

Sara Altahawi

**Utfordringer og forbedring av maskin-
styringssystemer i norske infrastrukturprosjekter**

En brukerperspektivanalyse for vellykket
implementering og optimalisering

**Challenges and Enhancement of Machine Control
Systems in Norwegian Infrastructure Projects**

A User Perspective Analysis for Successful Implementation
and Optimization

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk / Digitale byggeprosesser.

Veileder: Christoph Merschbrock

Juni, 2023

Sara Altahawi

Utfordringer og forbedring av maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter

En brukerperspektivanalyse for vellykket implementering og optimalisering

Forstå faktorer som påvirker vellykket implementering av maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter: Et modifisert DeLone og McLean modellperspektiv

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk / Digitale byggeprosesser.

Veileder: Christoph Merschbrock

Juni, 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2023 som en del av det 2-årige studieprogrammet *Master Bygg – og miljøteknikk* med fordypning i *Digitale byggeprosesser* ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU). Oppgaven vektlegges 30 studiepoeng og er utført ved fakultet for ingeniørvitenskap (IV). I den anledningen ønsker jeg å takke alle faglærere fra digitale byggeprosesser for deres støtte og samarbeid. Uten dere hadde det ikke vært mulig å gjennomføre studieløpet på normert tid.

Oppgaven er utført i samarbeid med bedriften Gundersen & Løken AS, som leverer programvare for maskinstyring. De etterspurte å utforske utfordringer for vellykket implementering av deres maskinstyringssystem. I tillegg var Gundersen & Løken AS interesserte i å undersøke hvilke utfordringer sluttbruker har med maskinstyring. I forbindelse med dette, har det blitt utført et casestudium, hvor det ble intervjuet folk i bransjen ved bruk av DeLone og McLean IS modell for å finne ut mer om brukerens opplevelse med maskinstyringsprogrammer.

Jeg vil rette en stor takk til Erik Floberg i Gundersen & Løken AS. Han har vært min kontaktperson og ansvarlig for å inkludere meg i deres arbeid. Jeg vil også rette en takk til Petter Bakke i Statens vegvesen og til Inger Hokstad for veldig lærerike samtaler og god bistand. Dessuten ønsker jeg å takke mine foreldre. Jeg hadde aldri kommet så langt uten deres støtte og kjærighet. Til slutt vil jeg takke min hovedveileder ved NTNU, Christoph Merschbrock, professor ved IV, for veldig god veiledning, oppfølging og inspirasjon.

Oslo, 11. juni, 2023



SARA ALTAHAWI

Sammendrag

Denne avhandlingen tar for seg dataflytutfordringer og forbedring av maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter, med fokus på brukerperspektivet for vellykket implementering og optimalisering. Formålet er å identifisere hindringer som påvirker implementeringen av maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter og undersøke hvordan disse utfordringene kan overvinnes.

Bakgrunnen for studien er den manglende digitaliseringen og teknologisk utvikling i bygg- og anleggsbransjen. Interessen lå i å undersøke et konkret eksempel, og valget falt på maskinstyringssystemer, da anleggsbransjen generelt ligger etter byggebransjen på dette området. Målet var å se på hele prosessen for å identifisere hvor feilene oppstår. Det er begrenset forskning som tar for seg brukerperspektivet til slike systemer, til tross for at brukerne ofte opplever flest problemer da de jobber mest med modellen. Den benyttede metoden var kvalitativ med semi-strukturerte intervjuer. Teorien som ble brukt som rammeverk for intervjuene var DeLone og McLean sin informasjonssystemsuksessmodell, der informantene ble spurt om informasjons-, system- og servicekvalitet. DigPilot, et nasjonalt maskinstyringssystem, ble brukt som eksempel i studien.

Studien undersøkte utfordringene knyttet til maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter, spesielt DigPilot-systemet. Resultatene avdekket at de største utfordringene var knyttet til informasjonskvalitet, inkludert bearbeiding av modeller fra konsulenter, navngivning, informasjonsbeskrivelse, formatstandardisering og ansvarsfordeling. Systemkvalitetsproblemer omfattet databasestruktur, begrenset brukerkunnskap, avhengighet av operatørens ekspertise, sensorer og nettverksproblemer. Begrensninger relatert til servicekvalitet inkluderte opplæring, støtte og internasjonal assistanse. Konklusjonen var at tydelig ansvarsfordeling og standardisering var nødvendig, og integrasjon av kunstig intelligens (AI) kunne automatisere modellforberedelse. En omfattende tilnærming med forståelse av brukerbehov, standardiserte prosesser, opplæring, samarbeid og koordinering var avgjørende for å oppnå suksess. Implementering av løsningene kunne forbedre effektiviteten til maskinstyringssystemer i norske infrastrukturprosjekter.

Summary

This thesis examines data flow challenges and improvements in machine control systems in Norwegian infrastructure projects, focusing on the user perspective for successful implementation and optimization. The aim is to identify barriers that affect the implementation of machine control systems in Norwegian infrastructure projects and investigate how these challenges can be overcome.

The background of the study is the slow movement of digitalization and technological development in the construction industry. The interest was to investigate a specific example, and the choice was machine control systems, as the construction industry generally lags behind the building industry in this area. The goal was to examine the entire process to identify where the errors occur. There is limited research that addresses the user perspective of such systems, despite users often experiencing the most problems as they work closely with the models. The method used was qualitative with semi-structured interviews. The theoretical framework for the interviews was DeLone and McLean's Information System Success Model, where the informants were asked about information, system, and service quality. DigPilot, a national machine control system, was used as an example in the study.

The study investigated the challenges associated with machine control systems in Norwegian infrastructure projects, specifically the DigPilot system. The results revealed that the major challenges were related to information quality, including processing of models from consultants, naming conventions, information description, format standardization, and responsibility allocation. System quality issues encompassed database structure, limited user knowledge, reliance on operator expertise, sensor, and network problems. Limitations related to service quality included training, support, and international assistance. The conclusion was that clear responsibility allocation and standardization were necessary, and the integration of artificial intelligence (AI) could automate model preparation. A comprehensive approach involving understanding user needs, standardized processes, training, collaboration, and coordination was crucial for success. Implementing these solutions could enhance the efficiency of machine control systems in Norwegian infrastructure projects.

Ordliste

Akronym	Beskrivelse
AI/KI	Artificial intelligence / Kunstig intelligens
Alignment	Senterlinje, deles i vertikal alignment og horisontal alignment.
BPMN	Business Process Model and Notation
DXF	Drawing Exchange Format
DWG	Binært filformat brukt for 2D- og 3D-designdata
FKB	Felles kartdatabase, dokumentasjonsdatabase driftet av Kartverket.
GML	Geography Markup Language.
IFC	Industry Foundation Classes, åpent format driftet av Building Smart.
ID	Forkortelse for identifikasjon
IS	Informasjon modell
ISO	International Standardization Organization.
KOF	Felles koordinat og observasjonsformat
LandXML	Er et XML-filformat som brukes for måling og inneholder data som punkt, flater, rørnettverksdata og alignments
NVDB	Nasjonal vegdatabank dokumentasjonsregister med objekter knyttet til vei. Driftes av Statens vegvesen.
R000	Høringsutkast - Vegvesenets retningslinje for tegningsgrunnlag.

RAS	Autonome robotsystemer
SOSI-standard	Nasjonal standard for digitale geografiske data.
SPF	Server Provider Foundation
SVD	Data file created by Polytec scanning vibrometer devices.
SVL	File extension is a type of Scramdisk Volume file developed for the DriveCrypt software program by SecurStar.
Solids	Objekter med volumgeometri.
UML	Unified modelling language, realiseringsplattform for konseptuelle modeller.
V770	Vegvesenets veileder for modellbaserte prosjekter.
VIPS	Synonymet står for flere ting: En programvare fra 80-tallet, vei modell eller filformat som brukes for stikking står for (vegvesens interaktive planleggingssystem)
VR	Virtuell realitet
WFS	Web Feature Service
XPS	En ZIP-arkivfil som bruker Open Packaging Conventions og inneholder filene som utgjør dokumentet.
Åpne formater	Formater med tilhørende standard som kan leses av programvare uavhengig.

Innhold

1	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Mål og problemstilling	4
1.3	Oppgavens oppbygging	4
1.4	Oppgavens avgrensninger	5
2	Metode	7
2.1	Forskningsmetode	7
2.2	Case	7
2.3	Intervju	8
2.3.1	Utvalg av informanter	9
2.3.2	Rekrutteringsprosess	12
2.4	Feilkilder og forbedringspotensial	13
3	Maskinkontroll litteratur	14
3.1	Maskinstyring nye teknologier	15
3.2	Modellbasert veiprosjektering	17
3.3	Filformater og dataflyt	18
3.4	Staten vegvesen standardisering og maskinstyring	20
3.4.1	R000 Modellgrunnlag – høringsutkast	20
3.4.2	V770 Modellgrunnlag – krav til grunnlagsdata og modeller	21
4	Teori	23
5	Resultat	26
5.1	Del 1: Maskinstyringshistorikk i Norge – Informant 7	26
5.1.1	Om informasjonskvalitet	26

5.1.2	Om system- og servicekvalitet.....	28
5.2	Del 2: Maskinstyringssystemer suksessmodell analyse.....	29
5.2.1	Informasjonskvalitet og utfordringer.....	29
5.2.2	Systemkvalitet utfordringer.....	36
5.2.3	Servicekvalitet og utfordringer knyttet til det.....	41
5.3	Statens vegvesen standardisering.....	42
5.4	Oppsummerende tabeller av resultatene funnet.....	44
5.4.1	DigPilot IS-modellanalyse.....	45
5.4.2	Leica og Trimble IS-modellanalyse.....	47
5.4.3	Automatisering.....	48
5.4.4	Standardisering.....	48
5.4.5	Formatstandardisering.....	49
6	Diskusjon.....	50
6.1	Utfordringer ved maskinstyringssystemer.....	51
6.1.1	Informasjonskvalitet og dataflytutfordringer.....	51
6.1.2	Systemkvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører.....	55
6.1.3	Servicekvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører.....	56
6.2	Hvordan kan maskinstyringssystemer forbedres?.....	57
6.2.1	Informasjonskvalitet og dataflytutfordringer.....	57
6.2.2	Systemkvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører.....	59
6.2.3	Servicekvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører.....	62
6.3	Brukertilfredshet.....	62
6.4	Organisasjonspåvirkning.....	64
6.5	Forslag til løsning.....	65
6.6	Oppsummeringstabell av de viktigste momentene.....	68

6.7	Begrensninger ved studien	69
6.8	Videre arbeid	70
7	Konklusjon	72
8	Referanseliste	74
9	Vedlegg A	1
10	Vedlegg B	4
1.	Intervju 1	4
2.	Intervju 2	9
3.	Intervju 3	12
4.	Intervju 4	16
5.	Intervju 5	18
6.	Intervju 6	20
7.	Intervju 7	22
8.	Intervju 8	26
9.	Intervju 9	28
10.	Intervju 10	32

Figurer

Figur 1: DigPilot maskinstyringssystem (Pro-system, 2023).	8
Figur 2: Modellens reise fra krav til maskinstyring	11
Figur 3: Dokumenter om maskinkontroll og gravemaskiner sortert etter publiseringsår (Scoups, 2023).	15
Figur 4: Modifisert versjon av DeLone og McLean 2003 IS-modell.	24
Figur 5: Maskinstyring ultimate-styring forsalg, illustrert med BPMN-modell.	66
Figur 6: Konsept forenklet diagram	67

Tabell

Tabell 1: Informanttabell	12
Tabell 2: DigPilot IS-Modell vurdering.....	45
Tabell 3: Leica og Trimble IS-modellanalyse	47
Tabell 4: Automatisering	48
Tabell 5: Standardisering	48
Tabell 6: Ønsket standardisert format.....	49
Tabell 7: Viktigste momenter fra diskusjon.....	68

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

«Det er dere som sitter bak skjermer, som har gjort hele jobben vår vanskeligere. Alt er vanskelig, fordi det skal digitaliseres. Det skal argumenteres. Mens, ansvaret skyves alltid nedover på oss ute i felt.»

Dette utsagnet ble fremhevet som ett av intervjuresultatene som ble samlet inn for forskningsformålet i denne studien. Det ble gitt av en gravemaskinfører med mer enn førti års erfaring, etter at vedkommende ble spurt om det er noen deler av maskinstyringsprosessen som kan automatiseres og digitaliseres. Denne uttalelsen understreker viktigheten av å vurdere digitalisering og teknologi sett fra perspektivet til sluttbrukeren.

Bygg- og anleggsbransjen har opplevd begrenset produktivitet de siste tjue årene, med en vekstrate på bare 1 %, i sammenligning med 2,8 % for økonomi- og 3,6 % for produksjonssektoren (Barbosa et al., 2017). Denne begrensede veksten har blitt tilskrevet flere problemer, inkludert mangel på investering i teknologi, forskning og utvikling, samt dårlig håndtering av prosjektinformasjon (Charef et al., 2019). En undersøkelse viser at den flate utviklingsraten skyldes systematiske problemer i byggingen og generell kommunikasjon. Dette har resultert i risiko for kostnadsoverskridelser og forsinkelser i bygg- og anleggsprosjekter (Charef et al., 2019).

I dagens teknologiske tidsalder, har informasjonssystemer blitt stadig mer utbredte i ulike organisasjoner for å øke effektiviteten og bli en strategisk faktor for forretningsinnovasjon (Sardjono et al., 2022). Det er på tross av at offentlige organisasjoner har benyttet informasjonssystemer for å forbedre tjenesteleveransen og øke gjennomsiktigheten, effektiviteten og ansvarligheten i deres operasjoner. Informasjonssystemer anses som en trigger for endring i organisasjoner (Sardjono et al., 2022)

En trend som har oppstått i bygg- og gruveindustrien, er bruken av autonome utgravingsløsninger (Zhao & Zhang, 2021). Dette har skapt interesse for anvendelse av autonome robotsystemer (RAS) for å takle utfordringer knyttet til bruk av tungt utstyr i ustabile miljøer, og for å oppnå samarbeid mellom flere plattformer (Nguyen & Ha, 2023).

Samtidig har teknologi spredt seg til nesten alle bransjer, og virksomheter som har investert i teknologi har oppnådd betydelig vekst og avkastning (Michael Mullin, 2018). Likevel hevder Michael Mullin (2018) at bygg- og anleggsbransjen falt bak andre bransjer når det gjelder innovasjon. Spørsmålet er når bransjen vil begynne å omfavne endringene.

Nainggolan et al. (2020) har kjørt en spørreundersøkelse for å måle brukertilfredshet av gravemaskinførere. Undersøkelsesmaterialet var gravemaskinsimulator ved bruk av Leap Motion Controller i virtuell virkelighet. Svarene viser at gravemaskinførere var positive til bruk av systemet. Det kom frem få tilbakemeldinger om utfordringer eller forbedringer.

Ved gjennomgang av litteraturen om maskinstyringssystemer, ble det lagt merke til at det eksisterer flere studier og artikler som fokuserer på implementeringen av nye teknologier for å forbedre gravearbeidet. Imidlertid er det et begrenset antall studier som tar brukerperspektivet i betraktning når de vurderer disse implementerte systemene. Det er også verdt å merke seg at de vanlige svarene som kommer fra spørreundersøkelser, testing og intervjuer vanligvis begrenser seg til systembruk og spørsmål om hvor godt systemet fungerer.

Tidligere forskning på området har hovedsakelig fokusert på tekniske løsninger og systemer, men det har vært begrenset fokus på utfordringene som er knyttet til disse løsningene, spesielt når det gjelder informasjonsbehovet. En vellykket implementering av et nytt system avhenger av effektiv dataflyt og tilstrekkelig informasjon i modellen.

Det er derfor nødvendig å utforske og identifisere utfordringer knyttet til dataflyten i overgangen til maskinstyringssystemer i infrastrukturprosjekter. Det er også viktig å rette oppmerksomheten mot å effektivisere prosessen sett fra brukerperspektivet.

Denne studien tar sikte på å sette søkelys på informasjonsflyt i bygg- og anleggsbransjen ved hjelp av Delone og McLean sin informasjonssystem suksessmodell. Ved å utføre en casestudie i samarbeid med Gundersen & Løken AS, en norsk programvareutvikler for maskinstyring, vil studien identifisere og analysere utfordringer knyttet til informasjonskrav ved overgangen til maskinstyring. Målet er å optimalisere dataflyten og finne løsninger for å forbedre implementeringen av nye programmer og teknologier.

Denne studien vil spesielt fokusere på DigPilot som et informasjonssystem og undersøke informasjonskvalitet og brukeropplevelse, med gravemaskinførere som målgruppe. For å forstå denne fenomenet, brukes DeLone and McLean (1992) sin informasjonssystem suksessmodell (IS). Delone & McLean sin modell ble først fremmet i 1992, og den ble oppdatert med noen modifikasjoner i 2003 (W. Delone & E. McLean, 2003; DeLone & McLean, 1992). Denne oppgaven fokuserer på målene som er gitt i den oppdaterte modellen. Modellen gir seks sammenhengende dimensjoner av informasjonssystemers suksess: systemkvalitet, informasjonskvalitet, tjenestekvalitet, (hensikten til) bruk, brukertilfredshet og netto fordeler. Modellen har blitt brukt og validert i flere studier om informasjonssystemer. For eksempel har den blitt testet og validert i studier som vurderer suksessen til e-handelssystemer (Brown & Jayakody, 2008), kunnskapsstyringssystemer (Wu & Wang, 2006) og mange flere (Urbach & Müller, 2012). Ved å anvende modellen, vil studien bidra til å forstå brukerens perspektiv og opplevelse av maskinstyringssystemer i infrastrukturprosjekter.

Det er viktig å adressere utfordringene knyttet til informasjonsflyt i bransjen. Mulighetene for automatisering og effektivisering for å lette arbeidsoppgavene til de ansatte, bør også utforskes. Ved å identifisere og løse disse utfordringene, kan bransjen oppnå økt effektivitet, redusere kostnader og forbedre tjenesteleveransen.

1.2 Mål og problemstilling

Hvordan lykkes med maskinstyring for infrastrukturprosjekter?

Forskningsspørsmål

- 1- Hvilke utfordringer står i veien for en vellykket implementering av maskinstyring i norske infrastrukturprosjekter?*
- 2- Hvordan kan disse utfordringene overkommes, og hva kan gjøres for å forbedre maskinstyringssystemene?*

1.3 Oppgavens oppbygging

Rapporten struktureres etter IMRaD-modellen/«IMRaD-struktur» (Introduksjon, Metoder, Resultater og Diskusjon). Denne strukturen har blitt benyttet i de fleste store vitenskapelige tidsskrifter på midten av det tjuende århundre. Den ble den viktigste standarden på 1970-tallet (Sollaci & Pereira, 2004). I oppgaven etablerer introduksjonen konteksten, ved å gi en bakgrunn for de identifiserte problematikkene som legger grunnlaget for formuleringen av problemstillingen og forskningsspørsmålene. Metodeavsnittet beskriver grundig metoden semi-strukturert intervju som blir benyttet i studien, og det gir en klar forståelse av forskningsprosessen. I litteraturavsnittet gjennomgås eksisterende arbeid innenfor feltet maskinstyring, som er av vesentlig betydning for å analysere og diskutere resultatene, samt bidra til å gi et vitenskapelig bidrag. Videre inkluderes et teoriavsnitt som presenterer DeLone og McLean-suksessmodellen, som blir anvendt som rammeverk i denne studien. Resultatavsnittet viser funnene som kommer frem gjennom intervjuene. Disse blir drøftet i diskusjonsdelen, samtidig som fremtidige arbeidsmuligheter blir identifiserte. I resultat- og diskusjonsdelen fokuseres det spesielt på de tre hovedsuksessfaktorene i DeLone og McLean-suksessmodellen: informasjons-, system- og servicekvalitet, som alle bidrar til organisatorisk påvirkning og kundetilfredshet. Videre beskrives det et forslag som kan være til nytte å løse noen av dataflytproblemerne. Til slutt kommer konklusjonen, og det blir vurdert i hvilken grad handlingen adresserer problemformuleringen og oppnår ønskede målsetninger.

1.4 Oppgavens avgrensninger

Denne studien avgrenser seg til å utforske og identifisere utfordringer knyttet til dataflyt og maskinstyring i infrastrukturprosjekter i Norge. Fokuset er spesifikt rettet mot anleggssektoren i den norske konteksten. Internasjonale perspektiver eller sammenligninger blir dermed ikke inkluderte i analysen.

Casestudiet som gjennomføres involverer samarbeid med Gundersen & Løken AS, en norsk programvareutvikler innen maskinstyring. Flertallet av intervjuene blir gjennomført med brukere av Gundersen & Løkens programvare. Det er viktig å merke seg at leverandøren vil lansere en ny og forbedret versjon av programvaren i sommeren 2023, som vil adressere flere av utfordringene nevnt i denne studien. Derfor vil informantenes uttalelser i denne oppgaven være basert på deres erfaringer med den tidligere versjonen av programvaren.

En annen begrensning i studien er det geografiske fokuset og det begrensede antallet deltakere som blir intervjuet og hvor data blir samlet inn. Derfor vil resultatene og funnene være begrenset til den norske konteksten og de individene som deltar i studien, og kan ikke generaliseres til hele bransjen eller andre geografiske områder. Selv om informasjonen som kommer fra deltakerne gir verdifull innsikt, er det viktig å være oppmerksom på begrensningene knyttet til generalisering av resultatene basert på et slikt begrenset utvalg.

Studien fokuserer på dataflyt og maskinstyring, med spesiell oppmerksomhet rettet mot DigPilot maskinstyringssystem. Andre aspekter av digitalisering i bransjen, samt andre maskinstyringssystemer eller teknologier, vil ikke bli grundig vurderte eller sammenlignet. Denne studien har et spesifikt fokus på dataflyten i forbindelse med overgangen til maskinstyring og tar ikke opp dokumentasjon og etterarbeid i denne sammenhengen.

Dette forskningsarbeidet har som hovedfokus å undersøke programvarerelaterte problemstillinger knyttet til dataflyt og informasjonsmodeller. Maskinvareaspektet blir kun utforsket i tilfeller der det har en direkte innvirkning på dataflyten. Når det gjelder studiens målgruppe, blir det ikke satt fokus på bestillingsprosess og anbudsfasen. I denne studiens sammenheng er "bruker" definert som

enkeltpersoner som aktivt bruker modellen i sitt daglige arbeid, slik som stikkere, maskinførere og maskinstyringsledere. Som et resultat utgjør disse tre yrkeskategoriene ni av ti deltakere i intervjuene som en del av datainnsamlingen.

Det er også viktig å nevne at det var litt utfordrende å finne fagfelleverderte kilder om maskinstyring som var på norsk. Derfor er fagfelleverderte kilder benyttet i oppgaven på engelsk. Det vil si at en stor del av litteraturen er oversatt fra engelsk. Dette kan medføre noe usikkerhet rundt tolkninger og oversettelser. Videre er det et begrenset antall kilder som omhandler problematikken fra brukerens perspektiv. Dette understreker viktigheten av denne studien og dens bidrag til feltet.

Disse avgrensningene er baserte på den eksisterende informasjonen, forskningsområdet og hensikten med studien. Det er mulig at det kan være ytterligere avgrensninger som ikke er nevnt her. Det er viktig å være oppmerksom på dette når man tolker resultatene av studien.

2 Metode

2.1 Forskningsmetode

I oppgaven benyttes kvalitativ metode, som ifølge Johansen and Sundbye (2019) går ut på å samle inn informasjon som ikke kan tallfestes. Det er heller personlige meninger av hvordan noe oppleves, og hva som kunne vært gjort annerledes for å forbedre opplevelsen. Patton (1987) hevder at fordelen med kvalitativ metode, er at den danner grunnlag for en grundig og detaljert studie av ulike utfordringer, caser eller hendelser med stor dybde og detaljnivå.

Dalland (2020) skriver at kjennetegn ved kvalitative tilnærminger, er at de blant annet går i dybden, henter fram det særegne, har nærhet til feltet, dataen som samles forsøker å få frem sammenheng og helhet og de søker å formidle forståelse. Innenfor kvalitativ forskning, er ulike intervjuformer den mest brukte datagenereringsmetoden (Tjora, 2017).

Denne forskningsmetoden anses å være av betydning i lys av teorien som anvendes i handlingen. DeLone & McLeans suksessmodell benyttes i oppgaven for å analysere og diskutere funnene. Funn og resultater blir vurderte og brukt videre for å danne grunnlag for mulige løsninger.

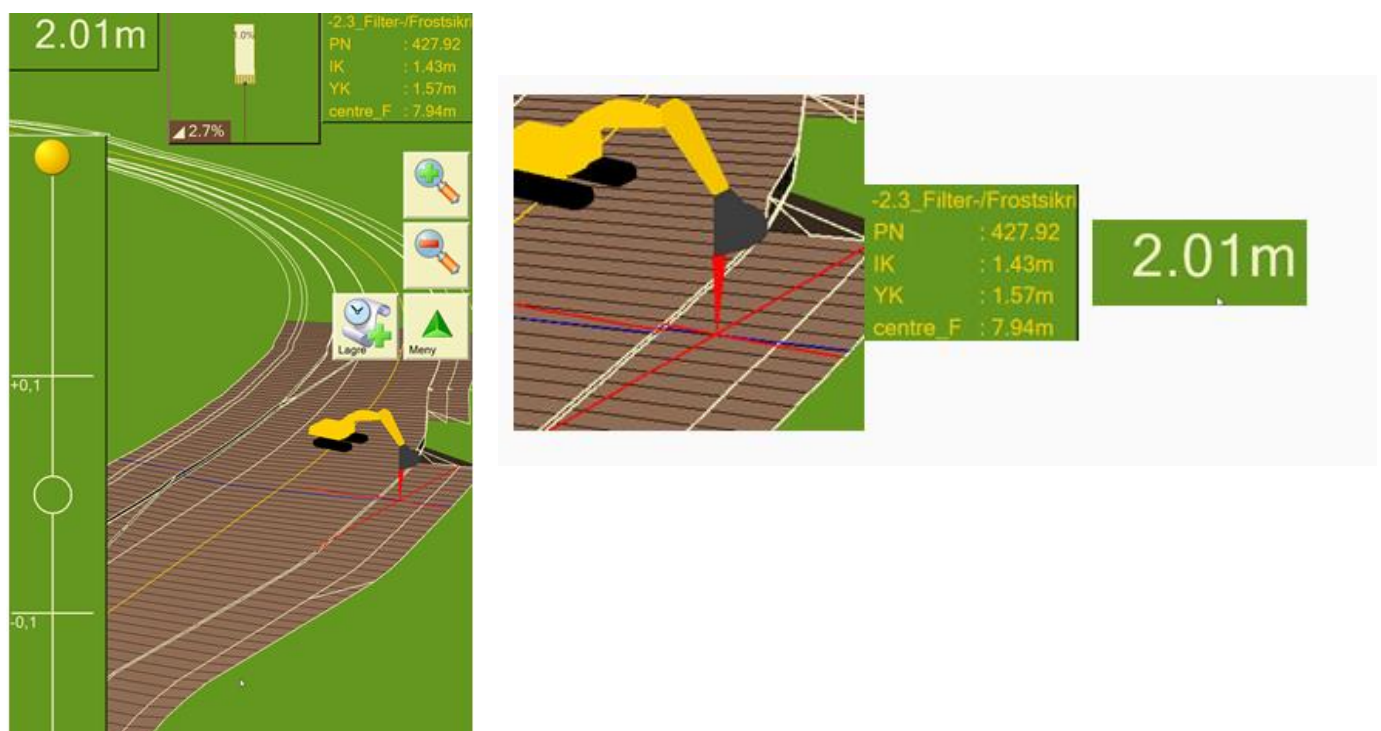
2.2 Case

For å identifisere og analysere utfordringer knyttet til informasjonskrav ved overgangen til maskinstyring, er det behov for å bruke en konkret programvareleverandør. Siden intervjuene kjøres i Norge, var søket rettet mot nasjonale utviklere innen maskinstyring. Det er ikke mange norske utviklere av maskinstyringssystemer, verken innen maskinvare eller programvare.

Valget falt på Gundersen & Løken AS, som er stolte av å ha systemer som er «Made in Norway», ifølge daglig leder. Hokstad (2022) skriver på sin nettside, basert på et intervju med Gundersen & Løken AS, at all maskinvare ikke bare er «Made in Norway» i henhold til gjeldende EU-regler - vi har også gjennom de siste 20 årene utviklet en egen programvare kalt DigPilot. DigPilot 3D-Maskinstyring er det eneste norske maskinstyringssystemet (Pro-system, 2023). Derfor var det

interessant å utforske systemet fra brukerens perspektiv og se på utfordringene de opplever med systemet.

DigPilot er maskinstyringssystemet som Gundersen & Løken AS leverer. Dette blir hovedmaterialet i dannelsen av intervju spørsmål. DigPilot 3D blander de unike fordelene ved trådløse sensorer med digitale linjemodeller, terrengmodeller, GPS/GNSS og DigPilot Office, for å kunne gi deg som kunde den beste brukeropplevelsen. DigPilot arbeid med sanntidsvisning av maskin over digital Terrengmodell (Pro-system, 2023).



Figur 1: DigPilot maskinstyringssystem (Pro-system, 2023).

2.3 Intervju

I denne oppgaven ble semi-strukturerte intervju benyttet for innsamling av data, med en intervjuguide. Et semistrukturert intervju er en metode for innsamling av data som involverer å stille spørsmål innenfor et forhåndsdefinert tematisk rammeverk. Spørsmålene følger ikke en fastsatt rekkefølge eller formulering (George, 2022). Årsaken til dette, er at informantene som ble valgt for intervjuene har ulike bakgrunn og erfaring. Dermed måtte intervjuformålet tilpasses deres individuelle forhold.

Spørsmålene ble utviklet med fokus på de fire hoveddelene i DeLone og McLeans IS-modell. De omhandlet utfordringer knyttet til informasjons- og dataflyt, systemutfordringer, servicekvalitet og generell kundetilfredshet. Det ble også spurt om standardisering og muligheten for automatisering og digitalisering av visse prosesser. Studiecasen er spesielt interessant, da det er få undersøkelser som ser på maskinstyringssystemer sett fra et sluttbrukerperspektiv i dette omfanget. Etter å ha gjennomført litteraturstudier innen maskinstyring, har det vist seg nødvendig å se nærmere på utfordringene fra brukernes perspektiv.

2.3.1 Utvalg av informanter

Her var det viktig å se på hovedproblemstillingen: ***Hvordan lykkes med maskinstyring for infrastrukturprosjekter?***

Forskningsspørsmålene i studien er:

- 1- *Hvilke utfordringer står i veien for en vellykket implementering av maskinstyring i norske infrastrukturprosjekter?*
- 2- *Hvordan kan disse utfordringene overkommes, og hva kan gjøres for å forbedre maskinstyringssystemene?*

Ved utvalg av informantene, ble det lagt vekt på noen viktige krav for informanter. Krav stilles i lys av problemstillingen og casestudiet:

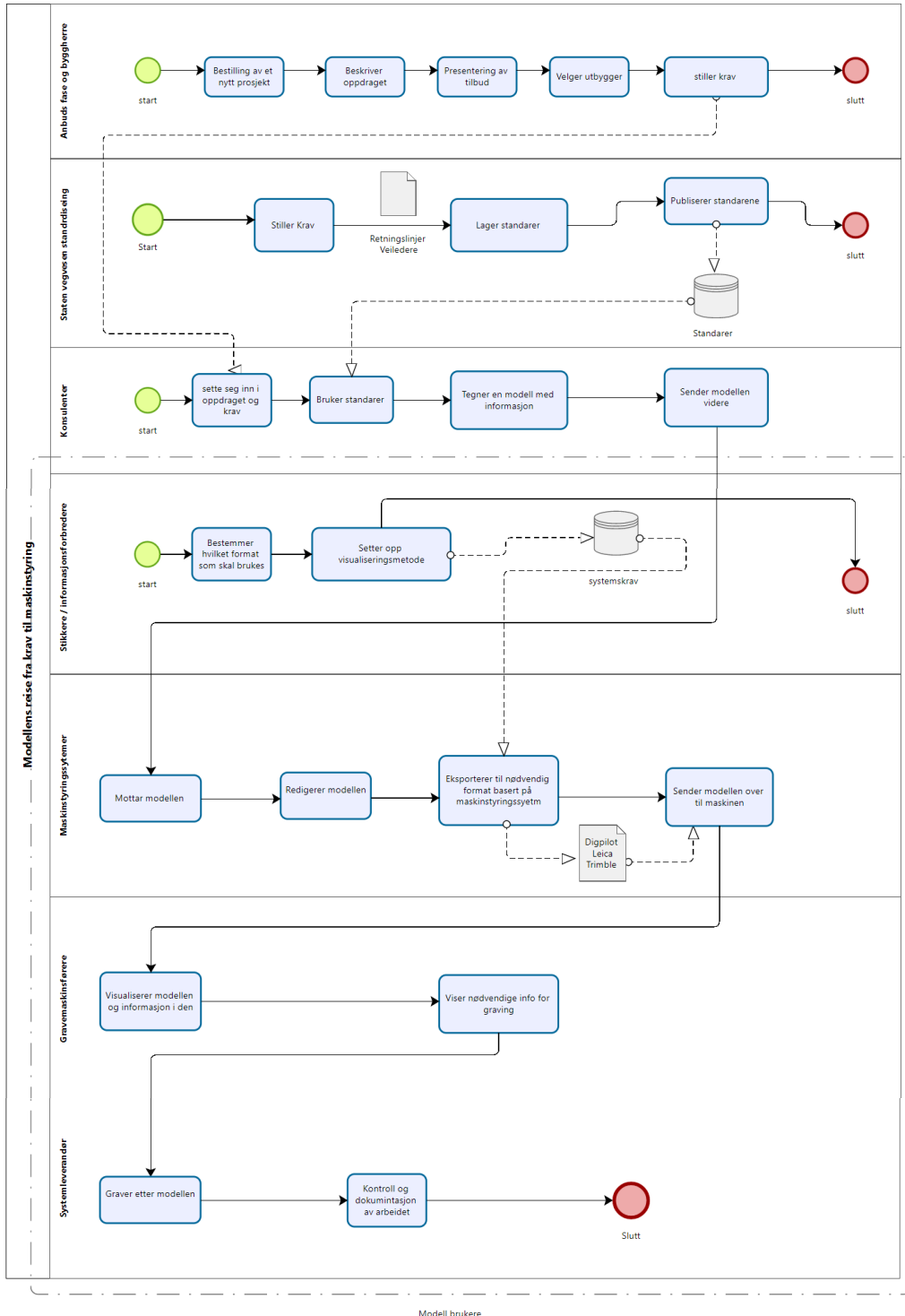
- Informanten skal kjenne til maskinstyring.
- Informanten skal jobbe/ha jobbet med infrastrukturprosjekter.
- Informanten skal være definert som bruker av systemet. Det vil si at han/hun bruker infrastrukturmodeller i arbeidet sitt.
- Informanten skal kjenne til DigPilot som maskinstyringssystem.

Siden hovedfokus er å se på problemer relatert til dataflyt- og informasjonssystemer, ble det vurdert å se på hele syklusen som modellen gjennomgår. Fra krav som stilles fra statlige etater som Staten Vegvesen i dette tilfellet, helt til sluttbruker, nemlig gravemaskinfører.

Det ble gjennomført intervju med informanter av ulike roller i syklusen. Sju av ti informanter som ble intervjuet, jobber hovedsakelig med modellforberedelse til maskinstyring/ graving. Denne spesifikke målgruppen utgjorde den største andelen av informantene, ettersom de betraktes som de primære brukerne av modellen i denne studien. Dette utvalget ble bestemt basert på to hovedfaktorer: hvor de fleste utfordringene knyttet til dataflyt oppstår, og hvem som i størst grad benytter både modellen og maskinstyringssystemene.

Det er laget en forenklet BPMN-modell (Se figur 2) for å illustrere modellens reise fra krav til dokumentasjon. BPMN-Modellen viser de forskjellige aktivitetene som gjennomgås i hver prosess. Fra bestilling av et nytt prosjekt, til utførelse og dokumentasjon.

I modellen er det også markert med en stiplede rektangulær, hvem som betraktes som bruker av modellen i denne oppgavens sammenheng.



Figur 2: Modellens reise fra krav til maskinstyring

2.3.2 Rekrutteringsprosess

I rekrutteringsprosessen ble Gundersen & Løken AS kontaktet, for å få anbefalinger på personer som oppfylte de gitte kravene. Informantene ble oppringte og informerte om oppgaven. Deretter ble de spurt om de hadde anledning og ønske om å delta. Målet var å gjennomføre 10 intervjuer, som er et godt antall sett i lys av den kvalitative metoden. Dessverre var det bare seks personer fra Gundersen & Løkens liste som var villige til å delta. Intervjuene ble hovedsakelig gjennomført via Teams, ettersom informantene befant seg over hele landet. En guide og informasjon om oppgaven ble sendt sammen med innkallingen til møtet via e-post.

På grunn av begrensningen i antall personer som bruker systemet og som hadde mulighet å delta i intervjuene, ble det vurdert å supplere med to informanter som bruker andre maskinstyringsprogrammer, slik som Trimble og Leica, i stedet for Gundersen & Løken AS. De siste to intervjuene ble gjennomført med hensikt å få innsikt i standardisering og maskinstyring. Begge informantene er kjent med DigPilot. Til slutt ble åtte av ti intervjuer gjennomført om DigPilot, og to om Trimble og Leica. Svarene og funnene fra intervjuene var svært like, noe som tyder på at alle programmene sliter med de samme utfordringene knyttet til dataflyt og informasjon.

Tabell 1:
Informanttabell

Nr	Bedrift	Rolle	Programmer	Dato 2023	Erfaring år	Varighet min
1	Konsulent innen 3D-modellering	Gravemaskinfører - Stikker – Daglig leder	DigPilot siden 2016	10.03.23	7	36
2	Maskinentreprenør	Gravemaskinfører - Stikker – Anleggsleder	DigPilot siden 2008	14.03.23	25	47
3	Totalentreprenør	Daglig leder	DigPilot siden 2008	14.03.23	20	31

4	Gravetjenester	Gravemaskinfører	DigPilot siden 2008	15.03.23	39	20
5	Maskinentreprenør	Stikker-Prosjektleder	DigPilot	15.03.23	8	21
6	Totalentreprenør	Maskinstyring leder	Trimble Leica	28.03.23	6+	44
7	Nettverk for dataflyt i prosjekter	Dagligleder	Alle	31.03.23	40+	58
8	Geotjenester	Stikker	DigPilot	03.04.23	10	24
9	Nasjonal vegadministrasjon	Prosjektleder – Standardisering	-	03.04.23	20+	35
10	Totalentreprenør	Rådgiver	Trimble Leica	03.05.23	15	25

2.4 Feilkilder og forbedringspotensial

En potensiell svakhet ved å bruke intervjuer som metode for å samle relevant informasjon og data, er at man er avhengig av andres erfaringer og opplevelser for å trekke konklusjoner i ens eget arbeid. Dette stiller krav til forfatteren om å tolke informasjonen og dataen korrekt. Ved å fokusere på DigPilot som hovedsystem, ekskluderes andre maskinstyringssystemer som potensielt kunne ha ført til forskjellige svar og funn. Det var også et begrenset antall informanter som brukte systemet og var villige til å dele sine erfaringer. Åtte personer kunne ikke gi en omfattende vurdering av et system, men de kunne likevel gi en indikasjon på hva som fungerer og ikke fungerer ved bruk av systemet. En annen viktig faktor, er valget av definisjonen "bruker". Fokuset ble lagt på intervjuer med gravemaskinførere og stikkere. Det ekskluderer utfordringer som potensielt kunne ha kommet frem hvis fokuset ble lagt på konsulenter eller andre roller. Det må tas forbehold om at det kan være andre utfordringer som ikke er blitt belyste på grunn av valg av metode og fokusområde.

3 Maskinkontroll litteratur

I dette kapitlet presenteres litteratursøket som ble gjennomført for å finne relevante kilder til oppgaven. For å sikre kildekritikk, ble søkemotoren Google ikke direkte benyttet, da den kan gi informasjon som er vanskelig å spore referanser på. I stedet ble følgende databaser brukt: Scopus, Google Scholar, Oria og NTNU Open. Søkeordene som ble benyttet inkluderte: "Machine Control of excavators," "Challenges in machine control," "Data flow in machine control," "User experience," "Software for excavators," "Maskinstyring," "Dataflyt," og "Maskinkontroll". Disse søkeordene var mest konkrete og relevante for oppgavens formål.

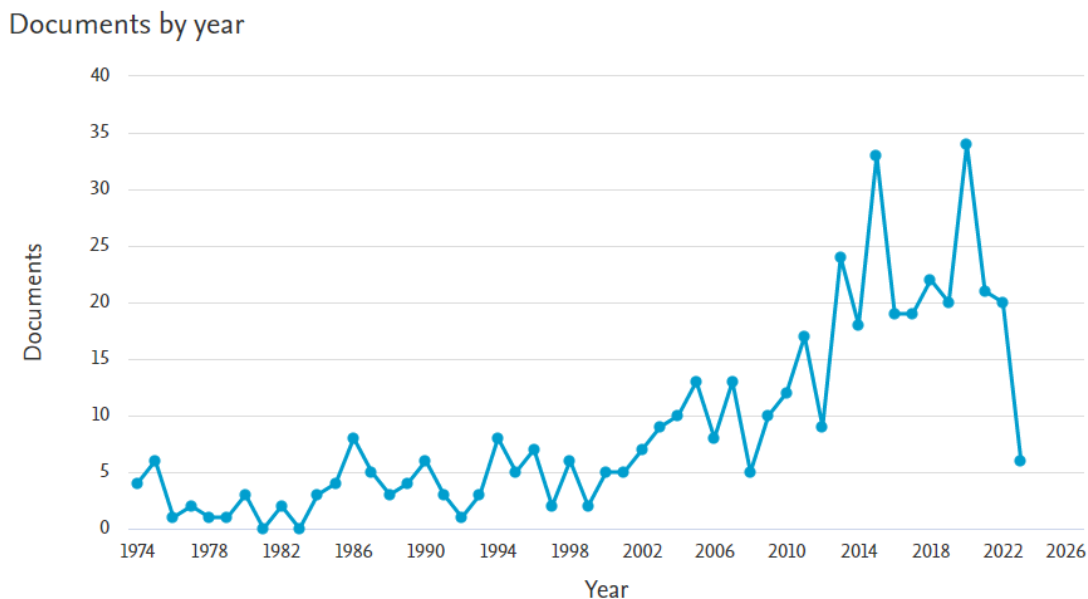
Fokus ble lagt på å finne relevante kilder som er publiserte etter 2012. Dette begrunnes ved at oppgaven omhandler teknologi og dataflyt. Dermed var det ønskelig å benytte kilder som er nært knyttet til dagens situasjon innen maskinkontroll og dataflyt.

Søkeordene på norsk ga for få kilder. Derfor ble det valgt å fokusere på engelske søkeord og funn, for å få et bredere utvalg av relevant litteratur og et internasjonalt perspektiv på temaet. Målet var å ikke begrense seg til kun norske og nordiske kilder, men også på grunn av at det var vanskelig å finne et stort utvalg med litteratur innen dette temaet på norsk. Etter å ha samlet inn et utvalg av relevante kilder, ble de gjennomgått for å finne data som kunne brukes i oppgaven, samtidig som utilgjengelige eller utdaterte kilder ble fjernet. Det ble også lagt vekt på at de ulike kildene skulle kunne støtte opp under hverandres informasjon og påstander for å øke validiteten av funnene.

Målet med litteraturgjennomgangen var å identifisere hvilke teknologier og systemer som allerede blir brukt i området, samt å få innsikt i tidligere forskning, for å bidra vitenskapelig med denne studien. Det ble også sett på Staten vegvesen standarder, som omhandler maskinstyring slik som VV70 og R000. Siden oppgavens formål er å utforske årsakene til hvorfor bransjen henger etter, ble litteraturen begrenset til engelske og norske kilder innen ingeniørfaget.

Som illustrert i Figur 3, har temaet blitt utforsket i omtrent 50 år. Det har vært en økning de siste 20 årene, noe som indikerer behovet for mer forskning på området. Det er fortsatt et begrenset

antall studier som fokuserer på brukeropplevelse, da de fleste studiene hovedsakelig vurderer selve programvaren. Kildene er sortert kronologisk og begrenset til de siste fem årene.



Figur 3: Dokumenter om maskinkontroll og gravemaskiner sortert etter publiseringsår (Scoups, 2023).

3.1 Maskinstyring nye teknologier

For å håndtere utfordringer i ustabile miljøer, kan fremskritt innen sensorisk, kommunikasjons-, programvare-, dataanalyse- og selvstyringsteknologi bidra til pålitelig drift av utstyr og betydelig økt sikkerhet. Det forventes at automatisering av bygge- eller gruveområder vil materialisere seg i løpet av dette tiåret. Det vil innebære samarbeid mellom bulldosere, veghøvler og gravemaskiner for å utføre grunnarbeid, uten behov for operatører ved kontrollpanelet. I noen tilfeller vil maskinene til og med være uten kontrollpaneler. Det er derfor verdt det for relevante små og mellomstore bedrifter å utvikle sine produkter for å imøtekomme markedets etterspørsel innen dette området (Nguyen & Ha, 2023).

For å forbedre posisjoneringsnøyaktigheten har en teknikk kalt sanntid kinematikk (RTK) posisjonering blitt brukt med en presisjon på centimeternivå (Nguyen & Ha, 2023).

Anvendelsen av nevrale algoritmer og fuzzy kontrollteknologi i konstruksjonen av maskinproduksjonsplattform og kunstig intelligenssystem, og anvendelse av nevralk algoritme og kunstig intelligens-teknologi i selve produksjonen av utstyr, kombinerer den teoretiske forklaringen av kunstig intelligens-teknologi og applikasjon med spesifikk ingeniørpraksis og virtuell simuleringsteknologi. Den intelligente eksperimentelle produksjonsplattformen tar den lille gravemaskinen som hoveddel. Gjennom transformasjonen av hver arm og hydraulikk-system på gravemaskinen, introduseres kunstig intelligens i den intelligente, produksjonseksperimentelle plattformen. Den eksperimentelle plattformen kan ikke bare kontrollere og dynamisk teste i sanntid, men også fullføre kontrollopgaven gjennom simulering kombinert med spesifikke, eksperimentelle tilfeller. Det kan fullstendig løse problemet som studentene ikke kan forstå, på grunn av mangel på eksperimentelt utstyr i tradisjonelle kurs (Dai et al.).

Økende kompleksitet i utgravingsarbeidsmiljøet, som kollaps, ruskstrøm og annet ekstremt arbeidsmiljø forårsaket av jordskjelv og flom oppstår jevnlig. For å redusere driftsrisikoen for operatører og forbedre effekten av gravemaskiner, er autonom utgraving og intelligent beslutningstaking den nye retningen for intelligent utvikling av denne typen anleggsmaskiner (Dai et al.).

En brukercase har blitt kjørt av Morosi and Caruso (2022) om bruk av VR for evaluering av maskinstyring i hydrauliske gravemaskiner, hvor blant annet følgende spørsmål ble stilt:

- Hvor naturlig virket din interaksjon med omgivelsene?
- Hvor involvert var du i opplevelsen av det virtuelle miljøet?
- Hvor mye involverte de visuelle aspektene av miljøet deg?
- Hvor mye involverte de auditive aspektene av miljøet deg?
- Hvor naturlig var tilbakemeldingen fra den haptiske enheten?
- Hvor oppmerksom var du på hendelser som skjedde i den virkelige verden rundt deg?
- Hvor konsekvent var informasjonen som kom fra dine forskjellige sanser?

Funnene viser at:

- Iverksettelse av andre typer signaler (basert på visuelle eller auditive tilbakemeldinger) for å varsle brukeren når bøtta er i kontakt med det ytre miljøet, forbedrer ytelsen av graveoperasjoner og/eller forbedrer sikkerheten ved å redusere risikoen for feil.

- Implementering av hele kontrollsløyfen mellom gravemaskinen og inndatasystemer, hvor gjensidig utveksling av data simuleres akkurat slik det ville vært i et virkelig bruksscenario.
- Bruke biosensorer for å overvåke den fysiologiske aktiviteten av operatøren. Denne tilnærmingen kan gi relevant innsikt på effektiviteten til enheten for å lette opplæringen av nybegynnere, uten å bare stole på subjektive evalueringer.

Resultatene av arbeidet bekrefter verdien av metodologisk utvikling. Det er grunnlaget for modellering av den praktiske implementeringen av nøkkelløsninger for teknologi for dynamisk soneinndeling av gravemaskinflater for arbeid med kjøretøy i en åpen syklus:

- avklaring av valg av tilstøtende ansikter;
- simulering av prosessen med teknologisk synkronisering av ansiktene valgt som tilstøtende, i henhold til de faktiske resultatene av dynamisk sonering av ansiktene;
- simulering av løsningen på problemet med å sikre gravemaskinens maksimale produktivitet på kort tid synkronisert tidsintervall gjennom konsentrasjonen av graveretninger med fulle gravesykluser (Khakulov et al., 2022).

3.2 Modellbasert veiprosjektering

I alle infrastrukturprosjekt møter man utfordringer i kartlegging av eksisterende kabler, ledninger og geologiske forhold. Haverstad (2013) sier at hvis vi hadde hatt en metode for å kunne kartlegge geologiske forhold på en god måte, hadde det eliminert mange av problemstillingene man møter på underveis i byggeperioden. Få inn mest mulig informasjon om eksisterende forhold inn i grunnlagsmodellen. Sørg for god informasjonsflyt mellom entreprenør-byggherre-konsulent (Haverstad, 2013).

Når veganlegget er ferdigstilt, skal FKB og NVDB oppdateres. Entreprenørene måler inn veilinjer, kummer, rekkverk, osv. Disse dataene sendes vanligvis til konsulent, som lager «som bygget» tegninger. Gitte data eksporteres til SOSI-format og leveres til byggherren, som godkjenner og oversender dataene videre til veiforvalter. Dette er stort sett kun 2D-data. I NVDB lagres alle data til EUREF89 UTM. Håndbok «V770 Modellgrunnlag» setter krav til at man prosjekterer i NTM. Det betyr at alle data må konverteres om før de kan legges inn i NVDB (Haverstad, 2013).

Ved håndbok «V770 Modellgrunnlag» ligger det en foreløpig objektliste som viser hvilke objekter som skal leveres til FKB og NVDB. I objektlisten gjenstår det å markere hvilke objekter som skal til NVDB og FKB, samt oversikt over hvilke egenskapsdata som skal leveres. Nye versjoner av objektlisten legges ut på nett fortløpende (Vedlegg til håndbok 770 Modellgrunnlag, 2015). Dette er et område det jobbes mye med for å forbedre dataflyt som mellom faser vil forenkle oppdatering av NVDB og FKB (Haverstad, 2013).

VIPS-dataene som entreprenøren skal bygge etter, treffer ikke hverandre i høyden, er mangelfulle og dårlige. Dessuten består en byggeplan av mange tegninger. Det er krevende å sette seg inn i en så stor mengde data (Haverstad, 2013).

3.3 Filformater og dataflyt

Modellene er ofte modellerte med tanke på mengdeberegning og kontorbruk. Dette samsvarer ikke alltid med behovet ute i maskinene, og en del modifisering må ofte gjøres før man kan få full utnyttelse ute i felt (Hoff, 2018).

Videre beskriver (Hoff, 2018) utfordringene knyttet til maskinstyring og dataflyt:

Katalogstruktur

- Mye data sortert i mange underkataloger

Navngivning av filer

- Mange revisjoner -> utfordrende å holde oversikt ved lokalt filnavnbytte

Formatbegrensninger

- Vi får ikke med den informasjonen vi ønsker ut på objektene, uten å bruke systemspesifikke/tilpassede formater

Behovet for et åpent, standardisert utvekslingsformat er svært stort. Dette er for å kunne effektivisere og legge til rette for optimal dataflyt i en bransje som bærer preg av lite standardisering (Thorsen & Olavesen, 2019).

Thorsen and Olavesen (2019) skrev at bruk av GML kan legge til rette for å effektivisere stikningen i samferdselsprosjekter.

GML kan inneholde flere geometrityper, samt innholdsrik relasjonsinformasjon mellom ulike objekter. For at det skal lykkes å bruke det, skal følgende være på plass:

- Implementering i programvare og utstyr for utveksling av data mellom ulike programvarer og måleutstyr. Dette vil bidra til at GML-filer kan konverteres uten tap av informasjon.
- Ved bruk av GML i felt, må god struktur og intuitive løsninger legge til rette for nye målerutiner og standardiseringsprosesser. Det må legges til rette for at stikningsdata representeres med en relevant attributtliste, samt mulighet til å legge til valgfri informasjon.
- Standardiserte regler for informasjonsutveksling vil bidra til et bedre og åpent samarbeid mellom ulike aktører. Hovedpoenget er å effektivisere arbeidsprosessene, istedenfor å måtte tilpasse hvert enkelt prosjekt (Thorsen & Olavesen, 2019).

Informasjonsmengden i GML-formatet kan tilpasses etter hvilke formål det skal brukes til. Dermed kan det lages flere ulike produktspesifikasjoner til forskjellige bruksområder. Viktige faktorer er relevansen for de ulike områdene, slik man får med tilstrekkelig informasjon og luker bort det overflødige (Thorsen & Olavesen, 2019).

Innen stikningsfaget er objektgeometrien en av de mest sentrale faktorene. GML-formatet kan inneholde flere geometrityper for samme objekt, samt innholdsrik relasjonsinformasjon mellom de ulike objektene. Fra analyse- og drøftingskapittelet ble det for eksempel nevnt at en kum kan inneholde både volum- og punktgeometri. Konvertering av modeller uten tap av data vil kunne spare stikkeren for mye tid, og det vil kunne effektivisere alle ledd i prosessen (Thorsen & Olavesen, 2019).

Ved bruk av GML i felt, må god struktur og intuitive løsninger legge til rette for nye målerutiner og standardiseringsprosesser. Basert på egne erfaringer ved innmåling, ønsker vi kun relevant informasjon, samt mulighet til å legge til valgfrie attributter. Dette vil sørge for at stikkeren har mer tilgjengelig attributtinformasjon, noe som vil gjøre det lettere å ta riktige beslutninger i felt. Et eksempel på dette kan være informasjon om høydereferanser på objekter som skal måles inn (Thorsen & Olavesen, 2019).

Ifølge Thorsen and Olavesen (2019) er krav fra byggherre nødvendige for å kunne realisere bruk av GML i samferdselsprosjekter. Så lenge det ikke finnes «skal-krav», kan disse fort bli utelatte.

3.4 Staten vegvesen standardisering og maskinstyring

3.4.1 R000 Modellgrunnlag – høringsutkast

I R000 står det at alle innmålingsdata skal leveres “som utført” på GML-format iht. SOSI-standard eller på LandXML-format, mens hvilke egenskaper en komponent kan ha defineres i UML-modellen for fagmodellen (vegvesen, 2022).

I avsnitt 5.1.7.1, står det at modeller bygges opp av følgende komponenter:

- Delmodell: En definert del av modellen, f.eks. vegmodell fra-til profilnr.
- Elementsamling: En definert samling elementtyper, f.eks. “vegkropp”.
- Elementtype: Et definert element, f.eks. “slitelag” (vegvesen, 2022).

Komponentene kan beskrive:

- fysiske objekter
- tilstander (vegvesen, 2022)

Komponenter i modeller skal ha:

- entydig navn
- et sett med egenskapsdata som beskriver dem (vegvesen, 2022)

Komponenters geometribeskrivelse er egenskapsdata:

- en komponent kan beskrives med flere geometrityper (punkt, solid m.m.)
- all geometri skal prosjekteres i prosjektets koordinatsystem for grunnriss og høyde (vegvesen, 2022)

Komponenter kan beskrive:

- relasjoner til andre komponenter
- prosjekteringsregler

- designparametere (vegvesen, 2022)

Det må vurderes om deler av modellen skal være mer detaljerte enn andre, for det kan være tidkrevende og kostbart å etablere høy detaljering for store områder. Krav til detaljering avgjør om komponenter modelleres som:

- enkeltobjekter med solid geometri
- flater med solid eller triangulert geometri (vegvesen, 2022)

Hvordan en modell blir tilpasset maskinstyring, blir nærmere beskrevet i håndbok V770.

3.4.2 V770 Modellgrunnlag – krav til grunnlagsdata og modeller

I avsnitt 3.4.2 står det om hvordan de ulike geometribeskrivelsene til samme objekt skilles.

Metodikken i denne håndboken krever at geometri prosjekteres i 3D. Mange objekter vil prosjekteres med volumgeometri (solids). Objekter som skal benyttes til stikking og til oppdatering av FKB og NVDB, kan ikke ha volumgeometri. Det må etableres en forenklet geometribeskrivelse i fagmodellene for disse objektene (vegvesen, 2014).

Den forenklete geometribeskrivelsen skal kunne skilles fra den originale geometribeskrivelsen i modellen, slik at stikningsgeometri kan vises isolert eller sammen med øvrig geometri. Det vil variere hvordan dette håndteres i ulike prosjekteringsverktøy. Så lenge resultatgeometri kan vises isolert eller sammen med originalgeometri, stilles det ikke krav til valg av metode (vegvesen, 2014).

Følgende metoder kan benyttes for å opprette flere geometribeskrivelser til samme objekt:

- Bruk egenskapen «Geometritype», viser til kapittel 3.5.2.
- Bruk egen objektkode i lagstrukturen for å identifisere ulike objekttyper. Se kapittel 3.6.3.
- Opprett egne delmodeller for hver geometritype.
- Andre metoder tillates, så lenge de ulike geometribeskrivelsene til et objekt kan vises sammen og isolert (vegvesen, 2014).

I avsnitt 15.14.2 står det om detaljnivå i prosjekteringen.

Modellen skal vise stolpeplasseringer, kabler og linjer for samtlige kabel-/linjeeiere i prosjektområdet. Også styringskabler, signalkabler og private kabler og linjer (for eksempel TV-kabel), samt trekkerør inngår (vegvesen, 2014).

I avsnitt 15.2.6 står det om prosjektering av stiknings- og maskinstyringsdata.

Stiknings- og maskinstyringsdata er definerte i kapittel 18.1. Dette kapittelet omhandler krav til geometribeskrivelse og prosjektering av stiknings- og maskinstyringsdata (vegvesen, 2014).

Volumobjekter kan ikke benyttes til stikning og maskinstyring direkte. Derfor må det etableres egen geometri som representerer volumobjektets plassering i modellene. Stikningsgeometrien som representerer volumobjekter skal kunne vises isolert eller sammen med annen geometribeskrivelse til objektene. Det gir mulighet for visuell/automatisert kontroll av stikningsdata mot prosjektert volumgeometri i fagmodellene. Objekter som opprinnelig er prosjekterte som punkt, kurve og flate, kan eksporteres direkte fra fagmodellene til LandXML-format (vegvesen, 2014).

Generelle krav til geometri som beskriver stikningsdata og maskinstyringsdata:

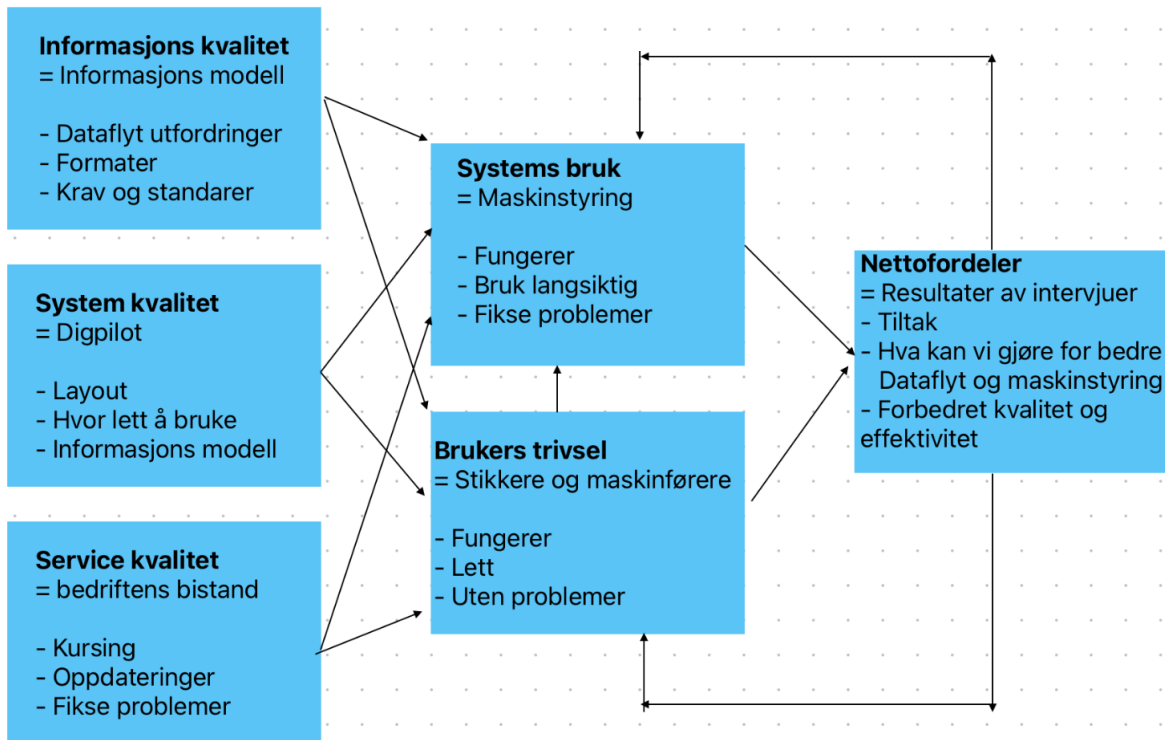
- Det skal etableres tilstrekkelig punkt, linjer og flater til at objektet kan stikkes ut i terrenget og bygges.
- Geometrien prosjekteres i 3D. Hvert punkt som definerer objektets form skal ha x-, y- og z-koordinater.
- Geometrien skal være stadfestet i prosjektets koordinatsystem for grunnriss og høyde (vegvesen, 2014).

4 Teori

I dette kapitlet presenteres teorien som benyttes som et rammeverk for denne oppgaven. Det finnes flere suksessmodeller der ute i verden som brukes for akademisk analyse og skriving, blant annet «The Readiness and Success Model for Assessing the Information System Integration» (Subiyakto, 2018) og «Academic Writing Model» (Lea & Street, 2006). Men en av de mest anerkjente, er «DeLone og McLean Informasjonssystem (IS) Suksessmodell». Den er valgt for denne oppgaven. Modellen er brukt i stor grad og har vist seg å virke utmerket gjennom årene (Ojo, 2017). Siden modellen ble introdusert i 1992, har den blitt benyttet i et betydelig antall forskningsstudier. Tilstedeværelsen og anvendelsen av denne modellen i dag, etter nesten 30 år, indikerer at den fortsetter å være relevant og nyttig.

DeLone and McLean (1992) sin IS-modell bestod opprinnelig av seks suksessfaktorer: (1) systemkvalitet, (2) informasjonskvalitet, (3) IS-bruk, (4) brukertilfredshet, og (5) individuell påvirkning og (6) organisatorisk påvirkning. I 2003 gjennomgikk (W. H. DeLone & E. R. McLean, 2003) IS sine suksessmål. De oppdaterte modellen ved å legge til en variabel: (7) Servicekvalitet. Grunnen til oppdateringen, er at det på 1980-tallet oppsto «end user computing», som førte til at IS-organisasjoner fikk en dobbel rolle som informasjons- og tjenesteleverandører. Forskere har påpekt viktigheten av å inkludere målinger av IS-tjenestekvalitet i vurderingen av IS-effektivitet, da vanlige målinger ofte fokuserer mer på produktene enn på tjenestene (Pitt et al., 1995, p. 173). Noen var enige i den oppdateringen, andre argumenterte imot den (Kettinger & Lee, 1994, pp. 737-765).

Figur 4 illustrerer den modifiserte versjonen av DeLone og McLean IS-modellen, med hensyn til oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål.



Figur 4: Modifisert versjon av DeLone og McLean 2003 IS-modell.

- **Systemkvalitet:** Dette måler de ønskede egenskapene til et informasjonssystem. Flere IS-studier har målt dette ved hjelp av egenskaper som oppfattet brukervennlighet, systemfunksjoner, responstid og fleksibilitet (Urbach & Müller, 2012). Imidlertid vurderte denne studien systemkvalitet ved å spørre om layout, hvor lett det er å bruke maskinstyringssystemer og tekniske problemer.
- **Informasjonskvalitet:** Dette handler om innholdsmessige spørsmål og egenskaper ved informasjonssystemets utdata. Det er blitt målt ved å undersøke utdataen fra et informasjonssystem med hensyn til aktualitet, nøyaktighet, pålitelighet og troverdighet (Urbach & Müller, 2012). Denne studien operasjonaliserte informasjonskvalitet ved å spørre om dataflyt og utfordringer relaterte til informasjonsmodeller, samt formater, automatisering og standardisering.
- **Tjenestekvalitet:** Dette måles i form av kvaliteten på støtten som blir gitt av informasjonssystemets utvikler. Studier har vurdert dette ved hjelp av dimensjoner for

tjenestekvalitet, slik som sikkerhet og respons fra systemets supportavdeling, samt tilgjengeligheten av brukeropplæring (Urbach & Müller, 2012). I denne studien ble tjenestekvalitet målt ved å undersøke om maskinstyringsleverandører gir nødvendig kursing, oppdateringer og om de er tilgjengelige for å bistå med hjelp og fikse problemene som oppstår.

- **Systembruk:** Dette handler om å vurdere måten et informasjonssystem blir brukt på. Forskjellige studier har målt dette ved å undersøke faktisk bruk eller noen ganger bruksfrekvensen (Urbach & Müller, 2012). Hensikten med bruk antas å være en alternativ måling til bruk i andre sammenhenger, avhengig av arten til informasjonssystemet (W. H. DeLone & E. R. McLean, 2003). Dette ble vurdert ved å spørre om systemet ønskes å brukes langsiktig, og om det fungerer bra og leverandørene bistår med hjelp.
- **Brukertilfredshet:** Dette anses som en av de viktigste målingene av systemsuksess. Det blir ofte målt ved total brukertilfredshet (W. H. DeLone & E. R. McLean, 2003; Urbach & Müller, 2012). Dette ble vurdert i studien ved å spørre om systemet fungerer, og om det er lett å bruke uten problemer.
- **Netto fordeler:** Dette betraktes også som en av de viktigste målingene av IS-suksess. Det omfatter i hvilken grad et IS bidrar til suksessen til ulike interessenter, enten det er positivt eller negativt. Det er noen ganger blitt målt ved å vurdere individuell eller organisatorisk påvirkning (Urbach & Müller, 2012). Denne studien undersøkte imidlertid netto fordeler som hva som kan gjøres for å forbedre dataflyt i maskinstyring.

Den oppgraderte utgaven av modellen blir anvendt i denne oppgaven. Dermed vil den innsamlede dataen bli presentert i lys av disse faktorene, hovedsakelig de tre faktorene informasjons-, system- og servicekvalitet. Både resultat- og diskusjonsavsnittet følger denne strukturen. Dessuten er intervju spørsmål laget i lys av modellen.

5 Resultat

I dette kapitlet presenteres funn fra intervju. Funnene er delt inn i fire hoveddeler basert på naturen av intervjuet:

1. **Del 1:** Maskinstyringshistorikk i Norge (The Backstory of Machine Control in Norway) med lederen av BA-Nettverket, for bedre samspill og dataflyt i bygg- og anleggsprosjekter. Dette utgjør 1/10 intervju.
2. **Del 2:** Resultater fra stikkere og maskinførere fra intervju om maskinstyringssystemer. Delt inn i tre seksjoner som følger DeLone og McLean suksessmodell (Informasjons-, system- og servicekvalitet). Dette utgjør 8/10 intervju.
3. **Del 3:** Standardisering og retningslinjer med prosjektlederen fra Statens vegvesen. Dette utgjør 1/10 intervju.
4. **Del 4:** Oppsummerende tabeller.

Data og svar samlet fra intervjuene oppsummeres og presenteres ved bruk av tabeller i del 5.4. Komplette intervju med direkte sitater kan leses under vedlegg i avsnitt nummer 10. Intervjuene er semi-strukturerte, og intervjuguiden kan leses under bilag i avsnitt nummer 9.

5.1 Del 1: Maskinstyringshistorikk i Norge – Informant 7

5.1.1 Om informasjonskvalitet

Denne delen baserer seg på et intervju som ble gjennomført med lederen av BA-Nettverket, for bedre samspill og dataflyt i bygg- og anleggsprosjekter. I intervjuet ble det diskutert ulike aspekter ved maskinstyring og utfordringene knyttet til datautveksling. Maskinstyring har vært tilgjengelig i omtrent 20 år, men i begynnelsen var det begrensede muligheter for å få tilgang til dataene. «*For 20 år siden. Da hørte jeg av entreprenører at vi har jo maskinstyring, men vi får ikke data.*» Gravemaskinførerne hadde en skjerm som viste posisjon og informasjon om gravearbeidet, men dataene var begrenset til prosjekter eid av Statens vegvesen gjennom VIPS-programvaren, sier informant.

En av de største utfordringene knyttet til dataflyt i maskinstyring den tiden, var mangelen på en kultur for datautveksling i veiprosjekter. «*Problemet var at det er ingen kultur for å levere fra seg data i det hele tatt i veiprosjekter.*» Byggherrene bestilte tegninger på papir, og digitale data var ikke et tema på den tiden. Datateknologi var begrenset, og det var ingen infrastruktur for å dele og utveksle data. «*I kontraktene inngikk ikke dataleveranse, det var ikke tema.*» I tillegg var det en motstand mot å ta ansvar for dataene, da dette ville flytte ansvaret fra rådgiverne til entreprenørene. «*De ville ikke ha data for da måtte de ta ansvaret selv, da flyttes ansvaret fra rådgiver til den som får dataene, altså til entreprenør og byggherre, kan ikke ta det ansvaret for at dataene er riktige.*”

I dag har det skjedd fremskritt med hensyn til tilgangen til data, spesielt med bruk av åpne standarder som LandXML. Imidlertid er det fortsatt utfordringer med å sikre at alle parter kan utveksle data sømløst. En av utfordringene er tilgjengeligheten av ressurser, tid og penger for å utvikle og implementere nye formater og standarder. «*Det ble jobbet med utvikling av UML- og XPS-formater med felles innhold. Men prosjektet stoppet på grunn av mangel på ressurser, tid og penger.*»

En annen utfordring ved implementering av et standardformat som IFC og GML, er motstand mot endring og ny teknologi. Noen mennesker er motvillige til å ta i bruk nye programvareløsninger eller formater, da de kan være komplekse å forstå og implementere. I tillegg er det en frykt for å feile i en hektisk bransje, der store summer står på spill. «*Og da sier det seg selv at det er jo en barriere mot innovasjon egentlig.*»

Mangelen på standardisering i formater og terminologi er også en utfordring. Ulike selskaper kan bruke forskjellige navngivningssystemer og betegnelser, noe som gjør det vanskelig å utveksle og tolke dataene på en enhetlig måte. «*En IFC-modell fra Sweco, vil inneholde andre betegnelser på objekttyper og egenskaper enn om du får den fra Cowi eller Rambøll.*» Dette kan føre til misforståelser og utfordringer når det kommer til beregninger og dimensjonering av strukturer.

Et konkret eksempel informantene ga var om en søyle i en modell. Informanten stiller spørsmål om hva slags informasjon søylen inneholder og den angitte betegnelsen. Rådgiveren påpeker at denne betegnelsen ikke følger en standard. Informanten undrer seg over hvem som har valgt å bruke den.

Informanten reflekterer over at en norsk person som jobber med modellen ville forstå at dette refererer til en betongsøyle ved å lese teksten. En datamaskin ville derimot ikke umiddelbart forstått dette, hvis informasjonen skulle brukes videre til dimensjonering eller beregning av søylen. *«Dataflyt i dette tilfellet blir helt annet enn informasjon mellom mennesker, eller det er noe mer da. Det er vanskelig og utfordrende.»*

En av de viktige spørsmålene som blir reist, er om det er for mye eller for lite informasjon tilgjengelig. Informanten forteller at: *«For meg maskinstyring ganske enkelt, det er en flate du skal grave ned til eller en flate du skal fylle opp til.»* Det er et behov for å spesifisere hvilken informasjon som er nødvendig og hvordan den skal leveres. Man kan ikke klage på at det er for mye eller for lite informasjon, og en må heller *«spesifisere hvilken informasjon man skal ha»*.

Dette krever samarbeid mellom byggherrer, entreprenører og maskinførere, for å sikre at riktig informasjon blir utvekslet. Men det kan virke som at kulturen i bransjen er å legge skylden på andre, hevder informanten: *«Uansett gjelder det tydeligvis en regel, og det er at bare legg skylden på noen andre for at du ikke får til akkurat det du vil. Skyld på en standard, skyld på at du får for lite, skyld på at du får for mye, og ikke tenke over hva du selv kunne gjort annerledes»*.

5.1.2 Om system- og servicekvalitet

Når det gjelder service, har de store entreprenørene behov for et stort apparat som ikke bare er ett sted. *“Tregheten er mye større på de store leverandørene, men samtidig så er det jo sånn at de store de er jo de tilliten til servicegrad da.”*

Det kan være enklere å få hjelp og støtte fra mindre selskaper som Gundersen & Løken AS. *“Det er han daglig leder selv som reiser rundt og hjelper»*. Det kan også være *«mer status å kunne reise og bruke en internasjonal leverandør og kunne dra på internasjonale altså besøk til Sveits og til inn på internasjonale konferanser. Du skal ikke se bort ifra det at det også er en faktor»*.

Penger er en annen faktor som spiller inn i bildet. Informanten mener det skal mye penger til for å utvikle et nytt program. De mellomstore og små utviklerne må investere tid i dag hvis de skal selge

et nytt produkt i morgen. «*Selvfølgelig vil de fleste programvare leverandører bruke minst mulig tid, på det og tjene mest mulig penger. Sett med mine øyne, synes jeg at programvare leverandører er treige.*» Dette kan hindre rask utvikling av programvaren. «*Jeg har inntrykk av at den programvaren som finnes, er ikke bra nok eller utvikler seg ikke raskt nok.*»

Totalt sett er det behov for økt samarbeid, standardisering og klarhet når det gjelder datautveksling i maskinstyring. Gjennom utvikling og implementering av åpne standarder, samt bedre kommunikasjon og definisjon av informasjonsbehov, kan bransjen oppnå bedre effektivitet og kvalitet i byggeprosjekter, sier informanten.

5.2 Del 2: Maskinstyringssystemer suksessmodell analyse

5.2.1 Informasjonskvalitet og utfordringer

5.2.1.1 *Utfordringer knyttet til modellen og informasjonsbeskrivelse*

Behovet for bearbeiding av modeller fra konsulenter, samt beskrivelse av informasjon i modellen, viser seg å være blant de mest kritiske utfordringene knyttet til dataflyt og informasjonskvalitet. Dessuten er det problemer relatert til modellens innhold, navngivning og andre datarelaterte problemer. Eksportering og importering av modellen uten datatap er også av stor betydning. Mangelen på standardisering av både format og informasjonsinnhold, samt manglende praktisk erfaring blant konsulenter og kjennskap til ulike maskinstyringssystemer som stiller forskjellige krav til modellen, er også fremtredende problemer. Disse problemene gjelder på tvers av ulike systemer, enten det er DigPilot, Leica eller andre styringssystemer.

Prosessen med å forberede modellen til maskinstyring, er enkel og ganske lik på tvers av systemer. I DigPilot er det spesielt lett, hevder informant 2. Den leser veldig mange formater. Prosessen er imidlertid veldig avhengig av hva man får av konsulentene. Alle informantene bekrefter at modellen ikke kan legges rett inn i maskinstyring uten å utarbeides.

Det forårsakes av at konsulentene ikke kjenner til maskinstyringssystemer og deres krav, og heller ikke har en praktisk erfaring med disse systemene. Informant 2 sier: «*Typiske saker vi må ta opp*

med konsulenten er At DigPilot bruker LandXML formatet.» Dette viser seg å gjelde også for stikkere som bruker Trimble. Informant 3 sier at: «Noen ganger må vi lage linjer selv ut ifra modeller. For det er ikke alle systemet som klarer å lese modellene som kommer fra konsulenter uten bearbeidelse. Du må lage noen objekter, linjer og flater som programmet leser.» siden alt kommer fra konsulentene sier informant 3 «har vi kanskje litt å hente på å orientere prosjekteringsbransjen og rådgivere, om hva som brukes ute for der er det et sprik.»

Informant 3 mener at dette påvirker dataflyten, siden modellen fra konsulenten «kan ikke brukes direkte i DigPilot sine systemer eller andre maskinstyringssystemer på en god måte. For at det skulle kunne flyte bedre, så bør veimodellene kanskje lages på en litt annen måte, for å få mye mindre arbeid.» Imidlertid er ikke bearbeidning av modeller alltid lett. Informant 3 sier: «Problemet med tolkningsforskjeller på modellene, ville unngås ved standardisering.»

I tillegg til problemer med bearbeidning av modeller, har det også blitt nevnt at eksporten fra Gemini, som er et norskutviklet 3D-verktøy som brukes i forbindelse med infrastrukturprosjekt i Norge, ikke alltid er like enkel. Det hender man får store triangler uten noen overflater, og at den ligger feil i bygget slik som den er eksportert. Dette problemet har vært en utfordring over flere generasjoner, sier informant 2: «Eksportering og importering av filer er et problem jeg har hatt siden 1994, og det er fortsatt i dag. Nå har det jo blitt noe bedre, men dette er en utfordring som går over flere generasjoner.»

Siden en veimodell har veldig mange flater og triangler, vil de mindre leverandørene være avhengige av et mellomledd som bearbeider dataene for maskinstyring, sier informant 3. «De mindre firmaene sliter ofte å få tak i den kompetansen når de trenger det. De blir ikke prioritert fordi de er små. Som fører til at de sliter med å få dataene i tide.»

En annen utfordring som kom frem, er at modellen kan inneholde flere lag. Dette medfører at informasjonsforbereder må bruke lang tid for å rydde opp i modellen. Dette sier informant 1 om problemet: «Det kan ligge mange lag som vi kanskje må dele opp for å få det i maskinstyring, så det blir så enkelt for den som sitter og graver. Hvis det blir tungvint for den som sitter og graver så blir det ofte feil ved utførelse.» Han informerer videre at det er viktig i dette tilfellet å bruke tid

på eksportering, slik at man nesten kan legge den rett inn i maskinen. *«Det er litt forskjell på hvilke typer det er. Men det er like lett med DigPilot som det er i Leica og Topcon eller lignende systemer.»*

I tillegg til lag, er det også utfordringer med lange linjer, plassering av linjer eller linjer med flere knutepunkt. Linjer oppå hverandre kan lage en del arbeid, sier informant 1. *«For at et strekk skal deles opp for hvert knekk punkt, må jeg sitte og lime sammen linjer og fjerne punkter, for at det blir et punkt for hver knekke punkt. For at det skal bli lettere filer ute i maskinstyringen.»*

Informant 1 legger også til at hvert knekkpunkt blir et punkt i skjermen, og hvert punkt får et nummer. Dette fører til problemer. Han gir et eksempel på en VA-linje på 100 meter, dersom linjen deles opp i punkt og hvert får sitt eget nummer *«blir det veldig mye inn i den skjermen på maskin. [...] det blir masse tekst i den skjermen, som fører til litt problemer».*

Eksportering kan også gjøre det vanskelig å finne frem objekter, sier informant 5. *«Du må spunter litt for å vite hva som ligger hvor. Hvis du har masse linjer uten oppdeling i linjen, må du da inn på lag og filtrere bort for å se hva som blir borte.»* Informant 8 sier at noen ganger kan det være mange linjer oppå hverandre ved eksportering. *«Det er noe med de som sitter med prosjektering. Jeg vil si at de eksporterer alt sammen, så må vi finne på det vi trenger og det kan ta litt tid. Så, sortering at data, kunne vært bedre.»* Derfor må leverandører levere et system som produserer riktige eksportdata, forteller informant 2. *«Det er en skog med leverandører som skal tilfredsstille, så jeg kan skjønne at det er litt vanskelig for rådgivere.»*

En annen ting som kan også skje, er at en linje endrer seg ved eksportering både horisontalt og vertikalt. *«Hver linje består av et visst antall segmenter, men det kan løses ved å eksportere det som enkle objekter, et objekt som er langt med knutepunkter istedenfor å eksportere veldig mange små objekter.»*

Navn og navngivning er også et sentralt problem. Dette har kommet frem flere ganger av flere informanter. Informant 1 sier: *«Bruker ofte å endre litt navn og endre slik at det skal være så enkelt som mulig for de som sitter og graver ute. da funker dataflyten veldig bra».* Lange navn gjør det

vanskelig å finne frem flater, siden man ikke får hele navnet på skjermen. Dessuten har flere flater eller linjer samme navn. Informant 8 sier: «*De skal oppgis unike navn til alle linjer, ofte må man inn og redigere navn*». Videre supplerer han med at: «*Det skal stilles krav til riktig navngivning på linjer og riktig type data som du eksporterer ut fra stikningsprogrammer til maskin.*»

Dette gjør det vanskelig for gravemaskinførere å finne det de skal, ifølge Informant 1. «*Når gravemaskinførere ikke vet hva linjen stor for, ber jeg dem ofte om å få tegnene de sitter med, også koder jeg linjer og punkter etter tegningene.. Da vet dem at kum nummer fem er kum nummer fem, da kjenner dem at tegningen i maskinstyringen.*»

Navneproblematikken er felles på tvers av maskinstyringssystem. Dette sier informant 6, som benytter seg av Trimble og Leica: «*En annen utfordring er navn på linjer.*» Informant 8 sier at for å gjøre det så tydelig som mulig for gravemaskinførere, «*sørger jeg for å gi et navn som betyr en ting.*»

5.2.1.2 Utfordringer knyttet til modellforberedelsesprosess og maskinstyringskrav

Forskjellige programmer stiller forskjellige krav. Dette er ett av de største problemene. Informant 1 sier at: «*Med tanke på dataflyt, så stiller andre programmer litt andre krav i forhold til informasjonsbehov og sann. Det er så mye inn på deres servere, så man bruker mer tid da for å få ut modeller å få inn målinger.*» Dette er en vesentlig utfordring som står i veien for dataflyt, hevder informant 6.

Informant 6 bruker Leica og Trimble, og støtter også samme argumentet: «*Forskjellige systemer har forskjellige funksjoner. Noen som ikke har vært bort i det før, også at folk ikke tørr å trykke så mye. De er redde å rote seg bort*». Informant 3 sier at standardisering av maskinstyringskrav kan være litt utfordrende på grunn av forskjellige maskinstyringssystemer. «*Du har Trimble-systemer som bruker triangler og ikke linjer og flater, så ikke alle kan være enige i standardisering.*»

Dette understreker også Informant 2: «*Problemet ligger i at noen har jo sine oppgaver og sine krav, mens andre har andre krav. Det må bli enighet om hvilken standard skal man legge seg på. Utfordringen er jo sammensatt og komplisert.*»

Når det gjelder informasjonsbeskrivelse, sier Informant 6 at konsulenten må levere en beskrivelse på dimensjoner og hva de forskjellige linjene er. *«Er det asfaltkant eller hva. Man kan legge på dette til maskinstyring, men det blir mye tekst».* Han tilføyer at *«maskinstyringen kunne kanskje vært mer visuelt. Slik at det blir lettere å finne informasjon.»*

Alt må forberedes på forhånd for gravemaskinførere. Det er også et etterarbeid etter dokumentasjon. *«Stikkeren må sitte og plukke ut disse dataene igjen og lage en dokumentasjon i fra oss som skal leveres byggherren. Så det er jo veldig tett samarbeid»*, sier Informant 3.

5.2.1.3 Automatisering av prosessen og standardisering

Når informantene ble spurt om hva som kan automatiseres av prosessen, fra modellens forberedelse til dokumentasjon, var det varierende svar som kom frem. De fleste vil ha prosessen av filoppdateringer automatisert eller oversikt over skuffer og maskiner. Informant 1, som jobber med stikking, vil ha automatisering av filoppdateringen i maskinen. Han påpekte at han tror de store bedriftene allerede er inne på noe. *«Når du oppdaterer en fil i den modulen i Gemini, da oppdaterer det seg direkte ut til maskinen».* Han tilføyer at slike tjenester vil selges til mindre bedrifter. *«Min målgruppe er egentlig de mindre til mellomstore. Men de store bedriftene kan ikke sitte med dette selv, da det blir for dyrt. Derfor må de ha egne folk. Mens de tjenestene selges ut mot sånne mindre og mellomstore bedrifter.»*

Informant 8 foreslo å ha en skyløsning eller en database hvor man kan laste opp filer. Alle forskjellige systemer kan hente data derifra og sende til ulike maskiner. Dette hevder informanten ville hjulpet med å løse typiske dataflyt problemer ved maskinstyring. *«Da hadde man unngått problemer med revisjoner og sånn.»*

Informant 6 kom med et forslag som gjelder skuffer i gravemaskinen. Han sier at man har flere skuffer i gravemaskinen. GPS kan muligens brukes for å få oversikt over hvilken skuff man har montert. *«Fordi skuffer har som regel forskjellige mål, lengde og bredde. Og hvis de logger noen*

punkt med feil skuff så vil de punktene bli feil i forhold til virkeligheten. Så få et varsel på at du har byttet skuffet nå er faktisk fint å få inn.»

Informanten sier videre at han er ikke enig i at selve modellforberedelsen som stikkeren gjør kan automatiseres. Han hevder at det blir vanskelig å vite hva de forskjellige tingene er. *«Det er stort sett stikkeren som lager data, henter data og syr sammen data.»*

Der de fleste virket positive mot spørsmålet og hadde forslag som de ønsket å se tas i bruk en gang i fremtiden, er det imidlertid noen som var sterkt imot standardisering og automatisering av prosesser. Under et intervju med en gravemaskinfører som har vært i bransjen siden 1970-tallet, uttrykte han at ikke alt kan gjøres på en datamaskin. *«Jo, du kan lese kotehøyder. Og så skal det planlegges ut ifra dem, men endelig beslutninger og alt sånt det er, det er et par stykker som glemmer. [...] Nei, det er blitt veldig teoretisk, dette samfunnet vårt.»*

En annen mening som Informant 4 fremhever, er at digitalisering har gjort jobben til gravemaskinførere vanskeligere. *«De har gjort hele prosessen våre vanskeligere. Alt er vanskelig, fordi det skal digitaliseres. Det skal argumenteres. Ansvarer skyves alltid nedover.»* Informanten mente at alt man trenger for å planlegge en vellykket graveprosess er *«høyde og tegninger»*.

Når spørsmålet om standardisering ble reist, var de fleste enige i at beskrivelse av objekter, navngivning og informasjoninnhold bør standardiseres. *«Dette kan ligge i ei standard kodeliste som kan brukes for å beskrive kummer, veg oppbygging, skjøter sånne ting da»*, sier Informant 1. Han legger til at det også er behov for standardisering av eksporten av enklere formater som kan brukes rett i maskinen. *«Hvis det blir standardisert det, at det blir eksportert ut på en måte i litt enklere formater som kan brukes rett i maskinstyring. Slik at det vil gå direkte inn i maskinstyring.»*

I løpet av intervjuene ble informantene spurt om de var kjente med eller hadde erfaring med standardene utgitt av Statens Vegvesen. De fleste svarte enten at de ikke var kjente med standardene, eller at de ikke hadde brukt dem. Informant 1 sier: *«Jeg har for liten kunnskap om retningslinjer og standarder i staten vegvesen egentlig; men det begynner å komme mer og mer*

krav om maskinstyring i anbud, og det er jo veldig bra. [...] hva som kreves hva som er krav til det i Statens vegvesen sine instruksjer i dag da det det er litt usikker på for å være helt ærlig.»

Selv om de fleste hevder at en standardisering vil redde nåværende dataflyt situasjonen, er ikke alle optimale mot utfallet. Informant 2 forteller at bransjen er for konservativ til å kunne oppnå standardisering til full potensial. «*Det er avhengig av prosjektas kompleksitet. Men, det er langt igjen før vi oppnår standardisering på full potensial, vår bransje er konservativt punktum.*» Han sier at han har jobbet siden 90-tallet. Han har vitnet at det i bransjen ofte sies at man «*ser potensialer, men vi venter å kjøpe systemet. Det gikk ti år før det ble satt i gang*»

Informant 3 sier følgende om standardisering: «*Det burde kanskje vært et krav i bransjen at dataene inneholdt relevante maskinstyringsfiler, som et krav i standarden, for å unngå tolknings problemer.*» Han sier videre at «*de dataene som utarbeides, bør standardiseres slik at det er på forhånd klart hva som skal leveres når det prosjekteres igjen i fra Statens vegvesen. Og det er spesielt veimodellene*». Hvis dette kan være etablert i prosjekteringsfase, «*vil man mye raskere utelukke om det er feil i prosjekteringsmaterialet enn om du bare får en veimodell*», sier informanten. Informanten hevder også at det er vanskelig når man har forskjellige systemer å vite «*på hvilket nivå det skal ligge på, og hvem skal vinne loddet om standardisering av leverandørene.*»

Siden Statens vegvesen er ansvarlige for standardisering, sier Informant 3 at det er «*veldig riktig å ta den diskusjonen med Statens vegvesen, som er en så betydelig utbygger, og det er egentlig der utfordringene er størst.*» Han sier at «*de må ha et vedlegg som leveres i tillegg til veimodellene, sånn at hvis du overtar et prosjekt med veimodeller, og så kan du selv prosjektere maskinstyringsfilene, så blir jo diskusjoner da hvor ligger feilen.*»

Han mener at standardisering i prosjekteringsfase må gjøres så komplett som mulig «*for å skape større forutsigbarhet. I fra vårt ståsted, så tror jeg det ville gjort konfliktnivå bedre og så effektiviteten bedre. Det blir flere som får tilgang på et grunnlag som er forholdsvis likt. Da får du jamre prising og og større konkurranse og et mer riktig svar da i anbudsprosessen.*»

Et annet viktig spørsmål som omhandler standardisering, og som ble stilt var, er hvilket format som skal brukes dersom det skal standardiseres. De fleste informantene var for ideen av å standardisere et format. På den ene siden sier Informant 1 at det er LandXML som brukes mest. «*LandXML som blir brukt mest. Og noe KOF på punkte. Det varierer litt i fra type maskinstyring til annen.*»

Mens på den andre siden sier Informant 2 at: «*LandXML-formatet har forskjellige dialekter eller flere versjoner. Så det handler om å peke på riktig versjon som vil fungere.*» Han uttrykker også sin bekymring for datatap ved eksportering «*hvis du ikke har riktig versjon/dialekt av LandXML, så forsvinner en del data ved eksportering*».

IFC og DWG var også blant svarene som kom frem, men med litt skepsis. Informant 6 sier at «*IFC har fryktelig mye informasjon, og er ganske tungt. Hvis det skal brukes direkte inn i maskinen*». «*Formatet må kanskje tilpasses prosjekt, at det må være prosjektspesifikk da*», sier Informant 8.

5.2.2 Systemkvalitet utfordringer

De mest kritiske problemene som kom frem, er nettkobling, feil i sensorer som henger seg eller er trege og dårlige signaler. Maskinvare-relaterte problemer oppsto også, som for eksempel skjermer som må byttes. Det er også varierende svar rundt menyen og funksjonsmuligheter i DigPilot-systemet.

5.2.2.1 Sensorer og signaler

Informant 1 sier: «*Vi hadde noen problemer med at de sto at de står ut for prosjekt, men de var inn i prosjektet og da måtte vi jobbe litt med SPF for å få de tette. Det var å rette opp i, så nå fungerer det fint. Og nå kommer de med et nytt system hvor sånne små feil er rettet opp i*»

Det er også noen problemer knyttet til kabler og sensorer, sier Informant 2: «*Tekniske problemer med systemet, for eksempel noen sensorer som DigPilot har tatt tilbake. Det er rene maskinvareting.*»

Informant 3 sier at svake signaler er et globalt problem, og at «*det er noe som må jobbes med på et større nivå enn DigPilot kan ta alene.*» Videre sier informanten at dette er et stort hinder for effektiviteten. «*Større enn noen kan tørre å innrømme, nemlig fordi at du får ikke gjort jobben riktig. Dette fører til kjempekonsekvenser økonomisk.*»

Et spørsmål som ble stilt, var om systemet lagrer ved synkronisering. Informant 4 svarte at det er veldig avhengig av hvor du er i Norge. «*Men, problemene igjen løses med en basestasjon.*» Dette bekrefter Informant 8: «*Midt i Oslo som man har som regel bra internettilkobling. 5G altså, så jeg tror det hjelper massevis. Men, et ganske typisk problem er at størrelse på fibrene kan skape problemer.*» Dette viser seg å være et problem på tvers av programmer. Informant 6, som bruker Leica og Trimble, bekrefter samme problemet: «*Det går som regel bra så lenge du har tilgang til internett.*»

5.2.2.2 Layout og meny

Når det gjelder grafikken og layout, er det varierende tanker rundt det. Noen er fornøyde, og noen vil ha flere funksjoner og bedre grafikk. Funksjonene er som å ha informasjonsbeskrivelse på skjerm. Dette mener Informant 1 om saken: «*Utseendet er bra. Enkelt og greit å bruke [...] Informasjon som kan ligge på linjer eller punkt i skjermen kan være en fin ting å få med. For eksempel hvis det er rør og grøft, at den linjen har et navn. (Avløpsrør dimensjon 160) at det står i skjermen når man sitter og graver.*»

Informant 2 sier at visualisering kan være bedre, men «*det gir jo ikke noe bedre opplysninger. Det er bare kosmetikk og bedre grafikk*». En gravemaskinfører, altså Informant 4, beskriver visualiseringen til å være bra: «*På mitt nivå, så har det vært akkurat det jeg bruker det til.*» Derimot sier Informant 5 at DigPilot ligger etter når det gjelder grafikken. Informant 8, som bruker Trimble og Leica, sier at på kontoret har man kraftigere PC-er enn i maskinen så «*den klarer ikke å håndtere så store fine og fancy modeller. I tillegg, mener jeg dette er helt unødvendig*». Han hevder at for gravemaskinførere skal det være enklest mulig, og at bedre grafikk krever mer Computing Power. «*Oppløsning kan være ganske dårlig, men nok for å orientere dem på hvor maskinen står og hvor skuffet er og sånn. Å gjøre det så enkelt som mulig, er mest fornuftig.*»

En annen ting som kan trekkes frem av intervju svar her, er at DigPilot-systemet med fordel kunne hatt en funksjon for å zoome inn på linjen man velger og endre på fargen. Informant 1 gir et eksempel som han har sett i andre systemer, *«at hvis du er nærmere linjen for eksempel 20 centimeter, så refererer den til den linjen. Og kommer du 20 centimeter nærmere neste linje, så refererer den til den linja, og så kommer navnet på den linja opp i skjermen»*. Han mener dette er en veldig fin egenskap, som han håper DigPilot kan få med seg i det nye systemet.

Det kunne også vært en fordel å ha kart i bakgrunnen, legger Informant 1 til: *«Jeg vet at en av konkurrentene kommer med bakgrunnskart i fra Kartverket, så du ser egentlig hvor du er. Det er vel ganske fin ting å ha med, ikke nødvendig men greit å ha.»* I tillegg er det ønsket om å kunne registrere innmåling av linjer ut i grøftet, forteller Informant 2: *«At du for eksempel kunne registrert et rør og visualisert det i modellen da. Så, hvis du har flere maskiner at på den ene maskinen kan du se malingen rør.»* Han sier videre at det kan være fint om flere kan jobber inn i systemet samtidig, og så kunne du ha visualisert øvrige gravemaskinene i systemet - hvor de står nå på skjermen.

Dessuten er det en mulighet å kunne overstyre DigPilot-skjermen på maskinen fra PC-en på kontoret, et ønske som Informant 1 belyser i sitt intervju: *«At man kan gå inn og styre skjermen til maskinen fra PC hvis de roter seg bort. Noen andre systemer har den funksjonen. Det er et fint hjelpemiddel for dem som sitter på support og kanskje de som sitter på DigPilot å kunne gå inn og hjelpe til.»* Informant 2 sier imidlertid at det er mulighet for å fjernstyre programmet via Team Viewer: *«Med fjernstyring av systemer via Team Viewer, løser vi det meste.»*

Når det gjelder Menyen og tastevalg i DigPilot, er de fleste fornøyde med den. Informant 3 sier at det er bra at DigPilot er et norsk program, så alt står på norsk, men noe kan forbedres. *«Hvordan du går ut og inn i forskjellige menyer, men Egenskapene i dataene og nøyaktigheten på systemet og sånn er veldig bra.»* På den andre siden påpeker for eksempel Informant 2 at systemet har muligheter og funksjoner, men menyen *«kunne vært organisert på en enklere måte»*. Videre sier Informant 3 at det kan være for mange valgmuligheter som kan gjøre det komplisert å ta seg gjennom. Man kan få tak i hjelp, men det koster mye penger og *«produktiviteten står gjerne rolig,*

så det bør være såpass enkelt at det er en balansegang imellom hva brukerne klarer å benytte seg av».

Hjelp er også litt avhengig av størrelse på entreprenørene, sier Informant 3. De store og mellomstore entreprenørene klarer å leie seg hjelp, men *«de som er litt mindre som faller litt utenfor og slite med å nyttiggjøre seg av dette her»*. Derfor må både informasjonsmodellen og systemet være så enkelt som mulig, hevder informanten.

Her er det igjen snakk om erfaring og kunnskap, sier informanten. *«Det er ikke ingeniører som kjører disse gravemaskinene, så det er ikke sikkert om de er største eksperter på data, så det må jo på en måte ta litt hensyn til da.»* Dette bekrefter også Informant 6, som bruker Trimble: *«Det er ikke dataingeniører som sitter bak gravemaskiner. Så det må være på et ganske enkelt nivå.»* Informant 8 sier også at det ikke handler om mengden informasjon, men *«på kunnskap på de som sitter i maskinen. Det løser seg ofte ved å bare gå ut og trykke på skjermen sammen, så plutselig finner de alt de trenger. Så, det er mangel på evne ikke informasjon»*. Videre sier han at noen er så flinke til å håndtere en komplisert modell med flere lag, men litt mindre erfarne må gis en modell per oppdrag.

Videre om visning, menyen og layout, sier Informant 2 at han *«savner å ha snitt visning i DigPilot, og det skal være veldig lette å bytte mellom 3D, 2D og snittet»*. Det kunne vært fint å få informasjon ved å trykke på et objekt, sier Informant 5: *«Dessuten, kanskje å kunne ha muligheten til å endre farge og litt på dette i snittet. Det er forskjellige brukere på det, med forskjellige behov.»* Andre programmer som Leica har snitt visning og mulighet å bytte mellom 3D, 2D og snitt, i tillegg til touchskjerm, sier Informant 6.

5.2.2.3 Systemets brukbarhet

De fleste maskinstyringssystemer har en database, som stikkere bruker for å forberede modellen. DigPilot har DigPilot Office, som de fleste er fornøyde med. Informant 1 sier at han «oppdaterer maskinsstyringsfiler i DigPilot Office. Daglig eller ukentlig etter behov. Eller jeg sender en melding på at prosjektet er oppdatert.» Noen sier at dataflyten er bra med den, fordi da kan stikkene jobbe tett med førere på anlegget. Informant 3 sier: «Det er noe av det beste med systemet at det er lett tilgjengelig og lett å bruke. Informant 5 sier derimot: «Det må jo videreutvikles.» På lik linje med det DigPilot har, har også Trimble en slik løsning. Dette bekrefter Informant 6: «Gjennom Trimble Business senter, lager man en modell som systemet leser.»

Det ble også undersøkt om systemet lagrer når nye modeller skulle lastes ned til DigPilot. Dette problemet ser ikke ut til å skje så ofte, sier Informant 1: «Noen ganger har maskinførere hatt litt problemer når de skulle laste inn nye prosjekter at det kan henge seg litt og at man må starte systemet på nytt». Informanten mener dette skjer uavhengig av mengde filer, og at det kan forårsakes andre grunner: «Hvis systemet henger seg eller man får en bug så gjør at det kutter en del. Det skjer, men ikke ofte, det er litt uavhengig av mengde filer.»

Det er kanskje ikke mengdefiler, men unødvendige oppdateringer som er problemet, sier Informant 1. Han mener det er unødvendig at hele modellen må oppdateres, hver gang det er en innmåling eller en liten endring. Dette ville spart etterarbeid. Informanten sier at: «DigPilot og noen andre systemer sliter med dette problemet mens det er noen andre systemer som er inn på noen løsninger der.» Han legger også til at listen av oppdaterte modeller blir for lang. «Selv om det er kanskje målt inn et punkt så kommer hele filen inn på nytt. [...] hvis alt man måler inn Veg-grøft, oppdateres i samme filen for eksempel».

Når de ble spurt om hvor lett det er å bruke systemet, har de fleste sagt at det er veldig opp-og-gå. Funksjonene er veldig enkle. Dette understreker Informant 1: «Det er forholdsvis enkelt å bruke programmet. Funksjonene er jo veldig enkle, og det er lett å navigere seg fram til. Det er ganske likt som konkurrentene sine vil jeg påstå.» Som med alle andre datasystemer, må man ha litt kursing før man kan si et program er lett, sier Informant 4: «Det er veldig enkelt når du kan det.»

5.2.3 Servicekvalitet og utfordringer knyttet til det

Alle informanter som bruker DigPilot, sier at de har en veldig bra service. De har god kommunikasjon. *«Vi har tett dialog med de som jobber i DigPilot slik at når det dukker opp problemer så fikser vi det ganske fort. Man har bra support hjelp når de trenger noe»*, sier Informant 1. Videre legger informanten til at *«kundene er fornøyde med DigPilot, og jeg har jo sett lite grann på den nye versjonen, og det ser jo veldig bra ut»*.

Når deltakerne ble spurt om deres vilje til å fortsette å bruke DigPilot-programmet, ble ulike holdninger og begrunnelser uttrykt. På den ene siden uttrykker noen av deltakerne tilfredshet med programmet. De sier at de ville fortsette å bruke det på grunn av deres positive erfaringer. Eksempelvis sier Informant 4 at han vil bruke systemet lenge, fordi *«han liker de menneskene jeg jobber sammen med, så hvorfor ikke?»*.

De som bruker Leica og Trimble sier at man får rask hjelp, og at det er tryggere å bruke store programvareleverandører. Informant 10 sier at programvare fra store bedrifter er en tryggere kontrakt: *«Det er tryggere å bruke et program som man vet fungerer.»* Han tilføyer at markedsføring spiller en rolle i at de store bedriftene velger kjente maskinstyringssystemer: *«De store bedriftene er gode på å gå ut og selge deres produkter.»*

På den andre siden var kostnader knyttet til å bytte system et bekymringsmoment for noen andre. For eksempel nevnte Informant 2 at *«når du først starter å bruke et system så er det veldig enorme kostnader å bytte det. Jeg er fornøyd, og de har en skyløsning som jeg er fornøyd med»*. De var fornøyde med programmet og verdsatte den skybaserte løsningen. Informant 4 ga uttrykk for at de hadde til hensikt å bruke systemet i lang tid på grunn av det gode samarbeidet med teamet. Informant 5 uttrykker imidlertid misnøye med den nåværende versjonen av programmet: *«Programmet er veldig gammeldags, mot det DigPilot har presentert. Det kommer en ny versjon av programmet nå. Den vi har vært siden 15 år.»*

Kursing er en viktig del når man vurderer servicekvalitet. Når det gjelder kursing, er det ulike meninger om det. Noen mener at DigPilot tilbyr god kursing og støtte. Andre mener at det bare gjennomføres en gang og bør utvides. Informant 2 uttrykker at sluttbruker lærer seg å bruke systemet, men ønsker å ha *«litt mindre intuitivt og litt mer kursing»*. En annen viktig faktor som ble belyst, er argumentet for tilpasning av kurs etter aldersgruppe. Gravemaskinfører (Informant 4) mener kurset ikke er egnet for eldre maskinførere: *«De yngre trykker og trykker, mens jeg er ikke der, jeg liker å bli forklart ting.»* Leica- og Trimble-brukere har også bekreftet viktigheten av mer kursing av både gravemaskinførere og konsulenter: *«Det må være kompetanseløft på 3D og BIM i anleggsbransjen for å få bedre modeller. Og det bør absolutt jobbes litt med data-kursing av gravemaskinførere ute.»*

Aldersforskjell og tilpasningen til ulike aldersgrupper ble også fremhevet av Informant 6. Det ble påpekt at aldersforskjell på gravemaskinførere spiller en rolle ved tekniske utfordringer: *«Det er ganske mange eldre maskinførere som ikke er så tekniske og har ikke brukt teknologien på lik linje som andre. Så jeg tror det er stor forskjell på yngre og eldre. Vi ser ut som at de yngre skjønner data fortere.»*

5.3 Statens vegvesen standardisering

Dette intervjuet ble kjørt med prosjektlederen av R000, som er et høringsutkast av retningslinje for modellgrunnlag. Dokumentet stiller krav til dokumentasjon av veimodeller.

Informanten kjenner til alle maskinstyringssystemer som har blitt diskutert i denne oppgaven: Leica, DigPilot og Trimble. Informanten ble spurt om utfordringer knyttet til dataflyt ved overgang til maskinstyring, sett fra hans perspektiv. Han svarte at maskinstyring stiller til deres standarder. Han svarte at *«objektypene som vi skal levere til stikning og maskinstyring er kanskje ikke tydelig definert»*.

Videre er informanten spurt om informasjonsbeskrivelse på linjer, flater og objekter, og på om det kunne vært beskrevet på en annen måte i standarden. Han svarte hva et objekt skal hete og hva

slags geometrityper som er definerte. «Men, spørsmålet er om den geometrien som vi definerer, kan brukes til stikning og maskinstyring.»

Informanten sier at beskrivelse tilpasser deres bruksformål. Da er det brukt for regulering av områder og sånn, men at *stikning og maskinstyring de trenger jo en forenklet geometrisk punktlinjé*».

Et annet tema som ble tatt opp under intervjuet, er om det stilles standardkrav til datalevering. Informanten sier at Statens vegvesen stiller krav, men at «*standardiseringssystem er på tre nivå: normal, retningslinjer og veileder.*» Hvorav:

- Normale må brukes av alle infrastrukturutbyggere som bygger vei.
- Retningslinje skal man søke avvik fra hvis man skal gjøre noe annerledes enn det som står i dem.
- Veilederne trenger man ikke følge, men det er vanlig at de blir fulgt.

Videre ble informanten spurt om hvilket hensyn R000 tar til maskinstyring. Informanten svarte: «*Vi definerer objekttyper og geometrityper på en fagmodell, i en UML-konseptuelle modeller. Vi tar med har maskinstyrings- og stikningsgeometri, sånn at man kan prosjektere det.*» Videre diskuterer informanten at ansvaret for hvem som skal prosjektere er utydelig. Imidlertid legger han til, at uansett om det er rådgiver, byggherre eller entreprenør, «*for dataflyten sin skyld, så vil dette fungere så lenge man bruker standarden.*»

Spørsmålet om hvilket format som er ansett å være mest hensiktsmessig for å standardiseres ble stilt. Informanten mente at det ikke er mulig å ha et format som passer alt. De tester hvilket format som egner seg best med tanke på dataflyt. Det har vist seg å være GML så langt. Men han mener at «*det blir flere formater en stund til.*» Han legger også til at det er viktig at informasjon som er med leveres i et åpent format, «*sånn at vi på en måte ivaretar den viktige informasjonen i dataflyten mellom programvare.*» En annen årsak til å ha åpne formater, er tap av data, hevder informanten: «*Med en gang du eksporterer data ifra et format som Autodesk setter, vil du tape informasjon. Vi prøver å sørge for at vi ikke mister vesentlig informasjon.*»

Informanten har vært i dialog med maskinstyringsfirma og spurt om brukerbehov og hvordan de vil motta data: «*Men, det er ikke så lett å forklare svaret på det. Det er ikke alltid like lett å finne ut av hva de ulike aktørene trenger.*» Han påpeker også kjennskap til problematikken at modellene fra rådgiverne ofte må bearbeides i stor grad. Det er et problem som de ønsker å unngå, hevder informanten: «*Enten ved standardisering som vi prøver på, eller skal vi bare si at entreprenøren kan ta dataene de trenger selv. Hvem som skal ha den jobben, er litt uavklart.*»

Til slutt var det betydelig å spørre om de sjekker sluttprodukt, at den endelige modellen som kommer ut til maskinen tilfredsstillende krav stilt i normalen og retningslinjene til Statens vegvesen, eller ikke. Informanten mente at grove feil og avvik fra standardene vanligvis blir oppdaget av entreprenørens eller byggherrens egen kontroll: «*Men, vi går ikke inn og sjekker de dataene som entreprenøren lager for sin egen produksjon.*» Avslutningsvis ble det lagt til at det jobbes med UML-modeller og standarder, for å ha standardisering av dataleveranser.

5.4 Oppsummerende tabeller av resultatene funnet

Svar fra intervju er presentert i seks tabeller som følgende:

- 1- Tabell 1: DigPilot IS-modellanalyse (utgjør 7 av intervjuene)
(Delt inn i tre seksjoner som følger DeLone og McLean modell (Informasjonskvalitet, systemkvalitet og servicekvalitet).
1. Tabell 2: Leica og Trimble IS-modellanalyse (utgjør 2 av intervjuene)
(Delt inn i tre seksjoner som følger DeLone og McLean modell (Informasjonskvalitet, systemkvalitet og servicekvalitet).
2. Tabell 3: Statens vegvesen standardisering (utgjør 1 av intervjuene)
3. Tabell 4: Hva som kan automatiseres i prosessen av modellforberedelse av maskinstyring.
4. Tabell 5: Standarder og standardisering
5. Tabell 6: Dersom det skal velges et format, hvilket?

5.4.1 DigPilot IS-modellanalyse

Tabell 2:

DigPilot IS-Modell vurdering.

Digpilot			
	Informasjonskvalitet	Systemkvalitet	Servicekvalitet
Informant 1	<ul style="list-style-type: none"> • Lett å forberede modellen • Må ofte rydde i rådgivernes modell • For mye informasjon og mange lag • Må ofte endre navn • Bra å ha DigPilot Office Bedre enn konkurrentene • Dårlig informasjonsbeskrivelse • Mange linjer for hvert knekkpunkt, som jeg må lime sammen 	<ul style="list-style-type: none"> • Signaler • Enkelt utseende • Enkel meny som står på norsk • Henger seg litt ved nedlasting av modellen • Lett å finne objekter, med riktig navngivning • Ønsker om å vise linjen man er nærmest • Ønsker å ha kart fra Kartverket 	<ul style="list-style-type: none"> • Lett å få tak i DigPilot for hjelp • Jeg savner å kunne overstyre systemet inne på kontoret
Informant 2	<ul style="list-style-type: none"> • Det er justeringer å gjøre på import og eksport av data. Dette på grunn av uenighet om krav og standardisering • Rådgivere har ingen erfaring med DigPilot, så vi må si hva vi skal ha. De har heller ikke praktiske erfaringer • Lange navn på flater er et problem, og lange beskrivelse vises ikke på skjermen • Flater med samme navn • Det er en skog med leverandører 	<ul style="list-style-type: none"> • Programmet er oppe og gå • Sensorproblemer • Ønsker bedre visualisering og bedre grafikk • Ønsker visualisering av innmålinger • Ønsker å kunne ha flere jobber i samme systemet • Ønsker å ha hvor øvrige gravemaskiner står på skjermen • Systemet bruker LandXML. Problemer med forskjellige dialekter – data forsvinner • Savner å ha snitt 	<ul style="list-style-type: none"> • Alt handler om god kommunikasjon
Informant 3	<ul style="list-style-type: none"> • Dataflyten fungerer bra pga. DigPilot Office • Programmet er lett å bruke • Vips-modeller har veldig differensiert kvalitet på. • Filene må ryddes grundig for å tilpasse maskinstyring 	<ul style="list-style-type: none"> • DigPilot står egentlig langt nok framme når det gjelder brukervennlighet • Bra dataegenskaper og nøyaktighet på system • Menyene kan forbedres • Litt komplisert med menyene med mange valgmuligheter • Må øves en del på 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilgjengelighet • Mindre firmaer sliter med å få tak i kompetansen de trenger • Lett å få bistand

	<ul style="list-style-type: none"> • Vi må orientere rådgivere om hva som brukes ute • Må ha krav for datainnhold for maskinstyringsfiler – slippe rom for tolkning og mangelfulle data • Modellene må alltid bearbeides 	<ul style="list-style-type: none"> • Signaler er et problem • Ustabilitet som er veldig områdeavhengig • Må jobbe i blinde, så rette etterpå • Det er mye som må tilrettelegges på forhånd med koder og sånn 	
Informant 4	<ul style="list-style-type: none"> • Veldig enkelt • Alt har blitt så veldig teoretisk • Digitalisering har gjort jobben vår vanskeligere 	<ul style="list-style-type: none"> • Signaler • Kabler har gjort systemet raskere • Problemer med kursing og yngre generasjon som sitter og trykker • Liker å bli forklart ting 	<ul style="list-style-type: none"> • Man får fantastisk hjelp • Hyggelige mennesker
Informant 5	<ul style="list-style-type: none"> • DigPilot leser mange formater • Flere linjer uten oppdeling i linjen • Man må filtrere • Ønsker å kunne trykke på et objekt og få informasjon • Dataflyt er bra – Digpilot Office 	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte eksport fra Gemini er litt utfordrende – store triangler uten noen overflater • DigPilot ligger veldig etter når det gjelder grafikken • Ønsker mer kursing • Ønsker å kunne endre farge på objekter i snittvisning etter brukerbehov • Maskinvare-feil, som feil med sensorer • Problemer med skjerm som må byttes • Problemer med store flater midt inne i prosjektet uten overflate 	<ul style="list-style-type: none"> • For å fortsette å bruke programmet, ønsker jeg å se de oppdateringene som DigPilot lover
Informant 7	<ul style="list-style-type: none"> • Problemet ligger i kulturen til å levere fra seg data • Definerings av hvem som er ansvarlig for data • Mangel på ressurser og tid står i veien for utvikling • Mennesker er skeptiske mot endringer – gjelder formater • Informasjon er ofte dårlig. Du kan ikke kalle en søyle 	<ul style="list-style-type: none"> • Leverandørene er treige med deres utvikling • Hvem tar skylden? En standard? For lite informasjon? For mye? • Mangel på spesifisering på hvilken informasjon folk vil ha • Mangel på kommunikasjon 	<ul style="list-style-type: none"> • DigPilot er en liten bedrift med få ansatte og kan ikke tilby global service • Noen synes det er status å velge en internasjonal bedrift • DigPilot er mye raskere til å hjelpe enn store leverandører som ofte er treige

	for betongsøyle på norsk uten videre informasjon om egenskaper, og tro at den kan tas i internasjonal programvare som skjønner hva søyle betyr		<ul style="list-style-type: none"> Men de store har folks tillit til deres servicegrad
Informant 8	<ul style="list-style-type: none"> Forskjellige bedrifter bruker forskjellige maskinstyringssystemer Noen linjer oppå hverandre – må sortere og rydde For mange segmenter i et eksportert objekt Type data må defineres og navngis riktig Kompliserte modeller med for mange lag Jeg gir et navn til hver ting 	<ul style="list-style-type: none"> Kan ha en database som kan brukes av forskjellige systemer Klaging at de ikke finner det de ønsker – dette er kanskje mangel på kunnskap Veldig avhengig av kunnskap og erfaring Nettkobling og størrelse på fibre kan være problematisk Visualisering og grafikken er greit – kraftige PC-er kan ikke sammenlignes med skjermen på gravemaskin 	<ul style="list-style-type: none"> Gode samtaler og kommunikasjon er nøkkelen Jeg sier ifra når jeg laster opp modellen og spør om tilbakemelding

5.4.2 Leica og Trimble IS-modellanalyse

Tabell 3:

Leica og Trimble IS-modellanalyse

Generelt – fokusert på informasjonskvalitet		
	Informasjonskvalitet	Systemkvalitet
Informant 6	<ul style="list-style-type: none"> Modellen må fikses – bruker Gemini Det er mange forskjellige maskinstyringssystemer – de tar ikke samme filer Trimble Business Center brukes for Trimble Noen ganger må jeg lage linjer selv Navngivning er et problem 	<ul style="list-style-type: none"> Det er ikke dataingeniører som sitter bak gravemaskiner – så det må gjøres så enkelt som mulig Forskjellige systemer har forskjellige funksjoner Aldersgruppe er en utfordring mtp. data Maskinstyring kunne vært litt mer visuelt Internettkobling Fint med skyløsning Leica lar deg se snittet og bruke touchskjerm Man trenger ikke å se hele modellen hvis man skal avrette en grøft
Informant 10	<ul style="list-style-type: none"> Konsulenter mangler praktisk erfaring Gravemaskinførere mangler teoretisk erfaring 	<ul style="list-style-type: none"> Korruperte filer førte til at systemet stoppet helt Gravemaskinførere behøver mer kursing

	<ul style="list-style-type: none"> • Informasjonstap 	
--	---	--

5.4.3 Automatisering

Tabell 4:
Automatisering

Automatisering	
Informant 1	Automatisering av serveren. Når du oppdaterer en modell i Gemini, oppdaterer det seg automatisk ut i maskinen
Informant 2	Irrelevant
Informant 3	Irrelevant
Informant 4	Irrelevant
Informant 5	Automatisering gjør jobben vår vanskeligere
Informant 6	At GPS skjønner hvor maskinene og skuffene er. At man får varsel hvis man har feil skuff. Selve modellens forberedelsesprosess er vanskelig å automatisere
Informant 7	Irrelevant
Informant 8	En skyløsning eller en database hvor jeg bare kan laste opp filene og alle de forskjellige gravemaskinsystemene kan hente data direkte derfra
Informant 10	Irrelevant

5.4.4 Standardisering

Tabell 5:
Standardisering

Standardisering	
Informant 1	Eksport i enkle formater som brukes rett i maskinen
Informant 2	Det er langt igjen før vi oppnår standardisering til fullt potensial. Vår bransje er konservativ - punktum
Informant 3	Må ha krav for datainnhold for maskinstyringsfiler. Dataene som utarbeides bør standardiseres. Må ha et vedlegg som leveres i tillegg til modellen
Informant 4	Irrelevant
Informant 5	Vi må kanskje ha standardformat
Informant 6	Vet ikke om det er standardisering
Informant 7	Irrelevant
Informant 8	Navngivning på linjer og riktig type data skal standardiseres
Informant 10	Standarder tolkes forskjellig

5.4.5 Formatstandardisering

Tabell 6:

Ønsket standardisert format

Ønsket format	
Informant 1	LandXML
Informant 2	Irrelevant
Informant 3	Irrelevant
Informant 4	Irrelevant
Informant 5	LandXML eller IFC
Informant 6	LandXML, IFC blir for tung
Informant 7	Irrelevant
Informant 8	LandXML
Informant 10	IFC

6 Diskusjon

Problemstillingen for denne oppgaven er som følger:

Hvordan lykkes med maskinstyring for infrastrukturprosjekter?

Hvorav forskningsspørsmål er:

- 1- *Hvilke utfordringer star i veien for en vellykket implementering av maskinstyring i norske infrastrukturprosjekter?*
- 2- *Hvordan kan man overvinne disse utfordringene, og hvordan kan maskinstyringssystemer forbedres?*

For å svare på problemstillingen, vil jeg i dette kapitlet diskutere og drøfte funn fra intervju opp mot litteratur fremstilt i litteraturkapitlet. Der gjøres det rede for hva maskinstyringssystemer kan gjøre for å oppnå bedre dataflyt og optimalisere maskinstyring, i lys av utfordringene fremstilt i oppgaven. Denne delen av diskusjonen er delt inn to hovedseksjoner:

- A. Utfordringer ved maskinstyringssystemer
- B. Hvordan kan maskinstyringssystemer forbedres?

Hver seksjon er delt inn i tre hoveddeler som følger DeLone og McLean sin suksessmodell

- A. Informasjonskvalitet og dataflytutfordringer
- B. Systemkvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører
- C. Servicekvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører

Deretter vil funn diskuteres i lys av DeLone og McLean siste to faktorer: «brukertilfredshet» og «nettofordeler». Videre vil det diskuteres muligheten for automatisering, standardisering og format. Dette støttes med en foreslått løsning, illustrert i en UML-modell. Deretter vil de viktigste punktene fra diskusjonen oppsummeres i en tabell. Avslutningsvis vil begrensninger ved studien samt videre arbeid gjennomgås.

6.1 utfordringer ved maskinstyringssystemer

6.1.1 Informasjonskvalitet og dataflytutfordringer

Flertallet av informantene bemerket at bruken av DigPilot maskinstyringsprogram og forberedelsen av modellene generelt sett er enkelt. Når det gjelder systemet/filhotell som benyttes for å forberede modellene til maskinstyring, er det verdt å merke seg at DigPilot Office har blitt identifisert som et bedre alternativ enn konkurrerende systemer. Dette indikerer at systemet har visse fordeler når det gjelder funksjonalitet og brukervennlighet, og dette kan bidra til bedre brukeropplevelsen.

Imidlertid er det utfordringer knyttet til de opprinnelige filene/modellene som blir mottatt fra rådgiverne. På tvers av ulike systemer kreves det ofte betydelig bearbeiding av modellen som blir levert av konsulentene. Dette har kommet frem i litteraturen: «*Dataene som entreprenøren skal bygge etter, treffer ikke hverandre i høyden, er mangelfulle og dårlige. [...] Det er krevende å sette seg inn i en så stor mengde data*» (Haverstad, 2013). Bearbeiding av modellene kan rett og slett føre til informasjon tap og påvirke dataflyten, Ifølge informant 10: «*Med en gang det kommer et menneskelig mellomledd, og skal gjøre en vurdering og tolke en tegning eller en modell, kan redigeringen føre til datatap.*»

Konsulentene mangler ofte kunnskap om hva de som arbeider ute på prosjektet har behov for. Dette kan skyldes manglende praktisk erfaring og kjennskap til de ulike systemene som benyttes. Selv om samarbeidet og dialogen mellom aktørene og konsulentene generelt er bra, er et viktig spørsmål i forlengelse av dette: Hvorfor er ikke konsulentene kjent med de ulike systemene og deres spesifikke krav? Innen bygg- og anleggsbransjen er det mange involverte parter til enhver tid, og dette kan gjøre det vanskelig å opprettholde kontroll over hele prosessen fra start til utførelse, gitt det store antallet ledd. Dette kan være en årsak til hvorfor det er et sprik mellom hva konsulentene tegner og modellen som brukes i felt.

Det krever at brukerne tydelig kommuniserer sine behov og krav til rådgiverne, og at de gir nødvendig opplæring for å sikre riktig implementering og utnyttelse av systemet. «*Modellene er ofte modellert med tanke på mengdeberegning og kontorbruk. Dette samsvarer ikke alltid med*

behovet ute i maskinene og en del modifisering må ofte gjøres før man kan få full utnyttelse ute i felt» (Hoff, 2018).

En annen utfordring som er nevnt, er behovet for å lime sammen mange linjer for hvert knekkpunkt. Dette kan være tidkrevende og potensielt feilutsatt. Problemer knyttet til navngivning og beskrivelse av objekter og flater, er også identifiserte. Lange navn og manglende visning av beskrivelser på skjermen kan gjøre det vanskelig å identifisere og håndtere forskjellige elementer i systemet. Det er viktig å ha enkle og informative navngivningskonvensjoner, samt tydelig visualisering av objekter for å lette brukerens forståelse og navigasjon.

Stikkeren må derfor ofte endre navn for å tilpasse det til maskinstyringen. Kan dette implisere en mangel på standardisering? Dette spørsmålet avdekket uforutsette svar under intervjuene. Enkelte informanter uttrykte usikkerhet angående eksistensen av standardisering, mens andre hadde begrenset kunnskap om standardene. Noen var klar over standardenes eksistens, men de var usikre på om de ble etterfulgte.

Når prosjektlederen for standardisering i Nasjonal vegdirektorat ble spurt om det burde være mer standardisering, svarte informanten at det allerede finnes standarder som alle infrastrukturprosjekter skal følge. Dette samsvarer med funn fra standarder i litteratur. For å vise til et konkret eksempel fra litteratur under kapittelet «Statens vegvesen standardisering og maskinstyring», står det i R000 at:

Komponenter i modeller skal ha:

- entydig navn
- et sett med egenskapsdata som beskriver dem (Statens vegvesen, 2022)

Krav til grunnlagsdata og modeller er tydelig beskrevet i Statens vegvesens retningslinjer og veiledere. Det er fremstilt i kapittel 18.1 i V770 med stiknings- og maskinstyringsdata. Der stilles det blant annet krav til geometribeskrivelse og volumobjekter, samt anbefalinger slik som objekter som opprinnelig er prosjekterte som punkt, kurve og flate kan eksporteres direkte fra fagmodellene til LandXML-format (Statens vegvesen, 2014). Imidlertid kan problemet muligens skyldes bruken av forskjellige systemer som krever ulike metoder for modellforberedelse. Det lager rom for

tolkninger. I V770 står det at det ikke stilles krav til valg av metode, så lenge resultatgeometri kan vises (Statens vegvesen, 2014).

I lys av dette kan det oppstå en berettiget undring om hvorfor det er nødvendig å utføre omfattende modellrensing, for å tilpasse den til gravemaskinføreres brukervennlighet, til tross for standardenes eksistens. Gravemaskinførere innehar en sentral rolle som sluttbrukere og utførere av gravearbeidet. Derfor reises spørsmålet om hvorvidt deres behov ble tilstrekkelig tatt hensyn til under standardiseringsprosessen. Prosjektlederen i Statens vegvesen gir indikasjoner på at det ikke er mulig å kontrollere om entreprenørens slutt-modell oppfyller krav i standardene. Denne situasjonen fremstår som forståelig, men samtidig problematisk. Det vekker en refleksjon rundt formålet med standardiseringen dersom man ikke har tilstrekkelig mulighet til å verifisere etterlevelsen. Denne diskrepansen mellom standardenes potensielle effektivitet og den manglende muligheten til å sikre deres faktiske implementering, gir grunnlag for en grundigere analyse av standardiseringens rolle og dens praksis i forhold til brukervennlighet og kvalitetskontroll.

Standardisering og harmonisering av import- og eksportprosesser for data, er også en viktig faktor å vurdere. Uenigheter om krav og manglende standardisering kan føre til justeringer og kompatibilitetsproblemer. Det er nødvendig med et felles rammeverk og klare retningslinjer for datautveksling, for å sikre sømløs overføring og interoperabilitet mellom forskjellige systemer og leverandører. Imidlertid kan endringsmotstand blant mennesker, spesielt når det gjelder formater og digitalisering, være en utfordring. Det er derfor nødvendig å sikre en jevn overgang til nye formater og digitale arbeidsmetoder.

I tillegg er det nødvendig å adressere kompleksiteten knyttet til modeller og lag i systemet. Overdreven segmentering og kompliserte modeller kan gjøre det vanskelig å håndtere og forstå dataene. Det er viktig å vurdere forenkling og optimalisering av modellstrukturen for å forbedre brukervennligheten og effektiviteten. Dette er avhengig av data man får fra konsulenter. «*Modellen kan være enten for kompleks eller for dårlig, så den må enten gjøres mer detaljert eller enklere for at det skal fungere for maskinstyring.*» (Informant 10)

Et annet sentralt problem er format, mangel på standardisering av format samt at noen format som LandXML har forskjellig dialekt. Det kan føre til flere tolkninger. Det er også viktig å bemerke at ved eksportering til et annet format, er det rom for datatap. I en kilde funnet under litteratursøket, har det blitt undersøkt muligheten for å bruke GML-formatet for hele prosessen. «*Behovet for et åpent standardisert utvekslingsformat er svært stort. Dette er for å kunne effektivisere og legge til rette for optimal dataflyt i en bransje som bærer preg av lite standardisering*» (Thorsen & Olavesen, 2019). GML har en fordel ved å kunne tilpasse seg etter hvilke formål det skal brukes til. Funn fra denne studien derimot, viser at de fleste foretrekker LandXML (Tabell 6).

Det er imidlertid vanskelig å velge ett format som alle skal benytte seg av, siden det er flere som er involverte i å bestemme hvilket format som skal velges. Informant 3 sier: «*Forskjellige leverandører har forskjellige krav og format, hvem skal vinne loddet om standardisering av leverandørene?*» Men, foreløpig er «*hovedpoenget å effektivisere arbeidsprosessene, istedenfor å måtte tilpasse hvert enkelt prosjekt*» (Thorsen & Olavesen, 2019). Når det gjelder IFC-format, er det også forskjellige meninger, hvor noen hevder at det blir for tungt, mens andre påpeker at det gir nødvendig detaljnivå og presisjon for prosjektets formål. «*IFC inneholder masse informasjon i forhold til andre, det gir muligheter til å legge på informasjon og metadata som kan da gi informasjon til gravemaskinføreren*» (Informant 10). Foreløpig viser det seg å være tilstrekkelig, så lenge modellene leveres i åpne format.

En annen viktig utfordring er mangelen på en klar definisjon av ansvar for data. Det er nødvendig å etablere tydelige roller og ansvar for å sikre kvaliteten og nøyaktigheten til de dataene som brukes i systemet. Dette kan innebære å definere hvem som er ansvarlig for datainnsamling, -vedlikehold og -kvalitetssikring. Informant 4 uttrykte frustrasjon over at hele prosessen blir vanskeligere på grunn av digitalisering og behovet for kontinuerlig argumentasjon. Dette skaper en tendens til å legge skylden på andre, og en oppfatning av at ansvaret stadig blir forflyttet til lavere nivåer i organisasjonen.

For å sikre en effektiv og pålitelig bruk av gravemaskinstyringssystemer, er det tydelig at det må håndteres flere utfordringer knyttet til informasjonsbehandling. Dette krever en helhetlig tilnærming som tar hensyn til brukernes behov, opprettholder et godt samarbeid med konsulenter,

standardiserer prosesser, etablerer klare ansvarsfordelinger og kontinuerlig utvikler og forbedrer systemet. Imidlertid er det viktig å merke seg at denne tilnærmingen krever både tid og økonomiske ressurser. Det har også blitt påpekt at begrensede ressurser og tidsrammer kan utgjøre hindringer for systemets utvikling og forbedring. Derfor er det avgjørende å tildele tilstrekkelige ressurser og avsette tilstrekkelig tid til kontinuerlig utvikling, oppdatering og vedlikehold av systemet for å kunne imøtekomme brukernes behov og forventninger på en tilfredsstillende måte.

6.1.2 Systemkvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører

Flere aspekter påvirker kvaliteten på maskinstyringssystemer og brukeropplevelsen. utfordringer knyttet til datautveksling mellom ulike systemer med forskjellige krav, er en viktig faktor. Standardisering av datautvekslingsformater og integrasjonsretningslinjer kan bidra til å håndtere denne utfordringen.

Brukerklager om manglende evne til å finne ønsket informasjon i systemet, kan være et resultat av manglende kunnskap om systemet og dets funksjoner. Forbedret opplæring og informasjonsutveksling er nødvendig for å øke brukernes kompetanse og forståelse av systemet. Systemkvaliteten er avhengig av brukernes kunnskap og erfaring, spesielt med tanke på at de som betjener gravemaskinene vanligvis ikke er dataingeniører, som hevd i intervjuene. Derfor er det viktig å utforme systemet så enkelt som mulig og tilpasse det til brukernes behov og evner. Problemer knyttet til nettverkskobling kan også påvirke systemets ytelse og brukeropplevelsen negativt. Pålitelige og raske nettverksforbindelser er avgjørende for effektiv dataoverføring og bruk av systemet.

Aldersgruppen til brukerne er en annen faktor som kan påvirke systemkvaliteten. Forskjellige aldersgrupper kan møte ulike utfordringer knyttet til dataforståelse og interaksjon med systemet. Brukervennlighet og tilpasning til ulike aldersgrupper bør derfor tas i betraktning ved utviklingen av maskinstyringssystemer. Visualisering og grafikk spiller også en viktig rolle for systemkvaliteten. Et mer visuelt grensesnitt kan bidra til bedre tolkning og forståelse av informasjonen som presenteres. Det er viktig å tilpasse visualiseringen til skjermens egenskaper og begrensninger i gravemaskinene.

Enkelhet i menyen og brukervennlighet er også avgjørende for systemkvaliteten. En kompleks meny med mange valgmuligheter kan forvirre brukerne og gjøre det vanskelig å finne og bruke ønskede funksjoner. Opplæring og øvelse er nødvendig for å sikre at brukerne er komfortable med systemets meny og navigasjon. Stabilitetsproblemer kan også oppstå når systemet er områdeavhengig, noe som kan føre til at brukerne må justere arbeidet i etterkant. Derfor er det viktig å forbedre stabiliteten og påliteligheten til systemet, spesielt når det opererer innenfor forskjellige geografiske områder.

Derfor har leverandørene av maskinstyringssystemer en sentral rolle i utviklingen og forbedringen av systemkvaliteten. Klagene om treghet i leverandørenes utvikling indikerer behovet for kontinuerlig oppdatering og innovasjon i systemene. Dette er understreket i litteraturen i denne oppgaven. Under utvikling er det for relevante små og mellomstore bedrifter å utvikle sine produkter for å imøtekomme markedets etterspørsel innen dette området (Nguyen & Ha, 2023). Leverandørene bør ta ansvar for å imøtekomme brukernes behov og tilby løsninger som adresserer identifiserte utfordringer. Videre er det viktig å kommunisere tydelig og definere brukernes informasjonskrav, for å sikre at systemet gir relevant og nyttig informasjon.

En annen viktig utfordring å kaste lys på her, er maskinvarefeil, for eksempel sensorproblemer eller problemer med skjermen, som kan påvirke brukeropplevelsen og systemets stabilitet. Pålitelig maskinvare og rask responstid er viktige faktorer for å sikre at systemet fungerer som forventet.

6.1.3 Servicekvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører

Selv om det er enkelt å få tilgang til DigPilot for assistanse, påpeker Informant 8 begrensningene som en lokal bedrift opplever. Det er at de ikke kan tilby internasjonal hjelp. Imidlertid vil de store leverandørene som Trimble og Leica være tregere med sine servicetjenester, da de har mange prosjekter og et stort antall maskiner å håndtere. Men, de store leverandørene kan oppleves tryggere på systemkvaliteten. Derfor er de store bedriftene motvillige til å satse på små leverandører, da de ønsker å bruke løsninger de vet fungerer. Dette betyr ikke at de små bedriftene ikke fungerer, men det er en generell skepsis. Noen mener også at det gir status å bruke internasjonale bedrifter, da folk har tillit til deres rykte. De som bruker DigPilot er tilfredse med

vennlige medarbeidere og god kommunikasjon, og de har et godt forhold til daglig leder i bedriften. De sier at det eneste de savner er mer kursing som tilpasser alle på tvers av erfaringsnivå og alder. Informant 4 sa at: «*Yngre sitter og trykker og trykker, jeg er ikke der.*» Men imidlertid, er det er i utgangspunktet vanskelig å lage et kurs på et programvare, uten at det blir altfor digitalt.

Når det gjelder systemoppdateringer, står man overfor utfordringer knyttet til programvareleverandørers tidseffektivitet. Dette kan bli problematisk når det gjelder å opprettholde kontroll over formater og leveransekrav, spesielt når flere systemer er i bruk. Konsulentene forsøker å modellere en enhetlig struktur basert på standarder, men ulike systemer stiller forskjellige krav. Dette resulterer i et fragmentert landskap av programmer med individuelle krav og formater. Denne situasjonen kan anses som en hindring for vellykket implementering av et nytt system. Dette gir opphav til spørsmålet om behovet for et nytt system eller om det heller bør fokuseres på forbedring av eksisterende systemer.

Det oppstår en interessekonflikt mellom salgsfremmende hensikter og prioriteringen av brukerbehov. I tillegg til å tjene profitt, ønsker alle å selge sitt produkt. Men det er viktig å identifisere aktører som har som mål å utvikle bransjen og bidra til en forbedret dataflyt og mer effektiv prosjektgjennomføring.

6.2 Hvordan kan maskinstyringssystemer forbedres?

6.2.1 Informasjonskvalitet og dataflytutfordringer

Diskusjonen om forbedring av maskinstyringssystemer basert på utfordringene med informasjonskvalitet og dataflyt, avdekker en rekke betydelige aspekter som krever nøye oppmerksomhet. Først og fremst er det åpenbart at et vellykket samarbeid og dialog mellom aktører og konsulenter er avgjørende for å håndtere disse utfordringene på en effektiv måte. Forbedret kommunikasjon og bedre forståelse av prosjektets behov kan bidra til å minimere behovet for omfattende modellbearbeiding og samtidig forbedre kvaliteten på informasjonen.

Under kapittelet om modellbasert veiprosjektering i litteraturen, ble det påpekt at i infrastrukturprosjekter møter man flere utfordringer. Derfor er man helt avhengig av å få mest

mulig informasjon og sørge for god dataflyt mellom entreprenør, byggherre og konsulent (Haverstad, 2013). Dette understreker viktigheten av kommunikasjon og informasjon for å få en god dataflyt.

En sentral faktor som påvirker informasjonskvaliteten, er mangelen på kunnskap om de ulike systemene blant konsulentene. Dette fenomenet kan skyldes både begrenset praktisk erfaring og utilstrekkelig kjennskap til de ulike systemene som benyttes. En strategi som fokuserer på bedre opplæring og kunnskapsutveksling blir derfor avgjørende for å sikre at konsulentene er i stand til å levere modeller som oppfyller de spesifikke behovene til brukerne.

Manglende standardisering av navngivning og beskrivelse av linjer, flater og objekter, er en annen utfordring som har innvirkning på informasjonskvaliteten. Denne situasjonen resulterer ofte i forvirring og krever unødvendige tilpasninger av modellene til maskinstyringssystemet. Tydelige standarder og retningslinjer for navngivning og beskrivelse kan utgjøre en løsning på dette problemet, og samtidig forbedre kvaliteten på informasjonen. Standarder som Håndbok «V770 Modellgrunnlag» og «R000» stiller konkrete krav til det man prosjekterer, og konsulenten lager «som bygget tegninger» (Haverstad, 2013). Likevel viser funn fra denne studien at dette muligens ikke er tilstrekkelig nok med tanke på sluttbruker. Det er noe som ble understreket under intervjuet med prosjektlederen for R000: «Vi bruker geometrier eller volum geometri som beskriver hvordan objekt typene ser ut. Men, stikking og maskinstyring de trenger en forenklegeometri punktlinje» (Informant 9).

Det er likevel viktig å evaluere om eksisterende standarder blir fulgt, og om de tar hensyn til behovene til sluttbrukerne, det vil si gravemaskinførerne. Det bør kanskje vurderes om det skal bli mer «skal-krav» i standardene. I en av kildene funnet i litteraturen, hevder Thorsen and Olavesen (2019) at «så lenge det ikke finnes «skal-krav», kan disse fort bli utelatt». Dette aspektet er sentralt for å sikre at standardiseringen tar hensyn til deres spesifikke behov og utfordringer. I tillegg må det etableres mekanismer for å verifisere etterlevelsen av standardene og sikre kvaliteten på modellene som benyttes i maskinstyringssystemet. I litteraturen er det fremstilt alle avsnitt som stiller krav til maskinstyring, objektlistor og hvilke egenskapsdata som skal leveres. «Dette er et

område det jobbes mye med for å forbedre dataflyt mellom faser vil forenkle oppdatering av NVDB og FKB» (Haverstad, 2013).

Håndtering av mange linjer som må sammenstilles for hvert knekkpunkt, er en tidkrevende oppgave som potensielt kan føre til feil. Utforsking av muligheter for automatisering eller forenkling av denne prosessen bør derfor vurderes for å forbedre både effektiviteten og nøyaktigheten. Det har kommet noen forslag fra informantene, men også fra litteratur. «*Om 10 år (?) leveres kanskje modell- og stikningsdata ved hjelp av noen få tastetrykk. Bruk av WFS (Web Feature Service) kan legge til rette for at relevante data hentes og leveres på GML, noe som kan revolusjonere dataflytprosessen i samferdselsprosjekter» (Thorsen & Olavesen, 2019).*

For å sikre kompatibilitet og sømløs overføring av data mellom ulike systemer og leverandører, er det også nødvendig å forbedre import- og eksportprosedyrer for data. Standardisering av datautveksling bør prioriteres for å oppnå en harmonisert og smidig dataflyt.

6.2.2 Systemkvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører

Maskinstyringssystemer i anleggsbransjen står overfor flere utfordringer når det gjelder systemkvalitet og brukeropplevelse. Basert på analysen av utfordringene fremstilt i denne studien, kan det identifiseres flere muligheter for forbedring av maskinstyringssystemer.

Med hensyn til systemkvalitet, må det legges vekt på forbedring av grensesnittet og navigasjonsstrukturen, for å takle de utfordringene som er forbundet med den omfattende informasjonsmengden og de ulike lagene i systemet. Brukervennlighet og tilgang til relevant informasjon er avgjørende for en effektiv utnyttelse av systemet. Videre bør beskrivelsene av informasjonen være tydelige og presise for å unngå feiltolkninger og misforståelser.

En sentral utfordring er behovet for en database som kan brukes av forskjellige systemer. For å takle dette, bør det satses på standardisering av dataformat og protokoller som tillater sømløs utveksling av informasjon mellom ulike systemer og leverandører. Utvikling og vedlikehold av en

felles databaseinfrastruktur kan bidra til å redusere inkompatibilitetsproblemer og øke effektiviteten i datautvekslingen.

Manglende kunnskap og erfaring blant brukerne er også en betydelig utfordring. For å motvirke dette, er det nødvendig med grundig opplæring og kontinuerlig støtte fra leverandørene. Opplæringsprogrammer bør utvikles for å øke brukernes forståelse av systemets funksjoner og muligheter. Leverandørene kan også tilby brukerstøtte som adresserer spesifikke spørsmål og problemer som brukerne møter. Studiens funn indikerer en påviselig mangel på opplærings- og kursmuligheter for både konsulenter og maskinførere. *«Konsulentene har ikke teknisk innsikt, mens de som sitter i maskinen har ikke teoretisk innsikt, Teorien er ikke lik praksisen, det du kan bygge på en pc, kan ikke nødvendigvis bygges i praksis»* (Informant 10).

Nettkobling er en annen viktig utfordring som påvirker systemets ytelse. For å forbedre dette, bør det satses på robuste og pålitelige nettverkløsninger. Dette kan inkludere investeringer i bedre infrastruktur, som raskere og mer pålitelige internettforbindelser for å sikre stabil og rask dataoverføring. Dette er spesielt vanskelig, fordi som beskrevet i litteraturen for maskinstyring, er den økende kompleksiteten i utgravingsarbeidsmiljøet i infrastrukturprosjekter en vesentlig faktor som må tas hensyn til ved bruk av ny teknologi (Dai et al.).

En viktig observasjon er at maskinstyringssystemer må ta hensyn til brukernes manglende teoretisk bakgrunn. Dette krever utvikling av en intuitiv og brukervennlig grensesnittdesign. Det bør tas hensyn til brukervennlighet, enkel navigasjon og visuell presentasjon av informasjonen. Å involvere brukere i design- og testprosessen kan bidra til å identifisere og løse potensielle brukerinteraksjonsproblemer.

Forskjellige systemer med forskjellige funksjoner representerer en annen utfordring. For å adressere dette, bør det jobbes mot å integrere ulike systemer og funksjoner. Dette kan oppnås gjennom utvikling av åpne grensesnitt og standardiserte protokoller som muliggjør sømløs samhandling mellom ulike systemer. Et tett samarbeid mellom leverandører og bransjeaktører er avgjørende for å realisere en slik integrasjon.

Forbedringer i visualisering og grafikk er også avgjørende for å øke systemkvaliteten. Bedre tilpasning av visualiseringen til skjermene som brukes i gravemaskinene, sammen med optimalisering av grafikkens ytelse, kan bidra til å forbedre brukeropplevelsen. Bruk av avanserte teknologier som augmented reality (AR) eller virtual reality (VR) kan også utforskes for å gi brukerne mer detaljerte og realistiske visuelle representasjoner og muligens bedre kursing. En gjennomgang av relevant litteratur har demonstrert at denne tilnærmingen har resultert i positive virkninger blant maskinførere.

Leverandørene spiller en viktig rolle i å forbedre maskinstyringssystemene. Det er viktig at de oppdaterer og videreutvikler sine produkter, i tråd med brukernes behov og tilbakemeldinger. Raskere utvikling og utrulling av oppdateringer og nye funksjoner kan bidra til å holde tritt med bransjens krav og forventninger.

En viktig ting å trekke frem her, er at forskjellige størrelser på bedrifter og ressurser gjør at noen har tilgang og mulighet for mer teknologi enn andre. Dette gjør at ikke bare anleggsbransjen ligger etter, men også i samme bransje i samme land kan det være store sprik i maskinstyringsutvikling.

Forbedring av maskinstyringssystemer krever en omfattende tilnærming som tar hensyn til tekniske, opplæringsmessige og samarbeidsrelaterte aspekter. Det er nødvendig med tiltak som standardisering av datautveksling, grundig opplæring og brukerstøtte, investeringer i nettverksinfrastruktur, brukervennlig grensesnittdesign og kontinuerlig produktutvikling, for å forbedre systemkvaliteten og brukeropplevelsen innen maskinstyringsdomenet. Tett samarbeid mellom leverandører, utviklere og brukere er avgjørende for å oppnå disse forbedringene. Gjennom bedre kommunikasjon, opplæring og tilpasning til brukernes behov, kan man effektivt takle de identifiserte utfordringene. Leverandørene må påta seg ansvaret for å imøtekomme brukernes behov og tilby løsninger som adresserer de spesifikke utfordringene som er identifiserte gjennom forskning og litteraturstudier.

6.2.3 Servicekvalitet av noen norske maskinstyringsleverandører

For å forbedre maskinstyringssystemer i lys av utfordringene med servicekvalitet, er det nødvendig å ta flere tiltak. Først bør det arbeides med å styrke samarbeidet og kunnskapsutvekslingen mellom lokale og internasjonale leverandører, slik at lokale bedrifter får tilgang til internasjonal hjelp og ekspertise. Dette kan oppnås gjennom partnerskap, opplæring og samarbeidsinitiativer som fremmer kunnskapsdeling og utvikling av lokale ressurser.

For det andre bør det legges vekt på å etablere standardiserte formater og protokoller for datautveksling mellom ulike systemer. Dette vil bidra til å forbedre kompatibiliteten og samspillet mellom systemer, redusere kompleksiteten og sikre en jevn og effektiv informasjonsflyt.

For det tredje bør det være et fokus på å identifisere og støtte aktører i industrien som er motiverte av bransjeutvikling og effektiv prosjektgjennomføring. Dette kan oppnås gjennom bedre regulering, insentiver og samarbeidsstrukturer som fremmer ansvarlighet og innovasjon.

Til slutt bør det legges vekt på brukeropplæring og tilpasning av opplæringen til ulike aldersgrupper og erfaringsnivåer. Dette vil bidra til å sikre at brukerne er i stand til å utnytte systemenes fulle potensial og dermed forbedre brukertilfredsheten.

Gjennom disse tiltakene kan maskinstyringssystemer forbedres ved å sikre bedre tilgang til hjelp og støtte, etablering av standardiserte formater og protokoller, støtte til aktører som fremmer bransjeutvikling og økt brukeropplæring og tilpasning. Dette vil bidra til å adressere de identifiserte utfordringene og legge grunnlaget for mer effektiv og tilfredsstillende bruk av maskinstyringssystemer i byggeprosjekter.

6.3 Brukertilfredshet

Brukertilfredshet spiller en avgjørende rolle i evalueringen og forbedringen av maskinstyringssystemer. I denne diskusjonen har det blitt identifisert flere faktorer som kan påvirke brukertilfredsheten og dermed systemets effektivitet og suksess.

En viktig faktor er kompleksiteten i systemet. Hvis brukerne opplever at det er for mye informasjon og komplekse lagstrukturer, kan det føre til frustrasjon og redusert brukertilfredshet. For å forbedre dette, bør systemet forenkles ved å redusere unødvendig informasjon og tilby enklere navigasjon og kontrollalternativer. En intuitiv grensesnittutforming med tydelig struktur og enkel tilgang til nødvendig funksjonalitet kan bidra til å øke brukertilfredsheten.

En annen faktor som påvirker brukertilfredsheten, er kvaliteten og tilgjengeligheten av informasjon. Hvis brukerne opplever at beskrivelsene er mangelfulle eller at det er vanskelig å finne den nødvendige informasjonen, kan det føre til misnøye. Det er derfor viktig å sørge for at informasjonen er tydelig, nøyaktig og lett tilgjengelig. Dette kan oppnås ved å forbedre modellene, inkludert detaljerte beskrivelser av funksjoner og bruksområder, og ved å tilby brukerveiledninger og opplæringsmateriell som er lett tilgjengelig.

En tredje faktor som kan påvirke brukertilfredsheten, er import- og eksportproblemer, uklarhet om krav og standardisering, samt manglende erfaring og kunnskap blant rådgivere. Dette kan resultere i ineffektiv bruk og frustrasjon hos brukerne. For å løse dette bør det fokuseres på å forbedre datautvekslingsprosesser og standarder, tydeliggjøre kravene og sørge for at konsulenter og rådgivere er godt opplærte og har tilstrekkelig kunnskap om systemet. Det er også viktig å etablere en effektiv kommunikasjonskanal mellom brukere, leverandører og konsulenter for å adressere eventuelle problemer og gi rask og adekvat støtte.

For å øke brukertilfredsheten og sikre en effektiv bruk av maskinstyringssystemet, er det avgjørende å implementere tiltak som forenkler systemet, forbedrer informasjonsflyten og øker brukervennligheten. Dette kan oppnås gjennom grundig brukerforskning og testing, kontinuerlig brukeropplæring og støtte, samt samarbeid med brukerne for å forstå deres behov og forventninger. Ved å prioritere brukertilfredshet kan man oppnå høy aksept og effektiv bruk av maskinstyringssystemet, noe som til syvende og sist vil resultere i økt produktivitet, nøyaktighet og suksess i brukernes arbeid.

Ved å fokusere på brukertilfredshet, kan man oppnå høyere aksept og effektiv bruk av gravemaskinstyringssystemet, noe som til slutt bidrar til økt produktivitet, nøyaktighet og suksess i brukernes arbeid.

6.4 Organisasjonspåvirkning

Organisasjonspåvirkning påvirkes av individuell påvirkning, og individuell påvirkning påvirkes av bruk og brukertilfredshet. Bruk i fellesskap påvirkes av systemkvalitet og informasjonskvalitet, mens brukertilfredshet også påvirkes av systemkvalitet og informasjonskvalitet. Mellom bruk og brukertilfredshet påvirker de også hverandre (Sardjono et al., 2022).

Utfordringene diskutert i denne oppgaven kan ha flere organisatoriske konsekvenser på maskinstyringsprosessen. Når det gjelder utfordringer knyttet til informasjonskvalitet og dataflyt, kan entreprenører oppleve økt arbeidsbelastning og innsats på grunn av behovet for å bearbeide og endre filer og modeller fra konsulenter. Dette kan føre til forsinkelser og ineffektivitet i prosessen.

Manglende kunnskap hos konsulentene om ulike systemer kan resultere i modeller som ikke oppfyller prosjektarbeidernes behov, noe som kan føre til misforståelser, feil og behov for omarbeid. Manglende standardisering og mangel på klare retningslinjer kan føre til bekymringer om datakonsistens og kompatibilitet. Det kan være nødvendig med grundig opprydding i modellene for å gjøre dem brukervennlige for maskinoperatører. Umuligheten av å verifisere om den nyeste modellen som brukes av entreprenøren oppfyller standardene, kan underminere hensikten med standardisering og kvalitetskontroll. Koordinering og effektiv kommunikasjon mellom de involverte partene er avgjørende for vellykket gjennomføring. Med flere interessenter i bransjen kan det være utfordrende å opprettholde kontroll over hele prosessen.

Manglende brukerkunnskap og opplæring kan føre til at brukerne ikke finner ønskede funksjoner i systemet. Derfor er det viktig å tilby tilstrekkelig opplæring og øke brukernes kompetanse. Design av systemet for å være brukervennlig for ikke-tekniske operatører, som gravemaskinoperatører, er også viktig. Intuitive grensesnitt, tydelig datavisualisering og tilpasningsalternativer er nødvendige for å imøtekomme ulike brukeres behov og evner. Pålitelig

og rask dataoverføring er essensielt for systemets effektivitet, og avhengigheten av nettverksforbindelser kan være utfordrende hvis det ikke håndteres riktig. Hensyn til ulike ferdighetsnivåer og preferanser blant brukere i ulike aldersgrupper er også viktig for å sikre en jevn brukeropplevelse. Tilstrekkelig opplæring og støtte bør tilbys i henhold til dette. Å takle kompleksiteten i modeller og systemstrukturer er viktig for å forbedre brukeropplevelsen og håndtering av data.

Når det gjelder servicekvaliteten, kan lokale selskaper oppleve begrensninger ved tilbud av internasjonal støtte, noe som begrenser markedstilgangen og potensielle kundebaser. Noen brukere kan ha en preferanse for større internasjonale selskaper, på grunn av deres etablerte omdømme og oppfattede pålitelighet. Dette kan være en utfordring for mindre, lokale bedrifter som ønsker å konkurrere i markedet. Derfor bør mindre bedrifter satse mer og legge inn mer penger og ressurser på salg og markedsføring.

En annen ting som også må forberedes, er opplæringen. Den må tilpasses ulike aldersgrupper, og det kan være behov for gjentatte opplæringsøkter for å sikre effektiv kunnskapsoverføring og forståelse. Effektiviteten og aktualiteten av programvareoppdateringer fra leverandørene kan påvirke dataflyten. Forsinkede oppdateringer kan hindre systemforbedringer og kompatibilitet.

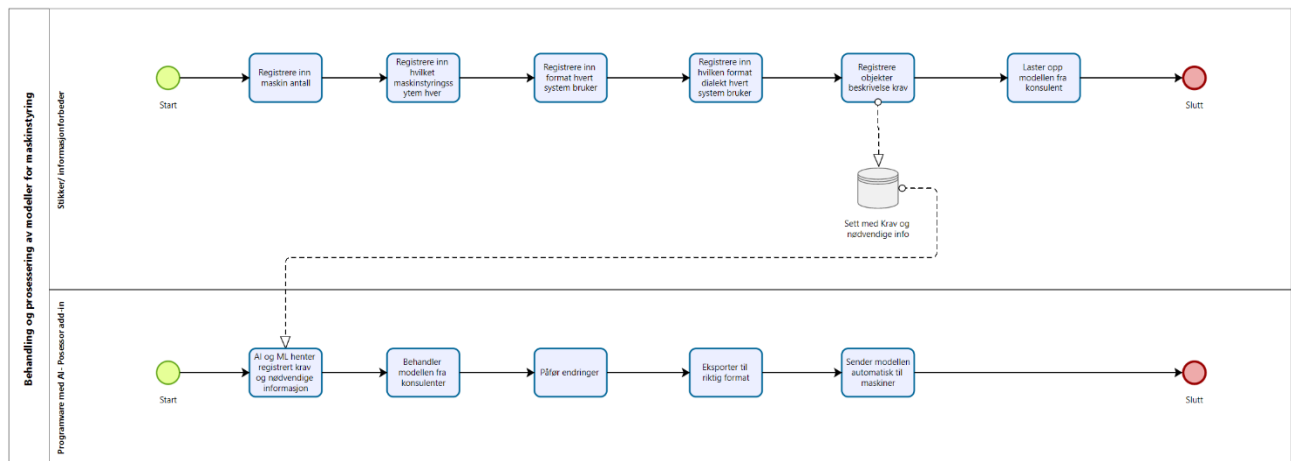
Samlet sett kan disse utfordringene påvirke effektivitet, datakonsistens, samarbeid, brukertilfredshet og konkurranseevne i bransjen. For å håndtere disse problemene, er standardiserte prosesser, forbedret opplæring og støtte, effektiv kommunikasjon og kontinuerlig utvikling og vedlikehold av systemet avgjørende.

6.5 Forslag til løsning

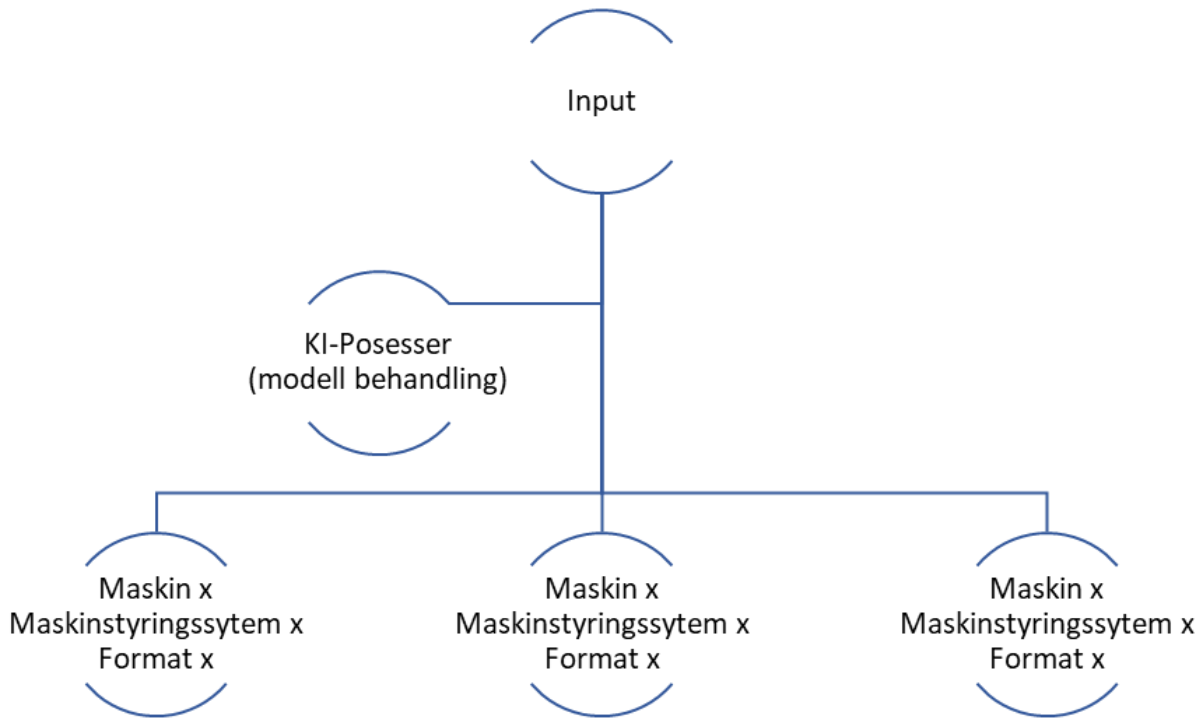
I litteraturstudien har det kommet frem et eksempel som bruker AI for transformasjon og hydraulikkssystem på gravemaskiner. «*AI i den intelligente produksjonseksperimentelle plattform*». *Det er ren maskinvare-løsning*» (Dai et al.). Andre har begynt å bruke VR for visualisering i maskinstyring (Morosi & Caruso, 2022). Andre teknologier ble også sett på i litteraturen. Imidlertid, har ingen litteratur fremkommet med forslag til løsninger som spesifikt adresserer

problemene knyttet til dataflyt og modellforberedelse. Dette fremhever betydningen av den foreliggende studien.

Basert på de sentrale utfordringene knyttet til dataflyt, herunder konsulentmodellen, tap av informasjon, formatproblemer, mangfoldet av maskinstyringssystemer med varierende krav og forslag til digitalisering, har det blitt foreslått en potensiell løsning som involverer opprettelsen av en database som samler veimodeller fra konsulenter. I denne løsningen kan stikningsingeniører registrere informasjon om hvilken type maskiner som brukes i prosjekter, samt hvilket maskinstyringssystem som hver maskin benytter. Ved hjelp av en AI-tilleggsmodul kan programvaren hente kravene som stilles av maskinstyringssystemet og informasjon om hvilket format det bruker. Deretter kan modellen som er sendt fra konsulenten, bli tilpasset og gjennomgå nødvendige endringer for å eksporteres i ønsket format i samsvar med ulike maskinkontrollsystemer. AI-tilleggsmodulen vil deretter automatisk distribuere den tilpassede modellen til hver enkelt maskin i prosjektet, slik at modellen blir optimalisert for det spesifikke maskinstyringssystemet som brukes. Denne prosessen er illustrert i BPMN-modellen vist nedenfor. BPMN-modellen representerer et forslag som kan videreutvikles. En praktisk implikasjon av dette forslaget vil være å avklare hvem som har ansvaret for å utvikle et slikt program. I tillegg må kostnadene og ressursbehovene tas i betraktning.



Figur 5: Maskinstyring ultimate-styring forslag, illustrert med BPMN-modell.



Figur 6: Konsept forenklet diagram

Studien erkjenner at den foreslåtte løsningen kan innebære utfordringer og kompleksiteter. Dersom forslaget skal realiseres, vil det være behov for videre utforskning og flere ressurser. For å sikre vellykket implementering og maksimere nytteverdien av løsningen i byggeprosjekter.

De identifiserte utfordringene og løsningsforslagene presentert i denne oppgaven har bred anvendbarhet på tvers av ulike kontekster. Selv om oppgaven fokuserer på norske prosjekter og gir eksempler fra denne konteksten, kan metoden og tilnærmingen generaliseres, da problemene knyttet til datautveksling og dataflyt er relevante for alle systemer uavhengig av geografisk lokasjon.

6.6 Oppsummeringstabell av de viktigste momentene

Følgende tabell oppsummerer de viktigste funn som påvirker dataflyt, for å svare på problemstillingen:

Hvordan lykkes med maskinstyring for infrastrukturprosjekter?

Forskningsspørsmål:

- 1 *Hvilke utfordringer står i veien for en vellykket implementering av maskinstyring i norske infrastrukturprosjekter?*
- 2 *Hvordan kan disse utfordringene overkommes, og hva kan gjøres for å forbedre maskinstyringssystemene?*

Tabell 7:
Viktigste momenter fra diskusjon

	Utfordringer (forskningsspørsmål 1)	Forbedringsforslag (forskningsspørsmål 2)
Informasjonskvalitet	<ul style="list-style-type: none">• Modeller fra konsulenter• Konsulenters kjennskap til maskinstyringssystemer• Forskjellige systemer• Oppdateringen av filer til maskin• Standardisering• Format• Ansvarsfordeling	<ul style="list-style-type: none">• Automatisering av noen deler i prosessen av modellforberedelse (avsnitt 6.5)• Mer standardisering• Bedre samarbeid og kommunikasjon mellom involverte parter• Tydeligere ansvarsfordeling
Systemkvalitet	<ul style="list-style-type: none">• Nettilkobling• Sensorer• Grafikk og oppdateringer• Opplæring	<ul style="list-style-type: none">• Gjøre nødvendige oppdateringer av både maskinvare og programvare• Gi mer opplæring til systembrukere på tvers av nivå
Servicekvalitet	<ul style="list-style-type: none">• Kurs• Nasjonal vs. internasjonal hjelp• Oppdateringer	<ul style="list-style-type: none">• Flere kurs med tilpasning til alder og ferdigheter• Utvidelse av tjenester• Kontinuerlig utvikling med hensikt til brukerbehov

6.7 Begrensninger ved studien

Litteraturen viser at oppgaven omhandler et tema som er lite utforsket, særlig fra brukers perspektiv. Forskningen kan ha vært begrenset av ulike faktorer. For det første kan ikke funn og konklusjoner i oppgaven nødvendigvis gjelde for alle typer maskinstyringssystemer eller bransjer. Videre og med tanke på bruk av kvalitativ metode, har utvalget av deltakere vært begrenset. Dette kan påvirke generaliserbarheten og representativiteten av funnene. Oppgaven ble gjennomført innenfor en bestemt tidsramme, noe som kan ha begrenset en grundig utforskning av alle aspekter ved maskinstyringssystemene. Det er også viktig å merke seg at subjektivitet og bias kan ha påvirket forskningen, både fra deltakernes perspektiver og forskerens egne perspektiver. Studien fokuserer på dataflyt ved overgang til maskinstyring, dokumentasjon og etterarbeid blir ikke satt fokus på i denne sammenheng.

Videre ble deltakerne valgt ut av forskeren, og de utgjorde en gruppe som ble definert som brukere av modellen. En alternativ tilnærming kunne vært å fokusere på prosessen sett fra byggherren og konsulentenes side. Til slutt kan det være begrensninger knyttet til oppgavens dekning av ny teknologi og de potensielle løsningene den kan tilby. Det er viktig å erkjenne at begrenset tid til å skrive oppgaven kan ha påvirket dybden og omfanget av undersøkelsen. Videre er det lite forskning og litteratur på maskinstyringssystemer sett fra brukerens perspektiv. De fleste studiene fokuserer på maskinvare-utvikling og utfordringer knyttet til det.

Det er også stort fokus på automatisering av selve gravingen, men lite om automatisering av programvare-prosesser. På den ene siden viser dette betydningen av denne studien. På den andre siden kan dette ha påvirket diskusjonen. Ved å være oppmerksom på disse begrensningene, kan fremtidig forskning bygge videre på oppgaven og bidra til en mer omfattende forståelse av utfordringene og mulige løsninger innenfor maskinstyringssystemer i infrastrukturprosjekter.

6.8 Videre arbeid

For å videreutvikle arbeidet basert på denne oppgaven, er det flere områder som kan utforskes. Først og fremst er det viktig å implementere konkrete tiltak basert på de identifiserte utfordringene og løsningsforslagene som er diskuterte. Dette inkluderer utvikling og implementering av retningslinjer for informasjonskvalitet og dataflyt, etablering av standarder og retningslinjer for navngiving og beskrivelse av linjer og objekter, samt fokus på forbedring av systemkvalitet gjennom kompatibilitet med databaser, brukeropplæring om systemfunksjoner, løsning av nettverksproblemer og brukervennlighet for ikke-tekniske operatører.

En annen viktig faktor, er å investere i brukeropplæring og kompetanseheving. Dette kan gjøres gjennom utvikling og gjennomføring av skreddersydde opplæringsprogrammer for ulike aldersgrupper, tilgjengelige for både nye og erfarne brukere. Ved å forbedre brukernes kunnskapsnivå og ferdigheter, kan man redusere avhengigheten av operatørens ekspertise og øke effektiviteten til systemene.

Det er også viktig å opprettholde et fokus på kontinuerlig systemutvikling og forbedring. Dette innebærer å oppdatere og oppgradere eksisterende systemer i tråd med de nyeste teknologiske fremskrittene, samarbeide med leverandører for å sikre rask levering av oppdateringer og utvikle en kultur for kontinuerlig innovasjon og forbedring i organisasjonen.

En interessant tilnærming for å utforske problemet ytterligere kan være å sammenligne flere maskinstyringssystemer, både på nasjonalt og internasjonalt nivå. Videre kan det være verdifullt å undersøke utfordringene som oppstår i forbindelse med dokumentasjon og etterarbeid. En alternativ tilnærming kan også være å gjennomføre studien med et annet utvalg av informanter. Dette vil bidra til å berike forskningsresultatene og gi et bredere perspektiv på problemområdet.

I tillegg til å utforske alternative maskinstyringssystemer og -teknologier, kan det være verdifullt å undersøke hvordan kunstig intelligens og maskinlæring kan integreres i maskinstyringssystemers programvare. Dette kan bidra til å forbedre effektiviteten, nøyaktigheten og automatiseringen av

operasjonene gjennom utvikling av algoritmer og modeller for optimalisering av maskinens ytelse, forutsigelse av feil og automatisk feildeteksjon og -korrigering.

7 Konklusjon

Denne oppgaven har hatt som mål å undersøke suksessfaktorer innen maskinstyring i norske infrastrukturprosjekter, ved å identifisere hindringer som kan påvirke en vellykket implementering av maskinstyring. Studien brukte DeLone og McLean suksessmodellen for å identifisere faktorer som bidrar til suksess og hindringer som oppstår sett fra brukerens perspektiv.

Funnene i studien avdekket flere sentrale utfordringer knyttet til informasjon i modellen, maskinstyringssystem og servicekvalitet fra leverandører av maskinstyringssystem. Når det gjelder informasjonskvalitet og dataflyt, ligger det største problemet i mangel på praktisk erfaring hos konsulenter, samt mangel på kjennskap til maskinstyringssystemers krav. Modellene behøver ofte omfattende bearbeiding og kan ikke brukes direkte i maskinen.

Andre problemer som også har vist seg å være vesentlige, er informasjonsbeskrivelse, navngivning, dokumentasjon, import og eksport og uklar ansvarsgrense. Dette understreker viktigheten av standarder og behov for mer standardisering sett fra brukers perspektiv og behov. Dette studiet har kastet lys på problemene sluttbruker har, noe som må bygges videre på for å optimalisere maskinstyring og maksimere dets bruk og potensialer. Det ble konkludert at det i utgangspunktet ikke er mulig å ha et standardformat gjennom hele prosessen, på grunn av forskjellige systemer som stiller forskjellige krav, samt at noen formater har forskjellige dialekter, slik som LandXML.

Som et forslag for å overvinne noen av disse problemene, ble det illustrert en løsning som foreslår å lage en database/skyløsning som benytter seg av integrasjonen av kunstig intelligens (AI). Dette kunne bidratt til å automatisere visse aspekter av modellforberedelse i maskinstyringssystemer. Ved å benytte avanserte algoritmer og maskinlæringsteknikker kunne AI effektivisere prosessen ved å eksportere data i ulike formater som oppfylte ulike systemkrav. Dette ville redusere belastningen for konsulenter, forbedre effektiviteten og nøyaktigheten av dataoverføringen og generelt forbedre effektiviteten til maskinstyringssystemer.

Utfordringer knyttet til systemkvalitet påvirker effektiviteten til maskinstyringssystemer. Signal- og nettverkstilkobling må håndteres på et globalt nivå. Når det gjelder selve systemet, er det behov for at programvareleverandørene jobber kontinuerlig med utvikling av sine programvarer. Dette omfatter både maskinvare, programvare og layout, som for eksempel grafikk, meny og funksjonalitet.

Begrensninger knyttet til tjenestekvalitet involverte tilbudet av støtte og internasjonal assistanse fra lokale leverandører. Større selskaper kunne oppleve forsinkelser på grunn av arbeidsbelastning, mens lokale bedrifter kanskje ikke hadde kapasitet til å gi internasjonal støtte. Ressurser, tid og økonomiske begrensninger står også i veien for utviklingen av tjenester tilpasset små bedrifter. Opplæringsprogrammer og styrking av brukernes kompetanse var avgjørende for å håndtere disse begrensningene, samt effektiv koordinering og samarbeid mellom ulike systemer og leverandører.

For å lykkes med implementering av maskinstyring, kreves det etablering av standardiserte prosesser, samt opplæring av konsulenter på ulike programmer og deres krav. Dessuten er det viktig å tilby kursing/opplæring som er tilpasset alder, behov og ferdighetsnivå til gravemaskinførerne. Videre bør ansvarsfordeling tydeliggjøres blant interessenter, samt kontinuerlig systemutvikling og forbedring. Kulturen for god koordinering og samarbeid mellom systemleverandører og interessenter i infrastrukturprosjekter bør utbedres. Imidlertid er det utfordrende å iverksette løsninger i anleggsbransjen, på grunn av det store antallet involverte parter og kompleksiteten i prosessen. Dette gjør det vanskelig å kontrollere at implementering av løsningen lykkes i alle steg av prosessen.

Det bemerkes at utfordringene identifisert i denne studien angående informasjonskvalitet, systemkvalitet og tjenestekvalitet ikke er unike for et system fremfor et annet. Disse utfordringene er utbredt i ulike maskinstyringssystemer innenfor infrastrukturprosjekter. Derfor har funnene og de foreslåtte løsningene fra denne studien bredere implikasjoner, og de kan være relevante for andre maskinstyringssystemer også.

8 Referanseliste

- Barbosa, F., Woetzel, J., & Mischke, J. (2017). *Reinventing construction: A route of higher productivity*.
- Brown, I., & Jayakody, R. (2008). B2C e-Commerce Success: a Test and Validation of a Revised Conceptual Model. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 11(3), pp109-126-pp109-126.
- Charef, R., Emmitt, S., Alaka, H., & Fouchal, F. (2019). Building information modelling adoption in the European Union: An overview. *Journal of Building Engineering*, 25, 100777.
- Dai, L., Liu, J., Dogra, A., Ye, X., & Chutima, P. (2022). Construction of intelligent manufacturing experimental platform for artificial intelligence technology. *International Conference on Intelligent Manufacturing and Industrial Automation (CIMIA 2022)* Bellingham, Wash. .:
- Dalland, O. (2020). Hva er metode? I Metode og oppgaveskriving (7. utg., s. 53-64). *Oslo: Gyldendal*.
- DeLone, W., & McLean, E. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *J. of Management Information Systems*, 19, 9-30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. *Information systems research*, 3(1), 60-95.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, 19(4), 9-30.
- George, T. (2022). Semi-Structured Interview | Definition, Guide & Examples. <https://www.scribbr.com/methodology/semi-structured-interview/>
- Haverstad, S. J. (2013). *Modellbasert vegprosjektering* [Institutt for bygg, anlegg og transport].
- Hoff, T. (2018). *Maskinstyring - Filformater og dataflyt, et sant kaos?*
- Hokstad, I. (2022). DigPilot – Norskutviklet maskinstyring «Made in Norway». <https://bannettverket.no/digpilot-norskutviklet-maskinstyring-made-in-norway/>
- Johansen, C. M., & Sundbye, L. M. T. (2019). *Kvantitative og kvalitative metoder*. ndla. <https://ndla.no/subject:1:f18ad41e-d9c3-4428-8cb6-5eb852e45082/topic:1:7df2950d-3af9-462e-b27f-cf3df147eaa3/topic:1:f189e9b6-222c-4d31-adc4-d7bc74149e03/resource:f2a118d4-d382-4476-ac4a-8906bba2f736>
- Kettinger, W. J., & Lee, C. C. (1994). Perceived service quality and user satisfaction with the information services function. *Decision sciences*, 25(5-6), 737-766.
- Khakulov, V. A., Shapovalov, V. A., Ignatov, V. N., Ignatov, M. V., Karpova, Z. V., & Yakheev, V. V. (2022). Digital Transformation of Operational Data of Intelligent Hardware and Software Systems for Automation and Robotization of Mining Operations. 2022 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS),
- Lea, M. R., & Street, B. V. (2006). The "academic literacies" model: Theory and applications. *Theory into practice*, 45(4), 368-377.
- Michael Mullin. (2018). Construction Industry Falling Behind in Tech Implementation. <https://www.linkedin.com/pulse/construction-industry-falling-behind-tech-mullin-cre-and-proptech>
- Morosi, F., & Caruso, G. (2022). Configuring a VR simulator for the evaluation of advanced human-machine interfaces for hydraulic excavators. *Virtual Reality*, 26(3), 801-816.

- Nainggolan, F., Siregar, B., & Fahmi, F. (2020). User experience in excavator simulator using leap motion controller in virtual reality environment. *Journal of Physics: Conference Series*,
- Nguyen, H. A. D., & Ha, Q. P. (2023). *Robotic autonomous systems for earthmoving equipment operating in volatile conditions and teaming capacity: a survey* [486-510]. [Cambridge, England] :
- Ojo, A. I. (2017). Validation of the DeLone and McLean information systems success model. *Healthcare informatics research*, 23(1), 60-66.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation* SAGE Publications
- Pitt, L. F., Watson, R. T., & Kavan, C. B. (1995). Service quality: a measure of information systems effectiveness. *MIS quarterly*, 173-187.
- Pro-system. (2023). *DigPilot 3D Maskinstyring*. Pro system. http://www.prosystem.no/portfolio/digpilot3d_maskinstyring/
- Sardjono, W., Kristin, D. M., Putra, G. R., Salim, G., & Subiyantoro, S. (2022). Evaluation model of yachters information system implementation success using Delone and McLean to increase organization performance. *ICIC Express Letters*, 16(2), 205-213.
- Scopus. (2023). *Scopus*. <https://www.scopus.com/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=machine+kontroll+for+excavators&sid=aa64abe911c2a50d6c0c92d0b8c5312a&sot=b&sdt=cl&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28machine+control+for+excavators%29&origin=resultslist&editSaveSearch=&sessionSearchId=aa64abe911c2a50d6c0c92d0b8c5312a&limit=10&cluster=solang%2C%22English%22%2C%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct>
- Sollaci, L. B., & Pereira, M. G. (2004). The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *Journal of the medical library association*, 92(3), 364.
- Subiyakto, A. (2018). Development of the Readiness and Success Model for Assessing the Information System Integration.
- Thorsen, J., & Olavesen, A. (2019). *Kan bruk av GML utvekslingsformat legge til rette for å effektivisere stikningen i samferdselsprosjekter?* NTNU].
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg.) Gyldendal akademisk.
- Urbach, N., & Müller, B. (2012). Information systems theory: explaining and predicting our digital society. *YK Dwivedi (Ed.), Integrated Series in Information Systems*, 28.
- vegvesen, S. (2014). *V770 Modellgrunnlag – krav til grunnlagsdata og modeller* Statens vegvesen.
- vegvesen, S. (2022). *R000 Modellgrunnlag* Statens vegvesen.
- Wu, J.-H., & Wang, Y.-M. (2006). Measuring KMS success: A respecification of the DeLone and McLean's model. *Information & management*, 43(6), 728-739.
- Zhao, J., & Zhang, L. (2021). TaskNet: A neural task planner for autonomous excavator. 2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA),

9 Vedlegg A

Intervjuguide

Dette spørreskjemaet er en del av min masteroppgave i bygg- og miljøteknikk med studieretning digitale byggeprosesser.

Masteroppgaven har sin hensikt å finne ut hvordan kan implementering av et nytt maskinstyringssystem for gravemaskiner lykkes, med hensyn til dataflyt.

I dag jobber jeg i Skanska Teknikk og er student ved NTNU Gjøvik. Jeg håper og tror at bidraget i min masteroppgave kan være en bidragsyter til å påvirke maskinstyring og informasjon knyttet til den. Det er derfor viktig å få innspill fra personer i byggenæringen, slik at det er mulig å benytte potensialet som finnes med rett kunnskap.

Spørreundersøkelsen skal gi informasjon om hvordan oppleves DigPilot systemet sett fra bruker aspekt. Hvilke utfordringer er knyttet til informasjon og Dataflyt, og hvilke tiltak som bør sees nærmere på.

Jeg setter stor pris på alle som tar seg tiden til å delta, det betyr mye!

Sara Altahawi

NB: Spørreundersøkelsen vil ikke gå ut med navn og utsagn fra enkeltpersoner. Navn benyttes for å begrunne valg av informanter i denne kvalitative undersøkelsen. Navnet ditt, sammen med stilling, arbeidssted og begrunnelse vil stå i metodekapittelet. Det vil bli tatt lydopptak av intervjuet, dette slettes etter fullført grad. Og brukes bare for skriving av oppgaven. Det deles ikke med noen.

Spørsmål rettet til målgruppe 1 (gravemaskinførere)

Del 1: generelle spørsmål

- 1- Hva er din stilling
- 2- Hvor lenge har du jobbet med gravemaskiner
- 3- Hvor lenge har du brukt DigPilot

Del 2: spesifikke spørsmål (delt i fire deler)

Sub-del: Systems kvalitet

- 1- Hvor lett er det å bruke systemet teknisk sett?
- 2- Hvilke utfordringer opplever du ved bruk av det?
- 3- Opplever du noe tekniske problemer? Hvis ja, hvilken/e?
- 4- Er det noe som kunne vært bedre med visualisering?

Sub-del: Informasjons kvalitet

- 1- Hvor lett er det å navigere i modellen?
- 2- Er det for mye/for lite informasjon?
- 3- Hvilke utfordringer opplever du knyttet til modellens informasjon ved maskinstyring?
- 4- Hvor lett er det å finne frem objekter i modellen?

Sub-del: Brukers trivsel

- 1- Ser du for deg å bruke programmet lenge?
- 2- Er du fornøyd med det? Hvis ikke, hvorfor?
- 3- Hvor fornøyd er du med programmets layout?

Sub-del: Organisatoriske aspekt

- 1- Har du fått nødvendige kurs i bruk av DigPilot?
- 2- Hvis du har brukt andre systemer før, vil du si at du foretrekker dette systemet fremfor de andre eller ikke og hvorfor?

Spørsmål rettet til målgruppe 2 (stikkere og informasjonsforberedere)

Del 1: generelle spørsmål

- 1 Hva er din stilling
- 2 Hvor lenge har du jobbet med stikking
- 3 Hvor lenge har du brukt DigPilot

Del 2: spesifikke spørsmål (delt i fire deler)

Sub-del: Systems kvalitet

- 1 Hvor lett er det å forberede modellen til systemet?
- 2 Hvilke utfordringer opplever du ved bruk av det?
- 3 Opplever du noe tekniske problemer? Hvis ja, hvilken/e?
- 4 Er det noe som kunne vært bedre med visualisering?

Sub-del: Informasjons kvalitet

- 1 Hvor lett er det å navigere i modellen?
- 2 Hvilke utfordringer er knyttet til dataflyt og informasjon av din erfaring?
- 3 Er det noe i informasjonsbeskrivelse som for eksempel hvordan objekter, linjer eller flater er beskrevet kunne vært bedre? Ville dette bidratt til bedre dataflyt?
- 4 Hvilke krav stiller maskinstyring til modellens forberedelse og DigPilot som system?
- 5 Synes du det er lett å gi instruks rundt systemet til Maskinførere?
- 6 Hvilke typiske spørsmål og utfordringer med systemet møter du til daglig?

Sub-del: Brukers trivsel

- 1 Ser du for deg å bruke programmet lenge?
- 2 Er du fornøyd med det? Hvis ikke, hvorfor?
- 3 Hvor fornøyd er du med programmets layout?

Sub-del: Organisatoriske aspekt

- 1 Har du fått nødvendige kurs i bruk av DigPilot?
- 2 Hvis du har brukt andre systemer før, vil du si at du foretrekker dette systemet fremfor de andre eller ikke og hvorfor?

10 Vedlegg B

1. Intervju 1

Hvor lett er det å forberede modellen?

«Litt i forhold til å forberede modeller, så er det forholdsvis enkelt. Det er likt til de andre. Men det er avhengig av hva vi får fra konsulentene, noen ganger må vi kanskje tre fire timer for å få rydde opp for å lage en god maskinstyring fil. Noen ganger kan vi legge den rett inn. Det avhenger veldig av hva vi får fra konsulentene/prosjekterende.»

Hva er det som gjør at det tar så lang tid å rydde opp?

«Det kan ofte være for mye informasjon eller det kan være delt opp i flere DWG som vi må kanskje bruke tid på å finne at det ligger mange lag som vi kanskje må dele opp for å få det i maskinstyring, så det blir så enkelt for den som sitter og graver. Hvis det blir tungvint for den som sitter og graver så blir det ofte feil ved utførelse. Så det er viktig å bruke tid å få vekk KOF fil som er ferdig. Så kan vi på en måte bare nesten legge den rett inn eller få en DXF fil som vi må fikse på litt. Og det er litt forskjellige på hvilke typer det er. Men det er like lett med DigPilot som det er i Leica og Topcon eller lignende systemer»

Hvilke utfordringer er det ved DigPilot informasjonsforberedelse?

«Vi har tett dialog med de som jobber i DigPilot slik at når det dukker opp problemer så fikser vi det ganske fort. Vi hadde noen problemer med at de sto at de står ut for prosjekt, men de var inn i prosjektet og da måtte vi jobbe litt med SPF for å få de tette. Det var å rette opp i, så nå fungerer det fint. Og nå kommer de med et nytt system hvor sånne små feil er rettet opp i»

Er det noe som kunne vært med layout og utseende av DigPilot?

«Det er ganske greit, utseende er bra. Enkelt og greit å bruke [...] Informasjon som kan ligge på linjer eller punkt i skjermen kan være en fin ting å få med. For eksempel hvis det er rør og grøft at den linje har et navn. (Avløpsrør dimensjon 160) at det står i skjermen når man sitter og graver. Det kan hende det finnes, jeg vet ikke; men jeg tror ikke det»

Er det lett å bruke programmet for maskinstyring førere, er det noen som klager på noe?

«Jeg har ikke fått noe indikasjon på at det er utfordringer ved bruk av programmet. Enkel meny som står på norsk og er veldig enkel å manøvrere inn i og finne det du skal bruke. Det er ganske enkelt. Ingen for lite verken for mye informasjon, det er grei med informasjon [...] Systemet fungerer bra, de har nå fått de nye sensørene som er kablet og det virker som at det fungerer bra.»

Hvor utfordringer er knyttet til informasjon?

«Jeg sitter og jobber i Gemini Terreng som jeg bruker som verktøy når jeg lager disse Maskinstyring. Hvis jeg lager det riktig å bruke tid på det, er det veldig lett for førere å sitte og jobbe i maskinen. Så jeg bruker ofte å endre litt navn og endre slik at det skal være så enkelt som mulig for de som sitter og graver ute. Og da fungerer dataflyten veldig bra, jeg oppdaterer maskinstyring filer i DigPilot Office. Så de bare oppdateres enten daglig eller ukentlig etter behov. Eller jeg sender en melding på at prosjektet er oppdatert.»

Er det utfordringer ved prosessering av filer?

«Noen ganger maskinførere har hatt litt problemer når de skulle laste inn nye prosjekter at det kan henge seg litt og at man må starte systemet på nytt. Hva som gjør det, vet jeg ikke. Det er bare noen tilbakemeldinger jeg har fått av de som jobber ute. Samme når de gjør utmålinger ute, hvis det er satt opp at det skal synkroniseres for eksempel ukentlig, selv om det er kanskje målt inn et punkt så kommer hele filen inn på nytt. Det kunne kanskje vært en ide og fått ryddet opp i det slik at den bare oppdaterer den filen som er der. Hvis du har et prosjekt som heter Veg-Grøft så får du en ny fil som heter Veg-Grøft hver uke, den liste via prosjekt som går over to måneder så blir den listen veldig lang også er det vanskelig å finne punktene. Så hvis alt man måler inn Veg-grøft at den kommer inn i samme filen at den bare oppdaterer samme filen for eksempel. Det hadde kanskje gjort jobben inne litt lettere etterpå. DigPilot og noen andre systemer sliter med dette problemet mens det er noen andre systemer som er inn på noen løsninger der.»

Informasjonsbeskrivelse på objekter, linjer og flater

«Når man eksporterer ut så får man navn og det er veldig fint men det er samme på det som blir innmålt. Dette kan ligge i ei standard kodeliste som kan brukes for å beskrive kummer, veg oppbygging, skjøter sånne ting da.»

Vil en bedre informasjonsbeskrivelse bidratt til bedre dataflyt?

«Nei på dataflyten utgjør det ikke så mye, men det forbedrer jobben inne veldig mye. Særlig når du skal drive med dokumentasjonsarbeid, da er det meg som ofte sitter med det.»

Hvilke krav stiller maskinstyring til modellens forberedelse og DigPilot som system?

«De er ganske likt å forberede modellene om det er DigPilot eller et annet system. De bruker de samme formatene. Så det er ikke noe forskjell [...] Jeg har for liten kunnskap om retningslinjer og standarder i staten vegvesen egentlig; men det begynner å komme mer og mer krav om maskinstyring i anbud, og det er jo veldig bra. Både med tanke på dokumentasjon og forbygd ting riktig da så er det jo et ekstremt godt hjelpemiddel. Men, hva som kreves hva som er krav til det i Statens vegvesen sine instruksjoner i dag da det det er litt usikker på for å være helt ærlig.»

Sliter dere med formater med tanke på maskinstyring og sánn; opplever du at det er et problem med tanke på dataflyt?

«Ja på en viss grad, men det som ofte er at de rå materialene vi får i fra konsulentene varierer veldig i fra konsulent til konsulent. Derfor, er det viktig å egentlig jobbe litt med det. For hvis du legger bare en vanlig modell rett inn, så vet jeg at maskinførere ville klaget på det; for da funker det ikke. Det ville vært et problem, så det må som regel jobbes litt med først; før du legger ut. Men, noen systemer kan kanskje klare å lese og behandle modellen bedre enn DigPilot for eksempel. Det kan vil skje, men uansett så mener jeg at det bør gjøres en liten jobb med det, for at det skal være så lett som mulig for de som sitter ute og graver. For hvis det ikke er lettvent, kan ikke de bruke noe tid på maskinstyringen. Det er min erfaring da, de er der for å produsere og da må det være lettvent»

Hvilke typiske problemstillinger får du til daglig, hva klager førere på?

«At de ikke vet hva linjene er, at det er for dårlig informasjon. At de ikke finner det de skal, at det ikke gitt riktig navn. Så, ofte bruker jeg å be dem å få tegningene som de sitter med også koder jeg linjer og punkter etter tegningene for da er det ingen tvil. Da vet dem at kum nummer fem er kum nummer fem, da kjenner dem at tegningen i maskinstyringen. Også hvis systemet henger seg eller man får en bug så gjør at det kutter en del. Det skjer, men ikke ofte, det er litt uavhengig av mengde filer.»

Hvor lett er det å finne frem objekter i modellen?

«Hvis det er kodet riktig og er gitt riktig navn så finner dem det lett. Både veggmodeller og byggegroper. Jeg mener det er forholdsvis enkelt å bruke programmet og trykke for å gjøre de forskjellige tingene. [...] Men, eneste jeg har sett på og det kan hende at det er i det nye systemet av DigPilot. At hvis du driver for eksempel i ei veggrøft, og det ligger 3 eller 4 rør, gjemt med hverandre så velger systemet linja du er nærmest. Det har jeg sett noen har begynt med, så at hvis du er nærmere linjen for eksempel 20 centimeter, så refererer den til den linjen. Og kommer du 20 centimeter nærmere neste linje, så refererer den til den linja og så kommer navnet på den linja opp i skjermen. Det mener jeg er en veldig fin egenskap, som jeg håper DigPilot kan få med seg i det nye systemet, hvis ikke det er med allerede.»

Er det for mange for få funksjoner i DigPilot systemet?

«Nei, jeg har det egentlig på følelsen at det er det du trenger som er med. For det må jo i hovedsak være enkelt for dem som sitter ute og bruker det. funksjonene er jo veldig enkelt å navigere seg fram til. Det er ganske likt som konkurrentene sine vil jeg påstå.»

Er det noe i konkurrentene system som dere savner i DigPilot?

«Jeg vet at en av konkurrentene kommer med sånn bakgrunns kart i fra Kartverket, da så du ser egentlig hvor du er. Det er vel ganske fin ting med å ha, ikke nødvendig men greit å ha.»

Ser du for deg at folk kommer til å bruke programmet lenge, Layout?

«Ja, nå sitter jeg ikke i maskinen lenger sånn som jeg gjorde før. Jeg ser jo at det er jo absolutt et fint program å bruke. Jeg sitter jo mye inne i DigPilot Office da eksporterer jeg og henter inn innmålinger, og det funker. [...] så jeg kommer til å jobbe mot DigPilot videre fremover. Kundene er fornøyde og jeg har jo sett litte grann på den nye versjonen, og det ser jo veldig bra ut».

Hvor lett er det å bruke programmet/ Bedriftens bistand?

«Det er jo veldig enkelt å bruke programmet, enkel meny og ikoner. Det er enkelt å navigere seg frem i. Så tror jeg man har bra support hjelp når de trenger noe. Eneste ting som vi kunne ha savnet litt eller ja som en av konkurrentene har, er at man kan overstyre systemet inne på kontoret. At man kan gå inn og styre skjermen til maskinen fra PC hvis de roter seg bort. Noen andre

systemer har den funksjonen. Det er et fint hjelpemiddel for dem som sitter på support og til kanskje de som sitter på DigPilot og kunne gå inn og hjelpe til.»

Noe som Digpilot har som de andre ikke har?

«[...] DigPilot Office og maken er veldig enkle og fungerer bra når det gjelder å formidle informasjon inn og ut. Andre konkurrenter har litt trøbbel med det. Hvis du sitter og bruker det daglig, blir det slitsomt å bruke litt forskjellig av kunder som har forskjellige systemer. Med tanke på dataflyt, så stiller andre programmer litt andre krav i forhold til informasjonsbehov og sånn. Det er så mye inn på deres servere, så man bruker mer tid da for å få ut modeller å få inn målinger.»

Er det noe som kunne blitt automatisert?

«Er ikke SKANSKA som har automatisert oppdatering av serveren til gravemaskinen? De tror jeg er inne på noe veldig bra i hvert fall på sånne store veiprosjekter og sånn. At når du oppdaterer en fil i den modulen i Gemini da oppdaterer det seg direkte ut til maskinen. Min målgruppe er egentlig de mindre til mellomstore. Mens, de store bedriftene kan ikke sitte med dette selv, da det blir for dyrt. Derfor må de ha egne folk. Mens, de tjenestene selges ut mot sånne mindre og mellomstore bedrifter.»

Er det noe som kunne vært gjort annerledes av andre ledd i prosessen? egentlig rådgivere/konsulenter eller de som stiller krav?

«Ja, klart det. Du kan jo egentlig spare den jobben jeg gjør hvis det blir noe standardisert ifra de som sitter og prosjekterer. Hvis det blir standardisert det, at det blir eksportert ut på en måte i litt enklere formater som kan brukes rett i maskinstyring. Slik at det vil gå direkte inn i makisstyring.»

Er det med tanke til formater eller for eksempel hva objekter, linjer og flater kalles for?

«Ofte ser vi at det blir med så mye informasjon på det som kommer ifra konsulentene. At de filene ofte må renses og jobbes litt med for å forenkle det litt.»

Hva er grunnen til at de har for mye informasjon i det?

«Jeg vet ikke, det varierer veldig. [...] når dem sitter og prosjekter for eksempel en veg grøft, så blir det så mange linjer for hvert strekk. For at det deles opp for hvert knekk punkt, må jeg sitte og

lime sammen linjer og fjerne punkter, for at det blir et punkt for hver knekke punkt. Det er mye sånn som jeg skal sitte og endre på for at det skal bli lettere filer ute i maskinstyringen.»

«Hvis du har en VA linje på 100 meter da også ved hvert knekkpunkt så blir det et punkt og det blir en dels linje så blir det veldig mye inn i den skjermen på maskin. Og så hvert sånt punkt får et nummer da som kanskje er veldig langt så da blir det kanskje masse tekst i den skjermen som fører til litt problemer, kan du si».

«Du får også med veldig mange lag så den bruker bare å eksportere ut de lagene som er relevante for den som sitter og graver. Jeg bruker også å endre noen navn, sånn at de vet at det er OK (overkant) bærelag for eksempel, OK forsterkningslag. Jeg endrer navnet på dem, sånn at det er enkelt for dem som sitter på maskinen.»

Hvilket format som du mener, kunne vært liksom best å bruke gjennom hele prosessen hvis det skulle vært standardisert?

«LandXML som blir brukt mest. Og noe KOF på punkter det varierer litt i fra type maskinstyring til annen».

2. Intervju 2

Kan du snakke om systemkvalitet?

«Det der starter og går, jeg velger modell og så starter opp. Det er jo tipp topp. Jeg får på skjermen det jeg skal grave etter. Det fungerer».

Er det lett å forberede modellen til systemet?

«Det er jo utfordringer, men sånn er det med alle systemer. Alle har litt sånn justering å gjøre på import og eksport av data når man driver med det. Eksportering og importering av filer er et problem jeg har hatt siden 1994 og det er fortsatt i dag. Nå har det jo blitt noe bedre, men dette er en utfordring som går over flere generasjoner.»

Kan du si litt mer om årsaken til problemet?

«Problemet ligger i at noen har jo sine oppgaver og sine krav, mens andre har andre krav. Det må bli enighet om hvilken standard skal man legge seg på. Utfordringen er jo sammensatt og komplisert.»

Opplever du noe tekniske problemer ved programmet?

«Tekniske problemer med systemet, for eksempel noen sensorer som DigPilot har tatt tilbake. Dette er på en maskin av 30».

Hvordan påvirker dette dataflyten?

«Nei, det påvirkes ikke. Det er jo en så starte motoren og går eller ikke går. Det er en ren maskinvare ting. Sensorene på gravemaskinen ikke leverer data. Men, i selve systemet er det masse muligheter og funksjoner i systemet som kunne vært organisert på en enklere måte. For han/hun som sitter i gravemaskinen, kan det være problematisk. Men, samtidig har vi med fjernstyring av systemer via TeamViewer, det løser det meste. Det kan det komme en ny maskinfører som ikke har brukt maskinstyring før og jeg kan få han til å være opp og gående innen 30 minutter.»

Er det noe som kunne vært bedre med visualisering og layout av programmet?

«Ja, klart det. Det kan være bedre visualisering, men det gir jo ikke noe bedre opplysninger. Det er bare kosmetikk og bedre grafikk. En annen ting som kunne vært bedre er innmåling og registrering av linjer ut i grøftet. At du for eksempel kunne registrert et rør og visualisert det i modellen da. Så, hvis du har flere maskiner at på den ene maskinen kan du se malingen rør. Det kunne vært fint å kunne ha flere som jobber inn i systemet samtidig og så kunne du ha visualisert øvrige gravemaskinene i systemet. Hvor de står nå på skjermen. Dette får du ikke gjort i DigPilot i dag, men jeg vet jo det finnes andre systemer som gjør det der.»

Hvor lett er det å navigere i modellen? Hvor lett er det å finne frem objekter?

[...] vi har stort sett brukt den til terrengforming da, det er jo litt etter hvordan man gjør det da. Det hender vi foretar noen prosjektering selv. Vi foretar innmålingen her og så gi det tilbake i gravemaskinen så glemmer man etter det. Da fungerer det utmerket.

Hvilke utfordringer er knyttet til dataflyt og informasjon av din erfaring?

«Konsulentene har ofte ingen erfaring med DigPilot, vi må ofte snakke med dem og si sånn og sånn gjør vi det. Så det er litt opplæring av konsulenter. Men, dette lager grunn til godt samarbeid. Med lav terskel å ringe dem og for dem å ringe oss når hjelp trengs.»

Hvilke typiske saker må du ofte ta opp med konsulentene ang DigPilot?

«At DigPilot bruker LandXML formatet, men formatet har forskjellige dialekter eller flere versjoner. Så, det handler om å peke på riktig versjon som vil fungere. Og at veier skal bygges uten masse feilmeldinger og grove feil, da er det skyt inn og skyt ut. [...] Hvis du i utgangspunktet mangler fulle data, så får du ikke ut noe flere data av å eksportere. Og hvis du ikke har riktig versjon/dialekt av LandXML, så forsvinner en del data ved eksportering».

Hvilke informasjons beskrivelser utfordringer; opplever dere?

«For eksempel lange navn på flater; du får ikke fram hele flate navnet på skjermen. Det kommer en lang beskrivelse foran. Du får listet opp masse flate navn med samme navn. Det vi er ute etter står på slutten av navnet og vises ikke på skjermen. De skal oppgis unike navn til alle linjer, ofte må man inn og redigere navn».

Er det en standardisering på linjer og objekter navn?

«Jo. Det er en standardisering på det, som veidirektoratet har bestemt midt på åttitallet.»

Hvor ligger dataflyt problemet etter din erfaring?

«De konsulentene har ikke praktiske erfaring som anleggsledere eller stikkere. Så vi må snakke sammen. Det handler om kommunikasjon og erfaringsoverføring. [...] Leverandør må levere et system som produserer riktig eksporterte data. Men, Det er en skog med leverandører som skal tilfredsstiller så jeg kan skjønne at det er litt vanskelig for rådgivere.»

Hva som kan standardiseres for å gjøre dette lettere?

«Det er avhengig av prosjektas kompleksitet. Men, det er langt igjen før vi oppnår standardisering på full potensial, vår bransje er konservativt punktum. Jeg jobbet siden 90 tallet og det pleier å sis at vi ser potensialer, men vi venter å kjøpe systemet. De gikk ti år før det ble satt i gang»

Foretrekker du å bruke DigPilot fremfor andre programmer og hvorfor?

«Når du først starter å bruke et system så er det veldig enorme kostnader å bytte det. Jeg er fornøyd, og de har en skyløsning som jeg er fornøyd med.»

Hvor fornøyd er du med visningen og layout?

«Jeg savner å ha snitt visning, og det skal være veldig lette å bytte mellom 3D, 2D og snittet»

3. Intervju 3

Hvor lenge har du hatt erfaring med stikking og informasjon forberedelser til anleggsmaskiner?

«Nei, du kan si at jeg er jo på en måte egentlig ikke den som fysisk gjør disse oppgavene selv, men jeg er jo ganske god kunnskap om hva det innebærer allikevel. Vi har jo maskinførerne våre som bruker dataene ute i felt, og så har vi en stikningsingeniør som sørger for dataflyten imellom prosjektet og maskinene da. [...] Vi var vel den første kunden eller hvert fall en av de første kundene til DigPilot i Norge.»

Hvor lett er det å forberede modellen til systemet?

«Det fungerer veldig bra nå med dataflyten, på grunn av DigPilot Office, som er et fint verktøy for oss til å kunne jobbe tett med maskiner førere ute på anlegg. Du si så at dataflyten fungerer jo ekstremt bra i dag. Det må jeg si. Det er noe av det beste med systemet at det er lett tilgjengelig og lett å bruke. Det er noe noen små tilpasninger og utviklingspotensialet, men disse systemene har litt hver sine egenskaper. Vi merker oss jo kanskje noen egenskaper andre har som kan være noe bedre og noe dårligere, men jeg sitter ikke i den daglige diskusjonen mellom stikningsleder den og gutta ute.»

Hva er utfordringene med maskinstyring systemer?

«Vi jobber veldig ofte med vanlige Vips modeller fra veggmodeller, og de er jo ofte veldig differensiert kvalitet på, altså at det er jo ofte at du trenger å gjøre en ganske grundig jobb inne på prosjektbordet for å tilpasse de dataene til en maskin styrings fil. De må rydde filene og trekke ut linjer, punkter og flater, for å at maskinføreren skal få gode arbeidsgrunnlag ute. Utfordringen

i dag. er at de dataene vi får i fra vei modellene, kan ikke brukes direkte i DigPilot sine systemer eller andre maskinstyring systemer; på en god måte. For at det skulle kunne flyte bedre, så bør vei modellene kanskje lages på en litt annen måte, for å få mye mindre arbeid.»

«Vi har kanskje litt å hente på å orientere prosjekterings bransjen og rådgivere, om hva som brukes ute for der er det et sprik. Det kreves en prosess for å rydde opp i hver gang egentlig, hvert fall disse veggmodeller. Men hvis du har byggetomter flater og litt konstruksjoner, så er det lettere å lese det, for det kanskje mer linjer og flater. Men, en vei modell, består av veldig mange linjer og flater og triangler. Mange flere vil kunne bruke det mer sømløst, for mindre leverandører, er helt avhengig av et mellomledd som bearbeider dataene til maskinstyring filer, eller så får de ikke brukt dem. Det er ofte sånn at de mindre firmaene sliter å få tak i den kompetansen når de trenger det. De blir ikke prioritert fordi de er små. Som fører til at de sliter med å få dataene i tide, på grunn av at det ikke nok leverandører egentlig til å fange det opp.»

Skulle objekter, linjer og flater blitt beskrevet på en annen måte?

«Ja, kanskje burde de allerede ligge med. Det burde kanskje vært et krav i bransjen at dataene inneholdt relevante maskinstyringsfiler, som et krav i standarden. For da ville du på en måte unngå mye feil og diskusjoner. Fordi at de kan ha en del tomrom, som må tolkes på en måte og tilpasses. Dette gir ofte rom for diskusjoner og konflikter etterpå. Så hvis dataene er mangelfulle, gir det ofte grunnlag for litt utfordring i prosessen videre. Så det å innføre en litt sånn skarpere linje mellom prosjekterings data og det som skal brukes ute og blir levert, så ville det optimalisere mye.»

«De store entreprenørene har jo folk til dette selv, og mellomsjiktet entreprenører klarer å leie seg hjelp, og så har du de som er litt mindre som faller litt utenfor og slite med å nyttiggjøre seg av dette her. Det er et effektivitets verktøy, som hvis det har vært lettere tilgjengelig, så ville jo effekten blitt mye større egentlig.»

Er du fornøyd med Layout?

«DigPilot som er et Norsk produkt, er egentlig langt nok framme når det gjelder brukervennlighet. Det kan det være noe i menyen som kan forbedres på skjermen. Hvordan du går ut og inn i forskjellige menyer. Egenskapene i dataene og nøyaktigheten på systemet og sånn er veldig bra.»

Er det for mange egenskaper som ikke brukes?

«Ja, kanskje for mange valgmuligheter og litt for komplisert å ta seg gjennom menyen da, så du må faktisk øve en god del for å for å være godt kjent da, men sånn som nå så er det en brukerveiledning. Du kan jo bare ringe opp leverandøren og få bistand, og det er veldig bra. Før var dette litt vanskeligere når du ikke hadde det så enkelt kommunikasjon da. Men det er jo ting som tar opp tid da i begge ender. Fordi at du plutselig har et problem ute, som du må ringe opp leverandør for brukerstøtte. Det koster mye penger og produktiviteten står gjerne rolig, fordi at du har et problem. Så det bør være såpass enkelt at det er en balansegang imellom hva brukerne klarer å benytte seg av. Det er ikke ingeniører som kjører disse gravemaskinene, så det er ikke sikkert om de er største eksperter på data, så det må jo på en måte ta litt hensyn til da.»

Hvilke typiske tekniske problemer møter dere til daglig?

«Det er gode signaler. Utfordringer med døde tider med for svake signaler og store ustabilitet da, så det er jo ikke bare maskinstyring systemer som sliter med det. Det er et globalt problem, men vi setter basestasjoner når vi har det problemet. Men, det er noe som må jobbes med på et større nivå enn DigPilot kan ta alene. Det, det har jo stor betydning at du kanskje får mange ganger om Dagen der du har altfor lav kvalitet på signalene.»

«Det er jo kjempestort problem i forskjellige områder for dette er veldig område basert. Men, det er et kjempeproblem at arbeidere ute får et problem flere timer om dagen. Når de ikke får signaler der de jobber, så må de bare jobbe i blinde, for så å gå tilbake igjen og justere på nytt. Fordi at de hadde ikke nøyaktighet når de var der og jobbet. Dette er et stort hinder for effektivitet, større enn noen kan tørre å innrømme, nemlig fordi at du får ikke gjort jobben riktig. Dette fører til kjempekonsekvenser økonomisk.»

Hvilke krav stiller maskinstyring modellens informasjon?

«De dataene som utarbeides, bør standardiseres slik at det er på forhånd klart hva som skal leveres når det prosjekteres igjen i fra Statens vegvesen. Og det er spesielt vei modellene, og det er der avvikene og utfordringene er. Vi må bli flinkere til å produsere data som kan direkte anvende. Hvis det finnes allerede i prosjekteringsfasen og oppdragsgivere entreprenører, får de tilgjengelige når

de skal gi pris, så vil du mye raskere utelukke om det er feil i prosjekteringsmaterialet enn om du bare får en vei modell.»

«For det er veldig mye bearbeiding, før du finner alle feil og avviker. Da rekker man ikke å gjennomføre dette i tilbudsfasen. Derfor tar det for mye tid, så det blir på en måte et uavklart kapittel. For at de feilene du oppdager der, de ser du ikke på før du har fått kontrakt. Så tar du opp med byggherren, og kanskje prøver å få til en endringsprosess med byggherren. For det handler om mangelfullt prosjekteringsgrunnlag, og hvis de hadde sett litt mer ifra de modellene å gå mer inn på data som er generelt tilpasset maskinstyring og er mye enklere å lese, så vil jo de feilene mye lettere oppdages og diskusjonene vil bli færre.»

«Modellene må alltid bearbeides og da er det rom for tolkningsforskjeller, og det gjør det mer komplisert. Jeg synes det er kjempeviktig hvis vegvesenet kunne, i sine prosjekter allerede utarbeide de prosjekteringsfasen. Da ville man unngått det problemet med tolkningsforskjeller på modellene.»

«Men det som er litt utfordrerne, er at det er forskjellige maskinstyring systemer. Du har Trimble systemer som bruker triangler og ikke linjer og flater. Så ikke sikkert alle er like enige i dette her, så du får en diskusjon på hvilket nivå det skal ligge på, og hvem skal vinne loddet om standardisering av leverandørene.»

Er det noe som står i veien for standardisering?

«Nei, noen av de store aktørene tar litt tak, de som har litt tyngde som kan på en måte innføre det og det. Det må jo være veldig riktig å ta den diskusjonen med Statens vegvesen, som er en så betydelig utbygger, og det er egentlig der utfordringene er størst. Da tenker jeg, det er vei modeller som skaper disse utfordringene, så de må på en måte rette seg litt mer etter Norsk standard sin metoder vil det være helt naturlig, tror jeg. De må ha et vedlegg som leveres i tillegg til vei modellene, sånn at hvis du overtar et prosjekt med vei modeller, og så kan du selv prosjektere maskinstyring filene. så blir jo diskusjoner da hvor ligger feilen.»

«Hvis det er et stort anlegg, så blir det kanskje en liten post, veldig stor fordi at det blir store flater og store arealer. Og da blir det masse penger i spill, så har du konfliktnivå løftet opp med en gang. Så, jeg tenker at det er veldig sunt, og hvis ikke det er en totalentreprise, hvis det er en utførelsesentreprise eller så langt det lar seg gjøre, da har en oppdragsgiver gjort et forskningsmateriale, så bør det gjøres så komplett som mulig for å skape større forutsigbarheten. I fra vårt ståsted, så tror jeg det ville gjort konfliktnivå bedre og så effektiviteten bedre. Det blir flere som får tilgang på et grunnlag som er forholdsvis likt. Da får du jamre prising og og større konkurranse og et mer riktig svar da i anbudsprosessen.»

Hvor lett er det å navigere i modellen?

«Ja, det er greit for de gutta som driver med det. Det er veldig mye som skal tilrettelegges for at arbeidere ute kan bruke systemet godt. Vi gjør innmålinger mens vi graver, vi skal grave etter riktig nivå. samtidig skal du dokumentere og mye av dette skal dokumenteres i koder som i fra SOSI lister, så da må stikkeren plukke og lage en klar liste i forkant. Der gutta velger koder etter hva de måler inn. Dette må forberedes fra en som sitter inne, dette klarer ikke vi selv. Det må etableres et prosjekt som inneholder det som guttene skal forholde seg til ute. Stikkeren må sitte og plukke ut disse dataene igjen og lage en dokumentasjon i fra oss som skal leveres byggherren. Så det er jo veldig tett samarbeid.»

4. Intervju 4

Hvor lett er det å bruke systemet? Er det noen utfordringer?

«Alle problemene er blitt løst, noen ganger får man ikke signaler, Men, det løser seg alltid. nei, Bare å få tak i noe basestasjon.»

Er visualiseringen bra?

«På mitt nivå, så har det vært akkurat det jeg bruker det til.»

Er det lett å finne frem ting i modellen?

«Det er veldig enkelt når du kan det.»

Er det for mye eller for lite informasjon?

«Alt er enkelt. Før hadde vi sensorer, nå har vi kabler og da virker systemer mye raskere.»

Får du noen problemer med å laste inn modellene?

«Det har fungert greit.»

Opplever du at systemet lagrer av og til eller går den fint?

«Det kommer an på hvor du er hen i Norge. Men, problemene igjen løses med en basestasjon.»

Hva var største utfordringen ved å bruke det gamle systemet av DigPilot?

«Nei, det gamle systemet var at jeg hadde trådløse sensorer og de var litte granne tregere.»

Ser du for deg å bruke DigPilot systemet lenge?

«Ja, jeg liker de menneskene jeg jobber sammen med, så hvorfor ikke?»

Har du brukt andre programmer?

«Nei, jeg har bare brukt DigPilot.»

Har du fått nødvendig kursing i DigPilot?

«Ja, men dette har noe med mange som driver med data, trykker og trykker og trykker, og jeg er ikke der som er trekker og trekker. Jeg liker å bli forklart ting.»

Bistår Gundersen & Løken AS med hjelp, hvis det trengs?

«Ja dette her, det er helt fantastisk.»

Har du snitt visning på skjermen?

«Du spør om noe som jeg egentlig ikke har noe greie på noe før. Jeg har ikke fått prøvd det nye systemet.»

Hva tegner du etter?

«Jeg må ha høyde og tegninger»

Er det noe du ønsker hadde vært automatisert eller digitalisert på en måte for å gjøre jobben din litt lettere?

«Nå har jeg sittet bak spakene her siden 1970 og har gjort mange rare jobber, så det er ikke alt som du får gjort på en PC. Du kan ikke sitte og planlegge. Jo, du kan lese kotehøyder. Og så skal det planlegges ut ifra dem, men endelig beslutninger og alt sånt det er, det er et par stykker som glemmer. Absolutt, hva er det? Og da skal jeg si. Det gir litt mer godt hvis hun det. Nei, det er blitt veldig teoretisk, dette samfunnet vårt.»

Du går ut fra tegninger, også høyder, så forbereder du informasjon og planlegger til de som jobber ute. Disse stegene er ikke noe vi som sitter kanskje inne og jobber med informasjon og sånt tenker så mye på. Hva er det som de som sitter på kontoret kunne ha gjort bedre, slik at jobben deres blir litt lettere på en måte?

«De har gjort hele prosessen våre vanskeligere. Alt er vanskelig, fordi det skal digitaliseres. Det skal argumenteres. Ansvarer skyves alltid nedover.»

5. Intervju 5

Hvor lett er det å forberede modellen?

«Det synes jeg egentlig er ganske lett. Det er en grei flyt på det. DigPilot leser veldig mye formater. Men, vi har en utfordring med det ved bruk av byggegrop. Den direkte eksporten der fra Gemini, da hender det få store triangler uten noen overflater, det er en kjent utfordring. Særlig Xml_linje som jeg har hatt litt erfaring med at den ligger feil i bygget slik som den eksporteres. Problemet kunne løses hvis jeg eksporterer den som en DXF fil istedenfor. Ellers mener jeg DigPilot ligger såpass etter. Det er et system som sånn det er nå, så ligger dem veldig etter når det gjelder grafikken. [...] sluttbrukeren lærer seg sin ting til å gjøre på en måte da blir brukt den måten, men vi skulle gjerne hatt kanskje litt mindre intuitivt og litt mer kursing.»

Informasjonskvalitet. Hvor lett er det å finne frem objekter, linjer ... osv.?

«Det er ikke lett. Har du en veioverflate med lag oppbyggingen i veien, så er det jo greit. Men hvis du skal eksportere en modell med masse veger så må du spunter litt for å vite hva som ligger

hvor. I skjermen så har du masse linjer uten oppdeling i linjen. Du må da inn på lag og filtrere bort for å se hva som blir borte.»

Hvordan er dataflyten og hvilke problemer er knyttet til den?

«Ja, det å kunne trykke på et objekt og få informasjon om hva det er for noe, kunne vært bedre. Dessuten, kanskje å kunne ha muligheten til å endre farge og litt på dette i snittet. Det er forskjellige brukere på det, med forskjellige behov.»

Hvilke typiske spørsmål og utfordringer med systemet møter du du til daglig?

«Nei, jeg synes det er så veldig mye hvis de ringer og klager på noe, så er det er maskinvare feil altså det er noe det sensorer som henger seg. Vi har hatt trøbbel med noen skjermer som måtte byttes. Når det gjelder modellen er det utfordringer med store flater midt inn i prosjektet uten overflate»

Ser du for deg å bruke programmet lenge?

«For å være helt ærlig, er jeg usikker. Det må komme utvikling for å bruke programmet, programvare må bli bedre. Programmet er veldig gammeldags, mot det DigPilot har presentert. Det kommer en ny versjon av programmet nå. Den vi har vært siden 15 år».

Får dere nødvendige kursing i bruk av DigPilot?

«Jeg har vært på et kurs en gang på Gardermoen. Jeg savner kanskje litt mer av det. Nei, det er som sagt det. Er bra bare ett kurs. Og jeg vet. Det var jeg skal være.»

Hva vil du si du foretrekker ved dette systemet fremfor de andre du har brukt?

«Dataflyt, DigPilot Office. Men, det må jo videreutvikles.»

Hvis noe skal standardiseres, hva ville det være med tanke på dataflyt?

«Maskinkontrollsystemet, det har jeg ikke brukt noe videre, men jeg synes vi er i riktig retning med det. Vi kunne hatt et standard format på en måte.»

Hvilket format ville du ha valgt for standardisering?

«XML, IFC eller DWG. Med filtrerings funksjon. IFC ligger veldig etter i anleggsbransjen»

6. Intervju 6

Hvordan er å forberede modellen?

«Jeg bruker Gemini [...] data hentes ut fra modellen og videresendes inn i maskinstyring systemer. Vi må da fikse modellene og gjør det enklest mulig for de som sitter på maskinen. Det er ikke dataingeniører som sitter bak gravemaskiner. Så det må være på et ganske enkelt nivå.»

Hvilke utfordringer opplever du under forberedelse av modellen?

«Det er mange forskjellige systemer, og så har jo ganske mange forskjellige maskinstyringer systemer da. Og det er ikke alle systemene som tar de samme filene. For eksempel Trimble, så må du gjennom Trimble Business senter for å lage en modell som systemet leser.»

Er det ofte for mye informasjon, for lite informasjon om for eksempel objekter linjer flater?

«Ja, det kommer an på konsulenten. Noen ganger må vi lage linjer selv ut ifra modeller. For det er ikke alle systemet som klarer å lese modellene uten noe å lese modellene som kommer fra konsulenter uten bearbeidelse. Du må lage noen objekter, linjer og flater som programmet leser.»

Hvilket utfordringer møter du til daglig?

«Ja nei, det er at vi bruker ganske mange forskjellige systemer med forskjellige funksjoner. Noen som ikke har vært bort i det før, også at folk ikke tørr å trykke så mye. De er redde å rote seg bort. Kanskje også aldersgruppa spiller en rolle. Det er ganske mange eldre maskinførere som ikke er så tekniske og har ikke brukt teknologien på lik linje som andre. Så jeg tror det er stor forskjell på yngre og eldre. Vi ser ut som at de yngre skjønner data fortere. En annen utfordring er navn på linjer, hvis du for eksempel har en linje med navn 7000, den sier jo maskinføreren ingenting. Disse kan være innmålinger av stikkeren som er lagt inn i maskinstyring system»

Hvilke krav stiller maskinstyring som helt åpent?

«At konsulenten tegner med beskrivelsen med.Attributt, som dimensjon, målet punkt eller hvordan det er tegnet om det er ring eller volum objekt. Det er greit å vite hva det er om det er topp rør, bunn rør, dimensjon på røret. Dessuten, de veglinjene som har forskjellige tall 2.0.1 og 1.0.1 på en vips. Det er ikke så lett å vite hva linje 2.0.1 er for noe. Er det asfaltkant eller hva. Man kan legge på dette til maskinstyring, men det blir mye tekst. Vi får spørsmål om rør dimensjon og hva er linjen. Så maskinstyringen, kunne kanskje vært mer visuelt. Slik at det blir lettere å finne informasjon. Jeg har ikke hørt at det er noen standardisert på en måte standarder for å lage de modellene og informasjonene. Er det noe standardisering i det eller ikke enda?»

Er det noe standardisering på format?

«XML Koff, DXF, GEOTRM og så Trimble har sin egen SVL (linjer), SVD (overflater)»

Er det noen utfordringer knyttet til at det er masse forskjellige formater?

«Ja, i hvert fall hvis du har seks forskjellige maskinstyringsssystem på et anlegg og hver maskin skal ha et eget format. Det blir en del arbeid på stikkeren. Særlig hvis maskinen ikke har internett. Det jo ganske greit når man har internett og skyløsning slik at man kan sende inn data gjennom skyen til maskinen. Hvis ikke det finnes en skyløsning så bruker man fem timer på å modellene ved bruk av en minnepenn. For ikke å snakke om at det kommer nye revisjoner av tegninger som må manuelt oppdateres i maskinen. Man må passe på at maskinen har de siste siste revisjon da, slik at de ikke graver feil ved bruk av en gammel tegning.da må ting gjøres to ganger»

Hvilke format hadde du valgt som standard?

«Det er vanskelig å si, altså landXML er vel egentlig det som blir brukt mest, men det er egentlig et dårlig format. IFC har fryktelig mye informasjon, og er ganske tungt. Hvis det skal brukes direkte inn i maskinen, ville det blitt tungt. Maskinførere er ofte enkle sjeler, ting trenger ikke å se så fint ut, bare du får gjort den jobben du skal.»

Hvordan opplever du maskinstyrings layout?

«Jeg tror det har noe med målgruppen å gjøre, som jeg har nevnt tidligere. Man trenger ikke å se hele modellen hvis man skal avrette en grøft. I SKANSKA brukes Leica og du kan se snittet og bruke touch skjerm»

Hvordan er fildsynkronisering?

«Det går som regel bra så lenge du har tilgang til internett.»

Hvis noe skulle automatiseres, hva ville det ha vært?

«Man har forskjellige skuffer på gravemaskiner. At GPS eller maskinen vet hvilken skuff du har montert. Fordi skuffer har som regel forskjellige mål, lengde og bredde. Og hvis de logger noen punkt med feil skuff så vil de punktene bli feil i forhold til virkeligheten. S å få et varsel på at du har byttet skuffet nå er faktisk fint å få inn.»

Kan man automatiseres selve modell forberedelse som stikkere gjør?

«Nei, det blir vanskelig. Det er ingen som vet hva de forskjellige tingene er for noe. Ja nei, det der tror jeg det blir vanskelig. Så vi er avhengige av stikkeren. Når maskinstyring kom, ble det sagt at stikkeren kommer til å bli overflødig. Men, tror ikke det har blitt mindre sikringsarbeid. Det er stort sett stikkeren som lager data, henter data og syr sammen data. Det er sant.»

I hvor stor grad brukes Staten vegvesen standarder basert på din erfaring?

«Jeg er litt usikker, det går vel stort sett på Vipps modell. Jeg har ikke satt meg så mye inn i den.»

7. Intervju 7

Kan du snakke om Maskinstyring?

«Jeg har jo aldri brukt maskinstyring selv. Men første gang jeg så maskinstyring er vel for 20 år siden. Da hørte jeg av entreprenører at vi har jo maskinstyring, men vi får ikke data. [...] gravemaskinførere på den tiden, hadde en skjerm i gravemaskin som viste posisjon på XYZ, geografisk koordinat og fikk se hvor lang avstand han skulle grave ned, eller hvor mye han skulle fylle opp. Dataene han hadde det var fra vipps prosjekter som den gang var eid av Statens vegvesen

som utviklet vipps som. Det ble aldri interaktivt, eller det er det kanskje mer eller mindre nå. I dag eies det av Trimble.»

Hvilke utfordringer er knyttet til datalyt i maskinstyring?

«[...] problemet på maskinstyring var egentlig ikke formatet. Problemet var at det er ingen kultur for å levere fra seg data i det hele tatt i veiprosjekter. Byggherre bestiller data fra den som prosjekterer, så tegninger på papir. Han bestilte ikke digitale data, ingen tenkte på da. Den gangen for 20 år siden, så var data i steinalderen. Vi hadde datamaskiner, PC er. Vi hadde ikke mobiltelefoner heller ikke nettbrett. Vi hadde noen monster maskiner som nesten ikke kunne gjøre noen ting. Vi hadde tabeller hvor vi så vi tastet inn tall og ord, og så trykket opp vi på en knapp kjør beregning, og så fikk vi et resultat og det resultatet det var beregnet bare for den som tastet inn dataene. Det var ikke beregnet for å gi dataene videre til noen andre. [...] de ville ikke ha data for da måtte de ta ansvaret selv, da flyttes ansvaret fra rådgiver til den som får dataene, altså til entreprenør og byggherre, kan ikke ta det ansvaret for at dataene er riktige.»

«Det gikk litt videre etter hvert, så fikk de vipps data, men med beskjed om at de entreprenør måtte ta alt ansvaret selv. I kontraktene inngikk ikke dataleveranse, det var ikke tema. Leveransen skulle skje på en A0 og A3 ark. Den gangen, eide Statens vegvesen vips programvaren og åpne standarder var ikke tema. Verken XML, GML eller IFC. Alle vips dataene var en database, men det var allikevel data som du som du kunne lese med en teksteditor. På et tidspunkt så ble det Trimble som eiet vips, da kunne ikke det kreves siden det eies av en bedrift. Som en del av Novapoint. På et eller annet tidspunkt så ble de filene som før var lesbare gjort om til binærfiler. Slik at dataene er ikke lenger lesbare for hvem som. Helst så.»

Hva er åpne formater og åpne formater?

«Åpne standarder blitt et tema, men det trenger ikke å bety at det er gratis. Men det skal være tilgjengelig for alle».

«[...] I ettertid har Land XML dukket opp, og utviklet seg til flere dialekter etter behov og hva du skal bruke det til. Men, den er ikke objektorientert. Det ble jobbet med utvikling av UML og XPS formater med felles innhold. Men, prosjektet stoppet på grunn av mangel på ressurser, tid og

penger. Så i maskinstyring, så er det jo LandXML som gjelder, med litt tilpasning de ulike maskinstyringsprogram. Den eksporterer Leica format og til Trimble. For alle brukerne av Trimble, så kan de trykke på en knapp, og får eksportert maskinstyringsdata til alle de ulike plattformene ved et tastetrykk. Gundersen & Løken AS kan egentlig gjør det samme, men og da bruker de det Leica formatet.»

Hvilke utfordringer står i vegen for Gundersen & Løken AS fremfor andre bedrift?

«Det er han daglig leder selv som reiser rundt og hjelper, vi vet at Leica er jo sikkert mange 1000 ansatte. Det er likevel veldig lett å få tak i Gundersen & Løken AS hvis man trenger hjelp. Tregheten er mye større på de store leverandørene, men samtidig så er det jo sånn at de store de er jo de tilliten til servicegrad da.»

«Det kan hende at det er mer status å kunne reise og bruke en internasjonal leverandør og kunne dra på internasjonale altså besøk til Sveits og til inn på internasjonale konferanser. Du skal ikke se bort ifra det at det også er en faktor, men. [...] De store entreprenørene, trenger egentlig et ganske stort apparat da, som ikke er bare på ett sted. De trenger det liksom over hele landet. Gundersen & Løken AS kan ikke være over hele verden og drive å skru på disse gravemaskinene. Også noen av de store entreprenørene bruker underentreprenører. Det er kanskje grunnen til at Gundersen & Løken AS finnes ikke i så stor grad rundt omkring på de store bedriftene.»

«Det er jo mye diskusjon om formater nå og om åpne standarder, slik som IFC og GML. Men, menneske er menneske og vi gjør gjerne ting slik vi gjorde i går. [...] Jeg er jo helt sikker på at det finnes tusen funksjoner i Word som jeg ikke kan. Og hvis jeg skal ta imot noe nytt, så vil jeg i hvert fall ha det servert på et fat. Da vil jeg ha en knapp, altså noe som er enkelt, og som jeg forstår umiddelbart som jeg ikke trenger å plundre med. Jeg risikerer ikke å ikke få det til. I en hektisk hverdag er det nesten ingen plass for å feile, det er snakk om fryktelig mye penger, det er jo milliarder. Og da sier det seg selv at det er jo en barriere mot Innovasjon egentlig.»

«Det skal mye penger inn for å utvikle et nytt program. Så, programvareutviklerne altså løsningsleverandørene som Gundersen & Løken AS, må investere tid i dag, hvis de tror at de kan selge et nytt produkt i morgen. Selvfølgelig vil de fleste programvare leverandører bruke minst

mulig tid, på det og tjene mest mulig penger. Sett med mine øyne, synes jeg at programvare leverandører er treige.»

«Jeg har inntrykk av at den programvaren som finnes, er ikke bra nok eller utvikler seg ikke raskt nok. Det har kommet en ny programvare som snakker om parametrisk design, som kan hente ting fra vipps, så designer de videre såkalt parametrisk. For å eksportere den i IFC, må du forsyne den med dataene selv. Men, de har ikke kunnskap i detalj om hva den IFC egentlig inneholder, virker det som for meg. De har satt navn på objekttyper og attributter etter innfallsmetoden. Slik at en IFC-modell fra Sweco, vil inneholde andre betegnelser på objekttyper og egenskaper enn om du får den fra Cowi eller Rambøll.»

«Kan trekke frem her et eksempel hvor jeg så på en søyle i en modell, jeg spurte rådgiveren om å høyreklikke på søylen slik at jeg ser på hvilke informasjonen som ligger inn i den. Det sto bare (betongsøyle). Da sa jeg dette er ikke standard. Hvem er det som har funnet på at du skal skrive betongsøyle? Og da sier han, nei, jeg har jo funnet på det selv. Ja, vel. En annen som overtar den modellen som er Norsk, vil forstå at en betongsøyle er en betongsøyle ved å lese den teksten. Men hvis det skulle brukes videre i en programvare som skulle dimensjonere eller beregne den søylen. Da skjønner ikke maskinen umiddelbart at en betongsøyle som er betegnet med (betong_søyle) er den som skal beregnes. Dataflyt i dette tilfellet blir helt annet enn informasjon mellom mennesker, eller det er noe mer da. Det er vanskelig og utfordrende.»

Er det for lite eller for mye informasjon?

«For meg maskinstyring ganske enkelt, det er en flate du skal grave ned til eller en flate du skal fylle opp til. Men, uansett gjelder det tydeligvis en regel, og det er at bare legg skylden på noen andre for at du ikke får til akkurat det du vil. Altså bare skyld på en standard, skyld på at du får for lite, skyld på at du får for mye, skyld på et eller annet du kan skylde på; og ikke tenke over hva du selv kunne gjort annerledes. Jeg sier at ja, hvis du mener at du får for mye informasjon, har du noen gang sagt hvilken informasjon du vil ha? Har du noen gang spesifisert hvilken informasjon du skal ha? for det er det nemlig ingen som har. Byggherre greier ikke å spesifisere hvilke data en bolter rigg eller en gravemaskin skal ha. [...] Det greier ikke en byggherre uten å spørre gravemaskinen føreren, de må snakke sammen.»

8. Intervju 8

Hvilke utfordringer er knyttet til dataflyt og informasjon ved maskinstyring av din erfaring?

«Det største problemet er kanskje at vi har to bedrifter her på prosjektet, og de bruker forskjellige maskinstyringssystemer. Så data jeg forbereder de må lastes opp to ganger. Hvis noe skulle optimaliseres så ville jeg hatt et sted eller en database, som kan brukes av alle forskjellige maskinstyringssystemer. Da hadde man unngått problemer med revisjoner og sånn. Fordi når det blir oppdateringer, da må du laste revidert modell/tegning på nytt. Hvis jeg for eksempel laster til et system, men ikke til det andre så, vil den ene maskinen jobber på ny modell andre data og den andre på de gamle. Det blir feil.»

Er det noe informasjon beskrivelse for eksempel hvordan objekter linjer er beskrevet kunne vært bedre og ville dette ført til bedre dataflyt?

«Ja, det kan alltid bli bedre. Noen ganger har man mange linjer oppå hverandre for eksempel. Men, jeg ville si at det er noe med de som sitter med prosjektering. De eksporterer alt sammen, så må vi finne på det vi trenger og det kan ta litt tid. Så, sortering at data, kunne vært bedre.»

Klager maskinførere at det er for mye informasjon eller for lite informasjon?

«Av og til, får jeg klager på at de ikke finner det de trenger. Men, jeg vil ikke si at det har noe med mengde informasjon å gjøre. Men, kanskje mangel på kunnskap på de som sitter i maskinen. Fordi det løser ofte seg ved å bare gå ut og trykker på skjermen sammen, så plutselig finner de alt de trenger. Så, det er mangel på evne ikke informasjon.»

Hvilke programmer bruker du på maskinstyring?

«Xsite manage det er veidekke sitt, og Makin 3D.»

Hvilke krav stiller maskinstyring til informasjonen forberedelser?

«Jeg vil si at det skal være riktig navngivning på linjer og riktig type data som du eksporterer ut fra stiknings programmer til maskin. Å definere hva slags type data som skulle eksporteres.»

Skal det standardiseres format, system ... osv?

«Det hadde vært hjelpsom, fordi da unngår vi tusenvis av spørsmål fordi det er nye folk, nytt prosjekt og kanskje nytt system. Hvor alle jobber på forskjellige måter. Så hvis man har en standard, så hadde man spart mye tid.»

Hvordan påvirkes dataflyten når man har forskjellige formater?

«Jeg bruker bare XML og den fungerer for alle formål i det prosjektet jeg jobber på, så jeg har ikke noe problem med formater. Men, jeg mener formatet må kanskje tilpasses prosjekt, at det må være prosjektspesifikk da.»

Hvordan tar du hensyn til brukerbehov og tilfredshet ved jobbing med informasjon modeller og kravstilling til maskinstyring?

«Vi finner en måte å samarbeide på, jeg prater med de folka. Jeg sier ifra når jeg laster opp en ny modell og sier sjekk om den virker. Hvis ikke så fikser jeg på det. Det er kommunikasjonen som er nøkkelen.»

Får du beskjed om å gjøre modellen enklere?

«Nei, fordi jeg gjør det så enkelt som mulig. Men, igjen handler det om personlig evne og kunnskap. Noen er veldig flinke til å bruke maskinstyring, du kan laste opp en modell som er ganske komplisert med flere lag og de klarer å velge det laget de trenger. Men, litt mindre erfarende vil man måtte gi en modell per oppdrag. Slik at de vet at de skal jobbe i det området, med det og det objektet. Da er det kun det jeg eksporterer til de da. Jeg sørger også for å gi et navn som betyr en ting.»

Hvilke tekniske problemer opplever du?

«Nei, vi er midt i Oslo som man har som regel bra internettilkobling. 5G altså, så jeg tror det hjelper massevis. Men, et ganske typisk problem er at størrelse på fibrene kan skape problemer. Jeg har ikke opplevd dette selv, men jeg har hørt om det.»

Dersom noe skulle automatiseres, hva ville det vært?

«Kanskje det jeg nevnte i starten, en skyløsning eller en database hvor jeg kan bare laste opp filene og alle forskjellige gravemaskiner systemer kan hente data direkte derfra. Så jeg slipper å tenke og sende til alle ulike maskiner. Dette kanskje eksisterer allerede hos de store bedriftene. I en stor bedrift har man både tid og ressurser til utvikling. Ved å investere i det, slipper man å få de typiske problemstillinger med dataflyt og maskinstyring.»

Hva med visualisering?

«Du har mye mer kraft på PC-en din på kontoret enn i maskinen. Den klarer ikke å håndtere så store fine og fancy modeller. I tillegg, mener jeg dette er helt unødvendig. For en gravemaskinfører skal det være enklest mulig. Et annet problem, er at jo mer fancy modellen er, jo mer computing power bruker den. Oppløsning kan være ganske dårlig, men nok for å orientere dem på hvor maskinen står og hvor skuffet er og sånn. Å gjør det så enkelt som mulig, er mest fornuftig.»

Hvorfor tegnes linjer med 100.000 objekter?

«Hver linje består av et visst antall segmenter, så når man tegner det kommer det til å endre seg både horisontalt og vertikalt. Men, det finnes måter å eksportere det som enkle objekter, ikke nødvendigvis 100.000 objekter men bare én objekt som er lang. Også kan man kanskje ha knutepunkter eller noe sånt istedenfor å eksportere veldig mange små objekter.»

9. Intervju 9

Hvilke systemer kjenner du til?

«Leica, DigPilot, Trimble»

Hvilke krav stiller maskinstyring til deres standarder?

«Det er snakk om hvilke data vi skal levere til maskinstyring, eller om det er noe som entreprenøren selv skal produsere i utgangspunktet i modelldata.»

Hvilke utfordringer er knyttet til dataflyt og informasjon ved maskinstyring. Er det noe som jobbes med i standarden?

«Jo, de objekttypene som vi skal levere til stikning og maskinstyring er kanskje ikke tydelig definert. Det har ikke vært den som informasjonsmodell som definerer hva slags geometri type skal ha med som presentasjon for eksempel på stikning, hvor stiknings punktet skal være på objektet. Du kan ta et fundament for eksempel, skal stignings punktet være i bunn og topp av fundamentet. Sånne ting det mangler klare standarder på.»

Er det noe i informasjons beskrivelse som for eksempel, hvordan objekter, linjer, flater og volumer kunne vært beskrevet på en bedre måte? ville dette bidratt til bedre dataflyt?

«Ja, når vi driver å standardisere i R000 som er lederen, type informasjon som jeg snakker om. Altså, hva et objekt skal hete, hva slags geometrityper de skal ha. Men, spørsmålet er om den geometrien som vi definerer, kan brukes til stikning og maskinstyring. Vi planlegger prosjekter for å finne ut hvordan et anlegg skal se ut, og hvordan det skal reguleres og sånt. bruker vi sånne geometrier eller volum geometri som beskriver hvordan objekt typene ser ut. Men, stikning og maskinstyring de trenger jo en forenklegeometri punktlinje. Så egentlig, enten som byggherre eller entreprenører eller rådgiver så har jeg jobb å produseres stikningsgeometri eller maskinstyringsgeometri som er lik med den volumgeometrien som vi bruker til andre formål.»

Er det noe krav dere stiller for data levering? Er det noe standardisering?

«Statens vegvesen stiller krav til hvordan data skal gjøre gjennom kontakt. Et anlegg skal prosjekteres og bygges etter bøkene som Statens vegvesen står i kontrakten, og dette gjelder vegvesen prosjektet altså de som Statens vegvesen er ansvarlig for. Men, de er noen bøker som heter normale og de må brukes av alle infrastrukturer utbyggere som bygger vei. For eksempel nye veier og så videre, de må forutsette normale bøkene. Så, standardiserings system er på tre nivå: normal, retningslinja, og veileder. Veilederne trenger man ikke følge, men det er vanlig at de blir fulgt. Retningslinje skal man søker avvik hvis man skal gjøre noe annerledes enn det som står i dem. R000 prosjektet jobbes med for å standardisere den type data.»

Hvilke hensyn tas det til maskinstyring i R000?

«Den beskriver hva maskinstyrings data er, at med andre prosjekter må man ha andre geometrityper. Også i UML modell som er sånn konseptuelle modeller som definerer vi objekttyper og geometrityper på en fagmodell. Vi tar med har maskinstyrings og stiknings geometri, sånn at man kan prosjektere det. Men, spørsmålet er om det er hensiktsmessig at rådgivere prosjekterer stiknings og maskinstyrings eller entreprenør. I totalentreprise, vil det alltid være entreprenør som gjør det. Mens i utførelsesentrepriser der vegvesen eller byggherre står for prosjektering, så kan man si at den jobben skal gjøres av byggherrens rådgiver. For dataflyten sin skyld, så vil dette fungere så lenge man bruker standarden.»

Hvordan er det tatt hensyn til formater i R000?

«Her brukes UML metodikken uavhengig av spesifikt formater. Vi lager på en måte et skjema for hvilke data som skal inngå i et fag tema, så kan man eksportere ut tekniske data til de formatene som man ønsker. I prinsippet så skal man kunne eksportere ut til IFC, GML, LandXML og så videre. Men, vi bruker GML som tekstformat I prosjektet R000 fordi det er på en måte, det som brukes i GIS sammenheng og Kartverket bruker det. [...] Vi bestiller data på et eller flere åpne formater i tillegg til på originalformat.»

Hvilke format skulle brukes dersom det skal standardiseres?

«Det er ikke mulig å ha et format som passer alt, fordi det så ulike datatyper som oppstår og benyttes i veiprosjekter. Altså alt kan ikke være PDF, alt kan ikke være IFC, alt kan ikke være GML. [...] men vi prøver jo å bruke de mest hensiktsmessige formatene til ulike oppgavene. Så, det vi tester ut er hvilket format som egner seg best, til å flytte prosjektet til dataene mellom ulike programvare. Jeg tror det blir flere formater en stund til. Men, akkurat nå er det GML formatet som flyter best.»

Er det noe informasjon som blir tapt ved at det brukes forskjellige format?

«Som statlige aktør, kan man ikke bestille alle dataene på et høydeforformat for eksempel DWG som Autodesk bruker, fordi da opptrer vi konkurransevridende. Autodesk vil da ha en fordel, fordi alle vil måtte da kjøpt Autodesk programmer. Så, vi er nødt til å bestille data på åpne formater. Med en gang du eksporterer data ifra et format som Autodesk setter, vil du tape informasjon. Vi prøver

å sørge for at vi ikke mister vesentlig informasjon, sånn at vi definerer av hvilken informasjon som skal følge med og være i et åpent format. Sånn at vi på en måte ivareta den viktige informasjonen i dataflyten mellom programvare.»

Kan det i fremtiden, være gunstig å bruke kunstig intelligens for å lage en slags sky basert løsning. Hvor man laster opp en modell i et bestemt format, så skjønner AI hvilke maskiner den skal brukes til, og så sender AI videre riktig format til de forskjellige maskiner.?

«Det er en ide, ingen tvil om. Vi jobber med spesifikasjonen for hva formatene skal inneholde. Vi jobber ikke med faktisk bruk for det overlater vi til programvare leverandørene. Vi er tilgjengelige når disse spesifikasjoner og skjemaene sier hva ulike dataleveranser skal inneholde og hvilket format det skal være på.»

Hvordan er det tatt hensyn til brukerbehov og bruker tilfredshet gjennom deres arbeid (stille krav- standardisering)?

«Jeg har vært i dialog med en maskinsstyrings firma og spurt, hvordan vil dere motta data? Men, det er ikke så lett å forklare svaret på det. Vi prøver å definere for eksempel (en kum) så har vi jo ulike typer kummer, så der kommer et navn sånn at den får en ID og alt mulig sånn. For den kummen, så skal det også finnes et stikningspunkt eller to (topp senter kummen og innvendig bunn senter kom) og det er de to punktene som stikker sier at de trenger. Tilsvarende for maskinsstyrings, hvis du skal grave ut etter planen, så skal vi finne ut hvilken gravenivået trenger de og hvilken geometri representasjon trenger de.»

«Det er ikke alltid like lett å finne ut av hva de ulike aktørene trenger. Ofte hører vi at når en rådgiver produserer stikningsdata, eller maskinsstyrings data; så er det ikke de dataene som entreprenøren trenger. Da må det gjøres om igjen og sånn. Det er en problemstilling vi ønsker å unngå. Hvis vi kunne løst det, enten ved standardisering som vi prøver på. Eller skal vi bare si at entreprenøren kan ta dataene de trenger selv. Hvem som skal ha den jobben, er litt uavklart.»

Hvordan sjekker dere at sluttprodukt, altså den endelige modellen som kommer ut til maskinen tilfredsstillere deres krav?

«Vi følger opp at ting havner der de skal. Sånn at, hvis en stikker gjør et eller annet med dataene som medfører at en kum blir plassert 10 meter under den egentlig skulle ha stått, så ville det bli fanget opp enten ved entreprenøren sin egen kontroll eller byggherren sin kontroll. Men, vi går ikke inn og sjekker de dataene som entreprenøren lager for sin egen produksjon. Men, hvis han klarer å gjøre noe feil med de dataene, sånn at det blir feil på anlegget; så skal vi fange opp det. Det er standardisering av dataleveranse vi jobber med, gjennom å definere det i en UML modell. Om vi ikke klarer å komme helt i mål, blir det uansett standarder på dataleveransen.»

10. Intervju 10

Leverer Trimble eget maskinstyring system?

«Du kan kombinere antenner fra Trimble med Leica programvare. Men, det krever jo en del arbeid.»

Har Leica og Trimble hver sitt format?

«Ja, Trimble har Trimble business Center som har eget format og eget oppsett.»

Finnes det en skyløsning for eksport av filer?

«I Gemini kan du trykke på publiser til felt og ligger rett over på en maskinstyring. Gemini støtter et visst antall systemer, ikke hva som helst.»

Kan prosessen automatiseres?

«Det er veldig avhengig av hvordan du bygger opp en modell, bygger du opp et terreng, et objekt, et volum eller bygger det opp bare en betongplate og sier at du skal grave en halv meter under den. Prosessen må være smart for å vurdere maskinstyrings behov alt. Entreprenøren fjerner bort for å tilpasse det som blir praktisk gjennomført ute på plassen.»

Hvorfor kan ikke konsulentene lager en modell som kan brukes direkte i maskinstyring?

«Gravemaskinførerne har ikke teoretisk kompetanse. De skjønner ikke at når rådgiveren lager noe, kan ikke han/hun ta forutsetningen videre for entreprenøren. Konsulenten vet ikke hvilke forestillinger de skal ta hensyn til med tanke på praktisk gjennomføring. De lager en teoretisk tilnærming, så entreprenøren bearbeider dem etter måten de skal bygges på. Teorien er ikke lik praksisen, det du kan bygge på en pc, kan ikke nødvendigvis bygges i praksis.»

Hvilke andre oppfordringer knyttet til informasjon og dataflyt ved den prosessen av å forberede modellen til maskinstyring?

«Konsulentene har ikke teknisk innsikt, mens de som sitter i maskinen har ikke teoretisk innsikt. Maskinførere kan bytte visning mellom snitt og 2d, 3d, men, de vet ikke hvordan den informasjonen havner der, eller hva som er forutsetninger for det. Heller ikke hvilket koordinatsystem for eksempel.»

I modell forberedelses prosessen er det noe informasjon som blir tapt, ved at entreprenør må bearbeide disse modeller og eksportere det til formatet som passer maskinen?

«Med en gang det kommer et menneskelig mellomledd, og skal gjøre en vurdering og tolke en tegning eller en modell, kan redigeringen føre til datatap. Hvis du tar opp et bilde på en skjerm, så prøver å tegne det bildet på en tavle, ser du jo hvordan resultatet avviker fra originalen ganske fort. Det blir jo samme opplegget for hvert ledd den mennesker skal inn og vurdere. Det blir lokale tilpasninger av hva man gjør. Modellen kan være enten for kompleks eller for dårlig, så den må enten gjøres mer detaljert eller enklere for at det skal fungere for maskinstyring.»

Hvor kommer standardisering av staten vegvesen inn i bildet?

«Standarder kan tolkes på mange måter. Man kan velge hvilken standard man bruker. Du kan også bruke Vips data, og legge over på en gravemaskin»

Hvilket format skal brukes, dersom det skal standardiseres?

«LandXML, GML, IFC inneholder masse informasjon i forhold til andre, det gir muligheter til å legge på informasjon og metadata som kan da gi informasjon til gravemaskinføreren. Dette gir mer verdi. Du kan legge inn objekter som stimulerer mens graving.»

Hva slags programvare systemproblemer opplever du ved bruk av Leica eller Trimble?

«Noen ganger har programmet stoppet opp i Leica, det skyldes korrupte filer.»

Hvorfor velger store bedrifter internasjonale programvareleverandører fremfor de små lokale?

«Vi har prøvd å kjøpe tjenester fra mindre bedrifter, bedriften vi gikk for, leverte et program som var preget av feil og problemer i starten. Det er tryggere å bruke et program som man vet fungerer. Også de store bedriftene er gode på å gå ut og selge deres produkter.»

Er det andre problemer?

«Det må være kompetanseløft på 3D og BIM i anleggsbransjen. For å få bedre modeller. Og det bør absolutt jobbes litt med data-kursing av gravemaskinførere ute.»