



KRIGSSKOLEN

KS-ING

HOVEDOPPGAVE RAPPORT FOR BACHELORGRAD I  
INGENIØRFAG MED FORDYPNING I MILGEO

AUTOMATISERING AV ARBEIDSPROSESSER FOR  
MILGEO-OPERATØRER

**Magnus Fjetland**

**Martin Wesche**

2008 - 2011

16.05.2011

Hovedveileder: Lt. Ragnar Øien





**KRIGSSKOLEN**

*UGRADERT*

Norwegian Military Academy  
P O Box 42  
NO-0517 OSLO, NORWAY  
REPORT DOCUMENTATION PAGE

<b>TITTEL:</b> <i>BRUK AV MODELLER I HÆREN</i>	
<b>UTFØRT VED:</b> <i>KRIGSSKOLEN</i>	<b>RAPPORTNR:</b> <i>001</i>
<b>OPPDRAGSGIVER:</b> <i>KRIGSSKOLEN</i>	
<b>PROSJEKTDELTAKERE:</b> <i>MAGNUS FJETLAND MARTIN WESCHE</i>	<b>PROSJEKTPERIODE:</b> <i>FRA: 14.JAN.2011 TIL: 16.MAI.2011</i>
<b>VEILEDERE:</b> <b>INTERN VEILEDER:</b> <i>LT. RAGNAR ØIEN</i>	<b>ANTALL SIDER:</b> <i>RAPPORT: 77 VEDLEGG A: 2 VEDLEGG B: 1 VEDLEGG C: 1 VEDLEGG D: 13</i>
<b>EKSTRAKT:</b> <i>MILGEO-OPERATØRER I FORSVARET ER UTSATT FOR STOR ARBEIDSBELASTNING. STORE DELER AV DENNE ARBEIDSBELASTNINGEN BESTÅR AV RUTINEOPPDRAG. DET FINNES INGEN STANDARDISERT METODE Å LØSE RUTINEOPPDRAG PÅ. EN AUTOMATISERING AV PROSESSENE SOM UTFØRES VED RUTINEOPPDRAG VIL KUNNE ØKE EFFEKTIVITETEN I ARBEIDET TIL MILGEO-OPERATØRER BETYDELIG. MODELBUILDER ER ET VERKTØY I ARCGIS DEKSTOP SOM TILBYR MULIGHETER FOR SLIK AUTOMATISERING AV PROSESSER.  <i>OPPGAVEN TAR FOR SEG MODELBUILDER SOM VERKTØY, OG EKSEMPLIFISERER BRUKEN AV VERKTØYET VED HJELP AV TO EKSEMPLER (MODELLER). VALG AV MODELLER ER DRØFTET I OPPGAVENS ANDRE DEL. DRØFTINGEN BASERER SEG PÅ KRITERIER SOM BLE SATT MED BAKGRUNN I SPØRREUNDERSØKELSER I MILGEO-FAGMILJØET I HÆREN..</i></i>	
<b>GRADERING:</b> <i>UGRADERT</i>	
<b>OMSLAGSBILDE:</b> <i>VÅPENSKJOLD KRIGSSKOLEN</i>	
<b>GODKJENT:</b>  <i>LINDERUD:                    _____                    _____</i> <i>   DATO     VEILEDER</i>	

## FORORD

Hovedprosjektet ved ingeniørutdanningen på Krigsskolen anses for å være det avsluttende prosjektet i utdanningen. Målet for prosjektet er beskrevet i studiehandboka for ingeniørutdanningen:

*Kadettene skal gjennom et mer omfattende prosjekt se helheten i ingeniørutdanningen. Kadettene skal vise at de har tilstrekkelig kompetanse til å løse større komplekse prosjekter og mindre konkrete problemstillinger. Emnet skal videreutvikle kadettenes kompetanse innenfor rammen av fagplanen og sikre at kadettene når rammeplanens mål for ingeniørutdanning, se kapittel 2. (Krigsskolen, 2010, s 60)*

Bakgrunnen for oppgaven er en undersøkelse som ble gjennomført i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret høsten 2009, undersøkelsen ble gjennomført på nytt i forkant av forprosjektet til oppgaven i 2010. Et utvalg av avdelinger ble bedt om å kartlegge temaer som kunne være aktuelle til hovedoppgaver for kadettene på MilGeo-fordypningen ved Krigsskolen. Et forslag fra MilGeo-faggruppen ved Hærens våpenskole (HVS), om å automatisere analyser og databehandling i ArcGIS Desktop<sup>1</sup> ved bruk av ModelBuilder<sup>1</sup>, ble valgt etter stor interesse fra både prosjektdeltakerne (heretter gruppen) og MilGeo-fagmiljøet i Hæren.

Hensikten med oppgaven er å inspirere MilGeo-operatører i Hæren til å benytte seg av ModelBuilder for å automatisere analyse- og databehandlingsarbeid. ModelBuilder er et verktøy i ArcGIS Desktop til bruk for å utvikle modeller. Forslag om hvilke modeller som skulle utvikles ble hentet inn i en spørreundersøkelse som resulterte i forslag til fem modeller.

Gruppen takker Annike Ågedal fra PRT Maimanah, Birgitte Løhren fra Geodata AS<sup>2</sup> og Yngve Kvittum Bråthen ved HVS for deres bidrag til oppgaven.

Videre ønsker gruppen å rette en spesiell takk til Ragnar Øien ved Krigsskolen og Tore Jensen fra Geodata AS for meget god støtte og veiledning i skriveperioden.

Oslo, Linderud 16. mai 2011

---

Martin Wesche

---

Magnus Fjetland

---

<sup>1</sup> ArcGIS Desktop og ModelBuilder er omtalt i kapittel 1.1

<sup>2</sup> Geodata AS er et norsk IT selskap som hjelper bedrifter i å se nye sammenhenger ved hjelp av geografiske informasjonssystemer (GIS). Geodata er også den norske distributøren av ArcGIS.



## SAMMENDRAG

Arbeidsbelastningen på MilGeo-personell er stor, særlig ved utenlandsmisjoner (PRT Maimanah, 2010). Mange av oppgavene som utføres av MilGeo-personell er rutineoppdrag, både på øvelser og oppdrag, i innland og utland. Det finnes få standarder for hvordan slike rutineoppdrag og andre utfordringer skal løses. Dette medfører at arbeidet må gjøres manuelt og på nytt hver gang. Ved å automatisere slike rutineoppdrag og introdusere en standard for løsninger vil arbeidsmengden kunne lettes betraktelig.

Opgaven skal eksemplifisere bruken av ModelBuilder, i den hensikt å øke interessen for bruk av modeller i Hæren. ModelBuilder er et verktøy i ArcGIS Desktop systemet som gir mulighet til å automatisere analyse- og databehandlingsprosesser gjennom å utvikle modeller. Modeller er automatiserte prosesser som er gjenbrukbare og kan deles.

Del en av oppgaven består av en kort teknisk innføring i ArcGIS Desktop systemet og ModelBuilder.

Del to av oppgaven beskriver og drøfter valg av modeller. Det ble utført spørreundersøkelser (Vedlegg C) i utvalgte avdelinger for å kartlegge rutineoppdrag som kunne være aktuelle å automatisere. Avdelingene som ble spurt var: Provincial Reconstruction Team Maimanah, Forsvarets militærgeografiske tjeneste, Krigsskolen og MilGeo-faggruppen ved Hærens Våpenskole. Resultatet av spørreundersøkelsene førte til et utvalg på fem modeller som på grunn av arbeidsmengde måtte begrenses til to modeller. På bakgrunn av prosjektmål og egne kriterier ble følgende modeller valgt:

- **Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt**  
*En analyse som tar for seg en valgt akse og kartlegger hvilke områder som er synlige fra aksene.*
- **Generalisering og sammenslåing av tracklogger**  
*Slår sammen tracklogger og gir muligheten for å visualisere hvor enheter har beveget seg, med mulighet for å hente ut informasjon om hvilke kjøretøy som ble brukt og på hvilke tidspunkt aksene ble benyttet.*

Del tre av oppgaven består av utviklingen av de to modellene. Den tar for seg hvilke verktøy som er brukt, en kort teknisk introduksjon om verktøyene og hvordan verktøyene brukes i den enkelte modell.

Modellene utfører prosessene betydelig raskere enn hva manuelt arbeid ville gjort. Produktene ser like ut hver gang og kan distribueres direkte, eller brukes videre i analyse- og databehandlingsarbeid. Dette er med på å skape kontinuitet i arbeidet. Arbeidsbelastningen til MilGeo-operatøren blir lettet og kvaliteten heves på den operative støtten ved å frigjøre tid fra rutineoppdrag. Modeller representerer en etterspurt standard for hvordan rutineoppdrag og andre utfordringer kan løses. Gruppen konkluderer med at automatiseringen av valgte prosesser ved hjelp av modeller og ModelBuilder er vellykket, og anbefaler at ModelBuilder inkluderes i fagplanen ved MilGeo-fordypningen på Krigsskolen.

Drøfting, konklusjoner og anbefalinger er gjort med grunnlag i: Gruppens faglige standpunkt ved endt oppgave, diskusjoner og problemløsning med sivile og militære aktører.

## INNHALDSFORTEGNELSE

Forord.....	iii
Sammendrag.....	iv
Innholdsfortegnelse .....	v
Tabell liste .....	vi
Figurliste .....	vii
Ordliste .....	x
Innledning .....	1
Metode .....	6
1. Hoveddel .....	8
1.1. Teori.....	8
1.2. Valg av modeller.....	16
1.2.1. Modeller.....	18
1.2.2. Drøfting.....	23
1.2.3. Delkonklusjon .....	25
1.3. Modeller.....	28
1.3.1. Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt.....	28
1.3.2. Generalisering og sammenslåing av tracklogger.....	42
1.3.3. Drøfting.....	60
2. Konklusjon og anbefalinger.....	62
Litteratur- og referanseliste.....	63
Vedleggsliste.....	64
A. Brukerveiledning.....	65
B. Mail til XTools.....	67
C. Spørreskjema / Spørreundersøkelse .....	68
D. Forprosjekt.....	lxx



## TABELL LISTE

Tabell 1: ModelBuilder – Beskrivelse - Hovedmeny .....	10
Tabell 2: Generalisering og sammenslåing av tracklogger – Eksempel – Formatfeil.....	52

## FIGURLISTE

Figur 1: ArcToolbox.....	9
Figur 2: ModelBuilder.....	10
Figur 3: ModelBuilder - Arbeidsvindu.....	11
Figur 4: ModelBuilder - Verktøy.....	11
Figur 5: ModelBuilder - Parameter.....	12
Figur 6: ModelBuilder - Egenskaper.....	13
Figur 7: ModelBuilder - Hurtigmeny.....	13
Figur 8: ModelBuilder – Verktøy - Dialogboks.....	14
Figur 9: ModelBuilder – Under bruk.....	15
Figur 10: ModelBuilder – Aktivitetsvindu.....	15
Figur 11: Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt.....	28
Figur 12: Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt – Dialogboks.....	29
Figur 13: Akseanalyse – Lagring av data.....	30
Figur 14: Akseanalyse– Densify - Eksempel.....	31
Figur 15: Akseanalyse – Convert Features to Equidistant Points.....	33
Figur 16: Akseanalyse– Convert Features to Equidistant Points – Før/Etter.....	33
Figur 17: Akseanalyse – Observer Points.....	35
Figur 18: Akseanalyse – Resultat av Observer Points.....	35
Figur 19: Akseanalyse – Observer Points – Eksempel – Tabell.....	36
Figur 20: Akseanalyse – Lookup.....	37
Figur 21: Akseanalyse – Resultat Lookup.....	37
Figur 22: Akseanalyse – Reclassify.....	38
Figur 23: Akseanalyse – Reclassify – Eksempel – før / etter.....	38
Figur 24: Akseanalyse – Orientering.....	39





Figur 25: Akseanalyse – Raster Calculator & Extract by Attributes .....	40
Figur 26: Akseanalyse– Resultat Rastercalculator & Extract by Attributes.....	41
Figur 27: Generalisering og sammenslåing av tracklogger – Eskempell - Tracklogg.....	42
Figur 28: Generalisering og sammenslåing av tracklogger – Del 1.....	43
Figur 30: Del 1– Dialogboks .....	44
Figur 31: Del 1 – Scratch Workspace.....	45
Figur 32: Del 1– Table To Point.....	46
Figur 33: Del 1– Resultat – Table To Point .....	46
Figur 34: Del 1 – Table To Polyline .....	47
Figur 35: Del 1 – Resultat Table To Polyline .....	47
Figur 36: Del 1 – Split Line At Vertices .....	48
Figur 37: Del 1 – Resultat – Split Line At Vertices.....	48
Figur 38: Del 1 – Join Field.....	49
Figur 39: Del 1 – Eksempel – Join Field .....	49
Figur 40: Del 1 – Resultat – Join Field .....	49
Figur 41: Del 1 – Unsplit Line .....	50
Figur 42: Del 1 – Eksempel – Unsplit Line .....	50
Figur 43: Del 1 – Resultat – Unsplit Line.....	50
Figur 44: Del 1 – Add Field, Calculate Field & Delete Fields.....	51
Figur 45: Del 1 – Eksempel – Add field, Calculate Field & Delete fields.....	52
Figur 46: Del 1 – Add Field & Calculate Field "Vehicle" .....	53
Figur 47: Del 1 – Resultat – Add Field & Calculate Field "Vehicle" .....	53
Figur 48: Generalisering og sammenslåing av tracklogger – Del 2.....	54
Figur 49: Del 2 – Dialogboks .....	54
Figur 50: Del 2 – Eksempel -Merge .....	55
Figur 51: Generalisering og sammenslåing av tracklogger – Del 3.....	56
Figur 52: Del 3 – Dialogboks .....	56

Figur 53: Del 3 – Copy Features & Integrate .....	57
Figur 54: Del 3 – Eksempel – Integrate .....	57
Figur 55: Del 3 – Kernel Density.....	58
Figur 56: Del 3 – Eksempel – Kernel Density.....	58
Figur 57: Del 3 – Symbolisering – Egenskaper.....	59
Figur 58: Del 3 – Symbolisering – Forklaring .....	59
Figur 59: Del 3 – Symbolisering – Eksempel.....	59



## ORDLISTE

<b>Forkortelse</b>	<b>Forklaring</b>
<b>Compact Disc (CD)</b>	Optisk plate for lagring av digitale data.
<b>Datasett</b>	En eller flere filer som naturlig hører sammen.
<b>Forsvarets militærgeografiske tjeneste (FMGT)</b>	Forsvarets anerkjente senter for geografisk informasjon – nasjonalt og internasjonalt.
<b>Geographic Information System (GIS)</b>	Datamaskinbaserte systemer som brukes til å registrere, modellere, lagre, hente, manipulere, analysere og presentere geografisk refererte data.
<b>Global Positioning System (GPS)</b>	Et nettverk av satellitter som er plassert i bane rundt jorden av det amerikanske forsvaret. Systemet gjør det mulig for en mottaker å fastsette egen posisjon med svært stor nøyaktighet rundt om i verden.
<b>Hærens våpenskole (HVS)</b>	Hærens utviklings- og kompetanse senter.
<b>Inndata / utdata</b>	Data som brukes til grunnlag i analyser- og databehandlingsprosesser.
<b>Iterasjon</b>	Iterasjon i ModelBuilder: Å automatisk repetere en prosess med mulighet for bruk av forskjellig inndata.
<b>Lyrfil</b>	En fil som inneholder symboliseringsregler gitt av brukeren.
<b>MilGeo</b>	Egennavn på militær geografi.
<b>Provincial Reconstruction Team (PRT)</b>	En stabiliseringsstyrke bestående av soldater som bidrar til innsatsen for å gjenoppbygge Afghanistan og Irak.
<b>Raster</b>	Digitale data i bildeform. For eksempel digitale foto.
<b>Rasterceller</b>	Enkeltceller i raster. Hver celle har en verdi som korresponderer med et spesifikt område.
<b>Script / scriptspråk</b>	Programmeringsspråk som tolkes og utføres av separate programmer. Et script er en fil som inneholder kommandoer til programmet som brukes for å tolke det.
<b>Shapefil</b>	En filtype utviklet av Esri. Shapefiler består av geometriske figurer og finnes i tre typer: Point (punkt), Line (linje) og polygon (mangekant).
<b>Structured Query Language (SQL)</b>	Programmeringsspråk som benyttes til å formulere og kjøre operasjoner i databaser.
<b>Tabell</b>	Refererer til et sett med verdier, organisert i rader og kolonner.
<b>Table of contents (TOC)</b>	Liste over datafiler som er tilgjengelig i arbeidsfilen som brukeren har åpnet i ArcMap.
<b>Terrengmodell</b>	En systematisk digital representasjon av terrengoverflatens høyder. Tar ikke hensyn til bygninger, vegetasjon eller liknende, kun terrengoverflaten.
<b>Tracklogger</b>	Logg av hvor kjøretøy har kjørt. Logges ved hjelp av GPS til datatabeller som inneholder koordinater over områder som er kjørt i.
<b>Viewshed</b>	Et ArcMap verktøy som er den mest brukte synbarhetsanalysen i MilGeo-fagmiljøet i Hæren.

## INNLEDNING

### Bakgrunn

Fagplanen ved MilGeo-fordypningen på Krigsskolen (Krigsskolen, 2010) omfatter ikke dette emnet. Ved å velge et emne utenfor fagplanen kan gruppens faglige utbytte potensielt bli stort. MilGeo-operatører i Forsvaret benytter seg i liten grad av de mulighetene ModelBuilder gir. Oppgaven er også relevant for Forsvaret, da verktøyet er en del av ArcGIS programvarepakken Forsvaret bruker.

Gruppen forhørte seg angående bruk av modeller i Hæren. Det viste seg at bruken i beste fall var moderat. For å komme i kontakt med det sivile markedet deltok gruppen på *Norsk ESRI brukerkonferanse 2011* (Geodata, 2010). Her kom det frem at sivile bedrifter som regel benytter seg av modeller når analyse- og databehandlingsprosesser utføres i ArcGIS Desktop. De samme bedriftene mener også at modeller effektiviserer arbeidet, spesielt ved repeterende arbeidsprosesser.

Primært er formålet med oppgaven å inspirere MilGeo-operatører til å sette seg inn i ModelBuilder for å kunne produsere modeller på egenhånd. Sekundært skal oppgaven inspirere til bruk av ferdig produserte modeller, som for eksempel de modellene som er vedlagt i denne oppgaven. Oppgaven har også til hensikt å belyse muligheter ved bruk av ModelBuilder som kan effektivisere MilGeo-operatørens daglige arbeid.

### Faglig standpunkt og tilegning av kunnskap

Ved oppstart av prosjektet hadde gruppen grunnleggende kunnskaper om hvordan analyser og databehandling gjøres ved bruk av programvarene ArcMap og ArcCatalog. ModelBuilder ble introdusert til gruppen som et verktøy for å automatisere analyse- og databehandlingsprosesser. Gruppen hadde ingen kjennskap til hvordan brukergrensesnittet så ut eller hvordan det skulle brukes. Neste steg ble derfor å tilegne seg mer kunnskap om ModelBuilder.

Geodata arrangerer kurs som tar for seg store deler av mulighetene i ModelBuilder. Kurset som var planlagt våren 2011 ble avlyst og det ble nødvendig å finne andre metoder å tilegne seg kunnskapene på.



Dokumentasjon fra Geodata kurset *ArcGIS ModelBuilder* (Geodata, 2007) ble brukt for å øke kompetansenivået ved utvikling av modeller. Hjelpfunksjonen i ArcGIS har blitt benyttet, da denne er en del av programvaren som er tilgjengelig ved Krigsskolen. Environmental Systems Research Institute (Esri)<sup>3</sup> tilbyr en rekke gratis videokurs over internett. Gruppen har deltatt på kurset *Geoprocessing Using ModelBuilder* (Esri, 2011). Under deltakelsen på *Norsk ESRI brukerkonferanse 2011* deltok gruppen på et minikurs i grunnleggende bruk av ModelBuilder. Til sammen har dette gitt gruppen tilstrekkelig kunnskap til å kunne ta ModelBuilder i bruk i denne oppgaven.

---

<sup>3</sup> Esri er et privateid konsulentfirma som spesialiserer seg i landbaserte analyseprosjekter. Utvikler av ArcGIS

## Forutsetninger og begrensninger

- Leser

Oppgaven er bygget opp for å gi et godt utbytte til alle som leser den, men er primært tiltenkt lesere med kompetansenivå tilsvarende fullført 3-årig ingeniørutdanning ved Krigsskolen med fordypning i militær geografi.

- Programvare

For lettere å kunne se hva begrensningene i tilknytning til programvaren har å si for sluttresultatet, er dette omtalt i oppgavens teoridel (kapittel 1.1).

For kjøring av modeller forutsettes det at brukeren har tilleggsmodulene *ArcGIS Spatial Analyst* og *ArcGIS Military Analyst*.

- Modeller

I oppgaven vil betegnelsen modeller være en ensbetydende med prosesser som er automatisert ved hjelp av ModelBuilder.

Modellenes utforming er ment for å eksemplifisere muligheter ved ModelBuilder og har ikke til hensikt å finne den mest optimale løsningen. Dette har ført til visse krav og forutsetninger for de spesifikke modellene som vil bli forklart i hovedkapittelet i tilknytning til den enkelte modell.

- Generelt

Kvaliteten på inndata vil påvirke produktet av modellene. Dette blir ikke diskutert i denne oppgaven, og må vurderes av bruker på lik linje som det gjøres ved manuelle analyser.

Bruk av iterasjon i modeller vil ikke bli omtalt i oppgaven.

Oppgaven tar utgangspunkt i at modeller effektiviserer arbeidsprosesser og vil kun drøfte dette med grunnlag i gruppens erfaringer etter arbeidet med modellene, samt diskusjon med fagmiljøet og sivile aktører. Alle konklusjoner og anbefalinger gitt i oppgaven er gjort med bakgrunn i gruppens faglige standpunkt ved endt oppgave, samt i samtaler med MilGeo-fagmiljøet i Hæren, sivile aktører og Krigsskolen.

- Spørreundersøkelse

For at oppgaven skal kunne leses av et større publikum ble den holdt ugradert. Svarene som kom fra PRT Maimanah kan av denne grunn ikke legges ved oppgaven.



## Rapportens disposisjon

Kapittel 1.1 tar for seg ArcGIS systemet og hvilke programmer det består av, samt oppgavens begrensninger for hvilke programmer som blir benyttet. I tillegg blir det gitt en innføring i bruk av ModelBuilder.

Kapittel 1.2 beskriver og drøfter hvilke modeller oppgaven skal ta for seg. For å strukturere drøftingen ble det utarbeidet et sett med kriterier på grunnlag av den daværende kunnskapen om ModelBuilder og resultatene fra spørreundersøkelsene (Vedlegg C). Modellene blir oppsummert og drøftet etter de forskjellige kriteriene. Kapitlets drøfting tar for seg de viktigste forskjellene mellom modellene og danner grunnlaget for konklusjonen og valg av to modeller.

Kapittel 1.3 omhandler de to utvalgte modellene. For hver modell forklares først bruken av og hensikten med, samt eventuelle forutsetninger og begrensninger med modellen. Deretter følges en fast struktur som tar for seg ett og ett verktøy etter følgende mal:

1. Navn på verktøy.
2. Bilde av verktøy fra ModelBuilders arbeidsvindu.
3. En kort teknisk introduksjon til verktøyet utførelse, samt hvilke parametere som brukes.
4. Bilde av inn/ut data, samt en forklaring av hvordan verktøyet er brukt i modellen.

Enkelte punkter kan være utelatt der det ikke er passende i henhold til verktøyets funksjon.

Kapittel 1.2 og 1.3 drøftes hver for seg med en samlet konklusjon i kapittel 1.4.

## Prosjektmål og Problemformulering

Prosjektmålene ble utviklet for å danne grunnlaget til problemformuleringen. Disse brukes også som grunnlag i valget av modeller (kapittel 1.2).

- Resultatmål

Produktet skal bestå av to modeller, klar til bruk. Modellene skal distribueres til et utvalg avdelinger i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret.

- Effektmål

Ved å distribuere produktet ønsker gruppen å øke interessen for bruk av modeller i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret, med fokus på Hæren.

- Læringsmål

Gruppen skal øke sin kompetanse i bruk av verktøy i ArcMap, samt tilegne seg spisskompetanse innenfor verktøyet ModelBuilder.

På grunnlag av prosjektmålene ble følgende problemformulering valgt:

*"Bør bruken av modeller, utviklet i ModelBuilder, økes i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret?"*

Oppgavens hensikt er å øke interessen for bruken av modeller i Forsvaret. Den skal også gi svar på om en automatisering av prosesser, med bruk av ModelBuilder, vil effektivisere MilGeo-opdrag. Dette gjøres ved å eksemplifisere bruken av ModelBuilder gjennom å utvikle to modeller.





## METODE

Dette kapittelet er skrevet på grunnlag av teori hentet fra Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) og Jacobsen (2005).

### Valg av metode

Arbeidet med denne oppgaven har basert seg på forskningsprosessen slik den er beskrevet i Johannessen et al. 2010 s 32. Forskningsprosessen deler arbeidet inn i fire faser og dreier seg om hvordan man samler inn, analyserer og tolker data:

1. Forberedelse
2. Datainnsamling
3. Dataanalyse
4. Rapportering

Fasene er tilpasset prosjektet og det har vært en flytende overgang mellom dem.

#### - Forberedelse

I forbindelse med at gruppen forhørte seg angående bruk av modeller i Hæren (side 1, avsnitt 2), ble det gjennomført en mindre deduktiv undersøkelse. Arbeidet besto i å kontakte MilGeo-operatører i Hæren, samt å diskutere med gruppens veileder, for å kartlegge deres mening rundt temaet. Alle de involverte partene bekreftet vår antagelse og gruppen konkluderte med at modeller er lite brukt i MilGeo-fagmiljøet.

I sin helhet ble forberedelsene gjennomført som et forprosjekt som også er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg D).

#### - Datainnsamling

Innsamling av data har blitt gjennomført ved hjelp av møter, litteraturstudier, konferansedeltakelse og kurs.

Valget av metode falt på en induktiv og kvalitativ tilnærming. Ettersom en induktiv tilnærming baserer seg på å undersøke uten forventninger i forkant, passet dette godt da gruppen hadde liten erfaring innenfor fagfeltet militær geografi. Videre var det nødvendig å kartlegge hvilke modeller som kunne være aktuelle å produsere. Dette ble gjort ved å få frem synspunkter fra personell med erfaring. På grunnlag av dette ble en kvalitativ tilnæringsmetode valgt.

For å få en dypere innsikt i og økt kunnskap om MilGeo-operatørens hverdag har oppgaven vektlagt nærhet fremfor distanse. Gruppen ble dermed i bedre stand til å vurdere hvilke modeller som skulle produseres. Som et resultat av å vektlegge nærhet har kun et utvalg av avdelinger vært med på å påvirke valget av modeller. Avdelingene ble valgt på grunnlag av at de har personell med både inn- og utenlands erfaring innenfor fagfeltet militær geografi.

Distanse ble ikke vektlagt da gruppens vurdering var at undersøkelsesobjekter kun i ubetydelig grad ville bli påvirket av undersøkelsen.

- Dataanalyse

Dataanalyseringen ble gjennomført ved å drøfte de forskjellige modellforslagene opp mot hverandre. For å strukturere deler av drøftingen ble det utarbeidet en struktur som er beskrevet i kapittel 1.2.

- Rapportering

Del en av rapporteringen består av denne skriftlige oppgaven.

Del to består av en Compact Disc (CD) som inneholder to ferdige modeller klare til bruk for MilGeo-operatører.

## Metodekritikk

Gruppens valg av metode har ført til at problemstillingen baserer seg på en antagelse som er verifisert gjennom en mindre, deduktiv undersøkelse. Dette er i utgangspunktet ikke den beste måten å bekrefte en antagelse på, da en deduktiv undersøkelse kan påvirke intervjuobjektets mening. Gruppen ser likevel på metoden som god nok i denne sammenheng, ettersom det er begrenset hvor mye påvirkningskraft en kan ha på spørsmål som "Bruker du modeller i ditt arbeid?".

Fokus på nærhet har ført til at oppgaven ikke dekker innslag fra hele fagmiljøet. Oppgavens effektmål har dermed blitt påvirket ved at enkelte modeller er mer relevante for noen operatører enn andre, avhengig av avdeling. Dette kan føre til at interessen ikke vil øke like mye i alle deler av fagmiljøet. Gruppen kompenserer for dette ved å etterlyse forslag fra personell i forskjellige stillinger, i forskjellige avdelinger. Forslagene som kom inn under innsamlingen var derfor basert på enkeltindividers erfaring og subjektive mening, men klarte likevel å dekke store deler av fagmiljøet.

Subjektive meninger har vært essensielle i denne oppgaven. Slike meninger kan endres over tid. Derfor er prosjektet mest sannsynlig ikke repliserbart. Med dette menes det at dersom undersøkelsene utføres på nytt, vil resultatet sannsynligvis bli noe annerledes.

Produktenes kvalitet begrenses av hva gruppen har klart å tilegne seg av kunnskap om ModelBuilder.



# 1. HOVEDDEL

## 1.1. Teori

### ArcGIS

ArcGIS er et system av geografiske informasjonssystemer (GIS) som er produsert av Esri, et verdensomspennende selskap innenfor GIS. Systemene kan hente ut, redigere, lagre, analysere og presentere geografisk data. ArcGIS inneholder programvare for desktop (pc), server, online og mobile enheter. Oppgaven omhandler kun ArcGIS Desktop versjon 10.0.

ArcGIS Desktop inneholder applikasjonene: ArcMap, ArcCatalog, ArcScene og ArcGlobe. Oppgaven omhandler kun ArcMap.




ArcGIS Desktop kommer i flere versjoner: ArcInfo, ArcEditor, ArcView, ArcReader. ArcReader er en gratis applikasjon som lar brukeren visualisere, utforske og printe kart og kartprodukter. ArcView, ArcEditor og ArcInfo versjonene er lisensstyrt og innehar forskjellig grad av funksjonalitet. ArcInfo er den tyngste versjonen med full funksjonalitet. I oppgaven brukes ArcInfo.

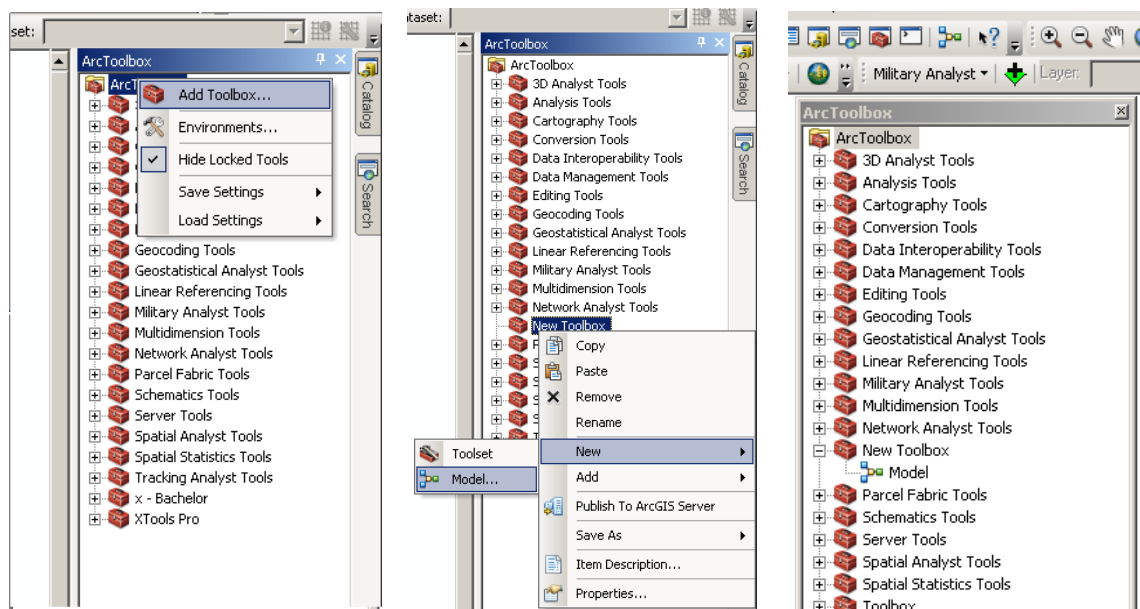
ArcMap er en applikasjon som omhandler alt arbeid med geografiske data, herunder: Avansert analysearbeid og modellering, geoprosessering, redigering, publisering av kartdata, konvertering av kartdata, og avanserte kartografiske verktøy for produsering og publisering av kart. I tillegg til disse funksjonene tilbys flere tilleggsmoduler til ArcMap. Tilleggsmoduler gir økt funksjonalitet i form av flere analyseverktøy, økt produktivitet og løsninger for å håndtere informasjon fra spesielt krevende kunder som for eksempel hæren, sjøforsvaret og luftforsvaret. Oppgaven omhandler verktøy fra to tilleggsmoduler som tilbyr analyseverktøy: *ArcGIS Spatial Analyst* og *ArcGIS Military Analyst*.

## ModelBuilder

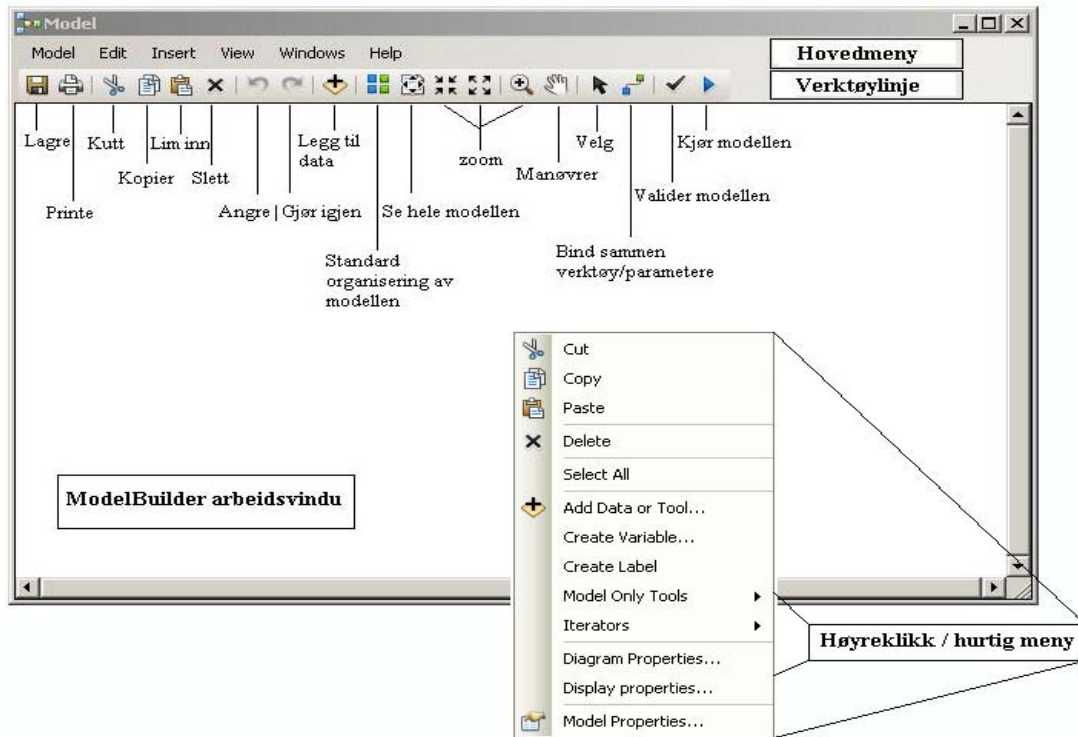
ModelBuilder er et verktøy i ArcGIS Desktop (tilgjengelig i applikasjonene ArcMap og ArcCatalog) som gir brukeren mulighet å sette opp automatiserte arbeidsprosesser (modeller) som er gjenbrukbare og kan deles. Modeller er en effektiv måte å automatisere, administrere og dokumentere analyser og databehandling på.

Verktøyet ModelBuilder kan startes både i ArcMap og i ArcCatalog. Verktøyet både fungerer likt i begge programmene. I ArcMap kan ModelBuilder startes på to måter:

- Hurtigtasten for ModelBuilder ligger på verktøylinjen i ArcMap (  ). Arbeidsvinduet kommer opp automatisk og verktøyet er klart til bruk. Den resulterende modellen kan lagres på ønsket sted. Dersom ikke annet er spesifiseres vil den lagres i en standard verktøyboks på filstien: *Mine dokumenter\ArcGIS\Toolbox.tbx\modelnavn*. Den nye verktøyboksen må legges til i oversikten av verktøy i ArcMap(ArcToolbox) før modellen er tilgjengelig til bruk og editering. Dette gjøres ved å høyreklikke på ArcToolbox (  ArcToolbox) - > *Add Toolbox*. Modellen befinner seg i den nye verktøyboksen som nå ligger i ArcToolbox (Figur 1).
- Den andre måten å starte ModelBuilder på er å bruke *Add Toolbox* direkte, og velge *New Toolbox* (  ) på hurtigmenyen i dialog boksen. Da dukker den nye verktøyboksen opp i ArcToolbox og en ny modell kan legges til ( *Høyreklikk -> New -> Model* ). Denne metoden brukes i oppgaven.



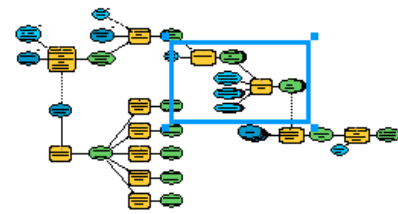
FIGUR 1: ARCTOOLBOX



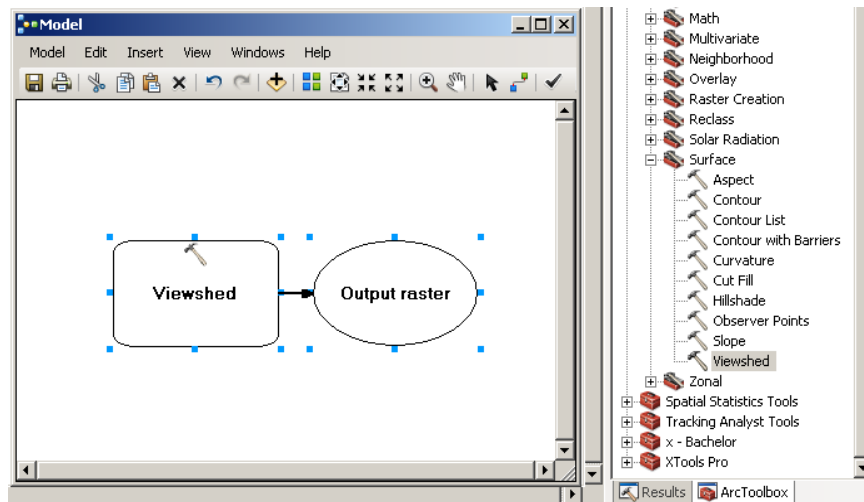
FIGUR 2: MODELBUILDER

ModelBuilder består av arbeidsvinduet, en hovedmeny og en verktøylinje (Figur 2). Verktøylinjen består av praktiske hurtigknapper til de mest brukte funksjonene. Hovedmenyen består av 6 nedtrekksmenyer:

Meny	Beskrivelse
<b>Model</b>	Valg for kjøring av modellen, validering, se eventuelle meldinger og rapporter, lagre, printe, importere, eksportere og lukke modellen. Man kan også bruke denne menyen til å slette midlertidige data og sette egenskaper for modellen.
<b>Edit</b>	Angre, gjøre om, kutte, kopiere, lime inn, slette og selektre elementer i modellen.
<b>Insert</b>	Legge til data, verktøy, variabler, tekst og spesielle modell verktøy.
<b>View</b>	Forskjellige zoom funksjoner.
<b>Windows</b>	Inneholder en oversiktsfunksjon som viser hele modellen og en oversikt over hvor man befinner seg når man zoomer inn på en del av modellen i arbeidsvinduet.
<b>Help</b>	ArcGIS hjelpefunksjon: Desktop Help Online system og kort info om ModelBuilder.

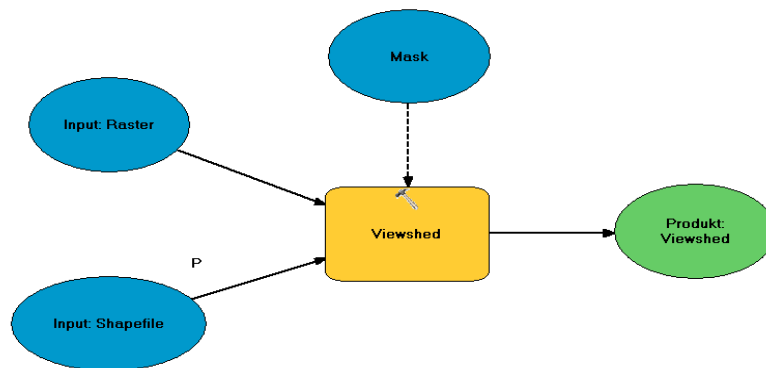


TABELL 1: MODELBUILDER – BESKRIVELSE - HOVEDMENY



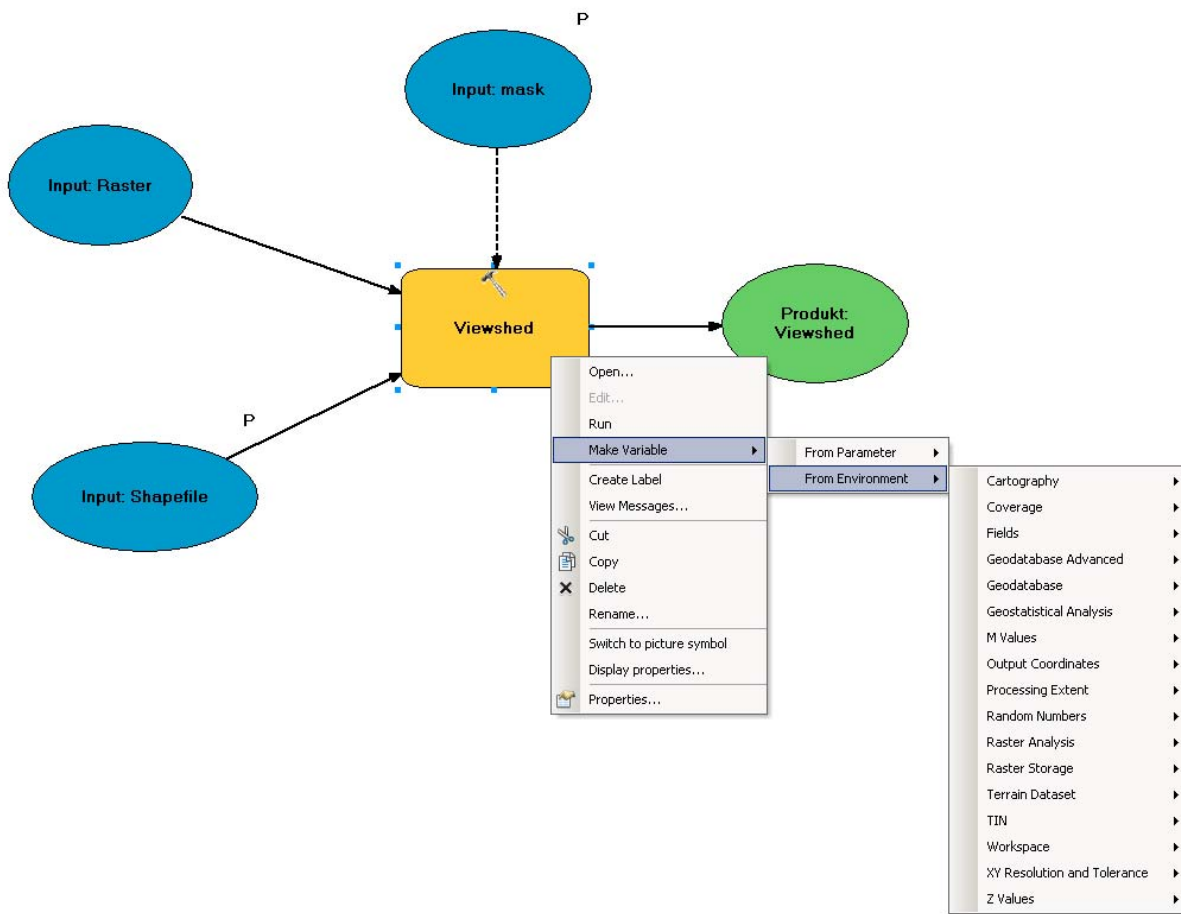
FIGUR 3: MODELBUILDER - ARBEIDSVINDU

Verktøy kan legges til i ModelBuilder på flere måter. *Add Data or Tool* (📁) åpner en dialogboks hvor man kan manøvrere seg frem til alle ArcMaps verktøy via *Toolboxes* -> *System Toolboxes*. Alternativt kan verktøyet dras inn i arbeidsvinduet direkte fra ArcToolboxen (Figur 3). Det samme gjelder data som er tilgjengelig i Table of Contents (TOC) i ArcMap. Dersom ønsket data ikke er tilgjengelig i TOC må *Add Data or Tool* funksjonen brukes. Et verktøy uten inndata visualiseres med en hvit firkantet boks og utdata med en tilsvarende rund boks. De er navngitt med henholdsvis navnet på verktøyet og typen utdata. Når verktøyet er hvitt betyr det at verktøyet ikke kan kjøres.



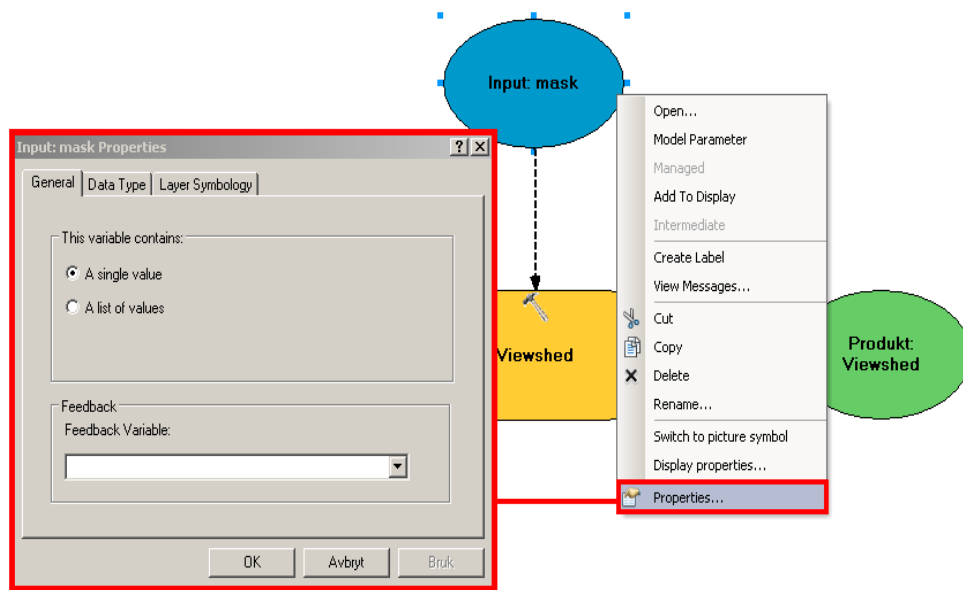
FIGUR 4: MODELBUILDER - VERKTØY

Når verktøyet har alt det trenger for å kunne kjøres vil det fargelegges gult (Figur 4). Inndata og andre parametere blir blå og utdata grønn. Parametere bindes til verktøyet ved å dra en linje fra parameteren til verktøyet (📁). Heltrukne linjer fører til inn-/utdata eller en parameter som er nødvendig for at verktøyet skal kunne kjøres. Stiplet linje fra en blå parameterboks til en verktøyboks betyr at parameteren er en standard ArcMap *Environment* parameter. Stiplede linjer mellom inn-/utdata fra et verktøy til annet verktøy, betyr at utdata må produseres før det andre verktøyet kan kjøres. Alle parametere inkludert inn-/utdata kan settes som valgfrie i hurtigmenyen (høyreklikk på aktuell boks og velg *Model Parameter*). Dette visualiseres med en "P" i høyre hjørne av boksen. At en parameter er valgfri vil si at brukeren selv kan endre inndata på den valgte parameteren i modellens dialogboks.



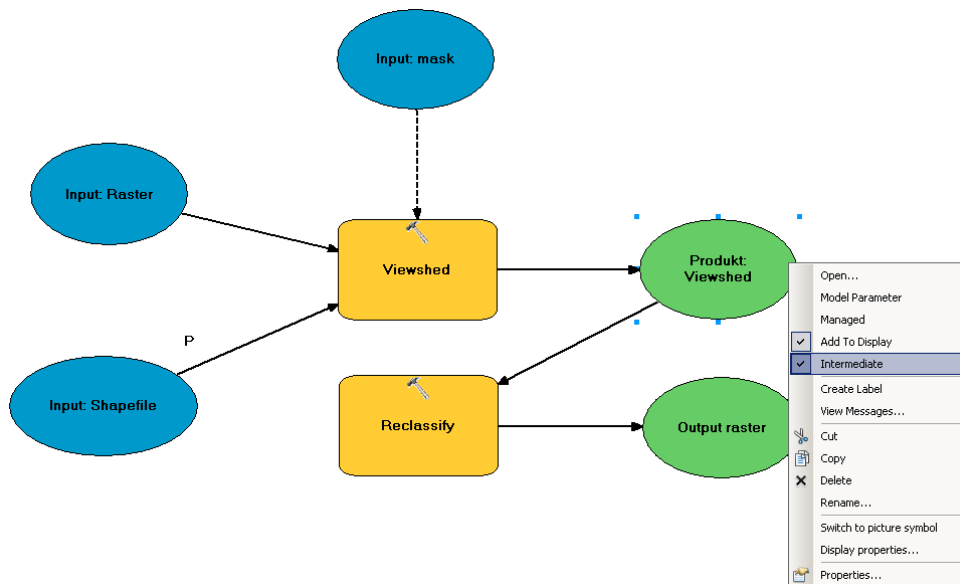
FIGUR 5: MODELBUILDER - PARAMETER

ModelBuilder tilbyr samme muligheter for å styre verktøyet som ArcMap. Parameterverdier kan fastsettes i verktøyets dialogboks som åpnes ved å dobbelklikke på den gule boksen (Figur 5). Alternativt finnes de under hurtigmenyen som dukker opp ved å høyreklikke på et verktøy. Ved å klikke på ønsket parameter hentes den ut av verktøyet (Figur 5) og kan settes som valgfri. Spesielt for verktøy er funksjonen *Run*, i hurtigmenyen, som kjører modellen til og med valgt verktøy. Menyen består også av en rekke standard funksjoner som: *Cut*, *Copy*, *Delete*, *Rename* med mer. ModelBuilder lagrer alt av feilmeldinger og notifikasjoner, disse kan leses under *View Messages*. Standardfunksjonene er like i alle deler av modellen.



FIGUR 6: MODELBUILDER - EGENSKAPER

Hentes parameteren ut av verktøyet åpner man for flere muligheter enn hva verktøyet har i ArcMap. *Properties* fører til dialogboksen som inneholder valg for disse mulighetene i de forskjellige parameterne (Figur 6). Her har man mulighet til å bestemme om parameteren skal ha flere inndata (*A list of values*), hvilken type data som skal brukes og symbolisering (basert på en predefinert symboliseringsfil). Velges flere inndata vil prosessen kjøres med det valgte antall inndata og gir samme antall produkter

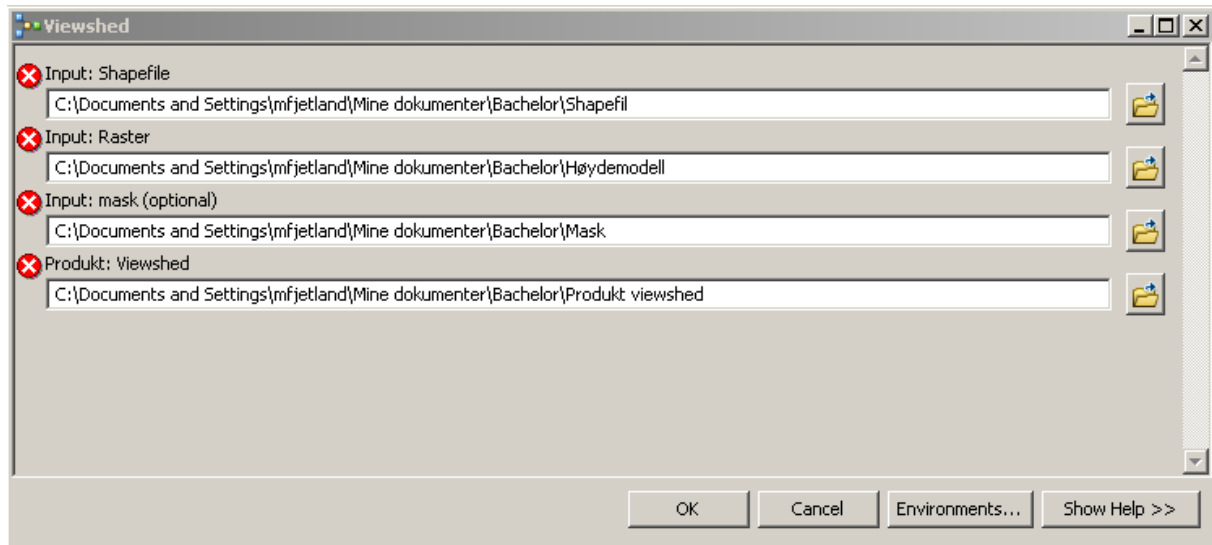


FIGUR 7: MODELBUILDER - HURTIGMENY



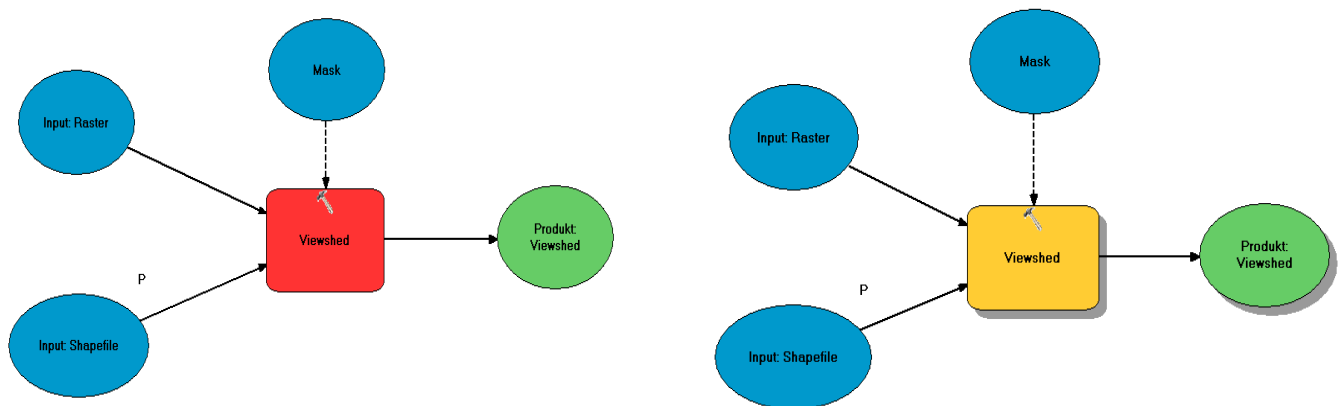


Produktet kan settes som *Intermediate*, dette betyr at et produkt som kun er nødvendig i neste steg i modellen vil slettes etter modellen er ferdigkjørt (Figur 7). *Add to display* vil automatisk legge det aktuelle produktet i din TOC slik at det kan visualiseres i ArcMap.



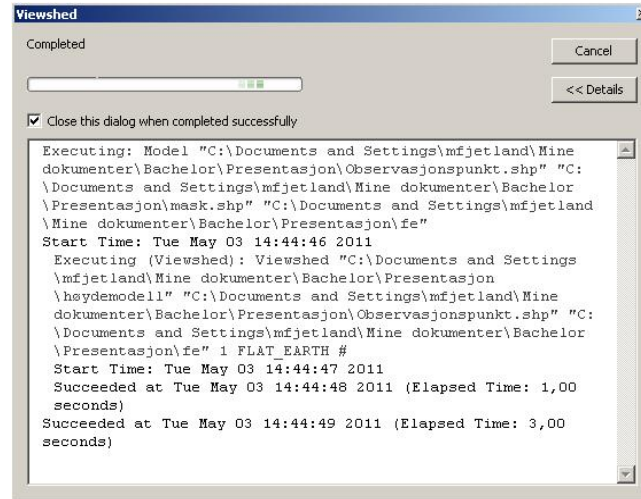
FIGUR 8: MODELBUILDER – VERKTØY - DIALOGBOKS

Modeller laget i ModelBuilder kan brukes på to måter: Gjennom ModelBuilder arbeidsvinduet og ved hjelp av verktøyets dialogboks (Figur 8). Dialogboksen lages automatisk av ModelBuilder underveis mens man setter sammen modellen. Parametere satt som valgfrie "P" vil dukke opp i dialogboksen. Brukeren kan hente inn ønsket inndata for den aktuelle parameteren. I dialogboksen over er hver dialog merket med et kryss (✗), dette betyr som regel at filstien er feil og at modellen dermed ikke kan kjøres. Problemet beskrives ved å klikke på krysset. *Environments* består av standard ArcMap verktøyparametere som er uavhengige av ModelBuilder. *OK* vil kjøre modellen.



FIGUR 9: MODELBUILDER – UNDER BRUK

Når modellen kjøres vil boksen som representerer verktøyet fargelegges rød (Figur 9). I en modell med flere verktøy vil verktøyene jobbe etter tur. Verktøyet er kun rødt mens det jobber og går tilbake til ordinær (gul) farge når det er ferdigkjørt. Dersom prosessen gjennomføres uten feil og mangler vil verktøy- og produktboksen bli skyggelagt. Skulle feil oppstå vil modellen stoppe ved det aktuelle verktøyet. Feilen beskrives i aktivitetsvinduet (Figur 10) og i *View Messages* under det første verktøyet uten skygge.



FIGUR 10: MODELBUILDER – AKTIVITETSVINDU



## 1.2. Valg av modeller

### Innledning

For å gi modellene faglig tyngde ble det gjennomført spørreundersøkelser (Vedlegg C) i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret. Spørreundersøkelsene ble gjennomført i en rekke avdelinger:

Ingeniørbataljonen, det norske MilGeo-bidraget i PRT Maimanah, MilGeo-faggruppen ved HVS og FMGT. Den siste erfaringsrapporten (PRT Maimanah, 2010) fra MilGeo-bidraget i PRT Maimanah ble også gjort tilgjengelig. Resultatet av spørreundersøkelsen beskrev et antall rutinemessige analyse- og databehandlingsprosesser. Med grunnlag i dette resultatet startet arbeidet med å tilpasse automatiserte modeller til disse analysene. Deler av dette arbeidet var også å tilegne seg kunnskap om ModelBuilder, for å kunne vurdere hvordan modellene skulle utvikles.

Totalt ble det, med støtte fra Krigsskolen og MilGeo-faggruppen ved HVS, utarbeidet forslag til utvikling av fem modeller. Alle disse hadde et forankret behov i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret. Gruppen fikk etter hvert bedre innsyn i ModelBuilder og det faglige nivået hevet seg. Omfanget av arbeidet viste seg å være for stort til å utvikle alle de fem modellene. Omfanget av oppgaven ble derfor begrenset til to modeller.

Prosjektmålene, som beskrevet i innledningen, ble bestemt og lagt til grunn for utviklingen av de fem forslagene til modeller. Samtlige av de fem modellene som drøftes i dette kapitlet oppfyller prosjektmålene. Prosjektmålene brukes derfor ikke systematisk i drøftingen. Læringsmålene har vært avgjørende for valg av to modeller og brukes derfor tidvis i drøftingen.

## Kriterier

Kriteriene er utarbeidet i samsvar med kriteriene som ble lagt til grunn i spørreundersøkelsene (Vedlegg C) som ble utført. I tillegg til disse kriteriene beskrives kort hensikten med modellen.

### 1. **Behov**

- Er det behov for modellen
- Fra hvilke hold blir behovet identifisert

### 2. **Krav til verktøy**

- Hvilke ArcMap verktøy behøves
- Trengs eventuelt andre typer verktøy
- Trengs andre typer programvare
- Hvilke krav stiller modellen til verktøyet den bruker

### 3. **Kompleksitet**

- Hvilke krav stiller modellen til inndata: Hvor mange og hvilke typer
- Kommentar på eventuelle parametere

### 4. **Gjennomførbarhet**

Modellens gjennomførbarhet vurdert opp mot:

- Tid
- Kunnskap
- Tilgjengelige ressurser

### 5. **Tilpasningsdyktighet**

Hvor tilpasningsdyktig er produktene i forhold bruk i videre analyser/databehandlingsprosesser.

### 6. **Videreutvikling**

- Muligheter for å videreutvikle modellen



## 1.2.1. Modeller

5 modeller ble lagt til grunn for drøftingen.

### Modell 1: Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt

#### Hensikt

Akseanalysen gir bedre forutsetninger for å kunne vurdere lendet i tilknytning til en valgt akse. Modellen produserer to typer raster:

- Synbarhetsraster på forskjellige punkter langs aksene.
- Raster på områder som kan observere et gitt antall punkter på aksene.

#### Behov

Resultatet av spørreundersøkelsene (PRT Maimanah, 2011) synliggjorde at akseanalyser/databehandling er rutine i Norges MilGeo-bidrag i PRT Maimanah.

Behovet ble identifisert fra flere hold: Det norske MilGeo-bidraget i PRT Maimanah, MilGeo-faggruppen ved HVS og FMGT.

#### Krav til verktøy

ArcMap verktøy: *Reclassify, Calculate Field, Extract by Attributes.*

Andre verktøy: Verktøy for å gjøre om linjedata til punktdata, i shape format. Verktøy for å gjøre individuelle synbarhetsraster på flere punkter i en shapefil.

#### Kompleksitet

Krav til inndata: Akse i shapefil format, terrengmodell.

Det er ikke behov for mange parametere og de kan settes til valgfrie for økt fleksibilitet

#### Gjennomførbarhet

Samtlige verktøy inngår i fagplanen.

Alternativer for verktøy for å gjøre om linjedata og verktøy for å gjøre individuelle synbarhetsraster må undersøkes nærmere.

#### Tilpasningsdyktighet

Produktene av modellen skal være enkelt symbolisert og bestå av tabeller med fornuftige verdier. Med bakgrunn i dette regnes produktene som godt brukbare i videre analyse.

#### Videreutvikling

Flere alternative verktøy kan vurderes til bruk i modellen. Disse vil kunne føre til en bedre kvalitet på resultatet. Modellen kan bygges ut med flere analyser/databehandlinger for å få en mer omfattende akseanalyse.

## Modell 2: Layout mal

### Hensikt

Layouten er siste steg av MilGeo-operatørens arbeid. Arbeidet med layouten består av å gjøre produktet best mulig visuelt egnet. En standardisert layout vil sikre kontinuitet i produkter som blir distribuert. Modellen vil bruke ArcMap arbeidsfilen (\*.mxd) som inndata. Arbeidsfilen lastes automatisk inn i layout malen og er, med ønsket symbolisering, klar til distribuering.

### Behov

Kontinuitet i produkter gjør at kundene kjenner strukturen i produktet. Dette fører til mindre behov for kommunikasjon mellom kunden og MilGeo-operatøren. Noen avdelinger har allerede opparbeidet en mal for sine produkter.

Behovet ble identifisert av det norske MilGeo-bidraget i Maimanah, Afghanistan.

### Krav til verktøy

Annet behov: Det vil være nødvendig å bruke Python<sup>4</sup> scripting for å få til ønsket resultat.

### Kompleksitet

Krav til inndata: ArcMap arbeidsfil (\*.mxd format).

### Gjennomførbarhet

Kursing på Python scripting er nødvendig.

### Tilpasningsdyktighet

Modellen kan ikke brukes som en del av en større analyse annet enn til det formålet den er tiltenkt.

### Videreutvikling

Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad, med innholdet i layouten kan tilpasses og utvikles i henhold til behov.

---

<sup>4</sup> Python er et objektorientert programmeringsspråk.



## Modell 3: Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell

### Hensikt

Terrengmodeller brukes blant annet i synbarhetsanalyser/databehandling. Kvaliteten på er avgjørende for kvaliteten på produktet. Høydekoter er en svært nøyaktig type høydedata. Nøyaktigheten er her avhengig av kote-intervallet. Ved å gjøre om høydekoter til terrengmodeller vil disse kunne brukes videre i analyser/databehandling, kvaliteten på resultatet av analysen kommer an på detaljgraden i høydekotene.

### Behov

I områder med dårlig dekning av terrengmodeller, hvor dekningen av høydekoter er bra, vil det være nyttig å gjøre om disse til en terrengmodell.

Behovet ble identifisert av Krigsskolen.

### Krav til verktøy

ArcMap verktøy: *Create TIN, TIN to Raster, Reclassify*

### Kompleksitet

Krav til inndata: Digitaliserte høydekoter i shape format.

### Gjennomførbarhet

Samtlige verktøy inngår i fagplanen.

### Tilpasningsdyktighet

Produktet er ment til å benyttes i videre analyser.

### Videreutvikling

Modellen kan kun videreutvikles for å heve kvaliteten på sluttproduktet. Dette gjøres ved å bruke standard parametere i verktøyene som er brukt i modellen.

## Modell 4: Generalisering og sammenslåing av tracklogger

### Hensikt

MilGeo-operatører som mottar flere tracklogger om dagen vil fort kunne miste oversikten. Modellen vil kunne organisere denne informasjonen på en oversiktlig måte og gi mulighet for å se forskjell på de områdene man ferdes henholdsvis mye og lite i.

### Behov

Ett kartoverlegg som visualiserer tracklogger i et område kan brukes i sammenheng med andre kartoverlegg. Dette gir bedre forutsetninger for å være inkonsekvente i valg av akser i operasjonsplanleggingen.

Behovet ble identifisert under et besøk hos FMGT og senere bekreftet av MilGeo-faggruppen ved HVS og norske MilGeo-bidraget i PRT Maimanah.

### Krav til verktøy

ArcMap verktøy: *Table To Line, Unsplit Line, Add Field, Calculate Field, Merge*

Annet verktøy: Et verktøy som generaliserer linjer og fortsatt gir mulighet for å hente ut informasjon fra aksene (linjene).

### Kompleksitet

Krav til inndata: Tracklogg i form av en tabell (excel eller shape), hvor kun spesifisering av kolonnene med nødvendig informasjon er nødvendig.

### Gjennomførbarhet

Samtlige verktøy inngår i fagplanen.

Alternativ for verktøy for generalisering av linjer må undersøkes nærmere.

### Tilpasningsdyktighet

Resultatet kan benyttes videre som inndata i flere typer analyser og databehandling på lik linje med andre shapefiler. Modellen kan tilpasses slik at kravet for inndata er mer tilpasset formatet trackloggene kommer på.

### Videreutvikling

Modellen kan videreutvikles til ta vare på og legge til ytterligere informasjon om trackloggene. Verktøyene i modellen kan modifiseres til å kalkulere flere typer statistikk.





## Modell 5: Viewshed mellom to områder

### Hensikt

Visualisere hvor det er hensiktsmessig å observere en gitt posisjon, strekning eller område fra.

Gir brukeren et resultat med områder som er klassifisert: Godt egnet, egnet, mindre egnet.

Brukeren digitaliserer to bokser: En over målområdet som skal observeres, og en over ønsket område å observere fra. Et gitt antall punkter genereres i begge boksene. Synbarhetsanalysene gjennomføres på grunnlag av disse punktene. Modellen gjør først synbarhetsanalysen fra målområdet. Deretter velges området som er best egnet å observere fra, innenfor brukerens definerte boks. Synbarhetsanalysen gjennomføres på punktene som berøres av dette området og gir ut et synbarhetsraster over dette området.

### Behov

En toveis synbarhetsanalyse vil kunne gi et betydelig bedre resultat enn en vanlig *Viewshed* synbarhetsanalyse. Toveis synbarhetsanalyser er en krevende analyse som tar tid og krever mange parameter.

Behovet ble identifisert av HVS.

### Krav til verktøy

ArcMap verktøy: *Feature To Point, Viewshed eller Observer Points, Reclassify, Raster Calculator, Clip*

Annet behov: En mulighet for å tegne boksene interaktivt fra modellen.

### Kompleksitet

Krav til inndata: Terrengmodell i raster format

### Gjennomførbarhet

Samtlige verktøy inngår i fagplanen.

Muligheten for å digitalisere en boks interaktivt fra modellen må undersøkes.

### Tilpasningsdyktighet

Produktet vil kunne brukes i videre analyser på lik linje med vanlige synlighetsanalyser.

### Videreutvikling

Modellen vil ikke ha stort utviklingspotensial. Kvaliteten av produktet avhenger av terrengmodellen som brukes og kan ikke påvirkes i særlig stor grad av parametere i modellen.

## 1.2.2. Drøfting

### Behov

Samtlige modeller kan brukes både på øvelser og oppdrag i innland og utland. Erfaringsrapporten fra det norske MilGeo-bidraget i PRT Maimanah (PRT Maimanah, 2010) beskriver at MilGeo-operatøren er pålagt store arbeidsmengder. Det forklares også at de fleste operatørene er førstegangsreisende som bruker mye tid på å sette seg inn i normer og rutiner. En automatisering av rutineoppdrag vil kunne føre til en lettet arbeidsmengde. Ved å tilby et sett modeller å forholde seg til endres MilGeo-operatørens forutsetninger for å komme fortere inn i rutinene.

Med bakgrunn i dette prioriteres modellene som har behovet forankret i det norske MilGeo-bidraget i Afghanistan. Dette gjelder følgende modeller: *Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt*, *Layout mal* og *Generalisering og sammenslåing av tracklogger*. Behovet bekreftes i erfaringsrapporten fra PRT, Maimanah (PRT Maimanah, 2010). Eventuell effekt av modellen vil kunne måles umiddelbart.

### Krav til verktøy

*Layout* og *Viewshed* modellene har behov for andre programmer/funksjoner enn ArcGIS.

*Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt* og *Generalisering og sammenslåing av tracklogger* inneholder prosesser som krever GIS verktøy som ArcMap ikke har fullgode alternativ til.

*Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell* er bygget opp av få verktøy som alle inngår i fagplanen.

### Kompleksitet

Samtlige modeller, bortsett fra *Generalisering av tracklogger*, har krav til inndata på et format utviklet av Esri (shape-, rasterformat). Datasettene har av denne grunn god støtte av verktøy i ArcMap, noe som fører til lite eller ingen tilleggsjobb med inndata.

*Generalisering av tracklogger* bruker tabeller som inndata. Tabellene kan være i form av flere typer filer som: Shape, excel med mer. Disse tabellene må være på et gitt format for å kunne brukes og hente ut ønsket informasjon til ArcMap. Hvor mye arbeid som må gjøres med trackloggene for at de skal tilfredsstillende formatet modellen krever er avhengig av systemet trackloggene hentes fra.



## Gjennomførbarhet

*Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell* bruker kun funksjoner som inngår i fagplanen for MilGeo-fordypningen ved Krigsskolen og krever ingen kursing eller tilsvarende.

For å oppnå ønsket resultat i *Layout* modellen er scripting påkrevd. Python er scriptspråket som er inkludert i ArcGIS systemet og vil dermed være naturlig å benytte. Scripting har høy brukerterskel og krever kursing. Sivile aktører har ingen tilfredsstillende kurs tilgjengelige i passende tidsrom (Geodata, 2009 #1). Ingen militære kurs er tilgjengelig.

*Akseanalyse: Observasjon / Skuddfelt, Generalisering og sammenslåing av tracklogger og Viewshed mellom to områder* har alle behov for verktøy ArcMap ikke kan tilby tilfredsstillende løsninger på. For å kunne produsere modellene må alternative løsninger vurderes.

## Tilpasningsdyktighet

*Layout* modellen kan ikke brukes videre i analyser/databehandling.

Produktet av *Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell* er ment til bruk i videre analyser/databehandlingsprosesser og er spesielt tilpasset for dette. Selve modellen kan også brukes som en del av andre modeller.

Produktene fra *Akseanalyse, Generalisering av tracklogger og Viewshed mellom to punkter* kan også brukes i andre analyser/databehandlingsprosesser. Hovedformålet med modellene er likevel å lage et produkt som kan distribueres direkte. Dette kan gjøre at produktene vil trenge tilpasning for å kunne brukes videre, noe som er avhengig av hvilken videre analyse som skal utføres.

## Videreutvikling

*Layout* modellen kan ikke videreutvikles på annet enn innhold.

*Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell* kan kun videreutvikles for å heve kvaliteten på produktet av modellen.

### 1.2.3. Delkonklusjon

Vurdering av de mest vesentlige fordeler og ulemper mellom modellene grunner ut i valg av to modeller.

#### **Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt**

##### **For**

- Behovet for modellen er identifisert fra flere hold, også fra PRT Maimanah.
- Inndata er på standard Esri format (shape).
- Krever ingen kursing eller tilsvarende.

##### **Mot**

- Alternativer til manglende verktøy må vurderes.
- Produktet er ikke ment for direkte bruk i videre analyser/databehandlingsprosesser og kan trenge bearbeiding for videre bruk.

Behovet er forankret fra flere hold inkludert PRT Maimanah. Inndata er på standard format og stiller ingen krav til kursing eller tilsvarende. Modellen vurderes som gjennomførbar med mulighet for et meget godt resultat. Manglende verktøy gir gruppen mulighet for et teknisk læringsutbytte. Modellen produserer to produkter, noe som vurderes som tilfredsstillende i forhold til at produktene muligens må tilpasses for videre bruk.

Modellen velges til bruk i oppgaven.

#### **Layout mal**

##### **For**

- Behovet for modellen kun identifisert fra PRT Maimanah.
- Inndata er på standard Esri format (\*.mxd).

##### **Mot**

- Modellen har krav til Python scripting.
- Python skripting inngår ikke i fagplanen.
- Produktet kan ikke brukes videre i andre analyser/databehandlingsprosesser.
- Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad

Selv om behovet er identifisert fra PRT Maimanah er kravet om Python scripting for betydelig til å overses. Aktuelle kurs hos Geodata, *Introduksjon til geoprosessering med scripting i Python* (Geodata, 2009 #2), holdes i et ugunstig tidsrom og ville ført til en kostnad på rundt 13.500,- NOK per person. Modellen har også få muligheter for videreutvikling.

Modellen velges ikke til bruk i oppgaven.



## Omgjøring fra høydekoter til terrengmodell

### For

- Samtlige verktøy brukt i modellen dekkes av fagplanen.
- Inndata er på standard Esri format (shape).
- Krever ingen kursing eller tilsvarende.
- Produktet er ment til direkte bruk i andre analyser/databehandlingsprosesser.

### Mot

- Behovet for modellen er ikke bekreftet av PRT Maimanah.
- Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad.

En av to modeller som ikke har behovet forankret hos PRT Maimanah. Samtlige verktøy som er brukt i modellen inngår i fagplanen, noe som fører til lite teknisk utbytte. Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad. Tilgjengeligheten på inndata (høydekoter i shape format) ansees som dårlig og lite utbredt. Tilgangen på terrengmodeller er som regel bedre.

Modellen velges ikke til bruk i oppgaven.

## Generalisering og sammenslåing av tracklogger

### For

- Behovet for modellen er identifisert fra flere hold, også fra PRT Maimanah.
- Krever ingen kursing eller tilsvarende.
- Inndata kan være på standard Esri format (shape).

### Mot

- Alternativer til manglende verktøy må vurderes.
- Inndata kan kreve noe bearbeiding for å brukes.
- Produktet er ikke ment for direkte bruk i videre analyser/databehandlingsprosesser og kan trenge bearbeiding for videre bruk.

Behovet ble først identifisert fra ett hold og deretter bekreftet av to andre, blant annet PRT Maimanah.. Manglende verktøy gir gruppen mulighet for et teknisk læringsutbytte. Modellen har stor fleksibilitet hva inndata angår og kan også bruke filer med Esri format. Interessen rundt modellen og dens aktualitet ansees som så stor at den foretrekkes selv med de nevnte mangler og utfordringer.

Modellen velges til bruk i oppgaven.

**Viewshed mellom to områder****For**

- Inndata er på standard Esri format (raster).

**Mot**

- Behovet for modellen er ikke bekreftet av PRT Maimanah.
- Modellen stiller krav til funksjoner utenfor ArcGIS systemet.
- Produktet er ikke ment for direkte bruk i videre analyser/databehandlingsprosesser og kan trenge bearbeiding for videre bruk.
- Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad.

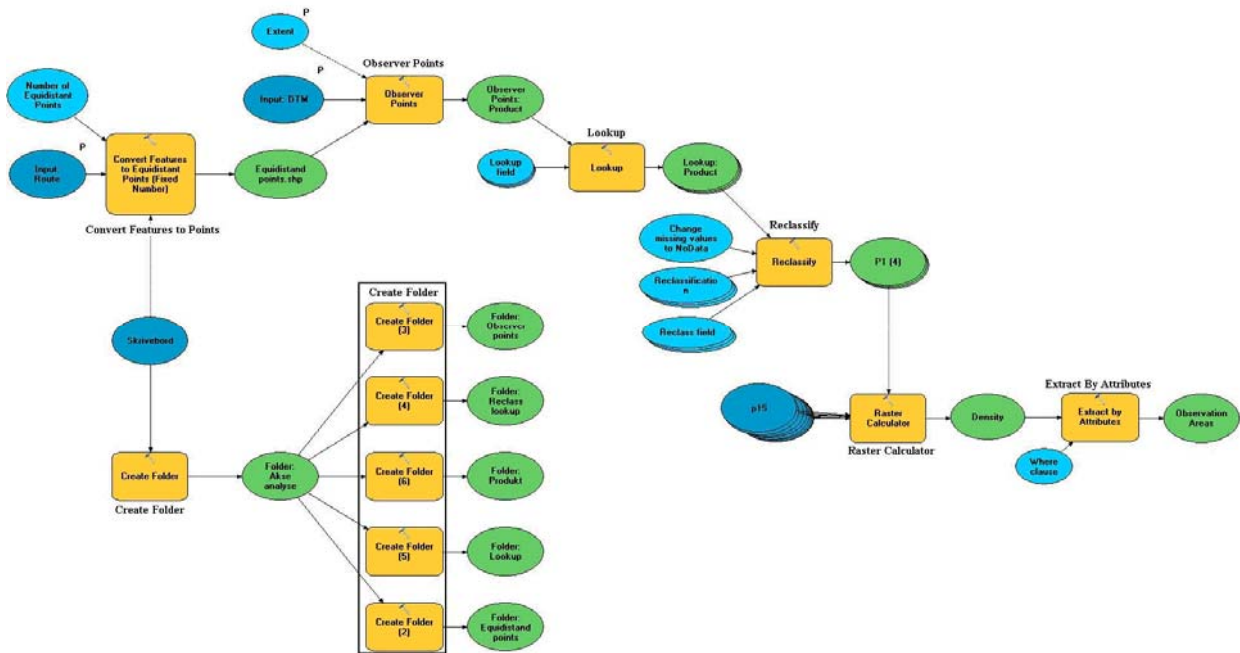
Den andre modellen som ikke har behovet forankret hos PRT Maimanah. Modellen stiller krav til funksjoner utenfor ArcGIS systemet. Dersom dette krever kursing kan det være problematisk med tanke på når et eventuelt kurs arrangeres. Modellen kan ikke videreutvikles i stor grad. Synbarhetsrasteret vil kunne brukes i videre analyser.

Modellen velges ikke til bruk i oppgaven.



### 1.3. Modeller

#### 1.3.1. Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt



FIGUR 11: AKSEANALYSE: OBSERVASJON / SKUDDFELT

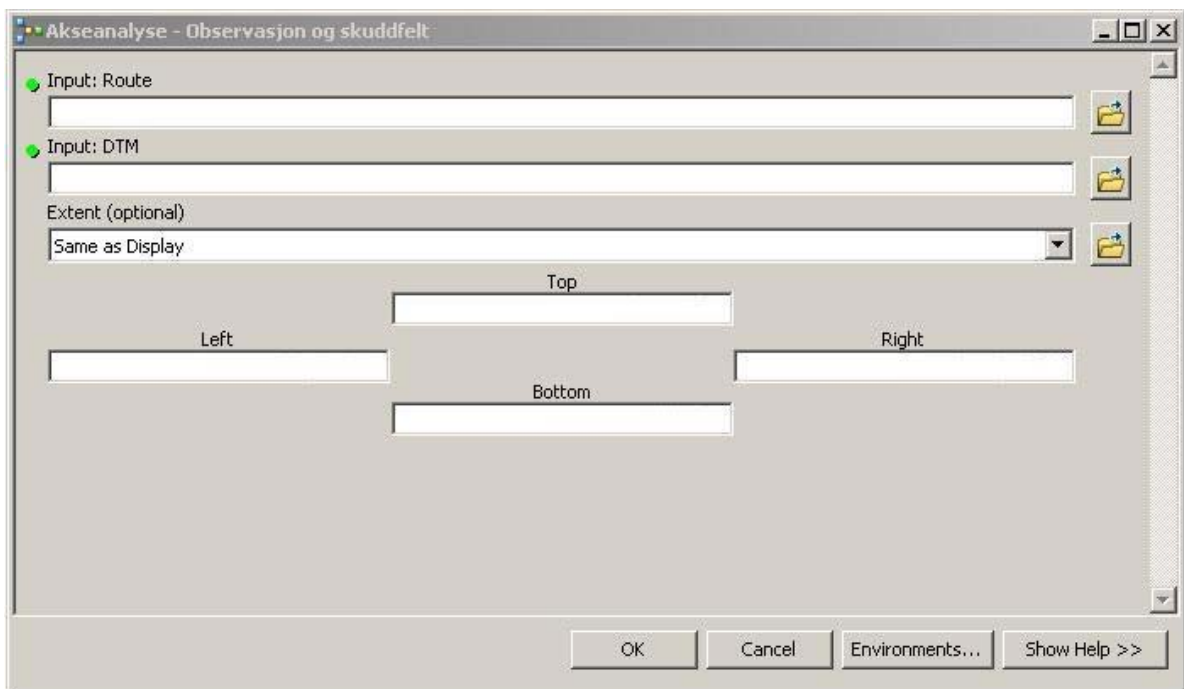
#### Bruk og hensikt

Behovet for en automatisert modell av denne analysen ble påpekt fra flere hold: Det norske MilGeo-bidraget i PRT Maimanah, MilGeo-faggruppen ved HVS og FMGT. Produktet av analysen gir brukeren mulighet til å velge punkter langs en akse og se synbarheten inn på disse punktene fra terrenget rundt. Dette kan gi bedre forutsetninger for å vurdere hvor fienden mest sannsynlig vil oppholde seg. Et annet produkt visualiserer hvilke områder som ser flere punkter på aksene. Produktene kan også brukes videre i mer komplekse analyser. Hvilke videre analyser de kan brukes i, og hvordan dette kan gjøres dekkes ikke av oppgaven. Analysen er bygget opp av flere verktøy som krever forskjellig type inndata (Figur 11). Modellen blir mer allsidig med mindre krav til inndata. Flere av verktøyene bruker derfor resultater fra foregående analyser som inndata. Inndata krav i denne modellen er:

1. Terrengmodell
2. Digitalisert akse i shape format.

Under utarbeidelsen av modellen ble det brukt en terrengmodell med 10x10 meters oppløsning. Modellen stiller for øvrig ingen krav til terrengmodellen som brukes, men det vil selvsagt ha innvirkning på produktet.

Det ble lagt vekt på å holde modellen så enkel som mulig. Modellen skal være lett å bruke og å forstå. Brukeren kan benytte produktet av modellen i andre analyser eller distribuere produktet direkte til kunden. Brukeren må derfor kunne gjøre sin egen vurdering av analysene i modellen. Analysen stiller på grunn av dette få krav til inndata og bruker få parametere, noe som gjør modellen fleksibel og lett å vurdere faglig.



FIGUR 12: AKSEANALYSE: OBSERVASJON / SKUDDFELT - DIALOGBOKS

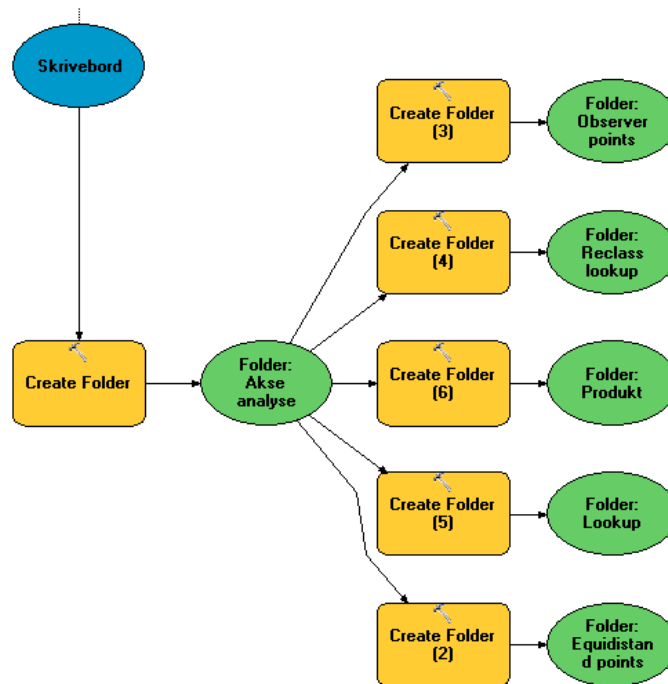
Modellens dialogboks beskriver hvilke data som trengs og gir brukeren mulighet til å hente inn disse selv (Figur 12). Ved vanlig bruk vil denne dialogboksen brukes.

*Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt* har per 10.mai.2011 en begrensning på 30 dagers bruk. Tilleggsmodulen som brukes (XTools Pro) inneholder en feil som gjør at ett av verktøyene oppgaven tar for seg ikke er tilgjengelig utenfor gratisperioden. Verktøyet oppgis å være gratis også etter denne perioden på selskapets hjemmesider. Feilen er meldt (Vedlegg B) til selskapet som produserer tilleggsmodulen.





## Lagring av data



FIGUR 13: AKSEANALYSE – LAGRING AV DATA

Modellen bruker en mappestruktur til lagring av data (Figur 13). Strukturen består av en hovedmappe med analysens navn og undermapper i henhold til de prosessene som utføres. Verktøyet *Create Folder* oppretter én mappe. Filstien og mappenavnet bestemmes av verktøyets dialogboks.

Mappen er plassert på skrivebordet: C:\Dokuments and Settings\All Users\Skrivebord\. Navnene på mapper kan ikke endres. Modellen henviser til den gitte mappestrukturen og vil ikke takle en navneendring. Plasseringen på skrivebordet ble valgt for at modellen skal kunne brukes uavhengig av filstruktur.

Verktøyet er sensitivt i henhold til datamaskinens innstillinger for region og språk. Språket på maskinen må være engelsk/amerikansk for at prosessen skal kunne gjennomføres. Bruker datamaskinen et annet språk er det mulig verktøyet ikke klarer å lokalisere filstien den trenger for å opprette mappestrukturen.

Det finnes flere alternative metoder for lagring av data, en av dem dekkes av den andre modellen i oppgaven: *Generalisering og sammenslåing av tracklogger*. I tillegg til språkproblematikken er ikkeskrivebordet et optimalt sted å lagre data, men dette ble vurdert som godt nok for oppgavens formål.

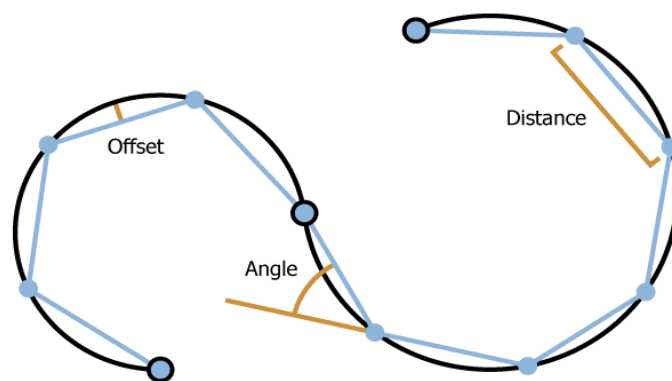
## Valg av fremgangsmåte ved manglende verktøy for å legge punkter langs aksen.

ArcMap består av mange forskjellige verktøy, men akseanalysen krevde et verktøy ArcMap ikke tilbyr. Dette skaper problemer for synbarhetsanalysen. *Viewshed* synbarhetsanalysen tar for seg start-, stopp- og knekkpunktene i den valgte linjen (junctions). Synbarhetsrasteret visualiserer i praksis kun områder som er synlige fra de nevnte punktene på aksen. Ønsker brukeren å vite hvor han er eksponert langs et rett strekke vil ikke denne type synbarhetsanalyse kunne gi et nøyaktig svar på det. For å få en grundigere synbarhetsanalyse må aksene deles opp. Tre muligheter ble vurdert:

- Søke etter brukbare verktøy på internett.
- Bruke *Densify* fra ArcMap.
- Forhøre seg hos sivile aktører.

Et søk etter verktøy på internett gav mange svar, XTools Pro var et av dem. XTools Pro produseres av Data East (Data East), et russisk selskap som blant annet bistår Esri i sin produktutvikling i tillegg til å produsere egne løsninger. XTools Pro er en tredjeparts tilleggsmodul til ArcGIS til bruk i blant annet ArcMap. Pakken inneholder 59 verktøy (XTools Pro) innenfor: Analyser, konvertering og arbeid med tabeller. XTools Pro er i utgangspunktet ikke gratis, men har en prøveperiode på 30 dager. En del av databehandlingsverktøyene er derimot tilgjengelige også etter prøveperioden. Dette forutsetter en gratis registrering hos XTools Pro. *Convert Features to Equidistant Points (Fixed number)* er et av disse. Verktøyet legger til et valgfritt antall punkter langs en valgfri linje i form av en ny shapefil. Punktene ble kvalitetssikret med å sjekke at de lå seg korrekt på linja visuelt og ved å sammenlikne koordinatene til punktene opp mot den originale linja.

ArcMaps verktøy *Densify (Editing)* er et verktøy som plasserer provisoriske punkter (vertices) langs en gitt linje. Verktøyet inneholder nesten samme valgmuligheter ved utplassering av punktene som XTools Pro. Til forskjell fra XTools Pro er disse punktene som nevnt midlertidige og brukeren kan ikke plassere ut et gitt antall punkter. Punktene kan bli plassert ut på tre måter (Figur 14): Ved å oppgi maks ønsket luftlinjeavstand (*Distance*), vinkel mellom akse og punkt (*Angle*) eller avstand fra den gitte aksene til den hypotetiske luftlinja (*Offset*). Ved hjelp av verktøyet *Feature Vertices To Points* kan punktene hentes ut. *Feature Vertices To Points* henter for øvrig også ut opprinnelige vertices (start-, stop- og knekkpunkter). Dette fører til et større antall punkter en ønskelig.



FIGUR 14: AKSEANALYSE- DENSIFY - EKSEMPEL

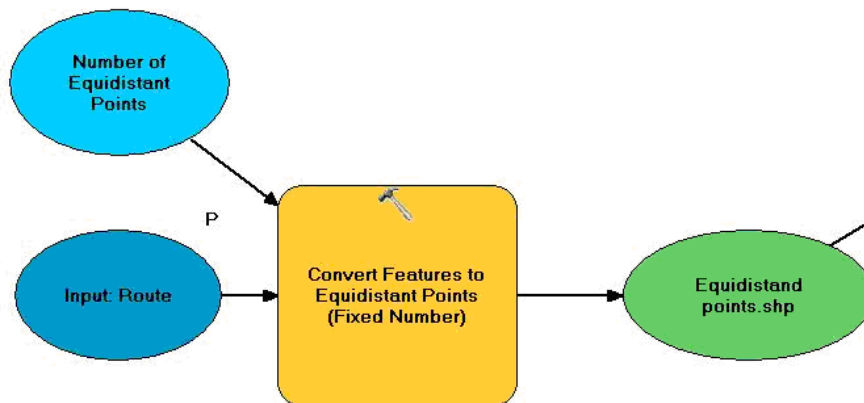


Ingen sivile aktører kunne finne noen bedre løsning på problemet.

Modellens intensjon er å kunne hente ut synbarheten i punkter langs hele aksene. For å ha muligheten til å gjøre dette er det nødvendig å dele aksene inn i punkter. XTools Pro krever en egen installasjon i tillegg til modellen, men denne er ikke avansert. Xtools Pro ble valgt fremfor *densify* på grunn av ønsket om å plassere ut et gitt antall punkter. *Convert Features to Equidistant Points* tilbyr en funksjon som ikke finnes i ArcMap. XTools Pro ble vurdert som godt nok til å kunne brukes. Installasjonen ivaretas av brukerveiledningen til modellene som er vedlagt oppgaven (Vedlegg A).

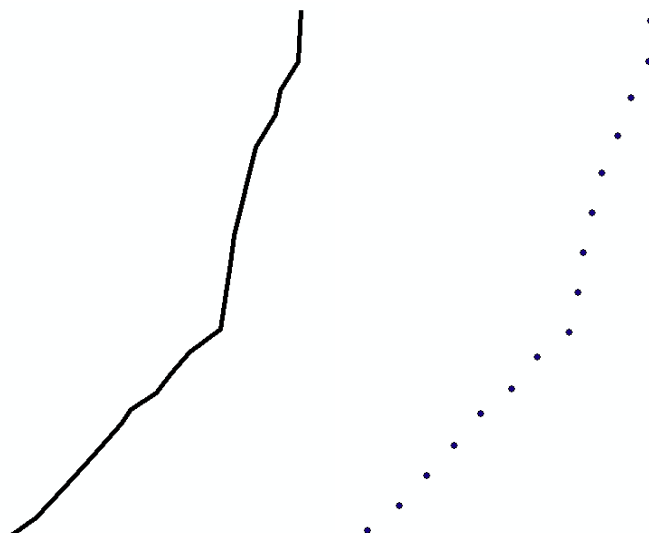
## Analyseverktøy

### Convert Features to Equidistant Points (Fixed number) / Features to Point



FIGUR 15: AKSEANALYSE – CONVERT FEATURES TO EQUIDISTANT POINTS

For å få mulighet til å hente ut individuelle synbarhetsraster på punkter langs en akse er vi avhengige av å gjøre aksene (digitalisert som en linje) om til punkter. Aksene (*Input: Route*) velges som inndata til XTools Pro verktøyet og settes som *Parameter "P"* (Figur 15). Brukeren kan dermed velge akse i modellens dialogboks. Verktøyet stiller kun krav til én parameter ved siden av inndata: *Number of Equidistant Points*. Parameteren styrer antall punkter som blir plassert ut langs aksene. Resultatet/Utdata av databehandlingen er en shapefil med valgt antall punkter som visualiserer aksene (Figur 16). Punktene legges som rader i shapefilens tabell.



FIGUR 16: AKSEANALYSE– CONVERT FEATURES TO EQUIDISTANT POINTS – FØR/ETTER

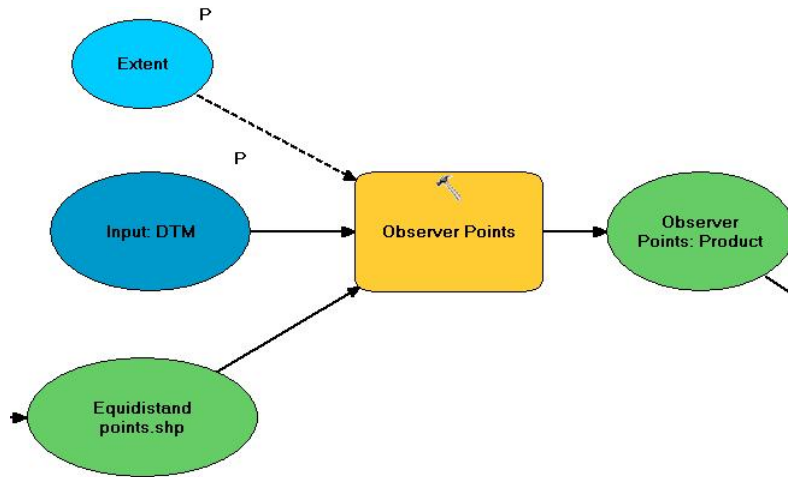


Brukeren kan også digitalisere linja etter eget ønske. Datatypen endres under *Input: Route -> Properties* og en interaktiv tegnefunksjon legges automatisk til modellens dialogboks. I mangel på tid til å kvalitetssikre denne funksjonen blir den ikke brukt i denne oppgaven.

Resultatet av *Convert Features to Equidistant Points* er grunnlaget for resten av analysene og databehandlingen i modellen. En av de senere analysene har ikke mulighet for å behandle mer en 16 punkter. *Number of Equidistant Points* er av denne grunn satt til 16 og brukeren har ikke mulighet for å endre dette. Lengden på aksene må vurderes i henhold til plasseringen på de 16 punktene. På en 5 kilometer lang akse blir intervallet på punktene ca 300 meter. Med andre ord et synbarhetsraster pr 300 meter. Punktene fra denne databehandlingen brukes som inndata i neste verktøy.

I eksempelbildene brukt i oppgaven brukes 15 punkter.

## Observer points



FIGUR 17: AKSEANALYSE – OBSERVER POINTS

*Observer points* er et alternativ til den mest brukte synbarhetsanalysen *Viewshed* (Figur 17). Analysen identifiserer hvilket punkt som er synlig fra hvilke rasterceller med grunnlag i en terrengmodell. Verktøyet tar for seg hvert punkt fra inndata tabellen og lager et samlet synbarhetsraster. Radene i tabellen til synbarhetsrasteret representerer de respektive punktene. Kolonnene i tabellen representerer cellene. Punktene får verdier 0 – ikke synlig og 1 – synlig for de forskjellige cellene. Resultatet visualiserer synbarheten til samtlige punkter i et samlet raster (Figur 18).



FIGUR 18: AKSEANALYSE – RESULTAT AV OBSERVER POINTS

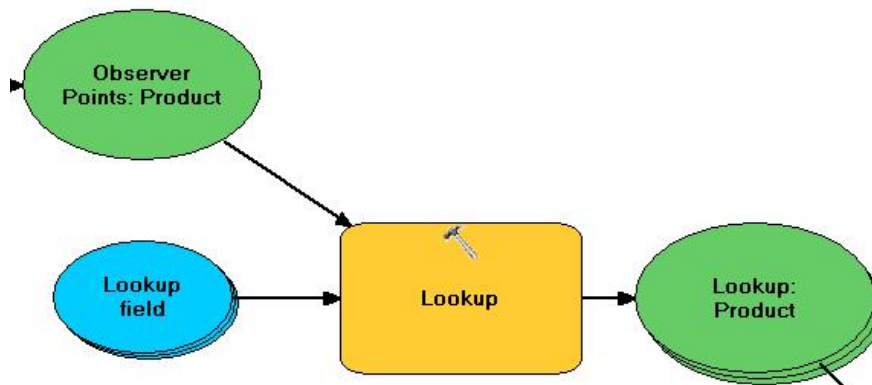


En ordinær *Viewshed* analyse har ikke mulighet for å si noe om hvilket punkt som ser hvilke celler, med mindre analysen kjøres en gang per observasjonspunkt. *Viewshed* analysen lager et synbarhetsraster basert på samtlige punkter i shapefilen, uten mulighet for å isolere enkeltpunkter. *Observer points* lager en synbarhetsanalyse per kolonne (som representerer punkt, se figur 19) i shapefilen og produserer individuelle synbarhetsanalyser for hver av dem. Produktet er et samlet synbarhetsraster hvor punktene har hver sin rad i rastertabellen. Rasteret kan symboliseres på punkter, eller hentes ut i individuelle synbarhetsraster ved hjelp av neste verktøy.

COUNT	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5	OBS6	OBS7	OBS8	OBS9	OBS10	OBS11	OBS12	OBS13	OBS14	OBS15
13989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
459	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
465	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIGUR 19: AKSEANALYSE – OBSERVER POINTS – EKSEMPEL – TABELL

## Lookup



FIGUR 20: AKSEANALYSE – LOOKUP

*Lookup* lager et nytt raster ved å hente ut data fra tabellen i input rasteret (Figur 20). Rasteret fra *Observer points* brukes som inndata. For å kunne bruke rasteret fra *Observer points* må dette deles opp i enkeltraster for punktene. *Lookup field* bestemmer hvilke felt verktøyet skal produsere rasteret på grunnlag av. OBS1 = punkt 1 osv. Resultatet blir et synbarhetsraster for hvert punkt (Figur 21).



FIGUR 21: AKSEANALYSE – RESULTAT LOOKUP

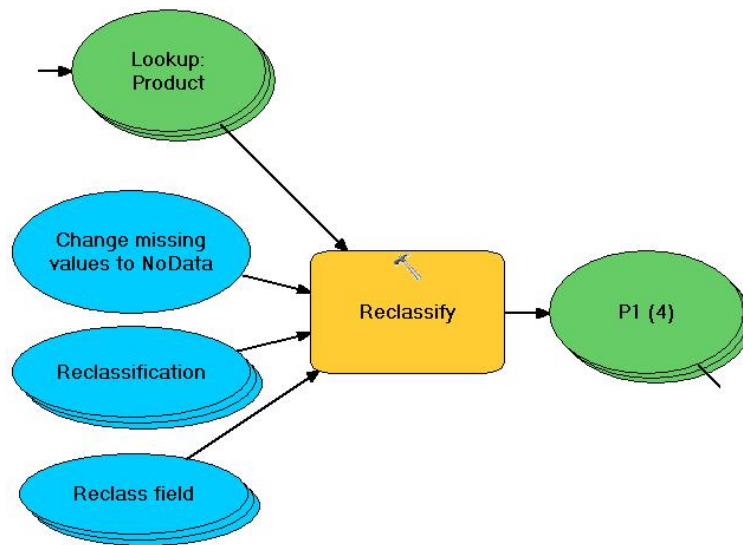
ModelBuilder gir en mulighet til å behandle flere prosesser med samme verktøy. *Lookup field* bruker alle de 16 punktene som inndata. Resultatet er enkeltraster for hvert punkt.

For å kvalitetssikre at rasteret fra *Observer points* er like nøyaktig som resultatet av en vanlig *Viewshed* synbarhetsanalyse, ble resultatene vurdert opp mot hverandre. Begge analysene ble gjort med ulike typer inndata og resultatet viste seg å bli like nøyaktig.





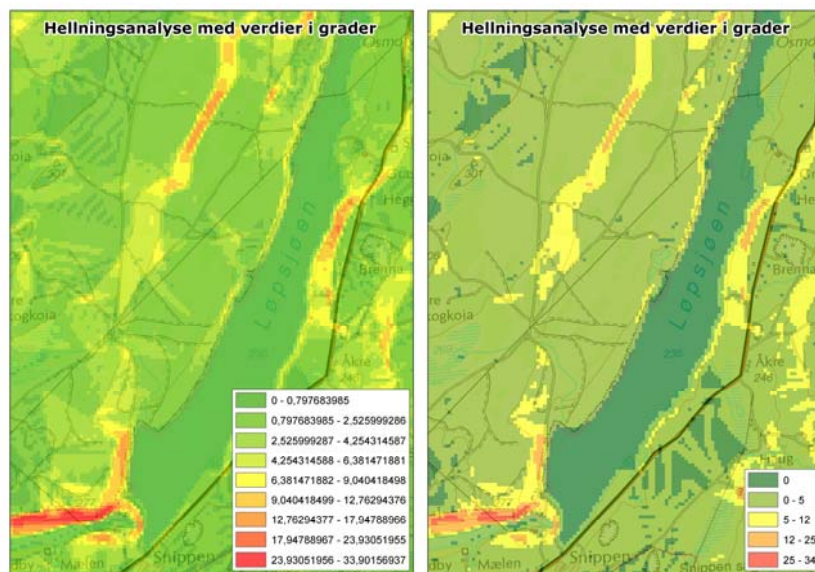
## Reclassify



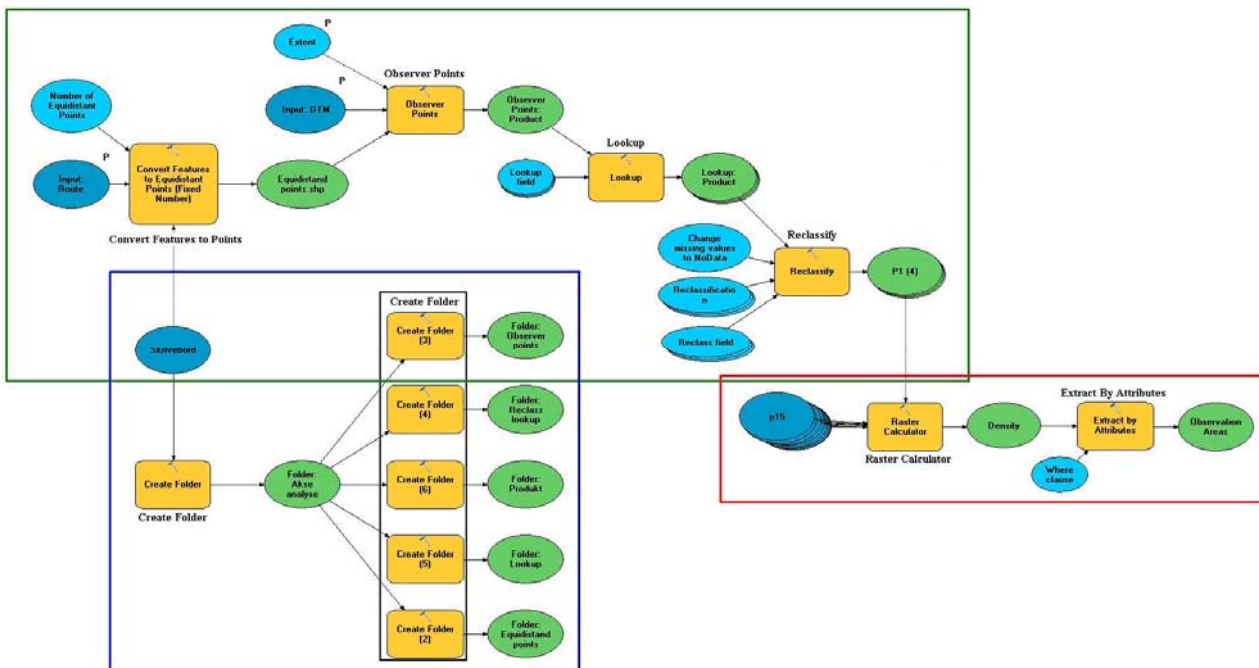
FIGUR 22: AKSEANALYSE – RECLASSIFY

*Reclassify* endrer verdier i et raster (Figur 22). Synbarhetsanalyser vil ofte være klassifisert med flere verdier. For vårt produkt er det kun ønskelig å bruke synlig / ikke synlig. For å forsikre at rasteret blir visualisert med verdiene 0 – ikke synlig og 1 – synlig, må synbarhetsrasteret reklassifiseres. Alle verdier over 0 klassifiseres som 1 – synlig. *Change missing values to NoData* reklassifiserer verdier som ikke dekkes av verktøyet til NoData. Det betyr at de aktuelle data ekskluderes fra rasteret. *Reclass field* henviser til hvilket felt som skal reklassifiseres og *Reclassification* hvilke verdier som reklassifiseres til hva.

Klassifiseringen er i denne modellen fastsatt. Resultatet av modellen får verdiene 0 – synlig og 1 - ikke synlig for å være allsidige til videre bruk. Rastrene er lette å kombinere og å symbolisere. Figur 23 viser et eksempel på en tilsvarende reklassifisering av en hellningsanalyse.



FIGUR 23: AKSEANALYSE – RECLASSIFY – EKSEMPEL – FØR / ETTER



FIGUR 24: AKSEANALYSE - ORIENTERING

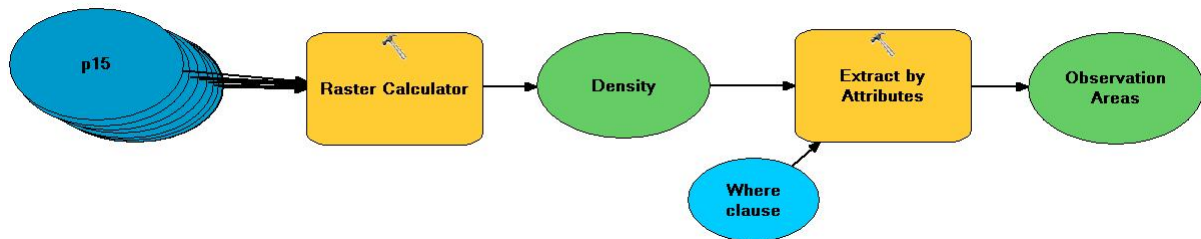
Mappestrukturen er lagret på skrivebordet. Resultatene fra de forskjellige analysene ligger i sine respektive mapper (Figur 24). (Innrammet i blått)

Proessen for å lage synbarhetsrastrene er nå ferdig. Rastrene er nå klare til å involveres i mer komplekse analyser, eller distribueres (Figur 24). (Innrammet i grønt)

Modellen produserer enda et produkt. Produktet visualiserer områder som observerer 12 av de 16 punktene langs akse eller mer. Resultatet blir et samlet raster som vil kunne visualisere sannsynlige observasjonsområder på veien (Figur 24). (Innrammet i rødt)



## Raster Calculator & Extract by Attributes



FIGUR 25: AKSEANALYSE – RASTER CALCULATOR & EXTRACT BY ATTRIBUTES

*Raster Calculator* bygger og utfører matematiske uttrykk med bruk av kartdata ved bruk av Python script (Figur 25). Scriptingen er skjult bak en kalkulator liknende meny som består av ofte brukte funksjoner. Uttrykket er i denne modellen fastsatt til:

`"%p1%" + "%p2%" + "%p3%" + "%p4%" + "%p5%" + "%p6%" + "%p7%" + "%p8%" + "%p9%" + "%p10%" + "%p11%" + "%p12%" + "%p13%" + "%p14%" + "%p15%" + "%p16%"`

P1-16 representerer synbarhetsrastrene fra tidligere i modellen. Reklassifiseringen sørger for at rastrene kun består av 0 og 1 verdier (synlig/ikke synlig). Med nevnte uttrykk adderer rasterkalkulatoren synbarhetsanalysene. Resultatet blir et tetthetsraster som teller opp hvor mange punkter de forskjellige rasterceller (områder) kan observere.

*Extract by attributes* bruker Structured Query Language (SQL) til å hente ut data fra rasterfiler. *Where clause* bestemmer hvilket uttrykk verktøyet bruker. Uttrykket utformes i dialogboksen: *Query Builder*. Dialogboksen inneholder en rekke mye brukte uttrykk og funksjoner. Uttrykk kan valideres, lagres og hentes inn. Denne modellen har et fast uttrykk:

`"VALUE" >= 12`



FIGUR 26: AKSEANALYSE- RESULTAT RASTERCALCULATOR & EXTRACT BY ATTRIBUTES

Områder som ser 12 punkter eller mer blir hentet ut av tabellen fra tetthetsrasteret og visualiseres i et eget raster (Figur 26).

Tetthetsrasteret visualiserer hvor mange punkter som er synlig fra hvilke celler. Rasteret kan bli svært vanskelig å symbolisere på grunn av mange verdier. Noen områder ser ingen, noen ser 3 mens andre ser 10 osv. Når disse skal symboliseres i et samlet raster blir resultatet tilnærmet ubrukelig. Derfor hentes de mest relevante områdene ut i et eget raster, som er lettere å symbolisere. Modellen henter ut områder som ser 12 punkter eller mer langs aksene, men uttrykket kan endres i modellens dialogboks etter behov, for eksempel dersom ingen celler ser 12 punkter eller mer.



### 1.3.2. Generalisering og sammenslåing av tracklogger

#### Bruk og hensikt

Hensikten med modellen er å samle tracklogger i en fil og om ønskelig generalisere dem og visualisere hvilke akser som ofte blir kjørt. Inndataen er i form av en tabell som inneholder punkter med tilhørende tider, datoer og koordinater. Alle filer som kan åpnes i ArcGIS i form av en attributt-tabell kan benyttes. Modellen er utviklet ved bruk av Microsoft Excel-tabeller. Uregelmessige avvik fra trackloggen som skyldes feil fra Global Positioning System (GPS) bør fjernes før tabellen brukes i modellen.

Modellen er delt i tre deler. Alle delene kan gjennomføres uavhengig av hverandre dersom brukeren har nødvendig inndata tilgjengelig.

Del 1, *"Prepare single tracklog"*, side 43: Brukes første gang for å opprette en fil med riktig struktur. Kan eventuelt også benyttes dersom brukeren ikke ønsker å slå filen sammen med eksisterende tracklogger.

Del 2, *"Prepare and merge to existing"*, side 54: Kjører først del 1 for deretter å slå den nye trackloggen sammen med en eksisterende fil.

Del 3, *"Combine and generalize tracks"*, side 56: Brukes når alle trackloggene er samlet i en fil og det er ønskelig å generalisere kjørerutene og visualisere hvilke ruter som ofte blir brukt.

#### Begrensninger:

- Den enkelte tracklogg vil miste siste tidspunkt. Dette er ansett som ubetydelig dersom det blir logget punkter ofte nok. Årsaken til at informasjonen forsvinner er forklart på side 49.
- Tabellens kolonne som inneholder dato må navngis "Date" (forklart på side 50).
- Tabellens kolonne som inneholder tidspunkt må navngis "Time" og være på tekstformat når Excel-fil benyttes. Klokkeslettformat fungerer ikke fra Excel-fil og andre filtyper er ikke prøvd. Problematikken med klokkeslettformat er forklart på side 52.
- Informasjonen må være sortert på en slik måte at trackloggens startpunkt står fysisk øverst i tabellen, mens slutt punktet står nederst.
- Modellen vil behandle hele inputtabellen som én tracklogg. Inneholder brukerens tabell flere tracklogger, må disse splittes slik at hver enkelt tabell kun inneholder en logg.

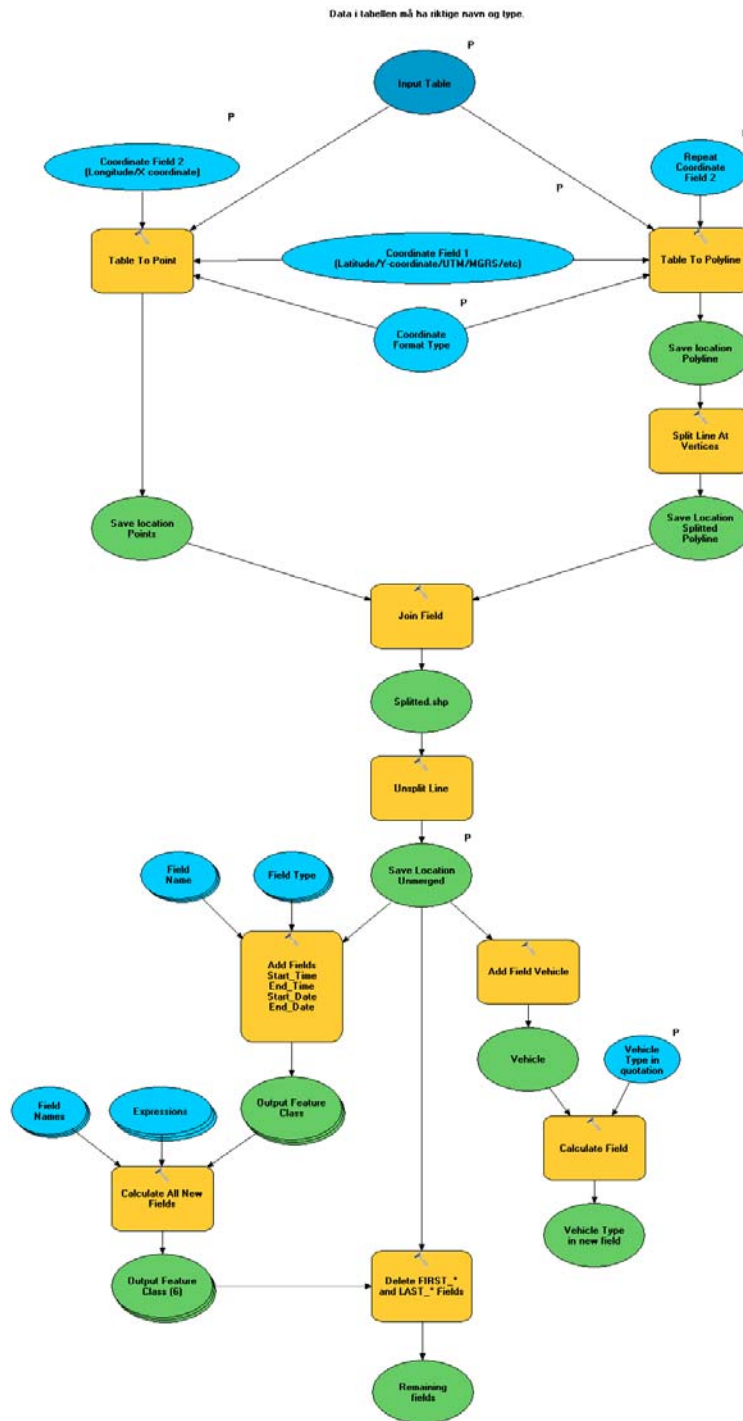
Figur 27 viser et eksempel på tracklogg i riktig format:

Lat	Long	Date	Time
60,065227	10,869066	21.09.2010	14:31:39.000Z
60,0652	10,869087	21.09.2010	14:31:41.000Z
60,065138	10,869106	21.09.2010	14:31:44.000Z
60,065095	10,869093	21.09.2010	14:31:46.000Z
60,065063	10,869079	21.09.2010	14:31:48.000Z
60,06502	10,86906	21.09.2010	14:31:50.000Z
60,064973	10,86905	21.09.2010	14:31:52.000Z
60,064926	10,869042	21.09.2010	14:31:54.000Z
60,064886	10,869026	21.09.2010	14:31:56.000Z
60,064794	10,869013	21.09.2010	14:32:00.000Z
60,064655	10,868967	21.09.2010	14:32:05.000Z
60,064603	10,86896	21.09.2010	14:32:07.000Z
60,064494	10,868927	21.09.2010	14:32:12.000Z

FIGUR 27: GENERALISERING OG SAMMENSLÅING AV TRACKLOGGER – ESKEMPELL - TRACKLOGG

Analyseverkyøy

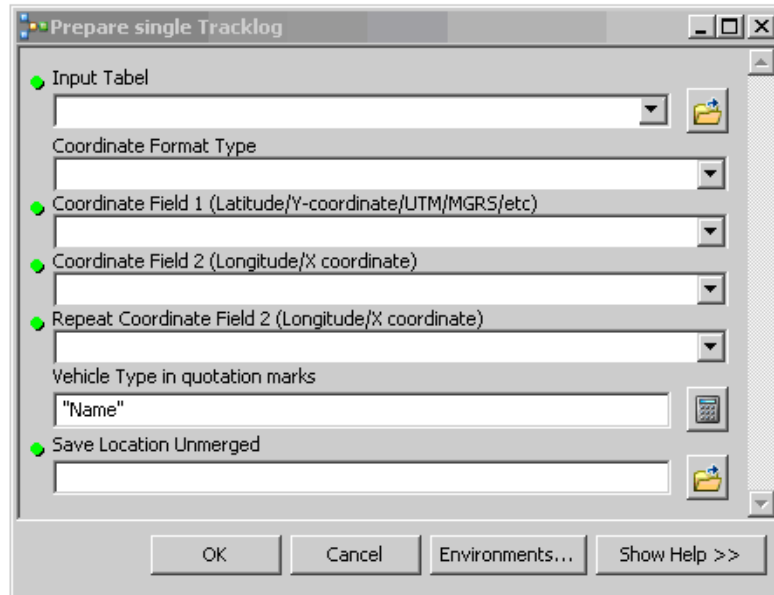
Del 1 - "Prepare single tracklog"



FIGUR 28: GENERALISERING OG SAMMENSLÅING AV TRACKLOGGER – DEL 1



Del 1 brukes første gang brukeren benytter seg av modellen. En fil opprettes med en fast struktur ut ifra en eksisterende tracklogg, som vil være grunnlaget for inndataen med navnet *Table containing old tracks* i del 2. Del 1 kan eventuelt også nyttes dersom brukeren ønsker å lage et nytt sett med sammenslåtte tracklogger.



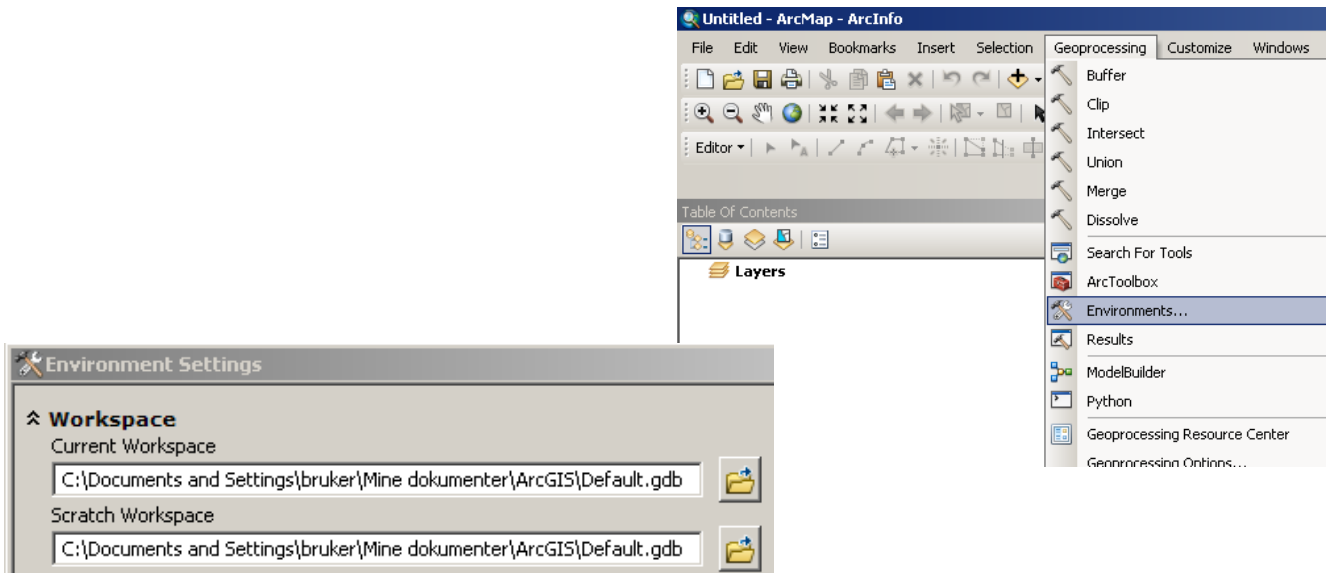
FIGUR 30: DEL 1- DIALOGBOKS

Dialogboksen som benyttes ved vanlig bruk av del 1 har "Name" som forhåndsinnstilt verdi i feltet *Vehicle Type in quotation marks* (Figur 29). Verdien eksemplifiserer hvordan feltet skal fylles ut og endres til en ønskelig verdi.

De to første verktøyene i del 1, *Table To Point* og *Table To Polyline*, deler tre av fire parametere. Parameteren som ikke deles er *Coordinate Field 2*. Denne parameteren skal være lik i begge verktøyene og brukeren blir derfor bedt om å repetere dette feltet i modellens dialogboks (Figur 29). Brukeren må repetere dette valget på grunn av en systemfeil i ArcGIS som ikke gjør det mulig å dele denne parameteren uten at programmet bryter sammen når modellen kjøres. Denne feilen ble meldt til Geodata per 06.mai.2011. Geodata sendte en forespørsel på løsning til Esri 10.mai.2011.

Midlertidig data blir lagret der brukeren har spesifisert sin *Scratch Workspace* (Figur 30). ArcMap setter som standard dette til filstien: *C:\Documents and Settings\bruker\Mine dokumenter\ArcGIS\Default.gdb* hver gang en ny ArcMap arbeidsfil (\*.mxd) åpnes. Ordet *bruker* i filstien er avhengig av brukerens navn på maskinen som benyttes.

*Scratch Workspace* kan endres ved å velge *Geoprocessing* → *Environments* → *Workspace*.

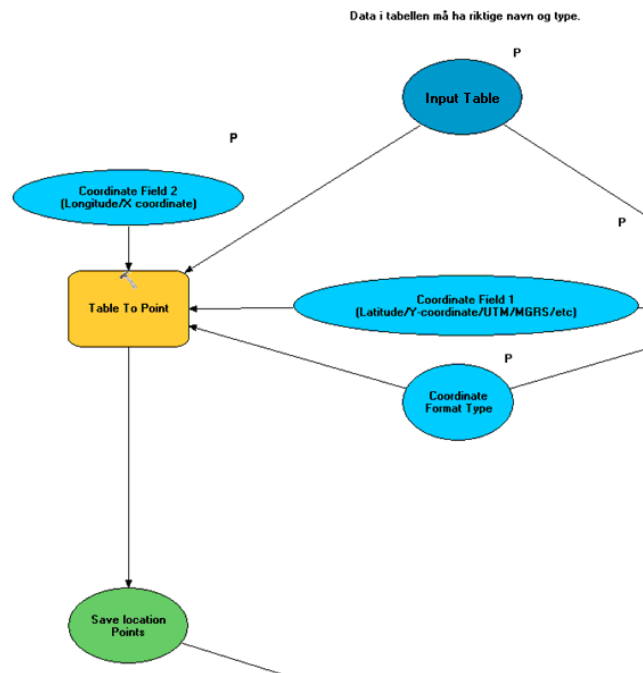


FIGUR 31: DEL 1 – SCRATCH WORKSPACE





## Table To Point



FIGUR 32: DEL 1- TABLE TO POINT

Tabell To Point lager en shape-fil som inneholder punkter på kartet etter koordinatene i tabellen (Figur 31). Verktøyet beholder data fra originaltabellen. Resultatet lagres midlertidlig i *Scratch Workspace*.

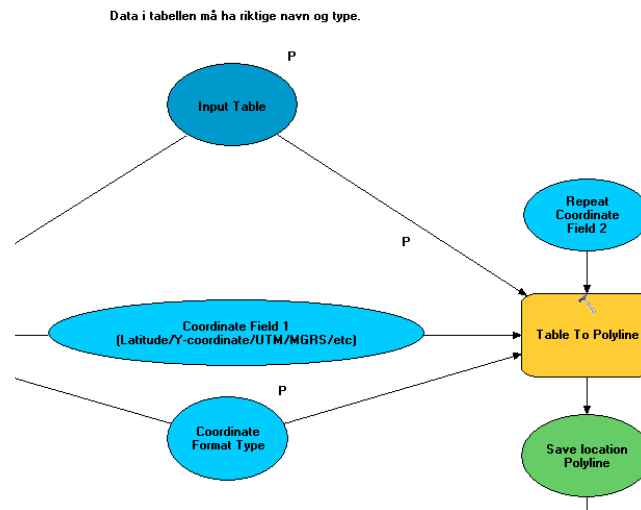
- *Input Table* bestemmer hvilken tabell som brukes i del 1. Tabellen kan velges fra TOC eller manuelt ved å lete seg frem ved hjelp av dialogboksen.
- *Coordinate Formate Type* anngir hvilket format koordinatene i tabellen er på.
- *Coordinate Field Name 1 (Latitude/Y-coordinate/UTM/MGRS/etc)* og *Coordinate Field Name 2 (Longitude/X coordinate)* henviser til hvilke kolonner i tabellen koordinatene befinner seg i.

Resultatet ser ut som følger på tabell form (Figur 32):

FID	Shape	Lat	Long	Date	Time
0	Point	60,065227	10,869066	21.09.2010	14:31:39.000Z
1	Point	60,0652	10,869087	21.09.2010	14:31:41.000Z
2	Point	60,065138	10,869106	21.09.2010	14:31:44.000Z
3	Point	60,065095	10,869093	21.09.2010	14:31:46.000Z
4	Point	60,065063	10,869079	21.09.2010	14:31:48.000Z
5	Point	60,06502	10,86906	21.09.2010	14:31:50.000Z
6	Point	60,064973	10,86905	21.09.2010	14:31:52.000Z

FIGUR 33: DEL 1- RESULTAT - TABLE TO POINT

## Table To polyline



FIGUR 34: DEL 1 - TABLE TO POLYLINE

Her benyttes de samme parametrene som ved *Table To Point* (Figur 31 og 33). Verktøyet lager en linje fra første punkt til andre punkt, tredje punkt, og så videre. Til slutt vil linjene vises som en sammenhengende linje. Verktøyet beholder ingen informasjon fra originaltabellen. Resultatet lagres midlertidig i *Scratch Workspace* og ser ut som følger (Figur 34):

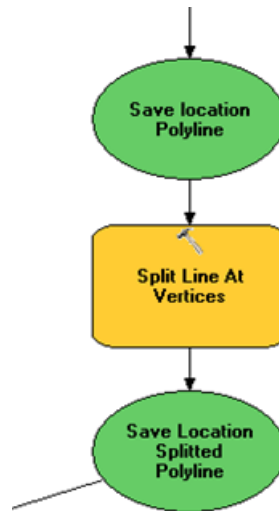
	FID	Shape *	Id
▶	0	Polyline	0

FIGUR 35: DEL 1 - RESULTAT TABLE TO POLYLINE

Dette gjøres for å få visualisert en linje på grunnlag av koordinatene.



## Split Line At Vertices



FIGUR 36: DEL 1 – SPLIT LINE AT VERTICES

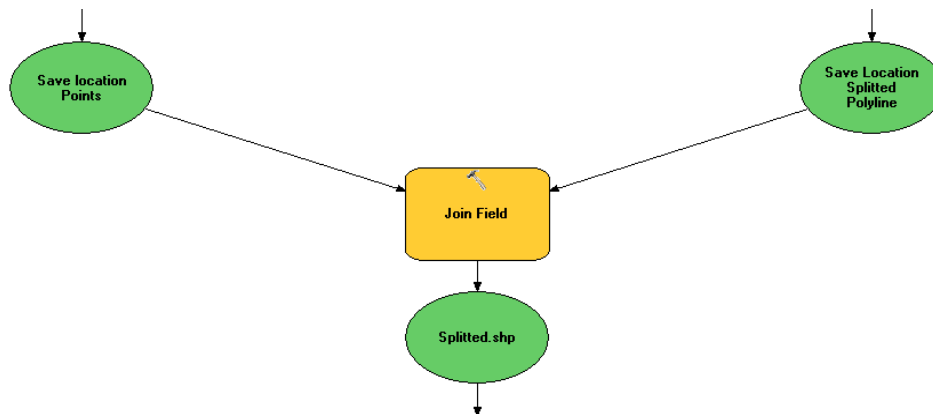
Her splittes linjen som ble laget under *Table To Polyline* opp i knekkpunktene (Figur 35). Det vil i praksis si at linjen splittes på samme sted som hvor punktene fra *Table To Point* befinner seg. Resultatet lagres midlertidig i *Scratch Workspace* og ser ut som følger (Figur 36):

	FID	Shape	Id
▶	0	Polyline	0
	1	Polyline	0
	2	Polyline	0
	3	Polyline	0
	4	Polyline	0

FIGUR 37: DEL 1 – RESULTAT – SPLIT LINE AT VERTICES

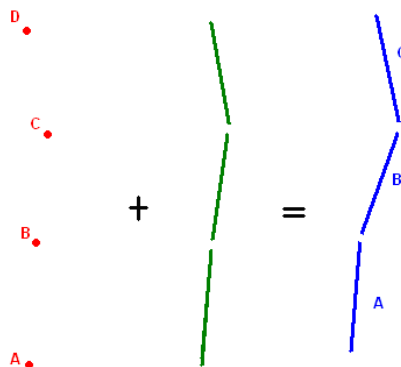
Dette må gjøres for å få muligheten til å slå sammen informasjonen fra punktene med de grafiske linjene.

Join Field



FIGUR 38: DEL 1 – JOIN FIELD

Join Field (Figur 37) legger informasjonen fra punkttabellen til i linjetabellen basert på at tabellene har like verdier i kolonnen FID. Det siste punktet i trackloggen vil ikke ha en tilhørende linje og dens informasjon vil derfor forsvinne (Figur 38).



FIGUR 39: DEL 1 – EKSEMPEL – JOIN FIELD

Kolonnen FID har automatisk blitt generert gjennom tidligere verktøy og inneholder like verdier i både punkt- og linjefilen. (Figur 32 og 36). Det er derfor passende å slå filene sammen med hensyn på denne kolonnen. Unøyaktigheten som oppstår når siste punkt fra punktfilen forsvinner, godtas på grunn av trackloggenes hyppige registreringer (1-3 sekunders intervaller).

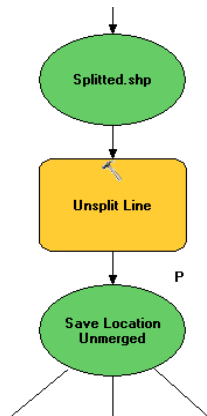
Resultatet lagres midlertidig i *Scratch Workspace* og ser ut som følger (Figur 39):

	FID	Shape	Id	Lat	Long	Date	Time
▶	0	Polyline	0	60,065227	10,869066	21.09.2010	14:31:39.000Z
	1	Polyline	0	60,0652	10,869087	21.09.2010	14:31:41.000Z
	2	Polyline	0	60,065138	10,869106	21.09.2010	14:31:44.000Z
	3	Polyline	0	60,065095	10,869093	21.09.2010	14:31:46.000Z
	4	Polyline	0	60,065063	10,869079	21.09.2010	14:31:48.000Z
	5	Polyline	0	60,06502	10,86906	21.09.2010	14:31:50.000Z

FIGUR 40: DEL 1 – RESULTAT – JOIN FIELD

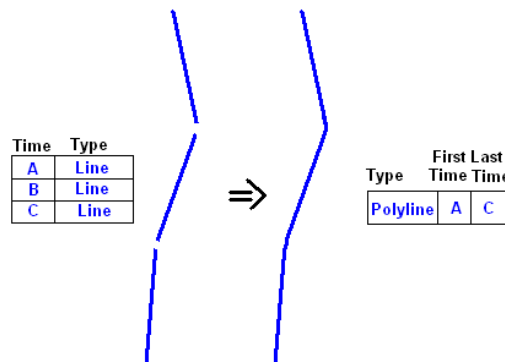


## Unsplit Line



FIGUR 41: DEL 1 - UNSPLIT LINE

*Unsplit Line* slår sammen alle linjestykkene til én lang linje (Figur 41). Verktøyet leter etter kolonnene med navnet *Time* og *Date* og sparer på øverste og nederste verdi i tabellen for disse. Legg merke til at verktøyet ikke sparer på tidligste og seneste tidspunkt dersom disse ikke fysisk står øverst og nederst i tabellen. Resultatet fra dette verktøyet er det eneste resultatet brukeren behøver å ta vare på i del 1 av modellen (Figur 41). Derfor blir ikke resultatet lagret i *Scratch Workspace*, men under filstien brukeren spesifiserer i *Save Location Unmerged* i modellens dialogboks.



FIGUR 42: DEL 1 - EKSEMPEL - UNSPLIT LINE

Verktøyet gir muligheten for å spare på flere verdier og lage en statistikk dersom det er ønskelig. Denne muligheten er utelatt på grunn av at modellens brukerterskel vil bli betydelig høyere. Modellen bruker i stedet kolonnene *Time* og *Date* og behandler dem som beskrevet ovenfor.

Resultatet ser slik ut (Figur 42):

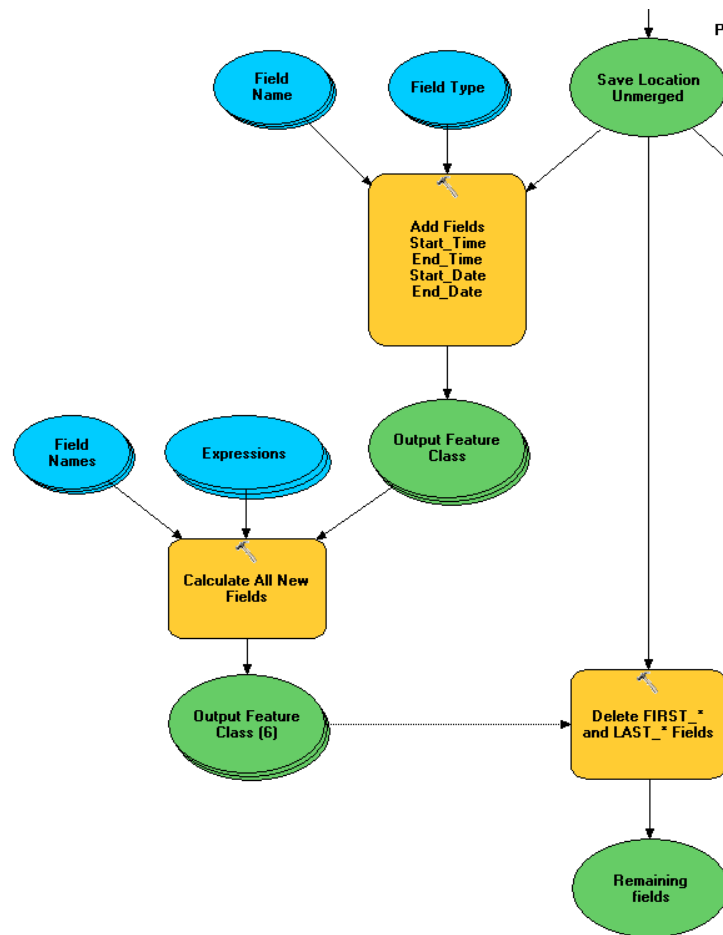
FID	Shape ^	FIRST Date	LAST Date	FIRST Time	LAST Time
0	Polyline	40442	40442	16:43:53.000Z	14:31:39.000Z

FIGUR 43: DEL 1 - RESULTAT - UNSPLIT LINE

Tidspunktet under *FIRST\_Time* er senere enn tidspunktet under *LAST\_Time*. Dette og det at datoen får verdien 40442 vil bli tatt hensyn til i neste verktøy.

Videre i del 1 vil det kun bli gjort endringer på dette resultatet og ikke bli produsert nye shapefiler.

## Add Field, Calculate Field &amp; Delete Fields



FIGUR 44: DEL 1 – ADD FIELD, CALCULATE FIELD &amp; DELETE FIELDS

Navnet på verktøyene er endret i modellen for å skape bedre forståelse.

Disse tre verktøyene (Figur 43) lager fire kolonner med navnene Start\_Time, End\_Time, Start\_Date og End\_Date. Verdiene kalkuleres ut i fra resultatet til *Unsplit Line* verktøyet. *Delete* verktøyet har som forutsetning at *Calculate Field* verktøyet er kjørt før den kan slette de gamle feltene *FIRST* og *LAST*.



Kolonnenavnene *FIRST* og *LAST* er uhensiktsmessige i forhold til informasjonen de inneholder. Det er ønskelig å endre kolonnenavnene slik at de får en mer forståelig betydning. Videre er det også ønskelig å forandre på formatet til *FIRST* og *LAST* kolonnene siden de, avhengig av inndata, noen ganger kan vise dato og tid i koder.

Et eksempel på hva formatfeilen kan gjøre:

	Vist i tabell	Egentlig verdi
Time	0,57311343	13:45:17
Date	40655	22.04.2011

TABELL 2: GENERALISERING OG SAMMENSLÅING AV TRACKLOGGER – EKSEMPEL – FORMATFEIL

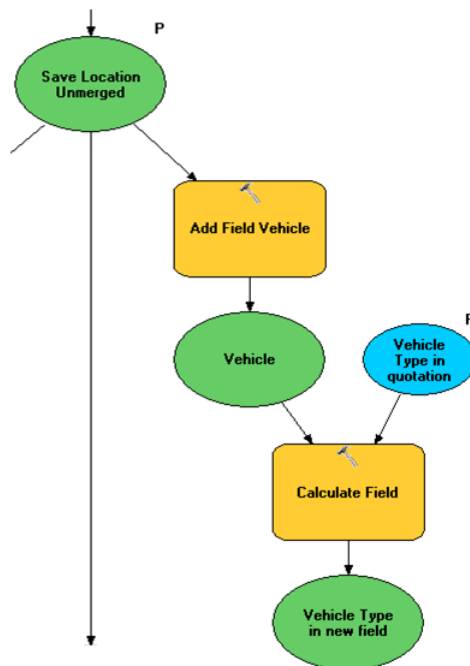
Det er enklere å lage nye kolonner som heter *Start* og *End* med datoformat på kolonnen for dato og tekstformat for kolonnen med tid. Tekstformat brukes fordi ArcGIS sin løsning ikke fungerer optimalt. I følge hjelp funksjonen i ArcGIS skal datoformatet håndtere dette, men resultatet blir likevel 00:00:00 verdier. Problemet løses ved å sette krav om tekstformat til inndata, eksempelet har benyttet bokstaven *Z* bak klokkeslettet for å beholde tekstformat på kolonnen, samt at tiden er i Zulu, Coordinated Universal Time (UTC)<sup>5</sup> (Figur 44).



FIGUR 45: DEL 1 – EKSEMPEL – ADD FIELD, CALCULATE FIELD & DELETE FIELDS

<sup>5</sup> UTC erstatter det tidligere GMT (Greenwich Mean Time) og ligger 1 time etter norsk normaltid (2 timer etter norsk sommertid)

## Add Field &amp; Calculate Field "Vehicle"



FIGUR 46: DEL 1 – ADD FIELD &amp; CALCULATE FIELD "VEHICLE"

*Add Field* legger en kolonne med navn *Vehicle* til i tabellen. Deretter legges teksten eller verdien som brukeren spesifiserer i feltet *Vehicle Type* i dialogboksen (Figur 29) inn i kolonnen.

Ved å tilføre kjøretøytype for trackloggen vil brukeren få muligheten til å se hvilke type kjøretøy som har kjørt på en valgt strekning. Dette kan gi ett inntrykk av hvordan fremkommeligheten på veiaksen er. For å kunne bruke tekst i *Calculate Field* verktøyet, må uttrykket stå i anførselstegn. Dette gir brukeren mulighet til å føre inn hvilken type kjøretøy som er benyttet på aksen.

Resultatet kan se slik ut (Figur 46):

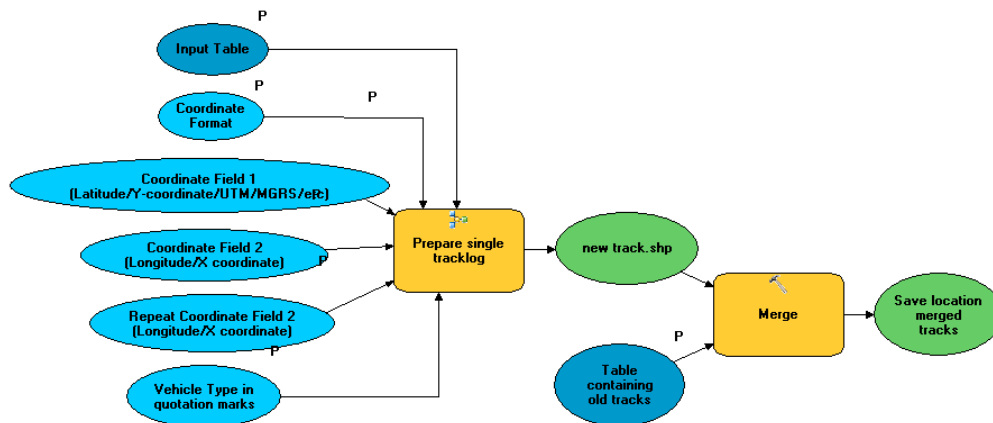
FID	Shape *	Start Date	End Date	Start Time	End Time	Vehicle
0	Polyline	21.09.2010	21.09.2010	14:31:39.000Z	16:43:53.000Z	CV 9030N

FIGUR 47: DEL 1 – RESULTAT – ADD FIELD &amp; CALCULATE FIELD "VEHICLE"

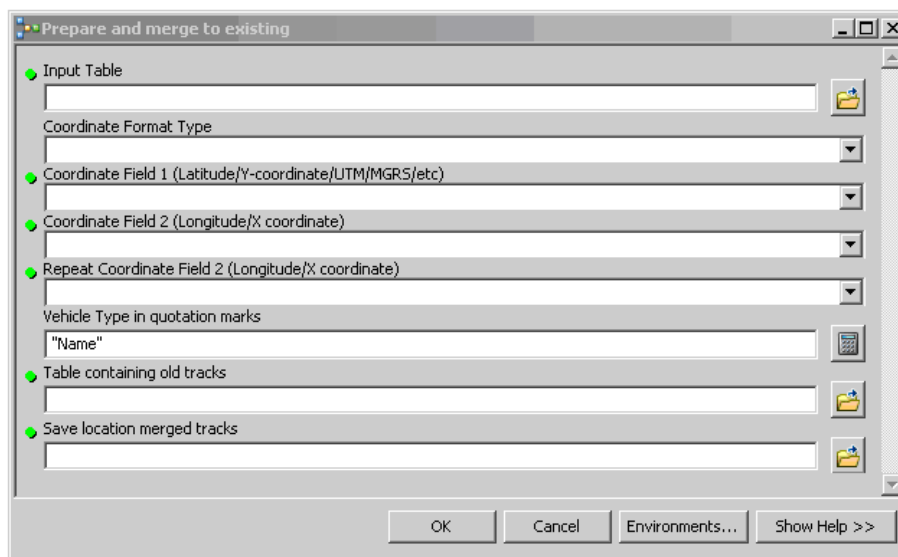




## Del 2 - "Prepare and merge to existing"



FIGUR 48: GENERALISERING OG SAMMENSLÅING AV TRACKLOGGER – DEL 2



FIGUR 49: DEL 2 – DIALOGBOKS

Del 2 er avhengig av del 1 for å kunne kjøres. Her er del 1 lagt inn på samme måte som et verktøy og alle parametrene er gjort tilgjengelig bortsett fra parameteren som bestemmer hvor produktet fra del 1 lagres. Produktet fra *Prepare single tracklog* lagres i *Scratch Workspace*. Del 2 gjennomfører først *Prepare single tracklog* før *Merge* kjøres. *Merge* krever at brukeren spesifiserer *Table containing old tracks* i dialogboksen (Figur 48). Her skal filen som inneholder gamle tracklogger hentes inn. Dette kan for eksempel være shapefilen som ble laget i del 1, eller produktet fra forrige gang brukeren kjørte del 2. Resultatet fra *Merge* blir lagret der hvor brukeren spesifiserer *Save location merged tracks*.

## Merge

*Merge* legger flere datasett sammen (Figur 49). Datasettene må være av samme type. Med andre ord blir trackloggen, fra *Input Table*, lagt til en liste med eksisterende tracklogger (*Table containing old tracks*).

FID	Shape ^	Start Date	End Date	Start Time	End Time	Vehicle
0	Polyline	05.09.2010	05.09.2010	19:01:28.000Z	19:58:44.000Z	TT
1	Polyline	29.08.2010	29.08.2010	17:40:06.000Z	18:29:54.000Z	MB240

+

FID	Shape ^	Start Date	End Date	Start Time	End Time	Vehicle
0	Polyline	08.10.2010	08.10.2010	14:19:42.000Z	15:05:31.000Z	Leo 2

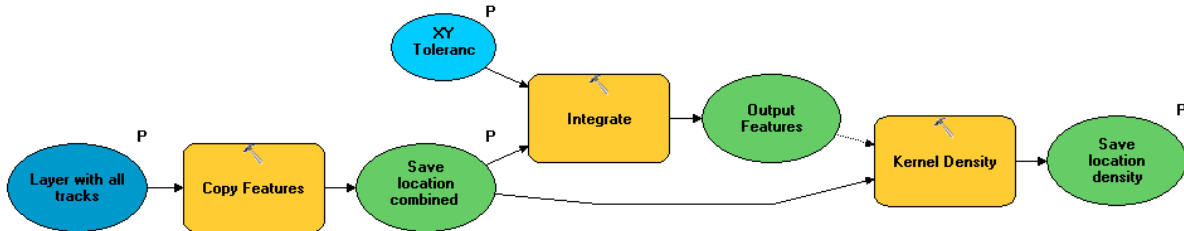
=

FID	Shape ^	Start Date	End Date	Start Time	End Time	Vehicle
0	Polyline	05.09.2010	05.09.2010	19:01:28.000Z	19:58:44.000Z	TT
1	Polyline	29.08.2010	29.08.2010	17:40:06.000Z	18:29:54.000Z	MB240
2	Polyline	08.10.2010	08.10.2010	14:19:42.000Z	15:05:31.000Z	Leo 2

FIGUR 50: DEL 2 - EKSEMPEL -MERGE

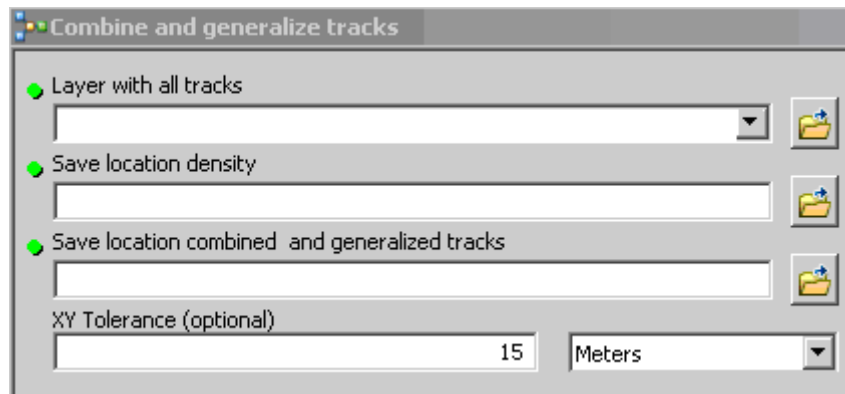


### Del 3 - "Combine and generalize tracks"



FIGUR 51: GENERALISERING OG SAMMENSLÅING AV TRACKLOGGER – DEL 3

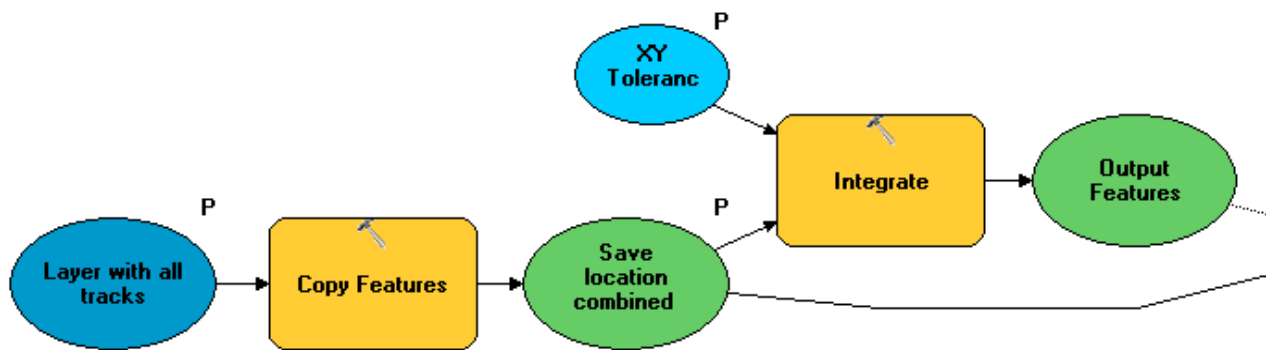
Ved hjelp av del 1 og 2 blir det laget én shapefil som inneholder alle trackloggene nøyaktig slik de ble hentet inn (Figur 50). Dette vil si at to tracklogger som følger samme vei fortsatt visualiseres som to akser. Del 3 av modellen vil generalisere dette slik at trackloggene blir lagt over hverandre og det vil dermed se ut som en og samme strekning. Informasjon kan fremdeles hentes ut for hvert enkelt veistykke ved å selektere ønsket strekning.



FIGUR 52: DEL 3 – DIALOGBOKS

Dialogboksen som benyttes ved vanlig bruk av del 2 har to forhåndsinnstilte verdier under *XY Tolerance* (Figur 51). Verdien *Meters* brukes fordi det er en enhet som er enkel å forholde seg til. Verdien *15* er beskrevet nederst på side 57.

## Copy Features &amp; Integrate



FIGUR 53: DEL 3 – COPY FEATURES &amp; INTEGRATE

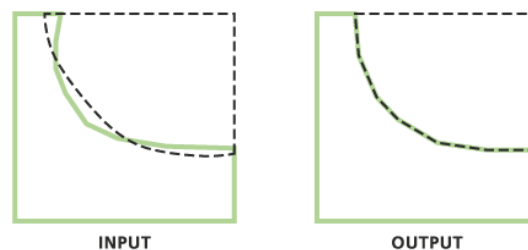
*Copy Features* verktøyet kopierer filen som inneholder alle trackloggene før *Integrate* verktøyet kjøres (Figur 52). *Integrate* lager først provisoriske punkter (vertices) alle steder der trackloggene krysser hverandre. Deretter finner verktøyet alle punkter (både knekk-, start-, stopp- og provisoriske punkter) som er i nærheten av hverandre (innenfor XY toleransen som spesifiseres av bruker) og flytter dem til ett utregnet middelpunkt. Dette resulterer i at alle tracklogger som ligger i nærheten av hverandre vil bli lagt på samme sted. Tabellen og verdiene vil forbli som før.

For å bevare originaldatasettet, noe man kan trenge dersom det er ønskelig å legge til flere tracklogger, kopieres shapefilen som inneholder trackloggene. Dette må gjøres fordi *Integrate*-verktøyet ikke lager en ny shapefil, men redigerer og endrer den originale.

Verdien man velger som XY toleranse er kritisk i forhold til hvordan resultatet vil se ut og vil variere avhengig av hvilket resultat som er ønskelig. Dersom brukeren velger for stor XY toleranse kan uønskede punkter bli forflyttet. Blir XY toleransen for liten vil ikke alle punktene som skal forflyttes bli flyttet.

Verdien vil være forskjellig fra produkt til produkt og bør vurderes med hensyn på dette. ArcGIS sin hjelp funksjon anbefaler at denne verdien holders så lav som mulig for å beholde datasettet mest mulig lik det opprinnelige datasettet.

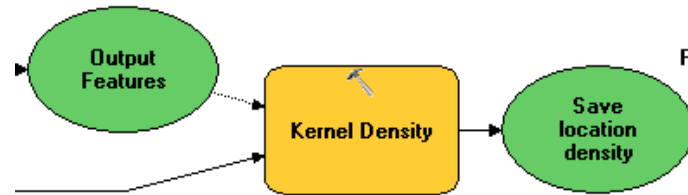
Verdien på 15 meter, som i modellen er satt som standard, er en verdi som visualiserer loggene godt uten å avvike for mye fra original posisjon.



FIGUR 54: DEL 3 – EKSEMPEL – INTEGRATE

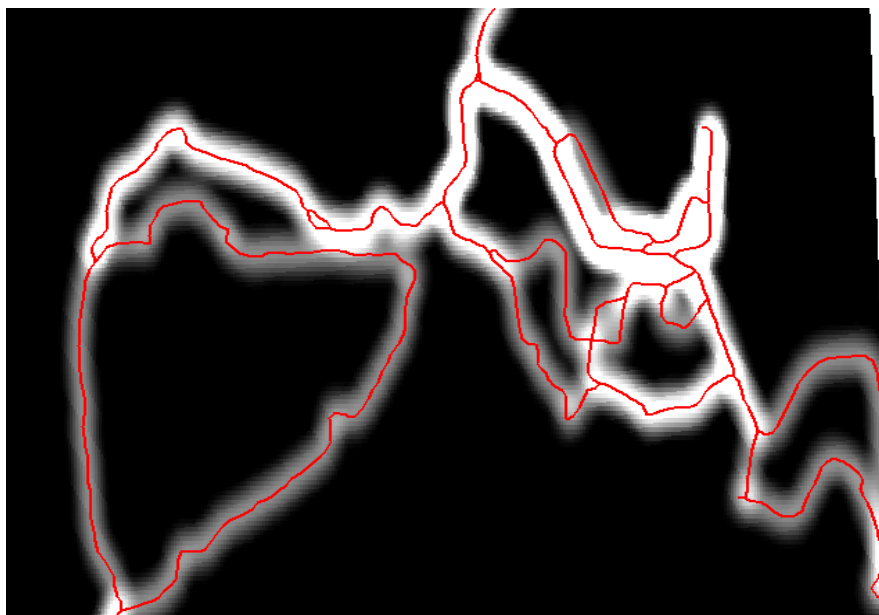


## Kernel Density



FIGUR 55: DEL 3 - KERNEL DENSITY

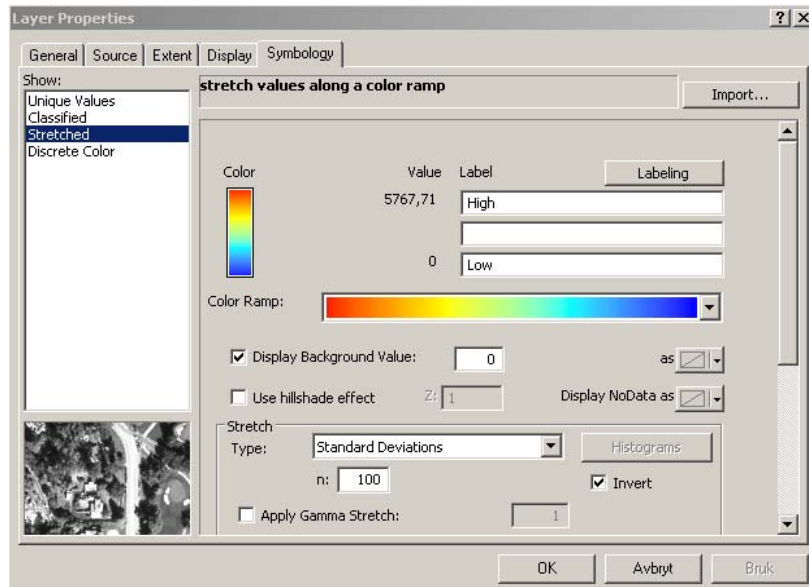
Ettersom resultatet fra *Integrate* verktøyet er grunnlaget for analysen, er det satt som en forutsetning at *Integrate* er gjennomført før *Kernel Density* kjøres (Figur 54). *Kernel Density* bruker resultatet fra *Integrate* og regner ut tettheten av forskjellige tracklogger rundt hver rastercelle. Dette vil si at der det ligger flere tracklogger over hverandre, vil det bli høy tetthet. Der det ikke finnes noen tracklogger, vil tettheten være lik 0. I tillegg til hvor mange tracklogger som er på samme sted, vil også hvor mange ganger én tracklogg går over ett og samme sted virke inn på resultatet. Dersom man kjører frem og tilbake på samme akse, vil tettheten øke. Resultatet av dette verktøyet vil være et raster som lagres der brukeren spesifiserer *Save location density*.



FIGUR 56: DEL 3 - EKSEMPEL - KERNEL DENSITY

Figur 55 viser et eksempel på et resultat hvor de røde strekene representerer de generaliserte trackloggene fra forrige verktøy, *Integrate*. Det underliggende rasteret er resultatet fra *Kernel Density* og fargeskalaen går fra sort til hvitt, hvorav det hviteste området representerer hvor det er kjørt i flest ganger.

Brukeren kan selv definere hvordan tettheten skal symboliseres, men vedlagt denne modellen ligger *Symbology Density.lyr*. Denne lyrfilen representerer en måte det er mulig å symbolisere tettheten på, som i de fleste situasjoner vil gi et godt visuelt resultat.

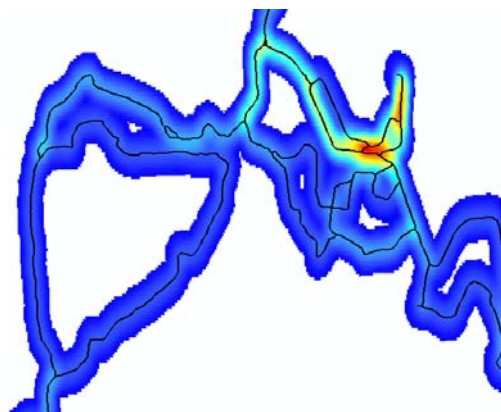


FIGUR 57: DEL 3 – SYMBOLISERING – EGENSKAPER

Samme data som vist i figur 55 er i figur 58 visualisert med symbolisering gitt av figur 56 og figur 57.



FIGUR 58: DEL 3 – SYMBOLISERING – FORKLARING



FIGUR 59: DEL 3 – SYMBOLISERING – EKSEMPEL

Dersom brukeren ønsker å benytte seg av denne symboliseringen hver gang, kan modellen endres til å symbolisere resultatet fra *Kernel Density* på denne måten. Hvordan å endre modellen til å utføre dette er beskrevet i brukerveiledningen (Vedlegg A).



### 1.3.3. Drøfting

Modellene i oppgaven tar for seg to analyser som i spørreundersøkelsen beskrives som rutineoppdrag både i PRT Maimanah og hjemme i Norge (PRT Maimanah, 2011). Med manuell utførelse er disse to analysene tidkrevende og består av mange steg. Parametere må bestemmes manuelt for hvert verktøy og (del)resultater må vurderes og kvalitetssikres.

#### Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt

Modellen stiller krav til to inndatafiler og omhandler totalt åtte forskjellige typer verktøy. For å gjøre modellen mest mulig fleksibel brukes det veldig få parametere, syv totalt. Modellen produserer to produkttyper. Et består av flere synbarhetsraster, det andre består av ett raster som visualiserer fra hvilke områder 12 punkter eller mer er synlig. Dette gir MilGeo-operatøren få variabler å forholde seg til. Parameterne er fastsatt av modellen og produktene utvikles uten innspill fra brukeren.

Gjøres tilsvarende analyse manuelt ville de åtte verktøyene stilt minst et inndata krav hver. Brukeren måtte spesifisert filstien til hver inndata. Utdata og parametere må også spesifiseres. I tillegg til dette må delresultater vurderes underveis og deler av analysen gjøres om igjen dersom noen av resultatene ikke svarer til forventningene. Skal samme type analyse gjøres i et annet område må hele prosessen gjentas.

#### Generalisering og sammenslåing av tracklogger

Tracklogger som lages i et system som baserer seg på GPS oppretter ofte en tabell som består av koordinater. Koordinatene må legges manuelt i ArcMap ved hjelp av forskjellige verktøy. Ønskelig tilleggsinformasjon som for eksempel når aksene ble brukt og med hvilket kjøretøy, må legges inn manuelt i tabellen i ArcMap. Dette er en tidkrevende prosess og må gjøres manuelt for hver akse. For å kunne skille aksene er det nødvendig å hente inn aksene i ArcMap hver for seg. Prosessene for å legge til informasjon må også gjentas hver gang. Det finnes ingen standardisert metode å visualisere brukte akser på.

Ved bruk av modellen *Generalisering og sammenslåing av tracklogger* vil operatøren kunne skrive inn ønsket tilleggsinformasjon i modellens dialogboks ved oppstart. Modellen vil deretter gjøre hele prosessen og legge til aksene i en felles shapefil. Ønsker operatøren å legge til nok en akse kjører modellen på nytt. Operatøren velger selv om det er ønskelig å slå sammen den nye aksene med en fil bestående av andre.

Modellen presenterer en måte å gjøre denne typen databehandling på som er mulig å dele til andre MilGeo-operatører. Dette vil kunne skape grunnlaget som trengs for å opprette en standardisert måte å arkivere og visualisere tracklogger.

I MilGeo-erfaringsrapporten fra PRT Maimanah (PRT Maimanah, 2010) beskrives et behov for å ha to MilGeo-operatører i utlandet. Rapporten forklarer at to operatører vil kunne samarbeide om løsninger og kvalitetssikre hverandres produkter. Mangelen på MilGeo-operatører fører til at arbeidsoppgaver må prioriteres på grunn av mangel på tid. Uten en standardisert måte å løse oppdrag og utfordringer på er MilGeo-operatøren alene om sine løsninger og må gjøre samtlige analyser fra bunn, hver gang. Hvordan produktet blir sendes ut, er avhengig av MilGeo-operatørens arbeidsvaner og smak. Stor variasjon i produkter kan skape forvirring hos kunden.

Menneskelige feil er umulig å gradere seg mot. Særlig dersom operatøren er fersk og under stort press og med stramme tidsskjema. Parametere kan gis feil verdier eller rett å slett glemmes, noe som vil påvirke produktene i stor grad. Dersom kundene er vant med gode produkter, og stoler blindt på disse kan det oppstå problemer. Modeller utfører arbeidet på lik måte hver gang og symbolisering og presentasjon kan fastsettes for å skape kontinuitet. Skal samme type analyse gjøres kan modellen kjøres om igjen både med samme inndata, eller ny dersom det er et nytt område. Et sett med modeller av rutineanalyser vil endre forutsetningene for ferske operatører.

Dokumentasjon av prosesser er viktig for at MilGeo-operatører skal kunne lese og forstå hva som skjer i modellen. MilGeo-operatøren må ha mulighet for dette for å kunne stole på modellen og produktet den produserer, spesielt dersom modellen er utviklet av en annen operatør. Produktet av modellene, og modellene i seg selv bør ikke brukes uten at operatøren har satt seg inn i de forskjellige verktøyene og hvordan de er satt sammen.

Gjennom arbeidet med oppgaven har gruppen vært i kontakt med en rekke avdelinger i Forsvaret som har vist stor interesse for temaet. Blant annet har FMGT og MilGeo-faggruppen ved HVS vist sin interesse under en presentasjon av oppgaven ved Krigsskolen. Modeller brukes aktivt for sivile formål og den klare anbefalingen fra sivile aktører er å implementere modeller i det daglige arbeidet. For å øke kompetansen på ModelBuilder i Forsvaret kan utdanningsinstitusjonene tilby dette temaet i sine fagplaner. Krigsskolen er Forsvarets eneste utdanningsinstitusjon som tilbyr utdanning innenfor militær geografi. ModelBuilder er per i dag ikke dekket av fagplanen for MilGeo-fordypningen på Krigsskolen. Alternativet er kursing hos sivile aktører. Flere aktører tilbyr kursing på ModelBuilder. Esri tilbyr et gratis nettkurs (Esri, 2006) og Geodata tilbyr forskjellige kurspakker (Geodata, 2009).





## 2. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

Kapittel 1.2, valg av modeller, førte til to modeller som skulle utvikles. Utviklingen av disse er beskrevet i kapittel 1.3. Disse to kapitlene har ført til tre delkonklusjoner som bunner ut i en hovedkonklusjon.

### 1. Delkonklusjon

Modellene automatiserer prosessene i analysene. De to analysene i oppgaven gjøres betydelig raskere ved bruk av modeller. Modellene er gjenbrukbare og kan deles. Del-resultatene er kvalitetssikret i utviklingen av modellene. Skal tilsvarende analyse gjøres om igjen, kan inndata endres før modellen kjøres på nytt.

- Modeller effektiviserer arbeidet til MilGeo-operatører i betydelig grad.

### 2. Delkonklusjon

Bruk av modeller vil frigjøre tid for MilGeo-operatøren, som dermed kan dekke flere oppdrag. Produktene vil være kvalitetssikret og visuelt vurdert under utviklingen. Ved å bruke modeller vil produktet være konsistent og gjenkjennelig for kunden, uavhengig av MilGeo-operatøren.

- Bruk av modeller fører til kontinuitet i produktene, både visuelt og kvalitetsmessig.

### 3. Delkonklusjon

Den grafiske fremstillingen av modellen er en form for dokumentasjon. Verktøy, parametere, inndata og utdata fremstilles på en lett forståelig og oversiktlig måte. I tillegg tilbyr ModelBuilder gode muligheter for å dokumentere modellen ytterligere og skrive inn hjelpenotater til brukeren.

- ModelBuilder innfører en standardisert metode for å dokumentere analyse- og databehandlingsprosesser.

## Hovedkonklusjon

Gruppen anbefaler at modeller i større grad tas i bruk i MilGeo-fagmiljøet i Forsvaret. Det anbefales at det tas opp til vurdering om ModelBuilder skal inkluderes i fagplanen for MilGeo-fordypningen på Krigsskolen.

---

## LITTERATUR- OG REFERANSELISTE

- Data East. About Data East. Lokalisert 2. feb 2011 på <http://dataeast.com/en/company.asp>.
- Esri. (2006). Geoprocessing Using ModelBuilder. Lokalisert 10. feb 2011 på [http://training.esri.com/acb2000/showdetl.cfm?DID=6&Product\\_ID=844](http://training.esri.com/acb2000/showdetl.cfm?DID=6&Product_ID=844)
- Geodata AS. (2007). ArcGIS ModelBuilder. Oslo: GeoData AS.
- Geodata AS. (19.mai.2009 #1). Introduksjon til geoprosessering med scripting i Python. Lokalisert 27. jan 2011 på <http://geodata.no/Geosupport/Kurs/Kursbeskrivelser-og-pamelding/ArcGIS/Geoprosessering-med-scripting-i-Python-Modul-1/>
- GeoData AS. (19.mai.2009 #2). Kursbeskrivelser. Lokalisert 27. jan 2011 på <http://geodata.no/Geosupport/Kurs/Kursbeskrivelser-og-pamelding/>
- Geodata AS. (19.nov.2010). Norsk ESRI brukerkonferanse 2011: Program. Lokalisert 9. mai 2011 på <http://www.geodata.no/Aktiviteter/Events/Norsk-ESRI-Brukerkonferanse-2011/Smakebiter/>
- Jacobsen, Dag Ingvar. (2005). Hvordan gjennomføre undersøkelser?: *Innføring i samfunnsvitenskaplig metode* (2. utgave). Kristiansand: Høyskoleforlaget
- Johannessen, Asbjørn, Tuft, Per Arne, & Christoffersen, Line. (2010). Introduksjon til Samfunnsvitenskaplig metode: (4. utgave). Oslo: Abstrakt forlag
- Krigsskolen. (2010). Studiehåndbok 2010-2011: *studieprogram for ingeniørutdanning bachelor i ingeniørfag* (Juni 2010). Oslo: Krigsskolen.
- PRT Maimanah. (2010). Erfaringsrapport MilGeo. Afghanistan: PRT Maimanah.
- PRT Maimanah. (2011). Svar spørreundersøkelse. Afghanistan: PRT Maimanah
- XTools Pro. Tools. Lokalisert 20. jan 2011 på <http://www.xtoolspro.com/tools.asp>.



## VEDLEGGSLISTE

- **Vedlegg A**

Brukerveiledning for installasjon av modellene.

- **Vedlegg B**

Mail sendt til XTools Pro i forbindelse med lisensproblemer.

- **Vedlegg C**

Spørreskjema / Spørreundersøkelse som ble sendt til utvalgte avdelinger i MilGeo-miljøet i Hæren i forbindelse med valg av modeller.

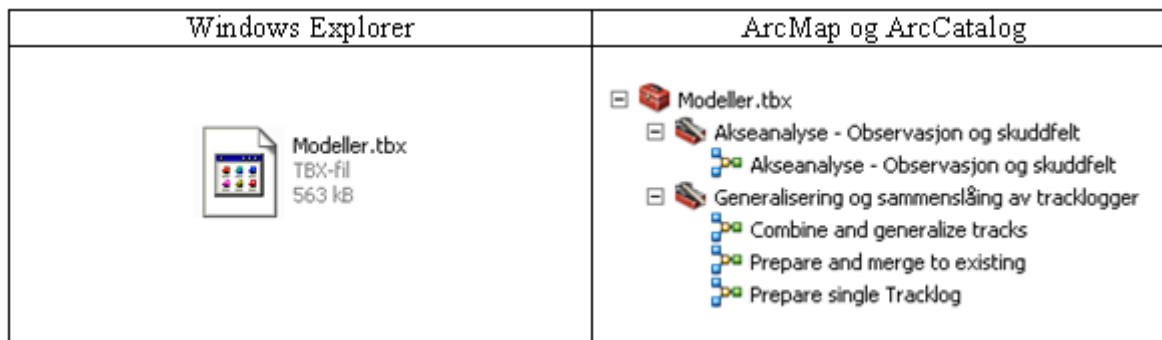
- **Vedlegg D**

Oppgavens forprosjekt.

## A. BRUKERVEILEDNING

### Brukerveiledning for installasjon av modellene

Modellene blir utgitt i form av en verktøyboks med navnet *Modeller*. I vedlagt mappestruktur befinner modellen seg under *Bachelor 2011\Modeller\Modeller.tbx*. Dersom brukeren benytter Windows Explorer for å finne modellene, vil de vises som en enkelt fil. Benyttes ArcMap eller ArcCatalog, vil en mer detaljert visning bli tilgjengelig. Begge mulighetene er illustrert i figuren nedenfor.

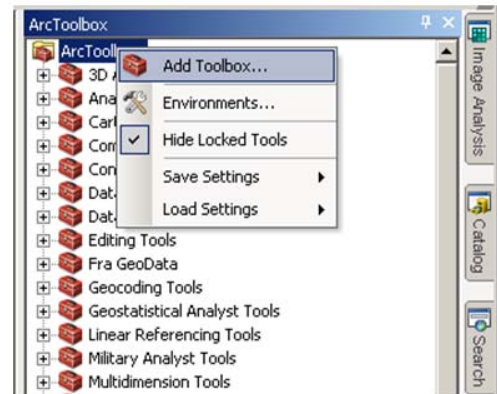


Det anbefales å kopiere verktøyboksen lokalt til maskinen før brukeren benytter seg av modellene. For eksempel kan verktøyboksen kopieres til mappen *Toolboxes*, der ArcMap standardverktøy befinner seg. Som regel er denne mappen på filstien *C:\Programfiler\ArcGIS\Desktop10.0\ArcToolbox\Toolboxes*.

Modellen *Akseanalyse: Observasjon / skuddfelt* krever i tillegg at brukeren installerer *XTools Pro*<sup>6</sup>. Dette gjøres ved å kjøre filen *XToolsPro\_En\_Setup.exe* som ligger på filstien: *Bachelor 2011\Modeller\XTools Pro 7.1 En\*.

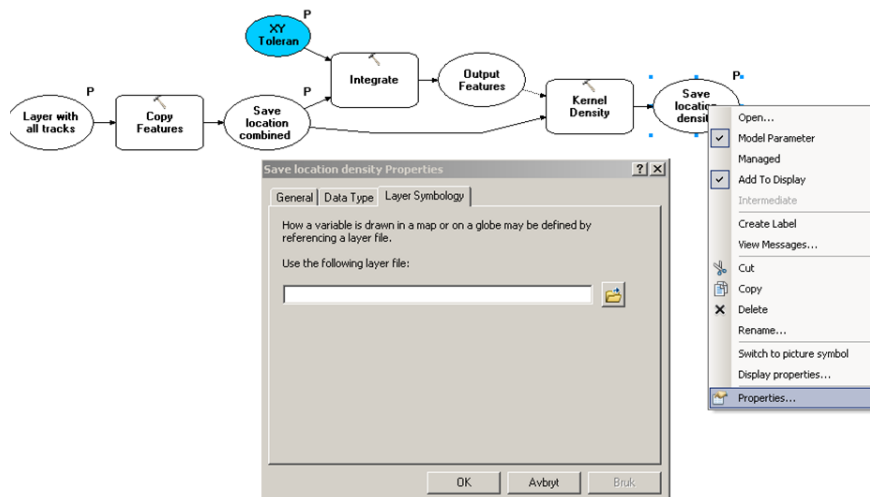
Installeringsguiden for *XTools Pro* åpnes når *XToolsPro\_En\_Setup.exe* kjøres. Guiden gir muligheten for å legge til de nye verktøyene i ArcToolbox og aktivere XTools Pro tilleggsmodulen automatisk. Velger brukeren å ikke tillate at installeringsguiden gjør dette automatisk, må brukeren legge til verktøyene og aktivere tilleggsmodulen manuelt. Standardinnstillingene i installeringsguiden lagrer verktøyboksen på følgende filsti: *C:\Programfiler\DataEast\XToolsPro 7.1\Toolbox\XTOOLS PRO.tbx*

<sup>6</sup> Tilleggsmodulen kan alternativt lastes ned direkte fra <http://www.xtoolspro.com>



Under forklaringen av modellen *Generalisering og sammenslåing av tracklogger* er det foreslått å symbolisere resultatet av *Kernel Density* etter *Symbology Density.lyr*. Dersom brukeren ønsker å få modellen til å gjøre dette automatisk, må 10 steg følges:

1. Kopier *Symbology Density.lyr* lokalt til brukerens maskin<sup>7</sup>.
2. Åpne ArcMap eller ArcCatalog
3. Naviger til området hvor *Modeller.tbx* er lagret på brukerens maskin
4. Høyreklikk på *Generalisering og sammenslåing av tracklogger* og velg *Edit*.
5. Høyreklikk på *Save location density* og velg *Properties*
6. Under fanen *Layer Symbology* venstreklikk på knappen
7. Naviger til valgt område fra steg 1. og venstreklikk på *Symbology Density.lyr*
8. Velg *Add*, slik at dialogboksen forsvinner. Nå skal filstien vises i dialogboksen *Save location density Properties*.
9. Velg OK slik at dialogboksen forsvinner.
10. Lagre modellen () og lukk arbeidsvinduet ()



<sup>7</sup> *Symbology Density.lyr* ligger på filstien: *Bachelor 2011\Modeller\LYR*.

## B. MAIL TIL XTOOLS

Hi!

I wrote in the FAQ at your homepage, but didn't quite get the answer I was looking for.

So I'll make another try here.

I'm using one of your tools, the "Convert Features to Equidistant Points (Fixed Number)".

The tool is one of the listed "Free" tools, which I understand is supposed to be free even after the 30 days trial.

I'm using ModelBuilder in my work and therefore use tools directly from my ArcToolbox. When I try to use the

tool from the toolbox it tells me that I do **not** have the license to use it. I have signed up for free usage of course!

Will I not be able to use the free tools directly from the toolbox?

In other words I have to buy a full license to use a "free" tool from the ArcToolbox (which I have to use to get it into my model).

Is it supposed to be like this?

Regards

Magnus Fjetland



## C. SPØRRESKJEMA / SPØRREUNDERSØKELSE

Hei!

Vi er nå i gang med forprosjektet for vår hovedoppgave på MilGeo-fordypningen på Krigsskolen. Vi lurte i den anledning på om dere har tid til å svare på et par raske spørsmål som vil hjelpe oss i gang med oppgaven.

Det vil fokuseres på bruken av mindre modeller. Oppgaven vil bygges opp med en praktisk og en teoretisk del, som består hhv av å lage "enkle" modeller og å dokumentere for hvordan dette gjøres, altså hvilke operasjoner som gjennomføres bak programmets grafikk.

Store modeller vil som kjent ha store krav til inndata, og er veldig komplekse og arbeide med samt å bruke (ref. "helikopter lz"). Da vi lever i en - veldig - dynamisk hverdag og aldri kommer over en lik utfordring, ønsker vi å basere oss på mindre modeller. Med "mindre modeller" mener vi enkle operasjoner som f. eks:

En modell som ved 2 typer inndata(punkter av trefninger(alle typer) & bakgrunnsraster) vil produsere et \*.mxd produkt med buffere, koordinater på punktene, klassifisering over hvilke type trefning punktet representerer. Da er operatørens eneste oppgave å velge ut hvilken presentasjon han/hun ønsker på sluttproduktet, og presentere dette ved en eventuell IPB/morgenbrief

Våre spørsmål er som følger:

- Hvordan opererer dere ute?

Stikkord: Hvilke inndata får dere (typer), hvor får dere dem fra, hvordan får dere dem.

(FMGT, egen rec, avdeling rec)

- Hvem er kundene?

Stikkord: Hvem kontakter dere for tjenester: Hvilke enheter, hvilket nivå blir dere kontaktet på (KP, Tropp, lag, patrulje osv. Hvilket nivå innenfor enhetene: KP sjef/NK, troppsjef/NK osv.).

- Hvilke produkter lager dere?

Stikkord: Hvilke sluttprodukter produserer dere i all hovedsak (ipb, IED-kart osv.).

- Hvilke ArcGIS analyser/operasjoner gjennomfører dere?

Stikkord: Hvilke spesifikke analyser gjøres det mest av, gjerne alt fra fulle analyser til nittigrittede (enkelt operasjoner) nivå.

Notat: Vi ønsker som sagt ikke å lage en stor kompleks analysemodell (ala "helikopter lz"), men flere små modeller, derfor ønsker vi gjerne både det store bildet, samt hva som gjøres for å oppnå sluttproduktet da det er her vi baserer oppgaven vår.

- Hvilke modeller ser dere på som relevante, og hva kunne bidratt til en mer effektiv hverdag for dere?

- Til slutt: Deres tanker rundt oppgaven, dens relevans og eventuelle ting vi bør se på.

Vi vet det er en hektisk hverdag og lar det seg ikke gjøre å svare har vi selvfølgelig full forståelse for det! Vi takker uansett på forhånd.

Mvh

Martin Wesche & Magnus Fjetland



# D.FORPROSJEKT



KRIGSSKOLEN

KS-ING

2008-2010

FORPROSJEKT RAPPORT FOR BACHELOR GRAD I  
INGENIØR MED FORDYPNING I MILGEO

MODELLER TIL BRUK I HÆRENS MILGEO-MILJØ

**Magnus Fjetland**

**Martin Wesche**

21.12.2010

Hovedveileder: Ragnar Øien

## Innholdsfortegnelse

1.	Innholdsfortegnelse.....	1
2.	Definisjoner.....	2
3.	Innledning.....	3
3.1.	Prosjektmål.....	5
4.	Litteratursøk.....	6
5.	Foreløpig problemformulering.....	7
6.	Metode.....	8
6.1.	Valg av metode.....	8
6.2.	Metodekritikk.....	10
7.	Organisering.....	11
8.	Fremdriftsplan.....	12



## Definisjoner

<b>Ord / Forkortelse</b>	<b>Forklaring</b>
<b>FMGT</b>	Forsvarets Militærgeografiske tjeneste. Forsvarets fagmyndighet og forvalter av kart og geografisk informasjon
<b>ASIC</b>	All Source Intelligence Cell. Analysesenter i Etterretningsbataljonen. Mottar informasjon fra alle sensorene i ISTAR(Intelligence, surveillance, target acquisition and reconnaissance) og produserer etterretninger til støtte for militære beslutningstakere både i konvensjonell og asymmetrisk krigføring
<b>IED</b>	Improvised Explosive Device. Hjemmelagede bomber, typisk brukt om veibomber i Afghanistan.
<b>IPB</b>	Intelligence Preparation of the Battlefield/Battlespace. <i>Utdrag fra forsvarrets fellesoperative doktrine(FFOD):</i> Systematisk og kontinuerlig prosess for å analysere trusselen og omgivelsene i et spesifikt geografisk område. IPB-prosessen komplimenterer og er en integrert del av den operative planleggings- og beslutningsprosessen. Hensikten med IPB-prosessen er å få en forståelse av motstanderne og øvrige parter og analysere helt konkrete forhold som vær, føre, lys, terreng og så videre.
<b>Windows Explorer</b>	En komponent av operativsystemet Windows som sørger for et brukergrensesnitt for behandling og bruk av data i Windows, f. eks: Når du navigerer i Min Datamaskin.
<b>Metadata</b>	Bakgrunnsdata om den aktuelle filen. Kan inneholde informasjon om: Hvem som lagde filen, til hvilket bruk den er beregnet for, når den ble laget, hvilken koordinatsystem den bruker, med mer.
<b>Rasterfil</b>	En bildefil, presenterer et bilde. En raster er bygget opp av mange piksler(ruter) som representerer en egen fargeverdi mellom 0 og 255.
<b>Shape fil</b>	Et filformat ArcGIS programmer bruker til å behandle linjer, punkter og polygoner.
<b>ArcGIS</b>	Programpakke laget av Environmental System Research Institute(Esri). <a href="http://www.esri.com">www.esri.com</a>
<b>GIS</b>	Geografiske informasjonssystemer
<b>MilGeo-operatør</b>	Militær geograf. Bruker av GIS systemer.

## Innledning

Hovedprosjektet ved ingeniørutdanningen på Krigsskolen anses som å være det avsluttende prosjektet i utdanningen. Målet for prosjektet er beskrevet i studiehåndboka for ingeniørutdanningen<sup>8</sup>:

” Kadettene skal gjennom et mer omfattende prosjekt se helheten i ingeniørutdanningen. Kadettene skal vise at de har tilstrekkelig kompetanse til å løse større komplekse prosjekter og mindre konkrete problemstillinger. Emnet skal videreutvikle kadettenes kompetanse innenfor rammen av fagplanen og sikre at kadettene når rammeplanens mål for ingeniørutdanning, se kapittel 2. ”

Det militære geografiske (heretter MilGeo) miljøet i Hæren er relativt lite, men utgjør en etterspurt kapasitet. MilGeo opererer først og fremst som en bataljonsressurs. Med dette menes det at man fungerer som et beslutningsverktøy for alle ledd, fra stab til lagsnivå. En MilGeo-operatørs hverdag er veldig varierende og utfordrende, oppgavene består av et vidt spekter fra informasjonsinnhenting på bakkenivå, til analyser av data som resulterer i sluttprodukter som IPB-briefer og visualisering av trefninger, IED med mer. Produktene lages på forespørsel av underavdelinger/stab i bataljonen man støtter.

Et viktig ledd i operatørens arbeid er analysen. Behovet for enhver analyse oppstår ved en forespørsel. Her ligger mye av dagens utfordringer for MilGeo-operatørene. De militære miljøene snakker forskjellige språk og det er viktig at man fullstendig har forstått kundens behov før man begynner med selve analysen. Uavhengig av sluttresultatets form er det nødvendig med grunnlagsdata for å kunne starte analysen. Grunnlagsdata kan komme i mange former: Eldre kartblad, forskjellige typer data filer, bilder eller beskrivelser av et område. Kvaliteten på denne grunnlagsdataen har en stor påvirkning på sluttproduktet. Når operatøren har mottatt en forespørsel og innhentet tilgjengelig bakgrunnsdata starter selve analysen.

Under analysen brukes programmet ArcGIS. ArcGIS brukes til å utarbeide, bruke og behandle geografisk informasjon. Programmet er delt i tre versjoner: ArcView, ArcEditor og ArcInfo. Disse programmene inneholder forskjellige nivåer av funksjonalitet som styres av lisenser. Mer funksjonalitet betyr dyrere lisens. MilGeo-operatører bruker ArcInfo, som er den komplette versjonen. I tillegg til funksjonaliteten til både ArcView og ArcEditor inneholder den ytterligere avanserte verktøy, det er denne versjonen vil vi bruke i oppgaven vår. ArcInfo er igjen delt i ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe og ArcScene. Vi tar foreløpig kun for oss to av underprogrammene: ArcMap omfatter alt av analyse arbeid og generelt arbeid med grunnlagsdata, ArcCatalog brukes som et alternativ til Windows Explorer for å behandle geografisk informasjon. ArcCatalog kan lese, forhåndsvisne og vise metadata. Dette programmet er en nødvendighet da Windows Explorer ikke klarer å behandle geografisk informasjon i de aktuelle formatene på en like hensiktsmessig måte.

---

<sup>8</sup> Studiehåndbok 2010-2011: Studieprogram for ingeniørutdanning, bachelor i ingeniørfag



ArcMap består av forskjellige verktøy som brukes til å analysere grunnlagsdata, dette er selve kjernen i operatørens arbeide. Hvilke verktøy man bruker blir en sammensetning av tilgjengelig grunnlagsdata og ønsket sluttprodukt. For å eksemplifisere et verktøy tar vi for oss en bufferanalyse:

Forespørselen fra kompanisjef er å lage et kart som viser sikkerhetsavstand fra veien, dette med tanke på veibomber i forbindelse med at kompaniet hans skal gjøre en vei rekognosering. MilGeo-operatøren henter inn nødvendig grunnlagsdata (f. eks satellitt foto og et digitalt veikart) og henter denne inn i ArcMap. Rapporten gir informasjon om at vei bomber oftest forekommer i en 15 meters radius fra veien. Han bruker buffer verktøyet til å føre inn en 15 meters sikkerhetsavstand, og får et resultat som visualiserer sikkerhetsavstanden. Ved å legge til satellitt foto og veikartet med en transparent sikkerhetsavstand, blir resultatet et oversiktlig kart for kompanisjef til bruk ved valg av akser.

Eksempelet beskriver en typisk oppgave for en MilGeo-operatør, med tilhørende hjelpemidler. Denne analysen ville ikke vært tidkrevende for en dyktig operatør, men ArcMap består av et stort antall ulike verktøy. Noen er mer komplekse og tidkrevende en andre.

ModelBuilder er et annerledes verktøy i ArcGIS som kan involvere flere operasjoner som for eksempel buffer. ModelBuilder brukes til å lage en modell, som kan bestå av flere operasjoner med flere typer grunnlagsdata. I praksis betyr dette at modeller er en automatisering av analysearbeidet. Ved å lage en modell av vårt eksempel vil både analysen og presentasjonen kunne utføres av modellen: Operatøren legger til grunnlagsdata og kjører så modellen. Resultatet kan defineres slik man ønsker, og gjøres i utviklingen av modellen. I vårt tilfelle kan resultatet visualiseres som et ferdig kart med sikkerhetsavstander over aktuelle veier i området.

Bruken av modeller er i beste fall moderat i norsk militær sammenheng, men som eksempelet ovenfor tydelig beskriver, vil man kunne effektivisere en MilGeo-operatørs hverdag betraktelig med bruk av modeller. Disse modellene må selvsagt være optimalisert, kvalitetssikret og dokumentert slik at eventuelle brukere kan få innsyn i hvilke prosesser modellen utfører og hvordan. Det vil i hovedoppgaven gjennomføres undersøkelser i fagmiljøet for å kartlegge hvilke operasjoner som oftest gjennomføres og dermed vil være aktuelle for modellering. Vi vil fokusere på modeller som utfører mindre prosesser. Dermed vil færre verktøy involveres og modellen stiller mindre krav til grunnlagsdata. Dette fører til større fleksibilitet, operatøren kan velge å bruke modellen som en del av en større analyse og/eller kombinere flere modeller.

## Prosjektmål

- **Effektmål**

Ved å distribuere produktet ønsker vi å øke interessen for bruk av modeller i MilGeo-fagmiljøet i Hæren.

- **Resultatmål**

Produktet består av modeller klar til bruk. Disse vil distribueres til aktuelle avdelinger<sup>9</sup> i Hæren.

- **Læringsmål**

På bakgrunn av studiehåndboken er prosjektet valgt grunnet sitt potensielt store læringsutbytte. Området er ikke dekket av fagplanen for MilGeo-fordypningen, og vi ser muligheten til å tilegne oss spisskompetanse innenfor et område det eksisterer lite kunnskap og erfaring på i fagmiljøet per dags dato. Under utarbeidingen av modellene brukes programmet ArcGIS, dette tilfører en ytterligere spissing opp mot funksjonene i dette programmet som utgjør mye av arbeidet vi vil praktisere ved avsluttet Krigsskole.

---

<sup>9</sup> Ingeniør Bataljonen, FGMT, Etterretningsbataljonen v/ASIC



## Litteratursøk

### • Litteraturliste

Foreløpig liste av faglitteratur.

Nr.	Produsent/forfatter	Navn	Beskrivelse	Utgivelsesdato
1.	Geodata AS	ArcGIS ModelBuilder	Geoprosessering, avanserte muligheter i ModelBuilder med mer.	---
2.	Asbjørn Johannessen Per Arne Tufte Line Christoffersen	Introduksjon til Samfunnsvitenskaplig metode	Dekker kvalitativ og kvantitativ forskningsdesign. Redegjør for de valg som kan gjøres i forskningsprosessen.	4. Utgave 2010
3.	Dag Ingvar Jacobsen	Hvordan gjennomføre undersøkelser?	Innføring i samfunnsvitenskapelig metode	2. Utgave 2005

### • Kontaktnettverk

Foreløpig kontaktnettverk.

Aktør	Avdeling	Stilling	Navn	TLF	E-post	Status
Militær	FMGT	Avdelingsingeniør	Jan Tore Kyrдалen		Fis b	Opprettet kontakt
Militær	PRT ISTAR  PRT - Provincial reconstruction team ISTAR - Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, and Reconnaissance	MilGeo-operatør	Annike Ågedal		Fis b	Opprettet kontakt
Militær	Ingeniør bataljonen	Fag off. MilGeo	John Kristian Marstein		Fis b	Venter på tilbakemelding
Sivil	Geodata AS	Kontaktperson forsvaret	Lars Olav Gaden			Venter på tilbakemelding

## Foreløpig problemformulering

Bruken av modeller er ikke en del av fagplanen på MilGeo-fordypningen ved Krigsskolen. Vi fattet interesse for temaet etter en gjennomgang av aktuelle oppgaver for vårt hovedprosjekt. Videre undersøkelser viste at det eksisterer lite kunnskap om bruken av modeller i fagmiljøet. Modeller brukes med andre ord i svært liten grad i Hæren, men er veldig utbredt utenfor forsvaret. Læringsutbytte av oppgaven vil være stor og i tillegg til det tekniske utbytte ser vi muligheten for å vekke interesse for temaet ved MilGeo-fagmiljøet i Hæren.

Slik ble temaet for hovedoppgaven valgt, og arbeidet med problemformuleringen startet. På bakgrunn av en undersøkelse i fagmiljøet vil vi kartlegge hvilke ArcGIS operasjoner som gjennomføres oftest. Med disse til grunn vil vi produsere modeller for de vanligste operasjonene og på denne måten eksemplifisere hvordan bruken av modeller kan effektivisere en MilGeo-operatørs hverdag. Problemformuleringen vil endres underveis i prosjektet. Ved å tilegne oss mer kunnskap innen ModelBuilder vil vi også være i bedre stand til å avgrense oppgaven med tanke på antall modeller og deres kompleksitet.

### *Foreløpig problemformulering*

**”Ved bruk av ModelBuilder produsere modeller til publisering, i den hensikt å øke interessen for bruk av modeller i Hærens MilGeo-miljø.”**





## Metode

### Valg av metode

Arbeidet med denne oppgaven vil basere seg på en samfunnsvitenskaplig metode<sup>10</sup>. En slik metode bygger på forskningsprosessen<sup>11</sup> og dreier seg om hvordan man samler inn, analyserer og tolker data. Forskningsprosessen deler inn arbeidet i fire faser:

- Forberedelse
- Datainnsamling
- Dataanalyse
- Rapportering

Fasene er tilpasset prosjektet og det vil derfor bli en flytende overgang mellom dem.

**Forberedelsen** ble gjort ved å gjennomføre dette forprosjektet. Her ble flere temaer samlet inn etter behov fra fagmiljøet, og vurdert opp mot hverandre. Den midlertidige problemstillingen baserer seg på en antagelse om at bruken av modeller er lite utbredt i det militære fagmiljøet. For å verifisere denne antagelsen gjennomførte vi en mindre deduktiv undersøkelse. Arbeidet besto av å kontakte militære operatører og våre veiledere for å spørre om deres mening rundt temaet. Alle de involverte partene bekreftet vår antagelse, modeller *er* lite brukt i det militære geografiske miljøet.

**Datainnsamling** vil bli gjennomført blant annet gjennom intervjuer og litteraturstudier, samt konferanse og kurs om dette viser seg mulig. Vi vil basere innsamlingsmetoden på en induktiv og kvalitativ tilnærming. Fremgangsmåten ble valgt på grunnlag av at vi er relativt ferske i fagfeltet, og derfor ikke har godt nok grunnlag til å anslå hvilke operasjoner som blir oftest utført i fagmiljøet. Synspunkter fra personell med erfaring er derfor nødvendig for å kunne kartlegge hvilke modeller som kan være aktuelle for oss å produsere.

---

<sup>10</sup> Litteraturliste nr. 2. s. 29

<sup>11</sup> Litteraturliste nr. 2. s. 32

I oppgaven har vi valgt å vektlegge nærhet fremfor distanse<sup>12</sup>. Nærhet vil gi oss dypere innsikt og økt kunnskap om MilGeo-operatørens hverdag. Vi blir dermed i bedre stand til å vurdere hvilke modeller vi ønsker å produsere. Distanse er viktig for å skape avstand mellom det som skal undersøkes og undersøkeren. Dermed kan et fenomen undersøkes upåvirket av de nye omgivelsene. Dersom det undersøkte blir påvirket av undersøkeren kalles dette undersøkelseeffekter. For denne oppgaven ser vi ikke at slike effekter vil påvirke resultatet negativt, og har derfor valgt å ikke vektlegge distanse.

For å kunne fremstille ferdige modeller klare til bruk, vil gruppen tilegne seg kunnskaper om ModelBuilder ved hjelp av litterære kilder som bøker, internett og "hjelp" funksjonen i ArcGIS. Vi ønsker å benytte et bredt spekter av kilder for å få best mulig kjennskap til verktøyet før vi begynner arbeidet med utformingen av modellene. Dette vil også hjelpe oss med å kvalitetssikre våre produkter. For ytterligere kvalitetssikring vil det være en tett dialog med våre veiledere, samt resurspersoner i FMGT.

Gruppen har allerede vært påmeldt et ModelBuilder kurs i regi av GeoData. Kurset ble kansellert og vi vil derfor se på muligheten for å få arrangert noe tilsvarende, gjerne i regi av GeoData som sitter på mye kunnskap innenfor området. Vi deltar på Norsk ESRI brukerkonferanse 2011 og ønsker også, dersom dato faller innenfor vår tidsplan, å få delta på Forsvarets Geokonferanse i regi av FMGT.

**Dataanalysen** vil bli gjennomført ved å drøfte de forskjellige modellforslagene opp mot hverandre. For å strukturere drøftingen har vi utarbeidet noen spørsmål vi ønsker å besvare:

1. Er modellen gjennomførbart med tanke på tid, kunnskap og tilgjengelige ressurser?
2. Hvor tilpasningsdyktig er modellen i forhold til bruk i mer komplekse analyser?
3. Hvilke type ArcGIS verktøy må vi benytte oss av ved produksjon av modellen?
4. Hvor stor og komplisert vil modellen bli?
5. Hvilke muligheter er det for å videreutvikle modellen?
6. Ønsker vi å produsere modellen i henhold til foregående spørsmål?

**Rapporteringen** vil bli delt i to deler:

Del en vil bestå av ferdige modeller, klar til bruk for MilGeo-operatører. Disse modellene vil være et vedlegg til rapporten i form av en DVD(Digital versatile video disc), slik at de enkelt kan brukes digitalt. Modellene vil bli testet grundig og kvalitetssikres av oss og i noe grad av eksterne.

Del to vil bestå av den tilhørende dokumentasjonen til hver enkelt modell. Dokumentasjonen vil inneholde beskrivelser av hvordan man bruker modellen, samt gi en detaljert forklaring og innføring i hva modellen gjør, hvordan den gjør det og hvilke beregninger programmet utfører. Dette vil gi brukeren innsyn i modellens utforming, som gjør at har et bedre grunnlag til å vurdere modellen for videre bruk.

<sup>12</sup> Litteraturliste nr. 3. s. 30 & 39



## Metodekritikk

Gruppens valg av metode har ført til at problemstillingen baserer seg på en antagelse som er verifisert gjennom en mindre, deduktiv undersøkelse. Dette er i utgangspunktet ikke den beste metoden å bekrefte en antagelse på, av den grunn at en deduktiv undersøkelse kan påvirke intervjuobjektets mening. Gruppen ser likevel på metoden som god nok i denne sammenheng, da alle de involverte så seg enige i antagelsen.

En induktiv og kvalitativ innsamlingsmetode vil føre til at kun utvalgt personell vil være med på å påvirke hvilke modeller som blir valgt i gjennomføringen. På grunn av dette vil vi ikke klare å dekke innslag fra hele fagmiljøet i denne prosessen. Oppgavens effektmål vil dermed bli påvirket ved at enkelte modeller vil være mer relevante for noen en andre, avhengig av avdeling. Dette kan føre til at interessen heller ikke nødvendigvis vil øke like mye i hele fagmiljøet. Vi forsøker imidlertid å kompensere for dette ved å etterlyse forslag fra personell i forskjellige stillinger, i forskjellige avdelinger. Forslagene som kommer inn under innsamlingen vil dermed basere seg på enkeltindividers erfaring og subjektive mening, men vil likevel kunne dekke et stort spekter.

Ferdigproduktets kvalitet vil begrenses av hva gruppen har klart å tilegne seg av kunnskap om bruken av ModelBuilder, dette emnet er ikke dekket av fagplanen på MilGeo-fordypningen.

Subjektive meninger kan endres over tid, og slike meninger er essensielle i denne oppgaven. Derfor vil prosjektet mest sannsynlig ikke være repliserbart. Med dette mener vi at dersom undersøkelsene hadde vært utført på nytt, ville man sannsynligvis ende opp med et annet resultat både av selve undersøkelsen og sluttproduktet av oppgaven totalt sett.

## Organisering

Prosjektet er et gruppearbeid og inkluderer begge kadettene på KS ING MilGeo årskull 2008-2011. Ansvarsfordelingen oppfølges av fremdriftsplanen, men kan i grovt oppsummeres som følger:

- **Magnus Fjetland**

- Kontaktperson for eksterne ressurspersoner
- Møteplanlegging og gjennomføring
- Hovedansvar for skriving av rapporten
- Kvalitetssikre motsatt parts produkt

- **Martin Wesche**

- Oppfølging av fremdriftsplan
- Budsjett og regnskap
- Hovedansvar for produktet
- Kvalitetssikre motsatt parts produkt

Ansvar for de forskjellige modellene vil bli delt mellom gruppe medlemmene. Spesifikk oppdeling vil foregå senere i prosjektet.

### **Møtestruktur**

Møter vil gjennomføres ukentlig internt i gruppa, samt ved oppdukkende ting som krever ekstra oppmerksomhet. Vi vil opprettholde en løpende kommunikasjon med veileder under prosjektarbeidet. Møtevirksomhet med eksterne vil bli varslet i god tid for å gi deltakere tid til forberedelse og planlegging. Alle møter vil bli loggført.

Med bakgrunn i at vi er en liten gruppe samt daglig arbeid tett opp mot veileder blir møtestruktur i noe grad mindre prioritert.

**Hovedveileder:** Ragnar Øien, Instruktør ingeniørfag, Krigsskolen MILTEK.



## Fremdriftsplan

MILEPÆLANSVARSKART HOVEDPROSEKT GRUPPE MILGEO																			
PLAN										ANSVARSRÅDER									
Prosjektnummer	1																		
Prosjekt	Hovedprosjekt																		
Prosjektkode	1																		
Prosjektleder	Magnus Fjetland																		
Navn på mileplan	Overordnet																		
Ansvarlig	Magnus Fjetland																		
Godkjent av	Martin Wesche																		
				U = Utfører arbeidet B = Hovedbeslutning b = Delbeslutning a = Fremdrifts ansvar A = Kompetanseoverføring R = Må råds pørres I = Må informeres r = Kan tilkalles for diskusjon															
				U, a, R, I B, U, I B, U, I a Magnus Fjetland Martin Wesche Hovedveileder Verleder Ressursperson															
Estimat	MÅNED																		
Dager	9	10	11	12	1	2	3	4	5	1				2	3	4	5	6	7
0	Milepæler																		
1	Planlagt tema og gruppe dannet																		
0	Aktuelt tema valgt																		
1	Valg av hovedveileder																		
0	Valg av veileter																		
1	Forprosjekt gjennomført																		
1	Foreløping problemformulering klar																		
5	Litteratur og spørreundersøkelse gjennomført																		
5	Valg av modell, teorier og metode																		
20	Arbeide med produkt																		
6	Kurs og/eller konferansevirksomhet																		
6	Analyse og/eller bearbeidning gjennomført																		
20	Rapport ferdig skrevet																		
3	Kvalitetssikring før innlevering																		
Pil viser oppstart → av slutning																			