



BACHELOROPPGAVE:

**KARTPROJEKSJONEN NTM I
BYGG- OG
ANLEGGSTRANSJEN**

FORFATTERE: YNGVAR AMLIEN

TERJE OMTVEIT GILDE

Dato: 15.05.2013

Sammendrag

Tittel:	Kartprosjeksjonen NTM i bygg- og anleggsbransjen	Dato: 15.05.2013
Deltakere:	Yngvar Amlien Terje Omtveit Gilde	
Veiledere:	Bjørn Godager Stein Ivar Øvergaard	
Oppdragsgiver:	Geo Survey AS v/ Pål Tanem	
Nøkkelord	NTM, kartprosjeksjon, oppmåling, målestokkfeil, målestokkskorreksjon	
Antall sider/ord:	Antall vedlegg:	Publiseringsavtale inngått:
52/12 221	3	ja
Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:		
<p>Med bakgrunn i oppdragsgivers erfaring med lite bruk av kartprosjeksjonen NTM i bygg- og anleggsbransjen er det undersøkt i hvilken grad NTM brukes i bransjen i dag og om bransjen har behov for at NTM benyttes som standard. Det er også sett på hvordan man kan oppnå dette. Målgruppen for oppgaven er fagfolk innen oppmåling, men også andre som ønsker informasjon og kunnskap om temaet. Det er studert litteratur og brukt personlige intervju som metode for å finne et svar på problemstillingen.</p> <p>Årsaken til at NTM brukes i liten grad kan i hovedsak skyldes treghet i bransjen ved at gamle prosjekter henger igjen fra før NTM ble innført i 2009 og at sentrale ledd i byggeprosessen mangler kunnskap om temaet. De som har brukt NTM har positive erfaringer. En standard i bransjen vil føre til mindre forvirring og eliminere målestokken som feilkilde i byggeprosessen. Kunnskapen om NTM i bygg- og anleggsbransjen øker sakte men sikkert slik det foregår i dag. Dette kommer av at flere store byggherrer setter krav til bruk av NTM, og at fagfolk med kunnskap om NTM lærer bort sin kunnskap til sine kunder og kontakter. Hvor lang tid det vil ta å få innført NTM som standard er vanskelig å forutse.</p>		

Abstract

Title:	The NTM Map Projection in the Norwegian Construction Industry	Date: 15 may 13
Participants:	Yngvar Amlien Terje Omtveit Gilde	
Supervisors:	Bjørn Godager Stein Ivar Øvergaard	
Employer:	Geo Survey As v/ Pål Tanem	
Keywords	NTM, map projections, surveying, scale error	
Number of pages/words:	Number of appendix:	Availability (open/confidential):
52/12 221	3	Open
Short description of the bachelor thesis:		
<p>Based on the client's experience with little use of the map projection NTM in the construction industry, it has been studied in what extent NTM is used in the industry today. The industry needs for NTM as a standard and how to achieve this is also been studied. The target group for the task is professionals in surveying, but also others who want information and knowledge on the topic. It is studied literature and used personal interview as a method to find an answer to the thesis.</p> <p>Old projects remaining from prior to when NTM was introduced in 2009 and that central parts of the building process lacks knowledge on the topic is mainly the reason to why NTM is so little used in the industry today. Those who have used NTM have positive experiences. A standard in the industry will lead to less confusion and eliminate scale as source of error in the build process. Knowledge of NTM in the construction industry increases slowly as it takes place today. This is because several major builders set requirements for the use of NTM, and professionals with knowledge of NTM teach their knowledge to their clients and contacts. How long it will take to get introduced NTM as a standard is difficult to predict.</p>		

Forord

For gruppen var det viktig at bacheloroppgaven skulle være aktuell og gjerne med en reel oppdragsgiver. Vi startet derfor tidlig i prosessen med å ta kontakt med Geo Survey AS som er en av de ledende bedriftene innen oppmålingstjenester i Norge. De kom med en reel oppgave til oss, og har hjulpet oss under veis. Dette har vi satt stor pris på.

Vi har fått god hjelp fra Inger Hokstad i BA-Nettverket, og vil med dette rette en takk til henne. Vi har møtt stor velvilje bland intervjuobjektene og fått mange positive tilbakemeldinger, noe som har bidratt til at vi har følt at jobben vi har gjort har vært nyttig.

Til slutt vil vi takke veilederne våre ved Høgskolen i Gjøvik, Bjørn Godager og Stein Ivar Øvergård for oppfølging og hjelp underveis med oppgaven.

Se også oppgavens nettside: <http://hovedprosjekter.hig.no/v2013/tol/geo/utmntm/>

Gjøvik, 15. mai 2013


Terje Omtveit Gilde


Yngvar Amlien

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Valg av oppgave.....	1
1.2	Formålet med oppgaven.....	1
1.3	Omfang og begrensninger.....	2
1.4	Forventinger til oppgaven	3
1.5	Metode	3
1.6	Prosjektorganisering.....	3
1.7	Rapportens struktur	4
2	Bakgrunn	6
2.1	Tidligere arbeid	6
2.2	Sverige og Danmark.....	7
2.3	Bygg- og anleggsbransjen.....	7
3	Metode.....	9
3.1	Metodevalg.....	9
3.1.1	Datainnsamling	9
3.1.2	Analyse og tolkning	10
3.2	Svakheter ved metoden	11
4	Koordinatsystem	13
4.1	Referanseramme (datum).....	14
4.2	Målestokk og målestokkfeil	15
4.3	Kartprosjeksjoner (avbildning).....	16
4.3.1	Sylinderprosjeksjonen og soner.....	17
4.4	Offisielle projeksjoner i Norge	18
4.4.1	UTM.....	18
4.4.2	NTM.....	19

4.4.3	Gauss Krüger (NGO1948)	20
4.5	Lokale koordinatsystem	21
4.6	Transformasjon og konvertering mellom koordinatsystem	21
5	Resultat	22
5.1	Byggherrer	22
5.2	Prosjektører	24
5.3	Entreprenører	24
5.4	Oppmålingsbransjen.....	26
5.5	Arkitekter	26
5.6	Programvareleverandører.....	26
5.7	Kommuner	27
5.8	Andre.....	28
6	Analyse og drøfting	30
6.1	Bruken av NTM i bygg- og anleggsbransjen	30
6.2	Behovet for en standard i bransjen.....	32
6.3	Innføringen av en standard.....	34
7	Konklusjon.....	36
7.1	Er det lite bruk av NTM i dag og hva er årsaken?	36
7.2	Er det behov for NTM som standard kartprosjeksjon?.....	36
7.3	Hvordan kan dette oppnås?	37
7.4	Veien videre	38
8	Litteratur	39

Figurer og tabeller

Figur 1: Illustrasjon over datum og kartprosjeksjoner.....	13
Figur 2: Sammensetningen av et koordinatsystem.....	14
Figur 3: Tre hovedtyper kartprosjeksjoner	16
Figur 4: Liggende sylinder og en sone som er «skrellet» av.....	17
Figur 5: UTM-prosjeksjon	18
Figur 6: NTM-prosjeksjon	20
Tabell 1: Koordinater til samme punkt i Lillehammer, men i forskjellige koordinatsystem.....	14

Vedlegg

Vedlegg A: Teori koordinatsystem (hefte av kapittel 4).....	I
Vedlegg B: Spørsmål/temaliste til intervjuobjektene.....	X
Vedlegg C: Liste over bedrifter som er kontaktet.....	XI

1 Innledning

1.1 Valg av oppgave

Oppdragsgiver, oppmålingsselskapet Geo Survey AS, erfarer at bygg- og anleggsbransjens egen kartprosjeksjon, NTM, ikke blir brukt i særlig grad. De ønsket å vite hvorfor dette er tilfelle. Vi synes dette var et spennende problemområde som er veldig aktuelt for vårt fagfelt og bygg- og anleggsbransjen i dag. Samtidig som oppgaven ga oss rom til å opparbeide oss ytterligere fagkunnskap om koordinatsystem, og da spesielt med tanke på kartprosjeksjoner, ga oppgaven oss også muligheten til å teste ut og styrke våre egne ferdigheter med tanke på kommunikasjon med andre yrkesgrupper. Det å gjøre seg forstått og fremstille sine problemstillinger på en folkelig måte til andre yrkesgrupper er et høyst relevant tema blant ingeniører i dag¹.

Allerede i arbeidet med forprosjektet møtte vi stor interesse blant dem vi snakket med. De mente behovet for fokus og arbeid om temaet var viktig for bygg- og anleggsbransjen. Dette ga oss tro på at behovet for informasjon og fokus omkring målestokkfeil i forhold til kartprosjeksjoner er stort i bransjen.

1.2 Formålet med oppgaven

Med bakgrunn i påstanden om at NTM brukes i liten grad i dag ønsker vi å finne svar på følgende problemstilling:

Er det behov for at NTM-prosjeksjonen benyttes som standard i bygg- og anleggsbransjen, og hva skal eventuelt til for å oppnå dette?

Gjennom oppgaven vil vi finne ut om påstanden om at NTM brukes i liten grad stemmer og forsøke å svare på om det er nødvendig med en standard kartprosjeksjon i bygg- og anleggsbransjen og om dette bør være NTM-prosjeksjonen. Med standard mener vi at kartprosjeksjonen brukes som hovedregel i alle prosjekt, enten det skjer via lov, avtaler eller

¹ Teknisk ukeblad, 5. april 2013: Ingeniører tenker for snervert. <http://www.tu.no/bygg/2013/04/05/-ingeniorer-tenker-for-snevert>

normer i bransjen. Vi vil forsøke å komme med en løsning på hvordan eventuelt NTM kan innføres som bransjestandard. Det vil bli undersøkt hva bransjen har gjort så langt, hvordan de oppfatter bruken av NTM i dag og hvor «flaskehalsen» for bruken av NTM ligger.

Målgruppe

Målgruppen er fagfolk innenfor oppmåling som ønsker svar på lignende spørsmål som oppdragsgiver Geo Survey. Med tanke på kunnskapsløft og opplysning er også personer som jobber med planlegging, prosjektering og utførende arbeider i bygg- og anleggsprosjekter en del av målgruppen.

1.3 Omfang og begrensninger

Det er i oppgaven valgt å se på bygg- og anleggsbransjen og hva de mener om NTM-projeksjonen. Det er altså deres synspunkter og meninger som kommer frem i denne oppgaven og som er grunnlaget for analyse og tolkning. Innføringen av NTM er allerede gjort, og er sannsynligvis vurdert av mer kvalifiserte personer enn oss. Det er derfor ikke gått i dybden på om NTM er en teknisk god løsning, men heller om NTM er en løsning som lett lar seg ta i bruk og hvordan den lar seg innføre i bransjen i forhold til andre løsninger. Oppgaven omhandler ikke vertikale datum og innføring av det nye NN2000. Dette ikke har direkte relevans for problemstillingen og ville ført til en for stor arbeidsmengde i forhold til tiden som disponeres.

Dataflyten i prosjekter er det ikke gått i dybden på. Det antas at dataflyten er relativ lik uansett hvilken kartprojeksjon som er i bruk med tanke på filformater og lagring. Enkelte områder som transformasjon mellom UTM og NTM og utlevering av kartdata fra kommuner er allikevel tatt med, siden vi ser det som relevant i forhold til problemstillingen.

Det er ikke gjort noen egne undersøkelser på hvilke programvarer og filformater som støtter ulike kartprojeksjoner, men det er hentet inn informasjon fra programvareleverandører og brukere av programvaren. Den begrensede tilgangen på programvare og i tillegg til at det ville vært en tidkrevende prosess å sette seg inn i mange ulike programvarer gjorde at dette ikke var mulig.

1.4 Forventinger til oppgaven

Vi ønsker gjennom denne oppgaven å finne ny informasjon til bygg- og anleggsbransjen og å bekrefte eller motbevisse påstander eller teorier som finnes i dag rundt problemstillingen. Vi ønsker også å bidra til å sette nytt fokus på problematikken rundt kartprojeksjoner og håper oppgaven kan brukes som en informasjonskilde til personer også utenfor vår yrkesgruppe.

1.5 Metode

Vi har satt oss teoretisk inn i problematikken knyttet til målestokkfeil i kartprojeksjonene og gjort grunnleggende undersøkelser om bruken av NTM. Fra dette arbeidet har vi laget en liste med spørsmål som vi har brukt under intervjuene av relevante personer i bransjen. Intervjuene har blitt gjennomført per telefon eller personlig møte. Referatene fra hvert intervju har blitt sammenlignet og fellestrekk har blitt dratt ut og brukt som grunnlag til analyse og drøfting sammen med relevante dokumenter.

1.6 Prosjektorganisering

Oppdragsgiver: Geo Survey AS.

Prosjektansvarlige: Terje Omtveit Gilde og Yngvar Amlien.

Veiledere: Bjørn Godager og Stein Ivar Ødegaard.

Oppdragsgiver

Geo Survey AS har kommet med problemgrunnlaget for denne oppgaven og skal veilede oss ved spørsmål. De skal gi beskjed til oss om de har eventuelle syn på problemstillingen eller oppdager nye saker rundt problemstillingen. Dette for at vi skal få med flest mulig aktuelle syn på problemstillingen.

Prosjektansvarlige

Terje Omtveit Gilde og Yngvar Amlien har begge delt ansvar for dette prosjektet. Begge har ansvar for at prosjektplanen følges, og at det gjøres ryddige avtaler ved eventuelle avvik fra

denne. Hver enkelt har ansvar for å fordele arbeidsoppgaver likt mellom oss, og gjøre avtalte oppgaver til avtalt tid. Begge skal tilstrebe at det legges ned like mye arbeid i oppgaven av begge.

Veiledere

Bjørn Godager og Stein Ivar Ødegaard er våre utdelte veiledere fra Høgskolen og skal veilede oss og gi tilbakemeldinger på vårt arbeid med oppgaven. De skal gi beskjed om de oppdager at det er gjort dårlig arbeid med oppgaven, slik at dette kan rettes opp. De vil med dette være en del av kvalitetssikringen av arbeidet som er gjort med oppgaven.

1.7 Rapportens struktur

I kapittel 2 vil vi gjøre rede for bakgrunnen for oppgaven ved en rask gjennomgang av hvorfor NTM ble innført. Vi vil også gjøre rede for hvordan bygg- og anleggsbransjen er strukturert og hvilke lover og standarder som er gjeldene. Til slutt gjør vi kort rede for hvordan problematikken med målestokkfeil er løst i Sverige og Danmark.

Kapittel 3 beskriver og begrunner hvilken metode som er brukt, hvilke valg som er tatt og hvilke forutsetninger som er gjort.

Kapittel 4 er et rent teoretisk kapittel med en grunnleggende innføring i koordinatsystem, med spesiell vekt på kartprosjeksjoner. Lesere med god forståelse for dette kan i så måte se bort fra denne delen. Kapitlet er også tenkt som en del-løsning på problemstillingen gjennom å være en lettlest informativ tekst beregnet på personer uten særlig kunnskap om temaet. Teorien kan derfor stå for seg selv og er også vedlagt som en eget informasjonshefte (Vedlegg A side I).

I kapittel 5 presenteres resultatet av undersøkelsen som ble gjort. Intervjuobjektene er samlet i gruppene byggherrer, prosjekterende, entreprenører, oppmålingsfirma, arkitekter, programleverandører, kommuner og andre, der hovedpoeng, meninger og svar blant intervjuobjektene er oppsummert.

I kapittel 6 er resultatene fra kapittel 5 drøftet og analysert. Ulike svar fra intervjuobjektene er satt opp mot hverandre for å poengtere ulike synspunkter og metoden er diskutert i dette kapitlet.

Kapittel 7 omhandler konklusjonen av oppgaven. Her er de viktigste poengene fra drøfting tatt frem og det er gitt en konklusjon på problemstillingen. Det er også gitt forslag til videre arbeid.

2 Bakgrunn

Før innføringen av koordinatsystemet EUREF89 UTM i Norge ble NGO1948 med en Gauss-Krüger projeksjon brukt. NGO1948 har en målestokkfeil på opptil 100 ppm, mens UTM har en målestokkfeil på opptil 400 ppm. Det nye referansesystemet har dermed en mye større målestokkfeil enn det gamle. Bygg- og anleggsbransjen krever i mange tilfeller høy nøyaktighet og har relativt små toleransekrav. Målestokkfeilen i UTM projeksjonen ble derfor for stor og kunne skape problemer i mange tilfeller. Bygg- og anleggsbransjen med BA-Nettverket² i spissen begynte derfor i 2008 å jobbe med målestokkproblemet, og kom sammen med Kartverket frem til løsningen om NTM. Den nye kartprojeksjonen var klar til bruk i 2009 (Skogseth, 1998, Hokstad, 2008).

Bygg- og anleggsbransjen gjorde en avtale med Kartverket om at sistnevnte skulle utvikle det tekniske med projeksjonen, samt gjøre tilgjengelig en metode for konvertering mellom de to projeksjonene. Denne skulle da gjøres tilgjengelig for alle slik at den også kan implementeres i ulike programmer. NTM skulle også integreres i filmformatet SOSI. BA-bransjen sin rolle ble å informere om den nye kartprojeksjonen slik at den ble tatt i bruk der det er hensiktsmessig. På den måten regnet man med at også programvareleverandørene raskt ville tilby konverteringen mellom NTM og UTM i sine programvarer (Chrisiansen, 2008, Hokstad, 2008).

2.1 Tidligere arbeid

Tidligere er det så vidt vi vet ikke gjort noen undersøkelser om bruken av NTM og hvordan NTM fungerer for bygg- og anleggsbransjen. Før UTM ble innført ble det derimot gjort en god del utredninger om hva innføringen av UTM ville føre til i bygg- og anleggsbransjen, samt at det finnes møtereferat som tyder på at bygg- og anleggsbransjen ønsket en sekundær kartprojeksjon. Det er også tidligere skrevet bacheloroppgave ved Høgskolen i Gjøvik om hva innføringen av UTM ville føre til for bygg- og anleggsbransjen.

² BA-nettverket er en sammenkomst av flere aktører innenfor bygg- og anleggsvirksomheten i Norge. Nettverket ledes av Inger Hokstad. <http://ba-nettverket.no/>

2.2 Sverige og Danmark

Da man i Europa opprettet ERUREF89 UTM, begynte man i Sverige å se på hva innføringen av EUREF89 UTM ville føre til. I Sverige fant de ut at de i det daglige arbeidet med kart trengte et koordinatsystem uten den store målestokkfeilen som EUREF89 UTM har. De innførte derfor et eget koordinatsystem med navn SWEREF 99 *gg mm* (der *gg* og *mm* er henholdsvis grader og minutt fra Greenwich til middelmeridianen i sonen). Dette koordinatsystemet har 12 soner slik at den maksimale målestokkfeilen er 50 ppm (5mm per 100 meter) og dermed kan neglisjeres i de fleste tilfeller. Siden det er flere soner, må de ha et felles system for utveksling innad i landet, men også utad til andre land. Sverige benytter derfor SWEREF 99 TM, som tilsvarende EUREF89 UTM sone 33, til dette. De har i SWEREF 99 TM utvidet sone 33 for at den skal gjelde for hele landet, på lik linje som Norge har utvidet sine soner (Lantmäteriet, 2008b, Lantmäteriet, 2012, Lantmäteriet, 2008a).

I Danmark har man brukt EUREF89 UTM som grunnlag til sitt primære koordinatsystem UTM/ETRS89. Dette koordinatsystemet benytter UTM som kartprojeksjon og har derfor den målestokkfeilen som vi har i Norge. I Danmark har man valgt å løse dette som i Norge med å opprette en sekundær kartprojeksjon med mindre målestokkfeil beregnet for bygg- og anleggsbransjen. Dette systemet har fått navnet DKTM/ETRS89 og er delt opp i fire soner med maksimal målestokk på 20 ppm (2 mm per 100 meter). DKTM/ETRS89 ble utviklet i 2008-2009 i samarbeid med det Geodatastyrelsen (det danske Kartverket) og foreninger for landmålere og bygg- og anleggsbransjen i Danmark. I tillegg har man noen eldre koordinatsystem som fortsatt blir brukt i enkelte kommuner i Danmark (Geodatastyrelsen, 2010, Miljøministeriet, 2006a, Miljøministeriet, 2006b).

2.3 Bygg- og anleggsbransjen

I bygg- og anleggsprosjekter er det ulike parter. Hovedprinsippet er at en byggherre leier inn arkitekter og konsulenter for å planlegge og prosjektere et prosjekt. Byggherren legger så prosjektet ut på anbud. Entreprenørene legger inn sine anbud og utfører byggearbeidet på vegne av byggherren.

I Norge er det et mindre antall større firma innenfor hver av kategoriene arkitekter, entreprenører, oppmåling, og konsulenter Disse er landsdekkende og tar for seg oppdrag rundt om i hele landet. I tillegg finnes det en rekke mindre firma i hver kategori. Disse tar som regel kun oppdrag i et bestemt område. Blant byggherrer er det noen få store statlige byggherrer som for det meste kun driver med utbygging. I tillegg finnes det en god del store statlige og private firma som i utgangspunktet har annen virksomhet enn byggevirksomhet, men blir byggherrer da de for eksempel må gjøre utbygginger for å drive sin virksomhet. Det er også viktig å huske på at alle som skal bygge noe, som for eksempel et bolighus, er byggherrer. Det vil si at det finnes et utallig antall byggherrer i Norge, men kun et mindre antall store byggherrer.

I bygg- og anleggsbransjen er det flere ulike foreninger for hver enkelt gruppe (arkitekter, entreprenører, prosjektører, geomatikk). En god del firma er aktuelle i flere av disse gruppene, og dermed mer eller mindre aktive i flere foreninger. I tillegg har man blant annet BA-Nettverket, drevet av Inger Hokstad. BA-Nettverket er en møteplass for alle i bygg- og anleggsbransjen med mål om å få bedre totalløsninger og øke samhandlingen i bygg- og anleggsbransjen. BA-Nettverkets medlemmer er ulike firma innen bygg- og anleggsbransjen, blant annet entreprenører, prosjektører, oppmålingselskap og store offentlige byggherrer.

Kartverket må også sees i sammenheng med bygg- og anleggsbransjen da de gir ut en del standarder som omhandler geografisk informasjon som også benyttes av bygg- og anleggsbransjen. I tillegg utgir Miljøverndepartementet ulike lover, som for eksempel plan- og bygningsloven som omfatter planlegging, forvaltning og utførelse av bygg- og anleggsprosjekter, samt søknad om godkjenning for dette. Også Norsk Standard utgir ulike standarder som sier hvordan arbeid kan utføres på en lovlig måte, som for eksempel NS 3463 - *Utsetting og oppmåling på byggeplass*. I tillegg har flere statlige byggherrer, samt ulike foreninger sine egne veiledere som beskriver hvordan ting skal eller bør utføres. Dette kan for eksempel være veiledere som beskriver om/når og i hvilke situasjoner man skal bruke kartprosjeksjonen NTM eller UTM (Miljøverndepartementet, 2009).

3 Metode

3.1 Metodevalg

Ved gjennomføringen av en undersøkelse kan man klassifisere dataene man samler inn som kvantitative eller kvalitative, eller henholdsvis målbare og ikke målbare. Hvis man ønsker kunnskap om forventninger, holdninger, erfaringer og ønsker å forstå et fenomen er en kvalitativ tilnærming den mest fornuftige måten å bruke. Her spørres det ikke etter hvor mange, men hva, hvorfor og hvordan (Halvorsen, 2008).

3.1.1 Datainnsamling

I prosjektet er det brukt både primærdata, nye data som er samlet inn, og sekundærdata, data som allerede foreligger og er mer eller mindre tilgjengelige i en eller annen form. Prosjektet er basert på en kvalitativ tilnærming. Det vil si at dataene som er innsamlet ikke er målbare eller kan uttrykkes som tall, i motsetning til kvantitative data. Kvalitative data er ikke tallfestbare og gjengis i tekst eller verbale utsagn. Ved å bruke en kvalitativ metode øker sjansen for å forstå situasjonen slik den oppfattes av intervjuobjektet, i større grad enn ved en kvantitativ tilnærming (Halvorsen, 2008).

Primærdata er samlet inn via ustrukturerte personlige intervju. I kvalitative metode er ustrukturerte intervju en vanlig datainnsamlingsmetode som gir oss fyldig data. Det er vanlig å føre intervjuene etter en intervjuguide, en liste med spørsmål som er utarbeidet på bakgrunn av problemstillingen og grunnleggende arbeid med forprosjektet. Dette kan sees på som en liste over temaer som skal tas opp under intervjuet, i motsetning til mer strukturerte intervju der samme spørsmål stilles til alle intervjuobjektene (Halvorsen, 2008). Det ble utarbeidet en liste med forhåndsdefinerte spørsmål uten svaralternativer. Noen av spørsmålene er generelle, mens andre er tilpasset ulike grupper som kommuner og entreprenører. Svar på noen spørsmål utelukker andre spørsmål og hvert intervju er derfor tilpasset svarene til intervjuobjektet, men etter et standard oppsett (se Vedlegg B side X). Intervjuene er foretatt ved personlig møte og telefon, men i noen få tilfeller også på epost.

Denne metoden egner seg bra når det ikke er mulig å observere fenomenet selv og i situasjoner der intervjuobjektet sitter med førstehåndskunnskap om temaet som skal undersøkes. En fordel med ustrukturerte intervju er at det gir et mer fleksibelt opplegg der

intervjuobjektet står friere til å svare og spørsmålene kan tilpasses underveis i prosessen. Man kan dermed få en mer helhetlig forståelse ved at problemstillingen belyses fra forskjellige synsvinkler (Halvorsen, 2008).

Det er foretatt et utvalg der noen av bedriftene er plukket ut i samarbeid med bransjeorganisasjonen BA-Nettverket. I tillegg er en rekke bedrifter plukket strategisk ut. Større bedrifter og markedsledere er prioritert, men også noen mindre aktører. Sentrale offentlige organ er også tatt med, i tillegg til et utvalg av kommuner i forskjellige størrelse spredt over hele landet. Intervjuobjektene ble plukket ut basert på deres stilling i bedriften. I enkelte større bedrifter er også flere personer med ulike stillinger intervjuet. Personene vi har intervjuet har hatt en sentral stilling i forhold til kartleggingen av bruken av NTM-prosjeksjonen, men ikke nødvendigvis en stilling som i seg selv krever kunnskap om kartprosjeksjoner.

Ved å foreta et utvalg sparer man tid og får fram informasjon raskere enn å undersøke hele populasjonen. Ved en kvalitativ tilnærming er det vanlig å bruke et strategisk utvalg. Et strategisk utvalg sikrer ikke nødvendigvis et representativt utvalg, men kan gi høyt kvalitativt innhold i informasjonen. I situasjoner der det er umulig å plukke ut et utvalg som representerer hele populasjonen på variabler som størrelse, geografisk plassering, konkurransesituasjon og lignende bør man ha med bedrifter som virker interessante i utvalget (Halvorsen, 2008, Sander, 2004).

Intervjuene er foretatt i perioden 4. - 20. mars 2013. Totalt er 47 personer intervjuet, komplett oversikt over bedrifter kan finnes i Vedlegg C side XI.

3.1.2 Analyse og tolkning

Ved tolkning av kvalitative data er den største utfordringen å få fram virkelighetsoppfatningen til intervjuobjektene. Det er viktig at de som er intervjuet kjenner seg igjen i det som presenteres. Man må også tenke på sin egen bakgrunn og hvilket perspektiv man ser fra når man tolker datamaterialet. I analysefasen er det også viktig å være kritisk til datamaterialet som er samlet inn. Både egne primærdata, men også sekundærdata som brukes i analysen.

Ved kvalitativ datainnsamling er det vanlig at analyse og datainnsamling foregår mer eller mindre parallelt i en periode i prosjektet (Halvorsen, 2008).

En tekstanalyse går ut på å få orden, struktur og oversikt på et tekstmateriale som er ustrukturert. En hovedform for tekstanalyse er helhetsanalyse (helhetsforståelse). Det går ut på at man forsøker å danne seg et helhetlig bilde av situasjonen ved å lese gjennom intervjuene, og deretter velger ut sitater som best illustrerer hovedinntrykket.

Diskursanalysen er en type innholdsanalyse der intervjuobjektene er gruppert etter hvem de representerer, som for eksempel arkitekter eller entreprenører. Diskurs er latin og betyr «det å løpe hit og dit». En diskursanalyse egner seg for analyse av intervjuer, (både skriftlige og som tale/konversjon), tidsskrifter, rapporter og offentlige utredninger (Halvorsen, 2008).

Det er valgt å analysere datamaterialet med en kombinert diskurs- og tekstanalyse der det under og etter hvert personlige intervju er skrevet et referat. Disse referatene er brukt til å dra ut de store linjene og viktige moment som er presentert i kapittel 5 i åtte ulike grupperinger. I tillegg til de personlige intervjuene er en rekke sentrale dokument tatt inn i som sekundærdata (se vedlegg C side XI).

3.2 Svakheter ved metoden

Metodevalget med personlig ustrukturerte intervju er en tid- og ressurskrevende prosess. Siden vi i arbeidet med denne oppgaven er en «gratis» ressurs, kunne vi se bort fra økonomiske faktorer og dermed bruke mer tid enn man ofte disponerer, uten å tenke på kostnadene knyttet til det. Vi kunne dermed ha med et større utvalg enn vanlig for denne metoden. Et vanlig utvalg ligger på 15 til 35 personer, som er relativt lite. Dette fører til at utvalget ikke nødvendigvis representerer hele populasjonen og det kan være vanskelig å generalisere fenomener uten å ha et større utvalg (Sander, 2004). Dataene kan allikevel være representative for det vi ønsker å finne informasjon om og om vi har et lite utvalg som er representativt vil det gi mer troverdig data enn om vi hadde et større utvalg som ikke var representativt.

Ved personlige intervju sikrer vi oss en svært høy svarprosent i forhold til standardiserte skjema som distribueres via post eller epost. Vi sikrer oss også at det er rett intervjuobjekt som svarer og at vedkommende ikke kan lese seg opp og dermed svare «bedre» enn han ellers ville gjort. Man kan uansett ikke unngå at intervjuobjektet svarer det man tror er «rett» eller som intervjueren ønsker å høre. Metoden tillater også en form for tolkning av kroppsspråk under samtalene, noe som vil påvirke analysen. Denne tolkningen kan umulig være helt objektiv og vil speile intervjuerens bakgrunn og perspektiv (Halvorsen, 2008).

En svakhet med mange kvalitative metoder, inkludert personlige intervju er etterprøvnbarheten. Dette kan være problematisk fordi intervjuobjektet etter endt intervju har fått en ny bevissthet omkring temaet. Hvis man så stiller de samme spørsmålene på nytt vil ikke nødvendigvis svarene bli de samme (Halvorsen, 2008).

Metoden forutsetter også at vedkommende snakker sant og ikke pynter på sannheten. Dette er en forutsetning man er nødt til å ta. Det kan tenkes at enkelte intervjuobjekt med eller uten vilje svarer på en slik måte at de setter bedriften de jobber for eller seg selv i best mulig lys og dermed ikke gir helt korrekte eller sanne svar på det de blir spurt om.

4 Koordinatsystem

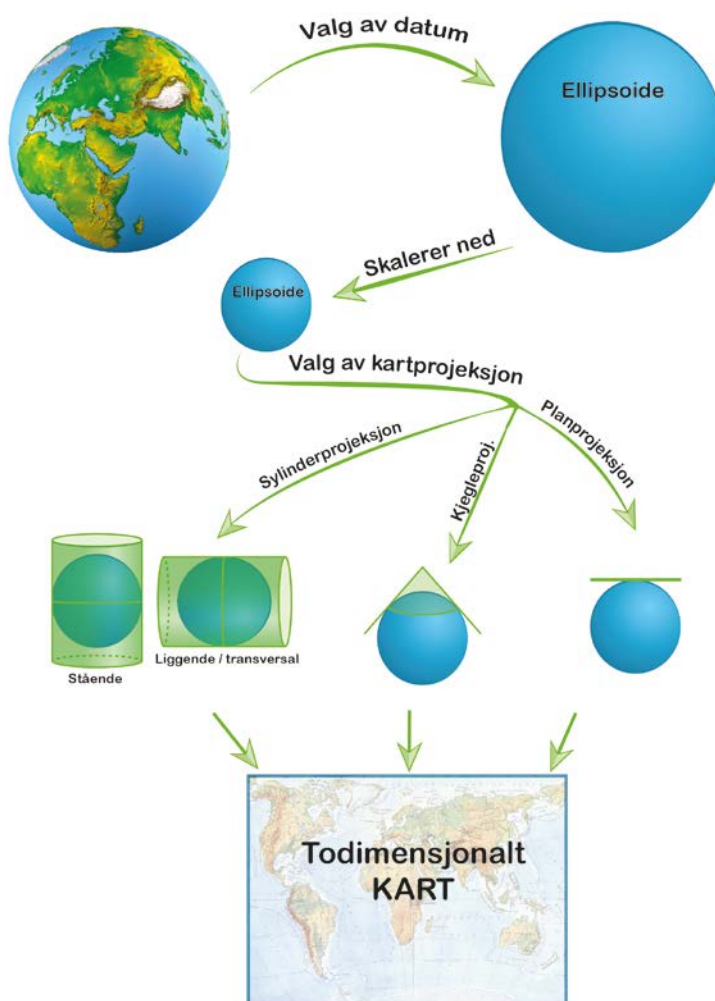
For å kunne oppgi plasseringen til et punkt på en entydig måte bruker vi koordinater. Disse oppgis vanligvis i meter eller grader. For at koordinatene skal være entydig er det viktig at man oppgir hvilket koordinatsystem koordinatene bruker. Koordinatsystemet er et referansesystem som definerer et nullpunkt som koordinater tar utgangspunkt i. Det finnes egne referansesystem for høyder, men de vil vi ikke gå inn på her. Koordinatsystemene vi skal ta for oss her gir oss altså kun plasseringen i horisontalplanet (todimensjonalt).

For å få entydige koordinater som angir et punkt på jorda må vi gjennom tre steg:

- 1) Definere form og størrelse på ellipsoiden (det er dette som defineres av datumet).
- 2) Velge plassering av ellipsoide i forhold til jordoverflaten.
- 3) Velge kartprojeksjon for avbildning av ellipsoiden i kartplanet.

Figur 1 under viser en oversikt over denne prosessen som vil bli forklart mer inngående i de neste kapitlene. Kort fortalt trenger vi å gjengi jordas form som en matematisk figur, en ellipsoide, skalere den ned til en hendig størrelse og «skrelle» den slik at vi får et flatt kart. Det er kartprojeksjonen som avbilder eller «skreller» ellipsoiden.

I Norge har vi to offisielle koordinatsystem: EUREF89 UTM og EUREF89 NTM. Figur 1 viser hva koordinatsystemet er bygget opp av. Siden begge koordinatsystemene bruker datumet EUREF89 har vi altså bare ett offisielt datum i Norge, men to offisielle kartprojeksjoner, UTM og NTM.



Figur 1: Illustrasjon over datum og kartprojeksjoner (Gilde, McDonnell, 1991)



Figur 2: Sammensetningen av et koordinatsystem

For å se hvor viktig det er å vite hvilket koordinatsystem en koordinat er oppgitt i kan man se på eksemplet i Tabell 1. Alle koordinatene er oppgitt for samme punkt i Lillehammer, men som vi ser er de helt forskjellige. Uten å vite hvilket koordinatsystem de refererer til er de verdiløse.

Tabell 1: Koordinater til samme punkt i Lillehammer, men i forskjellige koordinatsystem³

Koordinatsystem	Koordinater	
EUREF89 UTM sone 32	N 6776500,6500	E 579015,4300
EUREF89 NTM sone 10	N 1347044,4037	E 98184,4396
NGO1948 Akse 3	N 346 961,2150	E -13564,6230

4.1 Referanseramme (datum)

For å få en referanseramme trenger vi å kunne gjengi hele eller deler av jorda som en matematisk figur. Mange vil nok tenke på jorda som en perfekt kule, mens jorda i virkeligheten har større radius rundt ekvator enn fra pol til pol. Det blir da mer riktig å se på jorda som en ellipsoide siden denne figuren best gjengir formen på jorda. Mens kulen har én radius, er ellipsoiden flattrykt i en retning og får derfor ulik radius fra topp til bunn og rundt «ekvator». Når man skal definere en slik ellipsoide kan man velge å tilpasse den hele jorden eller et mindre område som et kontinent eller land. Størrelse, form og plassering av ellipsoiden er definert i datumet og danner referanserammen. Datumet er angitt i første del av koordinatsystemet. EUREF89, NGO1948, WGS84 er alle eksempler på dette, der EUREF89 er Norges offisielle datum og er et globalt datum, det vil si at ellipsoiden er tilpasset for å passe best over hele jorden og ikke bare et land eller kontinent. Merk at det ikke er med noen soner eller akser siden dette bestemmes av kartprojeksjonen (McDonnell, 1991).

³ Transformasjon UTM til NGO1948 er gjort i Gemini oppmåling med Kartverket fylkesformeler for Oppland. Transformasjon UTM til NTM er gjort i programmet «Redfearn utm to ntm v1-1» av George Preiss.

4.1.2 Jordas rutenett

Når vi ser på globusen er denne delt inn med linjer både fra pol til pol og parallelt med ekvator. Dette er referanselinjer, der linjene fra pol til pol kalles meridianer. Den mest kjente av disse er nullmeridianen som går gjennom Greenwich, England. Denne er satt til å være 0° og alle andre meridianer er angitt i grader øst eller vest for denne. Dette betegnes ofte som lengdegrad eller longitude. På samme måte er ekvator satt til 0° med paralleller nord og sør, også angitt i grader, og betegnes ofte som breddegrad eller latitude. Norge vil dermed alltid ha koordinater (lengde- og breddegrader) som angir nord og øst (McDonnell, 1991).

Det er viktig å merke seg at vi fortsatt opererer med en rund jordklode og ikke et todimensjonalt kart. Vi har med andre ord ikke valgt en kartprosjeksjon som skal videreføre lengde- og breddegradene ned på et flatt kart.

4.2 Målestokk og målestokkfeil

I teksten er det valgt å skille mellom målestokk og målestokkfeil⁴. Med målestokk menes forholdet mellom distansen på globusen i forhold til distansen på jorda. Altså hvor mye jorda er skalert ned for å få plass på en globus. Målestokken er et forholdstall, som for eksempel 1:10 000, der en centimeter på kartet tilsvarer 10 000 centimeter på jorden.

Med målestokkfeilen menes avviket mellom en meter i kartet og en meter i virkeligheten. Det vil si at det i kartet er 1,00 meter mellom to koordinater, men i virkeligheten er det mer eller mindre enn 1,00 meter. Kartet er altså ikke målestokkriktig og har en målestokkfeil. Feilen oppgis ofte i ppm (parts per million). For eksempel vil en målestokkfeil på 400 ppm tilsvare 4 mm på 10 meter eller 40 millimeter på 100 meter. En målestokkfeil kommer fra kartprosjeksjonen, men er ikke en konstant faktor. Feilen avhenger av høyde over ellipsoiden⁵ og hvor man er i forhold til kartprosjeksjonens soner (McDonnell, 1991).

⁴ Målestokkfeil kalles også for målestokkskorreksjon.

⁵ Kan veldig forenklet tenkes som «høyde over havet», men da tas det ikke hensyn til at ellipsoidehøyden kan være ulik selv om «høyde over havet» er lik.

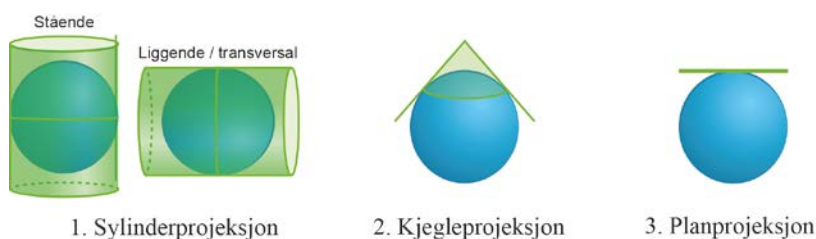
4.3 Kartprosjeksjoner (avbildning)

Jorda er rund, mens kartet er flatt. Måten vi avbilder den runde jorda på et flatt kart kalles kartprosjeksjon. Veldig enkelt forklart kan man se på en kartprosjeksjon som måten man skreller av jordoverflaten og danderer bitene til et sammenhengende flatt kart. I Norge har vi to offisielle kartprosjeksjoner, UTM og NTM (begge med flere soner).

Når vi har valgt en referanseramme (datum), og dermed definert ellipsoiden, ønsker vi å «skrelle» denne for å få et mer praktisk to-dimensjonalt kart. Vi sier at vi projiserer (avbilder) overflaten på ellipsoiden ned på kartplanet. Denne prosessen er det ikke mulig å få til uten feil. Man kan selv prøve å skrelle en appelsin for så å legge skallet flatt på bordet uten mellomrom, uten å tøyse eller bøye i bitene. Man vil også se at måten man skreller appelsinen på er avgjørende for hvor stor «feil» man får. Det er i kartprojiseringen man får en målestokkfeil. Det vil si at en meter i kartet ikke nødvendigvis er en meter på jorda, koordinatsystemet er rett og slett ikke målestokkriktig. I mange tilfeller er denne feilen så liten at man kan se bort fra den, men i prosjekter som krever centimeter og millimeters nøyaktighet kan denne feilen være svært signifikant (McDonnell, 1991).

Det finnes uendelig mange kartprosjeksjoner, både for hele jorda og for et begrenset område. Felles for dem alle er at ingen er feilfrie. Hvilken kartprosjeksjon man velger avhenger av hvilke faktorer man ønsker å bevare. Kartprosjeksjonen kan fokusere på å bevare form (konform avbildning) eller vinkler/avstander (ekvivalent avbildning) på en best mulig måte, eller et kompromiss av begge. En kartprosjeksjon kan tilpasses hele verden eller et mindre område, som for eksempel et land (McDonnell, 1991).

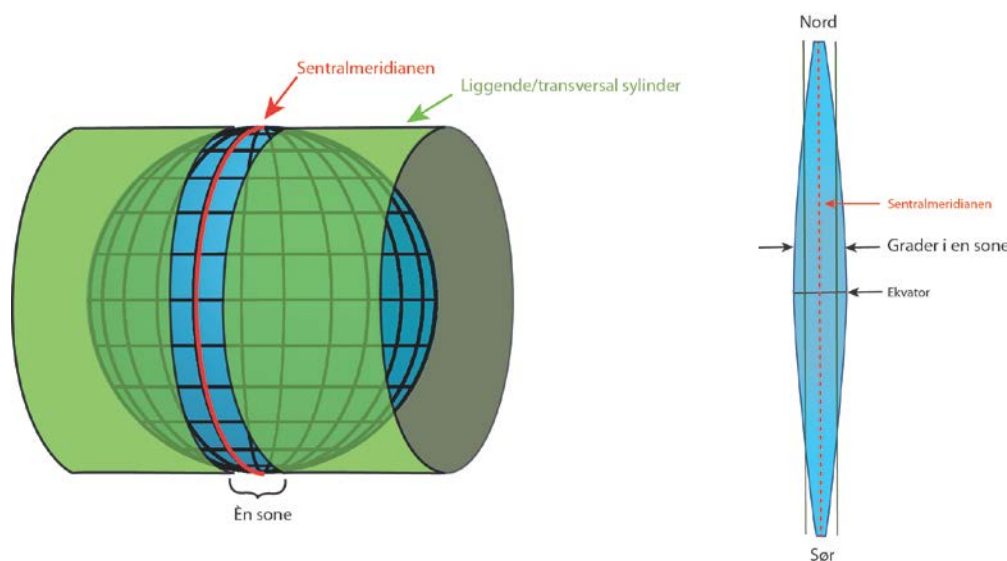
Kartprosjeksjoner blir vanligvis delt inn i tre hovedformer; sylinder-, kjege- og planprosjeksjoner som vist i Figur 3. Alle de tre kan avbildes form- eller vinkelriktig.



Figur 3: Tre hovedtyper kartprosjeksjoner (Gilde, 2013)

4.3.1 Sylinderverprosjeksjonen og soner

Både UTM (Universal Transversal Mercator) og NTM (Norsk Transversal Mercator) er som navnet tilsier former for liggende sylinderverprosjeksjoner. Begge er delt inn i soner der sonebredden er definert i grader fra sentrum av jorda (nord/sør aksen) og til jordoverflaten i øst-vest retning. Bredden på sonen vil derfor være breiast ved ekvator og smalere mot nord og sør slik vi ser på tegningen til høyre i Figur 4.



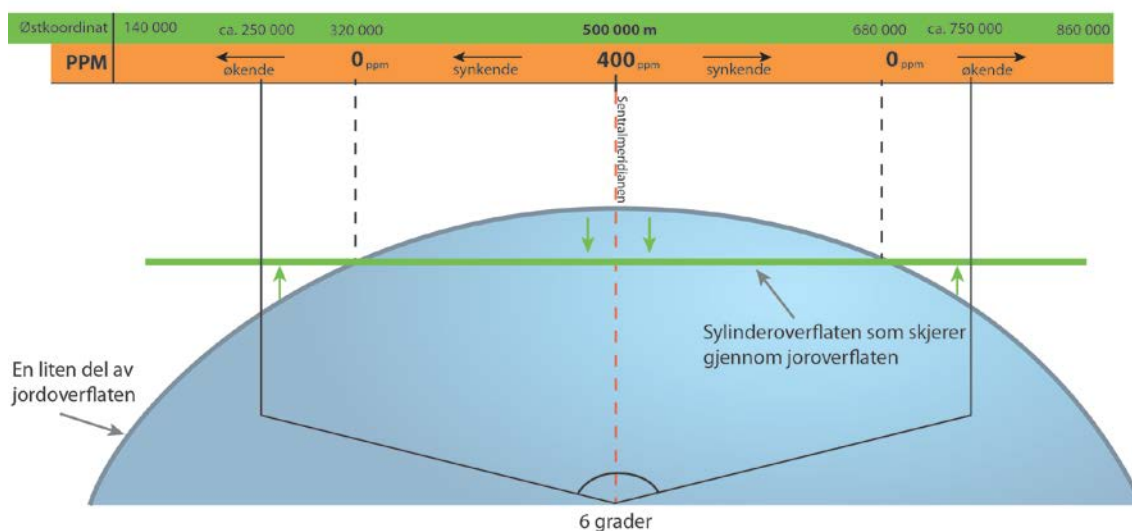
Figur 4: Liggende sylinderver og en sone som er «skrellet» av (Gilde, 2013).

En sone kan sees på som et «skrell» av jordoverflaten og jo mindre biter (soner) vi tar av, jo mindre hull får man når man vil dandere bitene flatt utover. Vi har altså en sammenheng mellom antall soner og målestokkfeilen man har i en kartprosjeksjon. For å dekke et større område skreller vi av flere soner, der man kan tenke seg at man roterer jordkloden inne i sylinderveren (se Figur 4) og gjentar prosessen med å skrelle av en sone. Flere soner settes så ved siden av hverandre. Området på det breieste partiet i en sone vil overlappe hverandre, mens de smale delene lengst nord og sør må strekkes for å få et sammenhengende kart. Sentralmeridianen er midten av sonen og det er langs denne sylinderveren berører jordoverflaten (ellipsoiden).

4.4 Offisielle projeksjoner i Norge

4.4.1 UTM

UTM står for Universell Transversal Mercator og er en liggende sylinder-projeksjon. Koordinatene refereres i antall meter fra ekvator (nord-koordinat) og antall meter fra sentralmeridian (øst-koordinat). Sentralmeridianen er satt til å ha øst-koordinat 500 000 meter, slik at man teller seg nedover fra denne når man går vest for sentralmeridianen og oppover når man går øst for sentralmeridianen, slik det er markert i det grønne feltet i Figur 5. Dette er gjort for å unngå negative verdier i østkoordinaten. På grunn av dette er det viktig at man vet hvilken sone man er i, i og med at sentermeridianen i alle soner har østkoordinat 500 000 meter. I Figur 5 ser man sentermeridianen som en rød stiplet loddrett linje.



Figur 5: UTM-projeksjon (Gilde, 2013)

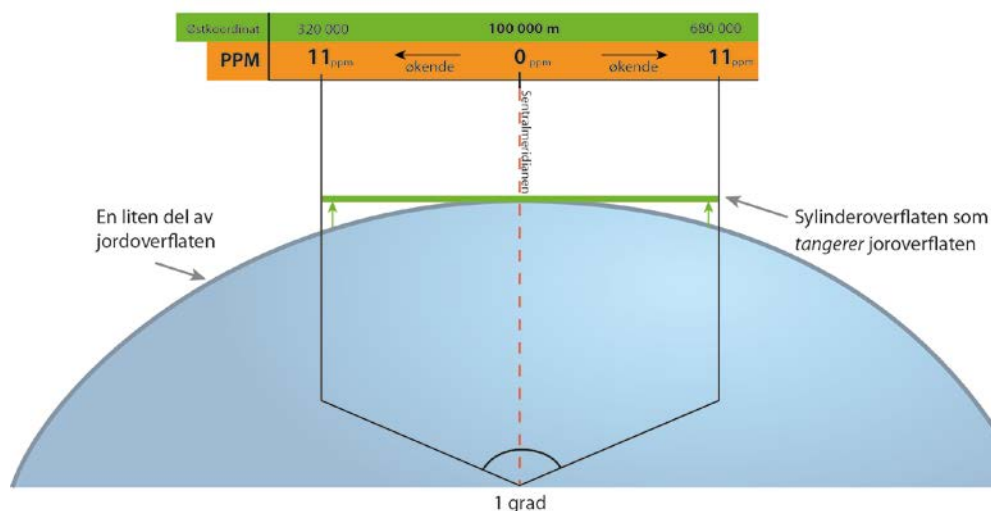
På Figur 5 ser vi hvordan kartprojisering med UTM-projeksjonen foregår. UTM-projeksjonen er opprettet for bruk på hele jordoverflata, og derfor laget med relativt store soner. Ulempen er da at målestokkfeilen blir relativt stor. I utgangspunktet er projeksjonen en tangerende projeksjon, men for å minske målestokkfeilen som oppstår nær ekvator er det tilført en målestokkfaktor langs sentermeridianen for hver sone. Denne målestokkfeilen er på 400 ppm (4cm på 100 meter), noe som ses i det oransje feltet i Figur 5. I praksis vil dette si at kartplanet ellipsoiden blir projisert på skjærer igjennom jordoverflata i stedet for å tangere den. Dette er vist med at kartplanet markert i grønt krysser ellipsoiden markert i blått i

figuren. Hver UTM-sone er på 6° ut fra jordas sentrum-meridian. Dette fører til at sonene vil være smalere jo lengre nord man kommer i Norge. På det bredeste, i sone 32 V, vil man ha østkoordinat på ca. 250 000 meter, mens man i øst vil ha østkoordinat på ca. 750 000 meter. Dette fører til at man i Norge får maksimal målestokkfeil på 400 ppm. ved sentermeridian (Kartverket, 2012), (Kartverket, 2013b) (Kartverket, 2013a) (Skogseth, 1998).

4.4.2 NTM

NTM står for Norsk Transversal Mercator og er en liggende sylinder-prosjeksjon slik som UTM. Forskjellen er at NTM er en tangerende kartprosjeksjon mens UTM i praksis er en skjærende kartprosjeksjon. Dette ser man nedenfor i figur 6 der sylinderen, i grønt, tangerer overflaten på ellipsoiden, markert i blått. At det er en tangerende kartprosjeksjon vil si at målestokkfeilen langs sentermeridianen er 0, noe som vises i det oransje feltet i figur 6.

NTM har sonebredder på 1° for å hindre den store målestokkfeilen som oppstår i UTM. På den måten blir Norge delt inn i hele 25 soner for NTM, mens det bare blir 3 soner i UTM. Man kan da tenke seg at hver sone er en bit av et appelsinskall som er skrellet av appelsinen. UTM-bitene er større og må derfor strekkes og tøyes litt mer for å kunne legge dem ut til et flatt kart enn det man må med bitene i NTM. Dette resulterer i at man maksimalt kan få en målestokkfeil på 1,1 mm per 100 meter (11 ppm) i NTM i motsetning til 4 cm per 100 meter (400ppm) i UTM. Se oransje felt i figur 6 (Kartverket, 2009), (Hokstad, 2008).



Figur 6: NTM-projeksjon (Gilde, 2013)

Som med UTM referer også østkoordinatene i NTM antall meter til sentermeridianen i sonen. Siden sonene i NTM er smalere enn i UTM, er sentermeridianen i NTM satt til å være 100 000 meter og ikke 500 000 meter slik som det er i UTM. Dette ser man i det grønne feltet i figur 6. På den måten blir det greit å skille mellom koordinater i UTM og NTM da østkoordinatene i UTM starter på 250 000 i Norge. Nord-koordinatene i NTM-projeksjonen starter på 100 000 km ved 58° Nord. Dette gjør at man kan skille mellom UTM og NTM også i nord-koordinaten, se Tabell 1 side 14 (Hokstad, 2008) (Kartverket, 2009).

4.4.3 Gauss Krüger (NGO1948)

Gauss-Krüger er den kartprojeksjonen som ble brukt i kartdatumet NGO 1948 som tidligere ble brukt som standard datum i Norge. Projeksjonen er en sylinderprojeksjon tilpasset Norge. Da projeksjonen ble opprettet ble den laget med en maksimal målestokkfeil på 100 ppm. (10 cm på 100 meter). Dette førte til at man trengte åtte like soner (akser) for å dekke hele Norge. Da Gauss-Krüger ble brukt i NGO 1948 ble denne ansett som å ha så liten målestokkfeil at den i de fleste tilfeller kunne neglisjeres (Skogseth, 1998).

4.5 Lokale koordinatsystem

I mange bygg- og anleggsprosjekter brukes det i dag lokale koordinatsystem. Dette er referansesystem over så små områder at man ser bort fra jordkrumningen. Det antas at jordoverflata er flat for dette lille området slik at det derfor ikke er noe kartprojeksjon som gjør at det blir målestokkfeil. Det er fastsatt et nullpunkt (origo) og en hovedakse som er forholdsvis nært prosjektområdet i forhold til et globalt eller nasjonalt referansesystem der origo vil være langt vekk fra prosjektområdet (Mæhlum, 2013).

4.6 Transformasjon og konvertering mellom koordinatsystem

All kartinformasjon forvaltes i EUREF89 UTM, og man må dermed foreta en transformasjon eller konvertering om man vil bruke henholdsvis NTM-projeksjonen eller et lokalt referansesystem.

Ved en transformasjon må man ha flere felles kjente punkt i begge koordinatsystem og deretter foreta en beregning. Dette gjøres ved hjelp av programvare, men man vil tape noe av nøyaktigheten som man har i det opprinnelige systemet. Om man har et prosjekt i et lokalt referansesystem og skal transformere dette til UTM, vil man altså tape noe nøyaktighet (Skogseth, 1998).

Ved en konvertering er det kun en fastsatt matematisk regnemodell som trengs for å få et koordinatsystem over til et annet. Med denne metoden taper man derfor ikke noe nøyaktighet, og man kan bruke den samme fastsatte matematiske regnemodellen hver gang. Om man har et prosjekt i NTM-projeksjonen og skal ha det over til UTM, trenger man kun å foreta en konvertering, og man taper dermed ikke noe nøyaktighet fra det opprinnelige systemet. (Skogseth, 1998).

5 Resultat

Resultatet er en oppsummering av alle intervjuene som er foretatt der hovedpoeng, meninger og svar som går igjen blant intervjuobjektene i sin gruppe er tatt med. Resultatene kategorisert etter følgende grupperinger:

- *Byggherrer*: Eier av byggeprosjektene.
- *Prosjekterende*: Konsulenter og rådgivere som prosjekterer på oppdrag fra byggherrene.
- *Entreprenører*: Bedrifter som utfører bygge- og anleggsarbeid for byggherrene.
- *Oppmålingsfirma*: Bedrifter som har som hovedfokus å leverer stiknings- og oppmålingstjenester til andre bedrifter og offentlige etater.
- *Arkitekter*: Arkitektelskap som planlegger og prosjekterer innenfor bygg og anlegg.
- *Programleverandører*: Bedrifter som leverer programvare til alle de andre gruppene.
- *Kommuner*: Norske kommuner.
- *Andre*: Interesse- og medlemsorganisasjoner, samarbeidsprosjekter etc.

Bedrifter som opererer innenfor flere av grupperingene er gruppert på bakgrunn av hvilken avdeling intervjuobjektet tilhører. I tilfeller der flere personer fra samme bedrift er intervjuet kan dermed en bedrift opptre under flere grupper. Fullstendig oversikt over bedriftene og dokumentene som er tatt med finnes i Vedlegg C side XI.

5.1 Byggherrer

Statens Vegvesen

Statens vegvesen har utarbeidet en veileder (Håndbok 138) om modellgrunnlag. Håndboken stiller krav til hvordan grunnlagsdata og modeller skal bestilles, utarbeides og leveres i vegprosjekter hos Statens vegvesen. I denne håndboken er det gitt krav om at all prosjektering skal utføres i NTM. Håndbok 138 blir ikke brukt i alle prosjekter, men at det bestemmer i hvert enkelt vegprosjekt hva som er et krav. Det er imidlertid flere og flere prosjekter der Håndbok 138 som et krav fra byggherre.

Statens vegvesen er fornøyde med kartprosjeksjonen NTM. De mener at NTM forenkler arbeidet og at man trenger å være mindre på vakt da det er mindre sjanse til å gjøre noe feil

enn om man prosjekterer i UTM. På store prosjekt sier de at det er utvilsomt lønnsomt å prosjektere i NTM, men at man på mindre prosjekt må vurdere kostnadene opp mot gevinsten da det er litt jobb med konvertering og lignende. De oppgir også at det er et problem med å konvertere klotoider og buede element mellom UTM og NTM.

Statens vegvesen mener å innføre NTM som standard gir en fordel siden det er definert for hele Norge i forhold til egne lokale koordinatsystem for hvert enkelt prosjekt. Dette løser problemet med som kan oppstå med forvekslinger mellom ulike koordinatsystem. De bruker programvare som støtte kartprojeksjonen NTM og konvertering mellom UTM og NTM. Det eneste problemet de opplever er at konverteringen ikke støtter klotoider og disse må derfor redigeres manuelt.

Helse Sør-Øst⁶

Helse Sør-Øst har en egen BIM-strategi som beskriver hvilke mål Helse Sør-Øst har med bruk av BIM. Her står det også at alle prosjekt/bygg/eiendommer skal georefereres etter EUREF89 NTM-koordinater. Videre står det at georeferering skal tidligst mulig på plass i Helse Sør-Øst sine prosjekter.

Statsbygg⁷

Statsbygg har i «*BIM-manual versjon 1.2*» gitt et generelt krav om at det skal opprettes et prosjektnull som skal brukes gjennom hele prosjektet. Prosjektnull er nullpunkt for prosjektets lokale koordinatsystem. Videre er det satt krav til at prosjektnull skal georefereres. Det er opp til hvert enkelt prosjekt om det skal brukes UTM eller NTM som kartprojeksjon, men Statsbygg har som mål å ta i bruk NTM som standard kartprojeksjon, samt å få informasjon om NTM inn i manualene for prosjektering.

⁶ Helse Sør-Øst er det statlige helseforetaket som har ansvar for spesialhelsetjenestene i Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder. Kilde: <http://www.helse-sorost.no/omoss/Sider/side-ny2012.aspx>

⁷ "Statsbygg er statens sentrale rådgiver i bygge- og eiendomssaker, byggherre, eiendomsforvalter og eiendomsutvikler." Kilde: <http://statsbygg.no/System/Topp-menyvalg/Om-oss/>

Jernbaneverket

Jernbaneverket har «*Håndbok for digital planlegging i Jernbaneverket*» for bruk til planlegging og prosjektering av deres prosjekter. Der anbefales det å bruke NTM i prosjekter som har en viss utstrekning i øst-vest retning.

5.2 Prosjektører

Undersøkelsen hos de prosjekterende firma viser at de som jobber innenfor fagfeltet geomatikk svarer bra når de får spørsmål om NTM. De viser at de har forståelse om problematikken rundt UTM og hva fordelene med NTM er. De mener at så lenge alle er klar over hvilken kartprojeksjon som er i bruk er det ikke noe problem å bruke NTM, selv om det for noen kan være forvirrende å veksle mellom to ulike koordinatsystem. Det oppgis også at det trengs mer informasjon om NTM og problematikken rundt UTM i bygg- og anleggsbransjen. Denne informasjonen bør komme ut til alle som driver som arkitekter, prosjekterende og entreprenører.

«Vi fagfolk må ta en mer rådgivende rolle, dele vår kunnskap og informere.»

(Prosjekterende ingeniør om hvordan man kan få NTM i bruk)

Noen av de prosjekterende som har kunnskap om kartprojeksjonen NTM oppgir at det er et problem med konverteringen av klotoider når det konverteres mellom NTM og UTM. Klotoidene må derfor korrigeres manuelt etter en eventuell konvertering. Kun et av de prosjekterende firmaene sier at de har arrangert interne kurs for å øke kompetansen om kartprojeksjoner og NTM i bedriften. Blant prosjekterende som ikke har erfaring innen fagfeltet geomatikk, er det liten kunnskap om NTM og koordinatsystem generelt. De oppgir at de har egne folk som henter data, eller at de ofte får kartdata fra byggherre, slik at de ikke trenger å ta hensyn til dette

5.3 Entreprenører

Entreprenørene er aktive i BA-Nettverket og oppgir at de der har hørt om NTM eller vært med under opprettelsen av NTM. De fleste svarer derfor greit på spørsmål om hva NTM-projeksjonen er, og hva problemene med UTM-projeksjonen er. De fleste har også selv erfart

hvilke konsekvenser det kan få å ikke ta hensyn til målestokkfeilen når det er prosjektert i UTM. Det har også vært problemer med å bruke ulike lokale koordinatsystem der ulike prosjekt skal kobles sammen. Man må da opprette en transformasjonsformel og deretter transformere mellom de ulike koordinatsystemene, noe som gjør at man taper nøyaktighet.

I tillegg til å bruke en rekke lokale koordinatsystem er det forsøkt å benytte målestokkskorrigert UTM. Dette krever imidlertid at det korrigeres for målestokkfeilen i alle ledd under prosjekteringen.

Entreprenørene opplyser at de er fornøyd med NTM, men synes den er lite i bruk. De oppgir at det ikke er noe problem med deres programvarer da disse støtter NTM og kan foreta konvertering mellom NTM og UTM, men at det kan virke som at arkitekter og prosjektører har større vanskeligheter for å bruke georefererte koordinater i sine programvarer.

Årsaken til at NTM ikke blir brukt i dag, mener entreprenørene ligger flere steder. Blant annet så gir entreprenørene tilbud på prosjekter som allerede er prosjektert. De kommer dermed for sent inn i prosjektet til at de kan påvirke valget av koordinatsystem. Dette blir et problem for entreprenørene da de opplever kunnskapsmangel hos arkitekter og prosjekterende parter om koordinatsystem. Det virker som om prosjekter som regel blir prosjektert i UTM om ikke byggherre har satt krav om noe annet. Et annet problem er at mange pågående prosjekt ble prosjektert før NTM var innført og derfor ble prosjektert i UTM. Noen entreprenører mener også at enkelte arkitekter og prosjekterende ikke prosjekterer i NTM, selv om de er klar over problemet med UTM og vet at NTM finnes, fordi det gir dem mer jobb å prosjektere i NTM. Det blir uansett entreprenørene som får problemet med målestokkfeilen, ikke arkitekter og prosjekterende. Entreprenørene mener altså at arkitekter og prosjekterende ikke tar seg merarbeidet med å prosjektere i NTM da det ikke er de som får problemet med målestokkfeilen i UTM.

«Arkitekter og de som prosjekterer har lite kunnskap om NTM, og de som har det gidder ikke å bry seg. Det ikke er de som får problemet med målestokkfeilen.»

(Entreprenør om holdningen til NTM)

5.4 Oppmålingsbransjen

Alle intervjuobjektene er medlemmer av BA-nettverket og har fått kunnskap om NTM gjennom å være med på opprettelsen av NTM eller senere gjennom nettverket. Oppmålingsbransjen erfarer noe bruk av NTM, men ønsker alle mer bruk av denne siden dette vil gjøre deres arbeid mye lettere. De opplever at prosjekterende og arkitekter har lite kunnskap om kartprosjeksjoner og problemet med UTM, i tillegg til at det er problemer med bruk av georefererte koordinater i dataverktøyene til arkitekter og prosjektører. Det oppgis at det er gitt ut lite informasjon om NTM, spesielt til prosjekterende og arkitekter. Oppmålingsbransjen forsøker å informere om NTM til kundene de gjør oppmålingsarbeid for.

5.5 Arkitekter

Arkitektene opplyser at de kun bruker det koordinatsystemet som er i kartgrunnlaget de får fra kommunen. Ved spørsmål om koordinatsystem og kartprosjeksjonene UTM og NTM har de vanskelig for å svare. De sier at de som regel jobber i eget lokalt koordinatsystem og at de har problemer med å bruke georefererte koordinater i deres programvare. De forteller at de ikke har kunnskap om koordinatsystem, men at de mener at de ikke behøver denne kunnskapen.

«Arkitekter gjør kun det de synes er interessant og setter bort oppgaver som lysberegninger, energiberegninger og kart til konsulenter.»

(Arkitekt om holdningen blant arkitekter)

Om andre parter mener at arkitekter skal kunne noe om kartprosjeksjonen NTM, sier de at da må disse partene komme med den informasjonen arkitektene trenger.

5.6 Programvareleverandører

Blant arkitekter og programvareleverandører til arkitekter (BIM- og CAD-programvare) er det diffuse på spørsmål om programvarene håndterer georefererte koordinater. En del arkitekter forteller at det kan være problemer med georefererte koordinater med «høye tall» (koordinatene inneholder mange siffer). Fra programvareleverandørene av arkitektprogram er det kun en leverandør som direkte forteller at de kan håndtere georefererte koordinater, blant annet EUREF89 UTM og EUREF89 NTM, men programvaren kan ikke konvertere mellom

disse koordinatsystemene. De andre leverandørene sier at arkitekter jobber i et lokalt referansesystem, men kan bruke annen programvare for å få georefererte koordinater på sitt prosjekt.

«Konvertere? Det er jo bare koordinater!»

(Leverandør av CAD-programvare)

Tilbakemeldinger fra entreprenører og oppmålingsselskap viser at alle har ett eller flere dataverktøy som støtter både EUREF89 UTM og EUREF89 NTM, og som samtidig kan konvertere mellom disse koordinatsystemene.

5.7 Kommuner

De fleste kommunene vet hva koordinatsystemet EUREF89 UTM er, men kun halvparten av de forespurte oppga at de kjenner til EUREF89 NTM. Flere mente de hadde hørt om NTM etter en kort introduksjon. Blant kommunene som hadde kjennskap til NTM var det et flertall av bykommuner, men blant kommunene som oppga at de ikke hadde hørt om NTM var det et flertall blant små kommuner. Det er også småkommunene som dominerer når det gjelder direktesalg av kartdata, mens bykommunene i større grad selger kartdata gjennom tjenester levert av eksterne, som Infoland og Norkart. Flere kommuner leverer kart både gjennom egne tjenester og direkte til kunde. Av de som hadde kjennskap til NTM mente nesten alle at de kunne levere data i NTM ved forespørsel, men ingen hadde levering av kartdata i NTM som standard. Infoland og lignende tjenester for slag av kommunale kartdata støtter alle utlevering av NTM, men salget av NTM data i forhold til UTM er svært liten.

En kommune oppgir at de kjenner godt til NTM, men bevisst har valgt å ikke støtte dette i sine systemer og leverer kun data UTM. På denne måte vil de ikke forvirre kunden, som skal vite at all kartdata fra kommunen er i UTM. En eventuell transformasjon mener kommunen kunden får stå for selv.

5.8 Andre

BA-Nettverket

BA-Nettverket var forkjempere for å få innført NTM. Medlemmene i BA-Nettverket mente det var et stort behov for en målestokkriktig kartprojeksjon, og at alle var fornøyd med å få NTM inn som en sekundær kartprojeksjon i Norge. Hvordan bruken av NTM er i dag er det ingen oversikt over, bortsett fra at BA-Nettverkets medlemmer antakelig har en viss oversikt i og med at de driver innenfor bygg- og anleggsbransjen.

Miljøverndepartementet

Som ansvarlige for nasjonal geodatapolitikk har miljøverndepartementet fått henvendelser om å få NTM inn i plan- og bygningsloven. Miljøverndepartementet mener på sin side at det må være opp til fagfolk å velge hvilket referansesystem som skal brukes i hvert enkelt prosjekt. De mener fagfolk må få bestemme hva som er best å bruke for hvert enkelt prosjekt. De har derfor ingen planer om sette krav om at kartprojeksjonen NTM skal brukes, og har derfor heller ikke noen oversikt over hvor mye NTM brukes i dag.

Kartverket

Kartverket mener at de har gjort sin del av avtalen om ble gjort med bygg- og anleggsnæringen. Kartverket har utarbeidet projeksjonen sammen med BA-Nettverket, utviklet konverteringsformler mellom UTM og NTM, og har utgitt spesifikasjonen for projeksjonen. Om enkelte aktører i bygg- og anleggsbransjen mener at det er lite bruk av NTM mener Kartverket at det er bransjen sitt ansvar å ordne opp i dette problemet. Kartverket mener også at det er synd og rart om det stemmer at det er lite bruk av NTM-projeksjonen, siden det var bransjen selv som arbeidet for å få opprettet denne projeksjonen. Kartverket var i utgangspunktet i mot å opprette en ny projeksjon og mente det heller burde brukes lokale koordinatsystem på byggeplasser, men at de etterkom næringens ønske om en målestokkriktig kartprojeksjon.

Standard Norge

Standard Norge har utgitt standarden «NS 3463: Utsetting og oppmåling på byggeplass - Metoder og toleranser». Denne ble utgitt i 1987, og inneholder derfor ikke noe om NTM.

Standard Norge oppgir nå at det arbeides med en ny utgave av NS 3463, og at denne trolig vil inneholde informasjon om NTM-prosjeksjonen. I samtale med Norsk Standard ble det oppgitt at de fortsatt er for tidlig i prosessen til å si noe om hvilken rolle NTM vil ha i den nye utgaven av NS 3463.

Norge Digitalt

Utkast til Rammeverk og infrastruktur for stedfestet informasjon i Norge, versjon 5.0 beskriver tekniske standarder og løsninger som samarbeidet Norge digitalt⁸ har utarbeidet. Her er det nevnt at kartprosjeksjonen NTM er en ny sekundær kartprosjeksjon i Norge, samt at det foreslås at det kommer en beskrivelse om når NTM skal benyttes.

Terminal 2 - Oslo Lufthavn Gardermoen

Ved Gardermoen er det opprettet en BIM for hele flyplassen i forbindelse med utbyggingen av ny terminal. Tidligere var flyplassen tegnet i 2D med et lokalt koordinatsystem. Da de opprettet BIMen for flyplassen, oppdaget de at selv det lokale koordinatsystemet fikk for store koordinater (det vil si at origo ble for langt unna prosjektområdet) i forhold til hva programvarene kunne håndtere. For å opprette en BIM av flyplassen måtte de derfor opprette et nytt lokalt koordinatsystem med et origo nærmere prosjektområdet.

Boligprodusentenes Forening⁹

Boligprodusentenes forening har utarbeidet en BIM-manual som har som formål å spre informasjon om hvordan en BIM-prosess kan foregå for sine medlemsbedrifter. I denne manualen er det nevnt at eventuell georeferering av et prosjekt ikke gjøres i BIM-modellen, men eksternt når modellen eventuelt skal brukes av en oppmålingsingeniør. Videre er det nevnt at kartdata importeres inn i modellen etter behov.

⁸ Norge digitalt er et samarbeid mellom Kommuner, fylkeskommuner, utdanningsinstitusjoner, statlige etater og energibransjen for blant annet å ha en felles database for utveksling av kartinformasjon. Norge Digitalt er forankret i Stortingsmelding nr. 30 (2002-2003). Kilde: <http://norgedigitalt.no/> og <http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/Regjeringen-Stoltenberg-I/md/Veiledninger-og-brosjyrer/2001/T-1377-Kartgrunnlag-for-plan--og-byggesa.html?id=275158>

⁹ Boligprodusentenes forening er en forening for boligprodusenter i Norge, og skal arbeide aktivt for å styrke kompetansen og ivareta lønnsomhet for boligprodusenter. Kilde: <http://boligprodusentene.no/>

6 Analyse og drøfting

6.1 Bruken av NTM i bygg- og anleggsbransjen

Opplysningene fra entreprenører og oppmålingsfirma viser at det er noe bruk av NTM, men at de mener bruken av NTM burde ha vært større. Med tanke på at det er disse som merker best problemet med målestokkfeil, er det ikke overraskende at de ønsker mer bruk av NTM. For entreprenører og oppmålingsfirma hadde det optimale vært at alt ble prosjektert i NTM slik at de da kan se bort fra målestokkfeilen i UTM. Man reduserer med andre ord faren for feil underveis i prosjektet om det brukes NTM.

Svar fra entreprenører og oppmålingsfirma tyder på liten bruk av NTM siden det er liten spredning i svarene. Selv om utvalget av intervjuobjekter er relativt lite mener vi at om bruken hadde vært større ville dette kommet fram.

Arkitekter og konsulenter med kjennskap til NTM mener det er liten bruk av NTM i bransjen. Blant de som ikke har kjennskap til NTM, er det få som vet hvilke koordinatsystem og kartprosjeksjoner de bruker til vanlig. Det er derfor stor sannsynlighet at de bruker ERUREF89 UTM, og ikke NTM, siden det er UTM som er standard utvekslingsformat. Dette tyder på at det er lite bruk av NTM blant arkitekter og konsulenter.

Byggherrer forteller at det i mange prosjekter som i dag er prosjektert i UTM trolig ville vært mer lønnsom om de ble prosjektert i NTM. Det vil si at de mener at det trolig ville vært mer lønnsomt med NTM, men at det må vurderes for hvert enkelt prosjekt om det er mest lønnsomt med UTM eller NTM. Svarene fra byggherrene tyder på at de mener NTM brukes i mindre grad, men at de største byggherrene er på veg til å ta i bruk NTM i større grad.

Kunnskapsnivå og etterspørsel etter NTM hos kommunene styrker ytterligere teorien om at NTM brukes i liten grad. Hadde NTM vært mer brukt under prosjektering ville sannsynligvis kartdata i NTM vært mer etterspurt. Samtidig er det et lite antall kommuner som er tatt med i undersøkelsen. Det kan dermed være flere kommuner som opplever større etterspørsel etter NTM som ikke er tatt med.

Det er en felles oppfatning at arkitekter og en god del prosjektører har lite kunnskap om kartprosjeksjoner, og spesielt om NTM. De sier også selv at de ikke har kunnskap om dette, men arkitektene mener at det ikke angår dem. Entreprenørene mener da at dette er en av hovedårsakene til at NTM ikke blir brukt. Her har entreprenørene et poeng siden alt må prosjekteres i NTM fra starten av for at NTM skal kunne brukes som et godt verktøy. En annen viktig faktor er at NTM er relativt nytt. Det fører til at mange prosjekt allerede er prosjektert i UTM før NTM ble innført og at få tar seg tiden eller kostnaden det tar å prosjektere eller konvertere et helt prosjekt på nytt. Naturlig nok vil det ta tid før alle pågående prosjekt er ferdig.

Man skal være forsiktig å påstå at det er arkitektene som er årsaken til at det er lite bruk av NTM da de ofte kun tegner og illustrerer byggeprosjektene før de blir sendt videre til konsulenter. På sin side hevder konsulentene at de ikke har skyld i at det er lite bruk av NTM, fordi de ikke har fått noe eller lite informasjon om hva NTM er, og at de bare bruker det kartgrunnlaget de får fra byggherre og kommuner. Få kommuner leverer imidlertid ut kartdata i NTM som standard. Etter hvilken etterspørsel kommunene opplever er dette logisk. NTM som standard ved utlevering av kartdata ville sannsynligvis skapt forvirring. Siden UTM allerede er lovpålagt og innarbeidet i det offentlige systemet er det mange som forventer å få dette. Det er viktig at kunden vet i hvilket koordinatsystem kartdataene man mottar er. Ved at kommunen tilbyr utlevering i både NTM og UTM stiller dette høyere krav til kunnskap hos både de ansatte i kommunen og de som bestiller kartdataene slik at man ikke forveksler disse.

Programvare i bygg- og anleggsbransjen kan være en begrensende faktor for at NTM ikke har blitt tatt mer utstrakt i bruk. Det viser seg at programvarene som blir brukt i forbindelse med oppmålingsarbeid håndterer NTM og i tillegg kan konvertere mellom EUREF89 UTM og EUREF89 NTM. Hos arkitekter er det få program som håndterer georefererte koordinater på en god måte, inkludert de to koordinatsystemene. Ingen programmer kan foreta konvertering mellom disse så vidt intervjuobjektene i undersøkelsen kjenner til. Så lenge arkitektene ikke ser behovet for å bruke georefererte koordinater er nok ikke dette etterspurt hos programleverandørene.

Mye tyder på at det er en kunnskapsmangel i bransjen blant folk som ikke direkte jobber med kart eller oppmåling. Det virker som personer som ikke jobber med kart og oppmåling ikke søker denne type informasjon, og har heller ikke blitt informert i tilstrekkelig grad i følge dem selv. En årsak til kunnskapsmangelen kan dermed være informasjonsmangel.

Etter avtalen mellom bygg- og anleggsbransjen og Kartverket er det bransjen selv som påtar seg informasjonsansvaret. Det kan derfor virke som om bransjen ikke har fulgt godt nok opp sin del av avtalen. BA-Nettverket bekrefter at de ikke har gjort noen oppfølging på hvordan bruken er i dag, og at de dermed ikke har oversikt over hvorfor det er lite bruk av NTM. BA-Nettverket hadde en rekke seminar og treff der NTM var tema ved innføringen av projeksjonen. De som ikke har direkte interesse for temaet vil sannsynligvis ikke delta på slike seminar, og dermed ikke få denne kunnskapen. Det er en utfordring og gi kunnskap om et tema til en yrkesgruppe som føler det er relevant for dem.

6.2 Behovet for en standard i bransjen

De som er klar over målestokksfeilen i kartprosjeksjoner mener at det trengs et alternativ til UTM som har en så liten målestokksfeil at den kan neglisjeres. Spesielt entreprenørene og oppmålingsfirmaene har erfaring med målestokksfeil. Spesielt i prosjekter med prefabrikkerte elementer eller moduler er toleransekravene strenge og målestokksfeilen mest merkbar. Problemet knyttet med stor målestokksfeil i UTM er ikke bare et problem i Norge. Alle land som benytter UTM har dette problemet. I Sverige og Danmark er det løst med å innføre en projeksjon tilsvarende NTM i Norge.

Før NTM ble innført er det brukt andre løsninger for å løse problematikken. Løsningene som flest oppgir som et alternativ er lokale koordinatsystem. Da Oslo lufthavn Gardermoen ble bygget på 90-tallet ble det opprettet et lokalt koordinatsystem for dette området. Et lokalt koordinatsystem er tilpasset et mye mindre område og man kan se bort fra målestokkfeil. Det er imidlertid lite oversiktlig å operere med flere lokale koordinatsystem. Hvert nett har sine parametere som ikke kan brukes på tvers av hverandre. Det betyr at de som arbeider med et prosjekt hele tiden må oppdatere seg på hva slags system som er gjeldene for området det skal arbeides med. Slik sett fremstår NTM som en bedre løsning som et slags lokalt

koordinatsystem for Norge, men fortsatt med en akseptabel målestokksfeil. Med utgangspunkt i at all offentlig forvaltning av kartdata skal skje i UTM må både lokale koordinater og NTM-koordinater transformeres til UTM- koordinater før det leveres til det offentlige. Her har NTM en stor fordel med at denne transformasjonen er en ren matematisk omregning, en konvertering uten feil. Lokale koordinater må transformeres med en transformasjonsformel som alltid inneholder en viss feilmargin. Denne feilmarginen har allikevel ikke betydning i forhold til stikningsarbeidet på byggeplass. Transformasjonen gjennomføres etter at stikningsarbeidet er fullført og har med andre ord kun innvirkning på nøyaktigheten til koordinatene som lagres i den offentlige forvaltningen. I utgangspunktet er dette ikke noe problem, men skal man bruke dette som grunnlag i nye prosjekter eller endre på eksisterende kan dette skape problemer hvis nøyaktigheten ikke er god nok.

Hvis UTM fortsatt skal brukes krever det at alle ledd i prosessen korrigerer for målestokkfeilen. Med andre ord må arkitekter, konsulenter og andre som er involvert i planlegging, utføring og etterarbeid kjenne til målestokkfeilen og korrigere for denne. Med denne løsningen hadde man sluppet å innføre en sekundær projeksjon. Allikevel ville dette ført til at man måtte lært opp de ansatte i enda større grad i den forstand at de ikke bare måtte vite om målestokkfeilen, men også korrigere for den. Man kan si at med NTM er denne korreksjonen allerede gjort for dem, og alle leddene i prosessen trenger bare å vite at UTM ikke er målestokkriktig og at NTM tilnærmet er det. Ved å bruke NTM vil man i forhold kreve mindre kunnskap om dette av arkitekter og konsulenter siden de kan bruke NTM som om det var målestokkriktig på lik linje som mange bruker UTM i dag.

Et problem med NTM er at konverteringen til UTM ikke støtter buede element med en radius og klotoider (overgangskurver), som man ofte har i reguleringsplaner og vegprosjekter. Skal disse konverteres må de per dags dato endres manuelt. Ved bruk av UTM i hele prosessen, der det ble korrigert for målestokkfeilen, ville man unngått dette problemet. Spesielt med reguleringsplaner er problemet med buede element merkbart. Hvis en eksisterende plan i UTM skal gjøres om, og da planlegges/prosjekteres i NTM må den først konverteres. Etter at den nye planen er ferdig må den så konverteres tilbake til UTM for å lagres i offentlige databaser. Når hvert buede element må korrigeres manuelt skaper dette mye ekstraarbeid.

6.3 Innføringen av en standard

Hvis de største byggherrene begynner å bruke NTM som standard ved å legge dett inn i veiledere og håndbøker og kontraktfeste bruk av koordinatsystem med arkitekter og konsulenter, vil dette på sikt sannsynligvis føre til at NTM blir en akseptert standard uten at det står skrevet i lovverket. For å øke bruken av NTM krever det et økt kunnskapsnivå i bransjen. I dag virker det som om det kun er personer som selv har opplevd problemer med UTM eller som har «snublet» over NTM og valgt å sette seg inn i den nye projeksjonen. Enkelte bedrifter har jobbet med intern kursing om kartprojeksjoner. Dette er bra, men det krever at det allerede er noen som kjenner til problematikken. Det er derfor viktig at oppmålingsingeniører og andre med god kompetanse på området opptrer mer i en rådgivende stilling ovenfor kolleger, også utenfor sin bedrift. Spesielt gjelder dette for oppmålingsfirma og entreprenører som i dag har mest kjennskap til problemet.

Det er bygg- og anleggsbransjen selv som har etterspurt NTM og både BA-Nettverket og Kartverket trodde nok derfor at bransjen skulle ta i bruk NTM så snart NTM var opprettet. Man kan stille spørsmål om Kartverket burde gjort mer. Kartverket var i utgangspunktet ikke for en sekundær kartprojeksjon, men etterfulgte ønske til bygg- og anleggsbransjen og la til rette for NTM. Slik sett har Kartverket ikke lovet mer enn de har hold og lagt ansvaret over på bransjen fra starten av. Hvis problemet med målestokkfeil i byggeprosjekter er stort nok, skulle man tro at fagfolk hos entreprenørene og oppmålingsfirmaene hadde gjort en større jobb med å informere arkitekter og konsulenter om NTM. Ingen har tatt det overordnede ansvaret med å spre kunnskap om NTM. Flere oppmålingsfirma sier at de jobber aktivt med å spre kunnskap, spesielt til kunder, men det vil sannsynligvis være en krevende oppgave. Skal hver enkelt bedrift gjøre denne jobben hver for seg vil det nok være en svært vanskelig oppgave og ta lang tid. Det kan derfor lønne seg om bransjen samler seg om dette, for eksempel gjennom BA-Nettverket, for å få fortgang i prosessen.

En annen mulighet for å få innført NTM er å innføre en lovpålagt bruk av projeksjonen i bygg- og anleggsprosjekter. Problemet med en lovpålagt bruk er at kunnskapen i bransjen ikke nødvendigvis øker, men at NTM blir tatt i bruk likevel. Dette kan raskt føre til problemer, spesielt med utveksling av kartdata mellom bygg- og anleggsbransjen og offentlig

forvaltning. Uten mer kunnskap om kartprosjeksjoner i bransjen vil det raskt bli forvekslinger mellom UTM og NTM, og det vil derfor bare føre til flere komplikasjoner enn hva det løser.

Miljøverndepartementet argumenterer med at det er opp til fagfolk å bestemme og vil ikke pålegge bruk av NTM i loven. Miljøverndepartementet vil altså ikke bestemme hvilket koordinatsystem som skal brukes i byggeprosjekter. Også byggherrene ønsker selv å vurdere hvilken løsning som er best å bruke i hvert enkelt prosjekt. Det er forståelig at byggherrene ønsker frihet til å bestemme selv, men mye tyder på at standarder og veileder, inkludert nye NS 3463, i større grad vil anbefale bruk av NTM i alle byggeprosjekter. Valgfriheten vil dermed på sikt bli begrenset med eller uten en lovpålagt bruk av projeksjonen.

7 Konklusjon

7.1 Er det lite bruk av NTM i dag og hva er årsaken?

Det er utvilsomt lite bruk av NTM i bygg- og anleggsbransjen i dag, selv om bruken er økende og de fleste har tro på NTM som løsning er det kun et svært lite antall prosjekter som bruker NTM i dag. Dette bekrefter påstanden til Geo Survey.

Årsaken til at NTM brukes lite mener vi kan kategoriseres inn i to deler. For det første henger mange gamle prosjekter igjen i UTM og ble påstartet før NTM ble innført. For det andre er det manglende kunnskap om målestokkfeil og NTM i flere ledd i byggeprosessen.

Årsaken til kunnskapsmangelen mener vi kan komme fra tre forhold. For det første er det ingen i bygg- og anleggsbransjen, hverken offentlig etater, bedrifter eller organisasjoner som tar det overordnede ansvaret for å formidle informasjon til de som trenger det. For det andre finnes det lite informasjon om temaet som ikke er beregnet på fagfolk. Litteraturen som finnes kan dermed fort bli for teknisk vanskelig for personer som ikke har en grunnleggende forståelse for koordinatsystem. For det tredje virker det som at de som kan trenge kunnskapen mest, som arkitekter, konsulenter og byggherrer, ikke anser temaet som interessant og dermed ikke ønsker informasjon om temaet.

7.2 Er det behov for NTM som standard kartprosjeksjon?

I dag brukes det UTM, NTM og lokale koordinatsystem i bygg- og anleggsbransjen. Dette kan skape forvirring og føre til at forskjellige system blir forvekslet, spesielt av personer med liten kunnskap om koordinatsystem. Ved å ha et standard koordinatsystem vil man unngå forvirring og forveksling. Det vil være enklere og spre informasjon om ett system enn flere og det være enklere å samkjøre prosjekter som grenser til hverandre hvis de brukes samme koordinatsystem. Det bør derfor være et standard koordinatsystem i bygg- og anleggsbransjen som brukes som hovedregel i alle prosjekt.

NTM er innført som en egen kartprosjeksjon til bygg- og anleggsbransjen med tekniske spesifikasjoner som skal oppfylle bransjens krav. Man kan tilnærmet se på NTM som en målestokkriktig projeksjon. Under prosjekteringen trenger man derfor ikke å ta hensyn til

målestokkfeil slik man bør med UTM i dag. NTM vil dermed eliminere en feilkilde i byggeprosessen. Lokale koordinatsystem kan også være uten målestokkfeil, men NTM forenkler informasjonsbehovet ved å være gjeldene for hele landet og ikke bare et lite avgrenset område. Bransjen selv har utelukkende god erfaring med bruken av NTM der det er brukt i hele prosessen. Samlet sett peker dette mot at EUREF89 NTM er et logisk valg som standard koordinatsystem i bygg- og anleggsbransjen.

7.3 Hvordan kan dette oppnås?

For å få innført NTM som standard i bygg- og anleggsbransjen må man øke kunnskapen om NTM. Dette kan gjøres ved at de største byggherrene begynner å sette krav til at NTM skal brukes i deres prosjekter, at fagfolk tar en mer rådgivende rolle og deler sin kunnskap om NTM. For at dette ikke skal ta for lang tid er det viktig at en noen tar et overordnet ansvar med å innføre NTM som standard. Slik progresjonen er i dag kan man si at NTM stadig blir tatt mer i bruk, men det går sakte fremover.

Ved at de største byggherrene begynner å sette krav til NTM i flere prosjekter enn i dag, må også konsulenter lære seg sammenhengen mellom UTM og NTM. På den måten vil kunnskapen om NTM øke hos konsulenter. I neste omgang kan konsulentene bruke den kunnskapen til å anbefale mindre byggherrer å bruke NTM. I denne prosessen kan vi se at en mangel på informasjon om koordinater, og spesielt kartprosjeksjoner, som er rettet mot andre enn fagfolk kan være et problem. Vi har derfor utarbeidet et informasjonshefte som kan hjelpe med dette, se vedlegg A side I.

En løsning med at noen tar et overordnet ansvar med å innføre NTM, betyr at det må gjøres noe mer enn det som blir gjort i dag. Da må en forening, eller aktive aktører i bygg- og anleggsbransjen ta ansvar. Kartverket har overlatt ansvaret med å spre kunnskap om NTM til disse, og vil lite trolig ta denne rollen. Om prosessen med å øke kunnskapen om NTM fortsetter slik det gjøres i dag, vil bruken av NTM øke noe da det viser seg at en del prosjekter ble prosjektert før NTM ble innført og at flere og flere prosjekter i dag prosjekteres i NTM. Tidsperspektivet på hvor lang tid det vil ta før NTM blir en standard i bygg- og anleggsbransjen vil uansett løsning være vanskelig å forutse.

7.4 Veien videre

Det vil alltid være rom for å gjøre mer grundige undersøkelser. Dette kan for eksempel gjøres ved å ha et større utvalg av intervjuobjekter. Siden bransjen er i stadig forandring vil det sannsynligvis også være aktuelt med en lignende undersøkelse i fremtiden og eventuelt også se på hvordan og hvor fort bransjen går mot en standard (hvis de gjør det i det hele tatt).

8 Litteratur

- CHRISIANSEN, I. 2008. *EUREF89 NTM: Ny "Euref-versjon" for BA-næringen* [Online]. Kartverket. Available: <http://www.statkart.no/EUREF89+NTM%3A+Ny+%22Euref-versjon%22+for+BA-næringen.d25-SwtrO2R.ips>.
- GEODATASTYRELSEN. 2010. *DKTM/ETRS89 - et system af kortprojektioner til bygge- og anlægsbranchen* [Online]. Available: http://www.gst.dk/Emner/Referencenet/Referencesystemer/DKTM_ETRS89/ [Accessed 25.02.2013 2013].
- HALVORSEN, K. 2008. *Å forske på samfunnet: en innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, Oslo, Cappelen akademisk forl.
- HOKSTAD, I. 2008. *Møtereferat BA-Nettverket 11.09.2008* [Online]. BA-Nettverket. Available: <http://arkiv.ba-nettverket.no/images/euref/referat%20110908.pdf> [Accessed 11.09.2008 2008].
- KARTVERKET. 2009. EUREF89 NTM (Norsk Transversal Mercator). Available: <http://www.kartverket.no/Documents/Posisjonstjenester/EUREF89NTMbeskrivelse.pdf> [Accessed 19.02.2013].
- KARTVERKET. 2012. Referanserammer for Norge. Available: <http://www.kartverket.no/Kunnskap/Kart-og-kartlegging/Referanseramme/Referanserammer-for-Norge/?si=EB884E60DCCC321268B9B8473CDD38FF&rid=1477171087&sn=Statkart>.
- KARTVERKET. 2013a. *Kartprosjeksjoner* [Online]. Available: <http://www.kartverket.no/Kunnskap/Kart-og-kartlegging/Jordens-rutenett/Kartprosjeksjoner/?si=229BBE7C363C30EADA4237FF1BFA4C2D&rid=298625210&sn=Statkart> [Accessed 19.02.2013].
- KARTVERKET. 2013b. *Norge 1:50 000* [Online]. 05.11.2012. Available: <http://www.kartverket.no/Kart/Kartdata/Vektorkart/N50/?si=229BBE7C363C30EADA4237FF1BFA4C2D&rid=620145550&sn=Statkart> [Accessed 19.02.2013].
- LANTMÄTERIET 2008a. *Infoblad n:o 1 Nya referenssystem*.
- LANTMÄTERIET. 2008b. *Inforblad n:o 1 Systembeskriningar* [Online]. Available: http://www.lantmateriet.se/Global/Kartor%20och%20geografisk%20information/GPS%20och%20m%C3%A4tning/Referenssystem/Inforande_av_nya_referenssystem/infoblad-2.pdf [Accessed 25.02.2013 2013].
- LANTMÄTERIET 2012. *Infoblad n:o 9 SWEREF 99 och WGS 84*.
- MCDONNELL, P. W. 1991. *Introduction To Map Projections*, Rancho Cordova, CA, Landmark Enterprises.
- MILJØMINISTERIET. 2006a. *ETRS89 (EURE89)* [Online]. Available: http://www.gst.dk/NR/ronlyres/9D8A9222-AE82-4011-8B6C-14DBB5D785E4/0/sysspec3etrs89_rev2_11.pdf [Accessed 25.02 2013].
- MILJØMINISTERIET. 2006b. *UTM-kortprojeksjonen* [Online]. Available: http://www.gst.dk/NR/ronlyres/0DDDA4EC-16C6-45FC-A4E4-8782B131630E/0/Sysspec4UTM_rev2_4.pdf [Accessed 25.02 2013].
- MILJØVERNDEPARTEMENTET 2009. Plan- og bygningsloven, LOV 2008-06-27 nr 71: Lov om planlegging og byggesaksbehandling.
- MÆHLUM, L. 2013. *Anleggsdatum* [Online]. Available: <http://snl.no/anleggsdatum> [Accessed 25.04.2013 2013].

SANDER, K. 2004. *Kvalitative metoder* [Online]. Available:

<http://www.kunnskapssenteret.com/articles/2563/1/kvalitativ>.

SKOGSETH, T. 1998. Grunnleggende landmåling. *Grunnleggende landmåling*. Oslo: Universitetsforl.

En koordinat er ikke bare en koordinat

En enkel innføring i koordinatsystem og kartprosjeksjoner i Norge



Versjon 1.0

Yngvar Amlien og Terje Omtveit Gilde

15. mai 2013

<http://hovedprosjekter.hig.no/v2013/tol/geo/utmntm/koordinatsystem.pdf>

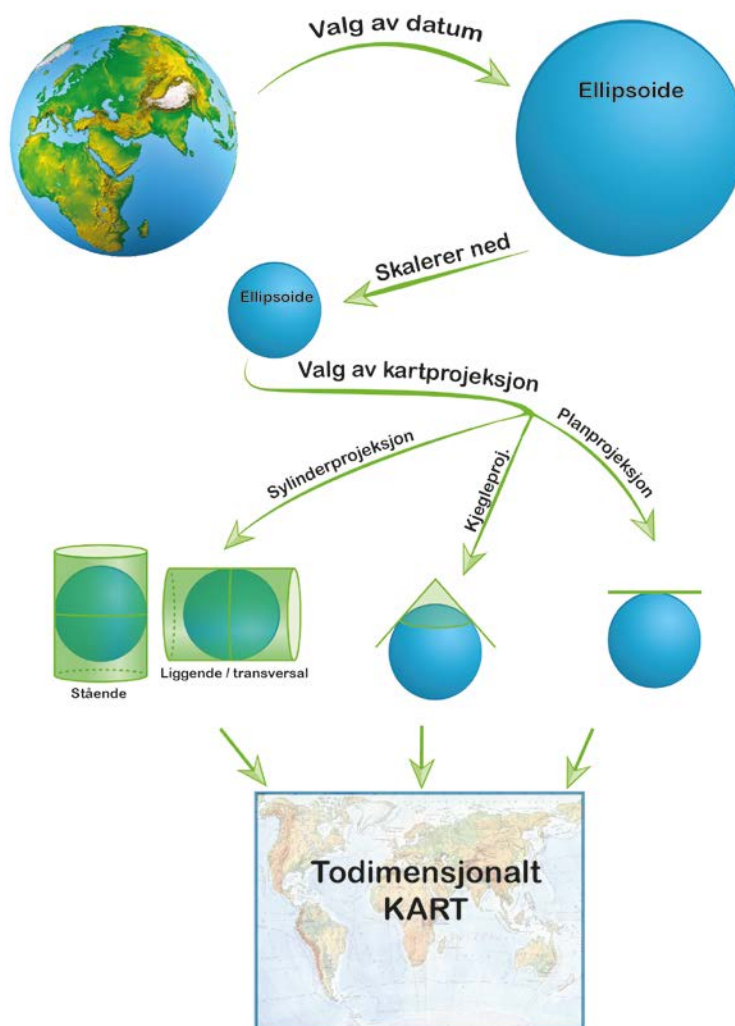
Illustrasjon: Colourbox.com / Terje Gilde

Innledning

For å kunne oppgi plasseringen til et punkt på en entydig måte bruker vi koordinater. Disse oppgis vanligvis i meter eller grader. For at koordinatene skal være entydig er det viktig at man oppgir hvilket koordinatsystem koordinatene bruker. Koordinatsystemet er et referansesystem som definerer et nullpunkt som koordinater tar utgangspunkt i. Det finnes egne referansesystem for høyder, men de vil vi ikke gå inn på her. Koordinatsystemene vi skal ta for oss her gir oss altså kun plasseringen i horisontalplanet (todimensjonalt).

For å få entydige koordinater som angir et punkt på jorda må vi gjennom tre steg:

- 1) Definere form og størrelse på ellipsoiden (det er dette som defineres av datumet).
- 2) Velge plassering av ellipsoide i forhold til jordoverflaten.
- 3) Velge kartprojeksjon for avbildning av ellipsoiden i kartplanet.



Figur 1: Illustrasjon over datum og kartprojeksjoner (Gilde, 2013 / McDonnell, 1991)

Figur 1 på forrige side viser en oversikt over denne prosessen som vil bli forklart mer inngående i de neste kapitlene. Kort fortalt trenger vi å gjengi jordas form som en matematisk figur, en ellipsoide, skalere den ned til en hendig størrelse og «skrelle» den slik at vi får et flatt kart. Det er kartprojeksjonen som avbilder eller «skreller» ellipsoiden.

I Norge har vi to offisielle koordinat-system: EUREF89 UTM og EUREF89 NTM. Figur 1 viser hva koordinat-systemet er bygget opp av. Siden begge koordinatsystemene bruker datumet EUREF89 har vi altså bare ett offisielt datum i Norge, men to offisielle kartprojeksjoner, UTM og NTM.



Figur 2: Sammensetningen av et koordinatsystem

For å se hvor viktig det er å vite hvilket koordinatsystem en koordinat er oppgitt i kan man se på eksemplet i Tabell 1. Alle koordinatene er oppgitt for samme punkt i Lillehammer, men som vi ser er de helt forskjellige. Uten å vite hvilket koordinatsystem de refererer til er de verdiløse.

Tabell 1: Koordinater til samme punkt i Lillehammer, men i forskjellige koordinatsystem¹

Koordinatsystem	Koordinater	
EUREF89 UTM sone 32	N 6776500,6500	E 579015,4300
EUREF89 NTM sone 10	N 1347044,4037	E 98184,4396
NGO1948 Akse 3	N 346 961,2150	E -13564,6230

Referanseramme (datum)

For å få en referanseramme trenger vi å kunne gjengi hele eller deler av jorda som en matematisk figur. Mange vil nok tenke på jorda som en perfekt kule, mens jorda i virkeligheten har større radius rundt ekvator enn fra pol til pol. Det blir da mer riktig å se på jorda som en ellipsoide siden denne figuren best gjengir formen på jorda. Mens kulen har én radius, er ellipsoiden flattrykt i en retning og får derfor ulik radius fra topp til bunn og rundt «ekvator». Når man skal definere en slik ellipsoide kan man velge å tilpasse den hele jorden eller et mindre område som et kontinent eller land. Størrelse,

¹ Transformasjon UTM til NGO1948 er gjort i Gemini oppmåling med Kartverket fylkesformeler for Oppland. Transformasjon UTM til NTM er gjort i programmet «Redfearn utm to ntm v1-1» av George Preiss.

form og plassering av ellipsoiden er definert i datumet og danner referanserammen. Datumet er angitt i første del av koordinatsystemet. EUREF89, NGO1948, WGS84 er alle eksempler på dette, der EUREF89 er Norges offisielle datum og er et globalt datum, det vil si at ellipsoiden er tilpasset for å passe best over hele jorden og ikke bare et land eller kontinent. Merk at det ikke er med noen soner eller akser siden dette bestemmes av kartprojeksjonen.

Jordas rutenett

Når vi ser på globusen er denne delt inn med linjer både fra pol til pol og parallelt med ekvator. Dette er referanselinjer, der linjene fra pol til pol kalles meridianer. Den mest kjente av disse er nullmeridianen som går gjennom Greenwich, England. Denne er satt til å være 0° og alle andre meridianer er angitt i grader øst eller vest for denne. Dette betegnes ofte som lengdegrad eller longitude. På samme måte er ekvator satt til 0° med paralleller nord og sør, også angitt i grader, og betegnes ofte som breddegrad eller latitude. Norge vil dermed alltid ha koordinater (lengde- og breddegrader) som angir nord og øst.

Det er viktig å merke seg at vi fortsatt opererer med en rund jordklode og ikke et todimensjonalt kart. Vi har med andre ord ikke valgt en kartprojeksjon som skal videreføre lengde- og breddegradene ned på et flatt kart.

Målestokk og målestokkfeil

I teksten er det valgt å skille mellom målestokk og målestokkfeil². Med målestokk menes forholdet mellom distansen på globusen i forhold til distansen på jorda. Altså hvor mye jorda er skalert ned for å få plass på en globus. Målestokken er et forholdstall, som for eksempel 1:10 000, der en centimeter på kartet tilsvarer 10 000 centimeter på jorden.

Med målestokkfeilen menes avviket mellom en meter i kartet og en meter i virkeligheten. Det vil si at det i kartet er 1,00 meter mellom to koordinater, men i virkeligheten er det mer eller mindre enn 1,00 meter. Kartet er altså ikke målestokkriktig og har en målestokkfeil. Feilen oppgis ofte i ppm (parts per million). For eksempel vil en målestokkfeil på 400 ppm tilsvare 4 mm på 10 meter eller 40 millimeter på 100 meter. En målestokkfeil kommer fra kartprojeksjonen, men er ikke en konstant faktor. Feilen avhenger av høyde over ellipsoiden³ og hvor man er i forhold til kartprojeksjonens soner.

² Målestokkfeil kalles også for målestokkskorreksjon.

³ Kan veldig forenklet tenkes som «høyde over havet», men da tas det ikke hensyn til at ellipsoidehøyden kan være ulik selv om «høyde over havet» er lik.

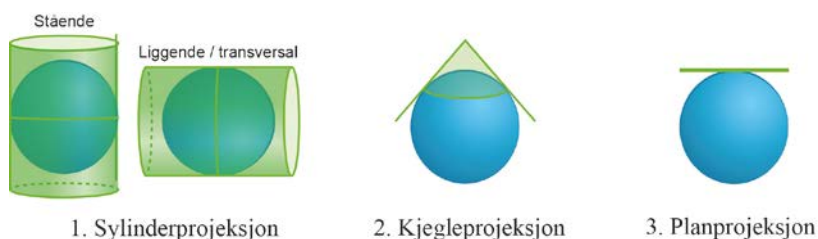
Kartprojeksjoner (avbildning)

Jorda er rund, mens kartet er flatt. Måten vi avbilder den runde jorda på et flatt kart kalles kartprojeksjon. Veldig enkelt forklart kan man se på en kartprojeksjon som måten man skreller av jordoverflaten og danderer bitene til et sammenhengende flatt kart. I Norge har vi to offisielle kartprojeksjoner, UTM og NTM (begge med flere soner).

Når vi har valgt en referanseramme (datum), og dermed definert ellipsoiden, ønsker vi å «skrelle» denne for å få et mer praktisk to-dimensjonalt kart. Vi sier at vi projiserer (avbilder) overflaten på ellipsoiden ned på kartplanet. Denne prosessen er det ikke mulig å få til uten feil. Man kan selv prøve å skrelle en appelsin for så å legge skallet flatt på bordet uten mellomrom, uten å tøye eller bøye i bitene. Man vil også se at måten man skreller appelsinen på er avgjørende for hvor stor «feil» man får. Det er i kartprojiseringen man får en målestokkfeil. Det vil si at en meter i kartet ikke nødvendigvis er en meter på jorda, koordinatsystemet er rett og slett ikke målestokkriktig. I mange tilfeller er denne feilen så liten at man kan se bort fra den, men i prosjekter som krever centimeter og millimeters nøyaktighet kan denne feilen være svært signifikant.

Det finnes uendelig mange kartprojeksjoner, både for hele jorda og for et begrenset område. Felles for dem alle er at ingen er feilfrie. Hvilken kartprojeksjon man velger avhenger av hvilke faktorer man ønsker å bevare. Kartprojeksjonen kan fokusere på å bevare form (konform avbildning) eller vinkler/avstander (ekvivalent avbildning) på en best mulig måte, eller et kompromiss av begge. En kartprojeksjon kan tilpasses hele verden eller et mindre område, som for eksempel et land.

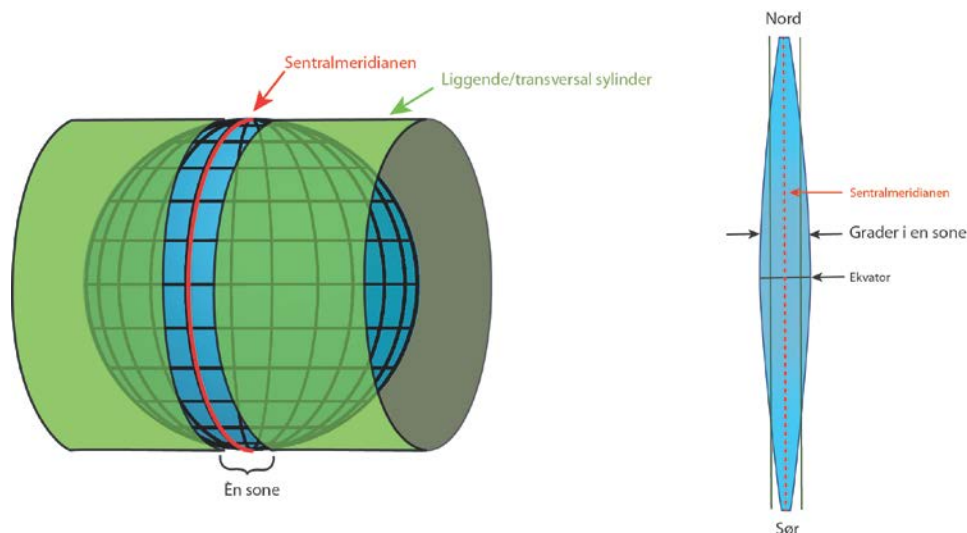
Kartprojeksjoner blir vanligvis delt inn i tre hovedformer; sylinder-, kjegle- og planprojeksjoner som vist i Figur 3. Alle de tre kan avbildes form- eller vinkelriktig.



Figur 3: Tre hovedtyper kartprojeksjoner (Gilde, 2013)

Sylinderprojeksjonen og soner

Både UTM (Universal Transversal Mercator) og NTM (Norsk Transversal Mercator) er som navnet tilsier former for liggende sylinderprojeksjoner. Begge er delt inn i soner der sonebredden er definert i grader fra sentrum av jorda (nord/sør-aksen) og til jordoverflaten i øst-vest retning. Bredden på sonen vil derfor være breiast ved ekvator og smalere mot nord og sør slik vi ser på tegningen til høyre i Figur 4.



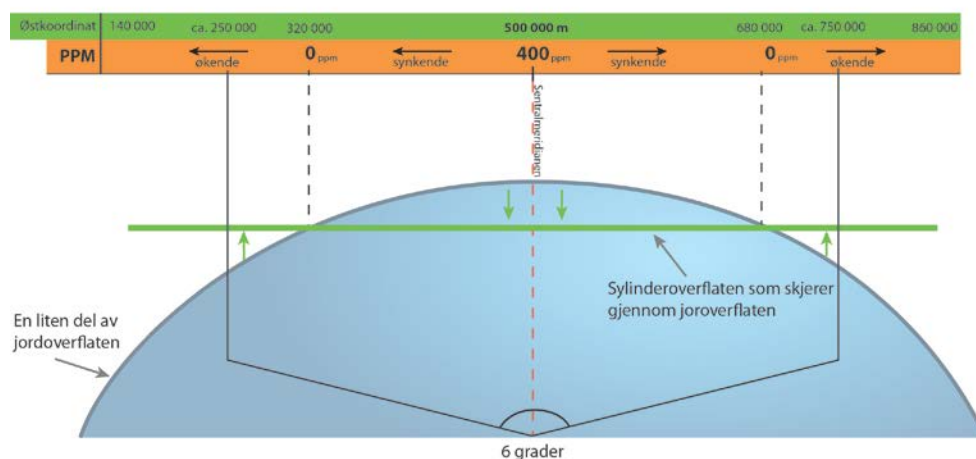
Figur 4: Liggende sylinder og en sone som er «skrellet» av (Gilde, 2013).

En sone kan sees på som et «skrell» av jordoverflaten og jo mindre biter (soner) vi tar av, jo mindre hull får man når man vil dandere bitene flatt utover. Vi har altså sammenheng mellom antall soner og målestokkfeilen man har i en kartprojeksjon. For å dekke et større område skreller vi av flere soner, der man kan tenke seg at man roterer jordkloden inne i sylindringen (se Figur 4) og gjentar prosessen med å skrelle av en sone. Flere soner settes så ved siden av hverandre. Området på det breieste partiet i en sone vil overlape hverandre, mens de smale delene lengst nord og sør må strekkes for å få et sammenhengende kart. Sentralmeridianen er midten av sonen og det er langs denne sylindringen berører ellipsoiden (jordoverflaten).

Offisielle projeksjoner i Norge

UTM-projeksjonen

UTM står for Universell Transversal Mercator og er en liggende sylinder-projeksjon. Koordinatene refereres i antall meter fra ekvator (nord-koordinat) og antall meter fra sentralmeridian (østkoordinat). Sentralmeridianen er satt til å ha øst-koordinat 500 000 meter, slik at man teller seg nedover fra denne når man går vest for sentralmeridianen og oppover når man går øst for sentralmeridianen, slik det er markert i det grønne feltet i figur 5. Dette er gjort for å unngå negative verdier i østkoordinaten. På grunn av dette er det viktig at man vet hvilken sone man er i, i og med at sentermeridianen i alle soner har østkoordinat 500 000 meter. I figur 5 ser man sentermeridianen som en stippet loddrett linje.



Figur 5: UTM-prosjeksjonen (Gilde, 2013)

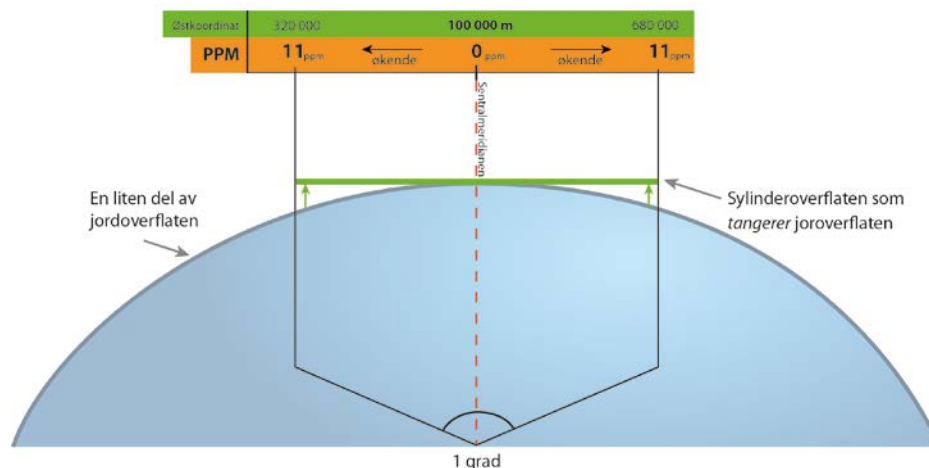
På figur 5 ser vi hvordan kartprojisering med UTM-prosjeksjonen foregår. UTM-prosjeksjonen er opprettet for bruk på hele jordoverflata, og derfor laget med relativt store soner. Ulempen er da at målestokkfeilen blir relativt stor. I utgangspunktet er projeksjonen en tangerende projeksjon, men for å minske målestokkfeilen som oppstår nær ekvator er det tilført en målestokkfaktor langs sentermeridianen for hver sone. Denne målestokkfeilen er på 400 ppm (4cm på 100 meter), noe som ses i det oransje feltet i figur 5. I praksis vil dette si at kartplanet ellipsoiden blir projisert på skjærer igjennom jordoverflata i stedet for å tangere den. Dette er vist med at kartplanet markert i grønt krysser ellipsoiden markert i blått i figuren. Hver UTM-sone er på 6° ut fra jordas sentrum-meridian. Dette fører til at sonene vil være smalere jo lengre nord man kommer i Norge. På det bredeste, i sone 32 V, vil man ha østkoordinat på ca. 250 000 meter, mens man i øst vil ha østkoordinat på ca. 750 000 meter. Dette fører til at man i Norge får maksimal målestokkfeil på 400 ppm. ved sentermeridian

NTM-prosjeksjonen

NTM står for Norsk Transversal Mercator og er en liggende sylinder-prosjeksjon slik som UTM. Forskjellen er at NTM er en tangerende kartprojeksjon mens UTM i praksis er en skjærende kartprojeksjon. Dette ser man nedenfor i figur 6 der sylinderen, i grønt, tangerer overflaten på ellipsoiden, markert i blått. At det er en tangerende kartprojeksjon vil si at målestokkfeilen langs sentermeridianen er 0, noe som vises i det oransje feltet i figur 6.

NTM har sonebredder på 1° for å hindre den store målestokkfeilen som oppstår i UTM. På den måten blir Norge delt inn i hele 25 soner for NTM, mens det bare blir 3 soner i UTM. Man kan da tenke seg at hver sone er en bit av et appelsinskall som er skrellet av appelsinen. UTM-bitene er større og må derfor strekkes og tøyes litt mer for å kunne legge dem ut til et flatt kart enn det man må med bitene i NTM. Dette resulterer i at man

maksimalt kan få en målestokkfeil på 1,1 mm per 100 meter (11 ppm) i NTM i motsetning til 4 cm per 100 meter (400ppm) i UTM. Se oransje felt i figur 6.



Figur 6: NTM-prosjeksjonen (Gilde, 2013)

Som med UTM referer også østkoordinatene i NTM antall meter til sentermeridianen i sonen. Siden sonene i NTM er smalere enn i UTM, er sentermeridianen i NTM satt til å være 100 000 meter og ikke 500 000 meter slik som det er i UTM. Dette ser man i det grønne feltet i figur 6. På den måten blir det greit å skille mellom koordinater i UTM og NTM da østkoordinatene i UTM starter på 250 000 i Norge. Nord-koordinatene i NTM-prosjeksjonen starter på 100 000 km ved 58° Nord. Dette gjør at man kan skille mellom UTM og NTM også i nord-koordinaten, se Tabell 1 side 3.

Gauss Krüger (NGO1948)

Gauss-Krüger er den kartprojeksjonen som ble brukt i kartdatumet NGO 1948 som tidligere ble brukt som standard datum i Norge. Projeksjonen er en sylinderprojeksjon tilpasset Norge. Da projeksjonen ble opprettet ble den laget med en maksimal målestokkfeil på 100 ppm. (10 cm på 100 meter). Dette førte til at man trengte åtte like soner (akser) for å dekke hele Norge. Da Gauss-Krüger ble brukt i NGO 1948 ble denne ansett som å ha så liten målestokkfeil at den i de fleste tilfeller kunne neglisjeres.

Lokale koordinatsystem

I mange bygg- og anleggsprosjekter brukes det i dag lokale koordinatsystem. Dette er referansesystem over så små områder at man ser bort fra jordkrumningen. Det antas at jordoverflata er flat for dette lille området slik at det derfor ikke er noe kartprojeksjon som gjør at det blir målestokkfeil. Det er fastsatt et nullpunkt (origo) og en hovedakse som er forholdsvis nært prosjektområdet i forhold til et globalt eller nasjonalt referansesystem der origo vil være langt vekk fra prosjektområdet

Transformasjon og konvertering mellom koordinatsystem

All kartinformasjon forvaltes i EUREF89 UTM, og man må dermed foreta en transformasjon eller konvertering om man vil bruke henholdsvis NTM-projeksjonen eller et lokalt referansesystem.

Ved en transformasjon må man ha flere felles kjente punkt i begge koordinatsystem og deretter foreta en beregning. Dette gjøres ved hjelp av programvare, men man vil tape noe av nøyaktigheten som man har i det opprinnelige systemet. Om man har et prosjekt i et lokalt referansesystem og skal transformere dette til UTM, vil man altså tape noe nøyaktighet.

Ved en konvertering er det kun en fastsatt matematisk regnemodell som trengs for å få et koordinatsystem over til et annet. Med denne metoden taper man derfor ikke noe nøyaktighet, og man kan bruke den samme fastsatte matematiske regnemodellen hver gang. Om man har et prosjekt i NTM-projeksjonen og skal ha det over til UTM, trenger man kun å foreta en konvertering, og man taper dermed ikke noe nøyaktighet fra det opprinnelige systemet. Uansett om man foretar en transformasjon eller en konvertering, vil man ikke kunne transformere eller konvertere klotoider. Dette er fordi at de filformatene (SOSI) som brukes i dag ikke støtter det.

Kilder:

- KARTVERKET. 2009. EUREF89 NTM (Norsk Transversal Mercator). Available: <http://www.kartverket.no/Documents/Posisjonstjenester/EUREF89NTMbeskrivelse.pdf> [Accessed 19.02.2013].
- KARTVERKET. 2012. Referanserammer for Norge. Available: <http://www.kartverket.no/Kunnskap/Kart-og-kartlegging/Referanseramme/Referanserammer-for-Norge/?si=EB884E60DCCC321268B9B8473CDD38FF&rid=1477171087&sn=Statkart>.
- KARTVERKET. 2013. *Kartprosjeksjoner* [Online]. Available: <http://www.kartverket.no/Kunnskap/Kart-og-kartlegging/Jordens-rutenett/Kartprosjeksjoner/?si=229BBE7C363C30EADA4237FF1BFA4C2D&rid=298625210&sn=Statkart> [Accessed 19.02.2013].
- MCDONNELL, P. W. 1991. *Introduction To Map Projections*, Rancho Cordova, CA, Landmark Enterprises.
- SKOGSETH, T. 1998. *Grunnleggende landmåling. Grunnleggende landmåling. Oslo: Universitetsforl.*

I samarbeid med:



Spørsmål/temaliste til intervjuobjekter

1. Har du kjennskap til kartprojeksjoner og eventuelt NTM?
 - Hvis **NEI**, gå til *spørsmål 10* etter en kort introduksjon til kartprojeksjoner.
2. Hvor har du hørt/lært om kartprojeksjoner/NTM?
3. Bruker dere NTM i dag?
 - Hvis **NEI**, gå til *spørsmål 14*.
4. Hvorfor brukere dere det? (Vet de om problemene med UTM?)
5. Hvor og i hvilken grad brukere dere det? Brukes det i alle prosjekt, eller bare noen?
6. Er det et krav i prosjekter/anbud o.l. til kartprojeksjon (eventuelt koordinatsystem) fra oppdragsgiver?
7. Hvilken programvare bruker dere? Vet du om denne støtter NTM?
8. Har dere hatt problemer i forbindelse med kartprojeksjoner/målestokkfeil? ? Hvordan løste dere eventuelt problemene?
9. Har innføringen av NTM skapt noen problemer for dere?
10. Er dere fornøyd med NTM, og eventuelt hva er dere mest fornøyd / ikke fornøyd med?
11. Hvordan er arbeidsprosessen? Hvor kommer NTM inn i bildet/prosjektene?
12. Har dere noen ideer til forbedringer med NTM?
Siste spørsmål! Ferdig!
13. Har du noen gang hørt/sett noe om dette? F.eks. i programvare e.l.?
14. Hvilket koordinatsystem bruker dere under prosjektering?
15. Er du klar over at det kan være et problem med ulike kartprojeksjoner?
16. Hvilken programvare bruker dere? Vet du om denne støtter NTM?
Siste spørsmål! Ferdig!
17. Hvorfor brukes det ikke?
18. Er du klar over at det kan være et problem med ulike kartprojeksjoner?
19. Har dere hatt problemer i forbindelse med kartprojeksjoner/målestokkfeil? Hvordan løste dere eventuelt problemene?
20. Hvilken programvare bruker dere? Vet du om denne støtter NTM?

Liste over bedrifter og offentlige organ som er kontaktet*

AF Gruppen	GeoForum	Leica Geosystems	Sauherad kommune
ANKO	Geo Survey	LPO Arkitekter	Scan Survey
Arken	Gjerstad kommune	Meløy kommune	Skanska
Asplan Viak	Graphisoft	Miljøverndepartementet	Standard Norge
BA-nettverket	Grong kommune	NCC	Statens Vegvesen
Byggmester Grande	Hjellnes Consult	Norconsult informasjonssys.	Statsbygg
Bø kommune	Implenia	Norkart	Steinkjer kommune
DBC Arkitekter	Kartverket	Norsk Eiendomsinformasjon	Trondheim kommune
Data Design System (DDS)	Kongsberg kommune	Powel	ViaNova Plan & trafikk
Eid kommune	Kristiansand kommune	Rambøll	
Forsvarsbygg	Komplett Prosjektering	Risør kommune	

* I tillegg er personer i tilknytning til E6/Dovrebanen-prosjektet og utbyggingen av Gardermoen Terminal 2 intervjuet.

Dokumenter som er tatt med i analysen

- Statens vegvesen, Håndbok 138 (2012)
- BIM-strategi for Helse Sør-Øst, revisjon 1.0.1 (2011)
- Håndbok for digital planlegging i Jernbaneverket (2012)
- Norsk standard, NS3463 (1987)
- Statsbyggs BIM-manual 1.2 (2011)
- Boligprodusentenes BIM-manual 2.0 (2012)
- Rammeverksdokument 5.0 for Norge Digitalt (2012)