

Utvikling av et Earned Value verktøy som baserer seg på NS 3451 og NS 3453

Andreas Riibe Normann

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: januar 2016

Hovedveileder: Olav Torp, BAT

Medveileder: Einar Michelsen, OPAK
Agnar Johansen, SINTEF

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Utvikling av et Earned Value verktøy som baserer seg på NS 3451 og NS 3453	Dato: Antall sider (inkl. bilag): 91
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Andreas Riibe Normann	
Faglærer/veileder: Olav Torp	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Einar Michelsen og Agnar Johansen	

<p>Ekstrakt:</p> <p>I dag er det et mål å skape en bedre og mer effektiv byggeprosess de neste 10-15 årene i Norge da arbeidsproduktiviteten har sunket i byggenæringen de siste 15 årene. I lys av dette er formålet med denne masteroppgaven å utvikle et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy for analysemetoden Earned Value. Dette verktøyet baserer seg på inndelingen i de to norske standardene NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.</p> <p>Earned Value er en prosjektoppfølgingsmetode som går ut på å måle prosjektets resultater og fremgang. Metoden skiller seg fra andre prosjektoppfølgingsmetoder ved at den felles tar høyde for påvirkning av tid, kostnader og prestasjon i byggeprosjektet. Ved å sammenligne de tre parameterne tid, kostnad og prestasjon vil man kunne gi spådommer om fremtidige kostnader og fremdrift for prosjekts ferdigstilling. Ved korrekt bruk kan metoden gi prosjektleder en tidlig varsling på om prosjektet er på vei til å få en tidsforsinkelse og en kostnadsverskridelse.</p> <p>Formålet med oppgaven delt inn i tre delmål:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Utarbeide en kravspesifikasjon for verktøyet2. Gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode3. Utvikling og uttesting av verktøyet <p>Det er gjennomført et litteraturstudie for å danne en basis for verktøyet.</p>
--

Stikkord:

1. Earned Value
2. Verktøy
3. Inntjent verdi
4. NS 3451 og NS 3453

Andreas R. Normann

(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet høsten 2015 ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet (NTNU) i Trondheim. Rapporten er skrevet ved Institutt for bygg-, anlegg og transport og er et resultat av arbeid gjort i emnet TBA4910 - Prosjektledelse, masteroppgave. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng, noe som skal tilsvare et arbeidsomfang på 800 timer.

Det har vært spennende å utvikle et verktøy for Earned Value. Mange ganger har det også vært frustrerende. Jeg er sikker på at det jeg har lært gjennom arbeidet i denne masteren kommer godt med når jeg skal ut i arbeidslivet.

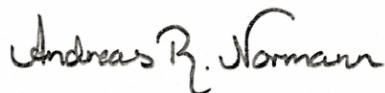
Jeg vil gjerne takke min arbeidsgiver OPAK som har stilt med kontorplass i Oslo der jeg har kunnet jobbe med masteroppgaven i et miljø med mye kunnskap. Det har vært hyggelige og lærerike diskusjoner både på kontoret og i lunsjen.

En stor takk går også til min veileder Olav Torp for god veiledning, samt SpeedUp-gruppen for et spennende samarbeid.

Rapporten indikerer slutten på et femårig sivilingeniørstudium i Bygg- og Miljøteknikk. Jeg har hatt fem magiske år i Trondheim og gleder meg veldig til arbeidslivet.

Til slutt, takk til motivator Lisa for all hjelp og moralsk støtte.

Oslo, 20. januar 2016



Andreas Riibe Normann

Sammendrag

I dag er det et mål å skape en bedre og mer effektiv byggeprosess de neste 10-15 årene i Norge. Da arbeidsproduktiviteten har sunket i byggenæringen de siste 15 årene (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012) vil oppfølging av effektivitet og prestasjon av norske byggeprosjekter være et viktig forskningsområde. Bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen er landets største næring målt i antall bedrifter og det har derfor et stort forbedringspotensial (Prosjektgruppen i SpeedUp, 2014).

I lys av denne utviklingen er formålet med denne masteroppgaven å utvikle et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy for analysemetoden Earned Value. Dette verktøyet baserer seg på inndelingen i de to norske standardene NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.

Earned Value er en prosjektoppfølgingsmetode som går ut på å måle prosjektets resultater og fremgang. Metoden skiller seg fra andre prosjektoppfølgingsmetoder ved at den felles tar høyde for påvirkning av tid, kostnader og prestasjon i byggeprosjektet. Ved å sammenligne de tre parameterne tid, kostnad og prestasjon vil man kunne gi spådommer om fremtidige kostnader og fremdrift mot prosjekts ferdigstillelse. Ved korrekt bruk kan metoden gi prosjektleder en tidlig varsel på om prosjektet er på vei til å få en tidsforsinkelse og en kostnadsoverskridelse. Dette åpner opp for at prosjektleder får muligheten til å gjøre tiltak for å få prosjektet innenfor tids- og kostnadsrammene (Flemming & Koppelman, 2006).

For å kunne utvikle et slikt verktøy er et litteraturstudie gjennomført. Litteraturstudiet i rapporten er et forsøk på å forstå analysemetoden Earned Value slik at kunnskapen som tillegges kan transformeres til et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy. Verktøyet er utviklet i Microsoft Excel og det har blitt gjennomført en rekke nettbaserte kurs for å lære avansert Excel.

Masteroppgaven gir en oversikt over teorien bak Earned Value som analysemetode og en omfattende brukerveiledning til verktøyet som er utviklet.

Det er lagt vekt på brukervennlighet for at verktøyet skal kunne nå ut til så mange som mulig uten omfattende opplæring. Verktøyet fungerer slik at brukeren fyller inn viktige data for aktivitetene i byggeprosjektet for så at verktøyet produserer en rekke resultater av analysen. Disse resultatene er fremstilt ved dynamiske tabeller og diagrammer som endrer seg etter hva brukeren velger å rette fokuset på. I verktøyet kan man få informasjon om hvordan prosjektet presterer og hva avvikene på tid og kostnader er i de ulike inndelingene NS 3451 og NS 3453. Til slutt har verktøyet en rapporteringsfunksjon som tar for seg de viktigste resultatene fra analysen og samler de i en ferdig utfylt rapport som kan vedlegges når prosjektleder skal rapportere til byggherre.

Abstract

Today, the goal is to create a better and more efficient construction process for the next 10-15 years in Norway. The labour productivity has declined in the Norwegian construction industry over the past 15 years (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012). The efficiency and performance of Norwegian construction projects are therefore an important research area to investigate. The construction and property industry is the largest industry in the country when measured by the number of companies. Therefore, the industry has a large potential for improvement (Prosjektgruppen i SpeedUp, 2014).

In light of this development the purpose of this thesis is to develop a comprehensive monitoring and reporting tool for the Earned Value Management technique (EVM). This tool is based upon the breakdowns in the two Norwegian standards NS 3451 – table for building elements and NS 3453 - specification of costs in construction projects.

Earned Value is a project management technique to measure project performance and progress. The method differs from other project management techniques by taking into account the influence of time, cost and performance of the construction project. By comparing the three parameters of time, cost and performance we are able to give predictions about future costs and progress for the project completion. When properly used, the method can provide an early warning if the project is heading for a time delay and cost overrun. The project manager will then be able to make an effort to get the project within time and cost limits (Flemming & Koppelman, 2006).

In order to develop such a tool a literature study is conducted. The literature study in the report is an attempt to understand the method of Earned Value Management so that the knowledge conferred can be transformed into a comprehensive monitoring and reporting tool. The tool is developed in Microsoft Excel and a series of online courses have been completed to learn advanced Excel programming.

The master thesis provides an overview of the theory behind Earned Value Management as well as a comprehensive user manual for the tool that is developed.

The ease of use for the tool have been important so that most people will be able to use it without extensive training. The tool will adopt the key data for the activities in the construction project and then produce a variety of results in the analysis. These results are obtained with dynamic tables and charts that changes according to what the user chooses to focus on. The user can get information on how the project is performing and what the variances in time and costs are in the various breakdowns in NS 3451 and NS 3453. Finally, a reporting feature gathers the most important results of the analysis into a status report that can be attached when the project manager reports to the client.

Innholdsfortegnelse

Forord	iii
Sammendrag	v
Abstract	vii
Innholdsfortegnelse	ix
Figurliste	xi
Tabelliste	xi
1 Innledning	2
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Formål	3
1.3 Omfang og begrensninger	3
1.4 Rapportens oppbygning	3
2 Metode	6
2.1 Forskningsmetode	6
2.1.1 Kvantitative vs. kvalitative metoder	6
2.1.2 Induktiv og deduktiv forskning	6
2.2 Valg av metode	6
2.2.1 Begrensninger	7
2.3 Litteraturstudiet	7
2.3.1 Søkestrategi	7
2.3.2 Valg av kilder og databaser	8
2.3.3 Evaluering av litteratur og kilder	9
2.3.4 Styrker	10
2.3.5 Svakheter	10
2.3.6 Hva som kunne vært gjort annerledes	10
2.4 Excel-programmering	10
2.5 Kombinasjon av metodene	11
3 Behov og produktspesifikasjon	14
3.1 Behov	14
3.2 Kravspesifikasjon	15
3.2.1 Rapport	15
3.2.2 Funksjonalitet	15
3.2.3 Brukergrensesnitt	16
4 Teorigrunnlag	18
4.1 Introduksjon til Earned Value	18
4.1.1 Historie	18
4.1.2 Hvorfor Earned Value Management?	18
4.2 Parameterne i Earned Value	19

4.2.1	Planlagt Verdi (PV).....	19
4.2.2	Faktiske kostnader (FK).....	20
4.2.3	Inntjent verdi (IV).....	20
4.3	Avvik og prestasjonsindikatorer	20
4.3.1	Tidsavvik (TA).....	20
4.3.2	Kostnadsavvik (KA)	21
4.3.3	Fremdriftsprestasjonsindikator (FPI)	21
4.3.4	Ny estimert varighet (NEV).....	22
4.3.5	Kostnadsprestasjonsindikator (KPI).....	22
4.3.6	Ny estimert kostnad (NEK).....	22
4.4	Seks forskjellige utviklinger av prosjekter.....	23
4.4.1	Strategier for å få prosjekter på rett kjøp	24
5	Resultat av verktøyet.....	26
5.1	Introduksjon	26
5.2	Veiledning til verktøyet	26
5.2.1	Startside.....	27
5.2.2	Input	27
5.2.3	Resultat	29
5.2.4	Akkumulert tabell for planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi	30
5.2.5	Earned Value diagram.....	35
5.2.6	Avvik og prestasjon for hele prosjektet	37
5.2.7	Prestasjonsindikatorer for kostnader og fremdrift.....	38
5.2.8	Kostnads- og tidsavvik.....	39
5.2.9	Rapporteringsverktøy	40
5.2.10	NS 3451 og NS 3453	41
5.3	Verktøyets begrensninger	41
5.4	Verifisering av verktøyet	42
6	Diskusjon	44
6.1	Utarbeide en kravspesifikasjon for verktøyet	44
6.2	Gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode	46
6.3	Utvikling og uttesting av verktøyet.....	46
7	Konklusjon.....	48
8	Videre arbeid.....	50
9	Referanseliste	52
10	Vedlegg.....	54
	Vedlegg A: Skjermbilder fra verktøyet på et 2-sifret nivå i NS 3451 og NS 3453	54
	Vedlegg B: Skjermbilder fra verktøyet på et 3-sifret nivå i NS 3451 og NS 3453.....	67

Figurliste

Figur 1-1: Reduksjonsmål for SpeedUp-prosjektet	2
Figur 1-2: Utvikling i arbeidsproduktivitet	2
Figur 2-1: Flowchart av metode for litteratursøk	7
Figur 2-2: Lette og tunge kilder.....	9
Figur 2-3: Kombinasjon av metodene	11
Figur 4-1: Praktisk eksempel på et byggeprosjekt.....	19
Figur 4-2: Illustrasjon av tids- og kostnadsavvik	21
Figur 4-3: Seks forskjellige utviklinger av prosjekter	23
Figur 5-1: Arbeidsflyt for verktøyet	26
Figur 5-2: Startside.....	27
Figur 5-3: Tradisjonell navigering i Excel.	27
Figur 5-4: Input	27
Figur 5-5: Førings av aktiviteter med varighet over en måned	28
Figur 5-6: Referanse til bygningsdelstabellen	28
Figur 5-7: Gjenkjennelig menylinje	29
Figur 5-8: Verktøy: Siden for Planlagt verdi (PV)	30
Figur 5-9: Bruk av tidslinjen.	31
Figur 5-10: Bruk av sliceren.....	31
Figur 5-11: Utvidelse av tabeller. Utvid tabellen for å se verdier mer detaljert.	32
Figur 5-12: Faktiske kostnader (FK)	33
Figur 5-13: Inntjent verdi (IV)	34
Figur 5-14: Earned Value diagram	35
Figur 5-15: Endring av område for Earned Value diagrammet	36
Figur 5-16: Avvik og prestasjon for hele prosjektet.....	37
Figur 5-17: Prestasjonsindikatorer på kostnader og tid	38
Figur 5-18: Avvik i kostnader og tid	39
Figur 5-19: Rapportfunksjon	40
Figur 5-20: Komplettering av inndelingen i verktøyet.....	41

Tabelliste

Tabell 2-1: Aktuelle søkeord i litteraturstudiet.....	8
Tabell 4-1: Fremdriftsprestasjonsindikatorens verdi	21
Tabell 4-2: Kostnadsprestasjonsindikatorens verdi	22
Tabell 4-3: Avvik og prestasjon for seks prosjektutviklinger	23
Tabell 4-4: Strategier og tilhørende tiltak for de forskjellige prosjektutviklingene	24
Tabell 5-1: To versjoner av verktøyet	27
Tabell 6-1: Sjekkliste for kravspesifikasjonen	45

KAPITTEL 1:

INNLEDNING

1 Innledning

I det første kapittelet presenteres bakgrunnen for temaet som er valgt i oppgaven. Deretter spesifiseres formålet med oppgaven som forsøkes å besvares ved hjelp av tre delmål. I tillegg belyses omfang, begrensninger og rapportens oppbygning.

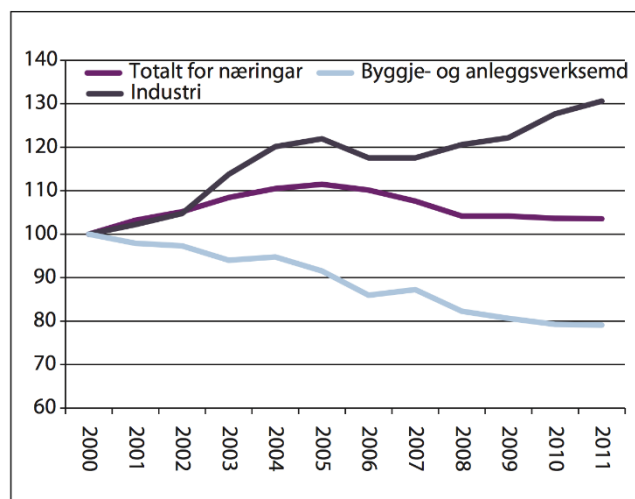
1.1 Bakgrunn

I Stortingsmelding 28 står bedre og mer effektive byggeprosesser som et hovedmål for de neste 10-15 årene (Kommunal- og regionaldepartement, 2011-2012). Dette gjør SpeedUp-prosjektet til et aktuelt forskningsområde. Det overordnede målet for SpeedUp er en helhetlig tilnærming til radikal reduksjon av gjennomføringstid. Mer presist at den totale gjennomføringstiden kan reduseres i komplekse bygg- og anleggsprosjekter med 30-50% sammenlignet med 2013-nivå.



Figur 1-1: Reduksjonsmål for SpeedUp-prosjektet (Prosjektgruppen i SpeedUp, 2014)

Bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen er landets største næring målt i antall bedrifter og utgjør ca. 13% av den totale omsetningen i norsk næringsliv. En effektiv byggenæring vil derfor ha en nasjonal betydning for samfunnets økonomi (Prosjektgruppen i SpeedUp, 2014). Dette er spesielt viktig når utviklingen i arbeidsproduktiviteten i bygge- og anleggsnæringen har sunket med ca. 20% i en tidsperiode fra 2000 til 2011 (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012).



Figur 1-2: Utvikling i arbeidsproduktiviteten (Kommunal- og Regionaldepartementet, 2012)

Syv industrielle og fem akademiske samarbeidspartnere deltar i SpeedUp-prosjektet, hvis mål er å utvikle medlemsbedriftene til å gjøre det bedre på koordinering og samhandling, integrering av planlegging, kontroll, tidlig varsling gjennom prestasjonsmåling og logistikk (Prosjektgruppen i SpeedUp, 2014).

1.2 Formål

Formålet med denne masteroppgaven er å utvikle et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy for Earned Value. Dette verktøyet skal basere seg på NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.

For at oppgaven skal kunne svare på dette formålet er det valgt å bryte det ned i tre delmål:

1. Utarbeide en kravspesifikasjon for verktøyet
2. Gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode
3. Utvikling og uttesting av verktøyet

1.3 Omfang og begrensninger

Arbeidet i rapporten er et forsøk på å forstå analysemetoden Earned Value, slik at kunnskapen som er tillagt kan transformeres til et brukervennlig verktøy. Verktøyet begrenser seg derfor til teorigrunnet som er identifisert i kapittel 4.

Verktøyet er utviklet i Microsoft Excel 2016 for Windows. Siden verktøyet er utviklet i et mye utbredt program som Excel vil det åpne for at de fleste har mulighet til å bruke det.

Rapporten er skrevet som en masteroppgave ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet i Trondheim og utgjør 30 studiepoeng.

1.4 Rapportens oppbygning

1. Innledning:

I det første kapittelet presenteres bakgrunnen for temaet som er valgt i oppgaven. Deretter spesifiseres formålet med oppgaven som er forsøkt å besvares ved hjelp av tre delmål. Omfang, begrensninger og rapportens oppbygning belyses også.

2. Metode

I dette kapittelet beskrives forskningsmetodene som er valgt i masteroppgaven. Dette er et litteraturstudium og en rekke kurs for å lære seg excelprogrammering. En generell beskrivelse av forskningsmetoder vil også bli beskrevet i dette kapittelet.

3. Behov og kravspesifikasjon

Dette kapittelet forklarer behovet for verktøyet som skal utvikles gjennom forskningsprosjektet SpeedUp og arbeidsgiver OPAK AS. I tillegg skal delmål én svares ut ved en kravspesifikasjon.

4. Teorigrunnlag

Teorigrunnet er et resultat av litteraturstudiet som er gjennomført i masteroppgaven. Den skal svare ut delmål to for oppgaven ved å gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode. Kapittelet begynner med en introduksjon til metoden og forklarer hvorfor den er så viktig sammenlignet med mer tradisjonelle prosjektoppfølgningsteknikker. Deretter blir Earned Value-metoden beskrevet i detalj slik at man kan forstå hvordan gangen i prosjektoppfølgningen fungerer. Beregningsmetodikken skal belyses med forklaringer og tilhørende eksempler på hva som ligger bak analysen.

Teorien som er identifisert i dette litteraturstudie danner en basis for verktøyet som er utarbeidet i kapittel 5 - Resultat av verktøyet.

5. Resultat av verktøyet

I dette kapitlet skal delmål tre, utvikling og uttesting av verktøyet, svares ut ved å presentere det utviklede verktøyet. Verktøyet er et resultat av litteraturstudiet og diverse kurs om programmering i Excel. Kapitlet starter med en introduksjon av verktøyet for så å gi en omfattende veiledning til bruken av det.

6. Diskusjon

Med utgangspunkt i delmålene vil dette kapitlet drøfte hvorvidt formålet med rapporten er nådd.

7. Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven er å utvikle et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy for Earned Value som baserer seg på NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Kapitlet vil gi en oppsummering på om dette er oppnådd.

8. Videre arbeid

Kapitlet vil gi forslag til videre arbeid på det som er utarbeidet i denne rapporten.

9. Referanseliste

En liste av litteratur som er brukt i masteroppgaven.

10. Vedlegg

Det er to vedlegg til rapporten. Vedlegg A er en serie skjermbilder fra verktøyet med en 2-sifret inndeling av standardene NS 3452 og NS 3453, mens vedlegg B er en serie skjermbilder fra verktøyet med en 3-sifret inndeling

KAPITTEL 2:

METODE

2 Metode

I dette kapitlet beskrives forskningsmetodene som er valgt i masteroppgaven. Dette er et litteraturstudium og en rekke kurs for å lære seg excelprogrammering. En generell beskrivelse av forskningsmetoder vil også bli beskrevet i dette kapitlet.

2.1 Forskningsmetode

Dalland (2007) beskriver metoden som vårt redskap i møte med noe vi vil undersøke. Metoden skal være vårt hjelpemiddel til å samle inn data som vi trenger til undersøkelsen. Valg av metode vil derfor påvirke hvordan den gjennomføres. Olsson (2011) hevder at forskere og studenter som er metodebevisste produserer bedre rapporter enn de som slurver på det, og de vil da kunne underbygge sine konklusjoner bedre.

2.1.1 Kvantitative vs. kvalitative metoder

Man kan dele forskningsmetoder inn i to hovedgrupper; kvantitativ og kvalitativ metode. I en kvantitativ metode bruker man målbare enheter som redskap i undersøkelsen. Variabler kan derfor ofte uttrykkes som tallverdier i tabeller og grafiske figurer, eller i statiske mål som variasjon, korrelasjon og gjennomsnitt (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2015). Det kan medføre regneoperasjoner for å uttrykke resultater i undersøkelsen. Derimot vil en kvalitativ forskningsmetode bygge på teorier om fortolkning og menneskelig erfaring. Det gjør at metoden ofte innebærer systematisk innsamlinger og bearbeiding i form av samtaler, observasjoner og skriftlig tekst (De nasjonale forskningsetiske komiteene, 2015).

2.1.2 Induktiv og deduktiv forskning

I tillegg til å dele forskningsmetoder inn i kvantitative og kvalitative, er det normalt å skille mellom deduktive og induktive tilnæringer til forskningsoppgaver. I følgende liste finnes en kort beskrivelse av de to tilnærmingene (Jakobsen, 2000):

- I en deduktiv tilnærming danner forskeren seg en forventning om hvordan virkeligheten er, før det gjennomføres undersøkelser for å se om dette stemmer. Tilnærmingen fungerer som en hypotese og går fra teori til empiri. Empiri er kunnskap som er bygget opp på erfaringer (Dalland, 2007).
- I en induktiv tilnærming møter forskeren virkeligheten med et åpent sinn. Det samles først inn data som senere analyseres og vurderes. Tilnærmingen går fra empiri til teori.

2.2 Valg av metode

I denne rapporten er det valgt å bruke litteraturstudie som forskningsmetode. Metoden kan betegnes som kvalitativ da den bygger på teorier om fortolkning og menneskelige erfaringer. En stor fordel med kvalitativ analyse er at man kan uttrykke informasjon som ikke kan tallfestes (Dalland, 2007). Rapporten er ikke bygget opp av hypoteser og antagelser. Det er valgt å samle inn informasjon først, for så å analysere og bruke det i ettertid. Rapporten vil derfor ha en induktiv tilnærming.

2.2.1 Begrensninger

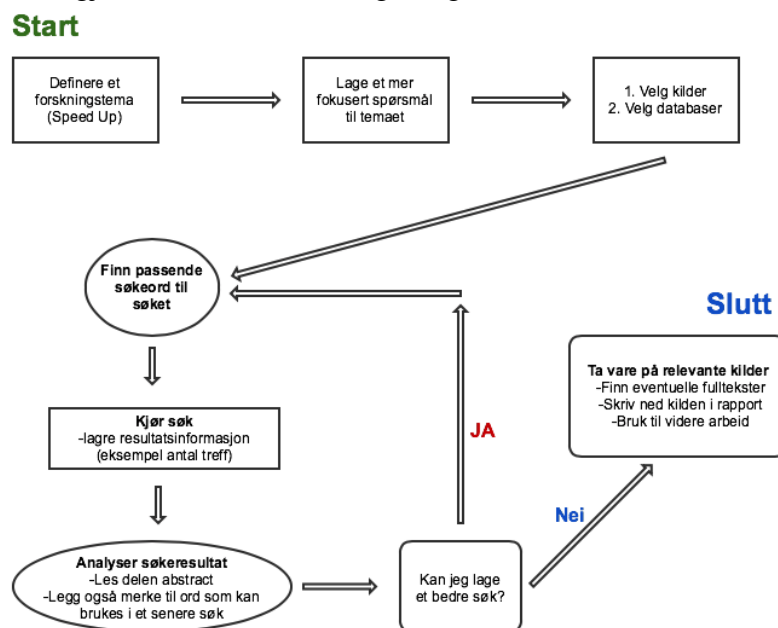
Av alternative metoder som er blitt vurdert kan kvantitativ studie, hypotesetesting og spørreundersøkelser nevnes. Da disse metodene ikke har passet til utviklingen av Earned Value-verktøyet er de ikke benyttet.

2.3 Litteraturstudiet

En grunnleggende forståelse for litteratursøking er dannet etter deltagelse på forskningsmetodekurs ved NTNU august 2014. Flere av presentasjonene som ble holdt under forskningsmetodekurset er blitt brukt mye under dette litteraturstudiet. Særlig presentasjonen til Bichão og Tilseth (2014) er tatt i bruk til selve søkeprosessen. For vurdering av kilde og litteratur har presentasjonen Forskningsmetodekurs (Samset, 2014), samt boken Prosjekt i tidligfasen: Valg av konsept (Samset, 2008) blitt brukt hyppig. En liste over all litteraturen som er brukt er vist i kapittel 8 – Referanseliste.

2.3.1 Søkestrategi

Etter en del søking i forskjellige søkemotorer og databaser danner man seg et bilde av hvordan man søker etter god og relevant litteratur. Ut ifra det som ble presentert på forskningsmetodekurset fremstår metoden som systematisk. Det er viktig å gjennomføre litteratursøket på en strukturert måte slik at prosedyren blir mindre kompleks, raskere og mer effektiv. Etter prøving og feiling har en metode blitt etablert og brukt i dette litteratursøket. Den er illustrert i et flowchart i Figur 2-1. Å bruke dette som hjelpemiddel i litteratursøket har gjort det lettere å finne god og relevant litteratur.



Figur 2-1: Flowchart av metode for litteratursøk

Det finnes mye litteratur som omhandler Earned Value. Det har derfor vært viktig å finne kilder som gir en oversiktlig fremstilling av konseptet bak Earned Value slik at man lettere kan danne seg et teorigrunnlag verktøyet som skal utvikles.

For å holde søkene innenfor temaet som skal undersøkes er et sett med stikkord brukt i søkeprosessen. Aktuelle stikkord er listet opp i Tabell 2-1

Tabell 2-1: Aktuelle søkeord i litteraturstudiet

Norsk	Engelsk
Inntjent verdi	Earned Value
Prosjektledelse	Project management
Prosjektoppfølgning	Project tracking
Tidsavvik	Time variance

Ofte har det vært lurt å ta med søkeordene *building* og *construction* for å få søkeresultatet i riktig forskningsområde, og tilsvarende ord når det er blitt søkt etter norsk litteratur.

2.3.2 Valg av kilder og databaser

Bibsys ASK

Bibsys Ask er brukt for å søke etter dokumenter. Bibsys Ask er en database for bibliotekene ved alle universiteter, høyskoler og en rekke fag- og forskningsbibliotek i Norge (Bichão & Tilseth, 2014). Man får raskt en oversikt over hvor dokumenter befinner seg og om de er tilgjengelige i papir eller elektronisk form. Her kan man bestille lån og kopi av dokumenter. Dersom dokumentet finnes i elektronisk form, kan man laste dem ned. Bibsys Ask kan derimot ikke søke etter tidsskrifter og konferanseartikler. Da må man bruke fagdatabaser som Compendex og Scopus.

Engineering Village (Compendex, Inspec og GeoRef)

Engineering Village er en bibliografisk søkemotor grunnlagt allerede i 1884 (Elsevier B.V, 2014a). Her kan man søke i databasene Compendex, Inspec og GeoRef, der Compendex og Inspec er de mest interessante databasene. Både Compendex og Inspec er en bibliografisk database som har mye teknisk og vitenskapelig litteratur som er interessant for ingeniører. Engineering Village har vært et meget godt substitutt til Bibsys Ask for å finne tidsskriftartikler. GeoRef omhandler mer geovitenskapelige emner som ikke er relevant for oppgavens tema.

Scopus

Scopus er den største sammendrags- og siteringsdatabasen for litteratur av vitenskapelige tidsskrifter, bøker og konferanserapporter. Databasen innehar en omfattende oversikt over verdensforskning innen naturvitenskap, teknologi, medisin, samfunnsvitenskap og humanvitenskap. Scopus har smarte verktøy for å spore, analysere og visualisere forskningen (Elsevier B.V, 2014b).

Google Scholar

Google Scholar er en meget god søkemotor for litteratur i den form at den omfavner arbeider som andre databaser ikke dekker. Databasen fungerer bra hvis du er ute etter fagartikler eller bøker om et emne, særlig hvis emnet er tverrfaglig og man er usikker på hvilken fagdatabase du skal søke i (Bichão & Tilseth, 2014). Man får ofte veldig mange treff, og det kan derfor være vanskeligere å avgrense søket, særlig når det er dårligere avgrensningsmuligheter her enn i andre databaser. Google Scholar har ikke den samme avanserte søkemotoren som Bibsys Ask, Engineering Village og Scopus har med sine flerlinjede søk. Men det oppleves at man ofte kan finne fulltekster i Google Scholar når man ikke finner det i noen av de andre databasene.

Websider

I tillegg til metoden for litteratursøking, vist i Figur 2-1 på side 7, er det også blitt funnet gode kilder ved bruk av internett. Det er nokså enkelt å finne kilder på hjemmesider, men det er da viktig å undersøke validiteten og reliabiliteten til disse kildene. Se kapittel 2.3.3, Evaluering av litteratur og kilder, for mer informasjon.

Et enkelt søk på Prosjekt Norge sine hjemmesider sender meg til en informasjonsside for forskningsprosjektet SpeedUp. Her finnes flere vitenskapelige publikasjoner og masteroppgaver som Prosjekt Norge har lagt ut i biblioteket sitt. Dette biblioteket anses som en valid og reliabel kilde.

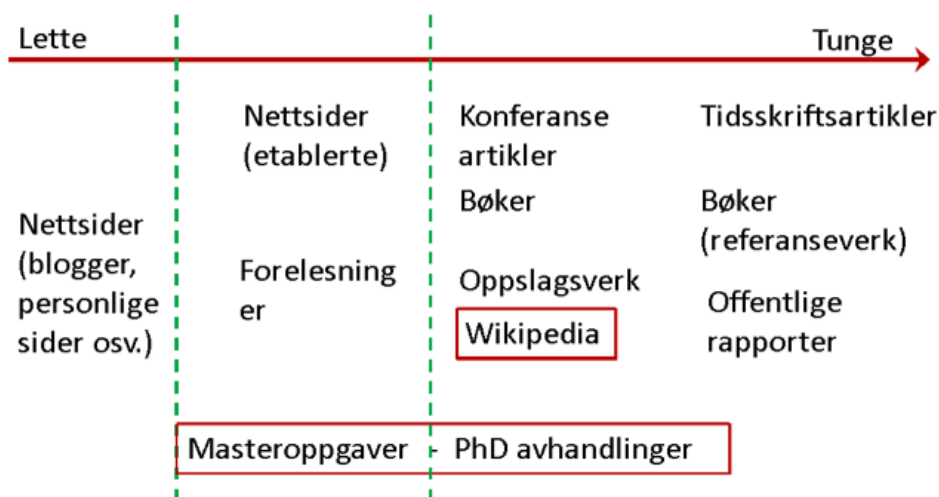
2.3.3 Evaluering av litteratur og kilder

En metode for kildekritikk er å vurdere informasjonens reliabilitet og validitet. Et litteraturstudie er en type kvalitativ studie og da må man være ekstra kildekritisk, da kvalitativ studie åpner for mer egentolkning enn en kvantitativ studie (Samset, 2008).

Validitet brukes for å karakterisere informasjonens godhet, at det foreligger samsvar mellom virkelighet og tolkning. Reliabilitet gjenspeiler informasjonens nøyaktighet. Informasjonen er gyldig dersom to kriterier er oppfylt: 1) Definisjonsvaliditet må sikres. Det vil si at det er samsvar mellom tolkning og det fenomenet en ønskes å beskrive. 2) Reliabiliteten må sikres. Det vil si at informasjonen er pålitelig (Samset, 2008).

En måte å vurdere kildens validitet er graden av subjektiv påvirkning forfatteren har hatt og en måte for å måle reliabiliteten er antall siteringer, publikasjonssted og liknende. Validiteten svekkes også med tiden da virkeligheten kan ha en annen betydning i dag enn da litteraturen ble skrevet.

Bichão og Tilseth gjorde reliabiliteringsvurderingen enklere ved å snakke om lette og tunge kilder. En offentlig rapport vil være mer reliabel enn en blogg, da den må ha vært igjennom en hel rekke kvalitetssikringer. Se Figur 2-2 under for en beskrivelse.



Figur 2-2: Lette og tunge kilder (Bichão & Tilseth, 2014)

Når kildene skal reliabilitetsvurderes vil jeg adoptere tankegangen til Bichão og Tilseth om lette og tunge kilder og vurdere de på følgende måte:

- **Lav reliabilitet:** Nettsider (blogger, personlige nettsider etc.).
- **God reliabilitet:** Nettsider (etablerte), forelesninger og masteroppgaver.
- **Høy reliabilitet:** Konferanseartikler, bøker, oppslagsverk, PhD-avhandlinger, tidsskriftartikler, referanseverk og offentlige rapporter.

Når det gjelder validitet er disse kriteriene brukt for utvelgelse av litteratur:

- **Lav validitet:** Utdatert/gammel informasjon, liten troverdighet fra forfatter, få siteringer.
- **God validitet:** Eldre informasjon, middels troverdighet til forfatter, middels med siteringer.
- **Høy validitet:** Ny informasjon, stor troverdighet til forfatter, mange siteringer.

2.3.4 Styrker

Det positive ved å gjennomføre et litteraturstudie er at man opparbeider seg kunnskap om forskning som allerede er blitt gjennomført. Dette gjør at man danner seg et solid kunnskapsgrunnlag om forskningstemaet og er essensielt for videre arbeid.

2.3.5 Svakheter

En sterk svakhet med et litteraturstudie baserer seg på spørsmålet om kilden er reliabel og valid. Den personen som gjennomfører litteraturstudiet må derfor ha god kunnskap om hvilke kilder som er riktige å bruke i videre forskning. Det er derfor viktig å tilegne seg en god metode for søking og utvelgelse av litteratur. En annen potensiell svakhet er at man utelater deler av forfatterens synspunkter. Dersom man finner god litteratur uten å inkludere motargumenter kan man ende opp med et helt annet bilde av temaet enn det forfatteren prøver å beskrive.

2.3.6 Hva som kunne vært gjort annerledes

Litteraturstudiet kunne alltid vært gjort mer omfattende. Da opplæring i Excel-programmering og selve utviklingen av verktøyet har vært en tidkrevende prosess har dette tatt en større del av arbeidsomfanget.

2.4 Excel-programmering

For utvikling av det omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøyet er det valgt å gjøre dette i Microsoft Excel 2016 på et Windows operativsystem. Gjennom Office 365 vil man ha den nyeste versjon av programvaren tilgjengelig til enhver tid. Dette er en tjeneste mange skoler og bedrifter har.

For å kunne utvikle verktøyet har det vært nødvendig å gjennomføre omfattende kurs i Excel. Dette er gjort ved både gratis og betalbare e-læringstjenester. De følgende e-læringssidene har vært viktigst i å innhente kunnskaper om Excel:

- **Myexcelonline.com**

Denne e-læringstjenesten har 217 læringsvideoer på over 9 timer om dynamiske tabeller og diagrammer. Tjenesten er oversiktlig og gir den kunnskapen som trengs for å lage et omfattende verktøy i Excel. Forelesningene er på engelsk. Ved å kjøpe et abonnement har man tilgang til tjenesten i 12 måneder. Tilgjengelig fra: <http://myexcelonline.com/pivot-table-course.php>.

- **Microsoft sin offisielle support-side for programvaren Excel:**

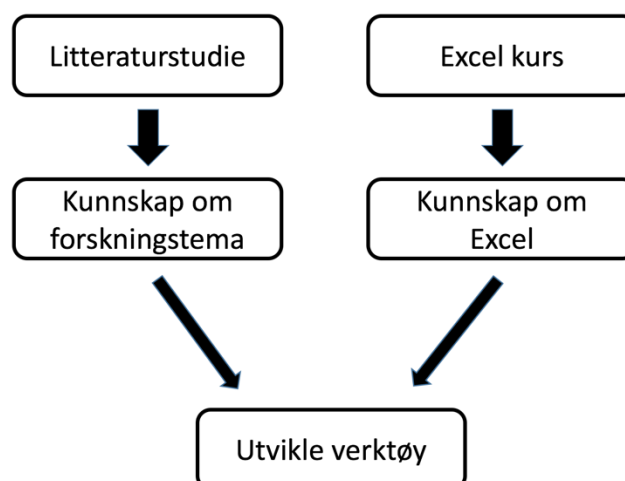
Dette er et leksikon for alt man måtte lure på i Excel. Supportsidene har vært flittig brukt sammen med de andre tjenestene, men kommer til kort når det gjelder omfattende Excel-koding da den kun gir forklaringer på grunnfunksjonene i programmet. Tjenesten er gratis og tilgjengelig fra <https://support.office.com>.

- **Youtube.com**

Youtube er verdens største nettsted for opplasting, visning og deling av videoklipp. Her finnes det mange brukere som har sine egne læringsvideosider for Excel. Blant annet har læringsvideoer fra kanaler som *ExcelTutorials* og *ExcelsFun* blitt brukt flittig. Tjenesten er gratis og tilgjengelig fra www.youtube.com.

2.5 Kombinasjon av metodene

Litteraturstudie som er nevnt i det tidligere kapittelet vil gi kunnskap om forskningstema. Den kunnskapen som er opparbeidet i dette litteraturstudiet gir teorigrunnet som trengs for å kunne utvikle verktøyet. Samtidig vil de gjennomførte Excel-kursene gi den kunnskapen som trengs for å kunne forstå avansert Excel. Ved å kombinere de to separate metodene har det vært mulig å utvikle et omfattende verktøy som tar for seg teorien i forskningstemaet. Se Figur 2-3 for illustrasjon:



Figur 2-3: Kombinasjon av metodene

KAPITTEL 3:

BEHOV OG KRAVSPESIFIKASJON

3 Behov og produktspesifikasjon

Dette kapittelet forklarer behovet for verktøyet som skal utvikles gjennom forskningsprosjektet SpeedUp og arbeidsgiver OPAK AS. I tillegg skal delmål én svares ut ved en kravspesifikasjon.

3.1 Behov

Gjennom deltakelse i forskningsprosjektet SpeedUp er det blitt oppfattet et behov for et verktøy som enkelt kan kartlegge tidsbruk og prestasjoner i byggeprosjekter. I SpeedUp er det i løpet av høsten blitt gjennomført et oppstartsseminar og flere arbeidsmøter der undertegnede har deltatt.

Forskningsprosjektet SpeedUp har følgende hovedaktiviteter/arbeidspakker (SpeedUp, 2015):

- AP1: Prosjektledelse
- AP2: Kartlegge AS IS
- **AP3: Utvikle verktøy og grunnlag for prestasjonsmåling**
- AP4: Utvikle analysemetodikk
- AP5: Koordinering og samhandling
- AP6: Integrering av planlegging og kontroll
- **AP7: Tidlig varsling ved hjelp av prestasjonsmåling**
- AP8: Koordinering av byggeplasslogistikk
- AP10: Oppstart av bedriftscase
- AP11: Innsamling av empiri fra bedriftscase
- AP12: Demonstrator – tid
- AP20: Formidling og kunnskapsdeling
- **AP21: Studentaktiviteter**

I denne oversikten kan masteroppgavens formål gå inn under arbeidspakke 3, 7 og 21.

Undertegnede arbeidsgiver, OPAK AS, er en av de industrielle samarbeidsbedriftene i forskningsprosjektet SpeedUp. OPAK er en kunnskapsbedrift som yter tverrfaglig rådgivning med høy kompetanse til bygg-, anleggs- og eiendomsmarkedene. De tilbyr rådgivningstjenester til både privat og offentlig sektor. Et utvalg av tjenestene som tilbys er prosjektledelse, byggeledelse, analyse og kvalitetssikring. Gjennom høsten har masteroppgaven blitt utarbeidet på deres kontor i Oslo og har gitt muligheten til å diskutere med kunnskapsrike medarbeidere.

OPAK gjennomfører en Earned Value analyse av oppføringen av et bo- og behandlingssenter i Oslo. Gjennom dette arbeidet er det observert et behov, gjennom uformelle samtaler og diskusjoner med OPAK, om å standardisere et verktøy som er fleksibelt og enkelt nok til å kunne brukes i flere av deres prosjekter. For å få sammenligningsgrunnlag og erfaringsoverførbar informasjon til flere prosjekter er det valgt å dele analysen inn i den inndelingen man finner i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt.

3.2 Kravspesifikasjon

Ut i fra behovet som er belyst i foregående avsnitt er en kravspesifikasjon utarbeidet. Kravspesifikasjonen er en beskrivelse av hvilke brukerfunksjoner og ytelser et programsystem skal ha (Store norske leksikon, 2015). I sammenheng med verktøyet som skal utvikles er kravspesifikasjonen utarbeidet før realisering av verktøyet. Dette for å sikre at brukernes behov blir dekket når det gjelder funksjonalitet, ytelse og brukervennlighet (Store norske leksikon, 2015).

Det er valgt å dele inn kravspesifikasjonen inn i de tre delene rapportkrav, funksjonskrav og brukergrensesnitt.

3.2.1 Rapport

Rapporten skal dekke følgende områder:

- **Teorigrunnlag:** Rapporten skal inneholde en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode. I tillegg skal matematikken bak utregninger for målemetoden vises og forklares.
- **Veiledning:** I rapportens resultatdel skal det fremgå en veiledning til verktøyet.
- **Verifisering:** Det skal forklares hvordan verktøyet er blitt verifisert gjennom parallelle beregninger til verktøyet.

3.2.2 Funksjonalitet

Verktøyet skal ha følgende funksjonalitet:

- **Input:** Brukeren av verktøyet skal ha en, og bare en side der data fra byggeprosjektet skal legges inn manuelt.
- **Tabeller:** Brukeren skal kunne få ut verdier og annen nyttig informasjon om prosjektet gjennom tabeller som kan vise informasjonen i ulik detaljeringsgrad i NS 3451 og NS 3453.
- **Diagrammer:** Verktøyet skal generere diagrammer i god kvalitet som gir god oversikt over prosjektets prestasjon.
- **Valg av bygningsdeler i NS 3451 og NS 3453:** Brukeren skal enkelt kunne dele analysen i forskjellige bygningsdeler i standardene.
- **Valg av tidsperioder:** Det skal være mulig for brukeren å kjøre analysen for bestemte tidsperioder.
- **Evaluerings av avvik og prestasjon:** Verktøyet skal gi indikatorer på fremdrift og kostnadsavvik som enkelt kan evalueres.
- **Rapportering:** Verktøyet skal automatisk generere en rapport som brukeren enkelt kan ta med seg når det skal rapporteres om prosjektets fremdrift og kostnader sammenlignet med opprinnelig plan.

- **Tilgjengelighet:** Verktøyet skal kunne kjøres på et program som er lett tilgjengelig for de fleste.

3.2.3 Brukergrensesnitt

Brukergrensesnittet til verktøyet skal oppfylle følgende krav for brukervennlighet og fleksibilitet:

- **Flyten i verktøyet:** Verktøyet skal ha en enkelhet slik at det skal være intuitivt å bevege seg rundt i analysen. Når brukeren for eksempel vil hente ut spesifikk informasjon om prestasjoner eller avvik skal dette skje intuitivt.
- **Gjenkjennbart:** Designet skal ha lik layout i hele verktøyet. Menyene som leder brukeren dypere eller videre i analysen skal være gjenkjennbart fra det man er vant til i andre programmer, slik som Microsoft sine Office-programmer.
- **Oversiktlig:** Data som genereres i analysen skal være oversiktlig både på en lav og høy detaljeringsgrad. På denne måten skal man unngå at viktig informasjon går tapt eller overses.
- **Enkelhet:** Selv om verktøyet er utarbeidet i Microsoft Excel skal man ikke trenge å kunne avansert Excel. Verktøyet skal kunne nå ut til så mange som mulig som har grunnleggende Excel-erfaring.
- **Åpner for utvikling:** Det skal være mulig å utvikle verktøyet i en senere anledning.

KAPITTEL 4:

TEORIGRUNNLAG

4 Teorigrunnlag

Teorigrunnlaget er et resultat av litteraturstudiet som er gjennomført i masteroppgaven. Den skal svare ut delmål to for oppgaven ved å gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode. Kapittelet begynner med en introduksjon til metoden og forklarer hvorfor den er så viktig sammenlignet med mer tradisjonelle prosjektoppfølgningsteknikker. Deretter blir Earned Value-metoden beskrevet i detalj slik at man kan forstå hvordan gangen i prosjektoppfølgningen fungerer. Beregningsmetodikken skal belyses med forklaringer og tilhørende eksempler på hva som ligger bak analysen. Teorien som er identifisert i dette litteraturstudiet danner en basis for verktøyet som er utarbeidet i kapittel 5 - Resultat av verktøyet.

4.1 Introduksjon til Earned Value

Earned Value er en prosjektoppfølgingsmetode som går ut på å måle prosjektets resultater og fremgang (Fleming & Koppelman, 2006). Earned Value skiller seg fra andre prosjektoppfølgningsteknikker ved at den felles tar høyde for påvirkning av tid, kostnader og prosjektprestasjon. En prosjektoppfølgingsmetode som bare sammenligner faktiske mot budsjetterte kostnader ignorerer det faktum at kunden betaler for å utføre noe (Pinto, 2013). Derfor introduserer Earned Value-metoden tidselementet. Tidselementet er viktig for å sammenligne hva som skal være fullført ved et visst punkt i prosjektet. Ved å sammenligne de tre parameterne tid, kostnader og prestasjon vil man ved hvilket som helst tidspunkt i prosjektets kunne fastsette både tids- og kostnadsavvik. Med denne analysen kan man derfor gi fremtidige spådommer av estimerte verdier for kostnader og fremdrift mot prosjekts ferdigstilling. Ved korrekt bruk kan metoden gi prosjektleder en tidlig varseling på om prosjektet er på vei til å få en tidsforsinkelse og/eller en kostnadsoverskridelse. Dersom dette kan oppdages tidlig har prosjektleder mulighet til å gjøre tiltak for å få prosjektet innenfor tids- og kostnadsrammer (Fleming & Koppelman, 2006)

4.1.1 Historie

I følge Pinto (2013) har Earned Value sin opprinnelse fra 1960-tallet i USA. Det var da de amerikanske myndighetene begynte å tvile på om entreprenørene klarte å holde styr på sine prosjekters kostnadsutviklinger. Det ble bestemt at det amerikanske forsvaret skulle ta i bruk en kostnadskontroll da mange av deres prosjekter hadde en kostnads- og tidsoverskridelse. Disse overskridelsene klarte man ikke å forklare med et akseptabelt årsak-virknings-forhold mellom kostnader, tid og omfang (Evensmo & Karlsen, 2005).

I løpet av de siste tiårene har konseptet bak Earned Value utviklet seg og blitt anerkjent som det viktigste oppfølgingsverktøyet på verdensbasis. Bruken av verktøyet er anbefalt av både *Project Management Institute (PMI)* og *International Project Management Association (IPMA)* (Evensmo & Karlsen, 2005).

På 1900-tallet definerte ingeniører kostnadsdifferanse som differansen mellom kostnader som faktisk var brukt og det man hadde opptjent i verdi. Denne definisjonen er blitt en lakmustest for å avgjøre om man faktisk bruker konseptet bak Earned Value (Fleming & Koppelman, 2006).

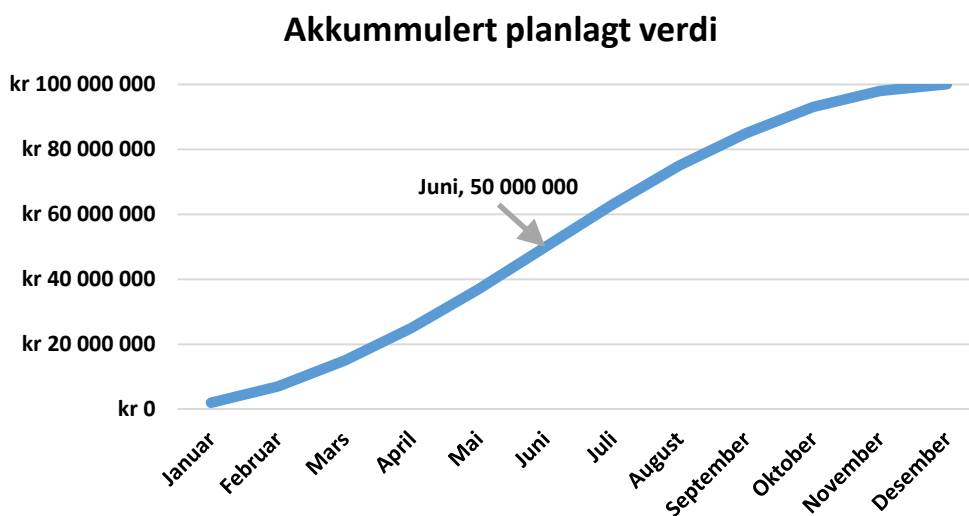
4.1.2 Hvorfor Earned Value Management?

Det følgende eksempelet viser hvorfor det er viktig å måle mer enn bare de faktiske påløpte kostnadene til et byggeprosjekt:

Eksempel:

Man kan se for seg et prosjekt som er planlagt å vare i ett år. Prosjektet, som er bygging av en barnehage, har et budsjett på hundre millioner norske kroner. Det er planlagt at halvparten av budsjettet skal være brukt etter et halvt år. Se illustrasjon i Figur 4-1.

Etter seks måneder rapporterer prosjektlederen at prosjektet har brukt 50% av budsjettet. Da ville man kanskje tenkt at prosjektet lå perfekt etter planen. Men i realiteten er ikke denne informasjonen tilstrekkelig til å trekke en slik konklusjon. Prosjektet kan ha brukt halvparten av budsjettet, men bare fått gjennomført 25% av det totale arbeidet. Man vet altså ikke hva som virkelig er blitt tilført prosjektet med tanke på kostnader og fremdrift. I motsetning ville prosjektet ligget godt an med tanke på fremdrift dersom det hadde blitt fullført mer arbeid enn planlagt. Dette vet man ikke om man bare måler de faktiske kostnadene til prosjektet. Man må også måle hva som er blitt tilført og produsert på byggeplassen.



Figur 4-1: Praktisk eksempel på et byggeprosjekt - Figuren viser budsjettets leveransekurve der tid og kostnader henholdsvis er horisontalaksen og vertikalaksen. Pilen indikerer der halvparten av budsjettet og halvparten av prosjekttiden er brukt.

4.2 Parameterne i Earned Value

I de neste avsnittene er det valgt å tydeliggjøre konseptet bak Earned Value ved hjelp av et tenkt scenario:

Scenario sprinkleranlegg:

Det bygges en videregående skole og det skal installeres sprinkleranlegg i ti identiske klasserom. Arbeidet med sprinkleranlegget er planlagt å ta to måneder og koste 300.000 kroner. De ti klasserommene har lik størrelse og sprinkleranlegget har samme dimensjoner i hvert rom.

4.2.1 Planlagt Verdi (PV)

Den planlagt verdien er den estimerte kostnaden som er budsjettet for prosjektets livssyklus (Pinto, 2013).

Scenario sprinkleranlegg:

Fra scenarioet vil den planlagt verdien for hele arbeidspakken være 300.000 kroner, og den planlagte verdien etter en måned vil være 150.000 kroner.

Videre kan man få opprinnelig totalbudsjett ved å summere prosjektets faktiske kostnader:

$$\text{Total planlagt kostnad} = \sum_{t=t_0}^{t=\text{planlagt ferdigstillelse}} PV_t$$

4.2.2 Faktiske kostnader (FK)

De faktiske kostnadene i en Earned Value analyse er de kostnadene som er påløpt i å utføre arbeidspakkene i prosjektet (Pinto, 2013).

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

Etter at installasjonen av sprinkleranlegget er fullført får oppdragsgiver en faktura på 350.000 kroner. Da vil den faktiske kostnaden forbundet med sprinkleranlegg i de ti klasserommene være på akkurat 350.000 kroner.

Videre kan man få prosjektets totale kostnad ved å summere de faktiske kostnadene:

$$\text{Total faktisk kostnad} = \sum_{t=t_0}^{t=\text{Faktisk ferdigstillelse}} FK_t$$

4.2.3 Inntjent verdi (IV)

Den inntjente verdien er den virkelige budsjetterte verdien av arbeidet som er utført (Pinto, 2013).

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

To måneder er gått og entreprenøren rapporterer at han har installert sprinkleranlegg i 8 av de 10 klasserommene. Den inntjente verdien vil da være:

$$\begin{aligned} IV &= \frac{8}{10} \text{ klasserom} \times \text{planlagt vert av arbeidet} = \frac{8}{10} \times 300.000 \text{ kr} \\ &= 240.000 \text{ kr} \end{aligned}$$

4.3 Avvik og prestasjonsindikatorer

Etter at man har innhentet verdier for PV, FK og IV er det mulig å beregne avvik i tid og kostnader.

4.3.1 Tidsavvik (TA)

Tidsavviket er differansen mellom den inntjente og den planlagte verdien som er utført per dags dato i prosjektet:

$$\text{Tidsavvik(TA)} = IV - PV$$

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

Tidsavviket for sprinkleranlegget i eksempelet vil da være:

$$\text{Tidsavvik sprinkleranlegg} = 240.000 \text{ kr} - 300.000 \text{ kr} = -60.000 \text{ kr}$$

4.3.2 Kostnadsavvik (KA)

Kostnadsavviket er differansen mellom den inntjente verdien og de faktiske kostnaden som er utført per dags dato i prosjektet:

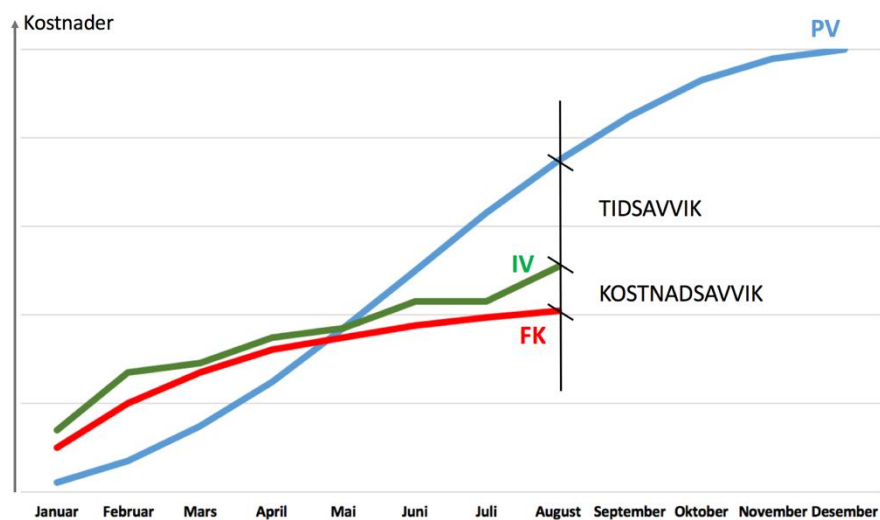
$$\text{Kostnadsavvik (KA)} = IV - FK$$

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

Kostnadsavviket for sprinkleranlegget i eksempelet vil da være:

$$\text{Kostnadsavvik sprinkleranlegg} = 240.000 \text{ kr} - 350.000 \text{ kr} = -110.000 \text{ kr}$$

Figur 4-2 illustrer tidsavvik og kostnadsavvik i et diagram.



Figur 4-2: Illustrasjon av tids- og kostnadsavvik

4.3.3 Fremdriftsprestasjonsindikator (FPI)

Fremdriftsprestasjonsindikatoren gir oss en indikator på hvordan prosjektet ligger an med tanke på fremdrift. Se Tabell 4-1 for hva verdien av indikatoren kan fortelle oss. FPI er den inntjente verdien dividert med den planlagt verdien:

$$FPI = \frac{IV}{PV}$$

Tabell 4-1: Fremdriftsprestasjonsindikatorens verdi

FPI > 1	Når arbeidet som er utført er kommet lengere enn hva som er planlagt
FPI = 1	Når arbeidet er i rute
FPI < 1	Når arbeidet som er utført er mindre enn hva som er planlagt

4.3.4 Ny estimert varighet (NEV)

Vi kan videre beregne ny estimert varigheten til arbeidspakken dersom den fortsetter med den samme effektiviteten, FPI:

$$\text{Ny estimert varighet (NEV)} = \frac{\text{Varighet}}{\text{FPI}}$$

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

Fremdriftsprestasjonsindikatoren for sprinkleranlegget vil da være:

$$\text{FPI for sprinkleranlegg} = \frac{240.000 \text{ kr}}{300.000 \text{ kr}} = 0,80$$

Den nye estimerte varigheten for sprinkleranlegget vil da bli:

$$\text{NEV for sprinkleranlegg} = \frac{2 \text{ mnd}}{0,8} = 2,5 \text{ mnd}$$

4.3.5 Kostnadsprestasjonsindikator (KPI)

Kostnadsprestasjonsindikatoren gir oss en indikator på hvordan prosjektet ligger an med tanke på kostnader. Se Tabell 4-2 Tabell 4-1 for hva verdien av indikatoren kan fortelle oss. KPI er den inntjente verdien dividert med de faktiske kostnadene:

$$\text{KPI} = \frac{IV}{FK}$$

Tabell 4-2: Kostnadsprestasjonsindikatorens verdi

KPI > 1	Hvis utført arbeid forbruker færre timer enn det som er planlagt
KPI = 1	Fremdriften er i rute
KPI < 1	Hvis utført arbeid forbruker flere timer enn det som er planlagt

4.3.6 Ny estimert kostnad (NEK)

Vi kan videre beregne ny estimert kostnad for arbeidspakken dersom den fortsetter med den samme effektiviteten, KPI:

$$\text{Ny estimert kostnad (NEK)} = \frac{\text{Planlagt verdi (PV)}}{\text{KPI}}$$

Eksempel: Innstallering av sprinkleranlegg

Kostnadsprestasjonsindikatoren for sprinkleranlegget vil være:

$$\text{KPI for sprinkleranlegg} = \frac{240.000 \text{ kr}}{350.000 \text{ kr}} = 0,69$$

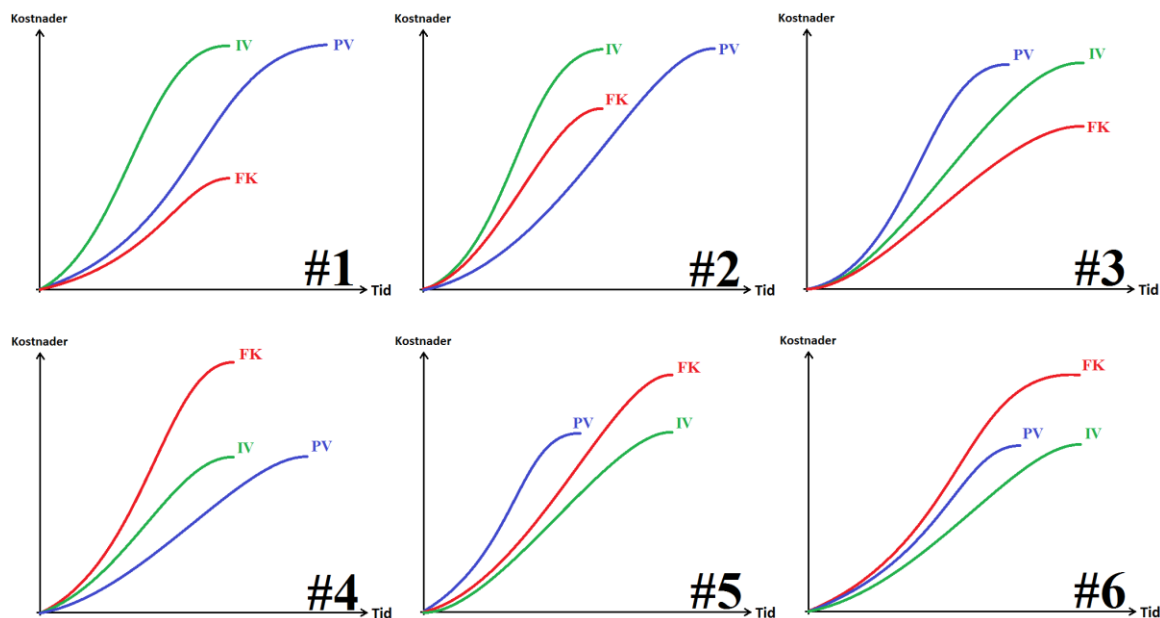
Den nye estimerte kostnaden for sprinkleranlegget vil da bli:

$$NEK \text{ for sprinkleranlegg} = \frac{300.000 \text{ kr}}{0,69} = 434.780 \text{ kr}$$

4.4 Seks forskjellige utviklinger av prosjekter

Med et syn fra Earned Value kan et prosjekt utvikle seg på seks forskjellige måter (Evensmo og Karlsen, 2005), se figur Figur 4-3. De tre parameterne planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi kan danne seks forskjellige kombinasjoner ($3! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$) der det varier hvilken parameter som har størst, mellomst og minst verdi:

- Kombinasjon 1: IV > PV > FK
- Kombinasjon 2: IV > FK > PV
- Kombinasjon 3: PV > IV > FK
- Kombinasjon 4: FK > IV > PV
- Kombinasjon 5: PV > FK > IV
- Kombinasjon 6: FK > PV > IV



Figur 4-3: Seks forskjellige utviklinger av prosjekter (Evensmo og Karlsen, 2005)

Tabell 4-3 viser hvordan avvik og prestasjonsindikatorene vil være for tid og kostnader i de seks forskjellige utviklingene et prosjekt kan ha.

Tabell 4-3: Avvik og prestasjon for seks prosjektutviklinger

Utvikling	TA	KA	FPI	KPI	NEV	NEK
Nr. 1	Positiv	Positiv	>1	>1	Minker	Minker
Nr. 2	Positiv	Positiv	>1	>1	Minker	Minker
Nr. 3	Negativ	Positiv	<1	>1	Vokser	Minker
Nr. 4	Positiv	Negativ	>1	<1	Minker	Vokser
Nr. 5	Negativ	Negativ	<1	<1	Vokser	Vokser
Nr. 6	Negativ	Negativ	<1	<1	Vokser	Vokser

Man kan se en tendens i Tabell 4-3 for prosjekter avhengig av avviket:

Prosjekter med positivt tids- og kostnadsavvik

I prosjekter med et positivt tidsavvik vil man få en fremdriftsprestasjonsindikator (FPI) som er større enn én og en ny estimert varighet (NEV) som minker. Således vil man i prosjekter med et negativt kostnadsavvik få en kostnadsprestasjonsindikator (KPI) større enn én og en ny estimert kostnad (NEK) som minker.

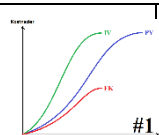
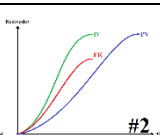
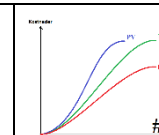
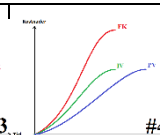
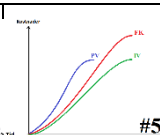
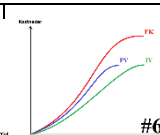
Negativt tids- og kostnadsavvik

I prosjekter med et negativt tidsavvik vil man få en fremdriftsprestasjonsindikator (FPI) mindre enn én og en ny estimert varighet (NEV) som øker. Således vil man i prosjekter med et positivt kostnadsavvik få en kostnadsprestasjonsindikator (KPI) mindre enn én og en ny estimert kostnad (NEK) som øker.

4.4.1 Strategier for å få prosjekter på rett kjø

Evensmo og Karlsen (2005) identifiserer også fem strategier man kan bruke på de seks prosjektutviklingene vist i Figur 4-3. De følgende strategiene og tiltakene for de forskjellige utviklingene er vist i Tabell 4-4:

Tabell 4-4: Strategier og tilhørende tiltak for de forskjellige prosjektutviklingene (Evensmo og Karlsen, 2005)

						
Strategi A: Fortsette uten endringer	Fullfør prosjektet før tiden og under budsjettet	Forsinket, men under budsjett	Fullfør prosjektet før tiden, men over budsjettet	Forsinket og over budsjett		
Strategi B: Endre effektiviteten	Ikke relevant	Jobb mer effektivt for å opprettholde plan innenfor budsjettet	Jobb mer effektivt for å opprettholde budsjettet innenfor planen	Jobb mer effektivt for å opprettholde både budsjettet og planen		
Strategi C: Endre omfang (eller kvalitet)	Ikke relevant	Reduser omfang for å opprettholde budsjettet	Reduser omfang for å opprettholde planen	Reduser omfanget for å opprettholde både budsjettet og planen.		
Strategi D: Oppretthold opprinnelig plan	Ikke relevant	Ta i bruk flere ressurser og oppretthold budsjettet	Ta i bruk færre ressurser, men innenfor budsjettet	Ta i bruk flere ressurser med et budsjettsprekk		
Strategi E: Oppretthold opprinnelig budsjett	Ikke relevant	Ikke relevant	Bruk færre ressurser, men fullfør forsinket	Bruk færre ressurser, men øker forsinkelsen		

KAPITTEL 5:

RESULTAT AV VERKTØYET

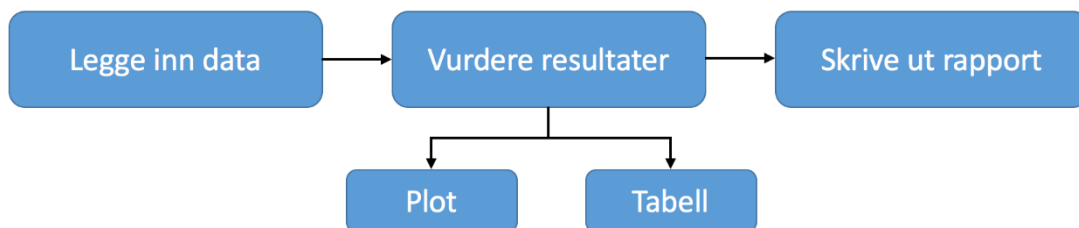
5 Resultat av verktøyet

I dette kapittelet skal delmål tre, utvikling og uttesting av verktøyet, svares ut ved å presentere det utviklede verktøyet. Verktøyet er et resultat av litteraturstudiet og diverse kurs i programmering i Excel. Kapittelet starter med en introduksjon av verktøyet for så å gi en omfattende veiledning til bruken av det.

5.1 Introduksjon

Verktøyet er en omfattende rapporterings- og oppfølgingsverktøy som baserer seg på Earned Value, NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Når verktøyet er basert på inndelingen i disse to standardene vil det være mulig å innhente kost- og tidsdata fra ulike deler og tidsperioder i et byggeprosjekt. Plattformen for verktøyet er Microsoft Excel 2016.

Arbeidsflyten i Figur 5-1 viser hvordan det er tenkt at man skal bruke verktøyet. Man starter med å legge inn data for aktiviteter i et byggeprosjekt. Ved hjelp av disse dataene genereres resultatene av analysen automatisk. Resultatene kan vurderes av prosjektleder for å få et bedre innblikk i prosjektets prestasjon. Analysens resultater er godt vist i både diagrammer og tabeller. Disse diagrammene og tabellene er dynamiske. Det vil si at brukeren kan ved hjelp av noen tastetrykk enkelt endre tidsperspektiv og bygningsdel av resultatene. Resultatene i verktøyet er videre med på å generere en rapport av analysen som enkelt kan skrives ut eller legges ved i rapporteringsdokumenter.



Figur 5-1: Arbeidsflyt for verktøyet

Før man kan begynne å bruke verktøyet er det viktig at man har gjennomført følgende:

- Definert alle aktivitetene som skal gjennomføres i prosjektet og når de forekommer
 - Dette er typiske prosjektnedbrytningsstrukturer (WBS) og gantt-diagrammer som kan lages i et program som Microsoft Project.
- Fastslått hvor stor del av aktivitetenes budsjett som skal brukes hver måned den forekommer

5.2 Veiledning til verktøyet

Verktøyet finnes i to versjoner. En versjon som går på en 2-sifret inndeling i NS 3451 og NS 3453, og en som går på en 3-sifret inndeling. Skjermbilder fra de to versjonene er vist i vedlegg A og B i slutten av denne rapporten. Ut ifra hvor detaljert men vil følge opp prosjektet velger man en av de to versjonene som er vist i tabellen under:

Tabell 5-1: To versjoner av verktøyet

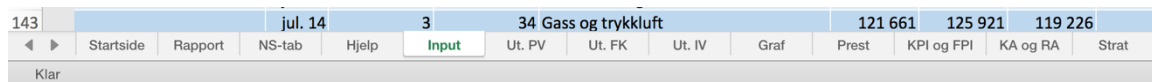
Filnavn	Detaljeringsgrad i standardene
Earned Value-analyse – 2-sifret	Mindre detaljert
Earned Value-analyse – 3-sifret	Mer detaljert

5.2.1 Startside

Det første som møter deg når du åpner verktøyet er en startside der du har tilgang til alle funksjonene i analyseverktøyet. Startsidene, som du kan se i Figur 5-2, har to knapper øverst i skjermen. Disse er en hjemknapp og en hjelpknapp. Disse knappene vil du finne på samme sted uansett hvor du befinner deg i verktøyet. Når du trykker på hjemknappen vil du alltid komme tilbake til startsidene. Når du trykker på hjelpknappen vil du få opp en side som gir deg en veiledning til verktøyet. Ved å bruke trykkbare knapper for å navigere seg rundt i verktøyet slipper man å bruke fanen for de forskjellige regnearkene nederst i Excel, se Figur 5-3.



Figur 5-2: Startside. Ved hjelp av knapper vil det bli enklere å navigere seg rundt i verktøyet.



Figur 5-3: Tradisjonell navigering i Excel. Denne formen for navigering kan virke uoversiktlig i større regneark.

5.2.2 Input

Når du fra startsidene trykker på knappen "Input" kommer du videre til tabellen som vises i Figur 5-4. Her er inputknappen markert grønn for å indikere at det er under denne fanen man befinner seg.

Aktivitet	Dato	NS trinn 1	NS trinn 2	NS-Navn	PV	FV	IV	%-fullført
	jan. 14	0	0	Ledig (marginer og reserver)	10 000	10 000	10 000	
	jan. 14	0	0,1	Ledig (marginer og reserver)	209 138	213 226	208 536	
	jan. 14	1	13	Entreprisadministrasjon	218 418	220 276	216 979	
	jan. 14	1	14	Andre felleskostnader	191 078	191 812	188 117	
	jan. 14	1	19	Diverse	211 518	211 782	209 222	
	jan. 14	8	82	Prosjektering	119 699	124 032	116 898	
	jan. 14	8	83	Administrasjon	114 548	119 149	114 476	

Figur 5-4: Input

For at analyseverktøyet skal fungere optimalt må man fylle inn hele tabellen. Det er totalt seks kolonner man må fylle inn for hver aktivitet:

Aktivitet

Her fyller man inn aktivitetsnavnet. Det kan for eksempel være «forskaling av rampe, inngang vest».

Dato

I kolonnen dato fyller man inn hvilke måneder aktiviteten skal foregå. Analyseverktøyet er bygget opp månedsvis slik at det skal passe med typiske rapporteringstider til byggherre. Man skriver enkelt inn 01.14 for januar 2014, 02.14 for februar 2014 osv. Dette medfører at en aktivitet som varer i over en måned må føres inn flere ganger. Se neste avsnitt for et forklarende eksempel.

Eksempel på å føre inn en aktivitet med varighet over en måned:

Administrasjonsaktiviteter er typiske aktiviteter som varer i mer enn én måned. I et tenkt prosjekt er det kostnader i forbindelse med administrasjon gjennom hele prosjektet. Da må man dele kostnadene inn i antall måneder de opptrer. La oss si at prosjektet varer i tolv måneder og administrasjonskostnadene har en planlagt verdi på 2.400.000 kroner. Hvis kostnadene fordeler seg likt vil det fra januar til desember være en planlagt kostnad på 200.000 kroner hver måned. Man må derfor fylle tabellen i input siden slik som det er vist i Figur 5-5. Man kan kopiere radene som vanlig i Excel slik at man slipper å skriv inn data om igjen.

Aktivitet	Dato	NS trinn 2	NS-Navn	PV	FV	IV	%-fullført
	jan. 14	83	Administrasjon	200 000			
	feb. 14	83	Administrasjon	200 000			
	mar. 14	83	Administrasjon	200 000			
	apr. 14	83	Administrasjon	200 000			
	mai. 14	83	Administrasjon	200 000			
	jun. 14	83	Administrasjon	200 000			
	jul. 14	83	Administrasjon	200 000			
	aug. 14	83	Administrasjon	200 000			
	sep. 14	83	Administrasjon	200 000			
	okt. 14	83	Administrasjon	200 000			
	nov. 14	83	Administrasjon	200 000			
	des. 14	83	Administrasjon	200 000			

Figur 5-5: Føring av aktiviteter med varighet over en måned

Bygningsdelsnummer i NS 3451 eller NS 3453

Det neste man skal fylle inn er bygningsdelsnummeret som aktiviteten hører til i NS 3451 (Norsk Standard, 2009) eller NS 3453 (Norsk Standard, 1987). Dette fylles i kolonnen ”NS trinn 2”. Etter at nummeret er fylt inn vil det tilhørende navnet til bygningsdelen automatisk dukke opp i kolonnen ”NS-Navn”. Se Figur 5-6 for eksempler.

21	Grunn og fundamenter
22	Bæresystemer
93	Finanseringskostnader

Figur 5-6: Referanse til bygningsdelstabellen

For at Excel skal klare å hente det riktige navnet til bygningsdelen er følgende formel benyttet:

= HVISFEIL(FINN.RAD([@[NS trinn 2]]; NS_Database; 2; 0); "Fylles inn automatisk")

Den sammenligner tallet som fylles inn i tabellen med en database som inneholder alle bygningsdelene i NS 3451 og NS 3453 ned til tredje nivå. Deretter returnerer den navnet til bygningsdelen inn i tabellen. Når nummeret i bygningsdelstabellen ikke er fylt inn vil det stå "Fylles inn automatisk" i kolonnen "NS-Navn".

Planlagt verdi (PV)

I kolonnen PV føres den planlagte verdien for aktiviteten i den gitte måneden. Se kapittel 4.2.1 i teorigrunnlaget for en forklaring av planlagt verdi.

Faktiske kostnader (FK)

I kolonnen FK føres de faktiske kostnadene til aktiviteten i den gitte måneden. Se kapittel 4.2.2 i teorigrunnlaget for en forklaring av faktisk verdi. De faktiske kostnadene føres inn underveis i prosjektet når kostnadene er påløpt.

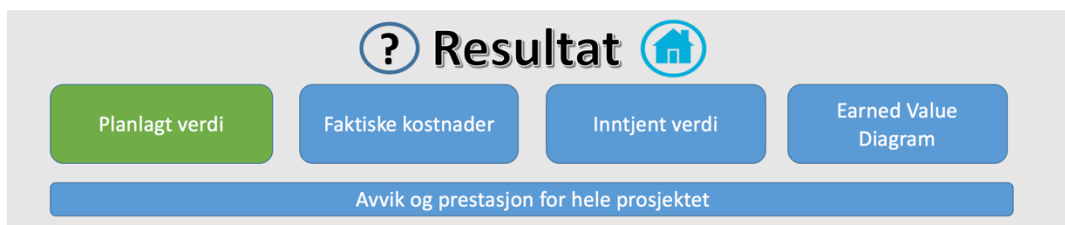
Inntjent verdi (IV)

I kolonnen IV føres den inntjente verdien for aktiviteten i den gitte måneden. Se kapittel 4.2.3 i teorigrunnlaget for en forklaring av inntjent verdi. Den inntjente verdien føres etter aktiviteten er ferdig. En annen mulighet for å verdisette den inntjente verdien er å bruke den siste kolonnen "%-fullført". Her fører man i prosent hvor stor del av aktiviteten som er ferdig. Kolonnen "inntjent verdi" er da koblet opp til kolonnen "%-fullført" og vil returnere den inntjente verdien egnet ut fra planlagt verdi. For eksempel vil en aktivitet med planlagt verdi på 100.000 kroner som er 90% fullført returnere 90.000 kroner i inntjent verdi feltet.

5.2.3 Resultat

Etter at tabellen i inputsiden er fylt ut kan man se resultatene av analysen. Man klikker seg da videre til resultater, enten fra startsidene eller fra inputsiden. Alt i analysen videre blir automatisk generert fra tallene som er satt inn i input-tabellen.

I resultatdelen av programmet er det en fast menylinje som er lik for alle sider, se Figur 5-7. Denne skal gjøre det enkelt å kjenne seg igjen i verktøyet slik at det blir mer brukervennlig å navigere seg rundt. Når du er inne i siden *planlagt verdi* vil den ha fargen grønn og de andre i menylinjen blå. Det samme vil skje når du er inne i *faktiske kostnader*. Dette vil gi en enkel og oversiktlig kontroll over hvor man befinner seg i programmet.



Figur 5-7: Gjenkjennelig menylinje

5.2.4 Akkumulert tabell for planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi

Som resultat for planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi er det valgt å vise disse i en dynamisk tabell med akkumulerte verdier slik at man lett kan finne frem til de ulike verdiene som er interessante. Den dynamiske tabellen vil gi deg mulighet til å se på verdier med avgrensning til tid og bygningsdelstabellen. Dette gjøres ved hjelp av en tidslinje og en "slicer". De to har følgende funksjon:



Figur 5-8: Verktøy: Siden for Planlagt verdi (PV)

Tidslinje:

Tidslinjen har som funksjon å avgrense tabellen til den tiden man er interessert i. Man kan trykke for å se verdier for en måned eller man kan dra i den for å se over en tidsperiode. Se Figur 5-9 der tabellen forandrer seg dynamisk ved bruk av tidslinjen.



Summer av PV Kolonne 2014

NS-Ref	apr	mai	jun
0	562 218	1 150 117	1 709 544
1	1 070 119	3 389 384	4 460 116
2	2 229 355	6 475 778	10 482 608
3	0	0	557 818
4	0	208 010	208 010
6	0	0	213 022
8	465 047	1 287 637	1 641 676
9	37 109	221 323	285 423
Totalsum	4 363 848	12 732 249	19 558 217

a)



Summer av PV Kolonne 2014

NS-Ref	mai
0	587 899
1	2 319 265
2	4 246 423
4	208 010
8	822 590
9	184 214
Totalsum	8 368 401

b)

Figur 5-9: Bruk av tidslinjen. a) Tabellen tar her bare med verdier fra april, mai og juni. Du kan se totaler for første trinn i bygningsdelstabellen og totalsummer. b) Figuren viser tabellen der hvor bare en måned av prosjektet er valgt. Dette kan være nyttig når man leter etter tall for en gitt periode.

Slicer:

Sliceren har som funksjon å gruppere dataene på bygningsdelstabellen. Den fungerer på samme måte som tidslinjen som er beskrevet over. Man kan trykke for å se verdier for en bygningsdel eller man kan dra i den for å se verdier for flere bygningsdeler. Dette gjør at man enkelt kan se planlagt verdi for huskostnad (sum 1-6), entreprisestkostnad (sum 1-7), byggekostnad (sum 1-8) og prosjektkostnad (sum 0-9) (Norsk Standard, 1987). Se Figur 5-10 der tabellen forandrer seg dynamisk ved hjelp av sliceren.

NS-Nr.2

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Summer av PV Kolonne 2014

NS-Ref	jul	aug	sep	okt
3	121 661	216 778	330 909	448 844
34	121 661	216 778	330 909	448 844
Totalsum	121 661	216 778	330 909	448 844

Figur 5-10: Bruk av sliceren. Her er sliceren brukt til kun å se på de planlagte verdiene til bygningsdel 34 som er gass og trykkluft i NS 3453 (2009).

I tillegg til tidslinjen og sliceren kan man utvide tabellen fra bare å vise tall fra 1-sifret nivå til å vise 2-sifret nivå i bygningsdelstabellen. Se Figur 5-11 for illustrasjon og forklaring. Dette gjøres ved å trykke på plusstegnet (+) i den første kolonnen.

Akkumulert verdi for planlagt verdi (PV)												
Summer av PV		2014										
NS-Ref	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
0	219 138	613 251	1 202 920	1 765 138	2 353 037	2 912 464	3 500 448	4 118 005	4 713 660	5 297 274	5 873 477	6 471 041
1	621 014	2 120 365	3 215 402	4 285 521	6 604 786	7 675 518	8 775 446	9 871 700	10 970 616	11 631 603	12 560 113	13 428 295
2	0	0	0	2 229 355	6 475 778	10 482 608	16 611 299	20 819 007	22 866 622	23 784 694	23 784 694	23 784 694
20	0	0	0	1 198 806	2 290 036	3 237 127	4 208 550	4 208 550	4 208 550	4 208 550	4 208 550	4 208 550
21	0	0	0	1 030 549	2 023 047	2 023 047	2 991 562	2 991 562	2 991 562	2 991 562	2 991 562	2 991 562
22	0	0	0	0	1 009 111	2 095 345	2 095 345	2 095 345	2 095 345	2 095 345	2 095 345	2 095 345
23	0	0	0	0	0	904 614	2 075 052	2 075 052	2 075 052	2 075 052	2 075 052	2 075 052
24	0	0	0	0	0	1 068 891	1 993 232	1 993 232	1 993 232	1 993 232	1 993 232	1 993 232
25	0	0	0	0	1 153 584	1 153 584	1 153 584	1 153 584	1 153 584	1 153 584	1 153 584	1 153 584
26	0	0	0	0	0	0	939 698	1 911 125	1 911 125	1 911 125	1 911 125	1 911 125
27	0	0	0	0	0	0	0	1 082 613	2 084 430	3 002 502	3 002 502	3 002 502
28	0	0	0	0	0	0	0	1 157 242	2 203 040	2 203 040	2 203 040	2 203 040
29	0	0	0	0	0	0	1 154 276	2 150 702	2 150 702	2 150 702	2 150 702	2 150 702
3	0	0	0	0	0	557 818	1 653 390	2 778 736	3 907 088	4 442 181	4 442 181	4 442 181
4	0	0	0	0	208 010	208 010	208 010	208 010	1 109 909	1 987 405	1 987 405	1 987 405
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 101 322	2 179 669	2 179 669
6	0	0	0	0	0	213 022	433 450	433 450	1 301 031	2 192 050	3 101 647	3 101 647
7	0	0	0	0	0	0	425 011	883 189	1 335 202	1 783 703	2 227 431	2 684 598
8	572 277	1 051 081	1 458 784	1 923 831	2 746 421	3 100 460	3 477 909	3 875 004	4 449 426	4 966 436	5 527 401	6 045 810
9	119 507	188 551	250 789	287 898	472 112	536 212	604 217	748 828	856 644	978 707	1 218 218	1 247 092
Totalsum	1 531 996	3 973 248	6 127 895	10 491 743	18 860 144	25 686 112	35 689 180	43 735 929	51 510 198	58 165 375	62 902 236	65 372 432

Figur 5-11: Utvidelse av tabeller. Utvid tabellen for å se verdier mer detaljert.

Bruken av tidslinje og sliceren kan kombineres slik at man får akkurat den dataen man er interessert i å vite i for eksempel i forbindelse med rapportering. De følgende to figurene (Figur 5-12 og Figur 5-13) er et utdrag fra programmet som viser tabeller for faktiske kostnader og inntjent verdi. De bygget opp på akkurat samme måte som tabell for planlagt verdi som er beskrevet over. Her finner man som kjent tidslinje og slicere. Legg merke til at tabellens tilhørende knapp i menylinjen endrer farge til grønn slik at det blir mer oversiktlig hvor man befinner seg i verktøyet.

Resultat

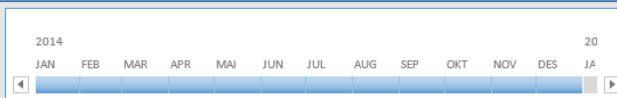
Planlagt verdi

Faktiske kostnader

Inntjent verdi

Earned Value
Diagram

Avvik og prestasjon for hele prosjektet



NS-Nr.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NS-Nr.2

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Akkumulert verdi for faktiske kostnader (FK)

Summer av FV		Kolonnetiketter											
		2014											
Radetiketter	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	
0	223 226	618 847	1 214 111	1 784 080	2 380 024	2 944 623	3 542 342	4 165 600	4 767 622	5 355 821	5 940 361	6 544 399	
1	623 870	2 135 307	3 237 627	4 317 085	6 667 884	7 747 907	8 856 103	9 967 422	11 072 656	11 739 400	12 675 841	13 553 721	
2	0	0	0	2 238 192	6 490 957	10 502 784	16 649 022	20 869 996	22 924 594	23 846 006	23 846 006	23 846 006	
3	0	0	0	0	0	567 374	1 687 551	2 827 716	3 983 215	4 530 668	4 530 668	4 530 668	
4	0	0	0	0	213 136	213 136	213 136	213 136	1 130 244	2 033 528	2 033 528	2 033 528	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 122 329	2 225 538	2 225 538	
6	0	0	0	0	0	218 018	442 592	442 592	1 330 014	2 242 692	3 171 739	3 171 739	
7	0	0	0	0	0	0	443 481	928 402	1 408 222	1 882 353	2 356 425	2 841 377	
8	592 520	1 091 839	1 520 130	2 000 615	2 840 396	3 207 650	3 593 294	4 009 242	4 604 253	5 132 209	5 708 627	6 244 663	
9	123 093	195 464	261 349	302 457	497 859	566 930	637 623	785 755	898 902	1 026 253	1 280 203	1 313 251	
Totalsum	1 562 709	4 041 457	6 233 217	10 642 429	19 090 256	25 968 422	36 065 144	44 209 861	52 119 722	58 911 259	63 768 936	66 304 890	

Figur 5-12: Faktiske kostnader (FK)

Resultat

Planlagt verdi Faktiske kostnader **Inntjent verdi** Earned Value Diagram

Avvik og prestasjon for hele prosjektet

2014 21

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES Ji

NS-Nr.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NS-Nr.2

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Akkumulert verdi for inntjent verdi (IV)

Summer av IV

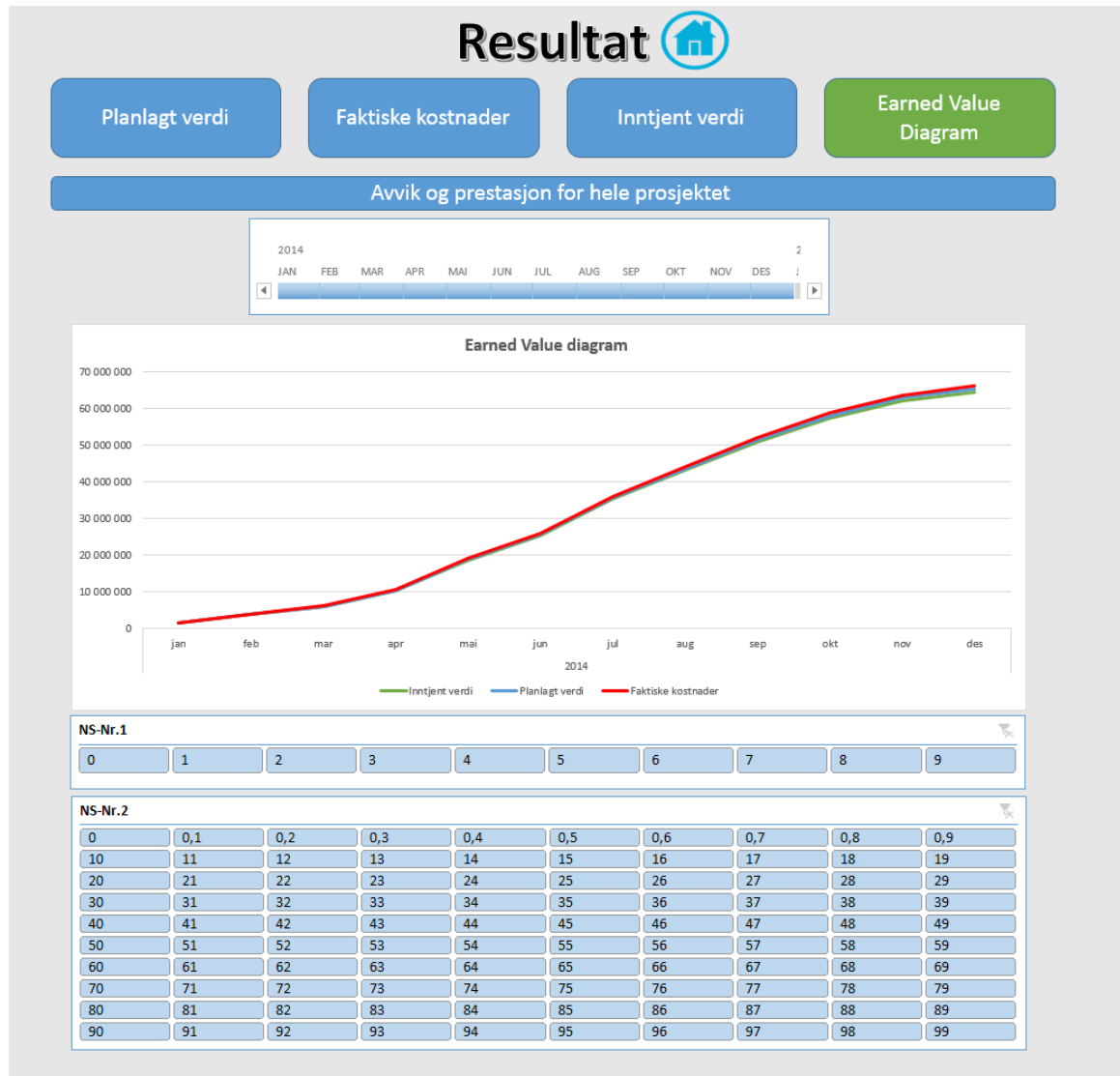
2014

Radetiketter	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
1	614 318	2 099 922	3 189 066	4 252 134	6 546 404	7 611 093	8 696 279	9 784 921	10 869 093	11 523 316	12 446 555	13 309 419
2	0	0	0	2 224 069	6 462 823	10 458 903	16 578 343	20 776 623	22 819 745	23 736 748	23 736 748	23 736 748
3	0	0	0	0	0	543 159	1 608 425	2 710 320	3 810 759	4 327 288	4 327 288	4 327 288
4	0	0	0	0	203 382	203 382	203 382	203 382	1 085 015	1 941 598	1 941 598	1 941 598
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 064 827	2 120 918	2 120 918
6	0	0	0	0	0	210 322	426 989	426 989	1 272 510	2 145 892	3 032 811	3 032 811
7	0	0	0	0	0	0	402 792	833 983	1 267 043	1 704 177	2 119 591	2 556 839
8	556 935	1 027 214	1 417 368	1 869 626	2 678 775	3 016 428	3 381 000	3 769 193	4 327 418	4 834 475	5 388 563	5 891 336
9	112 237	180 428	240 062	275 730	446 113	508 730	575 511	716 895	818 839	936 750	1 171 013	1 196 798
0	218 536	604 062	1 187 579	1 737 524	2 319 237	2 870 697	3 450 737	4 058 632	4 645 925	5 224 939	5 793 171	6 381 641
Totalsum	1 502 026	3 911 626	6 034 075	10 359 083	18 656 734	25 422 714	35 323 458	43 280 938	50 916 347	57 440 010	62 078 256	64 494 896

Figur 5-13: Inntjent verdi (IV)

5.2.5 Earned Value diagram

Under fanen ”Earned Value diagram” er s-kurvene for planlagt verdi (PV), faktiske kostnader (FK) og inntjent verdi (IV) plottet automatisk inn i et linjediagram. På samme måte som tabellene har også diagrammet en tidslinje og slicer slik at man kan endre på hva som skal vises i diagrammet. Her vil aksene justeres automatisk etter hva som velges i tidslinjen og sliceren. I diagrammet har planlagt verdi blå farge, mens faktiske kostnader har rød og inntjent verdi har grønn. I testprosjektet som er plottet inn er kurvene for de forskjellige verdiene tett opp mot hverandre, men eksakte tall kan finnes i tallene som er beskrevet tidligere.



Figur 5-14: Earned Value diagram

I Figur 5-15 viser hvordan man kan bruke tidslinjen og sliceren for å kun vise Earned Value diagram for punkt 83 (administrasjon) i NS 3453.



Figur 5-15: Endring av område for Earned Value diagrammet

5.2.6 Avvik og prestasjon for hele prosjektet

Under fanen *avvik og prestasjon for hele prosjektet* finner man kostnads- og tidsavvik, samt prestasjonsindikatorer for fremdrift og kostnader som er omtalt i kapittel 3.3. På denne siden er det ingen mulighet for å endre tidsperspektivet eller bygningsdeler, den er heller ment for å gi en overordnet oversikt over prosjektets prestasjon. Derimot vil man ha denne muligheten når man trykker seg videre til *Indikatorer: KPI og FPI*, og *Kostnads- og tidsavvik*. Se Figur 5-17 og Figur 5-18.



Figur 5-16: Avvik og prestasjon for hele prosjektet

5.2.7 Prestasjonsindikatorer for kostnader og fremdrift.

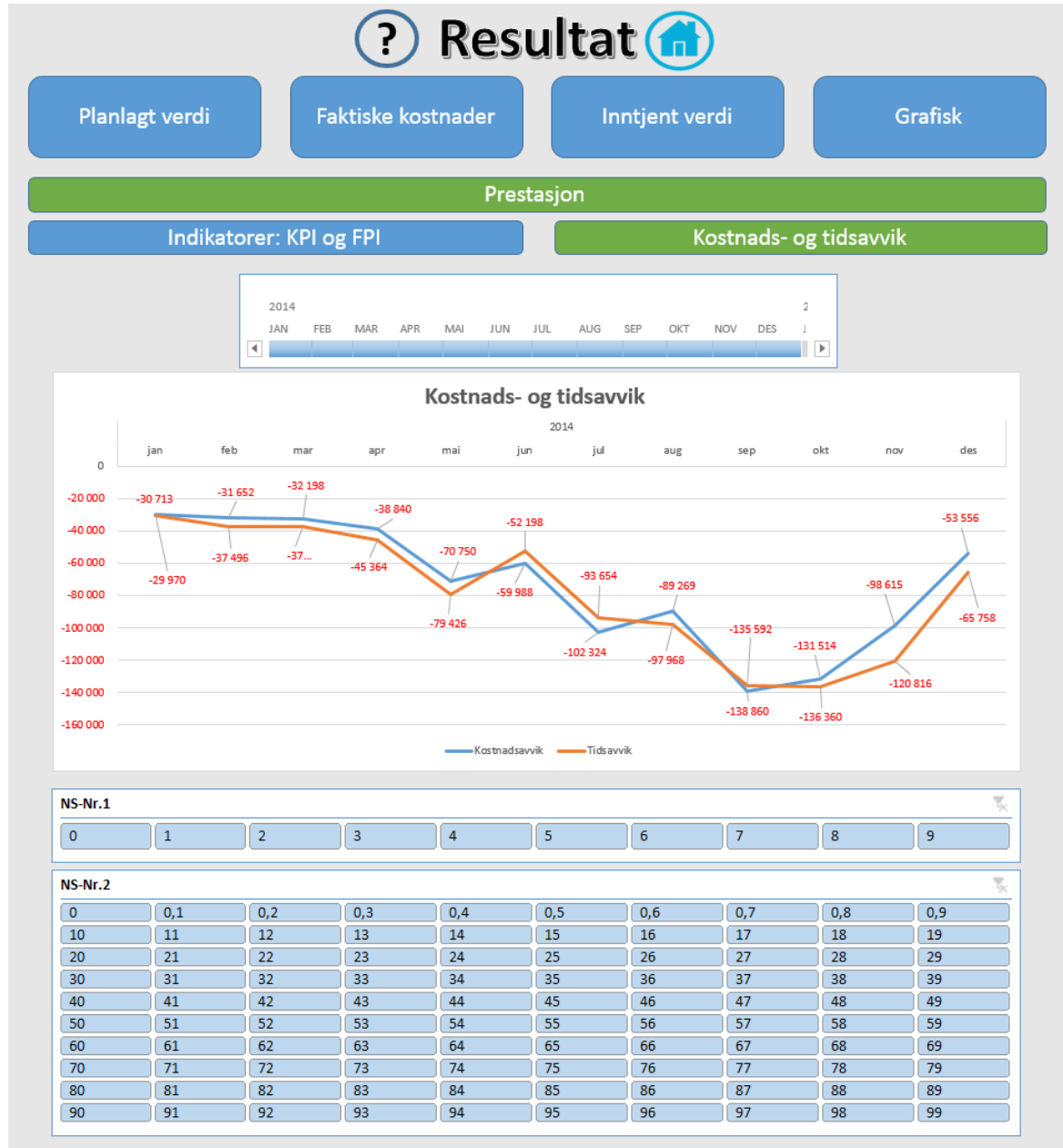
I fanen for prestasjonsindikatorer finnes tidslinje og slicere som man er kjent med fra tidligere i veiledningen. Kostnads- og fremdriftsprestasjonsindikatorene er plottet inn i samme linjediagram og de tilhørende verdiene for hver måned tallfestet med to desimaler. Se figur under.



Figur 5-17: Prestasjonsindikatorer på kostnader og tid

5.2.8 Kostnads- og tidsavvik

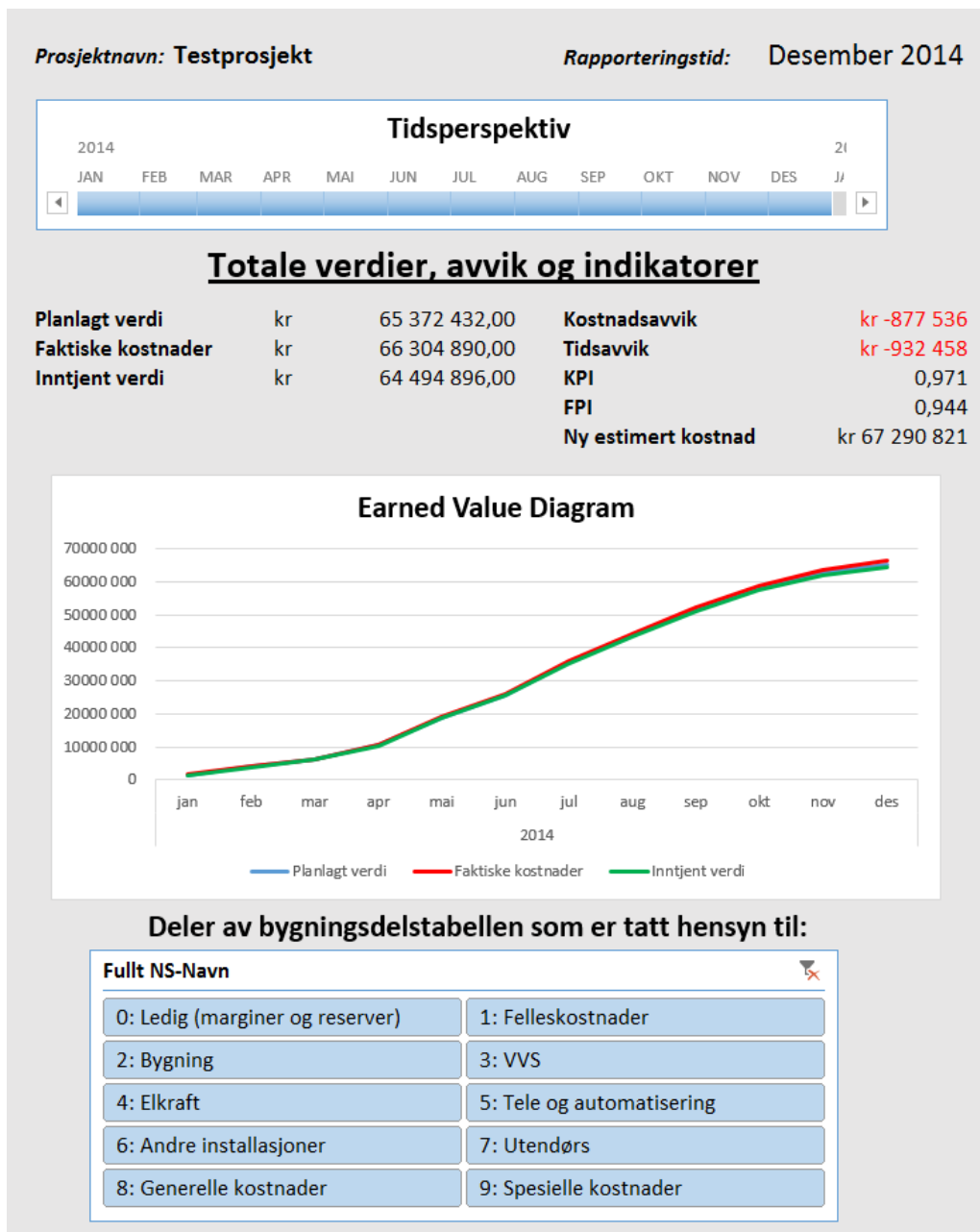
I fanen for kostnads- og tidsavvik finnes tidslinje og slicere som man er kjent med fra tidligere i veiledningen. Kostnads- og tidsavvikene er plottet inn i samme linjediagram og de tilhørende verdiene for hver måned tallfestet. Verdiene vil få en rød farge når de er negative og vanlig sort når de er positive.



5.2.9 Rapporteringsverktøy

Statusrapporten er tilgjengelig fra startsidene. Rapporten er ment som en helhetlig status av byggeprosjektet som analyseres i verktøyet. Her har man muligheten til å rapportere på ulike hoveddeler i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Tidslinjen og sliceren inngår i rapporten slik at den valgte tiden og hoveddelen av prosjektet kan viderefremmes. Diagram for Earned Value-kurver finnes midt i rapporten.

Øverst i rapporten fyller man inn prosjekt navn, måned og år for rapportering. Videre finnes viktig nøkkelinformasjon for hvordan prosjektet presterer. Under "totale verdier, avvik og indikatorer" er verdier for planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi vist i tillegg til avvik og prestasjonsindikatorer.



Figur 5-19: Rapportfunksjon

5.2.10 NS 3451 og NS 3453

I fanen ”NS 3451 og NS 3453”, tilgjengelig fra startsidene, har brukeren muligheten til å komplettere inndelingen i standardene. Der hvor inndelingen er mangelfull eller åpner for egne kategorier kan brukeren legge inn disse her. Det gjøres enkelt ved å legge til en linje i slutten av tabellen.



NR	Navn
0	Ledig (marginer og reserver)
1	Felleskostnader
2	Bygning
3	VVS
4	Elkraft

Figur 5-20: Komplettering av inndelingen i verktøyet

Punkt 0 i NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt er har inndelingen 01, 02, 03,....., 09. Dette skaper et problem for Excel ved at den for eksempel ikke klarer å skille mellom underpost 01 (ledig post for marginer og reserver) og post 1 (felleskostnader). For at Excel skal kunne skille mellom 01 og 1 er det måttet benytte 0.1, 0.2, 0.3, osv. for 01, 02, 03 osv. Se følgende liste for fullstendig endring:

- 01 = 0,1
- 02 = 0,2
- 03 = 0,3
- 04 = 0,4
- 05 = 0,5
- 06 = 0,6
- 07 = 0,7
- 08 = 0,8
- 09 = 0,9

5.3 Verktøyets begrensninger

- Verktøyet er utviklet i Microsoft Excel 2016 for Windows. På grunn av manglende funksjoner i Microsoft Excel i Mac operativsystem vil ikke verktøyet fungere optimalt på en Mac datamaskin.
- Excel begrenser seg til en million rader. Et prosjekt kan derfor ikke ha flere månedsaktiviteter enn dette:

$$\text{Begrensning} = \sum_{t=t_0}^{t=\text{prosjektslutt}} \text{Aktivitet} \times \text{varighet i måneder}$$

- Verktøyet begrenser seg også til månedsvise rapportering. Det går derfor ikke an å rapportere på kortere intervaller enn en måned, for eksempel ukewise. Det samme gjelder verdier for avvik og prestasjonsindikatorer.
- Slik som veiledningen viser kan man bare registrere aktiviteter i bygningsdelstabellen ned på et tosifret nivå.

5.4 Verifisering av verktøyet

Det er gjort en omfattende test av verktøyet for å kontrollere at det fungerer som det skal. I veiledningen til verktøyet er det satt inn aktiviteter for et testprosjekt. Testprosjektet har en eller flere aktiviteter i alle 2-sifret kategorier i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifisering av kostnader i byggeprosjekt. Mange av aktivitetene strekker seg over flere måneder.

For de planlagte verdiene er det satt opp beløp for de ulike bygningsdelene med passende beløp.

Det er så brukt en tilfeldig-funksjon i Excel for å fylle inn verdier for faktiske kostnader og inntjent verdi. Funksjonen som er brukt i de tilhørende verdiene er:

For faktiske kostnader er følgende formel benyttet:

$$= \text{TILFELDIGMELLOM}([\text{@PV}]; [\text{@PV}] + 5000)$$

Denne formelen returnerer et tilfeldig beløp mellom den planlagte verdien og den planlagte verdien med et tilligg på 5.000 kroner.

For inntjent verdi er følgende formel benyttet:

$$= \text{TILFELDIGMELLOM}([\text{@PV}] - 5000; [\text{@PV}])$$

Denne formelen returnerer et tilfeldig beløp mellom den planlagte verdien med et fratrukk på 5.000 kroner og den planlagte verdien.

For å verifisere at utregninger av avvik og prestasjonsindikatorer er riktig i verktøyet er det benyttet en enkel summeringsfunksjon for å summere planlagt verdi, faktiske kostnader og inntjent verdi for så å regne ut prestasjonsindikatorer og avvik for hånd. Det er også gjort flere parallelle utregninger underveis i utviklingen av programmet for å verifisere at verktøyet summerer og regner riktig.

KAPITTEL 6:

DISKUSJON

6 Diskusjon

Med utgangspunkt i delmålene vil dette kapittelet drøfte hvorvidt formålet med rapporten er nådd.

6.1 Utarbeide en kravspesifikasjon for verktøyet

Verktøyet har vært i stadig utvikling og endring i løpet av høsten. Det er lagt vekt på enkelhet og brukervennlighet. Dette for at verktøyet skal kunne brukes av så mange som mulig uten omfattende opplæring. Det kan antas at Excel er et program de aller fleste byggefirmaer har tilgang til og bruken av verktøyet vil derfor begrense seg til Excels tilgjengelighet. Videre vil dette åpne for enklere utvikling og endring enn om det hadde vært bygget opp i et mindre utbredt program. Excel har en åpen programmeringsform der koding fortløpende vises, uten noen form for kompilering. Dermed kan Excel oppfattes som mer brukervennlig enn en rekke andre programmeringsformer.

Man skal ikke trenge mye excelferdigheter for å bruke verktøyet. Gjenkjennelige menylinjer tar deg videre rundt i de ulike funksjonene i analyseverktøyet. Oversiktlige knapper og valgmuligheter til diagrammer og tabeller gjør verktøyet brukervennlig. På grunn av dette oppsettet vil ikke verktøyet ligne på en tradisjonell Excelfil. Da verktøyet ikke krever vindu for formler, støttelinjer eller cellenavn er disse skjult og man kan nærmest kjøre verktøyet i fullskjerm på datamaskinen.

Verktøyet åpner for stor fleksibilitet da brukeren selv kan bestemme hva som skal medberegnes i analysen. Brukeren har ved hjelp av et par tastetrykk muligheten til å undersøke totaler, avvik og prestasjon for hele eller deler av prosjektet. Hvis en prosjektleder må vise hvordan en bestemt post i byggeprosjektet presterer kan dette gjøres uten behov for beregninger.

Inndelingen som er gjort i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt gir en oversikt over analysen som mange er kjent med fra før. Denne inndelingen legger grunnlag for flere bruksområder av verktøyet. Man kan for eksempel hente ut data om administrasjonskostnader fra et prosjekt og gjøre en studie på dette i flere prosjekter, eller se på hvordan effektiviteten i prosjekter varierer over året.

Der NS 3451 eller NS 3453 er mangelfull kan brukeren selv komplettere inndelingen. NS 3453 virker mangelfull i sammenligning med NS 3451. I NS 3451 er alt brutt ned til et tresifret nivå, mens i NS 3453 er det kun brutt ned til et tosifret nivå med forslag til underdeling. En mulig grunn til dette er at NS 3451 ble oppdatert i 2009, mens NS 3453 stammer fra 1987. Verktøyet åpner derfor opp for at brukeren selv kan fylle ut egne kategorier for å komplettere standarden til en mer detaljert inndeling.

I verktøyet finnes en ferdig utfylt rapporteringsfunksjon, som fungerer for månedlige rapporteringstider. Tanken er at bedrifter enkelt skal kunne rapportere til byggherre med denne funksjonen i en månedsrapport. Dette er en god grunn til at programmet er bygget opp på månedlige intervaller. Statusrapporten kan enkelt skrives ut og legges ved som vedlegg. Hvis man ikke vil bruke rapporteringsfunksjonen kan man kopiere ut hvilken som helst tabell eller diagram og lime det inn i sin egen separate rapport. Dette gjør at man ikke er låst til å bruke rapporteringsfunksjonen.

Ut ifra det som er belyst her kan vi sette opp en sjekkliste tabell fra kravspesifikasjonen som ble utarbeidet i kapittel 3 - Behov og produktspesifikasjon:

Tabell 6-1: Sjekkliste for kravspesifikasjonen

Kravspesifikasjon	Utført?	Kommentar
Rapport		
Teorigrunnlag	OK	Teorigrunnlaget har vært essensielt for å kunne utvikle et slikt verktøy
Veiledning	OK	En veiledning som tar brukeren gjennom verktøyet er vist i resultatdelen av rapporten og under hjelpsiden i verktøyet.
Verifisering	OK	Det er enkelt forklart hvordan verktøyet er blitt verifisert
Funksjonalitet		
Input	OK	Det er klart å bevare kravet om å kun å ha en side for å sette en data fra prosjektet
Tabeller	OK	Tabellene fungerer sømløst og oversiktig, helt ned til tredje nivå i NS 3453 og NS 3453
Diagrammer	OK	Diagrammene er oversiktig med fargekoder og forklaring til datalinjene
Valg av inndeling i NS3451 og NS3453	OK	Inndeling i postene i NS 3451 og NS 3453 fungerer ypperlig ved bruk av sliceren. Her kan man enkelt finne informasjon på spesifikke deler av byggeprosjektet eller større deler som huskostnad, entreprisekostnad osv.
Valg av tidsperioder	OK	Tidslinjen har gjort det mulig å se på bestemte perioder av prosjektet. Man kan her for eksempel se prestasjonen av byggeprosessen igjennom en kald vintermåned til forskjell fra en sommermåned.
Evaluerer av avvik og prestasjon	OK	Det er flere måter i verktøyet man kan vurdere avvik og prestasjon. Den gir både informasjon for hele prosjektet og de delene man ønsker å rapportere på.
Rapportering	OK	Rapporten som genereres av verktøyet har et format som gjør at det er enkelt å skrive det ut som et vedlegg til for eksempel en månedsrapport til byggherre
Tilgjengelighet	OK	Alle som har tilgang på nyeste versjon av Microsoft Excel kan benytte seg av verktøyet.
Brukergrensesnitt		
Flyt i verktøyet	OK	Flyten er oppfattet til å fungere bra etter mye uttesting i gjennom høsten. Det virker både intuitivt og enkelt.
Gjenkjennbart	OK	Layouten i verktøyet går igjen i alle sidene
Oversiktig	OK	Det virker oversiktig med dynamiske diagrammer og tabeller
Enkelhet	OK	Ingen stor ferdigheter i Excel behøves for å bruke verktøyet
Åpner for utvikling	OK	Siden verktøyet er utarbeidet i Excel åpner dette for at mange har mulighet til å videreutvikle det eller spesifisere det til sitt eget bruk

6.2 Gi en gjennomgang av relevant teori bak Earned Value som analysemetode

Det meste som er identifisert i teorikapittelet gjennom et litteraturstudium er overført til verktøyet som er utviklet. Det som ikke har fått plass i verktøyet er å vise ny estimert varighet (NEV) for prosjektet. Verktøyet er laget så fleksibelt som mulig for tabeller og diagrammer. Disse fremvisningsmåtene endrer seg automatisk når varigheten til prosjektet øker eller minsker. På grunn av dette har det vært vanskelig å hente ut antall måneder prosjektet har pågått. Dette har derimot vært mulig for å finne ny estimert kostnad (NEK) for prosjekter.

Likevel kan man enkelt finne ny estimert varighet (NEV) for prosjekter ved å bruke formelen fra kapittel 4.3.4. Man teller enkelt opp antall måneder der de planlagte verdiene forekommer og deler på fremdriftsprestasjonsindikatoren.

6.3 Utvikling og uttesting av verktøyet

Verktøyet er blitt utviklet igjennom høsten parallelt med gjennomføring av e-opplæringen av Excel og uttesting av programmet.

Det er blitt oppdaget at verktøyet ikke fungerer godt i Excel for Mac-maskiner. På grunn av manglende funksjoner i Microsoft Excel i Mac sitt operativsystem vil ikke verktøyet fungere optimalt på denne plattformen. Dette selv om siste versjon av Microsoft Office er blitt testet ut på Mac.

Det er gjort en omfattende test av verktøyet for å kontrollere at det fungerer som det skal. I veiledningen til verktøyet er det satt inn aktiviteter for et testprosjekt. Testprosjektet har én eller flere aktiviteter i alle 2-sifret kategorier i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt. Mange av aktivitetene strekker seg over flere måneder. Verdiene for prosjektets aktiviteter er satt inn med en randomfunksjon for å sjekke verktøyets robusthet.

KAPITTEL 7:

KONKLUSJON

7 Konklusjon

Formålet med denne masteroppgaven er å utvikle et omfattende oppfølgings- og rapporteringsverktøy for Earned Value som baserer seg på NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifisering av kostnader i byggeprosjekt. Kapittelet vil gi en oppsummering på om dette er oppnådd.

Verktøyet oppfattes som en stor forbedring til dagens Earned Value metode som brukes hos arbeidsgiver. Istedenfor å måtte lære seg Excel med avanserte formler for å sette opp en Earned Value analyse for hvert prosjektet som skal vurderes, kan brukeren nå enkelt sette inn prosjektdata i en tabell og automatisk få generert analysen. Tidligere har man måttet endre på inputen til diagrammer og beregninger for hver måned som går. Dette slipper man i det utviklede verktøyet i masteroppgaven.

Verktøyet er velfungerende og gir en omfattende Earned Value analyse som kan inndeles i NS 3451 - bygningsdelstabellen og NS 3453 - spesifisering av kostnader i byggeprosjekt. Ved at verktøyet er basert på de to nevnte standardene kan man enkelt gruppere planlagt verdi, inntjent verdi og faktiske kostnader både på tid og inndeling i standardene. I tillegg gir dette en dypere innsikt i hvordan byggeprosjekter presterer i ulike deler av prosjektet.

Verktøyet viser enkelt resultatet av en Earned Value analyse gjennom tabeller, diagrammer og statusrapporter.

Selv om det er fokusert mye på brukervennlighet har også verktøyet stor fleksibilitet. Verktøyet åpner for stor fleksibilitet da brukeren selv kan bestemme hva som skal medberegnes i analysen. Brukeren har ved hjelp av et par tastetrykk muligheten til å undersøke hele analysen ned til den minste tilgjengelige detaljeringsgrad. Dette gir, på en enkel måte, prosjektledere oversikt over hvordan byggeprosjekter presterer.

KAPITTEL 8:

VIDERE ARBEID

8 Videre arbeid

Kapittelet vil gi forslag til videre arbeid på det som er utarbeidet i denne rapporten.

Det ville vært interessant å lage en database som kan sammenligne flere prosjekter der verktøyet er benyttet. Det er da ønskelig at databasen har lignende form som verktøyet med muligheter for å se på bestemte tidsperioder og deler av bygningsdelen. På den måten kan man kategorisere prosjekter i et felles sammenligningsgrunnlag. Da vil man kunne gjøre en studie av prosjekter i samme sjanger og se på hvilke deler som har en tendens til å gå bra eller dårlig. Fellestrekk ved de forskjellige typer prosjekter kan da bli identifisert og skape nyttige erfaringer.

Videre vil det være nødvendig med vedlikehold av verktøyet. Problemer kan oppstå i senere tid som ikke er oppdaget i dette arbeidet.

Verktøyet håpes å bli brukt i prosjekter som starter i 2016 eller at det implementeres i allerede pågående prosjekter.

KAPITTEL 9:

REFERANSELISTE

9 Referanseliste

- Bichão, H., & Tilseth, M. (2014). *Litteratursøk: Hva hvor hvordan*. NTNU UB - Arkitektur- og byggebiblioteket.
- Dalland, O. (2007). *Metode og oppgaveskriving for studenter*: Gyldendal akademisk.
- De nasjonale forskningsetiske komiteene. (2015). Kvantitativ metode. Retrieved 9.06.2015, from <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnærminger/Kvantitativ-metode/>
- Elsevier B.V. (2014a). The History of EI. from <http://www.elsevier.com/online-tools/engineering-village/history>
- Elsevier B.V. (2014b). Scopus. An eye on global research. from <http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>
- Evensmo, J., & Karlsen, J. T. (2005). Earned Value: The Hammer Without Nails? *AACE International Transactions*, CS121.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2006). Earned Value Project Management A Powerful Tool for Software Projects. *Software Management*, 16, 337.
- Jakobsen, D. I. (2000). Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode: Høyskoleforlaget, Kristiansand.
- Kommunal- og regionaldepartement. (2011-2012). Stortingsmelding 28. Gode bygg for eit betre samfunn - Ein framtidretta bygningspolitikk., from <http://www.regjeringen.no/nn/dep/kmd/Dokument/proposisjonar-og-meldingar/stortingsmeldingar/2011-2012/meld-st-28-20112012.html?id=685179>
- Kommunal- og Regionaldepartementet. (2012). Produktivitetsvekst og omstillinger. from <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld-st-28-20112012/id685179/?docId=STM201120120028000DDDEPIS&q=&navchap=1&ch=2>
- Norsk Standard. (1987). NS 3453 - spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt: Norsk Standard
- Norsk Standard. (2009). NS 3451 - bygningsdelstabellen: Norsk Standard.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Trondheim: Tapir akademisk.
- Prosjektgruppen i SpeedUp. (2014). *Speed Up - Prosjektbeskrivelse*.
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfasen: valg av konsept*. Trondheim: Tapir akademisk forl.
- Samset, K. (2014). *Forskningsmetodekurset 2014*. IVT/BAT.
- SpeedUp. (2015). Hovedaktiviteter og arbeidspakker. from <http://www.prosjektnorge.no/index.php?pageId=764>
- Store norske leksikon. (2015). Retrieved 08.11.2015, from <https://snl.no/kravspesifikasjon>

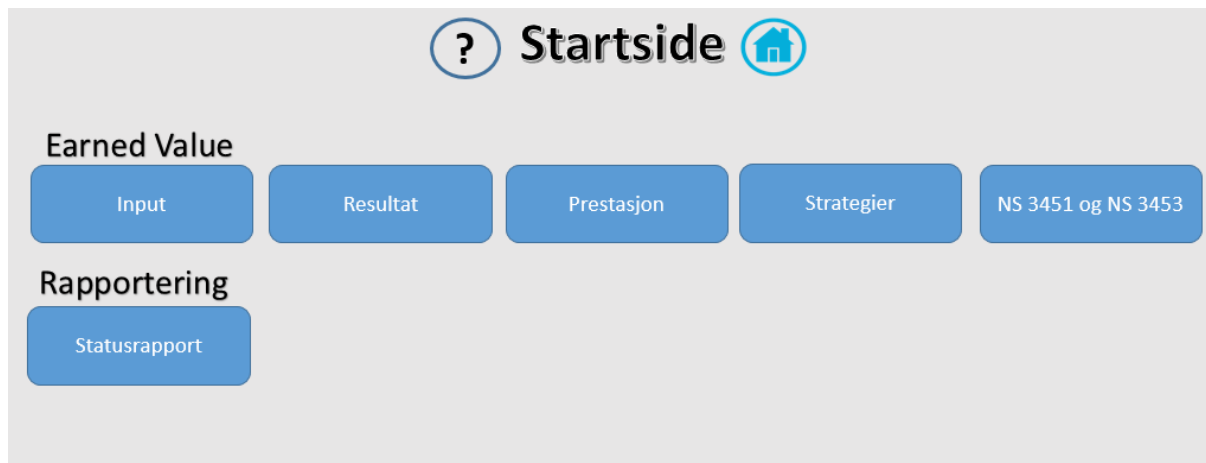
KAPITTEL 10:

VEDLEGG

10 Vedlegg

Vedlegg A: Skjermbilder fra verktøyet på et 2-sifret nivå i NS 3451 og NS 3453

Startside:



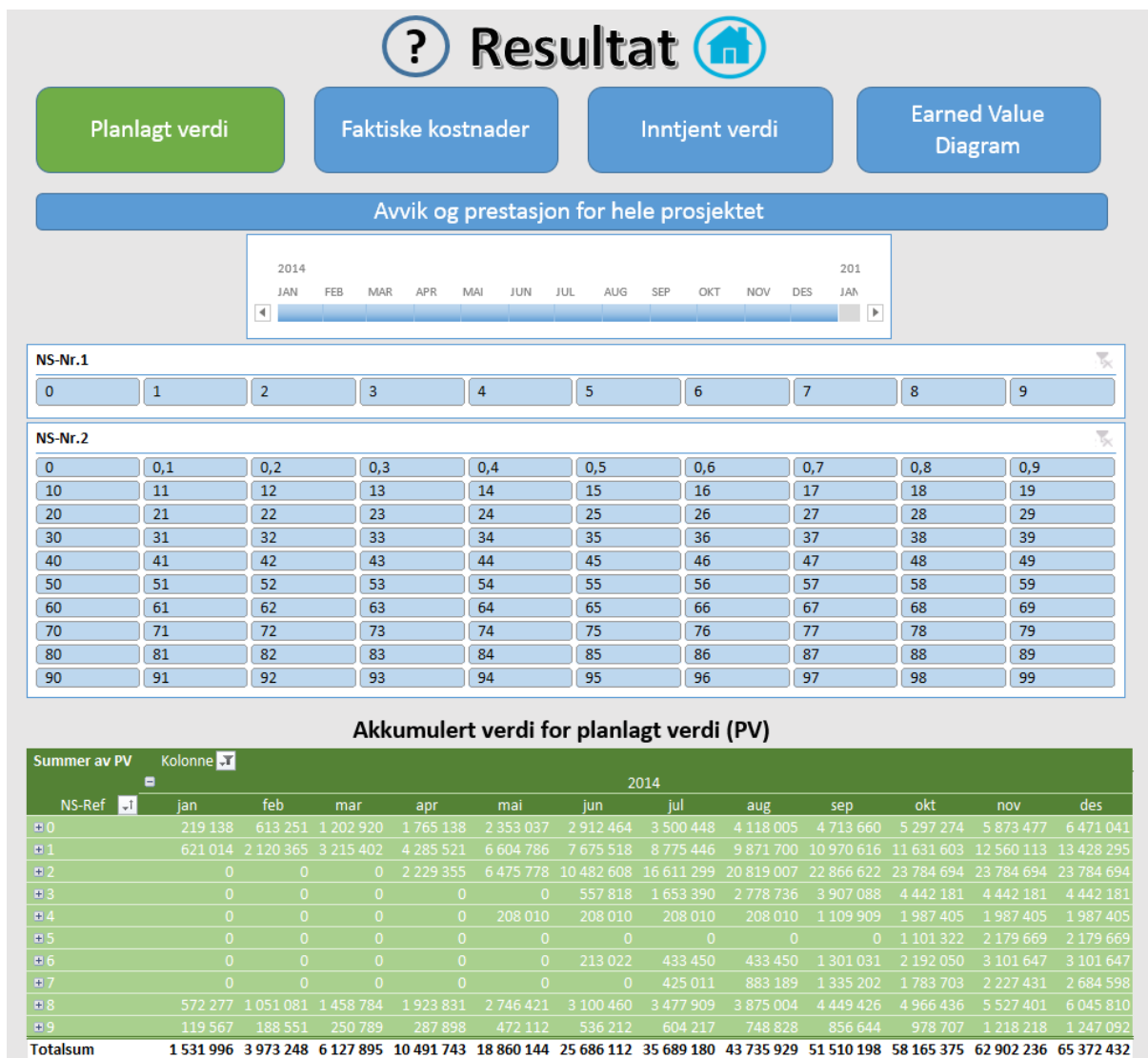
Input:


Input

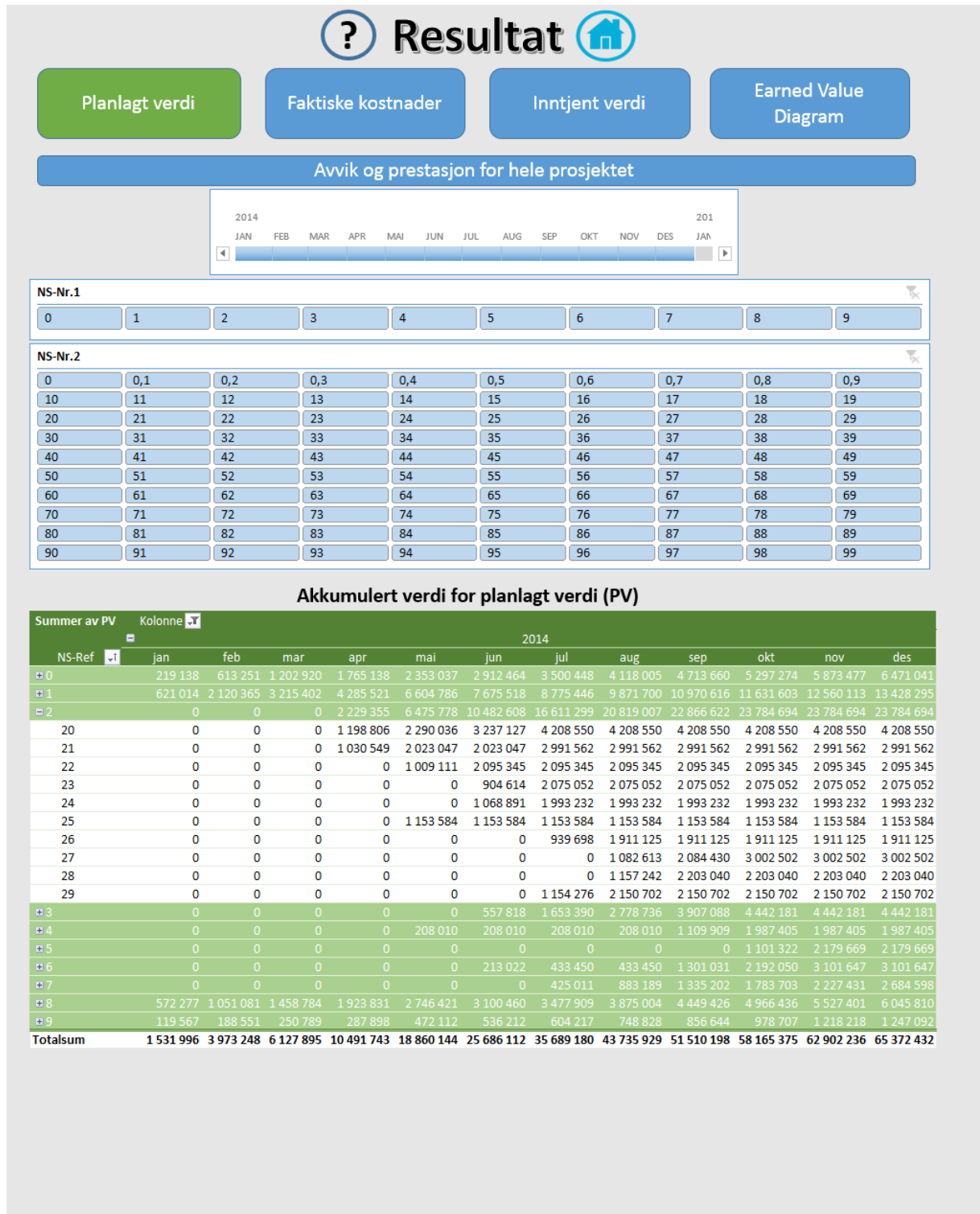

Input
Resultat

Aktivitet	Dato	NS trinn 1	NS trinn 2	NS-Navn	PV	FV	IV	%-fullført
	jan. 14	0	0	Ledig (marginer og reserver)	10 000	10 000	10 000	
	jan. 14	0	0,1	Ledig (marginer og reserver)	209 138	213 226	208 536	
	jan. 14	1	13	Entreprisadministrasjon	218 418	220 276	216 979	
	jan. 14	1	14	Andre felleskostnader	191 078	191 812	188 117	
	jan. 14	1	19	Diverse	211 518	211 782	209 222	
	jan. 14	8	82	Prosjektering	119 699	124 032	116 898	
	jan. 14	8	83	Administrasjon	114 548	119 149	114 476	
	jan. 14	8	83	Administrasjon	129 686	129 865	127 243	
	jan. 14	9	92	Tomt	56 779	58 798	52 621	
	jan. 14	9	93	Finanseringskostnader	62 788	64 295	59 616	
	jan. 14	8	84	Bikostnader	51 588	55 781	49 409	
	jan. 14	8	84	Bikostnader	60 539	63 129	57 877	
	jan. 14	8	85	Forsikringer, gebyrer	66 328	68 512	63 436	
	jan. 14	8	89	Diverse	29 889	32 052	27 596	
	feb. 14	0	0,1	Ledig (marginer og reserver)	183 683	183 752	180 056	
	feb. 14	1	12	Drift av byggeplass	492 255	492 305	491 099	
	feb. 14	9	93	Finanseringskostnader	68 984	72 371	68 191	
	feb. 14	0	0,2	Ledig (marginer og reserver)	210 430	211 869	205 470	
	feb. 14	1	13	Entreprisadministrasjon	210 393	210 834	208 656	
	feb. 14	1	14	Andre felleskostnader	212 859	215 884	211 180	
	feb. 14	1	19	Diverse	184 381	189 074	180 954	
	feb. 14	8	82	Prosjektering	127 506	131 956	125 194	
	feb. 14	8	83	Administrasjon	111 140	112 664	110 476	
	feb. 14	8	81	Program	45 587	47 323	43 455	
	feb. 14	8	84	Bikostnader	57 916	62 896	57 044	
	feb. 14	8	85	Forsikringer, gebyrer	58 874	63 023	58 188	
	feb. 14	8	89	Diverse	77 781	81 457	75 922	
	feb. 14	1	14	Andre felleskostnader	216 963	218 757	213 480	
	feb. 14	1	19	Diverse	182 500	184 583	180 235	
	mar. 14	0	0,1	Ledig (marginer og reserver)	186 392	187 017	185 712	
	mar. 14	9	93	Finanseringskostnader	62 238	65 885	59 634	
	mar. 14	0	0,2	Ledig (marginer og reserver)	184 910	185 604	181 364	
	mar. 14	1	12	Drift av byggeplass	462 598	462 766	461 891	
	mar. 14	0	0,2	Ledig (marginer og reserver)	218 367	222 643	216 441	
	mar. 14	1	13	Entreprisadministrasjon	217 410	222 255	216 976	
	mar. 14	8	82	Prosjektering	112 674	116 298	110 730	
	mar. 14	8	83	Administrasjon	113 881	117 005	112 826	
	mar. 14	8	81	Program	48 495	49 632	44 274	
	mar. 14	8	84	Bikostnader	54 228	57 453	49 707	
	mar. 14	8	85	Forsikringer, gebyrer	33 083	38 041	32 159	
	mar. 14	8	89	Diverse	45 342	49 862	40 458	
	mar. 14	1	14	Andre felleskostnader	197 213	199 346	193 076	
	mar. 14	1	19	Diverse	217 816	217 953	217 201	
	apr. 14	2	20	Bygning, generelt	1 198 806	1 203 290	1 193 950	
	apr. 14	2	21	Grunn og fundamenter	1 030 549	1 034 902	1 030 119	
	apr. 14	9	93	Finanseringskostnader	37 109	41 108	35 668	
	apr. 14	0	0,2	Ledig (marginer og reserver)	193 462	195 830	189 253	
	apr. 14	0	0,3	Ledig (marginer og reserver)	182 518	186 945	178 137	
	apr. 14	1	12	Drift av byggeplass	461 154	465 814	458 065	
	apr. 14	0	0,3	Ledig (marginer og reserver)	186 238	187 194	182 555	

Output for planlagt verdi (PV):



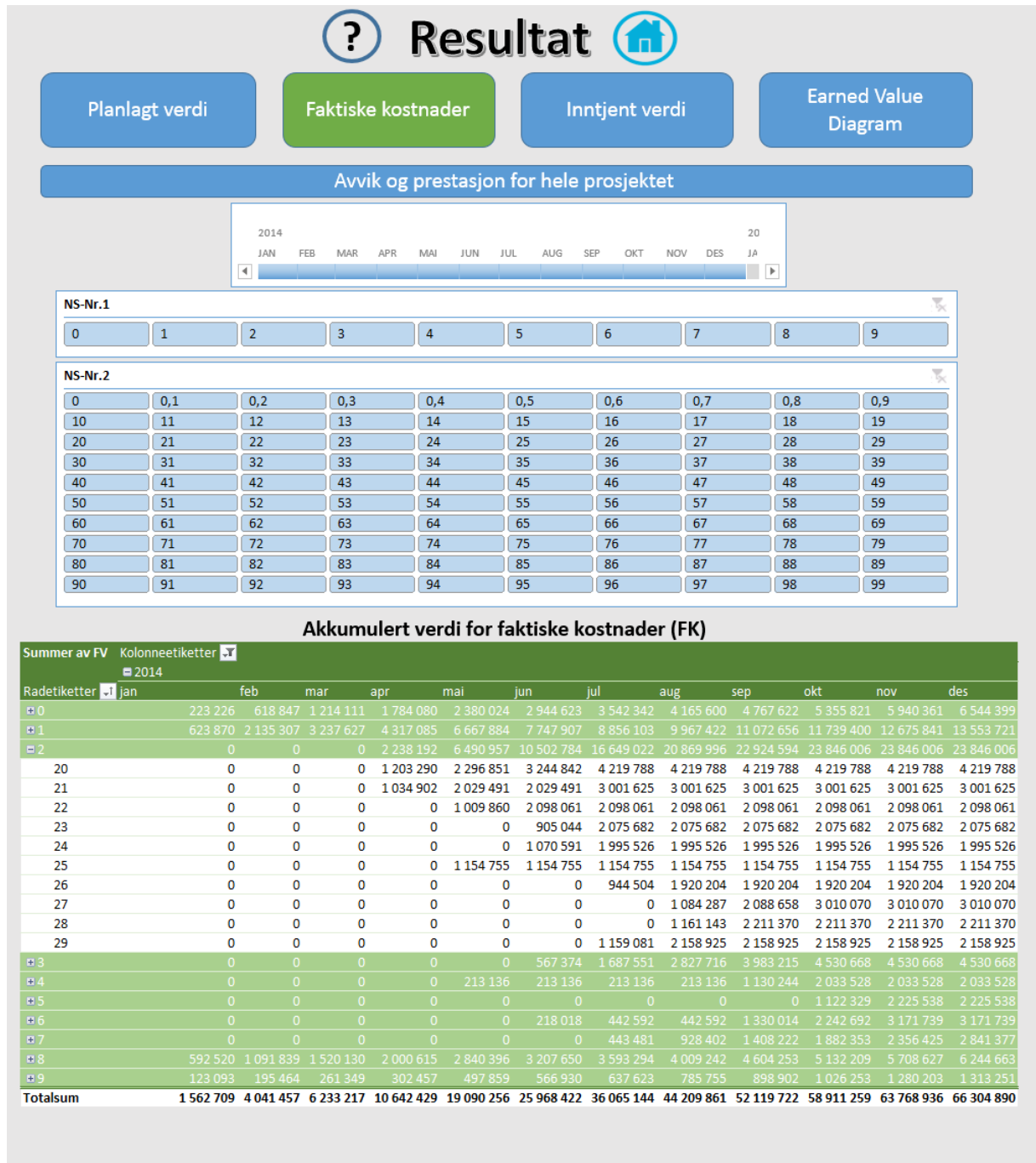
Output for planlagt verdi (PV) med utvidet tabell:



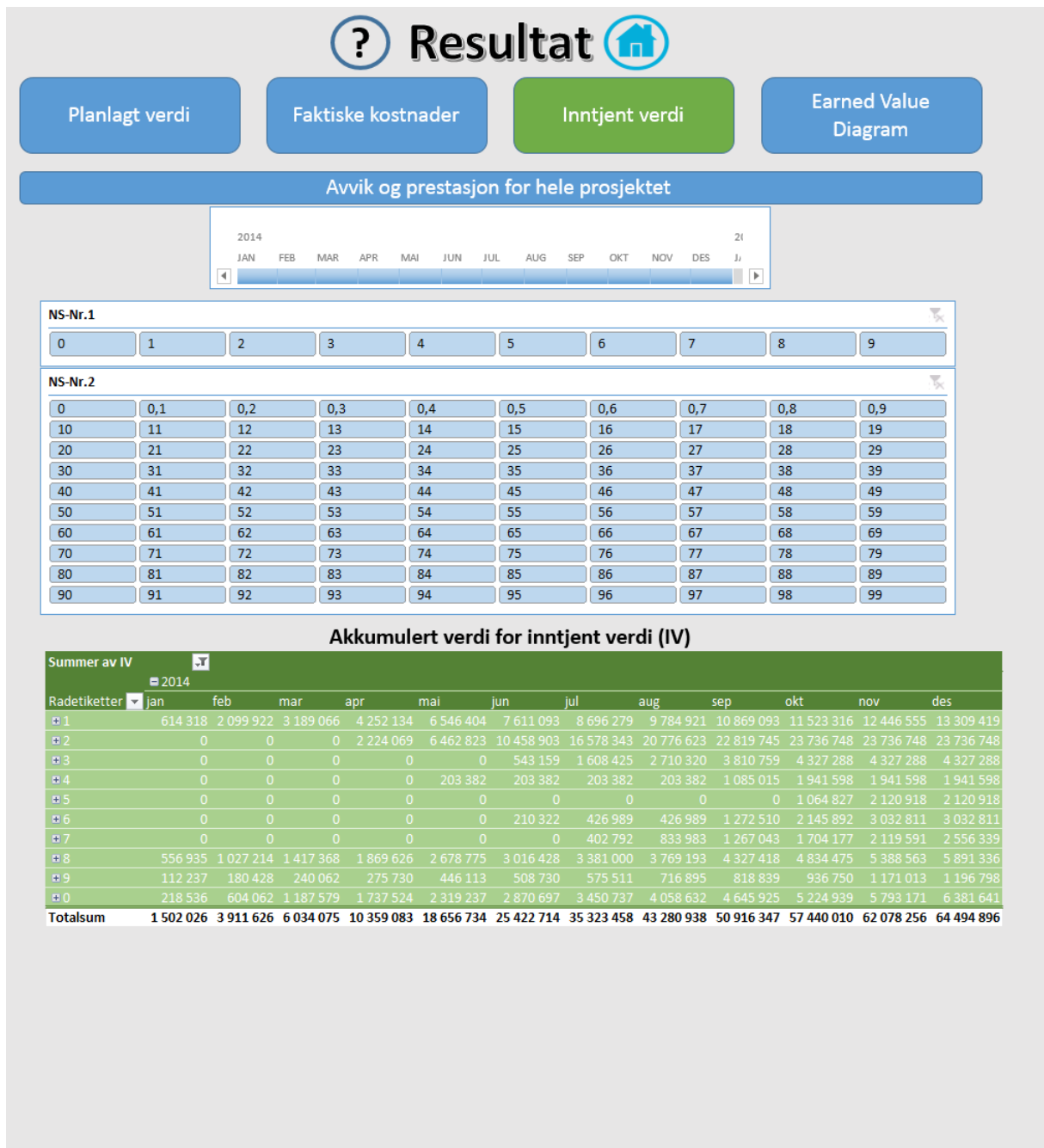
Output for faktiske kostnader (FK):




Output for faktiske kostnader (FK) med utvidet tabell:



Output for inntjent verdi (IV):



Output for inntjent verdi (IV) med utvidet tabell:



Resultat

Planlagt verdi

Faktiske kostnader

Inntjent verdi

Earned Value Diagram

Avvik og prestasjon for hele prosjektet

2014

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

NS-Nr.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

NS-Nr.2

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Akkumulert verdi for inntjent verdi (IV)

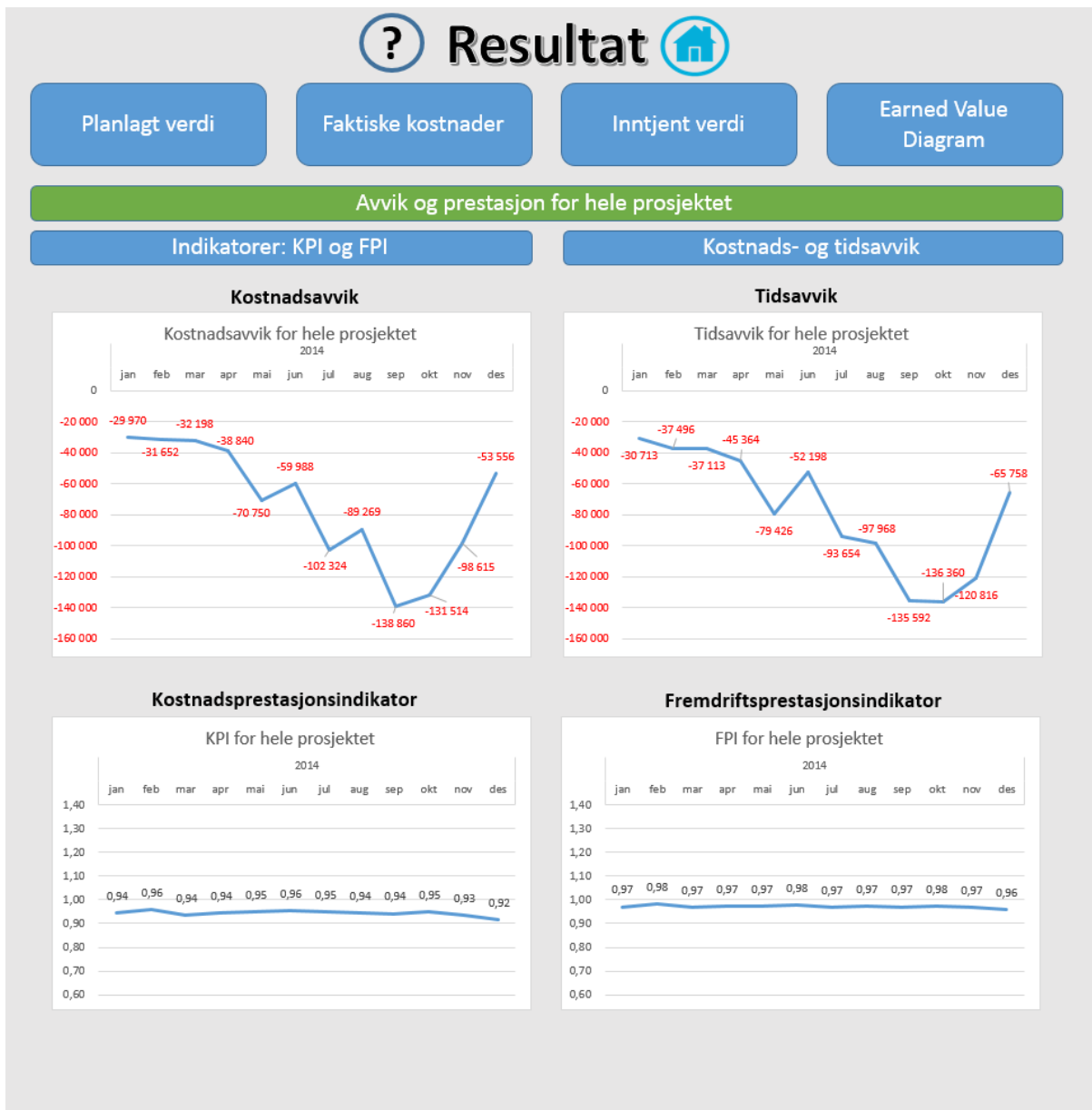
Summer av IV

Radetiketter	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
1	614 318	2 099 922	3 189 066	4 252 134	6 546 404	7 611 093	8 696 279	9 784 921	10 869 093	11 523 316	12 446 555	13 309 419
2	0	0	0	2 224 069	6 462 823	10 458 903	16 578 343	20 776 623	22 819 745	23 736 748	23 736 748	23 736 748
3	0	0	0	0	0	543 159	1 608 425	2 710 320	3 810 759	4 327 288	4 327 288	4 327 288
4	0	0	0	0	203 382	203 382	203 382	203 382	1 085 015	1 941 598	1 941 598	1 941 598
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 064 827	2 120 918	2 120 918
6	0	0	0	0	0	210 322	426 989	426 989	1 272 510	2 145 892	3 032 811	3 032 811
7	0	0	0	0	0	0	402 792	833 983	1 267 043	1 704 177	2 119 591	2 556 339
8	556 935	1 027 214	1 417 368	1 869 626	2 678 775	3 016 428	3 381 000	3 769 193	4 327 418	4 834 475	5 388 563	5 891 336
80	0	0	0	0	118 083	118 083	118 083	118 083	118 083	118 083	118 083	118 083
81	0	43 455	87 729	206 330	206 330	206 330	206 330	206 330	206 330	206 330	206 330	206 330
82	116 898	242 092	352 822	479 724	593 354	711 626	830 610	943 769	1 290 261	1 516 865	1 771 421	2 018 091
83	241 719	352 195	465 021	590 477	718 656	827 951	945 777	1 062 053	1 173 016	1 294 785	1 419 448	1 546 878
84	107 286	164 330	214 037	230 964	276 426	296 433	339 733	403 584	435 598	486 396	513 300	537 049
85	63 436	121 624	153 783	184 415	203 705	247 275	312 124	346 311	381 614	457 751	528 501	605 109
86	0	0	0	0	114 261	114 261	114 261	114 261	114 261	114 261	114 261	114 261
87	0	0	0	0	118 917	118 917	118 917	118 917	118 917	118 917	118 917	118 917
88	0	0	0	0	110 448	110 448	110 448	110 448	110 448	110 448	110 448	110 448
89	27 596	103 518	143 976	177 716	218 595	265 104	284 717	345 437	378 890	410 639	487 854	516 170
9	112 237	180 428	240 062	275 730	446 113	508 730	575 511	716 895	818 839	936 750	1 171 013	1 196 798
0	218 536	604 062	1 187 579	1 737 524	2 319 237	2 870 697	3 450 737	4 058 632	4 645 925	5 224 939	5 793 171	6 381 641
Totalsum	1 502 026	3 911 626	6 034 075	10 359 083	18 656 734	25 422 714	35 323 458	43 280 938	50 916 347	57 440 010	62 078 256	64 494 896

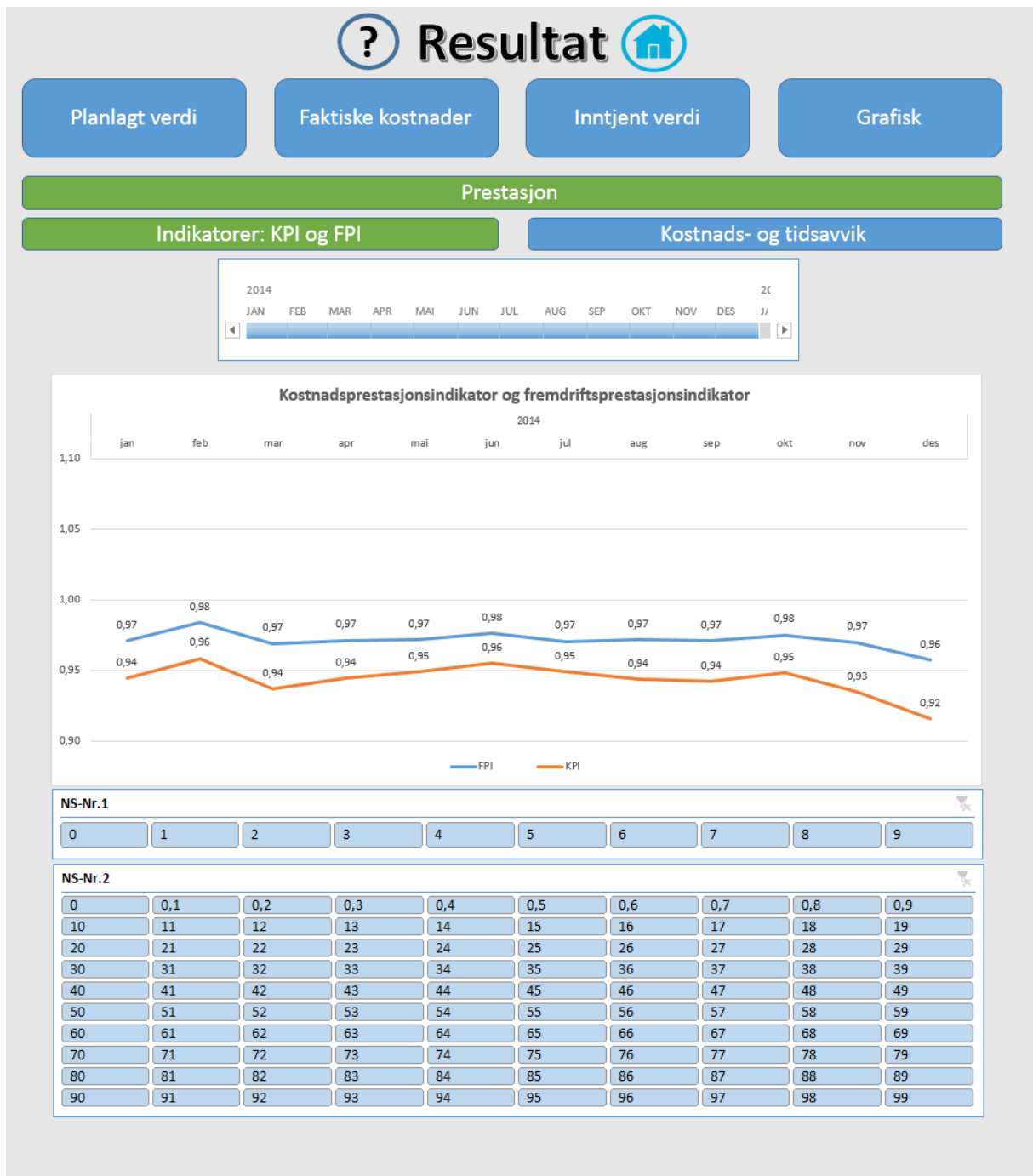
Earned Value diagram:



Avvik og prestasjoner for hele prosjektet:



Prestasjonsindikatorer for kostnader og fremdrift (KPI og FPI):



Kostnads og tidsavvik (KA og TA):

Resultat

Planlagt verdi

Faktiske kostnader

Inntjent verdi

Grafisk

Prestasjon

Indikatorer: KPI og FPI

Kostnads- og tidsavvik

2014 2
 JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES

Kostnads- og tidsavvik

Måned	Kostnadsavvik	Tidsavvik
jan	-30 713	-29 970
feb	-31 652	-37 496
mar	-32 198	-37 496
apr	-38 840	-45 364
mai	-70 750	-79 426
jun	-52 198	-59 988
jul	-93 654	-102 324
aug	-89 269	-97 968
sep	-135 592	-138 860
okt	-131 514	-136 360
nov	-98 615	-120 816
des	-53 556	-65 758

NS-Nr.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

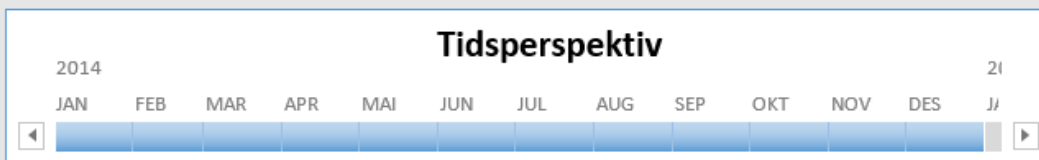
NS-Nr.2

0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

Rapporteringsfunksjonen:

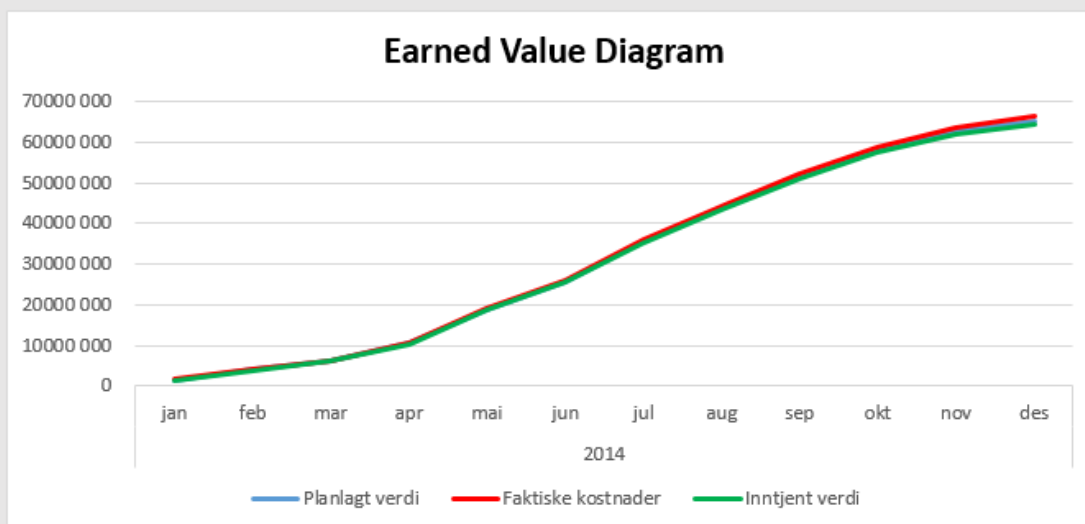
Prosjektnavn: Testprosjekt

Rapporteringstid: Desember 2014



Totale verdier, avvik og indikatorer

Planlagt verdi	kr	65 372 432,00	Kostnadsavvik	kr -877 536
Faktiske kostnader	kr	66 304 890,00	Tidsavvik	kr -932 458
Inntjent verdi	kr	64 494 896,00	KPI	0,971
			FPI	0,944
			Ny estimert kostnad	kr 67 290 821



Deler av bygningsdelstabellen som er tatt hensyn til:

Fullt NS-Navn	
0: Ledig (marginer og reserver)	1: Felleskostnader
2: Bygning	3: VVS
4: Elkraft	5: Tele og automatisering
6: Andre installasjoner	7: Utendørs
8: Generelle kostnader	9: Spesielle kostnader

Vedlegg B: Skjermbilder fra verktøyet på et 3-sifret nivå i NS 3451 og NS 3453

Startside:



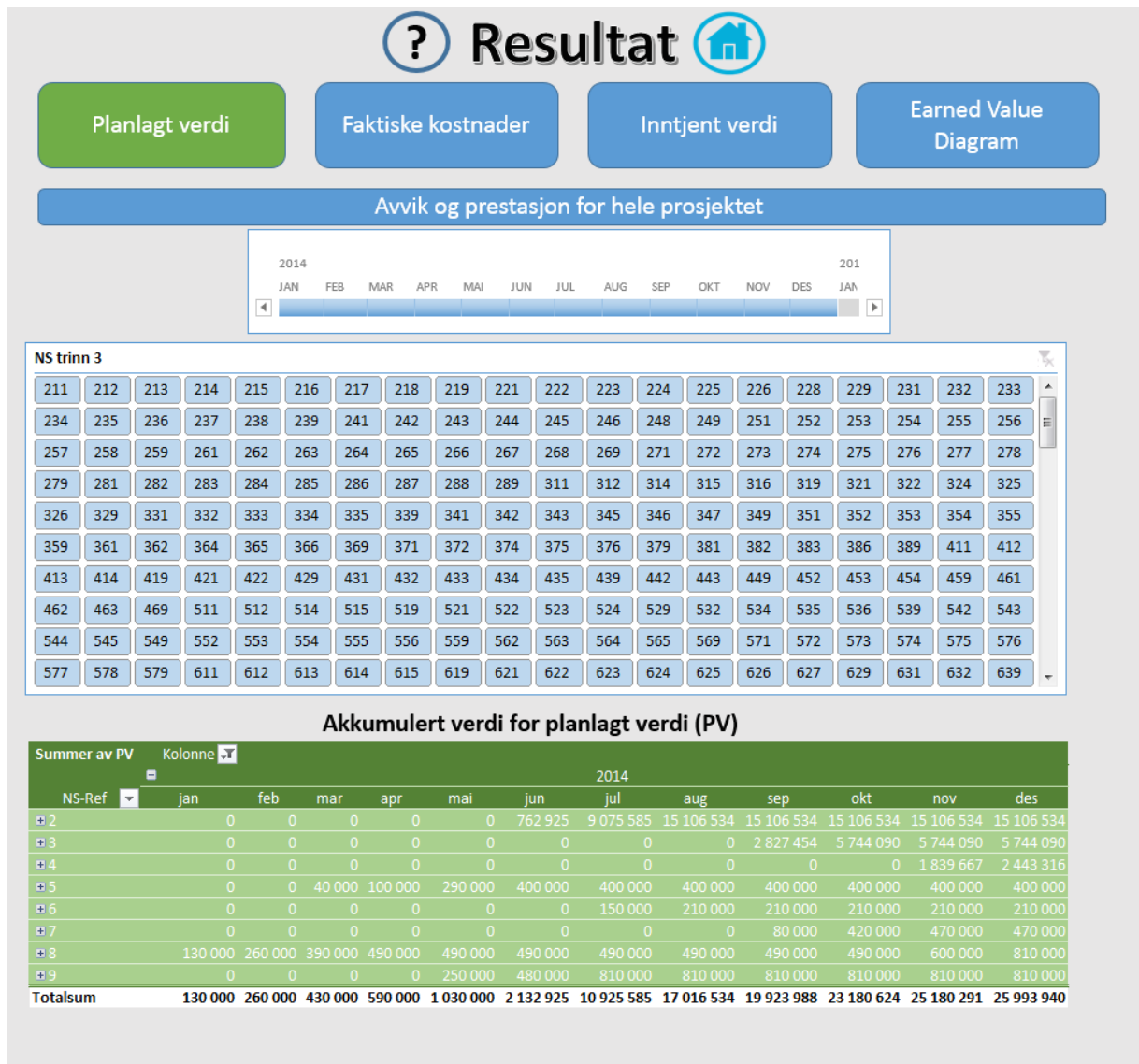
Input:

? **Input**


Input
Resultat

Aktivitet	Dato	NS trinn 1	NS trinn 2	NS trinn 3	NS-Navn	PV	FV	IV	%-fullført
	mai. 14	5	54	543	Adgangskontroll, innbrudds- og overfa	10 000	12 000	8 000	
	des. 14	4	46	463	Akkumulatoranlegg	212 884	213 899	209 559	
	nov. 14	4	41	419	Andre basisinstallasjoner for elkraft	94 207	97 676	91 781	
	apr. 14	5	51	519	Andre basisinstallasjoner for tele og a	10 000	12 000	8 000	
	jul. 14	2	22	229	Andre deler av bæresystem	43 670	46 747	42 615	
	aug. 14	2	25,0	259	Andre deler av dekker	971 427	975 700	970 234	
	jul. 14	2	21	219	Andre deler av grunn og fundamenter	968 515	972 134	967 281	
	jul. 14	2	24	249	Andre deler av innervegg	502 368	503 696	498 615	
	sep. 14	3	33	339	Andre deler av installasjoner for bran	522 613	524 045	518 324	
	okt. 14	3	35	359	Andre deler av installasjoner for kulde	119 196	122 382	116 596	
	sep. 14	3	34	349	Andre deler av installasjoner til gass-	112 150	114 046	111 611	
	nov. 14	4	43	439	Andre deler av lavspent forsyning	182 436	186 872	179 288	
	sep. 14	3	31	319	Andre deler av sanitærinstallasjoner	45 592	49 156	43 322	
	sep. 14	3	32	329	Andre deler av varmeinstallasjoner	107 184	109 507	102 470	
	aug. 14	2	26	269	Andre deler av yttertak	95 117	95 394	93 162	
	jul. 14	2	23	239	Andre deler av yttervegg	68 005	70 693	66 781	
	mai. 14	5	54	549	Andre deler for alarm og signal	10 000	12 000	8 000	
	jun. 14	5	56	569	Andre deler for automatisering	10 000	12 000	8 000	
	nov. 14	4	42	429	Andre deler for høyspent forsyning	44 096	47 957	40 270	
	nov. 14	4	44	449	Andre deler for installasjon til lys	126 146	129 397	125 129	
	apr. 14	5	52	529	Andre deler for integrert kommunikasj	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	3	37	379	Andre deler for komfortkjøling	46 302	48 177	44 688	
	mai. 14	5	55	559	Andre deler for lyd- og bildesystemer	10 000	12 000	8 000	
	nov. 14	7	77	779	Andre deler for parker og hager	10 000	12 000	8 000	
	des. 14	4	46	469	Andre deler for reservekraftforsyning	28 391	29 592	23 749	
	mai. 14	5	53	539	Andre deler for telefoni og personsøkir	10 000	12 000	8 000	
	nov. 14	7	78	789	Andre deler for utendørs infrastruktur	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	3	38	389	Andre deler for vannbehandling	107 015	111 634	103 774	
	okt. 14	7	76	769	Andre deler for veger og plasser	10 000	12 000	8 000	
	aug. 14	6	65	659	Andre installasjoner for avfall og støv	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	7	74	749	Andre installasjoner for utendørs elkr	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	7	75	759	Andre installasjoner for utendørs tele	10 000	12 000	8 000	
	jul. 14	6	61	619	Andre prefabrikerte rom	10 000	12 000	8 000	
	aug. 14	2	28	287	Andre rekkverk, håndlister og fendere	516 617	520 912	515 967	
	aug. 14	6	63	639	Andre transportanlegg for småvarer m	10 000	12 000	8 000	
	aug. 14	2	28	289	Andre trapper, balkonger m.m.	186 311	190 153	183 266	
	okt. 14	7	72	729	Andre utendørs konstruksjoner	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	7	73	739	Andre utendørs røranlegg	10 000	12 000	8 000	
	des. 14	4	45	459	Annen elvarme	48 190	51 710	47 598	
	aug. 14	2	27	279	Annen fast inventar	44 527	45 872	40 240	
	jun. 14	5	57	579	Annen instrumentering	10 000	12 000	8 000	
	jul. 14	6	62	629	Annen person- og varetransport	10 000	12 000	8 000	
	sep. 14	7	71	719	Annen terrengbearbeiding	10 000	12 000	8 000	
	okt. 14	3	36	369	Annet utstyr for luftbehandling	111 597	111 808	108 288	
	okt. 14	3	37	374	Armaturer for komfortkjøling	110 299	111 381	105 705	
	sep. 14	3	31	314	Armaturer for sanitærinstallasjoner	42 145	45 035	38 746	
	sep. 14	3	32	324	Armaturer for varmeinstallasjoner	118 286	118 680	115 719	

Output for planlagt verdi (PV):



Output for planlagt verdi (PV) med utvidet tabell:



Resultat

Planlagt verdi

Faktiske kostnader

Inntjent verdi

Earned Value Diagram

Avvik og prestasjon for hele prosjektet

2014 201

JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES JAN

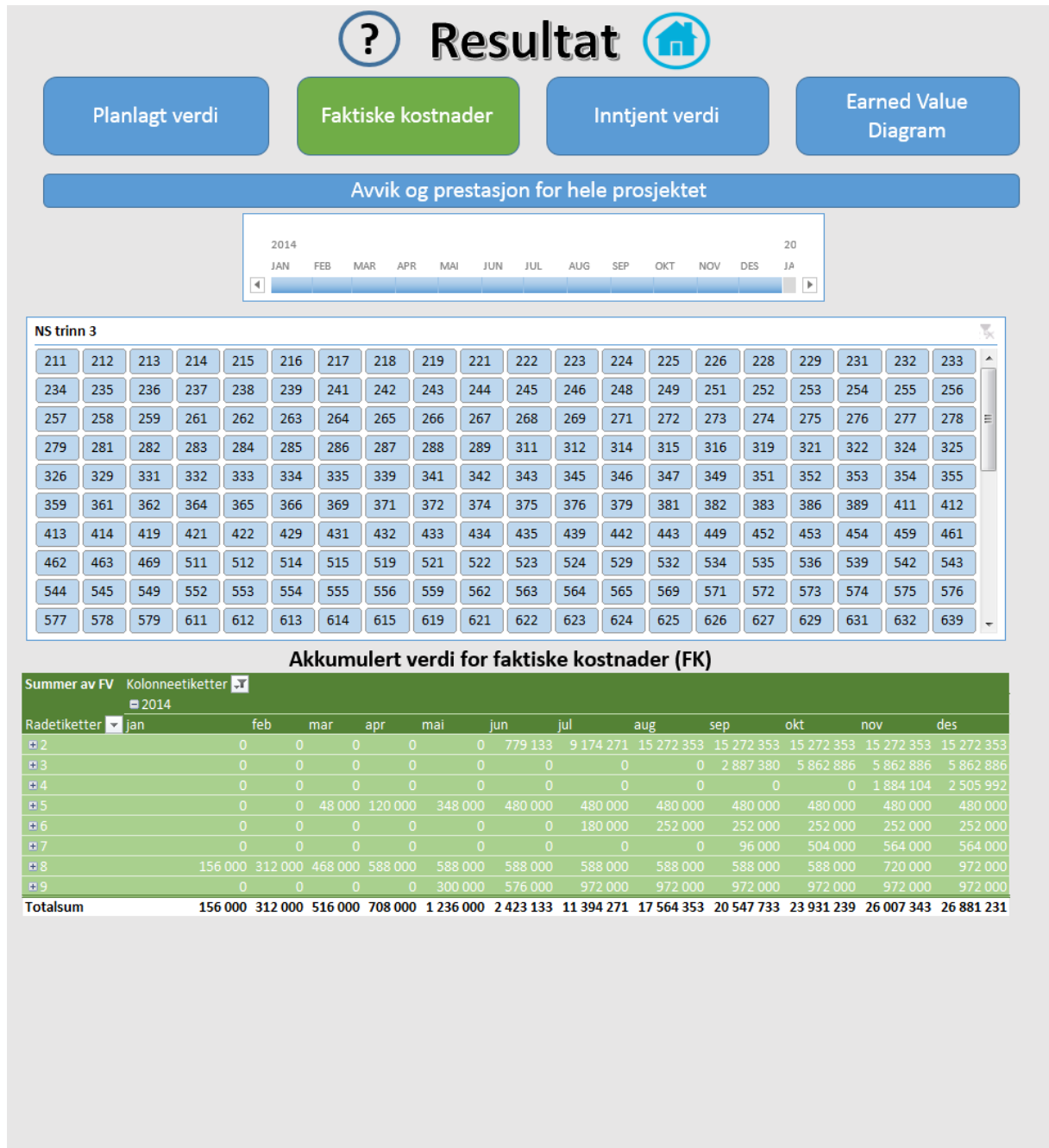
NS trinn 3

211	212	213	214	215	216	217	218	219	221	222	223	224	225	226	228	229	231	232	233
234	235	236	237	238	239	241	242	243	244	245	246	248	249	251	252	253	254	255	256
257	258	259	261	262	263	264	265	266	267	268	269	271	272	273	274	275	276	277	278
279	281	282	283	284	285	286	287	288	289	311	312	314	315	316	319	321	322	324	325
326	329	331	332	333	334	335	339	341	342	343	345	346	347	349	351	352	353	354	355
359	361	362	364	365	366	369	371	372	374	375	376	379	381	382	383	386	389	411	412
413	414	419	421	422	429	431	432	433	434	435	439	442	443	449	452	453	454	459	461
462	463	469	511	512	514	515	519	521	522	523	524	529	532	534	535	536	539	542	543
544	545	549	552	553	554	555	556	559	562	563	564	565	569	571	572	573	574	575	576
577	578	579	611	612	613	614	615	619	621	622	623	624	625	626	627	629	631	632	639

Akkumulert verdi for planlagt verdi (PV)

Summer av PV		2014											
NS-Ref	Kolonne	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
2													
21		0	0	0	0	0	762 925	2 702 863	2 702 863	2 702 863	2 702 863	2 702 863	2 702 863
22													
221		0	0	0	0	0	0	924 341	924 341	924 341	924 341	924 341	924 341
222		0	0	0	0	0	0	939 698	939 698	939 698	939 698	939 698	939 698
223		0	0	0	0	0	0	1 154 276	1 154 276	1 154 276	1 154 276	1 154 276	1 154 276
224		0	0	0	0	0	0	129 959	129 959	129 959	129 959	129 959	129 959
225		0	0	0	0	0	0	92 492	92 492	92 492	92 492	92 492	92 492
226		0	0	0	0	0	0	125 433	125 433	125 433	125 433	125 433	125 433
228		0	0	0	0	0	0	121 661	121 661	121 661	121 661	121 661	121 661
229		0	0	0	0	0	0	43 670	43 670	43 670	43 670	43 670	43 670
23		0	0	0	0	0	0	408 482	408 482	408 482	408 482	408 482	408 482
24		0	0	0	0	0	0	1 457 701	1 457 701	1 457 701	1 457 701	1 457 701	1 457 701
25		0	0	0	0	0	0	975 009	1 946 436	1 946 436	1 946 436	1 946 436	1 946 436
26		0	0	0	0	0	0	0	2 853 667	2 853 667	2 853 667	2 853 667	2 853 667
27		0	0	0	0	0	0	0	416 599	416 599	416 599	416 599	416 599
28		0	0	0	0	0	0	0	1 789 256	1 789 256	1 789 256	1 789 256	1 789 256
3		0	0	0	0	0	0	0	0	2 827 454	5 744 090	5 744 090	5 744 090
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 839 667	2 443 316
5		0	0	40 000	100 000	290 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
6		0	0	0	0	0	0	150 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
7		0	0	0	0	0	0	0	0	80 000	420 000	470 000	470 000
8		130 000	260 000	390 000	490 000	490 000	490 000	490 000	490 000	490 000	490 000	600 000	810 000
9		0	0	0	0	250 000	480 000	810 000	810 000	810 000	810 000	810 000	810 000
Totalsum		130 000	260 000	430 000	590 000	1 030 000	2 132 925	10 925 585	17 016 534	19 923 988	23 180 624	25 180 291	25 993 940

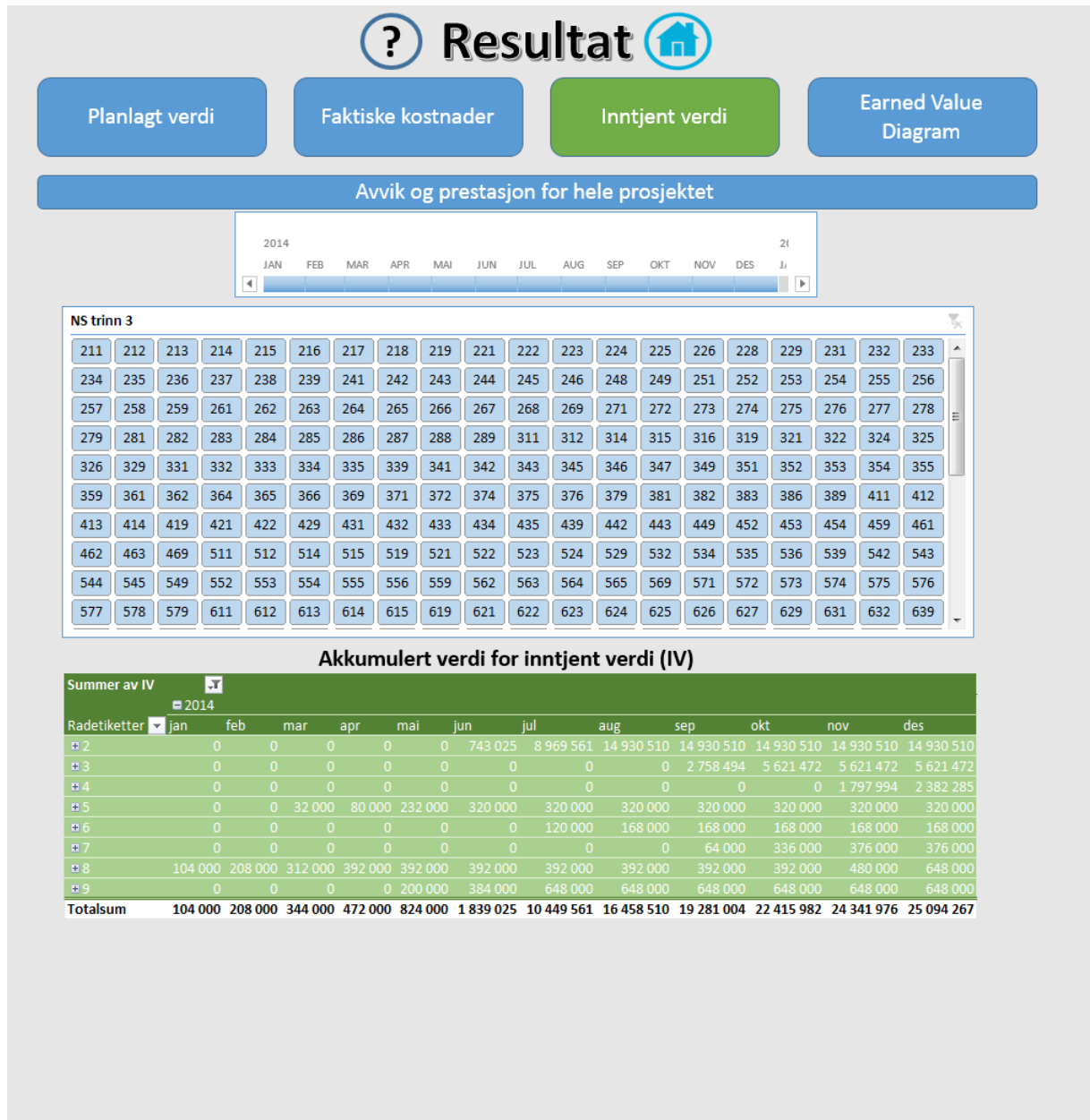
Output for faktiske kostnader (FK):



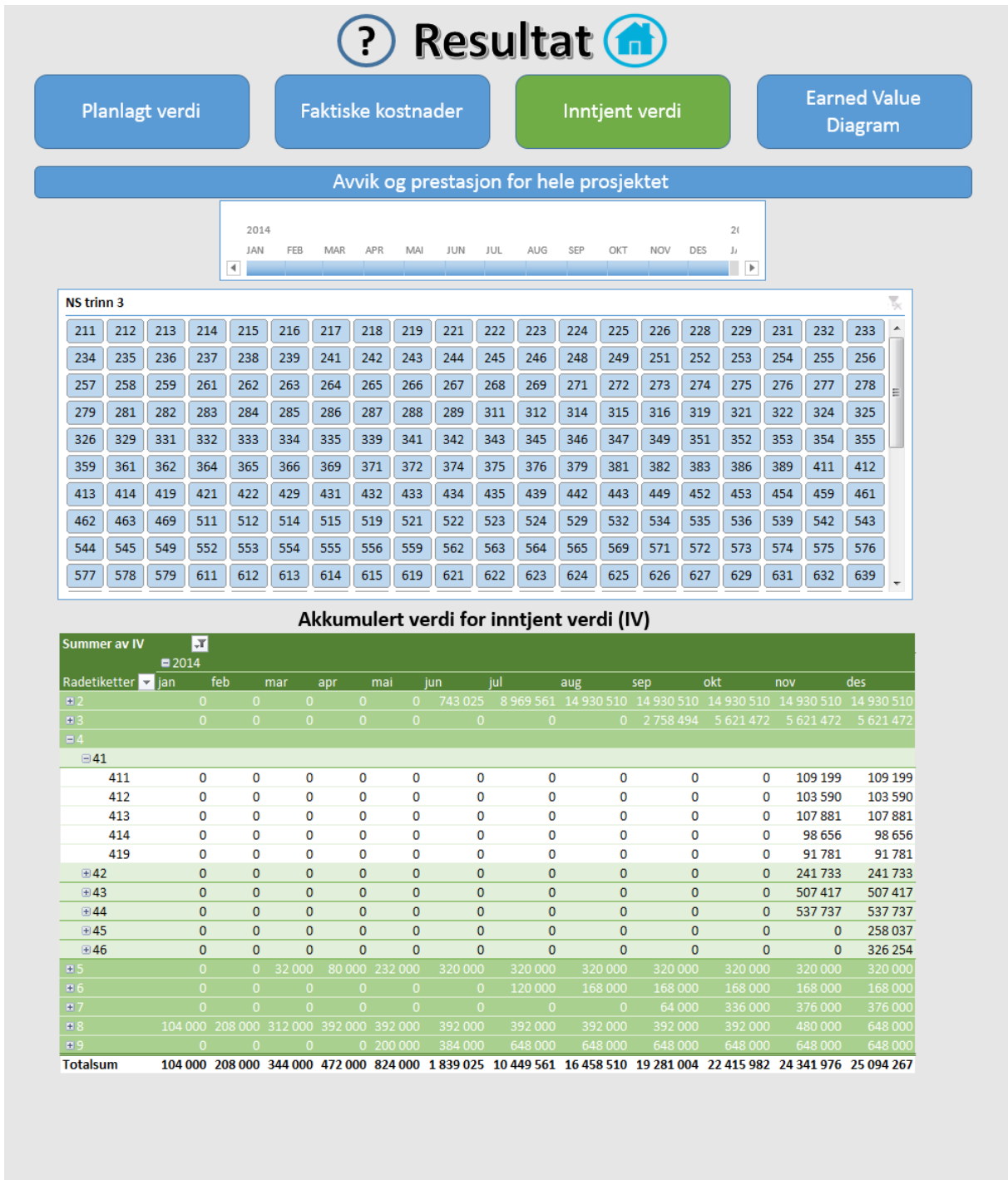
Output for faktiske kostnader (FK) med utvidet tabell:



Output for inntjent verdi (IV):



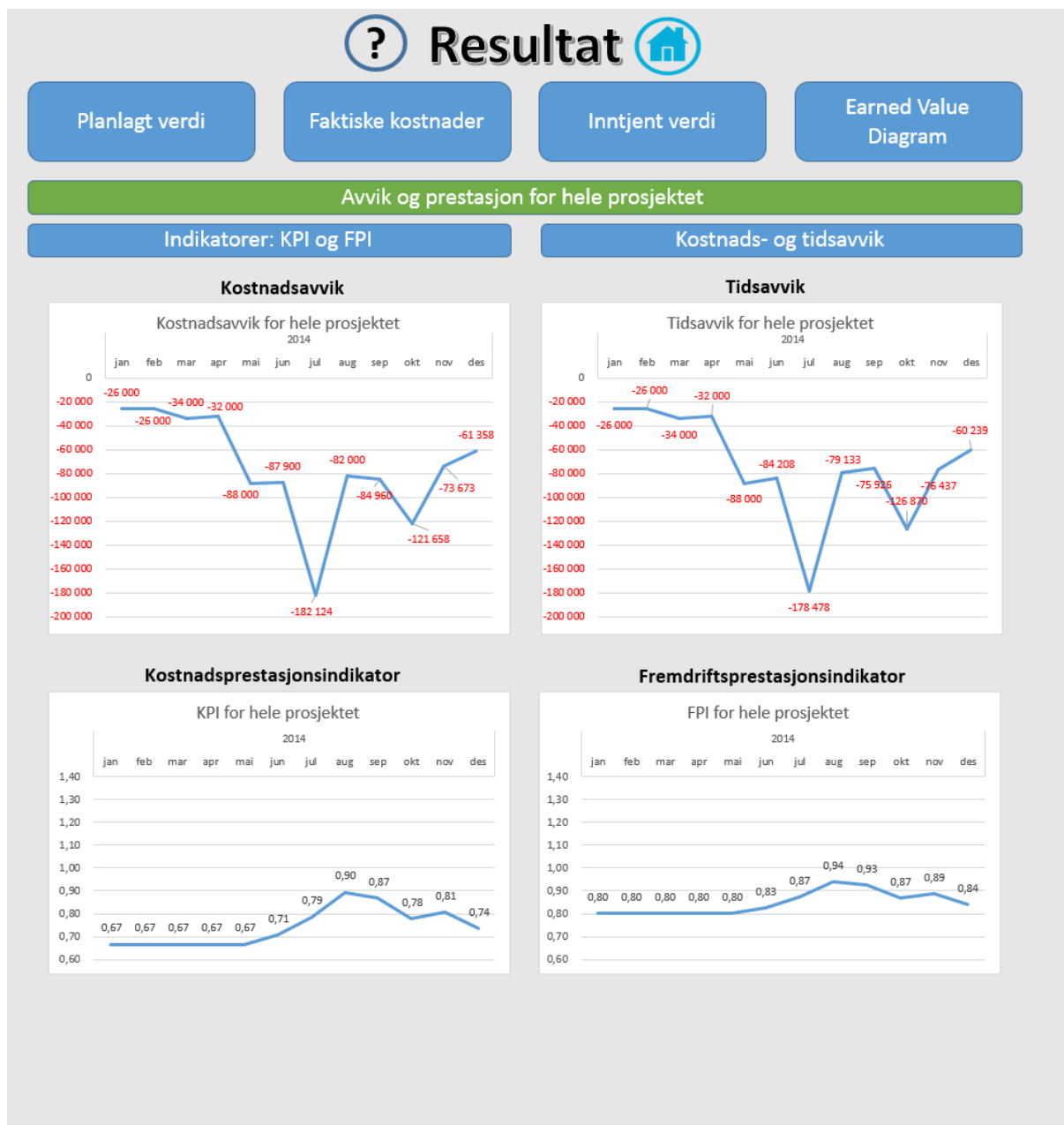
Output for inntjent verdi (IV) med utvidet tabell:



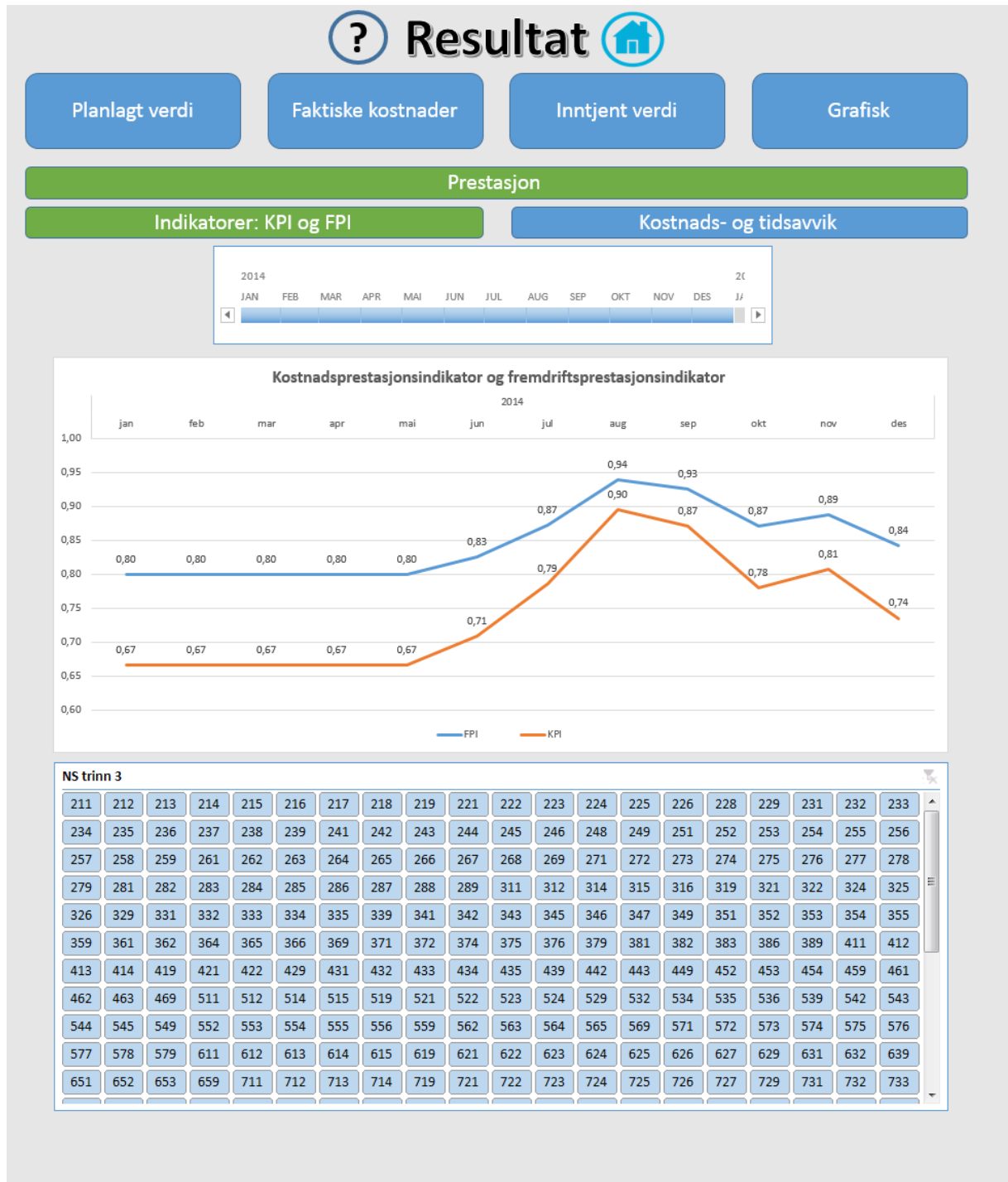
Earned Value diagram:



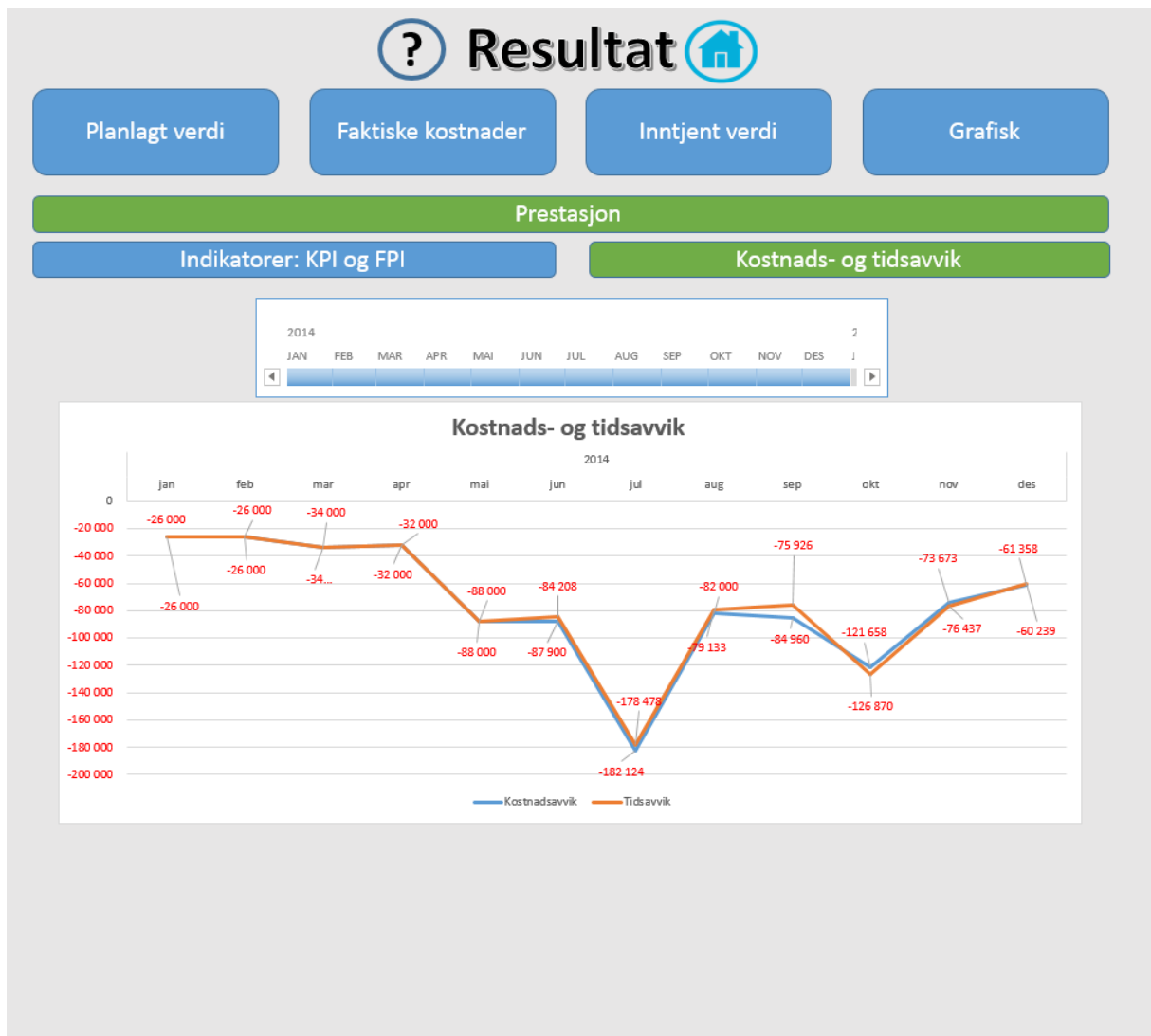
Avvik og prestasjoner for hele prosjektet:



Prestasjonsindikatorer for kostnader og fremdrift (KPI og FPI):



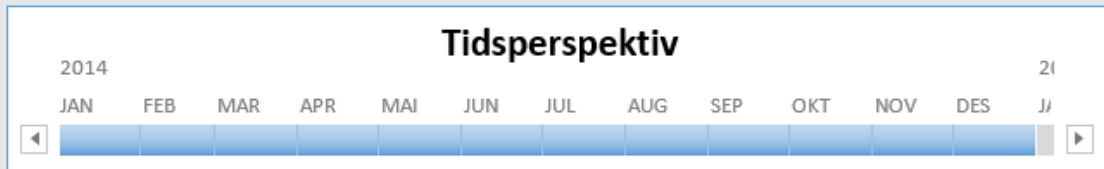
Kostnads og tidsavvik (KA og TA):



Rapporteringsfunksjonen:

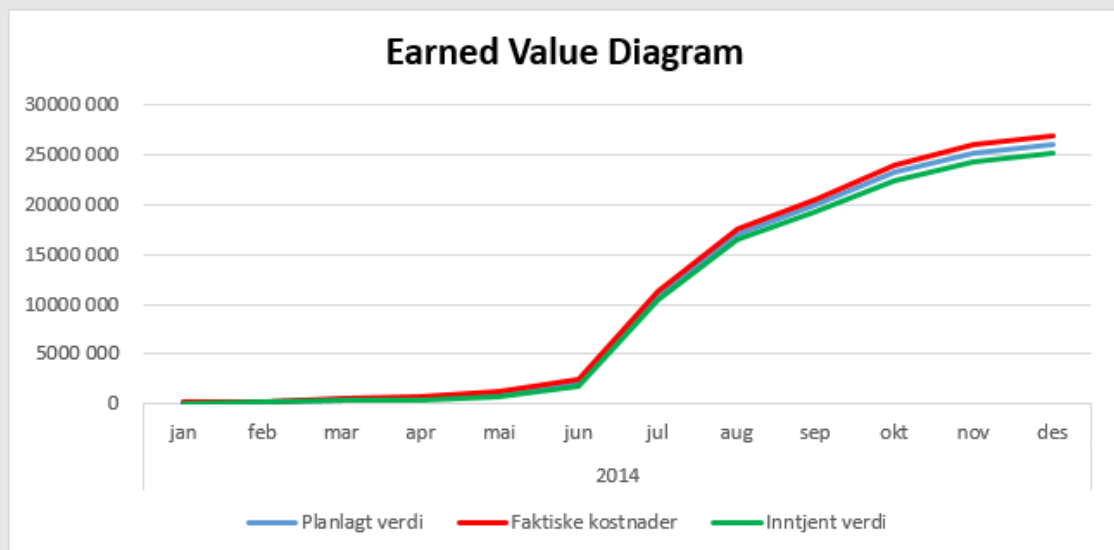
Prosjektnavn: Testprosjekt

Rapporteringstid: Desember 2014



Totale verdier, avvik og indikatorer

Planlagt verdi	kr	25 993 940,00	Kostnadsavvik	kr -899 673
Faktiske kostnader	kr	26 881 231,00	Tidsavvik	kr -887 291
Inntjent verdi	kr	25 094 267,00	KPI	0,858
			FPI	0,761



Deler av bygningsdelstabellen som er tatt hensyn til:

Fullt NS-Navn ✖

2: Bygning	3: VVS
4: Elkraft	5: Tele og automatisering
6: Andre installasjoner	7: Utendørs
8: Generelle kostnader	9: Spesielle kostnader