NTNU
Det skapende universitet

PRODUKTUTVIKLING I VAREPRODUSERENDE INDUSTRI

Identifisering av dagens praksis og forbedringsmuligheter

Hilde Sund

Master i produktutvikling og produksjon
Innlevert: Oktober 2012
Hovedveileder: Torgeir Welo, IPM

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling og materialer

NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR PRODUKTUTVIKLING
OG MATERIALER

MASTEROPPGAVE VÅR 2012
FOR
STUD.TECHN. Hilde Sund

PRODUKTUTVIKLING I VAREPRODUSERENDE INDUSTRI: IDENTIFISERING AV DAGENS PRAKSIS OG FORBEDRINGSMULIGHETER

Product Development in the Manufacturing Industry: Identification of Current Practice and Improvement Opportunities

Gjennom de senere årene har mange bedrifter gjort forsøk på å øke konkurranseevnen gjennom å overføre bruken av såkalte Lean prinsipper fra produksjonsprosesser til kontorfunksjoner som for eksempel produktutvikling (PU). Produktutvikling skiller seg imidlertid fra produksjonsprosesser på flere viktige områder, og det er få suksesshistorier fra andre firma enn Toyota og noen få andre.

Det finnes flere ulike modeller som beskriver prinsipper og komponenter knyttet til Lean produktutvikling. I forskningsprosjektet SFI-Norman har det bl.a. blitt etablert en Lean PU modell som er spesielt tilpasset norske bedrifter og forhold. Modellen er delt inn i 6 hovedkomponenter (prinsipper) med tilhørende underkarakteristikker som beskriver viktige elementer og forhold knyttet til hver av hovedkomponentene. Basert på denne modellen har det så blitt etablert en 'selvangivelse' (survey) der bedrifter kan vurdere hvor de står i forhold til en beskrivelse/utsagn/spørsmål angitt på en Likert-skala (1-5). Til hver hovedkomponent er det knyttet i alt 12 ulike slike beskrivelser. Basert på dette er det av stor interesse å gjennomføre en undersøkelse i norsk vareproduserende industri for å identifisere hvordan industrien (les: bedriftene) selv rangerer sin produktutviklingspraksis i forhold til (beste) Lean PU praksis. Planen er å benytte disse resultatene til å identifisere hvor forbedringspotensialet er størst. Videre er det stor interesse knyttet til om det er karakteristiske forskjeller i Lean PU praksis mellom ulike firma avhengig av type bedrift, bransje, størrelse, kundegruppe, marked, etc.

Hovedmålet med denne oppgaven er:

Å gjennomføre en spørreundersøkelse i norsk industri for å identifisere Lean PU praksis, sammenhenger og korrelasjoner gjennom systematisk innsamling av tilstrekkelig datamateriale og bruk av relevante statistiske metoder. Hovedforskningsspørsmålene er som følger:
FS1 — Hvordan vurderer norsk industri sin produktutviklingspraksis i forhold til beste Lean praksis?

FS2—Hvor er forbedringspotensialet størst (ut fra tallmessige signifikante forskjeller)?
FS3—Hvilke forhold styrer fundamentale forskjeller mellom de ulike bedriftene?

Hovedmålet skal nås gjennom følgende arbeidsoppgaver:

- Gjenomgang av den nyeste litteraturen knyttet til Lean produktutvikling.
- Gjennomgang av relevante statistiske metoder brukt for spørreundersøkelser av denne type, samt valg av metode.
- Identifisere karakteristiske bedrifter, sende ut spørreundersøkelse, følge opp og innhente data fra 40 bedrifter (4-7 personer i hver bedrift).
- Analysere hele datamaterialet (sammen med tidligere data).
- Systematisere datamaterialet for å underbygge svar på forskningsspørsmålene.
- Skrive rapport med grundig dokumentasjon av resultatene. Det er viktig at kandidaten forbereder og tilrettelegger resultater med vitenskaplig publisering som mål. Det kreves imidlertid ikke at kandidaten selv publiserer arbeidet som del av oppgaven.
- Foreslå videre arbeid og fokus i prosjektet for å danne et best mulig grunnlag for fremtidige vitenskaplige publikasjoner.

Besvarelsen skal ha med signert oppgavetekst, og redigeres mest mulig som en forskningsrapport med et sammendrag på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse, etc. Ved utarbeidelse av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velskrevet. Med henblikk på lesning av besvarelsen er det viktig at de nødvendige henvisninger for korresponderende steder i tekst, tabeller og figurer anføres på begge steder. Ved bedømmelse legges det stor vekt på at resultater er grundig bearbeidet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte og diskuteres utførlig.

Senest 3 uker etter oppgavestart skal et A3 ark som illustrerer arbeidet leveres inn. En mal for dette arket finnes på instituttets hjemmeside under menyen undervisning. Arket skal også oppdateres ved innlevering av masteroppgaven.

Besvarelsen skal leveres i elektronisk format via DAIM, NTNUs system for Digital arkivering og innlevering av masteroppgaver.

Kontaktperson:

Torgeir Welo
Instituttleder

Torgeir Welo
Faglærer

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for produktutvikling og materialer

Forord

Denne oppgaven er en masteroppgave ved NTNU, utført i 2012. Det har vært lærerikt og krevende å jobbe med denne masteroppgaven. Det har vært spennende og jeg sitter igjen med mange erfaringer.

Jeg vil takke veilederen min ved NTNU Torgeir Welo for hjelp og veiledning og Wenche Aarøen for samarbeidet med identifisering av bedrifter og innsamling av respondenter til undersøkelsen. I tillegg vil jeg takke alle respondentene og alle bedriftene for deltagelsen i undersøkelsen.

Hilde Sund

16.oktober 2012

Sammendrag

Gjennom Lean produktutvikling (LPU) kan produktutviklingsprosesser i bedrifter effektiviseres. Ved å skape produkter som tilfredsstiller kundens behov ved bruk av mindre ressurser vil LPU kunne gi bedrifter som mestrer dette et konkurransefortrinn. LPU handler om å sette kunden i fokus gjennom hele utviklingsprosessen og kontinuerlig forbedre utviklingsprosessene ved eliminering av prosesser som krever ressurser uten å tilføre verdi for kunden (waste).

I denne oppgaven har jeg kartlagt dagens praksis, identifisert forbedringspotensialet og undersøkt forskjeller mellom bedrifter med hensyn på LPU-praksis i norsk vareproduserende industri. Oppgaven tar utgangspunkt i en kvantitativ spørreundersøkelse utarbeidet av SFI Norman, der bedrifter kan rangere sin produktutviklingspraksis i forhold til beste LPU-praksis. Undersøkelsen tar for seg seks kategorier innen LPU-praksis. Dette er kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering, Standardisering og Kultur. I undersøkelsen er det også en sjuende kategori som omhandler Prestasjoner i produktutvikling. Undersøkelsen er nettbasert og består av til sammen 88 spørsmål der flertallet av disse er formulert som påstander om beste LPU-praksis. Den enkelte respondent blir bedt om å angi på en skala fra 1 (helt uenig) til 5 (veldig enig) hvor godt påstanden om beste LPU-praksis passer for bedriften.

Arbeidet med oppgaven har bestått av å sette seg inn i teori innen LPU og teori innen enkelte statistiske metoder for å analysere dataene fra undersøkelsen. I tillegg er egnede bedrifter for undersøkelsen identifisert og kontaktet med en forespørsel om deltakelse. For de bedriftene som kunne delta er en invitasjon til undersøkelsen sendt til de personene i bedriften som kunne delta.

Arbeidet har resultert i at 30 bedrifter med til sammen 102 respondenter har deltatt i undersøkelsen. Fra før hadde allerede 25 bedrifter deltatt. Totalt har dermed 55 bedrifter med til sammen 306 respondenter deltatt i undersøkelsen. Resultatene av analysene av alle 306 besvarelsene uavhengig av bedrift viser at snittet av respondentene scorer høyere på skalaen (1-5) i kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur enn for kategoriene Kontinuerlig Forbedring Stabilisering og Standardisering. Gjennomsnittet for kategoriene varierte fra 3,01 til 3,53 og for kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Kultur og Prestasjoner i produktutvikling var gjennomsnittet signifikant over 3 på skalaen. Alle korrelasjoner mellom kategorien Prestasjoner i produktutvikling og de øvrige kategoriene er positive og ligger på mellom 0,37 og 0,45, der kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur er de som korrelerer mest med Prestasjoner i produktutvikling. Lignende resultater ble funnet da de 55 bedriftene ble sammenlignet på samme måte. For å se om det er forskjeller mellom bedrifter ble bedriftene som produserer bildeler, mat og drikkvarer og forbrukervarer sammenlignet med alle bedriftene. Bedrifter som produserer forbrukervare har et høyere gjennomsnitt i kategorien Kundeverdi enn gjennomsnittet for alle bedrifter og bedrifter som produserer mat og drikkevarer har et lavere gjennomsnitt i kategorien Stabilisering enn gjennomsnittet for alle bedrifter.

Oppgaven konkluderer med at det i snitt kan identifiseres LPU-praksis i kategoriene Kundeverdier, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring og Kultur for bedriftene som har deltatt, og at forbedringspotensialet er størst i kategoriene Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering og Standardisering. Forhold som styrer forskjeller mellom bedriftene kan være ulike markeder og ulike produkter.

Abstract

Lean Product Development (LPD) can streamline the process of developing new products. LPD provides a company with a competitive advantage, by using less resources to create products that satisfy the real needs of the customer. LPD is about putting the customer first throughout the development process and continuously improving the development process by eliminating processes that require resources without adding value for the customer (waste).

This paper describes current practices, identifies the potential for improvement and analyzes differences in the implementation of LPD within Norwegian manufacturing industry companies. The study is based on a quantitative survey prepared by SFI Norman, where companies are asked to rank their product development practices relative to best LPD practice. The survey covers six categories in LPD practice, which are: Customer Value, Knowledge, Continuous Improvement, Stabilization, Standardization and Culture. The survey also covers a seventh category that deals with performance in product development. The survey is web-based and consists of a total of 88 questions, most of them being formulated as a statement or description of LPD practice. The respondents are asked to indicate on a scale from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree) to what degree their company's practice conforms with the statement.

Part of the work with the thesis has been to study the theory of LPD, as well as the selection of statistical methods to analyze the data from the survey. Companies that were suitable for the survey were identified and contacted with request for participation. The survey was then sent to selected persons in those companies that agreed to participate.

In this work, 30 companies with a total of 102 respondents have participated. Previously 25 companies had already participated in the survey. In total, the data therefore comprise 55 companies with a total of 306 respondents. The analysis of the individual respondents shows that the average score is highest in the categories Customer Value, Knowledge and Culture, and correspondingly lowest for the categories Continuous Improvement, Stabilization and Standardization, ranging from a minimum of 3.01 to a maximum of 3.53. All categories except Stabilization and Standardization had a score significantly above 3.0. The correlation between Performance and the other categories was in the range 0,37 – 0.45, with the categories Customer Value, Knowledge and Culture correlating the most. Similar results were obtained when the mean score for each of the 55 companies instead of each individual response was used for the analysis. To see whether there were differences between industries, the companies within food and beverage, car part production and consumer goods were analyzed and compared to the total set of companies. It was found that companies producing consumer goods have a marginally significant higher average score for Customer value than the total average. The companies producing food and beverage have a lower average score within Stabilization than the total average.

In conclusion, the companies that have participated in the survey have on the average a good LPD within the fields of Customer Value, Knowledge, Continuous Improvement and Culture. The potential for improvement is highest in the categories Continuous Improvement, Stabilization and Standardization. There are differences between companies that may be caused by of different markets and different products.

Innholdsfortegnelse

Forord III
Sammendrag V
Abstract VI
1 Innledning 1
2 Bakgrunn og Teori 3
2.1 Hva er Lean? 3
2.2 Lean produktutviklingspraksis 4
2.2.1 Kundeverdi 5
2.2.2 Kunnskap 6
2.2.3 Kontinuerlig forbedring 8
2.2.4 Stabilisering 9
2.2.5 Standardisering 10
2.2.6 Kultur 11
2.3 Statistikk og statistiske metoder 11
2.3.1 Likert-skala 12
2.3.2 Målenivå 12
2.3.3 Reliabilitetsanalyse 13
2.3.4 Multivariate metoder 13
3 Metode 17
3.1 Spørreundersøkelsen 17
3.2 Datainnsamlingen 18
3.2.1 Identifisering av egnede bedrifter 18
3.2.2 Innhenting av respondenter 20
3.2.3 Distribusjon av undersøkelsen 21
3.3 Analyse 21
3.3.1 Målenivå 22
3.3.2 Undersøkelsens spørsmål og påstander 22
3.3.3 Programvare 23
4 Resultater 24
4.1 Innhenting av data 24
4.2 Analyse av datamaterialet 24
4.2.1 Innledende spørsmål 24
4.2.2 Analyse av spørsmålene og kategoriene på individuelt nivå 29
4.2.3 Analyse av spørsmålene og kategoriene på bedriftsnivå 34
4.2.4 Reliabilitetsanalyse og Faktoranalyse 38

4.2.5 Spørsmål 52 44
5 Diskusjon 45
5.1 Analysenivå 45
5.2 Forskningsspørsmålene 45
5.2.1 Dagens praksis i forhold til beste Lean praksis 45
5.2.2 Forbedringspotensial 46
5.2.3 Forskjeller mellom bedriftene 48
5.3 Feilkilder 50
6 Konklusjon 52
7 Videre arbeid 53
Litteraturliste 54
Vedlegg 56
A Spørsmålene i spørreundersøkelsen 56
B Resultater fra CFA 64

1 Innledning

Konkurransen i markedet for vareproduserende industri blir stadig tøffere. Markedet endrer seg stadig raskere, teknologien utvikles raskere og forbrukerne skifter ut produkter raskere, noe som fører til redusert levetid på produktene. Forbrukerne ønsker også et bredt utvalg, med produkter som ikke bare er funksjonelle, men som også reflekterer personlighet og stil. Dette stiller krav til stor variasjon i produktutvalget. I tillegg ønsker kunden en lav pris. Stadig flere bedrifter kopierer eller etterligninger produkter for å produsere disse billig i land med lave produksjonskostnader. Dette presser prisene nedover. For å maksimere fortjenesten i dette stadig mer dynamiske markedet gjelder det å lansere produktene tidlig, helst før konkurrentene, før ny og bedre teknologi er tilgjengelig og før markedet endrer seg.

For at bedriftene som utvikler og produserer produktene skal klare dette må produktene utvikles på kortere tid og med høyere kvalitet enn hva konkurrentene gjør. Dette er en utfordring for mange bedrifter, da utviklingsprosjekter ofte er uforutsigbare og like gjerne kan resultere i fiasko som i suksess. For at bedriften skal kunne overleve er den derfor avhengig av å kunne utvikle produkter med suksess i et langsiktig perspektiv, for å sikre markedsposisjon og økonomiske resultater.

For å møte disse kravene gjelder det å fokusere på langsiktige, stabile og effektive produktutviklingsprosesser som resulterer i produkter av høy kvalitet. Lean produktutvikling (LPU) er en tankegang for å oppnå akkurat dette, gjennom et tydelig fokus på kundeverdier og kontinuerlig forbedring. Gjennom hele utviklingsarbeidet er kunden i fokus, og utviklingsprosessene blir kontinuerlig forbedret gjennom eliminering av alt som krever ressurser uten å øke kundeverdien til produktet (waste). Kundeverdi vil si alt som kunden er villig til å betale for. Verken produktene eller prosessene er perfekte, men ved hele tiden å fokusere på å forbedre utviklingsarbeidet kan bedriften henge med i den raske utviklingen. Studier viser (Morgan & Liker 2006) (Sehested & Sonnenberg 2011) at LPU gjennom sitt fokus på kontinuerlig forbedring og et tydelig kundefokus kan redusere utviklingstiden og samtidig øke kvalitet på produktene

Denne beskrivelsen gjelder også for norske vareproduserende bedrifter. I Norge fokuseres det i stor grad på høyteknologiske produkter, da produksjons- og lønnskostnader er høye sammenlignet med mange andre land. Ved å effektivisere utviklingsprosessene vil det være mye å hente i et høykostland som Norge. Med det formål å kartlegge LPU-praksis i norsk vareproduserende industri har det som en del av forskningsprosjektet SFI Norman blitt utarbeidet en kvantitativ spørreundersøkelse. Undersøkelsen gir bedriftene mulighet til å angi sin egen praksis i forhold til beste LPU-praksis. Forskningsprosjektet foregår i samarbeid med NTNU og SINTEF.

Målet med denne oppgaven er en systematisk innsamling av data i norske bedrifter ved å gjennomføre spørreundersøkelsen utviklet av SFI Norman, og bruke det innsamlede datamaterialet for å kartlegge norske bedrifters praksis i forhold til beste LPU-praksis. Det er også et mål å undersøke sammenhenger og korrelasjoner gjennom bruk av relevante statistiske metoder. Oppgaven skal prøve å finne hvor forbedringspotensialet er størst og hva som styrer forskjeller mellom de ulike bedriftene. Oppgaven skal besvare dette gjennom følgende forskningsspørsmål (FS):

FS1: Hvordan vurderer norsk industri sin produktutviklingspraksis i forhold til beste Lean praksis?

FS2: Hvor er forbedringspotensialet størst (ut fra tallmessige signifikante forskjeller)?

FS3: Hvilke forhold styrer fundamentale forskjeller mellom de ulike bedriftene?

Kapittel 2 går gjennom bakgrunnsmaterialet for oppgaven og består av teori innen LPU i tillegg til en gjennomgang av relevante statistiske metoder for å analysere dataene som er samlet inn gjennom spørreundersøkelsen. Kapittel 3 forklarer hvilke metoder som er benyttet for innsamling og analyse av datamaterialet. I kapittel 4 og 5 presenteres resultatene og analysene av datamaterialet. Til slutt følger Diskusjon, Konklusjon og Forslag til videre arbeid.

2 Bakgrunn og Teori

2.1 Hva er Lean?

Oversatt til norsk betyr ordet ”lean”, tynn eller slank. Begrepet Lean brukt om en organisasjon eller bedrift handler ikke om å være tynn eller slank i form av det å være sparsom eller gjøre nedskjæringer, men det å få mer ut av mindre. Lean er en helhetlig tankegang om å skape mest mulig verdi for kunden ved bruk av færrest mulig ressurser. Lean handler å skape en effektiv, fleksibel og på mange måter atletisk organisasjon gjennom kontinuerlig forbedring og læring.

Toyota har helt siden boken ”The Machine that changed the world” (Womack, Jones & Roos 1990), vært et forbilde og et suksesseksempel på hvordan en bedrift kan lykkes gjennom Lean. Det mest kjente eller tydeligste eksempelet på Toyotas suksess, og på mange måter opphavet til begrepet Lean, er Toyotas produksjonssystem Toyota Production System (TPS). Gjennom TPS anvender Toyota enkle og intuitive teknikker for å skape en produksjonsprosess med flyt og god utnyttelse av alle anvendte ressurser. Dette gjør de gjennom en kontinuerlig forbedring og eliminering av sløsing og unødvendig ressursbruk. En implementering av TPS eller Lean Manufacturing (LM) har vært utgangspunkt for effektivisering av produksjonsprosesser i mange produksjonsbedrifter og er ikke lengre det store konkurransefortrindet det en gang var, men Toyotas suksess fortsetter.

Kanskje på grunn av de tydelige og gode resultatene implementering av LM i produksjonsbedrifter har gitt er Lean videreført til kontorfunksjoner og administrasjon i håp om å oppnå like gode resultater for disse funksjonene. Dette gjelder også funksjoner som produktutvikling (Baines et al. 2006). Flere har prøvd å implementere Lean produktutvikling, men ikke alle lykkes. Noe av grunnen for at man ikke lykkes med Lean i produktutvikling kan være at produktutvikling er en mye mer kompleks og uforutsigbar prosess enn en produksjonsprosess og krever derfor en helhetlig tilnærming og en dyp forståelse for hvordan de ulike delene av en produktutviklingsprosess henger sammen og påvirker hverandre. Der produksjonen kan sees på som en flyt av materialer som gjennomgår en formingsprosess handler produktutvikling om en strøm av informasjon, kommunikasjon og ideer mellom mennesker. Hvordan produktet en sitter igjen med etter produksjon skal være er kjent før formingsprosessen starter, men for produktutvikling er løsningene man ender opp med til slutt ukjent i starten av prosjektet. Produktutvikling handler om å lære (Sehested & Sonnenberg 2011). Fordi produktutvikling består av å skape ideer og dele informasjon kan det være vanskelig å skille hva som er verdiskapende prosesser og hva som ikke er det. LPU er derfor mer enn bare teknikker og metoder anvendt i produktutvikling. Å jobbe mot Lean krever mye mer og det krever at alle samarbeider, er engasjerte og jobber mot samme mål. Det handler om en helhetlig tilnærming og helhetlig tankegang.

Toyotas produktutvikling kalles Toyota Product Development System (TPDS) og er av mange sett på som et vel så viktig konkurransefortrinn og grunn for Toyotas suksess som TPS. Lean innen produktutvikling innebærer ikke å anvende produksjonsmetoder og teknikker i produktutvikling, drepe kreativitet og idegenerering gjennom standardisering eller om å få de ansatte til å arbeide raskere (Sehested & Sonnenberg 2011), men om å skape produkter av god kvalitet som kunden verdsetter ved bruk av færre ressurser. (Morgan & Liker 2006) deler TPDS inn i de tre delsystemene mennesker, prosesser og teknologi som henger sammen og er gjensidig avhengig av hverandre for at bedriften skal kunne nå sin mål. Disse tre delsystemene deles videre inn i til sammen 13 prinsipper som forklarer TPDS.

Prinsippene som beskrives er viktige for å forstå TPDS, men er ikke en oppskrift eller forklaring på hvordan Lean fungerer i virkeligheten. Ingen markeder eller bedrifter er like, og det som fungerer godt for Toyota trenger ikke nødvendigvis fungere like godt for andre. Det handler om å finne sine egne veier for å nå målet.

Figur 2.1 Inndeling av Lean PU i tre delsystemer. Figuren er hentet fra (Morgan & Liker 2006)

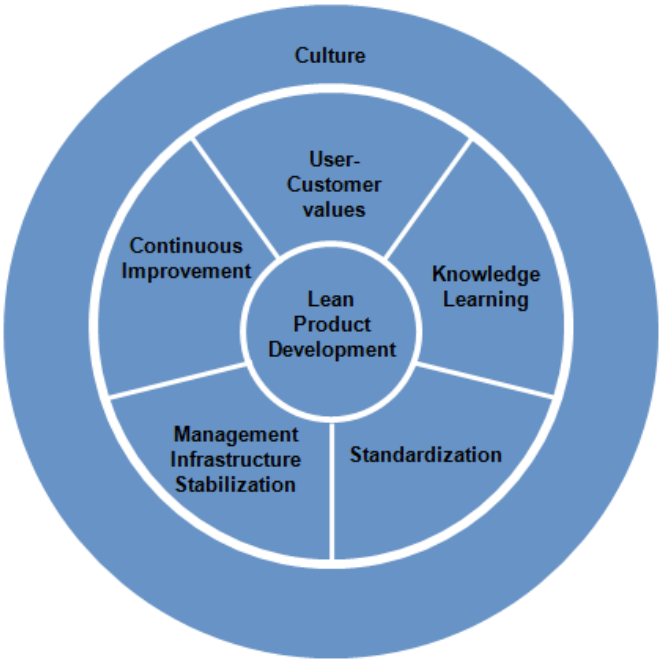
Lean er i utgangspunktet en tankegang, ikke en samling metoder. Det gjelder å tenke langsiktig og se fordelene med endringene i et lengre tidsperspektiv og ikke tro at noen enkle grep skal gi store og raske forbedringer uten å måtte fortsette med å kontinuerlig forbedre og tilpasse prosessene. Å ”slanke” prosesser eller mannskap i bedriften og tro at innføring av nye metoder og teknikker vil føre til at bedriften skaper mer med mindre ressurser og derfor er Lean er feil utgangspunkt. Nedskjæringer vil kunne gi kortsiktig effekt i form av besparelser og dermed større overskudd, men Lean handler om å tenke langsiktig. Lean er en kontinuerlig reise mot perfeksjon (Karlsson & Åhlström 1996). Eller som det beskrives i (Sehested & Sonnenberg 2011):

> *”Lean is not a specific state or destination. Lean is a direction – a journey. Lean is a corporate culture and management philosophy.”*

2.2 Lean produktutviklingspraksis

LPU er et relativt nytt konsept og det eksisterer ulike tolkninger av begrepet i litteraturen (Khan et al. 2011). Det mangler en god og universell modell for begrepet (León & Farris 2011) (Hoppmann et al. 2011) noe som kan være årsak til de mange tolkningene.

Undersøkelsen, som er sendt ut i forbindelse med denne oppgaven, er delt inn i seks kategorier som omhandler Lean PU-praksis. Disse seks kategoriene baserer seg på seks kategorier i en LPU-modell som er etablert i forbindelse med forskningsprosjektet SFI Norman.



Figur 2.2 Illustrasjon av LPU-modell. (Welo 2011)

Som vist i Figur 2.2 deler modellen LPU inn i de seks kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering, Standardisering og Kultur.

2.2.1 Kundeverdi

Et sentralt prinsipp i en Lean tankegang er at så langt det er mulig skal alt som kreves av ressurser skape verdi for kunden. Kundeverdi kan sees på som alt ved et produkt som oppfyller ønsker eller behov kunden har som kan tilfredsstilles gjennom å kjøpe et bestemt produkt. Når kunden ønsker å kjøpe et produkt vurderes alle fordelene og ulempene ved produktet mot hverandre før kunden eventuelt bestemmer seg for å kjøpe det produktet som gir mest verdi. Av den grunn må produkter, for å lykkes i markedet, tilfredsstille kunden bedre enn konkurrentens produkter. Den primære driveren for utvikling av nye produkter bør derfor være nettopp å tilfredsstille kundens behov.

For å utvikle produkter som tilfredsstiller kundens behov er det essensielt å forstå hva kundens behov er. Ved å inkludere og involvere kunden i utviklingen vil kunden selv få komme med sine meninger om hva som gir verdi og hva som ikke gjør det. For å få kjennskap til kundens behov må det aktivt innhentes informasjon og kunnskap om hva det er kunden har behov for.

Kunden har mange behov, men ikke alle behovene er like lett å beskrive og kommunisere. Kunden kan selv ha vanskeligheter med å forestille seg alt av behov og kan derfor ikke fortelle om dem. Det finnes altså uttalte behov som kunden kan fortelle om og, tause behov som kunden har vanskeligere for å kommunisere. Det kreves derfor grundige metoder for virkelig å forstå kunden og dens behov. For å fullt ut forstå kunden må både uttalte og tause behov identifiseres. Tause behov kan om mulig identifiseres gjennom å studere og observere kunden eller sette seg selv i kundens posisjon og virkelig se situasjonen fra kundens synspunkt. Utstrakt bruk av feltarbeid som å studere hva kunden gjør og sier, utføre markedsundersøkelser, definere målgrupper og forhøre seg med eksperter er nyttige metoder for å kartlegge kunders behov. Kartlegging av kunders behov vil også kunne

benyttes for strategisk planlegging av produktporteføljen. Produktporteføljen bør baseres på implementering av kundeverdier gjennom flere produkter.

For at produktutviklere skal kunne skape et produkt som gir kunden verdi er det viktig at alle som er involvert i utviklingen forstår hva som gir kunden verdi. For en produktutvikler vil et sett med kriterier fra en markedsundersøkelse ikke kunne gi den samme forståelsen som hvis produktutvikleren selv har snakket med kunden og selv opplevd brukerens situasjon. Produktutviklerne selv bør derfor ta del i arbeidet med å innhente informasjon og forståelse om kundens behov for på den måten virkelig forstå kunden. Hva som er kundeverdi bør også tydelig defineres for et utviklingsprosjekt. Det er også viktig å være klar over hvem kunden er. For enkelte produkt er det ikke sluttbruker som kjøper produkt. Om det er sluttbrukers eller kjøpers behov som skal tilfredsstilles må også tas stilling til.

Kundens stemme må bli hørt gjennom hele utviklingsprosjektet. Hos Toyota er det en dedikert sjef (chief engineer) som representerer kunden gjennom hele utviklingsarbeidet for å sikre at kunden blir hørt når viktige avgjørelser skal tas. Når utviklingsteamet må ta avgjørelser er det viktig at avgjørelsen som tas er til kundens beste og at kunden ikke blir glemt blant de ulike teammedlemmenes meninger. Med en dedikert leder er det er ingen tvil om hvem som har ansvaret når viktige avgjørelser skal tas, og når denne lederen også forstår kunden og kundens behov vil kunden alltid tas med i betraktningen. Lean produktutviklingspraksis innebærer at alle som jobber med utvikling bør ha kjennskap til hva det er kunden oppfatter som egenskaper som gir verdi.

2.2.2 Kunnskap

Kunnskap er en bevisst forståelse av noe, og med muligheten til å bruke denne for en bestemt hensikt (Wikipedia). Kunnskap i LPU handler om forståelse, innsikt og ikke minst det å lære, av hverandre og av tidligere prosjekter.

”Lean is all about fast and efficient learning” (Sehested & Sonnenberg 2011)

I produktutviklingen er kunnskapen et viktig konkurransefortrinn og ressurs for bedriften fordi det er kunnskapen de ansatte og bedriften sitter på og deres evne til å bruke denne som gjør det mulig å skape gode produkter. Kunnskap og forståelse om blant annet kundeverdier, produksjonsmetoder og teknologi åpner muligheter for å skape nye og innovative produkter. Kunnskap er ikke noe som kommer av seg selv, kunnskap må læres. Verdi skapes ved å dele informasjon om muligheter og begrensninger og ved å arbeide sammen for å finne nye løsninger (Sehested & Sonnenberg 2011).

(Morgan & Liker 2006) beskriver to ulike typer kunnskap; eksplisitt kunnskap (know-what) og taus kunnskap (know-how). Eksplisitt kunnskap vil si kunnskapen som kan skrives ned i for eksempel bøker og deles med andre uten betydelig reduksjon av innholdet. Taus kunnskap er erfaringsbasert kunnskap som ikke kan læres ved å lese en bok, men må erfares. Taus kunnskap er mer kompleks enn eksplisitt kunnskap og er derfor vanskeligere å overføre til andre. Å dele taus kunnskap krever en langvarig og nær relasjon som den mellom en håndverker og hans lærling.

Erfaringsoverføring av taus kunnskap i en bedrift er viktig fordi denne kunnskapen ikke kan læres gjennom bøker, men krever opplæring. Dette krever at de erfarne som sitter på taus kunnskap i bedriften deler denne kunnskapen med mindre erfarne. (Morgan & Liker 2006) poengterer at det ofte er her bedrifter som prøver å implementere Lean feiler ved at de ikke

ser at den tause kunnskapen er den som skaper konkurransefortrinnet overfor konkurrerende bedrifter i et høyteknologisk miljø. I følge (Sehested & Sonnenberg 2011) er innovasjon en læringsprosess som i stor del består av prøving og feiling. Innovasjon i større organisasjoner handler ikke om hva en person kan klare å få til, men hva organisasjonen kan få til med koordinert innsats fra flere dedikerte personer.

Sammenlignet med produksjon er kunnskap og informasjon materialene som kreves av andre avdelinger eller deler av en produktutviklingsprosess. Det hele handler altså om kunnskap og hvordan kunnskapen brukes. Å være flink til å bruke eksisterende kunnskap, generere ny kunnskap, ta vare på ny og gammel kunnskap og ikke minst dele kunnskapen som bedriften sitter på er viktige prinsipper for å lykkes.

Toyota arbeider kontinuerlig med å samle, spre og bruke taus og eksplisitt kunnskap ved å skape et læringsnettverk gjennom hele virksomheten fra produktutvikling til produksjon (Morgan & Liker 2006). Her spiller kulturen også en viktig rolle der menneskene må kjenne hverandre godt nok til å ønske å dele innsikten og kunnskapen de sitter på. Å kunne dele kunnskap mellom utviklingsprosjekter og avdelinger gjør også man slipper å finne opp hjulet på nytt for hvert nytt prosjekt som påbegynnes. Å reflektere over tidligere prosjekter og lære av erfaringene for å kunne forbedre nye prosjekter er derfor en viktig egenskap for en bedrift som jobber med Lean. All ny erfaring er kunnskap. Dette gjelder også testfeil, produktfeil og prosessfeil så vel som tester, produkter og prosesser som fungerer som de skal. Forståelse for hvorfor noe går galt er også viktig kunnskap som bør formidles. Når det derimot trengs ny innsikt og kunnskap er det viktig å tilegne seg denne kunnskapen. Ny kunnskap kan tilegnes gjennom blant annet fysisk testing eller ved å innhente informasjon utenfor bedriften fra for eksempel eksperter.

Et viktig prinsipp i Lean er som nevnt å ikke bruke unødvendig med resurser. Det er derfor viktig å vurdere eksisterende kunnskap i bedriften før ny kunnskap innhentes. For å ha mulighet til dette må eksisterende kunnskap dokumenteres og deles på en systematisk måte så de som trenger informasjonen kan finne denne når de har behov for den. Kunnskapen bør dokumenteres underveis i prosjekter og ikke kun på slutten. Relevant informasjon og kunnskap bør være tilgjengelig og formulert på en måte som gjør det enkelt for andre å forstå.

Når produkter utvikles er det i begynnelsen av prosjektet det er størst usikkerhet om resultatet, størst mulighet for å påvirke resultatene og minst kunnskap og innsikt i problemet som skal løses. Problemet med dette er at man kan risikere at mange avgjørelser tas uten god nok informasjon om hvilke følger avgjørelsene har for den videre utviklingen og den resulterende løsningen. Det er derfor viktig å innhente nok informasjon i starten av prosjektene for å kunne ta avgjørelser basert på forståelse for konsekvensene dette har for andre funksjoner eller for andre avdelinger som jobber med utviklingen av produktet. Å utsette store avgjørelser til nok informasjon er innhentet vil føre til færre feil og endringer i senere stadier av prosjektet. Å utsette avgjørelser innebærer blant annet å utvikle flere konsepter samtidig fremfor å velge ett konsept tidlig. Når nok informasjon er innhentet kan en god avgjørelse om hvilket konsept som er det beste tas. Det er viktig å være klar over at den beste løsningen for alle parter/avdelinger av utviklingen, og bedriften som helhet, ikke nødvendigvis er det konseptet designavdelingen eller produksjonsavdelingen mente var best helt i begynnelsen. Det handler om å finne løsningen som passer best totalt sett.

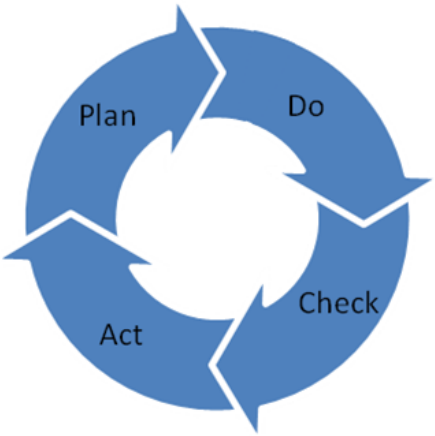
2.2.3 Kontinuerlig forbedring

Kontinuerlig forbedring handler om den evige streben etter perfeksjon. Det holder ikke å innføre enkelte forbedringstiltak og være fornøyd med det. Det handler om hele tiden å henge med i konkurransen gjennom kontinuerlige forbedringstiltak. Dette innebærer å hele tiden evaluere og reflektere over produkter og arbeidet som gjøres for å finne muligheter for forbedringer i et langsiktig perspektiv. I Lean handler kontinuerlig forbedring om et fokus på verdiskapende prosesser gjennom eliminering av prosesser som krever ressurser uten å skape verdi for kunden. Det er her viktig at hva som er verdiskapende prosesser, er tydelig definert. For å kunne forbedre en produktutviklingsprosess er det et viktig utgangspunkt å forstå produktutvikling som en prosess. På samme måte er utgangspunktet for å eliminere sløsing å forstå hva sløsing i en produktutviklingsprosess er.

Figur 2.3 Problemer er gull verdt. Illustrasjonen er hentet fra (Lean Pathways 2011)

Lean PU ser på problemer som muligheter, ikke bare for å forbedre produkter, men også for å forbedre bedriftens produktutviklingsevne (Morgan & Liker 2006). Alle problemer eller utfordringer blir sett på som en mulighet for å lære, vokse og forbedre prestasjonene. For å kunne løse et problem er det viktig å finne den grunnleggende årsaken til problemet. Å løse et lite problem skaper gjerne en serie nye problemer om man ikke finner den underliggende årsaken til problemet og løser denne. En teknikk som benyttes i Toyota med det formål å finne denne grunnlegende årsaken eller rotårsaken er å spørre hvorfor fem ganger (5 Whys).

For å kunne kontinuerlig forbedre seg kreves det systemer for å fange opp og gjennomføre forbedringstiltak. Det er viktig at alle i bedriften føler et felles ansvar for å finne forbedringspotensial og gjennomføre eventuelle endringer. Dette er forankret i en Lean kultur. Å dele og lagre erfaringer fra prosjekter for å kunne forbedre prosessene til senere prosjekter er i tillegg viktig for å ta vare på ny kunnskap. Å kunne forbedre en prosess krever refleksjon over tidligere prosesser. Det vil ikke være mulig å vite hva som kan forbedres uten å forstå hvorfor.



Figur 2.4 Kontinuerlig Forbedring, PDCA syklus (Deming Cycle)

2.2.4 Stabilisering

Stabilisering av produktutviklingen handler om å skape en jevn og (relativt) forutsigbar flyt i produktutviklingsprosessen. For å skape effektivitet i produktutvikling må produktutviklingsprosessene støttes gjennom å stabilisere og strømlinjeforme utviklingsprosessene (Schipper & Mark 2010). Dette innebærer å eliminere sløsing som hindrer en effektiv jevn prosess.

Et produktutviklingsprosjekt består av mange oppgaver som naturlig vil variere i fra prosjekt til prosjekt. Det er vanskelig å kunne forutse resultatet av et produktutviklingsprosjekt. For å stabilisere produktutviklingsprosesser gjelder det å skape et solid, fleksibelt fundament i organisasjonen som vil tåle endringene som naturlig oppstår i utviklingsprosjekter. Ny teknologi som tas i bruk bør tilpasses de ansatte og ikke motsatt. Strategier og porteføljen må vurderes og defineres. Prosjekter og oppgaver bør være definert og prioritert så alle vet hvilke prosjekter og oppgaver som er de viktigste. Planlegging av aktiviteter bør legges til et laveste mulig organisatorisk nivå for å skape engasjement og klare ansvarsområder.

Stabilisering gjelder også ressursbruk og hvordan sørge for at alle deler av et produktutviklingsprosjekt har de ressursene som trengs til en hver tid. Resursstyring bør håndteres systematisk. Funksjonelle områder eller avdelinger bør brytes ned til behov hos det enkelte produktutviklingsteam for deretter å kunne levere de ressursene som trengs til det enkelte prosjektteam. For å kunne overholde frister som settes er det viktig å kunne sette inn de ressursene som er nødvendig for at oppgavene som utføres blir ferdig i tide. Å overholde frister er veldig viktig da andre arbeidsoppgaver avhenger av at ting er ferdig når de skal. Produktutvikling består av flere parallelle oppgaver som er avhengig av informasjon fra hverandre gjennom hele utviklingsprosjektet. Å måtte vente på informasjon fra andre avdelinger som ikke er ferdig i tide er unødvendig sløsing med tid. En bedrift bør derfor ha fleksible ressurser som kan flyttes fra prosjekt til prosjekt når det trengs.

Sentrale personer i produktutvikling bør til en hver tid ikke være formelt involvert i mer enn to prosjekter samtidig. Å ha ansvar for mange prosjekter samtidig skaper ikke stabilitet da en person ikke han ha kontroll på hva som foregår i et stort antall prosjekter samtidig. Å kun ha ansvar for to prosjekter gjør at det er mulig å konsertere seg om utviklingen.

Stabilisering av prosessene innebærer også stabile forhold til underleverandører. Noen få leverandører bør velges som strategiske partnere basert på deres kompetanse, kapasitet og pålitelighet for utvikling av viktige komponenter. Å måtte forholde seg til flere og stadig nye underleverandører fører til mer variasjon og derfor mindre stabilitet.

2.2.5 Standardisering

Standardisering handler om å redusere variasjon og skape forutsigbarhet i produktutviklingsprosessene. I produksjon er det lett å forstå hvordan standardiserte prosesser kan skape effektivitet. For produktutvikling, som baserer seg på å skape nye ideer og løsninger, kan det føles som om standardisering vil hindre den kreative og skapende delen av produktutviklingsprosessen. Et sterkt fokus på struktur og dokumentasjon vil kunne hindre kreativiteten, men uorden og forvirring kan også ha negativ effekt på kreativiteten. Selv om produktutvikling handler om kreativitet og innovasjon kan også elementer av produktutvikling med fordel standardiseres. For de fleste vil et fornuftig rammeverk og tilrettelegging for teamarbeid øke motivasjon og derfor også kreativiteten (Sehested & Sonnenberg 2011). Standardisering vil kunne gi fordeler som økt fleksibilitet, hurtighet og økt kvalitet gjennom økt presisjon og pålitelighet. Alt dette vil skape forutsigbarhet og minske variasjon.

Forutsigbarheten i PU prosjekter er mye mindre enn i en produksjonsprosess. En produksjonsprosess kan times ned til sekunder. Dette er ikke tilfellet for en PU-prosess da hvor lang tid, hvor mye ressurser som trengs og hvilken løsning man vil ende opp med er mye mer usikkert når prosjektet skal planlegges. Gjennom å standardisere standardiserbare arbeidsoppgaver som gjentas i de fleste utviklingsprosjektene, uten at dette går på bekostning av kreativiteten, vil det kunne minske variasjonen mellom prosjektene og dermed øke forutsigbarheten.

(Morgan & Liker 2006) beskriver tre former for standardisering: designstandardisering, prosesstandardisering og ferdighetsstabilisering hos ingeniører. Designstandardisering vil si standardisering av produkt- eller komponentdesign i tillegg til å utvikle arkitektur og produktplattformer som gjør det mulig med gjenbruk av komponenter og design i flere modeller. Standardisering av designstrategier kan brukes som et hjelpemiddel for å skape produkter av høy kvalitet og verdi for kunden.

Standardisering av prosesser vil si å standardisere arbeidsinstruksjoner og sekvenser av arbeidsoppgaver i utviklingsprosessen. Dette innebærer også nedstrømsfunksjoner som tester og produserer produktene. Dette gjør enkle og repetitive oppgaver mer effektive noe som frigjør tid til andre oppgaver. Resultatet blir også mer pålitelig noe som minker variasjonen og øker kvaliteten.

Ferdighetsstandardisering vil si å standardisere ferdighetene og ferdighetsnivået på tvers av team gjennom å utvikle ferdighetene og kompetansen til de ansatte. Et standardisert ferdighetsnivå gir grunnlag for faglig tillit og man kan føle seg trygg på å delegere ansvar fordi alle har det samme grunnlaget med ferdigheter. Å gi de ansatte opplæring på tvers av fagdisipliner vil gi forståelse for alle sider av produktets livsløp, men også fleksibilitet i resursforvaltningen. De ansatte får mulighet til å prøve ulike roller i bedriften for å få kunnskap om alle funksjonene i bedriften og hvilken påvirkning de har på det resulterende produktet. Det vil kunne lette samarbeidet mellom fagdisipliner og skape en felles forståelse

for de ulike fasene av et produkts livsløp. De ansatte får også et standard ferdighetsgrunnlag for å redusere variasjon i de ansattes ferdigheter innenfor hvert funksjonsområde.

2.2.6 Kultur

Det generelle kulturbegrepet omfatter tanke-, kommunikasjon- og adferdsmønstre (Store Norske Leksikon 2012). Kultur i en Lean eller bedriftssammenheng kan beskrives som normer eller regler som alle i bedriften lever etter. En felles tankegang som er underforstått og som skaper forståelse mellom de ansatte.

Mye av nøkkelen for at LPU skal fungere i praksis er felles kultur og tankegang blant alle de ansatte. En felles kultur i bedriften er viktig av flere årsaker. For at prinsippene om Lean skal fungere optimalt i bedriften må alle ha felles leveregler eller normer, alle må dra i samme retning. Utvikling er hele bedriftens ansvar og ikke kun utviklingsavdelingens (Sehested & Sonnenberg 2011), alle må derfor kunne forbedre eller komme med innspill som forbedrer prosesser eller øker kundeverdien til produktene bedriften produserer. Kommunikasjon og tverrfaglig samarbeid er derfor viktig. For å kunne kontinuerlig forbedre alle deler av produktutviklingsprosessen må alle føle et felles ansvar for å komme med forslag til forbedringer og gjennomføre forbedringstiltak som blir iverksatt. For å kunne forbedre prosesser må alle respektere hverandre og alles meninger og synspunkter må bli hørt og vurdert. Bruk av enkel og visuell kommunikasjon er en effektiv metode for å dele informasjon. Et bilde sier mer enn tusen ord og når det er snakk om å dele informasjon raskt er det viktig at den er enkel å forstå.

Lean kultur medfører en lederstil som bygger på verdier som tillit og inkludering der ansvar delegeres til områdene som ligger nærmest det aktuelle problemet. Ved å utvikle menneskers kunnskapsnivå og ferdigheter kan man føle seg trygg på å gi ansvar til de som er nærmest problemet. Som en erfaren produktutvikler er det lederens oppgave å dele sin kunnskap med utviklingsteamet fremfor å kommandere og lete etter feil.

I produktutvikling er kreativitet en viktig ingrediens, en kultur basert på nysgjerrighet, åpenhet for nye idéer, kreativitet og hvor det å prøve og feile er akseptert som en naturlig del av prosessen gir trygghet til å skape produkter. Når feil oppstår må den ansvarlige ta ansvar og unngå å legge skyld på andre. For bedriften er det viktig å reflektere og lære av feilene når de oppstår. Alle kan begå feil, men det er viktig å lære av feilene for å kunne forbedre seg.

Å innføre eller skape en bedrifts kultur handler om å skape et felleskap og er noe som tar tid. En Lean kultur er derfor ikke noe som innføres over natta, men som krever innsats og arbeid fra dag en og hver dag etter den første. Lean er som nevnt ikke noe en bedrift er men en kontinuerlig reise mot perfeksjon. Det er alltid noe som kan forbedres enten det er snakk om produkter eller prosesser.

2.3 Statistikk og statistiske metoder

Undersøkelsen som er gjennomført er en kvantitativ undersøkelse med data som egner seg for statistiske beregninger. Som en del av oppgaven er ulike analysemetoder for å analysere dataene vurdert. Det er flere muligheter for analyse av disse dataene og det vil i dette delkapittelet bli gitt en gjennomgang av noe teori om metodene som er benyttet for analyse i denne oppgaven.

2.3.1 Likert-skala

De fleste av spørsmålene i spørreundersøkelsen er formulert som påstander der respondenten blir gitt 5 alternativer med varierende grad av enighet fra helt uenig til veldig enig. Dette kalles gjerne Likert-skala og er en utbredt metode for å måle holdninger, meninger (Gob, McCollin & Ramalhoto 2007). Skalaen har i dette tilfellet fem alternativer, men antallet kan variere. Alternativene bør være symmetrisk der det midterste alternativet er et likegyldig eller nøytralt alternativ. Enkelte velger å ha et partall med alternativer for å tvinge frem et valg.

Likert-skalaen ble utviklet av R Likert for å undersøke holdninger (Wikipedia). Han utviklet skalaen fordi han ønsket å kunne måle holdninger eller meninger på samme måte som man kan måle meter eller grader Celsius.

En undersøkelse består gjerne av flere spørsmål eller påstander som omhandler samme tema. Samlingen påstander er en ”Likert-skala”, mens de enkelte påstandene kalles ”Likert-type items”. Skalaen er opprinnelig ment for å analysere Likert-skalaen som helhet (Clason & Dormody 1994) ved å summere resultatene fra de individuelle påstandene.

2.3.2 Målenivå

Data eller variabler som er innhentet fra blant annet spørreundersøkelser eller survey kan deles inn i fire målenivå etter hvilken type data de inneholder (Clausen 2009). Disse fire målenivåene er som følger:

1. *Nominalskala*: Spørsmål/observasjoner med et gitt antall svaralternativer som ikke er rangert i forhold til hverandre og der det kun er ett alternativ som passer for den enkelte gir variabler på nominalskalaen. Noen eksempler er postnummer, språk eller religion der det kun er ett alternativ som er riktig for den enkelte, men alternativene vil ikke rangeres forhold til hverandre. Ingen alternativ anses som bedre enn de andre.
2. *Ordinalskala*. Spørsmål/observasjoner med et gitt antall svaralternativer der svaralternativene kan rangeres i forhold til hverandre, men der avstanden mellom alternativene er ikke definert. Eksempler på dette er alternativer med grad av enighet (Likert-skala). For alternativene helt uenig – uenig – verken uenig eller enig – enig – helt enig trenger ikke nødvendigvis avstanden mellom alternativene helt enig og enig være like stor som avstanden mellom verken enig eller uenig og enig.
3. *Intervallskala*. Spørsmål/observasjoner der avstanden mellom alternativene/målingene er gitt, men der skalaen ikke har et definert nullpunkt. Grader Celsius er et eksempel på en slik observasjon der avstanden mellom målingene er gitt, men en mål på 4° betyr ikke at det er dobbelt så varmt som noe som er 2°.
4. *Forholdstallsskala* eller Ratio-skala: Denne skalaen er som intervallskalaen, men har et definert nullpunkt. Fordi skalaen har et definert nullpunkt kan størrelsen av verdiene sammenlignes forholdsvis. For eksempel lengde, høyde eller vekt.

Hvilket målenivå variablene har legger føringer for hvordan dataene kan analyseres. Spørsmålene kan i teorien måles på enten nominalnivå, ordinalnivå, intervallnivå eller forholdstallnivå der forholdstallnivå er det høyeste og nominalnivå er det laveste.

Variabler kan også være enten kontinuerlige eller diskret. Kontinuerlige variabler kan ha alle mulige verdier innenfor et gitt intervall. Variabler som kun kan oppnå gitte verdier er diskrete variabler. Nominalskalaen og ordinalskalaen består av diskrete variabler, mens intervallskalaen og forholdstallsskalaen kan bestå av kontinuerlige variabler.

2.3.3 Reliabilitetsanalyse

Med en reliabilitetsanalyse ønsker vi å undersøke om vi faktisk kan måle det vi ønsker å måle (kategoriene) med de variablene (spørsmålene), som er valgt. En reliabilitetsanalyse kan ikke si noe om gyldigheten av det som undersøkes kun om variablene kan synes å måle det samme. Altså at variablene varierer likt. Det finnes flere typer reliabilitetsanalyse, men Cronbachs alfa (α) er den vanligste (Darren & Mallery 2009).

Cronbachs alfa er et mål på intern overensstemmelse mellom variabler. Cronbachs alfa gir et mål på hvor godt variablene, som er ment å måle den samme kategorien eller faktoren, faktisk måler det samme. Cronbachs alfa varierer vanligvis mellom 0 og 1 der en verdi nærmere 1 indikerer en større intern overensstemmelse mellom variablene. Formelen for Cronbachs alfa er:

$$\alpha = \frac{kr}{1 + (k-1)r}$$

Der k er antall variabler og r er den gjennomsnittelige korrelasjonen mellom par av variabler. Verdien av α vil øke hvis antallet elementer øker eller hvis korrelasjonen mellom elementene er høy. Fordi verdien av α varierer med antallet elementer er det ikke en gitt akseptert verdi for α. I følge (Darren & Mallery 2009) kan følgende skala brukes som en tommelfingerregel:

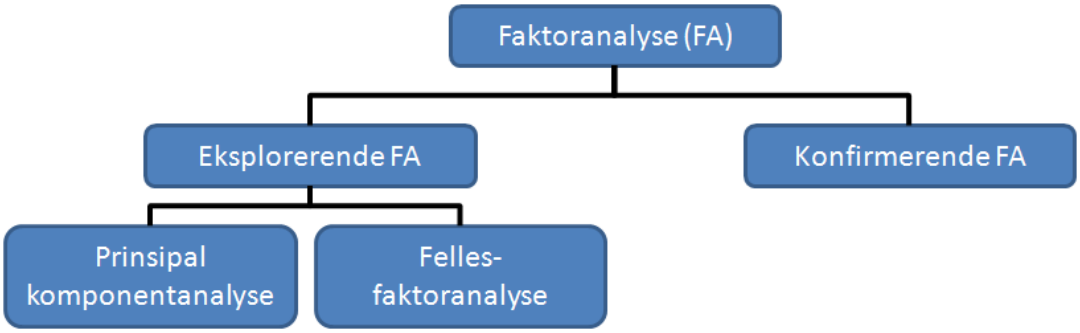
α ≥ 0,9 – Utmerket
α ≥ 0,8 – God
α ≥ 0,7 – Akseptabel
α ≥ 0,6 – Tvilsom
α ≥ 0,5 – Dårlig
α < 0,5 – Uakseptabel

Verdien av α bør som en tommelfingerregel altså være høyere enn 0,7, men hva som er en akseptert verdi avhenger av antallet variabler og hva resultatene skal brukes til.

2.3.4 Multivariate metoder

Multivariate metoder brukes for å analysere sammenhengen mellom mer enn to variabler samtidig. Det finnes flere ulike typer mulivariate metoder. Som for univariate og bivariate analysemetoder avhenger valg av metode for mulitivariate metoder også av variablenes målenivå. Det har vært uenighet om hvilke målenivå som kan benyttes i enkelte multivariate metoder og da særlig når man benytter ordinalskalaen. Det er i dag ikke uvanlig å bruke flere av de multivariate metodene også på ordinalskalaen selv om flere av metodene egentlig er beregnet på metriske og kontinuerlige variabler (Clausen 2009).

I denne oppgaven benyttes faktoranalyse, nærmere bestemt konfirmerende faktoranalyse (Confirmatory factor analysis, CFA). Faktoranalyse deles inn i to hovedkategorier, eksplorerende eller utforskende faktoranalyse (Exploratory factor analysis, EFA) og konfirmerende eller bekreftende faktoranalyse (Cramer 2003). Figur 2.5 viser en oversikt over de ulike typene faktoranalyse som kan benyttes.



Figur 2.5 Oversikt over faktoranalyse. (Basert på figur 3.1 i (Clausen 2009))

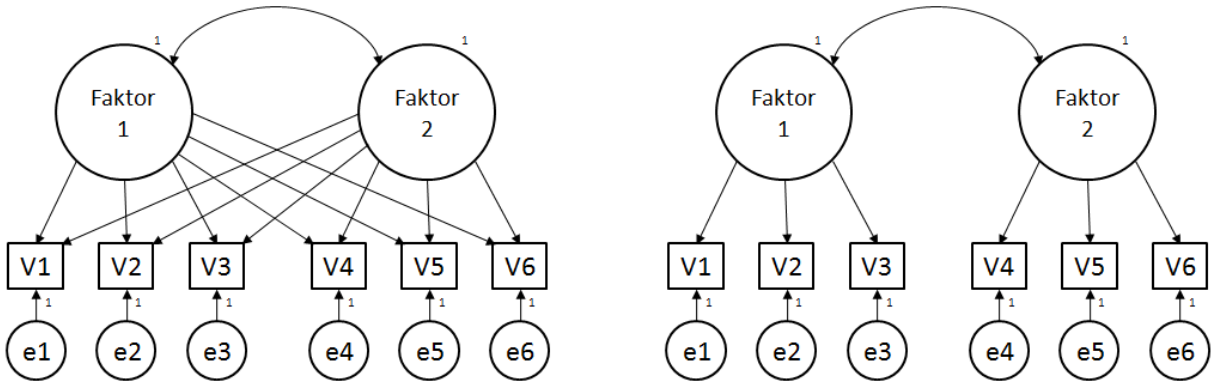
EFA benyttes når man ønsker å utforske sammenhengen mellom variablene. Metodene under eksplorerende faktoranalyse benyttes for å redusere antallet variable til mer fundamentale variable som kalles faktorer eller komponenter (Clausen 2009). Man ønsker med en slik faktoranalyse å finne grunnleggende variabler som kan beskrive samvariasjon mellom variablene man undersøker. En EFA kan beskrives som en induktiv eller hypotesegenererende metode.

CFA er en del av det som kalles strukturelle ligningsmodeller (Structural equation modeling, SEM). Ved en CFA ønsker man å teste eller bekrefte om en modell er egnet for å beskrive variablene som er målt og beskrives derfor som en deduktiv eller hypotesetestende metode.

Modellen som testes konstrueres gjerne av hypoteser som baserer seg på teori som prøver å forklare sammenhengen mellom variablene eller faktorene. Med en CFA kan man teste hvor godt denne modellen stemmer med data som er samlet inn. Dette for å teste hvor godt modellen, eller hypotesene, kan forklare dataene (Clausen 2009).

To viktige begreper (i SME) er manifeste og latente variabler. Manifeste variabler er observerte variabler. Latente variabler er uobserverte variabler som konstrueres av manifeste variabler. De latente variablene kalles ofte faktorer. Eksempler slike faktorer er personlighet eller intelligens. Variablene til sammen utgjør en målemodell.

I målemodellen fremstilles manifeste variabler eller indikatorer som rektangler eller kvadrater. Latente variabler eller faktorer fremstilles som ellipser eller sirkler. Figur 2.6 viser to faktoranalysemodeller. Modellen til venstre illustrerer en EFA-modell og modellen til høyre illustrerer en CFA-modell. Begge modellene består av seks manifeste variabler og to latente variabler. EFA-modellen kjennetegnes ved at alle de manifeste variablene lader på alle faktorene. I CFA-modellen lader variablene kun på en faktor. Variablene V1-V3 representerer faktor 1 og variablene V4-V6 representerer faktor 2. Faktorene i disse modellene anses å være korrelert noe som indikeres med en buet linje med to pilhoder mellom de to faktorene. Figuren inneholder også seks uobserverte feiltermer (e1-e6). Feiltermene representerer tilfeldige feil og variasjon som kommer av andre variabler enn den latente. Pilene fra de latente variablene til de manifeste variablene indikerer en årsakseffekt. Estimatene som representerer disse effektene kalles faktorladninger. Om hver indikator kun lader på en faktor tolkes faktorladningene som korrelasjoner.



Figur 2.6 Modellen til venstre viser en EFA-modell og modellen til høyre viser en CFA-modell. I begge modellene er faktorene korrelert. Figuren er hentet fra (Clausen 2009)

I CFA-modellen spesifiseres et visst antall frie parametere. Analysen estimerer hvor godt modellen er i overensstemmelse med dataene. Som et prinsipp ønsker man å finne den enkleste modellen som kan forklare variasjonen i dataene, men også alternative modeller kan vise seg å være en god modell. Om man tester en modell som viser seg ikke å være en god tilpasning til dataene kan man om ønskelig spesifisere en ny modell.

Den enklest mulige modell er en modell der alle målte variabler er ukorrelert og kalles uavhengighetsmodellen. Den kan benyttes som sammenligningsgrunnlag for å evaluere andre modeller. Eventuelt kan også en énfaktormodell benyttes for en slik sammenligning.

CFA-analysen gir estimater for alle parameterne i modellen: ladningen mellom variablene, feiltermene og korrelasjonene. Analysen gjøres vanligvis som en sannsynlighetsmaksimering. Dette innebærer en iterasjonsprosess som finner de parameterestimatene som reproduserer en datastruktur (kovariansmatrise) som er mest mulig lik den som genereres av de observerte dataene.

Det finnes flere indekser for modelltilpasning som indikerer hvor godt modellen stemmer overens med de observerte dataene. Kji-kvadrat (χ^2) er en signifikanstest som tester forskjellen mellom observerte og konstruerte kovariansmatriser. Man ønsker ikke en signifikant test fordi man ønsker en modell som gir best mulig overensstemmelse mellom den konstruerte (estimerte) og den observerte matrisen. Testen er svært sensitiv for store og små utvalg og et anbefalt utvalg er på mellom 100 og 200. Relativ kji-kvadrat beregnes ved å dividere χ^2 med antall frihetsgrader. Andre indekser er CFI (comparative fit index), NFI (normed fit index), GFI (goodness of fit index) og RMSEA (root mean square error of approximation). Dette er kun noen av de vanligste indeksene, men det finnes flere indekser for modelltilpasning.

Tabell 2.1 Indekser for modelltilpassning

Indikator	Ønsket verdi
Kji-kvadrat (χ^2)	Ønsker lave χ^2 verdier og p-verdier over 0,05.
p-verdi	Over 0,05
Relativ Kji-kvadrat	Bør ikke overskride 3
CFI	Varierer mellom 0 og 1. Bør være større enn 0,9
GFI	Varierer mellom 0 og 1. Bør være større enn 0,9
NFI	Bør være større enn 0,9
RMSEA	Ønsker verdier under 0,05, men verdier under 0,08 vil være en relativ god tilpassning

3 Metode

3.1 Spørreundersøkelsen

Selve spørreundersøkelsen som er benyttet i undersøkelsen er utformet som en ”selvangivelse” eller survey der respondentene fra bedriften kan vurdere hvor de står i forhold til utsagn/påstander innenfor LPU praksis. Påstandene er delt inn i 8 kategorier.

Totalt består undersøkelsen av til sammen 88 spørsmål og påstander. De seks første spørsmålene er innledende spørsmål som omfatter bakgrunnsspørsmål om den enkelte respondenten og bedriftens produktutviklingsavdeling. De resterende 82 spørsmålene er fordelt på sju hovedkategorier. De sju hovedkategoriene er Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering, Standardisering, Kultur og Prestasjoner i produktutvikling (Prestasjoner i PU). De seks første kategoriene omhandler bedriftens praksis i forhold til beste Lean produktutviklingspraksis. Den siste kategorien omhandler bedriftens prestasjoner i forhold til produktutvikling. Tabell 3.1 viser en liste over alle kategoriene og hvilke spørsmål eller påstander som inngår i hver enkelt kategori. Alle spørsmålene og påstandene med tilhørende svaralternativer som de er gitt i undersøkelsen kan finnes i Vedlegg A. I undersøkelsen er spørsmålene og svaralternativene gitt på både norsk og engelsk.

Tabell 3.1 Tabell over kategorier og hvilke spørsmål/påstander som inngår i hver kategori

Kategori	Spørsmål i kategorien	Antall spørsmål
Innledende spørsmål	1-6	6
Kundeverdi	7-18	12
Kunnskap	19-31	13
Kontinuerlig forbedring	32-43	12
Stabilisering	44-55	12
Standardisering	56-67	12
Kultur	68-79	12
Prestasjoner i PU	80-88	9
Totalt		88

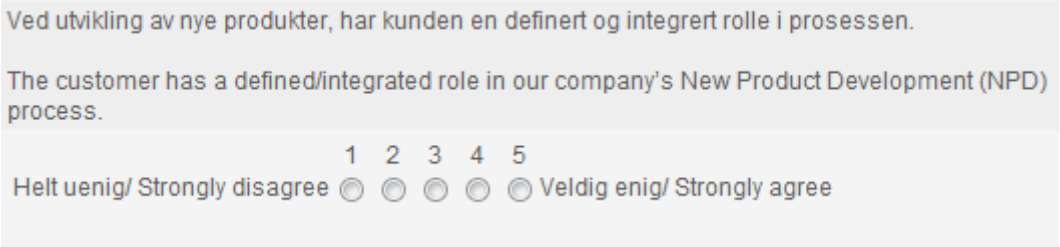
Innledende spørsmål

De innledende bakgrunnsspørsmålene omhandler alder, kjønn, rolle i bedriften, involvering i produktutvikling og utdanning i tillegg til et spørsmål om antall ansatte i produktutvikling i bedriften. Spørsmålene har mellom to og ti svaralternativer der kun et alternativ er mulig for alle spørsmål bortsett fra spørsmålet om hvilken rolle respondenten har i bedriften, der det er mulig å velge flere alternativer.

Hovedkategoriene

I hovedkategoriene i undersøkelsen er spørsmålene formulert som påstander eller utsagn om bedriften, der respondenten kan velge svaralternativer med varierende grad av enighet for hvor godt påstanden beskriver bedriften. Svaralternativene er gitt på en skala fra 1-5 (Likert-skala). Kun alternativ 1 og 5 har en beskrivende tekst forbundet med alternativet, henholdsvis helt uenig og veldig enig. De resterende alternativene er nummerert fra 2 til 4.

Figur 3.1 viser et eksempel fra kategorien Kundeverdi på hvordan påstandene og alternativene ble presentert for respondenten som svarte på undersøkelsen.



Figur 3.1 Eksempel fra undersøkelsen på hvordan påstandene og alternativene presenteres for respondenten

Enkelte av spørsmålene hadde, i tillegg til svaralternativene fra 1-5, også et sjette svaralternativ som kunne velges. Det sjette alternativet var enten ”irrelevant” (spørsmål 36, 80 og 87) eller ”vet ikke” (spørsmål 84 og 85). Det sjette alternativet var inkludert for påstander som ikke trenger være relevant for alle bedrifter eller påstander der respondenten ikke nødvendigvis vet hvilket alternativ som vil beskrive bedriften.

For alle påstander bortsett fra påstanden i spørsmål 81 er det negativ/dårlig LPU-praksis i bedriften om alternativ 1 velges og positiv/bra LPU-praksis om alternativ 5 velges. På grunn av formuleringen i påstanden i spørsmål 81 vil det for dette spørsmålet være positiv/bra praksis i bedriften om respondenten har valgt alternativ 1 og negativ/dårlig praksis i bedriften om respondenten har valgt alternativ 5.

Spørsmål 52 er det eneste spørsmålet i hovedkategoriene som ikke er formulert som en påstand der svaralternativene er gitt på en skala med varierende grad av enighet. Spørsmål 52 er et flervalgsspørsmål som ber respondentene velge de to av alternativene, av de fem alternativene som gis, som er de viktigste årsakene til at de ansatte i bedriften kan jobbe uforstyrret. Spørsmål 52 inngår i kategorien Stabilisering.

3.2 Datainnsamlingen

Datainnsamlingen besto i å identifisere egnede bedrifter for undersøkelsen, kontakte bedriftene for å spørre om de kunne delta og deretter sende ut spørreundersøkelsen til de bedriftene som sa ja til å delta. Før arbeidet med denne masteroppgaven var det allerede innhentet data fra 25 bedrifter. Disse bedriftene er inkludert i datagrunnlaget, men beskrivelsen av datainnsamlingen som er gitt i dette delkapittelet omhandler kun arbeidet som ble gjort etter at denne masteroppgaven ble påbegynt.

3.2.1 Identifisering av egnede bedrifter

Kriterier

Egnede bedrifter for undersøkelsen var gitt etter følgende kriterier:

- Minimum 50 ansatte per satellitt[1]
- Flere satellitter i en bedrift kan inkluderes i undersøkelsen
- Egen produktutviklings- eller ingeniørfunksjon i organisasjonskartet
- Leverer fysiske produkter
- Konstruerte/bearbeidede produkter som er kundespesifikke.

[1] Satellitt: Avdeling/underavdeling av større bedrift eller konsern

- Leverer til sluttbruker, kjøpsrepresentant, OEM eller systemintegrator
- Gjennomsnittlig verdiøkning på produktet på minimum 30%.

Enkelte av kriteriene viste seg vanskelig å finne informasjon om, så bedriftene som ble identifisert oppfylte ikke nødvendigvis alle kriteriene like godt.

Det var for enkelte bedrifter vanskelig å finne informasjon om hvor mange ansatte de var og også om de ansatte var spredt på flere kontorer/satellitter på forskjellige steder. Det viste seg også å være vanskelig å finne tilstrekkelig mange bedrifter med minimum 50 ansatte. På grunn av dette ble også bedrifter med under 50 ansatte eller bedrifter med satellitter med mindre enn 50 ansatte forespurt.

Informasjon om en bedrift har egen utviklingsavdeling eller ikke var heller ikke like tydelig informert om på den enkelte bedrifts hjemmeside. Enkelte av bedriftene som ble kontaktet viste seg å ikke ha egen utviklingsavdeling. Disse ble ikke forespurt om å delta i undersøkelsen.

Kravet om en gjennomsnittlig verdiøkning på minimum 30% gjennom bearbeidingen av produktene ble ikke undersøkt fordi det ikke ble funnet informasjon om dette for produktene som bedriftene produserer. Det ble derfor antatt at en gjennomsnittlig verdiøkning på minimum 30% er krav de aller fleste ville overholde.

Identifisering
For å identifisere egnede bedriftene ble følgende metoder brukt:

- Søk på nett:
    - Google - www.google.no
        - Med et eller flere av følgende søkeord:
            - bedrift/-er
            - industri
            - Innovasjon
            - innovasjonsbedrift
            - norsk/-e
            - produksjon
            - produksjonsbedrifter
            - produktutvikling
            - utvikling
            - vareproduserende
    - Norsk industri sine nettsider - www.norskindustri.no
        - lister over medlemmer i bransjene:
            - Elektro og Energi
            - Møbel+interiør
            - Olje & Gass
            - Teknobedriftene
            - Teko
    - Norges Største Bedrifter - www.norgesstorstebedrifter.no
        - Liste over bedrifter i bransjene:
            - Elektrisk utstyr (produksjon) 2011
            - Elektroniske og optiske produkter (produksjon) 2011

        - Forskning og utvikling 2011
        - Gummi-, plast- og annen ikke-metallholdig produksjon 2011
        - Klær- og tekstilproduksjon 2011
        - Maskin- og utstyrsproduksjon 2011
        - Mat- og drikkeproduksjon 2011
        - Metallvareproduksjon 2011
        - Møbelproduksjon 2011
        - Papp- og papirproduksjon 2011
        - Transportmiddelproduksjon 2011
    - Lenker til samarbeidspartnere eller andre bedrifter på hjemmesiden til enkelte av bedriftene
    - Finn.no - www.finn.no/jobb: bedrifter med jobbannonser om produktutvikling
- Industriselskaper med omsetning over 100 Mill. kr fra Ravn database. - www.ravninfo.com
- Fra egen kjennskap til enkelte bedrifter
- Forslag fra bekjente

Kun norske bedrifter eller bedrifter med avdeling i Norge ble undersøkt. Bedrifter fra hele landet ble undersøkt.

Brønnøysundregisteret ble også forespurt, men de hadde ikke informasjon i sin database til å sortere bedrifter etter kriteriene for egnede bedrifter. Kriteriet om egen produktutviklingsavdeling var blant annet ikke registrert i databasen og dette er et avgjørende kriterium for om bedriften er egnet eller ikke.

For å undersøke om bedriften oppfylte kriteriene for undersøkelsen ble hjemmesiden til bedriften besøkt. Også nettsidene purehelp.no, og www.proff.no ble benyttet for å undersøke hvor mange ansatte det var i bedrift, men enkelte av tallene fra disse nettsidene viste seg ikke å være oppdaterte.

Hjemmesidene til de enkelte bedriftene var av varierende kvalitet og informasjonen om hvorvidt de oppfylte kravene eller ikke var ikke alltid tilstede, vanskelig å finne eller, i noen tilfeller, uriktig.

Mange av bedriftene som ble undersøkt i løpet av identifiseringsarbeidet viste seg å ikke være egnet for spørreundersøkelsen.

Arbeidet med å identifisere bedrifter resulterte i en liste over bedrifter som kunne være relevante for undersøkelsen. Bedrifter som allerede var forespurt om å delta i undersøkelsen, før arbeidet med denne masteroppgaven ble påbegynt, ble også inkludert i lista. Disse bedriftene var bedrifter som enten hadde svart på undersøkelsen, eller forespurt og takket nei til deltagelse, og ble derfor ikke kontaktet igjen.

3.2.2 Innhenting av respondenter

Bedriftene ble forsøkt kontaktet på telefon og forespurt om å delta i undersøkelsen. Stort sett ved å ringe sentralbordet for så å bli videresendt til en person i bedriften som har ansvar for produktutvikling eller daglig ledelse. I enkelte tilfeller ble personen med ansvar for produktutvikling ringt direkte hvis det var oppgitt et direktenummer på hjemmesiden til bedriften. Enkelte av bedriftene som ble kontaktet viste seg å ikke være aktuelle likevel.

Noen av grunnene til dette var blant annet at de ikke hadde utviklingsavdeling eller var veldig få ansatte.

De bedriftene som var aktuelle og som enten sa ja til å delta eller kunne vurdere å delta ble tilsendt en e-post med informasjon om forskningsprosjektet og spørreundersøkelsen.

Til enkelte bedrifter, der det ikke var mulig eller vanskelig å komme i kontakt med den riktige personen på telefon, ble det sendt en e-post med informasjon om undersøkelsen uten å ha snakket med dem på telefon på forhånd. I enkelte bedrifter ble e-posten med informasjon om undersøkelsen sendt til sentralbordet for deretter å bli videresendt til den i bedriften som kunne ta stilling til om de kunne delta eller ikke.

Informasjonen som ble sendt på e-post til bedriftene inneholdt en kort presentasjon av forskningsprosjektets og spørreundersøkelsens hensikt. I tillegg ble det gitt noe praktisk informasjon om blant annet undersøkelsens omfang, språk og hvordan undersøkelsen ville bli distribuert til de potensielle deltakerne fra bedriften. I e-posten ble det bedt om å få tilsendt e-postadressene til de i bedriften som hadde anledning til å delta i undersøkelsen.

E-posten med informasjon ble ved enkelte anledninger endret for å prøve og øke responsen fra bedriftene. I utgangspunktet ble det bedt om at 5-10 personer i bedriften deltok ved å svare på undersøkelsen. Fordi enkelte bedrifter ikke ønsket eller ikke hadde anledning til å stille med så mange deltakere ble antallet redusert, men ikke begrenset, til 3-5 personer per bedrift. Enkelte bedrifter kunne bare stille med en eller to deltakere. Disse bedriftene ble også tatt med.

Flere av bedriftene svarte ikke på den første e-posten som ble sendt. Til disse bedriftene ble det derfor sendt inntil tre påminnelser der det ble bedt om en tilbakemelding på om de kunne delta eller ikke.

3.2.3 Distribusjon av undersøkelsen

Selve spørreundersøkelsen var nettbasert og ble administrert gjennom det nettbaserte programmet Opinio. Opinio er utviklet av ObjectPlanet AS og er en nett-applikasjon som kan brukes for å opprette og administrere nettbaserte spørreundersøkelser (Object Planet AS). Gjennom Opinio var det mulig å distribuere og besvare spørreundersøkelsen via internett. For at respondentene skulle få tilgang til spørreundersøkelsen ble de tilsendt en invitasjon på e-post med en lenke til undersøkelsen. Det ble også automatisk sendt ut inntil to påminnelser om spørreundersøkelsen til de respondentene som ikke hadde påbegynt eller ikke fullført undersøkelsen. Påminnelsene ble sendt med 4-10 dagers mellomrom etter at den første invitasjonen var sendt. For invitasjonene som ble sendt ut midt i sommerferien ble det sendt en påminnelse når fellesferien var over.

Invitasjonene til spørreundersøkelsen ble sendt ut på e-post fortløpende etter at bedriftene ga tilbakemelding på om de kunne delta og hadde sendt inn e-postadressene til respondentene.

3.3 Analyse

Analysen av dataene ble utført etter at respondentene hadde besvart spørreundersøkelsen og alle dataene var samlet inn. I analysen er også dataene fra respondentene fra de bedriftene, som allerede hadde svart på undersøkelsen før arbeidet med denne masteroppgaven, tatt med.

3.3.1 Målenivå

Spørsmålene gitt i undersøkelsen har svaralternativ med ulikt målenivå. Tabell 3.2 viser en oversikt over hvilke målenivå som inngår for spørsmålene i undersøkelsen og hvilke spørsmål som har hvilket målenivå.

Tabell 3.2 Tabell over målenivå for spørsmålene

Målenivå	Spørsmål
Nominalskala	2
Ordinalskala	1, 4-51, 53-88
Flervalgsspørsmål (ingen målenivå)	3 og 52

Alle spørsmålene i undersøkelsen har et gitt antall svaralternativer, noe som gir diskrete variabler. For spørsmål 3 og 52, som er flervalgsspørsmål, er det mulig å velge flere svaralternativer. Disse spørsmålene inngår derfor ikke i noen av målenivåene fordi målenivåene krever at det kun er mulig å avgi et av alternativene. Spørsmål 1, 4 og 6 inngår i ordinalskalaen og ikke i intervall- eller forholdsskalaen fordi det ikke er mulig å oppgi eksakt antall år/ansatte men kun et intervall fordelt på at gitt antall alternativer.

3.3.2 Undersøkelsens spørsmål og påstander

Analysen av dataene er gjort i to nivå, på individuelt nivå og på bedriftsnivå. På individuelt nivå vil alle respondentene telle likt og ikke avhenge av hvilken bedrift de representerer eller om det er mange eller få respondenter fra den samme bedriften. For bedriftsnivået vil svarene til den enkelte respondenten representere bedriften respondenten jobber i. Svarene fra alle respondentene fra samme bedrift samles da til et felles svar eller estimat på bedriftens svar som helhet. Dette nivået er egnet for å sammenligne bedriftene.

Gjennomsnitt og standardavvik

For alle spørsmålene med svaralternativer med varierende grad av enighet på en skala fra 1-5 er det beregnet gjennomsnitt og standardavvik. Det er også gjort en t-test som sammenligner gjennomsnittsverdien for hvert enkelt spørsmål med verdien 3. Dette for å undersøke om gjennomsnittsverdien til hvert enkelt spørsmål kan sies å være forskjellig fra 3, altså om gjennomsnittsverdien er på den uenige siden av skalaen eller den enige siden av skalaen.

Fordi spørsmålene er delt inn i kategorier er det mulig å sortere spørsmålene etter kategori for så å kunne sammenligne kategoriene. På individuelt nivå er dette gjort ved å summere svarene til hver enkelt respondent i hver enkelt kategori. Denne summen representerer da en poengsum for den enkelte respondent i den enkelte kategori. Fordi kategoriene har et ulikt antall spørsmål og enkelte spørsmål i noen kategorier har et sjette alternativ (”irrelevant”/”vet ikke”), som er blankt, er poengsummen for hver respondent delt på antallet spørsmål respondenten har besvart i kategorien. Dette gir en gjennomsnittlig poengsum eller score for hver person i hver kategori. Denne gjennomsnittlige scoren for hver kategori utgjør en kategorivariabel eller kategoriscore. På denne måten kan alle svarene i en kategori reduseres til en variabel for kategorien. Dette gjør det mulig å sammenligne kategoriene med hverandre. Denne variabelen vil også være nærmere normalfordelt/kontinuerlig enn de individuelle svarene og det vil derfor være mer riktig å sammenligne gjennomsnittsverdiene og standardavvikene mellom disse kategoriscorene enn for de individuelle svarene.

For kategoriscoren på individuelt nivå er det også gjort en t-test for å undersøke hvilke gjennomsnittsverdier som er signifikant forskjellig fra 3. Dette igjen for å undersøke om den enkelte kategori kan sies å ligge på den uenige eller enige siden av skalaen.

Kategoriscoren er også beregnet på bedriftsnivå. Kategoriscoren for en enkelt bedrift er beregnet ved å ta gjennomsnittet av kategoriscoren for hver enkelt respondent fra bedriften. Dette gjør det mulig å sammenligne bedriftenes score i de ulike kategoriene.

Å sammenligne en kategoriscore fremfor å sammenligne hvert enkelt spørsmål gir et bedre bilde av forholdene mellom kategoriene. For enkelte spørsmål kan måleusikkerheten være høy. Å samle flere spørsmål i en kategori vil gi et jevnere resultat.

Det er viktig å merke seg at dataene fra disse spørsmålene er diskrete data på ordinalnivå. Gjennomsnitt, standardavvik og t-test er egentlig beregnet for kontinuerlige og normalfordelte data og ikke diskrete data. Alternativt kunne man ha benyttet metoder beregnet for diskrete variabler og i stedet for eksempel beregnet medianen eller modus som beskrive sentraltendens i diskrete variabler uten å forutsette noe om dataenes metriske forhold eller fordeling. Gjennomsnitt, standardavvik og t-test vil likevel kunne gi et bilde på sentraltendens og variasjon i dataene fordi de kan rangeres i forhold til hverandre.

Faktoranalyse

Det er utført en reliabilitetsanalyse, ved å beregne Cronbachs alfa for hver kategori. Dette for å undersøke om alle spørsmålene som utgjør en kategori kan sies å måle den samme latente variabelen som kategorien representerer. For å beregne Cronbachs alfa for hver kategori er alle spørsmålene som er plassert i samme kategori tatt med i beregningen. Spørsmål som, hvis utelatt, vil gi en høyere verdi av alfa for kategorien er utelatt fra videre analyse.

For å utføre en CFA-analyse er det satt opp en enkel modell basert på hypotesene om at hver enkelt av kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Stabliesering, Standardisering og Kultur som omhandler LPU-praksis har positiv innvirkning på prestasjonene til bedriften. Hvor godt denne modellen passer for dataene som er samlet inn er undersøkt ved å utføre en CFA-analyse.

Indekser for modelltilpasning for modellen som er analysert er også vurdert. Dette for å avgjøre om modellen gir er en god tilpassning til dataene som er samlet inn eller ikke.

3.3.3 Programvare

Programpakkene Excel (Microsoft 2007), SPSS (IBM 2009) og Amos (IBM 2012) er benyttet for å beregne analysene og for å lage diagrammer og plot.

Excel er benyttet for å beregne kategoriscoren for kategoriene på både individuelt og bedriftsnivå.

SPSS er benyttet for å beregne gjennomsnittsverdier og standardavvik for alle spørsmålene og for kategoriscorene, beregne korrelasjonskoeffisienter, lage diagrammer og plot som beskriver dataene i tillegg til å beregne Cronbachs alfa.

Amos er benyttet for å utføre CFA.

4 Resultater

I dette kapittelet presenteres resultatene fra arbeidet med å innhente data fra bedrifter og resultatene fra analysene som er gjort. For analysen blir resultater for analyser på individuelt nivå presentert først og deretter analyser på bedriftsnivå. Til slutt er resultatene fra CFA presentert.

4.1 Innhenting av data

Arbeidet med å identifisere og kontakte bedrifter resulterte i at totalt ble 129 bedrifter kontaktet. Bedriftene ble kontaktet på telefon eller e-post med forespørsel om å delta i spørreundersøkelsen. Det ble sendt en e-post med forespørsel om deltagelse i undersøkelsen samt informasjon om prosjektet og undersøkelsen til totalt 89 bedrifter. Av disse 89 bedriftene var det 35 bedrifter som sa ja til at de kunne delta i undersøkelsen og opplyste om e-postadresser som undersøkelsen kunne sendes til. Til sammen 155 e-postadresser ble innhentet og av disse var det 102 respondenter som fullførte hele spørreundersøkelsen. Dette ga en svarprosent på 65,8% av de 155 som fikk tilsendt undersøkelsen. For fem av de 35 bedriftene som hadde sagt ja til å delta og sendt inn e-postadresser var det ingen av respondentene som hadde fått tilsendt undersøkelsen som fullførte. På grunn av dette deltok 30 nye bedrifter i undersøkelsen. Svarprosenten for alle bedriftene som ble kontaktet er på 23,3%, men det var altså ikke alle bedrifter som ble kontaktet som egnet seg for undersøkelsen. Av de bedriftene som fikk tilsendt informasjon er svarprosenten på 33,7%, men dette er ikke medregnet de bedriftene som var egnet, men som sa nei på telefon. Antallet respondenter fra hver bedrift som fullførte undersøkelsen varierte fra 1 til 11 respondenter.

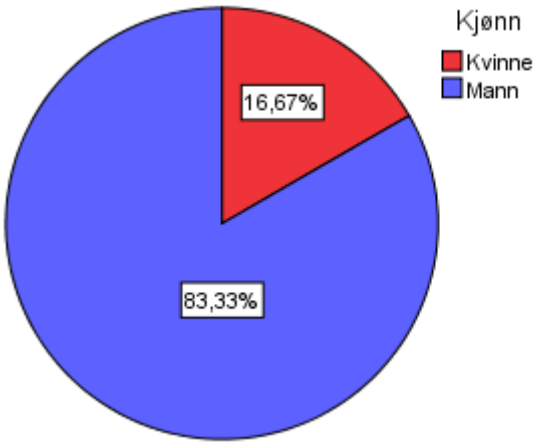
Bedriftene ble kontakten og undersøkelsen sendt ut i perioden mellom 15. juni og 14. september.

I tillegg til de 30 bedriftene som har deltatt i undersøkelsen etter at arbeidet med denne masteroppgaven ble påbegynt var det 25 bedrifter med til sammen 204 respondenter som allerede hadde deltatt. Totalt har det deltatt 55 bedrifter med til sammen 306 respondenter som har fullført hele spørreundersøkelsen. 54 av bedriftene er norske og en bedrift er fra USA.

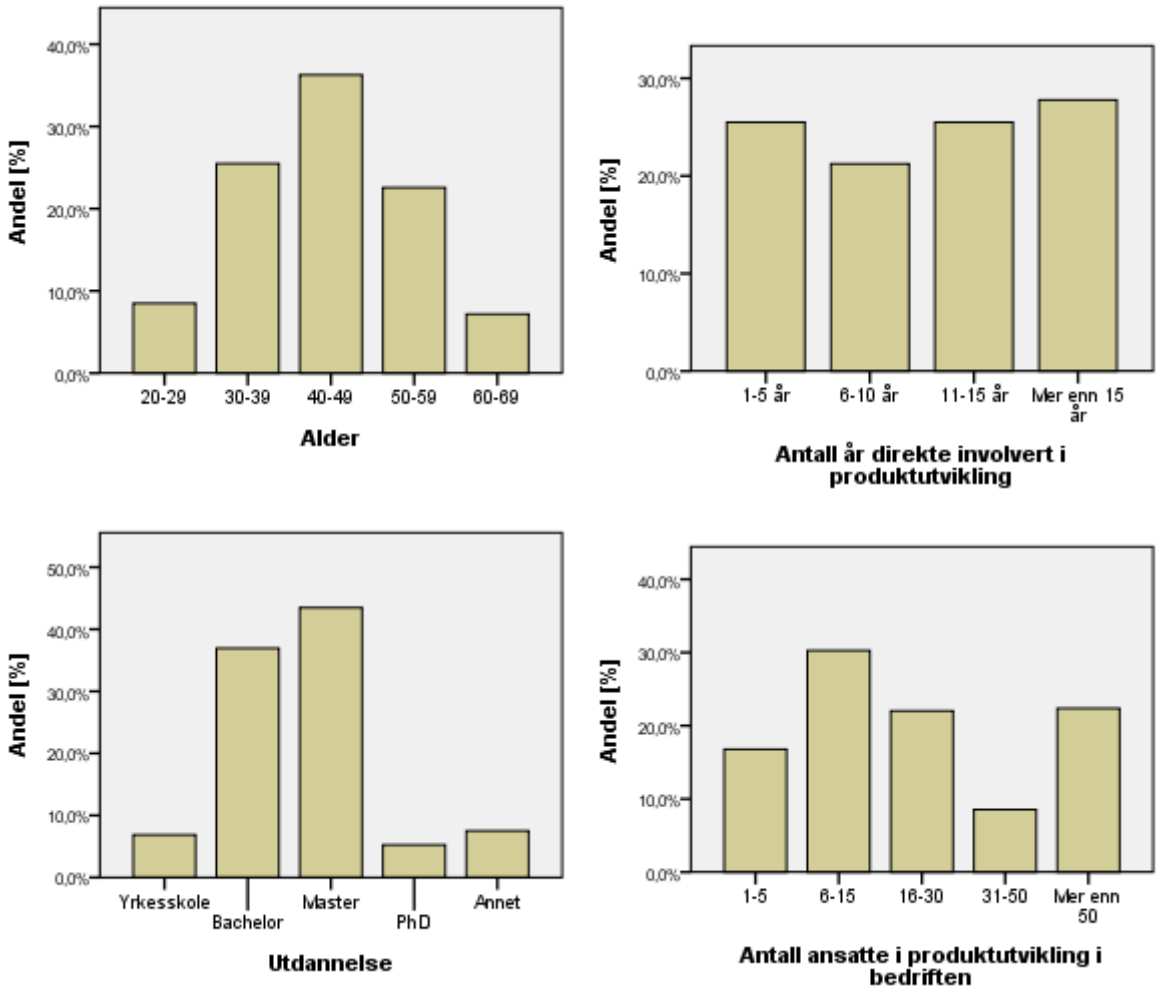
4.2 Analyse av datamaterialet

4.2.1 Innledende spørsmål

De innledende spørsmålene i undersøkelsen er presentert i kakediagram og søylediagram som viser hvor stor andel av respondentene som har gitt de ulike svaralternativene. Diagrammene i Figur 4.1 og Figur 4.2 viser hvordan deltakerne har besvart de innledende spørsmålene i undersøkelsen. De innledende spørsmålene er kun presentert på individuelt nivå. Figur 4.1 kan viser at det er flere menn (83%) enn kvinner (17%) som har deltatt i undersøkelsen.



Figur 4.1 Kakediagram som viser andelen kvinner og menn som har deltatt i undersøkelsen



Figur 4.2 Søylediagram over respondentenes alder, involvering i produktutvikling og utdannelse i tillegg til antall ansatte i produktutvikling i bedriften

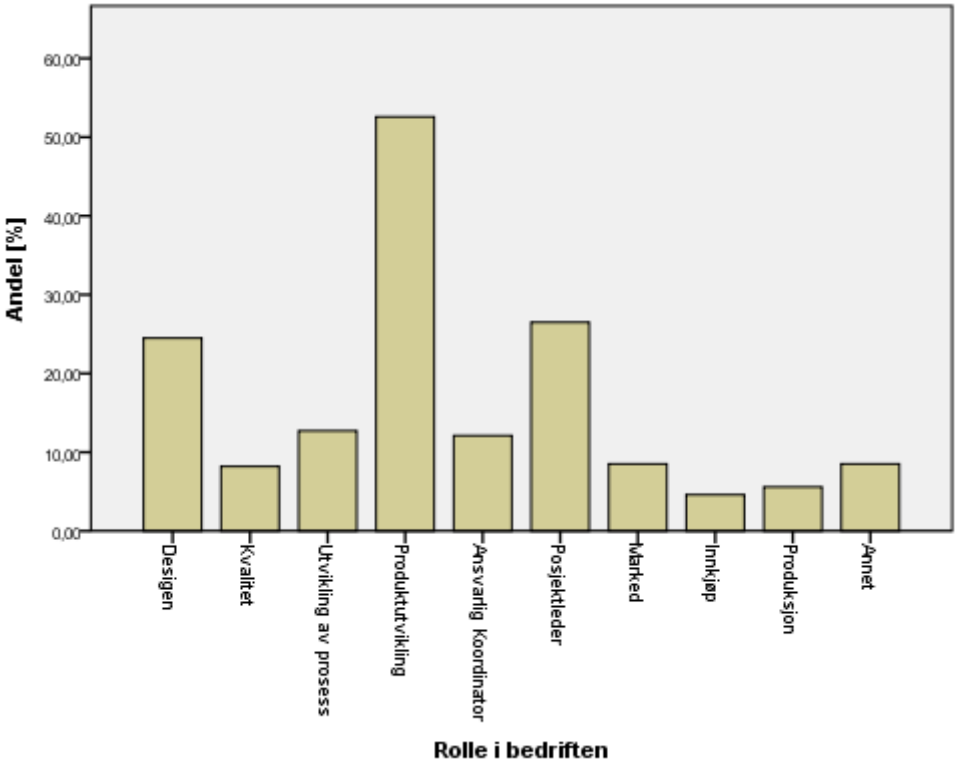
Figur 4.2 viser respondentenes svar på spørsmålene om alder, antall år direkte involvert i produktutvikling og utdannelse i tillegg til hvor mange ansatte det er i produktutvikling i bedriften til hver enkelt respondent (spørsmål 1 og 4-6).

De fleste respondentene er i aldersgruppen 40-49 år etterfulgt av aldersgruppen 30-39 og 50-59. Færrest er det i aldersgruppene 20-29 og 60-69.

Det er varierende hvor mye erfaring respondentene har, men det er positivt for undersøkelsen at 75% av respondentene i undersøkelsen har mer en 5 års erfaring fra direkte involvering i produktutvikling. 28% av respondentene har mer enn 15 års erfaring.

De aller fleste respondentene har en høyere utdannelse. 80% har enten en Bachelorgrad eller en Mastergrad. De resterende har enten en Phd, yrkesskole eller annen utdannelse.

Ca 80% av respondentene er ansatt i bedrifter med mer enn 5 personer som jobber med produktutvikling. De fleste av respondentene (30%) er ansatt i bedrifter med 6-15 personer som jobber med produktutvikling.



Figur 4.3: Diagram som viser hvilken rolle i bedriften deltakerne i undersøkelsen har

Figur 4.3 er et stolpediagram som viser hvilke roller i bedriften respondentene i undersøkelsen har. Fordi det var anledning til å velge flere alternativer for dette spørsmålet blir summen av andelene fra hvert alternativ til sammen over 100%. Enkelte respondenter valgte bare ett alternativ, andre valgte flere. Tallene gir likevel et bilde av hvilke roller i bedriften respondentene har. Siden det ble forespurt om respondenter som jobber innen produktutvikling er dette naturlig nok den største gruppen. Det er også flere av respondentene som jobber med design eller er prosjektleder i bedriften de jobber i.

Tabell 4.1 Gjennomsnitt, standardavvik og t- og p-verdier fra T-test for hvert enkelt spørsmål

	Spørsmål	N	Gjennomsnitt	Standardavvik	t-verdi	p-verdi
Kundeverdi	7	306	4,08	,91	20,64	,000
	8	306	4,09	,80	23,83	,000
	9	306	3,67	,97	12,09	,000
	10	306	3,40	,90	7,71	,000
	11	306	3,09	1,08	1,42	,156
	12	306	3,74	,83	15,44	,000
	13	306	3,08	1,15	1,19	,235
	14	306	3,41	1,05	6,79	,000
	15	306	3,23	,98	4,14	,000
	16	306	3,67	,89	13,18	,000
	17	306	3,35	1,08	5,68	,000
	18	306	2,76	1,12	-3,73	,000
Kunnskap	19	306	2,81	,97	-3,47	,001
	20	306	3,09	1,07	1,44	,150
	21	306	4,10	,86	22,39	,000
	22	306	3,63	,90	12,25	,000
	23	306	4,06	,82	22,71	,000
	24	306	3,28	1,05	4,70	,000
	25	306	3,65	,92	12,38	,000
	26	306	3,02	,81	,49	,622
	27	306	4,01	,83	21,34	,000
	28	306	2,82	1,01	-3,16	,002
	29	306	3,43	1,06	7,06	,000
	30	306	2,89	,93	-2,10	,037
	31	306	3,53	,96	9,69	,000
Kontinuerlig Forbedring	32	306	3,85	,93	15,91	,000
	33	306	3,42	,89	8,07	,000
	34	306	2,83	1,03	-2,97	,003
	35	306	3,10	,99	1,73	,084
	36	287	2,86	,92	-2,51	,012
	37	306	2,91	,85	-1,84	,067
	38	306	2,58	,99	-7,29	,000
	39	306	3,59	,96	10,49	,000
	40	306	3,08	,89	1,45	,148
	41	306	3,12	,89	2,28	,023
	42	306	2,69	,91	-5,99	,000
	43	306	2,90	,96	-1,82	,069

	Spørsmål	N	Gjennomsnitt	Standardavvik	t-verdi	p-verdi
Stabilisering	44	306	3,01	,93	,12	,903
	45	306	3,08	,87	1,58	,115
	46	306	3,08	1,03	1,39	,166
	47	306	2,91	,94	-1,70	,090
	48	306	2,25	1,12	-11,76	,000
	49	306	3,03	1,01	,57	,572
	50	306	3,21	,96	3,75	,000
	51	306	3,20	,90	3,94	,000
	53	306	3,10	1,01	1,69	,092
	54	306	2,81	1,12	-2,95	,003
	55	306	3,76	,95	14,06	,000
Standardisering	56	306	3,28	,98	4,95	,000
	57	306	3,18	,93	3,46	,001
	58	306	3,94	,80	20,48	,000
	59	306	2,95	,95	-,97	,335
	60	306	2,70	,93	-5,59	,000
	61	306	2,39	,97	-10,99	,000
	62	306	3,08	,98	1,46	,146
	63	306	3,31	,98	5,46	,000
	64	306	2,95	,97	-,94	,348
	65	306	2,48	,90	-10,09	,000
	66	306	3,17	1,00	2,91	,004
	67	306	2,69	1,04	-5,21	,000
Kultur	68	306	3,51	1,02	8,75	,000
	69	306	3,72	,85	14,67	,000
	70	306	3,58	,82	12,43	,000
	71	306	3,87	,85	17,87	,000
	72	306	3,27	,99	4,80	,000
	73	306	3,80	,91	15,44	,000
	74	306	2,94	,94	-1,03	,303
	75	306	3,81	,89	15,80	,000
	76	306	3,12	,98	2,22	,027
	77	306	3,33	,86	6,68	,000
	78	306	3,98	,86	19,84	,000
	79	306	3,42	,89	8,21	,000
Prestasjoner i PU	80	298	4,10	,57	33,60	,000
	81*	306	2,56	,99	-7,76	,000
	82	306	3,28	,92	5,37	,000
	83	304	3,02	,85	,34	,736
	84	203	3,35	,98	5,08	,000
	85	214	3,46	,95	7,07	,000
	86	304	3,85	1,10	13,34	,000
	87	293	3,37	1,08	5,85	,000
	88	305	3,76	,74	18,00	,000

* Skalaen er snudd for spørsmål 81 pga spørsmålsformuleringen er negativ for påstanden
p-verdier for t-testen lavere enn 0,05 er markert med grønn og rød bakgrunn avhengig av om gjennomsnittet er henholdsvis signifikant over eller under 3.

4.2.2 Analyse av spørsmålene og kategoriene på individuelt nivå

Gjennomsnitt og standardavvik

Tabell 4.1 gir en oversikt over gjennomsnittsverdier og standardavvik, i tillegg til t- og p-verdier for t-testen, for spørsmålene 7-51 og 53-88. For spørsmål 81, som er den eneste påstanden som er formulert negativt, er skalaen snudd så positiv prestasjon er representert ved alternativ 5 (veldig enig) og negativ prestasjon er representert ved alternativ 1 (helt uenig) som for de øvrige spørsmålene.

Gjennomsnittsverdiene for de enkelte spørsmålene varierer fra 4.1 for spørsmål 80 til 2,25 for spørsmål 48.

Standardavviket for de enkelte spørsmålene varierer fra 0,57 for spørsmål 80 1,15 for spørsmål 13.

Det er også gjort en t-test for å undersøke om gjennomsnittsverdiene er signifikant forskjellig fra 3 på skalaen. T-verdier og tilhørende p-verdier for hvert spørsmål er inkludert i tabellen. For de spørsmålene der gjennomsnittsverdien er signifikant forskjellig fra 3 er p-verdiens bakgrunn farget grønn eller rød for gjennomsnittsverdier som er henholdsvis signifikant over 3 eller signifikant under 3. Vi ser at det er flere spørsmål som er signifikant over 3 enn det er spørsmål som er signifikant under 3. Kultur er den eneste kategorien som ikke har et eneste spørsmål der gjennomsnittsverdien er signifikant under 3.

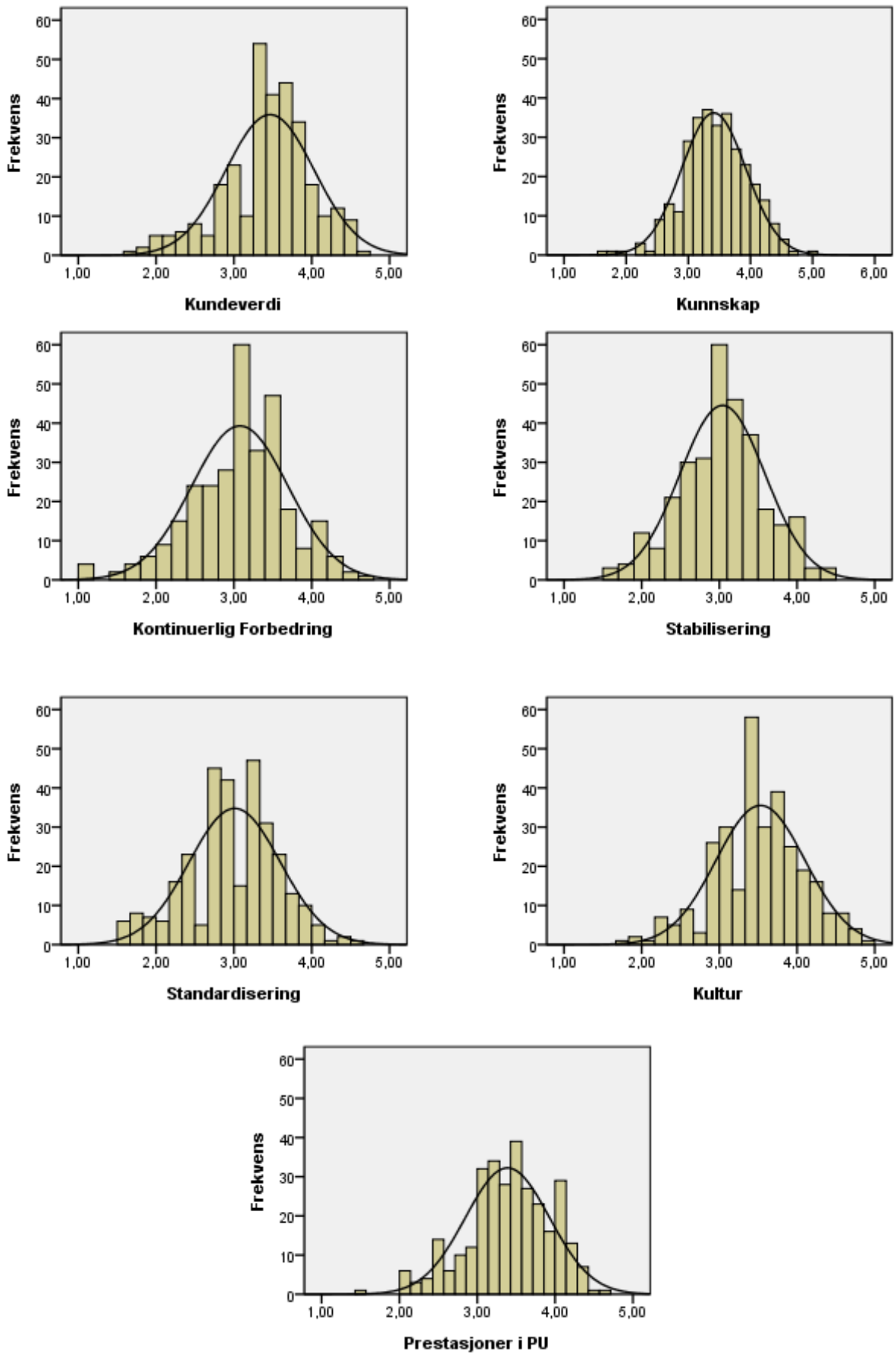
Spørsmål 80, som har det høyeste gjennomsnittet og det laveste standardavviket, lyder ”Kunden er generelt fornøyd med den verdien som skapes i våre produktprosjekter”. De aller fleste respondentene er altså enige i denne påstanden. Ser man på rådataene er det faktisk ingen som har valgt alternativ 1 eller 2 for denne påstanden og er det eneste spørsmålet der ikke hele skalaen er benyttet. Det er altså ingen som er uenig i påstanden.

Spørsmål 48, som har den laveste gjennomsnittet og et forholdsvis høyt standardavvik på 1,12, lyder ”Sentrale personer i produktutvikling er til en hver tid ikke formelt involvert i mer enn to prosjekter”. Dette viser at det er stor variasjon på hvor godt bedriftene praktiserer påstanden i spørsmål 48, og at nøkkelpersoner må engasjere seg i mange utviklingsprosjekter samtidig.

Tabell 4.2 Gjennomsnitt, standardavvik og t- og p-verdier for kategoriscoren på individuelt nivå

Kategori	N	Laveste score	Høyeste score	Gjennom-snitt	Standard-avvik	t-verdi	p-verdi
Kundeverdi	306	1,67	4,75	3,46	,57	14,31	,000
Kunnskap	306	1,62	4,92	3,41	,52	13,79	,000
Kontinuerlig Forbedring	306	1,08	4,67	3,08	,62	2,14	,033
Stabilisering	306	1,64	4,36	3,04	,55	1,26	,208
Standardisering	306	1,58	4,58	3,01	,59	,28	,776
Kultur	306	1,75	4,92	3,53	,57	16,16	,000
Prestasjoner i PU	306	1,56	4,57	3,39	,54	12,53	,000

p-verdier for t-testen lavere enn 0,05 er markert med grønn og rød bakgrunn avhengig av om gjennomsnittet er henholdsvis signifikant over eller under 3.



Figur 4.4 Histogram for kategoriscorene på individuelt nivå

Tabell 4.2 viser oversikt over høyeste og laveste score, gjennomsnitt og standardavvik for kategoriscoren på individuelt nivå. I tillegg er det i tabellen oppgitt t- og p-verdier for en t-test som undersøker om gjennomsnittsverdien av kategoriscorene er signifikant forskjellig fra 3, altså en test på om gjennomsnittet er på den ”uenige” eller ”enige” siden av skalaen.

Gjennomsnittet av kategoriscoren varierer fra 3,46 i kategorien Kundeverdi til 3,01 i kategorien Standardisering. Vi kan se at gjennomsnittsverdiene for kategoriene har delt seg i to grupperinger der gjennomsnittsverdien til kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kultur og Prestasjoner i PU ligger i området 3,39-3,53 og gjennomsnittsverdiene for kategoriene Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering og Standardisering ligger i området 3,08-3,01. Standardavviket varierer fra 0,52 i kategorien Kunnskap til 0,62 i kategorien Kontinuerlig Forbedring. Vi ser av tabellen at i enkelte kategorier er differansen mellom høyeste og laveste kategoriscore høyere enn andre kategorier selv om standardavviket er mindre. Dette skyldes at det i noen kategorier er enkelte respondenter som har en score utenom normalen, mens de fleste andre respondentene scorer nærmere gjennomsnittet.

Resultatene fra t-testen viser at kun fem av de sju kategoriene er signifikant forskjellig fra 3. Alle disse fem kategoriene er på den ”enige” siden av skalaen. Dette gjelder kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Kultur og Prestasjoner i PU. Kategoriene Stabilisering og Standardisering kan ut i fra t-testen ikke sies å være signifikant forskjellig fra 3 og kan derfor ikke sies å være verken på den ”uenige” eller ”enige” siden av skalaen.

Figur 4.4 viser et histogram for hver kategoriscore på individuelt nivå. Det er også lagt inn en linje for normalfordelingen for det gjennomsnittet og standardavviket som er beregnet for kategorien. Vi kan se at kategoriene har en tendens til å ha flere scorer som er høyere enn gjennomsnittet enn lavere. Det er altså en skjevhet i fordelingene. Vi ser også at det er enkelte respondenter som skiller seg ut i begge ender av skalaen.

Korrelasjon og regresjon

For å undersøke korrelasjon mellom kategoriene er det satt opp en korrelasjonsmatrise med korrelasjonskoeffisienter mellom kategoriscorene. Korrelasjonsmatrisen er gitt i Tabell 4.3 sammen med gjennomsnittsverdier og standardavvik for hver kategoriscore.

Alle korrelasjonene i matrisen er positive og ligger på mellom 0,38 og 0,72. Høyeste korrelasjonskoeffisient finner vi mellom kategoriene Kunnskap og Kontinuerlig Forbedring. Kategorien Prestasjoner i PU er den kategorien som har de laveste korrelasjonskoeffisientene korrelert med de andre kategoriene. Korrelasjonskoeffisientene mellom kategorien Prestasjoner i PU og de øvrige kategoriene ligger mellom 0,47 og 0,38. Korrelasjonen mellom kategoriene som omhandler Lean PU-praksis er altså høyere enn korrelasjonen mellom LPU-praksis og prestasjoner.

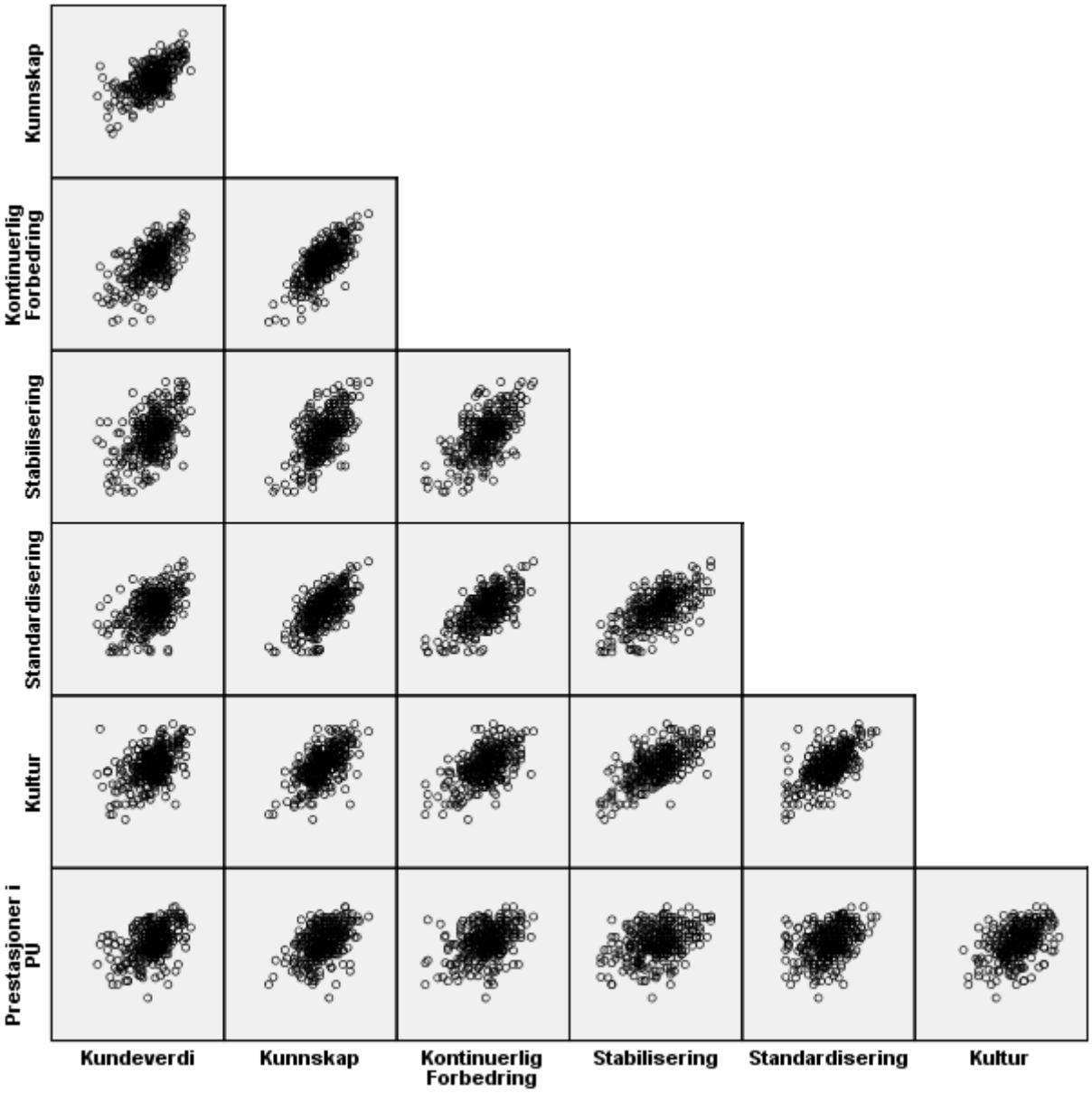
Selv om alle korrelasjonskoeffisientene er positive betyr det ikke at det nødvendigvis er en årsakssammenheng mellom kategoriene.

For å illustrere sammenhengen mellom kategorivariablene er det satt opp plot mellom to og to variabler for alle kategoriscorene. Plotene er vist i Figur 4.5. Ved å studere plotet kan vi, i likhet med korrelasjonsmatrisen, se at kategorivariablene korrelerer positivt med hverandre. Den nederste raden viser plot mellom kategorien Prestasjoner i PU med de andre

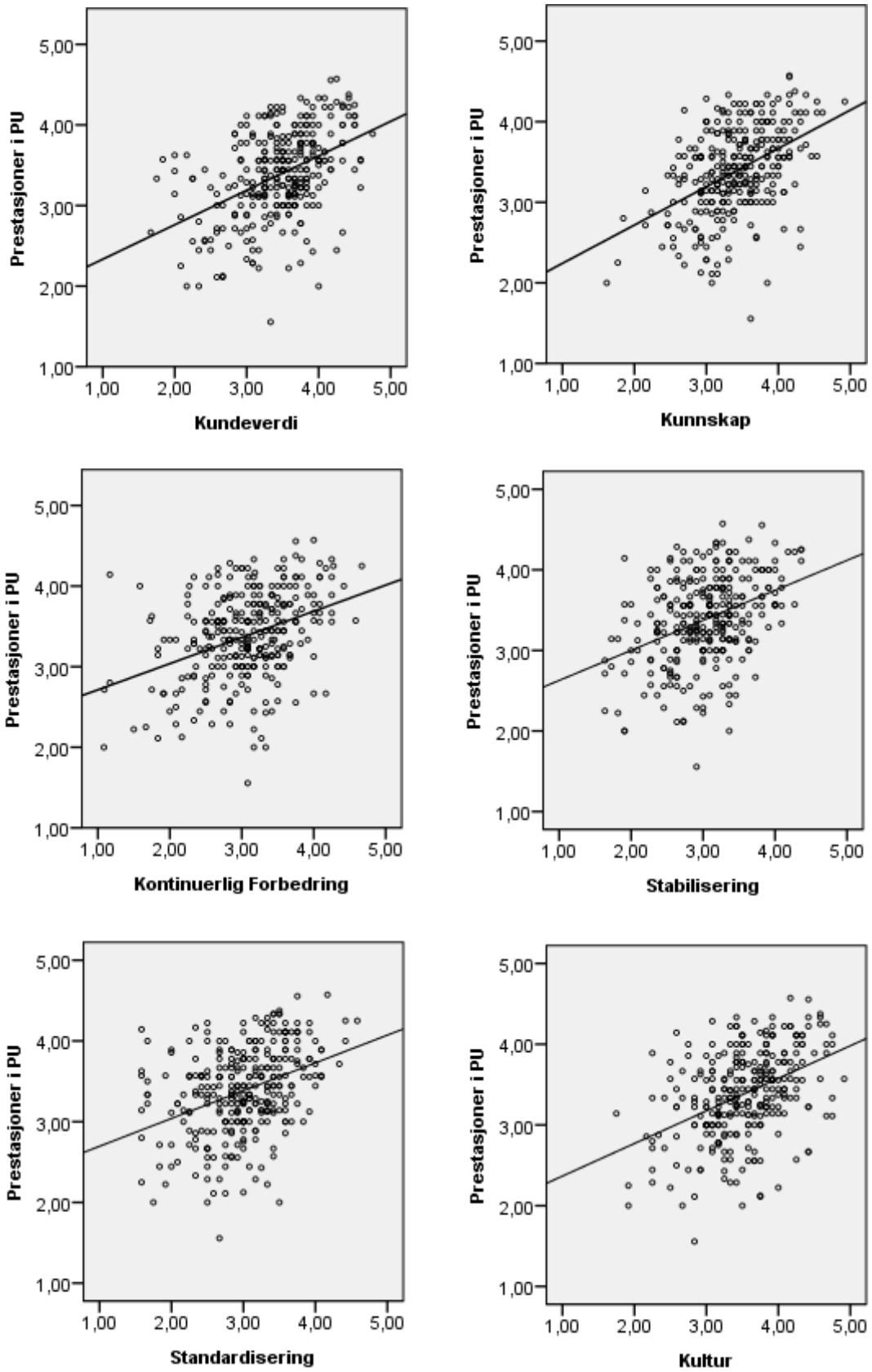
Tabell 4.3 Korrelasjonskoeffisienter for kategoriscorene

Kategori	Kundeverdi	Kunnskap	Kontinuerlig Forbedring	Stabilisering	Standardisering	Kultur	Prestasjoner i PU
Kundeverdi	1,00						
Kunnskap	,61	1,00					
Kontinuerlig Forbedring	,62	,72	1,00				
Stabilisering	,51	,61	,62	1,00			
Standardisering	,50	,66	,68	,63	1,00		
Kultur	,48	,61	,57	,65	,61	1,00	
Prestasjoner i PU	,45	,46	,37	,38	,37	,43	1,00

N=306, alle korrelasjoner er statistisk signifikant (p<0,01)



Figur 4.5 Plot over kategoriscorene på matriseform



Figur 4.6 Plot som viser sammenheng mellom Prestasjoner i PU og de andre kategoriene

Kategoriene. Vi kan her se at punktene ligger noe mer spredt enn de øvrige plotene, noe som også forklarer at korrelasjonskoeffisientene er lave.

For å illustrere mer i detalj sammenhengen mellom kategorien Prestasjoner i PU og de øvrige kategoriene er de i Figur 4.6 også lagt inn en regresjonslinje som er best mulig tilpasset den lineære sammenhengen mellom kategoriene.

Figuren viser plot med kategorien Prestasjoner i PU langs y-aksen og hver av de andre kategoriene langs x-aksen, med regresjonslinjen inntegnet.

Tabell 4.4: R^2-verdier for regresjonsanalyse mellom kategorien Prestasjoner i PU og de andre hovedkategoriene

Kategori	R^2
Kundeverdi	0,201
Kunnskap	0,208
Kontinuerlig Forbedring	0,139
Stabilisering	0,134
Standardisering	0,139
Kultur	0,183

Tabell 4.4 viser R^2-verdier beregnet for regresjonslinjene. R^2-verdiene sier noe om hvor mye av variansen i den ene variabelen som kan forklares ut ifra den andre variabelen. For eksempel for kategorien Kundeverdi kan 20% av variansen i Prestasjoner i PU forklares av variansen i Kundeverdi. 80% av variansen kommer av andre faktorer.

4.2.3 Analyse av spørsmålene og kategoriene på bedriftsnivå

Det er beregnet gjennomsnitt, standardavvik og korrelasjonskoeffisienter for kategoriscorene også på bedriftsnivå. Tabell 4.5 viser laveste og høyeste bedriftsscore, gjennomsnittsverdier og standardavvik for hver kategorivariabel på bedriftsnivå. I tillegg er det lagt inn t-verdier og p-verdier for en t-test for å undersøke om gjennomsnittet er signifikant forskjellig fra 3 på skalaen. Signifikante p-verdier er markert med grønt i tabellen.

Tabell 4.5 Gjennomsnitt, standardavvik og t- og p-verdier for kategorivariabelen på bedriftsnivå

	Laveste score	Høyeste score	Differanse	Gjennomsnitt	Standard -avvik	t-verdi	p-verdi
Kundeverdi	1,75	4,33	2,58	3,44	,43	7,53	,000
Kunnskap	2,54	4,31	1,77	3,46	,35	9,83	,000
Kontinuerlig Forbedring	2,42	4,17	1,75	3,11	,35	2,29	,026
Stabilisering	2,09	4,09	2,00	3,07	,36	1,46	,149
Standardisering	2,00	3,67	1,65	2,99	,34	-,14	,893
Kultur	2,25	4,75	2,50	3,53	,41	9,61	,000
Prestasjoner i PU	2,67	4,33	1,66	3,39	,39	7,42	,000

N=55, p-verdier for t-testen lavere enn 0,05 er markert med grønn og rød bakgrunn avhengig av om gjennomsnittet er henholdsvis signifikant over eller under 3.

Gjennomsnittsverdiene er nokså lik de beregnet på individuelt nivå og varierer fra 2,99 for kategorien Standardisering til 3,53 for kategorien Kultur. Standardavvikene er noe lavere enn for det individuelle nivået, noe som er å forvente da kategoriscoren på bedriftsnivå er beregnet ved å ta gjennomsnittet av alle respondentene fra bedriften. Dette vil gi mindre variasjon i dataene fordi bedriftsscorene vil ligge nærmere gjennomsnittet i kategorien. Den laveste scoren i kategorien kundeverdi skiller seg ut som en god del lavere enn for de øvrige kategoriene på tross av et forholdsvis høyt gjennomsnitt. Denne verdien gjelder en bedrift med kun en deltaker noe som gjør at for denne bedriften er kategoriscore på bedriftsnivå det samme som for denne ene respondenten på individuelt nivå. Denne kategoriscoren lå i utgangspunktet en del lavere en de øvrige kategoriscorene også på det individuelle nivået.

Resultatene av t-testen er de samme som på individuelt nivå. Gjennomsnittet til de fem kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring, Kultur og Prestasjoner i PU er også her signifikant forskjellig fra 3 og ligger på den ”enige” siden av skalaen. Gjennomsnittsverdien for Standardisering er den eneste gjennomsnittsverdien som er under 3, men hverken gjennomsnittet for kategoriene Stabilisering eller Standardisering kan etter t-testen sies å være signifikant forskjellig fra 3.

Tabell 4.6 viser korrelasjonskoeffisienter beregnet for kategorivariablene på bedriftsnivå. Sammenlignet med korrelasjonsmatrisen i Tabell 4.3, som er på individuelt nivå, kan man se enkelte forskjeller. Flere av korrelasjonskoeffisientene er lavere og andre høyere. Lavere korrelasjonskoeffisienter gjelder særlig for kategorien Kundeverdi, men kan også registreres for noen av de andre kategoriene. De lave korrelasjonskoeffisientene for kategorien Kundeverdi skyldes at enkelte bedrifter med kun en eller to respondenter påvirker resultatene mye ved at de ligger et stykke unna gjennomsnittsverdien for kategorien.

Tabell 4.6 Korrelasjonskoeffisienter mellom hver kategori for bedriftsscoren

Kategori	Kundeverdi	Kunnskap	Kontinuerlig Forbedring	Stabilisering	Standardisering	Kultur	Prestasjoner i PU
Kundeverdi	1,00						
Kunnskap	,39	1,00					
Kontinuerlig Forbedring	,59	,67	1,00				
Stabilisering	,26	,66	,49	1,00			
Standardisering	,28	,60	,64	,58	1,00		
Kultur	-,02	,45	,33	,61	,44	1,00	
Prestasjoner i PU	,33	,51	,46	,35	,37	,46	1,00

N = 55, Alle korrelasjonskoeffisienter over 0,28 er signifikant ved α=0,05

Av korrelasjonsmatrisen kan man også se hvor stor sammenhengen mellom kategorien Prestasjoner i PU og de andre kategoriene er. Sammenlignet med korrelasjonskoeffisientene på individuelt nivå er det forskjeller. Kategoriene Stabilisering og Standardisering har fortsatt blant de laveste korrelasjonskoeffisientene, men også kategorien Kundeverdi har forholdsvis lav korrelasjon. Dette var en av kategoriene med de høyeste korrelasjonskoeffisientene på individuelt nivå. De høyeste korrelasjonene finner vi i kategoriene Kunnskap og Kultur som for det individuelle nivået, men også kategorien Kontinuerlig Forbedring har en forholdsvis høy korrelasjonskoeffisient. Noe av forskjellen kommer som nevnt av at enkelte bedrifter ligger et stykke utenom gjennomsnittet og påvirker derfor resultatene mye. Dette gjelder særlig bedrifter med få respondenter. I tillegg er det kun 55 bedrifter på bedriftsnivå i forhold til 306 respondenter på individuelt nivå. Et mindre utvalg gir også et lavere signifikansnivå enn for det individuelle nivået.

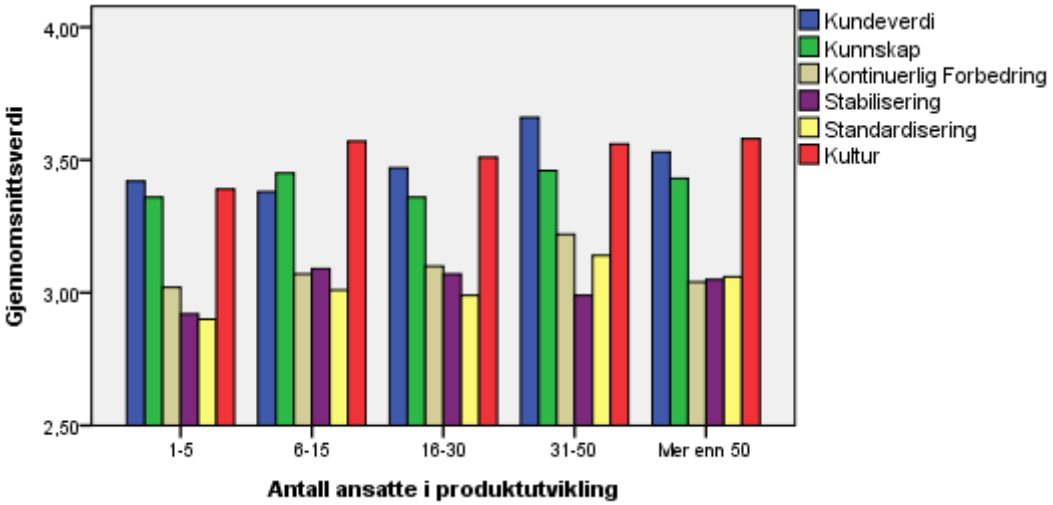
For å sammenligne kategoriscorene til de ulike bedriftene for å se om det er en sammenheng mellom høy score i kategoriene om LPU-praksis og høy score i kategorien Prestasjoner i PU er Tabell 4.7 satt opp med kategoriscorer for alle bedriftene. Dette gjør det mulig å sammenligne bedriftene uavhengig av forholdet mellom scorene for de ulike kategoriene. Hver linje i tabellen representerer en bedrift. Bedriftene er sortert fra høyeste til laveste score i kategorien Prestasjoner i PU. For å tydeliggjøre hvilke scorer som er høye i de ulike kategoriene har øvre halvdel, altså de 27 høyeste scorene i hver kategori, fått en bakgrunnsfarge. De 10 høyeste scorene har en kraftigere farge enn de 11-27 høyeste.

Tabellen viser en tendens til at bedrifter som scorer høyt i kategorien Prestasjoner i PU også scorer høyt i de andre kategoriene. Det er også unntak der bedrifter ikke scorer blant de 27 øverste i kategoriene om LPU-praksis, men scorer høyt i kategorien Prestasjoner i PU og motsatt.

Tabell 4.7 Kategoriscore for hver bedrift i hver kategori.

Kundeverdi	Kunnskap	Kontinuerlig Forbedring	Stabilisering	Standardisering	Kultur	Prestasjoner i PU
4,08	4,15	3,83	3,27	3,42	3,92	4,33
3,42	3,46	3,00	3,36	3,25	3,92	4,22
4,33	4,00	3,92	3,59	3,67	3,92	4,11
4,04	3,54	3,79	2,86	2,83	3,42	4,06
3,47	3,80	3,05	3,31	3,29	3,89	3,95
3,69	3,60	3,56	3,16	3,13	3,67	3,94
2,83	4,00	2,83	4,09	3,17	4,25	3,89
3,58	3,27	3,04	3,05	3,00	3,50	3,83
3,73	3,54	3,17	3,25	2,98	4,15	3,78
3,45	3,36	2,89	2,61	2,66	3,22	3,77
3,70	3,52	3,36	3,19	3,26	3,61	3,77
4,21	4,04	4,17	3,86	3,42	4,00	3,72
3,50	4,31	3,25	3,55	3,00	3,92	3,67
3,04	3,35	2,83	2,77	2,33	3,04	3,67
2,90	3,37	2,79	3,12	3,15	3,57	3,66
3,21	3,69	3,42	2,82	3,46	3,33	3,61
3,75	3,62	3,46	3,41	3,58	4,25	3,61
3,57	3,67	3,03	3,32	3,10	3,75	3,60
3,94	4,03	3,22	2,94	3,03	3,58	3,59
3,69	3,60	3,33	3,34	2,79	3,73	3,48
3,49	3,03	3,06	2,92	2,85	3,19	3,47
3,50	3,39	3,17	3,11	3,16	3,64	3,47
3,00	3,31	3,31	3,15	3,36	3,47	3,44
3,60	3,71	3,23	2,98	3,45	3,79	3,42
3,69	3,54	3,08	2,79	2,75	3,50	3,41
3,03	3,26	2,61	2,64	2,25	3,14	3,41
3,69	3,18	2,86	3,26	2,49	3,82	3,40
3,46	3,37	2,80	2,99	2,77	3,34	3,39
3,47	3,37	3,04	3,14	3,26	3,58	3,39
1,75	3,85	2,92	3,36	3,08	4,75	3,33
3,64	3,22	2,96	2,68	2,81	3,29	3,30
3,75	3,28	2,97	2,82	2,81	2,92	3,30
3,17	3,38	3,11	2,77	2,83	3,75	3,30
3,49	3,45	3,47	3,26	3,13	3,43	3,26
3,67	3,38	3,20	3,20	2,93	3,47	3,23
3,71	3,50	3,17	3,00	3,50	3,42	3,22
3,71	3,30	3,01	3,14	2,65	3,93	3,21
3,25	3,23	3,04	2,68	2,58	3,67	3,17
3,08	2,95	2,50	2,85	2,69	2,97	3,17
3,60	3,40	3,25	3,07	2,93	3,57	3,16
3,56	3,56	3,49	3,32	3,23	3,64	3,15
3,10	3,62	3,21	3,20	3,35	3,75	3,13
3,50	3,23	2,72	2,70	3,17	3,53	3,11
3,07	2,85	2,55	2,75	2,83	3,05	3,05
3,79	3,51	3,08	3,14	3,19	3,55	3,04
2,67	3,23	3,08	2,09	2,92	2,83	3,00
3,02	2,94	2,42	2,56	2,53	3,03	2,93
3,29	3,12	2,74	2,65	2,73	3,32	2,90
3,64	3,59	3,03	3,70	3,14	3,67	2,89
4,25	4,31	3,42	3,36	3,08	2,25	2,89
3,29	3,22	2,92	2,99	2,69	3,56	2,88
2,97	3,06	3,13	3,31	3,15	3,28	2,83
3,06	3,21	2,85	3,18	2,89	3,15	2,82
3,10	3,44	3,23	3,14	2,96	3,56	2,71
3,08	2,54	2,42	2,18	2,00	2,92	2,67

De innledende spørsmålene gir mulighet for å sammenligne kategoriscorene avhengig av antallet ansatte i produktutvikling. Figur 4.7 viser gjennomsnittlig kategoriscore for hver av kategoriene Kundeverdi, Kunnskap, Kontinuerlig forbedring, Stabilisering, Standardisering og Kultur.



Figur 4.7 Gjennomsnitt av kategoriscorene på individuelt nivå som funksjon av antall ansatte i produktutvikling som angitt av respondenten

Vi ser en tendens til at kategoriscoren øker med antall ansatte så lenge antall ansatte er under 50. For bedrifter med mer enn 50 ansatte er det en tendens til at scoren synker noe igjen. Tendensen er imidlertid så svak at man ikke kan konkludere sikkert med at det er en sammenheng.

4.2.4 Reliabilitetsanalyse og Faktoranalyse

For å undersøke om spørsmålene som er delt inn i kategorier reelt sett tilhører samme kategori er det gjort en reliabilitetsanalyse. Tabell 4.8 viser Cronbachs alfa for alle kategoriene. Alle verdier av α er over 0,7 og for alle kategorier bortsett fra kategoriene Stabilisering og Prestasjoner i PU er α også over 0,8. Kategorien Prestasjoner i PU har den desidert laveste verdien for α (0,711), men det er også denne kategorien som har færrest antall spørsmål noe som påvirker α-verdien. Den høyeste verdien av α finner vi i kategorien Kontinuerlig Forbedring der α=0,876. Ut i fra α-verdiene kan vi se at kategorien Prestasjoner i PU er den kategorien der spørsmålene internt korrelerer minst. Kategorien Kontinuerlig Forbedring er den kategorien der spørsmålene i kategorien internt korrelerer mest.

Tabell 4.8 Cronbachs alfa for alle kategoriene med alle spørsmålene

Kategori	α	Antall spørsmål i kategorien	Antall respondenter
Kundeverdi	0,815	12	306
Kunnskap	0,809	13	306
Kontinuerlig Forbedring	0,876	12	287
Stabilisering	0,775	11	306
Standardisering	0,849	12	306
Kultur	0,863	12	306
Prestasjoner i PU	0,711	9	186

For at en respondents svar skal bli med i beregningen når Cronbachs alfa beregnes i SPSS må alle spørsmålene for hver respondent være besvart i den enkelte kategori. Fordi det i kategoriene Kontinuerlig Forbedring og Prestasjoner i PU er mulig å velge et blankt alternativ (vet ikke/irrelevant) for enkelte spørsmål er α beregnet kun på grunnlag av de respondentene som hadde svart på alle spørsmålene i kategorien. Derfor er α beregnet på grunnlag av færre respondenter i disse to kategoriene enn de øvrige kategoriene. For kategorien Kontinuerlig Forbedring gjelder dette kun 9 respondenter, men i kategorien Prestasjoner i PU gjelder dette hele 121 respondenter. Dette fordi det er hele 4 spørsmål som har et blankt alternativ i denne kategorien, noe som er nesten halvparten av spørsmålene i kategorien.

Analysen i SPSS viser at enkelte kategorier vil oppnå en høyere verdi av α dersom enkelte spørsmål ikke blir inkludert i kategorien. Dette er altså spørsmål som korrelerer mindre med summen av de andre spørsmålene i kategorien og derfor senker α-verdien. Dette gjelder spørsmål 48 i kategorien Stabilisering, spørsmål 76 i kategorien Kultur og spørsmål 81, 87 og 86 i kategorien Prestasjoner i PU. Tabell 4.9 viser verdiene av α for alle kategoriene der spørsmålene 48, 76, 81,87 og 86 ikke er inkludert. I denne tabellen er verdien av α høyere i de kategoriene der ikke alle spørsmålene er inkludert enn de var da alle spørsmålene var inkludert. For kategorien Kultur er endringen mindre enn 0,001, og synes derfor ikke i tabellen. I kategorien Stabilisering endres α fra 0,775 til 0,776, for kategorien Kultur endres verdien av α fra 0,862854 til 0,862963 og for kategorien Prestasjoner i PU endres verdien av α fra 0,711 til 0,779.

Tabell 4.9 Cronbachs alfa der enkelte spørsmål er utelatt

Kategori	α	Spørsmål utelatt	Antall spørsmål i kategorien	Antall respondenter
Kundeverdi	0,815		12	306
Kunnskap	0,809		13	306
Kontinuerlig Forbedring	0,876		12	287
Stabilisering	0,776	48	10	306
Standardisering	0,849		12	306
Kultur	0,863	76	11	306
Prestasjoner i PU	0,779	81, 86, og 87	6	188

Selv om verdien av α øker for enkelte kategorien når noen spørsmål utelates betyr ikke det nødvendigvis at spørsmålene må utelates. Det er også viktig å ta stilling til spørsmålets viktighet for kategorien. Størrelsen på endringen i α-verdi bør selvfølgelig også tas med i betraktningen. I den videre analyse i denne oppgaven er alle spørsmålene, som hvis utelatt, fører til økt verdi av α utelatt fra videre analyse. Spørsmålene er tatt ut for at modellen ikke skal bli mer komplisert enn nødvendig.

I Tabell 4.10 er påstandene for de spørsmålene som er utelatt fra faktoranalysen gitt. Spørsmål 48 er det spørsmålet som har det laveste gjennomsnittet og et forholdsvis høyt standardavvik. Noe som kan tyde på at det er vanlig blant bedriftene at nøkkelpersoner er involvert i mer enn to prosjekter samtidig. Det lave gjennomsnittet kan også være noe av grunnen til at dette spørsmålet ikke korrelerer like godt med de andre spørsmålene i kategorien Stabilisering.

Tabell 4.10 Spørsmålene som er utelatt fra faktorannalysen

Kategori	Spørsmål	Påstand
Stabilisering	48	Sentrale personer i produktutvikling er til en hver tid, ikke formelt involvert i mer enn to prosjekter.
Kultur	76	Vår bedrift skiller mellom prosessen for å generere kunnskap (forskning og innovasjon) og gjenbruk av kunnskap (produktutvikling) ved å vie ressurser til begge områder.
Prestasjoner i PU	81	Det er alltid behov for at bedriften bevilger mer ressurser enn opprinnelig planlagt, for at produkter skal kunne lanseres til fastsatt tid og med nødvendig kvalitet.
	86	I løpet av de siste tre årene har vi utvidet vår produktportefølje ved å introdusere nye (for oss) produkttyper i markedet.
	87	Samarbeid med eksterne forskning og utviklings-institusjoner / samarbeidspartnere har en nøkkelrolle i utvikling av strategiske produkter hos oss.

Spørsmål 76 i kategorien Kultur skiller seg ikke spesielt ut fra de andre spørsmålene i kategorien når det gjelder gjennomsnittsverdier og standardavvik, men korrelerer likevel ikke like godt med de øvrige spørsmålene i kategorien. Grunnen til at dette spørsmålet skiller seg ut kan være fordi det er vanskelig å tolke. Endringen av α-verdien for dette spørsmålet er liten og man kunne vurdert å inkludere det. For å forenkle faktoranalysen er det likevel valgt å ikke inkludere spørsmålet i den videre analysen.

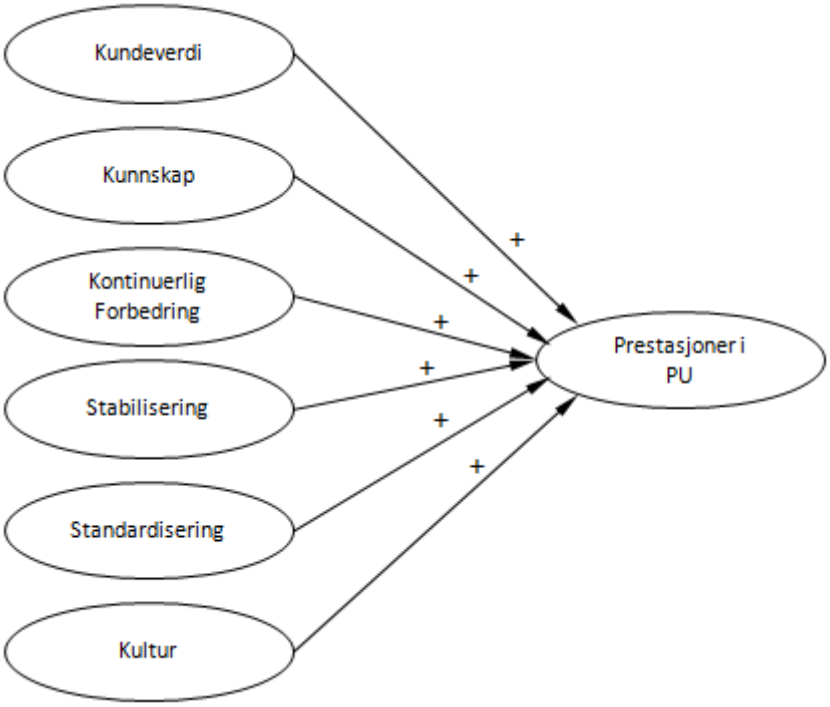
Spørsmål 81 i kategorien Prestasjoner i PU skiller seg ut ved å være den eneste påstanden som er formulert negativt. Om ikke alle respondentene har oppfattet dette kan det være årsak til at korrelasjonen med de andre spørsmålene ikke er så høy. Spørsmålet har også det desidert laveste gjennomsnittet i kategorien.

Spørsmål 86 og 87 i kategorien Prestasjoner i PU har de høyeste standardavvikene i kategorien. Om bedriften har utvidet sin produktportefølje i løpet av de siste tre årene vil avhenge av hvilke type produkter bedriften produserer. Hvor ofte produktporteføljen utvides vil derfor naturlig variere mellom bedrifter. Hvorvidt samarbeid med eksterne forskningsinstitusjoner/samarbeidspartnere har en nøkkelrolle i utviklingen er avgjørende vil blant annet variere med det tekniske nivået til produktet. Dette kan være grunnen til at disse spørsmålene korrelerer mindre med de øvrige spørsmålene i kategorien.

For å kunne gjøre en CFA-analyse er det utviklet en enkel modell som beskriver relasjonen mellom hovedkategoriene i undersøkelsen. Hypotesen eller hypotesene er at alle hovedkategoriene i Lean PU-modellen har positiv innvirkning på prestasjonene til bedriften altså kategorien Prestasjoner i PU. Figur 4.8 illustrerer modellen der hver av de seks kategoriene i undersøkelsen som omhandler Lean PU-praksis, representert som hver sin

latente variabel eller faktor, virker positivt på kategorien, eller faktoren, Prestasjoner i PU. Alle spørsmålene, som er de manifeste variablene eller indikatorer, vil lade på hver sin respektive kategorifaktor.

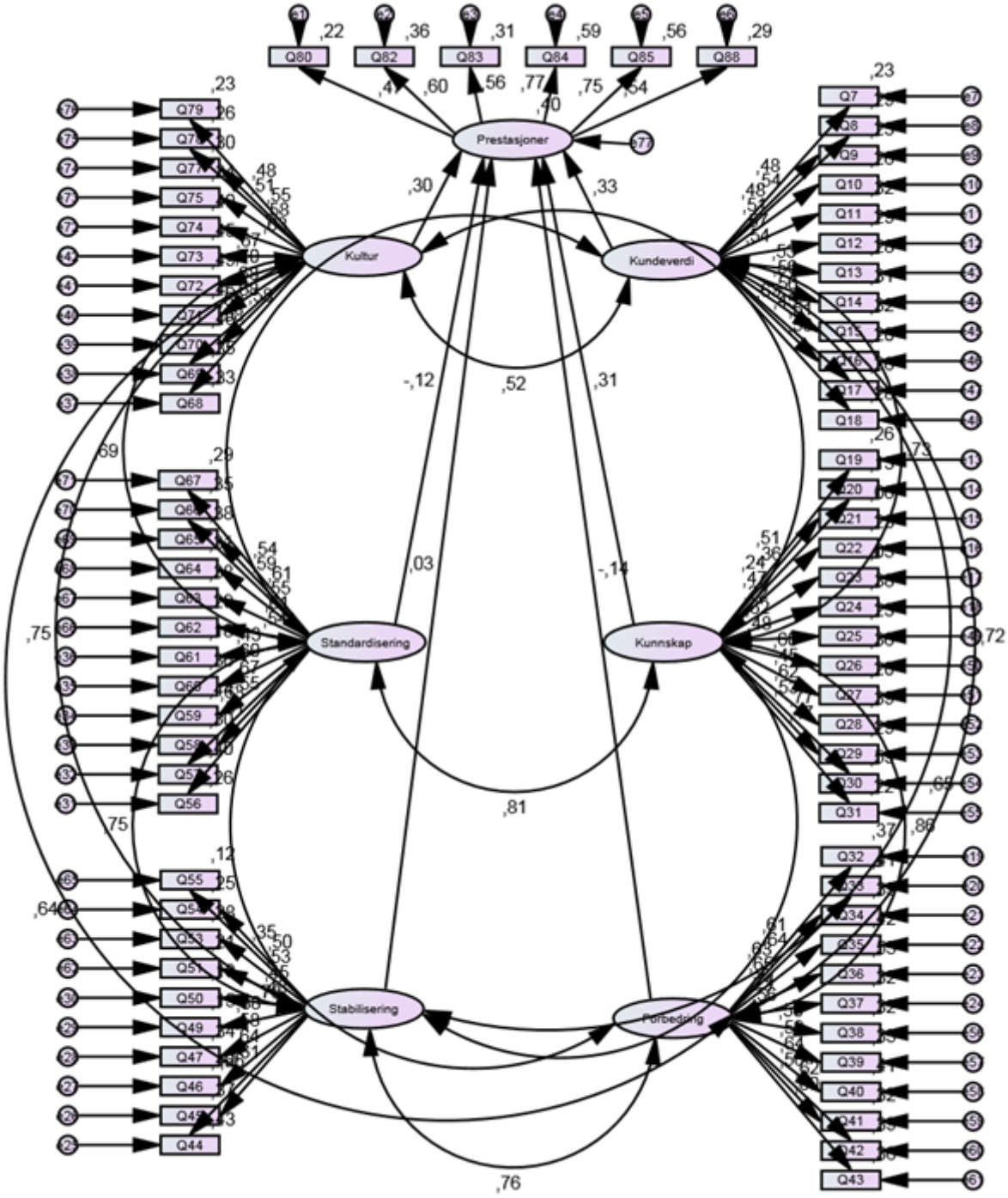
CFA-modellen er kun en enkel modell som prøver å beskrive relasjonene mellom faktorene. Dette betyr ikke at ikke andre modeller også vil kunne beskrive relasjonen mellom kategoriene. De ulike kategoriene som inngår i Lean PU-modellen vil f.eks kunne påvike hverandre i positiv eller negativ grad. F.eks kan kategorien Kultur påvirke de andre kategoriene i modellen positivt som igjen påvirker prestasjonene.



Figur 4.8: Illustrasjon av CFA-modell

For å undersøke om modellen er en god beskrivelse av dataene er det utført en CFA-analyse i Amos. Det er blitt gjort to analyser av modellen:

1. Antar at faktorene som representerer Lean PU-praksis i modellen er ukorrelert
2. Antar at faktorene som representerer Lean PU-praksis i modellen er korrelert



Figur 4.9: Resultater fra CFA i Amos

Modellen der faktorene er korrelert hadde bedre verdier for indeksene som vurderer modelltilpasning, enn modellen der kategoriene var ukorrelert. Modellen med korrelerte faktorer beskriver altså dataene bedre enn en modell der faktorene ikke er korrelert. På grunn av dette er kun modellen med korrelerte faktorer presentert her i resultatene.

Tabell 4.11: Resultater fra konfirmerende faktoranalyse i Amos

Faktor		Faktor	Standardiserte Estimater (ladning)	P-verdi
Prestasjoner	←	Kundeverdi	,330	,010
Prestasjoner	←	Kunnskap	,314	,124
Prestasjoner	←	Kontinuerlig Forbedring	-,139	,416
Prestasjoner	←	Stabilisering	,028	,851
Prestasjoner	←	Standardisering	-,122	,436
Prestasjoner	←	Kultur	,300	,012

χ^2 = 5291,94, antall frihetsgrader =2753, p = 0,000 CFI = 0,707,

Tabell 4.11 viser de standardiserte estimatene for ladningene som ble beregnet for faktorene som representerer LPU-praksis har på faktoren som representerer Prestasjoner i PU. Resultater for de estimerte ladningene for hver enkelt faktor (kategoriene) har på sine respektive indikatorer (de enkelte spørsmålene) kan finnes i vedlegg B. Figur 4.9 viser hvordan modellen er satt opp i Amos. De standardiserte estimatene for ladningene er også med i modellen.

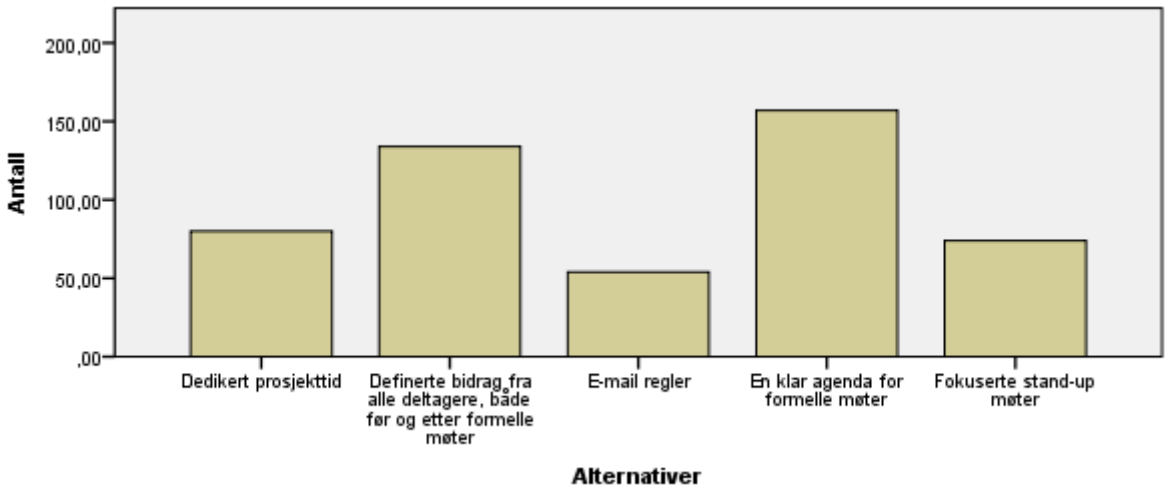
Analysen viser at ikke alle de standardiserte estimatene eller ladningene på faktoren Prestasjoner i PU er positive. Ladningen fra faktorene Kontinuerlig Forbedring og Standardisering er negative. Disse to faktorene, i tillegg til faktoren Stabilisering, har ladninger med forholdsvis lave verdier. Faktorene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur har de høyeste ladningene på mellom 0,30 og 0,33. Analysen viser altså at det kun er tre av kategoriene, som representerer Lean PU-praksis, som i særlig grad påvirker prestasjonene til bedriften. Dette er også kategoriene som korrelerer mest med kategorien Prestasjoner i PU. P-verdiene for de ulike ladningene varierer også og det er kun ladningene fra faktorene Kundeverdi og Kultur som har $p<0,05$.

Når det gjelder indekser for modelltilpasning er ikke alle verdiene i det området de burde være for å indikere en god tilpasning. P-verdien, CFI-verdien og NFI-verdien er lavere enn det som kreves for å indikere en god tilpasning. Relativ kji-kvadrat og RMSEA derimot har verdier som kan indikere en god tilpasning. Modellen som ble testet er kun en enkel modell og det ville ha vært interessant å ha testet alternative modeller.

Tabell 4.12 Indekser for modelltilpassning for CFA

Indikator	Ønsket verdi	Verdi
Kji-kvadrat (χ^2)	Ønsker lave χ^2 verdier og p-verdier over 0,05.	5291,94
p-verdi	Over 0,05	0,000
Relativ Kji-kvadrat	Bør ikke overskride 3	1,92
CFI	Varierer mellom 0 og 1. Bør være større enn 0,9	0,707
NFI	Bør være større enn 0,9	0,544
RMSEA	Ønsker verdier under 0,05, men verdier under 0,08 vil være en relativ god tilpassning	0,051

4.2.5 Spørsmål 52



Figur 4.10 Svar på spørsmål 52 i spørreundersøkelsen

Figur 4.10 viser et søylediagram over resultatene fra undersøkelsen for spørsmål 52. Spørsmålet inngår i kategorien Stabilisering og respondentene ble bedt om å angi hvilke to av de fem alternative forslagene, som var de viktigste for at de ansatte i bedriften kan jobbe uforstyrret. Vi kan se at deltakerne i undersøkelsen mener at en klar agenda for formelle møter og definerte bidrag fra alle deltakere, både før og etter formelle møter er de viktigste grunnene til at de ansatte i bedriften kan jobbe uforstyrret. Alternativet som færrest mener er en viktig grunn for at de ansatte kan arbeide uforstyrret er e-postregler.

5 Diskusjon

5.1 Analysenivå

Når det er gjort analyser av dataene er dette gjort både på individuelt nivå og på bedriftsnivå. Hva som er best kan diskuteres. Analyseres dataene på et individuelt nivå vil en bedrift med mange respondenter veie tyngre i resultatene enn bedrifter med få respondenter. På det individuelle nivået er det også et større utvalg noe som lettere gir signifikante forskjeller. Analyseres dataene på bedriftsnivå vil hver bedrift telle likt uansett antall respondenter. Dette kan skape større variasjoner i utvalget dersom det både er bedrifter med mange respondenter og få respondenter inkludert. Dette er illustrert i Figur 5.1. For videre analyser på bedriftsnivå må det derfor vurderes om bedriftene med kun en eller to deltakere skal utelates fra analysen.

5.2 Forskningsspørsmålene

5.2.1 Dagens praksis i forhold til beste Lean praksis

Spørreundersøkelsen er delt inn i kategorier etter LPU-modellen. Spørsmålene omfatter påstander som antas å karakterisere beste Lean praksis innen produktutvikling. Hvor godt respondentene vurderer sin bedrifts praksis i forhold til påstandene i undersøkelsen vil derfor kunne sees på som et mål på hvor godt respondentene vurderer sin egen praksis forhold til beste LPU-praksis.

Ser man på gjennomsnittsverdien til kategoriscoren på individuelt nivå til de kategoriene som omhandler LPU-praksis, er det kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur som har de høyeste gjennomsnittsverdiene på henholdsvis 3,46, 3,41 og 3,53. Disse tre kategorien skiller seg ut i toppen. I bunnen finner vi kategoriene Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering og Standardisering med gjennomsnittsverdier på henholdsvis 3,08 3,04 og 3,01. Alle gjennomsnittsverdiene er over tre. Ser man på t-testen, som tester om gjennomsnittsverdiene er forskjellig fra tre, er det kun kategoriene Stabilisering og Standardisering som ikke er signifikant ($p<0,05$) forskjellig fra tre. De fire andre kategoriene har altså gjennomsnittsverdier som ligger på den positive, eller ”enige”, siden av skalaen. Gjennomsnittet av respondentene er altså enige i at deres bedrift har en Lean praksis innenfor kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kontinuerlig Forbedring og Kultur.

Selv om gjennomsnittsverdiene for kategoriscoren er høyere enn 3 for alle kategoriene er ikke dette tilfellet for alle de enkelte spørsmålene. Flere av spørsmålene har en gjennomsnittsverdi som er signifikant forskjellig fra 3 på den negative eller ”uenige” siden av skalaen. For disse spørsmålene er altså respondentene i snitt uenige i at bedriften praktiserer påstanden om beste Lean praksis. Dette gjelder påstandene i spørsmålene 18 (Kundeverdi), 19, 28, 30 (Kunnskap), 34, 36, 38, 42 (Kontinuerlig Forbedring), 48, 54 (Stabilisering), 60, 61, 65 og 67 (Stabilisering)

Spørsmål 80 har den høyeste gjennomsnittsverdien og det laveste standardavviket. Spørsmål 80 lyder som følger: ”Kundene er generelt fornøyd med den verdien som skapes i våre produktprosjekter.”. For dette spørsmålet har ingen respondenter brukt alternativ 1 eller 2 på skalaen. Det er altså ingen som er uenig i denne påstanden. Dette spørsmålet kan være vanskelig å få et godt svar på fra produktutviklere i bedriften da det er de som har utviklet produktene og kanskje har vanskelig for å innrømme at kunder er misfornøyd med

produktene, eller de vet ikke om kunden er fornøyd eller ikke. For å få et godt mål på denne påstanden burde man kanskje spørre kunden selv og ikke bedriften.

Spørsmål 81 er den eneste påstanden som er negativt formulert. Enkelte av respondentene kan ha unngått å oppfattet dette, spesielt siden det er et av de siste spørsmålene. Sett i ettertid burde kanskje påstanden vært formulert positivt som de andre påstandene, eller at flere av de andre påstandene var formulert negativt. Spørsmål 81 lyder som følger: ” Det er alltid behov for at bedriften bevilger mer ressurser enn opprinnelig planlagt, for at produkter skal kunne lanseres til fastsatt tid og med nødvendig kvalitet.”. Det er altså den negative formuleringen som gjør at alternativ 1 helt uenig for dette spørsmålet er positivt, mens 5 veldig enig her er negativt. Om enkelte ikke har oppfattet den negative formuleringen vil det påvirke resultatene. Spørsmål 81 har et gjennomsnitt på 2,59 og et standardavvik på 0,99 etter at skalaen er snudd. 2,59 er et forholdsvis lavt gjennomsnitt som vil si at respondentene i snitt mener at det til en viss grad alltid må bevilges mer resurser for å lansere produkter til fastsatt tid med nødvendig kvalitet. På en annen side er en utviklingsprosess en uforutsigbar prosess der det kan være vanskelig å vite på forhånd hvor mye ressurser som kreves. Om bedriften er fleksibel nok til å kunne sette inn ekstra resurser for å lansere et produkt til fastsatt tid og med nødvendig kvalitet er ikke dette nødvendigvis negativt.

5.2.2 Forbedringspotensial

Et av forskningsspørsmålene gjelder hvor forbedringspotensialet er størst. For å kunne svare på dette spørsmålet må hva som er et forbedringspotensial defineres. Under diskuteres tre alternativer.

Forbedringspotensialet kan defineres for hele industrien (eller hele utvalget) som helhet ved å se for hvilke kategorier gjennomsnittsverdien av kategoriscoren ligger lengst unna potensialet, altså beste Lean praksis. I praksis betyr det at forbedringspotensialet er størst i de kategoriene der gjennomsnittsverdiene er lavest. Dette gjelder som nevnt kategoriene Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering og Standardisering.

Siden alle påstander i undersøkelsen beskriver beste Lean praksis kan det på samme måte også være interessant å se på hvilke enkeltspørsmål eller påstander der forbedringspotensialet er stort. Påstandene med de laveste gjennomsnittsverdiene har det største forbedringspotensialet. For de påstandene der gjennomsnittet er signifikant lavere enn 3 er det tydelig et forbedringspotensial. Disse er altså spørsmål der respondentene i snitt er uenige i at bedriften praktiserer beste Lean praksis.

Forbedringspotensialet for den enkelte bedrift kan avgjøres på denne måten ved å se hvordan den enkelte bedrift scorer i de ulike kategoriene og for enkelte spørsmål.

For å kunne vurdere et tallmessig forbedringspotensial må dagens praksis sammenlignes med det potensielt tallmessig beste resultatet. En t-test som sammenligner kategoriscoren med beste Lean praksis, altså fem på skalaen, kan gi en pekepinn på hvilke kategorier som har det største forbedringspotensialet.

Tabell 5.1 Resultater av t-test som sammenligner gjennomsnittsverdiene med 5 på skalaen

Kategorier	Gjennomsnitt	t-verdi	p-verdi
Kundeverdi	3,46	-47,42	,000
Kunnskap	3,41	-53,66	,000

Kontinuerlig Forbedring	3,08	-54,16	,000
Stabilisering	3,04	-62,54	,000
Standardisering	3,01	-59,51	,000
Kultur	3,53	-44,92	,000

Av Tabell 5.1 ser vi at alle kategoriene har lave t-verdier og p-verdier under 0,001, noe som også var å forvente da gjennomsnittsverdiene ligger rundt 3 og denne testen tester om gjennomsnittene er signifikant forskjellig fra 5. Rangeres kategoriene etter stigende t-verdi vil listen tilsvare en rangering etter hvilken kategori som ligger lengst unna fem på skalaen, altså over hvilke kategorier som har det største forbedringspotensialet.

1. Stabilisering
2. Standardisering
3. Kontinuerlig Forbedring
4. Kunnskap
5. Kundeverdi
6. Kultur

Som forventet finner vi Stabilisering og Standardisering på toppen av lista og Kundeverdier og Kultur på bunnen. Stabilisering ligger over Standardisering selv om Standardisering har den laveste gjennomsnittsverdien på grunn av et høyere standardavvik.

For den enkelte bedrift vil forbedringspotensialet i de ulike kategoriene kunne rangeres annerledes ut i fra hvilke scorer den enkelte bedrift har oppnådd. Listen over sier noe om tendensen i industrien (eller utvalget) som helhet. Bedriftene har også ulike forutsetninger og opererer i ulike markeder og vil derfor muligens ha ulike forutsetninger for å score høyt i de ulike kategoriene. Dette vil også kunne endre rekkefølgen på rangeringen for den enkelte bedrift.

En annen definisjon på forbedringspotensial kan være å se på kategoriene eller påstandene der spredningen i svarene er stor. Er det stor forskjell mellom de som scorer dårligst og de som scorer best på bedriftsnivå kan dette tyde på at de bedriftene som scorer dårlig har et forbedringspotensial fordi flere andre bedrifter scorer mye høyere. Kategoriene med størst spredning er Kundeverdi, Stabilisering og Kultur der differansen mellom kategoriscorene på bedriftsnivå til den beste og den dårligste bedrift i kategoriene er 2 eller mer. Standardavviket for scoren i de ulike kategoriene på bedriftsnivå ligger på mellom 0,34 og 0,43. Det er kategorien Kundeverdi som har det største standardavviket. Dette kan skyldes som nevnt tidligere at en bedrift har en unormal lav score i denne kategorien. På individuelt nivå er det kategorien Kontinuerlig Forbedring som har det største standardavviket på 0,62.

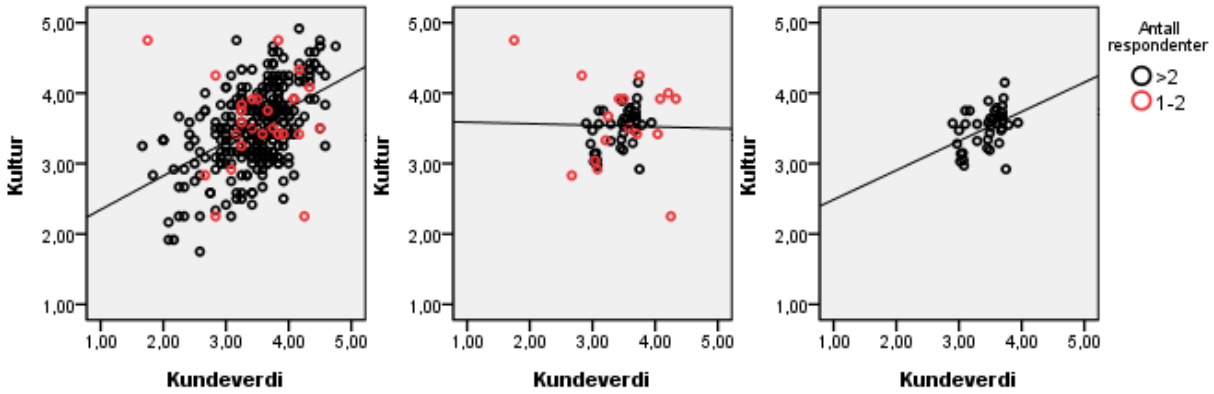
Den tredje måten å definere forbedringspotensialet på er å se på hvilke kategorier som synes å forbedre eller påvirke prestasjonene til bedriften mest. Ingen av kategoriene har et spesielt høyt gjennomsnitt så det er rom for forbedring i alle kategoriene. Forbedringspotensialet kan derfor sies å være størst i de kategoriene som forbedrer prestasjonene mest. Ved å forbedre disse vil forhåpentligvis også prestasjonene forbedres. Resultatene av den konfirmerende faktoranalysen antyder at det er kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur som påvirker prestasjonene mest. Nå må det nevnes at modellen som ble testet ved den konfirmerende faktoranalysen ikke nødvendigvis er den beste modellen for

å beskrive dataene. Alternative modeller kan vise seg å gi bedre tilpassning og vil kunne gi andre resultater. I tillegg er det mange måter å definere prestasjoner på. Spørsmålene i kategorien Prestasjoner i PU omhandler både spørsmål om kunden, bedriften og den enkelte respondent og måler derfor flere ulike syn på prestasjoner. I tillegg er det snakk om prestasjonene til produktutviklingsavdelingen og ikke bedriftenes økonomiske prestasjoner eller markedsposisjon som måles. Hvilke kategorier som påvirker hvilke prestasjoner kunne derfor også vært undersøkt.

5.2.3 Forskjeller mellom bedriftene

Det er flere ulike bedrifter som har deltatt i undersøkelsen og det er derfor interessant å undersøke forskjeller mellom bedriftene.

Det er beregnet gjennomsnittsverdier og standardavvik for kategoriscorene på bedriftsnivå. Disse gjennomsnittene viser samme tendens som gjennomsnittene beregnet på individuelt nivå. Ser man på korrelasjonsmatrisene er det større forskjeller mellom korrelasjonskoeffisientene beregnet på bedriftsnivå og de beregnet på individuelt nivå. Korrelasjonene mellom kategoriene som representerer LPU-praksis og kategorien Prestasjoner i PU er endret og det er kategoriene Kunnskap, Kontinuerlig Forbedring og Kultur som korrelerer mest med kategorien Prestasjoner i PU og Kundeverdi, Stabilisering og Standardisering korrelerer minst. Noe av forskjellen skyldes at enkelte bedrifter med bare en respondent har en score langt fra gjennomsnittet i enkelte kategorier, sammenlignet med bedriftene med flere respondenter der bedriftsscoren ligger nær gjennomsnittet. Dette synes særlig godt for korrelasjonen mellom Kundeverdi og Kultur der korrelasjonskoeffisienten faktisk er negativ når den beregnes på bedriftsnivå. Korrelasjonen mellom de øvrige kategoriene er positiv for begge nivåene.



Figur 5.1 Plot mellom kategoriene Kultur og Kundeverdi. Til venstre på individuelt nivå, i midten på bedriftsnivå og til høyre på bedriftsnivå, men der bedrifter med færre en 3 deltakere er utelatt.

Figur 5.1 over illustrerer dette. I plotet til venstre er kategoriene plottet på individuelt nivå. I plotet i midten og til høyre er kategoriene plottet på bedriftsnivå. I plotet i midten er alle bedriftene tatt med og i plotet til høyre er bedriftene med kun 1 eller 2 respondenter utelatt. For de bedriftene med bare en respondent vil ikke scoren endres fra individuelt nivå til bedriftsnivå. Bedriftene som har scorer som ligger utenom normalen har en tendens til å være en bedrift med få respondenter. Disse bedriftene vil påvirke resultatene i større grad enn på individuelt nivå og skaper større spredning i resultatene og derfor også større usikkerhet. Når antallet bedrifter i plotet reduseres til de bedrifter som har mer enn to respondenter er resultatene mellom individuelt nivå og bedriftsnivå mer likt. For de andre kategoriene kan lignende oppførsel registreres.

Det er undersøkt om antall ansatte i produktutvikling har betydning for kategoriscore. Figur 4.7 illustrerer dette. Av figuren kan man ikke se noen tydelig sammenheng, men gruppene 16-30 og 31-50 ansatte synte å ha noe høyere gjennomsnittlig kategoriscore enn de andre.

Det er også interessant å se om enkelte bransjer scorer bedre eller dårligere i enkelte kategorier. Fordi det er mange bransjer representert og i enkelte av disse er få bedrifter representert er tre bransjer eller grupperinger valgt ut for å sammenligne med resten av bedriftene. Disse tre gruppene er bedrifter som produserer deler eller annet utstyr til motorvogner (bildeler), produksjon av meierivarer eller andre mat og drikkevarer (mat og drikke) og produksjon av forbrukervarer som blant annet klær og møbler (forbrukervarer). I hver av gruppene er fem bedrifter representert.

I Tabell 5.2 er gjennomsnittet over alle bedriftsscorene presentert sammen med gjennomsnitt for bedriftene i hver gruppering for hver kategori. Ved å sammenligne gjennomsnittsverdiene til hver av gruppene med gjennomsnittet for alle bedriftene, kan man se en tendens til at gruppen bildeler og gruppen forbrukerprodukter har et høyere gjennomsnitt i kategoriene Kundeverdi og Kontinuerlig Forbedring enn gjennomsnittet for alle bedriftene. Gruppen mat og drikke har et lavere gjennomsnitt i kategoriene Stabilisering og Standardisering enn gjennomsnittet for alle bedriftene. Alle tre gruppene av bedrifter har et høyere gjennomsnitt i kategorien Prestasjoner i PU enn de øvrige bedriftene. I kategorien Stabilisering og Standardisering har bedriftene i gruppen mat og drikke til sammen en lavere score på skalaen enn de øvrige bedriftene. Alle gruppene ligger noe høyere enn gjennomsnittet i kategorien Prestasjoner i PU enn de øvrige bedriftene.

Det er gjort en t-test for å sammenligne gjennomsnittsverdien i hver av gruppene med verdien av gjennomsnittet for alle bedriftene. T-testen viser at kun to av gjennomsnittsverdiene for gruppene er signifikant forskjellig fra verdien av gjennomsnittet for alle bedrifter i kategorien. Dette gjelder gjennomsnittet for gruppen forbrukervarer i kategorien Kundeverdi som er signifikant høyere enn gjennomsnittet for alle bedrifter, og gruppen Mat og drikke i kategorien Stabilisering der gjennomsnittet er signifikant lavere enn gjennomsnittet for alle bedrifter.

T-testen som er gjort sammenligner gjennomsnittet til et utvalg (gruppene) med en antatt fast verdi (gjennomsnittsverdien til alle bedriftene), og variansen i gjennomsnittsverdien for alle bedriftene er derfor ikke med i beregningene. Dette er gjort fordi det er ca. 10 ganger så mange bedrifter i gjennomsnittet for alle bedriftene og tilsvarende lavere varians. Med grupper på bare 5 bedrifter skal det enten store forskjeller eller små standardavvik til for å få signifikante forskjeller. Dette kan være noe av årsaken til at kun to av gjennomsnittsverdiene er signifikant forskjellig. Det kan også være verdt å merke seg at det er til sammen 21 par av verdier som er sammenlignet og med et signifikansnivå på 5% kan man forvente at minst en av sammenligningene vil være statistisk signifikant på grunn av ren tilfeldighet.

Tabell 5.2 Tabell over gjennomsnitt kategoriscorene for alle bedrifter og for tre grupper av bedrifter.

	Gjennomsnittsverdier på bedriftsnivå			
	Alle bedriftene	Bildeler	Mat og drikke	Forbrukervarer
Kundeverdi	3,44	3,73	3,43	3,75*
Kunnskap	3,46	3,46	3,50	3,64
Kontinuerlig Forbedring	3,11	3,27	3,16	3,44
Stabilisering	3,07	3,18	2,65*	3,18
Standardisering	2,99	3,10	2,75	3,08
Kultur	3,53	3,51	3,22	3,58
Prestasjoner i PU	3,39	3,59	3,62	3,64

* verdier som er signifikant forskjellig fra gjennomnittet for alle bedriftene ($p \leq 0,05$)

At gruppen som produserer forbrukervarer scorer høyt på kundeverdi kan komme av at disse bedriftene leverer produkter direkte til forbrukeren og er kanskje flinkere til å inkludere kunden i utviklingen av produktene. Bilprodusenter er kjent for å sette høye krav til sine underleverandører og det kan være noe av grunnen til at gruppen som produserer bildeler også scorer høyere enn gjennomsnittet i kategorien Kundeverdi. Hvorfor gruppen mat og drikke scorer lavere i kategoriene Standardisering og Stabilisering kan skyldes at disse bedriftene ofte lanserer nye og svært forskjellige produkter.

Fundamentale forskjeller mellom bedriftene kan blant annet skyldes den store forskjellen mellom produktene som produseres og markedene de selges i. Enkelte bedrifter har et mye tettere forhold til kunden og scorer høyere på kundeverdi. Andre som lanserer mange nye produkter ofte ha mindre stabile og standardiserte prosesser. Type marked og konkurranse kan derfor styre fundamentale forskjeller mellom bedriftene.

For å se om det er sammenheng mellom bedriftenes score i de ulike kategoriene og bedriftens score i prestasjoner i PU ble Tabell 4.7 presentert i foregående kapittel. Av tabellen ser man en tendens til at bedrifter som scorer høyt i de seks første kategoriene også scorer høyt i kategorien Prestasjoner i PU. Det er også flere unntak der bedrifter scorer høyt i Prestasjoner i PU, men ikke har blant de 27 høyeste scorene i de andre kategoriene.

5.3 Feilkilder

Når det gjelder hvorvidt resultatene fra undersøkelsen kan generaliseres for å gjelde hele populasjonen, altså alle PU-bedrifter i norsk vareproduserende industri, er det enkelte kriterier som må være oppfylt. For det første må utvalget være et tilfeldig utvalg av populasjonen, og for det andre må utvalget være representativt. Metoden benyttet for å innhente data i denne oppgaven kan ikke sies å være tilfeldig. Det optimale hadde vært å ha en liste over alle PU-bedrifter i Norge for deretter å plukke ut et tilfeldig utvalg bedrifter som ble bedt om å delta. I tillegg til at måten bedriftene ble valgt ut ikke er tilfeldig, virket det som om det var en tendens til at det var en større andel av de høyteknologiske bedriftene, som kanskje har større interesse av prosjektet eller ønsker å bidra til forskning hos NTNU og SINTEF, som takket ja. Bedrifter som ikke har et like stort fokus på forbedring av produktutviklingsprosessene eller har mindre interesse av forskningen som NTNU og SINTEF gjør, var mindre villige til å delta. Dette kan ha ført til et skjevt utvalg der få av de ”dårlige” eller lavteknologiske bedriftene er representert.

Et annet punkt er hvordan respondentene oppfatter skalaen de skal svare på. I undersøkelsen går skalaen fra helt uenig til veldig enig. Skalaen burde i utgangspunktet vært symmetrisk og enten gått fra helt uenig til helt enig eller fra veldig uenig til veldig enig. Om respondentene oppfatter helt uenig like sterkt som veldig enig er usikkert. De engelske alternativene er midlertidig symmetrisk og går fra strongly disagree til strongly agree.

I tillegg er det i flere av analysene brukt metoder som egentlig er beregnet på kontinuerlige data. Dataene som er analysert er i hovedsak diskrete data på ordinalnivå. Dette vil kunne påvirke resultatene. (de Winter & Dodou 2010) har imidlertid undersøkt forskjellen i type-I og type II feil ved bruk av metriske og ikke-metriske metoder på fempunkts ”Likert-type items”. De konkluderte med at metodene gir stort sett samme resultat. Det antas derfor at metodene som er benyttet gir riktige resultater.

Gjennom analysene har det vært ønskelig å se i hvor stor grad de ulike kategoriene påvirker prestasjonene. Av korrelasjonsmatrisen kan man se at det er en sammenheng, men om denne sammenhengen kommer av en årsak virkningseffekt er ikke mulig å se ut i fra analysene. Også i CFA-modellen kunne man se at enkelte av kategoriene fikk lave og til og med negativ ladninger på kategorien Prestasjoner i PU. Nå må det nevnes at modellen viste seg å kanskje ikke være en veldig god tilpasning, så alternative modeller kan vurderes. Grunnen til at korrelasjonene og faktorladningene ikke er større kan komme av at produktutviklingsprosesser er komplekse og at det er mange forhold som ikke kommer fram gjennom dataene som vil kunne påvirker prestasjonene i den enkelte bedrift. Bedriftene opererer også i ulike markeder og har ulike forutsetninger som økonomi, ressurser og konkurranse. Spørsmålene i kategorien Prestasjoner i PU kan passe bedre for enkelte bedrifter enn andre avhengig av hva de produserer. I tillegg er det mange respondenter som ikke er med i faktoranalysen i denne kategorien på grunn av muligheten for blanke alternativer.

I undersøkelsen er spørsmålene innen hver kategori samlet og står under felles overskrift. Dette kan påvirke måten respondentene svarer på ved at de vet hva det er som skal måles med de enkelte spørsmålene. Det kunne ha vært bedre å blande spørsmålene og ikke hatt overskrifter.

6 Konklusjon

Norske industribedrifter, i hvert fall de som har deltatt i undersøkelsen, praktiserer til en viss grad elementer av beste Lean praksis. Beste Lean praksis praktiseres i større grad innenfor kategoriene Kundeverdi, Kunnskap og Kultur enn de øvrige kategoriene Kontinuerlig Forbedring, Stabilisering og Standardisering.

Det er forbedringspotensial i alle kategorier. Vurderer man forbedringspotensialet ut i fra hvor høyt de ulike kategoriene scorer er forbedringspotensialet tydelig størst i kategoriene Stabilisering og Standardisering, men også forholdsvis stort i kategorien Kontinuerlig Forbedring.

Fundamentale forskjeller mellom bedriftene kan blant annet skyldes forskjeller mellom markeder og produktene som produseres. Enkelte bedrifter har et tettere forhold til kunden og scorer høyere på kundeverdi. Andre som lanserer mange nye produkter kan ha mindre stabile og standardiserte utviklingsprosesser. Type marked og konkurranse kan derfor styre fundamentale forskjeller mellom bedriftene.

7 Videre arbeid

De innledende spørsmålene i spørreundersøkelsen gir anledning til å se på sammenhenger mellom resultater i de ulike kategoriene og forhold som alder, erfaring, utdanningsnivå til den enkelte respondent eller bedriften som helhet. Denne type sammenligning er ikke gjort i denne oppgaven, men kunne vært interessant å undersøke i en videre analyse av dataene. For eksempel kan det hende det er forskjeller på om de ansatte har mye eller lite erfaring gjennom direkte involvering i produktutvikling. En slik type analyse forutsetter at det er et representativt utvalg av de ansatte i produktutvikling som har svart på undersøkelsen. En slik type analyse ville også ha kunnet identifisere flere forskjeller mellom bedriftene. Eventuelt kunne en slik type analyse også ha vært gjort på individuelt nivå.

I oppgaven er det gjort en konfirmerende faktoranalyse. For å jobbe videre med faktoranalyser ville det vært interessant å teste alternative modeller til den som er testet i denne oppgaven. Det kan også vurderes om det skal velges ut færre spørsmål som lader på hver kategori. Ved kun å inkludere de spørsmålene med høyest ladning på den enkelte faktor kan det hende analysen blir enklere og muligens bedre. Det kunne også vært gjennomført en eksplorerende faktoranalyse for å undersøke om spørsmålene kan deles inn i andre kategorier enn de som er bestemt på forhånd. I tillegg kunne det vært interessant å gjøre CFA eller EFA også på bedriftsnivå og ikke bare på individuelt nivå som gjort i denne oppgaven. Om det gjøres videre analyser på bedriftsnivå bør det vurderes om enkelte av bedriftene med få respondenter bør utelates.

I oppgaven har det vært undersøkt hvor det er forbedringspotensial blant bedriftene, men også hvor forbedringspotensialet er størst tallmessig. Der hvor forbedringspotensialet er størst tallmessig er ikke nødvendigvis der det er enklest å gjøre forbedringer eller der endringer/forbedringer gir de største resultatene. For å foreslå hvor forbedringstiltak bør iverksettes bør det også evalueres hva som er potensialet for den enkelte bedrift eller bransje og i hvilke kategorier eller for hvilke påstander er det at man kan oppnå forbedring med lav innsats. Å sette inn store ressurser for å forbedre noe som nesten ikke påvirker resultatene eller der det er lite å hente vil ikke være god bruk av ressurser.

Spørsmålene i kategorien Prestasjoner i PU kartlegger både produktutviklingsavdelingens prestasjoner, hva kunden synes om produktene og hvorvidt den enkelte respondent anser sin arbeidsdag som produktiv. Spørsmålene omfatter derfor mange ulike former for prestasjon, blant annet effektivitet, kundetilfredshet og produktlanseringer for å nevne noe. Det er altså mange forhold som styrer prestasjonene til bedriften. Når man ønsker å undersøke hvordan beste Lean praksis påvirker prestasjoner ville det derfor også være interessant å se på bedriftens økonomiske resultater eller markedsposisjon i bedriftenes respektive markeder.

Denne undersøkelsen baserer seg på i all hovedsak norske bedrifter. Kun en av bedriftene er ikke norsk. Om bedrifter i andre land også hadde svart på undersøkelsen ville det vært mulig å sammenligne norske bedrifter med bedrifter i andre land. Bedrifter i andre land kan ha helt andre forutsetninger enn norske. Blant annet lønninger, arbeidskraft og klima for å nevne noen. Å undersøke hvilke forskjeller det er mellom land når det gjelder industrien som helhet, men også enkelte bransjer/grupperinger kan derfor være interessant.

Litteraturliste

Baines, T, Lightfoot, H, Williams, GM & Greenough, R 2006, 'State-of-the-art in lean design engineering: A literature review on white collar lean', *Journal of Engineering Manufacture*, 2006.

Clason, DL & Dormody, TJ 1994, 'Analyzing Data Measured by Individual Likert-Type Items', no. Vol. 35, No. 4.

Clausen, S-E 2009, *Multivariate analysemetoder for samfunnsvitere*, Universitetsforlaget, Oslo.

Cramer, D 2003, 'Advanced Qualitative Data Analysis', Open University Press, Maidenhead, Philadelphia.

Darren, G & Mallery, P 2009, *SPSS for Windows step by step : a simple guide and reference, 16.0 update*, Pearson, Boston.

de Winter, JCF & Dodou, D 2010, 'Five-Point Likert Items: t test versus Mann-Whitney-Wilcoxon', *Practical Assessment, Research & Evaluation*,.

Gob, R, McCollin, C & Ramalhoto, MF 2007, 'Ordinal Methodology in the Analysis of Likert'.

Hoppmann, J, Rebentisch, E, Dombrowski, U & Zahn, T 2011, 'A Framework for Organizing Lean Product Development', *Engineering Management Journal*,

IBM 2009, 'IBM SPSS', *http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/*.

IBM 2012, 'SPSS AMOS', *http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/amos/*.

Karlsson, C & Åhlström, P 1996, 'The Difficult Path to Lean Product Development', *Journal of Product Innovation Management*, 1996.

Khan, MS, Al-Ashaab, A, Shehab, E, Haque, B, Ewers, P, Sorli, M & Sopelana, A 2011, 'Towards lean product and process development', *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*,

Lean Pathways 2011, 'Failure Modes in Lean Implementation', *Hentet fra: http://leanpathways.blogspot.no/2011_05_01_archive.html*, besøkt 15.10.2012, 27.05 2011.

León, HCM & Farris, JA 2011, 'Lean Product Development Research: Current State and Future Directions', *Engineering Management Journal*, 2011.

Microsoft 2007, 'Excel', *http://office.microsoft.com/nb-no/excel/*.

Morgan, JM & Liker, JK 2006, *The Toyota Product Development System*, Productivity Press, New York.

Object Planet AS , 'Opinio', *Hentet fra: http://objectplanet.no/opinio/opiniopresentasjon.pdf*, besøkt 15.10.2012 .

Schipper, T & Mark, S 2010, *Innovative Lean Development*, CRC Press, Boca Raton.

Sehested, C & Sonnenberg, H 2011, *Lean Innovation*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Store Norske Leksikon 2012, 'Kultur', *Hentet fra: http://snl.no/kultur*, besøkt 15.10.2012.

Welo, T 2011, 'On the application of lean principles in Product Development: a commentary om models and practices', *International Journal of Product Development*,

Wikipedia , 'Kunnskap', *Hentet fra: http://no.wikipedia.org/wiki/Kunnskap*, besøkt 15.10.2012

Wikipedia , 'Rensis Likert', *Hentet fra: http://en.wikipedia.org/wiki/Rensis_Likert*, besøkt 15.10.2012 .

Womack, JP, Jones, DT & Roos, D 1990, *The Machine That Changed the World*, Simon & Schulster, London.

Vedlegg

A Spørsmålene i spørreundersøkelsen

Tabell A.1 Spørsmål og svaralternativer som de er gitt i undersøkelsen

Spm.	Spørsmål / Påstand	Svaralternativer
	Innledende spørsmål	
1	Alder	20-30 30-39 40-49 50-59 60-69 Over 70
2	Kjønn	Mann Kvinne
3	Rolle i bedriften	Design Utvikling av prosess Ansvarlig Koordinator Marked Produksjon Kvalitet Produktutvikling Prosjektleder Innkjøp Annet
4	Antall år direkte involvert i produktutvikling	1-5 år 6-10 år 11-15 år Mer enn 15 år
5	Utdanning (indiker din høyeste utdanning)	Yrkesskole Bachelor Master Phd Annet
6	Antall ansatte som jobber med produktutvikling i din bedrift	1-5 6-15 16-30 31-50 Mer enn 50

	Kundeverdi	
7	Kundeverdi er uttrykt i bedriftens misjon/visjon.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
8	Å tilfredsstille kundeverdi er den primære driveren for bedriftens strategi og aktiviteter i produktutviklingsteam.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
9	Ved utvikling av nye produkter, har kunden en definert og integrert rolle i prosessen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
10	Til en hver tid har hvert prosjektmedlem, i produktutvikling, kjennskap til avgjørende produktegenskaper; de som er resultat av oppfattet kundeverdi.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
11	I spesifikke prosjekter, er det utstrakt bruk av feltarbeid (antropologi, markedsundersøkelser, målgrupper, eksperter etc.) å kartlegge kunders behov og ønsker, så vel som strategisk planlegging.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
12	Bedriftens produktportefølje er hovedsaklig basert på vår forståelse for optimal implementering av kundeverdi.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
13	I våre prosjektteam er det en svært kompetent og erfaren person med autoritet, som har som primær oppgave å representere kunden i prosjektteamet.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
14	Vi har som mål å sette sammen tverrfaglige produktutviklingsteam, hvor teamdeltagere har ulike kontaktpunker og kanaler for å fange kundenes innspill.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
15	Vår bedrift benytter ulike metoder og kombinasjoner for å (aktivt) registrere kundenes og brukernes behov, basert på hva disse sier, gjør eller lager.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
16	I vår produktutvikling, forsøker vi å kombinere hva kunden uttrykker (uttrykt behov) med hva vi tror kunden ønsker å uttrykke (tause/tacit behov).	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
17	Grensesnitt for kundekommunikasjon er definert for å skape direkte kommunikasjonskanaler, uten filter som kan føre til tap av informasjon.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
18	Bedriften benytter visualiseringsverktøy for å vise sammenhengen mellom kundeverdi, produktegenskaper, strategiske komponenter og selskapets verdier.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Kunnskap	
19	Bedriften har en strukturert tilnærming, for å identifisere kunnskapsgap i produktutviklingsprosjekt.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
20	Bedriften utvikler alltid flere design konsepter / alternativer på et tidlig stadie i produktutvikling; den endelige løsningen velges ved hjelp av en Darwinistisk "survival of the fittest" tilnærming.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
21	Verdifull innsikt, ny informasjon og kunnskap, er ofte utviklet ved fysisk testing.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
22	Bedriften søker aktivt etter informasjon og kunnskap utenifra, for å utvide kunnskapsgrunnlaget i bedriften.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
23	Uformell kunnskapsdeling (for eksempel ansikt-til-ansikt kommunikasjon) er mye brukt i vår bedrift.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
24	Bedriften legger vekt på formell kunnskapsdeling gjennom medium som databaser, prosjektmøter, visualisering boards / rom, tilbakeføring av erfaringer etc.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
25	Negative erfaringer, i form av test-og produktfeil, uplanlagte tilbakesteg etc, benyttes som verdifulle bidrag til eksisterende kunnskapsgrunnlag.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
26	Ny og relevant informasjon er oversatt og formulert på en måte som gjør det enkelt for andre å forstå.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
27	Bedriften er villig til å utforske ny kunnskap for å videre utvikle nye og innovative ideer.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
28	Kunnskap er, så langt det lar seg gjøre, fanget opp, registrert og dokumentert i kunnskapssystemer/ databaser.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
29	I vår bedrift har vi definerte kunnskapseiere for viktige produktområder.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
30	Vår bedrift har en strukturert prosess for å utnytte eksisterende og ny kunnskap.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
31	Vi evaluerer alltid mulighetene for gjenbruk av eksisterende kunnskap/ løsninger, før vi iverksetter tiltak for å generere ny kunnskap.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Kontinuerlig forbedring	
32	Kontinuerlig forbedring av produktutviklingen, er en viktig del av bedriftens strategi.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
33	Alle er underforstått med et felles ansvar for å gjennomføre aktiviteter som forbedrer produktutviklingsprosessen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
34	Bedriften har en klar og kommunisert definisjon av både verdiskapende arbeid og sløseri (waste) i produktutvikling.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
35	Bedriften har et velfungerende system/prosess for å kontinuerlig forbedring av aktiviteter og prosesser i produktutvikling.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
36	Vårt system for kontinuerlig forbedring er hyppig brukt på alle nivåer / prosjekter i produktutvikling.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig, irrelevant
37	Forretningsmessige mål er brutt ned i funksjonelle mål på en systematisk (og fornuftig) måte.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
38	Produktutviklingsteam har måleparametre og resultatmål, som (daglige) aktiviteter og resultater kan sammenlignes opp mot.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
39	Kontinuerlig forbedring er sett på som en viktig del av produktutviklingsprosessen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
40	Forslag til forbedringer, relatert til produkter og prosesser, vurderer vi alltid på en systematisk måte.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
41	Besluttede forslag til forbedringer er alltid implementert (skikkelig).	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
42	Vi følger alltid opp og måler effekten av våre iverksatte forbedringer i produktutvikling.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
43	Erfaringsgjennomgang av prosjekter blir alltid benyttet som en del av vår kontinuerlig forbedringstrategi.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Stabilisering	
44	Bedriften benytter en helhetlig tilnærming til valg av prosjekt og porteføljeplanlegging med direkte relasjon til tilgjengelige ressurser.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
45	Utvelgelseskriterier for prosjekter, er basert på definerte mål (kvantitative) og er primært drevet av bedriftens evne til å redusere risiko, mens man tilfredsstiller kundeverdi.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
46	Vi prioriterer alltid prosjekter basert på deres signifikans og alle vet, til enhver tid, hvilke aktiviteter/prosjekter som har høyeste prioritet.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
47	Ressursstyring håndteres proaktivt og systematisk, der funksjonelle områder brytes ned til behov hos de enkelte produktutviklingsteam.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
48	Sentrale personer i produktutvikling er til en hver tid, ikke formelt involvert i mer enn to prosjekter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
49	Planlegging av aktiviteter er lagt til det laveste mulig organisatoriske nivå for å skape engasjement og klare ansvarsområder.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
50	I vår bedrift blir forfremmelse hovedsaklig basert på (teknisk) kompetanse og leder/coach ferdigheter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
51	Prosjektledelse fokuserer først og fremst på kvaliteten av leveranse og redusering av risiko fremfor fullføring av oppgaver i sjekklister (i en fasedrevet prosess).	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
52	Velg de to viktigste av alternativene under, som er praktisert i din bedrift for å forsikre at ansatte kan jobbe uforstyrret.	Fokuserte stand-up møter/ E-mail regler (gi det som trengs, når det er nødvendig, til de som trenger det)/ En klar agenda for formelle møter/ Definerte bidrag fra alle deltagere, både før og etter formelle møter/ Dedikert prosjekttid (avsatt tid, uten forstyrrelser)
53	Produksjon (og andre nedstrøms funksjoner) har definert myndighet og forpliktelser i alle prosjektfaser fra konseptutvikling til distribusjon.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
54	Vi bruker Design for Manufacturing (DFM) for å hindre design endringer etter første design freeze, slik at kun produserbare løsninger velges.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
55	Noen få leverandører er valgt som strategiske partnere basert på deres kompetanse, kapasitet og pålitelighet for utvikling av viktige komponenter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Standardisering	
56	Vi følger alltid vårt formelle kvalitetssystem (eller forretningsprosess).	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
57	Det er en systematisk prosess å forbedre og tilpasse vår produkt-fremtakingsprosess, med formål å finne bedre måter å løse utfordringer i produktutviklingsprosjekter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
58	For å redusere risiko og kostnader i nye produkter, tar vi sikte på å gjenbruke eksisterende kunnskap og data.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
59	Bedriften har en definert strategi for å standardisere ferdigheter innenfor hvert funksjonsområde.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
60	Bedriften bruker systematisk opplæring på tvers av fagdisipliner som verktøy for å øke fleksibilitet i ressursforvaltningen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
61	Vårt firma har en strategi for å utvikle mennesker med grunnleggende forståelse for verdikjeden, gjennom å sirkulere personer mellom funksjonsområder.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
62	Bedriften har en definert designstrategi hvor gjenbruk, modularisering og tilpasning til kundespesifikasjon er (definert som) sentrale elementer.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
63	Designingeniører følger vår designstrategi og ser standardisering som et middel for å skape produkter av høy verdi for kunder og andre intessenter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
64	Vår bedrift løser problemer ved å bruke "raske" læringsykluser med konkrete mål, problemstillinger, analyse og sjekklister, som skal undersøkes innenfor bestemte tidsperioder.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
65	Resultater fra raske læringsykluser er også registrert, strukturert og gjort tilgjengelig for problemløsning i senere prosjekter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
66	Når problemer oppstår finner vi rotårsaken til problemene gjennom en faktabasert tilnærming, der justeringer blir lagret og gjort tilgjengelige for senere bruk.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
67	Vi løser problemer med en strukturert tilnærming til problemløsning tilsvarende Deming's sirkel, PDCA, etc.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Kultur	
68	I vår bedrift er alle meninger og synspunkter like mye respektert, verdsatt og ansett, uavhengig av kildens rolle (posisjon, utdanning, avdeling etc.) i bedriften.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
69	Bedriften ønsker å delegere ansvaret til det nivået som er nærmest problemet.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
70	I vår bedrift tas beslutninger basert på innvolvering og følgende avgjørelser som tas, blir respektert og gjennomført.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
71	I vår bedrift er det kultur å ta beslutninger basert på resultat fra tester, fakta og de nyeste kunnskap/erfaring som foreligger.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
72	I vår bedrift er det kultur for risikobevisstgjøring, der risiko er identifisert, fokusert og redusert ved hjelp av en systematisk tilnærming til problemløsning.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
73	I vår bedrift er lederstilen bygd på verdier som tillit, inkludering og delegering.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
74	Vi har et effektivt system for generering, håndtering og evaluering av nye idéer.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
75	Vår innovasjonskultur er basert på karakteristikker som nysgjerrighet, åpenhet for nye idéer og kreativitet, hvor det å feile er akseptert som en naturlig del av innovasjonsprosessen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
76	Vår bedrift skiller mellom prosessen for å generere kunnskap (forskning og innovasjon) og gjenbruk av kunnskap (produktutvikling) ved å vie ressurser til begge områder.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
77	Bedriften tilpasser nye verktøy til dagens prosesser og ansattes aktuelle behov, ikke motsatt.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
78	Vi mener at vårt konkurransefortrinn hovedsakelig ligger i vår evne til å løse problemer og utfordringer, og at digitale verktøy er et redskap i denne sammenheng.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
79	Bruk av enkel og visuell kommunikasjon er sterkt forankret i bedriftens kultur.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

	Prestasjoner i Produktutvikling	
80	Kundene er generelt fornøyd med den verdien som skapes i våre produktprosjekter.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig, irrelevant
81	Det er alltid behov for at bedriften bevilger mer ressurser enn opprinnelig planlagt, for at produkter skal kunne lanseres til fastsatt tid og med nødvendig kvalitet.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
82	Produktutviklingsprosjekt lanseres innenfor prosjektplanen.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
83	Produktutviklingsprosjekt realiseres innenfor budsjett.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
84	De siste tre års produktlanseringer har innfridd inntjeningsmål/marginer.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig, vet ikke
85	De siste tre års produktlanseringer har bidratt som planlagt til våre salgsmål.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig, vet ikke
86	I løpet av de siste tre årene har vi utvidet vår produktportefølje ved å introdusere nye (for oss) produkttyper i markedet.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig
87	Samarbeid med eksterne forskning og utviklings-institusjoner / samarbeidspartnere har en nøkkelrolle i utvikling av strategiske produkter hos oss.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig. irrelevant
88	Jeg oppfatter min normale arbeidsdag, som svært produktiv.	Helt uenig(1) – (5) veldig enig

B Resultater fra CFA

Standardiserte Ladninger fra CFA

			Standardisert estimat
Prestasjoner	←	Kultur	,300
Prestasjoner	←	Standardisering	-,122
Prestasjoner	←	Stabilisering	,028
Prestasjoner	←	Forbedring	-,139
Prestasjoner	←	Kunnskap	,314
Prestasjoner	←	Kundeverdi	,330
Q80	←	Prestasjoner	,473
Q82	←	Prestasjoner	,603
Q83	←	Prestasjoner	,559
Q84	←	Prestasjoner	,769
Q85	←	Prestasjoner	,751
Q88	←	Prestasjoner	,538
Q7	←	Kundeverdi	,476
Q8	←	Kundeverdi	,536
Q9	←	Kundeverdi	,483
Q10	←	Kundeverdi	,511
Q11	←	Kundeverdi	,570
Q12	←	Kundeverdi	,537
Q19	←	Kunnskap	,514
Q20	←	Kunnskap	,359
Q21	←	Kunnskap	,240
Q22	←	Kunnskap	,475
Q23	←	Kunnskap	,221
Q24	←	Kunnskap	,620
Q32	←	Forbedring	,607
Q33	←	Forbedring	,638
Q34	←	Forbedring	,628
Q35	←	Forbedring	,650
Q36	←	Forbedring	,744
Q37	←	Forbedring	,562
Q44	←	Stabilisering	,658
Q45	←	Stabilisering	,608
Q46	←	Stabilisering	,645
Q47	←	Stabilisering	,583
Q49	←	Stabilisering	,384
Q50	←	Stabilisering	,430
Q56	←	Standardisering	,507
Q57	←	Standardisering	,629
Q58	←	Standardisering	,550
Q59	←	Standardisering	,665
Q60	←	Standardisering	,598

			Standardisert estimat
Q61	←	Standardisering	,429
Q68	←	Kultur	,575
Q69	←	Kultur	,593
Q70	←	Kultur	,679
Q71	←	Kultur	,677
Q72	←	Kultur	,698
Q73	←	Kultur	,669
Q13	←	Kundeverdi	,532
Q14	←	Kundeverdi	,559
Q15	←	Kundeverdi	,565
Q16	←	Kundeverdi	,447
Q17	←	Kundeverdi	,508
Q18	←	Kundeverdi	,530
Q25	←	Kunnskap	,475
Q26	←	Kunnskap	,599
Q27	←	Kunnskap	,447
Q28	←	Kunnskap	,621
Q29	←	Kunnskap	,535
Q30	←	Kunnskap	,767
Q31	←	Kunnskap	,471
Q38	←	Forbedring	,562
Q39	←	Forbedring	,593
Q40	←	Forbedring	,642
Q41	←	Forbedring	,563
Q42	←	Forbedring	,622
Q43	←	Forbedring	,601
Q51	←	Stabilisering	,454
Q53	←	Stabilisering	,530
Q54	←	Stabilisering	,496
Q55	←	Stabilisering	,351
Q62	←	Standardisering	,539
Q63	←	Standardisering	,614
Q64	←	Standardisering	,552
Q65	←	Standardisering	,613
Q66	←	Standardisering	,591
Q67	←	Standardisering	,536
Q74	←	Kultur	,629
Q75	←	Kultur	,581
Q77	←	Kultur	,550
Q78	←	Kultur	,512
Q79	←	Kultur	,482