

VU-053 Modellbaserte vegprosjekter



Gjennomgang av resultater
Thor Sigurd Thorsen - Statens vegvesen, divisjon utbygging

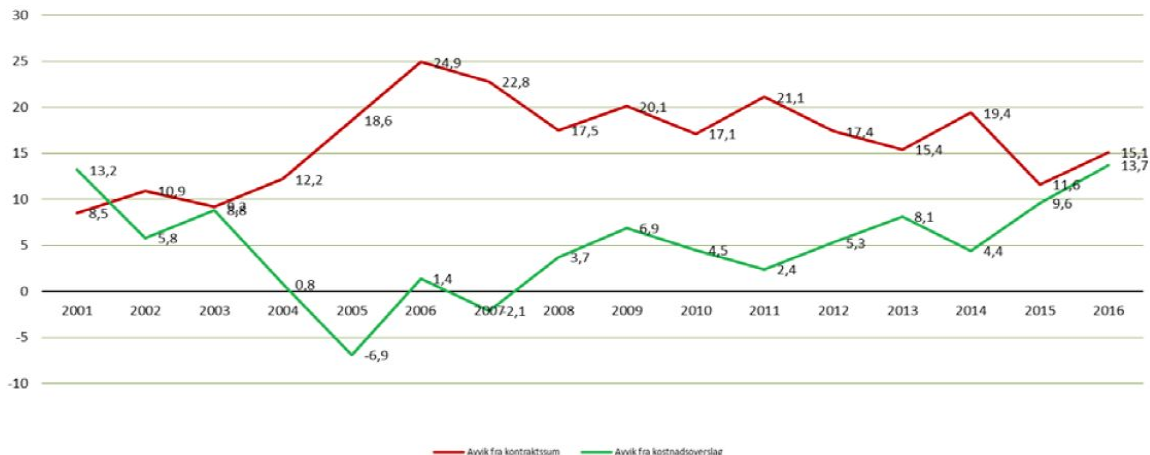
Tema

- Bakgrunn for modellbasert arbeidsmetode
- Formål med VU-053 prosjektet
- Ny håndbok, endringer fra V770 Modellgrunnlag
- UML-modellering av dokumentasjonstyper og objekttyper
- Utvekslingsformatet GML

Bakgrunn for modellbasert arbeidsmetode

- I 2006 bidro uforutsette feil og endringer på anlegg til stort avvik mellom kontraktssum og sluttsum i vegprosjekter
- Et vegprosjekt kostet i snitt 25% mer enn avtalt når det var bygd
- T-nota, dvs. grunnlaget for tilleggsbetaling til entreprenør, ble kategorisert og analysert i et utvalg prosjekter for å finne ut hva som drev kostnadene opp

Kostnadsutvikling for vegprosjekter
avvik i sluttsum mot overslag og kontrakt



Rød graf viser at avviket mellom kontraktssum og sluttsum har ligget på ca +18 % fra 2005-2016 for entreprisekontrakter ([rapport nr. 648 Samledokumentasjon](#)). Statens vegvesen omsetter for ca [21 mrd årlig](#) i vegbygging.

De vanligste årsakene til kostnadsdrivende endringer:

1. Feil og mangler i prosjekterte data
2. Feil og mangler i grunnlagsdata, særlig:
 - Fastmerker og grunnlagsnett
 - Terrengoverflaten (høydegrunnlaget for terrengoverflatemodell)
 - Installasjoner i grunnen (kabler, ledninger, konstruksjoner mm)
 - Koordinatsystem
3. Feil og mangler i reguleringsplan (for lite regulert areal)
4. Manglende igangsettingstillatelse fra kommunen
5. Endrede tekniske løsninger
 - F. eks prefabrikkerte kum i stedet for plass-støpt
 - Endret løsning i forhold til hva som var forutsatt i konkurransegrunnlaget
6. Uforutsette hendelser (Uhell, naturgitte forhold, annet)
7. Mengdeendringer utover det entreprenøren har grunn til å forvente (15 % av totalen i kontrakt)

Planendringer initiert av byggherre

8. Endringer initiert av byggherre som krever endringer av reguleringsplanen
9. Utvidelser av prosjektet i lengde eller antall felt innenfor reguleringsplan

V770 Modellgrunnlag beskrev modellbasert arbeidsmetodikk



- Første utgave kom i 2012 (håndbok 138 Modellgrunnlag)
- Arbeidsgruppen som utarbeidet første utgave bestod av:
 - Entreprenørfirma (Skanska, AF-gruppen)
 - Rådgiverfirma (Cowi, Norconsult)
 - Landmålingsfirma (ScanSurvey, Skanska survey)
 - Programvareutviklere (BeverControl, Vianova systems)
- Bjørvika- og Ulven-Sinsen-prosjektene var sparringspartnere
 - Bjørvika jobbet modellbasert allerede i 2005
- Vi brukte BA-nettverket aktivt til faglige diskusjoner
- Modelleksempel Bjørvika

Løsningsforslag i 2006:

- Skanne terrenget før planlegging starter for å unngå feil i terrenghøyder
 - Terrennskanning har blitt vanlig siden den gang
- 3D-modellere istedenfor å produsere tegninger for å redusere antall prosjekteringsfeil
 - I dag er det krav om 3D-modellering av alle vegprosjekter
- Levere modeller med konkurransegrunnlag til entreprenør
 - Det skal gjøres i alle modellbaserte prosjekter i dag
- Definere nye dokumentasjonstyper basert på modeller
 - Første definisjon kom i håndbok V770 Modellgrunnlag
- Definere objekttyper
 - Ble gjort et forsøk i V770 med objektkodelisten
- Bidra til at informasjon i modeller kan utveksles på åpent, standardisert dataformat
 - Det klarte vi i liten grad å løse i arbeidet med V770, men fikk utvekslet stiknings-/maskinstyringsdata mm på LandXML

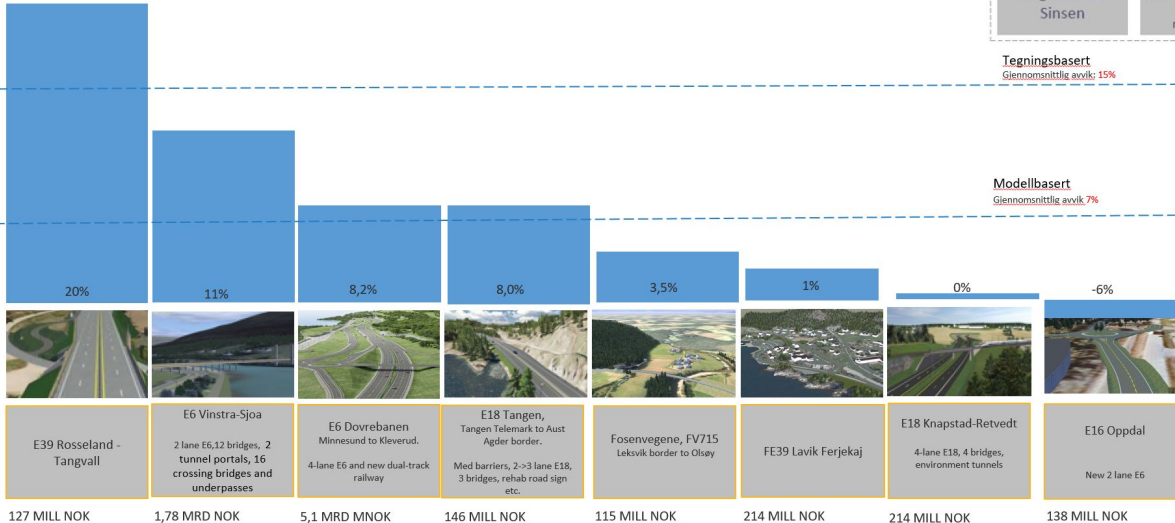
Hva har vi lært om modellbasert metode siden 2012?

- Hovedgrepene er gode
- Når metoden følges reduseres kostnadsdrivende feil på anlegg
- Det manglet et godt, åpent utvekslingsformat i 2012
- Det mangler definisjoner av objekttyper og egenskapsdata
- Dette jobber vi med i VU-053
- Det har gått seint å få alle prosjekter til å bruke metoden
- For lite fokus på opplæring



Tegningsbasert
Gjennomsnittlig avvik: 15%

Modellbasert
Gjennomsnittlig avvik: 7%



Kostnadsutvikling for veprojekter
avvik i sluttsum mot overslag og kontrakt



Hvordan er status i Norge sammenlignet med andre land?

- En [rapport](#) fra Federal Highway Administration sitt “FHWA Global Benchmarking Program” i 2021 sammenligner metoder i europeiske land
- Undersøkte status i:
 - Frankrike
 - Tyskland
 - Sør Korea
 - Nederland
 - Norge
 - Singapore
 - UK
 - Sverige
 - Danmark
 - Finland
- Statens vegvesen og bransjen i Norge scorer godt på alle kriterier
- Vi har kommet langt i utviklingen sammenlignet med de øvrige landene.

Table 3-4. Features of data modeling and exchange process used during BIM projects.

ID	Data Modeling and Exchange Process	Norway	Denmark	Finland	Sweden	The Netherlands	UK
1	Data models built using open standards-based object library, classification and ontology	ND	ND	✓	N/A	✓	N/A
2	Design models address asset information requirements by incorporating asset attributes	✓	N/A	✓	N/A	✓	ND
3	Design models used for clash detection	✓	✓	Most cases	✓	ND	ND
4	Design models used for visualization	✓	✓	Some cases	✓	ND	ND
5	Design models used for quantity take-off calculations	✓	✓	Some cases	ND	ND	ND
6	Design models created to support fabrication of asset components (e.g., steel bridge elements)	✓	✓	ND	ND	ND	ND
7	Design models used for Automated Machine Guidance	✓	✓	✓	ND	ND	ND
8	As-built asset infrastructure data models are handed-off to Asset Management Systems for asset O&M	✓	✓	ND	ND	✓	ND

ND: Not demonstrated.

Formål med VU-053 prosjektet

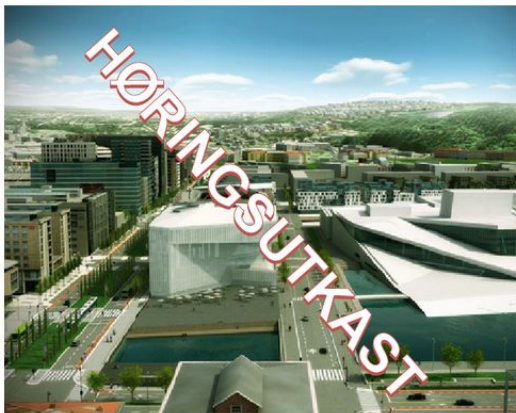
- Skal videreutvikle [modellbasert arbeidsmetode](#) slik den er definert i håndbok [V770 Modellgrunnlag](#)
- [Her finner du informasjon om prosjektet](#)
- Vi bruker fortsatt BA-nettverket som sparringspartner og har stor nytte av kompetansen der!

Viktigste oppgaver:

- Revidere håndbok V770 Modellgrunnlag og gjøre den om til retningslinje
 - V770 er en veileder, frivillig å bruke
 - Ny håndbok blir obligatorisk med skal, kan og bør krav
 - Ny håndbok utvides med flere dokumentasjonstyper
- UML-modellering av
 - dokumentasjonstyper
 - objekttyper
 - egenskapsdata

Litt om ny håndbok

R000 Modellgrunnlag



Krav til dokumentasjon i vegprosjekter

01.12.2021

Ny struktur:

1 Forord

2 Felles krav til modellbaserte vegprosjekter

3 Grunnlagsdata

4 Registrering av data i vegprosjekter

5 Modeller

- 5.1 Felles krav til modeller
- 5.2 Grunnlagsmodeller
- 5.3 Fagmodeller
- 5.4 Situasjonsmodell
- 5.5 Tverrfaglig modell
- 5.6 Samordningsmodell

6 Resultatdata

- 6.1 Felles krav til resultatdata
- 6.2 Modellvisninger
- 6.3 Analyser
- 6.4 Presentasjoner
- 6.5 Datasett
- 6.6 Dokumenter

7 Lagring og arkivering av dokumentasjon

8 Referanser

9 Detaljert innholdsfortegnelse

- ▼ Hb-V770_innhold.pdf
 - Modellgrunnlag
 - Krav til grunnlagsdata og modeller
 - Forord
 - 2 Dokumentasjon av utbyggingsprosjekter
 - 3 Objekter
 - 4 Grunnlagsdata – Felles bestemmelser
 - 5 Fastmerker og byggeplassnett
 - 6 Høydegrunnlag for terrengoverflatemodell
 - 7 Installasjoner i grunnen
 - 8 Tematiske geodata
 - 9 Lag i grunnen
 - 10 Grunnlagsdata for tunneler
 - 11 Dokumentasjon fra tidligere prosjektfaser
 - 12 Planer fra andre tiltakshavere
 - 13 Modeller – felles bestemmelser
 - 14 Grunnlagsmodeller
 - 15 Fagmodeller
 - 16 Tverrfaglig modell
 - 17 Presentasjonsmodell
 - 18 Resultatdata
 - 19 Modellbaserte prosjektfaser
 - 20 Dokumentasjon som skal leveres av entreprenør
 - 21 Partenes roller og oppgaver
 - 22 Begrepsforklaring

Endringer fra V770 til ny retningslinje

Felles struktur på kapitler

- Definisjon
- Formål
- Regelverk
- Dekningsgrad
- Stedfestingsnøyaktighet
- Innhold
- Prosjekteringsregler
- Metadata
- Dataformat
- Bestilling
- Kontroll
- Godkjenning

Nye dokumentasjonstyper

- Situasjonsmodell
- Samordningsmodell
- Modellvisninger
- Analyser
- Datasett

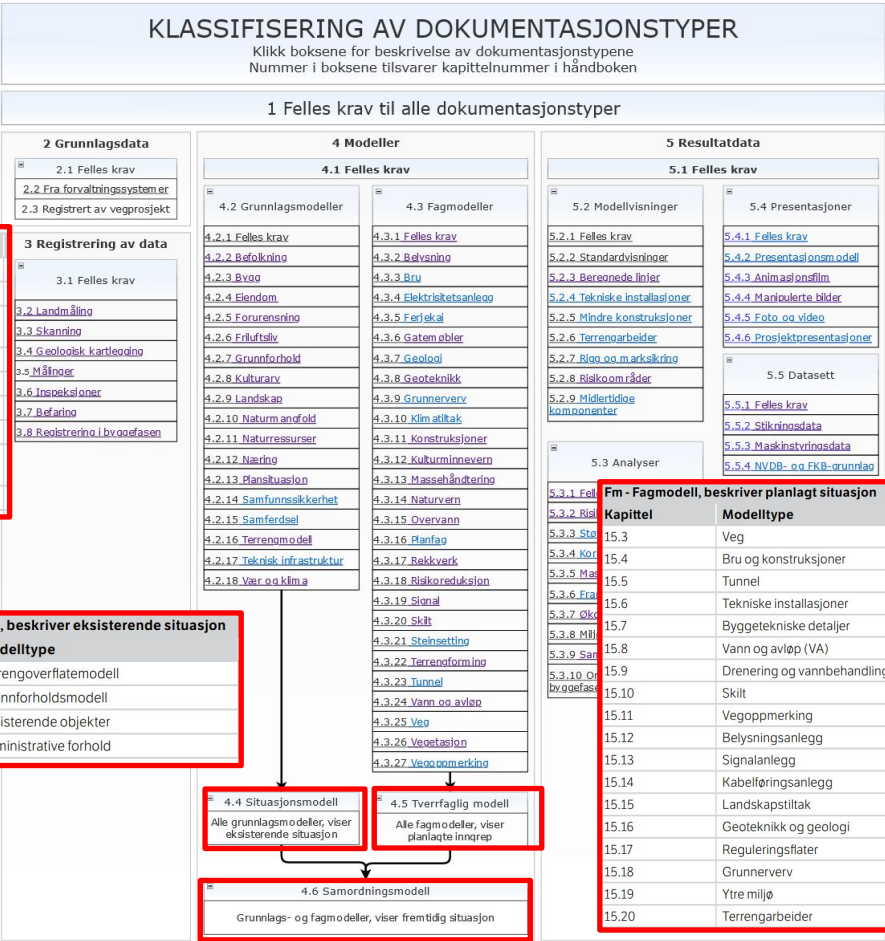
Flere grunnlagsmodeller og fagmodeller definert

Krav til hvilke **grunnlagsdata** som skal brukes

Kap	Dokumentasjonstype
4	Grunnlagsdata
5	Fastmerker og byggeplassnett
6	Høydegrunnlag for terreng-overflatemodell
7	Installasjoner i grunnen
8	Tematiske geodata
9	Lag i grunnen
10	Grunnlagsdata for tunneler
11	Dokumentasjon fra tidligere prosjektfaser
12	Planer fra andre tiltakshavere

Gm - Grunnlagsmodell, beskriver eksisterende situasjon	
Kapittel	Modelltype
14.3	Terrengoverflatemodell
14.4	Grunnforholdsmodell
14.5	Eksisterende objekter
14.6	Administrative forhold

4.4	Situasjonsmodell	Alle grunnlagsmodeller, viser eksisterende situasjon
4.5	Tverrfaglig modell	Alle fagmodeller, viser planlagte inngrep
4.6	Samordningsmodell	Grunnlags- og fagmodeller, viser fremtidig situasjon



Fm - Fagmodell, beskriver planlagt situasjon

Kapittel	Modelltype
15.3	Veg
15.4	Bru og konstruksjoner
15.5	Tunnel
15.6	Tekniske installasjoner
15.7	Byggetekniske detaljer
15.8	Vann og avløp (VA)
15.9	Drenering og vannbehandling
15.10	Skilt
15.11	Vegoppmerking
15.12	Belysningsanlegg
15.13	Signalanlegg
15.14	Kabelføringsanlegg
15.15	Landskapstiltak
15.16	Geoteknikk og geologi
15.17	Reguleringsflater
15.18	Grunnerverv
15.19	Ytre miljø
15.20	Terrengarbeider

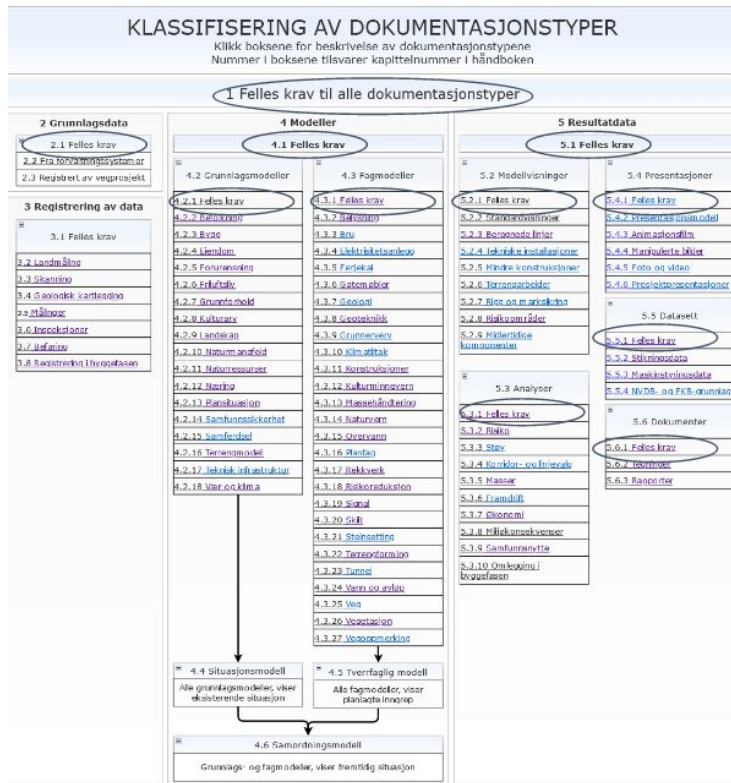
Hierarkisk oppbygging av innholdet

Teksten er bygd opp i 4 nivåer

- Felles krav gjelder alle/et utvalg dokumentasjonstyper
 - Krav til koordinatsystem gjelder f. eks alle dokumentasjonstypene
- Spesielle krav kommer i tillegg eller overstyrer
 - Krav til koordinatsystem for data som skal leveres til NVDB overstyrer felles krav til koordinatsystem

For å prosjektere “fagmodell veg” må du lese:

- Felles krav til dokumentasjon
 - Felles krav til **modeller**
 - Felles krav til **fagmodeller**
 - Krav til **fagmodell veg**



Eksempel på beskrivelse av grunnlagsmodell

5.2.5 Forurensning

5.2.5.1 Definisjon

Grunnlagsmodellen skal vise forurensede områder i luft, på og under terrengoverflaten og under kote 0 i vann og søi slik forurensning det er definert i [Forurensningsloven](#) § 6.

5.2.5.2 Formål

Grunnlagsmodellen skal visualisere grunnlagsdata om forurensning, slik at informasjonen blir tatt hensyn til i planlegging og prosjektering.

5.2.5.3 Dekningsgrad

God dekning

5.2.5.4 Stedfestingsnøyaktighet

[Lav presisjon](#)

5.2.5.5 Innhold

Aktuelle fagtema:

- forurenset grunn, herunder syredannende bergarter
- avløpsanlegg
- industrianlegg
- kostholdsområde
- radioaktiv forurensning, naturlig eller som følge av menneskelig aktivitet
- støy
- luftkvalitet
- lysforurensning

Aktuelle grunnlagsdata:

Følgende grunnlagsdata skal benyttes:

- [Geonorge.no](#)
- [Statens vegvesen](#)
- [Øvrige dataeiere](#)
- Tilgrensende prosjekter
- Registrert av vegprosjektet

Det kan i tillegg være aktuelt med miljøgeologiske undersøkelser som identifiserer:

- potensial for grunnforurensning inkludert sediment
- forurensning i vannforekomster
- kartlegging av støysituasjon
- analyser av potensielle kilder til radioaktiv forurensning eller sur avrenning

Det skal avgjøres av fagfolk med relevant kompetanse i hvert enkelt prosjekt hvilke undersøkelser og registreringer det er behov for.

Informasjonsmodell

- [Sett inn lenke](#)

5.2.5.6 Prosjekteringsregler

Tema i modellen prosjekteres:

- som polygoner med egenskapsdata
- ved at wfs-data draperes over terrengmodell

Eksempel på beskrivelse fagmodell

5.3.18 Risikoreduksjon

5.3.18.1 Definisjon

Fagmodellen skal vise tiltak for økt sikkerhet i henhold til begrepene:

- Helse- miljø og sikkerhet (HMS) **herunder**
- Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)
 - ~~tre miljø (YM)~~ ~~Ytre miljø (YM)~~

5.3.18.2 Formål

Modellen skal vise tiltak for å redusere risiko for liv og helse på- og utenfor veganlegg slik at informasjonen blir lett tilgjengelig for beslutningstakere, arbeidere og publikum.

Komponentene som utgjør sikkerhetstiltak på anlegg skal være synlige i modellen til maskinførere, sikkerhetssoner skal fremgå av maskinstyringsdata.

5.3.18.3 Regelverk

- [Risikoreduksjon](#)

5.3.18.4 Stedfestingsnøyaktighet

Komponenter i modellen prosjekteres med [middels presisjon](#).

5.3.18.5 Innhold

Aktuelle fagtema:

- Ytre miljø-delen av HMS skal modelleres i fagmodellene:
 - Naturvern
 - Kulturminnevern
 - **Massehåndtering**
 - Klimatiltak

Informasjonsmodell:

- [Oversikt aktuelle UML-modeller til skisse](#)
- Innhold i fagmodellen organiseres i henhold til UML-modell (ikke utarbeidet)
- Hva som skal leveres avgrenses av produktspesifikasjoner (ikke utarbeidet)

5.3.18.6 Analyser

Risikoområder:

Analyser og registrer områder med fare og risiko basert på informasjon i [grunnlagsmodellene](#).

5.3.18.7 Prosjekteringsregler

- Identifiser prosjekterte komponenter som kan medføre økt risiko
 - under bygging
 - i drift- og vedlikehold
 - for trafikanter i vegens levetid

- Prosjekter tiltak for å avbøte fare og risiko
- Terrengarbeider prosjekteres iht til generelle krav og kan omfatte:
 - byggegrop
 - frostsikring
 - fundamentering
- Eventuelle geotekniske tiltak prosjekteres i fagmodell geoteknikk
- Tiltak modelleres slik at plassering, fundamentering og plassbehov avklares
- Komponenter skal ikke ha informasjon om produkttype eller produsent
- Linjeføring modelleres som konstruksjonslinje eller 3D-polylinje
- Øvrige komponenter modelleres med solid-geometri
- Alternativt kan komponenter modelleres med linje og "swept-solid"-geometri
- Konstruksjonslinjer skal inngå i modellen

6.3.5 Masser

6.3.5.1 Definisjon

Analysen skal gi oversikt over ulike typer masser som prosjektet skal håndtere:

- steinmasser
- løsmasser
- masser fra rydding av vegetasjon
- masser fra riving av eksisterende anlegg/infrastruktur
- vannmasser som krever spesiell håndtering
- slam- og feiemasser

Ømfintlige fraksjoner som utgjør forurensningsfare, smittefare eller fare for infisering skal fremkomme av analysen.

6.3.5.2 Formål

Analysen skal dokumentere grad av massebalanse i prosjektet og visualisere massetyper som må flyttes, fylles, tilføres og deponeres som følge av terrengarbeider. Tiltak for håndtering av massene skal beskrives, vurderes og rangeres.

Analysen skal bidra til å:

- minimere klimagassutslipp til transport
- minimere negative konsekvenser av terrenginngrep
- sikre at lovbestemte krav til massehåndtering oppfylles

Analysen skal danne grunnlag for:

- beregning av mengder av massetyper som følger av terrengarbeider i fagmodeller
- beregning av mengder forbundet med alternative korridor-/linjevalg
- kostnadsberegning for massehåndtering ved alternative korridor-/linjevalg
- beregning av mengder forbundet med ulike plangrep (tunnel vs veg i dagen osv)
- kostnadsberegning av massehåndtering ved ulike plangrep
- prosjektering av areal til midlertidige og permanente deponier
- estimat av behov for tiltransporterte masser
- konsekvenser av massehåndtering ved alternative korridor-/linjevalg og plangrep for
 - o klimautslipp
 - o naturmiljø

6.3.5.3 Regelverk

6.3.5.4 Dekningsgrad

Analysen kan omfatte både inngreps- og visualiseringssone, vurderes i prosjektet.

6.3.5.5 Stedfestingsnøyaktighet

Komponenter i modellen prosjekteres med god presisjon.

Eksempel på beskrivelse analyse

6.3.5.6 Innhold

Analysen skal utføres i alle prosjektfaser.

Følgende grunnlagsmodeller er viktige i analysen:

- Terrengmodell
- Grunnforhold
- Forurensning
- Naturmangfold
- Kulturarv
- Landskap
- Naturressurser
- Samfunnsikkerhet
- Teknisk infrastruktur

Analysen skal identifisere og vise massetyper:

- Masser som produseres ved vegetasjonsrydding
 - o Tømmer
 - o Hogstavfall, stubber, røtter
- Toppmasser
 - o vegetasjonsdekke av naturbunn
 - o annet vegetasjonsdekke
 - o myrtorv
 - o matjord (A- og B-sjikt)
- Masser som produseres ved bergrensk
- Masser forbundet med flytting av vegetasjon på rot
- Løsmasser fra byggegrøper og øvrige terrenginngrep
- Avfallsmasser fra riving/produksjon
 - o Betongavfall
 - o Slam- og feiemasser
 - o Asfalt
 - o Øvrige bygningsmaterialer
- Jord- og steinmasser klassifiseres slik:
 - o ikke forurensete masser som kan brukes på anlegget
 - vegetasjonsdekke til naturlig revegetering
 - masser til jordproduksjon, filter, tetting
 - humusholdig mineraljord
 - sand
 - torv
 - silt
 - leire
 - o ikke forurensete masser som er i overskudd, dvs næringsavfall
 - o forurensete masser med helsebaserte tilstandsklasser
 - Masser med planteskadegjørere
 - Planter med planteskadegjørere
 - Masser infisert av fremmede skadelige arter

- Planter infisert av fremmede skadelige arter
- Vann infisert av fremmede skadelige arter
- Matjord infisert med ugras
- Matjord potensielt infisert med ugras
- Tungmetaller
- Sedimenter
- Syredannende bergarter

Analysen skal identifisere og vurdere følgende tiltak:

- behov for areal til mellomlager
 - o organiske masser
 - fra vegetasjonsrydding
 - toppmasser
 - o jord- og steinmasser
 - gjenbrukbare masser
 - masser som skal transporteres ut av anlegget
 - forurensete masser
 - o avfallsmasser
 - til resirkulering/gjenbruk
 - til deponi/destruksjon
 - o behandling av masser i mellomlager
 - bekjemping av skadegjørere
 - destruksjon
- analyse av behov for permanente deponier
- identifisere arealer til midlertidige og permanente deponier i prosjektområdet

Informasjonsmodell:

Følgende analyse-komponenter definert i UML-modell:

-

6.3.5.7 Prosjekteringsregler

Prosjekter komponenter med geometri som avgrenser/viser arealer/komponenter av interesse, samt egenskapsdata som beskriver komponentene.

Håndboken skal på formell høring

- [Foreløpig høringsutkast ligger her](#)
- Saksfremlegg for ledelsen 14. desember
- Sendes på høring etter 14.
- Frem til da er høringsutkastet et levende dokument, alle kan kommentere og gi innspill

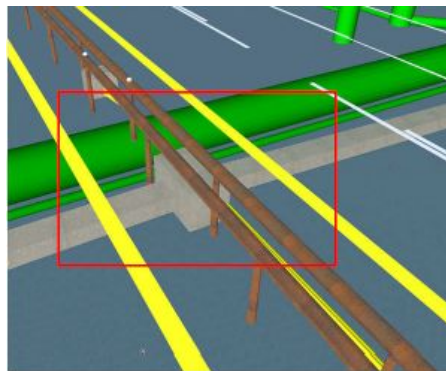
Hva betyr det at et vegprosjekt er modellbasert?

At vegen bygges to ganger

- Først som digital modell
 - Analyser konsekvenser med ulike løsninger for natur og mennesker
 - Finn gode plangrep og tekniske løsninger
 - Fjern feil i modellene
- Den fysiske vegen bygges basert på data fra modellene
- Digitale endringer koster ingenting sammenlignet med å gjøre endringene på anlegg, f. eks:
Å legge vegen 20 cm lavere i terrenget, flytte en kum osv



Bygg prosjektet som digital modell



Fjern feil i den digitale modellen



Bygg deretter prosjektet i virkeligheten

Modellering av eksisterende situasjon - grunnlagsmodeller

- Data som beskriver eksisterende forhold i prosjektområdet kalles «grunnlagsdata»
- Norge har et godt system for grunnlagsdata med standardiserte datasett som beskriver fagtema
- Alle vegprosjekt skal starte med å laste ned, kvalitetssikre og visualisere disse data i 3D
- Når grunnlagsdata ikke møter kvalitetskrav skal ny registrering/datafangst vurderes

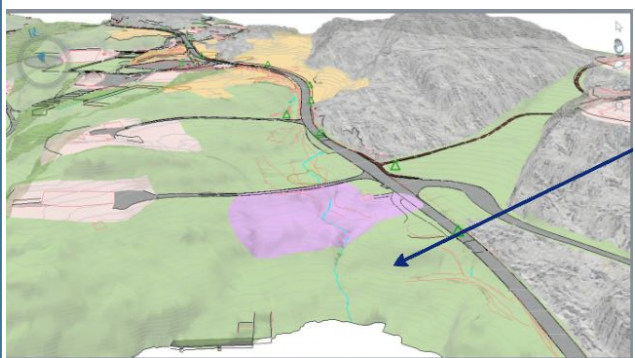
Grunnlagsdata
Fra internett



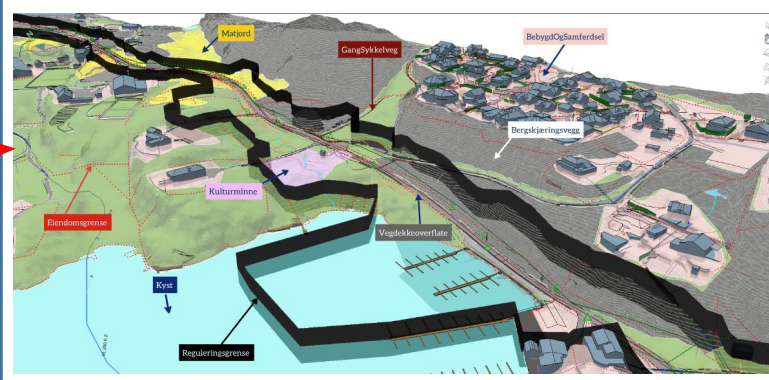
Registrerte data

- Skanning
- Landmåling
- Grunnboring
- mm

Grunnlagsmodeller
Viser eksisterende situasjon i 3D, modelleres med utgangspunkt i grunnlagsdata



Situasjonsmodell
Alle grunnlagsmodeller, beskriver eksisterende situasjon i prosjektområdet



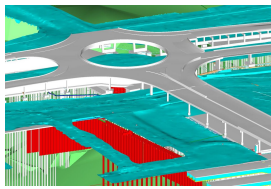
Noen av illustrasjonene er hentet fra [Alen Begic's masteroppgave](#)

Visualisering av fremtidig situasjon

fagmodeller + grunnlagsmodeller

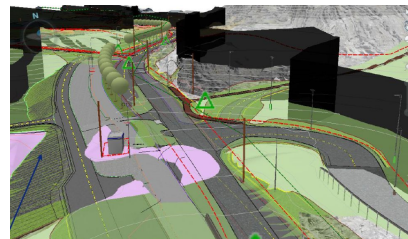
Situasjonsmodell

Alle grunnlagsmodeller
Beskriver eksisterende
situasjon i
prosjektområdet



Samordningsmodell

Alle grunnlagsmodeller og
fagmodeller. Beskriver
fremtidig situasjon i
prosjektområdet



Tverrfaglig modell

Alle fagmodeller
Beskriver planlagt
situasjon i
prosjektområdet



Resultatdata

Med utgangspunkt i Samordningsmodellen, dvs grunnlagsmodeller og fagmodeller sammenstilt, kan det produseres mange typer dokumentasjon som går under samlebegrepet "Resultatdata".

5 Resultatdata

5.1 Felles krav

5.1 Felles krav	
5.2 Modellvisninger	5.4 Presentasjoner
5.2.1 Felles krav	5.4.1 Felles krav
5.2.2 Standardvisninger	5.4.2 Presentasjonsmodell
5.2.3 Beregnede linjer	5.4.3 Animasjonsfilm
5.2.4 Tekniske installasjoner	5.4.4 Manipulerte bilder
5.2.5 Mindre konstruksjoner	5.4.5 Foto og video
5.2.6 Terrengarbeider	
5.2.7 Rigg og markalring	
5.2.8 Risikoområder	
5.2.9 Midlertidige komponenter	

5.3 Analyser

5.3.1 Felles krav
5.3.2 Risiko
5.3.3 Stev
5.3.4 Korridor- og linjevalg
5.3.5 Masser
5.3.6 Framdrift
5.3.7 Økonomi
5.3.8 Miljøkonsekvenser
5.3.9 Samfunnsutvikling
5.3.10 Omlegging i byggefasen



Hva brukes modelldata til?

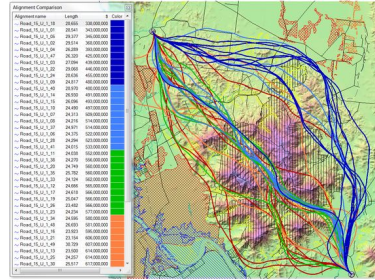
Alle prosjektfaser:

- Kvalitetskontroll
- Kommunikasjon med:
 - medarbeidere
 - beslutningstakere, berørte



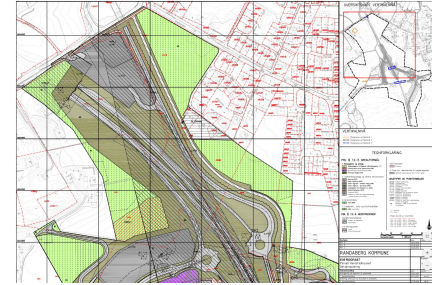
Utredninger og tidlig planfase:

- Analyser av eksisterende situasjon
- Korridorplanlegging/alternativvurdering



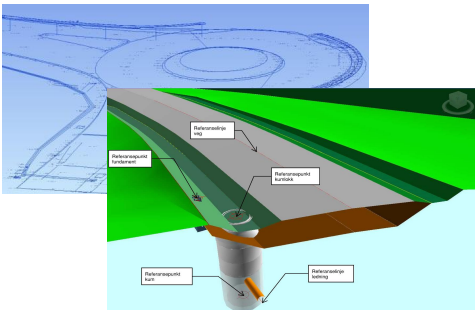
Reguleringsplanlegging:

- Analyser av siktforhold, massebalanse mm
- Produksjon av plandokumenter



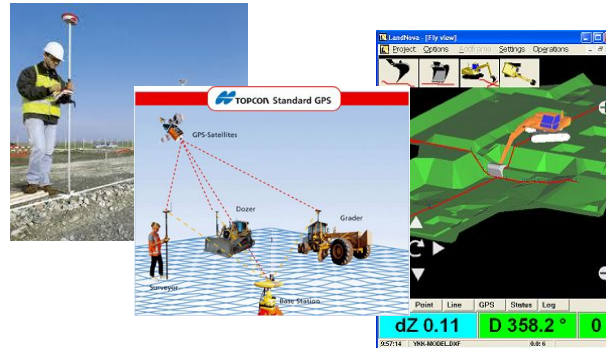
Konkurransesgrunnlag:

- Detaljprosjektering
- Mengdeberegning
- Grunnlag for tilbyders priskalkulasjon



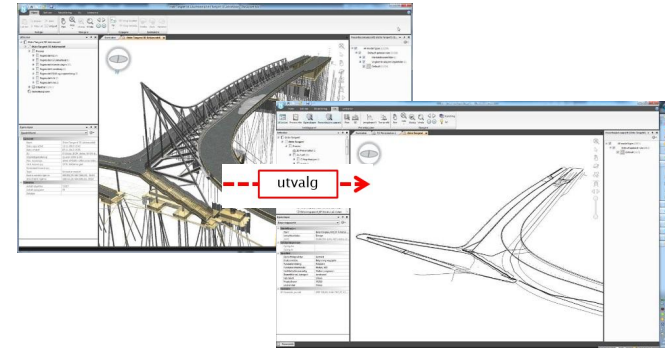
Byggefasen:

- Planlegging av anlegget
- Stikking, [maskinstyring](#), prefab



Forvaltning, drift og vedlikehold:

- Data til NVDB og FKB
- Tegningsproduksjon for FDV-systemer



Tegningsbasert

Informasjonskilden i vegprosjekter er:

- 2D-tegninger (pdf)
- teknisk beskrivelse
- stikningsdata.

Ulemper:

- vanskelig å kvalitetssikre
- støtter ikke maskinstyring
- ingen gjenbruk av verdifulle modelldata
- risiko for at feil først oppdages på anlegg

Teknisk beskrivelse

46.1 Sandfangskummer

Stikningsdata

EID	Bedrags	Formak	Ys	Høyd
10	1,000	91,535	60,000	0,000
10000	-10508,566	7300,122	-10498,870	7263,796
10000	1,000	130,154	0,000	0,000
10040	-10498,870	7283,796	-10486,353	7268,778
10040	1,000	130,154	0,000	0,000
10400	-10486,353	7268,778	-10466,363	7248,863
10400	1,000	158,468	51,000	0,000
10500	-10466,363	7248,863	-10453,045	7242,386
10500	1,000	173,329	51,000	0,000
10600	-10453,045	7242,386	-10442,965	7239,209
10600	1,000	204,702	0,000	-570,000
10700	-10421,966	7239,209	-10400,739	7239,090
10700	1,000	225,930	-570,000	0,000
10700	-10400,739	7239,090	-10374,004	7237,980

Tegninger

Ekstisterende Kabler ved Bispelokket!

3D-modeller

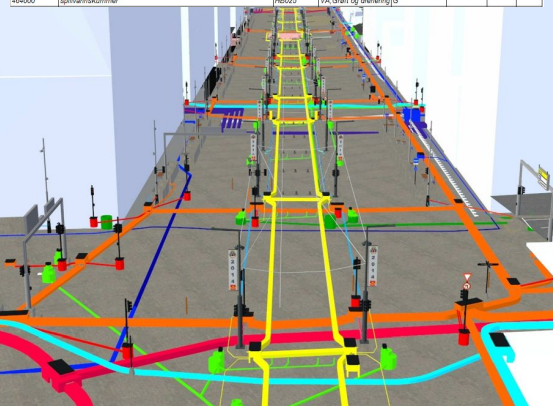
Objekter modelleres med 3D-geometri i fagmodeller og kan vises samlet i tverrfaglige modeller. Lite informasjon om objektene utover geometri og objektnavn.

Gevinster:

- forenkler visuell kvalitetskontroll og datakvalitet
- bedrer kommunikasjon med beslutningstakere og publikum
- muliggjør maskinstyring og annen effektivisering i byggefasen

Ulemper: For lite informasjon i modellene.

Kode	Objektnavn	Definisjon	Fagmodell	Geometriprype	Symboltr	Overst
460000	kummer (eventing, montering)	ME025	VA Grøft og drenering	G		
461000	sandfangskummer	ME025	VA Grøft og drenering	G		
461100	kum	ME025	VA Grøft og drenering	G		
461200	luftsløsing	ME025	VA Grøft og drenering	G		
462000	hjelpeakule	ME025	VA Grøft og drenering	G		
463000	inspeksjonskummer	ME025	VA Grøft og drenering	G		
463100	kum	ME025	VA Grøft og drenering	G		
463200	luftsløsing	ME025	VA Grøft og drenering	G		
464000	spillemansskummer	ME025	VA Grøft og drenering	G		



3D-modeller + egenskapsdata

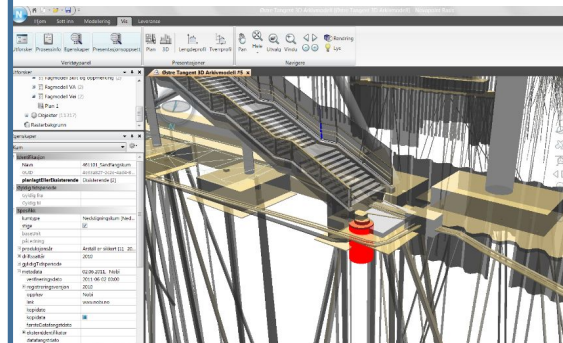
Objektene i modellen har opplysninger om seg selv utover geometrien, men kravene til egenskapsdata er **ikke** standardiserte.

Gevinster:

- Kan samle mer informasjon i modellene
- Modellene kan brukes til flere oppgaver:
 - Analyser
 - Prosjektoppfølgning
 - Rapporter

Ulemper:

- egenskapsdata varierer fra prosjekt til prosjekt
- vanskelig med maskinell kontroll
- lite gjennomarbeidet objekt-struktur



Overføring av definisjoner og krav fra håndbøker til programvare

Formål

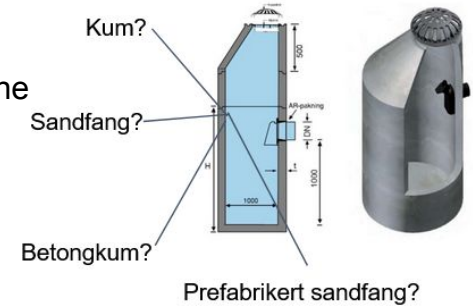
- Objekter i prosjekterte 3D-modeller skal ha navn og egenskaper i henhold til håndbøkene
- Krav og definisjoner i håndbøker må enkelt kunne gjøres tilgjengelige i programvare

Strategi

- Bruk eksisterende metoder og standarder til modellering av krav og definisjoner
- Organisere informasjon i UML-klassediagram etter Kartverkets standard "[Regler for UML-modellering](#)" og etter [OGC](#) sin standard [LandInfra/InfraGML](#)

Verifisering

- Teste import av UML-modeller til programvare med XSD-skjema
- Teste utveksling av prosjekterte modeller mellom programvare på GML-format
- Teste bestilling av dokumentasjon med kravspesifikasjoner iht. SOSI standard



UML-modellering

Hvorfor UML-modellering:

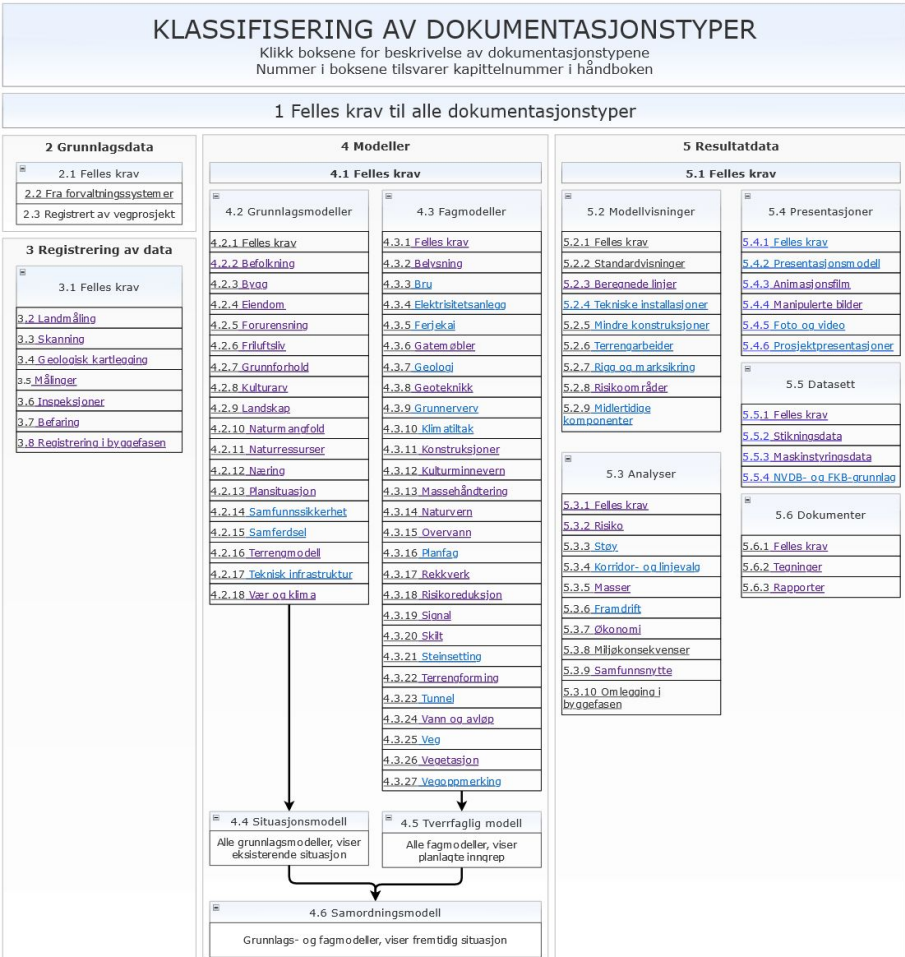
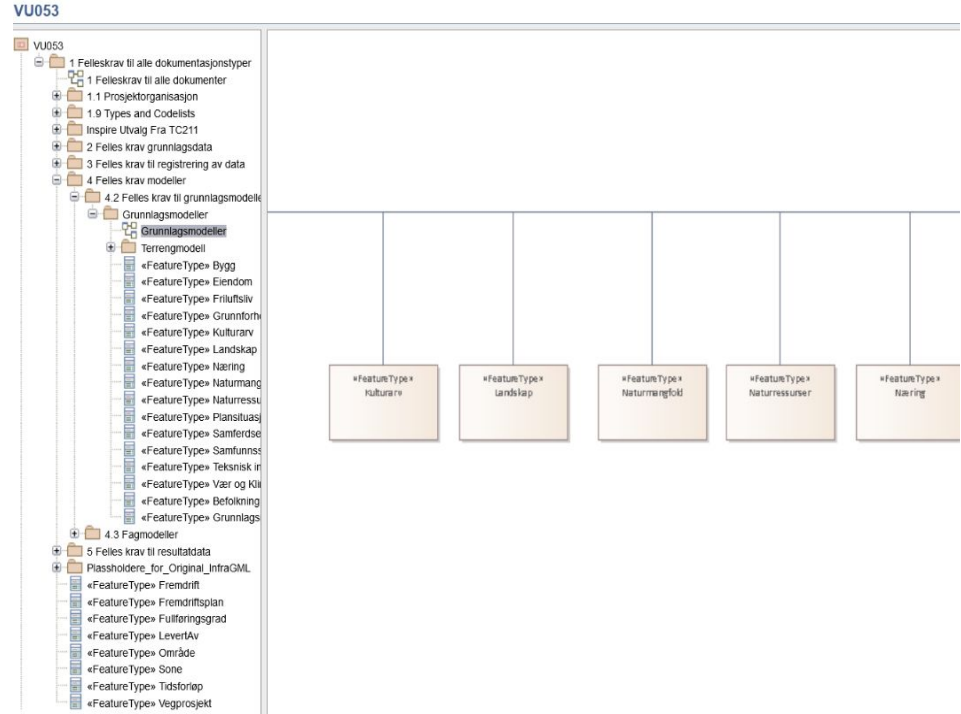
- UML er bransjestandard for modellering av informasjon
- Det finnes ISO-standarder for [UML-modellering av stedfestet informasjon](#)
- Standardene beskriver geometrityper, stedfesting, egenskapsdata, enheter mm som kan gjenbrukes
- Standardene brukes i forvaltning av stedfestet informasjon nasjonalt og internasjonalt

VU-053 prosjektet har følgende mål:

- Lage konseptuell informasjonsmodell (UML)
- Utarbeide produktspesifikasjoner for dataleveranser
- Gjøre informasjonen maskinlesbar (XSD-skjema)
- Utveksle informasjon mellom programvare (GML)

Klassifisering og beskrivelse av dokumentasjonstyper

- Å finne dekkende navn, definisjoner og krav til dokumentasjonstyper er en viktig del av prosjektet
- Samme hierarkiske struktur i håndbok og UML, felles krav samles på et overordnet nivå
- Dokumentasjonstyper klassifiseres i UML



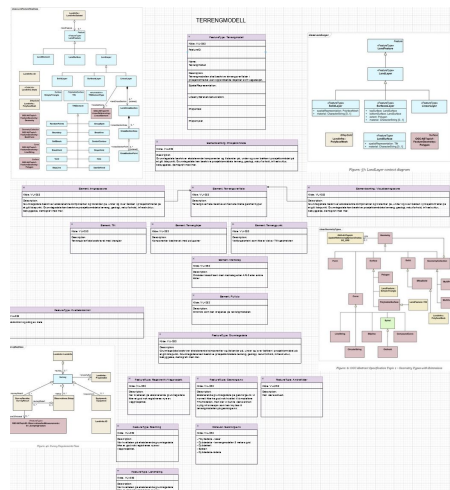
Klassifisering og beskrivelse av objekttyper

I V770 var objekttyper klassifisert med objektkode og objektnavn fra Prosesskoden (R761/R762)

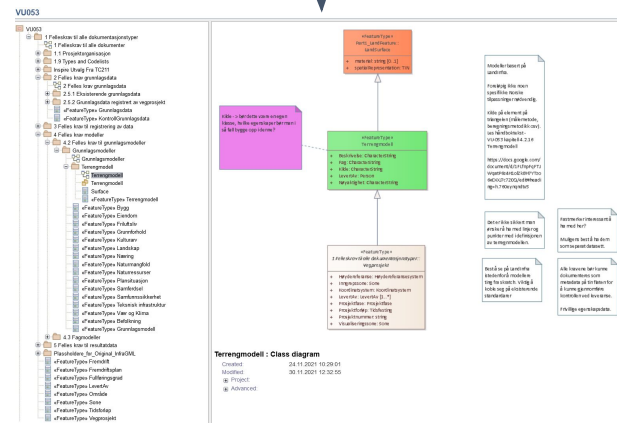
1	Objektkode	Objektnavn	Type	Modell	Modell	Kilde	Stikn geometri	Stikning_plassering
1214	77000000	skilt-vegmerking-og-optisk-ledning	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	
1215	77100000	oppsetting-av-skilt	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1216	77110000	fundament-for-skiltstolper-portaler-og-søyler	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1217	77111000	betongfundament	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1218	77112000	fundamentrør	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1219	77113000	bergfundament	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1220	77120000	stolper	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1221	77121000	stolper-ø-50mm	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1222	77122000	stolper-ø-75mm	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1223	77123000	stolper-ø-90mm	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1224	77124000	ettergivende-stolper-og-søyler	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1225	77130000	portaler-og-søyler	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament
1226	77140000	skilt	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	innfestingspunkt
1227	77150000	belyste-skilt	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	innfestingspunkt
1228	77160000	variable-skilt	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	innfestingspunkt
1229	77170000	kilometerstolper	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament-terreng høyde
1230	77180000	kantstolper	FO	f_skilt		r761	punkt-kurve	senter-topp-fundament-terreng høyde

Klassifisering av objekttyper i VU-053

- Objekttyper beskrives i UML
- Objektavn og egenskapskrav hentes fra håndbøker
 - Vi definerer også “objektsamlinger” og “delmodeller”
- De fleste objekter i vegprosjekter har krav til
 - objektavn
 - materialer
 - utforming
 - utførelse



- BA-nettverket har gjort en stor jobb med å identifisere og beskrive objekttyper til fagmodell veg i prosjektet "[SOSI vegkropp](#)"
- UML-modellene utarbeides av Rambøll og Norkart basert på skisser fra VU-053 prosjektet, SOSI vegkropp og andre kilder



Håndbøkene er godt utgangspunkt for klassifisering

64 Bærelag

641 Bærelag av mekanisk stabiliserte materialer

Aktuelle materialer til mekanisk stabiliserte bærelag er knust grus (Gk), knust berg (Fk), forkalt pukk (Fp), knust asfalt (Ak) og knust betong (Gjb) som er egnet for formålet [37].

641.1 Knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb)

641.11 Krav til materialene

Leverte materialer til mekanisk stabiliserte bærelag skal deklarerer i henhold til NS-EN 1242 [4] og NS-EN 12385 [10].

Bruksområder for Fk er gitt i tabell 513.2. Gk og Gjb kan benyttes på gang-/sykkelveger, parkeringsplasser med lett trafikk og veger i trafikkgruppe A. Til bærelag skal det velges én av sorteringene 0/22 (normalt kan Gk, til bærelag i gravveg kan også benyttes Fk), 0/32, 0/45 og 0/63 (kun Fk og Gjb). Det skal tas hensyn til lagtykkelse ved valg av sortering. Til forklaring av forsterkningslag kan det velges Fk/0/22 i bærelagskvalitet.

Krav og kontrollomfang som gjelder for materiale ferdig utlagt på veg er gitt i tabell 641.1, tabell 641.2, og i figur 641.1, figur 641.2, figur 641.3 og figur 641.4.

For Gjb er materialsammensetningen beskrevet i tabell 631.3.

Tabell 641.1. Materiakrav og kontrollomfang for bærelag av knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb) ferdig utlagt på veg

Parameter	Krav	Kontrollomfang, 1 prøve pr. påbegynt	Andel av vekende prøver	Maks. avvik.
Los Angeles-verdi ¹⁾	≤ 25 %	5000/1500 m ²⁾	1 av 5	+2
Macro-Dens-koeffisient ³⁾	≤ 15 %	5000/1500 m ²⁾	1 av 5	+1
Flektjonsmodul ⁴⁾	≤ 25	5000/1500 m ²⁾	1 av 5	+2
Humusinnhold for Gk, % ⁵⁾	≤ 1	5000 m ²⁾	1 av 5	+0,2
Masteprosent av knuste kom. ⁶⁾	≥ 50		1 av 5	-4
Masteprosent av fullstendig rundete kom. ⁶⁾	≤ 30	2500 m ²⁾		+2
Korngradering	Tabell 641.2	500 m ²⁾	Kun avseier for toleranse, se tabell 641.2 (toleranse)	Se tabell 641.2 (toleranse)
Overflatebør	Tabell 641.2	500 m ²⁾	Kun avseier for toleranse, se tabell 641.2 (toleranse)	Se tabell 641.2 (toleranse)
Maksimum festeforhold (< 63 µm av total prøve)				
Sortering 0/22 (kun Gk), 0/32 ⁵⁾	≤ 7 %	500 m ²⁾	0	0
Sortering 0/45	≤ 5 %			
Sortering 0/63 (kun Fk og Gjb)	≤ 3 %			

¹⁾ For veger i trafikkgruppe A er kravet Los Angeles-verdi ≤ 48 og macro-Dens-koeffisient ≤ 20. Det aksepteres verdier fra materialproduktene for disse egenskapene.

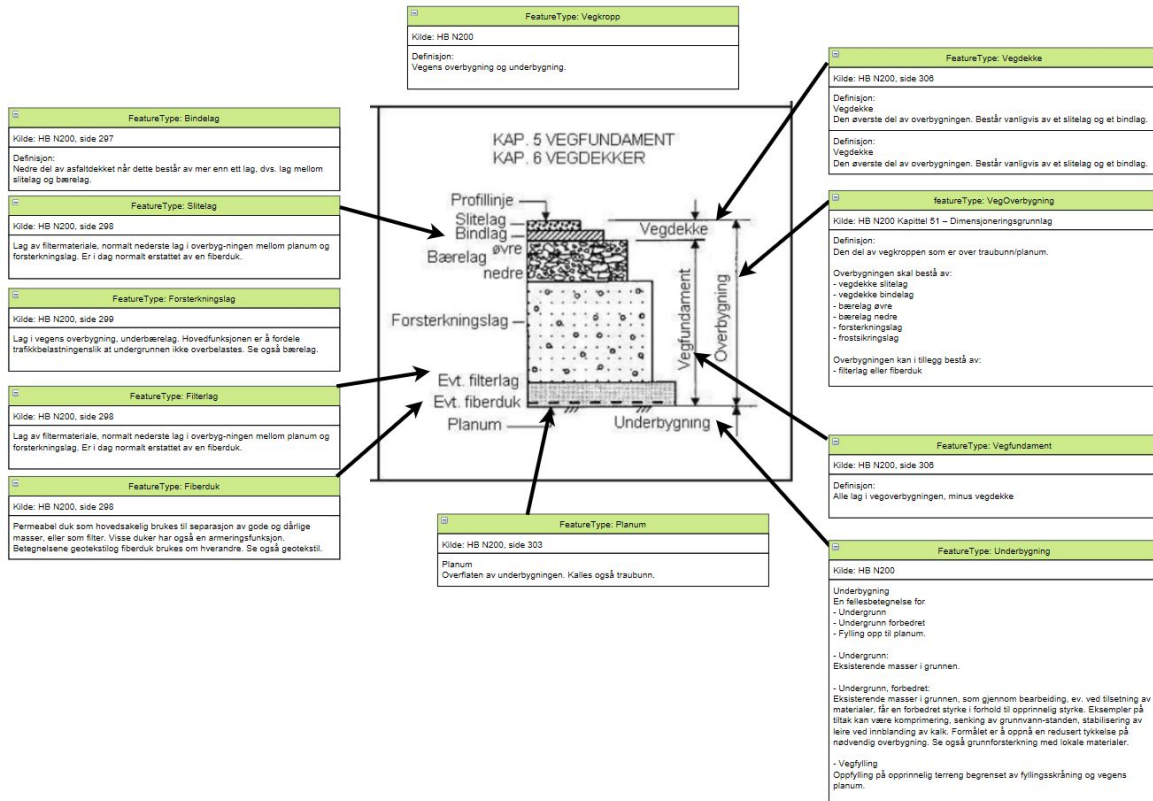
²⁾ Kontrollomfang er 1 prøve pr. påbegynt 5000 m²⁾ for Gk og Fk, og 1 prøve pr. påbegynt 1500 m²⁾ for Gjb.

³⁾ Kravet til kontrollomfang er basert på gjennomsnittet for Fk og Gjb, det samme kravet gjelder for Gk og Gjb.

⁴⁾ For knust berg (Fk) og knust betong (Gjb) kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.

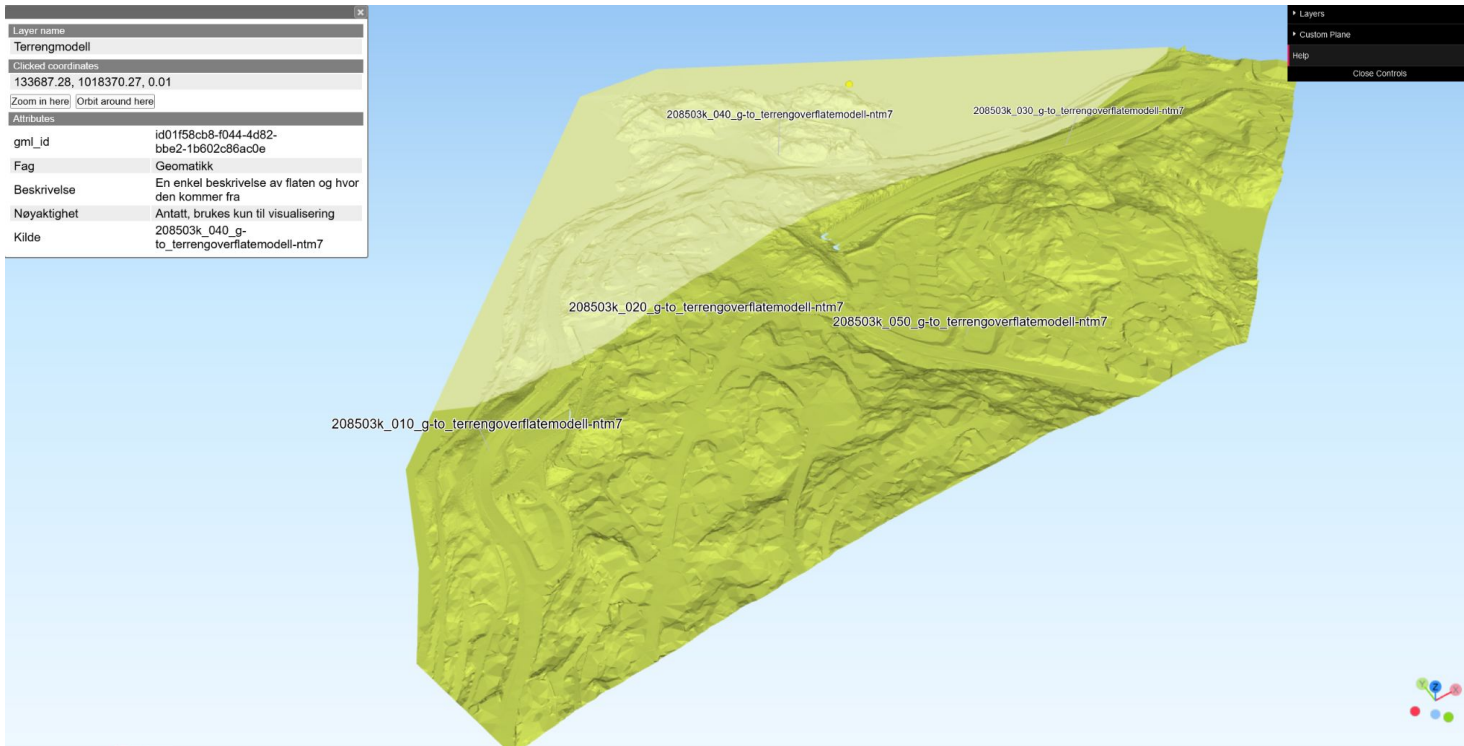
⁵⁾ Fk/0/22 kan benyttes til forklaring av forsterkningslag og som bærelag i veger med grusdekke. Krav til korngradering er da som for Gk.

Klassifisering Vegkropp N200



Praktisk resultat av UML-modelleringsprosjektet

- Eksportere prosjekterte modeller med objekter fra programvare til GML-format
- GML benyttes til utveksling av geografisk informasjon og erstatter på sikt SOSI-formatet på geonorge.no



Rambøll og Norkart orienterer

Erfaringer så lang med:

- UML-modellering
- XSD-skjema
- GML-eksport