

Industriell IT: Arkitektur for integrasjon og bruk av prosessinformasjon til sporing og verdikjedestyring

Geir Vevle

Master i datateknikk
Oppgaven levert: Juli 2006
Hovedveileder: Trond Aalberg, IDI
Biveileder(e): Gunnar Senneset, SINTEF
Eskil Forås, SINTEF

Oppgavetekst

Utarbeide arkitektur for integrasjon av systemer for datafangst, prosessautomasjon og styring sammen med ERP-systemer og andre sentrale funksjoner. Arbeidet baseres på analyse og datainnsamling av eksisterende og planlagte systemer på fabrikknivå hos Gilde Norsk Kjøtt og andre relevante bedrifter.

Oppgaven gitt: 20. januar 2006
Hovedveileder: Trond Aalberg, IDI

Sammendrag

Sporing har i seneste tid for alvor blitt satt på dagsordenen. Med minnene om kugalskap og skrapesyke nesten glemt, ble E.coli og salmonella viktige mediebegivenheter. Næringsmiddelindustrien og myndighetene har på grunn av dette blitt oppmerksomme på problemet og Landbruks- og Matministeren, Terje Riis-Johansen har lansert prosjektet eSporing, som har som mål å ha en teknisk løsning for sporing på plass innen 2010.

Slik som informasjonssystemene er bygget opp i de fleste tilfeller i næringsmiddelindustrien, med et ERP system med tråder helt ned i enkelte prosessenheter, er dette tungt å få til på en god måte. Samtidig har det vist seg at generell sporing, kun er lønnsomt ved en tilbaketrekking, altså ved en krise. Ellers koster det bare mer penger og arbeid å ha kontroll på næringsmidlene. Det er imidlertid flere måter som sporing kan benyttes til noe positivt. Dette kan være verdikjedestyring, innhenting av nøkkelparametre som kan brukes til prosessoptimalisering og varedifferensiering. Problemet er imidlertid at dette krever en bedre sporing enn det som har vist seg å være mulig når sporingen blir løst på sentralt nivå. Det er altså behov for egne systemer på fabrikknivå for å forbedre sporingen. Dette krever en arkitektur som legger til rette for disse systemene.

Datainnsamling og besøk på ulike fabrikker, har gjort det mulig å finne krav som en slik arkitektur har behov for å løse. Kravene til sporing og verdikjedestyring har vært sentrale. Med sporing menes både sporing på prosessinformasjon og sporing av hvilke innsatsfaktorer som har gått inn i en sporbar enhet. Prosessinformasjon er her definert som prosessenhets hendelser som kun har betydning lokalt på en enhet, mens innsatsfaktorer er definert som alle enheter som følger med produktet videre i næringskjeden.

Ut fra disse kravene har en konseptuell arkitektur blitt laget. Denne anbefaler bruk av tilsvarende lagdeling som ISA 95 standarden. Nettverksarkitektur og informasjonsarkitektur er også definert her. Den tekniske arkitekturen er ikke definert fordi det har vært et mål å ha arkitekturen uavhengig av teknologier. Den overordnede datamodellen som er beskrevet er laget for å sikre støtte for prosessinformasjon fra både lastbærere og prosessutstyr. Den har også støtte for den sporingen frem og tilbake i verdikjeden ved at alle innsatsfaktorer blir registrert og følger den sporbare enheten.

Hvordan arkitekturen og et eget lag med informasjonssystemer best kan støtte økt sporing, økt automatisering og gi en fleksibel og fremtidsrettet platform å bygge vider på, er diskutert i denne oppgaven. Resultatet av oppgaven er en generell arkitektur som kan støtte sporing og verdikjedestyring på en best mulig måte.

Forord

Denne oppgaven er utført som en avsluttende masteroppgave i 10. semester av utdanningen til Sivilingeniør/Master i Teknologi innen Datateknikk, ved Institutt for Datateknikk og Informasjonsvitenskap (IDI) ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).

Oppgaven inneholder en utredning av krav som en arkitektur på fabrikknivå må tilfredstille samt en foreslått konseptuell arkitektur basert på disse kravene. Det er fokusert på hvordan en arkitektur best kan støtte sporingsoppgavene og den økende graden av automatisering på fabrikkene innen næringsmiddelindustrien.

En stor takk til Trond Aalberg (IDI), Gunnar Senneset(SINTEF) og Eskil Forås(SINTEF) for innspill og veiledning gjennom oppgaven. Jeg vil også takke Paul Hosen og Egil Sørflaten i Gilde for å legge til rette for at jeg har kunnet hente informasjon fra, og besøke så mange anlegg som jeg har, innspill og fremskaffing av den informasjonen jeg har hatt behov for. Sist men ikke minst vil jeg takke følgende personer for svar på mine forespørsler: Morten Furnes (Terrina), Arne Motland (Matiq), Ronald Sørensen (Danish Meat), Geir Velta (ABB), Viktor Varan (Gilde) og Stig Hegdal (Gilde).

Trondheim, 06.07.2006

Geir Vevle

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Oppgave	1
1.2	Definisjoner og avgrensninger	2
1.2.1	Ordliste	2
1.3	Fremgangsmåte	4
1.4	Oversikt over rapporten	4
2	Bakgrunn	7
2.1	Sporing	7
2.1.1	Hva er sporing	7
2.1.2	Lover og Regler	8
2.1.3	Formor for og begreper innen sporing	9
2.1.4	Effekter av sporing	9
2.2	Standardisering	13
2.2.1	Integrasjon	13
2.2.2	Identifisering	16
2.2.3	Kommunikasjon og interaksjon	18
2.2.4	Kommunikasjon mellom systemer internt	20
2.2.5	Merking	21
2.2.6	Arkitektur	23
3	Kilder for analyse og datainnsamling	27
3.1	Gilde	27
3.1.1	Problemstillinger for Gilde	27
3.2	Implementasjoner	28
3.2.1	Swedish Meat - Linkjøping	28
3.2.2	Gilde - Terina, Namsos	30
3.2.3	Gilde - Steinkjer	32
3.2.4	Velfac - Vindusprodusent i Billund, Danmark	33
3.2.5	Tine Meierier - Tunga	33
3.2.6	Gilde - Tønsberg	34
4	Kravspesifikasjon	37
4.1	Innledning	37
4.1.1	Avgrensinger	37
4.1.2	Førutsetninger	37

4.2	Definisjoner	37
4.3	Funksjoner	38
4.3.1	Sporing	38
4.3.2	Prosesstyring	39
4.3.3	Ekstern kommunikasjon	40
4.4	Ikke funksjonelle krav	40
4.4.1	Arkitektur	40
4.4.2	Menneske Maskin Interaksjon	40
4.5	Spesifiserte krav i forbindelse med farseproduksjon i Gilde, Tønsberg	41
5	Arkitektur for fabrikken	43
5.1	Innledning	43
5.1.1	Avgrensninger	43
5.1.2	Fremgangsmåte	43
5.2	Funksjonsbeskrivelser av hovedfunksjoner	44
5.2.1	Horisontal sporing	44
5.2.2	Vertikal sporing	46
5.2.3	Krysskontaminasjonsanalyse	46
5.2.4	Optimal verdikjedestyring	46
5.2.5	Unik merking av lastbærer	46
5.3	Lagdeling og generell arkitektur	46
5.3.1	4 lagsmodellen	46
5.3.2	Nettverksoppbygning	52
5.4	Informasjonsbehandling	57
5.4.1	Lagring	57
5.4.2	Kommunikasjon	65
5.5	Viktige utvidelser for integrering av hele kjeden	68
5.5.1	Vertikal sporing	68
5.5.2	Horisontal sporing	68
5.6	Merking og identifisering	70
5.6.1	Lastbærere	70
5.6.2	Sporbar enhet	70
5.6.3	Prosessutstyr	71
6	Konklusjon og videre arbeid	73
6.1	Diskusjon	73
6.2	Konklusjon	74
6.3	Videre arbeid	75
	Bibliografi	77
A	Prosessbeskrivelse eksempel farseproduksjon	79

Figurer

2.1	Illustrasjon av hvordan sporing kan gjennomføres	10
2.2	Lagvis oppbygning av industrielle IT-systemer. Gammel og i stor grad ofte nåværende måte til venstre. Bedre løsning til høyre.	14
2.3	Standard EAN 128 strekkode	21
2.4	Datamatrix kode, en av standardene for 2D strekkode.	22
2.5	En RFID brikke.	23
2.6	Endrede frister for IT å forholde seg til (Kilde: Gartner Group)	24
2.7	SOA arkitektur konsept. (Kilde: W3C.org)	25
3.1	Overordnet beskrivelse av konseptet.	29
3.2	Overordnet beskrivelse av systemet utviklet for Swedish Meat, Linkjøping.	30
3.3	Grafisk beskrivelse av oppbygning av pilotinstallasjon av fabrikklag Terrina, Namsos.	31
3.4	Prosesstegning av farseproduksjon, Tønsberg	36
5.1	Forenklet prosessstegning av farseproduksjonen i det illustrerende eksempelet som er brukt.	45
5.2	Illustrasjon over dataflyt og integrasjon mellom hovedfunksjonene i fabrikklaget og andre relevante systemer.	48
5.3	4-lagsmodellen fylt ut med utstyr fra prosessen i eksempelet på farseproduksjon, beskrevet i 3.2.6.	52
5.4	Illustrasjon over den fysiske nettverksoppbyggingen.	53
5.5	Illustrasjon av nettverkets arkitektur med hovedvekt på lag 3 og nedover. Se tabell 5.1 på neste side for nærmere informasjon om innholdet her.	58
5.6	Konseptuell datamodell som tilfredsstillende lastbærersporbarhet og prosessdokumentering.	59
5.7	Dataflytdiagram som viser hvordan den vertikale sporingen (prosessinformasjonen) er ivaretatt.	63
5.8	Dataflytdiagram som viser hvordan den horisontale sporingen (verdikjedesporingen) er ivaretatt.	64
5.9	Illustrasjon av nettverksinfrastrukturen med aktuelle protokoller.	66
5.10	Illustrasjon av vertikal sporing i transportleddet.	69

Tabeller

2.1	Springseffekter	11
2.2	Oversikt over ISA95 standarden sine ulike deler	15
5.1	Innhold i figur 5.5.	53
5.2	Beskrivelse av entiteter og relasjoner mellom dem.	60

Kapittel 1

Innledning

Som det blir påpekt i [11] er industriell IT og virksomhetsarkitektur på vei inn for fullt i industrien i Norge. På grunn av konkurransesituasjonen i forhold til utlandet og matvareskandaler som blant andre E.coli utbruddet og salmonellafunnene våren 2006, øker næringsmiddelindustrien automatiseringen av datafangst og produksjonsprosesser. Regjeringen har også satt i gang et eget prosjekt kalt ”e-Spring” [12] for å bedre sporbarheten til norsk mat. Effektene av dette er blant annet at fabrikkene i næringsmiddelindustrien må endres for å tilpasses de økende kravene. Tidligere har det vært et ERP system som i mange tilfeller har kommunisert helt ned i maskinvarelaget hos de forskjellige produksjonsanleggene i bedriften. Ny teknologi og mer automatisering, gir nye og endrede forhold for slik kommunikasjon. For det første er kompleksiteten med slik interaksjon stor og økende med mer utstyr som skal integreres. Sikkerhetsmessig er det heller ikke gunstig at produksjonen kan risikere å måtte stanses, ved bortfall i tilkoblingen til ERP systemet. Siden løsningen baserer seg på at ERP systemet må ha tilgang ned i produksjonsutstyr, kan det tenkes at utenforstående kan overta kontrollen på maskinparken, hvis de skulle få tilgang til Gilde sitt nett.

Det er typisk for industrielle informasjonssystemer å være delt opp i flere ulike nettverk med forskjellige protokoller og liten integrasjon [3]. For å bedre denne situasjonen og få løftet dataene frem i lyset, er det behov for en avklaring av ansvarsforhold og en definisjon av en arkitektur som på en god måte støtter kjernevirksomheten til næringsmiddelindustrien: produksjon av sikker mat.

1.1 Oppgave

”Utarbeide arkitektur for integrasjon av systemer for datafangst, prosessautomasjon og styring sammen med ERP-systemer og andre sentrale funksjoner. Arbeidet baseres på analyse og datainnsamling av eksisterende og planlagte systemer på fabrikknivå hos Gilde Norsk Kjøtt og andre relevante bedrifter.”

Denne oppgaven skal ved hjelp av analyse av eksisterende løsninger og tilgjengelig dokumentasjon, skissere en generell arkitektur for bruk ved integrasjon av fabrikker og produksjonsutstyr. Følgende delproblemstillinger skal løses:

- Undersøke og analysere eksisterende implementasjoner av industriell IT samt tilgjengelig dokumentasjon.
- Spesifisere krav som en arkitektur på fabrikknivå må tilfredsstillere innenfor områdene

sporing, verdikjedestyring og integrering av maskinvare og prosessutstyr.

- Utvikle IT arkitektur og prinsipper som støtter kravene fra kravspesifikasjonen.

1.2 Definisjoner og avgrensninger

Oppgaven er ment å definere og foreslå arkitektur for et overordnet system for produksjonsanlegg. Fokus er spesielt på næringsmiddelindustrien. Dette er fordi denne industrien har fått en stor utfordring i forbindelse med matvaretrygghet for å holde kontroll på informasjon om produktenes gang i næringskjeden. Dette krever at sporingsdataene blir korrekt og effektivt innsamlet. Arkitekturen som er beskrevet i dette dokumentet, er likevel ment å kunne brukes på et hvilken som helst industrielt produksjonsanlegg uten større arkitekturendringer.

1.2.1 Ordliste

Som IT-verdenen ellers er mitt fokusområde fullt av TBF (trebokstavsforkortelser), UTBF (utvidede TBF'er) og andre ord. Denne delen vil gi en forklaring på de viktigste ordene som er brukt i oppgaven.

ERP: Enterprise Resource Planning, ERP, er en betegnelse brukt på tunge systemer som har ansvaret for planlegging av produksjon, produksjonsordre, salgsordre, produserte mengder, med mer. Systemet har funksjoner for å best mulig utnytte de fasilitetene og ressursene som er tilgjengelige for å produsere de varene som det er etterspørsel om.

Fabrikklag: Fabrikklag er i denne oppgaven definert som et lag med systemer som ligger mellom produksjonsutstyr/datafangstutstyr og ERP systemet. Dette laget av systemer er der hvor produksjonsutstyr og datafangstutstyr rapporterer samt henter sine instruksjoner fra. Dette laget inkluderer prosesstyring, sporing, prosessoptimalisering og diverse rapporteringsfunksjoner. Fabrikklag system kan sies å bestå av både MES samt et IMS system.

Horisontal sporing: er sporbarheten av varepartier i en produksjons- og distribusjonskjede.

Innsatsfaktor: er alle sporbare enheter, interne eller eksterne, som følger med produktet videre i næringskjeden. For eksempel er kjøtt, potetmel, krydder, vann og salt innsatsfaktorer i pølseproduksjonen.

IMS: Information Management System, IMS, er en komponent som ofte er realisert vha. en databaseløsning. Rollen er å ta vare på og sammenstille data til en viss grad. Backup-systemer går også inn under denne komponenten.

Intern Sporbarhet: Med intern sporbarhet menes sporbarhet i en bedrifts produksjon fra mottak til ekspedisjon. Den er til stede dersom en bedrift kan fremhente informasjon om sine produkters opprinnelse, egenskaper og prosesshistorie, så lenge produktene er innenfor en bedrift.

Kjedesporbarhet: Med dette menes sporbarhet i hele kjeden fra råvare til ferdig produkt presentert for forbruker. Den representerer informasjonsoverføring og registrering mellom de interne sporbarhetssystemene i alle leddene i kjeden.

MES: Manufacturing Execution System, MES, er betegnelsen som er brukt på systemer som står for selve utførelse og kontroll med produksjonen på et overordnet nivå. OEE innsamling, produksjonsoptimalisering, vedlikeholdssystem, sporing og overvåkingssystem er noe av det som går under denne betegnelsen.

OEE: OEE eller Overall Equipment Efficiency, er et tall for hvor effektivt utstyr utnyttes. Det gir et prosenttall for hvor mye utstyret er utnyttet i forhold til maks utnyttelse. OEE defineres som: $\text{tilgjengelighet i \%} \times \text{ytelse i \%} \times \text{ kvalitet i \%} = \text{OEE i prosent}$.

Parti: En avgrenset mengde varer. Partistørrelsen kan være alt fra en vare, til praktisk talt hva som helst. I forbindelse med sporing er det ønskelig med så små batcher som mulig, fordi det gir en minst mulig mengde varer som må trekkes tilbake ved feil på et parti.

Prosessinformasjon prosessenhetshendelser som kun har betydning lokalt på en prosessenhet.

Prosessutstyr: Utstyr som utfører en handling på et eller flere produkt. Det kan være alt fra å blande sammen noe, mose, varme opp, kjøle ned, transportere, pakke og mange andre funksjoner.

Sporbar enhet: Den minste enhet av varer som er sporbar. Eksempler kan være et parti, en pall, en eske eller en vareenhet.

Sporing: ISO 9004:2000 definerer sporbarhet som "mulighet til å spore historien, anvendelsen eller lokaliseringen for det som vurderes." Når et produkt vurderes, kan sporbarhet vedrøre:

- opprinnelsen til materialer og deler
- bearbeidingshistorikken
- distribusjonen og lokaliseringen av produktet etter leveranse

SOA: Service Oriented Architecture, tjenesteorientert arkitektur, er en måte å designe et system på som splitter opp funksjonaliteten i tjenester, som lages uavhengige av hverandre. Metoden baserer seg på at om en tjeneste har brukt for en tjeneste som andre tjenester også kan ha bruk for, for eksempel oppslag i vareregisteret, så blir slike oppslag en egen tjeneste.

Vaskeskille: For å skape et skille som sikrer mot overføring fra en sporingsenhet til neste enhet, må disse skilles vha. vasking. Ved vasking drepes bakteriene og andre urenheter som forrige enhet inneholdt. Et vaskeskille kan være vasking av kniver, tanker, rør, bakker, kroker med mer. Alt som kommer i kontakt med sporingsenheten, må vaskes for å skape et godt vaskeskille.

Verdikjedestyring: Verdikjedestyring er bruk styring av råstoffer og andre mellomprodukter aktivt. Å styre en gris av en spesielt gunstig størrelse til der hvor den kan best mulig blir brukt, er en form for verdikjedestyring.

Vertikal sporing: Vertikal sporbarhet er informasjon tilknyttet de maskiner, utstyr og operatører som til enhver tid har behandlet eller vært i kontakt med varepartiene.

1.3 Fremgangsmåte

Oppgaven er løst ved hjelp analyse og datainnsamling fra relevante bedrifter samt nøkkelpersoner. Jeg har i forbindelse med oppgaven undersøkt hvilke prosessenheter som finnes på Gilde sine anlegg på Steinkjer, Namsos, Tønsberg, Rudshøgda og Forus. Her har jeg ved hjelp av samtaler med personell og innblikk i hvordan produksjonen foregår, sett hvilket utstyr som er mest interessant for integrasjon og datainnsamling. Jeg har også kunnet skaffe meg et innblikk i dagens situasjon når det gjelder både sporing, og generell datafangst og automasjon ser ut.

Besøk på Swedish Meats anlegg i Linköping i Sverige og en evaluering av en pilotinstallasjon av et fabrikklag, har gitt meg innblikk i hvordan et fabrikklag kan implementeres og brukes. Kontakt med leverandører til pilotinstallasjonen har også gitt meg nyttig informasjon til løsning av denne oppgaven.

Tine Meierier, Tunga og Velfac, en vindusprodusent i Danmark har også blitt besøkt. Tine Meierier på Tunga ble besøkt for å ha referanser til andre norske næringsmiddelprodusenter enn Gilde. Det har bidratt til å løfte oppgaven over på et mer generelt nivå. Velfac ble besøkt for å se sporing basert på RFID løst i en pilot-løsning som var i drift der.

Disse besøkene og kontaktene har gitt meg mye relevant informasjon for å utvikle en konseptuell kravspesifikasjon for en arkitektur på fabrikklagsnivå. Samtidig har de ført til forståelse for produksjonen, slik at arkitekturen har blitt utviklet på en måte som gjør den i stand til å støtte produksjonen på best mulig måte. Kontakter i konsernet Gilde har gitt meg den informasjonen som har gjort det mulig for arkitekturen å støtte de funksjonene som konsernet har behov for.

Bakgrunnskapittelet er laget basert på mye av SINTEF Fiskeri og Havbruk As sin langvarige erfaring på sporing, standardisering og produksjon. Noe informasjon her er også hentet fra forskjellige standardiseringsorganisasjoner og innspill fra Siemens og ABB.

Kravspesifikasjon og Arkitekturen som er laget, er basert på all informasjon som er hentet inn både nå i vår, samt ved arbeid med prosjektoppgaven i høst. Det store datagrunnlaget har bidratt til en god konseptuell kravspesifikasjon og design på arkitekturen. Spesielt nyttig i arkitekturen tror jeg datamodellen vil være for en fremtidig løsning av sporingsproblematikken ved hjelp av kontroll på lastbærerene.

1.4 Oversikt over rapporten

Kapittel 1 handler om oppgaven i seg selv og en ordliste for spesielle ord brukt i oppgaven.

Kapittel 2 handler hovedsaklig om sporing og standardisering. Dette er bakgrunnsstoff som oppgaven forøvrig bygger på.

Kapittel 3 handler om de implementasjonene jeg har kikket på, samt andre relevante anlegg som jeg har besøkt i forbindelse med oppgaven. Det gjennomgås også en case som vil bli benyttet til å illustrere poenger senere i rapporten.

Kapittel 4 inneholder kravspesifikasjonen for en arkitektur tilpasset fabrikk. Mye research er lagt i å konkretisere informasjonen ned til denne kravspesifikasjonen.

Kapittel 5 inneholder arkitekturen som er laget på bakgrunn av blant annet kravspesifikasjonen i kapittel 4. Denne arkitekturen er laget for å kunne støtte videre automatisering og bedre sporing på en best mulig måte.

Kapittel 6 inneholder et sammendrag, konklusjon og videre arbeid. Dette kapitlet avslutter rapporten.

Tillegg 1 inneholder prosessbeskrivelse av den casen som er benyttet.

Tillegg 2 inneholder en evalueringsrapport som jeg har skrevet i samarbeid med Morten Furnes fra Terrina. Rapporten evaluerer pilot-implementasjonen av et fabrikklag på Terrina sin fabrikk i Namsos.

Kapittel 2

Bakgrunn

Den økte fokuseringen på matvaretrygghet, har ført til fokusering på sporing. Sporing er evnen til å kunne følge et produkt bakover og fremover i verdikjeden og se hva som det har blitt laget av og hva det er blitt til. Et godt hjelpemiddel til sporing er standardisering. Dette kan føre til muligheter for sporing i langt større grad fordi det gir muligheter for atskilte enheter til å samordne sin sporing, og dermed beholde sporing fra råstoff til ferdigprodukt.

Standardisering kan også være med på å gi større muligheter for bruk av allerede ferdige løsninger i eksisterende informasjonssystem. Dette vil også bli behandlet i et delkapittel her.

2.1 Sporing

Næringsmiddelindustrien har en viktig oppgave overfor forbrukerne i å kunne garantere at det de produserer er sykdomsfritt og av beste kvalitet. Om en bedrift ikke kan dokumentere mattrygghet, vil den fort miste tillit hos forbrukerne. Om det blir funnet ut at en råvare eller et sluttprodukt er kontaminert eller på annen måte utrygg, vil det bli nødvendig med en tilbaketrekking. Tapene til en bedrift vil i begge tilfellene påvirkes av hvor god sporbarhet bedriften har i verdikjeden.

2.1.1 Hva er sporing

Sporing er definert av ISO 9000:2000 §3.5.4 (International Standards Organization) [30] som evnen til å spore historien, anvendelsen eller lokaliseringen til en enhet eller en aktivitet ved hjelp av lagret informasjon. "Common Food Law" [7] definerer sporbarhet innen mattrygghet som "muligheten til å spore og følge et næringsmiddel eller et stoff som er bestemt til eller kan forventes å bli tilsatt næringsmidler eller fôr, gjennom alle ledd i produksjon, bearbeiding og distribusjon".

Figur 2.1 illustrerer sporing av et produkt. Figuren viser at ved hvert punkt som noe skjer med produktet blir det registrert data om hendelsen. Vi kan tenke oss at produktet startet i "Prosess1". Det blir registrert at produktet er ferdig i "Prosess1" og kommer inn i "Prosess2". Her blir det registrert hvilke innsatsfaktorer som inngår i prosessen. Det kan for eksempel være melk og salt fra et spesifikt parti. Hva som skjer med produktet blir også registrert. All denne informasjonen blir sendt til en sporingsdatabase for senere gjenfinning. Det at slike hendelser bli registrert fører til at man kan gå tilbake og dokumentere prosessen som en vare har vært gjennom i verdikjeden. Man har også muligheten til å vite nøyaktig hvilke partier av innsatsfaktorene som er benyttet i fremstillingen.

2.1.2 Lover og Regler

Det finnes flere lover som regulerer og pålegger sporing innen næringsmiddelindustrien. Noen av dem er spesielt viktige:

Common Food Law I kjølvannet av blant annet kugalskapshendelsen på 80-tallet og skrape-sykehendelsene på slutten av 90-tallet, begynte EU å øke fokuset på matvaretrygghet. Food Lawregulering 178/2002 er et direktiv som ble gjeldende i EU fra 21. februar 2002. Dette direktivet sier at sporbarhet er påkrevd gjennom hele kjeden (produksjon, bearbeiding og distribusjon). Alle råstoffer og ingredienser som inngår i verdikjeden skal registreres med unikt nummer, hvor råstoffet kom fra og hvilke egenskaper det har. Direktivet sier også at industrien skal ha prosedyrer for tilbakekalling av produkter.

Forskrifter for merking av storfe kjøtt EU sin forskrift for merking av storfe krever at det skal være mulig å identifisere hvilket dyr eller gruppe av dyr kjøtt kommer fra. Forskriften gjelder ikke blandede produkter som kjøttdeig og farser. Det kreves at følgende informasjon skal merkes i menneskelesbar form: [20] [21]

- ID for å kunne spore tilbake til dyr eller gruppe av dyr
- land hvor dyret ble født i
- land hvor dyret ble oppfattet i
- land hvor dyret ble slaktet i
- land hvor kjøttet er skjært
- godkjeningsnummer av slakteri og skjæreanlegg (EFTA godkjeningsnummer (Eksempelvis er N103 = Gilde Rudshøgda.))

Matloven I Norge trådte det 1.1.2005 i kraft en ny lov for matproduksjon og mattrygghet, Matloven [6]. Denne loven er det meningen at skal danne grunnlaget for et enhetlig regelverk på området. 13 tidligere lover og særlover er helt eller delvis samlet i denne loven. Matloven har tatt hensyn kravene om sporbarhet i EU sin "Common Food Law" og loven kommer til å endres i samsvar med endringer i EU sitt regelverk etter hvert som det skjer.

American Bio Terrorism Act Seksjon 307 i USA sin "Bio Terrorism Act" sier at amerikanske myndigheter skal ha forhåndsvarsling ved innføring av næringsmidler. Det skal varsles om følgende forhold:

- hva som ønskes innført
- produsent og transportør
- hvem som har dyrket
- opprinnelsesland
- hvilket land det er sendt fra
- antatt anløpshavn

Hvis en næringsmiddeltransport ikke er varslet, har ikke produktene lov til å forlate transporten og komme på amerikansk jord, før papirene er i orden. [19]

2.1.3 Formor for og begreper innen sporing

Det er vanlig å skille mellom tre forskjellige typer sporbarhet. Det som skiller dem er hvordan sporingsinformasjonen registreres og hvordan den følger produktet.

1. Kjedesporbarhet

Med dette menes sporbarhet i hele kjeden fra råvare til ferdig produkt presentert for forbruker. Den representerer informasjonsoverføring og registrering mellom de interne sporbarhetssystemene i alle leddene i kjeden.

2. Intern sporbarhet

Med intern sporbarhet menes sporbarhet i en bedrifts produksjon fra mottak til ekspedisjon. Den er til stede dersom en bedrift kan fremhente informasjon om sine produkters opprinnelse, egenskaper og prosesshistorie, så lenge produktene er innenfor en bedrift.

3. Kontrollmetoder og autentisering

Metoder og instrumenter for å kontrollere hvor produktet kommer fra, hvilke egenskaper det har og hvilke prosesser det har hatt. For eksempel: Lipid profiler, DNA analyser, Protein analyser, Ikke-radioaktive isotop analyser.

Sporbarhet er ofte forbundet med merking. Per definisjon er imidlertid merking kun en metode for å sikre at identiteten til en sporbar enhet kan avleses til enhver tid i kjeden. Merking dekkes forøvrig i delkapittel 2.2.5.

Andre sentrale begreper i forbindelse med sporing er horisontal og vertikal sporbarhet. Dette er begreper som benyttes blant enkelte leverandører av sporbarhetsløsninger. Begrepene er ikke entydig definerte, men de er ofte presentert påfølgende måte:

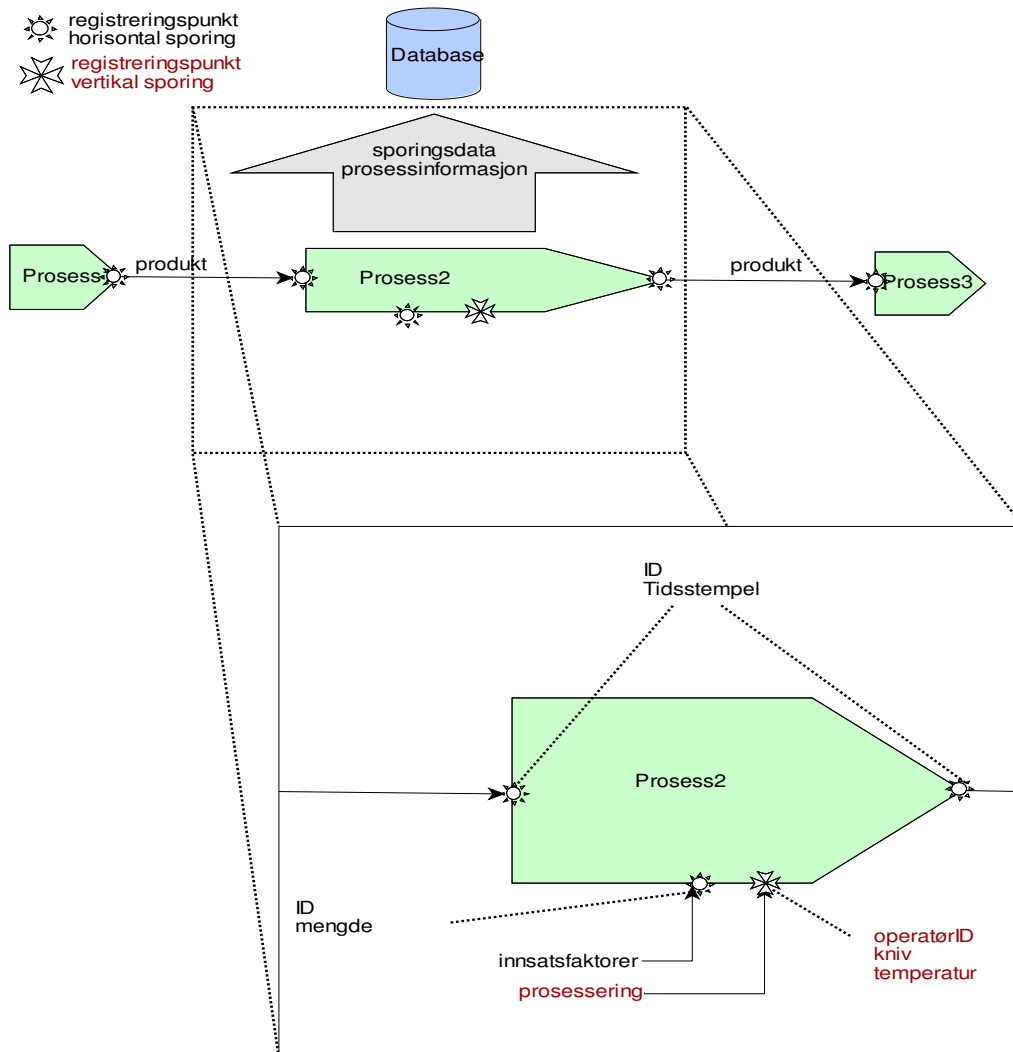
- Horisontal sporbarheter sporbarheten av varepartier i en produksjons- og distribusjonskjede.
- Vertikal sporbarheter sporbarheten og informasjon tilknyttet de maskiner, utstyr og operatører som til enhver tid har behandlet eller vært i kontakt med varepartiene.

Et annet vanlig begrep i forbindelse med sporing er *minimumssporbarhet*. Minimumssporbarhet er når den informasjonen og koblingene som kreves for at myndighetenes krav til sporing er tilstede. I Norge har en virksomhet altså minimumssporbarhet når Matloven (mer i 2.1.2) sine krav er oppfylt. Matloven er basert på EUs Food Law (mer i 2.1.2) som i praksis krever sporbarhet et ledd frem og et ledd tilbake i næringskjeden.

2.1.4 Effekter av sporing

Sporing kan grovt sett gi to typer effekter. Det er trygghetseffekter, som er at sporingen gir trygghet i forbindelse med produktet fordi det er så godt dokumentert. Den andre effekt er prosessforbedringseffektene. Dette er at man forbedrer prosessen som lager produktet basert på sporingsinformasjon. Eksempler på sporingseffekter, krav for å få disse og klassifisering av disse er vist i tabell 2.1.

Trygghetseffektene er gir gevinst kun ved et avvik som krever til tilbaketrekking av produkter. Da vil sporingen bidra til å redusere mengden varer som må tilbakekalles. E.coli funn er en aktuell hendelse som god slik sporing kunne begrenset omfanget.



Figur 2.1: Illustrasjon av hvordan sporing kan gjennomføres

Hendelse	Resultat	Type
Sykdom oppdaget	Tilbaketrekking er nødvendig	Trygghetseffekt
Avvik på produkter produsert (farge, lukt smak)	Tilbaketrekking	Trygghetseffekt
Mellomprodukt har vært utsatt for uideell temperatur	Vare bør sendes til produksjon av produkt som ikke tar skade	Prosessforbedrende
Vare er av spesielt god kvalitet	Sendes til "gourmet" produkt	Prosessforbedrende

Tabell 2.1: Sporingseffekter

Prosessforbedringer ved hjelp av sporing gir gevinst ved å for eksempel kunne styre rett produkt til rett prosess til riktig tid. Dette rasjonaliserer prosessen slik at resultatet blir høyere ytelse. Prosessforbedrende sporing krever ofte høy grad av intern sporing for eksempel helt ned på lastbærernivå.

Sykdomstilfeller

På 80- og 90-tallet ble døde dyr som ikke var godkjent for næringsmidler, tilsatt i føret til storfe i Storbritannia. Dette førte til at flere dyr ble smittet av Creutzfeldt-Jacobs syndrom. Samtidig ble det påvist at denne sykdommen kunne smitte til mennesker gjennom spising av infiserte dyr. Ved sykdomsutbruddet som kugalskapen på 80- og 90-tallet i Storbritannia, ble 200 000 storfe avlivet på grunn av påvist sykdom. I tillegg ble 4,5 millioner storfe [29] avlivet og destruert av preventive årsaker. Dette ble en økonomisk katastrofe for Britisk kjøttindustri som varte i flere år. Tilliten til Britisk storfekjøtt sank kraftig og det ble innført eksportforbud i 1996. Dette forbudet ble ikke fjernet før 8. mars 2006 [13], og britisk storfeføring har lidd solide tap på grunn av dette i hele perioden.

Enten det blir påvist sykdom i råvarer eller i sluttprodukt har man, om man har sporing i hele verdikjeden, mulighet til å foreta en begrenset tilbaketrekking av de produktene som kan være infisert. En begrenset tilbaketrekking vil ha mindre implikasjoner på økonomien enn en fullskala tilbaketrekning. Hele investeringen i sporing kan fort tilbakebetales ved tilfeller som beskrevet over. Eksportforbud kan også muligens unngås i noen tilfeller fordi man kan dokumentere produksjonen sin bedre, og overbevise om at man har kontroll over for eksempel sykdommen.

Mattrygghet

Sporing kan bidra til økt mattrygghet. Sporing kan bidra til rask og riktig tilbaketrekning ved avvik og gi mulighet for å kunne finne ut hva som gikk galt ved å sjekke produksjonslogger. Maten blir ikke tryggere av sporing, men sporing bidrar til å hjelpe til med å lage tryggere mat i at dokumentasjonen kan verifisere avvik som er skjedd eller ikke. I tilfeller av avvik kan forbrukerne være sikre på at de produktene det gjelder blir trukket tilbake, og produsenten får trekke tilbake færrest mulig enheter. Sporing som virkemiddel for tryggere mat er altså positivt for både produsent og konsument.

Merkevare

Mange næringsmiddelprodusenter markedsfører seg med at de bruker kun norske kjøtttråvarer. For å kunne dokumentere dette er det viktig for troverdigheten at slik informasjon er reell og at produktene kun inneholder kjøtttråvarer fra Norge. Ved å vise til sporingsinformasjon kan man sikre seg at tilliten til Gilde sine produkter opprettholdes. For eksempel har Gilde merkevarenavn som "Edelgris" og "Birkebeiner". Edelgris er renskåret svinekjøtt fra en spesialutviklet griserase kalt Noroc. Langtidsmodnet Birkebeiner skinke er garantert modnet i minimum 7 måneder. Ved hjelp av sporingsinformasjon kan altså forbrukere eller myndigheter som er i tvil, få dokumentert at dette stemmer. Dette er en aktiv effekt av sporing. Her brukes sporingen til å skape høyere verdi av et produkt.

Rasjonalisering og automatisering

Sporingsinformasjon kan brukes til å skaffe seg informasjon som kan brukes ved behov, som i tilfellene over. Informasjonen kan også benyttes mer aktivt. OEE kan kalkuleres ut fra sporingsinformasjon om denne er finmasket nok. Sporingsinformasjon, eller egentlig fraværet av sporingsinformasjon, kan utløse alarmer om for eksempel produktiviteten er dårligere enn normalt. Slik kan problemer med automatisk produksjon oppdages raskt og utbedres hvis mulig. Sporingsinformasjon kan også benyttes i logistikken. De riktige varene kan rutes til de riktige stedene basert på hvor det er behov. Ved skjæring av gris kan for eksempel den riktige kvaliteten av gris, ankomme til riktig tidspunkt i skjæreavdelingen. Effektiviteten og utnyttelsesraten av gris kan på denne måten økes ved bruk av sporing og automatisering.

2.2 Standardisering

Standardiseringen er kommet langt på mange områder. Sporing er et av de viktigste områdene der standardisering har blitt nødvendig. Standardisering hjelper både kunder og leverandører av forskjellige systemer til å levere mer integrerte og bedre løsninger. Når flere leverandører er inne i bildet og leveransene er store, er felles standarder et glimrende verktøy for samarbeid. I denne delen vil standarder for integrasjon av utstyr for industriell produksjon, merking og identifisering diskuteres.

2.2.1 Integrasjon

Standarder er et nyttig verktøy ved integrasjonsoppgaver. Integrasjon er å få systemer med forskjellige oppgaver til å samarbeide og utfylle hverandre. Et fabrikklag har blant annet som oppgave å integrere forretningssystemene med produksjonen. For å løse den oppgaven må fabrikklaget integreres. Det må kunne kommunisere, både oppover til forretningssystemene og nedover til produksjonssystemene (se figur 2.2 for hvordan lagene er plassert.)

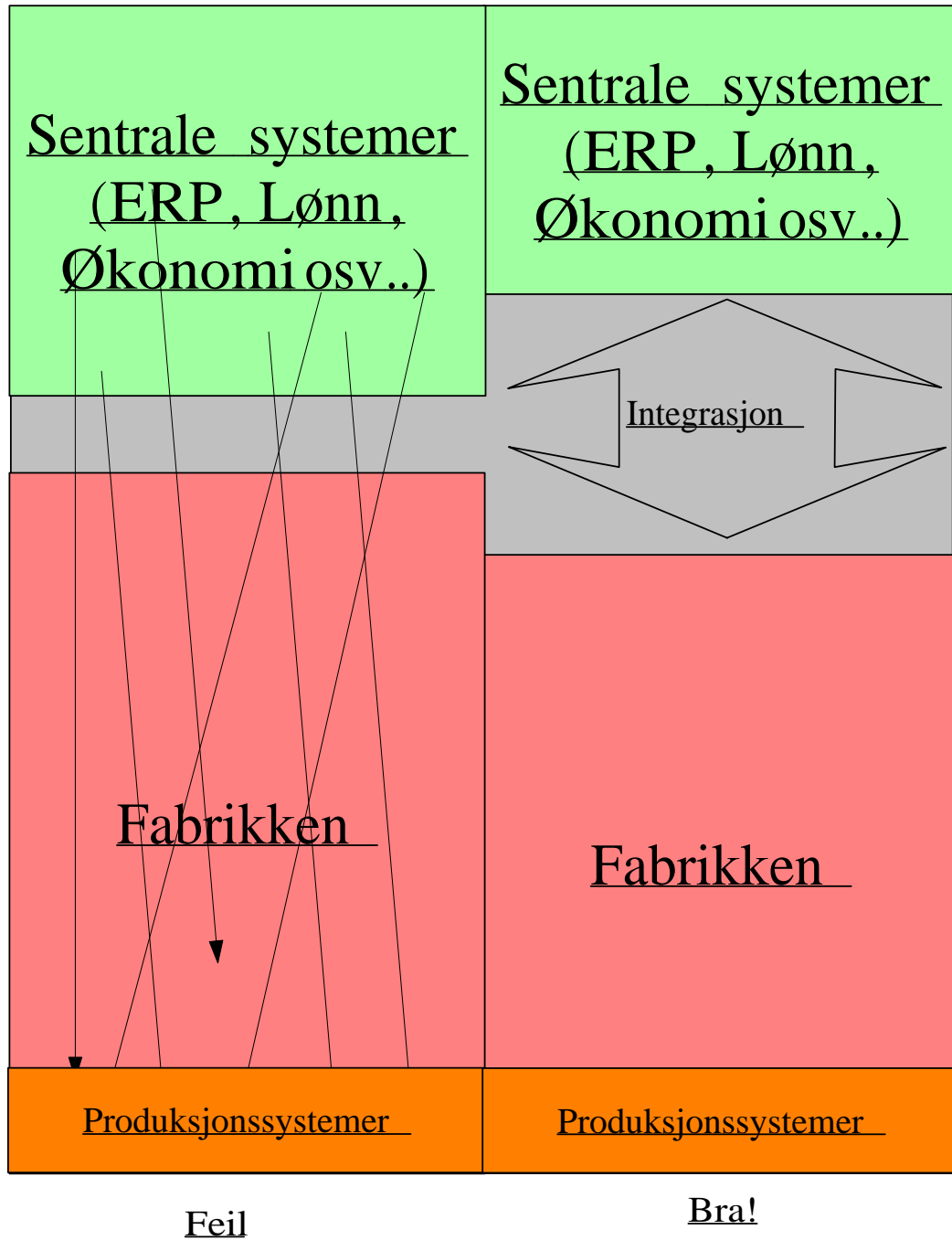
ISA 95

ISA 95 [8] er en standard som er utviklet av The Instrumentation Systems and Automation Society (ISA). Standarden het frem til 2003 S95, men heter nå ISA 95. ISA 95 er en internasjonal standard for integrasjon av konsernsystemer og kontrollsystemer. ISA 95 inneholder modeller og terminologi som kan brukes til å finne ut hvilke data som det er behov for å utveksle mellom systemer for logistikk, økonomi og salg og systemer for produksjon, vedlikehold og kvalitet. Standarden forsøker å gjøre overgangen mellom ERP systemer, MES systemer og produksjonssystemer så sømløst som mulig. ISA 95 inneholder 5 deler. De er vist og beskrevet i tabell 2.2

ISA-95.02, "Object model attributes", har blitt brukt som basis for en XML standard. Modellene er implementert ved hjelp av XML skjema. Denne standarden heter B2MML, "Business to Manufacturing Markup Language". Det er utviklet skjema for følgende kategorier: Standard, personell, utstyr, vedlikehold, materiale, prosesskapasitet, prosesssegment, prosessdefinisjoner, produksjonsplanlegging og produksjonsytelse. Se program 1 for et eksempel på en del av en melding skrevet i B2MML. Dette eksempelet forteller at Pølsemakeri i Tønsberg er klar for produksjon.

Program 1 Eksempel på melding i B2MML

```
<Production Capability
xmlns = ''x-schema:WBF95ProductionCapabilityV00-20xdr''
xmlns:s95 = ''x-schema:WBF95CommonV00-20.xdr''>
<s95:ID>Pølsemakeri Tønsberg< /s95:ID>
<S95:CapabilityType> Committed </s95:CapabilityType>
<S95:Reason> Available for Production </S95:Reason>
<S95:Location> Tønsberg </s95:Location>
</Production capability>
```



Figur 2.2: Lagvis oppbygning av industrielle IT-systemer. Gammel og i stor grad ofte nåværende måte til venstre. Bedre løsning til høyre.

ISA-95.01 Models and terminology.	Denne delen av ISA-95 inneholder modeller og terminologi. Modellene og terminologien er ment brukt til å beskrive virksomheten på en best mulig måte. Modellene er hierarkisk modell, funksjonell modell, informasjonsflyt og kategorier og objekter. Disse er designet slik at de kan brukes for å identifisere hvilken informasjon som må utveksles mellom ERP systemet og produksjonskontrollsystemet.
ISA-95.02 Object model attributes	Del 2 beskriver attributtene til objektene som ble identifisert i forrige del. Her blir dataflytene som ble identifisert i del 1, konkretisert med attributter. Det er hvilken informasjon som dataflytene inneholder. Denne informasjonen er bevisst holdt abstrakt og teknologiavhengig. Det gjør at implementasjonen kan gjøres med hvilken som helst implementasjon.
ISA-95.03 Activity models	Del 3 består av referansemodeller for produksjonsaktiviteter, kvalitetsaktiviteter, vedlikeholdsaktiviteter og lagestyringsaktiviteter. Med disse kan status gjøres opp og beskrevet ved hjelp av disse standardiserte modellene. Disse modellene gjør blant annet at leverandører kan utvikle passende verktøy, sluttbruker får identifisert behov, og mange flere fordeler.
ISA-95.04	Denne delen av standarden er under utvikling.
ISA-95.05	Denne delen av standarden er under utvikling.

Tabell 2.2: Oversikt over ISA95 standarden sine ulike deler

ISA 88

ISA 88 [33] er en standard for batch produsering. Den er laget av ISA som også laget ISA-95 som presentert over. ISA 88 har et annet fokus enn ISA 95. Denne standarden fokuserer på produkt og produksjon.

Målet til denne standarden er å unngå den vanlige situasjonen hvor produksjonsutstyret er hardkodet med fremgangsmåten for å lage et produkt. ISA 88 er laget for å bidra til å løfte denne funksjonen ut av prosessutstyret, og heller la systemet ta seg av selve spesifiseringen av hva som skal gjøres. ISA 88 er delt i fire deler som tar for seg fire forskjellige områder for produksjonen. I ISA 88 er det meste bygget opp rundt begrepet resepter. Dette begrepet dekker både hva som inngår i produksjonen av tilsetninger og råvarer, men også hvordan produksjonen skal foregå i de forskjellige prosessene som trykk, ventiler, temperatur og mye annet.

1. Modeller og terminologi. Denne delen tar for seg hvordan produksjonen kan modelleres med modeller for mulighetene til utstyr, resepter, informasjon og noen flere.
2. Denne delen omhandler datamodeller og interne relasjoner. Den definerer hvordan resepter kan modelleres og omgjøres fra informasjon til kommandoer til utstyr.
3. Denne delen omhandler en løsning på generelle resepter. De forskjellige produksjonsethetene kan ofte produsere det samme men kanskje ikke på samme måte. Hvordan dette generaliseres er det som denne delen dekker.
4. Denne delen er under utvikling, men kommer til å handle om produksjonsdata og produksjonslogging.

2.2.2 Identifisering

Standardisering er viktig innenfor identifisering og merking. Det er spesielt i forbindelse med den økende graden av globalisering kombinert med initiativer for mattrygghet at standardiseringen av ID innen næringsmiddelindustrien har blitt viktig. Standardiseringen her gjør utvekslingen av data mulig og gir store muligheter innen integrasjon av systemer mellom ulike bedrifter og på tvers av landegrenser.

Denne delen vil handle om standarder for identifisering. Identifisering av levende dyr, matvarer, partier og lastbærere er noen av bruksområdene som vil bli diskutert her. Også identifisering av maskiner og rom vil bli diskutert i forbindelse med sporing (les mer om sporing i 2.1).

De viktigste objektene som kan tildeles ID på en fabrikk i forbindelse med sporing er:

- **Produkter og mellomprodukter:** Identifisering av varer gjøres ved hjelp av varenummer. Brukes for å skille mellom produkter med forskjellige egenskaper som type, mengde, vekt, pris, emballasje osv.
- **Partier:** Hver vare er delt inn i partier. Ved sporing brukes partinummer for å skille varer som har forskjellige sporingsegenskaper. Det er vanlig å ha for eksempel dagspartier, timespartier eller andre begrensninger på partiene. Hvor store partiene blir, bestemmes av hvor ofte partinummer skiftes. Hvert parti er en egen sporbar enhet.

- **Lastbærere:** Identifikasjon av lastbærere kan ha flere bruksområder. Ved panteordninger kan ID brukes til å holde kontroll med hvor lastbærere er, hvem som eier lastbæreren eller annen informasjon om den. Ved sporing kan lastbærerID brukes til oppsamling av sporingsinformasjon om de sporbare enhetene som er representert i lastbæreren til enhver tid.
- **Prosessutstyr:** Ved bruk av standardisering av ID på prosessutstyr, sikrer man seg at prosessutstyr blir unikt identifiserbart på tvers av fabrikker, linjer, rom osv. Ved vertikal sporing er slik identifisering nyttig for å kunne se hvilken prosess som informasjonen kom fra, eller hvilken maskin som produserte informasjonen. Ved bruk av vedlikeholdssystemer, gjør standardiseringen det enkelt å holde oversikten over hvilket utstyr som er plassert hvor, og hvilket utstyr det til enhver tid er snakk om.
- **Lokasjoner:** Standardisert merking av lokasjoner bidrar til at forvirring om hvor de forskjellige lokasjonene er, begrenses.

GS1

GS1 [15] er en internasjonal organisasjon for standardisering innen unik identifisering av varer, tjenester, innbo og lokasjoner. GS1 sine spesifikasjoner støtter også informasjon som partinummer, serienummer og ”best før”-dato. Mest brukt er strekkoder som datatransportører, men systemet for standardisering fungerer på blant annet RFID 2.2.5 og andre informasjonsbærere.

GS1 sitt system inneholder flere standarder for identifisering. De forskjellige er ment for hver sine bruksområder. Systemet garanterer at hver enhet kan identifiseres unikt innenfor sitt bruksområde. De forskjellige standardene er:

- **GTIN** - Global Trade Item Number. Dette er brukt til global identifisering av handelsheter/varer. Kan også kalles varenummer.
- **SSCC** - Serial Shipping Container Code. Dette nummeret er brukt til unik identifisering av logistikkenheter. Eksempelvis paller og containere.
- **GLN** - Global Location Number. Dette brukes til identifisering av fysisk lokasjon eller juridisk enhet.
- **GRAI** - Global Returnable Asset Identifier. GRAI brukes til identifisering av gjenbrukbare enheter, ofte for transport og lagring av varer. Gilde bakker kunne for eksempel vært nummerert med dette nummeret. Standarden definerer også muligheten for bruk av serienummer for å identifisere individuelle elementer. Hver bakk kan altså nummereres unikt.
- **GIAI** - Global Individual Asset Identifier. Brukes for eksempel til identifisering av lagervarer.
- **GSRN** - Global Service Relation Number. GSRN brukes til å identifisere forhold til mottakere av tjenester. Eksempelvis nummerering av medlemmer i en bokklubb.
- **GDTI** - Global Document Type Identifier. Dette nummeret identifiserer en dokumenttype unikt. Det kan være typen ”faktura” for eksempel. Standarden definerer også muligheten for bruk av serienummer for å identifisere individuelle dokumenter.

Fellesnevneren til alle disse standardene, er at de første 7 sifrene fra venstre, er et "GS1 Company number". Disse deles ut av GS1 selv, og gjør at identifiseringen blir unik globalt.

EPCglobal

EPCglobal [34] er en organisasjon eid og drevet av GS1 som først og fremst driver med RFID standardisering. Organisasjonen ble startet ved MIT, Massachusetts Institute of Technology, i forbindelse med håndheving av EPC [10], Electronic Product Code, standarder som ble utviklet her. EPC standarden definerer et helt system hvor RFID lesere og brikker spiller en viktig rolle. Systemet er tenkt å ha liknende virkemåte som DNS, Domain Name Service, systemet på Internett, ved at en lest EPC kode som er ukjent på lokalt nivå, sendes videre til systemer på mer regionalt og senere globalt nivå for så å få tilbake den informasjonen som man har tillatelse til å få vite om enheten.

EPC består av ulike standarder som er lovlig å bruke. De fleste av dem er egne versjoner av GS1-standardene omtalt i 2.2.2:

- **SGTIN:** - Serialized Global Trade Item Number. Dette er et vanlig GTIN, men med serienummer i tillegg. GTIN identifiserer kun varen, mens SGTIN identifiserer hvilken sporbar enhet det er snakk om også.
- **Serialisert SSCC:** - Samme som GS1 sin SSCC pluss serienummer.
- **SGLN:** - Samme som GS1 sin GLN pluss serienummer.
- **Serialisert GRAI:** - Samme som GS1 sin GRAI men med bruk av serienummer opsjonen.
- **Serialisert GIAI:** - Samme som GS1 sin GIAI pluss serienummer.
- **DOD construct** - En standard definert av det amerikanske forsvarsdepartementet for merking av utstyr som skal gjennom deres logistikksystem. Forsvarsdepartementet i USA er langt fremme når det gjelder bruk av RFID i forbindelse med transport og logistikk.

2.2.3 Kommunikasjon og interaksjon

Standardisering av kommunikasjon og interaksjon har fått stor fokus i den siste tiden. Regjeringen har for eksempel laget en plan for overgangen til informasjonssamfundet: "eNorge 2009 - det digitale spranget" [14]. Et utdrag fra målene i denne planen sier:

- "I løpet av 2009 skal alle nye IT- og informasjonssystemer i offentlig sektor bruke åpne standarder."
- "I løpet av 2006 skal det være etablert et sett av forvaltningsstandarder for data- og dokumentutveksling."
- "I løpet av 2006 skal alle virksomheter i offentlig sektor ha innarbeidet i aktuelle plan-dokumenter hvordan de skal gjøre bruk av åpne standarder, tjenesteorientert arkitektur og åpen kildekode."
- "I løpet av 2008 skal data og dokumentutveksling i offentlig sektor tilfredsstillende forvaltningsstandardene."

- ”I løpet av 2008 skal data og dokumentutveksling i offentlig sektor tilfredsstillende forvaltningsstandardene.”

Dette sier oss at åpne standarder spesielt for utveksling av data og dokumenter, vil bli viktig i fremtidens Norge. Jeg har identifisert følgende områder som spesielt interessante for standardisering av kommunikasjon og interaksjon i næringsmiddelindustrien:

- Kundeinteraksjon (bestilling, faktura, retur)
- Transport (fraktbrev, transportlogg)
- Kommunikasjon mellom systemer internt (produksjonsordre, status, rapporter)

Noen av disse områdene har allerede standarder som brukes til vanlig, mens andre bruker proprietære løsninger for elektronisk kommunikasjon eller de er papirbaserte.

Kundeinteraksjon

Interaksjon med en kunde følger oftest følgende steg:

1. Kunde -> Leverandør: Bestilling
2. Kunde <- Leverandør: Ordrebekreftelse
3. Kunde <- Leverandør: Levering
4. Kunde <- Leverandør: Faktura
5. Kunde -> Leverandør: Betaling

Det finnes en godt innarbeidet standard: Electronic Data Interchange [16], EDI. Denne er administrert av GS1 organisasjonene i Norden. EDI er en internasjonal standard, men den som brukes i Norden er litt endret i forhold til den internasjonale på grunn av tegnsett. EDI standarden dekker ordre, ordrebekreftelse, pakkseddel og faktura. Standarden bruker vanlig tekst for kommunikasjon av meldinger. Meldingene kan sendes over de fleste nettverk.

EDI er i ferd med å bli konvertert til XML meldinger. GS1 er aktiv i dette arbeidet og har allerede lagt ut testversjon av bestilling, ordrebekreftelse og pakkseddel på sine nettsider. Det er allikevel EDI som er mest i praktisk bruk.

Transport

Transportering av varer fra fabrikk til fabrikk eller fabrikk til kunde krever at flere ting er på plass. Foruten at det må være en transportør på plass som kan gjøre jobben, kreves det at papirer skrives ut og kontrolleres i begge ender av transporten. Disse papirene kan overføres elektronisk. Norstella, en norsk organisasjon som jobber med prosedyreforenkling og e-Forretning, har laget en standard med navn TransportXML [17]. Denne standarden definerer en bruk av XML meldinger for utveksling av data mellom transportør, avsender og mottaker.

Det finnes foreløpig ingen standardisering av utveksling av logger og hendelser under en transport. Eksempelvis kunne dette være temperaturlogger ved transport med krav til temperatur. Ifølge Transportbedriftenes Landsforening [18] er det ikke vanlig med utveksling av logger fra Thermo-transport. Det er allikevel ifølge Stein Erik Gurigard, Driftssjef i Nor Cargo

Thermo AS, lovpålegg om lagring av temperaturlogger i 2 år, med intervaller på 30 minutt. Disse dataene kan også overføres til kundene sine systemer ved hjelp av for eksempel XML filer. Det er dessverre ikke noen standardisert måte å kommunisere disse temperaturloggene på, så en bruk av disse, vil måtte konfigureres for hver transportør med ulikt system.

2.2.4 Kommunikasjon mellom systemer internt

I tillegg til kommunikasjon eksternt, hvor fordelene for standardisering blant annet gir seg i at andre kan forstå de meldingene som blir sendt, uten å måtte redesigne sitt system. Systemer internt i bedriften, vil selvsagt være designet for bedriften og kunne håndtere de meldingene som til enhver tid er nødvendig, eller?

Ved utveksling av data mellom forskjellige systemer på for eksempel en fabrikk, er det gjerne slik at systemer er fra forskjellige leverandører. Systemene kan også være fra samme leverandør, basert på samme plattform og programvare, men hvis de da ikke bruker samme meldingsutvekslingsprotokoll, vil de ikke forstå hverandre i utgangspunktet.

Tidligere var det penger å spare på å unngå unødvendig programmering i forbindelse med kjøp av nye systemer. Da var det få systemer som ble koblet til nettverket for datainnsamling og styring. Man kjøpte ofte maskinen med de funksjonene man hadde lyst på, uten å tenke spesielt på kommunikasjonen med omverdenen. Nå er fokus nettopp på integrering av utstyr for mer effektiv styring og bedre sporing ved hjelp av datainnsamling og prosesskontroll. Dette betyr at man ikke kommer utenom problemstillingen, og det er derfor et viktig funksjon å fokusere på ved kjøp av nytt utstyr. Standardisering i denne forbindelsen er viktig. Alternativet er at alt utstyr og alle systemer tilpasser seg til hverandre. Da kan man ende opp med ulike måter å kommunisere samme informasjonen. Ved å benytte seg av standarder for tilkobling (f.eks. ethernet), meldingsformat (f.eks. XML) og meldingsinnhold (f.eks. Business to Manufacturing Markup Language (2.2.1)).

Open Process Control - OPC

En interessant standard som er relevant i forbindelse med fabrikklaget sin funksjonalitet som skal kommunisere nedover til produksjonsutstyret, er OPC [27] [25]. OPC er laget av OPC Foundation som er en organisasjon som jobber med standardisering innen automasjon og integrering av IT-systemer med automasjon. Blant bedriftene som er medlem er Microsoft, Siemens, ABB, Beijer Electronics og mange fler.

Den mest kjente standarden fra OPC Foundation er OPC Data Access Specification. Dette er en standard, bygget på Microsoft sin COM/DCOM teknologi, som er rammeverk for kommunikasjon. Nå er også OPC XML-DA, som er XML versjonen av den nevnte standarden, under utvikling. Denne skal basere seg på WebServices teknologi, noe som gjør den spesielt attraktiv for bruk sammen med SOA.

Application Layer Events - ALE

Application layer events [9] er en forholdsvis ny standard. Den er utviklet av EPCglobal, for å være en standard for kommunikasjon med RFID lesere. Den kan i prinsippet brukes på enhver datafangstenhet som kan lese EPC koder (for mer om EPC se delkapittel 2.2.2). ALE standarden bygger på prinsippet om å abstrahere bort den fysiske utformingen og håndteringen av RFID brikker. Den gir et standardisert grensesnitt mot utstyret som gjør at utstyret kan fremskaffe den informasjonen som er bedt om på den måten det ønsker. Eksempel på dette er

at det er mulig å be om å bli varslet når en brikke med en spesifikk verdi blir lest, man kan be om rapport om antall lesinger av hver av brikkene som blir lest osv. Dette gjør ALE til en standard for å kunne spesifisere hva man vil ha av informasjon på et høyt nivå. Lesere som støtter ALE, sørger på denne måten for å tilby et mer interessant grensesnitt til brukeren, som er mer tilpasset den informasjonene som et informasjonssystem har bruk for. Vanligvis ville en leser ha pumpet ut lesinger av en brikke så raskt som den klarte. Da sier det seg selv at det blir mye data. Dette, og flere ting sørger ALE for at systemene slipper å ta hånd om.

ALE benytter seg av XML og WebServices for å tilby disse tjenestene. Som et eksempel kan et system inneholde en egen tjeneste for å holde kontroll på lokasjonene på alle lastbærere i omløp i systemet. Denne tjenesten kan da be om å få "abbonnere" på alle avlesninger av RFID brikker som er en lastbærer. Tjenesten vil da typisk ha en TCP tilkobling åpen slik at RFID leseren kan skrive rapportene sine over innkomne lastbærerlesinger til denne. Eventuelt støtter ALE også skriving av rapporten til Fil og som en respons til en HTTP-request.

2.2.5 Merking

Om standarden for identifisering er på plass, må denne benyttes på hver enkelt enhet, for at den skal ha noen hensikt. Her kommer begrepet merking inn. Enhetene må merkes i henhold til standarden med sin unike identifikator slik at den kan følge enheten hvor som helst. Denne merkingen kan skje både fysisk og logisk. Med fysisk merking blir selve enheten merket med en teknologi som gjør enheten identifiserbar uavhengig av IT systemer. Logisk merking, er når for eksempel et IT system holder styr på merkingen til de enhetene som er på for eksempel et samlebånd. Posisjonen til hver enkelt enhet må da spores av systemet, og merkingen følger da enheten gjennom hele systemet.

Her skal jeg se på ulike teknologier for merking og bruk av disse.

Strekkoder

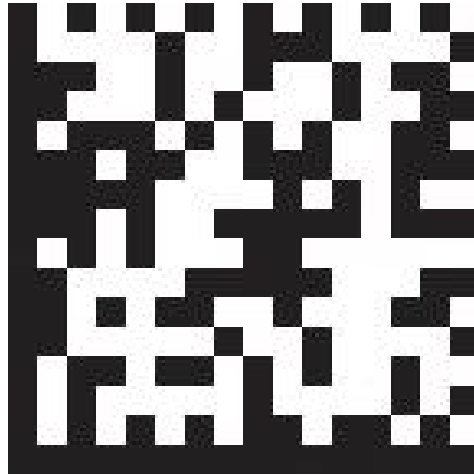
Tradisjonelle strekkoder [28] som blant annet de man finner på varer i butikker er en måte å merke enheter på. Eksempel på en slik kan sees på figur 2.3. Strekkoden vist er en et SSCC (mer i 2.2.2) nummer som er kodet med EAN 128 standarden. Denne merkingen kan inneholde nok data til at det kan benyttes til merking av hver enkelt sporbare enhet. Denne typen merking har potensiale til å lagre nok data, men den er ikke robust nok til å kunne merke for eksempel lastbærere med. Ved smuss eller skader på strekkoden, vil den mest sannsynlig ikke kunne leses etterpå.



Figur 2.3: Standard EAN 128 strekkode

Neste generasjon strekkoder har store forbedringer i forhold til tradisjonelle strekkoder. Disse har som oftest feiloppretting, større mengde data kan kodes inn i dem og de er ofte mindre enn strekkoder. Eksempel på en todimensjonal strekkode er på figur 2.4. Datamatrix [2] kan inneholde 2000 ASCII bokstaver (vanlige engelske alfabet og spesialtegn). Den tåler

at inntil 40% av koden er uleselig før innholdet ikke kan leses. Selve koden kan ta så lite som 2mm x 2mm. Samtidig kan den enkelt innprentes og mange lesere kan lese denne koden selv om den kun er huller i overflaten. Den egner seg derfor godt til permanent merking. Koden ble utviklet av NASA i forbindelse med romfergeprogrammet for merking av små komponenter.



Figur 2.4: Datamatrix kode, en av standardene for 2D strekkode.

RFID - Radio Frequency Identification

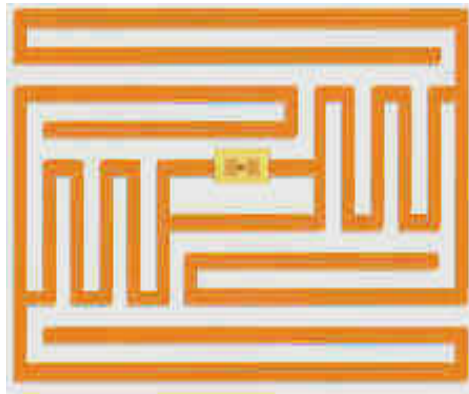
RFID [4][5] er en teknologi som er videreutviklet fra 20-30 årenes radarteknologi. Forløperen til RFID ble utviklet på 50-tallet. Det var et langdistanse system for identifisering av fly som venn eller fiende, IFF (Identification, Friend or Foe). Dette virker ved at en transponder ombord på flyet sender en spesifikk kode tilbake når det blir truffet av radarbølger. På 60-tallet ble teknologien til RFID utviklet, og den begynte å bli tatt i bruk på slutten. EAS (Electronic Article Surveillance, elektronisk vare overvåking) var, mener mange, den første utbredte kommersielle bruken av RFID teknologi.

På 1970-tallet ble det for alvor interesse for RFID i sporing av dyr, kjøretøy og fabrikkautomasjon. I Europa var merking av dyr et populært område for utvikling av løsninger. På 90 tallet ble starten på den standardiserte RFID bruken igangsatt. Standarder ble utviklet, og dette ga nye muligheter i kombinerings av utstyr og gjennom lavere pris. RFID ble fra 1990 vanlig i bruk. Elektronisk startsperr og AutoPass for bomring-passering er to av bruksområdene for RFID som de aller fleste har vært borti.

Med standardisering av brikker, spesielt arbeid gjort av EPC-Global (Electronic Product Code) (nå GS1,) har gjort RFID brikker standardiserte og kraftigere enn før. Det er også utviklet et rammeverk for bruk av EPC koder som GTIN, GRAI osv (se 2.2.2) ved å koble seg til et globalt nettverk av oppslagstjenester etter modell av DNS (Domain Name Service).

Figur 2.5 viser en RFID brikke som er i bruk av WallMart i USA. Vi ser godt grunnoppbygningen med en liten mikroprosessor i midten, og antenne rundt. RFID systemer består hovedsaklig av tre enheter: RFID merket, RFID leseren og Antennen. Leseren sender ut informasjon via antennen. Denne informasjonen blir mottatt av RFID-merket og hvis kommandoen tilsa det, svarer RFID-merket slik at leseren kan lese svaret via antennen.

RFID teknologi har en stor fordel i at den ikke trenger visuell kontakt mellom leser og merking og lesingen går til en viss grad gjennom materialer. Teknologien er rask og en stor nok



Figur 2.5: En RFID brikke.

mengde data for god merking kan lagres. Ulempene for bruk med lastbærere i næringsmiddelindustrien er at den teknologien med lengre leseavstand, blir hindret av vannholdige varer, noe som ikke er uvanlig i denne industrien. Metall på lastbærere kan også skape problemer.

Mer informasjon om RFID teknologien kan finnes i [11].

2.2.6 Arkitektur

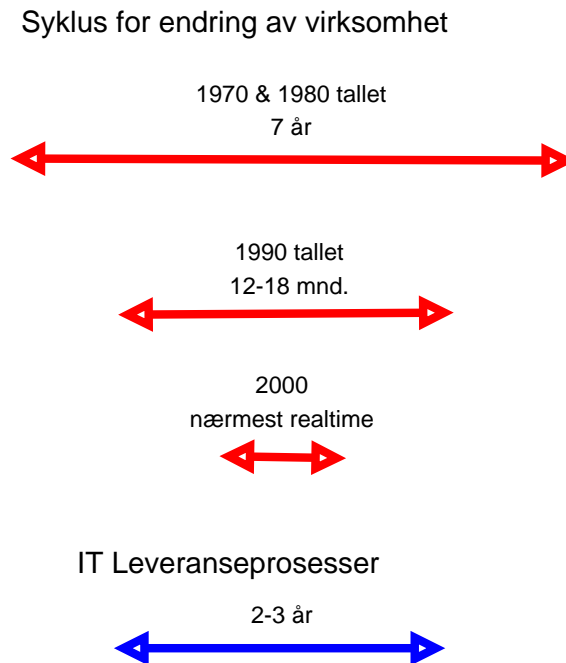
Denne delen av kapittelet skal handle om arkitektur. Virksomhetsarkitektur, som er dekket i [11], er en formell beskrivelse av en virksomhet. Arkitekturen som denne rapporten omhandler, er en begrenset del av virksomhetsarkitekturen. Denne skal også beskrive virksomhetens deler og hvordan disse er relatert til hverandre [1], men med fokus på hvordan fabrikken forholder seg til både interne systemer, og sentrale fellessystemer.

Hvorfor investere i arkitektur?

Ved å ha en helhetlig virksomhetsarkitektur ønsker virksomheten å hente ut de fordelene det ligger i å ha dokumentasjon til grunn når avgjørelser skal tas. Det samme gjelder arkitekturen på fabrikknivå. Ved hjelp av å ha en felles arkitektur på sine fabrikker, er det muligheter for å trekke ut synergieffekter i at for eksempel en maskin som skal settes i produksjon en plass, sannsynligvis vil måtte bruke tilnærmet den samme fremgangsmåten på andre fabrikker med samme generelle arkitektur.

En annen fordel med arkitekturen dokumentert er at innkjøp av nytt utstyr kan gjøres lettere. Leverandøren kan få kikke i arkitekturdokumentasjonen, og dermed kunne levere utstyr som er best mulig tilpasset det tekniske miljøet utstyret skal operere i. Dette kan resultere i lavere integrasjonskostnader, vedlikehold og redusert brukerstøtte. Når noe er galt på en fabrikk, er det en fordel at den er prinsipielt oppbygget på samme måte som de andre, for de som skal gi råd og hjelp. Spesielt om samme utstyr er integrert på andre fabrikker også.

Som figur 2.6 viser har IT systemer fått endrede tidsfrister å forholde seg til i den senere tid. Virksomheten er i mye større grad nødt til å være fleksibel. En produksjonsbedrift har ofte behov for denne fleksibiliteten på fabrikkene sine. Den må kunne endre produksjon rimelig raskt, samt minimere kostnadene ved endring av produkt som skal produseres. En dokumentert og oppdatert arkitektur vil være med å hjelpe til i denne prosessen.



Figur 2.6: Endrede frister for IT å forholde seg til (Kilde: Gartner Group)

Fabrikkarkitektur og standarder

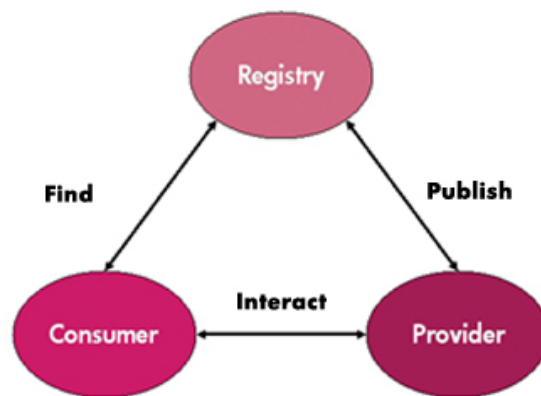
En ofte undervurdert del av temaet standarder er utviklingen av en standard for systemet. Standardisering av identifikasjon, kommunikasjon og benyttning av standarder for modularisering av systemet er vanlig. Når man slår alle disse momentene sammen, får man en del av en større høynivåbeskrivelse kalt systemarkitektur. Definisjoner av standarder, kommunikasjon med andre systemer, definisjon av oppgaver og andre beskrivelser av systemet vil gå inn i en slik arkitekturbeskrivelse. Ved implementasjon av et system finnes det flere måter å gjøre det på. Neste delkapittel skal se på en av de mest aktuelle arkitekturene for design av systemer, SOA.

SOA

En metode for oppbygging av systemer som er veldig populær nå, er SOA (1.2.1). SOA er basert på at systemet splittes opp i uavhengige tjenester. Disse tjenestene syes sammen ved at de kommuniserer ved hjelp av meldinger til hverandre.

Sentralt i en SOA arkitektur er et register som registrerer de tjenestene som er tilgjengelige. Ved behov for en tjeneste blir det gjort oppslag i dette registeret. En egnet tjeneste sin kontaktinformasjon returneres, og den som trengte tjenesten, kan benytte seg av den riktige tjenesten. Prinsippet er illustrert på figur 2.7.

Ved endring av en prosedyre, kan det være tilstrekkelig å endre koden i en av de tjenestene som er registrert i systemet. Om grensesnittet denne tjenesten har med resten av systemene, ikke endres, vil det ikke være bruk for endringer andre steder i systemet. Dette gjør systemet fleksibelt og kan ofte føre til besparelser ved senere integrasjon av andre systemer eller utstyr.



Figur 2.7: SOA arkitektur konsept. (Kilde: W3C.org)

Kapittel 3

Kilder for analyse og datainnsamling

Dette kapittelet handler om kildene for analysen som er gjort. Gilde Norsk Kjøtt, som er den bedriften som fungerer som case i denne oppgaven, er også beskrevet her. I tillegg har flere fabrikker utenfor Gilde blitt besøkt. Alle disse besøkene som er beskrevet her, i tillegg til noen flere, har dannet grunnlaget for videre arbeid med kravspesifikasjon og arkitekturarbeiding. Analysen tar for seg hvilke problemer som endrede krav og konkurranseforhold vil gi Gilde og hvordan de best kan løses er også med her. Problemer blir identifisert og løsninger skissert. Dette kapittelet danner grunnlaget for de valgene som vil bli gjort i forbindelse med spesifisering av krav og design av arkitekturen.

3.1 Gilde

Gilde Norsk Kjøtt BA er en norsk næringsmiddelbedrift som står for 75% av all slakting og 50% av all foredling av kjøtt i Norge. Storfe, gris og sau/lam er hovedsaklig de dyrene som blir slaktet. Gilde Norsk Kjøtt BA er et landsdekkende samvirkekonsern, med hovedkontor i Oslo og produksjonsanlegg over hele landet. Gilde eies av 29 000 bønder og har ca. 5 800 ansatte. Hovedaktivitetene er slakting, skjæring, foredling og salg av kjøttvarer med utgangspunkt i eiernes kjøttproduksjon. I tillegg har selskapet virksomhet knyttet til ull og biprodukter. For mer informasjon om Gilde, se prosjektrapporten min fra høsten 2005. [11]

3.1.1 Problemstillinger for Gilde

Gilde har stort sett samme problemstillinger som mange andre aktører innen næringsmiddelindustrien. Disse er noen av Gilde sine viktigste:

Konkurransen fra utlandet

Næringsmiddelproduksjon og spesielt kjøttproduksjon har vært et håndverk og i liten grad automatisert. På grunn av Norges høye produksjonskostnader med Europas best betalte industriarbeidere, er automatisering og dermed reduksjon av produksjonskostnadene et viktig virkemiddel for å kunne være konkurransedyktige i fremtiden. Konkurransen fra utenlandske aktører er økende.

Krav til sporing

De siste årene har vi hatt sykdomstilfeller i Europa (skrapesyke og kugalskap) og E.coli og salmonella i Norge. Fellesnevneren er at næringsmidler har vært syndebukken. Dette har skapt et krav om bedre sporing. For å få det til må det samles inn mer, bedre og helt korrekt informasjon gjennom verdikjeden.

Landbruksminister Terje Riis-Johansen har selv i løpet av våren satt i gang et forprosjekt som skal ende med en felles system for sporing av matvarer innen år 2010. Dette prosjektet er kalt E-sporing [12], og har deltakere fra både bransjen selv, myndighetene og forskjellige interesseorganisasjoner.

Løsning: Automatisering

Som vist på figur 3.1 er automatiseringsutstyr en kilde til mye data. Spesielt ved overgang til mer datafangst i forbindelse med krav om bedre sporing, genereres det store mengder data. Slik som mange næringsmiddelindustribedrifter er organisert, med et ERP system som griper dypt inn i produksjonen, er Gilde også organisert. Det er derfor interessant å se hvordan et fabrikklag kan bidra med å redusere datatettheten oppover i hierarkiet, samt sørge for en bedre og mer optimal styring av produksjonen. Fabrikklaget kan også tenkes å kunne bedre sporingen i og med at mer data kan gjøres tilgjengelig.

3.2 Implementasjoner

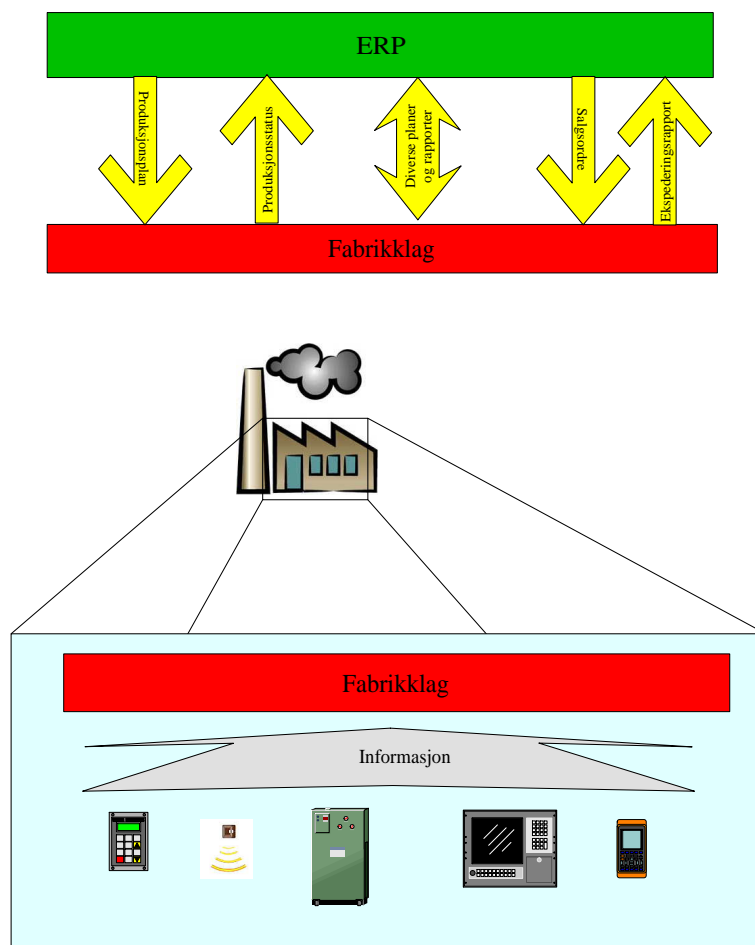
I forbindelse med oppgaven har jeg besøkt en del forskjellige fabrikker. Noen av disse har vært svært beskrivende for hvorfor et fabrikklag og arkitektur på fabrikken er viktig. Jeg har derfor beskrevet noen av de fabrikkene som har bidratt i oppgaven, her i denne delen. De to første har hatt helt eller delvis et fabrikklag implementert. Neste har flere viktige typer prosessutstyr som vil være meget interessant å få integrert. Velfac blir beskrevet på grunn av sin erfaring med RFID brikker. Tine Meierier blir også beskrevet i forhold til kjøttindustrien som er den industrien som har vært undersøkt best. Til sist beskrives et ganske konkret eksempel på produksjon, som vil være representert videre i denne oppgaven som en case som de presenterte momentene er presentert ved hjelp av.

3.2.1 Swedish Meat - Linkjøping

Swedish Meat i Linkjøping er Sveriges største anlegg for pølseproduksjon. Det produserer årlig 20 000 tonn pølse, av dette er 12 000 tonn den kjente Falukorven. Pølseproduksjon er en enkel sak å automatisere sammenliknet med tradisjonell kjøttproduksjon. Grunnen til dette er at etter at blandningene (fyllet) til pølsene har blitt laget, kan råstoffene gå i rør frem til stopperene (den maskinen som fyller tarmen med innhold). Pølseproduksjonsanlegget her er tilsvarende som Gilde har på sin fabrikk i Tønsberg, se 3.2.6.

Anlegget i Linkjøping har valgt å la et lokalt firma utvikle fabrikklaget for dem. Dette er bygget opp slik som vist på figur 3.2. Det kommuniserer oppover med Movex, som er ERP systemet som er brukt, og får alle produksjonsordrer derfra. Hit sendes også meldingene om status på produksjonen. Fabrikklaget her har hovedsaklig tre funksjoner:

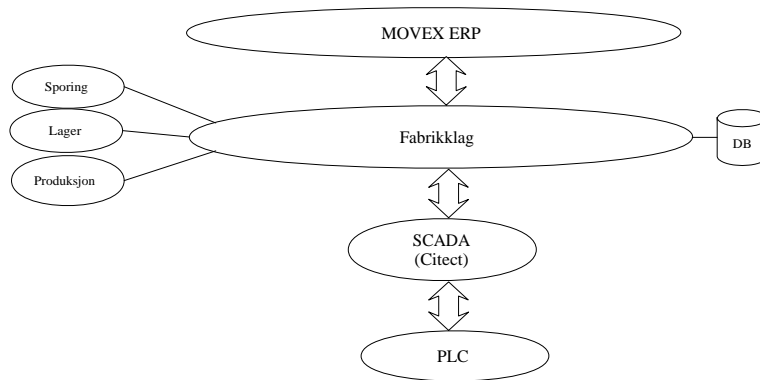
- Sporing



Figur 3.1: Overordnet beskrivelse av konseptet.

- Lager
- Produksjon

Disse funksjonene benytter i varierende grad kommunikasjon oppover mot ERP løsningen, samt nedover mot SCADA programvaren. I fabrikklaget er det også en database som sørger for lagring av alle data samlet. Som vist, benytter SCADA systemet seg av samme database. På denne måten er data innhentet av SCADA systemet, lett tilgjengelig for fabrikklaget.



Figur 3.2: Overordnet beskrivelse av systemet utviklet for Swedish Meat, Linkjøping.

De ansatte er godt fornøyd med løsningen fordi de har hatt god mulighet til å si hvordan de ønsker seg ting underveis i utviklingen. Dette er også hovedfordelen med "custom built"-programvare som dette. Spesielle forhold ved fabrikkene har kunnet tas hensyn til allerede i designfasen, og løsningen har derfor blitt godt mottatt. Løsningen er sterkt konfigurerbare, tilpasset og skreddersydd. Ulempene er at den krever mange utviklingstimer. De er ofte vanskelig å rulle samme løsning ut på andre anlegg med helt andre krav enn det som løsningen ble laget for.

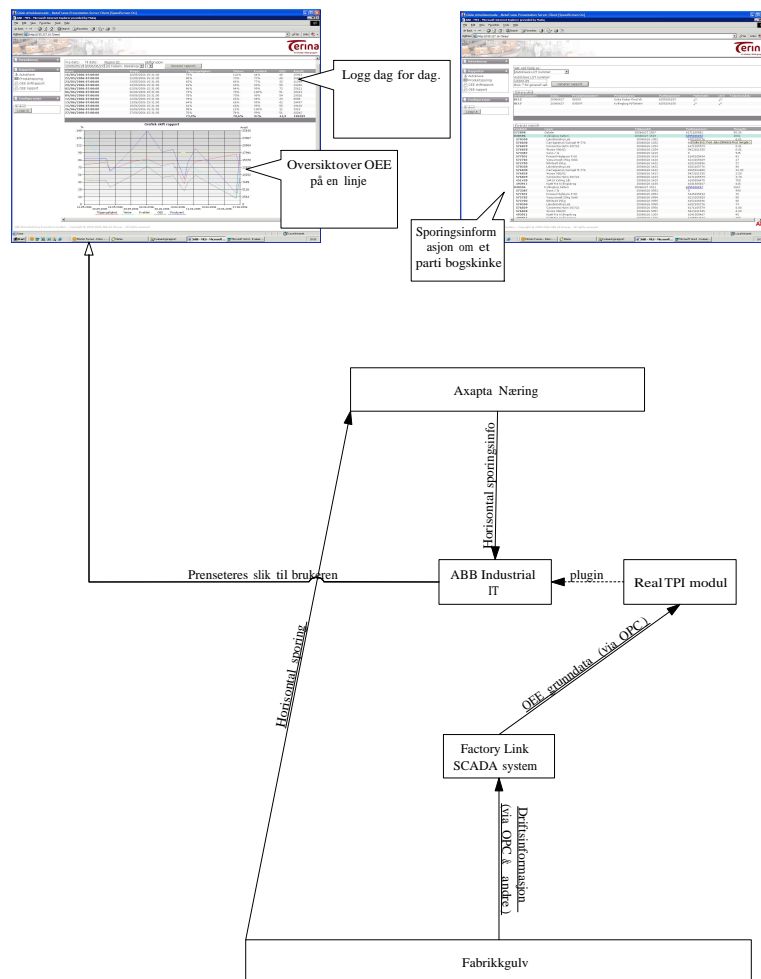
3.2.2 Gilde - Terina, Namsos

Terrina Namsos er en relativt ny fabrikk av ganske begrenset størrelse. Den produserer hermetikkprodukter som Picnic skinke, Leverpostei, Joika kaker og Snurring. Fabrikkene får råvarene sine fra andre anlegg rundt i Gilde konsernet, blant annet fra Gilde Steinkjer.

Terrina Namsos har siden årsskiftet 2006 hatt en pilotinstallasjon av et MES system (fabrikklag) laget av ABB. Dette er basert på Industrial IT platformen deres, som er hylleware som er konfigurert og tilpasset fabrikkene.

Terrina Namsos har vha. denne pilotinstallasjonen fått prøvd ut hvordan et fabrikklag kan sørge for vertikal sporing og automatisk OEE registrering på linjene. Den horisontale sporingen er her støttet gjennom ERP systemet til Gilde i utgangspunktet, men ved en utvidelse til noe mer enn en pilotinstallasjon, vil horisontal sporing også være fabrikklaget sitt ansvar. Både horisontal og vertikal sporing er likevel presentert gjennom MES systemet, selv om selve den horisontale sporingen går via ERP.

Oversikt over oppbygningen av pilotinstallasjonen er vist på figur 3.3. Mer informasjon om Terrina Namsos anlegget i Tillegg B som er en evalueringsrapport for pilotinstallasjonen som jeg har laget som en del av vårens arbeid.



Figur 3.3: Grafisk beskrivelse av oppbygning av pilotinstallasjon av fabrikklag Terrina, Nam-SOS.

3.2.3 Gilde - Steinkjer

Slakting av gris, er fabrikkens på Steinkjer sin største oppgave. Grunnleggende skjæring og foredling av utvalgte produkt gjøres også her. Fabrikkens her har tre interessante prosjekt for problemstillingen i denne oppgaven:

- Superkjøl
- Skjærelinje
- Hengebaner

Det interessante utsyret for oppgaven er det som kan generere og rapportere informasjon. Ved å innhente informasjonen i et fabrikklag vil denne informasjonen kunne brukes til å effektivisere driften, redusere svinn eller gi generell informasjon som kan være verdifull for ledelsen i ulik grad. Jeg har i denne oppgaven brukt Gilde Norsk Kjøtt sitt anlegg på Steinkjer som case (se 3). Det utstyret jeg tar for meg, vil derfor enten være fra Steinkjer eller de to anleggene som har mest kontakt med Steinkjer, Terrina Namsos og Tunga.

Superkjøl

Gilde har i samarbeid med SINTEF utviklet en ny måte å oppbevare kjøtt på. Ved raskt å kjøle produktene slik at de har en temperatur på -1 grad celsius beholdes kjøttets ferske egenskaper, men bakterieutviklingen er lav nok til at det kan lagres rimelig lenge. Fordi frysetemperaturen til grisekjøtt er på -1,7 grader unngår man forringelse av kjøttet som kommer av krystallisering på lave temperaturer. Man kan på denne måten lagre kjøttet i inntil 35 dager uten at kjøttet forringes.

Gilde er i ferd med å installere en slik løsning på Steinkjer. Dette systemet inkluderer i tillegg til kjølesystemet, en automatisert lagerstyringsenhet med automatisk plukking av ordrer. Det automatiske lagerstyringssystemet er styrt av et såkalt WMS (Warehouse Management System) som naturlig nok vil kunne ha mye data. WMS er blant annet nødt til å vite hva det skal plukke og putte på paller. Det vil også vite hva som er på lager og når ordrer er ferdig plukket. Informasjon som vil kunne være interessante for et fabrikklag vil være:

- Statistisk informasjon om ordrer, fylling, plukking osv.
- Temperaturlogging.
- Hvilke sporbare enheter som er hvor i kjølerommet
- Avviksinformasjon
- OEE

Skjærelinje, Scanvaegt

Gilde Steinkjer skal bygges om og en ny skjærelinje for gris skal installeres. Denne skjærelinjen vil ha mulighet for personlig oppfølging av operatørene, automatisk kvalitetskontroll og full sporing på individ nivå. Den personlige oppfølgingen av operatørene gjør at operatørene kan få de typer oppgaver som de er mest effektive til å utføre. Kvalitetskontrollen kan holde ekstra

godt øye med den delen av operatørene som er mest utsatt for feil. Alt i alt vil linjen kunne forbedre effektivitet og kvalitet betraktelig.

Linjen har også sporing gjennom hele kjeden, så den holder rede på hvilke(n) gris(er) som et parti av en spesiell type kjøtt inneholder. Ved viderekobling av denne sporingsinformasjonen til blant andre embaleringsstasjonen, kan denne sporingsgraden opprettholdes så langt som mulig.

- Statistikk (Arbeidere og maskiner)
- OEE
- Lokasjon på individuelle sporbare enheter.
- Tidspunkt for vedlikehold og vask

3.2.4 Velfac - Vindusprodusent i Billund, Danmark

Siden bruk av RFID teknologi for merking av lastbærere er en sannsynlig vei å gå (mer om det i 2.2.5), har jeg i forbindelse med oppgaven besøkt en av få bedrifter i Nord Europa som har kommet langt i bruken av RFID teknologi til sporing. Welfac har hatt en pilotimplementasjon i ca et år nå, og har derfor høstet noen erfaringer fra dette som er viktig for arkitekturen til fabrikklaget.

Velfac benytter seg av RFID teknologi for å identifisere hver enkelt vindusdel gjennom produksjonen. Welfac produserer kun vinduer på bestilling. Alle vinduene produseres etter de målene som er bestilt. Derfor har produksjonsutstyret behov for å vite informasjon om de delene som produseres, slik at hver enkelt del kan settes sammen til et ferdig vindu av korrekte proporsjoner. Dette benytter de seg av RFID teknologi for å klare. Hver enkelt del får sin unike ID, og ved hjelp av denne, vet produksjonsutstyret hvordan hver enkelt del skal håndteres når de kommer frem.

Momenter som kan være viktig i forbindelse med planlegging av informasjonssystemer som skal samarbeide med RFID utstyr, er:

- Skjerming av antenner for å unngå feil lesinger og forstyrrelser.
- Metall og vann er en utfordring for rekkevidden.

3.2.5 Tine Meierier - Tunga

For å trekke inn elementer fra en større del av næringsmiddelindustrien, har Tine Meierier sin fabrikk på Tunga, Trondheim, blitt besøkt. Inntrykket derfra, og fra samtaler med ressurspersoner her, er at meieriindustrien er tyngre automatisert enn for eksempel kjøttindustrien. Samtidig er sporingen basert på prøvetaking av tanker og på forskjellige andre punkt. Videre blir disse prøvene loggført med tid og sted. Ut fra dette, går det frem at sporingsgraden ikke nødvendigvis henger sammen med automatiseringsgraden. Det er tydelig at for å øke sporingsgraden i takt med automatiseringen, må sporing være et element i planlegging og gjennomføring av automatiseringen.

Meieriindustrien har noen av de samme utfordringene som kjøttindustrien når det gjelder informasjonshåndtering og automatisering. Selv om de fleste meieriene har gode muligheter for fjernstyring, foregår det meste av informasjonshåndteringen på automasjonslaget. Som Gilde

har også Tine et ERP system som griper dypt ned i fabrikkens på mange måter. Datafangsten skjer direkte opp til ERP systemet, og går ikke via noe fabrikklag. Det meste av datafangsten, unntatt som nevnt sporingen, skjer automatisk ved hjelp av sensorer og kontroll på hva som produseres. Det er også interesse innen Tine for innføring av fabrikklag for eksempelvis produksjonskontroll, verdikjedeoptimering og OEE innsamling.

3.2.6 Gilde - Tønsberg

Gilde sitt anlegg i Tønsberg er et av de mest automatiserte og største anleggene Gilde har. Det har derfor vært naturlig å besøke dette anlegget i forbindelse med denne oppgaven. Anlegget i Tønsberg håndterer hele verdikjeden fra slakting via skjæring og foredling til ekspedering. Jeg har valgt spesielt en avdeling som gjennomgående eksempel i denne oppgaven. Avdelingen produserer den farsen som senere blir fylt i pølsene på anlegget. Farseproduksjonsavdelingen er valgt på grunn av sin høye grad av automatisering, samt den kompliserte og interessante sporingsprosedyren.

Farseproduksjon, Tønsberg

Prosessen ved farseproduksjon er grundig beskrevet i tillegg A og figur 3.4, men her er det et sammendrag og kort innføring i prosessen:

Farseproduksjonen består av to hovedtrinn:

- Grunnblandingsproduksjon
- Farseproduksjon

I en pølsfarse for en spesifikk type pølser, går flere typer grunnblanding samt krydder, potetmel og vann. Forholdet som de forskjellige ingrediensene er tilsatt i, bestemmer typen av pølser.

Grunnblandingproduksjon

Først blir det laget grunnblandinger. Disse blir laget i disse trinnene:

- Tilsetting av kjøttråstoff. Frosset eller ferskt kjøtt brukes.
- Kverning og blanding av råstoffet.
- Blanding av råstoffet med salt og vann. Her blir også fettprosenten målt, og korrigerert med mer kjøtt eller mer fett om den avviker fra resepten.
- Pumping på tanker, stetter eller kar for lagring

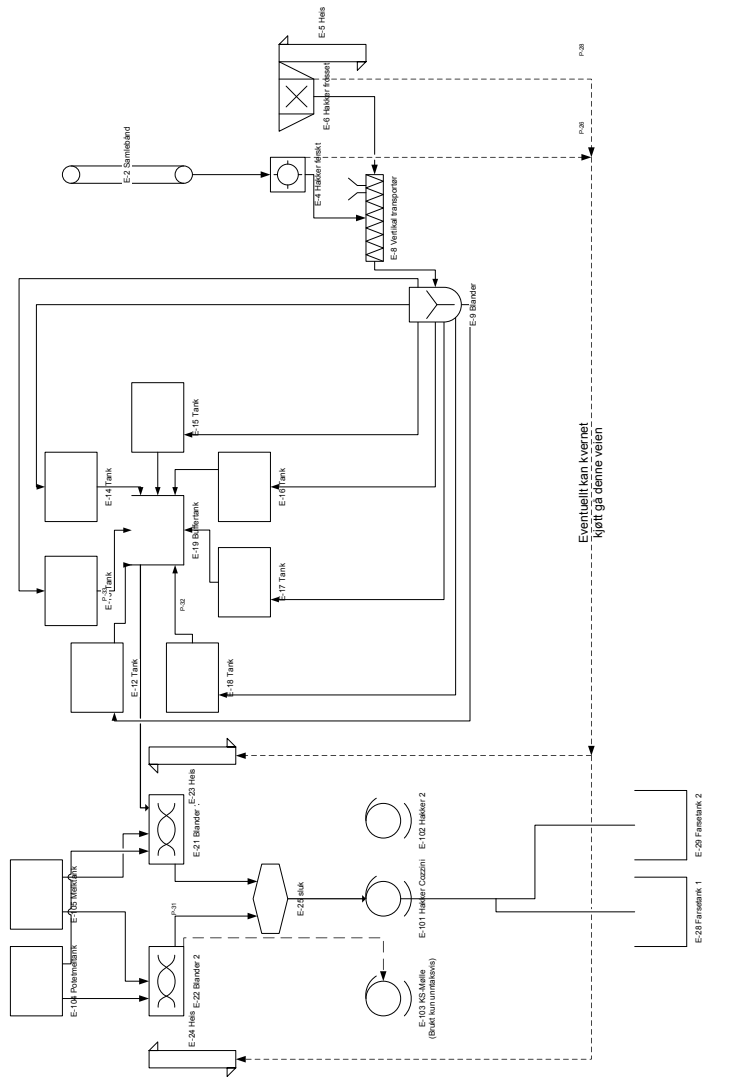
Gjennom denne produksjonen er det viktig at sporingdata tilbake til råstoffer og prosessdata blir tatt vare på.

Farseproduksjon

Farseproduksjonen til pølsfarse blir oftest gjort med grunnblandinger som er laget for fra 1 til 5 dager gamle. Trinnene i denne prosessen er som følger:

- Tilsetting av riktig mengde grunnblandinger (fra tanker, stetter eller kar).

- Tilsetting og innblanding av riktig mengde potetmel, vann, melk og krydder.
- Hakking av blandingen til farse.
- Eventuell tilsetting og innblanding av grovhakk som bacon, ost eller annet grovhakk.
- Lagring på tanker eller stetter for bruk i pølseproduksjonen.



Figur 3.4: Prosesstegning av farseproduksjon, Tønsberg

Kapittel 4

Kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen sin oppgave er å konkretisere og spesifisere de krav som må stilles for å løse de oppgavene som er ønsket. I dette tilfellet inneholder kravspesifikasjonen konseptuelle krav for et system som i dette tilfellet er arkitekturen på en fabrikk. Kravene her er med på å sette premissene for hvordan en arkitektur må fungere, og dermed hvordan den bør være bygget opp.

4.1 Innledning

Dette kapitlet inneholder de krav som må stilles til et Fabrikklag for at det på best mulig skal løse de utfordringer som finnes i næringsmiddelindustrien. Kravene er innhentet via intervju av ansvarlige for både tekniske og administrative oppgaver på flere ulike Gilde-anlegg. Ansatte i konsernet som kan tenkes å ha bruk for noen av de funksjonene som fabrikklaget kan ha, har også kommet med innspill. Besøk hos Welfac i Danmark i forbindelse med bruk av RFID som identifikasjonsmetode og Swedish Meat sitt pølseproduksjonanlegg i Linkjeping har også gitt nyttig informasjon som er brukt for å komme frem til disse kravene.

4.1.1 Avgrensinger

Kravspesifikasjonen er ment å være uavhengig av spesifikke løsninger på de forskjellige fabrikkene et fabrikklag er aktuelt. Den er spesielt rettet mot næringsmiddelindustrien da det er en industri som opplever stadig strengere krav til sporing både fra myndigheter og kunder. Samtidig er denne industrien i fare for konkurranse fra utlandet. Les mer om disse faktorene i kapittel 3.

4.1.2 Forutsetninger

Denne kravspesifikasjonen er laget for å fungere uavhengig av hvilket sporingsnivå som ønskes. En sporbar enhet er derfor opptil brukeren av kravspesifikasjonen å definere.

4.2 Definisjoner

Det har i forbindelse med oppgaven blitt klart at det er noen begreper innen sporing og verdikjedestyring, som er motivasjonen for oppgaven, som ikke er entydig definert. Jeg vil derfor begynne med å definere disse begrepene.

I noen tilfeller er skillet mellom hva som er innsatsfaktor og hva som er prosessinformasjon uklart. Skifte av en rull med plastemballasje kan fort sees på som noe som gjøres med prosessenheten. Det blir på en måte som skifte av olje, vasking eller annet vedlikehold. På en annen føres denne emballasjen videre ut fra prosessenheten og er med ofte helt til forbruker. Plastemballasjen kan på bakgrunn av dette sees på som en innsatsfaktor siden den er en del av produktet som kommer ut fra prosessenheten.

Innsatsfaktorer er definert som alle sporbare enheter, interne eller eksterne, som følger med produktet videre i næringskjeden.

Eksempel: Skifte av emballasje, marinade, krydder med mer.

Prosessinformasjon er definert som prosessenhetshendelser som kun har betydning lokalt på en prosessenhet.

Eksempel: Skifte av kniver, olje, vasking med mer.

4.3 Funksjoner

En fabrikkarkitektur må kunne støtte visse funksjoner for å være interessant. Disse funksjonene er sporing, prosesstyring og kommunikasjon. Disse blir her konkretisert og brutt opp i mindre delkrav.

4.3.1 Sporing

For å sikre best mulig sporbarhet innen fabrikk må fabrikklaget støtte de funksjonene som er skissert her. Sporingfunksjonaliteten i fabrikklaget skal sørge for å tilfredsstille myndighetenes krav til sporing, samt eventuelle innstramminger og utvidelser, bestemt av bedriften selv. For å kunne støtte både sporbarhet vertikalt og horisontalt, er det valgt en fremgangsmåte hvor lastbæreren er det som binder sammen den vertikale sporingen og den horisontale. Denne fremgangsmåten gir fleksibilitet til løsningen ved at en sporbar enhet kan deles opp i mindre enheter. Enhetene kan spores hver for seg slik at blant annet krysskontaminasjon kan oppdages.

F1 Identifikasjon av sporbar enhet Systemet må kunne identifisere hver enkelt sporbare enhet unikt. Følgende delkrav må derfor tilfredstilles:

F1.1 Identifikasjonen må identifisere den sporbare enheten unikt. (Kan være alfanumerisk eller tall).

F1.2 Den sporbare enheten må merkes med ID for identifisering.

F1.3 All informasjon unik til den sporbare enheten må knyttes til denne.

F2 Lastbærersporbarhet Lastbærersporbarhet gjør det enkelt å samle sporinginformasjon fra både verdikjeden og prosessene. Lastbærersporbarhet må benyttes på alle typer lastbærere som brukes til transport av sporbare enheter. Lastbærersporbarhet krever at følgende krav til funksjonalitet støttes.

F2.1 Unik ID på hver enkelt lastbærer som benyttes til transport av sporbare enheter.

F2.2 ID må merkes permanent på lastbærere med robust teknologi, egnet for maskinell lesing og håndtering.

F2.3 Registrering av data relatert til en lastbærer og dens innhold.

F2.4 Gjenfinning av data relatert til en sporbar enhet uavhengig av lastbærere.

F2.5 En sporbar enhet kan skifte lastbærer gjennom næringskjeden.

F2.6 En sporbar enhet kan være delt på flere lastbærere.

F2.7 En lastbærer kan produsere sensordata om innholdet.

F3 Kjedeinformasjon - horisontal sporing Horisontal sporing omfatter informasjon for å kunne spore alt som går inn i selve sluttproduktet. Det kan være råstoffer, tilsetningsstoffer, vann, mel, melk og annet som er med å skape sluttproduktet og motsatt det som innsatsfaktoren benyttes i. Denne sporingen gir disse delkravene:

F3.1 Registrering av all splitting av sporbare enheter i nye sporbare enheter.

F3.2 Registrering av all kombinerings av sporbare enheter til ny sporbar enhet.

F3.3 Registrering av alle innsatsfaktorer til en sporbar enhet.

F3.4 Gjenfinning av alle innsatsfaktorer til en sporbar enhet.

F4 Prosessinformasjon - vertikal sporing Vertikal sporing håndterer informasjon om prosessen som en sporbar enhet har vært igjennom. Her inngår informasjon fra prosessutstyr, lagring, kjøling, håndtering, omgivelser og mye annen informasjon.

F4.1 Registrering av informasjon fra prosessutstyr relatert til eventuell lastbærer og eventuell sporbar enhet.

F4.2 Registrering av prosessinformasjon.

4.3.2 Prosesstyring

F5 Kontroll av produksjonsutstyr En forutsetning for å kunne styre prosessen aktivt og la Fabrikklaget kunne optimalisere prosessen, er å ha muligheten til å kontrollere produksjonsutstyret.

F5.1 Fabrikklaget må kunne styre utstyr gjennom meldinger til SCADA-system eller gjennom andre kanaler som tillater slik styring.

F5.2 Fabrikklaget skal kun ha muligheten til å gjøre passiv styring. Dette innebærer at kun kommandoer med hva som skal gjøres skal kommuniseres. Kommandoer at anlegget skal starte, må komme fra operatører.

F5.3 Fabrikklaget skal ha funksjoner for produksjonsdetaljplanlegging. Det innebærer detaljert planlegging av produksjonen med muligheter for endringer i forhold til de planene ERP systemet inneholder.

F6 Drift Drift av systemet må være tilpasset både drift med full integrasjon mot ERP løsningen, samt nøddrift hvor ERP tilkoblingen ikke fungerer.

F6.1 Pågående drift må ikke forstyrres ved bortfall av ERP tilkoblingen.

F6.2 Lokalt opprettede produksjonplaner må synkroniseres mot ERP løsningen ved overgang til ordinær drift.

F6.3 Alle data som ikke kan kommuniseres videre ved nøddrift, må buffres slik at de kan overføres ved overgang ordinær drift.

4.3.3 Ekstern kommunikasjon

F7 Kommunikasjon med ERP

F7.1 Kommunikasjon med ERP systemet må skje i henhold til standardiserte metoder og grensesnitt.

F7.2 Integrasjon bør løses på en måte som er uavhengig av ERP leverandør for å kunne ha fleksibilitet.

F8 **Kommunikasjon med andre fabrikker** Kommunikasjon med andre fabrikker, vil være en koordineringsoppgave for de sentrale systemene.

F8.1 Kommunikasjon med andre fabrikker skal skje gjennom en sentralt plassert tjeneste for å sikre standardisert integrasjon.

4.4 Ikke funksjonelle krav

Ikke funksjonelle krav er krav som ikke er spesifikke funksjoner med arkitekturen eller fabrikklaget. Her kommer blant annet krav til arkitektur og brukergrensesnitt inn.

4.4.1 Arkitektur

Prinsipper angående arkitektur og integrasjon.

IF1 Grensesnitt skal være åpne og fleksible. Gjelder både oppover, nedover og horisontalt på fabrikklaget.

IF2 Løsningen må skalere, for å sikre fremtidsrettet teknologi og langvarig bruk.

IF3 Lag og grensesnitt må være tydelig definert for unngå misforståelser.

4.4.2 Menneske Maskin Interaksjon

Disse kravene dekker menneskelig samhandling med løsningen. De tar for seg registrerings-teknologi, skjermbilder og informasjon. MMI bør designes på en måte som bidrar til å unngå feilregistreringer og frustrasjoner uten at det får negativ effekt på effektiviteten.

F4 Automatisk, som i "uten manuelle operasjoner" registrering av data prioriteres.

F5 Maskinell lesing av data prioriteres ved registrering i skjema. (Eks. strekkode, RFID mm.)

F6 Oversiktlige skjermbilder uten overskuddsinformasjon foretrekkes. Riktig informasjon til riktig tid, skal definere hvilken informasjon som vises til enhver tid.

4.5 Spesifiserte krav i forbindelse med farseproduksjon i Gilde, Tønsberg

Fordi farseproduksjon ved Gilde, Tønsberg vil bli nøye gjennomgått i forbindelse med design av arkitekturen for et fabrikklag, vil de viktigste utfordringene konkretiseres her. Prosessen er beskrevet i 3.2.6. De utfordringene som er beskrevet her er

Spesielt er det sporingsutfordringer knyttet til disse punktene som vil bli illustrert i forbindelse med designen i kapittel 5

Arkitekturen må løse følgende utfordringer i forbindelse med denne prosessen:

Lagring og transport ved hjelp av lastbærere.

Både ferdig pølsefarse og grunnblandinger transporteres ved hjelp av tradisjonelle lastbærere som stetter og kar i noen tilfeller. For grunnblandinger og farse som skal lagres i tank, gjelder kriteriet om at det må være en stor nok mengde at det er mest hensiktsmessig å lagre dem i tank. For mindre brukte grunnblandinger og pølsetyper blir produktene tatt ut i stetter eller kar. Disse sendes så videre til lagring så lenge som nødvendig.

Denne problemstillingen er dekket gjennom disse kravene:

- F1.1,2,3
- F2.1,2,3,4,5,6,7
- F3.1,2

Lagring på tank og transport i rør.

Noen grunnblandinger brukes det mer av enn andre. Disse lagres på en av de sju tankene som er satt av til dette formålet. Det samme gjelder to tanker som ferdig pølsefarse lagres i. Her blir den farsen som det skal brukes mest av en dag plassert.

Massen vil i begge tilfeller bli pumpet inn i tankene for lagring over en viss tid. Vektinformasjon og temperaturinformasjon vil være interessante data som er verdt å ta vare på.

Alt som pumpes i en tank, vil i tillegg bli å betrakte som en sporbar enhet, da det vil være umulig å skille dem.

Denne problemstillingen er dekket gjennom disse kravene:

- F1.1,2,3
- F2.1,3,4,5,6,7
- F3.1,2,3
- F4.1,2

Tilsetning av ingredienser fra eksterne leverandører. F.eks. krydder, potetmel og melk.

Tilsetningsstoffer er en viktig del av den horisontale springen. Oversikt over hvilke partier av forskjellige vare som inngår i det ferdige produktet, krever nøyaktige opplysninger om hva som er brukt for å lage produktet.

Denne problemstillingen er dekket gjennom disse kravene:

- F3.1,2,3,4
- F4.1,2

Produksjon av mellomprodukter. Grunnblandinger.

Farseproduksjonen består av to hovedskritt. Grunnblandinger blir laget, og av disse blir ferdig farse laget. Det går en mengde forskjellige partier med kjøtt spesielt i en grunnblanding. Ved blanding av to eller flere grunnblandinger for å lage ferdig farse, blir det plutselig enda flere partinummer som er interessante i forbindelse med sporing. Kontroll over slik informasjon er en meget viktig del av fabrikklaget sin sporingsfunksjonalitet.

Denne problemstillingen er dekket gjennom disse kravene:

- F3.1,2,3,4

Innhenting av informasjon fra prosessutstyr. Blandere, hakkere, fettprosentmåler, vekt med fler.

Ved lagring på tank eller i stetter/kar på lager, finnes det kjølesystemer som registrerer temperaturen. Ved feil temperatur kan utilsiktede reaksjoner skje i noen produkter, eller produktet kan bli ødelagt. Da er det en fordel å kunne gå tilbake og se at den reaksjonen som har skjedd, kan ha kommet fordi temperaturen var feil. Videre kan alle de andre produktene som var lagret på samme sted med samme temperatur, da stoppes eller undersøkes for feil.

Informasjon om fettprosent fra grunnblandingsprosessen er også informasjon som vil være naturlig å lagre sammen med informasjonen om partiet. Denne funksjonaliteten er viktig for den vertikale sporingen.

Denne problemstillingen er dekket gjennom disse kravene:

- F4.1,2

Kapittel 5

Arkitektur for fabrikken

Arkitekturbegrepet benyttes om en beskrivelse av oppbygningen og samhandlingen av systemer. I dette tilfellet er det hvordan de ulike systemene på fabrikkene best skal bygges opp og arbeide sammen som dekkes. Dette dekkes på et overordnet nivå, med fokus på å støtte de to hovedfunksjonsområdene sporing og verdikjedestyring på en best mulig måte. Automatisering er en viktig faktor for å støtte disse områdene, så automatisering vil være viktig for å løse dette.

5.1 Innledning

Løsningen som er skissert her baserer seg i stor grad på nåværende situasjon i blant andre Gilde, Tine Meierier og Swedish Meat. Ønskene i disse organisasjonen, og generelt i næringsmiddelindustrien, er å legge om arkitekturen til å bli mer dynamisk og gi bedre støtte til automatisering og sporing. Oppfatningen er at fremtiden vil føre til en kraftig økning i informasjonstettheten på fabrikkgulvet. For å håndtere denne trafikken, må systemene bygges opp på en annen måte enn nå. Den nåværende måten systemene er bygget opp på arkitekturmessig er beskrevet i [11]. Løsningen beskrevet her, tilfredsstillende de kravene som er beskrevet i kapittel 4, Kravspesifikasjon, og tar hensyn til forhold fra kapittel 3.

5.1.1 Avgrensninger

Arkitekturen beskrevet i dette kapitlet er ikke ment å være altomfattende og komplett, men å forholde seg til følgende avgrensninger:

- Sentrale systemer forventes å kunne tilpasses arkitekturen beskrevet her.
- Arkitekturen er ideell i det at den ikke tar hensyn til eksisterende utstyr som måtte være på plass som må tilpasses. Det antas at alt utstyr som er ønskelig å integrere, kan integreres.

5.1.2 Fremgangsmåte

Her beskrives fremgangsmåten denne arkitekturen er utviklet med. Først beskrives visjonen for arkitekturen, hvilke problemer den skal løse. Så beskrives hvordan arkitekturen demonstreres med bakgrunn i et eksempelet fra kapittel 3, pøselinjen i Tønsberg.

Visjon for arkitekturen

Arkitekturen beskrevet i dette kapitlet har som mål å være et utgangspunkt for en implementasjon av et fabrikklag. Den skal beskrive arkitektoniske prinsipper og gi en løsning på hvordan de vektlagte funksjonene kan løses i arkitekturen. Funksjonene som er vektlagt har kommet frem etter intervjuer med ansvarlige personer på de fabrikkene jeg har vært å besøkt i forbindelse med denne rapporten. Kjennskap til Gilde sine utfordringer og løsninger fra høstens prosjektoppgave [11] har også vært avgjørende for at disse funksjonene har stukket seg ut. Disse funksjonene er prioritert løst i denne arkitekturutformingen:

1. Støtte for sporbarhet ned til enhetsnivå.
2. Støtte for sporbarhet horisontalt i næringskjeden.
3. Støtte for sporbarhet vertikalt i næringskjeden, både koblet til produkter og vedlikehold.
4. Støtte for oppsamling og bruk av nøkkelverdier og annen relevant logging av produksjon for bruk i rapportering.
5. Støtte for produksjonsstyring og planlegging uavhengig av ERP systemet, men basert på informasjon fra ERP.
6. Støtte for verdikjedestyring basert på optimalisert bruk av råvarer.
7. Funksjonalitet som fremhever et naturlig skille av fabrikkssystemer og sentrale systemer.
8. Fleksibilitet i integrasjon av utstyr, informasjonsbehandling og innhenting.

Demonstrasjon med virkelig case

Jeg har i dette kapitlet som omhandler den utviklede arkitekturen for et fabrikklag, valgt å synliggjøre designen sin funksjonalitet ved hjelp av et eksempel. Eksempelet er utførlig beskrevet i 3.2.6. En enkel figur som viser prosessen i grove trekk er figur 5.1. Etter hver gjennomgang av viktige arkitektoniske elementer, vil det være en del som omhandler dette eksempelet fra fra pølseproduksjonen satt inn i den beskrevne arkitekturen.

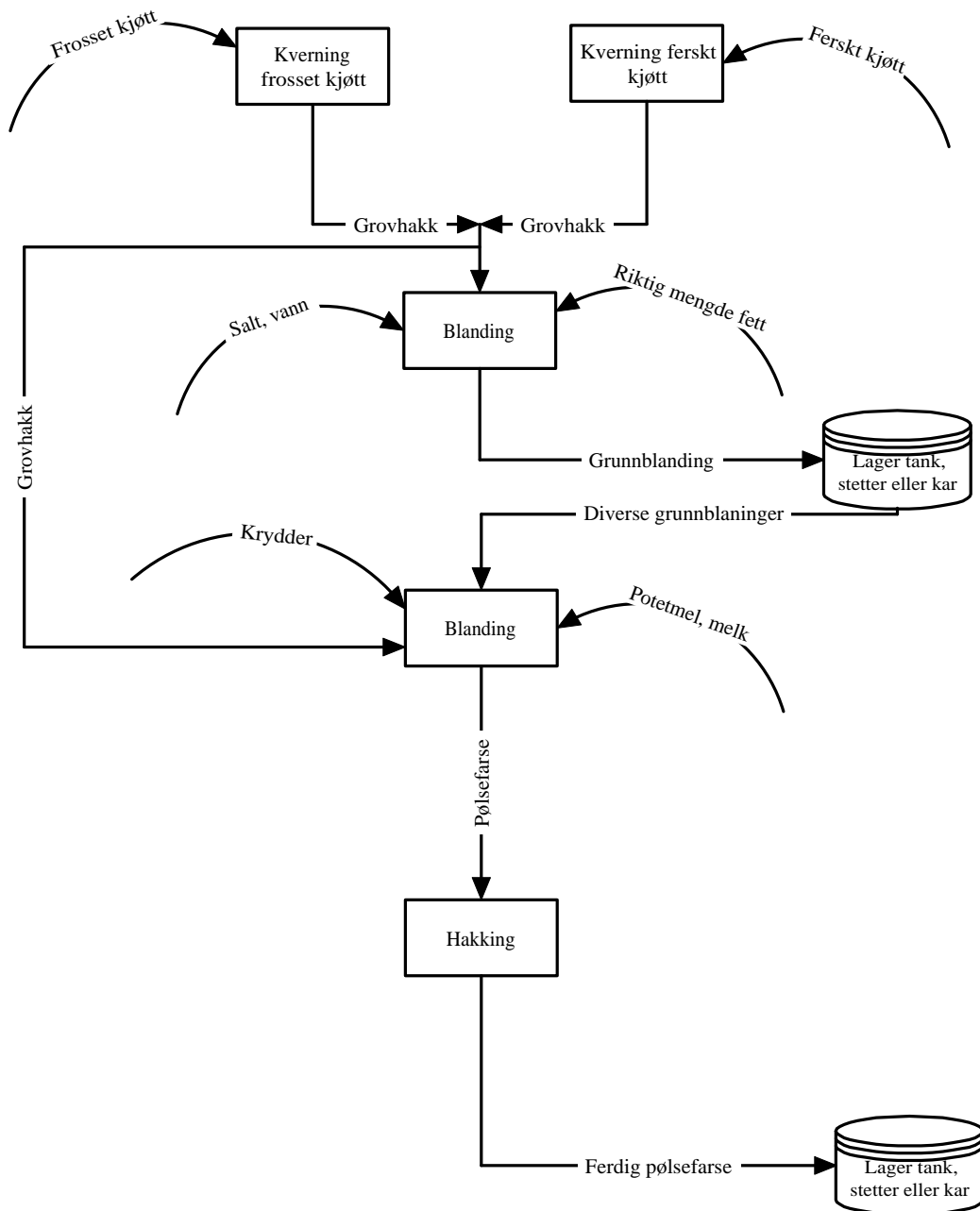
Eksempelet med farseproduksjon er brukt slik det står i dag, og forsøkt integrert med den arkitekturen som er beskrevet. Der hvor små endringer av dagens system, vil gi større gevinster når det integreres, har disse endringene blitt beskrevet og brukt for å synliggjøre gevinstene dette systemet kan få ved bruk av nevnt utviklet arkitektur.

5.2 Funksjonsbeskrivelser av hovedfunksjoner

Arkitekturen skissert i dette kapitlet adresserer følgende funksjoner som er regnet for å være viktige motivasjonsfaktorer for investering i en spesifisert arkitektur.

5.2.1 Horisontal sporing

Horisontal sporing er lovpålagt. Det skal være mulig å spore fremover og bakover et ledd fra hvor som helst i verdikjeden for alle produkter eller mellomprodukter som kan tenkes å inngå i næringsmiddelproduksjon. Denne sporingen krever kontroll på hvilke råstoffer som går med til produksjonen og hva som blir produsert. Merking på en tilfredsstillende måte er også påkrevd for å kunne sikre sporbarhet.



Figur 5.1: Forenklet prosess tegning av farseproduksjonen i det illustrerende eksempelet som er brukt.

5.2.2 Vertikal sporing

Vertikal sporing er muligheten til å hente informasjon om de spesifikke prosessene som et produkt har vært gjennom i verdikjeden. Vanlige eksempler er temperaturinformasjon, fettprosent, lokasjoner og andre hendelser. For å kunne hente slik informasjon, må det lagres en stor mengde hendelser. Disse må være søkbare slik at hendelser relevant for en sporbar enhet og/eller prosessenhet kan hentes ut.

5.2.3 Krysskontaminasjonsanalyse

Etter E.coli hendelsen våren 2006 er det blitt klart at krysskontaminasjon er viktig å kunne oppdage. En sporbar enhet vil ofte bli delt opp i flere forskjellige lastbærere, og kan bli blandet med andre produkter i verdikjeden. En måte å allikevel kunne finne ut om det er fare for krysskontaminasjon, er å spore en enhet på lokasjonene den har vært innom, og hvilke andre varer som har vært på samme lokasjon.

5.2.4 Optimal verdikjedestyring

Verdikjedestyring er styring av hvilke ressurser som skal brukes til å produsere hva. Ved hjelp av dette kan for eksempel råvarer med spesielt gode egenskaper sorteres ut, og brukes i differensierte produkter. Råvarer eller mellomprodukter som har vært utsatt for en påkjennig, kan også styres til bruk et sted hvor de blir optimalt brukt.

5.2.5 Unik merking av lastbærer

I forbindelse med fremtidens krav til sporing og automatisering, vil unik lastbærermerking måtte innføres. En slik merking gir store muligheter til kontroll og sporing av hendelser og informasjon. Flere av punktene over vil være mulig å løse ved hjelp av sporing basert på unik lastbærermerking. Det fører også til store datamengder som vil bli generert og som må håndteres.

5.3 Lagdeling og generell arkitektur

Denne delen vil omhandle hvordan løsningen er bygget opp. Prinsipper som er fulgt og hvordan de passer til målsetningen for fabrikklaget.

5.3.1 4 lagsmodellen

Den modellen (se figur 5.2 som er valgt brukt her er basert på standarden ISA-95 (se kapittel 2.2.1 for informasjon). Ved at ISA-95 er brukt, vil det være lettere å omsette denne modellen i et faktisk produkt basert på komponenter fra for eksempel hylleware programvare og egenutviklede programmer. Modellen er delt i fire lag:

1. **Maskinvare.** Dette laget består av maskinvaren. Dette er det laveste laget. Her er også da intelligensen til systemene generelt lavere enn de øvrige lagene. Her skjer selve datainnsamlingen og selve utføringen av trinnene i prosessene. Her kan det være datafangstutstyr som strekkodelesere, temperatursensorer med mer, eller ventiler, motorer, samlebånd med mer.

2. **Automasjon.** Dette laget ligger over selve sensorene og motorene. Dette laget gjør utstyret i stand til å samarbeide på lokalt lag. Automasjonslaget her sørger for at sensorer og motorer gjør som de skal gjøre til riktig tid. Hva automasjonslaget skal sørge for at skjer, vil enten komme som en kommando fra lag 3, eller det vil komme av at en enhet fra lag 1 (for eksempel en fotocelle) endrer status. For å dra paralleller til menneskekroppen kan man si at om status på en komponent på lag 1, får en komponent på lag 1 til å utføre en handling, er det en refleks. På samme måte kan vi si at handlinger initiert av lag 3, er en viljestyrt handling.

Automasjonslaget består typisk av PLS/PLC enheter, SCADA løsninger og HMI klienter. Laboratoriesystemer vil også inngå her.

Utstyr på dette laget kan identifiseres ved at det har en begrenset fysisk utstrekning og det vil typisk finnes en instans av dette laget, per linje på et anlegg.

3. **Produksjon (fabrikklaget).** Dette laget er kjernen i driften av et anlegg i fremtiden. Her vil informasjon angående sporing, produksjon, ytelse og mer akkumuleres opp og være tilgjengelig. Det vil typisk være et fabrikklag per anlegg. Dette vil igjen ha flere instanser av automasjonslag som rapporterer til seg. Fabrikklaget vil ha ansvar for koordinering på tvers av linjer samt å holde styr på sporing og ytelse for hele anlegget.
4. **Ledelse og administrasjon** Her ligger tradisjonelt et ERP system, økonomisystem og andre systemer som er felles for hele konsernet. I bedrifter som ikke har flere anlegg enn ett vil typisk ha dette lokalisert på anlegget, eller hos en tredjeparts leverandør av disse tjenestene. I utgangspunktet har det ikke noe så si, men kompleksiteten som gjør at lagdelingen er så viktig, kommer oftest der hvor det er flere produksjonsenheter med felles lag 4.

Lagmodellen som er beskrevet vil gjennomsyre hele arkitekturen i dette kapittelet. Dette gjør arkitekturen konsistent og robust fordi den er tuftet på en enkel og klart definert lagdelt struktur.

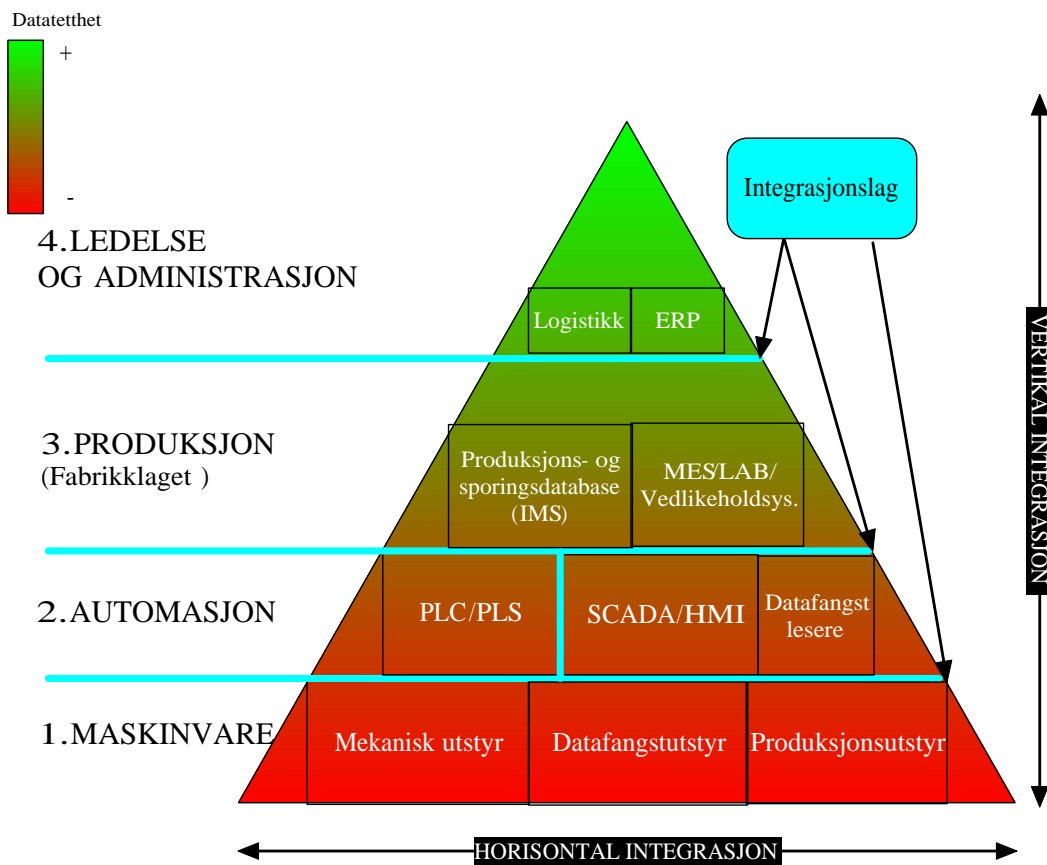
1. Maskinvare

Dette laget består av tre hovedgrupper av utstyr: Mekanisk utstyr, datafangstutstyr og produksjonsutstyr.

Innhold

Mekanisk utstyr: Denne kategorien omfatter blant annet motorer, ventiler, samlebånd, heiser, kraner med mer. Denne kategorien inneholder tekniske enkeltkomponenter. De delene som gjør enkeltoperaasjoner i prosessen.

Datafangstutstyr: Datafangstutstyr er en omfattende kategori. Her er utstyr som samler inn data på en eller flere områder. Identifikasjonssensorer som RFID, strekkode eller andre former for identifikasjonsteknologi er i denne kategorien. Temperatursensorer, fettmålere, gasstrykkmålere, fotoceller, trykknapper og mange flere er også i denne kategorien. Fellesnevneren for denne kategorien er at den omfatter alt utstyr som gjør en form for datainnsamling.



Figur 5.2: Illustrasjon over dataflyt og integrasjon mellom hovedfunksjonene i fabrikklaget og andre relevante systemer.

Produksjonsutstyr: Denne kategorien omfatter de løsningene som leveres som en prosess-enhet. Det kan for eksempel være en blander, som igjen er satt sammen av flere motorer, pumper og sensorer. I denne kategoriene går også hele produksjonslinjer inn. Legg merke til at dette utstyret er plassert i både lag 1 og 2 i forbindelse med figur 5.5.

Integrasjon og kommunikasjon Den vertikale integrasjonen på dette laget er den mest fremtredende. Ettersom det er lite logikk på dette laget, vil det meste av kommunikasjonen skje fra og til lag 2 (automasjon). Disse lagene vil så ta de nødvendige beslutninger på bakgrunn av informasjonen fra lag 1, eller styre komponentene her. Selve kommunikasjonsmetoden og meldingene her vil bli diskutert i delkapittel 5.4.2

Horisontalt er det også interessant å se på integrasjonen. Dette omfatter meldinger som sendes mellom enheter på samme hierarkiske lag, altså lag 1 i dette tilfellet. Eksempel på slik kommunikasjon kan være at en fotocelle registrerer at det er fullt på et samlebånd. Dette kan for eksempel automatisk stoppe båndet intil det igjen er plass til mer. Dette vil i noen tilfeller løses via PLS styring, som jo fører til kommunikasjon vertikalt, men kan også løses her på lag 1 i noen tilfeller.

Integrasjonslaget her vil ikke være veldig aktuelt. Det er tatt med fordi i prinsippet kan utstyr som ikke holder seg til de angitte standarder, bli nødt til å integreres med resten av systemene via et ekstra lag av funksjonalitet.

2. Automasjon

Dette laget er det laveste laget som håndterer logikk i produksjonen. Det finnes normalt et slikt lag per produksjonslinje eller avdeling. Automasjonen er tradisjonelt avhengig av sanntidsinformasjon fra Maskinvare-laget. Dette er fordi dette laget av systemer har ansvar for styring av produksjonen i sanntid. Oftest er det spesielt PLS/PLC-systemene som driver med sanntidsstyringen av linjen, og SCADA og HMI systemet som har en mindre tidskritisk styring av prosessen.

Innhold

PLS/PLC: PLS/PLC kategorien dekker alle typer av PLS/PLC enheter. Disse lages av mange produsenter med forskjellige funksjoner. Felles for dem alle er at de har en mengde signalinnganger og utganger og kan programmeres til å styre flere typer utstyr som er koblet til dem.

SCADA/HMI: SCADA systemer er programvare som ofte kjører på en PC. Den er spesiallaget for å kunne kommunisere med blant annet PLS/PLC'er. Programvarens hovedoppgaver er å styre automasjonssystemene og å innhente data fra disse. Ofte inneholder SCADA systemer HMI funksjoner. HMI-systemer er for å gi operatørene kontroll over prosessutstyr samt informasjon fra slikt utstyr.

Datafangst lesere: Dette er datafangstutstyr som inneholder noe logikk. Typisk eksempel er RFID lesere. Disse har ofte mellomvare som sørger for at duplikatlesinger blir fjernet osv.

Integrasjon og kommunikasjon Automasjonslaget har kommunikasjon på begge akser. Vertikalt kommuniserer automasjonslaget med maskinvarelaget og produksjonslaget. Horisontalt kommuniseres det på tvers av linjene i noen tilfelle, og spesielt internt mellom PLS/PLC systemer og SCADA/HMI systemene.

Automasjonslaget kommuniserer nedover, som nevnt i 5.3.1, med maskinvaren. Dette er datafangst, maskiner, motorer, ventiler, produksjonsutstyr og mer. Normalt er det nettopp automasjonslaget som styrer hva maskinvaren skal gjøre. Dette kommuniseres på bakgrunn av informasjon maskinvaren, produksjonslaget, operatøren eller en kombinasjon av disse.

Kommunikasjonen oppover er av variabel hyppighet, altså ikke i sanntid. Her sendes det informasjon som for eksempel hvor langt en produksjonsordre er kommet, oppdatering av status, antall produserte enheter, feilmeldinger og annen informasjon. Automasjonslaget kan motta for eksempel produksjonsordre eller annen styringsinformasjon fra produksjonslaget.

Den horisontale integrasjonen på dette laget kan skje mellom forskjellige produksjonslinjer, eller internt på en linje, men mellom SCADA/HMI-systemer og PLC/PLS-systemer. SCADA/HMI systemer er avhengige av kommunikasjon til PLC/PLS systemer for å styre produksjonen og for å formidle operatørens og/eller produksjonslaget sine ønsker til selve maskinvaren. Det ligger her en integrasjonslag fordi PLS/PLC systemer og SCADA/HMI systemer må tilpasses slik at de kan kommunisere med hverandre. OPC, som trekkes fram i 2.2.4, er en mye brukt standard for integrering her, men ofte er protokollene til PLs/PLC enheter gamle. Spesielt gamle enheter støtter ofte ikke OPC.

3. Produksjon

Produksjons-laget eller fabrikklaget som det også kan kalles, ligger på toppen av en produksjonsenhet, for eksempel en fabrikk. Dette laget koordinerer produksjonen på de forskjellige linjene og ligger som en paraply over produksjonsenheten. Ansvarsområdet er hele fabrikken. Eksempler på oppgaver er lagerstyring, laboratorieprøver, sporingsoppgave, vedlikehold av utstyr og produksjonsplanlegging. Informasjon som har med sporbarhet vil her lagres i IMS systemet, eller Produksjons- og sporingsdatabasen. Her kan det lagres et vidt spekter av informasjon. Når en maskin sist ble vedlikeholdt, temperaturlogg fra kjølerommet, nøkkeltall fra produksjonen, hvilket parti potetmelet, som ble brukt i wienerpølseproduksjonen i dag, kom fra og mye mer er eksempler på informasjon som kan lagres i databasen.

Innhold

Produksjons- og sporingsdatabase (IMS): Dette er datalageret i fabrikklaget. Her lagres all informasjon fra produksjonen i en database for senere innhenting ved behov. Ut fra de dataene som lagres her kan også nøkkeltall og statistikk over produksjonen hentes (se 5.4 for mer konkret informasjon om IMS).

MES/LAB/Vedlikeholdssystem: Her ligger systemer som ikke er tilkoblet en spesiell produksjonslinje/område. MES systemet ligger her for å styre produksjonen med sine funksjoner for produksjonsplanlegging, sporbarhet, historikk, nøkkeltall med mer. LAB-systemer er programvare som brukes til registrering av resultater fra prøver. Disse prøvene har behov for å kunne kobles til en gruppe produkter eller dyr og gi mulighet for sporing.

Integrasjon og kommunikasjon Fabrikklaget har en viktig rolle i integrasjonen. Utstyr som kjøpes enten helhetlig eller som enkeltenheter, kommer oftest med PLS/PLC systemer ferdig programmert. Er utstyret kompleks og omfattende, kommer det også gjerne med eget SCADA/HMI system. Fabrikklaget har som en av sine hovedoppgaver å integrere de forskjellige enhetene under seg, slik at fabrikkens fremstår som en mest mulig enhetlig og fungerende enhet. Informasjonen samles i fabrikklaget. Det styrer og kanalisere informasjonen til der det er behov for den. Til sist styrer det de forskjellige enhetene på fabrikkgulvet hensiktsmessig. Fabrikklaget er altså derfor en meget viktig del av IT systemene. Det er derfor viktig at enhetene som er koblet til fabrikklaget, har mulighet for å være i drift, selv om fabrikklaget skulle få problemer.

Oppover kommuniserer fabrikklaget med sentrale systemer. Dette er typisk ERP systemet. Fabrikklaget vil typisk hente vareregistre, produksjonsplaner og annet som gjelder for hele bedriften, herfra. I tillegg vil det være naturlig med en funksjon for koordinering av fabrikklagene på sentralt nivå.

Nedover går kommunikasjonen hovedsaklig til HMI/Scada systemer. Grunnen til dette er som nevnt for å bruke en inngang for autentisering av systemer som skal kunne påvirke den fysiske produksjonen. Her vil informasjon som er relevant for fabrikklagets funksjoner, enten bli spurt etter av fabrikklaget, eller systemene på automasjonslaget vil sende dem selv til fabrikklaget, da typisk direkte inn i IMS.

4. Ledelse og administrasjon

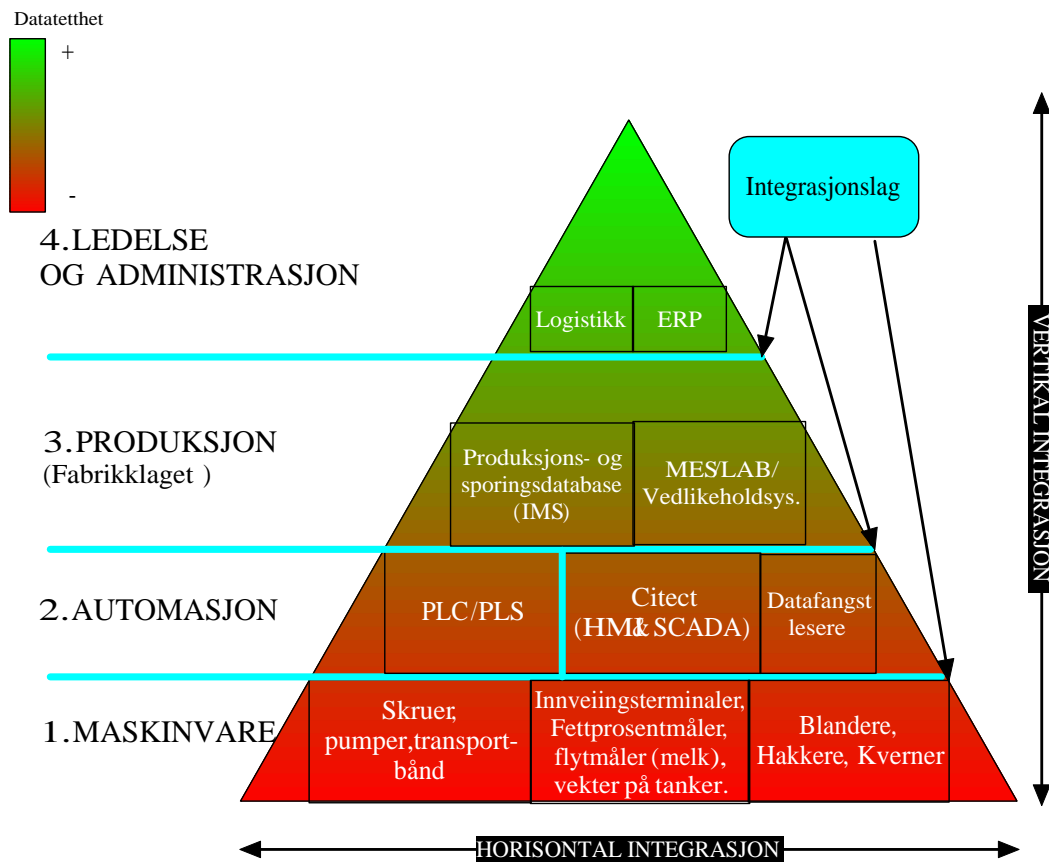
Dette er det laget som har administrasjonsansvaret for hele bedriften. ERP systemet ligger her og fordeler ressurser og produksjon ut fra avanserte beregningsmetoder basert på bestillinger, sesong og andre parametre. Alle systemer som er felles for alle fabrikkene er plassert i dette laget.

Integrasjon og kommunikasjon Her kommuniseres det kun nedover i bedriften. Her sendes produksjonsplaner til fabrikkene, status på produksjon mottas. Ved kommunikasjon mellom fabrikkene, håndteres denne av et system på dette laget.

Eksempel med funksjonalitet

Plassering av eksempelet fra 3.2.6 i den beskrevne fire-lagsmodellen er en triviell sak. Som vist på figur 5.3 kan eksempelets utstyr settes inn i modellen uproblematisk. Prosessen har et eget SCADA/HMI system som vil fungere som tilkoblingspunkt i forbindelse med fabrikklaget. Funksjoner på linjen som produksjonsplanlegging, statusrapportering og sporing vil hovedsaklig håndteres fra fabrikklaget. I dette tilfellet kan den detaljerte sporingen være tatt hånd av i SCADA/HMI systemet. Da vil typisk denne informasjonen også sendes til fabrikklaget, siden det er der det vil være naturlig å lagre slik informasjon. I dette tilfellet med Citect SCADA/HMI programvare vil dette enkelt løses ved at Citect systemet kan lagre nødvendig informasjon direkte i en database i IMS.

Som man ser på figuren er dette eksempelet å regne som en linje eller avdeling i produksjonen. Utstyret er kun dekkende for lag 1 og 2 i modellen. Dette er naturlig, og det interessante vil være å få et fabrikklag over denne produksjonsavdelingen for å binde hele fabrikkens sammen til en enhet sett utenfra..



Figur 5.3: 4-lagsmodellen fylt ut med utstyr fra prosessen i eksempelet på farseproduksjon, beskrevet i 3.2.6.

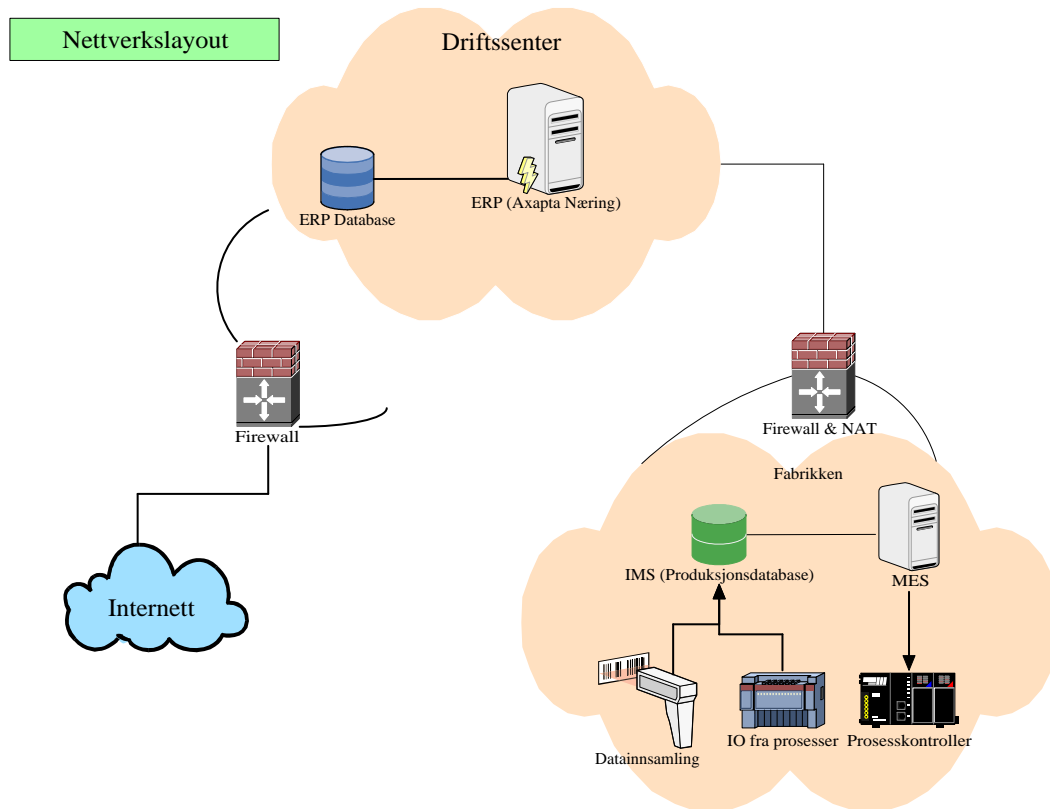
5.3.2 Nettverksoppbygning

For å implementere modellen med fire lag og skille utstyr på riktige steder, kreves det en nettverksinfrastruktur i bunnen som støtter dette. Nettverksinfrastrukturen må også være bygget slik at det isolerer prosesslaget der maskiner og sensorer står, fra tilgang for ikke autoriserte aktører. Uten denne beskyttelsen kan en se for seg episoder der maskiner starter opp for eksempel under vasking, med fatale følger for personell.

Det overordnede nettverket kan være bygget opp som skissert på figur 5.4. Her er prinsippene for oppbygningen det viktigste. En har et sentralt nettverk som inneholder alle administrasjonssystemer som koordinerer fabrikkene imellom, økonomi, ledelse, logistikk osv. Dette er felles for hele bedriften eller konsernet. Tilgang til det globale offentlige internett styres også herfra.

Videre nedover er prinsippet at det skal være lokale atskilte fabrikklag på hver fabrikk innen konsernet eller bedriften. Dette sørger for at det kan eksistere en helt forskjellig data-tetthet på fabrikkene enn sentralt. Kun de data som er interessante for de sentrale systemene vil bli sendt opp hit. Nettverket på fabrikkene beskrives mer nøyaktig på figur 5.5 og i tabell 5.1. Figuren viser ikke fysiske maskiner, men illustrerer de tjenestene som finnes og hvor disse bør plasseres.

Prinsippet er at også nettverksinfrastrukturen skal støtte den lagdelte arkitekturen som



Figur 5.4: Illustrasjon over den fysiske nettverksoppbyggingen.

er beskrevet i 5.3.1.

Tabell 5.1: Innhold i figur 5.5.

Enhet	Navn	Beskrivelse	Eksempel
LAG 1 - Maskinvare			
	Maskinvare	Utstyr på laveste lag. Utstyr uten komplisert logikk med enten som oppgave å innhente informasjon eller å utføre en handling på kommando.	RFID leser, strekkodeleser, vekt, temperatur sensor, flytsensor, fettmåler osv.
LAG 2 - Automasjon			

Enhet	Navn	Beskrivelse	Eksempel
<p>Automasjonslaget kan det finnes flere instanser av på store fabrikker. Disse kan for eksempel være avgrenset til avdelinger, prosesslinjer eller avanserte delprosesser. På mindre fabrikker eller lite automatiserte fabrikker, kan det være kun en instans av dette laget, og funksjonaliteten kan dekke deler av oppgavene på lag 3. Fordi automasjonsgraden blir større og fabrikkene større og mer spesialisert, har jeg valgt å dekke tilfellet med flere instanser av lag 2 her.</p>			
2.0	Nettverksruter	Disse ruterene er plassert for å binde PLS/PLC enheter og prosessutstyr sammen, og for å binde HMIServer, SCADA system og HMI klienter sammen. For å sikre uautorisert tilgang til de prosessnære systemene som PLS/PLC og prosessutstyret, har disse en eller flere egne ruter. All interaksjon med denne typen utstyr må gå gjennom HMIServer eller SCADA løsningen. Alle ruterene er koblet til et eget administrasjonsnettverk. Dette er for å ha muligheten til å administrere dem eksternt. Via administrasjonsnettverket er det ikke mulig å få tilgang til prosessnært utstyr.	Standard industriklasse rutere
2.1	PLS/PLC	Programmerbare logiske systemer står for den konkrete sanntidsstyringen av alt fra motorer, maskiner og samlebånd til datainnsamlingspunkt, ventiler og pumper. Maskinvaren styres ved hjelp av logikk som er programmert inn i PLS/PLC enheter. Knapper, brytere, display og annen menneske maskin interaksjon av enkel type styres også oftest av PLS/PLC systemer	Alle typer PLS/PLC er aktuelle her.
2.2	Datafangst	Dette er avansert datafangstutstyr. Strekkodelesere kan ofte kobles til PLS/PLC enhetene, men blant andre RFID-leserene er så avanserte at de kobles rett i Ethernett infrastrukturen. Disse er derfor koblet til samme nettverk som SCADA og HMI og kommuniserer med disse direkte, i motsetning til vanlige strekkodelesere.	Alien RFID-lesere
2.3	Prosessutstyr/utstyrspakker	Denne typen utstyr er maskiner og utstyr med en viss selvstendig styring av seg selv. Det er ofte utstyr som er levert på bestilling som tar seg av en konkret del av prosessen. Den leveres slik at den er ferdig med all maskinvare og styringsprogramvare som en enhet. Derfor dekker disse litt av både lag 1 og 2.	Blandere, hakkere, kverner, pakkemaskiner, paletteringsroboter.

Enhet	Navn	Beskrivelse	Eksempel
2.4	HMI Server og SCADA	Disse er under samme punkt fordi det ofte er SCADA programvaren som fungerer som en HMI Server også. Denne komponenten er den eneste som har tilgang til lavnivå prosessutstyr og automasjonsutstyr. Derfor må all kommunikasjon gå gjennom dette punktet. Dette sikrer autentisering på en god måte, samtidig som det sørger for full kontroll med styringen av maskinvaren.	Citect (SCADA og HMI-Server), Factory-Link (SCADA og HMI-Server), PLCConnect, FreeSCADA og mange flere.
2.5	HMI Klienter	Hovedsaklig er dette punkter der operatørene av prosessene kan styre produksjonen. Start og stopp av systemet, velging av råstoffer, valg av produkt å produsere og mange andre funksjoner kan en slik klient ha. Alt avhengig av hvor automatisert systemet er.	Trykkfølsomme skjermer, vanlige skjermer med mus og/eller tastatur eller med knapper og andre kontroller eller andre måter en person kan få informasjon fra, eller instruere systemet på.
LAG 3 - Produksjon			
Produksjonslaget eller fabrikklaget inneholder den generelle styringsfunksjonaliteten på fabrikk. Produksjonsplanlegging, lagerstyring, sporing og produksjonsoptimalisering er noen av funksjonene som er felles for hele fabrikk og derfor ligger på dette laget.			
3.0	Nettverksruter	Funksjonen til denne er å binde sammen enhetene på dette laget. Alle automasjonslag eller instanser av lag 2 på en fabrikk, er også bundet koblet til dette laget av ruting.	Standard industriklasse routere

Enhet	Navn	Beskrivelse	Eksempel
3.1	Databaseserver	<p>Dette er fabrikken sitt IMS system. Dette bør benyttes for så mange som mulig av systemene på fabrikken for å på den måten ha en sentral plassering av data om produksjon og drift. Denne bør selvsagt være sikret mot datatap, brann og andre ulykker siden den inneholder store mengder driftskritisk og historisk informasjon. Speiling på et eksternt datasenter kan være aktuelt.</p>	<p>MS SQL Server, MYSQL, Oracle database, DB1 fra IBM eller andre database-løsninger med ønsket funksjonalitet.</p>
3.2	Sporing	<p>Denne funksjonaliteten er viktig i næringsmiddelindustrien spesielt. For å holde oversikten over produkter og mellomprodukter gjennom fabrikken fra avdeling til avdeling, fra prosess til prosess, fra maskin til maskin kreves det gode sporingsverktøy og riktige data og relasjoner mellom data. Dette sørger for sporingsfunksjonaliteten for. Både vertikal og horisontal sporing er viktig.</p>	<p>Programvare for sporing finnes det. En viktig del er å integrere det utstyret som kan gi verdifull informasjon på en god måte.</p>
3.3	MES server	<p>Denne komponenten står for spesifikk planlegging, utføring og rapportering av produksjonen. Her skal overordnet produksjonskontroll gjøres. Ytelsesmåling som f.eks. OEE og andre nøkkeltall er ofte en del av MES systemet.</p>	<p>Industrial IT fra ABB og Simatic fra Siemens er hyllevare løsninger for MES.</p>
3.4	Domene kontroller, DNS	<p>Denne komponenten er med for å gjøre adresseoversetting på fabrikklag. Enten det er valgt en løsning med private adresser på det tekniske nettet på fabrikken, eller man bruker vanlige offentlige adresser, kan en DNS server gjøre tilgangen til det forskjellige utstyret mer intuitiv. Eksempel kan være å benytte seg av en form for standardisering av navn på utstyr. For eksempel kan MES serveren nås hjelp av adressen mes.terrina-namsos.gilde.no. Spesielle linjer kan nås ved bruk av adressen linje1.tunga.gilde.no, eller utstyr kan nås basert på sin standardiserte ID fremstilling.</p>	<p>Enkel DNS server-programvare som eksempelvis BIND for *NIX kan brukes.</p>

Enhet	Navn	Beskrivelse	Eksempel
3.5	Ruter og brannmur	For å sikre fabrikkens interne nett for uvedkommende, og uønsket trafikk på nettet, bør en brannmur benyttes. Det kan også settes opp slik at fabrikkens får private IP-adresser eller bare en egen del av IP-adressene.	Standard ruter og brannmur.
LAG 4 - Ledelse og Administrasjon			
På dette laget ligger de sentrale systemene for konsernet eller bedriften. Logistikk, lønn, økonomi, markedsføring, salg til kunder og koordinering mellom fabrikker og mye mer ligger her. Ansvar for produksjonsplanlegging på et overordnet lag er også her. Hvor mye som skal produseres hver dag av hvilke produkter ligger blant annet her. Ved store reklamekampanjer, kan det for eksempel være nødvendig å produsere opp et lager av et produkt på forhånd.			
4.1	Forretnings-systemer	Systemene som sørger for å koordinere på tvers av fabrikkene og tar seg av det administrative ved driften som logistikk, økonomi, lønn, personal osv.	SAP, Axapta Næring, Oracle med fler.

Fabrikklaget er bygget opp ved hjelp av moduler. Den er laget som en SOA (Service Oriented Architecture) 2.2.6 løsning med de forskjellige funksjonene foreslått realisert som tjenester.

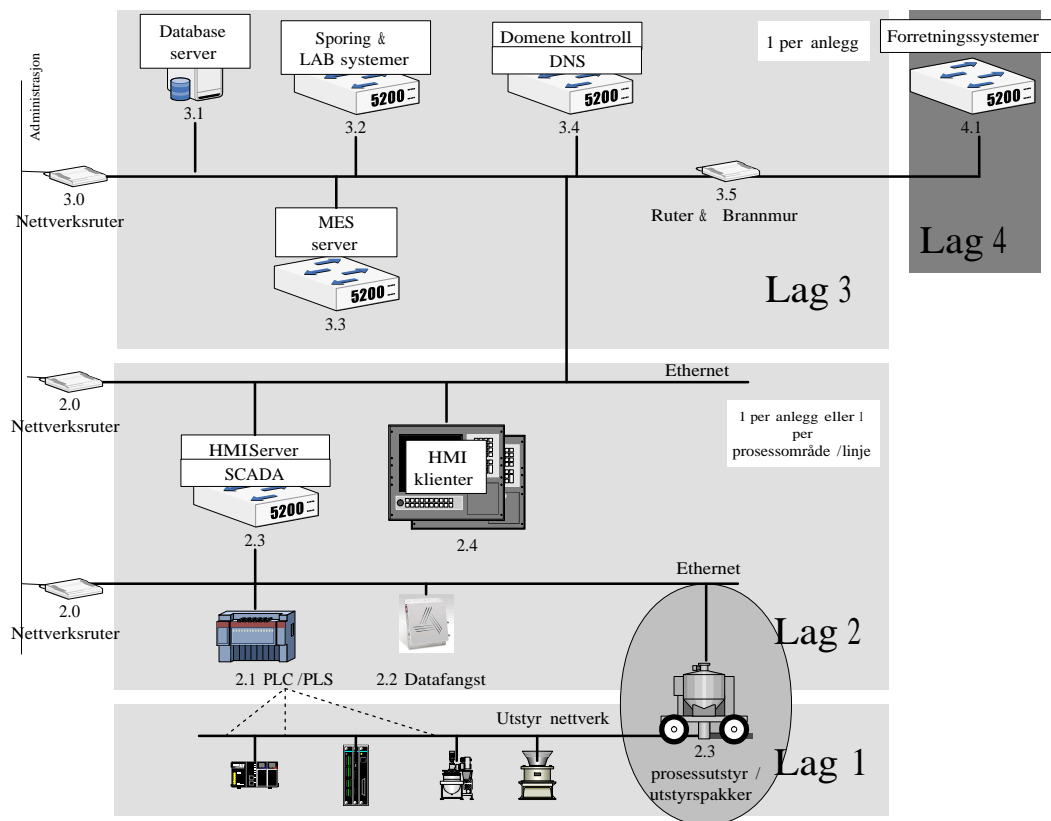
5.4 Informasjonsbehandling

Denne delen skal beskrive hvordan informasjonen skal tas vare på. Hvordan informasjonen behandles i fabrikklaget er viktig for å kunne opprettholde en god sporing, og for å kunne basere på nøyaktig og riktig informasjon.

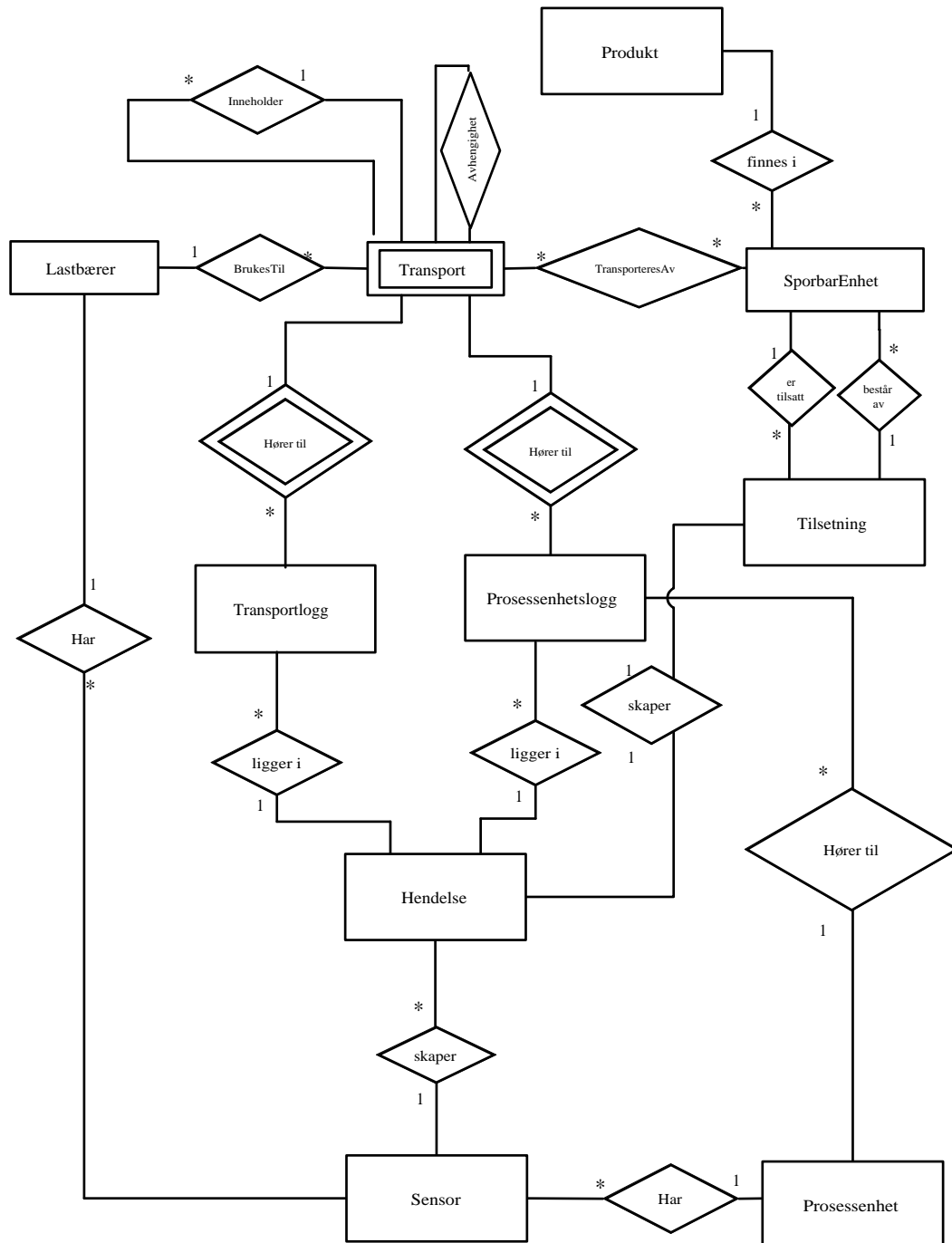
5.4.1 Lagring

For å kunne sikre sporbarhet på lastbærerlag og for å gi muligheten til å dokumentere produksjonen helt nede på prosesslag, er det nødvendig med en datamodell som støtter dette. Denne datamodellen vil ligge i IMS systemet for å sørge for datalagring og gjenfinning. Datamodellen i figur 5.6 er en konseptuell modell som viser hvordan en slik datamodell kan se ut.

Modellen er laget i standard UML notasjon. De viktigste momentene i den er gjennomgått i tabell 5.2.



Figur 5.5: Illustrasjon av nettverkets arkitektur med hovedvekt på lag 3 og nedover. Se tabell 5.1 på neste side for nærmere informasjon om innholdet her.



Figur 5.6: Konseptuell datamodell som tilfredsstiller lastbærersporbarhet og prosessdokumentering.

Tabell 5.2: Beskrivelse av entiteter og relasjoner mellom dem.

Entitet	Relasjon	Beskrivelse
Transport	Transport	En transport vil ha relasjon til kilden for den transporterte sporbare enheten. Om en bakk med kjøttdeig blir flyttet fra pall1 til pall2, vil pall2 vite at kjøttdeigen kom fra pall1 og vice versa ved hjelp av avhengighet relasjonen. Samme relasjon vil benyttes for eksempel hvis hygienen for aktuell lastbærer ikke er nullstilt ved hjelp av et vaskeskille. Da vil transporten være avhengig av forrige transport som aktuelle lastbærer var involvert i fordi smitte kan potensielt overføres. Om det blir transportert andre lastbærere med sporbare enheter på, som transport av flere bakker på en pall, vil innholdet i transporten være andre transporter istedet for sporbare enheter.
	Lastbærer	En transport er består av en lastbærer som er transportmediet, samt enten en eller flere sporbare enheter, eller en eller flere lastbærere som transporteres.
	Sporbar enhet	En transport som ikke transporterer lastbærere er enten tom, eller så transporterer den sporbare enheter. Dette er typisk partiet av en vare som lastbæreren "bærer".
	Transportlogg	En transport sine hendelser, det kan være temperaturavlesninger, fylling, tømning, flytting og mye annet, vil lagres i transportloggen. Dette sørger for dokumentasjon på en transport. Ved å kombinere loggene for alle de transportene som har inngått i verdikjeden til en sporbar enhet, kan dokumentasjon for hele produksjonen av den sporbare enheten legges frem.
Sensor	Hendelse	En sensor skaper en hendelse. Denne hendelsen lagres videre som en logglinje i de involverte parter sin logg.
	Lastbærer	En lastbærer kan ha sensorer. Eksempel er løse RFID temperatursensorer, vekt og temperatur på tanker osv.

Entitet	Relasjon	Beskrivelse
	Prosessenhet	En prosessenhet er typisk en maskin. Disse har ofte sensorer som kan skape hendelser. Eksempelvis vil en fettprosentmåler skape en hendelse på en sporbar enhet i å ha målt fettprosenten til denne.
Hendelse	Prosessenhetslogg & Transportlogg	Hendelsene lagres i loggene til de involverte parter. En fettmåling av utstyr1 på transport3 vil lagres som en linje i hver av disse partene sin logg, med en kobling til hendelsen slik at all informasjon er tilgjengelig fra begge parter.
Tilsetning	Sporbar enhet	Tilsetninger er innsatsfaktorer. Hver enkelt innsatsfaktor som blir tilsatt en sporbar enhet, blir registrert. En tilsetning kan enten være en sporbar enhet, altså et delprodukt, eller det kan være eksterne sporbare enheter som for eksempel krydder.
	Hendelse	Alle tilsetninger blir en hendelse. Tilsetningen blir videre registrert i loggen til både transporten som tilsetningen skjedde i, samt i loggen til den prosessenheten det skjedde i.

Datamodellen i 5.6 er ikke en komplett datamodell for et system. Det er utenfor omfanget av denne arkitekturen. Datamodellen er ment å belyse viktige relasjoner mellom de ulike aktørene i et system som håndterer sporing. Datamodellen kan derfor være til hjelp ved implementasjon, spesielt ved å ta for seg relasjoner mellom lastbærere, sporbare enheter og prosessutstyr.

Som man kan se er det tabellene "Transportlogg" og "Prosessenhetslogg" som binder all sporingsinformasjon sammen. "Transport"-tabellen inneholder også viktige koblinger i det å binde en sporbar enhet til lastbærere. "Tilsetning" sørger for at alle tilsetninger i en sporbar enhet blir logget og relatert til riktig sporbare enhet. Disse tilsetningene blir også koblet til den prosessenheten hvor dette skjedde og til de transportene som dette skjedde i ved hjelp av "Hendelse"-tabellen. "Prosessenhetslogg" gjør at hver hendelse fra en prosessenhet eller eventuelt en lastbærer, blir registrert. Dette sikrer den vertikale sporingen ved at det er mulig å hente tilbake temperaturlogger og andre hendelser en transport har vært utsatt for. En transport har også pekere både til den forrige transporten som nåværende sporbar enhet kom fra, samt ved overlevering til ny sporbar enhet, blir det registrert hvilken ny transport den har forflyttet seg til. Legg merke til at en transport også kan inneholde en større mengde andre transporter. Dette er for å dekke alternativet da en transport inneholder flere lastbærere som igjen har sporbare enheter som innhold. For eksempel en pall full av bakker med kjøttdeig.

Funksjoner i forbindelse med sporing

For å illustrere registrering av sporingsinformasjonen og prinsippene rundt hvordan informasjonen er lagret, har jeg utviklet to dataflyttdiagrammer.

På figur 5.7 vises hvordan den vertikale sporingen er ivaretatt. Denne figuren viser hvordan ID til lastbæreren eller prosessenheten blir benyttet til å knytte en sporbar enhet til en sensoravlesning eller påfylling/uttak av vare. Illustrasjonen tar høyde for tre forskjellige scenarier:

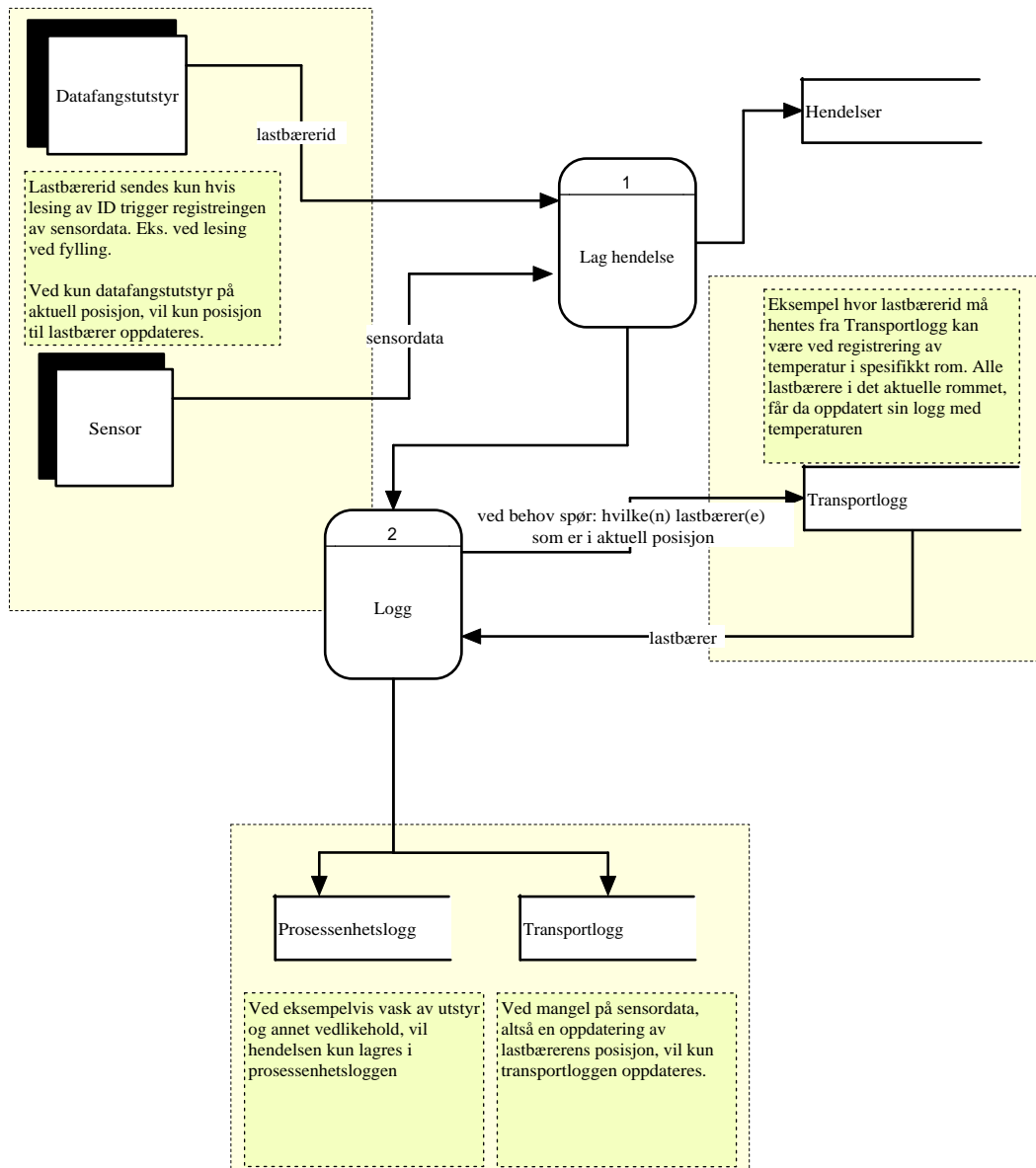
1. Lastbærer passerer et punkt eller stopper i et punkt, og sensor avleses relatert til vedkommende lastbærer. Eksempel kan være ved veiing av varer. Vekten fra sensoren blir registrert og som en hendelse i transportloggen. Hvis det er ønskelig med så detaljert logging på prosessenheten som vekten tilhører, lagres det referanse til hendelsen i prosessenhetsloggen også.
2. Ved henting av sensordata fra prosessen, eller i noen tilfeller i lastbæreren benyttes transportloggen til å finne alle lastbærere som er lokalisert i en prosessenhet på et tidspunkt. Alle sensoravlesninger lagres så som en hendelse, og denne refereres til i både prosessenhetsloggen for prosessenheten, og transportloggen for alle lastbærere som var lokalisert på dette lageret. Eksempel her er avlesningen av temperatur på kjølfryseler og for lastbæreravlesning kan temperatur og vekt i forbindelse med tanklagring brukes..
3. Ved påfylling av varer i en lastbærer lagres referanser til hendelsen både i prosessenhetsloggen og transportloggen. Dette sikrer informasjon som hvilken prosessenhet leverte disse varene og når, samt hvilke lastbærere ble det levert hvilke sporbare enheter til av denne prosessenheten.

På figur 5.8 vises hvordan den horisontale sporingen opprettholdes i løsningen. Datafangstutstyr står for innregistreringen av data. Dette kan leses inn automatisk eller manuelt. Løsningen vil fungere i begge tilfeller. Måten dette skjer på er at ID på sporbar enhet leses inn, enten direkte eller indirekte. Indirekte vil si at lastbærerID leses, den aktive transporten finnes og partinummer finnes på det som er i denne transporten. Ofte vil det også være et nytt partinummer som leses inn. Ved produksjon av et nytt parti vil nummeret måtte trekkes automatisk slik at partinummeret blir unikt i hele bedriften. For hver fylling lagres det en hendelse som er med på å dokumentere produksjonen. Dette er samme hendelsene som ved vertikal sporing. Fra tilsetninger-tabellen og Prosessenhetsloggen refereres det til denne hendelsene slik at dokumentasjonen blir komplett. Altså vet både prosessenheten hva den har gjort, og den sporbare enheten vet hvilke tilsetninger den har fått.

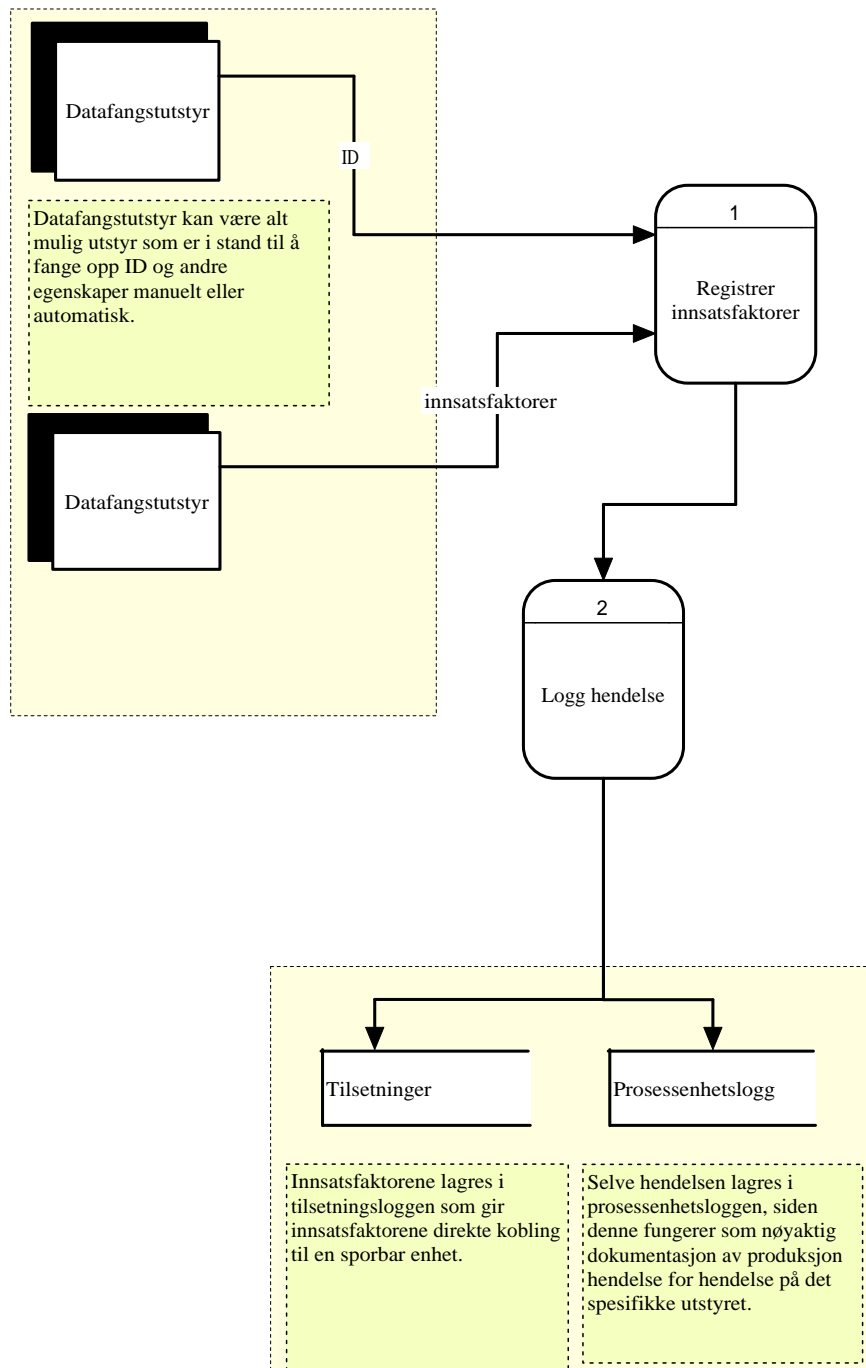
Eksempel

Det er hovedsaklig to ting som datamodellen er ment å løse av problemstillinger: Horisontal og vertikal sporing. Med bakgrunn i eksempelet om farseproduksjon skal jeg her illustrere at datamodellen løser disse problemene.

Vi skal se på innveing av kjøttråstoff og salt i forbindelse med produksjon av grunnblandinger. Grunnblandingen vil først få et nytt partinummer siden det er en ny produksjon. Videre vil det registreres en hendelse om hvilke partier og varer som tilsettes. Dette kan i dette tilfellet være både ferskt og frosset kjøtt. Ved de respektive tilsetningene vil det registreres hvor det blir tilsatt. I dette tilfellet er det en kvern for ferskt kjøtt, og en for frosset. De



Figur 5.7: Dataflytdiagram som viser hvordan den vertikale springen (prosessinformasjonen) er ivaretatt.



Figur 5.8: Dataflytdiagram som viser hvordan den horisontale sporingen (verdikjedesporingen) er ivaretatt.

forskjellige typene kjøtt vil derfor loggføres til forskjellige prosessenheter, men de registreres som tilsetning til samme sporbare enheten. I figur 5.8 vises generelt hvordan innsatsfaktorer registreres.

Denne sporbare enheten vil videre transporteres av en horisontal transportør, som likner på en skrue. Den registreres derfor som lastet på denne lastbæreren og får tildelt en transportID. Den horisontale transportøren vaskes en gang per dag, så her må det registreres en hygienisk avhengighet til den forrige transporten som gikk gjennom denne transportøren. Den hygieniske avhengigheten er en spesifisert bruk av relasjonen "Avhengighet" på figur 5.6, datamodellen. Denne muligheten til å definere avhengigheter, gjør at fare krysskontaminasjon kan oppdages. Dette bedrer matvaresikkerheten, og er et av de punktene som ble påpekt at burde vært bedre i etterkant av E.Coli saken våren 2006.

Videre går blandingen inn i en blander. Denne blanderen er både en lastbærer og en prosessenhet. De prosessenhetene som har tanker eller på andre måter er i direkte kontakt med innholdet er lastbærere også. Her tilsettes salt og vann. Saltet må registreres som en tilsetning og relateres både til blanderen, og til den nye transporten som er laget i forbindelse med overgangen til en ny lastbærer. For å kunne spore bakover og fremover i en slik kjede av transporter benyttes registreres en fysisk avhengighet. Avhengigheten registreres ved hjelp av at ID til transporten som enheten kom fra, og enheten skal til, registreres.

I blanderen måles fettprosenten. En ferdig grunnblanding skal ha en spesifisert mengde fett. Målingen registreres i loggen for prosessenheten og transporten som vanlig. Det blir så tilsatt passe mengde kjøtt for å korrigere fettprosenten. Dette registreres i tilsetningertabellen for den sporbare enheten og i loggen til blanderen. Fettprosenten måles på ny, og samme prosess gjenstår i de få tilfellene der korrigeringen ikke førte til riktig mengde fett. Målinger som er beskrevet i dette avsnittet er beskrevet generelt ved hjelp av figur 5.7.

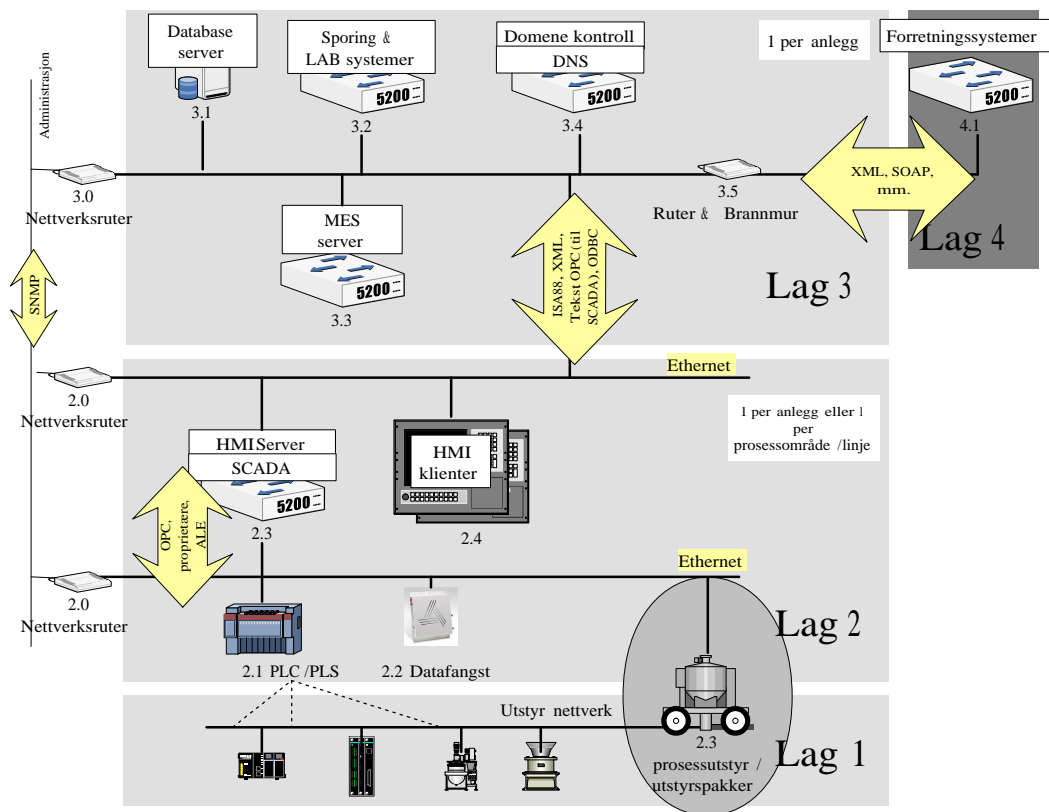
Etter blanderen må den sporbare enheten lastes på en tank ved hjelp av pumper og rør. Ny transport opprettes i forbindelse med omlastingen til tanken. Her ligger det gjerne opptil flere tidligere partier allerede. Her registreres det altså også en hygienisk avhengighet mot det forrige partiet. Fordi det i tanken ikke er mulig å holde partiene atskilt lenger, vil en fremgangsmåte være å oprette et nytt partinummer for tankinnholdet, og la alle partiene som går inn i tanken bli registrert som tilsetninger. Dette vil sikre god sporbarhet gjennom hele systemet.

5.4.2 Kommunikasjon

Kommunikasjon er viktig i et system som dette. Det baserer seg på mye informasjon fra en mengde ulike systemer og utstyr. Derfor er det lett å få for mange måter å kommunisere på, slik at det er vanskelig å få oversikten, og ikke minst å kartlegge relasjonene. Kommunikasjonen bør derfor basere seg på følgende prinsipper:

1. Standardisert
2. Lesbar
3. Konsentrert

Jeg vil nå underbygge hver av disse prinsippene med hvorfor de bør følges, og hvilke positive effekter dette har på system som er bygget opp etter denne arkitekturen. Figur 5.9 viser kommunikasjonsrelaterte standarder i gult, og hvor de er aktuelle.



Figur 5.9: Illustrasjon av nettverksinfrastrukturen med aktuelle protokoller.

Standardisert kommunikasjon

Basert på mine erfaringer med besøk på fabrikker som forarbeid, har sjelden fabrikker mye utstyr av samme type, og bare unntaksvis er utstyret integrert på en enkel måte. Spesielt på nivået med PLS/PLC enheter, er det store mengder forskjellige protokoller og kommunikasjonsmedier å forholde seg til. Det er to prinsipper som er viktige når det gjelder standardisering av kommunikasjonen:

- Tilgjengelighet
- Forståelse

Det nytter ikke å snakke samme språk, om man ikke kan høre hverandre. Det hjelper heller ikke å kunne høre hverandre, om man ikke kan forstå hverandre. Standardiseringen må altså gjøres på begge disse områdene.

Det første man må tenke på, er å koble alt utstyr til et nettverk slik at det er tilgjengelig. Ethernet er en nettverksstandard som er i ferd med å bli mer og mer brukt. Tidligere var seriell kommunikasjon det vanlige, mens nå blir en økende del av utstyret levert med ethernet enten som opsjon eller som standard. Ethernet er også en nærmest dominerende standard for LAN, med stort utvalg av standard utstyr. Dette gjør også at mange av de ansatte er fortrolige med teknologien. Dette gjør systemene lettere å drifte.

Forståelse er det andre prinsippet som er viktig i forbindelse med kommunikasjon. Partene innen kommunikasjon må forstå hverandre for å kunne utveksle informasjon. Teknologien som brukes for å kommunisere er derfor viktig. Ved bruk av ethernet vil for eksempel IP-protokollen være naturlig å bruke. Det viktigste er allikevel ikke hvilken teknologi som brukes, men heller at den har utbredt støtte i utstyret, og at man ikke låser seg til en spesifikk leverandør.

Standardisering av meldinger

Meldinger er sammensetningen av informasjonselementene. Det finnes flere forskjellige meldingsutvekslingsmetoder avhengig av hvilken teknologi man kommuniserer med.

For kommunikasjon med PLS/PLC enheter, er den standarden som er støttet av mest utstyr OPC 2.2.4. Vangligvis har hver enkelt type av PLS/PLC enhet sin egen proprietære protokoll. I tillegg støtter de aller fleste nye, og mange eldre, OPC standarden. OPC kan derfor brukes som felles måte å kommunisere med PLS/PLC enhetene på. Det vil være SCADA systemet som står for denne kommunikasjonen på tvers av lagene. Ved hjelp av OPC kan SCADA systemet snakke med maskinvaren som det kontrollerer, og man slipper å bruke mange forskjellige protokoller for kommunikasjonen, men kan nøye seg med OPC. Som vi ser av figur 5.4.2 kan det på lag 2 også benyttes en protokoll med navn ALE (se 2.2.4). Denne protokollen er utviklet spesifikt av EPCGlobal for å kommunisere med RFID lesere. Den er allikevel laget generell slik at alt utstyr som leser EPC-koder (se 2.2.2) kan benytte seg av den.

Mellom lag 2 og lag 3, kan kommunikasjonen skje ved hjelp av XML meldinger spesifisert i standarden ISA 88 2.2.1. Denne standarden spesifiserer blant annet hvordan kommunikasjon av resepter, arbeidsordre, statusrapporter og mer kan foregå på en standardisert måte. Det viktigste er allikevel at meldingene er standardiserte og velkjente. Ved innkjøp av nytt utstyr kan det i mange tilfeller spesifiseres overfor produsenten hvordan kommunikasjonen skal foregå. Da er det en fordel å ha benyttet en standard internt, og en enda større fordel å ha

benyttet en global standard som ISA 88. Det er da mulig at leverandøren har ferdig programvare med den aktuelle standarden implementert, slik at man slipper nyutvikling. Mellom disse lagene kan det være aktuelt med kommunikasjon over ODBC (Open DataBase Connection) eller tilsvarende, for kommunikasjon til database-serveren. Det kan være aktuelt for SCADA eller HMI løsningen på lag 2 å lagre informasjon i denne.

Fra lag 3 til de sentrale systemene, er det mange aktuelle protokoller. For å nevne noen er SOAP for kommunisering med WEB Services aktuelle, standard XML, proprietære protokoller som CoCos (protokoll for overføring av informasjon fra produksjonen til Næring som er ca 25 år gammel) [11].

5.5 Viktige utvidelser for integrering av hele kjeden

Så langt har fokus vært på integrasjon av prosessene på fabrikknivå. Det er et faktum at anlegg i næringsmiddelindustrien bli mer og mer spesialiserte. Dette fører til at en større mengde produkter og mellomprodukt må transporteres fra et anlegg til et annet en eller flere ganger i løpet av verdikjeden. Arkitekturen så langt har ikke tatt hensyn til denne transporten og det gapet i vertikal og horisontal sporing som dette vil føre til. I denne delen vil det bli presentert en mulig løsning på dette problemet som vil være en utvidelse av den allerede skisserte arkitekturen.

5.5.1 Vertikal sporing

For å kunne ha vertikal sporing på selve transporten, betraktes en transport som en lastbærer. Data fra transporten legges inn på vanlig måte som sensordata fra lastbærersensorer koblet til transporten. Dette blir på samme måte som temperaturavlesninger fra tanker. Løsningen er skissert på figur 5.10

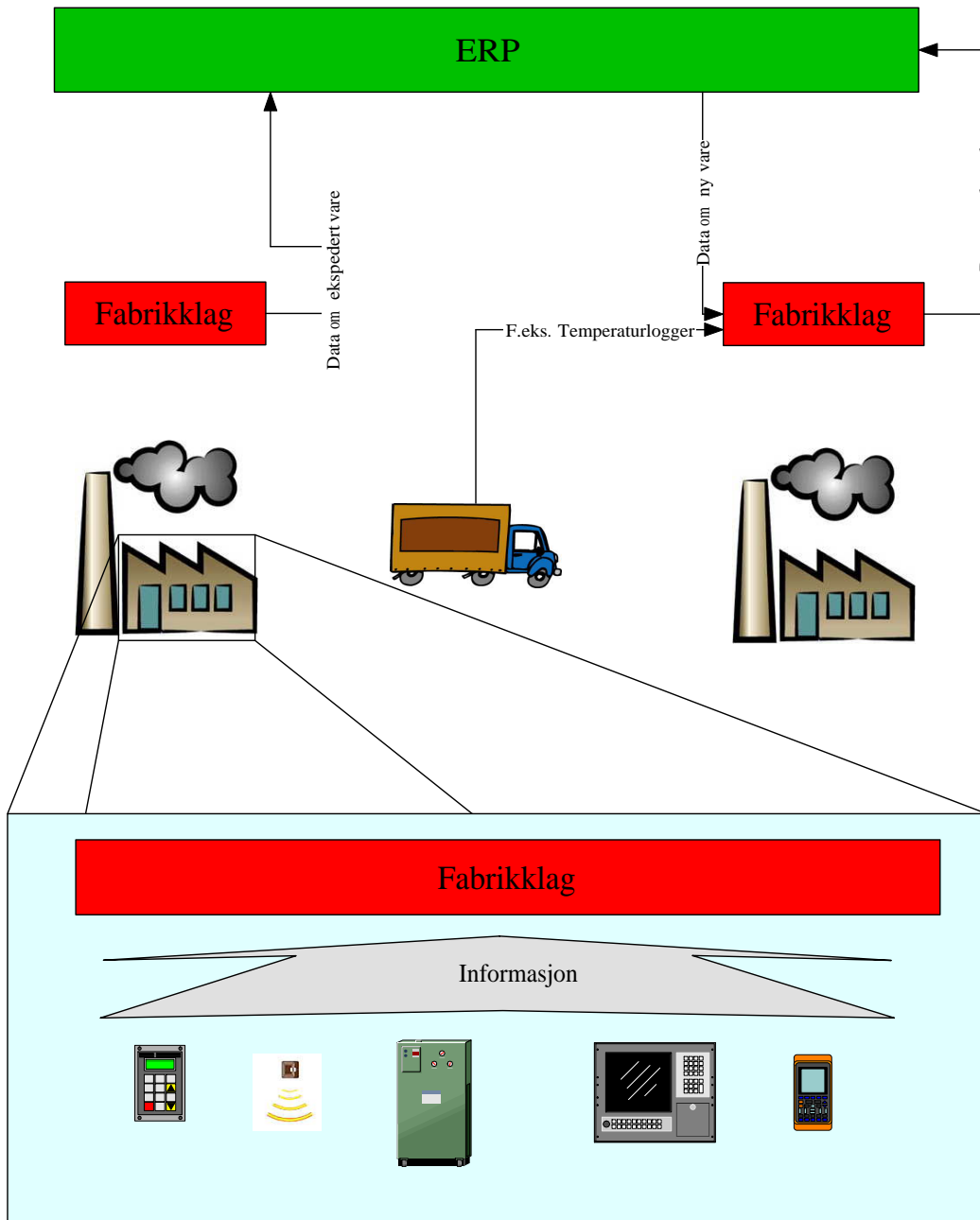
Her løses den vertikale sporingen i følgende skritt:

1. Varene lastes på transportør sin lastbærer (f.eks. lastebil, båt, fly).
2. Logging av blant annet temperatur skjer på lastbærerne.
3. Lastbæreren sine logger for transporten blir overført til IT systemet enten direkte fra lastbæreren til fabrikken, eller via transportørens eget system til fabrikkens.
4. Alle transportene, dvs. lastbærere med sporbare enheter, får en logglinje koblet til en hendelse for hver av temperaturavlesningene.

Denne løsningen sikrer at den vertikale sporingen blir god gjennom transportleddet, samtidig som det benytter seg av samme standardiserte løsning for lagring av vertikale sporingsdata som resten av fabrikken.

5.5.2 Horisontal sporing

Den horisontale sporingen gjennom er også en del av den lovpålagte sporingen. Denne kan opprettholdes ved bruk av hendelsesbaserte arkitekturen som er skissert. Det lagres en hendelse når en transport blir ekspedert ut fra en fabrikk, og denne inneholder referansen til hvilket anlegg som er mottaker. Dette gir mulighet for sporing fremover i kjeden ved at systemene



Figur 5.10: Illustrasjon av vertikal sporing i transportleddet.

automatisk henter inn relevant informasjon fra det refererte anlegget. Ved mottak av transporter på neste fabrikk, registreres det en tilsvarende hendelse i på transporten, som inneholder referanse til avsender-fabrikken. Denne typen sporing gjør det nødvendig å benytte seg av standardisering på lokasjoner slik at hvert anlegg, avdeling og andre aktuelle lokasjoner, kan identifiseres entydig. Mer om standardisert merking i 2.2.5

5.6 Merking og identifisering

Flere merkestandarder og bakgrunn for merking er beskrevet i delkapittelet 2.2.5. Dette delkapittelet skal handle om bruk av merking i forbindelse med den skisserte arkitekturen. Arkitekturen er ment å være uavhengig av selve teknologien, men for helheten sin skyld, er det skissert noen løsninger med teknologi som er aktuelle i dette kapittelet.

5.6.1 Lastbærere

For å kunne implementere lastbærersporing, må lastbærerne merkes med en unik ID. For effektiv sporing må denne også kunne leses maskinelt. Uten denne egenskapen vil sporingen bli for ineffektiv for bruk i et produksjonsanlegg hvor lastbærere kan komme forbi opptil flere ganger i sekundet, og i visse tilfeller flere av gangen.

Det finnes i praksis tre teknologier som er aktuelle til merking. Strekkoder, 2D strekkoder og RFID (se 2.2.5). Disse kan alle inneholde en id av god nok kvalitet til formålet. Imidlertid vil strekkoder være for lite robust av den grunn at de blir uleselige altfor lett sammenliknet med de to andre.

2D strekkoder, er robuste og tåler at opptil 40% av koden er borte uten å miste lesbarhet. Dette varierer noe mellom de ulike standardene. Denne koden krever i likhet med strekkoder fri sikt til koden for lesbarhet. Det er heller ikke mulig å lese flere koder samtidig per dags dato.

RFID er en løsning som virker lovende. Den kan leses maskinelt, raskt og har ikke behov for fri sikt for å kunne lese. Ulempen er derimot at den har relativt nylig fått sitt gjennombrudd innen sporing, og er fortsatt litt umoden. Dette blir dog bedre og bedre etter hvert som flere bruker teknologien.

For å dekke alle typer lastbærere av flere typer materialer med forskjellige egenskaper, kreves det nøye utprøving før merketeknologi velges. De mest lovende, for arkitekturen som er skissert her, er 2D strekkodeteknologi og RFID. Kanskje kan disse kombineres for å få fordelene av begge og redusere ulempene hver av dem har.

For å være unikt merket kreves det at lastbæreren er unikt nummerert eller på annen måte skiller seg fra de andre lastbærerne. Det er i denne forbindelse naturlig å benytte seg av GS1 sin standard for nummerering av returnerbare varer (GRAI), se 2.2.5 for mer informasjon om denne standarden. Denne standarden sikrer at en lastbærer ikke bare er unik lokalt, men globalt.

5.6.2 Sporbar enhet

For identifisering av sporbare enheter benyttes vanligvis et partinummer. Bruk av SGTIN som er varenummeret + et serienummer (se mer om SGTIN i 2.2.2) fremstår som en mulig løsning. Ved mottak av varer fra andre leverandører, kan også varenummer + serienummer tjene som unik identifikasjon av et parti. Serienummer vil altså være partinummeret for som

er unikt for hver enkelt vare. Flere løsninger kan være aktuelle her. Det viktige er at den løsningen som velges, identifiserer den sporbare enheten unikt.

5.6.3 Prosessutstyr

Prosessutstyr er en viktig del av sporingsløsningen i denne arkitekturen. Hver prosessenhet har en egen logg som forteller hva som er skjedd med utstyret. Hver prosessenhet må derfor kunne identifiseres unikt slik at det ikke er noen tvil om hvilken prosessenhet som den sporbare enheten har vært innom. Mulighetene en sporbar enhet og transportene har for å forflytte seg mellom anleggene gjør at identifikasjonen av prosessenhetene må være riktig sammensatt. En mulighet for merking er ved hjelp av GLN (se 2.2.5). En annen mulighet her er bruk av GIAI merking.

Kapittel 6

Konklusjon og videre arbeid

Denne oppgaven har handlet om arkitektur på fabrikknivå. Spesielt har den tatt for seg næringsmiddelindustrien sine endrede krav i forbindelse med sporing og bruk av sporing. Oppgaven har gjennomgått sporing som bakgrunnsinformasjon, samt sett på standardisering i den forbindelse.

Flere forskjellige fabrikker har vært brukt som referanse for datainnsamling og analyse. Bedriftsbesøk hos disse bedriftene har bidratt til en konkretisering av ulike krav som vil være viktig at en arkitektur støtter. Disse kravene er omtalt i kapittel 4. De ulike fabrikkene er omtalt i kapittel 3.

En av de viktigste premissgiverene til design av arkitektur (kapittel 5 har vært krav til sporbarhet i næringsmiddelindustrien. Spesielt har det vært viktig å få den vertikale sporingen integrert slik at den kan kobles til de sporbare enhetene. Den konseptuelle datamodellen som er laget har spesielt blitt designet med tanke på dette.

Mot slutten av beskrivelsen av arkitekturen har fokuset blitt utvidet litt. Det er beskrevet hvordan sporingsinformasjonen og de sporbare enhetene kan knyttes sammen når de flyttes fra fabrikk til fabrikk. Spesialisering av fabrikker til visse arbeidsprosesser har gjort dette mer og mer aktuelt. Trenden går mot at fabrikkene gjør det de kan best. Dette fører til mange mellomtransporter.

Arkitekturen er ment å være teknologiavhengig. Allikevel er det gitt plass til en gjennomgang av hvordan aktuelle teknologier og standarder kan brukes i forbindelse med arkitekturen. Dette er plassert helt til slutt i kapittelet.

6.1 Diskusjon

Løsningen er basert på kravspesifikasjonen i kapittel 4. Designen for arkitekturen har spesielt lagt vekt på å tilfredsstille kravene angående sporing. Dette gjøres grundig ved hjelp av en datamodell som viser hvordan de forskjellige aktørene i en sporingsløsning henger sammen. Videre illustreres bruken av denne datamodellen i dataflytdiagrammer slik at metoden for å sikre sporingen i arkitekturen, er godt belyst.

Lagdelingen i arkitekturen som er laget, følger ISA 95 som er en vel utprøvd og annerkjent standard innen leverandørindustrien. Dette sikrer godt samspill med eventuelle leverandører, da modulene kan gjenkjennes fra denne standarden. Oppbygningen her er vist på et helt generelt nivå, med kun de største og viktigste funksjonene illustrert.

Standardisering av fabrikklag, identifikasjonssystemer og merking er dekket både i kapittel

2 og i selve arkitekturen som er presentert. For å ikke legge føringer på selve implementasjonen er det i oppgaven kun lagt frem forslag til standarder. Forslagene er begrunnet i generelle oppfatninger om standardisering og vil være enkle å integrere med en implementasjon basert på arkitekturen.

Arkitekturen som er beskrevet er også basert på ISA 95. Det viktigste i forslaget er løsningen av sporing ved bruk av unik merking på lastbærere. Dette skaper utfordringer både i forbindelse med oppsett av sporingen, og datasammenstillingen. Arkitekturen som er beskrevet har også god støtte for innhenting og bruk av prosessinformasjon. Dette inkluderer både informasjon fra produksjonsprosesser, og informasjon innhentet om vedlikehold, vasking og annen informasjon som ikke knyttes direkte til produserte enheter.

Totalt sett er løsningen en generell arkitektur for fabrikker innen næringsmiddelindustrien. Den er uavhengig av valg av teknologi, men for at den skal være hensiktsmessig i sin helhet, bør den benyttes sammen med unik merking av lastbærerne og med generell infrastruktur med mange leserposisjoner for god kontroll på disse.

6.2 Konklusjon

Næringsmiddelindustrien har i den perioden jeg har jobbet med denne oppgaven, opplevd en kraftig krise i tilliten hos forbrukerne. E.coli oppdagelsen og senere salmonellafunn har gjort at sporing har kommet inn i de fleste vokabular. Landbruks- og matministeren har prioritert sporing og mattrygghet, og satt i gang et prosjekt for å få en samordnet sporingsløsning for næringsmiddelindustrien innen 2010, eSporing.

Industrien har selv hatt fokus på sporing ganske lenge. Dessverre er sporing en meget kompleks oppgave og krever mye av informasjonssystemene. Informasjonssystemene som har vært brukt tidligere, og i stor grad er i bruk enda, er basert på en monolittisk tankegang om at mest mulig skal løses på sentralt nivå. I allefall er det det som har blitt gjort. Dette bidrar til å vanskeliggjøre implementasjon av sporing, som er avhengig av at store mengder informasjon hentes lavt nede på fabrikknivå. Denne oppgaven er ment å gi en ny tilnærming til problemet, og resultere i en arkitektur på fabrikknivå som på en best mulig måte kan støtte videre implementering av bedre sporing for å sikre kvaliteten på produksjonen.

I oppgaven er det benyttet informasjon fra forskjellige fabrikker, og aktører fra både næringsmiddelindustrien og automatiseringsleverandørene. Dette har resultert i en kravspesifikasjon som tar for seg de funksjoner som en fabrikkarkitektur må støtte, for å løse utfordringene med sporing og automatisering.

Videre er det laget en generell arkitektur for fabriken. Arkitekturen er designet lagdelt. Dette bidrar til at den vil skalere godt og ha klare grensesnitt. Arkitekturen er laget for å støtte sporing på et nivå ned til størrelsen på den minste lastbæreren som brukes. Det vanlige vil allikevel være å ha sporing på et nivå som er langt større enn den minste lastbærer sin kapasitet.

Datamodellen i arkitekturen er en viktig komponent for å oppnå sporing. Den sørger for at informasjonen fra de ulike enhetene på fabrikknivå blir relatert til hverandre på en riktig måte. Datamodellen er laget på et konseptuelt nivå for å legge den på samme nivå som resten av arkitekturen. Modellen støtter både informasjon fra prosessenheter som maskiner, laboratorier og kjølerom, samt at den støtter informasjon direkte fra lastbærere som har denne muligheten. Det viktigste for sporingskravene definert av myndighetene er hva et produkt er laget av, hvor dette kommer fra og hva et produkt brukes til. Altså sporing både frem og

tilbake i verdikjeden. Datamodellen støtter dette ved hjelp av en logg over alle tilsetninger til sporbare enheter.

Det har vist seg et behov for å definere begrepene innsatsfaktor og prosessinformasjon. Disse begrepene er definert til:

- *Innsatsfaktorer er definert som alle sporbare enheter, interne eller eksterne, som følger med produktet videre i næringskjeden.*
- *Prosessinformasjon er definert som prosessenhetshendelser som kun har betydning lokalt på en prosessenhet.*

6.3 Videre arbeid

Med arkitekturen skissert i denne oppgaven, kan næringsmiddelindustrien gjøre seg en mening om bruken. Datamodellen som er skissert her bør defineres konkret og testes i produksjon. Det bør vurderes å splitte opp loggene i mindre tabeller for å unngå gigantiske tabeller. Det kan her vurderes å periodevis flytte data over i datavarehus for langtidslagring. Da bør det vurderes å lagre sporingsinformasjonen direkte for å slippe lange søketider. Dvs. at springstreet blir prosessert og lagret lett tilgjengelig.

Denne arkitekturen kan gjerne brukes i forbindelse med RFID-merking på lastbærere. Den bør da imidlertid vurderes å utvides til å kunne koble seg på det planlagte EPCglobal-nettverket for identifisering av EPC identifikasjonsnummer.

Bibliografi

- [1] The Open Group, "TOGAF (The Open Group Architecture Framework)", **Versjon 8.1**.
- [2] Health Industry Business Communications Council, "Next Generation Bar Codes For Small Package Labeling",
- [3] Trygve Lundheim og Amund Skavhaug "An experimental setup for vertical integration in network systems for industrial use",
- [4] Raza, N. Bradshaw, V. Hague, M., "Applications of RFID technology", RFID Technology (Ref. No. 1999/123), 1/1-1/5, **1999**
- [5] The Association for Automatic Identification and Data Capture Technologies, "Shrouds of Time - The history of RFID", **2001**
- [6] Helsedepartementet, "Matloven (LOV-2003-12-19-124)".
- [7] European Commission, "Food Law (Regulation No 178/2002)".
- [8] Fussel, Ellen, "ISA-95 INSIDE" *InTech*, **Jan. 2005**
- [9] EPCglobal, "The Application Level Events (ALE) Specification" **Version 1.0**
- [10] EPCglobal, "EPCglobal Tag Data Standards", **Version 1.3**
- [11] Vevle, Geir, "IT-Arkitektur innen næringsmiddelindustrien" **Des. 2005**
- [12] Landbruks- og matministeren sin arbeidsgruppe, "E-sporing En nasjonal, elektronisk infrastruktur for effektiv utveksling av informasjon i matkjeden", **28. april 2006**
- [13] Europakommisjonen, Pressemelding: "BSE: Lifting restrictions on the trade of cattle and beef from the UK (MEMO/06/108)", **08. mars 2006**
- [14] Moderniseringsdepartementet "eNorge 2009 - det digitale spranget", Publikasjonsnummer: P-0920 B **Juni 2005**
- [15] GS1, "GS1 General Specifications", **January 2006 - Version 7.0**
- [16] GS1 Norge, GS1 Sverige, GS1 Danmark, GS1 Finland, GS1 Island, "ebNord User Guide", version 1.0, **20. sept. 2001**.
- [17] Norstella Foundation, "transportXML a NorStella recommendation", version 3.2, **April 2005**
- [18] Halvard A. Vie i Transportbedriftenes Landsforening for Samferdselsdepartementet, "IKT-systemoversikt for transport", Referansenummer:6391, **31.12.2005**

-
- [19] U.S. Food and Drug Administration, "Prior Notice of Imported Food Under the Public Health Security and Bioterrorism Preparedness and Response Act of 2002 (68 FR 58975)", **Final: 10.10.2003**
- [20] EU, "Regulation (EC) 1760/2000".
- [21] EAN International, "TRACEABILITY OF BEEF, Application of EAN/UCC Standards in implementing Regulation (EC) 1760/2000", **Third revised edition.**
- [22] R.G. Pettitt, "Traceability in the food animal industry and supermarket chains" **Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2001, 20 (2), 584-597**
- [23] TraceTracker Innovation AS, "Technical Architecture Whitepaper", **Version 1.1**
- [24] "<http://www.tu.no/nyheter/ikt/article38832.ece>" ,**01.07.2006.**
- [25] Open Process Control Foundation hjemmeside, "<http://www.opcfoundation.org>", **01.07.2006**
- [26] "<http://www.oeo-norge.no/infosenter.aspx?pid=165&id=85>" ,**01.07.2006.**
- [27] OPC Homepage - About OPC,
"http://www.opcfoundation.org/Default.aspx/01_about/01_what_is.asp?MID=AboutOPC"
,**01.07.2006.**
- [28] Strekkoder, "<http://www.matematikk.org/pub/mattetekst/Strekkoder/>", **01.07.2006.**
- [29] Kugalskap og Creutzfeldt-Jacob sykdom,
"http://www.astrazeneca.no/azmedica/infeksjon/0102_kugalskap.html", **01.07.2006.**
- [30] Traceability definition, "http://www.isoeasy.org/std_cmpn/glossary.htm", **01.07.2006.**
- [31] Tracefish Homepage, "<http://www.tracefish.org>", **02.04.2006.**
- [32] ISA 95 Official homepage, "<http://www.isa-95.com/subpages/technology/isa-95.php>",
01.07.2006
- [33] ISA 88, "<http://www.isa-95.com/subpages/technology/isa-88.php>", **05.07.2006**
- [34] EPCglobal Homepage "<http://www.epcglobalinc.org>", **03.07.2006**

Tillegg A

Prosessbeskrivelse eksempel farseproduksjon

1 Prosessbeskrivelse av eksisterende system

Her vil det bli beskrevet den nåværende prosessen som den aktuelle linjen består av. Beskrivelsen er basert på bruk av den eksisterende maskinstyringen og skjemaer i Axapta for sporingen. Prosessen er skissert i vedlegg A ved hjelp av skjemategning.

1.1 Beskrivelse av arbeidsprosesser

Pølseproduksjonen er delt opp i følgende arbeidsprosesser:

- Produksjon av grunnblandinger og hakkeresepter
- Blanding av ferdig pølsefarse (ofte 1-5 dager etter produksjonen av grunnblandingen)
- Produksjon
- Røyking og koking
- Pakking

Maskinstyringen som det er fokusert på i dette dokumentet ligger i de to første arbeidsprosessene; Grunnblanding- og hakkereseptproduksjon og blanding av ferdig farse.

1.1.1 Innveiling

Innveiling foregår på to fysiske lokasjoner: Samlebånd (E-2) og heisen (E-5). Ferskt kjøtt blir tilsatt på E-2 og frosne blokker blir tilsatt via E-5 og hakkeren E-6. Ved produksjon av hakkeresepter blir disse tatt rett fra en av hakkerene i stetter, og går altså ikke via blanderen som grunnblandingene.

1.1.2 Blanding til grunnblanding

For produksjon av grunnblandinger blir kjøttet som er kvernet opp tilsatt krydder og vann i blanderen E-9. Der blir også fettprosenten målt. Ved avvik i forhold til ønsket fettprosent, blir dette korrigert. Ved riktig fettprosent sendes enten grunnblandingen til lagring på tank E-11 til E-18 eller til lagring i stetter.

1.1.3 Lagring

Blandingen går enten på en av tankene E-11 til E-18. På tankene blir blandingen typisk liggende i 1-5 døgn før de blir brukt i produksjonen. Blandingen kan også lagres i stetter. Dette gjelder grunnblandinger som det ikke brukes så store mengder av. De grunnblandingene som det brukes mye av lagres altså i tanker, mens resten lagres i stetter frem til bruk.

1.1.4 Produksjon av ferdig blanding

Ved produksjon av ferdigblanding for pølseproduksjon brukes en resept. Det måles opp riktig mengde fra grunnblandingene i blanderen E-21 eller E-22. Her tilsettes også riktig mengde av de grunnblandingene som ikke ligger på tank via heisene E-23 eller E-24. Heisene brukes også for tilsetting av hakkeresepter ved behov. Potetmel og melk tilsettes fra tankene E-104 og E-105 sammen med vann i riktig mengde rett i blandingen.

Blandingen blir videre transportert via rør, hovedsakelig til Cozzini hakkeren (E-101). Ved stor etterspørsel i høysesong brukes i noen tilfeller en ekstra hakke, KS-Mølle (E-103).

Ut fra Cozzini hakkeren går pølseråstoffet enten på samlebånd videre til farsetankene E-28 og E-29 eller ut i stetter. Det er de to farsetypene som det skal brukes mest av til produksjon i dag, som går til farsetankene. Alle de andre farsetypene blir tatt ut i stetter. Stettene går enten til en annen hakker (E-102) for blanding av spesialingredienser som bacon, ost eller annen grovhakk, eller stettene går direkte til lagring før produksjon. Det er ved dette punktet at produksjonen blir utveid.

1.2 Sporing

Sporingen i grunnblandingsproduksjonen fungerer på følgende måte nå:

1. Kjøtt (ferskt eller frosset) veies inn og registreres i Næring på skjema W245 og O200.
2. Krydder og andre tilsetningsstoffer veies inn og registreres med sporing på partinummer fra produsent.

Sporingen i farseproduksjonen fungerer på følgende måte:

1. Grunnblanding og andre innsatsfaktorer blir registrert som brukt i produksjonen av en farse.
2. Mengde produsert av en type farse blir registrert i Axapta med partinummer fra den dagen grunnblandingen ble laget.

1.2.1 Generelt om dagens sporing

Dagens sporingsnivå er på opptil 3 uker. Ved innføring av mulighet for CIP (Cleaning In Place) vasking under produksjon (i løpet av sommer 2006), vil dette bedre seg noe, men fortsatt ligge på opptil 2 uker. Registrering av innsatsfaktorer er på avdelingsnivå nå. Altså ikke på nivå med produsert grunnblanding eller farse.

1.3 Tekniske omgivelser i dagens system

Pølsefarseproduksjonen skjer med et anlegg levert av Wolfking. Her vil det beskrives oppbygningen på teknisk plan.

1.3.1 Prosessutstyr

Anlegget består i hovedsak av:

- 1 hakker for frosset kjøtt
- 1 hakker for ferskt kjøtt
- 1 HV-transportør
- 1 Blander for kjøling og blanding av kjøtt, vann og krydder, samt fettmåling og justering.
- Pumpesystem for fylling og tømning av tanker.
- 7 tanker for oppbevaring av grunnblandinger
- 1 buffertank (E-19)
- 2 blandere for lagring av ferdig pølsefarse
- 1 Cozzini hakker
- 1 KS-Mølle
- 1 Hakker for grovhakk tilsetning
- 1 CIP anlegg
- 2 farsetanker
- 1 tanksystem for melk

- 1 system for potetmel

1.3.2 HMI (Menneske Maskin Interaksjon)

Det er i hovedsak to HMI klienter. Den ene er for registrering av sporingsinformasjon ved innveiling til avdelingen og ved utveiling fra avdelingen. Dette er løst ved hjelp av Axapta sin sporingsløsning.

I tillegg er det en HMI klient som benyttes til å se status på tankanlegget samt styring av grunnblandingsanlegg og laging av farseblandinger. Her hentes resepter inn og blandingen foregår automatisk når det gjelder grunnblandinger fra tank, potetmel, vann og melk. Grunnblandinger som ikke er på tank, men er i stetter eller kar, må tilsettes manuelt ved hjelp av en heis.

1.3.3 SCADA (linjekontroll) løsning

Linjen kontrolleres av programvare laget i Citect, som er en SCADA programvare. Programvaren tar seg av HMI, parametersetting på PLS systemet og kommunikasjon med produksjonsplanprogramvaren.

1.3.4 Produksjonsplanlegging i dag (lagt til siden møtet)

Produksjonsplanleggingen i dag foregår ved hjelp av Axapta kombinert med et program for oppstykkning av batcher i riktige størrelser som kommuniserer med Wolfking programvaren. Inntastingen er her manuell, med Axapta som grunnlag.

Tillegg B

Evaluering av pilotinstallasjon av fabrikklag på Terrina i Namsos

Evalueringsrapport

for prosjektet

”Sporbarhet- IT arkitektur NK 6425”

i

Norsk Kjøtt samvirke

Prosjektleder:

Org.enhet: Terina AS Namsos
Sign:
Tittel: Teknisk leder
Navn: Morten Furnes

Prosjekteier:

Org. enhet: Norsk Kjøtt Produksjon
Sign:
Tittel: Direktør
Navn: Per Høines

Kundeansvarlig:

Org.enhet Norsk Kjøtt
Sign:
Tittel: IT - Direktør
Navn: Kåre Kjøndal

Sign:
Tittel: Direktør
Navn: Per Høines

Evalueringsansvarlige:

Org.enheter: NTNU
Sign:
Tittel:
Navn: Geir Vevle

Org.enheter: Terina AS Namsos
Sign:
Tittel: Teknisk leder
Navn: Morten Furnes

Innhold:

INNLEDNING	3
DEFINISJONER	3
BAKGRUNN	3
AVGRENSNINGER	3
FKB	3
KRAV OM EFFEKTMÅL FOR PROSJEKTET	4
KRAV TIL PROSJEKT MÅL OG DELMÅL	4
KRAV OM AVGRENSNINGER	4
KRAVENE TIL FREMTIDIG SYSTEM	5
Arkitektur og oppbygningen av systemet	5
Systemskalerbarhet	6
Krav om hovedfunksjoner	7
Kommunikasjon til andre systemer	7
Produksjonsoptimalisering	8
Sporbarhet	9
Ordrebehandling	10
Rapportering	11
METODE, OPPBYGGING OG LØSNING	12
ARKITEKTUR	12
STANDARDISERING	13
Fabrikklaget	14
Kommunikasjon	14
Databaser	14
MMI – Menneske Maskin Interaksjon	14
Skalerbarhet	15
KONKLUSJON	15
FRA GEIR’S STÅSTED (IKKE HELT FERDIG)	15
FRA PROSJEKTLEDER:	15
FRA PROSJEKTGRUPPEN SAMLET:	16

Innledning

Definisjoner

De definisjoner som beskrives her, er de som er brukt i dokumentet. Disse er basert på vanlig oppfatning av begrepene rundt om i verden.

IMS-system: Brukt om databasehåndteringssystemet (DBMS)

MES: Manufacturing Execution System. Det systemet som håndterer blant annet produksjonsordre og annen informasjon som skal formidles produksjonen. Styring av produksjonen og datainnsamling fra produksjonen kommer også innen dette begrepet.

Fabrikklag: Laget i arkitekturen som begrenser seg til innenfor fabrikkens område fysisk, og som virker som en sil for informasjonen som produseres på prosessnivå, slik at ERP systemet ikke trenger å jobbe.

SCADA: Supervisory control and data acquisition. Ligger mellom prosessutstyr og fabrikklaget som både datainnsamler og styrende verktøy.

Bakgrunn

Terina Namsos har implementert en pilot på et fabrikklag. Som leverandør har ABB blitt valgt. I den forbindelse er den implementerte piloten evaluert her.

Terina Namsos hadde allerede i 2003 vedtatt ombygging av sine autoklavstyringer med nye PLS'er, paneler, teknisk ethernet og nytt SCADA system. Dette skulle bygges opp med tanke på å samle informasjonsøyer inn mot ett system samt bygge en arkitektur som var fremtidsrettet. Prosjektet skulle også basere seg på å bruke standard hyllevarer i ombyggingen.

Prosjektet startet i februar 04. Første versjon av prosjekthåndbok i april 04. Avholdt 2 dagers leverandørpresentasjon med 13 leverandører og 21 produkter i mai 04. Første versjon av FKB (funksjonell kravbeskrivelse) i juni 04. Forprosjekt med ABB høsten 04. Forprosjektrapport i Februar 05. Generelle løsningsbeskrivelser ble innlevert i juli 04. Løsningsbeskrivelser for pilot ble innlevert i september 04. Valg av leverandør til pilot ble gjort i oktober 05. Prosjektets gjennomføringsfase startet i november 05.

Dette dokumentet sin hensikt er å evaluere den implementerte løsningen opp imot FKB samt opp imot arkitektur, skalerbarhet og teknisk løsning.

Avgrensninger

Evalueringen er basert på relevante krav fra FKB og generell evaluering av løsningen med hensyn til skalerbarhet, standardisering og vedlikehold. Kravene fra FKB blir vurderer først. Så kommer den generelle vurderingen av løsningen som helhet. Evalueringen er fremstilt i en nummerert tabell med følgende kolonner:

- Nummerering: Nummerering for å gjøre referering til dette dokumentet lettere.
- Krav/mål: Krav eller mål som er evaluert.
- Løsning: Hvordan krav/mål er løst.
- Vurdering: Ivaretatt eller ikke ivaretatt + evt. Kommentar.

FKB

Dette kapittelet vil evaluere om målsetningene og de funksjonelle kravene for prosjektet er innfridd.

Krav om effektmål for prosjektet

1.	<i>Kunne bidra til å tilfredstille kravene til sporbarhet i den nye matloven.</i>	Dette kravet er dekket ved bruk av sporingsmodulen i 800xA systemet.	ivaretatt
2.	<i>Total kvalitet (unngå vrak, feilproduksjon, redusert produksjon) beregnes økt med 10-15%. Produktivitet ved hjelp av OEE beregnes økt med 10-15%.</i>	Dette kan ikke evalueres enda, da det er ingen tall å referere til.	
3.	<i>Kunne bidra til å foreta begrensede tilbakekall av produkter ved evt. problemstillinger.</i>	Ved hjelp av sporingsmodulen kan de aktuelle varene finnes og i noen tilfeller, feilkilden også finnes (ved problemer i forb. feil temperatur i autoklaven).	Ivaretatt
4.	<i>Kartlegge og synliggjøre systemer og metoder for datafangst- og informasjonshåndtering.</i>	Dette målet er tilfredsstilt ved at opptil 20 leverandører er vurdert i forbindelse med prosjektet.	Ivaretatt

Krav til prosjektmål og delmål

5.	<i>Kartlegge og anbefale leverandører som ivaretar systemer og metoder for datafangst, informasjonshåndtering, produksjonsoptimalisering og skalerbarhet</i>	Prosjektet har hatt gode erfaringer med leverandøren som ble valgt.	Ivaretatt
----	--	---	-----------

Krav om avgrensninger

6.	<i>Varer inn og ut av anlegget (horisontal sporing)</i>	Kun varer inn i anlegget er tatt med .	
7.	<i>Autoklavdata (vertikal sporing/prosessinformasjon)</i>		ivaretatt
8.	<i>OEE på produksjonslinjer for Gilde bogskinke og Joika. Samkjøring med OEE prosjektet</i>	Her er håndboken for OEE fra OEE prosjektet brukt som mal. De vedtatte stoppårsakene er også brukt på implementasjonen her.	ivaretatt
9.	<i>Belastningstest</i>	Vil ikke bli gjennomført	
10.	<i>Aktuelle skjermbilder og rapporter</i>		Ivaretatt

11.	<i>Belyse lisensstruktur og betydningen for GNK</i>	<p>Optimize IT Real Time Production Intelligent :</p> <p>Basislisens som inneholder server med 1 stk., klient, 5 DDE Server linker,</p> <p>1 OEE enheter (1 maskin, prosessavsnitt eller linje)</p> <p>Seriell kommunikasjon (Modbus/Siemens S5 etc.), OPC DA Server & klient connectivity,.</p> <p>Datainnsamling/sporing (MES):</p> <p>Uavhengig av om kunden ønsker å benytte Optimize IT Real TPI eller ikke kan denne løsningen installeres. Som tidligere nevnt inneholder denne en basis lisens (kjerne) og forutsetter grunnlisenser (Op system/database etc).</p> <p>I tillegg vil det for anleggene være behov for å utvikle kundespesifikke "plug-in".</p> <p>Ingen begrensninger på Web klienter etc..</p>	Delvis ivaretatt
12.	<i>Belyse problemstillinger og sikkerhetsaspekter rundt remote access.</i>	<p>Det er benyttet en VPN løsning gjennom Matiq. Her bør det gjøres vurderinger og standardiseringer slik at dette blir en enkel og rask måte å gi utenforstående tilgang. Det bør vurderes om tilgangen bør begrenses til fabrikknivå, eller trafikken skal kjøres inn på Gildes nett sentralt, slik som gjøres nå.</p>	Ivaretatt

Kravene til fremtidig system

Disse kravene skal være krav som systemet skal kunne innfri i fremtiden.

Arkitektur og oppbygningen av systemet

13.	<i>Arkitektur (5.2 i FKB)</i>	<p>Arkitekturen er delt opp i tre lag på figur 1 på 5.2 i FKB. Administrativt lag med Axapta Næring på toppen, fabrikklag og prosesslag. Det interessante her er fabrikklaget eller</p>	Ivaretatt
-----	-------------------------------	---	-----------

		<p>IMS laget. Etter min mening bør det brukes en betegnelse på dette. Enten fabrikklag, IMS eller MES (Manufacturing Execution System) kan brukes her. MES er den internasjonalt mest brukte betegnelsen, men fabrikklag dekker etter min mening også SCADA systemet og IMS (databasen), og er derfor etter min mening den beste betegnelsen.</p> <p>Scada system bør vurderes plassert inne i fabrikklaget. Det er det som har kontakt med PLC'er og annet lavnivå utstyr som jeg ville plassert på prosesslaget/automasjonslaget.</p>	
--	--	---	--

Systemskalerbarhet

14.	<i>Innen hver enkelt fabrikk</i>	Systemet skalerer ved at flere IO kan kobles til SCADA systemet, og videre brukes av Industrial IT til OEE og mer. Systemet kan også utvides enten ved bruk av flere av modulene som finnes laget av ABB, eller ved utvikling av plugins vha. et utviklingsverktøy som ABB leverer.	Ivaretatt
15.	<i>Innen Gilde</i>	Konseptet Industrial IT fra ABB er ifølge Geir Velta, ABB, godt egnet til å rulles ut på de forskjellige anleggene. Det er laget modulbasert hvor hver modul eller funksjon kan implementeres hver for seg, eller samlet. Dette gjør at installasjonen kan tilpasses de ulike anleggene på en best mulig måte, for senere å bygges videre på. Basert på de opplysningene som er fått av ABB om systemet, ser systemet ut som det skalerer bra. ABB leverer også en modul som kan sy sammen anleggene på et administrativt nivå som en portal mot produksjonen.	Ivaretatt

Krav om hovedfunksjoner

16.	<i>Hovedfunksjonene til fabrikklaget er å være bindeleddet mellom det administrative system og det forskjellige prosessutstyret.</i>	Dette oppnår løsningen delvis. Alle produksjonsordrer går via systemet på vei til produksjonen. Datafangst for horisontal sporing går derimot ikke via dette systemet, men rett til Axapta. Datafangst for vertikal sporing, går via SCADA systemet, og kan spores til lotkode og vises av løsningen.	Delvis ivaretatt. Noe informasjon går utenom fabrikklaget
17.	<i>OEE</i>	En del av løsningen er en modul som kalles RealTPI. Denne modulen har funksjoner for visning av OEE samt flere andre mulig produksjonsoptimerende faktorer (nøkkeltall). Denne gir god informasjon om OEE og andre nøkkelparametre både grafisk og numerisk.	Ivaretatt
18.	<i>Horisontal og vertikal sporing</i>	Løsningen kan brukes for sporing både horisontalt og vertikalt.	Ivaretatt, men ikke brukt fullt i pilot.
19.	<i>Produksjonsordre og ordreavvikling</i>	Løsningen mottar og bufferer produksjonsordre. Disse brukes til produksjonen. Produksjonen stopper derfor ikke umiddelbart om link til Trondheim går ned. Fremdrift og ordrestatus rapporteres også på tilfredsstillende måte.	Ivaretatt
20.	<i>Rapportering</i>	Løsningen har mulighet for rapportering av både egendefinerte og standardrapporter.	Ivaretatt

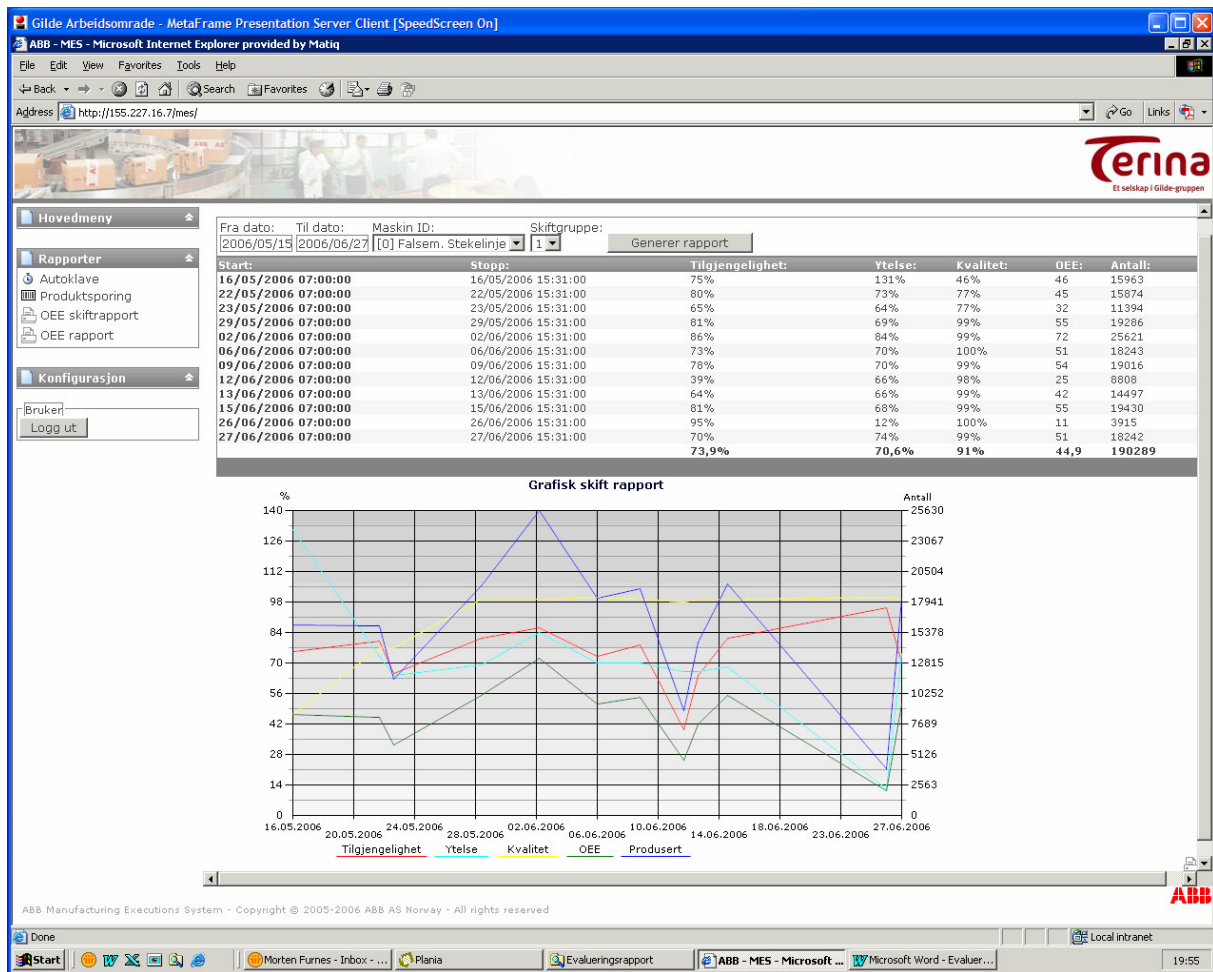
Kommunikasjon til andre systemer

21.	<i>Kommunikasjon oppover mot ERP</i>	Kommunikasjon mot Axapta Næring (ERP-systemet) går via XML meldinger. Spesifikt går kommunikasjonen via en web-service som Matiq har laget. XML sikrer plattformuavhengighet og lesbarhet.	Ivaretatt XML er skalerbart og gunstig ved integrasjon pga. standardisering. SOAP og Web Services er også gjenbrukbart, og kan utvides ved behov i andre prosjekt.
-----	--------------------------------------	--	---

22.	<i>Kommunikasjon nedover mot prosessutstyr</i>	Nedover mot prosessutstyret har løsningen hovedsaklig kontakt med SCADA-systemet via XML. Det betyr at kun en aktør har kontakt nedover til automasjonslaget. Dette er gunstig i forbindelse med utvidelser, lagdeling og endringer da man har et klart definert grensesnitt å forholde seg til.	Ivaretatt
23.	<i>Kommunikasjon utenom løsningen</i>	Resten av kommunikasjonen som når løsningen som datafangst, vekt osv. går gjennom Axapta. Her er altså ikke løsningen den eneste som kommuniserer med axapta. Løsningen benytter seg her i stedet av informasjonen som er kommunisert rundt løsningen. Dette er ikke en ideell løsning, men det var en avgrensing som var satt på forhånd siden det er en pilotinstallasjon.	Ikke ivaretatt Pga. at dette er en pilot med visse avgrensinger.

Produksjonsoptimalisering

24.	<i>IMS systemet skal inneholde funksjoner til produksjonsoptimering enten direkte opsamlet og beregnet i IMS systemet eller som et dedikert system.</i>	Produksjonsoptimering er ivaretatt av modulen RealTPI i denne installasjonen. Den inneholder nøkkelverdier for produksjonen hentet automatisk ut fra produksjonen via SCADA systemet. Denne informasjonen er også tilgjengelig for eksempel IMS systemet.	Ivaretatt
-----	---	---	-----------




Sporbarhet

	<p>25. <i>Fremtidig sporbarhetssystem skal gi full sporbarhet gjennom en fabrikk fra råvare mottak til ferdigvare levering.</i></p>	<p>Den horisontale springen går i stor grad som i resten av Gilde konsernet, via Axapta Næring. Løsningen kan allikevel vise denne sporingsinformasjonen. Den vertikale sporbarheten er prosessinformasjonen som blant annet er temperaturlogger fra autoklavene og kjølelager. I denne implementasjonen er vertikal sporbarhet for autoklavene implementert. Vertikal sporbarhetsinformasjon holdes på fabrikklaget og sendes ikke til ERP (Næring).</p>	<p>Ivaretatt</p>
--	---	---	------------------

Gilde Arbeidsområde - MetaFrame Presentation Server Client [SpeedScreen On]
 ABB - MES - Microsoft Internet Explorer provided by Matix

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://155.227.16.7/mes/



Hovedmeny

Rapporter

- Autoklave
- Produktsporing
- OEE skiftrapport
- OEE rapport

Konfigurasjon

Bruker: _____
 Logg ut

Søk ved hjelp av:
 Autoklave LOT nummer: _____
 Autoklave LOT nummer: L262-05
 Bruk * for generelt søk

Søkeresultat

Ordrenummer:	Dato:	Produktnummer:	Produktnavn:	Partinummer:	Materiale:	LOT:	Falsmaskin:
8112	20060627	80200	Joika Kaker Prod Vk	6255106153			
8117	20060627	830597	Kyllingbog M/Gelatin	6255106158			

Forbrukt materiel

Produkt:	Navn:	Tidspunkt:	Partinummer:	Mengde:
572898	Gelatin	20060627 1507	6171105581	50.30
830596	Kyllingbog Salteri	20060627 1519	6255106152	2001
570350	Lakeblanding Leb	20060626 1052	6202105776	0.01
576830	Carrageenan Gumgel M-776	20060626 1252	60	Order:8111 Prod. dato:20060626 Prod. mengde:1
576829	Concentra Huhn 307/22	20060626 1253	6171105579	0.01
576828	Wurze 906/02	20060626 1254	5423101535	0.01
573387	Vann / Is	20060626 1419	0	535
577031	Purasal Highpure P 60	20060626 1419	6145105494	41
572702	Vacuumsalt 25kg Sekk	20060626 1420	6213105829	27
572703	Nitritsalt 25kg	20060626 1422	6152105496	27
570350	Lakeblanding Leb	20060626 1422	6202105776	40
576830	Carrageenan Gumgel M-776	20060626 1422	6065104680	12.30
576828	Wurze 906/02	20060626 1423	5423101535	2.50
576829	Concentra Huhn 307/22	20060626 1423	6171105579	3.70
451420	14419 Kylling Lår	20060626 1429	6185504475	750
493911	Kjøtt Fra Kyllingskrog	20060626 1430	6241505467	615
830596	Kyllingbog Salteri	20060627 1521	6255106152	2667
573387	Vann / Is	20060626 0953	0	990
577031	Purasal Highpure P 60	20060626 0953	6145105494	76
572702	Vacuumsalt 25kg Sekk	20060626 0954	6213105829	50
572703	Nitritsalt 25kg	20060626 0955	6152105496	50
570350	Lakeblanding Leb	20060626 0955	6202105776	73
576829	Concentra Huhn 307/22	20060626 0956	6171105579	6.80
576828	Wurze 906/02	20060626 0957	5423101535	4.60
493911	Kjøtt Fra Kyllingskrog	20060626 1309	6241505467	45
493911	Kjøtt Fra Kyllingskrog	20060626 1310	6241505467	400

ABB Manufacturing Executions System - Copyright © 2005-2006 ABB AS Norway - All rights reserved

Done Local intranet

Start Morten Furnes - Inbox - ... Plania Evalueringsrapport ABB - MES - Microsoft ... Microsoft Word - Evaluer... 19:59

Ordrebehandling

	<p>26. <i>Visning av motatte produksjonsordre, status og fremdrift, korleksjon av ordre og oppretting av nye ordre skal være mulig via fabrikklaget.</i></p>	<p>Produksjonsordrer sendes til løsningen fra Axapta. De motatte ordrene kan hentes frem, og status kan vises. Endringer kan gjøres på ordrene, men Axapta oppdateres ikke (?? Eller ?) Nye produksjonsordrer kan lages, men det vil ikke bli sendt til Axapta. Produksjonens forløp sendes til Axapta under produksjonen.</p>	<p>Ivaretatt</p>
--	--	--	------------------


Gilde Arbeidsområde - MetaFrame Presentation Server Client [SpeedScreen On]

ABB - MES - Microsoft Internet Explorer provided by Matiq

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Search Favorites

Address http://155.227.16.7/mes/



Hovedmeny
 Ordre liste
 Rapporter
 Konfigurasjon

Bruker
 Logg ut

1-Stekelinje	6-Boglinje	Andre linjer	Ukjent		
Ordre:	Status:	Dato:	Produkt:	Navn:	Ønsket mengde:
8110		26.06.2006	830561	SV BOG m/gelatin	4900
8117	Kjører	27.06.2006	830597	Kyllingbøg m/gelatin	6000
8137		30.06.2006	830597	Kyllingbøg m/gelatin	6000

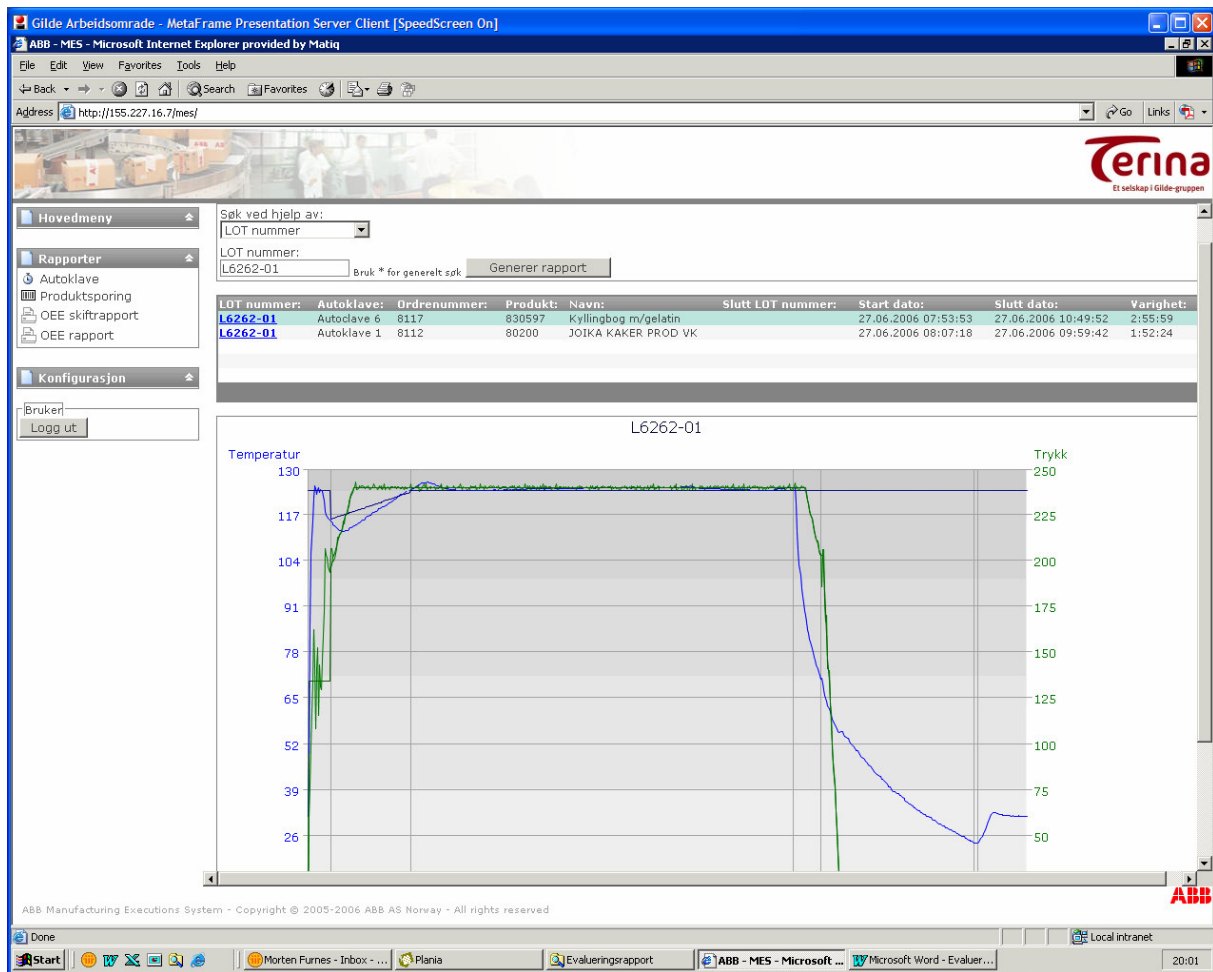
ABB Manufacturing Executions System - Copyright © 2005-2006 ABB AS Norway - All rights reserved

Done

Start | Morten Furnes - Inbox - ... | Plania | Evalueringsrapport | Microsoft Word - Evalueri... | ABB - MES - Microsoft ... | Local intranet | 19:29

Rapportering

27.	<i>Systemet skal tilby rapportering av aktuelle og historiske data som understøtter og dokumenterer sporbarhet og planlegging i produksjonen.</i>	Systemet tilbyr rapporter som etterspurt i form av autoklavedata, produktsporing, OEE skiftrappport og OEE web rapport	
-----	---	--	--



Metode, oppbygging og løsning

Her er en generell vurdering av løsningen og metoden som er brukt. Den er ment å være en mer overordnet vurdering på om dette er riktig vei å gå.

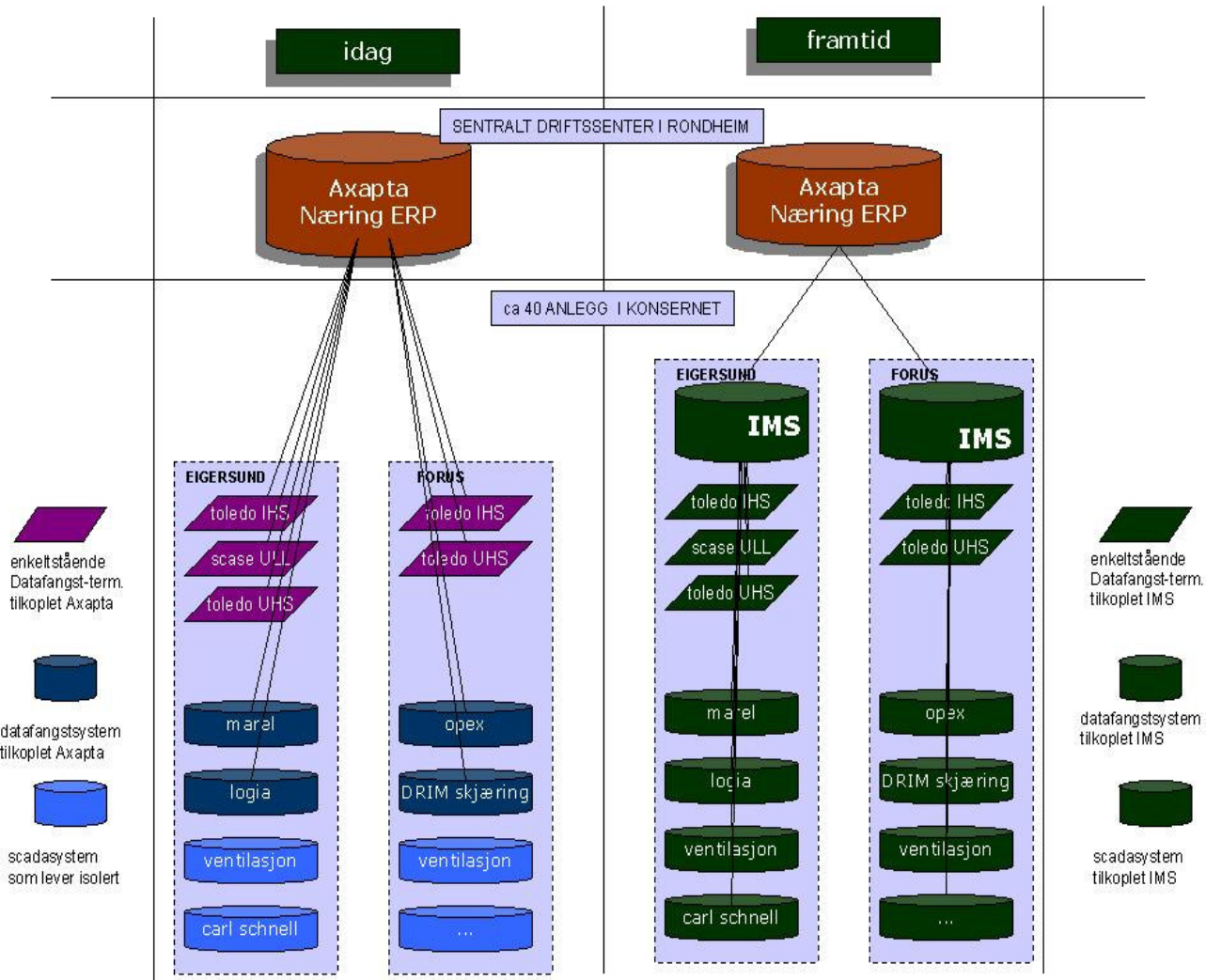
Arkitektur

Arkitektur er oppbyggingen til systemet, interaksjon mellom delene i systemet og sist men ikke minst systemet sin interaksjon med andre systemer.

Generelt er det fornuftig å dele systemer inn i klart definerte lag. Dette bidrar til klare definerte grensesnitt og avgrensede ansvarsområder. Utfordringen er ofte å finne ut hvilke områder som er over, og hvilke områder som bør plasseres under et slikt skille.

Data fra produksjonen som kan være interessante på fabrikknivå, kan ofte være overflødig på konsernnivå. Hvor lastbærer X var til tid T kan være irrelevant for ERP systemet, men igjen veldig viktig for palleteringsroboten for eksempel. Reduksjon av detaljnivå oppover er altså et prinsipp. Dette bidrar til å holde systemene på need-to-know basis, som igjen reduserer nettverkstrafikk som sentrale systemer må håndtere.

SCADA systemet er bindeleddet mot det meste av prosessutstyret. Dette har en høy oppløsning når det gjelder data som er innsamlet.



Figur 1: Prinsipper for arkitekturen i dag / fremtidig

Figur 1 er hentet fra FKB og viser at tanken bak IMS laget, var å la IMS laget være eneste kontaktpunkt for Axapta Næring ERP. Det er samtidig lagt avgrensning i FKB om at piloten ikke skal ta for seg datafangsten i den horisontale sporingen. Derfor er ikke prinsippet om et enkelt punkt for ERP kontakt testet i denne løsningen, siden datafangsten til den horisontale sporingen skjer gjennom Axapta. Jeg kan ikke noen større problemer med å ha datafangsten gjennom IMS laget.

Fremtidig visjon om et lag mellom ERP og produksjonssystemer er beskrevet godt i FKB og vil være et fornuftig mål med tanke på den økte mengden data i produksjonen. I tillegg er det sannsynlig at muligheten for å kunne være smidig på produksjonsnivå, uten at et stort ERP system må endres, vil være et konkurransefortrinn for Gilde i fremtiden. Et adskilt produksjonslag muliggjør mange endringer lokalt uten at ERP trenger å endres. Dette vil kunne utnyttes til for eksempel implementering av endret data på produktpakningene med navn på gård som biffen kommer fra. Med dagens løsning ville det måttet endres flere ting i Axapta for å støtte dette.

Standardisering

Standardisering er viktig for å ha et system som er åpent, og fleksibelt. Med standard grensesnitt, sikres det at den til enhver tid beste løsningen kan kobles på systemet og ha tilgang til de dataene som er nødvendig.

Fabrikklaget

Fabrikklaget er laget med bakgrunn i standarden ISA S95. ISA (Instrument Society of America) er en standardiseringsorganisasjon for automatisering. De har en standard som er laget for nettopp for integrasjon av kontrollsystemer med resten av virksomheten. ABB har benyttet S95 som en mal i prosjektet. Dette er positivt da det gjør at ABB sin løsning mest sannsynlig kan integreres med andre leverandører sine systemer.

Eventuelle utvidelser som kan være ønskelige i fremtiden, kan implementeres gjennom bruk av plugins (innstikksmoduler). ABB kan enten lage disse selv, eller det kan benyttes en SDK (Utviklingsverktøy for C#), for å lage en plugin selv eller la en tredjepart gjøre det.

Kommunikasjon

Kommunikasjon i løsningen er løst generelt gjennom IP netverk. Det er satt opp et nettverk med private IP adresser, for å kunne beholde eierskapet på nettverket lokalt på fabrikken. Dette er en fornuftig løsning fordi det sikrer minst mulig forsinkelse om det oppstår feil. Det er viktig å påpeke at en slik løsning krever at teknisk personal lokalt, har kompetanse til å drifte nettverket selv.

Kommunikasjonen med PLC utstyr er i hovedsak gjort ved hjelp av OPC. Dette er en velkjent standard som støttes av mange produsenter. Dette sikrer at leverandør enkelt kan skiftes om ønskelig. PLCConnect, som er navnet på den modulen som har ansvar for kommunikasjon med PLCene i 800xA løsningen, støtter også andre mer proprietære protokoller om det skulle være nødvendig. I denne konkrete løsningen på Namsos, er det derimot SCADA systemet Factory Link som tar seg av kommunikasjon til PLCene. Grunnen til det er at det allerede fantes et SCADA system på plass. Dette gjorde at det ble funnet mest ryddig å la ABB-løsningen kommunisere med SCADA systemet via XML meldinger. Å kommunisere via et SCADA system ned til automasjonslaget er gunstig med hensyn til lagdeling og avgrensning.

I grensesnittet mellom det private fabrikknett og det offentlige, står ABB sin server. Denne er altså koblet til begge nett. På den måten har den enkel tilgang til de sentrale tjenestene som ERP osv., samt at den mottar enkelt informasjonen fra de lokale komponentene på fabrikken.

Ekstern tilgang til implementasjonen er løst gjennom en VPN løsning. Dette er en sikker nok løsning synes jeg, men det bør utarbeides rutiner og avtaler som gjør at en slik løsning er standardisert gjennom Matiq.

Databaser

Databasen er en Microsoft SQL database. Denne brukes til lagring av de aktuelle dataene for fabrikknivået og kan betraktes som IMS (Information Management System). Dataene lagres i denne med klartekst. På den måten kan andre applikasjoner brukes om ønskelig av egenproduserte applikasjoner.

MMI – Menneske Maskin Interaksjon

Som grensesnitt mot ledelse ved fabrikken og eksternt, er det mulig å enten bruke et web-grensesnitt eller en klient-programvare. Disse har for det meste de samme funksjonene, men web-grensesnittet er noe enklere. Web-grensesnitt sikrer at informasjonen kan være tilgjengelig for de som trenger den, uten for mye installering av programvare og den usikkerheten som følger med slike løsninger.

Grensesnittet mot brukerne er et touchpanel. Dette viser informasjon om hvordan ytelsen til linjen er for tiden. I tillegg velger en her hva som produseres nå. Ved stopp i mer enn et konfigurerbart antall sekund (for tiden 5 minutt), vil operatøren bli spurt om stoppårsak. Dette angis ved hjelp av forhåndsdefinerte trykk-knapper ved panelet. Informasjonen til operatøren er en god måte å sikre at brukeren er interessert, og engasjert. Operatøren kan følge med på hvordan det går med linja si, og føle eierskap til produksjonen. Dette vil også sikre at operatørene føler de er med, og at ikke systemet bare er til for at ledelsen skal føre oppsyn. De kan se nytten av systemet, og bruker det da på riktig måte.

Skalerbarhet

Standardisering av løsninger og komponenter gjør det enklere å flytte noe som fungerer på et anlegg til et annet. Det må allikevel påberegnes en del konfigurering og spesialtilpassing. Ifølge Geir Velta, ABB, vil innføring av lastbærersporing være noe som vil kreve noe konfigurering og tilpasning. Dette er noe som sannsynligvis kommer til å komme om få år, så her burde vi kanskje innhente enda mer informasjon?

Konklusjon

Fra evalueringsansvarlig

Løsningen som er implementert på Terrina Namsos er basert på åpne standarder i grenseflatene og internt mellom komponentene. XML er brukt som primært datautvekslingsformat mellom eksterne systemer og interne systemer. Unntaket er grensesnittet mot automasjonslaget. Her er det benyttet OPC, som også er en internasjonalt anerkjent standard.

Løsningen er modulært oppbygget. Dette bidrar til stor frihet ved implementasjon på andre fabrikker i Gilde. De ulike fabrikkene kan få tilpasset mengde funksjonalitet alt etter hvordan status er på automasjon og andre kriterier som taler for differensiering av installasjonsomfanget.

Samlet vurdering:

- Løsningen er modulært oppbygget og fleksibel. Den kan etter min mening rulles ut på flere anlegg i varierende grad, noe som bidrar positivt til helhetsinntrykket.
- Løsningen dekker de funksjoner og avgrensninger som er gitt i FKB.
- Basert på min kjennskap til systemet, ser jeg ingen åpenbare feil og mangler verken i arkitekturen, eller løsningen.

Fra prosjektleder:

Fra starten av prosjektet og fremover mot februar 2006, hvor vi implementerte MES løsningen, forløp som planlagt. Etter E-coli saken nå i vinter så har trusselbildet forandret seg meget og jeg kan si at FKB'en og løsningen ville sannsynligvis vært beskrevet annerledes i dag.

I dag kan jeg si at pilotprosjektet burde vært gjennomført i full skala for å få en god og representativ pilotevaluering.

Evalueringen baserer seg på de krav og avgrensninger som ble satt av styringsgruppen og beskrevet i FKB'en og som pilotprosjektet skulle utføres etter.

Min samlede vurdering:

- FKB'ens kap 3 pkt 2 "prosjektmål" og kap 3 pkt 4 "avgrensninger" er tilfredsstilt på en god måte.
- ABB har som samarbeidspartner igjennom prosjektiden vist meget stor vilje og evne til å levere, tilpasse og anbefale endringer ihht og ut over FKB'ens krav og avgrensninger.
- Ut ifra min kjennskap og erfaring med ABB i dette prosjektet og andre installasjoner så kan jeg anbefale de som leverandør og samarbeidspartner for Gilde Norsk Kjøtt.

Fra prosjektgruppen samlet: