sende et signal gjennom hele kroppen, og man vil få et måling som ikke kan brukes.

Det vi ikke tar med her er eventuelle tester og dokumentasjon anleggsentreprenøren må gjøre på en ny veg når de bygger den opp lag for lag.

Referanser

Eddie Heggard Engebretsen, Salgsleder Wirtgen Group Norway AS

Friedrich Bock, Produktleder Marketing, HAMM AG

Patrick Gärtner, Prosjektleder HAMM AG

Jens Ruprcht, Produktleder Utvikling HAMM AG



Fra venstre: Eddie Heggard Engebretsen, Endre Kobbeltvedt, Fredrik Tutvedt

Foto: Friedrich Bock

Takk

Vi ønsker å rette en stor takk til Eddie Heggard Engebretsen fra Wirtgen Group sitt kontor i Norge som tok tid fra sin travle timeplan for å bli med oss ned til Tyskland disse dagene.

Vi ønsker også å takke alle HAMM representantene som har tatt godt vare på oss, svart på alle spørsmålene våre, og gjort denne turen mye mer lærerik enn vi håpet på.

Vi takker også EBA for midlene vi fikk tildelt for denne turen, vi har fått besvart mange spørsmål som er essensiell i bacheloroppgaven vår.

Vedlegg 4 Generelle kommentarer til oversendte resultater.

I oversendte resultater registrerer vi at byggherren ikke bruker normale avrundingsregler når resultater settes opp mot krav.

Hulrom:

Når det gjelder bestemmelse av hulrom så benytter Veidekke Industri AS NS-EN 12697-5 (Bestemmelse av maksimal densitet) som grunnlag for bestemmelse av hulrommet i asfaltprøver. I denne er det angitt en repeterbarhet på 11 kg/m³ for samme operatør og samme apparat. Når det gjelder reproduserbarheten mellom forskjellige operatører og apparater så er det angitt en reproduserbarhet på 22 kg/m³. Hva betyr så dette når det gjelder bestemmelsen av hulrommet i uttatte prøver og resultater opp mot krav? I etterfølgende tabell er angitt gjennomsnittlig hulrom dersom man angir ytterpunktene for spesifikk densitet basert på den angitte reproduserbarheten i standarden.

Spesifikk densitet (kg/m ³)	Hulrom (%)
For enkeltprøve som har et beregnet hulrom på 4,66 % får man følgende verdier	
2482	4,66
2504	5,49
2460	3,80
For enkeltprøve som har et beregnet hulrom på 4,94 % får man følgende verdier	
2482	4,94
2504	5,77
2460	4,09

Basert på disse resultater viser at unøyaktigheten i metoden kan gi variasjoner på nærmere +/-1 %, noe som også framgår av de resultater som er utført tidligere av VDI og VTI på andre tilsvarende prosjekter. Det vil derfor synes urimelig man håndhever et trekkregime før man er rimelig sikker på at man er utenfor krav. Basert på de verdier det opereres med i prosjekter for Avinor bør det derfor legges på 1 % på de angitte krav (2-4 %) slik at grensekrav for trekk dermed er 1-5 %. Usikkerheten må også påvirke de øvrige grenser for trekk.

Det må også påpekes at det er usikkerheter i metoden for bestemmelse av densiteten for bituminøse prøvelegemer (NS-EN 12697-6). Det er her angitt en reproduserbarhet på $(22+0,6A)$ kg/m³ (A er % tilslag over 11,2 mm). Denne usikkerheten er ikke vurdert her, men vil gjøre at usikkerheten i beregning av hulrom i realiteten blir enda større.

Dette til deres orientering

04.01.12

Veidekke Industri AS