

Forslag til mer proaktiv vedlikeholdsplanlegging av dreneringssystem – Case studie Rv13

Suggestion for a more proactive planning of
drainage system maintenance– Case Study Rv13

Trondheim Mai 2022

Navn studenter:

Marius Thorsen

Intern veileder:
Alex Klein-Paste

Ekstern veileder:
Rolf Anders Tønder Svensson
Statens Vegvesen

Prosjektnr:
2022 - 47

Rapporten er ÅPEN



NTNU

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Rapporten er ÅPEN

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

Den dag i dag er vedlikehold og planleggingen av vedlikehold av vegens dreneringssystem tungt avhengig av personlig kompetanse og erfaring hos enkeltpersoner ved byggherre og entreprenør. Det er få ting som slår vurderinger av fagfolk med stor erfaring, men det fører til et sårbart system der kunnskap kan fort mistes ved jobb bytte, pensjon, eller lignende.

For å lukke deler av denne sårbarheten kan vi se på digitalisering som en mulighet. Der har vi for eksempel NVDB (Nasjonale Vegdatabank) som kan gi store muligheter innen planlegging av vedlikehold, ved å lagre informasjon om individuelle deler av drens-systemet langs veg og dens tilstandsgrad. Da må en se på hvordan blir NVDB brukt i dette tilfellet den dag i dag og hvilke muligheter er det for videre utvikling. Slik kan det tenkes at når personer går av pensjon eller bytter jobb, er tanken at det vil gi en mykere overgangsperiode med større oversikt over hva som skal gjøre i neste periode fra dag en.

Når det den dag i dag bare blir mer og mer rettet mot digitalisering av alt som kan digitaliseres, kan dette bli en utfordring for nettopp de som sitter med all erfaringen. Målet da med denne oppgaven vil være å finne en metode for planlegging av vedlikehold som vil inneholde NVDB data og der byggherre muligens kan kunne hente ut rapporter en eller flere ganger i året om tilstand til dreneringen deres og evt. Hvilke deler dreneringssystemet som har behov for vedlikehold i nærmere tid. Det må da ses på hvorvidt dette er mulig med dagens systemer, hva som skal til for at dette skal kunne tas i bruk og hvilken kostnad det vil ha.

Her kan det også vurderes om det er mulig med automatisering av datainnhenting til NVDB, som da vil lette presset på entreprenør og muligens kutte kostnader. Hvorvidt dette er mulig og hvordan kan utføres er ukjent i dag, men det vil tas en titt på i løpet av prosjektets gang.

Stikkord fra prosjektet:

- NVDB
- Drift og Vedlikehold
- Digitalisering
- IRI
- LiDAR
- Georadar

Forord

Denne bacheloroppgaven er avsluttende oppgave på bachelorstudiet ved Instituttet for bygg- og miljøteknikk. I årene jeg har brukt på studiene mine i Trondheim forkurs årsstudium til å skrive bachelor oppgave på byggingeniør studie, har jeg hatt mange fantastiske opplevelser, møtt mange som har blitt gode og nære venner og muligens kollegaer eller konkurrenter. Det er en tid jeg kommer til å se tilbake på med et glimt i øyet.

Jeg gikk egentlig studieretningen husbygging, men endte opp i Statens Vegvesen etter sommerjobber og kom tilbake med stor interesse for vegfaget og endte da opp med å skrive en bachelor inne det. Oppgaven har vært utfordrende, spesielt når den er tatt ved siden av jobb.

Til slutt vil jeg bruke noen ord på å takke intern veileder Alex Klein-Paste som har vært som har vært essensiell i min utførelse av denne rapporten, og en takk til Rolf Anders Tønder Svensson i Statens Vegvesen for at denne oppgaven i det hele tatt ble til.

Haugesund, 17. mai 2022

Marius Thorsen

Marius Thorsen

Sammendrag

Denne oppgaven går inn på temaet drift og vedlikehold innen vegfaget. Det er blitt sett på muligheter for å minske sårbarheten som eksisterer i dag hos byggherre ved tap av personell (pensjon, jobb bytte, etc.) med lang erfaring og stor kunnskap. Det er i denne sammenhengen sett på muligheter å utvide bruken av digitale verktøy og tjenester ved vedlikeholdsplanlegging av vegens dreneringssystem for å gjøre overgangsperioden til ny person lettere.

Det er blitt sett på muligheter ved bruk av LiDAR, IRI målinger, varmekamera, georadar og knytte NVDB inn i dette. I denne sammenhengen er det gjort mange undersøkelser i tidligere forskning, det er gjort egne analyser på IRI målinger og sammenlignet med NVDB for en evt. feltundersøkelse.

Ved å sammenligne alle de mulige metodene blir LiDAR sett på som det mest nytteverdige og allsidige verktøyet. Det blir for det meste i dag kun brukt til å analysere vegdekketilstand og vegoppmerking. Det anbefales å ta LiDAR i bruk til å analysere høydeforskjeller på vegoverflaten og grøft for å detektere evt. synkehull, store setninger og utgravde vegkanter.

Sårbarheten vil aldri kunne elimineres, men det konkluderes med at den kan minkes noe. Ved mer effektiv bruk av spesielt LiDAR og mulig georadar kan en overgang mellom ny og erfaren person gå noe lettere for seg ved vedlikeholdsplanlegging av drenering.

Abstract

This thesis deals with the topic of operation and maintenance in the road sector. Opportunities have been looked at to reduce the vulnerability that exists today with the client in the event of loss of personnel (pension, job change, etc.) with lots of experience and extensive knowledge. In this context, opportunities have been considered to expand the use of digital tools and services in maintenance planning of the road drainage system to make the transition period to a new employee easier.

Possibilities have been looked at using LiDAR, IRI measurements, thermal imager, GPR (Ground Penetrating Radar) and link NVDB (Norwegian Road Data Base) into this. In this context, many studies have been done in previous research, separate analyzes have been made on IRI measurements and compared with NVDB for a possible field study.

By comparing all the possible methods, LiDAR is seen as the most useful and versatile tool. It is mostly only used to this day to analyze road surface condition and road markings. It is recommended to use LiDAR to analyze height differences on the road surface and ditch to detect any sinkholes, large settlements, and eroded road edges.

The vulnerability can never be eliminated, but it is concluded that it can be reduced somewhat. With more efficient use of especially LiDAR and possible GPR, a transition between a new and experienced person can be somewhat easier when planning maintenance of drainage.

Inholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag.....	iii
Abstract	iv
Inholdsfortegnelse	vi
Figurliste.....	ix
Tabelliste	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Beskrivelse av vegstrekning/område	1
1.3 Strukturering av oppgaven	2
2 Teori/litteraturgjennomgang.....	3
2.1 Drenering.....	3
2.1.1 Grøft.....	4
2.1.2 Stikkrenner og kulvert	5
2.2 NVDB	6
2.2.1 Objekter	7
2.2.2 Vegkart	8
2.2.3 Kvalitet	9
2.3 Digitale inspeksjonsverktøy	10
2.3.1 Bruk av LiDAR data	10
2.3.2 IRI målinger (Ujevnhet)	12
2.3.3 Georadar (GPR).....	12

2.4	Varmekamera	14
3	Metode	15
3.1	Litteratursøk	15
3.2	LiDAR- og IRI målinger.....	15
3.3	NVDB	16
3.4	Befaring	16
3.5	Analyseverktøy	17
4	Analyse.....	18
4.1	Objekt kvalitet i NVDB	18
4.1.1	Stikkrenne	18
4.1.2	Grøft.....	21
4.2	Ujevnhet (IRI) og feltundersøkelser	22
4.2.1	Punkt 1.....	23
4.2.2	Punkt 2.....	24
4.2.3	Punkt 3.....	26
4.2.4	Punkt 4.....	27
5	Diskusjon.....	28
5.1	Oppgavens mål	28
5.1.1	Digitalisering på vei inn	28
5.2	Bruk av digitale verktøy	28
5.2.1	IRI, LiDAR, varmekamera og georadar.....	29
5.2.2	Alt samlet på ett sted	31
5.2.3	Viktigheten av oppdatert NVDB data	32
5.2.4	Digital kunnskap mot erfaring.....	32

6	Konklusjon.....	33
7	Referanser.....	35
8	Vedlegg	37

Figurliste

Figur 1: Avgrenset område på Rv13 for oppgaven.	2
Figur 2: Stikkrenne av plast under Rv13.....	5
Figur 3: Illustrasjon av hvordan registrering og lesing av NVDB data virker (Statens Vegvesen, 2020)	6
Figur 4: Vegsystemreferanse til åpen grøft fra Figur 5. Skjermdump fra vegkart.no.....	7
Figur 5: Til venstre er en stikkrenne uten egengeometri og til høyre en stikkrenne med linjeometri (vegart.no)	8
Figur 6: Slik ser vegkart ut. Her er det sortert etter driftskontraktområde, veg og stikkrenne.	9
Figur 7: Antall registrerte stikkrenner uten egengeometri for hvert fylke (Statens Vegvesen, 2022a)	10
Figur 8: Analyse brukt for å analysere høydeforskjeller av Matintupa og Saarenketo (2012).	11
Figur 9: Punktskymmodell fra ViaPPS Desktop.....	12
Figur 10: Georadar scan av metal- og PVC rør (Geophysical Survey System, 2016) ...	13
Figur 11: Model brukt av (Raisi, Khun og Yu, 2022) for å undersøke bruk av georadar for inspeksjon av stikkrenne/kulvert.	14
Figur 12: Her kan stikkrennen tydelig ses på varmekamera (fra Matintupa og Saarenketo (2012))	14
Figur 13: Eksempel på bilde tatt med "VegViseren"	16
Figur 14: Slik ser IRI målinger ut i ViaPPS Analyser	17
Figur 15: Oversikt over datakvaliteten på stikkrenner i NVDB på Rv13 innenfor kontraktssområde DK9302 Haugesund 2021-2026 (2022-)	20
Figur 16: Bilde av stikkrenne under stor nedbør på Rv13 (denne er byttet ut i etterkant med en av større dimensjon).....	21

Figur 17: Samme stikkrenne som i forrige bilde i NVDB.....	21
Figur 18: Oversikt over datakvaliteten på åpen grøft i NVDB på Rv13 innenfor kontraktsonråde DK9302 Haugesund 2021-2026 (2022-)	22
Figur 19: Utvalgte områder på IRI måling.	23
Figur 20: Måling fra punkt 1.	23
Figur 21: T.v. bilde nylig tatt ute i felt. T.h. bilde av begge stikkrennene som ble avdekket på undersøkelsen (den andre er i senter av bildet under steinen.	24
Figur 22: Bilde tatt fra område i punkt 1 (Foto: vegbilder datert 21.jun.2021)	24
Figur 23: Måling fra punkt 2.	24
Figur 24: Tørrmur stikkrenne som ble oppdaget under feltundersøkelse.....	25
Figur 25: Tørrmur stikkrennen/kulverten.....	25
Figur 26: Måling fra punk 3.	26
Figur 27: Bilde fra punkt 3 (Foto: Vegbilder datert 25.jun.2021).	26
Figur 28: Måling fra punkt 4.	27
Figur 29: Bilde fra punkt 4 (Foto: Vegbilder datert 25.jun.2021)	27
Figur 30: Stikkrenne/kulvert kan ses tydelig med varmekamera (Figur fra Matintupa og Saarenketo (2012)).....	31

Tabelliste

Tabell 1: Nøyaktig antall stikkrenner i prosjektet med og uten egeometri (verdier hentet fra 06.04.2022).	19
Tabell 2: Nøyaktig antall stikkrenner i prosjektet med og uten egeometri (verdier hentet fra 06.04.2021).	19
Tabell 3: Nøyaktig antall åpne grøfter i prosjektet med og uten egeometri (verdier hentet fra 06.04.2022).	22

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

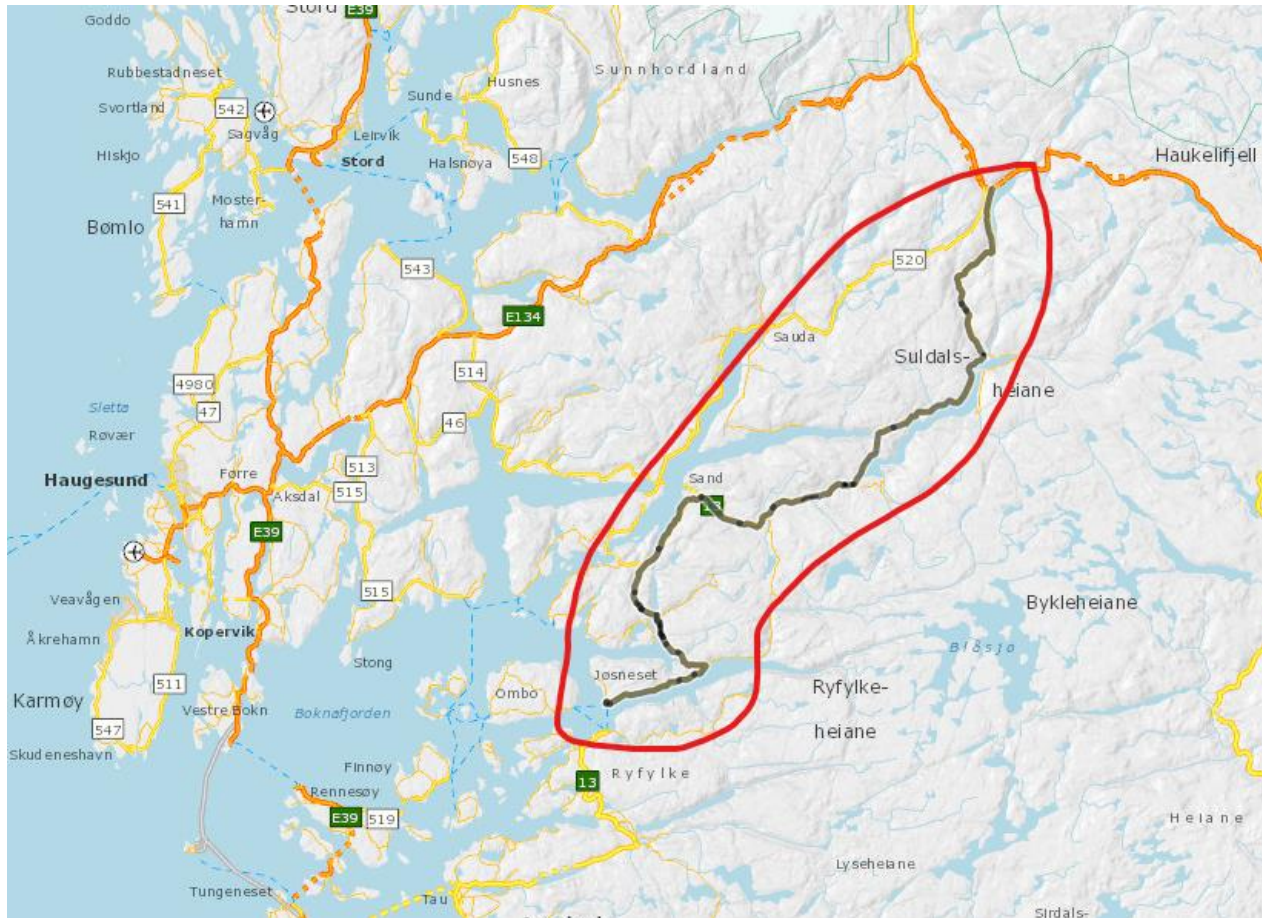
Denne bacheloroppgaven omhandler å se på metoder for mer proaktivt vedlikehold på norske veger, og se på muligheten til å bruke dette for å minke sårbarheten vegeier står ved om noen med stor erfaring forsvinner. Det er varslet at Statens Vegvesens fagmiljø er i ferd med å kollapse, da etaten på kort tid i etter regionreformen og omorganisering innad i etaten mistet mange ansatte som førte til en økning i gjennomsnittsalderen til over 50 år. (Haugan, 2020). Når de med intim kunnskap over dreneringssystemet på sine veger forsvinner brått, kan dette muligens ha en negativ innvirkning på planlegging av vedlikeholdsarbeid av dreneringsobjekter (Stikkrenne/kulvert, grøft, etc.) Da bør en stille spørsmålet om digitale verktøy er en mulig løsning.

I Statens Vegvesen baseres reparasjon og utskiftning av stikkrenner på entreprenørs egne observasjoner, inspeksjoner og byggherres stikkprøvekontroller. Dårlig tilstand på dreneringssystemet oppdages ofte ikke før vegkant har seget ut mot grøft eller synkehull oppstår over stikkrenne.

Statens Vegvesen kjører årlige målinger av vegdekke og vegoppmerking med LiDAR (laserskann), ut fra disse målingene kan det tas ut IRI (International Roughness Index) som sier noe om ujevnheten i vegen (ViaTech AS, u.å). Om man vet hvor stikkrenner befinner seg er det ikke utenkelig at en kan bruke dataen fra dette til å se om det er f.eks setning over den med hjelp av denne dataen. Det er mulig en kan bruke NVDB (Nasjonal Vegdatabank) for finne ut av dette.

1.2 Beskrivelse av vegstrekning/område

Denne oppgaven er begrenset til Rv13 fra Nesvik til Røldal. Dette er en lavt trafikkert veg med en ÅDT på rundt 500. Rv13 er turistveg med nydelig fjord og dal landskap. Vegstrekning har vært litt oppe til diskusjon de siste årene i media, ettersom det er noen svært rasutsatte strekninger her. Det gikk et stort ras her i slutten av oktober på noen hundre tonn stein. Selve vegen oppleves som med noe dårlig tilstand enkelte steder.



Figur 1: Avgrenset område på Rv13 for oppgaven.

1.3 Strukturering av oppgaven

Selve oppgaven er strukturert etter NTNU's egen veileder. Der kapittel 1 er en introduksjon til hva oppgaven skal omhandle og hvilke problemstillinger som skal ses på. Kapittel 2 er ren teori, her oppklares relevant tidligere forskning og begrep som blir brukt i oppgaven blir beskrevet. I kapittel 3 beskrives metoder som er brukt for å utføre oppgaven, og kapittel 4 er satt opp til analyse. I analysen blir funn og resultat lagt frem, men blir ikke diskutert/drøftet før i kapittel 5. Til slutt kommer kapittel 6 som er selve konklusjonen, toppen av kransekaka på oppgaven.

2 Teori/litteraturgjennomgang

I dette skal det gås gjennom tidligere forskning og generell teori om tema og uttrykk som vil gjennomgås å denne oppgaven.

2.1 Drenering

Innen veg finnes uttrykket som lyder «Vann er veiens verste fiende» og det sier noe om hvor viktig dreneringen er for veien, for om man mister kontroll på vannet så mister man kontroll på vegen. Drenering er da en viktig del av hvordan man håndterer overvannet, der mangelfull håndtering vil som oftest føre til vegen ikke virker tilfredsstillende (Norem *et al.*, 2018). (Norem *et al.*, 2018) stiller 10 funksjonskrav for drenering og overflatevann håndtering, disse funksjonskravene er delt opp i hovedkrav og tilleggskrav der hovedkravene er:

- Å Sikre regularitet
- Avrenning fra vegbane og skulder
- Drenering av veg- og jernbanekroppen
- Føring av overvann gjennom vegen eller banen
- Sikring mot skader på veg
- Begrense endringer i grunnvannsstrømmer og opprettholde den naturlige vannbalansen

For at infrastrukturen skal fungere tilfredsstillende stiller (Norem *et al.*, 2018) også noen tilleggskrav ved siden av hovedkravene

- Trafikksikkerhet for alle trafikanter
- Framkommelighet for alle trafikanter
- Mulighet for biologisk mangfold

Drenering er generelt et veldig bredt begrep og når vi kun begrenser det til drenering langs veg så sitter vi igjen med flere ulike typer grøfter, rør (lukket drenering),

stikkrenner og kulverter. Denne oppgaven vil for det meste ta for seg stikkrenner og noe grøfter med hovedfokus på Rv13 mellom Røldal/Håra og Nesvik ferjekai.

2.1.1 Grøft

Grøfter er en svært viktig del av dreneringssystemet til vegene. Her har vi hovedsakelig to hovedtyper av grøfter, åpen- og lukket grøft. Åpne grøfter assosieres ofte med dype grøfter, men de kan også være grunne. Spesielt kan det være grunne åpne grøfter langs fjellveger.

En åpen grøft har som hovedformål å håndtere og isolere vann avrenning fra sideområder i forhold til vegen (Austroads, 2013), ved å føre det trygt videre ut i terrenget eller til et sted det kan føres under vegen gjennom en stikkrenne eller kulvert. Ved å ha god drenering beskyttes vegen og derunder forsterkning- og bærelag mot erosjon.

I tillegg til åpen drenering har vi lukket drenering, denne typen har grunne sidegrøfter med perforerte drensledninger nedgravd i en rørgrøft under drens grøft eller veg. Som deretter fører vannet til en kum og videre i en overvannsledning og bort fra veg (Norem et al., 2018). Det blir mer og mer vanlig med lukket drenering i nye vegprosjekter og da er det også viktig at disse blir dimensjonert med nok kapasitet. Denne oppgaven vil for det meste fokusere på åpen drenering og stikkrenner og vil derfor ikke gå veldig i detalj på lukket drenering videre i oppgaven.

2.1.2 Stikkrenner og kulvert

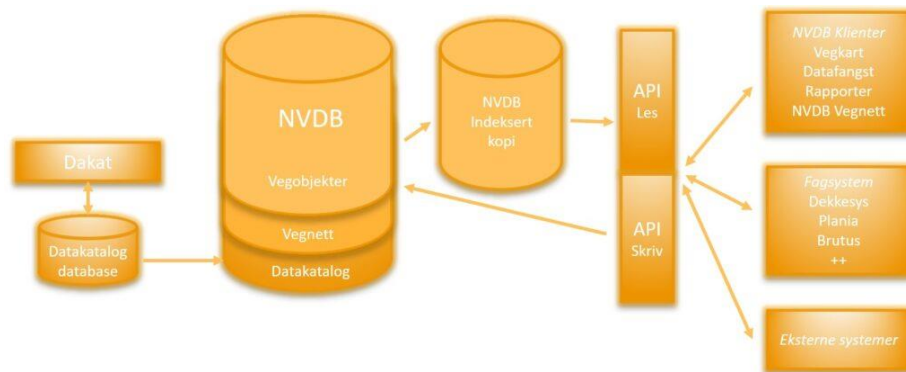
Etter vannet er blitt ført langs vegen i enten åpen eller lukket drenering må vannet evt. krysse vegen for videre føring i terreng eller direkte ut i vann/sjø. Her brukes stort sett stikkrenner og kulverter avhengig av vannmengden, der en kulvert vanligvis har større kapasitet for vannføring enn stikkrenner. Ordene Kulvert og stikkrenne brukes ofte synonymt med hverandre, men det er en forskjell som folk stort sett overser. Store Norske Leksikon (2020a; 2020b) beskriver disse slik, «Kulvert, større gjennomløp for bekker, gang- og sykkelveier under vei eller jernbane. En kulvert bygges av betong, stein eller stålrør.» og «Stikkrenne er et gjennomløp for vann under vei eller jernbane». Her er det også viktig å poengtere at alt som har en bredde eller diameter på over 2,5m blir regnet som bru og vil ikke bli tatt med som en del av denne oppgaven (Statens Vegvesen, 2021). Selv om det er blitt beskrevet at det er en forskjell på kulvert og stikkrenne, vil det i dette prosjektet kun bli brukt ordet «stikkrenne» uavhengig av størrelse og form. Dette vil dog være litt naturlig da objektet for stikkrenne og kulvert er det samme i NVDB (se kapittel 2.3).



Figur 2: Stikkrenne av plast under Rv13

2.2 NVDB

Nasjonal vegdatabank (NVDB) er en database som inneholder informasjon om alle norske veger, om det er statlige, fylkeskommunale, kommunale, skogsvei eller private (Statens Vegvesen, u.å-a). Det vil i denne oppgaven kun være fokus på statlig veg og som nevnt i innledningen er det kun den delen av Rv13 som inngår i DK9302 (2022-). Statens Vegvesen (u.å-a) nevner at NVDB inneholder informasjon om blant annet vegnett med geometri og topologi, en oversikt over «objekter» langs veg, ulykker og trafikkmengder og grunnlagsdata for bruk i støyberegninger og trafikkmodeller. Her kan det legges til at data i NVDB ang. dreneringsobjekter kan brukes til hydrologiske beregninger og analyser av vannveier for å hindre skader av ekstremvær (Tungland, 2022) se kapittel 2.2.3 for en mer detaljert beskrivelse av dette.



Figur 3: Illustrasjon av hvordan registrering og lesing av NVDB data virker (Statens Vegvesen, 2020)

2.2.1 Objekter

For å få en god oversikt og et skille mellom f. eks vinterdiftsklasse og en skiltplate blir det i NVDB delt opp i flere ulike «objekter». Der hver type objekt i NVDB representerer et eksisterende objekt langs/på/over/under veg eller en bestemmelse ang. spesifikke veger. Statens Vegvesen (u.å-a) sier et objekt kan benevnes som «ting, entitet, objekttype, element, feature etc.» der selv om det ikke er et fysisk objekt, kan det være et objekt i NVDB.

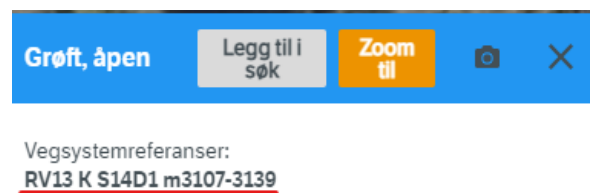
Det sies at det finnes i hovedsak kun tre kategorier av objekt i NVDB, dette baseres på hvilken geometri type objektet bruker. De ulike kategoriene deles opp i punkt, linje og flate objekt. Når objekter registreres, vil geometrien til objektet knyttes til enten koordinater eller en vegsystemreferanse og kunne finnes igjen i ulike tjenester knyttet opp mot NVDB les, den mest relevante tjenesten her vil være «vegkart». Hvert objekt har en rekke egenskaper som bestemmes av datakatalogen.

Datakatalogen

Datakatalogen er en liste av alle objekter og deres egenskaper i NVDB. Det er den som bestemmer hva som skal registreres og hvilke egenskaper hvert objekt kan ha og hvilke egenskaper objekt absolutt skal registreres med, her kan f.eks. «materialtype» være en egenskap på «rstikkrenne» objektet (Statens Vegvesen, u.å-a).

Geometri/stedfesting

For å kunne bli registrert til NVDB må alle objekter ha en «stedfesting». Dette er en lenke/kobling mellom objektet og et sted på veglenken (se Figur 4). For å kunne vite hvor en er på veglenken er det laget et referansesystem i NVDB, dette sier hvilken veg og hvor på vegen f.eks. et objekt befinner seg. På Figur 4. ser man et eksempel på dette referansesystemet. Det sier oss at dette objektet befinner seg på riksveg 13, er koblet til kjørebane (her vil det så «G» om objektet er koblet på G/S veg), på strekning 14, delstrekning 1 og strekker seg mellom meter

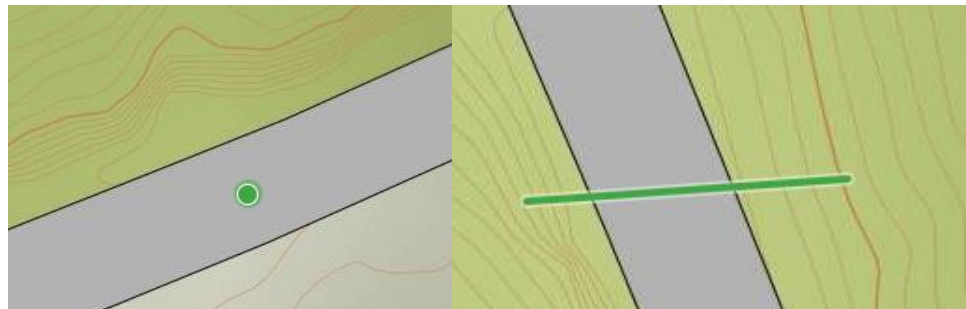


Figur 4: Vegsystemreferanse til åpen grøft fra Figur 5. Skjermdump fra vegkart.no

3107 og 3139 (Vegsystemreferansen til et objekt kan også bli kalt for metringene til et objekt).

Som nevnt tidligere finnes det i grunn kun tre geometrityper i NVDB. Dette er punkt, linje (kan også kalles for kurve) og flate. Om et objekt har egegeometri eller ikke har stor betydning for kvaliteten av plasseringen av objektet i databasen i forhold til hvor det befinner seg i virkeligheten. Tidligere så var det normalt å registrere alle objekt med kun vegreferanse og uten egegeometri. Dette betyr i praksis at objektene ikke var målt inn i NVDB eller tegnet inn i kart, men ble ofte lastet inn fra lister som inneholdt objekttype, egenskaper og en vegreferanse. Objektene vil da ha en stor usikkerhet til faktisk posisjon (se kapittel 2.2.3) og kun vises som et punkt på veglenken som ikke sier noe om lengde eller retning på et objekt. Dette vil være viktig for dette prosjektet da en stor andel av stikkrennene som inngår i dette prosjektet enten mangler egegeometri, eller er registrert med

feil eller for dårlig geometri, dette gjenspeiles på landsbasis og ikke bare på Rv13 i Ryfylke.



Figur 5: Til venstre er en stikkrenne uten egegeometri og til høyre en stikkrenne med linjegeometri (vegkart.no)

2.2.2 Vegkart

Vegkart er en åpen karttjeneste der alle kan søke opp data fra NVDB i nettleser (Statens Vegvesen, u.å-b), bortsett fra skjermet data (sensitiv informasjon) som ikke vil dukke opp uten bruker og godkjent tilgang på det. Vegkart henter informasjon direkte fra NVDB-api og har alltid oppdatert data tilgjengelig, så langt objektet ikke er lastet opp med utsatt startdato (typisk objekter som «vinterdriftsklasse» om klassen skal endres på en veg til en spesifikk dato). Til denne oppgaven er vegkart brukt veldig mye, både ute i felt og inne på kontor.



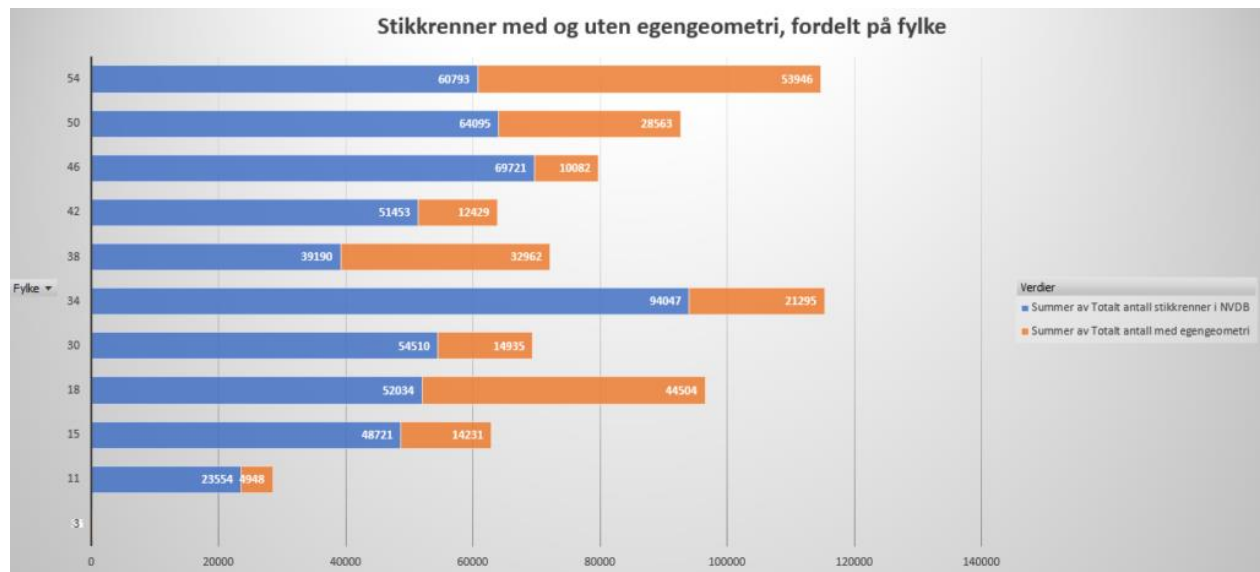
Figur 6: Slik ser vegkart ut. Her er det sortert etter driftskontraktomsråde, veg og stikkrenne.

2.2.3 Kvalitet

Tidligere er det nevnt litt om kvaliteten på objekt i NVDB og litt om hva geometrien til objektet har med den å gjøre. Når det nevnes «kvalitet» ang. et objekt, er det en kombinasjon av geometri, utfylte egenskaper og hvor oppdatert objekter er i NVDB iht. hva som faktisk ligger der i virkeligheten. Da dette prosjektet vil ha fokus på drenering er kvaliteten av stikkrenner av stor interesse.

Tungland (2022) sier at det nylig er blitt satt et stort fokus på kvaliteten på stikkrenner i NVDB, der det jobbes med et «nasjonalt kunnskapsgrunnlag bestående av data for terreng, dreneringslinjer, stikkrenne, kritiske punkt, klimadata og hydrologiske beregninger.», der kun 43% av alle registrerte stikkrenner i Norge har i dag egegeometri. I Figur 7: Antall registrerte stikkrenner uten egegeometri for hvert fylke (Statens Vegvesen, 2022a) kan du se et diagram av hvor mange stikkrenner som er registrert i hvert fylke og hvor mange av disse som faktisk har egegeometri, legg merke til at i de fleste fylker står over halvparten av alle registrerte stikkrenner uten egegeometri og spesielt dårlig er det i Rogaland. Når objekt mangler egegeometri er kvaliteten på objektet å betrakte som dårlig, da usikkerheten på stedfestingen/posisjon

er opp til +/- 100 meter (Tungland, 2022). Det registreres også at stikkrenner som mangler egengeometri ofte har større mangler i registrerte egenskaper (Tungland, 2022)



Figur 7: Antall registrerte stikkrenner uten egengeometri for hvert fylke (Statens Vegvesen, 2022a)

2.3 Digitale inspeksjonsverktøy

Å ha digitale verktøy vil muligens være essensielt i fremtiden, derfor skal det ses på ulike metoder som er blitt undersøkt tidligere og/eller brukes den dag i dag.

Matintupa og Saarenketo (2012) har sett på bruk av LiDAR, georadar og varmekamera for undersøkelser av tilstand på grøfter. Der de konkluderte med at varmekamera er veldig effektivt verktøy for å detektere stikkrenner fra avkjørselveger.

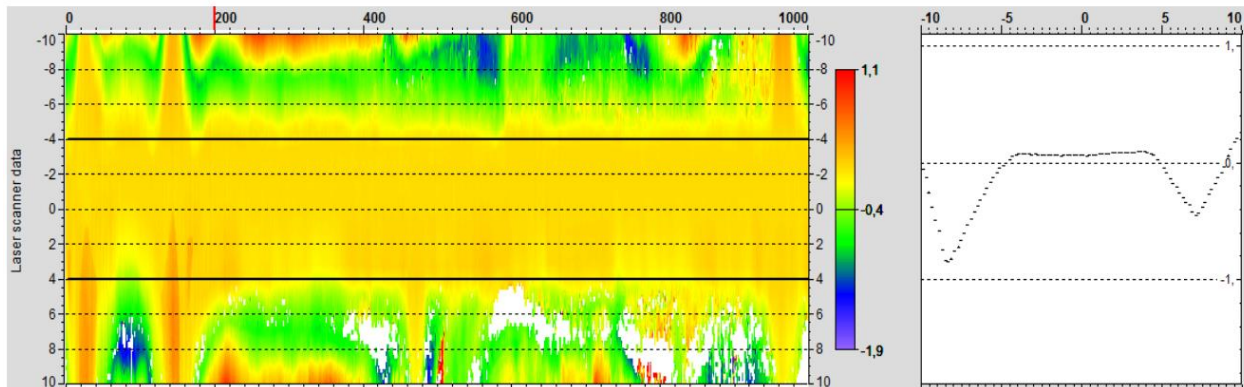
2.3.1 Bruk av LiDAR data

ViaPPS

ViaPPS (Pavement Profile System) er et system for måling av spor, jevnhet, tverrfall og tekstur på alle asfaltoverflater (Statens Vegvesen, 2017) utviklet av ViaTech i samarbeid med Statens Vegvesen. Målingene blir gjort ved bruk av en høykvalitets LiDAR (light detection and ranging) som monteres på kjøretøy og danner en punktsky av vegen, og blir brukt til å evaluere tilstand til vegdekke og sidearealet. Disse målingene blir kjørt en

gang i året på hele vegnettet til SVV. Matintupa og Saarenketo (2012) anbefaler LiDAR målinger blir kjørt på vårtid før vegetasjon har begynt å vokse for størst nøyaktighet, da vegetasjonen vil påvirke målingen av grøftedybde, der de har sett forskjeller fra vår til sommer på 30-40cm dybde på grøft samme sted.

Matintupa og Saarenketo (2012) brukte laserskan data for å undersøke tverrsnitt av veg. Dette ble brukt til å evaluere form på vegen, de brukte da et «surface level colour map» til å se høydeforskjeller i asfaltdekke og grøft.

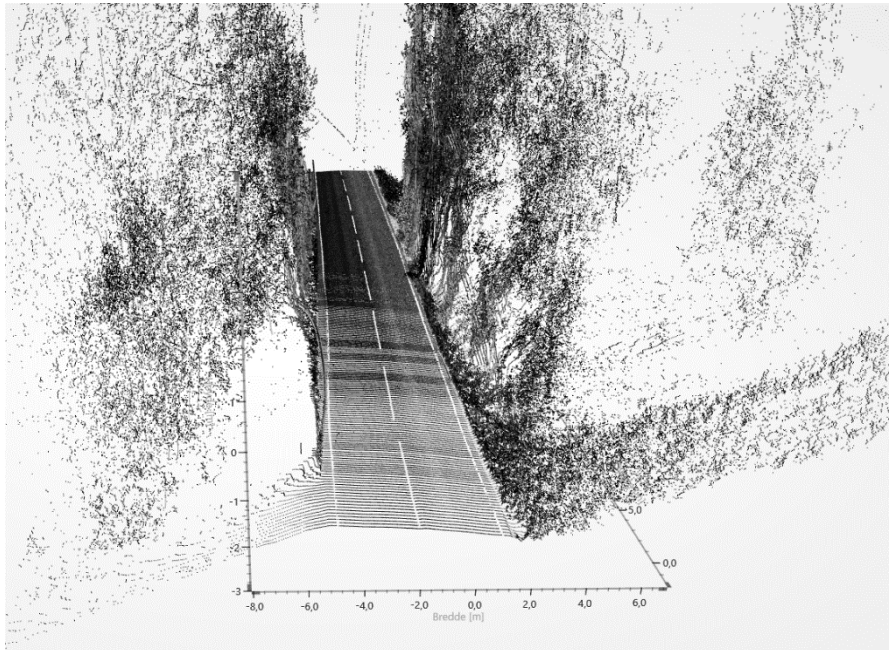


Figur 8: Analyse brukt for å analysere høydeforskjeller av Matintupa og Saarenketo (2012).

Yen, Ravani og Lasky (2011) påpeker at å samle inn lokasjonsdata for stikkrenner/kulverter ikke kan samles med bruk av LiDAR system, da innløp og utløp ikke kan bli pålitelig sett av skanneren. For å finne nøyaktig posisjon må den tradisjonelle metoden brukes med personell ute i felt og GNSS enheter, men viser til at stikkrenne type, størrelse og posisjon ikke vil endre seg.

Punktsky

Thomson (2019) beskriver punktsky som et datasett med ulike punkter som representerer et punkt på en overflate med x, y og z koordinater, punktsky blir som regel generert av 3D skannere og LiDAR. I SVV brukes programvaren «ViaPPS Desktop» for å få en visuell-/3D modell av punktskyen, Figur 9 viser et utsnitt av en vegstrekning på Rv13 fra en punktskymodell i denne programvaren.



Figur 9: Punktskymodell fra ViaPPS Desktop

2.3.2 IRI målinger (Ujevnhet)

IRI (International Roughness Index) er måling av ujevnheten på vegens lengdeprofil. Målingene fastslås automatisk av ViaPPS Analyser etter det er kjørt laserskann av vegen (ViaTech AS, u.å). Målingene oppgis i mm/m og utformes etter en 20 meters «rettholdt» (Statens Vegvesen, 2017).

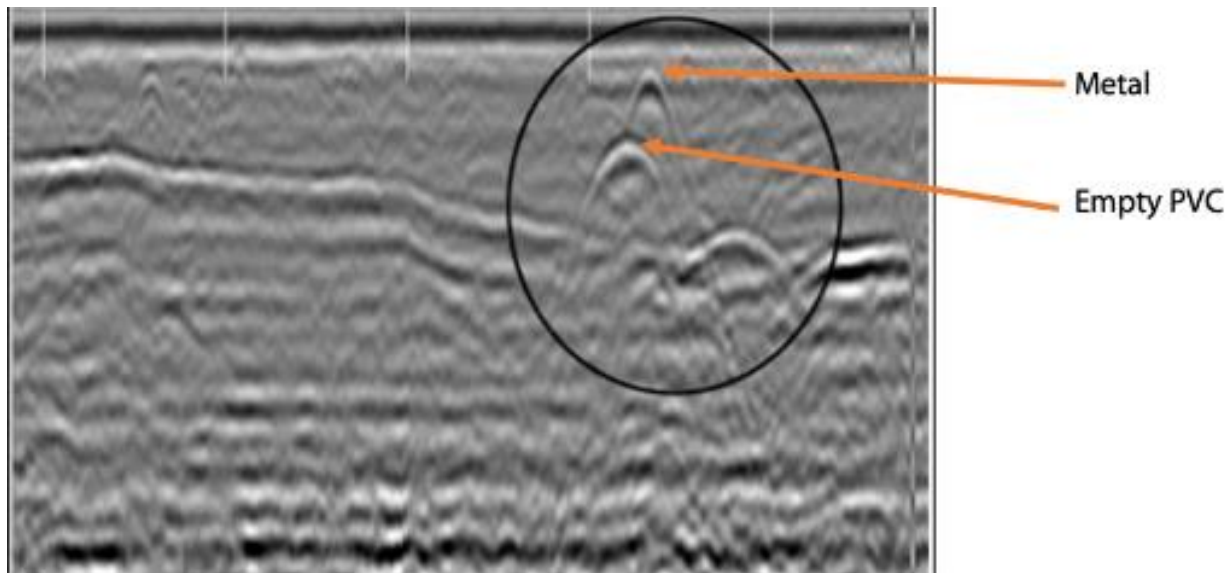
2.3.3 Georadar (GPR)

Raisi, Khun og Yu (2022) beskriver georadar eller GPR (*Ground penetrating radar*) som en ikke-destruktiv metode som benytter elektromagnetisk stråling ved å sende ut korte pulser av elektromagnetisk energi ned gjennom grunnen, radar signalene reflekteres og måles av georadaren. Innen veg gir georadar muligheten til å undersøke «lagtykkelser,

dybde til berg, variasjoner i materialtyper, vanninnhold og teledybde» (Statens Vegvesen, 2017).

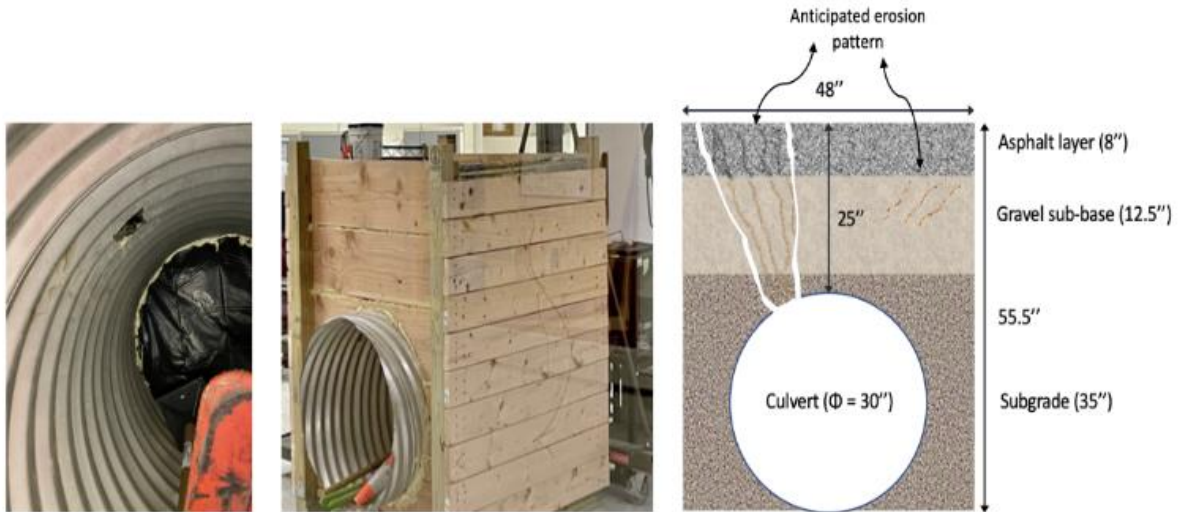
Georadar kan brukes til å undersøke andre objekter som rør, stikkrenner/kulverter, konstruksjoner og kabler med størrelse helt ned til 5 cm (diameter, bredde eller høyde) og som ligger på en dybde ned til 2,5-3m (Statens Vegvesen, 2017).

Raisi, Khun og Yu (2022) har sett på hvordan stikkrenne/kulverter av ulike materialer vises på georadar. Der PVC rør og andre ikke-metalliske materialer produserer lav-amplitude hyperbler. Når PVC rør dukker opp på georadar er det det som er på innsiden av røret som blir detektert, da PVC er nesten usynlig for georadar. Som betyr at det er innholdet i PVC stikkrennene som egentlig dukker opp.



Figur 10: Georadar scan av metal- og PVC rør (Geophysical Survey System, 2016)

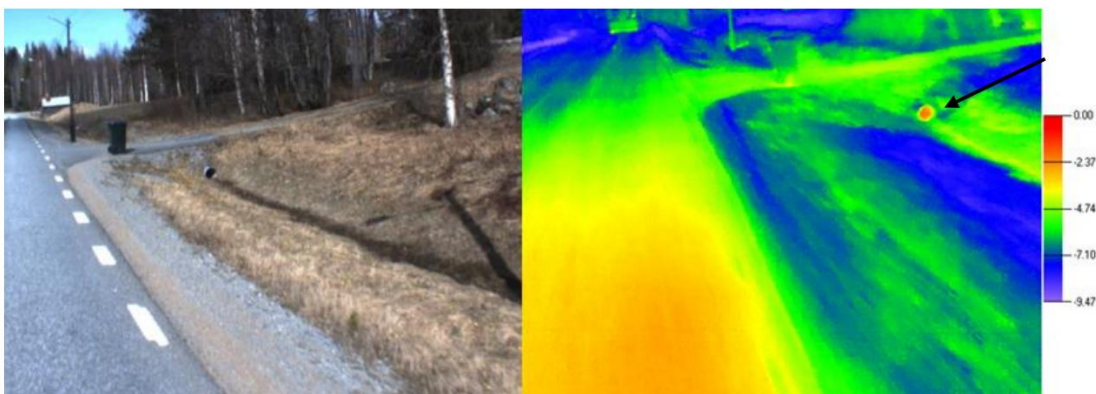
Raisi, Khun og Yu (2022) konkluderte med at det er gjennomførbart å bruke georadar for inspeksjon av nedgravde stikkrenner under vegoverflaten. Der en tydelig kan se nedgravd kulverter under asfalt som hyperbler med georadar stilt på 800MHz, de testet med bruk av en modell bygget i lab og hadde en dybde på stikkrennen på ca. 60cm som vist på Figur 11.



Figur 11: Model brukt av (Raisi, Khun og Yu, 2022) for å undersøke bruk av georadar for inspeksjon av stikkrenne/kulvert.

2.4 Varmekamera

Matintupa og Saarenketo (2012) undersøkte bruk av varmekamera til inspeksjon av grøftetilstand. De konkluderte med at varmekamera er et effektivt verktøy for å detektere stikkrenner i avkjørsler og til å undersøke om disse er tette eller ikke. Kamera viste også tydelig overflatevann som lå i grøfter.



Figur 12: Her kan stikkrennen tydelig ses på varmekamera (fra Matintupa og Saarenketo (2012))

3 Metode

For å kunne vurdere om LiDAR målinger og georadar kan brukes i vedlikeholdsplanlegging av vegens dreneringssystem er det hentet inn store deler tidligere forskning, gjort befaringer og LiDAR data er undersøkt. I tillegg er det gjort analyser av mengdedata i NVDB på de aktuelle vegstrekningene. Figur 1 viser et kartutsnitt av hvilken del av Rv13 som er aktuell i dette prosjektet.

3.1 Litteratursøk

Informasjonsinnhenting startet tidlig i prosjektet. Google Scholar og universitetsbiblioteket har vært essensielt i å finne fram til gode og troverdige kilder. Det har tidligere blitt gjort mye god forskning på bruken av georadar, LiDAR og andre ikke destruktive verktøy for bruk til inspeksjon og kartlegging av veg- og dreneringstilstand. Det er tatt mye inspirasjon fra tidligere forskning/prosjekter til å finne mulige løsninger i dette prosjektet.

Statens Vegvesen har et stort arkiv/bibliotek av pilotprosjekter, rapporter, lærebøker etc. som er offentlig tilgjengelig. I dette prosjektet er det brukt både rapporter, lærebøker og håndbøker fra SVV for å undersøke håndtering av overvann og farer ved manglende vedlikehold og underdimensjonert drenering.

3.2 LiDAR- og IRI målinger

Det kjøres målinger på Staten Vegvesens vegnett en gang i året med laserskanner, kamera for vegbilder og sensor for måling av IRI. I dette prosjektet er det sett på laserskann- og IRI data fra målinger gjort i 2021 og 2020. Målingene gir store mengder data som er tidskrevende å gå gjennom manuelt, da er det i dette prosjektet kun satt fokus på noen områder som gir stort utslag på IRI målingene. Ut fra målingene er det plukket ut interessante områder (se Figur 19). Det er så utført befaring på noen av disse områdene for å sjekke om IRI målingen muligens reagerte på en stikkrenne under vegen eller om andre faktorer har spilt inn.

3.3 NVDB

For å få en oversikt over kvalitet på data i NVDB er det tatt ut filtrerte lister fra vegkart for videre sammenligning mellom hvor mange objekt som har egegeometri, hvor mange som har rett geometri og hvor mange som bare er festet på en vegreferanse. Ut av dette er det laget grafer og lister for å visualisere hvor store manglene på god data faktisk er. Ut av dette blir det kun tatt analyse på objekter som allerede er registrert i NVDB og gir ikke noe oversikt over det som aldri har vært registrert.

3.4 Befaring

Som nevnt i kapittel 3.2 har det vist seg nødvendig med befaring ut i felt for å undersøke om utslag på IRI målingen muligens var på grunn av en stikkrenne eller ikke. Til befaring ble det brukt bil med tilstrekkelig arbeidsvarsling, godkjent arbeidsvarslingsplan, personlig verneutstyr (vernesko og hjelm) og synlighetstøy klasse 3, utførende person har også arbeidsvarsling kurs 1. Rv13 er ofte smal og svingete så det er ikke tatt noen snarveier når det kommer til sikkerheten.

Før befaring ble det laget en liste med oversikt over interessante punkter på vegen i et spesifikt område merket med vegreferanse (f.eks. Rv13 S15D1 m1400). For å kunne sammenligne det som ble observert i felt med vegreferansene ble appen «VegViseren» brukt til å ta bilder, bildene blir da merket med vegreferansen på bildets posisjon som kan brukes til en nøyaktig sammenligning mellom hva som faktisk blir observert, NVDB- og IRI data.



Figur 13: Eksempel på bilde tatt med "VegViseren"

3.5 Analyseverktøy

For å undersøke IRI, laserskann og NVDB data er det brukt ulike programvare. Da det er utstyr fra ViaTech som brukes i vegmålingene må det brukes deres programmer for å undersøke data. Det er da brukt ViaPPS Desktop (se Figur 9.) for å se på LiDAR målinger og ViaPPS Analyzer (se Figur 14) for IRI målingene. For undersøkelser av eksisterende NVDB data er det hentet ut CSV filer fra vegkart med ulike filtrering for videre sammenligning.



Figur 14: Slik ser IRI målinger ut i ViaPPS Analyser

4 Analyse

Dette kapitlet presenterer funn og resultater fra feltundersøkelse og analyse av rådata fra NVDB og vegmålingene.

4.1 Objekt kvalitet i NVDB

Det er hentet ut CSV filer fra vegkart for å undersøke hvor god kvalitet det er på ulike dreneringsobjekt i NVDB. Med god kvalitet menes det i denne konteksten hvor nøyaktig plassering/geometri objektet har i NVDB. Alle objekt har en anbefalt geometritype, men det er mulig å registrere med andre typer geometri. Når objekt mangler egegeometri, blir nøyaktigheten svært dårlig og er estimert til å være rundt +/- 100m (Tungland, 2022). Til nye leveranser stiller Statens vegvesen krav til en nøyaktighet på +/- 15-20 cm for dataleveranse til NVDB (Statens Vegvesen, 2022b).

Når et objekt har egegeometri, menes det at det er tilknyttet et koordinatsystem og ikke bare festet til en vegreferanse. Det er observert gjennom dette prosjektet at objekter som mangler egegeometri ofte har lite eller ingen egenskaper som er påkrevd av datakatalogen, derimot objekt som har god geometri har ofte fylt ut av påkrevde egenskaper. Dette observeres og av Tungland (2022).

4.1.1 Stikkrenne

Det er hentet inn data om alle stikkrennene som er registrert innenfor område dekket av prosjektet fra NVDB (hentet fra vegkart). Tabell 1 viser om stikkrennene har egegeometri og evt. Om de er registrert med linjegeometri eller ikke.

Det er gjort en analyse av kvaliteten på stikkrenner i NVDB for hele landet, der er det kommet fram til at 43% av alle stikkrenner mangler egegeometri (Tungland, 2022). Når vi gjør en slik analyse på området som inngår i dette prosjektet ser vi at det bare er 5% av stikkrennene som er registrert med egegeometri, altså hele 95% av alle stikkrenner som dekkes av prosjektet har en usikkerhet på opp til +/- 100m. Dette er basert på verdiene i Tabell 1. Om vi sammenligner det med tilstand fra 2021 (Tabell 2) ser vi at det

ikke er så stor forskjell mellom kvaliteten fra 2021 til 2022. Se vedlegg C for rådata
Tabell 1 og Figur 15 er basert på.

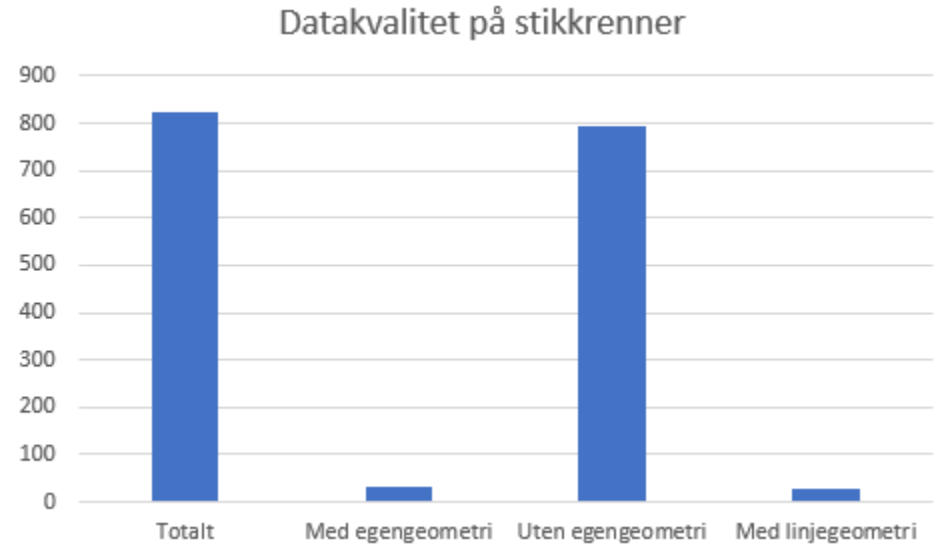
Figur 15 viser visuelt hvor stor andel det er av stikkrenner som ikke har tilfredsstillende kvalitet.

Tabell 1: Nøyaktig antall stikkrenner i prosjektet med og uten egengeometri (verdier hentet fra 06.04.2022).

Stikkrenner	Antall
Totalt	825
Med egengeometri	31
Uten egengeometri	794
Med linjegeometri	29

Tabell 2: Nøyaktig antall stikkrenner i prosjektet med og uten egengeometri (verdier hentet fra 06.04.2021).

Stikkrenner	Antall
Totalt	826
Med egengeometri	26
Uten egengeometri	800
Med linjegeometri	24

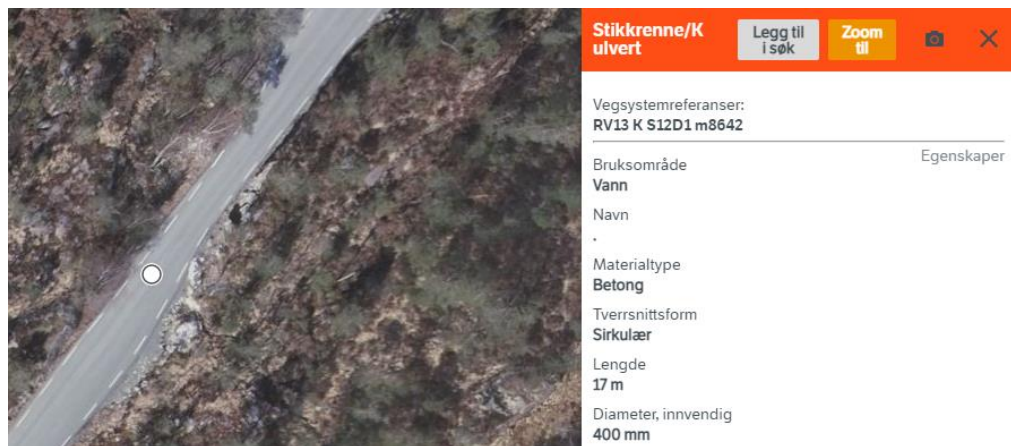


Figur 15: Oversikt over datakvaliteten på stikkrenner i NVDB på Rv13 innenfor kontraktssområde DK9302 Haugesund 2021-2026 (2022-)

På stikkrenner i NVDB finnes også egenskapen «Materialtype», når det skal planlegges vedlikehold kan det dog være greit å vite hvilken type stikkrenne det er i tillegg til hvor den er. På Figur 16 ses det tydelig en stikkrenne av plast (PVC), men om man sammenligner den med stikkrennen som er registrert i NVDB (Figur 17) ser man at materialtype egenskapen ikke stemmer overens med hva som fysisk ligger ute. Dette er bare ett eksempel, men ett hvert som eldre stikkrenner av betong eller stein blir byttet ut erstattes de med stikkrenner i plast og endringen er ikke blitt oppdatert i NVDB.



Figur 16: Bilde av stikkrenne under stor nedbør på Rv13 (denne er byttet ut i etterkant med en av større dimensjon).



Figur 17: Samme stikkrenne som i forrige bilde i NVDB.

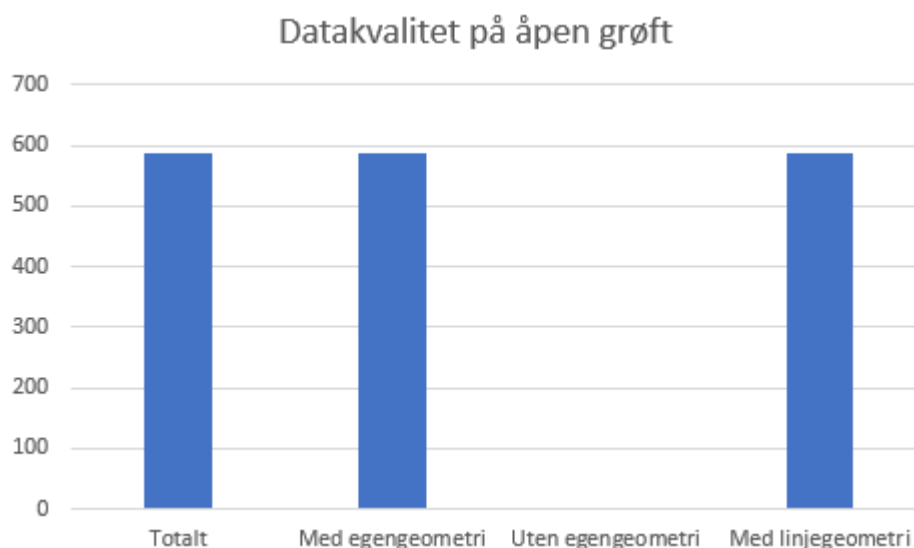
4.1.2 Grøft

I henhold til datakatalogen skal grøfter helst registreres med geometri linje/kurve. I Tabell 3 er det samlet geometridata fra objektet åpen grøft (heter «grøft, åpen» i NVDB)

som viser til at så å si alle objekter er registrert med rett geometritype og vil dermed ha god posisjonskvalitet. Det observeres og at objektet «grøft, åpen» ofte er godt utfyllt i NVDB med egenskaper.

Tabell 3: Nøyaktig antall åpne grøfter i prosjektet med og uten egengeometri (verdier hentet fra 06.04.2022).

Åpen grøft	Antall
Totalt	589
Med egengeometri	588
Uten egengeometri	1
Med linjegeometri	588

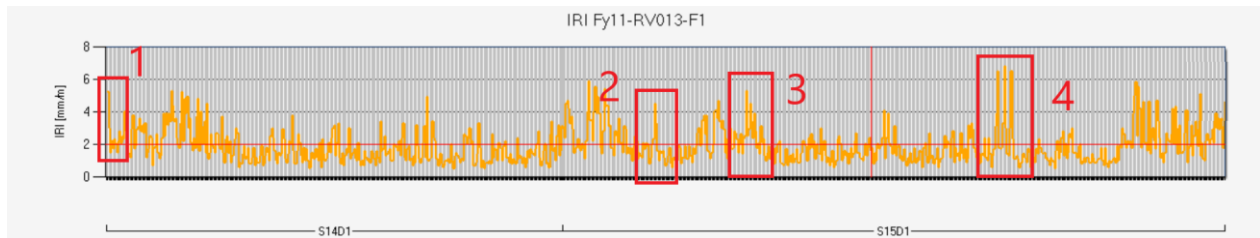


Figur 18: Oversikt over datakvaliteten på åpen grøft i NVDB på Rv13 innenfor kontraktssområde DK9302 Haugesund 2021-2026 (2022-)

4.2 Ujevnhet (IRI) og feltundersøkelser

IRI (International Roughness Index) er en verdi som viser til vegens ujevnhet. Verdien regnes ut på lenggeprofiler i median på en 20 meters rettholt og oppgis i mm/m (Statens Vegvesen, 2017). Målingene kjøres med GPS og blir tilknyttet en vegreferanse. I dette prosjektet er det blitt gitt tilgang til IRI målinger for 2021 og 2022. Målingene inneholder store mengder data så det er satt en ramme rundt et mindre område å undersøke IRI målingene, mer spesifikt mellom Rv13 S14-S15 (se Figur 19).

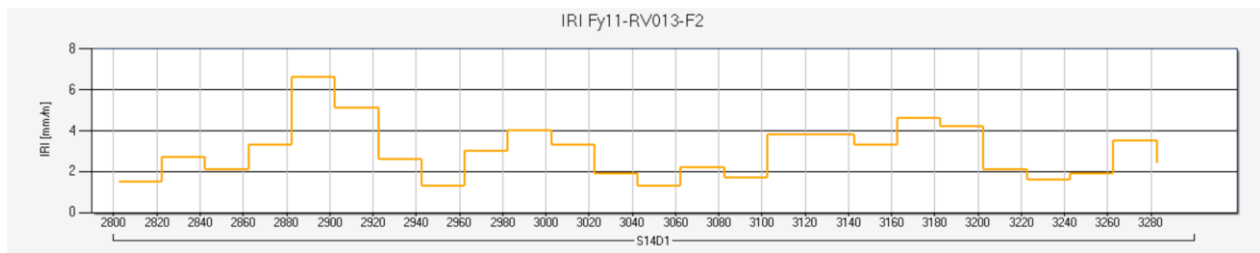
Punktene i Figur 19 er valgt ut da de står litt alene og vil være lettere å undersøke faktisk årsak til de store ujevnhetene.



Figur 19: Utvalgte områder på IRI måling.

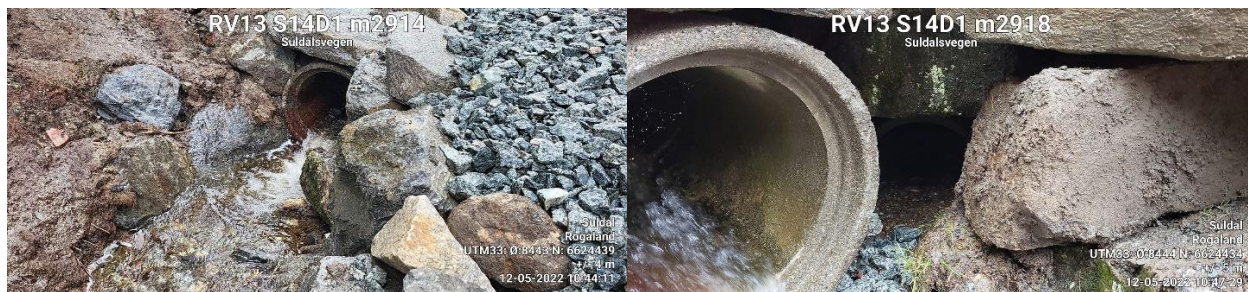
4.2.1 Punkt 1

I punkt 1 er det noe høy ujevnhet mellom m2880 og 2920. Mellom disse punktene er det registrert en stikkrenne i NVDB som mangler egengeometri.



Figur 20: Måling fra punkt 1.

Ut fra vegbilder var det vanskelig å utelukke drenering som mulig grunn til hvorfor IRI'en var høy her, så det ble besluttet å ta dette punktet med på feltundersøkelsen. Ute i feltet ble det avdekket to stikkrenner og ny oppbygget vegkant (se Figur 21) som kan tyde på at drenering har vært et problem og skylt bort deler av masser i vegkanten. Hvorvidt dette er grunnen for høye målinger er vanskelig å beslutte, spesielt da dette punktet ligger ved sving.



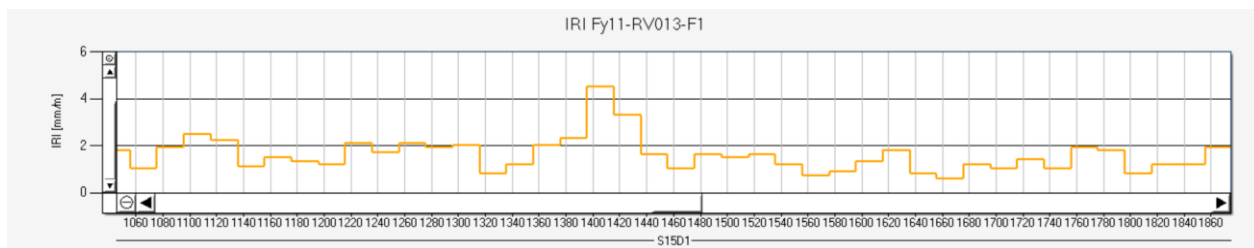
Figur 21: T.v. bilde nylig tatt ute i felt. T.h. bilde av begge stikkrennene som ble avdekket på undersøkelsen (den andre er i senter av bildet under steinen).



Figur 22: Bilde tatt fra område i punkt 1 (Foto: vegbilder datert 21.jun.2021)

4.2.2 Punkt 2

Punkt 2 ligger mellom Rv13 S15D1 m1400-1420. Dette punktet ligger også ved en sving, det er heller ikke registrert noe stikkrenne her i NVDB.



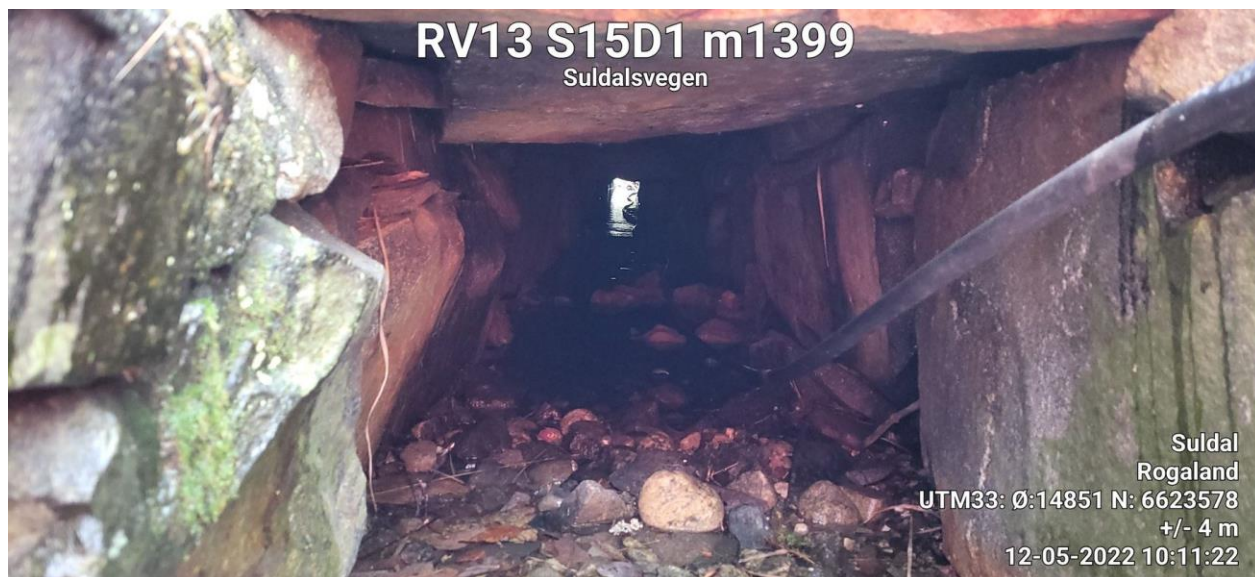
Figur 23: Måling fra punkt 2.

Det er blitt undersøkt bilder fra vegbilder og google maps der det ble observert et lite «sukk» i terrenget som kunne tenkes å være en uregistrert stikkrenne til stede. Ute på

feltundersøkelse viste deg seg å være en gammel stikkrenne av tørrmur (kan også kalles for steinkiste stikkrenne). I dette punktet ble det også observert på feltundersøkelse en svak setning/bue over veg der stikkrenne krysset.



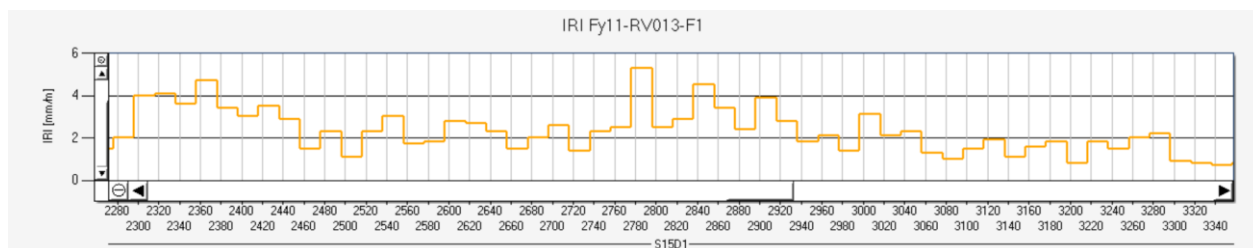
Figur 24: Tørrmur stikkrenne som ble oppdaget under feltundersøkelse.



Figur 25: Tørrmur stikkrennen/kulverten.

4.2.3 Punkt 3

Punkt 3 ligger mellom vegreferansen S15D1 m2770-2800. Punktet ligger mellom to svinger. Mellom denne vegreferansen er det heller ikke registrert noe stikkrenne el.l. i NVDB. Her kan det tenkes at det er svingene som slår ut på målingene.



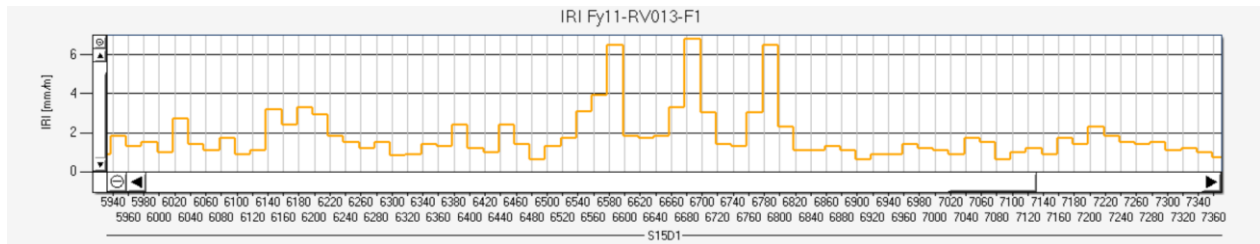
Figur 26: Måling fra punkt 3.



Figur 27: Bilde fra punkt 3 (Foto: Vegbilder datert 25.jun.2021).

4.2.4 Punkt 4

Målingene fra punkt 4 står litt ut i forhold til resten og derfor ble denne valgt for nærmere undersøkelse. Her er det tre store utslag med jevnt mellomrom over en strekning på 200 meter. Her viste det seg å være en enkel forklaring på disse utslagene, for her ligger det tre fartsdempere i ett tettbebygd strøk.



Figur 28: Måling fra punkt 4.



Figur 29: Bilde fra punkt 4 (Foto: Vegbilder datert 25.jun.2021)

5 Diskusjon

Dette kapitlet tar for seg drøftedelen av oppgaven, her vil funnene og resultatene fra forrige kapittel diskuteres. Denne oppgaven bygger mye på tidligere forskning og det vil da tas inn temaer fra teori delen av oppgaven i diskusjonen. Her vil det og drøftes løsninger samt fordeler og ulemper.

5.1 Oppgavens mål

I forprosjektet ble det beskrevet et resultatmål for dette prosjektet. Kort fortalt er det å se på mulighetene for bruk av mer digitale verktøy for planlegging av vedlikehold av dreneringssystem. Dette for å kunne minske sårbarheten som eksisterer i dag der de som sitter med kunnskapen plutselig kan forsvinne ut av f.eks. SVV.

5.1.1 Digitalisering på vei inn

Det foregår nå i de fleste yrker en større grad av digitalisering enn tidligere og SVV er ikke noe unntak der. Mer og mer ser man jobb utlysninger med digital kompetanse og forståelse listet opp under krav, men hvordan påvirker dette selve planleggingsdelen av vedlikehold? Bli digitale verktøy brukt aktivt i planleggingen eller er det kun et hjelpemiddel som er der om du ønsker det, og kan de evt. bli brukt som en sentral del av drift og vedlikehold? Dette er noen av spørsmålene det er blitt tatt stilling til i dette prosjektet.

5.2 Bruk av digitale verktøy

I tidligere kapitler er det blitt sett på flere ulike programvarer og tjenester som brukes i vedlikeholdsplanlegging av vegdekke og datainnsamling som ViaPPS, IRI og NVDB for å nevne de store. Det er blitt sett på hvordan disse kan brukes sammen for å få en oversikt over tilstanden på dreneringssystemet til vegen.

5.2.1 IRI, LiDAR, varmekamera og georadar

IRI

Punktene for IRI målingene som ble plukket ut i forrige kapittel hadde noe ulike utslag. Punktene er valgt ut ifra stor ujevnhet og at de står noenlunde «alene» på grafen, det ble ikke gjort noe forundersøkelse før punktene ble valgt ut. Der det første punktet viste seg å inneholde en uregistrert stikkrenne og veg som var blitt utbedret siden måling ble tatt, i vegbildene (se Figur 22) fra 2021 kan det tydes noe skader på vegkant og mulig erosjon i grøft. Punktet lå også i en sving så å fastslå hva som har stå i grunn for utslaget på målingen kan være vanskelig å si noe om.

I punkt 2 var det mer eller mindre utslag direkte på stikkrenne. Dette var heller ikke en stikkrenne som var registrert i NVDB og viste seg å være en gammel tørrmur stikkrenne, hvorvidt det er denne som har gitt faktisk utslag er igjen vanskelig å si noe om og det skal merkes at denne og ligger i en sving.

Når det kommer til punkt 3 brukes denne som et eksempel på at selv om det er stort utslag på ujevnheten så er det ikke nødvendig drenering som er grunnen til det. Om det er erosjon av vegdekke, telehiv, dårlig oppbygging eller dårlig drenering. Dette punktet viste seg å ligge mellom to svinger. Vi kan se bort fra punkt 4 da dette viste seg å være fartsdempere og måling anses neglisjerbar.

Mellom alle disse målingene er det en fellesnevner som går igjen. Det er at alle punktene ligger enten ved, i eller mellom svinger. Hvorvidt det er svingene som slår ut på målingene eller ikke er vanskelig å si, da det bare er noen få steder der det er slike utslag er det vanskelig å si om de faktisk er sving som er grunnen da det er utslag i svært få svinger. Hadde svingene vært til skyld for ujevnheten ville det dog gi utslag svært oftere enn det faktisk gjør.

LiDAR/laserskann

I dette prosjektet ble LiDAR lite brukt, mest grunnet mangel på kunnskap til programvare og kunnskap til analysemuligheter innen programmet. Det er ikke helt sett bort fra, derimot må det ses på tidligere forskning. Der Matintupa og Saarenketo

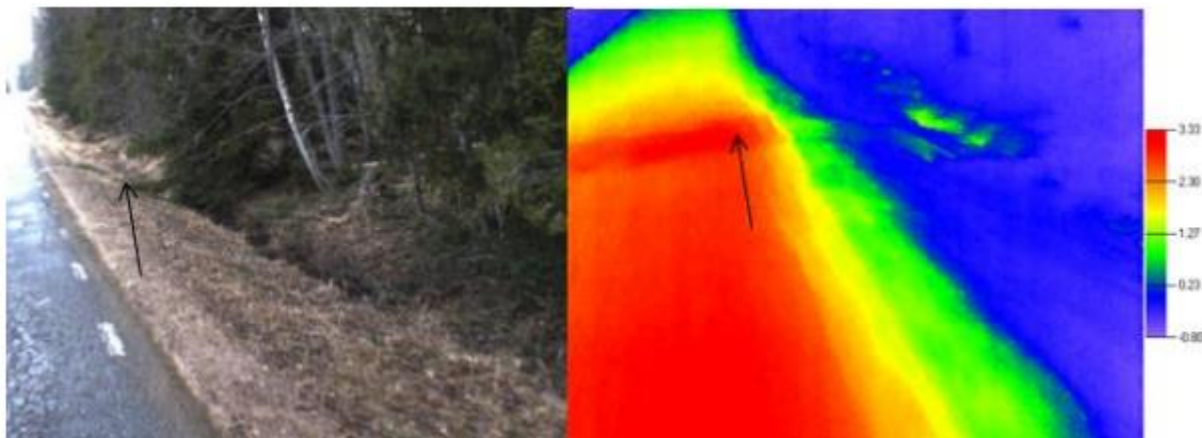
(2012) tydelig har vist at laserskann er et effektivt verktøy til å måle grøftedybde og sammenligne med dybden til veg konstruksjonen, der de sammenlignet laserskann data med georadar data. I de samme laserkannene analyserte de og høydeforskjeller i vegdekke (se Figur 8), og det er ikke utenkelig at denne metoden og kan brukes til å detektere synkehull i vegdekke etter evt. stikkrenne kollaps.

Varmekamera

Det blir i dag ikke brukt varmekamera til inspeksjon av grøfter og det er da ikke vært tilgang på noe data fra verktøyet til denne oppgaven. Likevel er det et alternativ som absolutt bør tas med i diskusjonen, og det vises i hovedsak til arbeid utført av Matintupa og Saarenketo (2012) til videre diskusjon av verktøyet.

Varmekamera vurderes til å ha et stort brukspotensial innen drift og vedlikehold av veg. Det kan brukes til å avdekke stående vann i sidegrøfter og i noen tilfeller avdekke stikkrenner og kulverter, i Figur 30 kan en tydelig se stikkrenne som går under vegen og konkludere med at den ikke er frossen og fungerer bra (Matintupa og Saarenketo (2012)). Dette avhenger av at undersøkelsen mulig må kjøres sent på høsten eller tidlig vår slik at temperaturen i asfalten vil være noe kaldere enn stikkrennen (eller på kveld-/nattestid, dette er anbefalt av Matintupa og Saarenketo, (2012)). Dette er nok ikke noe endelig løsning på å finne stikkrenner, da det nok bare vil kunne oppdage stikkrenne som ikke er gravd ned for dypt under vegen.

I sammenheng med inspeksjon av stikkrenner på avkjørsel veger vurderes varmekamera som et bra alternativ. Da kulverter vanligvis vil dukke opp som varmere enn grøften rundt og derfor være mye lettere å oppdage på vegbilder (Matintupa og Saarenketo, 2012).



Figur 30: Stikkrenne/kulvert kan ses tydelig med varmekamera (Figur fra Matintupa og Saarenketo (2012))

Georadar

Fra tidligere forskning og oppgaver ser georadar ut som et allsidig verktøy. Matintupa og Saarenketo, (2012) viste at ved å montere georadar på bil i tillegg til laserskanner kunne de undersøke dybde på vegkonstruksjon og grøft på likt, og brukte denne infoen til å sammenligne dybder. Der de kunne avklare om og evt. om og hvor grøftene var for grunne iht. vegoppbygging. Raisi, Khun og Yu, (2022) viste i sin forskning at georadar er et godt verktøy for å undersøke stikkrenner og kulverter, mer eller mindre uavhengig av materiale de er bygget av. Ved å kombinere disse metodene er muligheten der at en kan kjøre vanlig ViaPPS måling i tillegg til å bruke georadar for å lete etter stikkrenner og kulverter for registrering i NVDB.

5.2.2 Alt samlet på ett sted

Alle disse ulike verktøyene er veldig separerte, men hva om alle kunne snakke sammen? En mulig løsning kan være å få til et system som tar inn data fra alle disse verktøyene og har en tilkobling til NVDB. Som automatisk kontrollerer tilstand ved hjelp av metodene brukt av Matintupa og Saarenketo (2012) der en kan ta ut analyser og rapporter som «highlighter» problemområder. Å kjøre alle separat kan føre til mye manuell bearbeiding av store mengder data.

5.2.3 Viktigheten av oppdatert NVDB data

Uten god og sikker data i NVDB vil det bli vanskelig å kunne kontrollere tilstand på drenering ved hjelp av IRI målinger. Dette vil i grunn bety at for å kunne bruke metoder beskrevet i dette prosjektet, bør det ligge objekt med god og nøyaktig geometri og ikke minst være registrert i det hele tatt. Som beskrevet av Tunglund (2022) jobbes det med «et nasjonalt kunnskapsgrunnlag» for bruk til planleggingsarbeid for å unngå skader ved ekstremvær. NVDB data vil ha en sentral rolle i analyser av vannveier og hydrologiske beregninger.

Om det skal brukes IRI-målinger for å kontrollere tilstand på veg og drenering må en kunne peke til problematiske punkter i IRI målinger og automatisk vite at her finnes det en stikkrenne eller ikke. Om det er store mangler på mengden av stikkrenner og kvalitet kan dette bli problematisk og vanskelig å kunne bekrefte om det er dreneringssystemet som behøver tiltak eller ikke.

5.2.4 Digital kunnskap mot erfaring

Det står egentlig ikke noe tvil om at lang erfaring og kunnskap ikke kan slås av en relativt nyansatt med tilgang på gode digitale verktøy i dette tilfellet, men det kan ikke være bærekraftig å mer eller mindre kun avhenge av personer hos byggherre eller entreprenør til å alltid sitte på den kunnskapen. For å få lukket den sårbarheten bør ses på som en mulighet, da gjennomsnittsalderen i SVV nå er på over 50 år (Haugan, 2020). Som betyr i løpe av noen år vil store mengder med erfaring og kunnskap bare forsvinne fra etaten. Som sagt er det lite som er bedre enn en person med flere tiår erfaring, men plutselig så forsvinner den personen og erfaringen må bygges opp igjen før det vil være tilbake til normalen. Da kan en mer digital løsning være til nytte.

6 Konklusjon

I denne oppgaven er det blitt sett på muligheten til å bruke digitale verktøy for å minske sårbarheter når personell med stor erfaring og kunnskap må erstattes, enten ved jobbskifte, pensjon eller andre årsaker. Med fokus på vedlikeholdsplanlegging av dreneringssystemet til vegen. Der en mulig løsning ble sett på som digitalisering.

Det ble undersøkt bruk av ulike digitale verktøy for å se tilstand til dreneringssystemet, noen kun gjennom tidlige forskning og noen gjennom egne undersøkelser. På tidligere forskning er det undersøkt bruk av LiDAR, varmekamera og georadar. På egne undersøkelser er sett på muligheten til å bruke NVDB og IRI målinger sammen, der det ble plukket ut fire punkter på IRI målingene som virket interessante.

Det kan brukes LiDAR til å lage en fargemodell for å undersøke høydeforskjeller i vegbanen og vegkant, dette kan potensielt brukes til å lete etter synkehull, setninger og utsig i vegkant. Samt brukes til å undersøke grøftedybder og sammenligne med georadar data (Matintupa og Saarenketo, 2012).

Ved å bruke IRI målingene viste det seg at det bare var stikkrenne i 2 av 4 punktene som ble undersøkt, hvorvidt det var stikkrennene som gav utslag er vanskelig å si uten videre undersøkelser, men muligheten er der. Under IRI analysene ble det og siktet inn på bruken av NVDB i vedlikeholdsplanlegging, da store deler av data er av dårlig kvalitet og mange gamle stikkrenner er ikke registrert i det hele tatt blir det vanskelig å legge til rette for. Det faktumet at stikkrenner kan detekteres med georadar gjør det mulig å bruke det for registrering av stikkrenner, det vil da ikke bli registrert med noe linjegeometri uten manuell måling. Priskostnaden med å få god kvalitet på alle stikkrenner objekt i NVDB estimeres til å være for høy til å være nytteverdi da det vil være en svært tidskrevende jobb mtp. Hvor stor mengde med objekter som ikke har tilstrekkelig kvalitet.

På bakgrunn av tidligere forskning og resultat fra denne rapporten konkluderes det med at ved mer aktiv og tilrettelagte programvarer, vil det være en slakere læringskurve for nye personer og dermed minske sårbarheten ved tap av kunnskap og erfaring.

Sårbarheten vil nok aldri kunne blitt fjernet, det er tross alt svært lite om ikke ingenting som vil være bedre enn en person med flere tiårs erfaring som virkelig kan jobben sin.

For å få dette til anbefales det å ta i bruk LiDAR skann til mer enn bare overvåkning av vegdekke og vegoppmerking, men også ta i bruk et slikt «surface level color map» for detektering av utgravde vegkanter og evt. synkehull.

7 Referanser

Austrroads (2013) *Guide to road design. Part 5B, Part 5B*. Sydney, N.S.W.: Austrroads.

Geophysical Survey System (2016) Utility locating handbook. Tilgjengelig fra: <https://www.geophysical.com/wp-content/uploads/2017/10/GSSI-Utility-Locating-Handbook.pdf>.

Haugan, B. (2020) Slår alarm om at Statens vegvesen kan kollapse, *E24*, 26. oktober. 2020. Tilgjengelig fra: <https://e24.no/naeringsliv/i/kRRa59/slaar-alarm-om-at-statens-vegvesen-kan-kollapse>.

Matintupa, A. og Saarenketo, T. (2012) NEW SURVEY TECHNIQUES IN DRAINAGE EVALUATION, s. 26. Tilgjengelig fra: <https://www.roadex.org/wp-content/uploads/2014/01/Laser-Scanner-and-Thermal-Camera-in-Drainage-Evaluation.pdf>.

Norem, H. *et al.* (2018) *Lærebok : Drenering og håndtering av overvann*. Statens vegvesen.

Raisi, K., Khun, N. N. og Yu, T. (2022) *Application of dual-frequency GPR for subsurface void detection in culverts*. SPIE.

Statens Vegvesen (2017) R211 Feltundersøkelser, s. 287-291.

Statens Vegvesen (2020) Generelt om NVDB *Vegdata.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegdata.no/hva-du-finner-i-nvdb/>.

Statens Vegvesen (2022a) Stikkrenne/kulvert *Vegdata.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegdata.no/stikkrenne-kulvert/>.

Statens Vegvesen (2022b) Veiledning til krav om leveranse av ferdigvesdata. Tilgjengelig fra:

[https://www.vegvesen.no/contentassets/43a757c29b354c63a22e49e25c4d580a/objektliste v 5.8.zip](https://www.vegvesen.no/contentassets/43a757c29b354c63a22e49e25c4d580a/objektliste_v_5.8.zip).

Statens Vegvesen (u.å-a) Datakatalogen, *Statens vegvesen*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal-vegdatabank/datakatalogen>.

Statens Vegvesen (u.å-b) Vegkart, *Statens vegvesen*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal-vegdatabank/kart/>.

Store Norske Leksikon (2020a) Kulvert, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/kulvert>.

Store Norske Leksikon (2020b) Stikkrenne, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/stikkrenne>.

Thomson, C. (2019) What are point clouds? 5 easy facts that explain point clouds. Tilgjengelig fra: <https://info.vercator.com/blog/what-are-point-clouds-5-easy-facts-that-explain-point-clouds>.

Tungland, G. M. (2022) Kvalitet på stikkrenner i NVDB *Vegdata.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegdata.no/2022/03/15/kvalitet-pa-stikkrenner-i-nvdb/>.

ViaTech AS (u.å) ViaPPS. Tilgjengelig fra: <https://www.viatech.no/products.aspx?lang=no&id=6>.

Yen, K. S., Ravani, B. og Lasky, T. A. (2011) LiDAR for data efficiency. Tilgjengelig fra: <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/23658>.

8 Vedlegg

- A. Plakat
- B. Artikkel
- C. NVDB data på stikkrenner

Forslag til mer proaktiv vedlikeholdsplanlegging av dreneringssystem – Case studie Rv13

Av Marius Thorsen

Hva gjør man om man mister den ansatte som kunne allt?

Formålet med rapporten var å se på mulige løsninger for å minke sårbarheten ved personellskifte. Der om noen med flere tiår med erfaring og oppbygd kunnskap forsvinner, ved enten jobbskifte, pensjon eller andre årsaker. Hva gjør man da?

Derfor er det i denne oppgaven sett ule verktøy og digitale løsninger for å jevne ut læringskurven for evt. nyansatte.



Figur 1: Prosjektets område risset i rødt

Tidligere forskning og analyser



Figur 2: Stikkrenne som krysser riksvegen.

For å finne ut av potensielle løsninger på problemet ble det undersøkt mye av tidligere forskning. Det viser til ulike verktøy som LiDAR (light detection and ranging), georadar, varmekamera og i dette prosjektet har målinger av vegens ujevnhet blitt kastet inn i miksen.

Det ble kjørt analyser på ulike punkter i ujevnhet målingene, det ble så sammenlignet med eksisterende info i Nasjonal Vegdatabank, som kan omtales som vegens digitale tvilling. Ut fra dette ble det tatt fysiske undersøkelser av hvorvidt ujevnheten slo ut på dreneringsobjekter.

Så, kan man minke en del av denne her sårbarheten det er snakk om?

Potensielt, ja!

Ved å innføre mer digitale verktøy og digital kunnskap kan man kutte ned på den store avhengigheten på personer med uendelig med erfaring.

Det verktøyet som vil kunne gjøre størst utslag her, er uten tvil LiDAR'en. Her viser resultat til at med den kan det kjøres analyser på høydeforskjeller i vegoverflaten som kan vise til synkehull, setninger og skader på vegkant.

Forslag til mer proaktiv vedlikeholdsplanlegging av dreneringsystem – Case studie Rv13

Suggestion for a more proactive planning of drainage system maintenance – Case study Rv13

Prosjektnr 2022-47 Marius Thorsen

Intern veileder: Alex Klein-Paste

Ekstern kontakt: Statens Vegvesen

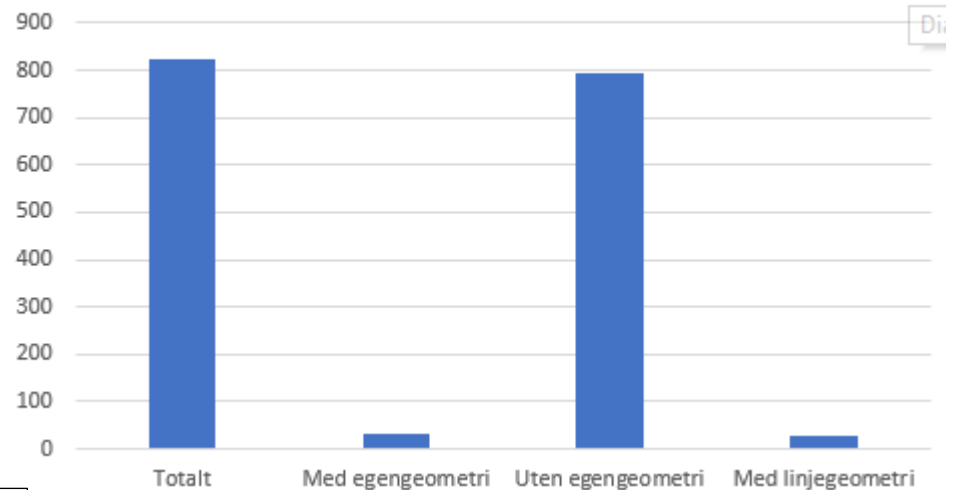
Prosjektbeskrivelse:

Denne oppgaven går inn på temaet drift og vedlikehold innen vegfaget. Det er blitt sett på muligheter for å minske sårbarheten som eksisterer i dag hos byggherre ved tap av personell (pensjon, jobb bytte, etc.) med lang erfaring og stor kunnskap. Det er i denne sammenhengen sett på muligheter å utvide bruken av digitale verktøy og tjenester ved vedlikeholdsplanlegging av vegens dreneringssystem for å gjøre overgangsperioden til ny person lettere.

Område begrenset til Rv13 mellom Nesvik og Røldal



Datakvalitet på stikkrenner



Arbeid utført:

Analyse av NVDB kvalitet på drenering

Analyse av IRI målinger på Rv13

Sjekk av muligheter for bruk av LiDAR målinger til å kontrollere tilstand på dreneringssystem

Resultat:

Stort potensiale til bruk av LiDAR for tilstandsanalyser

Muligheter for bruk av georadar til å detektere stikkrenner/kulvert

En kombinasjon av ulike digitale verktøy vil gjøre overgang for nye ansatte lettere.

