



**Høgskulen
på Vestlandet**

BACHELOROPPGAVE:

BO21E-60

Integrert teknisk bygningsinstallasjon

Markus Njøten

Morten Pedersen

Stian Østensen

1. juni 2021

Dokumentkontroll

<i>Rapportens tittel:</i> BO21E-60 Integrert teknisk bygginstallasjon	<i>Dato/Versjon</i> 1. juni 2021/0.3
	<i>Rapportnummer:</i> B021E-60
<i>Forfatter(e):</i> Markus Njøten Morten Pedersen Stian Østensen	<i>Studieretning:</i> HELK18
	<i>Antall sider</i> <i>m/vedlegg</i> 47/3
<i>Høgskolens veileder:</i> Pål-Albert Olsen	<i>Gradering:</i> Åpen
<i>Eventuelle Merknader:</i> Vi tillater at oppgaven kan publiseres.	

<i>Oppdragsgiver:</i> Asplan Viak	<i>Oppdragsgivers referanse:</i> Thomas Fischer
<i>Oppdragsgivers kontaktperson(er) (inkludert kontaktinformasjon):</i> Thomas Fischer, Fredrik Ludvigsen, Sindre Blomvågnes Lie	

Revisjon	Dato	Status	Utført av
0.1	1.4.21	Første utkast	MN, SØ, MP
0.2	4.5.21	Andre utkast	MN, SØ, MP
0.3	1.6.21	Ferdig produkt	MN, SØ, MP

Forord

Denne oppgaven, «Integrert Teknisk bygningsinstallasjon (ITB)», er gjennomført som en avsluttende del av vår bachelorgrad i elkraftteknikk ved Høgskulen På Vestlandet – Campus: Bergen. Oppgaven er skrevet av Markus Njøten, Morten Pedersen og Stian Østensen i samarbeid med veiledning av Asplan Viak og HVL.

Oppgaven tar for seg problemstilling utlevert av Asplan Viak som omhandler utfordringer i forbindelse med tverrfaglige grensesnitt, utvikling av dokumentverktøy og roller som angår prosjektering og utførelse av store og tverrfaglige tekniske anlegg.

En stor takk til våre eksterne veiledere i Asplan Viak: Thomas Fischer, Fredrik Ludvigsen, og Sindre Blomvåg Lie, som har bidratt med faglig kunnskap og idéer underveis i rapporten og ved utvikling av dokumentverktøyet. I tillegg til vi takke intern veileder fra HVL, Pål Albert Olsen, som har bidratt med gode råd og oppfølging av oppgaven.

Vi i gruppen vil takke Simcon Systems AS og Thomas Stenvoll for presentasjon og innføring i dokumentverktøyet de har utviklet. Dette har vært til inspirasjon for utførelsen av oppgaven vår.

Også takk til Høgskulen På Vestlandet som har bidratt med innkjøp av relevant litteratur og subsidier til kursing av gruppemedlemmer hos Norsk Standard.

Sammendrag

Den første standarden for ITB - NS 3935, ble skrevet i 2003. Automasjonsarbeiderne var da lite prioritert i byggeprosessen og ble gjerne sent engasjert, ofte rett før ferdigstillelse av prosjektet. I 2019 kom den tredje utgaven av denne standarden ut, og ITB har fått en større og mer betydningsfull rolle i en byggeprosess. Integrerte tekniske systemer, i form av innemiljø, energioptimalisering, lys-styring, adgang og sikkerhet støttet opp av nye norske standarder, er nå i økende grad byggherrekrav [1].

I denne rapporten har vi undersøkt hvordan ITB koordinatorene jobber og hvilke tverrfaglige utfordringer som ofte oppstår. Målet er å utarbeide et dokumentverktøy for Rådgiver for integrert teknisk bygningsinstallasjon (RITB) som hjelper med å identifisere, holde oversikt og sikre metodisk ivaretagelse av de tekniske grensesnittene. Vi har tatt utgangspunkt i eksisterende dokumentverktøy og utbedret og skreddersydd dette mot RITB rollen. Rapporten er en resonnerende tekst basert på litteratur som omhandler temaet.

Rapporten inneholder teori om emnet, hvordan vi bruker teorien i dokumentverktøyet og en visuell visning, samt drøfting over vårt dokumentverktøy. Teoridelen er med for å danne et bilde av utfordringer i forbindelse med RITB sine oppgaver.

Oppgaven og dokumentverktøyet tar ikke hensyn til ITB-ansvarlig og systemintegrator og er avgrenset til RITB etter ønske fra oppdragsgiver.

Innhold

Dokumentkontroll	2
Forord	3
Sammendrag	4
1.1 Forklaringer	7
1.2 Innledning	8
1.3 Integrert teknisk bygginstallasjon (ITB)	9
1.3.1 ITB ansvarlig	9
1.3.2 RITB	9
1.3.3 Systemintegrator	9
1.4 Asplan Viak	10
1.5 Kravspesifikasjon	10
1.6 Problemstilling	11
1.7 Avgrensninger	11
1.8 Hovedide for løsningsforslag (løsningsalternativ 1) - Excel	12
1.9 Løsningsalternativ 2 – Programvare/Applikasjon	12
1.10 Løsningsalternativ 3 – Microsoft Access	12
1.11 Begrunnelse av løsningsalternativ	13
2 Metode	14
2.1 Norsk Standard	15
2.1.1 NS 3935:2019	15
2.1.2 NS 6450:2016	15
2.1.3 NS-EN 15232:2012	15
2.1.4 NS 3420-YB:2019	16
2.2 Kurs	16
2.3 Simcon Systems AS	16
3 Teori	17
3.1 Generelle utfordringer i bygningsbransjen	17
3.2 Utfordringer ifm. Tverrfaglig grensesnitt	18
3.3 Elektriske installasjoner	20
3.4 Bussystemer	21
3.5 Tverrfaglig samarbeid	23
3.6 «Riktig med en gang»	24
3.7 VBA – Visual Basic for Applications	26

3.8	Merkesystemer	27
4	Dokumentverktøy	28
4.1	Oversikt	28
4.2	Oppsett	29
4.3	Anleggsliste	31
4.4	Testplan	33
4.5	Integrerte Tester	34
4.6	Beskrivelse	35
4.7	Matrise	36
4.8	Forklaring	37
4.9	Data	38
4.10	Testprosedyre	39
5	Evaluering	40
5.1	Mål for prosjektet	40
5.2	Evaluerer om målet er nådd	40
6	Refleksjon	42
7	Kildeliste	44
8	Figurliste	47

1.1 Forklaringer

Forkortelser	Forklaring
ITB	Integrert teknisk bygginstallasjon
RITB	Rådgivende integrert teknisk bygginstallasjon
TEK 10	Byggetekniske forskrifter.
NS	Norsk Standard, samling med forskrifter.
PA0802	Et type merkesystem, utviklet av Statsbygg. Basert på NS 3451
VBA	(Visual Basic for Applications) - Programmeringsspråk utviklet av Microsoft (Excel).
FAT test	Factory Acceptance test, Testing av utstyr fabrikk av leverandør.
SAT test	Site Acceptance test, Testing av utstyr ute i felt.
Integrerte tester	Tester som går på tvers av fagområdene.
Fullskalatest	Slutt test som omhandler hele anlegget.
Table test	En muntlig samtale hvor eventuelle tverrfaglige problemer diskuteres.
MC	Mechanical Completion, kontroll av at systemet/installasjonen fungerer som den skal i forhold til krav og spesifikasjoner
VVS	Varme-, ventilasjon- og sanitærsystem.
SD anlegg	Elektrisk system til styring av automatiske systemer.
UPS	Avbruddsfri strømforsyning.
HVAC system	High voltage alternating current system. (Høyspent)
BIM	Bygnings informasjons modulering.
FDV system	Forvaltning, drift og vedlikeholdssystem.
TFM	Tverrfaglig merkesystem.
Grensesnitt	Grensesnitt er kontaktflaten mellom ulike enheter eller delsystemer som skal virke sammen og derfor må kunne kommunisere med hverandre. [4]
Tverrfaglige grensesnitt	Tverrfaglige grensesnitt er grensesnitt som skal kommunisere over fagdisiplene.
Kravspesifikasjon	«Detaljert oversikt over ønskede egenskaper til det som skal anskaffes.» [5]
Topologi	Beskrivelse av utformingen av den fysiske installasjonen.
Prosjekteringsfasen	Innledende fasen i byggeprosjektet. Innebærer planlegging, detaljtegning og beskrive av bygg.
Byggherre	Vedkommende som står som eier av bygget/prosjektet.

1.2 Innledning

I 2010 kom det nye og strengere krav til innemiljø og inneklima i form av teknisk byggeforskrift (TEK10). Det kom f.eks. § 13-4. (Termisk inneklima) som setter krav til inneklima, hvor både høy og lav lufttemperatur kan forårsake helseproblemer og en redusert arbeidskapasitet. [1] Endringene gjorde inneklima mer sentralt og dagens løsninger omfatter at ventilasjon har grensesnitt mot flere fag f.eks. bygningsautomasjon. Bygningsautomatikk, som ofte blir kalt byggets hjerte, har vært vesentlig i de siste tiårenes utvikling, hvor energibesparing og hvordan energien brukes har vært sentralt.

Per 1. januar 2021 var det 4.2 millioner bygninger i Norge, og tall fra SSB viser at det har blitt bygget nesten 100.000 nye bygg de siste fire årene [2].

Samtidig viser bygge- og anleggsbransjens økonomiske utvikling de siste årene til at det stadig bygges mer. [3] Både nybygg og mange allerede eksisterende bygg blir renoverert og rehabilitert, og innfører gjerne nye eller oppgraderte automatiseringsløsninger. Økende fokus på energiforbruk, klima, natur og miljø, samt høyere krav til komfort, legger et større press på automatiseringssystemet enn tidligere. Dette fører til at automasjonssystemer blir komplekse og omfattende, og krever gjerne større og bredere kompetanse fra ulike fagdisiplin.

Det er ikke noe nytt at byggene blir smartere, bærekraftig, og mer kompliserte. Det er i denne sammenheng at ITB rollene har oppstått og blitt veletablert i bygningsbransjen. De ulike fagdisiplinene og deres installasjoner må kommunisere og samhandle på tvers av hverandre. ITB rollene skal ivareta dette tverrfaglige samarbeidet og holde orden og oversikt over alle grensesnittene.

Oppgaven vår går hovedsakelig ut på å skreddersy et dokumentverktøy for RITB. Dette innebærer bruk av programvare som ved hjelp av norske standarder og tilbakemelding fra erfarne ITB koordinatorene skal kunne bistå RITB med arbeidsoppgavene på en oversiktlig og metodisk måte. Dokumentverktøyet skal gjøre det enklere å holde oversikt, samt dokumentere ivaretagelse av tekniske grensesnittene. Det skal også redusere sannsynligheten for at RITB ikke overser noen grensesnitt, og fungere som et kontrollskjema for eget arbeid.

1.3 Integrert teknisk bygginstallasjon (ITB)

Hensikten med å bruke ITB koordinatorene er hovedsakelig økonomisk. Dersom ITB koordinatorene kommer inn tidlig i planleggingsfasen vil de bidra med gode løsninger på bygg og anlegg, som igjen kan føre til at bygget blir mer energibesparende. Siden nye bygg blir mer og mer omfattende og avanserte er det også nødvendig å kunne samkjøre de forskjellige fagområdene, som for eksempel ved styring av ventilasjonsanlegg. Bare ved installering av et ventilasjonsanlegg engasjeres VVS, elektro, og brann. Når installasjonsfasen er gjennomført skal ventilasjonsanlegget eksempelvis samhandle med solskjermingsystemer, temperaturfølere, varslere, m.m. og engasjerer dermed ytterligere fagområder.

Organiseringen og samhandlingen er bare en av de mange utfordringene ITB koordinatorene står overfor. Engasjering av ITB koordinatorene vil anskaffe prosjektet en spisskompetanse innen de tekniske grensesnittene, og øker dermed sannsynligheten for at byggets tekniske installasjon blir funksjonelt og optimalisert. ITB koordinatorene blir ofte inndelt i tre forskjellige roller som vi tar for oss nedenunder. Arbeidsoppgavene for de ulike ITB rollene defineres nærmere i NS3935.

1.3.1 ITB ansvarlig

ITB ansvarlig sitter med det overordnede ansvaret innenfor fagfeltet til ITB koordinatorene. ITB ansvarlig skal utnevne RITB og systemintegrator i et prosjekt, slik at planlegging, rådgivning og testing blir effektivisert og ansvar blir fordelt. Det er ITB ansvarlig som rapporterer til prosjektleder siden det er denne stillingen som kommer under byggherrens organisasjon.

1.3.2 RITB

Rådgivende for integrert teknisk bygningsinstallasjon er ansvarlig for at de arbeidsoppgavene og kravene som er satt av ITB ansvarlig oppfylles. Hovedoppgavene til en RITB er å sørge for at systemgrensesnittene blir ivaretatt. Andre viktige oppgaver er å sikre godt samspill mellom de tekniske installasjonene, at dokumentasjon blir gjennomført og levert, og at kommunikasjonen mellom de ulike aktørene opprettholdes.

1.3.3 Systemintegrator

Hovedoppgavene til en systemintegrator er testing av anlegget og å sørge for at installasjonene fungerer. De skal også sørge for at brukeren er innforstått med hvordan anlegget fungerer og har fått den opplæringen som behøves. Rollen innebærer også ansvar for at de krav som er satt fra RITB blir gjennomført.

1.4 Asplan Viak

Asplan Viak er de en av Norges største rådgivende ingeniør- og arkitektfirma, med over 1150 medarbeidere plassert på 31 lokasjoner. Asplan Viaks ansatte jobber med tverrfaglig rådgivning og analyser til både private og offentlige virksomheter. Noen av virksomhetene til Asplan Viak er:

- Arkitektur og bygg
- Infrastruktur
- Analyse
- Plan og landskap
- Digitale tjenester



Figur 1 Asplan Viak Logo [31]

Asplan Viak sine rådgivere representerer mange fagfelt. De jobber ofte i tverrfaglige team og ønsker å utvikle helhetlige, miljøriktige og funksjonelle løsninger i samarbeid med sine oppdragsgivere. Bedriften følger prosjektene sine hele veien fra planlegging til ferdigstilling, igangsetting og drift av prosjektene. Oppdragsgivers behov, minimert miljøbelastning og sluttbrukers tilfredshet er grunnlaget for Asplan Viaks tilnærming. [6]

1.5 Kravspesifikasjon

Asplan Viak ønsker å utvikle et dokumentverktøy som tar for seg utfordringer knyttet til tverrfaglighet og dokumentasjon før, under, og etter prosjektering av nybygg og nye anlegg. Dokumentverktøyet skal:

- Være allsidig og fleksibelt i henhold til ulike prosjekter, gjerne utarbeidet som en generell mal for RITB-koordinator.
- Baseres på standarder knyttet til ITB-faget, som for eksempel NS3935 og NS6450.
- Baseres på systemkodeliste og komponentkodeliste utarbeidet av Statsbygg (PA0802).
- Være oversiktlig og systematisk slik at planlegging og byggeprosess blir forenklet og effektivisert for alle aktører som er involvert.

ITB-faget er i dag en relativt ny fagdisiplin som er under utvikling og det kan dermed være viktig å utarbeide nye løsninger og være kreativ. Vi ser for oss at løsninger baseres på innhenting av informasjon fra ulike kilder, samt simulering og testing av ulike problemstillinger. Denne type informasjon kan for eksempel være løsninger på tidligere prosjekter, standarder som omhandler involverte fagdisiplin, tilbakemeldinger fra ulike aktører, praktiske løsninger, etc.

Det er med stor fordel dersom dokumentverktøyet muliggjør kvalitetssikring av eget arbeid.

1.6 Problemstilling

Dagens nybygg er blitt veldig komplekse og har store og tverrfaglige anlegg. Mellom de tekniske installasjonene oppstår det grensesnitt, hvor anleggene skal utveksle informasjon og samarbeide, gjerne over en felles samarbeidsplattform. Grensesnittene mellom de forskjellige fagene er mange, og blir lett uklare og uoversiktlige. Et eksempel på dette er brannsentral, som har grensesnitt til lysstyring, dørautomatikk, ventilasjon og heis. Det kan oppstå utfordringer som at man ikke får identifisert grensesnittene, eller at man ikke planlegger disse godt nok, ved f.eks. at systemene snakker ulike språk.

Slike uklarheter kan få store økonomiske konsekvenser, samt et bygg som ikke oppfyller planlagt funksjonalitet. Typisk eksempel kan være grensesnittet mellom varmesystem og ventilasjonssystem. Enkle feil som at varmekabler står på året rundt, eller at varme og kjølesystemet jobber imot hverandre. Dette gir byggeieren store og unødvendige kostnader. Kritiske funksjoner som at dører åpnes ved brann og brannspjeld lukkes, må være i orden før bygget overtas. Hvis grensesnittene mellom de kritiske funksjonene ikke blir ivaretatt, må dette rettes opp i slutfasen. Dette resulterer i økte kostnader gjennom dagbøter, overtidsarbeid, osv.

RITB, Rådgiver for integrert teknisk bygginstallasjon, skal sikre at krav oppfylles og har dermed en viktig rolle i både prosjekterings-, gjennomførings- og idriftsettelsesfase. Vår jobb blir å utvikle et dokumentverktøy som skal kunne identifisere og dokumentere ivaretagelse av de tekniske grensesnittene. Dette verktøyet skal hjelpe RITB med å utføre jobben sin og opprettholde de kravene som er satt.

1.7 Avgrensninger

Vi har avgrenset rapporten og dokumentverktøyet til rollen Rådgivende ITB. Dersom vi i tillegg skulle tatt høyde for ITB-ansvarlig og systemintegrator ville omfanget blitt for stort. Selv om alle tre rollene omhandler Integrerte tekniske bygginstallasjoner, så har de forskjellige arbeidsoppgaver. Dokumentverktøyet vi har laget er skreddersydd for RITB, noe som ble spesifisert i oppgaveteksten gitt av Asplan Viak. Siden de hovedsakelig har rollen som RITB, er det mest hensiktsmessig å avgrense oppgaven til bare den ene rollen.

1.8 Hovedide for løsningsforslag (løsningsalternativ 1) - Excel

Siden Asplan Viak allerede har laget et dokumentverktøy i Excel ville det vert gunstig å lage noe lignende, slik at opplæringsprosessen blir så effektiv og enkel som mulig. Ved å automatisere det eksisterende dokumentverktøyet til Asplan Viak, med hjelp av utviklerpakken til Excel, kan vi effektivisere arbeidsprosessen til RITB. Excel gir også mulighet til å opprette en visuell fremstilling av framdrift, dette kan brukes som en internkontroll for brukeren. På den måten er det mulig for RITB å kvalitetssikre eget arbeid og at den visuelle fremstillingen plukker opp eventuelle mangler i prosjektet. Programvaren Excel gir også mulighet for fremtidige brukere til å gjøre endringer i dokumentverktøyet, noe som gjør at denne løsningen blir fleksibel.

1.9 Løsningsalternativ 2 – Programvare/Applikasjon

Vi var inne på å utvikle dokumentverktøyet som en programvare eller en applikasjon. Dette hadde vært den mest ideelle løsningen på å lage et verktøy med godt brukergrensesnitt og struktur. Ettersom ingen innad i gruppen har erfaring med utvikling av programvare eller applikasjoner, undersøkte vi nye løsninger på hvordan dokumentverktøyet skulle utvikles. Siden dette er en bacheloroppgave med tidsfrist, konkluderte vi med at tiden ikke ville strekke til for dette løsningsforslaget. Da måtte vi først ha lært oss hvordan man utvikler programvare, for så å lage dokumentverktøyet fra bunnen av, og skrive rapport i ettertid. Denne løsningen ville muligens vært mest gunstig, da bruk av programvare gir størst fleksibilitet, og mange muligheter med lite begrensninger.

1.10 Løsningsalternativ 3 – Microsoft Access

Microsoft Access var vårt løsningsalternativ nummer tre. Dette er også en programvare produsert av Microsoft. Etter å ha undersøkt programmet, fant vi ut at Microsoft Access ikke var optimalt å lage dokumentverktøyet i. Dette programmet er hovedsakelig laget for å sortere data i en database, muligens mer vinklet mot Human Resources (HR). Det var også større begrensninger i forhold til Excel, spesielt med tanke på beregninger og matriser. Programmet var ikke like fleksibelt som vi ønsket, og strukturen var ikke slik som vi først hadde sett for oss. Derfor valgte vi å gå bort fra dette alternativet.

1.11 Begrunnelse av løsningsalternativ

Bedriften ønsket at dokumentverktøyet skulle ha et valgsystem der en kunne velge hvilke systemer som skulle være med i prosjektet, litt som en «rullegardin» funksjon. De ønsket også at dokumentverktøyet skulle være allsidig og fleksibelt, slik at det kunne bli brukt på flere prosjekter. I tillegg så bedriften for seg at dokumentverktøyet ga mulighet for internkontroll, slik at de kunne overse eget arbeid. Siden vi skulle utvikle dokumentverktøy for Asplan Viak, valgte vi å ha liknende oppsett og struktur som deres eksisterende verktøy. Dette gjorde vi for at programmet skulle være mest mulig brukervennlig for de ansatte i Asplan Viak.

Ut ifra løsningsalternativene konkluderte gruppen med å gå for løsningsalternativ 1 - Excel. Dette ble gjort på grunnlag av gruppens eksisterende kompetanse innenfor databehandlingsprogrammet Excel. For å møte kriteriene og de ønskede tilleggsfunksjonene til Asplan Viak, måtte vi undersøke grundigere i tilleggspakkene til Excel, som senere resulterte i bruk av utviklerpakken og programmeringsspråket, VBA i Excel. Utviklerpakken ga muligheter til å forme dokumentverktøyet slik vi, og oppdragsgiver hadde sett for oss.

2 Metode

Rapporten vår bygger på kvalitativ informasjon fra ulike kilder. Mesteparten av informasjon vi har hentet er skrevet av fagfolk innad ITB, hvor vi også har sjekket at bedriften personen jobber for, er en seriøs aktør. Vi har prøvd å være så kildekritiske som mulig og gjerne sett på flere kilder for å sjekke troverdigheten til informasjonen vi bruker. Når kilder ikke har vist konsensus på informasjon har vi valgt å vektlegge den nyeste informasjonen.

Valget av informasjonskilder er blitt valgt og begrenset av faglig kompetanse og tid. Når vi fikk temaet ITB, hadde vi så vidt hørt om det. Gruppen tok kurs i de norske standardene som fastsetter føringer for hvordan ITB jobben skal utføres.

Vi hentet mye informasjon fra ITBguiden.no og ITBaktuelt.no. ITBaktuelt er et magasin for alt som omhandler ITB. Vi fikk kjennskap til siden på kurs, da kursholder har skrevet noen artikler i magasinet. Websiden har et tett samarbeid med næringslivet og har ofte intervju med fagfolk om diverse emner angående bransjen. Etter tips av veileder var det også her vi fant artikkelen om bedriften Simcon, som hadde utviklet en programvare til ITB koordinatorene. Vi fikk senere en gjennomgang av produktet deres, som vi beskriver senere i avsnitt 2.3 «Simcon Systems AS».

ITBguiden er et hovedprosjekt fra fagskolen, skrevet av fire personer med bred faglig kompetanse som gruppe. Websiden skal veilede folk som jobber med automatikk og styring til å få en bedre forståelse, god tverrfaglig koordinasjon og et godt overblikk i de forskjellige fasene til et prosjekt.

Det var i utgangspunktet meningen at vi skulle ha intervju av ansatte hos Asplan Viak med forskjellige fagretninger, og at vi skulle få innsikt og delta i pågående prosjekter som omhandler ITB. Dessverre har Covid-19 og begrenset tid satt en stopper for dette. Til tross for Covid-19 har de eksterne veilederne fra Asplan Viak bistått med god oppfølging og gode tilbakemeldinger, som har gjort dokumentverktøyet bedre og mer tilrettelagt for deres preferanser.

2.1 Norsk Standard

Dette delkapittelet tar rapporten for seg de ulike standardene som angår ITB.

2.1.1 NS 3935:2019 Integrerte tekniske bygningsinstallasjoner (ITB) Prosjektering, utførelsen og idriftsettelse.

NS 3935 omhandler hovedsakelig prosessene, aktørene og oppgavene. Dette innebærer anbefalinger om arbeidsoppgaver mellom de tre rollene, samt hvilke ansvar rollene innehar. Standarden fastslår hvordan man bør jobbe som ITB koordinator for å få et godt samspill mellom de tekniske anleggene og et bygg med god funksjonalitet. Den er laget for å belyse helhetlige tekniske løsninger.

«NS 3935 fastsetter detaljerte føringer for de prosessene en ITB-ansvarlig skal ivareta. Dette gjelder prosessene for design, planlegging, anskaffelse, installering, test, dokumentasjon og idriftsetting av integrerte tekniske bygningsinstallasjoner.

Standarden etablerer en entydig forståelse av prosessen som sikrer en god gjennomføring av anskaffelse av ITB. Et godt samspill mellom de tekniske anleggene i et bygg er avgjørende for en optimal administrasjon og senere drift av bygget.» [7]

2.1.2 NS 6450:2016 Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner

Handler hovedsakelig om idriftsettelse og prøvedrift. Standarden sier hvilke tester man skal gjøre for å best mulig sikre et velfungerende bygg. Den forteller også hvordan man burde gå frem for å utføre og dokumentere testene, og gir anbefalinger på hvor lenge disse burde vare.

«NS 6450 beskriver prosessene forut for, og under selve prøvedriftsfasen. Den viser byggherren hva han skal tenke på under utarbeidelse av sin spesifikasjon for prøvedriften, og gir eksempler på tekniske anlegg som bør prøvedrives, samt anbefalt varighet av prøvedriften for ulike tekniske bygningsinstallasjoner». [8]

2.1.3 NS-EN 15232:2017

Standarden omhandler energibruk og hvordan dette påvirkes av bygningsautomasjon og bygningsadministrasjon. Den spesifiserer strukturerte lister over tekniske bygningsstyringsfunksjoner og bygningsautomasjon som påvirker bygningers energiytelser. [9]

2.1.4 NS 3420-YB:2019

Standarden omhandler bygningsautomatisering og består av flere beskrivelsestekster for ulike tekniske system. Den forteller om de ulike tekniske systemene som lys, brannovervåking og energibruk og innebærer prosjektering, programmering, levering, montasje, test og igangkjøring. [10]

2.2 Kurs

Vi tok alle tre kurs i NS 3935, og NS 6450 via Norsk Standard. En i gruppen tok et kombinert kurs med begge standardene i januar, mens de to andre på gruppen tok kurs i standardene hver for seg i mars.

Kurset er en gjennomgang av de to standardene NS 3935 og NS 6450 som er sentral i filosofien «Riktig med en gang». Kurset gir innsikt i forventninger til aktører, partenes plikter, forskjellen mellom de tre rollene, dokumentasjon og driftsprosedyrer, samt krav til hvilke tester som skal utføres og hvordan disse utføres. [11]

Kurset ble holdt av dyktige forelesere med mye erfaring innen ITB. Dette var en god måte å bli introdusert for ITB, og for å sette seg inn i problemstilling. Teorien ble forklart godt og enkelt, og knyttet tett opp mot næringslivet. Kurset var hovedsakelig for de som jobber med ITB, så det var mange fagfolk til stede. Vi var muligens de eneste deltakerne som ikke hadde erfaring fra arbeid knyttet til ITB. Det ble oppmuntret til å stille spørsmål, og det var planlagt tid til diskusjon, noe som ga oss muligheten til å forhøre oss om utfordringer og forskjellige måter å løse ITB relaterte problemer på. Det var mye faglig diskusjon under kurset med muligheter for å stille spørsmål, noe som ga oss ny og viktig kunnskap om faget.

2.3 Simcon Systems AS

Etter tips fra eksterne rådgivere fikk vi høre at selskapet Simcon Systems AS allerede hadde utviklet og tatt i bruk et dokumentverktøy for ITB bransjen. Vi kontaktet Simcon Systems gjennom en artikkel i ITB aktuelt [12] og fikk ordnet en presentasjon av dokumentverktøyet deres. Dette ga oss noen pekepinner på hvordan vi kunne utvikle dokumentverktøyet videre med tanke på struktur, informasjon og layout.

Programmet til Simcon er en webbasert programvare som ivaretar oversikt og integrasjoner over alle systemene i prosjektene. Programmet tar også høyde for oversikt av MC, systemtester, integrerte tester og fullskalatest. Når noen gjør endringer på jobbene som er gjort, eller ferdigstiller et system blir dette kvitert ut med fullt navn på vedkommende som har utført jobben. Det er for å kunne spore tilbake til hvem som har utført jobben, dersom det skulle vise seg at noe ikke stemmer overens. For å godkjenne eller ferdigstille et system eller systemkort må man ha tilgang fra administrerende i programmet.

3 Teori

Kapittelet «Teori» omhandler utfordringer med bygningsbransjen, samt informasjon om tema som angår RITB rollen og dokumentverktøyet.

3.1 Generelle utfordringer i bygningsbransjen

Byggene har de siste tiårene blitt mye smartere, dette innebærer at integrerte tekniske systemer får en større plass i både prosjekteringen og fremstillingen av bygget. ITB har vært et begrep i bygningsbransjen i flere år, men i de siste årene har ITB koordinatorene fått større betydning og flere ansvarsområder. I denne sammenheng innehar bransjen få personer med tilstrekkelig teknisk kompetanse. Selv blant personell med lang erfaring i bransjen, er det uvitenhet om hva ITB er, spesielt hvis man skal definere hver enkelt ITB rolle. Mangel på tverrfaglig kompetanse gjelder i alle ledd: innkjøp, byggherre, konsulenter, osv. [13]

En av de største utfordringene for de som arbeider med ITB er at de blir engasjert for sent i byggeprosessen. Dette skjer ofte på grunn av at byggherrer eller kunder ser på ITB koordinatorene som en ekstra utgift i et allerede kostnadsrikt prosjekt. Utilstrekkelig planlegging fører til dårlige sluttprodukt i form av bygg med ufullstendige løsninger. Hvis man engasjerer ITB koordinatorer tidlig i prosjekteringsfasen, vil en kjøpe seg gode råd og løsninger, som igjen gir gode bygg. ITB koordinatoren vil kunne identifisere tverrfaglige utfordringer tidlig, og samtidig løse disse ved hjelp av å utføre eventuelle table-tester. Hvis man identifiserer og håndterer disse utfordringene tidlig, vil det belønne prosjektet økonomisk i helhet.

Mangelfull kravspesifikasjon fra entreprenørene og fagansvarlige er også et stort problem for ITB koordinatorene. Dersom det blir levert en svak kravspesifikasjon, eller det ikke blir levert noe form for spesifikasjoner om hvordan systemene skal fungere, innehar ikke ITB koordinatoren nok informasjon om hvilke systemer som skal kommunisere med hverandre, eller hvordan systemet skal fungere.

Et annet problem er forsinkelser og tidspress. Det oppstår ofte forsinkelser i en byggeprosess, dette fører til tidspress for å unngå ekstra kostnad. Om det oppstår komplikasjoner med fremdriftsplanen i en tidlig fase betyr dette ofte at entreprenørene som kommer i ettertid får mindre tid enn planlagt. Selv om det blir endringer i framdriftsplanen vil sluttdato for prosjektet stå som uendret. De aktivitetene som rammes hardest av dette er de tekniske testene som skal utføres over lengre tid. Et eksempel er stabilitets- og ytelsestesten som skal utføres over seks uker og være ferdig før overtakelse. Denne testen blir ofte kortet ned eller neglisjert for å nå planlagt overtakelsesdato, noe som ikke er i henhold til standarden NS 6450.

Entreprisebildet er heller ikke et uvanlig problem. Ofte legges automasjonsleveransen under VVS entreprisen. Automasjonsleveransen er blitt meget kompleks og skal gjerne jobbe opp mot alle de andre leverandørene. Når automasjonsleveransen blir en underkategori innen en entreprise blir denne ofte undervurdert i forhold til omfang, og får gjerne ikke den posisjonen i hierarkiet leveransen kunne trenge for å få prioritet. [13]

Det er beregnet at kostnaden ved å investere i ITB rolle og et bedre SD anlegg bare utgjør rundt 1-2 prosent av den totale byggekostnaden. [13] SD anlegg gjør det enkelt for driftere av bygningsmassen å feilsøke og optimalisere systemer i ettertid, men kan sees på som en ekstra utgift ved installasjon og implementering. Mange byggherrer ser bare på kostnader ved oppføring av et bygg, uten å ta hensyn til økonomiske utfordringer knyttet til funksjonalitet og optimalisering i ettertid. Dersom et bygg ikke fungerer som det skal, kan dette blant annet føre til dårlig miljø, dyrere drift, og plagsomme hendelser som lyder og visuell støy for brukere av bygget.

3.2 Utfordringer ifm. Tverrfaglig grensesnitt

«Grensesnitt er kontaktflaten mellom ulike enheter eller delsystemer som skal virke sammen og derfor må kunne kommunisere med hverandre.» [4] Når vi snakker om tverrfaglig grensesnitt innebærer dette kommunikasjon mellom systemer fra ulike fagområder som for eksempel solskjerming og elektro. Hvis vi tar for oss en panelovn med integrert termostat kan denne føle romtemperatur og justere seg selv tilsvarende etter behov. Hvis man skal optimalisere energiforbruket kan man koble opp panelovnen mot føler til solskjerming og termometer ute, og endre pådraget til panelovnen i forhold til dette.

Informasjonen fra de ulike følerne blir innhentet via ulike grensesnitt og kan eksempelvis være styrt av et «KNX-system». Dette systemet skal kunne bestemme og overstyre temperatur, solavskjerming og lys. Bare i dette «simple» eksempelet blir det flere tverrfaglige grensesnitt mellom elektro, automasjon og solavskjerming. Det er samarbeidet mellom de ulike fagdisiplinene og ivaretagelsene av de tverrfaglige grensesnittene som bestemmer resultatet til funksjonaliteten til bygget.

For å ta for oss omfanget til ITB har vi innhentet kommentarer fra erfarne folk fra ITB-bransjen nedenunder:

«Det er omfanget og mangelen på tverrfaglig kompetanse som skaper utfordringer. I byggebransjen er det mange uten særlig teknisk kompetanse og som ikke helt forstår hva som ligger i de tekniske utfordringene vi nå møter.» sier Ingebjørg Foss i en artikkel av ITBaktuelt.no. [13]

Hvert prosjekt har diverse aktører som er svært dyktige på sine fagfelt, men mange mangler kompetanse på tvers av fagfelt. Med så mange tekniske anlegg som skal kommunisere, kan det være svært utfordrende å holde styr på alle de tekniske grensesnittene.

«Det er ikke alltid så lett å oppnå de funksjonene og ytelsene i nærings-/formålsbygg som brukerne ønsker seg. Å oppnå korrekt Inneklima, temperatur, luftkvalitet og energieffektivitet er ofte vanskelig, å få til dørmiljøene med ønsket adgangskontroll krever sitt, solavskjerming med samspill mellom styringer og mekaniske innretninger krever gode og korrekte beskrivelser, klare grensesnittavklareringer mellom både tekniske systemer og kontrakter og tilstrekkelig tid til å gjøre gode jobber», sier Erling Hvidsten i Hamstad AS til ITBaktuelt. [14]

Prosjekter kan gjerne innebære integrasjon av sprinkleranlegg, lysanlegg, vann og avløp, luft og gass, reservekraftanlegg, elektriske systemer, ventilasjon, sanitær, inneklima, solavskjerming, heis, brannanlegg, adgangskontroll og overvåking, energiovervåking, kjøle- og varmeanlegg, PA- og varslingsanlegg, Ur-anlegg, m.m. [13] Omfanget av alle de tekniske anleggene er enorm og innebærer utrolig mange tverrfaglige grensesnitt. Disse grensesnittene må identifiseres og ivaretas gjennom hele byggeprosessen. Dette har vært sentralt i vårt dokumentverktøy som skal hjelpe RITB å holde kontroll på grensesnittene. Beskrivelsen gir en oversikt over hvilken systemer som har et teknisk grensesnitt mot hverandre, mens grensesnittmatrisen gir en visualisering av dette.

3.3 Elektriske installasjoner

Når det prosjekteres et teknisk anlegg, er elektriske installasjoner en av hjørnesteinene for at anlegget i det hele tatt skal fungere. Store deler av bygg i dag har behov for å bli elektrifisert, og trenger tilgang til elektrisk kraft. Hvis vi ser på samfunnsutviklingen per dags dato, vil det ikke bli mindre behov for elektrisk forsyning. [15]

Alt i fra enkle vann-, lys-, ventilasjon- og solskjermingssystemer til avanserte helautomatiserte produksjonslokaler og lager, skal kontrolleres med et styringssystem som styres av en kompleks elektrisk installasjon. Elektriske installasjoner assosieres oftest med montering av stikkontakter, lys, elektrisk varme osv. men det ligger mer rundt dette i begrepet. Styring av diverse systemer, SD-anlegg og sterkstrøm er noen få faglige punkter som kommer under kategorien elektriske installasjoner.

Næringsbygg med en betydelig størrelse har systemer som skal integreres med nettanalysatorer, tilbakemelding fra vern, UPS overvåking, lysstyring, styring av forbrukskurser osv. I sterkstrømsanleggene er det flere signaler som overvåkes, for eksempel spenningsnivå, strøm og effektverdier, feilmeldinger og lignende. Styring av kontaktorer, dimmeaktuatorer, motoriserte effektbrytere er også eksempler på elektrisk utstyr som trenger styring og tverrfaglig koordinering. [16]

Nettanalysatorer – Er en komponent som ofte er plassert i hovedtavlen i et elektrisk anlegg. Denne komponenten gjør det mulig å lese av aktiv og reaktiv effekt, strøm og spenning i anlegget. Ved bruk av nettanalysator kan man lese av når spenning og strøm øker eller avtar, vi kan også lese av spenningsstabiliteten og fasefordelingsgraden i anlegget. [16]



Figur 2 grafisk fremstilling av nettanalysator [27]

Tilbakemelding fra vern – Er ofte potensialfrie kontakter som har oppgave om å gi tilbakemelding om vernet er gått eller ikke. Signalet hentes inn via et bussystem. [16]

UPS – «Uninterruptible power supply» (UPS) sikrer kontinuerlig strømforsyning ved strømbrytning. Forskjellige UPSer har forskjellige oppløsning av feilnivåer, og følger med på feil i strømtilførselen til systemet. Dersom en feil oppstår, for eksempel strømbrytning, vil UPS-overvåkingen slå inn, og aktivere et eksternt system som tilfører kraft til anlegget. [16]



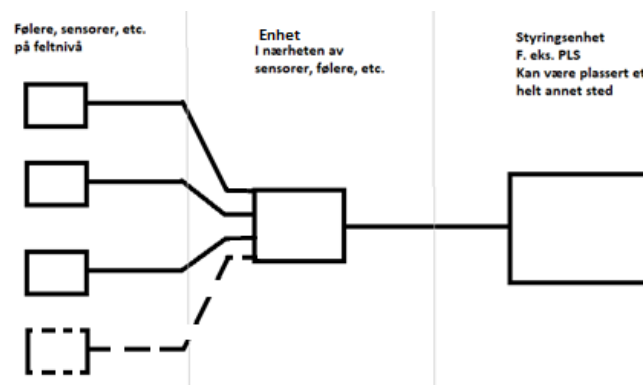
Figur 3 grafisk fremstilling av UPS [30]

Styring av strømkurser – Dersom man ønsker å åpne for ekstra bruk av effekttilgang. For eksempel om det skal være strømkurser i et konferanselokale, utleieobjekt eller lignede. Strømkursene kan dermed styres via kontaktorer som er linket opp til et bookingsystem via SD-anlegget. [16]

Det kan forekomme utfordringer for ITB koordinator mellom elektrisk installasjon og de andre tverrfaglige systemene i et prosjekt. Hovedsakelig er disse utfordringene å sørge at det blir utarbeidet en ordentlig kravspesifikasjon for hvert system, slik at de vet hvordan systemet skal fungere og operere. Det er også viktig at de forskjellige entreprenørene innen de forskjellige fagene sørger for å bruke komponenter og utstyr som er kompatible med hverandre. Dette løses ofte med en table test, hvor partene setter seg ned og går igjennom jobben som skal utføres. På denne måten sørger man for at eventuelle tekniske komplikasjoner ikke oppstår.

3.4 Bussystemer

Bussystemer eller feltbussystemer, har en sentral rolle innenfor bygningsautomatisering ved å formidle informasjon mellom sensorer, følere, aktuatorer, etc. (slaveenheter) og en overordnet styringsenhet (masterenhet). Feltbussystemer blir ofte brukt innenfor styring av lys, varme, ventilasjon, energistyring og brannvarsling, litt på samme måte som et I/O system, men hovedfordelen er at det kan bespare prosjektet for lange strekk med kabling. I tillegg bruker bussystemene mikroprosessorer for å prosessere informasjon slik at man kan overføre større mengder data mellom komponenter på feltnivå og overordnede enheter, sammenliknet med et I/O system. [17]



Figur 4: Enkel fremstilling av feltbussystem

Det finnes i dag mange forskjellige protokoller for styring av bussystemer, men vi tar for oss eksempler på de mest kjente nedenfor:

KNX er den eneste globale standarden for bygningsautomasjon til bolig og næringsbygg ifølge ITB guiden. Denne standarden omfatter all form for styring i et bygg, som for eksempel styring av lys, kjøling, ventilasjon, alarmovervåkning, energikontroll, lyd osv. Teknologien kan brukes både i nye og i eksisterende boliger og næringsbygg. [18]



Figur 5 KNX logo [24]

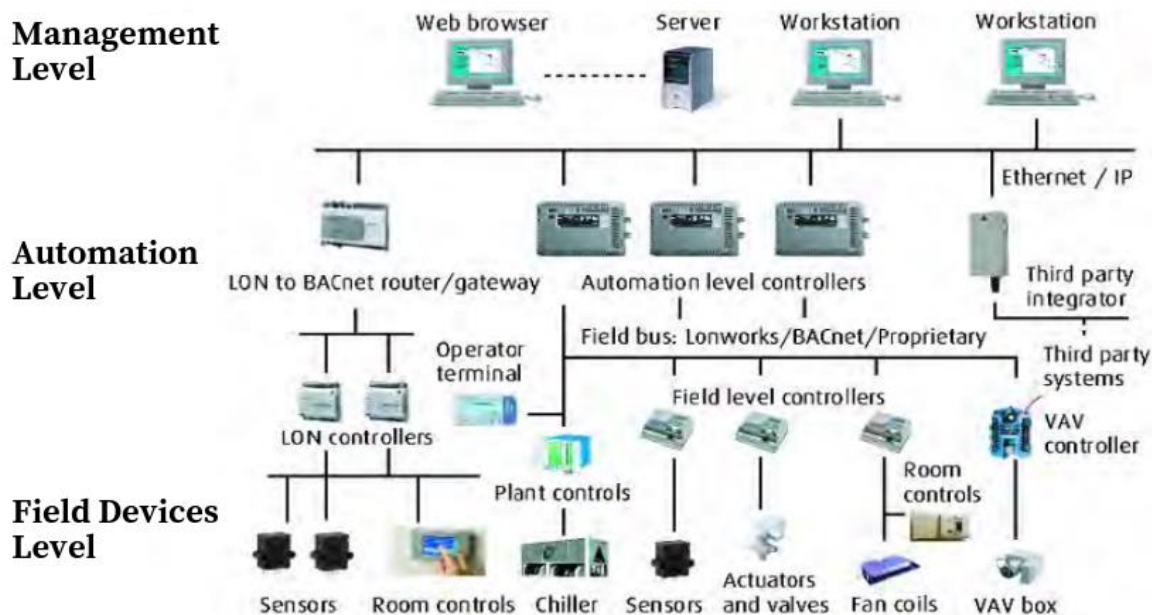
DALI brukes for det meste innen næringsbygg og styring av individuelle eller, en gruppering lys. Lysstyringen til Dali er svært fleksibel og enkel å justere ved hjelp av softwaren som er utviklet. Denne softwaren hjelper brukeren av lysanlegget med å gjøre endringer av rominndelinger eller



Figur 6 DALI logo [25]

bruksmønstre for lysinndelingen etter sitt ønske. Personell uten kompetanse innen elektrofaget kan utføre service på det overordnede lysanlegget til Dali, slik at brukeren av anlegget slipper å tilkalle elektro kvalifisert personell til utførelse av service på anlegget. Lys kan tilordnes og grupperes i ettertid uten endringer i kablingen slik at det lar seg gjøre å skifte defekte lys uten kjennskap til øvrig programmering. I enkle prosjekter styres DALI enhetene fra et selvstendig styresystem. I større prosjekter integreres som oftest DALI styresystemene i et større overordnet styresystem for bygningsautomatisering via andre bussystemer. [19]

Bussystem er et viktig element for å flette sammen automatiseringsprosesser i et bygg. Som vist i figur 8 deler man ofte inn «automasjons-hierarkiet» tre forskjellige nivåer. Nederst på figur 8 ser vi feltnivået. Dette nivået består av komponenter som sensorer, romkontroller, ventiler osv. (slaveenheter). Disse komponentene kommuniserer ved hjelp av en bus-kabel som knyttes til en enhet på automatiseringsnivået. Enhetene på automasjonsnivået kan for eksempel være av rutere, switcher, kontrollere, eller andre enheter som kan behandle signalene, og som gjerne er koblet til et nettverk. Videre blir det utvekslet informasjon via et kommunikasjonsgrensesnitt mellom automatiseringsnivået og administrasjonsnivået. På administrasjonsnivået er det ofte plassert servere eller datamaskiner som blir brukt av operatører eller ingeniører for å kontrollere og overvåke systemene i bygget, ofte gjennom et grafisk kommunikasjonsgrensesnitt. Det som er viktig å tenke på i denne prosessen er at alle de tre nivåene bruker komponenter som er kompatible i forhold til hverandre. Om komponentene ikke er kompatibel med enhetene i automatiseringsnivået kan viktig data gå tapt og systemet vil ikke fungere slik som man ønsker.



Figur 7 viser topologisk oppbygning av bygningens automatiseringsanlegg – prinsipptegning [20]

3.5 Tverrfaglig samarbeid

Samarbeid og god kommunikasjon er viktig for å gjennomføre et prosjekt på en effektiv og bærekraftig måte. Dette innebærer at alle som deltar i prosjektet har samme mål og visjon om prosjektet - ikke bare innenfor sitt fagområde, men på tvers av alle fagområdene. Det er viktig at alle aktører bidrar i samme retning, slik at fremdriftsplanen overholdes og prosjektets progresjon ikke stopper opp. Tverrfaglig planlegging og samarbeid bør begynne så tidlig som overhodet mulig i et prosjekt, slik at eventuelle utfordringer og problemer kan løses i en tidlig fase før komplikasjoner oppstår. Det er mange elementer å ta for seg, og dermed flere måter å utføre prosjekteringsfasen. Dette kan vi se eksempler på i utdragene under:

Tverrfaglig koordinering går ut på at flere fag, spesielt i detaljprosjekteringsfasen, tilpasser sine prosjekteringer mot hverandre. Det er noen områder i et bygg som utmerker seg mer enn andre med tanke på tverrfaglig koordinering. Disse områdene er ofte himlinger og tekniske rom. Over himlinger koordineres ofte alt i fra ventilasjon, sprinkler, røykdetektorer og annet elektrisk utstyr. Det er viktig at dette blir prosjektert riktig slik at det ikke blir utfordringer med plassering av utstyr. Plassering av utstyr over og i himling er ofte en av de største tverrfaglige utfordringene på et byggeprosjekt, derfor er det viktig å planlegge dette godt i en tidlig fase i prosjektet. [21]

En annen utfordring som oppstår byggeprosjekt er tekniske rom. Arkitektene vil ofte ha dette rommet så lite og usynlig så mulig, mens de tekniske fagansvarlige vil ha så mye plass som mulig til installasjonene sine. Tidligere var det vanlig å møte problemene sine på byggeplassen relatert til hvor installasjonene skulle monteres. Nå er dette mulig å løse på tegnebrettet for ingeniørene, ofte i 3D relaterte programmer. På denne måten kan man kartlegge hvor mye plass det er til de eventuelle installasjonene i rommet. [21]

Som Rådgivende ITB koordinator er tverrfaglig samarbeid en viktig brikke i et ellers stort puslespill. NS 3935 som er utarbeidet av Norsk Standard, sammen med store aktører innenfor bransjen formidler og forklarer ansvaret RITB står overfor. Dette innebærer blant annet ansvar i forhold til krav som settes, ivaretagelse av tilbudsgrunnlag, utforming av tester, og hvordan systemer skal samspille.

Med disse elementene er RITB nødt til å etablere et samarbeid med både ledelsen, ITB ansvarlig, systemintegrator og de ansvarlige for de forskjellige fagområdene for å kunne løse arbeidsoppgavene sine. Dette innebærer at RITBs jobb hovedsakelig avhenger av god kommunikasjon og godt samarbeid med alle de involverte parter i prosjektet for å innfri RITBs rolle.

3.6 «Riktig med en gang»

«Riktig med en gang» er en filosofi som har fått fotfeste i bygningsbransjen. Denne filosofien er kommet fordi det ofte forekommer feil i forbindelse med mekanisk ferdigstillelse og i prosjekteringsfasen. Under prosjekteringsfasen kan det for eksempel forekomme feil eller mangler i form av dokumentasjon eller funksjonstester. Hvis feilen blir identifisert før overtakelse så blir det ekstra kostnad for å fikse problemet, i verste fall identifiseres feilen for sent. Dette fører enten til overtidsbetaling eller dagbøter om overtakelsen blir forsinket. Hvis feilen blir neglisjert eller oversett, så kan dette føre til at det tekniske anlegget ikke fungerer som planlagt. Slike feil kan for eksempel være varmeanlegg og ventilasjonsanlegg som jobber mot hverandre. Der varmeanlegget varmer opp og ventilasjonssystemet jobber med å redusere temperaturen. Dette fører igjen til at anlegget som er prosjektert forbruker unødvendig energi og gir en unødvendig kostnad for kunden.

Grønn Byggallianse og Integra har opprettet et tipshefte som hovedsakelig tar for seg 8 punkter:

1. *Riktig spesifisert krav til energibruk, inn klima og dokumentasjon av drift.*
2. *Riktig prosjektert.*
3. *Riktig levert uten feil på innregulering, funksjon og integrering mellom ulike systemer.*
4. *Riktig tatt i bruk med brukermedvirkning, brukeropplæring, prøvedrift uten vesentlige feil og stabil drift.*
5. *Riktig underlag for drift med brukerveileder og FDV-system.*
6. *Riktig dokumentert med avsluttet funksjonstest og prøvedrift.*
7. *Riktig energiforbruk og miljøpåvirkning i samsvar med prosjektets målsetninger.*
8. *Riktig inn klima, komfort og sikkerhet i samsvar med prosjektet målsetninger. [6]*

En rådgivende ITB koordinator har mange forskjellige arbeidsoppgaver, og noen av de inngår i punktene som er vist ovenfor. «Riktig med en gang» er basert på NS 3935 og NS 6450. Dette er standarder som rådgivende ITB koordinator skal følge og jobbe tett opp mot, spesielt det med å sørge for at all form for dokumentasjon er levert og tilfredsstillende i forhold til prosjektet som prosjekteres.

«Riktig med en gang» er kort oppsummert en filosofi innen bygningsbransjen som hovedsakelig sier at jobben skal kun utføres en gang, og utføres riktig. Poenget er at man skal slippe å gå tilbake å gjøre ting om igjen. En kan trekke paralleller med Nullvisjonen som Statens Vegvesen innførte i 2002 om at ingen skal omkomme eller bli hardt rammet i trafikken. [7]

3.7 VBA – Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications (VBA) er et programmeringsspråk utviklet av Microsoft. Dette brukes til å manipulere Excel slik en ønsker, ved hjelp av applikasjoner og koder som implementeres i utviklerprogrammet. VBA er basert på programmeringsspråket C++ som er et av de mest etablerte språkene i programmeringsverdenen. Microsoft har implementert små konfigurasjoner og endringer i C++ slik at det tilpasses Microsofts programmer, og blir enklere for utviklere å bruke og behandle.

Utviklerpakken eksisterer allerede i Excel, og kan aktiveres gjennom innstillingene i programvaren. Denne blir da en fane på lik linje med «hjem» og «sett inn». Pakken gir et bredt spekter av muligheter som mange ikke vet eksisterer, blant annet redskapet VBA hvor man programmerer egne makroer. En av mulighetene er å spille inn makroer. Dette er en innspilling av tastetrykk og handlinger man utfører i programmet fra start til slutt. Disse tastetrykkene blir lagret som en automatisk generert kode, og alt du har gjort i tidsperioden blir gjengitt ved en hurtigtast. Innspilling av makro er et bra redskap for de som har en repetitiv arbeidsoppgave og reduserer sjansen for menneskelig feil. Man har også muligheten til å knytte makroene opp mot knapper eller avkryssingsbokser, hvor knappene starter makroene og avkryssingsboksene fylles ut hvis en definert hendelse skjer.

Hovedgrunnen til at vi har tatt i bruk VBA i vårt dokumentverktøy er fordi det gir oss muligheten til å automatisere de forskjellige fasene som skal implementeres i programmet. Et eksempel på dette er at istedenfor å måtte skrive inn alle systemene som skal være med i prosjektet, kan en krysse av hvilke system som skal være med. Ved hjelp av en programmert knapp som er festet i verktøyet vil man generere de utvalgte systemene på alle de ulike arkene. Dette hjelper brukeren med å utføre jobben på en effektiv og systematisk måte.

3.8 Merkesystemer

PA 0802 - Tverrfaglige merkesystemer (TFM) er et system som må følges på byggprosjekter hvor statsbygg eller forsvarsbygg er byggherre. Ved å følge dette systemet skal alle komponenter merkes etter samme mal, som vil lette arbeidet i ettertid med å lokalisere den eksakte komponenten. Systemet er komplekst, og det kan være vanskelig å se nytteeffekt på mindre bygg. På store og omfattende bygg vil man derimot fort se nytten. [22]

Hver bygningsdel/tekniske system skal ha ID nummer. Dette betyr at byggets enkelte bestanddeler får en kode som følger hvert enkelt objekt som et personnummer gjennom byggets levetid. Med utgangspunkt i objektets ID skal man kunne identifisere dets lokalisering-, system- og komponentidentifikasjon. [23]

ID nummerets oppbygging:

+AAA=NNN.nnn-BBnnn

+AAA Lokaliseringskode

=NNN.nnn Systemkode

-BBnnn Komponentkode

Systemkoden =NNN.nnn består også av to sett med nummer.

«NNN» er bygningsdelsnummeret, mens «nnn» er løpenummeret til systemet.

Dokumentverktøyet inneholder en valgmeny som er sortert etter bygningsdelsnummeret. Dette blir forklart nærmere i kapittel 4 som omhandler oppsett. Nummereringen er basert på

bygningsdelstabellen (NS 3451:2019), 3-siffer nivå med bygningsdelsnummer på 3-siffer.

Bygningsdelstabellen er en tabell over fysiske bygningsdeler eller installasjoner. Dette er et system som spesifiserer ytterligere desto mer siffer man bruker i systemnummeret.

Eksempel på bygningsdelstabellen:

Et siffer: **4 – Elektro**

To siffer: **44 – Lys** (Innenfor elektro)

Tre siffer: **443 – Nødlysutstyr** (Innenfor Lys)

Dersom et bygg har flere systemer med samme bygningsdelsnummer, kan en i tillegg til bygningsdelskoden gi installasjonene løpenummer. Har man tre heiser i bygget med ulike krav får man eksempelvis:

Heis 1 - 621.001 **Heis 2** - 621.002 **Heis 3** - 621.003

Heis har bygningsdelsnummer tallet 621, mens de tre siste sifrene etter punktumet er løpenummer som ikke er noe standardisert form, men valgt selv av RITB.

4 Dokumentverktøy

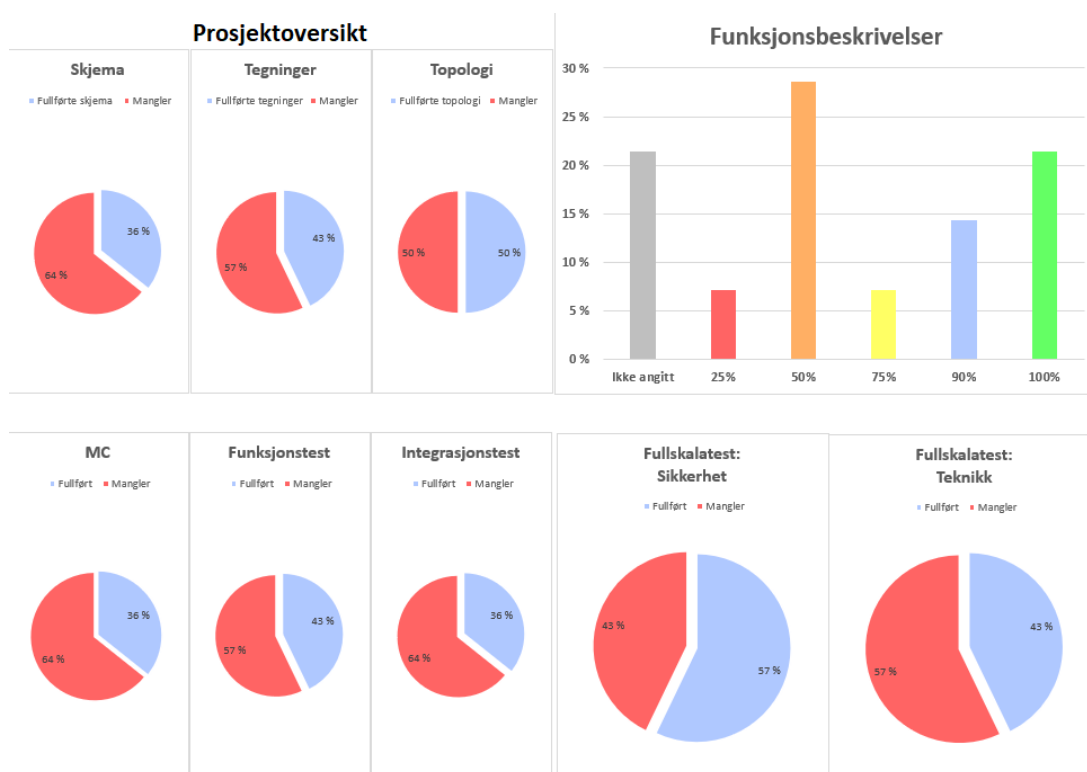
Dette kapittelet tar for seg dokumentverktøyet som er laget i Excel med forklaringer og bilder.

4.1 Oversikt

Oversikt-arket i dokumentverktøyet viser et grafisk sammendrag over de viktigste elementene til prosjektet som angår RITBs rolle. Dette består av ulike søyle- og sirkeldiagrammer som er tilpasset hvert funksjonsområde på best mulig måte, samt et notat som beskriver inndelingen til søylediagrammet. Funksjonene til dette arket er å gjengi en oversiktlig og rask oppsummering av prosjektets progresjon, og kvalitetssikre RITBs eget arbeid gjennom å vise hva som mangler og hva som gjenstår.

Disse diagrammene oppdateres kontinuerlig og hentes fra Excel-arket «Data».

Formlene i «Data» innhenter informasjon fra «Anleggsliste» og gjengir dette i prosjektoversikten dersom spesifiserte krav i formelen oppfylles i «Anleggsliste». Det er brukt formler med spesifikke krav for å hindre feilmarkering, og/eller at andre feilkilder skal påvirke oversikten feilaktig.



Figur 8: Oversikt i dokumentverktøy

25%	Rådgiver (overordnet)
50%	Entreprenør (Påbegynt, god i gang)
75%	Entreprenør (Tilnærmet ferdig)
90%	Klar for gjennomgang med kunde/bruker
100%	Godkjent av kunde

Figur 9: Tilhørende beskrivelse, oversikt

4.2 Oppsett

På arket «Oppsett» har vi lagt til utvalgte systemer fra PA0802 som gruppen mener er relevante for RITB, og er utdrag fra bygningsdelstabellen fra NS 3451. For å enkelt filtrere ut systemer som ikke trengs i den aktuelle prosjektering, har vi valgt å bruke «slicerfunksjonen» til Excel som vist i figur 13. Her har vi laget tre forskjellige «slicere» slik at vi kan filtrere ut hele fagområder som går under «1 - Siffer», delnummer som går under «2 – Siffer» og bygningsdelsnummer som går under «3 – Siffer». På denne måten kan brukeren av dokumentet legge til og fjerne eventuelle systemer som ikke inngår i prosjektet. Ved hjelp av denne funksjonen er det mulig for brukeren å skreddersy prosjektet slik som en ønsker det, på en enkel og effektiv metode, kontra å fylle inn manuelt.

Knappen øverst i figur 13 er programmert slik at den tar med seg de utvalgte systemnummerene fra slicerfunksjonen og viderefremidler informasjonen til andre ark i dokumentverktøyet. Dette gjelder da for arkene: «Anleggsliste», «Beskrivelse», og «Matrise». For at man skal kunne velge flere elementer samtidig fra slicerfunksjonen, er det viktig at «multi-select» knappen er aktivert.

Knappen er plassert øverst til høyre i hjørnet på slicerfanen (figur 12). For å nullstille all filtreringen til et eventuelt nytt prosjekt trykker man på «clear filter» knappen (figur 11). Ved å bruke «clear filter» blir alle systemene i slicerfunksjonen aktive igjen, slik at man på nytt kan fjerne alle systemer som ikke inngår i ønsket prosjekt.



Figur 11: Clear filter



Figur 10: Multi-Select

Generer anleggsliste, beskrivelse og matrise		
1 - Siffer 2 - Bygning 3 - VVS 4 - Elkraft 5 - Tele og auto 6 - Andre installasjoner 7 - Utendørs (tom)	2 - Siffer 23 - Yttervegger 24 - Innevegger 26 - Yttertak 29 - Andre bygningsmessige deler 31 - Sanitær 32 - Varme 33 - Brannslukking 34 - Gass og trykkluft 35 - Prosesskjøling 36 - Luftbehandling 37 - Komfortkjøling 38 - Vannbehandling 39 - Andre VVS-Installasjoner 41 - Basisinstallasjoner for elkraft 43 - Lavspennet forsyning 44 - Lys 45 - Elvarme 46 - Reservekraft 47 - Lokal kraftproduksjon 49 - Andre elkraftinstallasjoner 51 - Basisinstallasjoner for tele og automatisering	3 - Siffer 234 Vinduer, dører, porter 237 Solavskjermning 244 Vinduer, dører, foldevegger 263 Glasstak, overlys, takluker 290 Andre bygningsmessige deler 310 Sanitæranlegg 320 Varmeanlegg 331 Installasjon for manuell brannsløkking med vann 332 Installasjon for brannsløkking med sprinkler 333 Installasjon for brannsløkking med vannåke 334 Installasjon for brannsløkking med pulver 335 Installasjon for brannsløkking med inertgass 339 Andre Installasjoner for brannsløkking 341 Installasjon til gass for bygningsdrift 342 Installasjon til gass for virksomhet i ferdige bygg 343 Installasjon til medisinske gasser 345 Installasjon til trykkluft for virksomhet i ferdig bygg 346 Installasjon til medisinsk trykkluft 347 Vakuumsystemer 349 Andre installasjoner til gass- og trykkluft 351 Klimatestimer

Instruksjoner til nye brukere:

Her er relevante systemer fra bygningsdelstabellen til Statsbygg (PA0802) lagt til i en tredelt liste.

Knappen øverst til høyre (clear filters) i hver tabell, velger alle elementer.

Knappen til venstre for denne (multi select) må være aktiv for at man skal kunne velge flere systemer. Denne burde derfor alltid være aktiv.

Velg alle systemer som skal være med i prosjektet, og klikk deretter på "Generer anleggsliste og beskrivelse" øverst i arket for å gjøre tilsvarende.

Dersom det mangler et system er det enkelt å legge til flere:

- Klikk på knappen øverst til høyre i alle tabeller (clear filter) for å sikre at alle rader er synlige i excel.
- Blå med til **rad 29**. Finn riktig sted å sette inn nytt nummer i forhold til nummer i bygningsdelstabell.
- Høyreklikk på raden under ønsket plassering, og velg sett inn -> Hele raden. Det skal nå være en blank rad **riktig plassert** i forhold til nummerering
- Fyll inn system på samme måte som er gjort tidligere i hver kolonne, for **eksempel**:
 kolonne A: 2 - Bygning
 kolonne B: 23 - Yttervegger
 kolonne C: 234 - Vinduer, dører, porter

Figur 12: valgfunksjon av systemer

I figur 14 ser man et utdrag fra systemkodelisten PA0802, og er hentet fra bygningdelstabellen til NS 3451. Denne systemkodelisten har vi delt opp i tre deler, så man slipper å fjerne eller legge til systemer individuelt, men istedenfor kan fjerne hele delsystemer eller fagområder. Dette er for å effektivisere prosjekteringsfasen ved at RITB ikke trenger å finne systemene manuelt og bruke tid på å fylle inn disse generelle betegnelsene, samt å standardisere oppsett for systembetegnelser. Dette kan også enkelt flettes sammen med større tverrfaglige merkesystemer ettersom systemnummerene er tilpasset oppsettet til disse.

Som det står i forklaringen i dokumentverktøyet i figur 13, er det enkelt å legge til eventuelle systemer som ikke befinner seg i utdraget fra systemkodelisten PA0802. Forklaringen er lagt ved under:

«Dersom det mangler et system er det enkelt å legge til flere:

1. Klikk på knappen øverst til høyre i alle tabeller (clear filter) for å sikre at alle rader er synlige i excel.
2. Bla ned til rad 29. Finn riktig sted å sette inn nytt nummer i forhold til nummer i bygningsdelstabell.
3. Høyreklikk på raden under ønsket plassering, og velg sett inn -> Hele raden. Det skal nå være en blank rad riktig plassert i forhold til nummerering
4. Fyll inn system på samme måte som er gjort tidligere i hver kolonne, for eksempel:

kolonne A: 2 - Bygning

kolonne B: 23 - Yttervegger

Kolonne C: 234 Vinduer, dører, porter»

1 - Siffer	2 - Siffer	3 - Siffer
2 - Bygning	23 - Yttervegger	234 Vinduer, dører, porter
2 - Bygning	23 - Yttervegger	237 Solavskjermning
2 - Bygning	24 - Innevegger	244 Vinduer, dører, foldevegger
2 - Bygning	26 - Yttertak	263 Glasstak, overlys, takluker
2 - Bygning	29 - Andre bygningsmessige deler	290 Andre bygningsmessige deler
3 - VVS	31 - Sanitær	310 Sanitæranlegg
3 - VVS	32 - Varme	320 Varmeanlegg
3 - VVS	33 - Brannslukking	331 Installasjon for manuell brannslukking med vann
3 - VVS	33 - Brannslukking	332 Installasjon for brannslukking med sprinkler

Figur 13: utdrag fra bygningsdelstabell i dokumentverktøy

4.3 Anleggsliste

Arket «Anleggsliste» har som hensikt å være en oversikt over fremdrift og gjøremål til alle systemer som er med i prosjektet. Dette arket skal hjelpe RITB med å holde oversikt over hvilke systemer som har fått tildelt tilfredsstillende informasjon og dokumentasjon i form av hvem som står som systemeier, skjemaer, topologi og tegninger til hvert systemnummer eller løpenummer. Når disse punktene er utført, markeres de med «X» som vist i figur 15 og 16. Figurene er et ark fordelt i to utklipp på grunn av grafiske utfordringer. Hvis det oppstår problemer underveis er det mulig å kommentere i hver enkelt celle for enkelt å vise hvilke systemer som trenger oppfølging.

Oppdrag	Oppdragsnavn	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:	
Oppdragsnr.	Oppdrag1	MA	MA	MA	
Dokumentnavn	Dokument1	Dato:	Dato:	Dato:	
Dokumentnr.	12345	28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021	
Dato	tirsdag 6. april 2021				
Revisjon	Rev99				
Dokumentinformasjon over bør fylles inn her i anleggsliste. Da fylles resterende ark automatisk					
<input type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Sett inn løpenr.	Slett rad			
Systemnr.	Systemnavn	Systemeier	Skjema	Tegninger	Topologi
234	Vinduer, dører, porter		x	x	x
237	Solavskjermning		x	x	x
244	Vinduer, dører, foldevegger		x	x	x
263	Glasstak, overlys, takluker			x	x
290	Andre bygningsmessige deler				x

Figur 14: Anleggsliste del 1.


Funksjonsbeskrivelse (i %)	Mekanisk ferdigstillelse (MC)	Funksjonstest, Egentest	Integrasjonstest	Fullskalatest - 1 Sikkerhet: Test av brann- og rømningsikkerhet	Fullskalatest - 2 Teknikk: F.eks. Ved automatisk oppstart/nettutfall
25	x	lht. systemets testrutine	lht. prosjektets krav		
50	x	x			
75	x	x			
90		x			
100					

Figur 15: Anleggsliste del 2.

Det er lagt inn en knapp, «Sett inn løpenr.», som er knyttet opp mot en makrofunksjon. Denne skal gjøre det enklere å sette inn et løpenummer til systemnummeret. Koden i makroen tar for seg systemnummer i markert rad, og legger til løpenummer som svarer til nummereringen som allerede eksisterer, eksempel på dette kan sees i figur 17. Om brukeren skulle angre og fjerne løpenummeret så er det programmert inn en «slett rad» knapp som fungerer på tilsvarende måte som «sett inn løpenr.» knappen.

Grunnen til at vi valgte denne løsningen er at man ofte har ulike systemer med samme bygningsdelsnummer, gjerne med ulike spesifikasjoner og tverrfaglige grensesnitt. For å beskrive de ulike systemene som det gjerne er mange av, er det fordelaktig å gi disse en unik nummerering eller kjennemerke, som i dette tilfellet er løpenummer. Dermed får man mange ulike systemløpenummer. For eksempel har dørene i rømningsveien andre krav og må involvere andre fag enn en vanlig dør, og dermed eget løpenummer.

<input type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Sett inn løpenr.	Slett rad
Systemnr.	Systemnavn	
234	Vinduer, dører, porter	
237	Solavskjermning	
244	Vinduer, dører, foldevegger	




<input type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Sett inn løpenr.	Slett rad
Systemnr.	Systemnavn	
234	Vinduer, dører, porter	
234.001		
237	Solavskjermning	
244	Vinduer, dører, foldevegger	

Figur 16: Fremstilling om hvordan sett inn løpenr. knapp fungerer.

Det er også lagt inn en avkryssingsboks i arket. Funksjonen til denne er å skjule enkle systemnummer som bare består av bygningsdelsnummer som vist i figur 18. Dette er gjort for å kunne skape seg en enklere oversikt over hvilke løpenummer eller undersystem som er med i prosjektet. Det er ofte sytemløpenummerene som skal beskrives nærmere, ikke hele bygningsdelen.

<input type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Sett inn løpenr.	Slett rad
Systemnr.	Systemnavn	
234	Vinduer, dører, porter	
234.001		
237	Solavskjermning	
244	Vinduer, dører, foldevegger	
263	Glasstak, overlys, takluker	
263.001		
263.002		
290	Andre bygningsmessige deler	
290.001		



<input checked="" type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Sett inn løpenr.	Slett rad
Systemnr.	Systemnavn	
234.001		
263.001		
263.002		
290.001		

Figur 17: Fremstilling av skjul Systemnr.

Kolonnen som omhandler **funksjonsbeskrivelse**, tar for seg progresjonen til funksjonsbeskrivelsen. Denne er delt inn i ulike prosent-satser med tilknyttede fargekoder og forklaring for å visualisere og beskrive hvor langt i prosessen funksjonsbeskrivelsen for det individuelle system er kommet. Som vist i figur 19 er det fem stadier funksjonsbeskrivelsen skal igjennom før den kan godkjennes. Beskrivelsen skal først opprettes av fagansvarlig før det sendes videre til entreprenør. Når entreprenøren er ferdig med beskrivelsen skal det presenteres for kunde/bruker og eventuelt justeres, før det godkjennes av sistnevnte.

Funksjonsbeskrivelse (i %)	(MC)	Erstatt
25		
50		
75		
90		
100		
50		
50		
90		
100		
50		
100		

Forklaring:

- 25% - Rådgiver (overordnet)
- 50% - Entreprenør (Godt i gang, påbegynt)
- 75% - Entreprenør (Tilnærmet ferdig)
- 90% - Klar for gjennomgang med kunde/bruker
- 100% - Godkjent av kunde

Figur 18: Forklaring for funksjonsbeskrivelse

De resterende cellene skal markeres med «X» når krav for gjeldende kolonne er fullført og godkjent. Kravene for mekanisk ferdigstilling, funksjonstest, integrasjonstest, osv. kan variere fra prosjekt til prosjekt, men NS3935 tar for seg punkter for hver enkelt fase, og som bør være fullført før det godkjennes. Vi har tatt utgangspunkt i at brukerne av dokumentverktøyet skal basere seg på NS3935, og er formatert deretter, men det er fullt mulig å bruke andre standarder eller andre oppsett.

4.4 Testplan

Arket «Testplan» er laget slik at RITB skal ha en oversikt over hvilke fase i prosjektet de forskjellige systemene er i, og kan sammenliknes med en fremdriftstabell. Knappene som er programmert inn i dette arket er vist i figur 20. Dette er: Hent anleggsliste, tøm tabell, og avkrysningsboksen «skjul Systemnr.».

«Skjul Systemnr.» har samme funksjon som forklart i kapittel 4.3 om «Anleggsliste».

«Hent anleggsliste»-knappen henter tabellen med løpenummer som er lagt inn i «Anleggsliste» og overfører disse til tabellen i «Testplan». «Tøm tabell» knappen tømmer hele tabellen med datoer i testplan. Dette gjelder da fra kolonne D og videre.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Oppdrag	Oppdragsnavn		Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:	En fremdriftstabell for ulike faser		
2	Oppdragsnr.	Oppdrag1					Fyll inn med dato i følgende format:		
3	Dokumentnavn	Dokument1		MA	MA	MA	"dd-mm-yy" for eksempel 01-12-21		
4	Dokumentnr.	12345		Dato:	Dato:	Dato:			
5	Dato	tirsdag 6. april 2021							
6	Revisjon	Rev99		28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021			
7									
8				Installasjonsfase					
9				Montering og bygging			Mekanisk ferdigstillelse		
10	<input type="checkbox"/> Skjul systemnr.	Hent anleggsliste	Tøm tabell						
11	Systemnr.	Systemnavn	Systemeier	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt
12	234	Vinduer, dører, porter							
13	237	Solavskjermning							
14	244	Vinduer, dører, foldevegger							
15	263	Glasstak, overlys, takluker							
16	290	Andre bygningsmessige deler							
17									

Figur 19: Fremstilling av testplan del 1

I installasjonsfase-, igangkjøringsfase- og idriftsettelsesfase skal brukeren av verktøyet kunne notere ned hvor i prosessen systemet er kommet. Dato for når systemet er påbegynt, planlagt ferdig og ferdigstilt, legges inn etter behov for hver fase. Dette er vist i figur 20 og 21. Hensikten med dette er at ITB koordinator enklere kan få en oversikt over hvilke fase ulike systemer er i, og planlegge prosjektet deretter.

Igangkjøringsfase						Idriftsettelsesfase								
Innregulering			Egentester			Integrert-test			Fullskalatest: -sikkerhet			Fullskalatest: -teknikk		
Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt	Påbegynt	Planlagt ferdig	Ferdigstilt

Figur 20: Fremstilling av testplan del 2

4.5 Integrerte Tester

Arket «Integrerte tester» tar for seg hvert enkelt system på løpenummer-nivå. Hvor spesifikt dette blir for hvert system varierer og avhenger av kompleksitet, størrelse og omfang på prosjektet. Uansett er dette dokumentet utarbeidet generelt nok til at dette skal fungere uansett system. På samme måte som «Testplan» henter «Integrerte tester»-arket informasjonen fra «Anleggsliste» gjennom en knapp som er tilknyttet en makrofunksjon, og sorterer dette på en ryddig måte i tabellen. All formatering, oppsett, sortering, osv. gjøres automatisk for å forenkle jobben til RITB. Hensikten med dette arket er å gi RITB en oversikt over tester som skal gjennomføres eller har blitt gjennomført, samt å vise all informasjon som er nødvendig i denne sammenheng for det enkelte system.

Arket tar for seg hvilke tverrfaglige grensesnitt som er nødvendig for systemet, og legger ved kravspesifikasjonen slik at det blir enkelt å se for seg hva som skal gjøres videre. Ansvarsfordelingen for hva som skal gjøres for hvert system blir tydeliggjort i de fargede kolonnene (D til H). Til slutt fyller man inn informasjon om testen som skal gjøres, og hvordan resultatet ble.

«Sett inn» og «Slett rad» fungerer på samme måte som nevnt tidligere for «Anleggsliste» (4.3), men setter inn samme verdi for systemnummer dersom samme system skal ha flere tverrfaglige grensesnitt med ulike kravspesifikasjoner og ansvarsfordelinger.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Oppdrag	Oppdragsnavn		Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:							
2	Oppdragsnr.	Oppdrag1		MA	MA	MA							
3	Dokumentnavn	Dokument1											
4	Dokumentnr.	12345		Dato:	Dato:	Dato:							
5	Dato	tirsdag 6. april 2021		28.04.2021	28.04.2021	28.04.2021							
6	Revisjon	Rev99											
7													
8	Hent løpenummer fra anleggsliste												
9			Sett inn	Slett rad									
10			Ansvarsfordeling										
	Systemnr.	Tverrfaglig grensesnitt	Kravspesifikasjon	Levering	Montering	Kabling, tilkobling	Funksjonsansvar	Tverrfaglig funksjonsansvar	Testdato	Kommentar, Utbedreiser	Test OK	Dato for godkjent	Hovedgrensesnitt
11													
12				234.001 - Løpenummer eksempel1									
13	234,001												
14				234.002 - Løpenummer eksempel2									
15	234,002												
16				234.003 - Løpenummer eksempel3									
17	234,003												
18				290.004 - Løpenummer eksempel4									
19	290,004												
20				290.008 - Løpenummer eksempel8									
21	290,008												

Figur 21: Fremstilling "Integrerte Tester"

4.6 Beskrivelse

Hovedprinsippet bak «beskrivelse» er å skaffe seg en oversikt over hvilke system som skal operere på tvers av fagområdene, og hvem som står ansvarlig for forskjellige punkter som vist i figur 22. I første kolonne av figur 22 kan man se at det står oppført en liste med overskrift Ref. nr. Her skal brukeren av dokumentverktøyet fylle inn et identifiseringsnummer. Nummeret brukes videre til å beskrive det tverrfaglige grensesnittet som inngår i systemet. Dette referansenummeret skal igjen brukes videre i arket «matrise» i dokumentverktøyet. Under beskrivelse av grensesnitt skal brukeren av dokumentverktøyet skrive ned en liten forklaring på hvilke systemer som skal kommunisere på tvers av fagområdene, og hvordan.

	A	B	C	D	E	F
1	Oppdrag	Oppdragsnavn		Utarbeidet av:	Kontrollert av:	Godkjent av:
2	Oppdragsnr.	Oppdrag1				
3	Dokumentnavn	Dokument1		MA	MA	MA
4	Dokumentnr.	12345		Dato:	Dato:	Dato:
5	Dato		tirsdag 6. april 2021			
6	Revisjon	Rev99		28-04-21	28-04-21	28-04-21
7						
8						
9						
10						
11	Ref. nr.	Systemnummer	Systemnavn	Beskrivelse grensesnitt	Systemvis funksjonsbeskrivels	Potensialfri
12		234	Vinduer, dører, porter			
13		237	Solavskjermning			
14		244	Vinduer, dører, foldevegger			
15		263	Glasstak, overlys, takluker			
16		290	Andre bygningsmessige deler			

Figur 22: Fremstilling av beskrivelse i dokumentverktøy del 1

Brukeren av dokumentverktøyet skal krysse av hvilke kommunikasjonsmetoder som er tatt i bruk for det valgte systemet. Dette kan for eksempel være analog- eller digital inn- og ut-ganger, buss, eller om systemet skal bruke andre metoder. Det er også oppført noen punkter som leveranse, montasje, tilkøpling som vist i figur 23. De eventuelle punktene skal fylles ut med forkortelser som er vist i siden forklaring i dokumentverktøyet. Disse forkortelsene viser hvem som skal stå ansvarlig for de eventuelle punktene.

Kommunikasjonsmetoder						Ansvarsfordeling				
Analog inn	Analog ut	Digital inn	Digital ut	Puls	Busskommunikasjon	Leveranse	Montasje	Tilkøpling	Funksjonsansvar	Tverrfaglig funksjonsansvar

Figur 23: Fremstilling av beskrivelse i dokumentverktøy del 2

4.8 Forklaring

I «Forklaring»-arket er det lagt ved to tabeller som forklarer forkortelsene som brukes i dokumentverktøyet. Den ene tabellen er hentet fra Statsbygg sitt merkesystem og den andre er laget av Asplan Viak. Ettersom det er Asplan Viak vi utvikler dokumentverktøyet for, så har vi valgt å legge ved deres forkortelser i tillegg til Statsbygg sin tabell.

Siden vi har definert i kravspesifikasjonen at dokumentverktøyet skal følge merkesystemet til Statsbygg (PA0802) var det dette systemet vi tok utgangspunkt i. Vi fant fort komplikasjoner med dette og forsto hvorfor Asplan Viak har opprettet sitt eget system. Ta for eksempel VVS fra Statsbygg sitt merkesystem, hvor de har alt fra varme, ventilasjon, rør, kjøling, og sanitær i en og samme betegnelse, i motsetning til Asplan Viak som har delt opp merkesystemet. Merkesystemet til Asplan Viak er et bedre system å bruke for RITB, da man ofte behøver å spesifisere ytterligere for tekniske installasjoner. Dette gjelder spesielt når det bare omhandler den tekniske delen av prosjektet. Vi mener også at mange fagkoder fra statsbyggs fagkodemottabell blir irrelevant for RITB rollen ettersom disse benevnelsene ikke nødvendigvis inngår i RITBs ansvarsområde, og dermed ikke vil bli brukt. Tabellene vises i figur 25.

Statsbygg:		Asplan Viak:	
Aktør	Fagkode	Aktør	Fagkode
Ariktitekt	A	Totalentreprenør	TE
Byggeteknikk	B	Ventilasjon	V
Akustikk	C	Rør	R
Andre inst.	D	Elektriker	E
Elektro	E	SD-anlegg	SD
Brann	F	Bygg	B
Geoteknikk og grunnarbeider	G	Brannalarm	C
Heis	H	Adgangskontroll- og innbruddsentral	A
Interiørarkitekt	I	Heis	H
Andre konsulenter (Kulisser, teater, medisinsk virksomhet, etc.)	K	Kjøling	K
Landskap, terreng	L	Dørautomatikk	D
Maskin	M	Uteanlegg	U
Prosess	P		
Storkjøkken	S		
Tele- og automatisering	T		
Utsmykning	U		
VVS	V		
Vei, trafikk	W		
Utarbeidet av entreprenør/leverandør	Y		
Utarbeidet av offentlig myndighet	Z		

Figur 25 Oversikt over forkortelser i dokumentverktøy

4.9 Data

Arket «Data» har som funksjon å være en oversiktlig side for funksjoner som innhenter verdier fra «Anleggsliste» og gjengir dem via diagrammene på «oversikt» arket. Som vist i figut 26 er dette de samme verdiene som på oversiktsarket. Dette er ikke en del av verktøyet som skal modifiseres manuelt, og er bare ment som et rent kalkulasjonsark. Av denne grunn er denne siden vanligvis skjult, både for å hindre at det skjer uønskede endringer og for at verktøyet skal være mest mulig oversiktlig og enkelt.

Data for anleggsliste						Mekanisk ferdigstilling	
Totale systemnummer	13					Fullført	31 %
						Mangler	69,23 %
Fullførte skjema	0 %					Funksjonstest	
Mangler	100 %					Fullført	8 %
						Mangler	92 %
Fullførte tegninger	0 %					Integrasjonstest	
Mangler	100 %					Fullført	15 %
						Mangler	85 %
Fullførte topologi	0 %					Fullskaletest1	
Mangler	100 %					Fullført	23 %
						Mangler	77 %
						Fullskaletest2	
						Fullført	15 %
						Mangler	84,62 %
Funksjonstest:							
Større enn 0 og mindre enn 26	0						
Større enn 25 og mindre enn 51	0						
Større enn 50 og mindre enn 76	0						
Større enn 75 og mindre enn 99	0						
er lik 100 eller x	0						
Prosentvis:							
Ikke angitt	100 %						
25%	0 %						
50%	0 %						
75%	0 %						
90%	0 %						
100%	0 %						

Figur 26: Fremstilling av "Data" ark

5 Evaluering

Kapittelet tar for seg evaluering av prosjektet, og om målsettingen er oppfylt.

5.1 Mål for prosjektet

Målet for prosjektet har hele tiden vært å utforme en kravspesifikasjon som tilfredsstillter oppdragsgivers visjoner og ønsker, og som i ettertid av utforming blir overholdt gjennom rapport og dokumentverktøy.

5.2 Evaluere om målet er nådd

Hvert prosjekt er unikt fordi det som regel ikke velges samme løsning for tekniske anlegg, i tillegg til at prosjektene varierer mye i størrelse og omfang. Dette gjør at RITB ofte må bruke mye tid på å sette opp mye eller all informasjon manuelt i dokumentverktøyet. Vi har løst dette med å integrere en valgmeny som gir muligheten til å huke av de tekniske systemene man skal ha med i prosjektet, og som inneholder alle systemene som er relevant i bygningdelstabellen. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.2 «Oppsett». Ettersom beskrevet valgmeny er basert på en standard er dette med på å gjøre verktøyet fleksibelt, allsidig og standardisert som er en del av kravspesifikasjonen som ble utarbeidet i oppstarten av rapporten.

Informasjonen brukeren har huket av blir så tatt med videre til de andre arkene i dokumentet. Denne prosessen automatiserer en del av arbeidet med å skreddersy formatering av informasjonen som gjør at verktøyet blir oversiktlig. Verktøyet har i stor grad samme oppsett på alle sider, slik at det er lett å venne seg til.

Vi har fått inntrykk av at det ofte er svært ønskelig, og ofte til og med krav om at NS 3935 og NS 6450 skal overholdes i prosjektet. De forskjellige arkene i dokumentverktøyet er bygget på bakgrunn av disse, og ivaretar arbeidsoppgavene til ITB som er fastsatt av NS 3935.

Valgmenyen har tatt utgangspunkt i «PA0802 – systemkodeliste» utarbeidet av Statsbygg. Tallkodene fra systemkodelisten blir videreført til de ulike arkene i dokumentverktøyet, dette gir en bedre oversikt og gjenspeiler målene i kravspesifikasjonen. Ved å ha samme identifiseringssystem som de fleste i bygningsbransjen er kjent med, vil det være enklere å holde oversikt i et prosjekt med mye informasjon.

Framsiden av dokumentverktøyet er laget slik at det skal fungere som en internkontroll for RITB i tillegg til at det skal vise progresjon for de eventuelle systemene som inngår i prosjektet. Dette er altså med på å kvalitetssikre RITBs eget arbeid. Denne siden består av grafer som henter informasjon fra alle de ulike arkene i dokumentverktøyet. Grafene er en oversikt over status på de tekniske systemene, f.eks. om kravspesifikasjon og topologi er utarbeidet og godkjent. Forsiden er tenkt som en sjekkliste, fordi det blir en ekstra kontroll på om noe i dokumentverktøyet ikke er fylt ut. Så lenge RITB har lagt til alle de tekniske systemene i valgmenyen, vil visualiseringen på forsiden fange opp om systemer ikke blir fulgt opp og ivaretatt.

Utviklingen av verktøyet har hele tiden foregått med fokus på informasjon fra et bredt spekter med kilder. Kilder har alltid blitt evaluert og sammenliknet mot annen informasjon for at det som tilegnes kan ansees som kvalitativt. Eksempelvis har vi fått innsikt i Simcon Systems verktøy, og sammenliknet dette med andre ITB maler og informasjon fra blant annet eksterne veiledere, kurs, standarder og nettartikler. Vi har innhentet informasjon fra ulike aktører og informasjonskilder, i tillegg til å kurses i aktuelle standarder som rapporten omhandler. Under utviklingen av dokumentverktøyet har det også blitt simulert vanlig og unormal bruk av verktøyet med ulike scenario for å være sikker på at verktøyet fungerer som det skal, og blir robust nok til å tåle feil eller hendelser som i utgangspunktet ikke er tiltenkt. Dekke kan for eksempel være ved å fylle inn feil informasjon, bruk av makroer, feilmarkering av celler, etc. Selv om dette ikke direkte var spesifisert i målsetting, fører dette til at verktøyet i større grad blir fleksibelt fordi det kan modifiseres ytterligere enn det som er tiltenkt uten at det skal være et problem for de grunnleggende funksjonene til verktøyet.

Med ovennevnte avsnitt anser vi at kravspesifikasjon i stor grad er oppfylt etter beste evne og er fornøyd med resultat i forhold til målsettingen som ble utarbeidet i forarbeidet til denne rapporten.

6 Refleksjon

Ambisjonen til gruppen var å lage et dokumentverktøy som skulle være til hjelp for rådgivende ITB i Asplan Viak. Den største umiddelbare utfordringen med oppgaven vi fikk tildelt var å forstå hva ITB gikk ut på, og at vi hovedsakelig ikke hadde noe direkte kunnskap om prosjektering av integrerte tekniske bygginstallasjoner.

Ut ifra mangel på erfaring om emnet, møtte vi på utfordringer når vi skulle lage og tilpasse et hjelpemiddel til en prosess vi hadde lite kunnskap om. Ved hjelp av veiledere og møter, fikk vi først et innblikk i hva som var viktig å få med, og hvordan eksisterende løsninger ble brukt. Vi tok utgangspunkt i dette, og fikk tilbakemelding underveis på hva de likte og hva de ikke likte. Vi har to veiledere fra Asplan Viak, hvor en av disse ble byttet ut i april. Med ny veileder kom også nye preferanser og ideer, som førte til noen få justeringer i dokumentverktøyet.

Siden Asplan Viak allerede hadde eksisterende dokumentverktøy, måtte vi tilføye noe nytt. Vi konkluderte tidlig med at oppsettet i eksisterende verktøy var vanskelig å gjøre store endringer på, i tillegg til at det ville vært ugunstig med tanke på at de fremtidige brukerne av dokumentverktøyet allerede er kjent med dette oppsettet. Med utgangspunkt i et oppsett, gjorde vi noen justeringer vi anså som forbedringer og gjorde verktøyet mer oversiktlig gjennom formatering og et standardisert oppsett for alle sider. Vi kom frem til at programmering av egne funksjoner i Excel for å automatisere prosesser var et nyttig verktøy som betydelig reduserte omfanget av nye prosjekter. Dette syntes vi var en god løsning, siden Excel også er et program de fleste har kjennskap til.

En av de største utfordringene var balansen mellom effektivitet og brukervennlighet. Hvis vi la inn for mye eller for kompliserte funksjoner, ville dette krevd mer tid å sette seg inn i for brukeren av dokumentverktøyet. Vi har derfor basert oss på at hver funksjon vi la til i dokumentverktøyet måtte være lett å bruke.

Fordelen med å bruke dokumentverktøyet er at arbeidsoppgavene til RITB vil bli mindre tidkrevende og de vil bli utført på en systematisk og oversiktlig måte. Ved hjelp av dette verktøyet vil RITB også ha mulighet til å kunne utføre en internkontroll over eget arbeid for å forsikre seg om at alle arbeidsoppgavene er utført. Ved at vi har automatisert deler av dokumentverktøyet, vil det også redusere sjansen for menneskelig svikt som igjen kan føre til feil når det eventuelle sluttproduktet leveres til kunden.

Når vi leverer fra oss dokumentverktøyet til Asplan Viak, vil vi ikke ha mulighet til å oppdatere og følge opp eventuelle problemer. Dersom det implementeres nye koder, funksjonaliteter eller større endringer i dokumentverktøyet, får ikke vi som utviklere mulighet til å tilpasse det med den eksisterende koden. Da kan det hende at produktet ikke opprettholder den kravspesifikasjonen som vi har lagt til grunn for til dokumentverktøyet. En annen ulempe kan være at det tar litt tid for eventuelle nye brukere å sette seg inn i hvordan man skal bruke dokumentverktøyet.

Et annet problem vi møtte på tidlig var at vi ikke noe forhold til programmeringsspråket VBA. Dette betydde at vi måtte sette oss inn i et helt nytt system med programmering. Gjennom studiet har vi programmert i flere ulike språk, og vi har tidligere brukt språk som VBA er basert på. Med dette bydde ikke programmeringsspråket på noen utfordringer, men ble istedenfor veldig lærerikt for oss.

Samarbeidet innad i gruppen har ikke gitt noen utfordringer. Vi kjenner hverandre godt, og har jobbet mye sammen de tre årene på studiet. Dette er også grunnen til at vi dannet denne gruppen. Vi har tidligere erfart at vi som gruppe jobber godt, strukturert og metodisk sammen. Covid-19 har selvfølgelig gitt utfordringer, som at skolen har holdt stengt og restriksjoner på hvor mange man kan være sammen. Uansett har vi forsøkt å jobbe sammen fysisk store deler av uken.

Når vi ser tilbake på hvordan vi har løst problemstillingen for denne bacheloroppgaven, er det få ting vi kunne ha gjort annerledes. Vi kunne selvfølgelig brukt en av de andre løsningsforslagene, men grunnen til at det ble gjort på denne måten har vi utdypet tidligere i oppgaven. Vi kunne også ha vinklet oppgaven fra et mer økonomisk perspektiv, men med dokumentverktøyet i senter av prosjektet følte vi ikke at dette var like relevant som hvis oppgaven hadde vært mer sentrert rundt ITB rollen.

Vi hadde også planer med veilederne våre om å bli med og observere hvordan en RITB i Asplan Viak utførte arbeidsoppgavene sine, i tillegg til å få mulighet til å være med på fysisk befaring på en eventuell arbeidsplass. Dette fikk vi ikke mulighet til å gjennomføre på grunn av Covid-19.

Totalt sett er vi fornøyd med rapporten og verktøyet vi har utformet. Prosjektet har vært svært lærerikt, og vi har fått et godt innblikk i hvordan ITB koordinatører jobber og samarbeider, og hvordan tekniske anlegg prosjekteres, utformes og testes. Det har vært veldig spennende å jobbe med et tema som er så sentralt for fremtidige prosjekter. Vi håper selvfølgelig at arbeidsgiver kan dra nytte av dokumentverktøyet.

7 Kildeliste

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Termisk inneklima,» 2010. [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/tek/3/13/ii/13-4/>.
- [2] Statistisk sentralbyrå, «SSB.no,» 01 Januar 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/bygningsmasse>.
- [3] SSB, «Statistisk sentralbyrå - Næringens økonomiske utvikling,» Statistisk sentralbyrå, 28 april 2021. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/virksomheter-og-foretak/statistikk/naeringenes-okonomiske-utvikling>.
- [4] K. B. (. o. H. Bothner-By, «Store norske leksikon,» 30 September 2019. [Internett]. Available: <https://snl.no/grensesnitt>.
- [5] Store norske leksikon, «Kravspesifikasjon - SNL,» 24 April 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/kravspesifikasjon>.
- [6] A. Viak, «Om oss: Asplan Viak,» Asplan Viak, Feb 2021. [Internett]. Available: <https://www.asplanviak.no/om-asplan-viak>.
- [7] Standard Norge, «Produktpresentasjon: NS3935,» Standard Norge, juni 2019. [Internett]. Available: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1029927>.
- [8] Standard Norge, «Nyhetsarkiv: NS6450,» 2016. [Internett]. Available: <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/bygg-anlegg-og-eiendom/2016/ns-6450-idriftsetting-og-provedrift-av-tekniske-bygningsinstallasjoner/>.
- [9] Integra, «Nyhetsarkiv: NS-EN15232:Enkel vei til bedre automasjon,» 2015. [Internett]. Available: <http://integranett.no/Bibliotek/Nyhetsarkiv/2015/NS-EN15232Enkel-vei-til-bedre-automasjon/>.
- [10] Standard Norge, «Produktpresentasjon: NS3420-YB:2019,» Standard Norge, 2019. [Internett]. Available:

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1104936>.

[11 Standard Norge, «Beskrivelse av NS 3935,» Januar 2021. [Internett]. Available:
] <https://standard.no/no/Kurs-og-arrangementer/Beskrivelse//Digitalt-kurs-i-NS-3935---ITB---Prosjektering-utforelse-og-idriftsettelse/Zoom/2021-08-09/1406/>.

[12 ITB aktuelt, «Simcon tilbyr egenutviklet programvare,» [Internett]. Available:
] <https://www.itbaktuelt.no/brandstory/simcon-systems-tilbyr-egenutviklet-webbasert-programvare-itb-software/>.

[13 ITBaktuelt, «Systemintegrasjon: Problemer hver gang,» Itb aktuelt, 2015. [Internett]. Available:
] <https://www.itbaktuelt.no/2015/01/29/problemer-hver-gang/>.

[14 A. Eggen, «Bransjens ITB kompetanse, hvordan oppnå bedre resultater?,» 08 Februar 2021.
] [Internett]. Available: <https://www.itbaktuelt.no/2021/02/08/bransjens-itb-kompetanse-hvordan-oppna-bedre-resultater/>.

[15 NVE, «Elektrifisering av Norge,» 10 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/energibruk-effektivisering-og-teknologier/energibruk/elektrifiseringstiltak-i-norge/?ref=mainmenu>.

[16 ITB Guiden, «Sterkstrøm,» Mai 2021. [Internett]. Available: <http://www.itbguiden.no/tverrfaglig-koordinering/rie-elektro/sterkstrom/>.

[17 J. Pedersen og M. M. Nielsen, «Feltbusser i automationssystemer,» 2003. [Internett]. Available:
] <http://techteach.no/fag/tel220/v07/feltbuss/feltbusser.pdf>.

[18 ITB guiden, «Protokoller: KNX,» [Internett]. Available:
] <http://www.itbguiden.no/protokoller/knx/>.

[19 ITB guiden, «Protokoller: Dali,» Mai 2021. [Internett]. Available:
] <http://www.itbguiden.no/protokoller/dali/>.

[20 Hamza, «BMS system architecture,» 9 Des 2018. [Internett]. Available: <https://bms-system.com/wp-content/uploads/2018/12/BMS-System-architecture.png>.

[21 I. Guiden, «Tverrfaglig koordinering,» [Internett]. Available:
] <http://www.itbguiden.no/tverrfaglig-koordinering/>.

- [22 ITBguiden, «Tverrfaglig merkesystem TFM,» Mai 2021. [Internett]. Available:
] <http://www.itbguiden.no/tverrfaglig-merkesystem-tfm/>.
- [23 Statsbygg, «Statsbygg.no,» 28 November 2017. [Internett]. Available:
] https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2020/09/pa_0802_tverrfaglig_merkesystem.pdf.
- [24 I. guiden, «Bilde - Logo KNX,» [Internett]. Available: <http://www.itbguiden.no/wp-content/uploads/2018/02/knx-logo.png>.
- [25 I. guiden, «Bilde - Dali logo,» [Internett]. Available: <http://www.itbguiden.no/wp-content/uploads/2018/02/logo-dali-300x110.jpg>.
- [26 I. guiden, «Bilde - LonWorks logo,» [Internett]. Available: <http://www.itbguiden.no/wp-content/uploads/2018/05/lon.jpg>.
- [27 Micromatic.no, «Bilde - Nettanalysator,» Micromatic, [Internett]. Available:
] https://www.micromatic.no/globalassets/inriver/resources/fo_cvm-c10_r_se.jpg?w=640&h=360&scale=both.
- [28 ITB Guiden, «IonWorks,» [Internett]. Available: <http://www.itbguiden.no/ionworks/>.
]
- [29 COWI, «Disse trendene vil prege ITB bransjen,» 17 Januar 2019. [Internett]. Available:
] <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/disse-trendene-vil-prege-itb-bransjen-i-2019?publisherId=16391437&releaseId=17859258>.
- [30 Enhancedpower.co.uk, «Bilde: UPS,» [Internett]. Available:
] http://www.enhancedpower.co.uk/images/ups_upsfamily_trans-crop-u20702.png?crc=3980663443.
- [31 Asplan Viak, «Bilde - Asplan Viak logo,» [Internett]. Available:
] <https://d33by0imu011lz.cloudfront.net/media/rc/710x475/1616674578/asplanviak-logo-hel-sta-ende-cmyk-moerke-groenn.jpg>.

8 Figurliste

Figur 1 Asplan Viak Logo [31]	10
Figur 2 grafisk fremstilling av nettanalysator [27]	20
Figur 3 grafisk fremstilling av UPS [30]	20
Figur 4: Enkel fremstilling av feltbussystem.....	21
Figur 5 KNX logo [24]	22
Figur 6 DALI logo [25]	22
Figur 8 viser topologisk oppbygning av bygningsautomatiseringsanlegg – prinsipp tegning [20].....	23
Figur 9: Oversikt i dokumentverktøy	28
Figur 10: Tilhørende beskrivelse, oversikt.....	28
Figur 12: Multi-Select	29
Figur 11: Clear filter.....	29
Figur 13: valgfunksjon av systemer	29
Figur 14: utdrag fra bygningsdelstabell i dokumentverktøy	30
Figur 15: Anleggsliste del 1.	31
Figur 16: Anleggsliste del 2.	31
Figur 17: Fremstilling om hvordan sett inn løpenr. knapp fungerer.	32
Figur 18: Fremstilling av skjul Systemnr.	32
Figur 19: Forklaring for funksjonsbeskrivelse	32
Figur 20: Fremstilling av testplan del 1	33
Figur 21: Fremstilling av testplan del 2.....	33
Figur 21: Fremstilling "Integrerte Tester"	34
Figur 22: Fremstilling av beskrivelse i dokumentverktøy del 1	35
Figur 23:Fremstilling av beskrivelse i dokumentverktøy del 2.....	35
Figur 24: Fremstilling av grensesnitts matrisen	36
Figur 25 Oversikt over forkortelser i dokumentverktøy.....	37
Figur 26: Fremstilling av "Data" ark	38
Figur 28 Fremstilling av testprosedyre i dokumentverktøy del 1	39
Figur 29 Fremstilling av testprosedyre i dokumentverktøy del 2.....	39