

Norges Handelshøyskole

Bergen, våren 2008

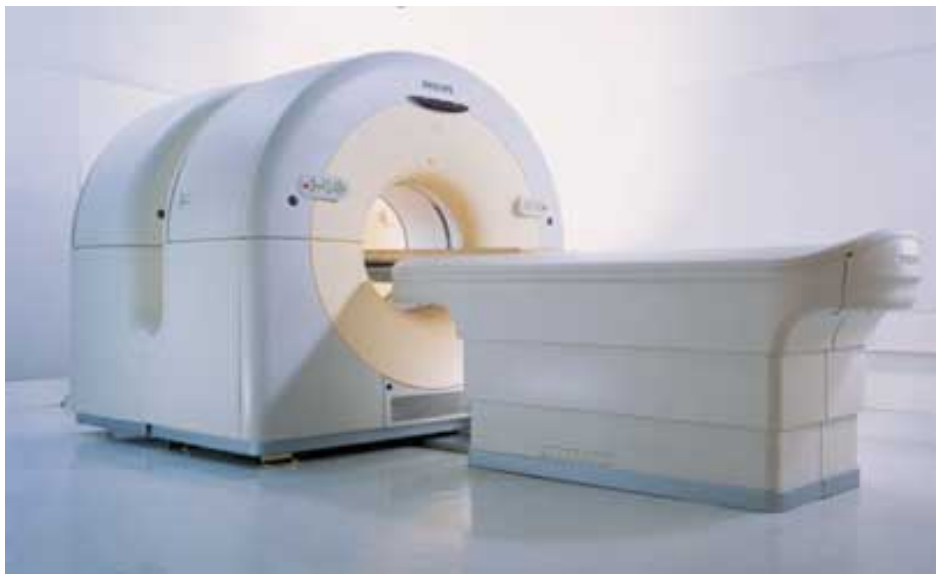
Fordypningsområde: Økonomisk styring (BUS)

Veileder: Associate professor Kari Nyland

ABC i PET

av

Christopher Dahr



Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomisk-administrative fag ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen inntår for de metoder som er anvendt, de resultater som er fremkommet eller de konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Sammendrag

Kostnadsvurderinger av PET i Norge har vært gjort tidligere (J.G.Fjell, 2003 og overslagsmessig av SMM). Disse er imidlertid teoretisk beregnet i forkant av innføringen av PET ved Riks-Radiumhospitalet. Både organisering og finansiering har i praksis blitt noe annerledes enn forutsatt i tidligere vurderinger. Utredningen benytter anledningen til å studere arbeidsprosessene som utføres og de faktiske kostnadene.

PET er i norsk sammenheng ny medisinsk teknologi. Gjennom en aktivitetsbasert kostnadskalkyle tilstreber oppgaven å vise, så nøyaktig som mulig, kostnaden forbundet med klinisk PET på Riks-Radiumhospitalet. Herunder hører kostnad per pasient (KPP) for de ulike undersøkelsesalternativene som tilbys, og en vurdering av kostnadene for ledig kapasitet.

Ett tema i kostnadsanalysen er variasjon i kostnad mellom undersøkelsesalternativene. Det er derfor gunstig med en viss forståelse av hvordan undersøkelsen fungerer og hvilke undersøkelsesalternativ som tilbys. Informasjon om PET og PET-senteret presenteres derfor som bakgrunnsstoff.

Teori om aktivitetsbaserte kostnadskalkyler (ABC) utdypes, og danner grunnlag for kalkylen. Metoden er forankret i teorien og er videre tilpasset den praktiske situasjon og arbeidsprosessene ved PET-senteret. Tilpasningen fordrer enkelte forenklinger og forutsetninger som presenteres underveis.

Avslutningsvis vurderes kostnads- og kapasitetseffekten av en medisinsk-teknisk utfordring innen PET/CT. Forhåpentligvis kan eksempelet kaste litt lys på hvilke styringsvariabler som kan hentes fra en detaljert aktivitetsbasert kalkyle.

En PET-undersøkelse ved PET-senteret på Riks-Radiumhospitalet koster fra kr 11.774,- til 15.149,- inklusive Mva, avhengig av hvilken undersøkelsesform som velges. For år 2007 er kostnader for ledig kapasitet beregnet å være i størrelsesorden kr 4 millioner, og samlet årskostnad tett oppunder kr 38 millioner.

Innholdsfortegnelse

| | |
|---|----|
| Sammendrag..... | 1 |
| Innholdsfortegnelse | 2 |
| Oversikt av tabeller og eksempler | 4 |
| Oversikt av figurer | 4 |
| Forord | 5 |
| Takk til: | 6 |
| Innledning..... | 7 |
| Kapittel 1 – Presentasjon av PET | 9 |
| Bakgrunn og organisering av PET-senteret ved Rikshospitalet..... | 9 |
| Bruksområde for PET..... | 10 |
| PET/CT..... | 11 |
| PET-forskning | 12 |
| Kapittel 2 – Økonomisk teori | 13 |
| Formålet med økonomiske kalkyler | 13 |
| Historisk utvikling av økonomistyring – fremveksten av ABC..... | 14 |
| Kalkylens begrensning | 16 |
| Formål og valg av kalkyle | 16 |
| Kapittel 3 - ABC-teori..... | 18 |
| Introduksjon til ABC..... | 18 |
| Steg 1: Identifisering av aktiviteter og sporing av kostnader til aktiviteter | 18 |
| Steg 2: Kostnadsdriver, -rate og føring av aktivitetskostnad til produkt | 19 |
| Mange bekker små... .. | 21 |
| Hva med faste kostnader i ABC? | 21 |
| Kapasitetskostnader..... | 22 |
| Kapittel 4 - ABC i tjenesteytende virksomhet og sykehus..... | 25 |
| ABC i tjenesteytende sektor..... | 25 |
| ABC i sykehus..... | 25 |
| Kostnadshierarki i sykehus..... | 27 |
| Kapittel 5 – Metode..... | 29 |
| Forutsetninger og forenklinger..... | 33 |
| Kapittel 6 - ABC analyse av PET-undersøkelser ved RR | 35 |

ABC i PET

| | |
|--|----|
| Kapasiteter..... | 35 |
| Ressurskostnadene | 36 |
| Fordeling av ressurser på aktivitetene | 39 |
| Aktivitetspris | 40 |
| Kostnadshierarki..... | 41 |
| Utnyttelse og aktivitetsnivå..... | 42 |
| FDG og forbruksmateriell | 43 |
| Kapittel 7 - Kostnad per pasient (KPP) | 44 |
| Hovedundersøkelsen (PET/CT) | 48 |
| Tilleggsundersøkelsen (PET/CT med diagnostisk CT)..... | 49 |
| Oppsummering KPP..... | 49 |
| Kapittel 8 - Kapasitetskostnader | 50 |
| Total kostnad PET på RR..... | 53 |
| Eksempel på bruk av kalkylen i kapasitetsvurdering | 54 |
| Kapittel 9 - Konklusjon | 58 |
| Kapittel 10 – Forslag til videre arbeid..... | 59 |
| Litteraturliste | 69 |

Oversikt av tabeller og eksempler

| | |
|---|----|
| Tabell 1 – Undersøkelsesalternativ med PET/CT | 12 |
| Tabell 2 - Eksempel på kostnadshierarki | 20 |
| Tabell 3 - Eksempel på kapasitetskostnad..... | 23 |
| Tabell 4 - Eksempel på kostnadshierarki i sykehus | 28 |
| Tabell 5 - Ressurser i aktivitetene | 31 |
| Tabell 6 - Kapasitet i personale..... | 35 |
| Tabell 7 - Kapasitet i skanner..... | 36 |
| Tabell 8 - Ressurskostnader i personale..... | 36 |
| Tabell 9 - Fordeling av husleie på lokale og skanner..... | 37 |
| Tabell 10 - Ressurspris vedlikehold skanner..... | 37 |
| Tabell 11 - Kostnad for interne tjenester PET-senteret..... | 38 |
| Tabell 12 - Ressurskostnader PET-senteret | 38 |
| Tabell 13 - Aktivitetspris i personale | 39 |
| Tabell 14 - Aktivitetspriser PET-senteret..... | 41 |
| Tabell 15 - Kostnadshierarki PET-senteret | 41 |
| Tabell 16 - Inndata, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET | 44 |
| Tabell 17 - KPP, FDG-PET halvkropp | 45 |
| Tabell 18 - KPP, FDG-PET helkropp | 46 |
| Tabell 19 - KPP, FDG-PET halvkropp med diagnostisk CT | 47 |
| Tabell 20 – KPP, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET, ekskl Mva..... | 48 |
| Tabell 21 - KPP, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET, inkl Mva | 48 |
| Tabell 22 - Ledig kapasitet i personale fordelt på aktivitetene | 51 |
| Tabell 23 – Kostnad ledig kapasitet per år, med dagens undersøkessammensetning..... | 52 |
| Tabell 24 – Årskostnad PET-senteret..... | 54 |
| Tabell 25 - Årskostnad PET-senteret, med klinisk optimal andel diagnostisk CT | 56 |
| Tabell 26 – Kostnad ledig kapasitet per år, med klinisk optimalt antall diagnostisk CT..... | 57 |
| Tabell 27 – KPP inkl Mva/sos.kostn for undersøkelsesutvalget ved PET-senteret | 58 |
| Tabell 28 - Kostnader for ledig kapasitet ved PET-senteret med dagens produktmix..... | 59 |

Oversikt av figurer

| | |
|---|----|
| Figur 1 - Arbeidsflyt PET-senteret, etter aktivitet..... | 30 |
| Figur 2 - Kostnadssammenlikning undersøkelsesalternativ med FDG-PET | 49 |

Forord

Oppgaven har vært utfordrende og spennende å arbeide med. Først og fremst har den krevd en viss teknisk innsikt i undersøkelsen, men også forståelse av arbeidsprosessene og sykehuset, for å kunne stille de riktige spørsmålene. I lys av at PET er helt nytt i Norge og den siste tids diskusjon om kostnader i sykehus, er den også svært tidsriktig.

Temaet har tatt både en og to svinger siden oppstarten i 2007. Avtale om å skrive om PET ble inngått før PET-senteret åpnet, og nøyaktig tema var fremdeles gjenstand for diskusjon langt ut i prosessen.

Det er mye som kunne være interessant å utrede rundt PET, særlig når det gjelder økonomisk nytte. Ønsket fra PET-senteret om en økonomisk nyttevurdering ble forsøkt møtt ved å se på implikasjonen av PET på kostnaden i behandling av lungekreft etter Norsk behandlingsplan. Erfaringstall fra utlandet er imidlertid bare delvis tilgjengelig og kostnadskontrollen i behandlingen som foregår ved Radiumhospitalet heller liten. Nyttevurdering ble dermed beroende på for mange forutsetninger og er i sin helhet utelatt.

Siden kostnaden ved PET bare har vært overslagsmessig vurdert tidligere, ønsket forfatteren, fremfor noe, å prioritere en ordentlig kostnadsvurdering utfra hvordan undersøkelsen per dags dato organiseres og utføres ved Riks-Radiumhospitalet.

PET-senteret er fremdeles i oppstartfasen. Senteret åpnet i oktober 2006, og frem til januar 2007 ble det radioaktive preparatet importert fra Danmark. Per tidlig i 2008 finnes ikke regnskapstall for et helt produksjonsår. Beregninger i oppgaven er utarbeidet fra driftsbudsjettet for PET-senteret og samtaler/intervju med ansatte.

Takk til:

Veileder Kari Nyland (Associate professor, NHH) for gode tips og rettleiding underveis til arbeidet.

Karl Sæbjørn Kjøllesdal (doktorand, Rikshospitalet) for verdifulle innspill i oppstartfasen.

Hans Erik Lie (Administrerende direktør Norsk Medisinsk Syklotronsenter) for at jeg fikk anledning til å skrive om et tidsaktuelt og spennende tema.

Christina Idsøe (Helsefaglig støtte, Rikshospitalet)

Gaute Hagen (Overlege, Nukleærmedisinsk seksjon Rikshospitalet)

Merethe Wigen Andersen (nukleærmedisinsk seksjon, Rikshospitalet)

Paal Brunsvig (Overlege, Onkologisk avdeling, Radiumhospitalet)

Randi Forfang (Avdelingsbioingeniør, Nukleærmedisinsk seksjon, Rikshospitalet)

Signe Elise Hagve (Nukleærmedisinsk seksjon, Rikshospitalet)

Trond Velde Bogsrud (Overlege, Nukleærmedisin, Radiumhospitalet)

Innledning

PET-senteret på Riks-Radiumhospitalet skal være en nasjonal ressurs. 63 % av pasientene ventes poliklinisk fra andre helseregioner¹. Samlet representerer senteret en investering på 125 millioner kroner, den største enkeltsatsing på avansert medisinsk forskning og diagnostikk som er gjennomført i Norge². Med senteret følger planer om betydelig ekspansjon i bruken av PET i Norge. Kapasiteten for produksjon av det benyttede radioaktive legemiddelet (FDG) er så stor at fire skannere i Oslo-området kan forsynes to ganger om dagen³. Per november 2007 forsynes to skannere én gang per dag.

Et nytt PET-senter ved Haukeland Universitetssykehus i Bergen er for tiden under ferdigstilling og forventes åpnet i mars/april 2008.

I styringsdokumentene for de regionale helseforetakene heter det at en uavhengig faglig vurdering skal ligge til grunn for innføring av nye kostbare metoder⁴. Norge fikk i 1998 et eget Senter for Medisinsk Metodevurdering (SMM). I 2004 ble senterets virke en del av et nyopprettet Nasjonalt Kunnskapssenter for helsetjenesten.

SMM/Kunnskapssenteret har i 2000⁵, 2003⁶ og senest i 2006⁷, vurdert diagnostisk og klinisk nytteverdi av PET, dog mindre inngående ved de to siste anledningene.

En medisinsk metodevurdering (health technology assessment, HTA) skal omfatte vurdering av både klinisk effekt og kostnad/nytte vurdering⁸. Det kliniske og økonomiske må åpenbart sees i sammenheng, og den ene er lite verd uten den andre. Oppgaven er et eksempel på hvordan kostnadsvurderingen i en medisinsk metodevurdering kan foretas.

Kostnadsvurderingen bygger på økonomisk teori om aktivitetsbaserte kostnadskalkyler og er videre tilpasset formålet. Innen PET finnes et utvalg undersøkelsesalternativer utfra hva som skal undersøkes. Disse varierer i tid og arbeidsinnsats.

Innføring av ny teknologi innebærer kapasitetsutbygging. Innledningsvis står mye kapasitet ubenyttet. Dette synes særlig aktuelt ved en så stor økonomisk satsning som PET.

¹ Driftsbudsjett PET-senteret

² petsenteret.no

³ petsenteret.no

⁴ Odin.no

⁵ Smiseth et al (2000)

⁶ B.Mørland (2003)

⁷ B.A.Graff (2006)

⁸ B.Mørland (2003)

To sentrale kostnadsvurderinger utpeker seg som problemstilling:

- 1. Kartlegge kostnaden ved en enkeltundersøkelse og hvordan disse drives i de ulike undersøkelsesalternativ.**
- 2. Vurdere hvordan kostnadsbildet påvirkes av ledig kapasitet symptomt for utbygging av ny teknologi**

Kapittel 1 – Presentasjon av PET

PET er en forkortelse for positron-emisjons-tomografi. Dette betyr snittbillediagnostikk (tomografi) med positron-emiterende radioaktive stoffer. Teknologien har vært brukt siden 1990-tallet og har nå kommet til Norge. PET er en del av nukleærmedisin, som vil si bruk av åpne radioaktive stoffer til diagnostikk og/eller terapi⁹.

Undersøkelsen består i at pasienten får et radioaktivt merket stoff injisert i blodet, slik at strålingen kan registreres på utsiden av kroppen. Til å registrere strålingen brukes en PET-skanner.

Det PET egentlig måler er hvordan et stoff fordeler seg i kroppen. I den forbindelse må stoffet som benyttes være tilpasset undersøkelsens formål. De mest brukte positronemitterende radionuklider er karbon, oksygen, nitrogen og fluor. Fordelene ved å benytte en positronemitter er muligheten for å merke naturlige biologiske stoffer uten å påvirke deres kjemiske egenskaper¹⁰. Fagfolk kan dermed benytte et stoff som tas opp i patologi (for eksempel druesukker), og tilføre dette en radioaktiv isotop. Ved at isotopen avgir stråling vil den avsløre druesukkerets fordeling i kroppen. Etter injeksjon må pasienten vente slik at det metabolsk aktive stoffet får fordelt seg i kroppen og eventuelt konsentrert seg i aktuelle stoffskifteprosesser.

Bakgrunn og organisering av PET-senteret ved Rikshospitalet

Senter for Medisinsk Metodevurdering (SMM) vurderte diagnostisk og klinisk nytte av PET i 2000, og konkluderte at behovet ikke var til stede i Norge¹¹. I 2003 samlet SMM datidens litteratur på samme område på hasteoppdrag. Konklusjonen ble at bruk av PET internasjonalt hadde økt sterkt, men at dokumentasjonen på klinisk effekt ikke strakk til¹². PET vurderes i begge rapporter som et mer nøyaktig verktøy enn alternativene i diagnostikk av flere krefttyper, men som mer interessant i forskning enn til klinisk bruk. Det understrekes at PET er i utvikling, men det gis ikke statsstøtte til etablering av PET i Norge.

For å få PET til landet ble Norsk Medisinsk Syklotronsenter AS (NMS) opprettet. Selskapet eies av universitetssykehusene i Oslo-området og Universitetet i Oslo¹³. Grunnleggingen av

⁹ M.Biermann (2006)

¹⁰ M.Biermann (2006)

¹¹ Smiseth et al (2000)

¹² B.Mørland (2003)

¹³ petsenteret.no

PET-senteret er gjort i regi av Norsk Medisinsk Syklotronsenter AS og finansiert av GE Healthcare AS, Norges Forskningsråd og Kunnskapsdepartementet.

Produksjon og undersøkelsen er et samarbeid mellom NMS, GE Healthcare AS (GE) og Riksradiumhospitalet (RR). Lokalene ligger i tilknytning til Rikshospitalet (RH). NMS eier lokaler og utstyr, og leier ut til de to andre aktørene. NMS kjøper oksygenanriket vann av GE, bestråler dette, og selger isotopene til GE. GE har legemiddeltillatelsen på det radioaktive preparatet (FDG) fra Statens Legemiddeltilsyn og er de som produserer det ferdige radiofarmakon for salg til klinikkene på RR. NMS leverer også support på alle fasiliteter som leies av GE, noe som er en omstendelig oppgave grunnet kravene til legemiddelproduksjon og strålevern.

Bruksområde for PET

Per i dag er 95 % av alle PET-undersøkelser kreftdiagnostikk¹⁴. Til dette brukes radioaktivt merket druesukker, ¹⁸F - fluorideoksiglukose (FDG). Undersøkelsen kalles oftest FDG-PET. Forbrenning av druesukker er en universell prosess i kroppen og undersøkelsen vil vise normalt opptak i hjerne, hjerte, muskulatur og etterhvert i urinveier. I tillegg er opptak et kjennetegn på mange maligne tumorer (ondartede kreftsvulster). Fordi en svulst er hurtigvoksende og trenger mye energi, vil druesukker samles opp dersom en svulst finnes. Ved at druesukkeret er merket med et sporstoff, vil en slik unormal oppsamling bli synlig i PET-scanneren. Grunnet høyt opptak av druesukker i mange maligne tumorer er FDG-PET et svært godt verktøy til påvisning av en rekke kreftformer¹⁵:

- Lungekreft
- Lymfekreft
- Hud-/føflekkreft
- Tarmkreft
- Hode-/halskreft
- Skjoldbruskjertelkreft
- Spiserørkreft
- Brystkreft

Fordi PET viser fordelingen av FDG i kroppen vil også infiserte lymfeknuter og metastaser vises. Dette gjør PET svært godt også i diagnostisering og stadieinndeling av de nevnte

¹⁴ M.Biermann (2006)

¹⁵ Kunnskapssenteret.no

kreftformer. Stadielinndelingen uttrykker hvorvidt og i hvilken grad sykdommen har spredd seg, og er høyst avgjørende for valg av behandling¹⁶.

FDG-PET kan også brukes til undersøkelse av hjernen i nevrologi, for å finne pasienters epileptiske fokus og tidlige tegn på demens (Alzheimers), samt at det er ypperlig til å påvise områder i kroppen med betennelse¹⁷.

PET/CT

PET/CT er en kombinert maskin (skanner) som foretar PET og CT (computertomografi) i samme undersøkelse, med automatisk bildesammensetning. Kombinasjonen er i dag så vanlig at 95 % av alle nyinnkjøpte PET-apparat, inkludert de på RR og Haukeland, er PET/CT-skannere¹⁸. Radiologene får dermed kombinert det beste fra begge verdener, kontrast fra PET og oppløsning fra CT¹⁹. Mer folkelig kan vi si at CT skisserer kartet og PET plotter koordinatene for høyt opptak av radiofarmaca, slik at opptaket kan ses i forhold til andre strukturer i kroppen. For en utdyping av mer teknisk art vises det til **Vedlegg A**.

Én detalj tas likevel med i hovedteksten – skillet mellom en vanlig PET/CT og diagnostisk CT. Denne skal vise seg utslagsgivende i kostnadsbildet. Vanlig PET/CT innebærer en lavdose CT. For anatomisk målrettet terapi (for eksempel kirurgi eller ekstern stråleterapi) er det viktig at informasjonen er så presis som mulig²⁰. I om lag 50 % av PET-undersøkelsene gjøres derfor en ekstra høydose CT på et avgrenset område (diagnostisk CT) umiddelbart etter PET/CT-skann²¹.

En standard PET-undersøkelse gjøres fra hode til øvre lår, og betegnes halvkropp. I nevrologi er det oftest tilstrekkelig å skanne hjernen, mens for eksempel hudkreft krever helkroppskann. Hver av de 3 hovedundersøkelsene (halvkropp, helkropp og hjerne) kan gjøres med tillegg av en diagnostisk CT. De seks mulige kombinasjonene fremgår av **Tabell 1**. Kostnad for hvert alternativ beregnes senere i teksten. Undersøkelsesutvalget ved PET-senteret, særlig skillet mellom PET/CT og diagnostisk CT, er derfor viktig å ha klart for seg.

¹⁶ Bach-Gansmo et al (2004)

¹⁷ M.Biermann (2006)

¹⁸ Legeforeningen.no

¹⁹ M.Biermann (2006)

²⁰ M.Biermann (2006)

²¹ G.Hagen

| Hoved-us (PET/CT) | Evt tilleggsundersøkelse (D-CT) |
|-------------------|---------------------------------|
| Halvkropp | Diagnostisk CT |
| Helkropp | Diagnostisk CT |
| Hjerne | Diagnostisk CT |

Tabell 1 – Undersøkelsesalternativ med PET/CT

PET-forskning

Det foregår fremdeles mye forskning innenfor PET. Avansert radiokjemi gjør det mulig å merke hvilken som helst substans i kroppen²². Problemstillingen det forskes på er å finne egnede radionuklider. Blant annet er det stor interesse for ^{11}C – karbon fordi svært mange forbindelser i kroppen inneholder karbon. Problemet er at ^{11}C har en halveringstid på 20 minutter. Dermed rekker man kun undersøkelse av én pasient per syntese (produksjon) og undersøkelsen blir svært kostbar.

Teknologien for å bruke PET til undersøkelse av andre sykdommer finnes altså, men her må det forskes mer på kompatibilitet mellom biomolekyl og sporstoff som er bedre tilpasset praktisk bruk. Ved NMS er det satt av betydelig areal til å ta imot økende PET-forskning også i Norge.

Denne oppgaven vil imidlertid bare se på klinisk PET som foregår i regi og på bekostning av RR. Overskuddskapasitet ved NMS og til forskning faller dermed på siden av vurderingsområdet.

²² M.Biermann (2006)

Kapittel 2 – Økonomisk teori

Formålet med økonomiske kalkyler

Økonomiske kalkyler gir oversikt og kjennskap til kostnadsstrukturen. Dette er viktig kunnskap når man skal ta beslutninger eller uttale seg om virksomheten. Kalkyler kan gjøres på alle nivå og produkter/tjenester i en organisasjon, både før, under og etter produktet/tjenesten leveres. Sån sett avvikes det sterkt fra regnskap som er en aggregert rapport for hele virksomheten eller, i beste fall, et større virksomhetsområde, og underlagt strenge rapporteringsregler. Kalkyler er noe som gjøres internt, og hensikten er å avbilde økonomisk situasjonen på et større eller mindre forretningsområde. Siden kalkylene er til internt bruk og for å få mest mulig virkelighetsnært bilde, er de ikke underlagt andre formkrav enn de prosedyrer virksomheten selv har valgt. Med ulike virksomheter og ulike hensikter, finnes et hav av ulike økonomiske kalkyler.

Kalkyler er verktøyet for å måle kostnadseffektiviteten, og kalkulasjonsformål kan deles inn som følger²³:

1. Produktrelaterte beslutninger. Dette inkluderer beslutninger som aksept av ordre, valg av produktmiks, produsere selv eller sette bort (outsourcing), valg av prisstruktur.
2. Kostnadskontroll. Kalkyler brukes også til å sammenlikne produktkostnader med andre innen samme type virksomhet eller mot seg selv over tid. Formålet med slik benchmarking er å oppnå økt kostnadseffektivitet ved å skjele dit produksjon foregår mer effektivt. I det offentlige legges det for eksempel stor vekt på å sammenligne hva tjenester koster å produsere på ulike steder, slik at enhetene skal kunne lære av hverandre.
3. Strukturering av ressursbruken. Med god kjennskap til kostnadene kan man vurdere ressursbruken opp mot hva man får igjen. Slik kostnad/nytte-vurdering er spesielt viktig i offentlig sektor, der profitt gjerne ikke måles på samme måte som i profittmaksimerende virksomhet. Eksempel på en kostnad/nytte-vurdering for tradisjonelle profittmaksimerende bedrifter er markedsføring. Her kan vi se for oss at markedsføring blir mer effektiv når bedriften kan se hvilke markedssegment som responderer best til hvilken markedsføring og følgelig kan satse pengene på rett sted.

²³ T.Bjørnenak (1996)

Kalkyler bidrar med beslutningsvariabler til økonomisk styring. Kostnadseffektivitet (ressursforbruk) er interessant å se i forhold til output og inntjening. Ved å kjenne kostnadene og inntekten også lokalt i en organisasjon, finner vi ut hvor den største fortjenesten ligger. Når man vet hvor man tjener penger kan man fokusere på disse områdene. Vel så viktig er det at man finner ut hvilke områder som er mindre lønnsomme og kan foreta grep for å forbedre disse. De senere års økte interesse for økonomiske kalkyler kan også forklares med økt konkurranse²⁴. Konkurranse gjør at marginene krymper og man må fokusere på det man er best til. Sterkere konkurranse og bedre kalkyler hos konkurrentene, stiller dermed større krav til ens egne kalkyler.

Historisk utvikling av økonomistyring – fremveksten av ABC

I løpet av forrige århundre gjennomgikk økonomistyringen et skifte. Overgangen fra tradisjonell økonomistyring til strategisk økonomistyring ble satt i gang av boken *Relevance Lost – the Rise and Fall of Management Accounting* (H.T. Johnson og R.S. Kaplan). Forfatterne hevdet at tradisjonelle kalkyler ikke evnet å beregne nøyaktig nok kostnad for produksjon og kostnad for støttefunksjoner/relaterte tjenester²⁵. Følgelig ble beslutninger fattet på grunnlag av unøyaktig data, særlig der det dreide seg om produksjon av flere produkter. Spesielt settes det fokus på at informasjonen ikke støttet viktige strategiske beslutninger²⁶. Tradisjonelle lærebøker tar for seg budsjett og avviksanalyse, standardkostnader, og finansiell resultatmåling. Felles for disse er at de er administrativt orienterte løsninger som ble introdusert i begynnelsen av forrige århundre²⁷. Stadig tiltakende konkurranse stiller større krav til fokus. Til dette trengs mer sofistikerte styringsparametre og beslutningsvariabler.

Activity Based Costing (ABC) blir først klart definert av R.S. Kaplan og W. Burns i 1987, i boken *Accounting and Management: A Field Study Perspective*. Konseptene presenteres videre i en serie artikler av R. Cooper og R.S. Kaplan i *Harvard Business Review* i 1988²⁸. Viktige egenskaper er blant annet mer presis fordeling av indirekte kostnader og felleskostnader (overhead); evne til å identifisere ikke-verdiskapende aktiviteter og organisatorisk slakk; og grunnlag for nye og bedre prestasjonsmål. ABC beskrives som en

²⁴ T.Bjørnenak (1996)

²⁵ Kaplan & Atkinson (1998)

²⁶ T.Bjørnenak (2003)

²⁷ T.Bjørnenak (2003)

²⁸ www.wikipedia.org

løsning på problemene i tradisjonelle system for kostnadsstyring, og en strategisk orientering av økonomistyringen²⁹. Skal vi forklare det siste, trenger vi ikke lete gjennom mange visjoner før vi ser fellestrekk i å bli best til noe (Forsvaret: ”Vi skal bli best i staten på virksomhetsstyring.³⁰”, Posten: ”Vi skal være ledende, men ikke nødvendigvis størst, i de markedene vi opererer.³¹”). Enten man driver logistikk, konsulenttjenester eller helsetjeneste, blir man ikke bedre uten å kjenne sine forbedringsområder. Å vite hvilke aktiviteter som ikke skaper verdi for kunden, og å identifisere ineffektive prosesser og ledig kapasitet gir viktig informasjon til styring av virksomheten. Kalkylen går lenger enn å si at virksomheten må tjene mer eller bruke mindre. Den forteller også hvor og hvorfor.

Fordelene en ABC-kalkyle tilbyr kommer godt frem ved å se den i lys av en tradisjonell kostnadskalkyle. Skillet mellom de to er klarest for indirekte kostnader og felleskostnader (overhead costs). Mange organisatoriske ressurser kreves, ikke for fysisk produksjon av fysiske produkter, men for å tilby et bredt spekter av støtte-aktiviteter som tillater produksjon av varierte produkter og tjenester til diversifiserte kundegrupper³². Det er på denne måten indirekte kostnader og overhead costs oppstår.

For tydeligere å få frem poenget er det på sin plass med en begrepsavklaring for å skille mellom indirekte kostnader og felleskostnader. *Indirekte kostnader* brukes i betydningen kostnader som påløper i produksjonsavdeling, men uavhengig av de typiske drivere for volumvariable kostnader, som maskintid eller antall produserte enheter. Eksempler på indirekte kostnader er bestillings-/innkjøpskostnader, varemottak, maskinoppsett. De er altså oppgaver som utføres av personell i operativ avdeling, men som ikke inngår i direkte lønn, direkte material, osv.

Felleskostnader er kostnader for interne tjenester eller støtteavdelinger. Dette er avdelinger i virksomheten som har til formål å tjene operative enheter, og oftest har lave eller ingen egne inntekter. Eksempler på interne tjenester er kundestøtte, IT-avdeling, regnskapsavdeling.

I tradisjonelle kalkyler fordeles indirekte og felleskostnader sjablongmessig utfra en valgt fordelingsnøkkel. Typiske fordelingsnøkler er produksjonsvolum, andel av omsetning, antall ansatte. Uten korrekt sammenheng mellom fordelingsnøkkel og hva som driver kostnaden, vil den reelle kostnaden og rapportert kostnad variere i utakt og man får et unøyaktig

²⁹ T.Bjørnenak (2003)

³⁰ M.Andresen, E.Amundsen (2007)

³¹ www.posten.no

³² Kaplan & Atkinson (1998)

kostnadsbilde. I gjennomgangen av ABC nedenfor skal vi også se at ved å ta i bruk begrepet kostnadsdriver, kan vi sammenstille fordelingsnøkkel med hva som driver kostnaden. I tillegg kan en rekke kostnader som tradisjonelt ble betegnet som faste behandles som variable.

Kalkylens begrensning

Det er viktig å være klar over begrensninger ved økonomiske kalkyler. En kalkyle er ikke ment å være eksakt, men snarere et godt anslag. Små unøyaktigheter er ikke en svakhet ved kalkylen, men en følge av valgte forenklinger eller forutsetninger. Det viktige er å foreta disse valgene bevisst. Hvor nøyaktig man ønsker å gjøre en kalkyle er en kostnad/nytte-avveining. Mer nøyaktige kalkyler blir nødvendigvis mer detaljerte. I tillegg til økt arbeid med å samle data, blir det dermed mer å holde oversikt over og flere styringsparametre. Hensikten med kalkylen er derfor avgjørende for detaljgraden, på samme måte som man velger kart ut fra tilsiktet formål. Om du skal kjøre fra Oslo til Røros for å fiske, kjøper du ikke orienteringskart for hele ruta, men et oversiktskart til kjøreturen og et mer detaljert kart over Femundsmarka for å finne en fin fiskeplass. På samme måte kan økonomiske kalkyler spisses mot spesifikke områder utfra formål og prioritering. Når du kjører til Røros er du selvsagt klar over at ikke alle svinger i veien går frem av oversiktskartet og holder øynene på veien. På samme måte bør man vite om unøyaktigheter i en økonomisk kalkyle når man skal styre etter denne.

Formål og valg av kalkyle

Som nevnt brukes ulike kalkyler for ulike formål. Hva man ønsker å undersøke er derfor avgjørende for valg av kalkyle. I tilfellet med PET viser intervju med involverte at ulike undersøkelsesalternativ tar ulik tid og krever i noen grad ulikt materiell. I tillegg går det frem av NMSs beregninger³³ og driftsbudsjettet at PET-senteret er dimensjonert for flere undersøkelser enn de utfører per i dag.

I tråd med introdusert problemstilling, utpeker to mål seg som aktuelle å oppnå med kalkylen:

1. Vurdere hvordan de ulike undersøkelsesalternativene driver kostnadene, og hva kostnadene summerer seg til.
2. Belyse ledig kapasitet og kostnaden forbundet med denne.

Punkt 1 må opplagt vurderes per undersøkelse, og et viktig poeng er å unngå krysspris-subsidiering. Krysspris-subsidiering vil si at elementer bærer kostnader for hverandre grunnet

³³ H.E.Lie

ABC i PET

unøyaktig fordeling. Punkt 2 sees best ved et representativt utvalg, for eksempel per år.

Hensikten her er å skille ut ledig kapasitet, fremfor å fordele den.

En tradisjonell direkte kostnadsfordeling er ikke tilstrekkelig til å undersøke tilsiktet formål.

Indirekte kostnader som skiller de ulike undersøkelsene vil ikke kunne vises, og ledig kapasitet vil inngå som fast kostnad og fordeles på utførte undersøkelser. For nevnte mål ønsker vi å få med alle kostnader (direkte og indirekte) som drives forskjellig i de ulike undersøkelsesalternativene, samt å skille ut den ledige kapasiteten. Til dette faller valget på en aktivitetsbasert kalkyle.

Kapittel 3 - ABC-teori

Introduksjon til ABC

Selv om det fokuseres på bedre fordeling i ABC er ikke fordeling hovedpoenget. Snarere er målsetningen å måle og prisse alle ressurser som brukes i aktiviteter som produserer og støtter produksjon og levering av produkt til kunde. Styring og prioritering er hjørnesteinen i strategi og ledelse. Med god kjennskap til dagens kostnads- og resultatbilde kan man bedre ta stilling til og optimalisere morgendagens.

ABC ivaretar selvkostkalkylens direkte fordeling av direkte kostnader (direkte material, direkte lønn). Forbedringen ligger i de indirekte kostnadene fra støtteaktivitetene. Støttende aktiviteter er funksjoner og handlinger som må til for å klare kjerneaktiviteten, altså det kunden betaler for. Eksempelvis kan nevnes klargjøring, planlegging, kontroll, flytting av material, osv. Ressurskostnad kobles til utførte aktiviteter. Støttefunksjoner er ressurser på linje med material og arbeidskraft. Kostnadsdriverne samler kostnader for bedriftens ressurser (personal, maskiner, osv) og fører dem til aktivitetene bedriften foretar. Bedriften får se, ofte for første gang, hvor mye de bruker på f.eks. innkjøp og introduksjon av nye produkter³⁴. Ved å skape flere dimensjoner for kostnadsvariasjon gjør aktivitetsbaserte kalkyler langt flere kostnader variable, og gir et godt helhetsbilde av kostnaden forbundet med virksomhetens prosesser.

I motsetning til arbitrær fordeling av faste kostnader, ved prosent av volumvariable kostnader, prøver ABC å påvise årsaks- virkningsforhold mellom aktiviteter og kostnader som oppstår. Enkelt skissert foregår dette ved å prisse aktivitetene og fordele kostnader ut fra hvor mye hver enkelt produksjonsprosess benytter hver aktivitet. I den følgende utdypingen av gangen i ABC kan det være hensiktsmessig å dele metoden i to steg, på linje med Kaplan og Atkinson (1998). Siden metoden kommer fra industrien er det i den innledende forklaringen mest hensiktsmessig å se for seg en tradisjonell produksjonsbedrift.

Steg 1: Identifisering av aktiviteter og sporing av kostnader til aktiviteter

Første steg er å identifisere aktivitetene som inngår i virksomhetens prosesser, hvilke ressurser aktivitetene benytter og prising av disse ressursene.

³⁴ Kaplan & Atkinson (1998)

For å kartlegge aktivitetene og avgjøre hvor mye av ressursene de beslaglegger kan intervju med ledere og ansatte benyttes. Mer detaljerte målinger kan også gjøres, men her må nytten ses i forhold til den økte kostnaden. ”The goal is to be apporoximately right, rather than precisely wrong, as are virutally all traditional poduct costing systems”³⁵. Fra intervju med leder og ansatte kan man finne de aktiviteter som tar opp det meste av tiden, samt hvor mye tid hver av disse beslaglegger. Eksempler på aktiviteter på et lager kan være å motta innkjøpte deler, motta råvarer, og å flytte materiell til ulike arbeidsstasjoner. Så lenge alle aktiviteter krever samme utstyr og de som utfører dem har samme lønn er tidsbruk tilstrekkelig. Om enkelte aktiviteter krever høytlønt personell eller dyrere utstyr, må dette tas hensyn til i prising av aktiviteten. Fordeling av kostnader til avdelingsleder gjøres også utfra hvor ressursen benyttes. Der leder deltar aktivt, eller med coaching i avdelingens output fordeles kostnaden etter tid brukt i hver aktivitet. Den andel av tiden som går med til rent administrativt arbeid deles forholdsmessig på aktivitetene i avdelingen.

Steg 2: Kostnadsdriver, -rate og føring av aktivitetskostnad til produkt

Neste steg er å vurdere hvor mye aktivitetene utnyttes og hva som styrer utnyttelsen. En kostnadsdriver er en faktor som forårsaker en kostnad. Endringer i kostnadsdriveren vil si endret aktivitetsutnyttelse og medfører endring i kostnaden. Kostnadsdriveren omtales også som dimensjonerende faktor. Fra før er antall enheter kjent som kostnadsdriver. Andre kostnader drives eksempelvis av antall produksjonsserier, antall produkter i sortiment, osv. Den fundamentale feilen i direkte kostnadsallokering ligger i at fordelingsnøkkelen er disproporsjonal med kostnadsdriveren. For eksempel vil økt produksjonsvolum med 10 % *ikke* nødvendigvis kreve 10 % økning i ressursbruk i støtteaktivitet. Kostnaden ved direkte allokering vil likevel øke med 10 %. ABC løser problemet ved å fordele kostnadene etter hvor mye ressurser produksjon beslaglegger i støtteaktivitetene. Kvantifisering av ressursbeslaget finnes ved å multiplisere kostnadsdriver-raten med aktivitetsutnyttelsen per periode.

Om vi grupperer kostnader med tilsvarende kostnadsdriver får vi et kostnadshierarki³⁶. Kostnadshierarki vil oftest inneholde enhetsnivå, serienivå, produktnivå og bedriftsnivå. Noen legger også til kundenivå. Nedenfor er et eksempel på kostnadshierarki (**Tabell 2**).

Enhetsnivå-aktiviteter er de som gjøres for hver enhet av et produkt eller tjeneste.

Ressursforbruket er proporsjonalt med produksjons- og salgsvolum. For **serienivå-aktiviteter**

³⁵ Kaplan & Atkinson (1998)

³⁶ Cooper og Kaplan (1999)

varierer ressursbruken kun ved hver nye serie, uavhengig av antall enheter i serien.

Produktnivå-aktiviteter er kostnader forbundet med muliggjøring av produksjon og salg av et produkt/tjeneste, og opprettholdelsen av dette. Det engelske ordet ”*product-sustaining activities*” er mer beskrivende. **Bedriftsnivå-kostnader** er knyttet til og drevet av selve bedriftens eksistens. Disse kan naturligvis reduseres som alle andre kostnader, men vil påløpe så lenge virksomheten er i drift. De er dermed per definisjon faste kostnader, selv om ABC ikke bruker begrepet ”fast”.

| Kostn.nivå | Kostn.driver | Eksempel |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Enhetsnivå | Antall enheter | Material Widget A |
| | Mengde material (kg) | Material Widget B |
| | Antall arbeidstimer | Lønnskostnad Widget A |
| | Antall maskintimer | Lønnskostnad Widget B |
| Serienivå | Antall serier | Omstillingskostn. |
| | Antall ordrelinjer | Ordrekostn. |
| | Antall bestillingslinjer | Innkjøpskostn |
| Produktnivå | Antall produkter i sortiment | Produktspesifikasjon |
| | Antall produkttyper til testing | Produkttesting |
| | Antall produkttyper med support | Kundestøtte |
| | Antall nye produkter | Introduksjonskostn |
| Bedriftsnivå | Bedriftens eksistens | Lønn adm.dir. Markedsføring |

Tabell 2 - Eksempel på kostnadshierarki

Ut fra kostnadshierarkiet (**Tabell 2**) kan vi se at flere kostnader som før har blitt betegnet som faste, fordi de ikke varierer med produksjonsvolum, nå blir variable. En måte å forstå hierarkiet er at kostnadene blir mindre variable jo nærmere man kommer bedriftsnivå. Vi kan tydelig se et økende informasjonsbehov med ABC. I tillegg til direkte material og direkte lønn, trenger man kjennskap til ting som antall maskinoppsett, antall materialinnkjøp, antall materialforflytninger, samt kartlegging av ressursbruk i hver av disse. Heldigvis kan moderne og etter hvert godt utbredte ERP (enterprise resource planning)-systemer gjøre letingen lettere og ikke minst rimeligere.

Kostnadshierarkiet er ikke et fast oppsett, men settes opp individuelt ut fra hva som driver kostnaden i virksomheten. For eksempel markedsføring kan havne flere steder i hierarkiet, avhengig av bruk. Markedsføring av bedriften som merkevare eller kvalitetsstempel er en

bedriftsnivå-kostnad. Markedsføring av et nytt produkt drives av tilkomsten av dette og er følgelig en produktnivå-kostnad. Settes sistnevnte som bedriftsnivå vil kostnadsbildet bli feil og produktlønnsomheten for høy.

Mange bekker små...

Aktivitetsnivået reflekterer hvor mye av kostnadsdriveren som går med i serien. Om maskinoppsett tar lik tid i alle tilfeller er stykkpris tilstrekkelig kostnadsdriver, og aktivitetsnivå 1 per nye serie. Om en ordre innebærer tre serier, må ordren tildeles 3 enheter av aktiviteten maskinoppsett.

Om ressursbeslaget varierer kan kostnadsdriver omfatte enten durasjon eller intensitet³⁷. Durasjon betyr oftest tid, og brukes der samme innsatsstyrke går med, mens tidsbruk varierer. Intensitet kan brukes der innsatsstyrken varierer. For eksempel der oppsett for enkelte serier krever 2 ansatte, mens andre fordrer 3. Ved behov kan durasjon og intensitet kombineres. Poenget er å operere med en kostnadsdriver som reflekterer hvordan kostnaden i aktiviteten drives.

Slike indirekte kostnader som maskinoppsett oppstår i flere ledd. Eksempelvis:

- I ordreavdeling. En ordre/bestillingslinje tar omtrent samme tid å føre om man fyller 1 eller 100 i feltet for antall. En ordre med 1 stk av 5 produkter er dermed like ressurskrevende som en ordre på 100 stk av de samme produktene. En nærliggende kostnadsdriver er dermed antall ordrelinjer, i motsetning til å fordele kostnaden på antall ordre.
- Plukk fra lager. Når først kassa med varer er hentet fra hylle med truck er overskytende ressursbeslag minimalt om plukklista sier 4 enheter fremfor 1. Vel og merke, så lenge vedkommende får med hele antallet på én tur. Antall plukkerunder er en bedre kostnadsdriver enn antall enheter. Bivirkningen at man må bestille nytt tidligere om man tar 4 fremfor 1 fanges opp av punktet over.

De få eksemplene her er pinlig opplagte og for en som kjenner sin virksomhet vil langt flere kunne avdekkes. Aktiviteter som har samme kostnadsdriver kan grupperes for å redusere antall variabler og få et oversiktlig system.

Hva med faste kostnader i ABC?

Et nokså velkjent utsagn er at lavvolum koster mer å produsere. Det er opplagt at samme maskinoppsett, samme tid brukt på å plukke deler, samme pakkekostnad, osv for et lavere

³⁷ Kaplan & Atkinson (1998)

antall sluttprodukt gjør hver enhet dyrere. Spør man en produksjonssjef i industri hvorfor lavvolum koster mer, vil svaret høyst sannsynlig inneholde noe om omstilling, kortere serier og faste kostnader. Indirekte skyldes det på at ressursutnyttelsen og dermed kostnaden er identisk for en serie, uavhengig av antall enheter i serien. Lavere utnyttelse enn potensialet innebærer da at man betaler for de ”ledige plassene” eller som det kalles i ABC-teorien, kostnad for ledig kapasitet.

Utføring av aktiviteter innebærer at virksomheten har ressurser som personell, lokale, utstyr og teknologi tilgjengelig. Fra dette påløper kostnader uavhengig av utnyttelse. De er således faste kostnader slik de tradisjonelt har vært definert, og varierer ikke med utnyttelsen. ABC skiller ikke mellom faste og variable kostnader, slik man er vant med. I lys av at man betaler for tilgjengelig kapasitet, uavhengig av utnyttelsesgrad, brukes begrepet kapasitetskostnad.

Tilførsel av ny teknologi betyr utbygging av kapasitet. Innledningsvis står mye av denne ubenyttet. Begrenset utnyttelse kan skyldes utprøvende produksjon, opplæring, at produktet er ukjent i markedet og mangler kjøpere, eller oftest en kombinasjon av disse. Uavhengig av begrunnelse står kapasitet ledig og kostnader påløper. Den fundamentale likning i ABC er:

$$\text{praktisk kapasitet} = \text{benyttet kapasitet} + \text{ledig kapasitet}$$



$$\text{ledig kapasitet} = \text{praktisk kapasitet} - \text{benyttet kapasitet}$$

Kombinasjonen utvidet kapasitet og lav utnyttelse, synonymt med innføring av ny teknologi, resulterer derfor i høye kostnader for ledig kapasitet, og er dermed relevant å studere nærmere.

Kapasitetskostnader

Ved ledig kapasitet vil en tradisjonell kalkyle fordele all denne til kostnadsobjektene (kunder, produkter og tjenester). Enhetskostnaden vil følgelig bli høy dersom mye kapasitet står ubenyttet, for eksempel som følge av ny teknologi. ABC fordeler ikke ledig kapasitet, men søker å skille ut organisatorisk slakk ved å ikke belaste kostnadsobjekter med kostnader for

ubenyttet kapasitet³⁸. Selve hjørnesteinen i ABC er å gi ledelsen innsikt i eksistensen og incentiv til å gjøre noe med den ledige kapasiteten³⁹.

For å illustrere forskjellen i behandling av faste kostnader, la oss se for oss en medisinsk undersøkelse der forventet kostnad er 100.000 per måned. Av dette er 80.000 faste kostnader (felleskostnader, lokale) og de resterende 20.000 varierer med antall undersøkelser.

Laboratoriet har en praktisk kapasitet på 5000 undersøkelser per måned, mens forventet antall er 4000 undersøkelser⁴⁰. ABC fordeler de faste kostnadene etter praktisk kapasitet, mens de variable fordeles etter budsjettert utnyttelse. Forskjellen mellom den tradisjonelle og ABC skisseres i **Tabell 3**⁴¹:

| Tradisjonell fullfordeling | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|-------------|
| Kostnadsart | Budsjettert kostnad | Kapasitet (ant undersøkelser) | Enhetskost | Kostn pr år |
| Fast | 80 000 | 4000 (budsjettert) | 20 | 80 000 |
| Variabel | 20 000 | 4000 (budsjettert) | 5 | 20 000 |
| Sum fordelt | | | 25 | 100 000 |

| ABC-kalkyle | | | | | |
|------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|----------------|---------------|
| Kostnadsart | Budsjettert kostnad | Kapasitet (ant undersøkelser) | Kostnadsdriver-rate | Aktivitetsnivå | Kostn pr år |
| Fast | 80 000 | 5 000 (kapasitet) | 16 | 4000 | 64 000 |
| Variabel | 20 000 | 4 000 (budsjettert) | 5 | 4000 | 20 000 |
| Sum fordelt | | | 21 | | 84 000 |
| Ledig kapasitet | | 1000 | | 1000 | 16 000 |
| Sum totalt | | | | | 100 000 |

Tabell 3 - Eksempel på kapasitetskostnad

Her ser vi raskt at ikke alle kostnader er fordelt i ABC-kalkylen. Det er ledig kapasitet til $5000 - 4000 = 1000$ pasienter. Kr 16,- for 1000 pasienter er kostnaden ved å ha denne ledige kapasiteten. Hvorvidt kapasitetskostnaden er tilsiktet grunnet beredskap eller er en uønsket

³⁸ Bjørndal, et al. (2003)

³⁹ Cooper og Kaplan (1999)

⁴⁰ Cooper og Kaplan (1999)

⁴¹ Kaplan og Atkinson (1998)

følge av ineffektivitet er opp til ledelsen å avgjøre. Ved å se mengden ledig kapasitet og kostnaden forbundet med denne, kan man prioritere og vurdere alternativ anvendelse.

Belastning av kostnader for ledig kapasitet

Om vi fortsetter med vårt lille numeriske eksempel, sitter vi med kr 16.000 udekket. I avgjørelsen av hvor disse skal belastes må vi støtte oss til kostnadshierarkiet. Tanken bak dette er at det leddet som er ansvarlig for ledig kapasitet også må bære kostnaden. Om ledig kapasitet skyldes direktiv fra sykehusledelsen for eksempel grunnet beredskap, er det snakk om en bedriftsnivå-kostnad, og den belastes sykehuset sentralt. Skyldes slakket ineffektivitet blant de som utfører undersøkelsen, hører kostnaden hjemme på produktnivå, og belastes undersøkelsen eller undersøkelsesavdeling.

Mer generelt vil det finnes enkelte tilfeller der ledig kapasitet skal fordeles til sluttprodukt/kunde. Begrunnelsen for dette "the rational customer-rule"⁴². Prinsippet illustreres godt ved å tenke seg to ulike kunder. Den ene (A) bestiller standardprodukter regelmessig og med rimelig leveringstid. Dette er den enkle kunden, som kan forutsees av leverandør. Den andre kunden (B) bestiller skreddersydde og kompliserte produkter som helst skulle vært levert i går. Dette er en krevende kunde, som gjør at leverandør må holde av kapasitet for å kunne betjene ham. Om B er rasjonell vil han forstå at han krever mye, og godta å betale en noe høyere pris. Hvis det kan argumenteres slik, er det klart at ledig kapasitet skyldes Bs uregelmessige og krevende bestillinger. I så fall er "the rational customer-rule" oppfylt og en forholdsmessig andel av kapasitetskostnaden fordeles produktene B kjøper. Om bedriften har mye variasjon i ressursbeslag for kundebehandling bør kundenivå innføres i kostnadshierarki med en durasjons- eller intensitetsdriver, slik at prising kan tilpasses.

⁴² Cooper og Kaplan (1999)

Kapittel 4 - ABC i tjenesteytende virksomhet og sykehus

ABC i tjenesteytende sektor

Siden ABC ble introdusert første gang har konseptet utviklet seg både hva angår formål og virksomhetsområder⁴³.

På formålssiden er informasjon for styringsformål satt i fokus. Der tidligere versjoner fokuserte på mer nøyaktig beregning av produksjonskostnader, har fokus i senere versjoner dreid seg mot hvordan aktiviteter driver ressursbruken og hvordan ressursbruken kan påvirkes. ABC er grunnlaget som skaffer styringsparametrene til Activity Based Management (ABM), og begrepene ABC og ABM brukes om hverandre.

På virksomhetssiden har fokuset flyttet seg fra tradisjonelle serieproduserende industribedrifter til tjenesteytende virksomheter. Dette kan man også se i Norge, der de største ABC prosjektene har vært i tjenesteytende sektor (for eksempel bank og post)⁴⁴.

Skifte av virksomhetsfokus kan forklares med at for tjenesteytende virksomhet er nesten alle aktiviteter å regne for støtteaktiviteter. For eksempel er kundebehandling og tjenesteforbedring støttende ledd i prosessen med å levere den primære tjenesten, en banktransaksjon, en flyreise eller en medisinsk undersøkelse til kunden⁴⁵. Som produksjonsindustri har også tjenesteytende virksomhet diversifiserte produkter som kan skape kryss-produkt-subsidiering ved kostnadsallokering. Særlig personalkostnader må spores mer presist til leverte tjenester og kunder. Med en høy andel støtteaktiviteter vil de indirekte kostnadene i tjenesteytende sektor bli vesentlige. Det er dermed ønskelig å spore dem mest mulig nøyaktig til dimensjonerende aktivitet, for å identifisere ineffektive prosesser, kunne påvirke ressursutnyttelsen, og vurdere priser og lønnsomhet.

ABC i sykehus

Sykehus har elementer som dekker hele spekteret fra industri til tjenesteyting, og en rekke kombinasjoner av de to. Personalkostnadene er høye og bidrar til signifikante indirekte kostnader. Lønnsposten ved Riks-Radiumhospitalet utgjorde, i 2006, 59 % av total kostnad⁴⁶,

⁴³ Bjørnenak og Mitchell (2002)

⁴⁴ Bjørndal, et al. (2003)

⁴⁵ Kaplan, Atkinson (1998)

⁴⁶ Årsrapport Rikshospitalet – Radiumhospitalet HF (2006)

noe som er relativt lavt i forhold til regionale helseforetaks rundt 65 %⁴⁷. Langt fra all tid ansatte tilbringer på sykehuset kan spores til aktivitet som drives av tradisjonelle volumvariabler. I tråd med avsnittet ”mange bekker små” kan man tenke seg en rekke tilsvarende kostnader i sykehuset, som per i dag havner i potten for indirekte kostnader, fordi de ikke drives av antall pasienter, antall ansatte, kvadratmeter på avdelingen, osv. Administrasjon, planlegging, innkjøp, møter bare for å nevne noen. Disse aktivitetene er ikke mindre nødvendige enn annet, men kunne være nyttig å få kartlagt for å få et helhetlig kostnadsbilde. Som eksempel på nytten kan nevnes studie ved Ullevål Universitetssykehus som viste at kirurger kun brukte 3,9 timer per uke ved operasjonsbordet (2,7 timer på planlagte operasjoner og 1,2 timer på øyeblikkelig hjelp)⁴⁸. Selve operasjonen og planlegging av denne er kjernen i kirurgens virke, men utfra knivtiden går en betydelig andel av tiden med til andre oppgaver. Ved å studere aktivitetene en kirurg foretar seg, kan man ta stilling til om noen av oppgavene kan utføres av andre, for å øke effektiviteten i kirurgi.

To elementer med bidrag til høye indirekte kostnader og overhead i sykehusene er kompleksitet og kapasitet. **Kompleksitet** fordi pasientundersøkelse og behandling kan være svært sammensatt. MacArthur og Stranahan presenterer to avgjørende dimensjoner på kompleksitet, dybde og bredde⁴⁹. Artikkelen tyder på at dybde går på intensitet i individuell behandling, mens bredde oppstår som følge av tjenestevalg.

Kapasitet skyldes det brede tjenesteutvalget og at hver tjenestes kapasitet ikke utnyttes fullt ut. Ledig kapasitet høres utelukkende negativt ut. For et sykehus må man imidlertid være klar over at noe ledig kapasitet er tilsiktet, eksempelvis ulike typer beredskap. Helst ser man at personell og materiell bare forblir i beredskap, men kapasiteten må være der og kostnader vil nødvendigvis påløpe.

Uten å kalle ABC noen tryllestav kan mye av kompleksiteten håndteres gjennom kostnadsgruppering og sporing av aktiviteter til ressursutnyttelsen. Én aktivitets kostnadsdriver kan være sammensatt av et ubegrenset antall ressurskostnader, så lenge dimensjonerende faktor (kostnadsdriveren) er den samme.

⁴⁷ H.E.Lie

⁴⁸ Aftenposten.no

⁴⁹ MacArthur and Stranahan (1998)

Ledig kapasitet skilles også ut av aktivitetsbaserte kalkyler, som vi har vært inne på i tidligere avsnitt. Sykehuset kan dermed se hvor det finnes ledig kapasitet, og selv avgjøre i hvilke tilfeller det er ønskelig å gjøre noe med denne.

Sykehus har andre hensyn å ta enn rent økonomiske. Kostnadene må sees i forhold til klinisk nytte. Den vanlige økonomiske forutsetningen om at virksomheten har profitt til formål må settes til side. Likevel har sykehusene behov for kjennskap til kostnadene for styring av ressursbruk og synliggjøring av organisatorisk slakk. Den store fordelene med ABC for sykehus ligger dermed i fordeling og strukturering av ressursbruken og evne til å levere holdbare budsjett.

Kostnadshierarki i sykehus

På samme måte som antall enheter produsert ikke er alene om å drive kostnader i industrien, vil antall pasienter ikke være alene om å drive kostnadene i et sykehus. Med stor variasjon i undersøkelse og behandling vil kostnaden avhenge av hva slags undersøkelse/behandling pasienten mottar. For å få riktig helhetsbilde av kostnadene er det dermed viktig at også indirekte kostnader er best mulig beregnet og fordelt.

Enhetsnivå-kostnader er kostnader som varierer med antall pasienter, undersøkelser, prøver og lignende.

Serienivå-kostnader ligner omstillingskostnader i industrien. Dette kan være for eksempel maskinoppsett og kalibrering. Administrasjon som inn- og utskriving, journalføring og lagring kan sees på som serienivå.

Produktnivå-kostnader er forbundet med å tilby ulike funksjoner, spesialiteter og avdelinger. For eksempel initiell investering knyttet til funksjoner (utstyrsinvestering, avdelingsledere, opplæring og utvikling av spesialkompetanse)⁵⁰ og opprettholdelse av disse.

Bedriftsnivå-kostnader er kostnader knyttet til å holde et sykehus operativt og drives således av sykehusets eksistens. Investering i og vedlikehold av bygg og fasiliteter, infrastruktur og ledelse.

Et eksempel på kostnadshierarki fremgår av **Tabell 4**:

⁵⁰ K.Nyland (2003)

ABC i PET

| Kostn.nivå | Kostn.driver | Eksempel |
|-------------------|--|--|
| Enhetsnivå | Antall pasienter Antall prøver | Pasientmat Prøvemateriell |
| Serienivå | Antall innleggelser Antall maskinoppsett | Inn- og utskrivning Innstilling/kalibrering |
| Produktnivå | Antall avdelinger Antall tilbudte undersøkelser Antall spesialfelt | Lønn avdelingsledelse Utstyrsinvestering Spesialopplæring/kurs |
| Bedriftsnivå | Eksistens | Investering i bygg |

Tabell 4 - Eksempel på kostnadshierarki i sykehus

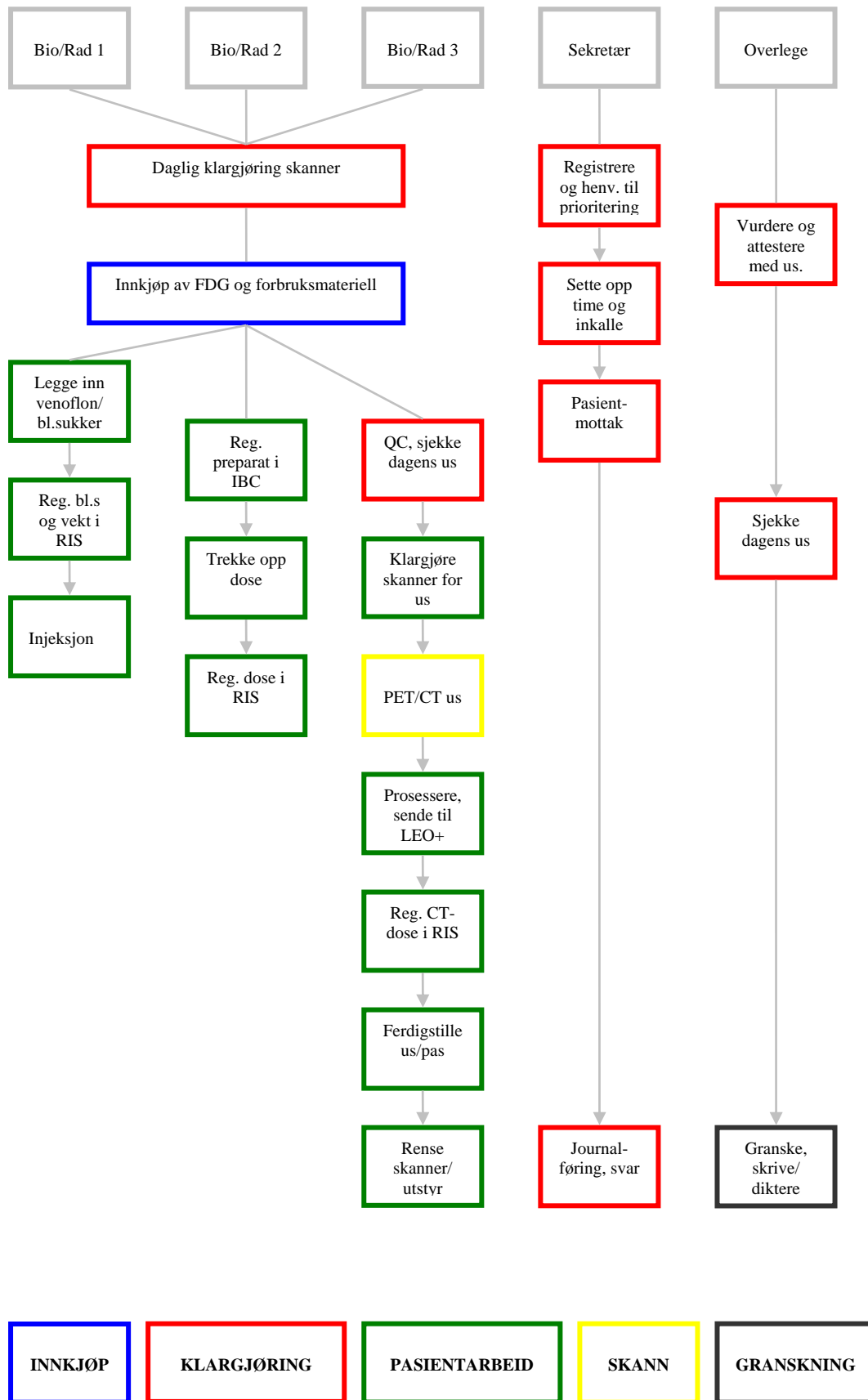
Kapittel 5 – Metode

MacArthur og Stranahan (1998) viser signifikant sammenheng mellom kompleksitet og kostnader i sykehus, med dybde- og bredde-dimensjon. Deres utredning, i likhet med de fleste andre studier av ABC i sykehus, omfatter sykehus som helhet. I denne oppgaven vurderes ikke hele sykehuset, men snarere en bestemt undersøkelse og et utvalg behandlingsscenario. Av den grunn faller kompleksitetsbegrepet på siden, og angrepsvinkelen må modifiseres.

Metoden ser mer konkret på arbeidsprosessene som utføres ved PET-senteret. I tråd med teorigjennomgangen må aktiviteter identifiseres og ressursbeslag kartlegges. Dette gjøres ved intervju med Randi Forfang og Gaute Hagen, henholdsvis sjefbioingeniør ved nukleærmedisinsk seksjon på RH og radiolog ved PET-senteret RH.

Forbruksmateriell og preparatet (FDG) drives av antall pasienter. Utover dette er gjennomgående kostnadsdriver tid. Aktiviteter er identifisert gjennom arbeidsflytskemaet på PET-senteret. Kostnadene er gruppert i innkjøp, klargjøring, pasientarbeid, skann og granskning. Gruppering går frem av flytskjema i **Figur 1**. Gruppering er gjort uavhengig av hvem som foretar hver aktivitet, mens lønnsforskjeller kommer frem i beregning av ressurskostnad.

Figur 1 - Arbeidsflyt PET-senteret, etter aktivitet



Ressursene fordeles på aktivitetene etter hvor de benyttes (**Tabell 5**).

| Aktivitet | Ressurs |
|---------------|---|
| Innkjøp | Radiograf/bioing Interne tjenester Felleskostnader |
| Klargjøring | Personale Interne tjenester Felleskostnader |
| Pasientarbeid | Personale Interne tjenester Felleskostnader |
| Skann | Radiograf/bioing Vedlikehold maskin Skanner Interne tjenester Felleskostnader |
| Granskning | Overlege Interne tjenester Felleskostnader |

Tabell 5 - Ressurser i aktivitetene

Videre må alle ressursene prises. Her må det tas hensyn til lønnsforskjeller i personal, slik at for eksempel ressursen overlege blir dyrere enn sekretæren. Bioingeniører og radiografer har mange overlappende arbeidsoppgaver i PET-undersøkelser. Heldigvis står de på samme lønnstrinn⁵¹, slik at de kan skjæres over samme kam for alle praktiske formål i denne oppgaven.

Når vi vet prisen på hver ressurs (1,2,...,n) og hvor mye aktivitetene benytter av hver (V_n), kan vi summere kostnaden per enhet av en aktivitet.

$$\sum_1^n (V \times \text{ressurs})_n = \text{aktivitetskostnad pr minutt}_i \quad \text{(I)}$$

⁵¹ Driftsbudsjett PET-senteret (2007)

Aktiviteten er nå priset, og kostnaden vil da avhenge av utnyttelsen, altså hvor mye den aktuelle aktiviteten som benyttes.

$$\text{aktivitetskostnad pr min}_i \times \text{utnyttelse (min)}_i = \text{kostnadsdriver-rate}_i \text{ (pr nivåenhet)} \quad \text{(II)}$$

Med per nivåenhet vil si per enhet (antall eller tid), per serie eller per produkt.

Kostnadshierarkiet avgjør hva nivåenheten er og dermed hvilket aktivitetsnivå som er relevant å bruke.

Antall kostnadsdriverenheter utgjør aktivitetsnivået, altså antall enheter, antall serier, osv i perioden.

Summen av kostnaden for alle aktiviteter som utføres utgjør den aktivitetsbaserte kostnaden (ABC-kostnaden)

$$\sum_i^i \text{kostnadsdriver-rate}_i \times \text{aktivitetsnivå}_i = \text{ABC kostnad} \quad \text{(III)}$$

Først beregnes kostnaden per pasient (KPP) for å se hvordan de ulike undersøkelsesalternativene slår ut i kostnadene. Undersøkelsene som vurderes er tjenesteutvalget ved PET-senteret (helkropp-, helkropp-, hjerneundersøkelse, hver for tilfellet med og uten diagnostisk CT). Til dette brukes aktivitetsnivået som inngår i den enkelte undersøkelse. Det er dermed kun enhetsnivåkostnader med, siden kun disse fordeles til sluttprodukt.

For å si noe om årskostnad og kapasitetsutnyttelse benyttes et veid gjennomsnitt av undersøkelsene. Vekting er gjort utfra dagens produktmiks (prosentvis pasient-fordeling på undersøkelsesutvalget). Utfra veid gjennomsnittlig tidsbruk per undersøkelse er det beregnet praktisk kapasitet i personale. Praktisk kapasitet i skanner er beregnet til 3000 pasienter av NMS og forutsettes å gjelde dagens produktmiks.

Ledig kapasitet (ledig min) beregnes for involvert personale, samt skanneren utfra praktisk kapasitet i minutter. Grappa (personalgruppe og skanner) betegnes g i formlene, aktivitet $_i$ betegnes i .

$$\text{ledig min}_g = \text{praktisk min}_g - \text{benyttet min}_g \quad \text{(IV)}$$

Videre skal denne fordeles på aktivitetene:

$$\sum \text{ledig min}_g = \text{ledig min}_{i_1} + \text{ledig min}_{i_2} + \dots \quad (\text{V})$$

$$\frac{\text{ledig min}_{i_1}}{\sum \text{ledig min}_g} + \frac{\text{ledig min}_{i_2}}{\sum \text{ledig min}_g} + \dots = 100\% \quad (\text{VI})$$

$$\frac{\text{ledig min}_i}{\sum \text{ledig min}_g} = \text{andel } i_i \quad (\text{VII})$$

Når vi vet ledig kapasitet i hver gruppe (personale og skanner), samt andelen av gruppa i hver aktivitet, kan vi finne ledig kapasitet per gruppe i hver aktivitet og dernest ledig kapasitet i aktivitet som helhet.

$$\text{ledig min}_g \times \text{andel } i_i = \text{ledig min}_{g,i} \quad (\text{VIII})$$

$$\sum_1^n \text{ledig min}_{g,i} = \text{ledig min}_i \quad (\text{IX})$$

Siden kostnadsdriver er den samme uavhengig av utnyttelse, kan aktivitetsnivå i ledig kapasitet multipliseres med allerede beregnet kostnadsdriver i hver aktivitet for å gi årlig kapasitetskostnad per aktivitet.

Summen av disse utgjør samlet årlig kapasitetskostnad for PET-senteret.

I vurdering av alternativ anvendelse for ledig kapasitet kan det være mer hensiktsmessig å vurdere ledig tid som antall pasienter.

$$\frac{\text{ledig min}_i}{\text{utnyttelse}_i} = \text{tilsvarende antall pasienter}_i \quad (\text{X})$$

Forutsetninger og forenklinger

Som de fleste økonomiske analyser er det vanskelig å avbilde realiteten akkurat slik den fremstår for de direkte involverte. Det er også vanskelig å gi faktiske forhold perfekt innpass i teorien. Til grunn for kalkylen ligger derfor noen forenklinger.

Alle tidsmål er anslag på hva som normalt kan forventes gjennom undersøkelsen.

ABC i PET

Hovedvekten av felleskostnadene er eiendomskostnader som faktureres direkte.

Felleskostnader ut over eiendomskostnad er såpass små at grundig studie av disse er for flisespikkeri å regne. Disse er derfor en skjematisk viderefordeling av felleskostnaden fordelt til nukleærmedisinsk avdeling i regnskapet for 2006. Det er ikke gjort noe forsøk på å gjette hvor mye felleskostnaden vil øke i 2007 fra tilkomsten av PET.

En klarere svakhet ved kalkylen er at lokale og skanner ikke er splittet. Dette bryter en grunnleggende forutsetning for ABC, nemlig at kostnader skal være **separerbare**. Årsaken til at de ikke kan separeres er at de inngår i samlet leie til NMS, og komponentene er ukjent for sykehuset som leietaker. Sykehuset kan imidlertid velge å be om separate fakturaer for lokalleie og skannerleie. Siden sykehuset med letthet kan løse problemet, gjør oppgaven en forutsetning for å omgå problemet og gjennomføre metoden. Forutsetningen er at skanner utgjør 45 % av leia og lokalene de resterende 55 %. Dette er en ren antakelse, og rundt regnet basert på innkjøpspris for skannerene (kr 34,6 mill), økonomisk levetid 10 år og kapitalkostnader (på NMS hånd) på om lag 7 %. Levetiden er i tråd med hva som brukes for medisinsk teknisk utstyr⁵² og de to andre komponentene på dagens nivå, slik at forutsatte andeler bør ligge innenfor realistisk område.

⁵² J.G.Fjeld (2003)

Kapittel 6 - ABC analyse av PET-undersøkelser ved RR

Når aktivitetene og hvilke ressurser de benytter er kartlagt (**Tabell 5**), er det på tide å finne ut hva hver ressurs koster. Gjennomgående kostnadsdriver er tid, i minutter. Utover FDG og forbruksmateriell, prises alle ressurser per minutt.

I prisingen av hver ressurs brukes praktisk kapasitet, målt i minutter.

Til grunn for prising av ressursene ligger også et veid gjennomsnitt av de undersøkelsene som foretas. Mer om dette i avsnittet ”kapasitet i maskin”.

Kapasiteter

Kapasitet i personale

Her brukes antall timer per årsverk multiplisert med antall årsverk (**Tabell 6**). PET-senteret er kun åpent på dagtid, så standard 37,5 timers uke benyttes. Timesats er beregnet for 218 produksjonsdager. Dette tilsvarer ca $52 - 8 = 44$ uker. Sykehuset har 8 uker ferieavvikling med redusert bemanning.

Denne kapasiteten brukes også for felleskostnader og fakturerte interne tjenester. Ved å benytte en slik samlet kapasitet på tvers av årsverk, tas det høyde for at flere aktiviteter kan foregå samtidig.

| Personalkapasitet (minutter) | | | | | |
|------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Gruppe | Timer pr. årsverk | Ant. årsverk | Total kap pr år | Benyttet kap pr. år | Ledig kap pr år |
| Overlege | 1 650 | 3 | 297 000 | 231 160 | 65 840 |
| Radiograf/bioingeniør | 1 650 | 4 | 396 000 | 256 940 | 139 060 |
| Sekretær | 1 650 | 1 | 99 000 | 9 374 | 89 626 |
| Sum tilgjengelig kapasitet | | | 792 000 | 497 474 | 294 526 |

Tabell 6 - Kapasitet i personale

Kapasitet i maskin

Kapasitet i skannerene på RR er 3000 pasienter per år. For å få maskinkapasiteten uttrykt per minutt brukes et veid gjennomsnitt av de aktuelle undersøkelsene som undersøkelsestid. Den normale PET-skann er en halvkroppsundersøkelse (hode til øvre lår) tar 25 minutter. Denne utgjør ca 80 % av undersøkelsene. I tillegg gjøres det helkroppsundersøkelser i diagnostikk av maligne melanomer (hudkreft) og hjerneundersøkelser i nevrologi. Disse tar henholdsvis 45

og 20 minutter i skanneren, og utgjør hver ca 10 % av undersøkelsene⁵³. I tillegg til hovedundersøkelsen gjøres det en diagnostisk CT i etterkant i ca 50 % av alle undersøkelser. Sistnevnte tar ekstra tid i flere aktiviteter, henholdsvis 5 minutter i skanner, 10 minutter i pasientarbeid og 30 minutter i granskning⁵⁴.

Veid gjennomsnittlig tid i skanner er 29 minutter når 50 % av undersøkelsene gjøres med påfølgende diagnostisk CT.

Kapasitet i skanner følger av **Tabell 7**, og brukes i beregning av kostnaden for leie og vedlikehold av skanneren.

| Maskinkapasitet (minutter) | | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Maskintid (minutter) | Tid pr. undersøkelse | Maskin. pr år (3000 pas) | Budsj. maskintid (2160 pas) | Ledig kap pr år |
| Benyttet maskintid | 29,0 | 87 000 | 62 640 | 24 360 |

Tabell 7 - Kapasitet i skanner

Ressurskostnadene

Ressurskostnader i personale kan beregnes direkte, uten å gå via kapasitet. Fra årslønn finnes timelønn, og fra denne finnes minuttlønn (**Tabell 8**).

| Personalressurser | pr år | pr time | pr minutt |
|-------------------|---------|---------|-----------|
| Overlege | 737 480 | 446,96 | 7,45 |
| Radiograf/bioing | 352 260 | 213,49 | 3,56 |
| Sekretær | 280 160 | 169,79 | 2,83 |

Tabell 8 - Ressurskostnader i personale

For aktiviteter der kun én lønnsgruppe deltar, er ressursprisen denne gruppas minuttpris. For aktiviteter som krever deltakelse på tvers av lønnsgruppe, betegnes ressursen personale. Denne er i de tilfeller en vektet sum av minuttprisen utfra tidsbidrag i hver lønnsgruppe. Dette forklares grundigere i avsnitt "fordeling av ressurser på aktivitetene".

⁵³ R.M.Forfang

⁵⁴ G.Hagen

Ressursen skanner leies av NMS og faktureres sammen med husleie. Leie til NMS beregnes slik det går frem av **Tabell 9**, og dekker både lokale og skannerene på Riks- og Radiumhospitalet. Fra metodekapittelet husker vi forutsetningen om at 45 % av denne er skanner og 55 % leie av lokale.

| Leie til NMS | Antall pasienter | | Tillegg pr pasient | Antall i intervall | Årssum (NOK) | Tilgjengelige minutter i skanner | Minuttpris (NOK) |
|-----------------------------------|------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------|
| | Fra | Til | | | | | |
| Fast leie | | | | | 6 600 000 | | |
| Variabel NMS-leie (1701-2200 pas) | 1 701 | 2 200 | 3 900 | 459 | 1 790 100 | | |
| Variabel NMS-leie (2201-3000 pas) | 2 201 | 3 000 | 3 100 | 0 | | | |
| Variabel NMS-leie (3001- ∞ pas) | 3 001 | ∞ | 2 400 | 0 | | | |
| Sum leie til fordeling | | | | | 8 390 100 | | |
| Andel skanner | | | | | | | |
| 45 % | | | | | 3 775 545 | 87 000 | 43,40 |
| Andel lokale | | | | | | | |
| 55 % | | | | | 4 614 555 | | |

Tabell 9 - Fordeling av husleie på lokale og skanner

Foruten leie av skanneren, påløper kostnader for service og vedlikehold. **Ressursen vedlikehold maskin** er en stipulert kostnad på 5 % av innkjøpsprisen for skanner per år, som skal dekke årlig service på PET/CT skanneren. Minuttprisen beregnes i **Tabell 10** ved bruk av årlig kapasitet i maskinen vi fant i **Tabell 7**.

| Vedlikehold skanner (NOK) | Satser | Årssum | Årlig kap. maskin (min) | Minuttpris |
|------------------------------------|------------|-----------|----------------------------|------------|
| Innkjøpspris skannere RR | 34 600 000 | | | |
| Herav stipulert vedlikehold pr. år | 5 % | | | |
| Vedlikehold pr år | | 1 730 000 | 87 000 | 20 |

Tabell 10 - Ressurspris vedlikehold skanner

Ressursen **interne tjenester** er delt i to, **fakturerte eiendomskostnader** og **felleskostnader RR**. Dette skyldes at organiseringen av PET-senteret resulterer i at en del interne tjenester faktureres, mens andre overveltes i regnskapet som for øvrige avdelinger ved sykehuset. Eiendomskostnadene som faktureres inneholder blant annet vedlikehold og renhold. Disse

ABC i PET

summerer seg til 780.000 for år 2007⁵⁵. Felleskostnader RR er en viderefordeling av felleskostnadene på 861.556,- fordelt til nukleærmedisinsk seksjon i 2006⁵⁶. Viderefordeling er gjort utfra antall PET-undersøkelser (2160) i forhold til totalt antall nukleærmedisinske undersøkelser (6400⁵⁷).

For ikke å dobbelt-belaste for eiendomskostnader trekkes disse ut av fordelt felleskostnad.

Beregning finnes i **Tabell 11**.

| Interne tjenester PET-senteret | NOK | Tilgjengelige minutter | Minuttpris |
|---------------------------------------|-----------|------------------------|------------|
| Nukleærmedisinsk seksjon | 2 552 759 | | |
| antall undersøkelser nuk.med | 6 400 | | |
| antall undersøkelser PET | 2 160 | | |
| Fordelte felleskostnader PET | 861 556 | | |
| - Fakturerte arealrelaterte kostnader | 780 000 | 792 000 | 0,98 |
| Felleskostnader PET | 81 556 | 792 000 | 0,10 |

Tabell 11 - Kostnad for interne tjenester PET-senteret

Ressurskostnadene oppsummeres i tabellen nedenfor (**Tabell 12**).

| Ressurskostnader | |
|--------------------------|--------------------|
| Ressurs | Kostnad pr. minutt |
| Overlege | 7,45 |
| Bioing/radiograf | 3,56 |
| Sekretær | 2,83 |
| Skanner | 43,40 |
| Vedlikehold maskin | 19,89 |
| Felleskostnader | 0,10 |
| Fakturerte eiendomskostn | 0,98 |

Tabell 12 - Ressurskostnader PET-senteret

⁵⁵ H.E.Lie

⁵⁶ C.Idsøe

⁵⁷ www.rikshospitalet.no

Fordeling av ressurser på aktivitetene

Nå har vi etablert hvilke ressurser som benyttes i hvilke aktiviteter, og priset ressursene. For å prise aktivitetene må vi da vite hvor mye av hver ressurs aktivitetene beslaglegger.

Ressursbeslag er gjennomgående målt i tid. Tidsforbruk for hver arbeidsprosess ved PET-senteret, basert på nevnte intervjuer finnes i **Vedlegg B** og danner grunnlag for beregningene. Utover ressursbruk i personal og utnyttelse av skanneren, har alle aktivitetene samme ressursbruk per enhet (per minutt). Det vil si satsen for felleskostnader og fakturerte interne tjenester er den samme per minutt i alle aktivitetene.

Innkjøp

Bioingeniør tar seg av innkjøp av både FDG og forbruksmateriell. Anslagsvis tar bestilling 30 minutter per uke for FDG⁵⁸ og 30 minutter per måned for forbruksmateriell⁵⁹. Sistnevnte gjøres separat for de to sykehusene, og det antas samme tidsforbruk på Radiumhospitalet, det vil si totalt 1 time per måned for RR. For sammenstilling med FDG-innkjøp og litt enklere beregning er innkjøp av forbruksmateriell regnet om til per uke.

Siden bioingeniør er alene om denne aktiviteten kan minuttsatsen brukes direkte.

Klargjøring

Klargjøring krever innsats fra alle grupper (sekretær, radiograf/bioing og overlege). Derfor må lønnskostnaden vektet utfra den enkeltes bidrag. Bidrag er målt i tid, og vekting går frem av tabell nedenfor (**Tabell 13**).

| Lønnskostnad | Lønnsgruppe | Minuttlønn | Utnyttelse (min) | Veid minuttlønn |
|---------------------|-----------------------|------------|------------------|-----------------|
| Lønn: Innkjøp | radiograf/bioingeniør | 3,56 | 45 | 3,56 |
| Lønn: Klargjøring | overlege | 7,45 | 20 | |
| | radiograf/bioingeniør | 3,56 | 40 | |
| | sekretær | 2,83 | 43 | |
| | Sum aktivitetsnivå | | 103 | 4,01 |
| Lønn: Pasientarbeid | radiograf/bioingeniør | 3,56 | 80 | 3,56 |
| Lønn: Skann | radiograf/bioingeniør | 3,56 | 29 | 3,56 |
| Lønn: Granskning | overlege | 7,45 | 90 | 7,45 |

Tabell 13 - Aktivitetspris i personale

⁵⁸ R.M.Forfang

⁵⁹ M.W.Andersen

Pasientarbeid, skann og granskning

Pasientarbeidet og selve PET/CT skannen krever kun innsats fra radiograf, og granskning gjøres av overleger.

Årsaken til at disse tre aktivitetene er skilt ut fra resten er at de varierer med hvorvidt en diagnostisk CT gjøres etter PET-skann eller ikke. For radiografen tar tilleggsundersøkelsen lenger tid i pasientarbeid fordi kontrastvæske skal settes, samt lengre tid å skanne.

Henholdsvis 10 og 5 minutter ekstra⁶⁰. For Legene tar det 30 minutter lenger å granske bildene⁶¹. Pasientarbeid og skann er skilt fordi den ene drives av tid i pasient, og den andre av maskintid. Tid i pasient øker når kontrastvæske skal settes i tillegg til FDG. Utnyttelsen av skann er også avgjørende for kapasitetsutnyttelsen i maskin.

Deler av tiden i granskning (5-10 %) går med til skriving/diktering av svar til rekvirent⁶². Disse er ikke splittet, fordi tid i både granskning og skriving antas å øke proporsjonalt når legene får et ekstra sett bilder å arbeide utfra.

Også for disse aktivitetene er ressursbruk utover personal de samme som i innkjøp.

Aktivitetspris

Når de ferdig prisede ressursene er fordelt på aktivitetene kan vi summere kostnaden per aktivitet. **Tabell 5** angir hvilke ressurser hver aktivitet benytter. Sammenstilles disse med satsene fra **Tabell 13** oppnås aktivitetsprisen.

Prisen angir hva én enhet av aktiviteten koster. I dette tilfellet er enheten tid (minutter), slik at aktivitetsprisen angir hva ett minutt i for eksempel aktiviteten innkjøp koster.

Aktivitetsprisen med alle ressurser priset inn fremgår av **Tabell 14**.

⁶⁰ M.W.Andersen

⁶¹ G.Hagen

⁶² G. Hagen

| Ressurs (cost pool) | Aktivitet | | | | |
|--------------------------|-----------|-------------|---------------|-------|------------|
| | Innkjøp | Klargjøring | Pasientarbeid | Skann | Granskning |
| Personale | | 4,01 | | | |
| Radiograf/bioing | 3,56 | | 3,56 | 3,56 | |
| Overlege | | | | | 7,45 |
| Vedlikehold maskin | | | | 19,89 | |
| Skanner | | | | 43,40 | |
| Felleskostnader RR | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Fakturerte eiendomskostn | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| Aktivitetspris | 4,65 | 5,10 | 4,65 | 67,93 | 8,54 |

Tabell 14 - Aktivitetspriser PET-senteret

Kostnadshierarki

Kostnadsdriverraten avhenger også av hvor mange enheter av en aktivitet som utnyttes per kostnadsdriver-enhet. For eksempel vil kostnaden per serie innkjøp avhenge av hvor mange minutter innkjøp som inngår i en serie.

Først når vi har plassert aktivitetene i kostnadshierarkiet kan vi beregne kostnadsdriverraten. Kostnadshierarkiet (**Tabell 15**) forteller hva kostnaden svinger med, og dermed hvilken rate vi er ute etter (per pasient, per serie, osv).

Det finnes ikke bedriftsnivå-kostnader på PET-senteret. Kostnader for bygg, og lignende vil normalt være en bedriftsnivå-kostnad for sykehuset. I dette tilfellet eier ikke sykehuset lokalene, samt at senteret åpnet etter sykehuset og ens ærend for å drive PET. Siden alle kostnader er direkte knyttet til å drive PET-undersøkelser, er produktnivå så langt kostnadshierarkiet går for senteret.

| Nivå | Aktivitet | Kostnadsdriver |
|-------------|----------------------|--------------------|
| Produktnivå | Leie av lokale | Tilbud av PET |
| | Ledig kapasitet | Ledig kapasitet |
| Serienivå | Innkjøp | Ant. innkjøp |
| | Klargjøring | Ant. klargjøringer |
| Enhetsnivå | Preparat/forbr.matr. | Ant. pasienter |
| | Pasientarbeid | Tid i pasient |
| | Granskning | Tid i granskning |
| | Skann | Maskintid |

Tabell 15 - Kostnadshierarki PET-senteret

Kostnad for ledig kapasitet er en produktnivå-kostnad. Denne omtales nærmere under avsnittet ”kapasitetskostnader”. På produktnivå settes også leie av lokale. Dette fordi det ikke er noen påvisbar årsakssammenheng mellom aktivitetsutnyttelse og kostnaden for lokale.

Innkjøp og klargjøring er serienivå-kostnader. Innkjøp foretas jevnlig, og arbeidsbyrden er den samme uavhengig av antall pasienter. Klargjøring gjøres daglig før dagens undersøkelser. Jobben er like ressurskrevende uansett antall undersøkelser. Henvvisninger kommer inn og må prioriteres til innkalling uavhengig av antall undersøkelser.

Serienivå kostnader drives av antall serier, som for innkjøp vil si antall produksjonsuker og antall produksjonsdager for klargjøring. Serienivå-kostnadene kan ikke, og skal ikke fordeles på undersøkelsen, fordi antall undersøkelser ikke har noen dimensjonerende effekt på arbeidsbyrden i klargjøring.

Pasientarbeid, skann og granskning drives av antall pasienter, tid i pasient eller maskintid og er dermed enhetsnivå-kostnader.

Utnyttelse og aktivitetsnivå

Utnyttelse og aktivitetsnivå uttrykker det samme, men for henholdsvis én undersøkelse og ett år. Summen av tid brukt av hver gruppe og i hver aktivitet utgjør ressursutnyttelsen i aktiviteten. For eksempel hvilket ressursbeslag som ligger i pasientarbeidet med én pasient finnes fra **Tabell 13** (80 minutter). Aktivitetsprisen må dermed ganges med 80 for å få en ”brukerdose” pasientarbeid.

Ressursbeslaget i aktivitetene pasientarbeid, skann og granskning vil nødvendigvis variere med hvilken undersøkelse som foretas. Halvkropp, helkropp og hjerne tar ulik tid å skanne, mens en eventuell diagnostisk CT krever ytterligere pasientarbeid og granskning i tillegg til lengre skann.

For å få med variasjon i ressursutnyttelse er det laget scenario for hver av de tre hovedundersøkelsene, med mulighet for å legge til diagnostisk CT. Mer om dette i avsnittet ABC-kalkyle.

Aktivitetsnivået er her angitt per år. For enhetsnivå-kostnadene er det antall pasienter (2160) og antall serier for serienivå (henholdsvis 44 uker for innkjøp og 218 produksjonsdager for klargjøring).

FDG og forbruksmateriell

Det radioaktive preparatet og forbruksmaterialet påløper som direkte kostnader per undersøkelse. FDG kjøpes av GE Healthcare og til pris 6900,- ekskl. Mva per spordose⁶³, og denne er lik for alle undersøkelsene.

Forbruksmateriell for en vanlig PET/CT undersøkelse er blant annet venoflon, sprøyter, saltvannsløsning (NaCl), hansker, plaster, bomull (kr 20,-)⁶⁴. Gjøres i tillegg en diagnostisk CT med kontrast påløper i tillegg kontrastmiddel og kontrastsprøyte (kr 360,-)⁶⁵.

Direkte kostnader settes også som kostnadsdriver, men med utnyttelse 1 og årlig aktivitetsnivå som for øvrige enhetsnivå-kostnader.

⁶³ H.E.Lie

⁶⁴ M.W.Andersen

⁶⁵ M.W.Andersen

Kapittel 7 - Kostnad per pasient (KPP)

Når vi nå har kartlagt kostnadsdriver-raten og utnyttelse/aktivitetsnivå, gjenstår bare å multiplisere disse for å få tilsiktet kalkyle.

Pasienttid, maskintid, granskningstid og forbruksmateriell for hvert undersøkelsesalternativ fremgår av **Tabell 16**. Forbruksmateriell er angitt i kroner, og er eneste kostnadsdriver i kalkylen som varierer. Den veksler mellom sats med og uten tilleggsundersøkelsen. Ut over dette varierer kostnadene med utnyttelse av aktivitetene (aktivitetsnivå).

| Hovedundersøkelse | Maskintid | Årsandel | Forbruksmateriell | Granskning | Pasientarbeid |
|-------------------|-----------|----------|-------------------|------------|---------------|
| Halvkropp | 25 | 80 % | 20 | 90 | 80 |
| Helkropp | 45 | 10 % | 20 | 90 | 80 |
| Hjerne | 20 | 10 % | 20 | 90 | 80 |
| Veid gj.snitt | 29 | | 200 | 105 | 85 |

| Tilleggsundersøkelse | Maskintid | Årsandel | Forbruksmateriell | Granskning | Pasientarbeid |
|----------------------|-----------|----------|-------------------|------------|---------------|
| Ingen | 0 | 50 % | 0 | 0 | 0 |
| Diagnostisk CT | 5 | 50 % | 360 | 30 | 10 |

Tabell 16 - Inndata, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET

Av tabellen ser vi at det kun er maskintid i hovedundersøkelsen og hvorvidt det gjøres en diagnostisk CT som skaper variasjon i kostnadene.

Angitte verdier for tilleggsundersøkelsen kommer i *tillegg* til de som påløper ved hovedundersøkelsen alene.

På de neste sidene følger aktivitetsbasert beregning av kostnad per pasient (KPP) for henholdsvis halvkropp skann, helkropp skann og halvkropp skann med diagnostisk CT. I KPP-beregningene kjenner vi igjen aktivitetsprisene fra **Tabell 14**, utnyttelse på serienivå fra **Tabell 13** og utnyttelse på enhetsnivå fra **Tabell 16**.

FDG og forbruksmateriell drives av antall pasienter. Utnyttelser per pasient er dermed 1. Beregning for øvrige undersøkesscenario er gitt i **Vedlegg C, D og E**. En oppsummering av KPP for hele undersøkelsesutvalget går frem av **Tabell 20**.

KPP, halvkropp skann (standardundersøkelsen)

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Halvkropp ▼ | 25,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Ingen ▼ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum | 25,0 | 20 | 90 | 80 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivitetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktnivå | Leie av lokale Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 20 | 1 | 20 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 80 | 372 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 90 | 768 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 25 | 1 698 |
| Kostnad per pasient | | | | | 9 758 |

Tabell 17 - KPP, FDG-PET halvkropp

KPP, helkropp-skann

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmaterieell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Helkropp ▼ | 45,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Ingen ▼ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum | 45,0 | 20 | 90 | 80 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktivnivå | Leie av lokale Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmaterieell | antall pasienter | 20 | 1 | 20 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 80 | 372 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 90 | 768 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 45 | 3 057 |
| Kostnad per pasient | | | | | 11 117 |

Tabell 18 - KPP, FDG-PET helkropp

ABC-kost halvkroppundersøkelse med diagnostisk CT

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Halvkropp ▼ | 25,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Diagnostisk CT ▼ | 5 | 360 | 30 | 10 |
| Sum | 30,0 | 380 | 120 | 90 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktnivå | Leie av lokale Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 380 | 1 | 380 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 90 | 418 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 120 | 1 024 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 30 | 2 038 |
| Kostnad per pasient | | | | | 10 760 |

Tabell 19 - KPP, FDG-PET halvkropp med diagnostisk CT

Nedenfor følger et sammendrag av kostnaden ved de ulike undersøkelses-scenario som utføres med PET/CT (**Tabell 20**). Kostnaden er gitt per pasient ekskl. Mva. Med KPP forstås at kun enhetsnivå-kostnadene er med.

| Undersøkelse | PET/CT (hoved-us) | | Diagnostisk CT (tillegs-us) | |
|--------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Kostnad | Avvik fra halvkropp | Kostnad | Avvik fra hoved-us |
| Halvkropp | 9 758 | 0 | 10 760 | 1 002 |
| Helkropp | 11 117 | 1 359 | 12 119 | 1 002 |
| Hjerne | 9 419 | -339 | 10 421 | 1 002 |

Tabell 20 – KPP, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET, ekskl Mva

Sosiale kostnader og Mva har samme sats, 25%. Begge er tatt hensyn til i beregninger som inkluderer Mva. Alle kostnader i kalkylen er avgiftspliktige. Om vi tar med avgiftene ser kostnaden per pasient ut som i **Tabell 21**.

| Undersøkelse | PET/CT (hoved-us) | | Diagnostisk CT (tillegs-us) | |
|--------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Kostnad | Avvik fra halvkropp | Kostnad | Avvik fra hoved-us |
| Halvkropp | 12 198 | 2 440 | 13 450 | 1 253 |
| Helkropp | 13 896 | 4 138 | 15 149 | 1 253 |
| Hjerne | 11 774 | 2 016 | 13 026 | 1 253 |

Tabell 21 - KPP, ulike undersøkelsesalternativ FDG-PET, inkl Mva

Fra teori og metode forstår vi at kostnader drives av:

- Antallet, prisen og utnyttelsen av ressursene som inngår i aktiviteten
- Antallet, prisen og utnyttelsen av aktivitetene som inngår i arbeidsprosessen

Hovedundersøkelsen (PET/CT)

Ser vi først på hovedundersøkelsen som arbeidsprosess, kan vi se av inndataene i **Tabell 16** at forskjellen ligger i maskintid. Maskintid driver den dyreste aktiviteten, skann.

Kostnadsutslaget blir derfor tydelig når maskintid øker.

Forskjellen på tid i skann mellom halvkropp og hjerne er 5 minutter (20 %), mens kostnadsavviket er kr 339,- (**Tabell 20**). Spranget fra halvkropp til helkropp skann er 20 minutter, altså nær det dobbelte. Kostnadsforskjellen er begrenset seg likevel til kr 1359,-.

Årsaken er at aktivitetene ut over skann har samme utnyttelse uavhengig av hvilken type PET/CT som utføres. Økt utnyttelse i skann er dermed alene om å drive kostnadsvariasjon i hovedundersøkelsen. Selv om det er den dyreste aktiviteten (**Tabell 14**), blir utslaget mindre enn hva en kunne tro utfra økning i undersøkelsestid.

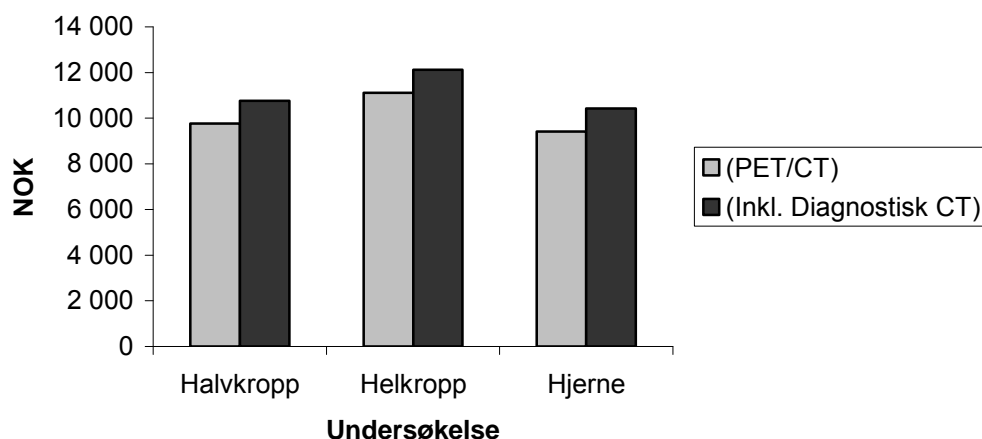
Tilleggsundersøkelsen (PET/CT med diagnostisk CT)

Overskytende maskintid med tilleggsundersøkelsen er identisk med forskjellen mellom hjerne og halvkropp (5 minutter). Kostnadsutslaget i **Tabell 20** er imidlertid vesentlig større (kr 1002,- eller 642,- om vi ser bort fra økning i forbruksmateriell).

Årsaken er at denne arbeidsprosessen krever økt utnyttelse av flere aktiviteter og driver dermed flere kostnader. Utover økt tid skann og ekstra forbruksmateriell, kreves også økt bruk av pasientarbeid og granskning. Dermed drives kostnadsøkning fra flere hold og utslaget blir større. Diagnostisk CT krever samme ressurser og koster det samme uavhengig av hvilken hovedundersøkelse som gjøres.

Oppsummering KPP

Resultatene for hoved- og tilleggsundersøkelse sammenliknes grafisk i **Figur 2**. De lyse søylene er vanlig PET/CT, mens de mørke også inkluderer diagnostisk CT. Kostnad fra utvidet bruk av aktiviteten skann gir seg tydelig utslag. Sett i forhold til standard halvkropp står helkropp skann for største økning i maskintid. Maskintid driver den dyreste aktiviteten, skann. Dermed får vi også det største kostnadsutslaget for helkropp skann. Også tilleggsundersøkelsen benytter skanneren ekstra. Foruten dyrere forbruksmateriell benyttes også granskning og pasientarbeid ekstra. Av den grunn gir også tilleggsundersøkelsen et vesentlig utslag i kostnaden.



Figur 2 - Kostnadssammenlikning undersøkelsesalternativ med FDG-PET

Kapittel 8 - Kapasitetskostnader

Kostnader for ledig kapasitet kan oppstå i alle ressurser. Kostnadsdrivere avgjør hvordan ledig kapasitet driver kostnad. For PET-senteret drives kostnadene av ledig tid i personale og maskin. Beregnet ledig kapasitet i disse to går frem av tidligere beregning i **Tabell 6** og **Tabell 7**.

Ledig kapasitet i skanner og personale er en produktnivå kostnad for RR. Denne skal ikke fordeles på undersøkelsen. Kalkylen belyser den for å vise at den eksisterer og gi incentiv til å gjøre noe med den.

Siden vi nå er på produktnivå i kostnadshierarkiet og ikke skal fordele kostnaden for ledig kapasitet på den enkelte undersøkelse, må vi se på kostnaden over en representativ periode. Årskostnaden faller seg mest naturlig. For å få til dette benyttes et veid gjennomsnitt av undersøkelsene som utføres gjennom året. Begrepet veid gjennomsnitt brukes jevnlig i resten av utredningen og er derfor vesentlig å forstå. La oss derfor ta et øyeblikk for å få begrepet helt på det rene:

Uttrykket søker å beskrive sammensetningen av de ulike PET-undersøkelsene over tid. Som nevnt innledningsvis er 80 % av PET-undersøkelsene halv kropp-skann, mens hjerne- og helkroppsundersøkelser hver utgjør 10 %. Av alle PET/CT-undersøkelsene gjøres halvparten med påfølgende diagnostisk CT. De 80 % halv kroppundersøkelsene fordeles seg altså med 40 % PET/CT og 40 % PET/CT + diagnostisk CT. Til slutt i kapitlet skal vi leke litt med andelen diagnostisk CT, men inntil justering forklares eksplisitt betyr veid gjennomsnitt 80 % + 10 % + 10 % fordeling av hovedundersøkelsen, justert for 50 % med tilleggsundersøkelse.

Ledig kapasitet i personale er angitt per år i **Tabell 6** og finnes igjen under "sum" per lønnsgruppe i **Tabell 22**. Denne må fordeles videre i tråd med hvor mye kapasitet hver aktivitet beslaglegger av hver gruppes tilgjengelige tid (formler IV til IX fra kapittel 4). På den måten kan vi se hvor mye kapasitet som står ledig i hver aktivitet (**Tabell 22**).

ABC i PET

| Gruppe | | Aktivitet | | | | | |
|--|--------------------|-----------|-------------|---------------|--------|------------|---------|
| | | Innkjøp | Klargjøring | Pasientarbeid | Skann | Granskning | Sum |
| Overlege | Minutt i aktivitet | | 20 | | | 105 | 125 |
| | %-fordeling | | 16,0 % | | | 84,0 % | |
| | Ledig kapasitet | | 10 534 | | | 55 306 | 65 840 |
| Radiograf/bioing | Minutt i aktivitet | 45,00 | 40 | 85 | 29 | | 199,00 |
| | %-fordeling | 22,6 % | 20,1 % | 42,7 % | 14,6 % | | |
| | Ledig kapasitet | 31 446 | 27 952 | 59 397 | 20 265 | | 139 060 |
| Sekretær | Minutt i aktivitet | | 43 | | | | 43 |
| | %-fordeling | | 100,0 % | | | | |
| | Ledig kapasitet | | 89 626 | | | | 89 626 |
| Sum ledig personal-kapasitet i aktivitet | | 31 446 | 128 112 | 59 397 | 20 265 | 55 306 | |

Tabell 22 - Ledig kapasitet i personale fordelt på aktivitetene

Identifisert ledig kapasitet tilsvarer årlig aktivitetsnivå i kostnaden for ledig kapasitet, og kan følgelig multipliseres med kostnadsdriverrate på samme måte som for resten av ABC-kalkylen. For de aktiviteter som drives av tid i personale, brukes den ledige kapasiteten i **Tabell 22**. Dette gjelder alle aktiviteter med unntak av skann. Kostnaden i skann drives av maskintid, og ledig kapasitet fra **Tabell 7** er den relevante å bruke. All ledig kapasitet i skanner skriver seg til aktiviteten skann, så her trengs ingen fordeling.

Kostnader for ledig kapasitet går frem av **Tabell 23**.

Sosiale kostnader og Mva har samme sats (25 %). Begge er tatt hensyn til i beregninger som inkluderer Mva.

| Andel D-CT i veid gj.snitt | | 50 % | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Kapasitetskostnader | Kostnadsdriver | Aktivitetspris pr minutt | Ledig kapasitet pr år | Kapasitetskostn pr år ekskl. Mva | Kapasitetskostnad pr år inkl Mva | Tilsv ant pas |
| Innkjøp | ledig tid i innkjøp | 4,65 | 31 446 | 146 097 | 182 621 | |
| Klargjøring | ledig tid i klargjøring | 5,10 | 128 112 | 653 054 | 816 318 | |
| Pasientarbeid | ledig tid i pasient | 4,65 | 59 397 | 275 961 | 344 951 | 699 |
| Skann | ledig maskintid | 67,93 | 24 360 | 1 654 729 | 2 068 412 | 840 |
| Granskning | ledig tid i granskning | 8,54 | 55 306 | 472 150 | 590 188 | 527 |
| Sum kostnader for ledig kapasitet | | | | 3 201 992 | 4 002 490 | |

Tabell 23 – Kostnad ledig kapasitet per år, med dagens undersøkelsessammensetning

Som nevnt innledningsvis er PET-senteret i en innkjøringsfase. Undersøkelsen er i krysningen mellom fagfeltet til radiograf og bioingeniør. Av den grunn har de to gruppene nytte av å lære av hverandre for å kunne overlapp og utfylle hverandre. Noe av ledig kapasitet i radiograf/bioing er begrunnet med dette behovet for opplæring. Dette er dermed en ledig kapasitet sykehuset kjenner til, og som er bevist valgt. Det er rimelig å anta at også de to andre lønnsgruppene (sekretær og overlege) har hatt behov for å lære seg nye ting og etablere prosedyrer. Tilsvarende har skanneren kapasitet til flere pasienter enn dagens personell er kalibrert for.

Innkjøringsfasen forklarer likevel bare noe av den ledige kapasiteten. Det er derfor nyttig å se hvor ledig kapasitet finnes og ha et overslag på kostnaden den representerer. Incentivet ligger i at først når all kapasitet er utnyttet kan alle kostnader fordeles. ”The rational customer rule” kan ikke gjøres gjeldende overfor pasientene i forhold til ledig kapasitet. All ledig kapasitet vil derfor medføre udekkede kostnader.

Enhetsnivå-kostnadene kan regnes om til per pasient, i tråd med tidligere introdusert **ligning X**. Diskusjonen rundt ledig kapasitet og alternativ anvendelse blir trolig lettere og mer fruktbar ved å fokusere på pasienter enn kostnader. Den første kapasitetsbegrensning man møter dersom man øker gjennomstrømning kalles flaskehalsen (Theory of constraints)⁶⁶. Av kolonnen tilsvarende antall pasienter, ser vi at flaskehalsen er granskning. Med målsetning om økt antall pasienter allerede i 2008, er granskning første aktivitet som bør være gjenstand for effektiviseringstiltak.

⁶⁶ E.M.Goldratt (1992)

Total kostnad PET på RR

Når vi nå har klart for oss kostnaden per undersøkelse og kostnaden for ledig kapasitet, kan vi se på årskostnaden ved PET-senteteret. Som vi har sett i det foregående har ulike undersøkelsesalternativ ulik kostnad. Veid gjennomsnitt er derfor det eneste scenario som gir mening om man ønsker å studere årskostnad ved PET-senteret. Tallene vises på neste side (**Tabell 24**). Kolonnene per kostnadsdriverenhet er gjenkjennelige fra beregning av KPP. Nå tas også aktivitetsnivået i bruk, og vi husker at det er et uttrykk for utnyttelsen per år. Verdiene er henholdsvis antall serier innkjøp (44 uker), antall serier klargjøring (218 produksjonsdager), og antall pasienter for enhetsnivåkostnadene. I forhold til driftsbudsjett utarbeidet for 2007 forventes et underskudd rett i overkant av kr 2,8 mill.

Veid gjennomsnittlig ABC-kost, per undersøkelse og per år

| Indata: | | Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmaterieell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|-----------------------------------|-------|---|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Budsj. antall undersøkelser | 2 160 | Veid gj.snitt ▼ | 29,0 | 200 | 105 | 85 |
| Praktisk kapasitet pr år | 3 000 | Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Preparat FDG (pris fra GE) | 6 900 | Ingen ▼ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mva/sosiale kostnader | 25 % | Sum | 29,0 | 200 | 105 | 85 |
| Andel D-CT i veid gj.snitt | | | 50 % ▼ | | | |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | | Pr. år | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|------------|------------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivitetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate | Kostnadsdriver | Aktivitetsnivå | Kostn pr. år ekskl Mva | Kostn pr. år inkl. Mva |
| Produktnivå | Leie av lokale | | | | | | | 4 614 555 | 5 768 194 |
| | Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | | | | 3 201 992 | 4 002 490 |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 | ant. prod. uker | 44 | 9 199 | 11 499 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 | ant. prod. dager | 218 | 114 460 | 143 075 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 | antall pasienter | 2 160 | 14 904 000 | 18 630 000 |
| | Forbruksmaterieell | antall pasienter | 200 | 1 | 200 | — II — | 2 160 | 432 000 | 540 000 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 85 | 395 | — II — | 2 160 | 853 007 | 1 066 258 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 105 | 896 | — II — | 2 160 | 1 936 218 | 2 420 272 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 29 | 1 970 | — II — | 2 160 | 4 255 018 | 5 318 773 |
| Kostnad per pasient | | | | | 10 361 | Kostnad per år | | 30 320 449 | 37 900 561 |

Tabell 24 – Årskostnad PET-senteret

Eksempel på bruk av kalkylen i kapasitetsvurdering

Utskilling av ledig kapasitet gir grunnlag for å kunne vurdere alternativ anvendelse. Fra landets sannsynligvis fremste ekspert på PET, overlege Trond V. Bogsrud ved Radiumhospitalet, kom påskuddet for å leke litt med andelen diagnostisk CT i det tidligere nevnte veid gjennomsnitt.

Det hevdes at kun én av 50 pasienter (2 %) får endret behandling av en diagnostisk CT (D-CT)⁶⁷. Gode nok algoritmer kan plukke ut disse⁶⁸. Ut fra ulike faktorer, indikasjoner og/eller symptomer i forkant av PET-undersøkelsen, kan algoritmer bidra til at D-CT tilbys der den

⁶⁷ Pfannenberget al. (2006)

⁶⁸ T.V. Bogsrud

trengs, og bare der. All radiologi innebærer stråling, og en overflødig undersøkelse er derfor gunstig å unngå både medisinsk og økonomisk. Hvor realistisk en slik algoritme er får være opp til medisinere og forskere. Økonomen kan bare tilby å se på utslaget i kostnad og kapasitet.

Kalkylen skal nå brukes til å vurdere et scenario der hjelpemidlene finnes til kun å foreta diagnostisk CT der det trengs. Om vi stoler på Pfannenberget et al. (2006) kan vi kalle scenarioet "klinisk optimalt antall diagnostisk CT". Igjen bruker vi scenarioet veid gjennomsnitt, men vi skal nå justere andelen D-CT fra 50 % til 2 %. Fordelingen av hovedundersøkelsene er altså den samme som før (80 % halvkropp og 10 % på hver av hjerne og helkropp), men bare 2 % av alle undersøkelsene gjøres med tillegg av D-CT. For eksempel $2\% * 80\% = 1,6\%$ av halvkropsundersøkelsene (mot 40 % med dagens produktmiks, som vi var innom tidligere).

Resultatet går frem av **Tabell 25**.

ABC i PET

| Indata: | | Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|-----------------------------|-------|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Budsj. antall undersøkelser | 2 160 | Veid gj.snitt ▼ | 26,6 | 27 | 91 | 80 |
| Praktisk kapasitet pr år | 3 000 | Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Preparat FDG (pris fra GE) | 6 900 | Ingen ▼ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mva/sosiale kostnader | 25 % | Sum | 26,6 | 27 | 91 | 80 |
| Andel D-CT i veid gj.snitt | | | 2 % ▼ | | | |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | | Pr. år | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|------------|------------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivitetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate | Kostnadsdriver | Aktivitetsnivå | Kostn pr. år ekskl Mva | Kostn pr. år inkl. Mva |
| Produktnivå | Leie av lokale | | | | | | | 4 614 555 | 5 768 194 |
| | Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | | | | 3 864 328 | 4 830 410 |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 | ant. prod.uker | 44 | 9 199 | 11 499 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 | ant. prod.dager | 218 | 114 460 | 143 075 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 | antall pasienter | 2 160 | 14 904 000 | 18 630 000 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 27 | 1 | 27 | — II — | 2 160 | 58 752 | 73 440 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 80 | 373 | — II — | 2 160 | 804 837 | 1 006 046 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 91 | 773 | — II — | 2 160 | 1 670 680 | 2 088 349 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 27 | 1 807 | — II — | 2 160 | 3 902 879 | 4 878 598 |
| Kostnad per pasient | | | | | 9 880 | Kostnad per år | | 29 943 689 | 37 429 611 |

Tabell 25 - Årskostnad PET-senteret, med klinisk optimal andel diagnostisk CT

Sammenlikner vi **Tabell 25** med **Tabell 24** går det frem at årskostnaden i forbruksmateriell faller med 467.000. Økt kostnad for ledig kapasitet med 828.000 begrenser likevel samlet årlig besparelse i til om lag 471.000. Den utskilte kapasitetskostnaden forteller hvorfor besparelsen av redusert antall diagnostisk CT ikke er like stor som man først kunne anta. 2 % av budsjettet antall pasienter for 2007 er 43. Frem til adekvate algoritmer foreligger til å avdekke hvilke 43, koster det drøyt kr 471.000,- å forvise seg om at diagnostisk CT foretas der det trengs. I seg selv ingen uoverkommelig sum for velferdsstaten. Ser vi på frigjort kapasitet i aktivitetene, kan vi se hva kapasiteten kunne vært brukt til.

| Andel D-CT i veid gj.snitt | | 2 % | ▼ | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Kapasitetskostnader | Kostnadsdriver | Aktivetspris pr minutt | Ledig kapasitet pr år | Kapasitetskostn pr år ekskl. Mva | Kapasitetskostnad pr år inkl Mva | Tilsv ant pas |
| Innkjøp | ledig tid i innkjøp | 4,65 | 36 275 | 168 534 | 210 667 | |
| Klargjøring | ledig tid i klargjøring | 5,10 | 139 401 | 710 599 | 888 249 | |
| Pasientarbeid | ledig tid i pasient | 4,65 | 64 650 | 300 365 | 375 456 | 806 |
| Skann | ledig maskintid | 67,93 | 29 544 | 2 006 869 | 2 508 586 | 1 111 |
| Granskning | ledig tid i granskning | 8,54 | 79 413 | 677 962 | 847 452 | 877 |
| Sum kostnader for ledig kapasitet | | | | 3 864 328 | 4 830 410 | |

Tabell 26 – Kostnad ledig kapasitet per år, med klinisk optimalt antall diagnostisk CT

Reduksjon av andel diagnostisk CT øker kapasitet i skanneren fra dagens 3000 (2160 + 840) til 2160 + 1111 = 3271 pasienter. Sammenlikner vi kolonnene tilsvarende antall pasienter i **Tabell 23** og **Tabell 26**, skifter flaskehalsen fra granskning til pasientarbeid. Total gjennomstrømning er økt fra gammel til ny flaskehals ($806 - 527 = 279$ pasienter).

Med samme bemanning og samme skanner kunne 279 ekstra pasienter gjennomgå en PET/CT skann uten økning i totale kostnader for PET-senteret, utover FDG og forbruksmateriell.

Utspillet fra Pfannenberget al. (2006) sparer altså penger, men isolert sett ikke mye.

Vinningen er større ved å se på frigjort kapasitet og hva denne kan brukes til.

Kapittel 9 - Konklusjon

Som vi har sett er informasjonsbehovet stort, og mange steg må gjennomgås for en aktivitetsbasert kalkyle. Når disse først er gjort får man imidlertid et godt kostnadsbilde.

Vi har sett, av KPP i undersøkelsesutvalget, at det er mer enn bare forbruksmateriellet og direkte maskintid som forårsaker kostnadsvariasjon. For hovedundersøkelsen er det kun maskintid som skaper variasjon i kostnadene. Man får derfor en del kostnadsutslag når hovedundersøkelsen øker vesentlig i tid. Det vil si i de tilfeller hvor en helkropp-skann er nødvendig. Kostnadsøkningen er likevel ikke så stor som økningen i maskintid skulle tilsi. Når det gjøres tillegg av en diagnostisk CT gjør kostnaden et hopp til tross for liten økning i maskintid. Dette fordi tilleggsundersøkelsen fordrer økt bruk av aktivitetene pasientarbeid og granskning, i tillegg til økt tid i skanner. Dermed drives kostnaden fra flere hold og økningen blir betydelig større enn økning i maskintid skulle tilsi.

Kostnadene i behandlingsutvalget ved PET-senteret, inkludert merverdiavgift og sosiale kostnader, fremgår av **Tabell 27**.

En diagnostisk CT koster kr 1253,- inkludert merverdiavgift og sosiale kostnader, i tillegg til kostnaden ved selve PET/CT-undersøkelsen.

| Undersøkelse | Hovedundersøkelse (PET/CT) | Tilleggsundersøkelse (Diagnostisk CT) |
|--------------|-------------------------------|--|
| Halvkropp | 12 198 | 13 450 |
| Helkropp | 13 896 | 15 149 |
| Hjerne | 11 774 | 13 026 |

Tabell 27 – KPP inkl Mva/sos.kostn for undersøkelsesutvalget ved PET-senteret

Vi har også sett at det står betydelig med ledig kapasitet ved PET-senteret i innledningsåret 2007. Det er helt naturlig at kapasitet blir stående utbenyttet ved innføring av ny teknologi, men det er viktig å vite om kostnadene som påløper. Etter hvert som antall pasienter øker, bør kalkylen oppdateres for å holde tritt med utviklingen, og vise den til enhver tid ledige kapasiteten. Ledig kapasitet ved PET-senteret fremgår av tabellen nedenfor, og fordeler seg på de ulike grupper ansatte og maskinen slik tabellen viser (**Tabell 28**).

| Kapasitetskostnader | Kostnadsdriver | Aktivitetspris pr minutt | Ledig kapasitet pr år | Kapasitetskostn pr år ekskl. Mva | Kapasitetskostnad pr år inkl Mva |
|--|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Innkjøp | ledig tid i innkjøp | 4,65 | 31 446 | 146 097 | 182 621 |
| Klargjøring | ledig tid i klargjøring | 5,10 | 128 112 | 653 054 | 816 318 |
| Pasientarbeid | ledig tid i pasient | 4,65 | 59 397 | 275 961 | 344 951 |
| Skann | ledig maskintid | 67,93 | 24 360 | 1 654 729 | 2 068 412 |
| Granskning | ledig tid i granskning | 8,54 | 55 306 | 472 150 | 590 188 |
| Sum kostnader for ledig kapasitet | | | | 3 201 992 | 4 002 490 |

Tabell 28 - Kostnader for ledig kapasitet ved PET-senteret med dagens produktmix

Bedre presisjon i kunnskap om hvilke aktiviteter som inngår hvor og kostnadene forbundet med dem, gjør at ledere kan ta beslutninger på bedre grunnlag. Det virker selvsagt kontroversielt å ikke fordele alle kostnader på undersøkelsen, men her må man huske på hensikten med kalkylen. Først og fremst skal kalkylen gi styrings- og beslutningsvariabler, ved å rette oppmerksomhet på de ulike både kjerne- og støttekomponenter som utgjør virksomheten. Ved å få skilt ut ledig kapasitet, fremfor å fordele den skjematisk på undersøkelsen, får man incentiv til å gjøre noe med den. Fra innsikt i aktivitetene og hva som driver kostnadene er man også bedre skikket til å ta stilling til hvordan ledig kapasitet kan benyttes.

Kapittel 10 – Forslag til videre arbeid

Økonomisk nytte av PET i Norge er per i dag ikke undersøkt. Forslaget er å begynne med lungekreft, med særlig vekt på den ikke-småcellete typen (NSCLC), siden det foreligger god dokumentasjon av PET på området. En innflytelsesrik person bør stille krav om knytting av kostnader til Norsk behandlingsprogram for lungekreft. Studie foregår for tiden på Radiumhospitalet for å kartlegge innvirkningen PET har på stadieinndeling av NSCLC. Kostnaden for behandlingene i Norsk behandlingsplan for lungekreft (operasjon, stråle- og kjemoterapi) bør kobles til resultatene av denne studien, for å gi en overslagsmessig nytte av PET i behandling av NSCLC. Undertegnede har klargjort en del beregninger for aktuelle behandlingskombinasjoner, som skulle vært med i utredningen, men led av at kostnader og erfaringstall uteble. Disse avgis gjerne for videre arbeid. For å få frem hele nytten bør noen også vurdere nytten av PET i diagnostikk. Herunder tidsbesparelse i diagnostisering og hvorvidt andre undersøkelser (for eksempel mediastinoskopi og bronkoskopi) blir overflødig med PET, og hvilken eventuell kostnadsbesparelse som ligger i dette.

Vedlegg

| | |
|---|----|
| Vedlegg A - Mer tekniske aspekter ved PET | 61 |
| Vedlegg B - Tid i arbeidsoppgaver PET-senteret | 65 |
| Vedlegg C - KPP, FDG-PET, helkropp med diagnostisk CT | 66 |
| Vedlegg D - KPP, FDG-PET, hjerne | 67 |
| Vedlegg E - KPP, FDG-PET, hjerne med diagnostisk CT..... | 68 |

Vedlegg A - Mer tekniske aspekter ved PET

Produksjon av FDG

Fluordeoksiglukose (FDG) produseres ved Norsk Medisinsk Syklotronsenter (NMS), for levering til Riks- og Radiumhospitalet (RR). Produksjonen av FDG er svært komplisert, og krever avansert utstyr og spisskompetanse fra flere felt. Gjennomgangen her er på ingen måte uttømmende, men med for å gi en illustrasjon.

Råvaren inn til NMS er ^{18}O - oksygenanriket vann. NMS bestråler vannet i en syklotron (partikkel-akselerator/-separator). Prosessen erstatter et nøytron i kjernen med et proton. Resultatet blir neste stoff i periodesystemet etter oksygen, fluor⁶⁹. Ved å tilføre radiofrekvens og bruke magnetfelt deriveres ^{18}F -isotoper til såkalte ”targets”. Isotopene er en radioaktiv væske og ved en automatisert prosess transporteres de i tynne slanger til blyisolerte skap (hotceller). I hotcellene er det for mye ståling for manuell betjening, så et automatisert synteseapparat hekter isotopen til suktermolekylet. Stoffet er nå blitt FDG og således det endelige radiofarmakon (radioaktivt legemiddel). Som legemiddel må strenge krav være oppfylt og kvalitetskontroll må foretas av spisskompetente radio-fysikere og – kjemikere. Fremdeles er strålingen svært høy, slik at all kontroll er datastyrt fra naborommet. Etter kvalitetskontroll transporteres legemiddelet videre i slange til en ny hotcelle, der en robot fordeler det i brukerdoser og slipper ampuller ned i bly- eller wolframpotter under. Trygt plassert i pottene kan stoffet hentes ut og tas med til klinikken.

Siden stoffet skal bli legemiddel må det meste av prosessen foregå i et rent-rom. Dette innebærer at spesielle krav til lav partikkelinnhold, ventilasjon, trykk, sluserom i forkant, bekledning, osv fra Statens Legemiddeltilsyn må være oppfylt. Som andre radioaktive stoffer har FDG en halveringstid. Denne er på 110 minutter. Dermed rekker man å injisere pasienten og foreta undersøkelsen mens strålingen er tydelig, og samtidig sende pasienten hjem samme dag. Mens det er fint at pasienten kan spasere trygt ut av sykehuset, er det en utfordring at undersøkelsen må foretas kort tid etter produksjon av stoffet, særlig om andre sykehus ønsker å ta undersøkelsen i bruk. Stoffet må brukes samme dag som det er laget, slik at ny produksjon må foretas hver morgen for å være klart til dagens undersøkelser. Per i dag er det kun FDG som produseres ved NMS, og dermed kun FDG-PET i klinisk bruk ved RR.

⁶⁹ M.Biermann (2006)

Hva skiller PET fra andre undersøkelser?

Dette er en kort medisinsk-teknisk gjennomgang av noen alternative undersøkelser, sammenliknet med PET. Gjennomgangen fører oss også over i hvordan undersøkelsene kan komplimentere hverandre. Gjennomgangen er i hovedsak utdrag fra nettforelesningene til Martin Biermann, ved UiB, om nukleærmedisin og PET på radioweb⁷⁰.

SMM/Kunnskapssenteret har i sine rapporter konkludert med diagnostiske fordeler i PET over alternativene. Gjennomgangen gir en illustrasjon på hvorfor. Fokus av fagfelt gjør at gjennomgangen faller kort av uttømmende.

PET vs konvensjonell røntgen

Tradisjonell røntgen stråler *mot* kroppen. Grunnet ulik svekkelse av stråling for ulike kroppsdelar (bein, bløtvev, væske, luft) får man et skyggebilde (tetthetsbilde) av kroppen. Røntgen kan også foretas med ulike former for kontrastvæske for å sette kontrast på tilsiktet sted. Hovedforskjellen ved PET er at ståling kommer fra *inne* i kroppen. Grunnet at det anvendte radiofarmakon tas opp i patologi viser undersøkelsen fordelingen av stoffet i kroppen (stoffskeiftebilde). La oss nå høyst forenklet se på de radioaktive nuklidene som et rent kontrastmiddel. Den store forbedringen er at rett radiofarmakon ikke trenger å siktes inn fordi det vil *oppsøke* syke stoffskeifteprosesser i kroppen uavhengig av hvor de befinner seg eller om det er flere.

PET vs konvensjonell nukleærmedisin (Anger-kamera)

I konvensjonell nukleærmedisin brukes et gammakamera av typen Anger-kamera. Linsa i et Anger-kamera heter kollimator. Kollimatoren er en blyplate med mange, oftest parallelle hull. Bare gamma-partikler som er orientert parallelt med hullene blir registrert. Presisjonen er god, men yteevnen begrenset.

Ved PET benytter man koincidensdeteksjon fremfor kollimator. Prinsippet går ut på at protonene fra radiofarmaca vil kolliderer (koincidere) med elektroner, noe som frigjør energi i form av to fotoner. Fotonene har samme ladning og vil bevege seg 180 grader fra hverandre. Bare når to detektorblokker blir truffet av to fotoner samtidig blir de registrert. PET-scanneren har en ring av detektorblokker, hver bestående av et mini gammakamera. Registrering foregår 360 grader rundt pasient slik at retning på fotonene er uten betydning, så lenge koincidens detekteres. Dette forbedrer yteevnen betydelig.

⁷⁰ M.Biermann (2006)

PET vs SPECT

3D snittbilder kan også tas med konvensjonelt gamma-kamera (Anger-kamera). Metoden heter SPECT (single photon emission computed tomography). SPECT foregår som navnet tilsier også med en foton-emitter, men bare med enkle fotoner. Forskjellen til PET er at registrering foregår med tohodet gamma-kamera og at tomografi-effekten beregnes ved algoritmer (derfor computed tomografi). For å simulere 3D bilder må et tohodet gamma-kamera ta mer enn 60 2D bilder. Dette tar 30 minutter for et volum på 50 centimeter lengde. Dermed tar en undersøkelse av brystkassa 30 minutter og en mageundersøkelse eventuelt nye 30 minutter. En PET-skanner registrerer alle projeksjoner samtidig. En 3D undersøkelse av hele kroppen (hode til øvre lår) tar 25 minutter. Kortere undersøkelsestid er avgjørende ved sammensatte undersøkelser når pasient ikke kan ligge stille lange perioder av gangen. Oppløsningen til PET på 3-5mm overgår dessuten SPECTs ca 10mm⁷¹.

PET/CT

CT (computertomografi) gir høyoppløste snittbilder av organene inne i kroppen. Imidlertid krever det mange års erfaring med bildetyding for å se tetthetsforskjeller godt nok til å kunne finne for eksempel kreftvev i magen. PET gir god kontrast i strukturer med høyt opptak av aktuelt radiofarmakon, men har svak oppløsning der det er lavt opptak. PET har dermed dårlig anatomisk oppløsning sammenliknet med CT⁷². En moderne PET-skanner er derfor bygd sammen med en CT-maskin for automatisk bildesammensetning. Radiologene får dermed kombinert det beste fra begge verdener – kontrast fra PET og oppløsning fra CT. For metoder med anatomisk målrettet terapi (for eksempel kirurgi, ekstern stråleterapi) er det viktig at informasjon er så presis som mulig. I den forbindelse er det nyttig å kunne se hvor opptaket befinner seg i forhold til andre strukturer. For slik anatomisk orientering er oppløsningen fra CT et nyttig supplement til PET. I dag er 95 % av alle nyinnkjøpte PET-scannere, inkludert de som står på Rikshospitalet, Radiumhospitalet og Haukeland, er kombinerte PET/CT-scannere. CT bildene i en PET/CT har ikke maksimal oppløsning. Radiologene kaller dem lavdose CT-bilder. Årsaken er at PET og CT må gjøres på samme snitt for bildesammensetning. For ikke å gi pasient unødvendig mye stråling, forlenges snittene.

Ved ønske om god anatomisk informasjon gjøres det derfor en ekstra CT etter PET/CT – en såkalt høydose CT eller diagnostisk CT. Radiologene får oftest to sett bilder, ett sett PET +

⁷¹ J.G.Fjeld (2003)

⁷² Bach-Gansmo et al (2004)

ABC i PET

lavdose CT bilder og ett sett høydose CT-bilder. Fra rene CT bilder kan det, som nevnt, være vanskelig å se små tetthetsforskjeller. Dette blir imidlertid en mer overkommelig oppgave når PET har fortalt omtrent hva man ser etter.

Kombinert PET/CT skanner tjener derfor både til orientering av PET bilder, og til tidsbesparelse når en ekstra CT skal gjøres.

Vedlegg B - Tid i arbeidsoppgaver PET-senteret

| Aktivitet | | Lønnsgruppe | | |
|---------------|---|-------------|------------------|----------|
| Aktivitet | Spesifikasjon | Overlege | Radiograf/bioing | Sekretær |
| Innkjøp | innkjøp FDG, registrering (30 min pr uke) | | 30 | |
| | innkjøp forbruksmateriell | | 15 | |
| | Sum tid i innkjøp (pr uke) | 0 | 45 | 0 |
| Klargjøring | motta henvisn, ventelistebetjening | 5 | | 25 |
| | daglig klargjøring, kalibrering (2 stk à 20 min) | | 40 | |
| | pasientmottak | | | 3 |
| | journalføring (RIS + brev) | | | 15 |
| | sjekke dagens us | 15 | | |
| | Sum tid i forberedelser (pr dag) | 20 | 40 | 43 |
| Pasientarbeid | klargjøring av pasient (venoflon, injisering, mm) | | 20 | |
| | klargjøring skanner pr undersøkelse | | 15 | |
| | etterarbeid pas (ferdigstilling) | | 15 | |
| | bilde- evaluering og prosessering | | 20 | |
| | rense skanner/utstyr | | 10 | |
| | Sum pasientarbeid | 0 | 80 | 0 |
| Skann | skann | | 29 | |
| Granskning | granskning | 90 | | |

Vedlegg C - KPP, FDG-PET, helkropp med diagnostisk CT

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Helkropp ▼ | 45,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Diagnostisk CT ▼ | 5 | 360 | 30 | 10 |
| Sum | 50,0 | 380 | 120 | 90 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktnivå | Leie av lokale Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 380 | 1 | 380 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 90 | 418 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 120 | 1 024 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 50 | 3 396 |
| Kostnad per pasient | | | | | 12 119 |

Vedlegg D - KPP, FDG-PET, hjerne

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Hjerne ▼ | 20,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Ingen ▼ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum | 20,0 | 20 | 90 | 80 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktnivå | Leie av lokale | | | | |
| | Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 20 | 1 | 20 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 80 | 372 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 90 | 768 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 20 | 1 359 |
| Kostnad per pasient | | | | | 9 419 |

Vedlegg E - KPP, FDG-PET, hjerne med diagnostisk CT

| Hoved-undersøkelse: (velg fra liste) | Direkte maskintid (minutter) | Forbruksmateriell (NOK) | Granskning (minutter) | Pasientarb. (minutter) |
|---|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Hjerne ▼ | 20,0 | 20 | 90 | 80 |
| Tilleggs-undersøkelse: | | | | |
| Diagnostisk CT ▼ | 5 | 360 | 30 | 10 |
| Sum | 25,0 | 380 | 120 | 90 |

| (tall i NOK) | | Pr. kostnadsdriverenhet-enhet | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|------------|------------------------------|
| Nivå | Aktivitet | Dim. faktor | Aktivetspris pr minutt | Utnyttelse | Kostnads- driver- rate |
| Produktnivå | Leie av lokale Ledig kapasitet (se egen beregning) | | | | |
| Serienivå | Innkjøp (pr uke) | tid i innkjøp | 4,65 | 45,0 | 209 |
| | Klargjøring (pr dag) | tid i forberedelse | 5,10 | 103 | 525 |
| Enhetsnivå | Preparat (FDG) | antall pasienter | 6 900 | 1 | 6 900 |
| | Forbruksmateriell | antall pasienter | 380 | 1 | 380 |
| | Pasientarbeid | tid i pasient | 4,65 | 90 | 418 |
| | Granskning | tid i granskning | 8,54 | 120 | 1 024 |
| | Skann | maskintid | 67,93 | 25 | 1 698 |
| Kostnad per pasient | | | | | 10 421 |

Litteraturfortegnelse

Andresen M, Amundsen E; Hvor ligger forsvarrets utfordringer for å bli ledende i forvaltningen mht. økonomistyring; Senter for statlig økonomistyring; 2007

Bach-Gransmo T, Bogsrud T.V, Aas M, Jørgensen L.H, Fischer B.M;
Positronemisjonstomografi i utredning av lungekreftpasienter; Tidsskrift Norsk Lægeforening, nr 8, 2004

Biermann M; nettførelsesning, www.med.uib.no/radioweb/nuklear/; Bergen 2006

Bjørndal M, Bjørnenak T, Johnsen T; Aktivitetsbasert kalkulasjon for regulerte tjenester; SNF-rapport nr 33/03; Samfunns- og næringslivsforskning AS, Bergen 2003

Bjørnenak T og Mitchell F (2002); The development of activity-based costing journal literature, 1987-2000; European Accounting Review 9/2002, Volume: 11, Issue: 3.

Bjørnenak T; Kalkyler for økonomisk styring; Praktisk økonomi og styring nr 2, 1996.

Bjørnenak T; Strategisk økonomistyring – en oversikt; Magma nr 2, 2003

Cooper R. & Kaplan R.S; The Design of Cost Management Systems, second edition, Prentice Hall, 1999

Fjeld J.G; Er det for dyrt å begynne med PET ved nukleærmedisinsk seksjon på Rikshospitalet?; Semesteroppgave masterstudiet i helseadministrasjon, Universitetet i Oslo, 2003

Goldratt E.M; The Goal; 2nd Rev edition; North River Press, 1992

Graff B.A; PET – diagnostisk og klinisk nytteverdi; Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten for Sosial- og Helsedirektoratet, Oslo 2006

ABC i PET

Kaplan R.S, Atkinson A.A; Advanced Management Accounting, 3rd edition, Prentice Hall, 1998

MacArthur J, Stranahan H; Cost driver analysis in hospitals: A simultaneous equations approach; 1998

Mørland B; Positronemisjonstomografi (PET) – diagnostisk og klinisk nytteverdi, Formidling av internasjonale metodevurderinger 2001-2003; Senter for medisinsk metodevurdering for Helsedepartementet; Oslo 2003

Nyland K; avhandling for graden Dr. Oecon, essay 2, The economics of complexity: Dimensions, effects and financing, NHH, 2003

Pfannenberga A, Aschoff P, Brechtel K, Müller M, Bares R, Paulsen F, Scheiderbauer J, Friedel G, Claussen C, Eschmann S; Low dose non-enhanced CT versus standard dose contrast-enhanced CT in combined PET/CT protocols for staging and therapy planning in non-small cell lung cancer; European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2006

Samuelsen RJ; Møter og kontorarbeid stjeler fra planlagte operasjoner; Aftenposten (morgenutgave); Oslo 17.1.1997. (www.aftenposten.no)

Smiseth O.A, Myhre E.S, Aas M, Gribbestad IS, Eikvar LK, Kjønniksen I; Positronemisjonstomografi (PET) - diagnostisk og klinisk nytteverdi, Metodevurdering basert på internasjonal og egen litteraturgransking; Senter for medisinsk metodevurdering, Oslo 2000

Årsrapport, Rikshospitalet – Radiumhospitalet HF, Oslo 2006

Driftsbudsjett PET-senteret, 2007

www.wikipedia.org

www.posten.no

www.petsenteret.no

www.odin.no

www.kunnskapssenteret.no

www.legeforeningen.no