



Rapport 2026/5 | Justis- og beredskapsdepartementet



Tilrettelegging for effektivitetsmåling i politisektoren

Teknisk rapport om data og metodikk

Rasmus Bøgh Holmen, Andreas Stranden Hoel-Holt, Kenneth Løvold Rødseth,
Sverre A. C. Kittelsen, Annica Allvin og Dag Ellingsen

Dokumentdetaljer

Tittel	Tilrettelegging for effektivitetsmåling i politisektoren. Teknisk rapport om data og metodikk
Rapportnummer	Rapport 2026/5
Forfattere	Rasmus Bøgh Holmen, Andreas Stranden Hoel-Holt, Kenneth Løvold Rødseth, Sverre A. C. Kittelsen, Annica Allvin og Dag Ellingsen
ISBN	978-82-8126-762-6
Prosjektnummer	02-RBH-2023
Prosjektleder	Rasmus Bøgh Holmen
Kvalitetssikrer	Haakon Vennemo
Oppdragsgiver	Justis- og beredskapsdepartementet
Dato for ferdigstilling	14. april 2026
Kilde forsidefoto	Politiet
Tilgjengelighet	Offentlig
Nøkkelord	Allokativ effektivitet; DEA; indre effektivitet; kontrollfunksjonsmetodikk; kostnadsvariasjoner; partielle produktivetsmål; politiet; produktivitet; SFA; StoNED; teknisk effektivitet, ytre effektivitet

Om Vista Analyse

Vista Analyse AS er et samfunnsfaglig analyseselskap med vekt på økonomisk utredning, evaluering, rådgivning og forskning. Vi utfører oppdrag med høy faglig kvalitet, uavhengighet og integritet. Våre sentrale temaområder er klima, energi, samferdsel, justissektoren, næringsutvikling, byutvikling og velferd. Våre medarbeidere har meget høy akademisk kompetanse og bred erfaring innenfor konsulentvirksomhet. Ved behov benytter vi et velutviklet nettverk med selskaper og ressurspersoner nasjonalt og internasjonalt. Selskapet er i sin helhet eiet av medarbeiderne.

Nettside: <https://vista-analyse.no>

Om Frischsenteret

Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning er en uavhengig stiftelse opprettet av Universitetet i Oslo. Frischsenteret utfører anvendt samfunnsøkonomisk forskning innenfor en rekke ulike temaområder i samarbeid med Økonomisk institutt og andre enheter ved universitetet og støtter den utdanningen som gis i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Oslo. Forskningsprosjektene er i hovedsak finansiert av Norges forskningsråd, departementer og internasjonale organisasjoner. Hovedvekten i forskningstemaer er innen arbeidsmarkedsøkonomi, utdanningsøkonomi, energi- og miljøøkonomi, samt offentlig økonomi, herunder helseøkonomi og produktivitet i offentlig sektor.

Nettside: <https://www.frisch.uio.no>

Om Transportøkonomisk institutt

Transportøkonomisk institutt (TØI) er et nasjonalt senter for samferdselsforskning med ansvar for å drive og fremme forskning til nytte for norsk samfunns- og næringsliv. TØI skal også formidle informasjon om forskningsresultater og bidra til at forskningsresultatene blir nyttiggjort i samfunnet gjennom brukersamarbeid. TØI har 80 forskerårsverk. Det er et mål for TØI at de skal ha ulik fagbakgrunn og at det skal være en balanse i antall med ulik bakgrunn. TØI ble opprettet i 1964 og ble en fristilt privat stiftelse i 1986. Instituttet mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd.

Nettside: <https://www.toi.no>

Om Arbeidsforskningsinstituttet

Arbeidsforskningsinstituttet (AFI) driver tverrfaglig forskning med utgangspunkt i samfunnsvitenskap. Våre forskere jobber hovedsakelig med spørsmål knyttet til arbeidsliv og samfunnsdeltakelse. Forskningsinstituttet er tilknyttet storbyuniversitetet OsloMet. AFIs bidrag består både av utviklingsarbeid, kvalitative og kvantitative empiriske studier og allmenn teoridannelse. Fagene sosiologi, samfunnsgeografi, psykologi, sosialantropologi, historie, demografi, pedagogikk, kriminologi og filosofi er representert ved instituttet.

Nettside: <https://www.oslomet.no/om/afi>

Forord

På oppdrag fra Justis- og beredskapsdepartementet har Vista Analyse, Frischsenteret, Transportøkonomisk institutt og Arbeidsforskningsinstituttet ved OsloMet gjennomført et forskningsprosjekt om effektiviteten i politidistriktenes oppgaveløsning. Denne publikasjonen er teknisk rapport som dokumenterer data og metoder. Prosjektet omfatter også to forskningsrapporter basert på frontestimeringsmetodikk i effektivitetsanalysen, der den ene har fokus på produksjon og den andre har fokus på kostnadsvariasjoner. I tillegg inkluderer den en oversiktsrapport som oppsummerer hovedfunnene og setter dem inn i en bredere kontekst.

Prosjektleder har vært Rasmus Bøgh Holmen ved Vista Analyse. Øvrige prosjektmedarbeidere har vært Andreas Stranden Hoel-Holt og Annica Allvin ved Vista Analyse, Sverre Kittelsen ved Frischsenteret, Kenneth Løvold Rødseth ved Transportøkonomisk institutt og Dag Ellingsen ved OsloMet. Studien er kvalitetssikret av Haakon Vennemo og har hatt Dag Morten Dalen som sparringspartner, begge ved Vista Analyse.

Hos Justis- og beredskapsdepartementet har Kjetil Sletteng Ulvik hatt det overordnede ansvaret for oppdraget. Britt Kristine Ludvigsen, Ida Thommesen Austad, Vilde Kvalheim Heggdal og Øyvind Ytrestøyl Foldal har vært departementets kontaktpersoner. I møter med oppdragsgiver har også sentrale representanter fra departementet og Politidirektoratet deltatt. Videre har prosjektet blitt presentert for Politirulleutvalget.

Prosjektet har fått innspill fra både en effektivitetsfaglig og en politifaglig referansegruppe. Den effektivitetsfaglige gruppen besto av Emmanuel Thanassoulis ved Aston University, Jonas Månsson ved Blekinge Tekniska Högskola, Timo Kuosmanen ved Universitetet i Åbo og Ørjan Mydland ved Universitetet i Innlandet.

Den politifaglige gruppen besto av en rekke personer med ledende stillinger eller særskilt datakompetanse i politidistriktene, særorganene, Politidirektoratet og fagforeningene. Disse var Anne Engerbråten, Britt Hjeltnes, Catherine Janson, Einar Tolo-Kaldhol, Eli Fryjordet, Elin Knutsen, Geir Kjetil Finneide. Halvor Lie Willadssen, Jørgen Wågan Olsen, Kjell Johann Abrahamsen, Kjetil Mollan, Kjetil Ravlo, Linda Krause, Marianne Børseth Steensby, Marius Kvithyld, Marit Ellingsen, Nina Karstensen Bjørlo, Ole Petter Ustad, Patrick Rasten Kiernan, Runar Skarnes, Steffen Ravnåsen og Tage Stabell-Kulø.

Politidirektoratet har i tillegg bistått forskergruppen med innhenting og tolkning av data. Foruten Kiernan, Knutsen og Willadssen har sentrale bidragsyttere vært Camilla Lein Damsleth, Cristin Bråthen, Christin Røisland, Claes Lyth Walsø, Eirik Lund Presterud, Frode Aarum, Hallvard Holm Brenna, Helene Jesnes, Håvard Dalheim, Monica Elisabeth Kvåle, Niels Christian Hervig, Nina Elisabeth Holt, Robert Lalla, Stian Vatnedal, Stig Leon Jensen og Trond Paulsen.

Forskergruppen ønsker å takke alle som har bidratt med data og innspill, samt departementet for et godt samarbeid.

Rasmus Bøgh Holmen

Prosjektleder
Vista Analyse AS

14. april 2026, Oslo

Ordliste

Allokativ effektivitet	I hvilken grad produksjonsinnsatsens sammensetning hensyntar deres priser og marginale avkastning
Boostrapping	En statistisk metode som estimerer usikkerhet i en parameter ved å trekke gjentatte tilfeldige prøver med tilbakelegging fra dataene
Dataomhyllinganalyse	Kortkortes DEA etter Data Envelopment Analysis på engelsk. En ikke-parametrisk og deterministisk metode for effektivitetsmåling ut fra «beste praksis»-fronten
Direksjonell distansefunksjon	Estimering eller optimering med flere produkter og innsatsfaktorer samtidig, der man måler hvor mye produktene kan økes og innsatsfaktorene reduseres samtidig i en ønsket kombinasjon
Effektivitet	Mål av faktisk produktivitet opp mot en målestokk for beste praksis
Endogenitet	En forklaringsvariabel i en modell som er korrelert med feilledet og gir skjeve estimater
Enkeltfaktorproduktivitet	Mengde output per enhet av én type produksjonsinnsats
Funksjonell driftsenhet	Forkortet FDE. En enhet organisert etter funksjon
Gebyrfinansierte publikumstjenester	Tjenester finansiert av brukerne som ID-utstedelse, utlendingstjenester, vakthold og våpenlisenser
Geografisk driftsenhet	Forkortet GDE. En enhet organisert etter geografi
Geografisk særenhet	Politienhet som dekker spesifikke områder med særskilt funksjon og ansvar
Ikke-operativt politiarbeid	Indirekte politimyndighet som omfatter administrative og støttende funksjoner, inkludert gebyrfinansierte publikumstjenester og sivil rettspleie
Indre effektivitet	Effektiviteten mål ut fra produksjonsprosessen
Kapitalkostnader	Kostnaden ved å ta i bruk kapital, inkludert renter, kapitalslit, nettoprisvekst og interaksjonseffekter
Kontekstuell variabel	En forklaringsvariabel i en modell som beskriver egenskaper ved omgivelsene
Kontrollfunksjonsmetodikk	Metodikk for produktivitetsestimering som håndterer endogenitet ved å modellere korrelasjonen mellom forklaringsvariabler og restledd gjennom en kontrollfunksjon
Kostnadseffektivitet	I hvilken grad produksjonen skjer til lavest mulig kostnad for et gitt produksjonsnivå
Nasjonale fagenheter	Enheter som har faglig ansvar på nasjonalt nivå innen politiet
Nasjonale felleseenheter	Enheter som leverer tjenester til hele politiet på nasjonalt nivå
Namsfogden	Offentlig myndighet som gjennomfører tvangsfullbyrdelse av formuesrettslige krav
Operativt politiarbeid	Politiarbeid rettet mot direkte utøvelse av politimyndighet, herunder forebygging, håndheving, oppklaring og utrykning
Paneldata	Data bestående av flere enheter over flere tidspunkter
Partielle produktivetsmål	Produktivetsmål som relaterer produksjonen til ressursinnsatsen uten at alt er innregnet
Politidistrikt	Geografisk inndelt område med ansvar for regional polititjeneste
Produksjonseffektivitet	I hvilken grad en enhet produserer maksimalt mulig produksjon gitt ressursinnsatsen
Produktivitet	Forholdet mellom produksjon og ressursbruk
Sivil rettspleie	Behandling av sivile rettsvister og krav i rettsystemet
Skalaeffektivitet	I hvilken valg av nivået på produksjonen utnytter produksjonens skalaegenskaper
Stokastisk frontanalyse	Kortkortes SFA etter Stochastic Frontier Analysis på engelsk. En parametrisk og stokastisk metode for effektivitetsmåling ut fra «beste praksis»-fronten.
Stokastisk ikke-parameterisk omhylling av data	Kortkortes StoNED etter Stochastic Nonparametric Envelopment of Data på engelsk. En ikke-parametrisk og stokastisk metode for effektivitetsmåling ut fra «beste praksis»-fronten
Særorganer	Politiske enheter med spesialoppgaver som ikke inngår i ordinære politidistrikt
Teknisk effektivitet	Evnen til å produsere maksimalt mulig produksjon fra en gitt ressursinnsats eller motsatt
Teknologifront	Grensen som angir den høyeste oppnåelige produksjonen for en gitt produksjonsinnsats
Totalfaktorproduktivitet	Forholdet mellom samlet produksjon og samlet produksjonsinnsats
Tverrsnittdata	Data bestående av flere enheter på ett tidspunkt
Ytre effektivitet	Effektiviteten mål ut oppnåelse av samfunns mål

Innhold

Sammendrag og konklusjoner	7
1 Innledning.....	10
1.1 Hensikten med rapporten	10
1.2 Studiens struktur	10
2 Metodikk	11
2.1 Grunnleggende begreper i effektivitetsmåling	11
2.2 Estimeringsverktøy	19
2.3 Måleproblematikk forbundet med produksjonsprosessen	32
2.4 Vekting av produktene i politiets tjenesteproduksjon	36
2.5 Sentrale hensyn knyttet til datasettets dimensjoner	41
2.6 Håndtering av endogenitetsutfordringer	43
2.7 Måleproblematikk forbundet med omgivelsene	46
3 Data	50
3.1 Datakilder	50
3.2 Databehandling	56
3.3 Operasjonalisering av variabler	61
Referanser	71
Appendikser	78
A. Skript for databehandling.....	79
A.1 Kontroll av datasettet og håndtering av endringer	79
A.2 Laste inn og kombinere data	79
A.3 Komprimere og rense datasettet	83
A.4 Operasjonalisering av variabler	83
A.5 Klargjøring av data	84
B. Skript for empirisk analyse	85
B.1 Vekting	85
B.2 Frontestimering i studien om tjenesteproduksjon	89
B.3 Frontestimering i studien om kostnadsvariasjoner	94

Sammendrag og konklusjoner

Effektivitetsanalyser utgjør et kraftig verktøy egnet til å analysere forskjeller i politienheters samlede effektivitet og samlede produktivitet mellom enheter og over tid. Vi fokuserer på målingen av politiets interne kostnadseffektivitet og redegjør for hvordan målingen kan belyse utnyttelse av teknologi, sammensetning av produksjonsinnsatsen og skalaegenskaper i produksjonen. Vi presenterer metoder egnet til metodetriangulering for effektivitetsanalyser, herunder metodene DEA, SFA og StoNED, i tillegg til partielle produktivitetsmål. Vi redegjør for håndteringen av måleproblematikk knyttet til politiets tjenesteproduksjon, det tilhørende oppdrags- og sakskomplekset, datasettets sentrale dimensjoner, omgivelsene og sentrale ikke-observerbare variabler som forebygging. Videre redegjør vi for innholdet, innhenting og bearbeidingen av politidata, der de viktigste kildene for effektivitetsmålinger i politiet er politiets sentrale straffesaksregister, politioppdragene i politioperativt system, politiets regnskap fra Statistisk sentralbyrå, saksbehandlingssystemet i saker om tvangsfullbyrdelse og gjeldsordning, og statistikken for politiets forvaltningstjenester. Når det gjelder metodisk videreutvikling, ser vi et særlig potensial i å knytte politiets eksterne måloppnåelse til effektivitetsmålingen og i videreutviklingen av vår kontrollfunksjonsmetodikk for å justere for tjenesteproduksjon man ikke har fullstendige data for.

Effektivitetsanalyser kan være et nyttig verktøy i evalueringen av effektiviteten og ressursbruken i politiets oppgaveløsning over tid og mellom driftsenheter. En klar styrke ved metodikken er at den gjennom modifikasjoner av rammeverket kan absorbere kritikk knyttet til ulike mekanismer, hvilke forhold som er av betydning og behandling av målefeil. Samtidig bør man ikke se seg blind på analysene, men settes inn i et større bilde. For at effektivitetsanalyser av politisektoren skal være av høy kvalitet, kreves inngående innsikt i metode, data og kontekst.

For å utvikle et rammeverk for effektivitetsmåling i norsk politi har Justis- og beredskapsdepartementet igangsatt et forskningsprosjekt med forskere innenfor effektivitetsanalyse og politistudier fra Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og Transportøkonomisk institutt. I prosjektet har det vært behov for å utarbeide denne tekniske rapporten rettet mot personer som søker dypere innsikt i de tekniske sidene av analysene. Det kan dreie seg om brukere som søker forståelse av resultatenes underlag eller forskere som selv ønsker å anvende rammeverket. Formålet med rapporten er å dokumentere data og metodikk relevant for effektivitetsmåling i norsk politi. Den kan leses i ett, men er i første rekke ment som et oppslagsverk. Deler av rapporten kan for noen oppfattes som relativt teknisk og forutsetter en del metodisk bakgrunnskunnskap.

Produktivitet kan forstås som forholdet mellom produksjon og ressursbruk. Effektivitet måler faktisk produktivitet opp mot en målestokk for **beste praksis**. Produktivitetsutviklingen kan dekomponeres i utviklingen i beste praksis og utviklingen i effektivitet, der effektiviteten kan knyttes til utnyttelse av teknologi (**teknisk effektivitet**), sammensetningen av ressursinnsatsen for gitte faktorpriser (**allokativ effektivitet**) og utnyttelse av skalaegenskaper (**skalaeffektivitet**). I tråd med vårt mandat fokuserer vi i forskningsprosjektet på **innsatsorientert effektivitetsmåling** av **indre effektivitet** og optimal innretning av produksjonen snarere enn den eksterne måloppnåelsen.

Effektivitetsmåling gir rom for betydelige metodiske valg, både når det gjelder estimeringsteknikk og valg av variabler. For å styrke robustheten i analysene bygger vi i forskningsprosjektet derfor på både metodetriangulering og datatriangulering. Metodisk tar vi utgangspunkt i to veletablerte hovedtilnærminger i effektivitetslitteraturen – **dataomhyllingsanalyse (DEA)**, som kjennetegnes av stor fleksibilitet i funksjonsformen, og **stokastisk frontanalyse (SFA)**, som i større grad skiller

ineffektivitet fra tilfeldig støy. Videre anvender vi **stokastisk ikke-parametrisk dataomhylling (StoNED)**, som kombinerer disse egenskapene, men på bekostning av en mer krevende estimeringsprosedyre. Det er også mulig å benytte rammeverk som håndterer flere produkter og flere innsatsfaktorer på en gang. Dessuten inkluderer vi enklere, **partielle produktivitetsmål** i gjennomgangen, som relaterer produksjonen til ressursinnsatsen uten at alt er innregnet.

Dimensjonalitetens forbannelse er en sentral utfordring ved ikke-parametriske metoder, etter som økt antall variabler reduserer metodens presisjon og evne til å verifisere hypoteser. Uansett er det behov for å begrense antall produkter og vekte delproduktene. Som et alternativ til lik vektning av alle delprodukter innen hver produktgruppe opererer vi med vektning basert på ressursbruk, den DEA-baserte metoden **tvilen til gode** og den egenutviklede, StoNED-beslektede metodikken, **singelindeksmodellen**. Disse tilnærmingene gir mer realistisk vektning av delprodukter enn lik vektning, skjønt det viser seg at valget ikke har så mye å si for effektivitetsmålingen i praksis.

Paneldatametodikk åpner for å korrigere for faktorer som varierer over tid og studere produktivitetsutviklingen over tid. Vi viser hvordan kontrollfunksjonsmetodikk og instrumentering kan bistå i håndteringen av empiriske endogenitetsutfordringer, der forklaringsvariabler korrelerer med optimeringsproblemenes eller regresjonenes restledd. I tillegg gjør vi greie for hvordan man kan ta høyde for omgivelsene og foretar innledende vurderinger av hvordan politiets eksterne måloppnåelse kan analyseres.

Straffesakene i politiets sentrale straffesaksregister (Strasak), politioppdragene i politioperativt system (PO), politiets regnskap, Saksbehandlingssystem i saker om tvangsfullbyrdelse og gjeldsordning (SIAN) innenfor sivil rettspleie og statistikker knyttet til gebyrfinansierte publikumstjenester står sentralt i effektivitetsmålingen i politisektoren. Dessverre er ikke det sentrale kriminaletterretningsregisteret, Indicia, tilstrekkelig utviklet til at etterforskning fanges opp på en god måte, mens forebygging ikke måles systematisk. I målingen av sentrale forhold i omgivelsene kommer man langt med data fra Statistisk sentralbyrå. Ved internasjonale sammenlikninger bør man være oppmerksomme på mulige forskjeller i operative definisjoner av variablene som inngår.

Effektivitetsanalyser av politisektoren krever søknader om data, personvern og sikker databehandling. I databehandling må man håndtere manglende observasjoner, sikre at produksjonsinnsatsen motsvarer produksjonen og harmonisere data over ulike inndelinger over geografi og tid. Vi finner det hensiktsmessig å operere med tre produkter i politiets produksjon, nærmere bestemt politioppdrag, straffesaker og ikke-sivile saker inkludert sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester. For produksjonsinnsatsen bør kostnadstall deflateres med tanke på sektor og kostnadsart. Kontekstuelle variabler bør velges slik at de best mulig fanger opp betydningen av omgivelsene, uten at man tyner dataene for mye ved å inkludere mange variabler. Når vi undersøker den empiriske innvirkningen av å bytte fra vårt foretrukne utvalg av kontekstuelle variabler til variabler knyttet til politiets Ressursallokeringsmodell (RAM-modellen), viser det seg at valget mellom de to utvalgene har relativt liten betydning i praksis.

I forlengelsen av oppdraget har vi en rekke **anbefalinger for å styrke datagrunnlaget for framtidige effektivitetsanalyser**. Arbeidet med denne studien viser at politiet har et omfattende datagrunnlag, men også at registreringspraksis og tekniske begrensninger gjør enkelte analyser krevende eller umulige å gjennomføre. Forbedringer i datagrunnlaget vil gi mer presise resultatmål, enklere operasjonalisering av innsatsfaktorer og mindre behov for manuelle tilpasninger i etterkant. For det første bør periodiseringen av regnskapet følges opp. Dagens praksis med delvis periodiserte kontoer og betydelige sesongmessige utslag gjør det vanskelig å koble kostnader til faktisk

aktivitet i den måneden den skjer. Mer konsekvent periodisering vil gi et regnskap som er bedre egnet for analyser av både volum og kostnadsstruktur.

For det andre anbefaler vi at tjenesteproduksjonen kobles tydeligere til driftsenheter. I dag er produksjonsdata i liten grad knyttet til hvilken enhet i et gitt politidistrikt som har utført arbeidet. Det begrenser muligheten til å analysere variasjoner i effektivitet internt i politidistriktene, og gjør det vanskelig å bruke den økte detaljeringsgraden i nyere regnskaps- og SAP-data. For det tredje ser vi det som nyttig å vurdere hvordan ressursinnsatsen kan registreres mer direkte. Vi estimerer saks- og oppdragsomfang basert på en estimering av ressursinnsatsen. Direkte registrering av ressursbruk, for eksempel tid brukt på oppdrag i PO eller i straffesaksbehandling i Strasak, vil gi et langt bedre mål på faktisk innsats. En slik variabel vil gjøre det mulig å bruke «ressurser ganger tid» som et konsistent volum, hvilket både forenkler og forbedrer målingene.

For det fjerde ser vi et klart behov for en mer systematisk kvalitetssikring av data fra PO og andre operative systemer, slik at disse dataene med større trygghet kan benyttes i statistiske analyser. Til slutt bør tilgangen til forvaltningsregistre forenkles. Data herfra er sentrale for å beskrive politiets øvrige tjenesteområder, men det har vært krevende å få ut samlet informasjon. Mer standardiserte uttrekksformater eller faste statistikkpakker vil redusere behovet for spesialtilpassninger og gjøre det mulig å inkludere disse dataene mer systematisk i effektivitetsanalyser, særlig i analyser av effektivitet utover politiets kjerneoppgaver. Disse tiltakene vil samlet sett gjøre det enklere å gjennomføre gode analyser, samtidig som resultatene vil bli mer presise og mindre sårbare for tekniske svakheter i datagrunnlaget.

Vi har flere [anbefalinger om videreutvikling av det metodiske rammeverket for effektivitetsanalyse](#). I tråd med vårt mandat tar forskningsstudien i bruk produksjonstilnærmingen, hvor produksjonsressurser brukes til å behandle straffesaker, politioppdrag og sivile saker i politiet, uavhengig av om straffesakene oppklares eller ikke. Det innebærer at vårt forskningsprosjekt belyser indre effektivitet. En naturlig utvidelse vil være å studere ytre effektivitet, der man studerer politiets oppnåelse av bredere samfunns mål.

En betydelig utfordring i effektivitetsmålinger i politiet, som går igjennom forskningslitteraturen, er at mye av politiets tjenesteproduksjon er vanskelig å måle i praksis. Dette gjelder blant annet forebygging, etterretning og deler av aktivitetene knyttet til beredskap og etterforskning. I vårt forskningsprosjekt viser vi hvordan såkalt kontrollfunksjonsmetodikk kan egne seg til å håndtere dette problemet, der skjevhetene forbundet med de utelatte variablene håndteres av en egen kontrollfunksjon i estimering med proxyer som fanger opp endogeniteten. Det ligger potensial i å videreutvikle rammeverket for å håndtere utelatte variabler, både med tanke på utformingen av kontrollfunksjonen og hvilke proxyer som benyttes i regresjonen.

Vi viser også flere sofistikerte måter å vekte delprodukter innenfor produktkategorier på, som til tross for vesentlige forskjeller gir relativt like resultater i våre data. Det er mulig å teste andre vektingsregimer basert på alternative tilnærminger, som ekspertvurderinger, maskinlæringsmetodikk, ressursanalyse eller tildelingsbrev. Det kan være interessante robusthetssjekker, skjønt foreliggende resultatene tyder ikke på at tilnærmingene vil gi radikalt ulike resultater. Det er også mulig å videreutvikle bedre mål for kapitalkostnadene i politisektoren, særlig etter at det har gått flere år etter omleggingen til periodiserte regnskap. Våre analyser tyder likevel ikke på at det er et stort effektivitetspotensial i å endre sammensetningen av produksjonsinnsatsen. Det kan være interessant å undersøke forhold knyttet til skalaeffektivitet nærmere, selv om nivået på produksjonen gjerne er tett korrelert med forhold i omgivelsene.

1 Innledning

Effektivitetsanalyser evner til å kaste lys over politietatens produksjon og effektivitet er tema for et nytt forskningsprosjekt. I denne tekniske rapporten kaster vi lys over tilknyttet metodikk og data med relevans for prosjektet.

1.1 Hensikten med rapporten

Effektivitetsanalyser gir muligheter til å overvåke og studere effektivitet, ressursbruk og kostnadsvariasjoner i politiet på en systematisk måte. Som andre analyseformer kan ikke effektivitetsanalyser besvare alle relevante spørsmål eller belyse alle nyanser. Likevel har effektivitetsanalyser sin klare styrke i at mye av kritikken de blir utsatt for kan hensyntas ved å ta opp nye variabler, modellere inn nye mekanismer og ta høyde for ulike estimeringskjevheter. Effektivitetsanalyser bør gjennomføres med god kunnskap om metode, data og kontekst, og ses i sammenheng med andre analyser.

I denne tekniske rapporten gir vi en oversikt over metodikk og data med relevans for slike studier. Rapporten retter seg mot utførere og brukere av effektivitetsanalyser som søker dypere innsikt i tematikken. Det forutsettes derfor en viss metodisk innsikt for å få fullt utbytte av materialet. Rapporten er ikke ment å leses sammenhengende fra A til Å, men å gi brukerveiledning og fungere som et oppslagsverk. Den dekker viktige og relevante temaer innen metode, men er ikke uttømmende. I løpet av rapporten viser vi også til en rekke referanser for videre lesing.

1.2 Studiens struktur

Justis- og beredskapsdepartementet har tatt initiativ til utviklingen av et rammeverk for effektivitetsmåling i norsk politi. I denne forbindelse har departementet engasjert Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og Transportøkonomisk institutt i et omfattende forskningsprosjekt om politietatens effektivitet og ressursbruk. Samlet har forskningsprosjektet hatt som mål å utvikle en helhetlig og forskningsbasert tilnærming som kan gi dypere innsikt i politiets ressursbruk og effektivitet, både på kort og lang sikt.

Denne tekniske rapporten utgjør en av leveransene i forskningsprosjektet. Prosjektet omfatter to forskningsstudier om politidistriktenes effektivitet, som fokuserer på henholdsvis etatens ressursbruk (Holmen med flere 2026c) og kostnadsvariasjoner (Holmen med flere 2026b). Mer spissede gjennomganger av metode og data er presentert i de tilknyttede forskningsrapportene. Mer kontekst og partielle analyser av andre problemstillinger knyttet til effektiviteten i politiet er gitt i prosjektets oversiktsrapport (Holmen med flere 2026a). Lesere som er opptatt av forskningsprosjektets funn snarere enn den underliggende metodikken, henvises til denne rapporten.

Denne tekniske rapporten er organisert som følger: Etter denne innledningen i kapittel 1, gjennomgår vi metodikken i kapittel 2 og data i kapittel 3. For å bidra til praktisk gjennomføring og økt innsikt i analysene har vi i tillegg lagt ved veiledende skript knyttet til databehandling i appendiks A og empirisk analyse i appendiks B.

2 Metodikk

I dette delkapitlet gjennomgår vi relevante metodiske problemstillinger forbundet med effektivitetsanalysene etterspurt av oppdragsgiver. Vi tilbyr konseptuelle forklaringer, grafiske framstillinger og matematiske framstillinger. Kapitlet supplerer de mer spissede metodiske framstillingene i de ulike delene av forskningsprosjektet, inkludert forskningsrapporten om tjenesteproduksjonen (Holmen med flere 2026c), forskningsrapporten om kostnadsvariasjoner (Holmen med flere 2026b) og oversiktsrapporten (Holmen med flere 2026a).

Vi starter kapitlet med å presentere grunnleggende begreper i effektivitets- og produktivitetsanalyser, før vi gjennomgår aktuelle estimeringsverktøy. Deretter tar vi for oss målefeil forbundet med henholdsvis produksjonsprosessen og omgivelsene. Den empiriske implementeringen av metodikken på politisektoren blir nærmere redegjort for i de øvrige forskningsrapportene, mens datagrunnlaget presenteres i kapittel 3.

2.1 Grunnleggende begreper i effektivitetsmåling

I det følgende gjør vi greie for begreper knyttet til effektivitet og produktivitet.

2.1.1 Produktivitetsbegreper

Økonomisk vekst er en nøkkelfaktor for å styrke velstanden og heve levestandarden i samfunnet. På kort sikt kan økonomisk vekst påvirkes av flere forhold, blant annet utviklingen i tilgangen på produksjonsressurser og prisnivå. På lengre sikt er det imidlertid vekst i produktivitet som er den avgjørende drivkraften. Produktivitet er dessuten et sentralt konsept for å forstå forskjeller i økonomiske resultater, uavhengig av tidsperiode.

Produktivitet kan i sin enkleste form forstås som forholdet mellom produksjon og ressursbruk. Måling av produktivitet er imidlertid særlig krevende i ikke-markedsrettede virksomheter, ettersom slike virksomheter ikke har økonomisk overskudd som eneste mål, men både interne produksjonsmål og eksterne samfunns mål som produksjonen skal bidra til å realisere.

I denne studien retter vi oppmerksomheten mot produktiviteten i politisektoren. Vi måler produktiviteten med utgangspunkt i den samlede produksjonsinnsatsen, ofte omtalt som totalfaktorproduktiviteten. Dette står i kontrast til enklere mål for enkelfaktorproduktivitet, der man analyserer én innsatsfaktor om gangen uten å fange opp bidraget fra de øvrige faktorene. Slike produktivitetsmål betegnes også som partielle produktivitetsmål, nettopp fordi de ikke dekker hele produksjonen og den samlede produksjonsinnsatsen.

2.1.2 Effektivitet og beste praksis

Effektivitet handler om å sammenlikne faktisk atferd med en målestokk for beste praksis. Dette innebærer å beregne faktisk produktivitet relativt til den høyest mulige produktiviteten gitt størrelsen og sammensetningen av tjenestene. Det overordnede formålet med effektivitetsanalyse er typisk at man ønsker å avdekke forbedringspotensialer, enten gjennom å redusere

ressursbruken eller ved å øke tjenesteproduksjonen. I det følgende gir vi en gjennomgang av sentrale effektivitetsbegreper, der vi bygger videre på vår framstilling i Rødseth med flere (2019).

Frontestimeringsstudier kan grovt sett deles i analyser av indre effektivitet og ytre effektivitet. Indre effektivitet handler om hvorvidt en enhet maksimerer produksjonen gitt tilgjengelige ressurser eller minimerer kostnadene. Ytre effektivitet viser til avveiningen mellom ulike produkter eller tjenester for å oppnå et overordnet samfunns mål gitt produksjonsressursene. I forskningsprosjektet er vi først og fremst opptatt av politiets indre effektivitet.

Forskningsstudiene våre gjennomføres på nivå av politidistrikt, år og måned. For hver av disse enhetene gir effektivitetsmålingen en verdi mellom 0 og 1 som uttrykker graden av kostnadseffektivitet. En effektivitetsverdi (eller effektivitetsscore) lik 1 innebærer at politidistriktet befinner seg på fronten i det aktuelle året og den aktuelle måneden, det vil si at enheten representerer beste praksis. En verdi under 1 indikerer kostnadsineffektivitet. En score på 0,6 kan for eksempel tolkes som at enheten kunne produsert samme mengde politioppdrag, straffesaker og ikke-operative saker for 60 prosent av sine faktiske kostnader dersom den hadde operert i tråd med beste praksis, altså på produksjonsfronten.

Vi vil i våre analyser fokusere på radiale effektivitetsmål, som måler avvik fra et referansepunkt langs én felles skaleringsfaktor for alle dimensjoner. For disse målene justeres alle komponenter proporsjonalt, og effektiviteten vurderes langs en bestemt retning. Alternativet er å forutsette ikke-radiale effektivitetsmål, som tillater uproporsjonale justeringer av de enkelte dimensjonene. Avviket vurderes komponentvis, slik at ineffektivitet kan identifiseres i spesifikke dimensjoner uten at hele vektoren skaleres likt.

I vårt forskningsprosjekt retter vi mye oppmerksomhet mot innsatsorientert effektivitetsmåling. I regresjonsanalysene innebærer orienteringen at kostnader modelleres som avhengig variabel, mens produktene i tjenesteproduksjonen modelleres som forklaringsvariabler. På denne måten estimerer vi teknisk effektivitet. Ved en kostnadsorientert tilnærming uttrykker teknisk effektivitet hvor store kostnader en enhet faktisk har sammenliknet med hva det minimum ville kostet å produsere samme nivå av produksjonen, dersom enheten hadde valgt de mest kostnadseffektive kombinasjonene av innsatsfaktorer gitt prisstruktur og skalaegenskaper.

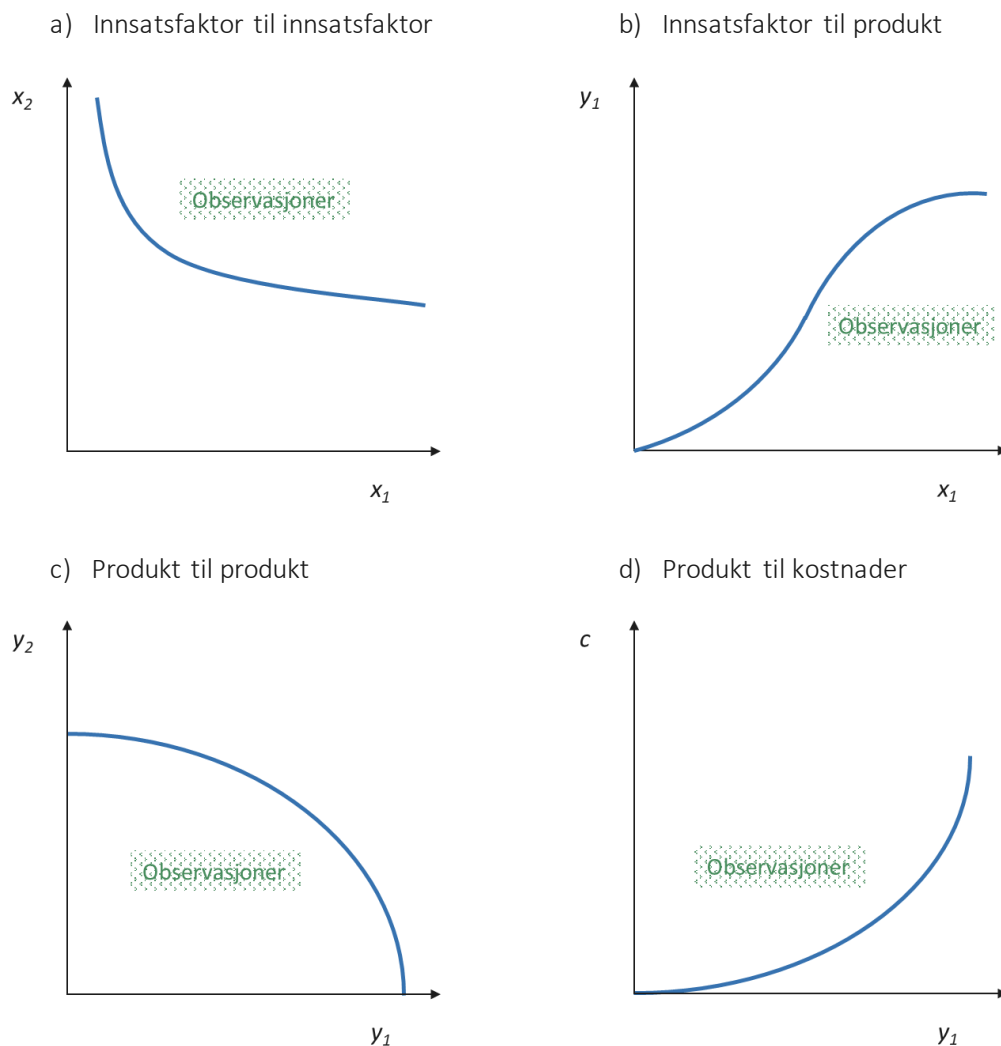
I empirisk analyse bestemmes normen for beste praksis av de mest produktive enhetene i datasettet som benyttes. Det kan eksistere en bedre praksis hos enheter som ikke inngår i materialet. Så lenge disse urealiserte utfallene av beste praksis ikke tas hensyn til, vil potensialet for kostnadsreduksjoner ved effektivitetsforbedringer underestimeres. Dette kan tas høyde for ved å inkludere urealiserte, men mulige, observasjoner i datasettet, for eksempel ved bruk av resamplingmetode, som *bootstrapping* eller *jackknife*.

Over tid vil utviklingen i enheters effektivitet (avviket fra beste praksis) sammen med teknisk utvikling (forskyvningen av beste praksis) være avgjørende for utviklingen i teknisk produktivitet.

2.1.3 Grafisk framstilling av effektivitetsbegrepene

I effektivitetsmåling er det nødvendig å etablere en produksjonsmulighetskurve, som angir hvor mye det er mulig å få ut av produksjonsinnsatsen. Produksjonskurven reflekterer beste praksis og kan måles langs flere dimensjoner, som illustrert i Figur 2.1. Som vi vil illustrere nærmere utover i denne seksjonen, kan effektivitetskonseptene forstås som ulike avstandsmål til beste praksis.

Figur 2.1 Produksjonsmuligheter og observerte produksjonsutfall illustrert a) mellom innsatsfaktorer (ø.t.v.), mellom en innsatsfaktor og et produkt (ø.t.h.), mellom produkter (n.t.v.) og mellom produksjonen og kostnadene (n.t.h.)



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Farrell (1957) og Farrell and Fieldhouse (1962) introduserer to mål på effektivitet til bruk i samfunnsøkonomiske analyser hvor en ikke tar utgangspunkt i priser på produkter og ressurser, men derimot i fysiske størrelser for disse. Innsatssparende effektivitet forstås som forholdet mellom den minste mengden innsatsfaktorer som kreves for å oppnå de observerte produksjonsnivåene. Det nødvendige innsatsnivået bestemmes ved å redusere alle innsatsfaktorer proporsjonalt med en felles faktor til beste praksis nås. Produksjonsøkende effektivitet defineres som forholdet mellom faktisk observert produksjon og det produksjonsnivået som kunne vært oppnådd under beste praksis. Beste praksis realiseres ved å skalere opp alle produkter med en felles faktor gitt den observerte ressursinnsatsen. Begge definisjonene bygger på at man kjenner normen for hva som fysisk lar seg produsere med en gitt ressursbruk x , eller omvendt, hvilken ressursbruk som er nødvendig for å oppnå en gitt produksjon y .

Farrell introduserte også et produksjonsorientert effektivitetsmål, TE^0 . Dette kan illustreres i Figur 2.2 ved at innsatsfaktorene holdes konstante, slik de framstår i den observerte enheten OE . Man undersøker hvor mye høyere produksjon som ville vært mulig, dersom de samme ressursene

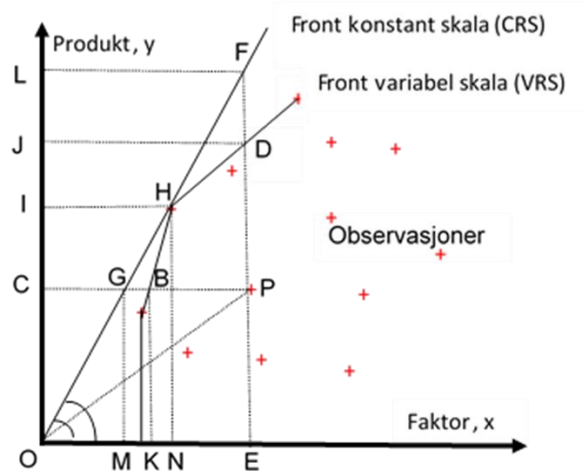
ble utnyttet på fronten i punkt *D*. Dersom vi anvender en front basert på konstant skalautbytte og tar utgangspunkt i frontpunktene *G* og *F*, oppnår vi den samme effektivitetsverdien TE^O som TE^I . Dette understreker også Farrell selv.

Produktivitet er forholdet mellom produksjon og ressursbruk, og kan derfor uttrykkes gjennom helningsgraden til en linje fra origo. Det er ikke gitt at små og store virksomheter kan oppnå samme produktivitet, selv dersom de begge er effektive. I det generelle tilfellet finnes det en optimal størrelse hvor frontens produktivitet er høyest. I Figur 2.2 ser vi at CRS-fronten tangerer VRS-fronten i punkt *H*, som representerer dette maksimale produktivitetsnivået. Ingen enhet kan oppnå høyere produktivitet enn den som tilsvarer punkt *H*.

Figur 2.2 Innsats- og produkt-orienterte effektivitetsmål, teknisk og innsats- og produkt-orientert skalaeffektivitet

Effektivitetsmål for *P*:

- TE^I : Teknisk effektivitet, innsatsrettet, OK/OE
- TE^O : Teknisk effektivitet, produksjonsrettet, OC/OJ
- TP : Teknisk produktivitet, $(OC/OE)/(OI/ON)$
- SE^I : Skalaeffektivitet, innsatsrettet, OM/OK
- SE^O : Skalaeffektivitet, produksjonsrettet, OJ/OL



Kilde: Egne bearbejdingar av framstillingen til Rødseth med flere (2019)

Den ineffektive observasjonen *P* danner utgangspunkt for fem mål som sammen utgjør den utvidede gruppen av Farrells effektivitetsmål. Rammeverket kan også utvides til et rammeverk med flere produkter og innsatsfaktorer samtidig (Førsund 2016). I tillegg til de to målene som allerede er omtalt, benytter vi ytterligere tre. Det første av disse er TP (definert i Førsund og Hjalmarsson 1979) og betegnes som teknisk produktivitet. Dette målet $TP = (OC/OE)/(OI/ON)$ uttrykker forholdet mellom produksjon og innsats for observasjonen *P* relativt til maksimal produktivitet i punkt *H* på VRS-fronten. Teknisk produktivitet måler dermed produktivitet relativt til hverandre. Begrepet kan grafisk forstås som forholdet mellom helningene til linjene OP og OF .

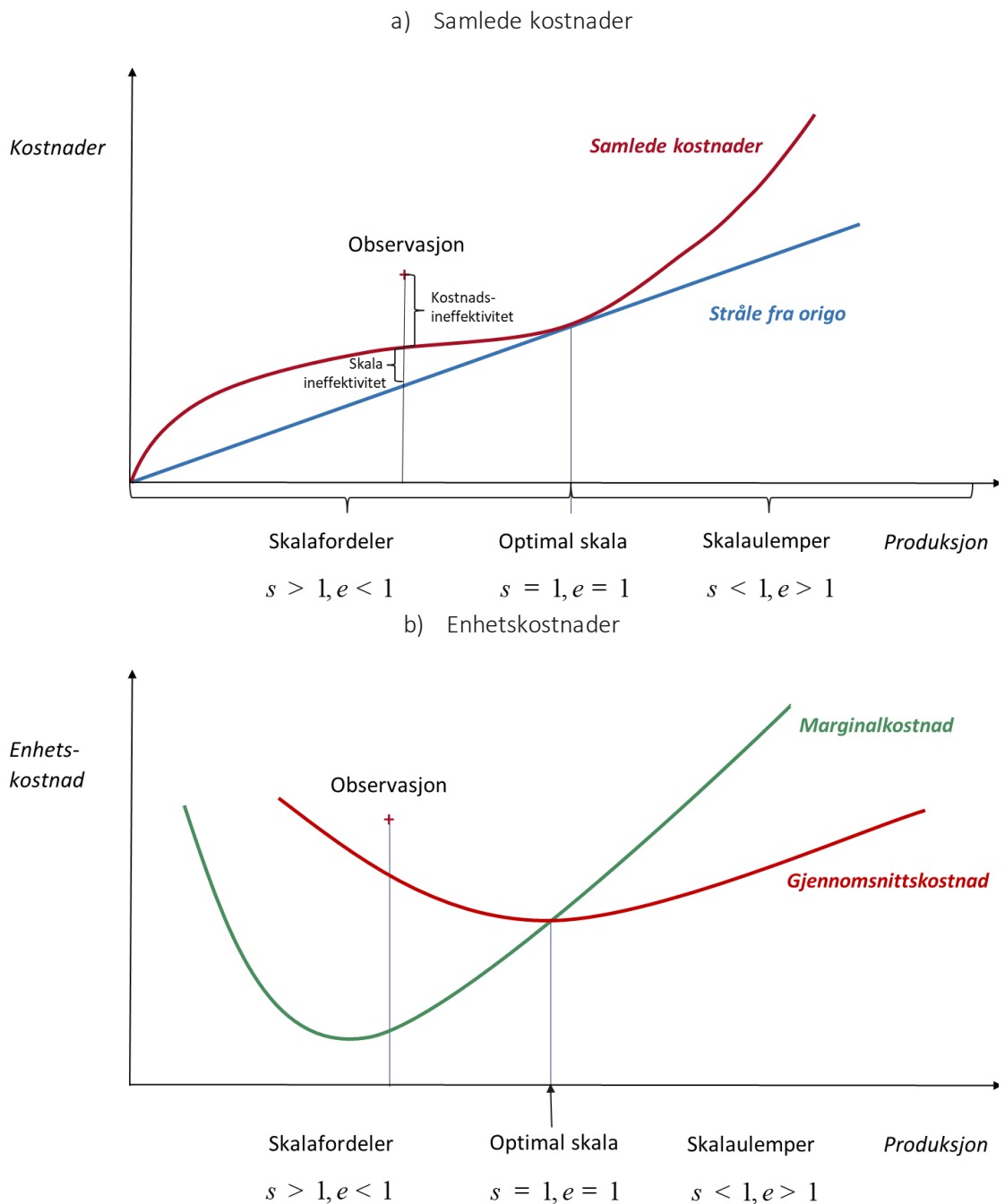
Et annet viktig effektivitetskonsept er såkalt skalaeffektivitet, som går på hvordan produksjonens skalaegenskaper utnyttes. I analyser av datasett med få politidistrikter og heterogenitet i omgivelsene som samvarierer med distriktenes størrelse, kan det imidlertid være utfordrende å trekke presise konklusjoner om skalaeffektiviteten. Vi opererer med to mål på skalaeffektivitet: et innsatsorientert mål, $SE^I = OM/OK$, og et produksjonsorientert mål, $SE^O = OJ/OL$. Skalaeffektivitet uttrykker forholdet mellom maksimal produktivitet i punkt *H* og produktiviteten i de effektivitetskorrigerede punktene *B* (innsatsorientert) og *D* (produksjonsorientert) på VRS-fronten for den ineffektive enheten *P*.

Det er viktig å merke seg at innsatsrettet og produksjonsrettet effektivitetsmål, med unntak av når beste praksis tilfredsstillende konstant skalaavkastning (CRS). I denne rapporten beregner vi den *faktororienterte* skalaeffektiviteten (SE^I). Denne kan tolkes som

forholdet mellom teknisk produktivitet og effektivitet, det vil si mellom produktiviteten i det effektivitetskorrigerede punktet B på VRS-fronten og produktiviteten i punkt H . Formelt kan dette uttrykkes som $SE^I = TP/TE^I$.

Produksjonens skalaegenskaper kan også forstås ved grafisk framstilling av de samlede kostnadene, marginalkostnadene og gjennomsnittskostnadene, som illustrert i Figur 2.3 a) og b).

Figur 2.3 Produksjonens skalaegenskaper illustrert som a) samlede kostnader (ø.) og b) enhetskostnader (n.)



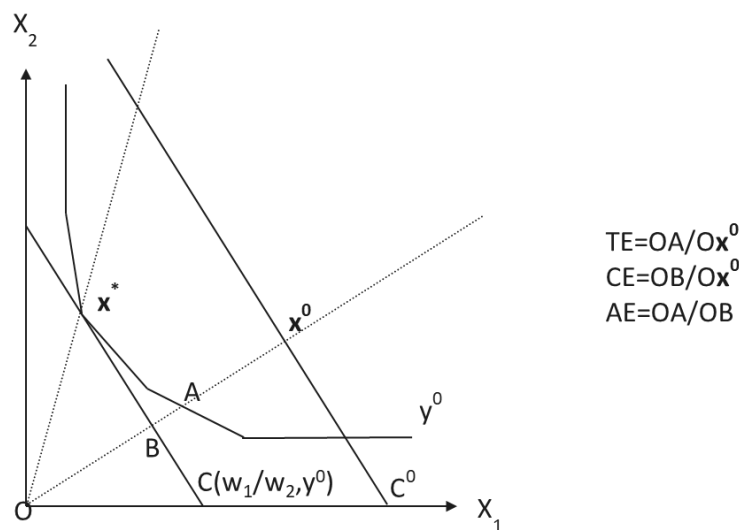
Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

I Figur 2.3 a) vil produksjonens optimale skala være gitt av punktet der de samlede kostnadene gir det laveste forholdstallet mellom kostnadene og produksjonen. Dette tilsvarer det produksjonsnivået, der marginalkostnadene er lik gjennomsnittskostnadene, i Figur 2.3 b). For en

observasjon med lavere produksjon enn dette vil det være mulig å redusere gjennomsnittskostnadene og forbedre skalautnyttelsen ved å øke produksjonen inntil man har oppnådd det skalaoptimale produksjonsnivået. Tilsvarende kan man redusere gjennomsnittskostnadene og forbedre skalautnyttelsen ved å redusere produksjonen, dersom produksjonsnivået er høyere enn det skalaoptimale produksjonsnivået.

Kostnadseffektiviteten kan dekomponeres til teknisk effektivitet og allokativ effektivitet (i tillegg til skalaeffektivitet, som vi vil se bort fra i den følgende illustrasjonen). I Figur 2.4 tar vi utgangspunkt i produksjon av et fast nivå på tjenestene y^0 ved bruk av to innsatsfaktorer, x_1 og x_2 , med tilhørende faktorpriser indikert med henholdsvis w_1 og w_2 . I den grafiske framstillingen legger vi kostnadsorientering til grunn, men dropper for enkelhets skyld subskripten som indikerer dette.

Figur 2.4 Illustrasjon av hvordan kostnadseffektiviteten kan dekomponeres til teknisk effektivitet og allokativ effektivitet



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Den innerste skrå linjen mellom aksene, $C\left(\frac{w_1}{w_2}, y^0\right)$, angir kostnadene ved faktisk produksjon y^0 og $\frac{w_1}{w_2}$ den relative faktorprisen for innsatsfaktor 1, altså hvor mange enheter av innsatsfaktor 2 man må gi opp for å bruke én enhet mer av innsatsfaktor 1, målt i kostnader.

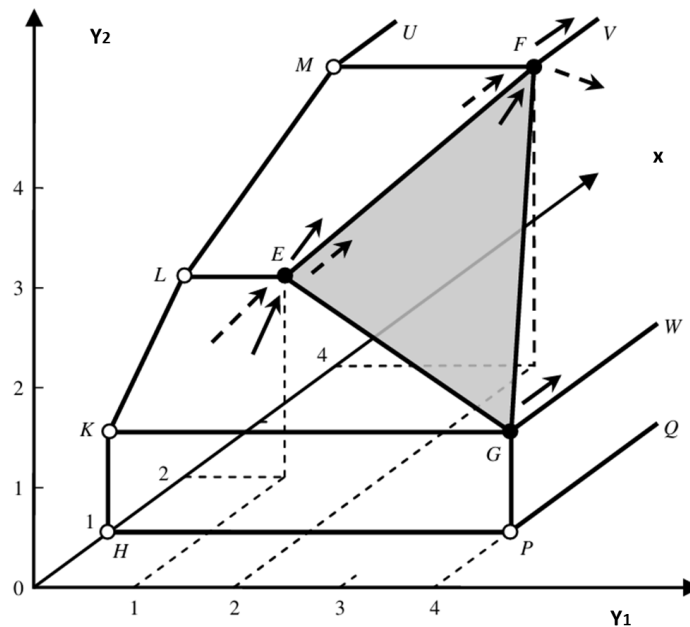
Kurven y^0 angir faktorkombinasjoner som kan produsere et gitt produksjonsnivå, der $x^* = (x_1^*, x_2^*)$ tilsvarer den kostnadsminimerende faktorkombinasjonen. Videre angir C^0 de faktiske kostnadene når produksjonen y^0 produseres ved produksjonssammensetningen $x^0 = (x_1^0, x_2^0)$ og gjeldende faktorpriser. Linjene fra origo angir linjer med konstante faktorproposisjoner. I figuren har vi illustrert stråler med konstante faktorproposisjoner tilhørende x^0 og x^* .

I figuren vil kostnadseffektiviteten (CE) være angitt som forholdstallet mellom linjene OB og Ox^0 , altså forholdet mellom den kostnadsminimerende ressursbruken og ressursbruken ved faktor-sammensetningen x^0 . Kostnadseffektiviteten kan dekomponeres til den tekniske effektiviteten, som er gitt ved forholdstallet mellom linjene OA og Ox^0 , og den allokativ effektiviteten, som er gitt ved forholdstallet mellom linjene OA og OB .

I det følgende har vi illustrert ensidige elastisiteter knyttet til produksjonen, altså hvor mye mer eller mindre man får av et produkt eller en innsatsfaktor, hvis man øker eller reduserer et annet produkt eller en annen innsatsfaktor marginalt. Gjennomgangen er hentet fra Podinovski og Før-sund (2010) og illustrert i Figur 2.5.

Vi kan betrakte VRS-teknologien med én innsatsfaktor og to produkter som induseres av enhetene E , F og G i figuren. Dens effektive grense er trekanten EFG , som inkluderer de tre originale enhetene. Som et første eksempel betrakter vi elastisiteten for responsen til y_2 med hensyn til x_2 , mens x_1 holdes konstant. Formelt definerer vi følgende tre mengder, der A angir produksjonsinnsats x , B angir y_2 og C angir y_1 . De fulle pilene ved punktene E , F og G i figuren viser bevegelsene langs kanten av VRS-teknologien, der de nødvendige elastisitetene observeres. For enhver effektiv enhet beregnes høyre- og venstresideelastisitetene ved å løse optimeringsproblemene. For eksempel beregnes høyresideelastisiteten ved enhet F til null, hvilket framgår ved at bevegelsen fra punkt F i retning av V ikke øker nivået på y_2 . For å beregne venstresideelastisiteten ved F må målfunksjonen i programmet maksimeres. Venstresideelastisiteten ved enhet G er udefinert, fordi nivået på input ikke kan reduseres i den gitte teknologien. Dersom responsfunksjonen ikke er definert, vil optimeringsproblemet innebære en ubundet målfunksjon.

Figur 2.5 Illustrasjon av produksjonsfronten og tilknyttede ensidige elastisiteter under variabelt skalautbytte



Kilde: Hentet fra Podinovski og Før-sund (2010) og bearbejdet av Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Som et annet eksempel betrakter vi elastisiteten for responsen til y_2 med hensyn til den proporsjonale endringen i bunten bestående av x og y_1 . Formelt definerer vi følgende tre mengder – $A^* = \{x, y_2\}$, $B^* = \{y_2\}$ og $C^* = \{\emptyset\}$ (som betyr tom mengde). De stiplede pilene i figuren viser de tilsvarende marginalbevegelsene langs kanten. Høyresideelastisiteten ved enhet F beregnes på tilsvarende måte. Vi ser at høyresideelastisiteten ved F i figuren er negativ, noe som reflekterer at nivået på y_2 synker når vi beveger oss bort fra F og inn mot interiøret av flaten $GFVW$ ved å øke x og y_1 i samme proporsjon. Begge ensidige elastisiteter ved G er udefinerte, fordi enhver proporsjonal reduksjon eller økning av x og y_1 fører utenfor VRS-teknologien, noe som impliserer

ubundne målfunksjoner. Vi merker oss at venstresideelastisiteten ved F observeres, der vi nærmer oss F fra trekantens interiør ved planet EFG , som illustrert med en pil i figuren.

2.1.4 Formell framstilling av effektivitetsbegrepene

Det sentrale utgangspunktet for Farrells effektivitetskonsepter i produksjonsøkonomi er produksjonsmulighetsområdet (teknologien). Produksjonsmulighetsområdet kan forstås som mengden av alle produktnivåer \mathbf{y} som kan frambringes ved hjelp av forskjellige nivåer av innsatsfaktorer \mathbf{x} :

$$(2.1) \quad P = \{(\mathbf{y}, \mathbf{x}) | \mathbf{y} \text{ kan produseres ved bruk av } \mathbf{x}\}$$

Alle mulige punkter i output–input-rommet (\mathbf{y}, \mathbf{x}) kan dermed enten ligge innenfor produksjonsmulighetsområdet P , og dermed være realiserbare, eller befinne seg utenfor P , og dermed være ikke mulige. Randsonen til P betegnes som produksjonsmulighetsfronten, ofte omtalt ganske enkelt som fronten. De ulike estimeringsmetodene som presenteres i neste avsnitt har som overordnet formål å anslå denne fronten, mens selve effektivitetsbegrepene som anvendes i analysene er felles på tvers av metodene.

Teknisk effektivitet kan for en gitt observasjon defineres i en faktorbesparende retning som det minste tallet man kan multiplisere samtlige inputs med uten at tilpasningen faller utenfor produksjonsmulighetsområdet P :

$$(2.2) \quad TE^I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \min_{\theta} \{\theta | (\mathbf{y}, \theta \mathbf{x}) \in P\}$$

Dette kan forstås som nødvendig innsatsfaktorbruk uttrykt som andel av faktisk, observert innsatsbruk. For mulige tilpasninger vil dette effektivitetstallet alltid være mindre enn eller lik 1.

På tilsvarende måte kan teknisk effektivitet i produksjonsøkende retning defineres som det minste tallet alle produktnivåer kan deles på uten at man forlater produksjonsmulighetsområdet:

$$(2.3) \quad TE^O(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \min_{\theta} \{\theta | (\mathbf{y}/\theta, \mathbf{x}) \in P\}$$

Dette kan tolkes som observert produksjon som andel av maksimal eller potensiell produksjon. Også dette effektivitetstallet vil for mulige tilpasninger være mindre enn eller lik 1.

Når ressursbruken i analysene kun måles gjennom samlede kostnader, vil teknisk effektivitet i praksis sammenfalle med kostnadseffektivitet – det vil si forholdet mellom nødvendige kostnader og observerte kostnader gitt et bestemt nivå på tjenesteproduksjonen.

La faktorprisene være fanget opp av vektoren \mathbf{w} . I produksjonsteori defineres kostnadsfunksjonen som den lavest mulige kostnaden for å produsere et gitt produksjonsnivå, gitt inputpriser og en teknologisk mulighetsmengde. Formelt:

$$(2.4) \quad c(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \min_{\mathbf{x}} \{\mathbf{w}'\mathbf{x} | (\mathbf{x}, \mathbf{y}) \in P\}$$

Her betegner $\mathbf{w}'\mathbf{x}$ de totale kostnadene ved innsatskombinasjonen \mathbf{x} . Kostnadsfunksjonen gir altså den minimale kostnaden som kreves for å oppnå \mathbf{y} , gitt at teknologien er beskrevet ved P og at innsatsfaktorene prises med \mathbf{w} .

I empiriske målinger kan vi definere $\epsilon = (u + v)$ som et mål på avvik mellom faktisk produksjon og produksjon ved beste praksis. Her er u et mål på ineffektivitet, mens v er stokastisk variasjon.

En generisk framstilling av effektivitetsanalysen er da:

$$(2.5) \quad c = f(\mathbf{y}, \mathbf{x})e^{\epsilon_s}$$

Kostnadseffektiviteten måler hvor mye høyere faktiske kostnader er enn de lavest mulige kostnadene, gitt inputpriser og teknologi. Konseptet handler om hvor nært en faktisk inputkombinasjon ligger den kostnadsminimerende inputkombinasjonen, gitt teknologi og priser. Formelt kan kostnadseffektiviteten uttrykkes som:

$$(2.6) \quad CE^I(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \frac{c(\mathbf{w}, \mathbf{y})}{\mathbf{w}\mathbf{x}^0} = \min_x \left\{ \frac{\mathbf{w}\mathbf{x}}{\mathbf{w}\mathbf{x}^0} \mid (\mathbf{y}, \mathbf{x}) \in P \right\}$$

Her er \mathbf{x}^0 faktisk brukt mengde av innsatsfaktorer, mens $\mathbf{w}\mathbf{x}^0$ er faktiske kostnader. \mathbf{x} og $\mathbf{w}\mathbf{x}$ er derimot henholdsvis alle alternative inputkombinasjoner og kostnader ved slike kombinasjoner som kan produsere \mathbf{y} .

Denne brøken angir minimale kostnader over faktiske kostnader, altså hvor stor andel av de faktiske kostnadene som er nødvendige dersom virksomheten var kostnadsminimerende. Betingelsen i uttrykket betyr at vi begrenser oss til alle teknologisk mulige inputkombinasjoner som kan produsere \mathbf{y} . Igjen betyr $CE = 1$ full kostnadseffektivitet, mens en $CE = a$ med $0 \leq a \leq 1$ betyr at effektivitetene er $1 - a$ lavere enn full effektivitet.

I forskningsrapporten om effektiviteten i politiet med fokus på tjenesteproduksjonen (Holmen med flere 2026c) har vi kun én innsatsfaktor, nemlig samlede kostnadsvolum. Vi tar heller ikke for oss skalaeffektivitet i denne studien. I dette tilfellet sammenfaller teknisk effektivitet og kostnadseffektivitet, da det ikke er noen allokativ ineffektivitet knyttet til sammensetningen av innsatsfaktorene.

I forskningsrapporten om effektiviteten i politiet med fokus på kostnadsvariasjoner (Holmen med flere 2026b) opererer vi derimot med flere produkter og innsatsfaktorer på en gang. I slike tilfeller vil kostnadseffektiviteten være definert som produktet mellom den allokativ effektiviteten (AE) og den tekniske effektiviteten. Formelt har vi:

$$(2.7) \quad CE^I = \frac{c(\mathbf{w}, \mathbf{y}_i)}{\mathbf{w}'\theta x_i} \frac{\mathbf{w}'\theta x_i}{\mathbf{w}'\mathbf{x}_i} = \frac{c(\mathbf{w}, \mathbf{y}_i)}{\mathbf{w}'\theta x_i} \theta = TE^I * AE^I$$

Videre refereres produktet mellom kostnadseffektiviteten og den kostnadsmessige skalaeffektiviteten til som kostnadsproduktivitet.

2.2 Estimeringsverktøy

Siden 1960-tallet har produktivitetsestimering utviklet seg innenfor to hovedklasser: frontproduktivitetsanalyser og ikke-frontproduktivitetsanalyser. I effektivitetsanalyser er det typisk de såkalte frontestimeringsmetodene man benytter seg av. Forstavelen «front» i «frontanalyser» og «frontestimeringsmetoder» henviser til at de skiller mellom beste praksis-fronten (teknologien) og i hvilken grad en ligger bak fronten (effektiviteten) i estimering av produksjonsfunksjonen eller kostnadsfunksjonen. Dette står i motsetning til mer tradisjonelle ikke-frontproduktivitetsanalyser som estimerer produksjons- eller kostnadsfunksjonene basert på gjennomsnittsproduktiviteten (som for eksempel vekstregnskap, neoklassisk estimering, kontrollfunksjonsestimering).

De tradisjonelle ikke-fronttilnæringer til produktivitetsestimering er kjent som neoklassiske tilnæringer (se for eksempel Cobb og Douglas 1928, Berndt og Christensen 1973 og Kmenta 1967 for neoklassisk estimering og Solow 1957 for vekstregnskap). Siden neoklassiske tilnæringer til produktivitetsestimering er lettere å implementere på store datasett enn grensetilnæringer og bygger på minste kvadraters estimering, har de vunnet popularitet blant konvensjonelle økonometrikere, som studerer produktivitetsstudier på store paneldatasett. I nyere ikke-frontestimering har kontrollfunksjonsmetoder vokst fram til å bli den nye gullstandarden, der man korrigerer for simultanitet mellom faktorinnsatsen og produksjonen ved proxier for produktivitetsjokket ved hjelp av en såkalt kontrollfunksjon (se særlig Olley og Pakes 1996, Levinsohn og Petrin 2003, Wooldridge 2009, Van Beveren 2012 og Akerberg med flere 2015). Vi redegjør videre for kontrollfunksjonsmetodikk i forbindelse med effektivitetsestimering i seksjon 2.6.1.

Frontestimeringsmetodene anses generelt å være de mest sofistikerte estimeringsmetodene i effektivitetsmålingene, og det er de vi vil fokusere på her. Innad i frontestimeringslitteraturen har det lenge vært to dominerende hovedspor. Den første dominerende metoden er Data Envelopment Analysis (dataomhyllingsanalyse på norsk, forkortet DEA) som med inspirasjon fra effektivitetsanalysene til Farrell (1957) og Farrell og Fieldhouse (1962) ble introdusert av Charnes, Cooper og Rhodes (1978) med basis i lineær programmering. DEA legger en ikke-parametrisk teknologi til grunn og tar ikke eksplisitt høyde for stokastisk støy. Den andre dominerende metoden, Stochastic Frontier Analysis (stokastisk frontanalyse på norsk, forkortet SFA), er parametrisk og skiller mellom effektivitet og stokastisk støy i restleddet i estimeringen av produkt- og kostnadsfunksjoner (Aigner med flere 1977 og Meeusen og van den Broeck 1977). I motsetning til de fleste ikke-frontmetodene kan både DEA og SFA ta hensyn til bruk av flere innsatsfaktorer og flere tjenesteprodukter samtidig.

Fordelen med DEA er at den tillater ikke-parametrisk estimering av produksjonsteknologier, der estimatoren kun er definert av grunnleggende antakelser om konveksetet (teknologien kurvatur innebærer at en kombinasjon av to utfall vil være innenfor mulighetsrommet) og monotonitet (entydig retning på sammenhengen mellom produksjonen og produksjonsressursene). Dermed slipper man å risikere at man påtvinger dataene feil funksjonsform. Ikke-parametriske regresjoner er imidlertid typisk mer krevende å implementere, særlig på store datasett. Videre er DEA sårbar for støy med tilhørende uteliggere i regresjonene, da regresjonene ikke tar høyde for stokastisk variasjon ved et restledd som fanger opp støy. SFA innebærer derimot sterke forutsetninger om formen på teknologiens produkt- og kostnadsfunksjoner, og skiller mellom effektivitet og støy i regresjonens restledd. Stokastiske metoder kan også støte på andre utfordringer, som at restleddet i regresjonen kan få «feil kurvatur» i forhold til det som er teoretisk riktig.

Som en referanse til DEA og SFA brukes av og til den ekleste frontestimeringsmetoden, nemlig Corrected Ordinary Least Squares (korrigert minste kvadrats metode, forkortet COLS). COLS er en parametrisk og deterministisk metode for effektivitetsanalyse. I først steg estimerer man en produksjons- eller kostnadsfunksjon ved hjelp av Ordinary Least Squares (minste kvadrats metode, forkortet OLS), der man forutsetter en parametrisk funksjonsform. Deretter justerer man konstantleddet, slik at funksjonen danner en teknisk front som omslutter alle observasjoner. Avstanden mellom observasjonene og den korrigerte frontieren tolkes som et mål på teknisk ineffektivitet (Banker, Gadh og Gorr 1993 og Collier, Johnson og Ruggiero 2011).

I mange år har det vært forøk på å forene de ulike fordelene ved henholdsvis DEA og SFA. Siden DEA er en deterministisk metode, har den ikke de samme verktøyene til å beregne konfidensintervall og foreta statistiske tester på egenskapene til teknologien eller effektivitetsfordelingene.

Simar og Wilson (1999, 2000 og 2001) har utviklet en «bootstrap»-metodikk som kan ta hensyn til utvalgsfeil i DEA-estimeringen og dermed gjøre det mulig med ulike statistiske tester. I de tilhørende simuleringene spesifiseres genereringen av data og syntetiske enheter, slik at man kan anslå frontens presisjon og konfidensintervall for anslagene som utelukkende er basert på faktiske observasjoner. Metoden tar likevel ikke hensyn til målefeil eller tilfeldige avvik.

Kernel-regresjoner utgjør en sentral retning i arbeidet med å innarbeide stokastiske avvik i DEA-metoden (se for eksempel Simar 2007, Simar og Zelenyuk 2011 og Park, Simar og Zelenyuk 2015), skjønt disse metodene er sårbare for estimeringsskjevheter for særlig ekstreme utfall og typisk krever stor datakraft på grunn av dimensjonalitet.

To andre beslektede alternativer til DEA, er Free Disposal Hull og kvantilregresjoner. Free Disposal Hull (fri disposisjonsfront, FDH) beskriver et produksjonsrom der hver observasjon står alene som en mulig effektiv enhet, uten at man antar konveksitet mellom dem. I motsetning til DEA måler FDH effektivitet uten å tillate kombinasjoner av observasjoner, og fronten formes direkte av de eksisterende datapunktene (Tulkens 1993 og Deprins, Simar og Tulkens 2006). Kvantilregresjon estimerer forholdet mellom forklaringsvariabler og ulike deler (kvantiler) av responsvariabelens fordeling, i stedet for kun gjennomsnittet. Den gir dermed et mer fullstendig bilde av hvordan effekter varierer over hele fordelingen. Den kan avdekke heterogenitet som vanlig lineær regresjon overser (Behr 2010 og Liu, Laporte og Ferguson 2008).

De knapt siste 20 årene har den nye metoden Stochastic Non-Smooth Envelopment of Data (stokastisk ikke-parametrisk dataomhylling på norsk, forkortet StoNED) vokst fram som elegant metodikk med økende popularitet som både innbefatter muligheter for ikke-parametrisk teknologi og stokastisk restledd (Kuosmanen 2006 og Kuosmanen og Kortelainen 2012). StoNED er en generalisering av både DEA og SFA. StoNED estimerer først en ikke-parametrisk front basert på observerte data og deretter separerer den stokastisk støy fra ineffektivitet, slik at både teknologi og restledd kan modelleres samtidig. Metoden generaliserer Convex Nonparametric Least Squares (konveks ikke-parametrisk minste kvadraters metode, forkortet CNLS) ved å kombinere stykkevis lineær funksjonsestimering med stokastiske komponenter, noe som gjør at fronten både kan være fleksibel og robust mot tilfeldige avvik.

I dette prosjektet ser vi for oss å benytte de tre ledende metodene innenfor frontestimering – DEA, SFA og StoNED. Tabell 2.1 oppsummerer viktige kjennetegn ved disse metodene, og hva som skiller dem fra hverandre (se Rødseth med flere 2022 for flere metoder og detaljer).

Tabell 2.1 Frontestimeringsmetoder innen produktivitets- og effektivitetsanalyser

Metode	Antakelser om $c(x,y)$	Antakelser om ϵ
Data Envelopment Analysis (DEA)	Ikke-parametrisk	$\epsilon_s = u_s$
Stochastic Frontier Analysis (SFA)	Parametrisk	$\epsilon_s = u_s + v_s$
Stochastic Nonparametric Envelopment of Data (StoNED)	Ikke-parametrisk	$\epsilon_s = u_s + v_s$

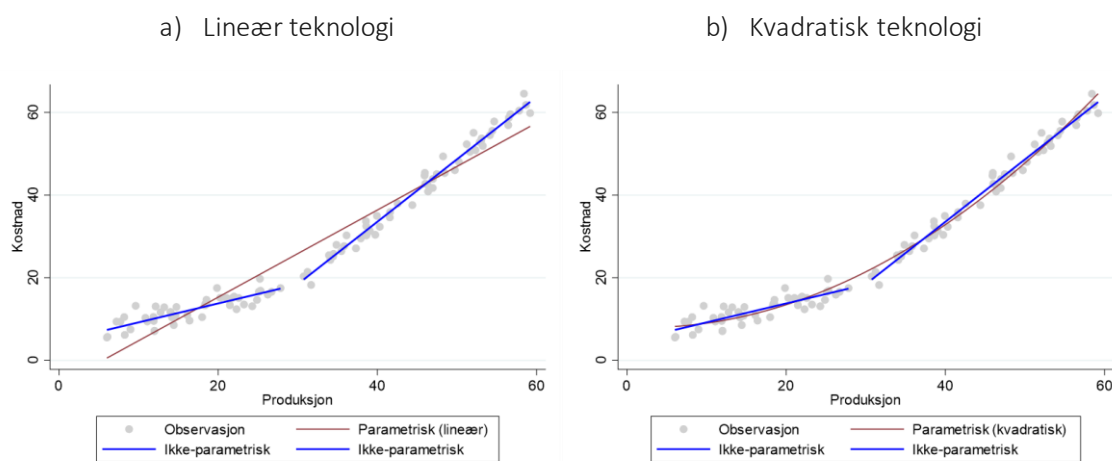
Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Det finnes en rekke studier som sammenlikner metodene (se for eksempel Rødseth med flere 2019 og 2021). Et typisk funn er at effektivitetsscorer og rangering av enheter påvirkes av metodevalget.

I vår studie ser vi for oss å triangulere effektivitetsanalysene med de tre metodene, for å sikre at resultatene er robuste. I regresjoner med mange dimensjoner ser vi imidlertid for oss at StoNED kan fungere som en hovedmetode, mens de andre primært benyttes i robusthetstester. Oppdragsgiver bør være oppmerksom på at avanserte spesifikasjoner for ikke-parametriske frontestimering kan være noe mer utfordrende å implementere i paneldatanaalysen, der man benytter seg av observasjonenes tidsdimensjon, enn i konvensjonell økonometri. Dette skyldes vanskeligheter med implementeringen av komplekse metoder på store datasett (blant annet på grunn av dimensjonalitet) og mindre fokus på paneldatametodikk i metodeutviklingen. I SFA støtter man derimot ofte på utfordringer med å få regresjonene til å kjøre i praksis, på grunn av kompleks modellering av restleddene.

I Figur 2.6 har vi illustrert forskjellen mellom ikke-parametriske kostnadsestimering og parametriske kostnadsestimering med lineær og ikke-lineær teknologi. Regresjonsanalyse benyttes til å finne kostnadsfunksjonen som best passer dataene, ved å minimere avvikene mellom kostnadsfunksjonen og alle observasjoner (restleddene). Hvor godt den parametriske estimeringen treffer, og hvor sårbare deterministiske metoder er for støy, vil være empiriske spørsmål. Uansett vil den ikke-parametriske kostnadsfunksjonen inneholde knekkpunkter, mens den parametriske kostnadsfunksjonen vil være kontinuerlig. SFA antar dermed en glatt funksjonsform, mens DEA og CNLS finner de best egnede stykkevis lineære funksjonene.

Figur 2.6 Illustrasjon av ikke-parametriske og parametriske kostnadsestimering under antakelse av a) lineær teknologi (t.v.) og b) kvadratisk teknologi (t.h.)



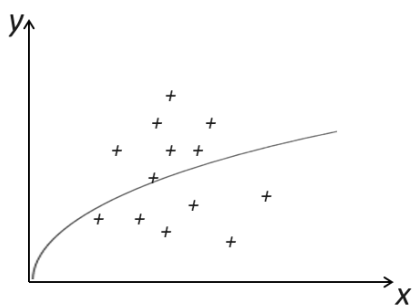
Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

I Figur 2.7 har vi illustrert hvordan ulike tilnæringer til effektivitetsmåling utnytter tilgjengelige datapunkter til å danne en produksjonsfront. Viktige skillelinjer mellom de forskjellige tilnærmingene inkluderer hvorvidt man tar utgangspunkt i gjennomsnittseffektiviteten eller beste praksis, håndteringen av stokastisk støy, og observasjonenes innvirkning på formen på fronten.

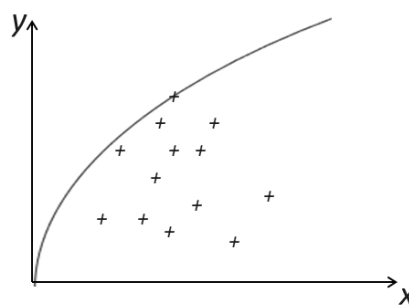
I det følgende redegjør vi seksjonene nærmere for hver av de tre utvalgte metodene for effektivitetsmåling. Vi vil ta utgangspunkt i en tilnærming med kostnadsminimering for gitt produksjon. Maksimering av produksjonen for gitt produksjonssats vil imidlertid være helt analogt til metodikken som gjennomgås og kan også være aktuell å anvende i prosjektet. I tillegg vil vi kort redegjøre for aktuelle partielle produktivitetsmål.

Figur 2.7 Etablering av produksjonsfront basert ulike tilnærminger til effektivitetsmåling

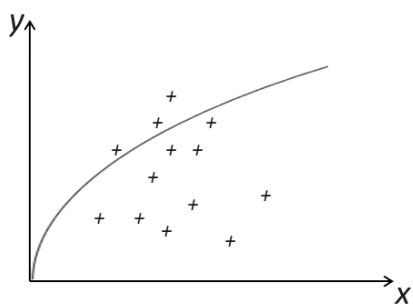
a) Gjennomsnittsfunksjon (OLS)



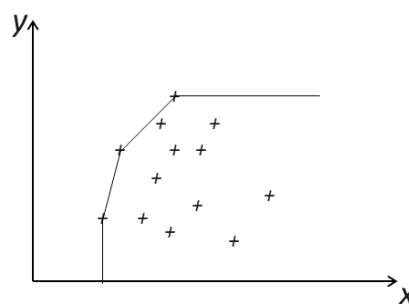
b) Deterministisk front (COLS)



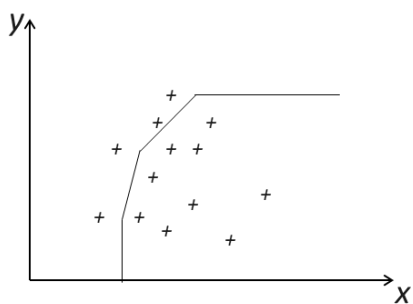
c) Stokastisk front (SFA)



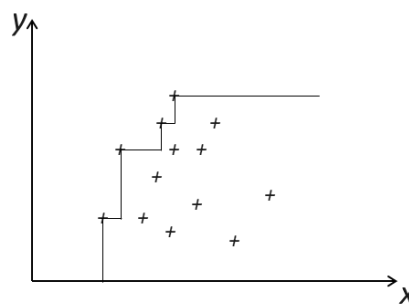
d) Deterministisk dataomhylling (DEA)



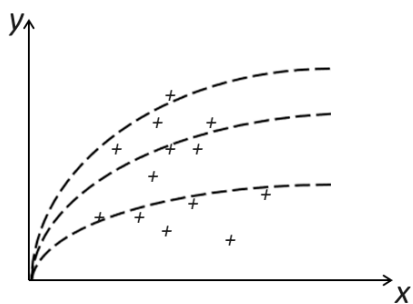
e) Stokastisk dataomhylling (StoNED)



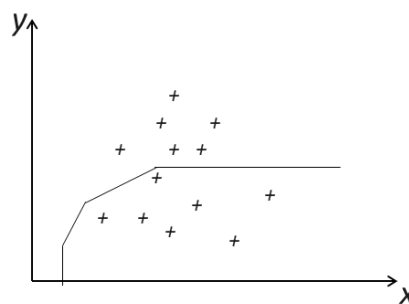
f) Front med fri disposisjon (FDH)



g) Front med fri disposisjon (FDH)



h) Lokalt vektet front (Kernel)



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

2.2.1 Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis er basert på lineær programmering. DEA tillater ikke-parametrisk estimering uten antakelser om funksjonsform utover konveksitet og monotonitet. Konveksitet sikrer at kombinasjoner av utfall ligger innenfor mulighetsrommet, mens monotonitet gir positiv sammenheng mellom produksjon og ressursbruk. I motsetning til SFA og StoNED tar DEA som sagt bort den stokastiske støykomponenten i Tabell 2.1.

Produksjonsmulighetsområdet i DEA vil kunne skrives kompakt som:

$$(2.8) \quad \mathbf{P}^{\text{DEA}} = \{(\mathbf{y}, \mathbf{x}) \mid \mathbf{y} \leq \sum_i \lambda_i \mathbf{y}_i^o, \mathbf{x} \geq \sum_i \lambda_i \mathbf{x}_i^o, \sum_i \lambda_i = 1\}$$

der $(\mathbf{y}_i^o, \mathbf{x}_i^o)$ er den observerte tilpasningen til observasjon i .

I fravær av kontekstuelle variabler og med ensidige restledd (som reflekterer effektivitet) blir optimaliseringsproblemet ved DEA-metoden:

$$(2.9) \quad \begin{aligned} CE_{i',t'}^{\text{DEA}} &= \min_{\theta, \lambda} \theta \text{ gitt} \\ \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_T} \lambda_{i,t} x_{l,i,t} &\leq \theta x_{l,i',t'}, \quad l = 1, \dots, L \\ y_{k,i',t'} &\leq \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_T} \lambda_{i,t} y_{k,i,t}, \quad k = 1, \dots, K \\ \sum_{i=1}^{N_T} \lambda_{i,t} &\geq 0 \end{aligned}$$

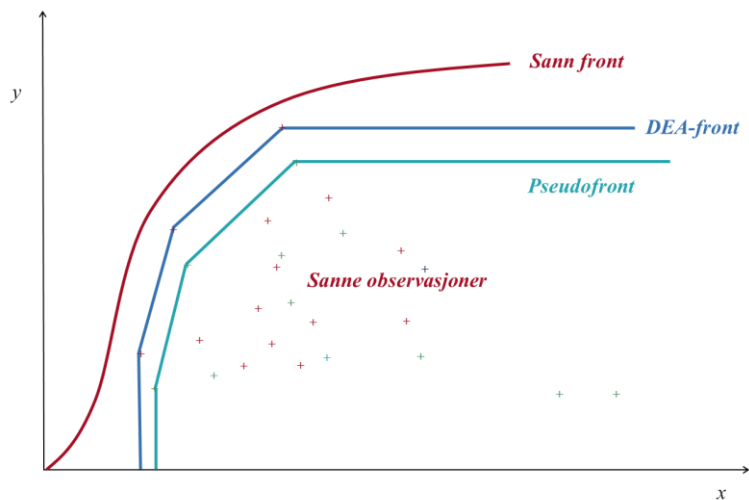
De to første settene med bibetingelser sikrer at produksjonsfronten alltid tilfredsstillende konveksitet og monotonitet. Konveksitetsbetingelsen innebærer at fronten ikke krever mer ressurser enn enheten under observasjon (superskript i', t'), mens monotonitetsbetingelsen sikrer at produksjonen aldri er lavere enn det som faktisk observeres. I praksis betyr dette at enheter kan ligge på eller under produksjonsfronten, slik at ineffektivitet tillates. Disse egenskapene omtales ofte som «fri disposisjon». Den tredje bibetingelsen sikrer konstant skalautbytte (CRS). Restriksjonen for CRS kan erstattes ikke-økende skalautbytte (NIRS) eller variabelt skalautbytte (VRS) ved å endre siste restriksjon til henholdsvis $\sum_{i=1}^{N_T} \lambda_{i,t} \leq 1$ eller $\sum_{i=1}^{N_T} \lambda_{i,t} = 1$. Ettersom vi primært er interessert i variabelt skalautbytte og ikke produksjonens skalaegenskaper, vil vi primært benytte oss av den sistnevnte forutsetningen.

DEA definerer produksjonsfronten som konvekse kombinasjoner av observasjoner og gir en deterministisk vurdering av effektivitet. Standard DEA kan imidlertid gi pessimistisk skjevhet, fordi mulige, men ikke observerte, utfall ikke bidrar til å definere fronten. Dette fører til overvurdering av effektivitetspoeng, særlig i små utvalg, et problem kjent siden Farrell (1957). Bootstrapping av DEEA, utviklet av Simar og Wilson (1999, 2000 og 2001), kan korrigere denne skjevheten. Lokal vektet DEA – basert på kernel-metodikk – og kvantilmetodikk kan også brukes for å sammenlikne relativt like enheter (Rødseth med flere 2022).

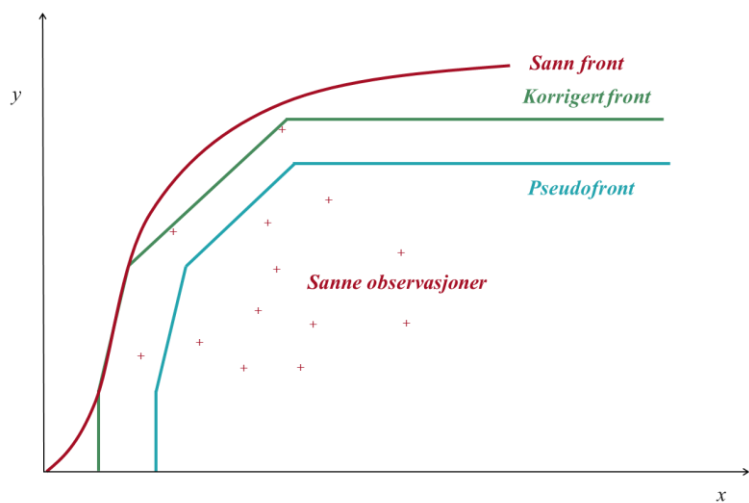
I Figur 2.8 har vi illustrert bootstrapping-prosessen for DEA, der vi begynner med Figur 2.8 a). Utgangspunktet er at man har noen observasjoner og en sann front, som tilsvarer produksjonsmulighetskurven og indikerer hva som er teknisk mulig. Observasjonene vil ligge innenfor denne fronten. DEA-fronten dannes basert på kombinasjoner av observasjonene, der man får mest ut av produksjonsinnsats. Den pessimistiske skjevheten knyttet til standard DEA reflekterer at DEA-fronten nødvendigvis vil ligge innenfor den sanne fronten. For å få en anelse av avstanden mellom den sanne fronten og DEA-fronten, utarbeider man pseudofronter basert på utvalg av tilgjengelige observasjoner.

Figur 2.8 Bootstrapping av DEA-fronten over a) etablering av pseudofront ($\emptyset.$), b) etablering av korrigert front (i.m.) og etablering av bootstrappet front (n.)

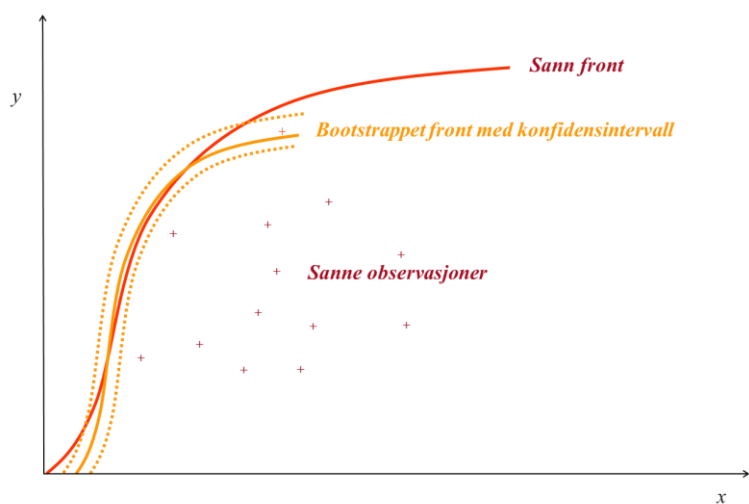
a) Etablering av pseudofront



b) Etablering av korrigert front



c) Etablering av bootstrappet front



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Basert på avstandene mellom DEA-fronten og pseudofrontene, anslår man korrigerede fronter som ligger utenfor DEA-fronten, som illustrert i Figur 2.8 b). Dersom man gjentar denne prosedyren mange ganger, får man en rekke anslag på den sanne fronten. Det er dette som gir oss grunnlag for en bootstrappet front med et angitt konfidensintervall, som illustrert i Figur 2.8 c).

En annen viktig del av DEA-metoden er håndtering av omgivelsene. For å håndtere kontekstuelle variabler benyttes en to-trinns tilnærming: først estimeres DEA-effektivitetspoeng, deretter modelleres variasjon i effektivitet gjennom regresjon:

$$(2.10) \quad \hat{\theta}_{i,t} = \sum_m^M \gamma_m z_{m,i,t} + \omega_{i,t}^{DEA}, \quad \hat{\theta}_{i,t} \geq 1, m = 1, \dots, M$$

Her $z_{m,i,t}$ er kontekstuell variabel m for enhet i ved tidspunkt t med tilhørende parameter γ_m . Videre er $\omega_{i,t}^{DEA}$ kostnadseffektivitetsscoren.

Tradisjonelt benyttes Tobit eller OLS i andre trinn, som estimeres separat. I vår forskningsrapport om kostnadsvariasjonsrapport benytter vi oss av en slik tilnærming (Holmen med flere 2026b). OLS estimerer sammenhengen mellom en avhengig og en eller flere uavhengige variabler ved å minimere summen av kvadrerte avvik, og forutsetter at den avhengige variabelen er kontinuerlig og ikke begrenset. Tobit-modellen tar høyde for at den avhengige variabelen kan være begrenset eller avgrenset, og estimerer både sannsynligheten for å nå grensen og variasjonen innenfor den tillatte verdien.

I studien anvendes et mer avansert rammeverk med flere innsatsfaktorer og flere produkter på en gang. Analyse av allokativ effektivitet gjør mer kompliserte tilnærminger utfordrende å få til i praksis. Ofte vil mer avanserte tilnærminger ikke gi vesentlig annerledes empiriske resultater.

Simar og Wilson (2007) viser imidlertid at seriekorrelasjon mellom første- og andre-trinns estimering kan gi ugyldig inferens. Deres metode inkluderer to runder med bootstrapping, som korrigerer dette og regnes som beste praksis. Metoden er implementert i Stata via kommandoen *simarwilson* (ved algoritme #2; se Badunenko og Tauchmann 2019). Den kan også programmeres i GAMS, Matlab, Python eller R. Denne tilnærmingen er brukt i vår rapport om politiets tjenesteproduksjon (Holmen med flere 2026c).

Såkalt betinget DEA (Daraio og Simar 2005 og 2007) utgjør en alternativ tilnærming for å håndtere kontekstuelle variabler i en DEA-sammenheng, som kan være aktuell å ta i bruk i våre undersøkelser av politienheters effektivitet og ressursbruk. I stedet for å forutsette separabilitet mellom virkningene mellom produksjon og produksjonsinnsats og virkningene fra kontekstuelle variabler (som man gjør i standard DEA), foreslår forskerne bak denne tilnærmingen å betinge kostnadene eller produksjonen (avhengig av estimeringsorientering) på de kontekstuelle variablene.

En sentral forskjell mellom betinget DEA og tostegs-DEA er at den sistnevnte kun er gyldig dersom kontekstuelle faktorer bare påvirker effektivitet og ikke produksjonsfronten, noe som gjerne omtales som separabilitetsantakelsen. Dette oversees ofte i empiriske studier. Hampf og Rødseth (2019) viser at mange tidligere brukte regresjonsmodeller til å forklare variasjon i effektivitet ikke er konsistente med separabilitetsantakelsen, og at de empiriske analysene derfor ikke er gyldige.

DEA er mer krevende å implementere enn parametriske regresjoner, særlig for store datasett, og er sårbar for støy og uteliggere, siden metoden ikke inkluderer et stokastisk restledd. Håndtering av ekstremobservasjoner kan gjøres via visuell inspeksjon, kvalitetssikring, utliggerterester som supereffektivitet (Andersen og Petersen 1993), Torgersens rho (Torgersen, Førsum og Kittelsen

1996), eller «løkskrelling» (Banker 1996). I våre analyser inkluderer vi primært alle beslutningsenheter, men fjerner vedvarende ekstremobservasjoner ved robusthetstester eller i datasett med kombinasjoner av ekstremutliggere og mange enheter. I studier av politisektoren vil vi som hovedregel anbefale at alle beslutningsenheter blir inkludert i analysene og heller forsøke å sette opp estimeringsmodeller som forklarer store avvik i effektivitetsscorene i mer enkle modellspe-sifikasjoner.

2.2.2 Stochastic Frontier Analysis (SFA)

Stochastic Frontier Analysis (SFA) behandler kostnadsfunksjonen (og produktfunksjonen) som en parametrisk funksjon, hvilket innebærer at analytikeren må velge hva slags funksjonsform modellen skal ha. Dette er en ulempe siden det ikke er sikkert at den valgte funksjonsformen passer dataene godt. Man kan få mer fleksible modeller gjennom å velge såkalte fleksible funksjonsformer (som *Translog*-funksjonen; se Christensen med flere 1973), men disse gir en ulempe gjennom at det må estimeres en lang rekke parametere basert på høyt korrelerte variabler. Dette reduserer antallet frihetsgrader i modellen.

En enklere og svært populær funksjonsform er *Cobb-Douglas*-funksjonen. Denne gir modellen:

$$(2.11) \quad \ln c_{i,t} = \alpha_0 + \sum_k^K \alpha_{y,k} \ln y_{k,i,t} + \sum_m^M \alpha_{z,h} z_{m,i,t} + \epsilon_{i,t}^{SFA}, \quad \epsilon_{i,t}^{SFA} = u_{i,t}^{SFA} + v_{i,t}^{SFA}$$

α_0 , $\alpha_{y,k}$ og $\alpha_{z,h}$ er parametere i regresjonen, mens $\epsilon_{i,t}^{SFA}$ er regresjonens residual for enhet i ved tidspunkt t . Residualen kan dekomponeres i et ineffektivitetsledd $u_{i,t}^{SFA}$ og et støyledd $v_{i,t}^{SFA}$.

Her kan en også inkludere rammebetingelser og andre eksogene variabler ($z_{m,i,t}$) på høyresiden i tillegg til omfanget av de ulike produktene ($y_{k,i,t}$). I praksis estimeres SFA som regel ved en gjentakende totrinns prosedyre basert på Maximum Likelihood. I første steg blir modellparametrene hentet fra maksimering av log-sannsynlighetsfunksjonen. I andre steg oppnås et punktestimert for effektivitet fra gjennomsnittet eller modusen til effektivitetsfordelingen betinget av de estimerte feilene, som først foreslått av Jondrow med flere (1982). Ved estimeringen av en Cobb-Douglas-funksjon vil man i utgangspunktet kunne få både økende, konstant og fallende skalautbytte. En Cobb-Douglas-funksjon kan imidlertid påtvinges konstant skalautbytte (CRS), dersom man innfører restriksjonen $\sum_m^M \delta_m = 1$, hvilket man i så fall typisk vil gjøre ex ante gjennom normalisering.

Mange alternative fordelinger for det ensidige effektivitetsleddet u_s i SFA-modeller har blitt foreslått i litteraturen, inkludert den halve normalfordelingen (Aigner, Lovell og Schmidt 1977), eksponentialfordelingen (Meeusen og van den Broeck 1977), den sammenpresset normalfordelingen (Stevenson 1980) og gammafordelingen (Greene 1980a og 1980b). I SFA kan impulser fra eksogene kontekstuelle variabler på produksjonsteknologien og ineffektivitetsfordelingen modelleres som skift (se for eksempel Kumbhakar, Ghosh og McGuckin 1991, Huang og Liu 1994 og Battese og Coelli 1995), skalering (se for eksempel Kumbhakar, Ghosh og McGuckin 1991, Huang og Liu 1994 og Hadri 1999) eller begge deler (se for eksempel Wang 2002 og Wang og Schmidt 2002). SFA pålegger normalt ikke kurvaturegenskaper under estimering, men tester heller for disse, for eksempel ved bruk av Hesse-matrisen.

Paneldatautvidelser inkluderer modeller med tidsinvariant effektivitet (Pitt og Lee 1981 og Battese og Coelli 1988), tidsvarierende effektivitet med felles skjæringspunkt på tvers av observasjonene (Cornwell, Schmidt og Sickles 1990, Kumbhakar 1990, Battese og Coelli 1992 og Lee og

Schmidt 1993) og med tidsvarierende effektivitet med individuelle skjæringspunkter (Greene 2005). Andre viktige deler av forskningslitteraturen om SFA gjelder håndtering av heterogenitet i ineffektivitetsbegrepet og stokastisk støy i paneldatasetting (Hadri 1999, Chen, Schmidt og Wang 2014 og Belotti og Ilardi 2012), inkludering av tilfeldige effekter og faste effekter (Green 2005 og Lai og Kumbhakar 2018a og 2018b) og eksterne virkninger (Atkinson og Dorfman 2005, Färe med flere 2005 og Kumbhakar og Tsionas 2016).

Når vi har flere innsatsfaktorer og flere produkter samtidig, kan ikke produktfunksjonen defineres som en skalar på venstresiden. I stedet kan produksjonsmulighetsområdet P beskrives som en distansefunksjon $D(\mathbf{y}, \mathbf{x})$ (Shephard 1970), der input-orientert distansefunksjon skrives som:

$$(2.12) \quad D(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \max_{\rho} \{ \rho \mid (\mathbf{y}, \mathbf{x}/\rho) \in P \} \geq 1$$

Verdien $D = 1$ tilsvarer teknisk effektiv front, mens $D > 1$ indikerer ineffektivitet. En kan definere en ineffektivitetsvariabel:

$$(2.13) \quad u^{SFA} = \ln D(\mathbf{y}, \mathbf{x}), u^{SFA} \geq 0$$

Distansefunksjonen har egenskapen homogenitet av grad 1 i inputs, det vil si:

$$(2.14) \quad D(\mathbf{y}, \kappa \mathbf{x}) = \kappa D(\mathbf{y}, \mathbf{x})$$

Ved estimering kan man bruke en observerbar input som numeraire, for eksempel x_1 , og skrive:

$$(2.15) \quad D(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = x_1 D(\mathbf{y}, \tilde{\mathbf{x}}), \tilde{\mathbf{x}} = \mathbf{x}/x_1$$

Uttrykket kan lineariseres ved å ta logaritmer og rearrangere:

$$(2.16) \quad -\ln x_1 = \ln D(\mathbf{y}, \tilde{\mathbf{x}}) - \ln D(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = \ln D(\mathbf{y}, \tilde{\mathbf{x}}) - u^{SFA}$$

I SFA må man spesifisere en funksjonsform for modellen. Dette kan være en svakhet, dersom formen ikke passer godt til dataene. For økt fleksibilitet kan man bruke fleksible funksjonsformer, som Translog (Christensen med flere 1973). Disse krever imidlertid estimering av mange parametre, ofte basert på sterkt korrelerte variabler, noe som reduserer modellens frihetsgrader.

Anta at man har en Translog-distansefunksjon av formen:

$$(2.17) \quad \begin{aligned} \ln D(\mathbf{y}, \mathbf{x}) = & \alpha \\ & + \sum_{m=1}^M \delta_m \ln y_m + \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=m+1}^M \phi_{mn} \ln y_m \ln y_n + \sum_{m=1}^M \varphi_m \frac{1}{2} (\ln y_m)^2 \\ & + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_j + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=j+1}^J \gamma_{jk} \ln x_j \ln x_k + \sum_{j=1}^J \chi_j \frac{1}{2} (\ln x_j)^2 \\ & + \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M \gamma_{jm} \ln x_j \ln y_m + v^{SFA} \end{aligned}$$

Ved å merke seg at $\tilde{x}_1 = 1$ og derfor $\ln x_1 = 0$, kan man estimere parametrene ved å skrive om til:

$$(2.18) \quad \begin{aligned} -\ln x_1 = & \alpha \\ & + \sum_{m=1}^M \delta_m \ln y_m + \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{j=m+1}^M \phi_{mj} \ln y_m \ln y_j + \sum_{m=1}^M \varphi_m \frac{1}{2} (\ln y_m)^2 \\ & + \sum_{n=2}^N \beta_n \ln \tilde{x}_n + \sum_{n=2}^{N-1} \sum_{k=n+1}^N \gamma_{nk} \ln \tilde{x}_n \ln \tilde{x}_k + \sum_{n=2}^N \chi_n \frac{1}{2} (\ln \tilde{x}_n)^2 \\ & + \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M \gamma_{jm} \ln \tilde{x}_j \ln y_m + v^{SFA} - u^{SFA} \end{aligned}$$

Parameterne knyttet til x_1 kan gjenskapes ved å utnytte homogenitets- og symmetriegenskapene til distansefunksjonen. Under estimeringen kan man teste separabilitet mellom inputs og outputs ved å sette kryssledd til null, og tilsvarende teste om en enklere Cobb-Douglas-funksjon gir tilstrekkelig tilpasning ved å teste om kryssledd mellom alle input- eller outputpar er null.

For fleksibilitet velges ofte en Translog-distansefunksjon, men dette krever estimering av mange parametere, og modellens frihetsgrader reduseres. Med x_1 som numeraire ($\ln x_1 = 0$) kan parametrene estimeres ved å utnytte homogenitet og symmetri. Separabilitet mellom inputs og outputs kan testes ved å sette kryssledd til null, og man kan teste om en enklere Cobb-Douglas-funksjon er tilstrekkelig.

2.2.3 Stochastic Non-parametric Envelopment of Data (StoNED)

I løpet av de siste 20 årene har metoden Stochastic Non-smooth Envelopment of Data (StoNED) etablert seg som en stadig mer populær metodikk blant effektivitetsforskere, og kombinerer DEAs evne til å modellere ikke-parametrisk teknologi med SFAs fordel ved å inkludere et stokastisk restledd. StoNED representerer dermed en generalisering av både DEA og SFA.

I StoNED erstattes den ukjente kostnadsfunksjonen $f(\cdot)$ med en ikke-parametrisk funksjon, som muliggjør estimering uten sterke antakelser om funksjonsform, utover grunnleggende egenskaper som konveksitet og monotonitet. StoNED følger en flertrinnsprosedyre.

I første steg estimeres $f(\cdot)$ ved å løse et optimeringsproblem, hvor vi minimerer summen av kvadrerte restledd:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\phi, \beta, \delta, \epsilon} \sum_i^N \epsilon_i^{StoNED^2} \quad \text{gitt} \\
 (2.19) \quad & \ln c_i = \ln \phi_i + \sum_h^H \delta_h z_{h,i} + \epsilon_i^{StoNED}, \quad \forall i \\
 & \phi_i = \beta_{0,i} + \sum_m^M \beta_{m,i} y_{m,i}, \quad \forall i \\
 & \phi_i \geq \beta_{0,j} + \sum_m^M \beta_{m,j} y_{k,i}, \quad \forall i, j \\
 & \beta_{m,i} \geq 0, \quad \forall m, i \\
 & \epsilon_i^{StoNED} = u_i^{StoNED} + v_i^{StoNED}
 \end{aligned}$$

Her angir vektene $\beta_{m,i}$ i kostnadsfunksjonen marginale kostnader, tilsvarende «skyggepriser» i DEA, som uttrykker hellingen på produksjonsfronten. Optimeringsproblemet pålegger at skyggeprisene er ikke-negative, noe som sikrer monotonitet, mens det andre settet av ulikheter sikrer kurvaturegenskaper, som i vårt tilfelle betyr at kostnadsfunksjonen er konveks. StoNED kan derfor sees som en «DEA-modell» tilpasset gjennomsnittet av dataene heller enn de mest ekstreme observasjonene. Standard DEA framkommer som et spesialtilfelle når restleddene ϵ pålegges å være ikke-negative for alle enheter, slik at all variasjon tolkes som ineffektivitet ($v_i^{StoNED} = 0, \forall i$).

I andre steg predikeres effektivitet ved å bruke kvasi-likelihood basert på residualen fra det første steget:

$$(2.20) \quad \ln c_i - \ln \hat{\phi}_i - \sum_h^H \hat{\delta}_h z_{h,i}, \quad \forall i$$

Dette gir et punkttestimat for effektivitetsleddet. Denne metodikken innebærer typisk å bruke standard solvere for SFA til å estimere kostnadseffektivitet når det kun inkluderes et konstantledd i SFA-modellen og likning 2.19 brukes som avhengig variabel i analysen. Alternativt kan

momentmetoden anvendes direkte på restleddene fra likning 2.18 for å beregne kostnadseffektivitet basert på andre- og tredjeordensmomentet til fordelingen til det kompositte restleddet.

Det er også mulig å gjennomføre en supplerende regresjonsanalyse der $\ln c_i - \ln \hat{\phi}_i, \forall i$ er den avhengige variabelen, og de kontekstuelle variablene \mathbf{z} fungerer som uavhengige variabler. Dette gir parameterestimater og standardfeil for de kontekstuelle faktorene og sikrer at effekten av disse variablene estimeres simultant med produksjonsfronten, slik at man unngår estimeringsfeilen som ofte oppstår i tradisjonell totrinns-DEA.

Per i dag finnes pakken PyStoNED for å kjøre standardformuleringer av StoNED i Python. I mange anvendelser vil man imidlertid ønske å estimere spesifikasjoner som går utover denne pakken. I disse tilfellene kan optimeringen kodes i programmer som GAMS, MatLab eller Python, eventuelt med etterregresjoner i R eller Stata. Estimering av effektivitetsleddet kan også utføres i Stata ved bruk av rutiner tilsvarende de som benyttes i SFA-modellen. Metodikken egner seg dessuten til å belyse en rekke andre problemstillinger, inkludert instrumentering, endogen faktorinnsats, kontekstuelle variabler, kausal effektanalyse og analyse av ressursallokering.

Merk at StoNED ikke lider av estimeringsfeilen som tradisjonell totrinns-DEA, siden systemet estimeres simultant. I prinsippet kan mange av de samme utvidelsene og variantene nevnt i våre omtaler av DEA og SFA også tas inn i spesifikasjoner av StoNED. Vi vil ikke repetere dem her, men isteden nevne at StoNED-metodikken også egner seg til å belyse en rekke andre problemstillinger, inkludert instrumentering (Rødseth med flere 2023), endogen faktorinnsats (Rødseth med flere 2025b), kontekstuelle variabler (Rødseth med flere 2019 og 2023), kausal effektanalyse (Rødseth med flere 2025a) og analyse av ressursallokering (Rødseth med flere 2024).

Det er også fullt mulig å utvide rammeverket til å både innebefatte flere innsatsfaktorer og produkter. I tilfellet hvor det er flere innsatsfaktorer – beskrevet ved vektoren $\mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^N$ – må vi, som beskrevet for SFA, estimere en distansefunksjon. En utfordring er at det er komplekst å estimere input-distansefunksjonen (jamfør det foregående kapitlet om SFA) ved bruk av StoNED. Vi tar utgangspunkt i studien til Kuosmanen og Johnson (2017) om modellering av multiple outputs i StoNED. Den foreslår et opplegg for å estimere *direksjonell distansefunksjon* (DDF, definert av Chambers med flere 1998).

DDF måler effektivitet ved å vurdere potensialet for en *simultan reduksjon av alle innsatsfaktorer og økning i alle produkter*, gitt tekniske begrensninger satt av teknologien, når alle justeringer av inputs og outputs skjer i henhold til forhåndsbestemte proporsjoner. «Retningen» som brukes til å redusere inputs og/eller øke outputs beskrives formelt ved en direksjonsvektor $\mathbf{g} = (\mathbf{g}^x, \mathbf{g}^y)$. Vi fokuserer kun på reduksjon i innsatsfaktorer, slik at $\mathbf{g} = (\mathbf{g}^x, \mathbf{0})$. DDF kan da formelt defineres som:

$$(2.21) \quad \bar{D}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{g}^x, \mathbf{0}) = \sup\{\theta: (\mathbf{x} - \theta \mathbf{g}^x, \mathbf{y}) \in T\}$$

hvor T definerer teknologisetttet. DDF er et tall som er større eller lik 0, der 0 betyr at enheten under evaluering befinner seg på fronten (det vil si utøver beste praksis).

Chambers med flere (1998) definerer en rekke egenskaper ved distansefunksjonen, som følger av egenskapene til den underliggende teknologien. Blant de viktigste er:

- DDF er økende i innsatsfaktorer.
- DDF er avtakende i produkter.

- DDF er konkav.
- DDF er translasjonsinvariant.

Kuosmanen og Johnson (2017) bruker alle disse egenskapene til å definere en CNLS-estimator av DDF. De to første pålegger begrensninger på parameterne i CNLS-estimatoren, som er pålagt å være positive for inputs og avtakende for outputs for å sikre i) og ii). Videre brukes såkalte Afriat-ulikheter til å sikre at den estimerte DDF er konkav.

CNLS-estimatoren sikrer også at DDF er translasjonsinvariant, men denne egenskapen er også viktig for selve definisjonen og tolkningen av estimatoren. Vi gir derfor en formell definisjon av denne egenskapen:

$$(2.22) \quad \vec{D}(\mathbf{x} - \alpha \mathbf{g}^x, \mathbf{y}, \mathbf{g}^x, \mathbf{0}) = \vec{D}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{g}^x, \mathbf{g}^y) - \alpha$$

Med andre ord: Dersom man reduserer innsatsvektoren langs den forhåndsdefinerte direksjonsvektoren, vil målt effektivitet bli det samme som om man estimerer effektivitet basert på den opprinnelige dataen og deretter justerer effektivitetstallet for faktoren α .

Kuosmanen og Johnson tar som utgangspunkt at vi ikke kan observere de observasjonene som utgjør produksjonsfronten $(\mathbf{x}^*, \mathbf{y})$, siden de observerte dataene (\mathbf{x}, \mathbf{y}) kan inneholde ineffektivitet og stokastisk variasjon inkludert målefeil. De foreslår at man kan beskrive sammenhengen mellom observerte inputs og inputs på fronten som:

$$(2.23) \quad \mathbf{x}_i = \mathbf{x}_i^* + \epsilon_i^{StoNED} \mathbf{g}^x$$

hvor ϵ_i omfatter ineffektivitet og stokastisk variasjon i dataene. Vi ser at denne teoretiske beskrivelsen av hvordan observasjonene av innsatsfaktorer framkommer er nært beslektet med definisjonen av translasjonsinvarians. Kuosmanen og Johnson (2017) bruker denne innsikten til å bevise at dersom de observerte dataene kan beskrives av likning (2.23), så kan DDF beskrives ved

$$(2.24) \quad \vec{D}(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{g}^x, \mathbf{g}^y) = \epsilon_i^{StoNED}$$

Vi kan dermed bruke sammenhengen i likning (2.7) til å definere en CNLS-estimator for DDF, hvor vi pålegger at DDF skal være identisk med $\epsilon_i, \forall i$. I estimeringen behandles ϵ som et restledd som skal minimeres. CNLS-estimatoren for DDF kan formelt defineres ved:

$$(2.25) \quad \begin{aligned} & \min \sum_i \epsilon_i^{StoNED^2} \\ & \text{s. t} \\ & \alpha_i + \beta_i' \mathbf{x}_i - \gamma_i' \mathbf{y}_i = \epsilon_i^{StoNED}, \forall i \\ & \alpha_i + \beta_i' \mathbf{x}_i - \gamma_i' \mathbf{y}_i \leq \alpha_j + \beta_j' \mathbf{x}_i - \gamma_j' \mathbf{y}_i, \forall i, j \\ & \beta_i' \mathbf{g}^x = 1, \forall i \\ & \beta_i \geq \mathbf{0}, \gamma_i \geq \mathbf{0}, \forall i \end{aligned}$$

hvor $\alpha_i + \beta_i' \mathbf{x}_i - \gamma_i' \mathbf{y}_i$ er vår estimator av DDF. Skrankene $\beta_i \geq \mathbf{0}, \gamma_i \geq \mathbf{0}, \forall i$ sikrer at den er økende i innsatsfaktorer og avtakende i outputs. Videre sikrer det første settet av ulikheter i likning 2.24 at DDF er konkav. Skrankene $\beta_i' \mathbf{g}^x = 1, \forall i$, sikrer at den estimerte funksjonen er translasjonsinvariant.

2.2.4 Partielle produktivetsmål

I vårt prosjekt vil vi også foreta innledende partielle produktivetsanalyser. Disse kan benyttes ved de innledende undersøkelsene i hovedstudiene, men er særlig aktuelle i vår bredere kartlegging i sluttrapporten. Her vil vi kunne foreta overordnede vurderinger og kartlegge behov for videre kunnskapsinnhenting for tematikk som vi ikke har ressurser til å komme inn på i hovedstudiene. Nøkkellindikatorer per tjenesteområde (som for eksempel produksjon per sysselsatt eller driftskostnader for et gitt tjenesteområde) kan gi nyttig førsteinnsikt i status og utvikling i effektivitet. Videre er indikatorene gjerne enkle å forstå og egner seg ofte også for visualisering. Partielle produktivetsmål kan også benyttes til å konstruere et samlemål for produktiviteten.

Produktivitet kan angis som et enkelt forholdstall mellom kvantitativ produksjon og kostnader i en sektor; $\frac{y_s}{c_s}$. Vi kan benytte likning 1 til å relatere det partielle produktivetsmålet til totalfaktorproduktiviteten; $\frac{y_s}{c_s} = \frac{y_s}{f_s(y_s, q_s)} \frac{1}{e^{\epsilon_s}}$. Kuosmanen og Kortelainen (2005) drøfter valg av vektor og foreslår en form for en produksjonsindeks. Videre kan man ved bruk av Malmquist-indeksen dekomponere partiell produktivetsendring i input-output-, effektivitets- og teknisk endring. Et eksempel på dette er Rødseth med flere (2020), hvor et partielt mål på havneproduktivitet (det vil si antall containere håndtert delt på relaterte utslipp av karbondioksid) relateres til totalfaktorproduktivitet.

Det er riktignok vesentlige svakheter ved partielle produktivetsmål som gjør dem mindre egnet for selvstendige produktivetsanalyser (se for eksempel Rødseth med flere 2020). Partielle produktivetsmål tar ikke for seg både alle produkter og produksjonsressurser samtidig, hvilket innebærer at de ikke tar for seg hele produksjonsprosessen og ofte også at det ikke er samsvar mellom produksjonen og produksjonsinnsatsen i den delprosessen som man ser på. Dessuten legger partielle produktivetsmål gjerne sterke føringer for sammenhengen mellom produksjon og produksjonsinnsatsen, uten at det tas høyde for støy. For eksempel er de gjerne mindre egnet til å få fram avveininger forbundet med ressursbruk og utnyttelse, så vel som skala- og samdriftseffekter.

Enklere partielle prestasjonsmål ser gjerne på sammenhengen mellom politiets tjenesteproduksjon og ressursinnsatsen. Eksempler på mål for politiproduksjonen er antall etterforskede lovbrudd, antall straffesaker og antall saker innenfor gebyrfinansierte publikumstjenester og sivil rettspleie. Eksempler på mål for kostnadssiden er samlede kostnader i faste eller løpende priser og antall politiansatte. Disse tallene kan eventuelt normaliseres til per innbygger eller per nasjonalprodukt i tilfellet kostnader. Det kan også være interessant å se utviklingen i disse målene i sammenheng med andre variabler, som antall anmeldelser, opplevd kriminalitet eller forhold i omgivelsene. Partielle mål for ekstern måloppnåelse inkluderer oppklaringsprosent, adekvat straffereaksjon, kvalitet i politiarbeidet, saksbehandlingstid, tillit til politiet og trygghetsfølelse i nabolaget. Vi viser til forskningsprosjektets oversiktsrapport – Holmen med flere (2026a) – for anvendelser av partielle effektivitetsmål. Vi refererer til BDO og Menon Economics (2017) og Politidirektoratet (2025) for andre eksempler.

2.3 Måleproblematikk forbundet med produksjonsprosessen

I praksis vil man i effektivitetsanalyser – som i andre regresjonsanalyser – møte på måleproblematikk. Som vi vil komme tilbake til i de følgende delkapitlene vil dette også gjelde for våre

analyser av politisektoren. I det følgende vil vi gjennomgå måleproblematikken forbundet med produksjonen og produksjonsressursene, samt avgrensning av observasjonsenheter.

2.3.1 Måling av produksjonsvariablene

I effektivitetsmåling er det ønskelig at det er samsvar mellom tjenesteproduksjonen og ressursbruk. Disse må referere til samme politienhet og være en komplett og gjensidig utelukkende beskrivelse av det som produseres og det som brukes av enheten. Eventuelle avvik kan håndteres ved inkludering av ytterligere produkter eller produksjonsinnsatser, eller ved inkludering av kontekstuelle variabler (eller faste effekter i analyser over tid, dersom forskjellene er mer eller mindre tidsinvariante). Samsvaret mellom produksjonen og produksjonsressursene kan også påvirke hvor man retter fokuset i effektivitetsanalysen, der de delene av politiet der man har god oversikt over produksjonen og produksjonsressursene vil være relativt godt egnet for effektivitetsmålinger.

En mer generell og praktisk utfordring i denne typen empiriske studier er at en del av variablene – her særlig knyttet til produksjonsressursene – vil være oppgitt i verdier. I empiriske studier av denne typen ønsker man derimot å operere med volumer. Man bruker derfor gjerne hensiktsmessige deflatorer (også kjent som prisindekser) for å justere for prisutvikling, slik at man kan omregne verditallene til kvasivolum. Om mulig bør dette skje ved multideflatering, der man deflaterer hver av komponentene med egen deflator.

En annen sentral problemstilling forbundet med målingen av produksjonen og produksjonsressursene knytter seg til kvalitetsforskjeller. Dersom det er ulik kvalitet på produksjonen eller produksjonsinnsatsen, bør det tas hensyn til i effektivitetsmålingen. Så langt har modellbeskrivelsen lagt til grunn at det eksisterer en eller flere variabler q_s som beskriver kvaliteten til tjenestene i polititjenesteområde s . Det kan også være snakk om variabler som beskriver heterogeniteten i tjenesteleveransene, for eksempel andeler av forskjellige typer saker for ulike typer tjenester.

I realiteten er gode volummål som måler kvalitet direkte sjeldne varer, og man må benytte en eller flere andre proxy-variabler til å beskrive kvalitetsaspekter ved tjenestene. Merk at innen statistikk brukes begrepet proxy-variabel om en variabel som i seg selv ikke er direkte relevant for analysen, men som fungerer som en erstatning for en uobserverbar variabel som man egentlig ønsker å måle effekten av. Slike indikatorer er her benevnt x_s . Dette kan typisk være *kvalitative* variabler som ikke egner seg i en effektivitetsanalyse (vi viser til Rødseth med flere 2022 for en utdypende diskusjon av dette problemet).

Etter vårt skjønn er den mest egnede måten å behandle kvalitet i produktivitetsanalysen å la q_s være en projeksjon av x_s (som ikke er egnet som direkte input i effektivitetsanalysen). Med projeksjon mener vi en funksjon som «oversetter» proxy-variablene til en ny variabel som er egnet for effektivitetsanalysen. Det vil si at vi definerer sammenhengen $q_s = h(x_s)$, hvor q_s ikke er direkte observerbar. Dermed kan vi uttrykke kostnadsfunksjonen som:

$$(2.26) \quad c_s = f_s(y_s, h(x_s))e^{\epsilon_s}$$

I prinsippet vil det være mulig å estimere likning (2.26) direkte ved hjelp av projeksjonen av kvalitetsvariablene simultant med kostnadsfunksjonene, såkalt systemestimering innen statistikk. En enklere tilnærming – foreslått av Rødseth med flere (2022) – er å anta at kostnadsfunksjonen er *multiplikativt separabel*. Det vil si at:

$$(2.27) \quad c_s = f_s(y_s) e^{h(x_s) + \epsilon_s}$$

Modelloppsettet i likning (2.27) innebærer at kvalitet *ikke* påvirker estimeringen av beste praksis og dermed formen på produksjonsfronten. I en slik tilnærming vil kvalitet isteden endre hvor beste praksis befinner seg. Sagt på en annen måte, nivået på kvalitet skalerer kostnadsnormen, slik at høyere kvalitet gir en høyere minimumskostnad for en gitt mengde tjenesteproduksjon.

Vi anbefaler å legge til grunn en projeksjon av x_s i effektivitetsanalysene, heller enn å benytte de kvalitative proxy-variablene x_s direkte i analysene (noe som ikke er tilpasset metoden som brukes). Hvorvidt likningene (2.26) eller (2.27) benyttes i estimeringen kan vurderes i prosjektet, gjerne i samråd med oppdragsgiver.

2.3.2 Flerkomponentprosesser

Den generelle antakelsen i metoder for effektivitetsanalyse, som Data Envelopment Analysis (DEA), er at alle innsatsfaktorer brukes i produksjonen av alle resultater. Denne antakelsen kan være for enkel, og en teknologi som består av flere individuelle produksjonsprosesser (kjent som komponentprosesser i litteraturen) kan være mer egnet. For eksempel består politiet av mange avdelinger som sannsynligvis har egne budsjetter og spesialisert arbeidskraft, noe som gjør det uhensiktsmessig å anta at ressurser fritt kan omfordeles mellom prosesser.

Arbeid med flerkomponentprosesser har nylig fått oppmerksomhet i DEA-litteraturen. Cherchye med flere (2013) studerer flerkomponentteknologier der noen innsatsfaktorer brukes felles av flerkomponentprosesser på en ikke-rivaliserende måte. Podinovski, Olesen og Sarrico (2018) undersøker komponentprosesser som består av både spesifikke og delte innsatsfaktorer. En nøkkelutfordring er at fordelingen av delte innsatsfaktorer til individuelle prosesser ikke er kjent, og Podinovski, Olesen og Sarrico (2018) bruker en worst-case-antakelse når det gjelder fordeling av delte innsatsfaktorer.

Mens studiene til Cherchye med flere (2013) og Podinovski, Olesen og Sarrico (2018) bygger på utviklingen av den deterministiske DEA-rammen, foreslår vi her en alternativ tilnærming som identifiserer fordelingen av (delte) innsatsfaktorer basert på et godhetstilpasningskriterium. Dette oppnås ved å betrakte komponentprosesser som et system av tilsynelatende ikke-relaterte regresjonsmodeller (Seemingly Unrelated Regression, SUR), der kostnader (innsatsfaktorer) fordeles for å minimere summen av kvadrerte residualer for de tilknyttede komponentprosessene.

Vi vil starte med å etablere en grunnmodell for flerkomponentprosesser. For å klargjøre framstillingen, antas det at politiet er organisert i S enheter, der hver enhet rapporterer resultater y_s (som kan være en skalar eller en vektor, uten at dette er avgjørende her). Tilgjengelige data gjør det ikke mulig for forskerteamet å fordele innsatsfaktorer mellom hver av de S prosessene, og kostnadsfordelingen kompliseres ytterligere hvis noen innsatsfaktorer er ikke-rivaliserende. Modellen som utvikles her vil være tilstrekkelig generell til å omfatte to ytterpunkter (og mellomliggende tilfeller), som presenteres nedenfor:

I det første tilfellet, basert på Cherchye med flere (2013), antar vi at innsatsfaktorer brukes felles (på en ikke-rivaliserende måte) av alle komponentprosesser (her modellert med antakelsen om skalarproduksjon for å unngå bruk av distansefunksjoner):

$$(2.28) \quad y_k \leq f_k(x), \quad k \in \mathcal{K}$$

Dette tilfellet kan like gjerne representeres ved sin duale kostnadsfunksjon:

$$(2.29) \quad \min\{C: C \geq c_k(y_k), k \in \mathcal{K}\}$$

Merk at vår definisjon av ikke-rivaliserende innsatsfaktorer er identisk med Frischs konsept om faktorielt bestemt flerproduktproduksjon, der alle resultater er funksjoner av det samme settet med innsatsfaktorer. I denne sammenhengen tolkes innsatsfaktorer som **kollektive goder**, det vil si at bruk av innsatsfaktorer i komponent k ikke påvirker bruken av de samme innsatsfaktorene i komponent k' , og omvendt. Cherchye med flere (2013) bruker toppledelse og vedlikehold av bygninger som eksempler på felles innsatsfaktorer.

I det andre tilfellet antar vi at innsatsfaktorer er spesifikke for komponentene, noe som innebærer at den samlede kostnadsfunksjonen kun er summen av komponentspesifikke kostnadsfunksjoner:

$$(2.30) \quad \min\{\sum_{k \in \mathcal{K}} C_k : C_k \geq c_k(y_k), k \in \mathcal{K}\}$$

Hvis noen av innsatsfaktorene deles (på en rivaliserende måte), må kostnadsfunksjonen justeres noe:

$$(2.31) \quad \min \left\{ \begin{array}{l} \sum_{k \in \mathcal{K}} C_k + C^{shared} : C_k + C_k^{shared} \geq c_k(y_k), \\ \sum_{k \in \mathcal{K}} C_k^{shared} = C^{shared} \\ \forall k \in \mathcal{K} \end{array} \right\}$$

Likning (2.31) skiller mellom komponentspesifikke innsatsfaktorer, C_k , og delte innsatsfaktorer, C^{shared} , som fordeles mellom komponentprosesser på en rivaliserende måte. Hvis komponent k bruker mer av en delt ressurs, vil de andre enhetene få mindre av denne ressursen tilgjengelig. Eksempelvis kan dette gjelde bistand fra Kripos eller andre politienheter. Hvis ressursene til Kripos er faste, vil mer bistand til én politienhet innebære mindre bistand til andre enheter.

Vi vil nå utvide til et nytt rammeverk for modellering av flerkomponentprosesser. Som det framgår av likningene (2.29) til (2.31), handler estimering av flerkomponentprosesser i hovedsak om å estimere et system av likninger. Hvis vi på forhånd visste hvordan kostnader fordeles mellom prosessene, kunne vi effektivt estimert systemet av komponentspesifikke prosesser ved hjelp av SUR-metoden. I vårt tilfelle kan vi imidlertid kun observere det totale budsjettet og ikke hvordan dette fordeles mellom prosessene.

Videre har vi ingen kunnskap om hvorvidt (noen av) innsatsfaktorene er rivaliserende eller ikke-rivaliserende. Fra likning (2.30) til (2.31) vet vi at hvis alle innsatsfaktorer er rivaliserende, vil det totale budsjettet bli fordelt mellom de k prosessene. Fra likning (2.29) vet vi at hvis alle innsatsfaktorer er ikke-rivaliserende, vil hver prosess konsumere hele budsjettet. Det kan derfor være praktisk å skrive likning (2.29) tilsvarende som:

$$(2.32) \quad \min \left\{ \sum_{k \in \mathcal{K}} \frac{C_k}{K} : C_k \geq c_k(y_k), k \in \mathcal{K}, \sum_{k \in \mathcal{K}} \frac{C_k}{K} = C \right\}$$

Ved å bruke dette resultatet foreslår vi nå en generell modell som a) identifiserer kostnadsfordeling mellom prosesser basert på tilpasningsevnen til den statistiske modellen og b) muliggjør estimering av innsatsfaktorer som rivaliserende, ikke-rivaliserende eller en kombinasjon av disse ytterpunktene. Anta at det er I observasjoner i datasettet, som hver fordeles mellom K komponentprosesser. For eksempel vil det i tilfelle tidsserier dreie seg om årene som vurderes. La ϵ

betegne feilledd (som kan tvinges til å være ikke-negative hvis vi ønsker å estimere en DEA-modell; her vurderer vi en stokastisk frontier-modellformulering). Vår foreslåtte modell er:

$$(2.33) \quad \begin{aligned} & \min_{\epsilon, C} \sum_{i \in \mathcal{I}} \sum_{k \in \mathcal{K}} \epsilon_{ik} : \\ & \quad s. t \\ & C_{ik} = c_k(y_{ik}) + \epsilon_{ik}, \forall k \in \mathcal{K}, k \in \mathcal{K} \\ & \sum_{k \in \mathcal{K}} C_{ik} \leq K \times \bar{C}_i \\ & \sum_{k \in \mathcal{K}} C_{ik} \geq \bar{C}_i \end{aligned}$$

hvor \bar{C}_i refererer til det totale, observerbare budsjettet for enhet i .

Optimaliseringsproblemet gjør det mulig å fordele kostnader endogenet mellom komponentprosesser på en måte som maksimerer den totale tilpasningsevnen til kostnadsmodellene som estimeres basert på observerbare data som inkluderer totalbudsjett for hver enhet og resultater per enhet og prosess k . Kostnadsfordelingen må som et minimum være like stort som det nåværende budsjettet. Det vil si det rivaliserende tilfellet med henvisning til likningene (2.30) til (2.31). I tillegg må fordelingen i sitt maksimum være K ganger det nåværende budsjettet, som tilsvarer det ikke-rivaliserende tilfellet, jamfør likning (2.32).

Optimaliseringsproblemet (2.33) kan estimeres ved hjelp av parametriske og ikke-parametriske metoder. Under forutsetningen om at kostnadsfunksjonen er monoton, konveks og viser variabelt skalautbytte, kan vi bruke Convex Nonparametric Least Squares (CNLS) for å oppnå konsistente estimater av kostnadsfunksjonene.

En interessant utvidelse av den foreslåtte tilnærmingen kunne være å pålegge ensidige feilledd i likning (2.33) og utlede den tilsvarende DEA-formuleringen. Dette vil gjøre det mulig å sammenlikne vår modell med de som er foreslått av Cherchye med flere (2013) og Podinovski, Olesen og Sarrico (2018). Vi lar dette være gjenstand for videre forskning.

2.4 Vekting av produktene i politiets tjenesteproduksjon

Politiets virksomhet spenner over et bredt spekter av oppgaver. En enkel opptelling av antall saker eller oppdrag gir derfor et misvisende bilde av produksjonen, ettersom både ressursbruk og samfunnsmessig betydning varierer betydelig mellom ulike typer aktiviteter. Politiets tjenesteproduksjon består følgelig av mange ulike produkter. I prinsippet kunne alle disse inngått eksplisitt i de empiriske analysene, men både metodiske og analytiske hensyn tilsier at det er formålstjenlig å begrense og aggregere produktmengden.

Flere studier viser hvordan fronteffektivitetsmetoder kan benyttes til å vekte sammen partielle indikatorer til et helhetlig effektivitetsmål (se for eksempel Rødseth med flere 2020 i tilfellet DEA). Det er også mulig å benytte vektingsmekanismer inspirert av straffemekanismer for uteliggere og overtilpasning i maskinlæringsmetoder, som Lasso (Santosa og Symes 1986 og Tibshirani 1996).

Seleksjonsproblemer kan utgjøre en annen utfordring i vekting av saker og oppdrag, ved at noen typer oppdrag prioriteres og andre på et gitt tidspunkt summerer seg til null i dataene. Dette er ofte tilfellet for mange typer saker, for eksempel vinning. I slike tilfeller er det mulig å benytte Heckmans seleksjonsmodell eller en liknende metodikk (Heckman 1979). Denne predikerer hvorfor noen typer oppdrag har positive observasjoner på et gitt tidspunkt og andre ikke, ved å tillegge

en sannsynlighet for nullobservasjoner. Dermed unngås skjevhet knyttet til at antall saker ikke kan reduseres under null. På et aggregert nivå blir denne problematikken mindre prekær, da nullobservasjoner og observasjonsenheter som går inn og ut av datasettet sjelden utgjør et problem.

En sentral metodisk utfordring er knyttet til såkalte ikke-parametriske effektivitetsestimatorer, som StoNED og DEA, som er særlig utsatt for det som ofte omtales som Dimensjonalitetens forbannelse (Bellman 1957). Når antallet variabler blir høyt relativt til antallet observasjoner, svekkes presisjonen i effektivitetsestimaterne. I DEA-rammeverket innebærer dette at modellen i økende grad mister evnen til å skille mellom effektive og ineffektive enheter. Uten bruk av bootstrapping vil mange observasjoner da framstå som effektive, ettersom de havner på den estimerte effektivitetsfronten. Bootstrapping, slik metoden er utviklet av Simar og Wilson (2007), baserer seg på resampling med tilbakelegging for å anslå usikkerheten i effektivitetsmålene, blant annet gjennom konfidensintervaller. I våre analyser benyttes bootstrapping utelukkende i forbindelse med Simar og Wilsons tostegs-DEA-tilnærming.

Også i parametriske modeller, som stokastisk frontanalyse (SFA), stilles det krav til forholdet mellom antall observasjoner og antall forklaringsvariabler. For å sikre tilstrekkelig mange frihetsgrader og unngå overestimerte eller lite troverdige effektivitetsmål, må datagrunnlaget være vesentlig større enn modellens dimensjonalitet. I tillegg gir modeller med færre variabler ofte mer oversiktlige og lettere tolkbare resultater, der de enkelte effektene framstår klarere.

Selv om det dermed foreligger sterke argumenter for å konsolidere produktdimensjonen, reiser dette spørsmålet om hvordan ulike produkter skal vektes mot hverandre. I effektivitetsanalyser finnes det i hovedsak to tilnærminger til dette. Den ene tar utgangspunkt i normative prioriteringer, slik disse kommer til uttrykk i offentlige styringsdokumenter. Den andre innebærer at vektene estimeres empirisk, basert på produktenes betydning for politiets kostnader.

Styringsdokumentene gir klare signaler om politiets prioriteringer, men det er metodisk krevende å omsette disse direkte til kvantitative vekter i en regresjonsanalyse. Prioriteringene kan dessuten endre seg over tid. Samtidig vil politiets faktiske ressursbruk reflektere gjeldende prioriteringer, og denne ressursallokeringen fanges opp indirekte gjennom de estimerte kostnadsrelasjonene.

For å håndtere utfordringene knyttet til Dimensjonalitetens forbannelse, og samtidig ta hensyn til behovet for et begrenset antall forklaringsvariabler, velger vi å aggregere og vekte sammen ulike prioritets- og kriminalitetskategorier. Denne tilnærmingen gjør det mulig å synliggjøre heterogenitet i sakstyper og ressursbruk uten å øke antallet produkter i kostnadsfunksjonen. Politiets tjenesteproduksjon representeres dermed ved tre overordnede produktkategorier: antall politioppdrag, antall straffesaker samt saksmengden innenfor sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester. En nærmere beskrivelse av disse kategoriene gis i delkapittel 4.2.

De to førstnevnte kategoriene dekker det operative politiarbeidet, herunder kriminalitetsbekjempelse og -forebygging, etterforskning, opprettholdelse av offentlig orden, akuttberedskap, kontroller og redningsoppdrag. For disse operative produktkategoriene benytter vi fire alternative tilnærminger til intern vektning:

- S1 Lik vektning av alle saker innen hver produktgruppe
- S2 Vektning basert på ressursbruk
- S3 Vektning ved metodikken «[tvilen til gode](#)»
- S4 Vektning basert på «[singelindeksmodellen](#)»

De enkelte tilnærmingene gjennomgås i detalj i de påfølgende seksjonene. For de tre sistnevnte metodene baserer vektene seg på resultatene fra regresjonsanalysene.

Sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester kunne i utgangspunktet vært modellert som to separate produkter. Begge kategoriene utgjør imidlertid en relativt begrenset del av politiets samlede virksomhet. Politiets ressursallokeringsmodell (RAM) og regnskapstall indikerer at de ikke-operative tjenestene samlet står for om lag ti prosent av de totale driftskostnadene, med en forholdsvis jevn fordeling mellom de to delkategoriene. Av hensyn til modellens dimensjonalitet og behovet for tilstrekkelig mange frihetsgrader representeres derfor den ikke-operative tjenesteproduksjonen ved ett samlet produkt i kostnadsfunksjonen.

Datatilgangen for de ikke-operative tjenestene er mer begrenset enn for de operative, ettersom vi ikke har tilgang til tilsvarende mikrodata. Dette reduserer mulighetene for å teste alternative vektingsstrategier. I den uvektede varianten telles alle saker innenfor sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester likt. Det er samtidig verdt å merke seg at gjennomsnittskostnadene per sak i de to kategoriene ikke avviker vesentlig fra hverandre, selv om det eksisterer betydelig intern heterogenitet. I de vektete regresjonene anvendes kostnadsbaserte vektorer innenfor de to delkategoriene, som nærmere beskrevet i seksjon 4.3.3.

For straffesaker og politioppdrag benytter vi fire alternative spesifikasjoner (S1–S4), der formålet er å undersøke hvordan ulike metoder for aggregering av delprodukter påvirker resultatene. Et hovedprodukt k for politidistrikt i på tidspunkt t konstrueres ved å aggregere delprodukter $x_{k,q,i,t}$, der q indekserer ulike sakstyper innenfor hovedproduktet. For eksempel vil delproduktene under straffesaker kunne omfatte vinningskriminalitet, voldssaker, trafikksaker og tilsvarende kategorier.

La $w_{k,q}$ betegne vekten knyttet til delprodukt q . Hvert hovedprodukt defineres da som en vektet sum av sine delprodukter:

$$(2.34) \quad y_{k,i,t} = \sum_q^{Q_k} w_{k,q} x_{k,q,i,t}, \quad k = 1, \dots, K$$

Ulike valg av vektorer $w_{k,q}$ og implikasjonene av disse diskuteres nærmere i de følgende kapitlene.

2.4.1 Lik vektning av alle saker innad i hver saksgruppe

Den enkleste vektingsstrategien innebærer at alle saker tillegges samme vekt innenfor hver hovedkategori. Formelt innebærer dette at $w_{k,q} = 1$ for alle hovedprodukter k og delprodukter q . Hovedproduktet for straffesaker eller oppdrag reduseres da til en ren summering av underkategoriene:

$$(2.35) \quad y_{k,i,t} = \sum_q^{Q_k} x_{k,q,i,t}, \quad k = 1, \dots, K$$

Denne tilnærmingen forutsetter implisitt at alle sakstyper bidrar likt til både ressursbruk og tjenesteproduksjon, en antakelse som åpenbart er sterk. Lik vektning fanger dermed ikke opp systematiske forskjeller i kompleksitet, ressursintensitet eller samfunnsmessig betydning mellom delprodukter. Metoden har derfor begrenset selvstendig analytisk verdi, men fungerer som et nyttig referansepunkt for sammenlikning med mer sofistikerte vektingsstrategier som eksplisitt forsøker å differensiere mellom sakstyper.

2.4.2 Vekting ved hjelp av ressursbruk

En mer informativ tilnærming er å vekte sakene etter forventet ressursinnsats. For politioppdrag innebærer dette vekting etter bruk av mannskaper og øvrige operative ressurser, mens straffesaker vektet etter forventet saksbehandlingstid. For ikke-operative tjenester benyttes kostnadsandeler fra regnskapet til å vekte sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester. Med unntak av varianten med lik vekting, anvendes kostnadsbaserte vekter innenfor disse delkategoriene i alle spesifikasjoner.

Et sentralt skille mellom denne metoden og de øvrige vektingsstrategiene er at estimeringen tar utgangspunkt i den enkelte sak eller det enkelte oppdrag, betegnet j , snarere enn i aggregerte delkategorier q . La $b_{k,j,i,t}$ betegne faktisk ressursbruk knyttet til sak eller oppdrag j under hovedprodukt k i politidistrikt i på tidspunkt t . Vektene kan da estimeres ved hjelp av en regresjonsmodell av formen:

$$(2.36) \quad b_{k,j,i,t} = w_1 + \sum_{q=2}^{Q_k} w_{k,q} \mathbb{I}_{k,j,q,i,t} + \epsilon_{k,j,i,t}, \forall k, j, i, t$$

der $\mathbb{I}_{k,j,q,i,t}$ er en indikatorvariabel som angir hvilken delkategori saken tilhører, og $\epsilon_{k,j,i,t}$ er et restledd. Den estimerte ressursbruken per sak benyttes deretter til å konstruere et vektet hovedprodukt:

$$(2.37) \quad \hat{y}_{k,i,t} = \sum_j \left[\hat{w}_1 + \sum_{q=2}^{Q_k} \hat{w}_{k,q} \mathbb{I}_{k,j,q,i,t} \right], \forall k, i, t$$

I denne spesifikasjonen tildeles alle saker innenfor samme delkategori identisk vekt, gitt ved summen av konstantleddet og den estimerte kategorispesifikke koeffisienten.

Fordelen med ressursbasert vekting er at modellen enkelt kan utvides med ytterligere kjennetegn ved den enkelte saken. Slike forklaringsvariabler kan omfatte indikatorer for samtaleklassifisering, bevæpning, type oppklaring, årseffekter, samt antall involverte ofre, gjerningspersoner eller vitner. Inkluderes slike variabler, avhenger den estimerte ressursbruken ikke bare av sakstype, men også av sakens kompleksitet:

$$(2.38) \quad \hat{y}_{k,i,t} = \sum_j \left[\hat{w}_1 + \sum_{q=2}^{Q_k} \hat{w}_{k,q} \mathbb{I}_{k,j,q,i,t} + \sum_l \hat{\delta}_l d_{l,j,k,i,t} \right], \forall k, i, t$$

der $d_{l,j,k,i,t}$ betegner et sett av saksspesifikke kjennetegn.

2.4.3 Vekting ved hjelp av «tvilen til gode»-metodikken

«Tvilen til gode»-metodikken (Benefit of the Doubt, BoD) fastsetter vekter ved hjelp av DEA-analyser uten eksplisitte innsatsfaktorer. Intuisjonen er å la hver enhet velge de vektene som gir et mest mulig fordelaktig bilde av egen produktivitet, innenfor felles og konsistente rammer (se Charles, Aparicio og Zhu 2019). I denne analysen anvendes elleve sakstyper og fem prioriteringskategorier, samlet i delproduktindeksen q .

I motsetning til de øvrige vektingsstrategiene tillates vektene her å variere både mellom politidistrikter, over tid og mellom delprodukter. Metoden implementeres i to trinn. I første trinn estimeres vektene $w_{k,q,i,t}$ ved å løse følgende lineære optimeringsproblem for hver enhet:

$$(2.39) \quad \begin{aligned} & \max_w \sum_q w_{k,q,i,t} x_{k,q,i,t} && \text{gitt} \\ & \sum_q w_{k,q,i,t} x_{k,q,i,t} \leq \sum_q x_{k,q,i,t}, \quad \forall k, i, t \\ & w_{k,q,i,t} \geq 0, \quad \forall k, q, i, t \end{aligned}$$

Løsningsproblemet er utformet slik at vektene velges til fordel for den enkelte enhet, innenfor et felles sett av restriksjoner som gjelder for alle. Den første restriksjonen fastsetter en felles referanseramme ved å sette et tak på den aggregerte produksjonsindikatoren, mens kravet om ikke-negative vektorer utelukker at økt aktivitet i et delprodukt kan trekke den samlede produksjonen ned. Dermed sikres det at de sammensatte produksjonsmålene for hvert hovedprodukt er svakt voksende i hvert enkelt delprodukt.

I neste fase benyttes de beregnede vektene fra første trinn til å konstruere hovedproduktene som vektete summer av delproduktene, $y_{k,i,t} = \sum_q^{Q_k} \hat{w}_{k,q,i,t} x_{k,q,i,t}, \forall k, i, t$ for alle hovedprodukter, politidistrikter og tidsperioder. Disse størrelsene inngår deretter direkte i estimeringen av kostnadsfunksjonen, som gjennomføres ved hjelp av rapportens tre overordnede tilnæringer til effektivitetsanalyse.

2.4.4 Vekting basert på singelindeksmodellen

Både ressursbasert vekting og «tvilen til gode»-metodikken innebærer estimering i to separate steg, noe som kan medføre tap av effektivitet i parameterestimaten. Som et alternativ undersøker vi derfor en singelindeksmodell, der vektingen implisitt estimeres samtidig med kostnadsfunksjonen. Metoden er egenutviklet og kun kvalitetssikret i forbindelse med vårt forskningsprosjekt. Resultatene bør derfor tolkes med varsomhet.

Singelindekstilnærmingen er formulert innenfor rammen av CNLS-estimatoren, jf. kapittel 3.2.3. I utgangspunktet tillater CNLS individuelle marginalkostnader for hvert produkt, distrikt og tidsperiode. For å muliggjøre en felles vektingsstruktur antar vi at marginalkostnaden til hvert delprodukt kan dekomponeres i en enhetsspesifikk komponent og en felles delproduktspesifikk komponent, slik at:

$$(2.40) \quad \ln c_{i,t} = \ln(\beta_{0,i,t} + \sum_k^K \sum_q^{Q_k} (\delta_{k,i,t} + w_{k,q}) x_{k,q,i,t}) + \epsilon_{i,t}$$

Leddene $\sum_k^K \sum_q^{Q_k} w_{k,q} x_{k,q,i,t}$ representerer forskjellen mellom modellen i likning og CNLS-estimatoren for modellen uten vekting (S1). Uttrykket kan formuleres om til en lineær regresjonsmodell som kan estimeres med kvadratisk optimering:

$$(2.41) \quad \ln c_{k,i,t} = \ln(\beta_{0,k,i,t} + \sum_k^K \delta_{k,i,t} (\sum_q^{Q_k} x_{k,q,i,t}) + \sum_k^K \sum_q^{Q_k} w_{k,q} x_{k,q,i,t}) + \psi_{i,t}$$

Her vektet de de ulike delproduktene ved å bruke standard minste kvadrats metode med stabile parameterne $w_{k,q}$ over politidistrikter og tid. En vesentlig konsekvens av dette er at vektene ikke påvirker Afriat-ulikhetene i CNLS-estimatoren, og dermed heller ikke kostnadsfunksjonens form eller krumning. Som i den ordinære CNLS-estimatoren og i «tvilen til gode»-tilnærmingen pålegges vektene en ikke-negativ begrensning, $w_{k,q} \geq 0$ for alle k, q , for å sikre at kostnaden øker med produksjonsnivået og at kostnadsfunksjonen dermed er monotont stigende.

2.5 Sentrale hensyn knyttet til datasettets dimensjoner

I dette delkapittelet tar vi for oss sentrale hensyn knyttet til datasettets dimensjoner, som gir føringer for hvilke tilpasninger man bør gjøre, og hvilke empiriske muligheter man har. Vi starter med å ta for oss avgrensinger av og sammenhenger mellom beslutningsenheter og tjenesteområder. Deretter tar vi for oss hvordan tidsdimensjonen kan utnyttes, dersom man utvider fra et tverrsnittdatasett – flere beslutningsenheter og én periode – til et paneldatasett – med både flere beslutningsenheter og perioder.

2.5.1 Fastsettelse av beslutningsenheter og tjenesteområder

En viktig avklaring i denne typen effektivitetsstudier er å avklare hvilket geografisk aggregeringsnivå man skal legge seg på. Det man ønsker er å finne riktig aggregeringsnivå å legge seg på (for eksempel politidistrikter, funksjonelle driftsenheter, geografiske driftsenheter eller politistasjoner), der enhetene kan ses på som beslutningstakere. Dersom det er mulig, bør man helst måle produksjon, produksjonsressurser og sentrale forhold i omgivelsene over tid (altså en såkalt paneldatastruktur). For å få samsvar mellom produksjon og produksjonsinnsatsen anser vi politidistrikter som det mest egnede nivået å foreta analyser på.

Dersom man ønsker mer disaggregerte analyser, kan man...:

- ... begrense seg til enklere partielle mål.
- ... konsentrere seg om deler av politiet som lar seg isolere.
- ... operere med komplekse modeller som egner seg til å modellere fellesenheter, det vil si enheter yter produksjon til flere andre enheter.

Et annet sentralt punkt er hvilken del av politiets virksomhet man skal inkludere, selv om målet er å fokusere på kjernevirksomheten. Hensynet til variabeltilgangen kan legge føringer for hvilke deler av politiets virksomhet som bør tas hensyn til. Det er viktig å håndtere tjenesteglidninger der det er vanskelig å få samsvar mellom produksjon og produksjonsressursene. For eksempel bistår politidistriktene i ulik grad politiets spesialtjenester (for eksempel i Kripes eller Økokrim) og til lokale tjenester som ligger utenfor kjernevirksomheten (for eksempel påtalemyndigheten og Namsfogden). Dette kan gjøres ved å benytte proxier for den delen av produksjonen eller faktorinnsatsen som mangler. Man kan også inkludere dem i de manglende variabelnes sted eller som kontekstuelle variabler.

Så langt har vi diskutert effektivitetsmåling for tjenesteområdene. Dersom dette gjøres for flere tjenesteområder, vil det også være mulig å utarbeide et samlemål for hele politiet. Dersom man for eksempel foretar en input-orientert analyse over politidistrikter, vil man kunne benytte budsjettandeler til å aggregere sektorielle mål på kostnadseffektivitet opp til et mål på hvert av distriktenes kostnadseffektivitet. Rødseth med flere (2022) viser formelt at dette gir et korrekt mål på såkalt «strukturell effektivitet». Det er også mulig å jobbe seg andre veien, der man tar utgangspunkt i effektivitetsmåling i hele politiet og deretter dekomponerer effektiviteten til de ulike tjenesteområdene.

I vår studie vil det også kunne være interessant å se på effektivitetsscoren for gjennomsnittsenheten for politiet, som da vil inngå som en observasjon, men ikke ha lov til å definere beste praksis-fronten. Tilsvarende er det også mulig å beregne en samlet effektivitet for politiet som helhet, der man vekter de ulike geografiske områdene med en form for størrelsesindikator.

2.5.2 Utnyttelse av tidsdimensjonen i dataene

Estimeringene kan gjennomføres med utgangspunkt i paneldata, både innen enkeltår og på tvers av år. Denne tilnærmingen skiller seg fra analyser basert på rene tverrsnittdata ved at den eksplisitt utnytter tidsvariasjon. I årlige regresjoner kan man kontrollere for månedsvise faste effekter, mens analyser som dekker flere år i tillegg kan inkludere årsfaste effekter. Regresjonene kan gjennomføres videre med og uten enhetsfaste effekter, som fanger opp persistente forskjeller mellom politidistriktene. Enhetsfaste effekter er ikke egnet for å få fram nivåforskjeller i effektiviteten mellom distriktene, men bidrar til hvordan effektiviteten utvikler seg over tid. Det er også mulig å benytte såkalte randomiserte effekter, altså komponenter som fanger opp variasjon mellom enheter og modelleres som stokastiske variabler med en gitt fordeling.

I paneldataregresjoner er det vanlig å inkludere årsdummys eller tidstrender for å ta høyde for at forutsetningene for effektiv drift kan endre seg over tid. Slike spesifikasjoner fjerner tidsvariasjonen fra analysen, og egner seg derfor best for å sammenlikne nivåer av effektivitet mellom politidistrikter, snarere enn for å studere utviklingen over tid. For å fange opp mer drastiske endringer i rammebetingelsene, som følge av reformer eller nye oppgaver, kan man legge inn deltrender. Dersom effekten av en bestemt variabel antas å endre seg betydelig over tid – for eksempel på grunn av teknologisk utvikling – kan det også være aktuelt å inkludere interaksjoner mellom årsdummys og denne variabelen. Når fokuset er på utviklingen i politiets samlede virksomhet, kan man benytte faste effekter for de regionale enhetene. Alternativt kan man bruke randomiserte effekter dersom variasjonen i restleddet antas å være regionalt betinget, eller regionale årsdummys dersom man ønsker å fange opp regionale trender over tid.

Beregningene kan utføres ved hjelp av DEA, SFA og StoNED, slik det er beskrevet i delkapittel 2.2, og med vekting av politiets oppgaveløsning som skissert i delkapittel 2.4. Metodisk kan dette innebære at teknologifronten – som representerer beste praksis – estimeres separat for hvert år, samtidig som man åpner for mulighet for teknisk tilbakegang. I tillegg kan momentene til restleddet utnyttes, for eksempel med framgangsmåten foreslått av Jondrow med flere (1982), for å identifisere enhetsspesifikke effektivitetsscorer.

Panelstrukturen over flere år gir også mulighet til å analysere vedvarende effektivitetsforskjeller mellom politidistriktene. Dette kan gjøres ved å anvende metoden til Schmidt og Sickles (1984), hvor man sammenlikner distriktsvise gjennomsnittlige avvik fra beste praksis over tid. Distriktet med det minste gjennomsnittlige avviket kan da brukes som referanse og tilordnes et effektivitetstall lik én, mens de øvrige distriktene måles relativt til denne referansen basert på differansen i avvik fra beste praksis.

For å måle produktivitetsendringer over tid er det vanlig å benytte Malmquist-indeksen (Malmquist 1953, Caves med flere 1982 og Rødseth med flere 2022). Ved beregning av produktivitetsendringer er det nødvendig å fastsette en referanse for beste praksis, på samme måte som prisindekser bruker faste vekter. Referansen kan eksempelvis baseres på observasjoner fra alle år, første år eller siste år. Dette innebærer at indeksen for forklaringsvariablene bestemmes med utgangspunkt i referanseåret(e), uavhengig av hvilket år vi måler produktiviteten til. For enkelthets skyld bruker vi i det følgende toppskrift for å angi hvilke perioder referansefronten er estimert på, og fotskrift for å angi året observasjonen gjelder. Vi utelater indeksen for beslutningsenheter innenfor politiet for å forenkle notasjonen.

Produktivitetsveksten for en enhet mellom tidspunkt t og s kan skyldes både forskyvning av teknologifronten og endringer i effektivitet i forhold til fronten. Som vist av Nishimizu og Page (1982) kan Malmquist-indeksen dekomponere produktivitetsendringer i to deler: endringer i samlet effektivitet og endringer i teknologifronten:

$$(2.42) \quad MI_{t,s}^f = \underbrace{\frac{TP_s^S}{TP_t^t}}_{\text{endring i samlet effektivitet}} * \underbrace{\frac{TP_s^*}{TP_s^S} \cdot \frac{TP_t^t}{TP_t^*}}_{\text{endring i front}}$$

Her representerer første faktor endringen i effektivitet for den enkelte enhet, mens den andre faktoren måler forbedringen i beste praksis (ofte antatt å være ikke-negativ). Indeksen tolkes slik at verdier over én indikerer produktivitetsvekst, verdien én tilsvarer uendret produktivitet, og verdier under én signaliserer produktivitetsnedgang.

Videre kan endringen i samlet effektivitet dekomponeres i teknisk effektivitet, skalaeffektivitet og allokativ effektivitet:

$$(2.43) \quad \frac{TP_s^S}{TP_t^t} = \underbrace{\frac{TE_s^S}{TE_t^t}}_{\text{endring i teknisk effektivitet}} * \underbrace{\frac{SE_s^S}{SE_t^t}}_{\text{endring i skalaeffektivitet}} * \underbrace{\frac{AE_s^S}{AE_t^t}}_{\text{endring i allokativ effektivitet}}$$

Rødseth med flere (2022) understreker også at et sammenliknbart datagrunnlag over tid er avgjørende for at vurderinger av effektivitetsendringer skal være meningsfulle.

2.6 Håndtering av endogenitetsutfordringer

En bekymring er at sjokk og effektivitetsendringer i regresjonenes restledd delvis fanges opp i både produksjonen og produksjonsressursene. Endogenitet innebærer at minst én forklaringsvariabel i en regresjon korrelerer med restleddet, noe som kan føre til systematiske skjevheter i estimatene. I så fall blir forklaringsvariablene endogene, og regresjonen blir offer for en forventningskjevhet knyttet til simultanitet. Orme og Smith (1996) argumenterer for at simultanitet i produksjonsressursene kan være særlig utfordrende i offentlig tjenesteyting. Endogenitetsproblemet vil også gjelde effektivitetsmåling, ettersom oppklarte saker er en funksjon av anmeldte lovbrudd og politiresurser.

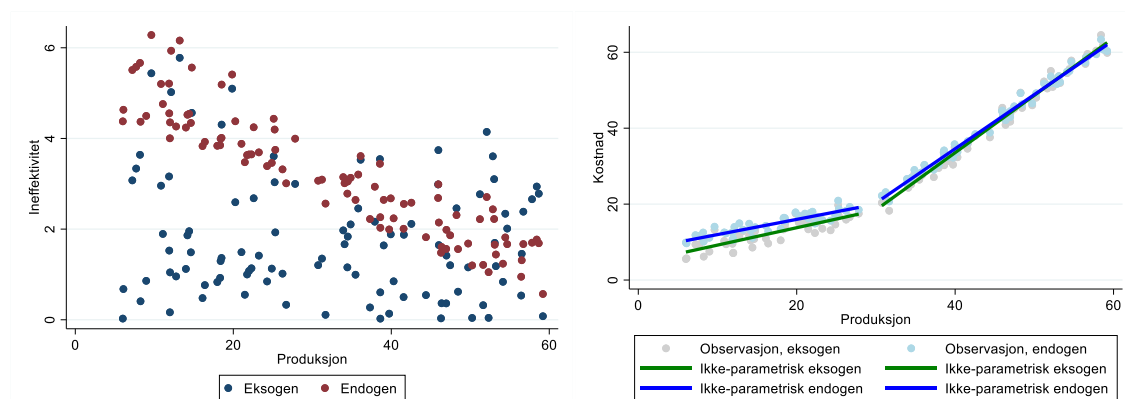
Det logiske problemet man får hvis man stopper ved politiets aktiviteter som produkt, er at null produksjon langs enkelte produktdimensjoner kan bety høy trygghet. For å oppnå dette kan det kreves mange politifolk og mye kapital, noe som i modellen vil føre til stor produksjonsinnsats, lav produksjon og høy ineffektivitet. For eksempel kan det hende at politiet ikke fanger kriminelle fordi det ikke begås noen kriminalitet. For at det ikke skal begås kriminalitet, må sannsynligheten for å bli oppdaget være svært høy. For at denne sannsynligheten skal være så høy, trengs mange politifolk og forebyggende utstyr, altså mye produksjonsinnsats, men ingen produksjon.

Slike problemer kan forekomme som følge av utelatte relevante variabler eller gjensidige kausale effekter. I en politikontekst kan endogenitet for eksempel skyldes forebyggende arbeid, manipulasjon av rapportert tjenesteproduksjon, tilpasning av innsatsen til politiets egne vurderinger i løpet av en periode, eller ignorering av eksterne hendelser som koronapandemien. Et konkret eksempel kan være at politiets prioriteringer påvirker antall registrerte saker. Dette kan gjelde både operative tiltak, som trafikkkontroller, som direkte påvirker antall anmeldte lovbrudd, og

forebyggende arbeid, som er vanskelig å kvantifisere, men som i noen grad kan reflekteres i omgivelsesforholdene og øvrig produksjon.

Kontekstuelle variabler kan fungere som sektorielle variabler. Det er også mulig å bruke variabler knyttet til ekstern måloppnåelse og sektorielle forhold utenfor politiets kontroll for dette formålet, som utbrodert kort i seksjon 3.1.1. Dersom noen produkter som kan måles (for eksempel antall saker, antall oppdrag eller oppklaringsprosent) henger sammen med forhold som ikke er direkte observerbare (for eksempel forebygging eller politienhetens effektivitet), vil vi ikke greie å måle kostnadsfunksjonen på en riktig måte med en ordinær regresjonsanalyse. Hvordan dette slår ut, blir et empirisk spørsmål. I Figur 2.9 har vi illustrert hvordan forskjellen mellom eksogen og endogen estimering kan virke inn på kostnadsestimering.

Figur 2.9 Illustrasjon av forskjellen mellom eksogene og endogene utfall langs dimensjonene produksjonen og a) ineffektivitet (t.v.) og b) kostnad (t.h.)



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Flere metoder kan håndtere endogenitetsutfordringer. For det første kan man benytte kontrollfunksjonsmetoden, hvor man modellerer endogeniteten i en kontrollfunksjon med en proxy som gjenspeiler endogeniteten. For det andre kan man benytte seg av instrumentering, der man utnytter eksogen variasjon i variabler for kausal identifikasjon. Andre identifikasjonsstrategier som «regression discontinuity» og matching er antakelig for de fleste relevante anvendelser ikke like anvendelig på data med få observasjonsheter og mange variabler. De diskuteres ikke her. Utfordringen kan også behandles i en nettverksmodell med flere lag, der politiets eksterne måloppnåelse også inngår, hvilket vi kommer tilbake til i seksjon 2.7.2.

I realiteten kan forebygging og etterretning også ses på som investeringer i framtidig kriminalitetsreduksjon. Dagens forebygging og etterretning kan dermed ses som produkter i dagens politiproduksjon og innsatsfaktorer i morgendagens politiproduksjon. Dersom forebygging og etterretning hadde vært kvantifiserbare, kunne man estimert en kapitalbeholdning for framtidig kriminalitetsbekjempelse ved å summere depresiserte investeringstall (perpetual inventory method, PIM), gitt gode anslag for prisvekst, kapitalavkastning og depresieringsraten (Goldsmith 1951). Man kunne også benyttet kapitalbeholdning for framtidig kriminalitetsbekjempelse i en dynamisk effektivitetsmodell (se for eksempel Holmen med flere 2026d).

2.6.1 Kontrollfunksjonsmetodikk

For å redusere endogenitetsutfordringer kan man forsøke å spesifisere kostnadsfunksjonen mest mulig realistisk, ved å bruke fornuftige vektorer på tjenestene innen hver kategori og ved å korrigere for kontekstuelle forhold som påvirker produksjonen, inkludert variabler som ikke lar seg måle direkte. Selv med slike tiltak kan det være nødvendig å håndtere endogenitetsproblemet aktivt for å sikre pålitelige estimater.

Kostnadsfunksjonen kan uttrykkes som:

$$(2.44) \quad \ln c_{i,t} = \ln c^*(y_{1,i,t}, \dots, y_{K,i,t}, \tilde{z}_{1,i,t}, \dots, \tilde{z}_{S,i,t}) + u_{i,t}^{kf} + v_{i,t}^{kf} + \rho_{i,t}$$

der $u_{i,t}^{kf}$ representerer effektivitet, $\rho_{i,t}$ fanger opp uobserverbare politiltak som forebygging og etterretning, mens $v_{i,t}^{kf}$ er øvrig stokastisk variasjon. Siden antall rapporterte saker $y_{1,i,t}$ påvirkes av forebyggingsinnsatsen, gjør dette kostnadsfunksjonen sårbar for endogenitet.

Inspirert av ikke-frontbasert kontrollfunksjonsmetodikk (se for eksempel Olley og Pakes 1996, Levinsohn og Petrin 2003, Wooldridge 2009, Van Beveren 2013, Ackerberg med flere 2015) kan simultanitetsutfordringer i de forklarende variablene løses ved å introdusere kontrollfunksjoner i et oppsett for simultan frontestimering. Her kombinerer man frontestimeringer med kontrollfunksjoner og proxier for å anslå den endogene systematikken i restleddet (se for eksempel Møller med flere 2013, Orme og Smith 1996, Shee og Stefanou 2015 og Rødseth med flere 2025b). Denne tilnærmingen har vi også benyttet i vårt forskningsprosjekt (se Holmen med flere 2026c). Metodens prinsipp er å bruke proxyvariabler for uobserverbare faktorer som korrelerer med de endogene forklaringsvariablene. For eksempel brukes investeringer eller produktinnsats som proxy for kapital i Olley og Pakes (1996) og Levinsohn og Petrin (2023), under forutsetning av monotone sammenhenger mellom proxy og endogen variabel.

I en politikontekst kan man anta at det eksisterer en teoretisk og empirisk sammenheng mellom antall rapporterte saker, forebygging og andre variabler som påvirker kriminalitetsomfanget, som sosioøkonomiske forhold og andre kontekstuelle variabler. Produksjonen kan da uttrykkes som:

$$(2.45) \quad y_{k,i,t} = h(\tilde{z}_{1,i,t}, \dots, \tilde{z}_{S,i,t}, \rho_{i,t})$$

Med passende antagelser om $h(\cdot)$ kan man løse for den uobserverbare variabelen $\rho_{i,t}$, slik at den beskrives som en funksjon av observerbare variabler. Kostnadsfunksjonen i logaritmeform blir da

$$(2.46) \quad \ln c_{i,t} = \ln c^*(y_{1,i,t}, y_{2,i,t}, y_{3,i,t}) + H^{-1}(\tilde{z}_{1,i,t}, \dots, \tilde{z}_{S,i,t}, \rho_{i,t}) + u_{i,t}^{kf} + v_{i,t}^{kf}$$

Funksjonen $H^{-1}(\cdot)$ gir en observerbar beskrivelse av forebyggingsinnsatsen, og ρ_i er dermed ikke lenger en utelatt variabel. Dette reduserer endogenitetsproblemet og sikrer at estimatene ikke blir forventningskjevne.

Mens kontrollfunksjonslitteraturen ofte benytter fleksible parametriske funksjonsformer, kan man bruke en enkel lineær kontrollfunksjon for å begrense antall parametere. Dette kan kombineres med semi-parametrisk estimering, der kostnadsfunksjonen $c^*(\cdot)$ estimeres ikke-parametrisk, mens kontrollfunksjonen $H^{-1}(\cdot)$ estimeres parametriske. Dette gjør at modellen selv kan skille mellom variasjon som forklares av kostnadsfunksjonen, og variasjon som fanges opp av kontrollfunksjonen. For å sikre teoretisk konsistens kan man pålegge monotone sammenhenger:

kontrollfunksjonen kan avta med antall straffesaker og operative oppdrag, men øke med ikke-operative oppdrag som sivil rettspleie og gebyrfinansierte tjenester.

Denne tilnærmingen kan håndtere mange proxyer for endogenitet samtidig som den fleksible kostnadsfunksjonen gjør det enklere å skille ut simultanitet fra restleddet. Dette gir en robust kombinasjon av lineær kontrollfunksjon og ikke-parametrisk kostnadsfunksjon, som både ivaretar teoretiske forutsetninger og reduserer risikoen for skjeve estimater.

2.6.2 Instrumentering

Vi vil i det følgende fokusere på instrumentering som en måte å behandle utfordringene. Instrumentering er en teknikk for å håndtere at gjensidige avhengighet mellom restleddet i regresjonene og både inputs og outputs kan føre til forventningsskjeve estimater. Ved instrumentmetodikk innebærer det at man i første steg prediker omfanget av kriminalitet, saker, oppdrag og etterspørsel etter sivile saker med observerbare variabler. Deretter bruker man predikerte variabler inn i effektivitetsanalysen.

Med utgangspunkt i litteraturgjennomgangen over, og ved å la y_i definere antall saker (av ulike typer) under behandling av enhet i og c_i definere de tilsvarende kostnadene, utleder vi en tilsynelatende standard stokastisk grenselikningsmodell fra litteraturen om måling av politiets effektivitet:

$$(2.47) \quad \ln c_i = \ln g^{inst}(y_i) + \epsilon_s^{inst}$$

En bekymring er at kostnadsfunksjonen i likningen ikke kan estimeres effektivt og konsistent på grunn av muligheten for toveis årsakssammenheng.

Når disse behandles med instrumentmetodikk, trenger man variabler som kan opptre som instrumenter for den tjenesteproduksjonen, som man frykter er endogen. For at variabler skal kunne opptre som gyldige instrumenter må de være korrelert med den muligens endogene tjenesteproduksjonen, men ikke med regresjons restledd. En gruppe instrumentkandidater knytter seg til forhold i omgivelsene, gjerne av sosioøkonomisk karakter. En annen gruppe instrumentkandidater er produksjonsrelaterte forhold utenfor politiets kontroll, som eksterne henvendelser eller alvorlige kriminalsaker.

En utbredt tilnærming til instrumentering er Two-Stage Least Squares («totrinns minste kvadraters estimator», forkortet 2SLS). I første trinn av denne metoden estimerer vi det forventede antallet rapporterte lovbrudd underlagt politiets involvering som en funksjon av kontekstuelle variabler. I andre trinn korrelerer vi det forventede antallet lovbrudd med kostnadene ved å drive politiet. Dette gjør det mulig å estimere kostnadseffektivitet etter å ha kontrollert for strategisk atferd fra politiets side.

2.7 Måleproblematikk forbundet med omgivelsene

En del av måleproblematikken forbundet med effektivitetsmålingen går ikke på selve produksjonsprosessen, men hvordan omgivelsene rundt spiller inn. I dette kapittelet redegjør vi for det første kort både for betydningen av omgivelsene for politiets tjenesteproduksjon gjennom

kontekstuelle variabler. For det andre tar vi for oss politiets tjenesteproduksjons intenderte innvirkning på omgivelsene i form av ekstern måloppnåelse.

2.7.1 Håndteringen av kontekstuelle variabler

I nyere litteratur har man i økende grad inkludert variabler som ikke direkte kan klassifiseres som innsatsfaktorer eller produksjonsmål, ved å analysere hvordan disse samvarierer med estimerte effektivitetsnivåer. Slike variabler omfatter typisk rammebetingelser og eksogene kjennetegn, som organisatoriske forhold, regionalt inntektsnivå, andel innvandrere, befolkningstetthet, samt ulike kvalitetsindikatorer, herunder oppklaringsprosent og tilfredshetsmålinger. Vi viser til seksjon 3.1.3 og seksjon 3.3.3 for om konkrete kontekstuelle variabler.

Det er en rekke forhold som ikke kan påvirkes av politiet direkte, men som kan ha betydning for hvor mye produksjon de får ut av produksjonsressursene. Disse gjelder typisk sektor-spesifikke bakenforliggende forhold eller mer generelle geografiske og sosioøkonomiske forhold forbundet med sentralitet, demografi og regionaløkonomi (se Rødseth med flere 2022 for detaljer).

Formelt definerer vi «kontekstuelle faktorer» som z_s . Det er i utgangspunktet to tilnærminger til å modellere slike faktorer i litteraturen. Den første er betingede effektivitetsmål:

$$(2.48) \quad x_s = f_s^{omg}(y_s, q_s; z_s) e_s^{omg}$$

Betingede effektivitetsmål innebærer at produksjonsfronten er betinget på kontekstuelle faktorer, men at kontekstuelle faktorer ikke inngår som variabler i selve produksjonsmodellen. Betinget metodikk innebærer at man estimerer produksjonsfronten for en geografisk politienhet kun basert på politienheter med «like rammevilkår» som den gjeldende enheten. Dette står i motsetning til konvensjonell estimering, hvor alle andre politienheter brukes i estimeringen av produksjonsfronten. Denne forskjellen innebærer at en politienhet normalt vil framstå som mer effektiv ved bruk av betinget metodikk sammenliknet med konvensjonell metodikk.

En mer vanlig måte å håndtere kontekstuelle variabler på er som vi gjorde i kapitlet om kvalitet, nemlig å anta at kontekstuelle faktorer er additivt separable. De påvirker dermed ikke formen på produksjonsfronten, men er bestemmende for nivået på kostnadsminimumet (det vil si beste praksis):

$$(2.49) \quad x_s = f_s^{omg}(y_s, q_s) e^{g^{omg}(z_s) + \epsilon_s^{omg}}$$

Vi anbefaler å bruke standard metodikk for kontekstuelle faktorer, og å unngå å gjøre tilpasninger av variablene i effektivitetsanalysen for å ta hensyn til kontekstuelle forhold.

I noen tilfeller vil kontekstuelle variabler kunne være endogene, hvilket innebærer at de er korrelert med restleddet i regresjonslikningen, slik at man får forventingskjevde estimater. I slike tilfeller kan det være aktuelt å benytte seg av instrumenter, som er korrelert med den kontekstuelle variabelen, men ikke restleddet (se for eksempel Cazals med flere 2016 og Rødseth med flere 2025b), eller andre kontekstuelle variabler som er eksogene. Merk ellers at kvalitetsaspektet ofte håndteres analogt med kontekstuelle variabler (jmfør seksjon 2.3.1). I en paneldatasetting vil det dessuten være relevant å håndtere persistente kontekstuelle variabler med et rammeverk med enhetsfaste effekter (se seksjon 2.5.2).

I DEA-analyser håndteres denne typen variabler ofte gjennom ettermodeller, gjerne i form av totrinnsmodeller (Benito, Martínez-Córdoba og Guillamón 2021 og Flegl og Gress 2023). Ved DEA er estimeringsprosedyren til Simar og Wilson (2007) beste praksis i ubetingede effektivitetsmålinger, mens metodikken til Daraio og Simar (2005 og 2007) er det utgjør beste praksis-estimeringsprosedyren ved betingede effektivitetsmålinger (se seksjon 2.2.1 for detaljer). Tretrinnsstilnæringer kan også anvendes. Som et alternativ kan kontekstuelle faktorer inngå direkte som betingelser i DEA-modeller.

Ved bruk av SFA estimeres slike forhold derimot samtidig med produkt- eller kostnadsfunksjonen. Dersom det foreligger betydelig uobservert tilfeldig variasjon i sammenhengen mellom politiinnsats og forebyggende effekt, kan dette også adresseres ved etterfølgende modellering. Her modelleres impulser fra eksogene kontekstuelle variabler på produksjonsteknologien og ineffektivitetsfordelingen som skift, skalering eller begge deler (se seksjon 2.2.2 for litteraturreferanser på dette). Tilsvarende grep kan foretas ved bruk av StoNED. For videre diskusjon av behandlingen av kontekstuelle variabler viser vi til seksjon 2.2.1 for DEA, seksjon 2.2.2 for SFA og seksjon for 2.2.3.

2.7.2 Ekstern måloppnåelse

Politiets tjenesteproduksjon er ikke et mål i seg selv, men et middel for å forbedre måloppnåelsen for politiets samfunns mål. Dersom man vil ta hensyn til politiets eksterne måloppnåelse, kan man utvide rammeverket for effektivitetsmåling til å inkludere disse faktorene i tillegg til tjenesteproduksjonen og produksjonsinnsatsen. I et rammeverk med eksterne målsettinger som produkter istedenfor tjenesteproduksjonen, måler man ekstern effektivitet framfor intern effektivitet (se for eksempel Førstund 2017).

For å fange opp rekkefølgen i den virkelige prosessen kan man strukturere modellen som et nettverk. Her vil ressurser først påvirke forebyggelsesinnsatsen og dermed nivået på rapporterte saker. Deretter vil både de tilgjengelige ressursene og antall rapporterte saker påvirke oppklaringsresultatet. Denne sekvensielle logikken gjenspeiler hvordan arbeidet faktisk foregår. Innsats fører til et visst nivå av forebygging og rapporterte hendelser, som igjen danner utgangspunktet for oppklaringsarbeidet.

Gjennom en modellbasert tilnærming kan politiets produktivitet analyseres ved å tenke på virksomheten som en tokomponentprosess. Det kan være relevant å modellere innsatsfaktorer, produkter og samfunnsutfall ved hjelp av en nettverksstruktur (for eksempel at innsatsfaktorer produserer output, mens utfall er funksjoner av output, som i Førstund, 2017). Nettverks-DEA er eller en annen dynamisk modell med flere lag utgjør en mulig tilnærming for å analysere både intern og ekstern effektivitet.

I tilfellet politiet vil det være aktuelt med en tre-lags modell med enkelte virkninger kryss på tvers. Den første komponenten handler om forebygging, som har til hensikt å redusere antall rapporterte lovbrudd. Den andre komponenten er oppklaring, som søker å øke andelen oppklarte saker blant de som allerede er rapportert. Disse to oppgavene er sammenvevd, da antall rapporterte saker både fungerer som et mål på hvor effektiv forebyggelsen har vært – der lavere tall er bedre – og som det faktiske arbeidsgrunnlaget for oppklaringsavdelingen, der en høy oppklaringsandel er ønskelig. Politiet står dermed overfor et kontinuerlig valg om hvordan de skal fordele sine ressurser mellom disse to hovedområdene.

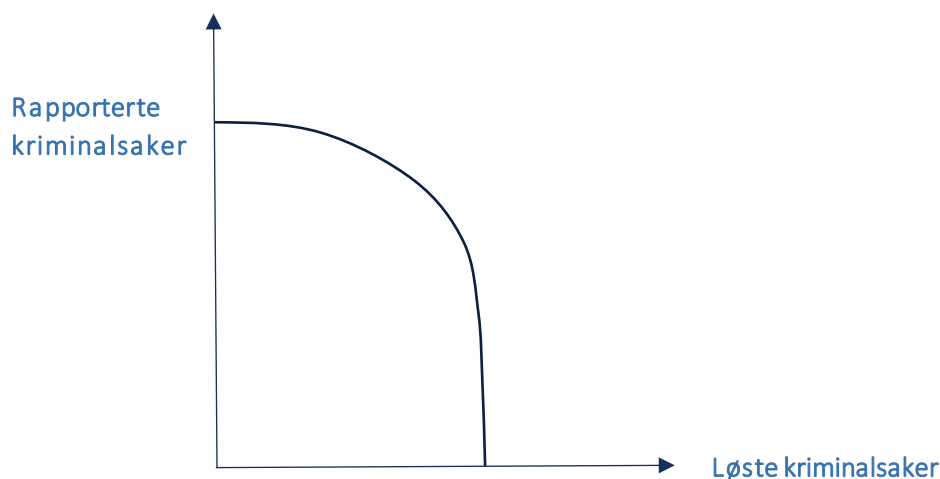
Målfunksjonen for politiet er å minimere kriminalitet og andre utfordringer politiet skal håndtere for å skape trygghet for alle og ivareta politiets øvrige målsetninger (nivå 3). Dette gjøres gjennom politiets aktiviteter, der kriminelle blir tatt, risikoen for å bli tatt er høy, den ikke-operative politi-produksjonen er på et ønskelig nivå med mer (nivå 2). Politiets aktiviteter gjennomføres av politifolk ved hjelp av nødvendig kapital- og produktinnsats, som eiendom, kjøretøy, maskinell, varer og tjenester og så videre (nivå 1). En slik modell kan også bidra til å dempe utfordringene med at en del av produksjonsinnsatsen underbygger politiets eksterne måloppnåelse gjennom blant annet forebygging og etterretning, uten å gå direkte gjennom den kvantifiserbare politi-produksjonen, jmfør delkapittel 2.6.

Resultatet av en slik analyse er et estimert produksjonssett som viser de mulige kombinasjonene av rapporterte og oppklarte saker en politietat kan oppnå med en gitt ressursmengde. Produksjonssettet vil ta form som et område under en diagonal linje, ettersom det praktiske prinsippet om at antall oppklarte saker ikke kan overstige antall rapporterte alltid må tilfredsstilles. Dette settet gir ikke bare et mål på total effektivitet, men muliggjør også en vurdering av hvordan et distrikt faktisk velger å balansere ressursbruken mellom forebygging og oppklaring. På denne måten gir modellen et nyansert og handlingsorientert bilde av politiets produktivitet.

Dersom man utvider rammeverket til å undersøke ekstern effektivitet og måloppnåelse av samfunns mål snarere enn bare intern effektivitet og produksjonsprosessen, vil man raskt kunne støte på andre endogenitetsutfordringer. Ressursbruken påvirker antall rapporterte saker, samtidig som antall rapporterte saker påvirker hvor mye ressurser som må avsettes til oppklaring – en gjensidig påvirkning som kan skjevsette tradisjonelle analyser. For å håndtere dette og oppnå pålitelige estimater, kan man for eksempel ta i bruk en kombinasjon av en instrumentvariabeltilnærming og en ikke-parametrisk metode, kjent som CNLS (se seksjon 2.2.3). Verdien av denne kombinerte tilnærmingen kan illustreres gjennom en Monte Carlo-studie, som vil kunne vise at den er mindre utsatt for skjevheter sammenliknet med mer parametriske alternativer, nettopp på grunn av sin aksiomatiske struktur.

Denne tilnærmingen impliserer et produksjonssett, som illustrert i Figur 2.10. Figuren tar hensyn til at antallet rapporterte saker alltid må overstige antallet oppklarte saker.

Figur 2.10 Illustrasjon av sammenhengen mellom løste og rapporterte kriminalsaker



Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

3 Data

Dette kapittelet gir en oversikt over hvordan data til effektivitetsstudier av politiet kan identifiseres, operasjonaliseres og behandles. Formålet er å gi en strukturert framstilling av hvilke datakilder som finnes, hvordan disse kan brukes, og hvilke erfaringer vi har gjort oss underveis i prosjektet. Kapittelet er dermed utformet som et oppslagsverk for lesere som ønsker innsikt i hva som kreves for å gjennomføre empiriske analyser av politiets ressursbruk og tjenesteproduksjon.

Studien vår handler primært om indre effektivitet, altså forholdet mellom ressursbruk og tjenesteproduksjon. Det krever data som både beskriver innsatsfaktorer og produksjon på en konsistent måte på tvers av geografi og over tid. Samtidig omtaler vi også her kilder som kan brukes til å studere ytre effektivitet, kvalitet og samfunnseffekter. Dette gir et bredere bilde av hvilke indikatorer som finnes, og hva som kan være relevant i andre typer analyser.

3.1 Datakilder

Effektivitetsstudier av politiet forutsetter et bredt sett av indikatorer, og dermed bruk av flere kilder. I dette delkapittelet gjennomgår vi flere slike: politiets systemer og registre, kilder for regnskap og personaldata og annen statistikk og eksterne kilder. For en mer detaljert beskrivelse av hvordan kildene er benyttet i vår effektivitetsstudie, se Holmen med flere (2026b) og Holmen med flere (2026c).

3.1.1 Politiets tjenesteproduksjon

Når man skal belyse tjenesteproduksjonen i effektivitetsstudier, er politiets registre de viktigste kildene. Registerne dekker ulike deler av virksomheten og gir dermed forskjellige innfallsvinkler til hva politiet faktisk gjør. Samtidig varierer både formål, detaljeringsgrad og datakvalitet mellom systemene. I dette delkapittelet beskriver vi de viktigste kildene og hva slags informasjon de kan gi, samt noen av begrensningene det er nyttig å kjenne til når de brukes i analyser av effektivitet. Denne statistikken kan også være relevant i beskrivelsen av de sektorielle omgivelsene som politiet operer i og i søken etter eksogen variasjon, som eksterne henvendelser og indikatorer på uregistrert kriminalitet (se seksjon 3.3.1 for en kort utbrodering). Mulighetene for uttrekk vil også endre seg etter hvert som systemene videreutvikles. Det faktum at vi ikke har kunnet bruke en bestemt kilde i dette prosjektet, betyr derfor ikke at den ikke kan være tilgjengelig eller mer egnet i framtidige studier. Vi baserer informasjon på samtaler med og dokumentasjon fra Politidirektoratet.

Strasak (Politiets sentrale straffesaksregister) er en viktig kilde, som brukes i vår studie på enkelt-saks- og forholds nivå. Dette er et register for straffesaker som fungerer som en straffesaksjournal for anmeldt kriminalitet og undersøkelsessaker (for eksempel savnede personer og mistenkelige dødsfall). Strasak inneholder opplysninger og oppfølging av alle registrerte straffesaker langs hele sakskjeden. For eksempel finner man her detaljert statistikk over den anmeldte kriminaliteten per kriminalitetsgruppe og -type, påtaleavgjørelser og henleggelses (oppklaringsprosent), saksbehandlingstid, restanser, gjernings- og registreringstidspunkt (forsinkelser i registrering), gjerningssted og flere andre indikatorer på tjenesteproduksjon i straffesaksgangen.

PO (Politioperativt system) er en annen viktig kilde, som også brukes i vår studie på oppdragsnivå. PO brukes for loggføring og styring av det operative arbeidet i politiet. Det er et register og operativt verktøy som er ment å gi sanntidsinformasjon om hendelser, oppdrag, ressursbruk og operasjonssentralens prioritering. Indikatorer herfra er blant annet ressurssetting på prioriteringsnivå, responstider for hasteoppdrag og så videre. PO er en viktig kilde særlig for delen av politiets tjenesteproduksjon som ikke angår straffesaker (og dermed blir registrert i Strasak). Selv om PO er et register, er det ikke først og fremst et statistikkverktøy. Det som loggføres er basert på subjektive tolkninger og umiddelbare forståelser av det som kan være nokså kaotiske hendelser, og det er ikke alltid loggen samsvarer med forståelsen av oppdraget som vokser fram over tid (Lungaard 2021). Registreringspraksisen kan være ulik mellom ulike operasjonssentraler, og kan endres over tid. Strukturelle endringer som reformer og sammenslåingen bidrar også til endret praksis over tid.

BL (Basis Løsning) er politiets saksbehandlingssystem. BL er et viktig verktøy for å registrere og administrere dokumenter og opplysninger i straffesakskjeden, som brukes lokalt på hver politistasjon. Straffesaksrelevant informasjon fra BL er grunnlaget for informasjonen i Strasak, så det vil være en stor grad av overlappende informasjon i de to kildene. I praksis er det mer arbeid å få tilgang til et omfattende datagrunnlag fra BL enn fra Strasak, fordi det er den enkelte politimester som er behandlingsansvarlig. Dette kompliserer søknadsprosessen og øker også saksbehandlingstiden. BL kan imidlertid inneholde nyttig kvalitativ informasjon om saksbehandling som kan belyse ressursbruk og tjenesteproduksjon som ikke framkommer i Strasak, og som derfor kan være nyttige i utvidede studier.

SSP (Politiets reaksjonsregister) er et register over straffede personer med opplysninger om ilagt straff og andre reaksjoner som følge av lovbrudd. Data herfra kan brukes i forlengelser av effektivitetsstudier til å belyse etterlevelse av kvalitetskriteriet om adekvat reaksjon.

Indicia er et datasystem som inneholder det sentrale kriminaletterretningsregisteret. Systemet brukes i forebygging, etterretning og som støtte til straffesaksbehandling og beredskap, og har mulighet til søk på tvers av flere registre. Selv om Indicia potensielt kan gi informasjon om deler av etterforskningsarbeidet som ikke fanges opp i Strasak, er dataene i hovedsak kvalitative. Per i dag er det ikke mulig å hente ut tidsserier eller strukturerte volummål fra systemet, og uttrekk som antall rapporter eller endringer vil kreve betydelig utviklingsarbeid og kan berøre sikkerhetslovgivningen. Av disse grunnene vurderes Indicia foreløpig som lite egnet som datakilde for effektivitetsstudier med kvantitativ profil.

SIAN (Saksbehandlingssystem i saker om tvangsfullbyrdelse og gjeldsordning) brukes til å registrere og følge opp saker innen sivil rettspleie. Vi bruker aggregert informasjon herfra i vår analyse. Systemet forvaltes av Skatteetaten, og politiet mottar månedlige rapporter som viser utviklingen i saksporteføljen, blant annet antall innregistrerte og avsluttede saker, samt saksbehandlingstid. Det pågår et betydelig digitaliseringsarbeid, og en ny innkrevingslov fra 2026 vil kunne endre arbeidsprosessene på feltet. I tillegg til de faste rapportene kan politiet bestille mer detaljerte uttrekk fra Skatteetaten.

Forvaltningsområdet i politiet består av mange ulike tjenester, hver med sine egne registre – for eksempel pass og ID, førerrett, kontroll av vaktvirksomhet, grense- og utlendingsforvaltning og øvrig forvaltning. Det virker noe krevende å få komplett datatilgang til disse kildene. Det er mange registre, de har ulik struktur og detaljeringsgrad, og uttrekk kan være omfattende og teknisk krevende å produsere. Siden vår studie primært analyserer operativ tjeneste og

straffesaksbehandling, gikk vi ikke i dybden på disse kildene. Våre forespørsler om å få tilsendt månedlig statistikk fra alle de ulike relevante registrene ble ikke fullstendig innfridd, og vi regnskapsførte inntekter per tjeneste, kombinert med opplysninger om gebyrsatser, for å få et indirekte mål på saksomfanget.

Websak er politiets arkiv- og dokumenthåndteringssystem. Enkelte forebyggende aktiviteter saksbehandles her, særlig innen forvaltningsområdet, og systemet kan derfor inneholde informasjon som i prinsippet kan brukes til å belyse deler av forebyggingsarbeidet. Det er likevel uklart hvor godt datagrunnlaget egner seg for systematiske analyser. Bruk av Websak som datakilde i effektivitetsstudier vil kreve grundigere gjennomgang med fagmiljøene i politiet, siden dette i liten grad har vært gjort tidligere og representerer en relativt ny måte å bruke systemet på.

Politiets innbyggerundersøkelse gir indikatorer på befolkningens trygghetsfølelse, tillit og inntrykk av politiets tjenester, og kan brukes som mål på ytre effektivitet eller som bakgrunnsinformasjon når variasjoner mellom politidistriktene skal forstås. Skal data brukes over tid, bør man holde seg til spørsmål som har lik ordlyd og skala, og tolke nivåendringer med varsomhet. I 2022 gjennomgikk undersøkelsen metodiske endringer gjør at resultatene ikke kan sammenliknes over tid i vår analyseperiode.

Politiets klagestatistikk er også tilgjengelig og publiseres årlig. Den gir antall klager og andelen klager som fører til kritikk, og kan fungere som en enkel indikator på publikumsopplevd kvalitet og håndtering av tjenestefeil.

Politiets styringsdokumenter gir retningslinjer for prioriteringer i organisering av politidistriktene.

I tillegg til politiets egne registre finnes flere eksterne datakilder som kan brukes til å supplere eller kvalitetssikre analyser av politiets virksomhet. **Statistisk sentralbyrå** publiserer også offisiell kriminalitetsstatistikk basert på data fra BL/Strasak og SSP, samt offerundersøkelser. Byrået publiserer statistikk på anmeldte lovbrudd og ofte, etterforskede lovbrudd, straffereaksjoner, fengslinger og utsettelse og uro for lovbrudd ifølge deres leveårsundersøkelse. I tillegg inngår politisektoren som en egen næring i byråets disaggregerte nasjonalregnskapsstatistikk og registerbaserte sysselsettingsstatistikk, som kan fås ved bestilling. Statistisk sentralbyrå gjennomfører egen kvalitetssikring, noe som kan gi mindre avvik fra rådataene. Når samme lovbruddsgruppering brukes, kan disse tallene fungere som et nyttig referansepunkt for å kontrollere logisk sammenheng i politiets tall.

3.1.2 Regnskap og personaldata

Regnskaps- og personaldata utgjør de mest sentrale kildene for å belyse bruk av innsatsfaktorer i politiet. Denne seksjonen gir en oversikt over det relevante innholdet i politiets regnskaps- og personaldata, og peker på sentrale forhold som må håndteres når dataene skal brukes i analyser.

Politiets regnskap (fra Unit4) gir en helhetlig oversikt over politiets kostnader fra måned til måned. Detaljerte regnskapstall (kostnader per post) er svært nyttige i effektivitetsstudier, både for å foreta input-orienterte analyser, der man analyserer variasjonen i kostnadsstrukturen mellom driftsenheten for gitt produksjonsmengde, og for multidireksjonelle analyser som tar i bruk et mangfold av kostnadstyper og produktsammensetninger. Totale kostnader brukes i output-orienterte analyser, der variasjon i produktsammensetning analyseres, for gitte totale kostnader.

I perioden 2016 til 2023 har politiet både endret regnskapsstandard og teknisk løsning. Overgangen fra rent kontantregnskap til periodisert regnskap etter statens regnskapsstandard (SRS) kom i 2021. Siden periodiseringen ikke er fullstendig for alle kontoer, og fordi SRS ikke finnes for hele analyseperioden, har vi brukt kontantregnskapet gjennomgående. Unntaket er avskrivninger, som kun finnes i det periodiserte regnskapet. Regnskapet følger statens standard kontoplan.

Etter nærpoltireformen ble distriktstrukturen endret, og det tok tid før bokføringen fullt ut reflekterte den nye organiseringen. I tillegg skiftet politiet regnskapsleverandør, og flere hovedbøker og filstrukturer var i bruk i en overgangsperiode. Slike endringer innebærer at dataene må harmoniseres på tvers av år for å sikre at analysene bygger på sammenliknbare størrelser.

Det vil generelt sett være ønskelig å ha tilgang til regnskapstall på lavest mulige driftsenhet og kortest mulig tidsintervall, for eksempel månedlige regnskap ned til den enkelte driftsenhet. Jo mer detaljert regnskapstallene er, desto mer variasjon vil den statistiske analysen kunne benytte for å identifisere forskjeller mellom distriktene. Videre vil dette også være et premiss for å analysere effektiviteten på lavere driftsenheter enn de tolv politidistriktene.

Fra 2021 har regnskapet fått en mer finkornet organisatorisk oppløsning, der kostnader også føres på driftsenheter under politidistriktsnivå. I tillegg er det innført en funksjonell inndeling, som gjør det mulig å koble kostnader til konkrete oppgaver og tjenesteområder på en måte som tidligere ikke var mulig. Dette åpner for mer funksjonsspesifikke og disaggregerte effektivitetsstudier i framtiden.

Totale lønnskostnader per politidistrikt finnes i politiets regnskapssystemer. Imidlertid kan bruk av lønnskostnader skjule en heterogenitet i arbeidskraften mellom politidistrikt. Man kan spørre seg om lønnskostnadene er høye, fordi man har mange ansatte, eller fordi de ansatte er høyt kvalifiserte. Sammensetningen av lønnskostnadene for det enkelte distrikt vil påvirkes av variabler som fordeling av stillingstype (politi, jurist og sivil), utdanningsnivå, erfaring, distribusjon over IP-kategori, overtidsbruk, opplæringskostnader og så videre.

Politiets lønns- og personalsystem ([SAP](#)) vil gi mer detaljert informasjon om bestemmende faktorer for lønnskostnadene. SAP inneholder blant annet informasjon om årsverk per stillingskode, samt gjennomsnittlig grunnlønn og faste tillegg per driftsenhet og måned. Dette er dataene vi har mottatt, aggregert og brukt i analysen. Systemet har informasjon helt ned på individnivå.

SAP inneholder også data om pensjonsavsetninger. Avsetningen er beregnet som en felles sats per ansatt, uavhengig av faktisk framtidig pensjon. Satsen justeres årlig, og enkelte år har avsetningen ligget noe over eller under det som senere viser seg å være det reelle pensjonskostnadsnivået. Det er i prinsippet mulig å gjenskape faktisk lønn fra SAP, men dette krever omfattende teknisk arbeid og er ikke etablert som en standard rapporteringsløsning. Vi har ikke full oversikt over alt SAP inneholder (blant annet finnes også ansiennitetsdata), men for en effektivitetsanalyse er volum (årsverk) og lønnsinformasjon de viktigste komponentene.

Fra 2021 finnes SAP-dataene også med funksjonell inndeling, som på samme måte som den funksjonelle inndelingen av regnskapsdataene vil kunne muliggjøre en mer finkornede effektivitetsanalyser i framtiden.

Politidirektoratet har i tillegg bearbeidet supplerende statistikk og informasjon om fordeling av overtidsbruk og uregelmessige tillegg etter stillingstype, som vi har brukt der SAP og regnskapet

alene ikke gir fullstendig informasjon. Slik supplerende informasjon kan være nødvendig også i framtidige analyser.

Arbeidsmiljøundersøkelsen i politiet belyser tilfredshet og trakassering.

3.1.3 Data på omgivelsene

Den viktigste er Statistisk sentralbyrå, som publiserer et bredt sett av demografiske og sosioøkonomiske variabler som kan brukes som bakgrunns- eller kontekstinformasjon i effektivitetsstudier. Dette gir informasjon om forhold som politiet ikke kan påvirke selv, deriblant demografi, bosettingsmønster, inntektsforhold, sentralitet og andre samfunnsmessige forhold som kan påvirke behovet for politiinnsats og mulighetene for effektiv tjenesteproduksjon. Slike variabler kan fungere som kontekstuelle faktorer i effektivitetsanalyser. Vi viser til seksjon 3.3.3 for mer informasjon om data for håndtering av omgivelsene i effektivitetsstudier.

I forskningsrapportene tilknyttet dette forskningsprosjektet (Holmen med flere 2026b og 2026c) har vi også benyttet oss av data for koronasmittetilfeller fra Folkehelseinstituttet, i og med at studiene tar for seg perioden koronapandemien rammet Norge. Vi har også innhentet utarbeidet en oversikt over datoer per måned som er ordinære hverdager, helgedager, helligdager og offtentlige høytidsdager, og sannsynlige feriedager (se Holmen med flere 2026c for detaljer).

En oversikt over relevante forhold å vurdere er gitt i Tabell 3.1. Det er verdt å være oppmerksom på at mange av forholdene i omgivelsene som forklarer kriminaliteten og ulike sider ved politiets tjenesteproduksjon, vil være høyt korrelerte på et høyt aggregeringsnivå, slik som politidistrikter. Hvilke variabler man bør velge å ha med i analysene, blir derfor et empirisk spørsmål.

Tabell 3.1 Relevante forhold i politiets omgivelser

Tema	Deltemaer
Arbeidsmarked	Arbeidsledighet, sysselsettingsgrad, uføre og utdanning
Demografi	Alderssammensetning, innvandring og kjønnsfordeling
Familieliv	Barneverntiltak, og skilte og separerte
Naturgeografi	Topografi og vær
Næringsøkonomi	Næringsstruktur og næringskonsentrasjon
Samfunnsgeografi	Befolkningstetthet og tettstedsbebyggelse
Tid	Koronasmitte og type dager
Velstand	Inntektsnivå, trangboddhet og ulikhetsmål

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

En rekke andre dataleverandører kan benyttes i effektivitetsanalyser i politisektoren, men har ikke blitt det i forskningsprosjektet. For eksempel rapporterer Utlendingsdirektoratet antall beboere på asylmottak og avslag på asylsøknader, mens professor Jon Fiva ved Handelshøyskolen har publisert datasett på lokalpolitikk med flere variabler som valgdeltakelse og stemmegivning. Andre dataleverandører inkluderer Brønnøysundregisteret, Eiendom Norge, Helsedirektoratet, Nasjonal kommunikasjonsmyndighet, NAV Arbeids- og velferdsforvaltningen, Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens kartverk, Skatteetaten, transportetatene, Utdanningsdirektoratet og Yr, så vel som kommunale og private aktører.

3.1.4 Data for internasjonale sammenlikninger

Data for internasjonale sammenlikninger kan hentes fra statistikkilder som er internasjonale eller fra andre land statistikkbanker. I begge tilfeller bør brukerne være oppmerksomme på at definisjonen på kriminalitet, tjenesteproduksjon i politiet, politiets utgifter og politiansatte med mer kan variere, også når dataleverandørene tar sikte på sammenliknbarhet, hvilket bør tas høyde for i sammenlikningene. Vi viser til Holmen med flere (2026b) for mer om denne problemstillingen. Flere av disse datakildene innbefatter også data på omgivelsene politiet opererer i, deriblant relevante sosioøkonomiske forhold som befolkning og bruttonasjonalprodukt.

Eurostat utgjør en høyaktuell dataleverandør for internasjonale sammenlikninger av politiets virksomhet og rammebetingelser. Statistikkbyrået publiserer årlig harmonisert statistikk for europeiske land som belyser sentrale sider ved politisektoren. Dette omfatter informasjon om kriminalitetsbildet, målt ved anmeldt kriminalitet fordelt på hovedkategorier av lovbrudd, samt data om ressursinnsats og kostnadsnivå. På ressursiden rapporteres det blant annet tall for antall politiansatte og polititjenestepersoner, mens kostnadssiden dekkes gjennom statistikk over samlede offentlige utgifter til politisektoren. Datamaterialet er tilrettelagt for sammenlikninger på tvers av land over tid, og benyttes derfor ofte i analyser av nivåforskjeller og utviklingstrekk i politiets ressursbruk, kriminalitetsomfang og institusjonelle rammer. Kriminalitetsdata fra Eurostat er organisert etter ICCS-klassifiseringen (International Classification of Crime for Statistical Purposes), noe som sikrer at dataene kan sammenliknes på tvers av land. Samtidig krever denne standardiseringen at nasjonale data må omkodes for å passe inn i ICCS-kategoriene, og enkelte lovbrudd kan derfor framstå annerledes enn i de respektive lands egne systemer, der kriminalitet registreres etter nasjonale definisjoner og rettspraksis. Data fra nasjonale statistikkbanker dekker alle straffbare handlinger slik de er definert i landets lovverk, mens Eurostat kun inkluderer lovbrudd som passer inn i ICCS-systemet, noe som kan gi et noe forenklet eller nyansert bilde. Den nasjonale statistikken er dessuten mer kjent for offentligheten og brukes hyppig i politiske og samfunnsmessige debatter, særlig i en nordisk kontekst.

UNODC utgjør en sentral internasjonal dataleverandør for sammenlikninger av kriminalitet og strafferettslige institusjoner på tvers av land. Organisasjonen samler inn og publiserer harmonisert statistikk fra nasjonale myndigheter gjennom sin årlige datainnsamling, med særlig vekt på kriminalitetsnivåer og strafferettslige prosesser. Datagrunnlaget omfatter informasjon om anmeldt kriminalitet fordelt på lovbruddstyper, herunder voldskriminalitet og drap, samt utvalgte indikatorer for politiets og rettsvesenets ressurser. I tillegg publiserer UNODC data som belyser saksbehandling i straffesakskjeden, blant annet knyttet til etterforskning, påtale og domfellelse. Statistikken er utformet for å muliggjøre brede internasjonale sammenlikninger, også utover Europa, og brukes derfor ofte i analyser av kriminalitetsnivåer, strukturelle forskjeller i strafferettspleien og utviklingstrekk i politiets og rettsvesenets rammebetingelser. UNODC bruker egne standarder for kriminalitetsklassifisering, ofte basert på UN Crime Trends and Operations definitions. Dataene omfatter typisk lovbruddstyper som drap, vold, tyveri, narkotika og menneskehandel, men klassifiseringen er ikke direkte harmonisert med ICCS. UNODC samler nasjonale tall og gjør noen justeringer for internasjonal sammenlikning, men enkelte lovbruddstyper må tolkes innenfor nasjonal kontekst.

OECD publiserer begrensede data om kriminalitet og politi, hovedsakelig i form av overordnede på tvers av land, som tar sikte på å være sammenliknbare. Datatilfanget er konsentrert om kriminalitetsrelaterte utfall, særlig forsettlig drap og enkelte voldsmål, ofte basert på eller harmonisert

med data fra UNODC. I tillegg publiserer OECD indikatorer for opplevd trygghet og sikkerhet i befolkningen, for eksempel andelen som oppgir at de føler seg trygge når de går alene om kvelden. Videre finnes det data om ressurser og rammebetingelser i justis- og rettssektoren, herunder offentlige utgifter til rettsvesen og beslektede institusjoner, samt indikatorer som belyser rettsystemets funksjon, kvalitet og tilgjengelighet, ofte presentert i tematiske analyser og styringsrapporter. OECD har derimot i liten grad data om politiets operative virksomhet, slik som detaljerte kriminalitetstyper, oppklaringsprosenter, saksflyt, ressursbruk på politnivå eller produktivitetsmål. Dataproduksjonen er derfor primært rettet mot utfall, opplevd sikkerhet og institusjonelle forhold, snarere enn mot politiets daglige drift. OECD har ikke en detaljert harmonisert kriminalitetsklassifisering, men bruker UNODCs inndelinger når data hentes derfra.

INTERPOL utgjør en viktig internasjonal aktør for datainnsamling og informasjonsdeling om grenseoverskridende kriminalitet. Organisasjonen samler data fra medlemslandene om ulike former for internasjonal kriminalitet, inkludert organisert kriminalitet, menneskehandel, narkotikasmugling og cybercrime. Datamaterialet omfatter blant annet registrerte saker, etterforskningsresultater og internasjonale varsler, og brukes primært til koordinering og samarbeid mellom politimyndigheter på tvers av landegrensene. Statistikken er i mindre grad harmonisert for offentlig sammenlikning, men gir et viktig grunnlag for analyser av internasjonale kriminalitetstrender og trusselbilder. INTERPOLs klassifisering av kriminalitet er mer operativ og etterforskningsbasert, og følger ikke ICCS. Den er laget for politisamarbeid og informasjonsdeling mellom medlemsland, ikke for statistisk standardisering for forskningsformål.

Kriminalitetsdata kan også innhentes direkte fra [ulike lands statistikkbanker](#). Særlig de nordiske landene vil være av relevans. I tillegg til Statistikkbanken til Statistisk sentralbyrå i Norge inkluderer dette StatBank til Danmarks Statistik i Danmark, StatFin-databasen til Statistikcentralen i Finland, StatBank til Statistics Iceland i Island, og Statistikkdatabasen til Statistiska centralbyrån i Sverige. I sammenlikninger med et rikere sett av land kan fra andre land enn EU også være aktuelle, blant annet fra Storbritannia og USA. Relevante dataleverandører inkluderer Office for National Statistics (ONS) i Storbritannia og Bureau of Justice Statistics (BJS) i USA, som begge tilbyr detaljerte tidsserier om anmeldt kriminalitet, politiresurser og rettsvesenets aktiviteter.

3.2 Databehandling

Analysen av det samlede indikatorsettet fordrer tilgang til en rekke ulike datatyper, også sensitive data. I dette delkapittelet beskriver hvordan vi har gått fram for å søke om data, hvordan vi etterlever personvern og datasikkerhet i prosjektet, og hvordan datasettet klargjøres og vaskes for videre analyse.

3.2.1 Søknader om data, personvern og sikker behandling av data

For å få tilgang til taushetsbelagt data søkte vi Politidirektoratet om innsyn med hjemmel i politiregisterloven §§ 32 og 33. Forskningsprosjektet innebærer behandling av data som inneholder opplysninger om straffbare forhold. Slike opplysninger kan medføre en vesentlig ulempe for den enkelte om det kommer på avveie. Vi har derfor lagt opp til et forskningsdesign og en databehandlingsmetode som søker å ivareta personvernet på en best mulig måte i alle ledd i prosjektet.

Behandlingsansvarlige for dataene har vært Vista Analyse og Frischsenteret i fellesskap. Begge foretak har personvernombud og har utarbeidet prosedyrer for innhenting, analyse, oppbevaring og sletting av personsensitive informasjon i tråd med gjeldende personvernregelverk (GDPR). Det er blitt utarbeidet DPIA-dokumenter og gjennomført risikovurderinger for dette prosjektet.

Vi har ikke bedt om, eller fått, data som er direkte identifiserende (navn, personnummer og liknende). Data som gjør at enkeltpersoner enkelt kan identifiseres på andre måter (for eksempel bostedsadresse) er ekskludert før oversendelse til oss. Vi har i tillegg utelukket flere andre variabler for å av personvern hensyn minimere risikoen for indirekte identifisering av enkeltpersoner. Data i uttrekket som kunne ha vært direkte identifiserende er gitt et anonymt løpenummer («fiktiv ID») i stedet for navn/personnummer. Dette ble gjort av PIT, før vi mottok dataene. Fiktiv ID gis også til politiinterne ressurspersoner der disse er navngitt i politiets registre. Vi har vært i flere samtaler med interne politiekspert, behandlingsansvarlige (KRIPOS), Politidirektoratet og Politiets IT-tjenester for å begrense uttrekket slik at det er tilstrekkelig og relevant, men begrenset til det som er nødvendig for å utføre arbeidet på en måte som er hensiktsmessig for formålet.

Det vil være umulig å eliminere all risiko for indirekte identifisering i et prosjekt som krever tilgang og databehandling av straffesaker på saksnivå, og noen opplysninger kan uansett begrensninger i uttrekk lede til at personer er indirekte identifiserbare i datasettet etter GDPR art. 4. Dette skyldes at selv om vi har gjort tiltak for å utelukke detaljerte opplysninger, vil noen lovbruddskategorier (for eksempel drap) inneholde så få observasjoner i et gitt tidsrom og geografisk område at man også uten informasjon om akkurat dato eller lokasjon kan forstå at forholdet gjelder involverte (gjerningsperson og/eller offer) i en offentlig kjent sak, bare ved å vite måned og kommune for hendelsen. Det vil altså ikke kunne utelukkes at det kan være noen få unntak hvor observasjoner kan lede til at personer er indirekte identifiserbare ved databehandling av rådata.

Vi bruker derfor to soner for databehandling, som vi har valgt å kalle «sikker» og «intern». Begge soner er beskyttet mot tilgang fra eksterne aktører.

Rådataene på saksnivå er kun oppbevart i «sikker sone» hos Frischsenteret, der et begrenset antall nøkkelpersoner på teamet har hatt tilgang. Denne sonen har en egen IP-sone i et avlåst rom lokalt, uten tilgang til internett. Tilgang er kun mulig via sikker VPN, med to-faktorautentisering og lokalt installerte sertifikater. Datauttrekkene for Strasak, PO og regnskapsdata er levert direkte til sikker sone fra Politidirektoratet og Politiets IT-tjeneste, via en SFTP-forbindelse.

Først når rådataene er aggregert og det er gjort en kvalitetssikring kunne dataene bli flyttet til «intern sone», der resten av forskningsteamet har tilgang. Vista Analyse har benyttet skyløsningen Azure til Microsoft 365 for datalagring for prosjektets «interne» sone. For å kunne brukes i selve analysearbeidet må dataene først aggregeres i hensiktsmessige kategorier. Denne aggregeringen vil resultere i data for eksempel på formen «antall saker av type X i område Y har hatt saksbehandlingstid Z». Slik data vil ikke inneholde personopplysninger, selv ikke indirekte identifiserbare.

Alle data er lokalisert i Microsofts datasenter i Norge, som har et sikkerhetsnivå i samsvar med industristandarder og GDPR, og data kan ikke flyttes ut av norske datasentre uten vårt eksplisitte samtykke. Tilgang til sonen er sporet og logget, avgrenset til forskningsteamet, samt beskyttet med to-faktorautentisering for innlogging.

Samtlige medlemmer på forskningsteamet har signert taushetserklæringer, selv dem uten tilgang til sikker sone.

Datasett med (mulig indirekte identifiserbare) personopplysninger slettes så snart det er åpenbart at dataene ikke trengs til etterlevelse av oppdraget (herunder ferdigstillelse av rapporter, innlevering og revisjon av artikler i forskningstidsskrifter). Det skal ikke ligge data tilgjengelig for gjenoppretting i sikker sone etter sletting. Det er et vitenskapelig prinsipp at underlagsdata sikres for forskningens etterprøvbarehet. Vi mener imidlertid at det er tilstrekkelig å oppbevare aggregert og statistisk behandlet data for dette formålet, der det ikke er risiko for identifikasjon av personopplysninger (verken indirekte eller direkte). For komplett etterprøvbarehet til mikrodatanivå vil etterprøvende forskningsinstitusjon måtte søke om data ved et eget unntak fra taushetsplikten.

3.2.2 Klargjøring av data

Etter hvert som vi fikk tilgang til rådata fra de ulike kildene begynte prosessen med å bearbeide, transformere og strukturere rådataene til et format bedre egnet for videre analyse. Denne fasen er svært viktig for sluttresultatet, men er samtidig ressurskrevende. Dette gjelder særlig der rådataene kommer fra flere ulike kilder.

Felles for alle datakilder var at rådataene ble levert enten som Excel-filer eller som kommaseparerte filer. Noe data ble levert på pivot-format, som vi ekspanderte for å sørge for at alle dataene ble inkludert i videre behandling, og at vi unngikk dobbelttelling. Vi konverterte hver enkelt råfil til et felles filformat bedre egnet for systematisk behandling og analyse av store mengder data. Vi brukte Stata i denne delen av analysen, men andre programmeringsverktøy kan også brukes (for eksempel R eller Python).

Kvaliteten på effektivitetsanalyser avhenger i stor grad på kvaliteten på rådataene. Ideelle data er komplette, det vil si at de dekker all informasjon om hvilke ressurser som brukes, hvordan de brukes og hva som produseres. I tillegg bør dataene være uten målefeil, de tjenesteproduserende enhetene bør være tydelig avgrenset og man bør ha paneldata med lange tidsserier.

Imidlertid vil rådataene i praksis ofte skille seg betydelig fra ideelle data, av flere årsaker:

- Rådata kan mangle helt, noe som betyr at de nødvendige dataene ikke eksisterer for visse indikatorer.
- Kvaliteten på rådataene varierer ofte betydelig. Dette kan skyldes ulik praksis for dataregistrering i ulike distrikter, ulike kulturer eller praksiser når det gjelder hva som registreres og hvor nøyaktig det blir gjort, feilkategoriseringer, manglende observasjoner og liknende. Enkelte av disse utfordringene er det ikke mulig å komme utenom, men i noen tilfeller kan statistiske metoder ta høyde for støy i dataene.
- Noen ganger er rådataene aggregert til et høyere nivå enn det som er nødvendig, som hindrer en mer detaljert analyse.
- Brudd i tidsserier kan gjøre det utfordrende å sammenlikne data over tid, da endringer i datainnsamlingen eller definisjonene kan forstyrre sammenlikningen. I utgangspunktet er ikke dette et stort problem for effektivitetsanalyser.
- Det kan være utfordrende å skille data mellom ulike enheter, og det kan mangle enhetlig samsvar mellom innsatsfaktorer og tjenesteproduksjon. Dette gjør det vanskelig å vurdere ressursbruk og resultater nøyaktig, spesielt når det er flere aktører involvert.
- Noen aspekter av økonomien, som prisen på kapital og arbeidskraft, spesielt når det er stor heterogenitet, kan være vanskelige å måle nøyaktig.

Vi gikk gjennom dataene for å fange opp mangler, brudd i ID-rekker, manglende data (NULL-celler) og andre uklarheter som måtte oppklares med POD, eller nye data som måtte leveres av Politidirektoratet. Dette skjedde iterativt, og vi oppdaget underveis i databehandlingen manglende data og andre forhold som måtte avklares i dataene.

Etter kvalitetssikring av dataene ble rådataene operasjonalisert til variabler til bruk i den empiriske analysen. Dette arbeidet inkluderte blant annet aggregering av regnskapsvariabler og vektning av ulike typer tjenesteproduksjon. For mer informasjon om operasjonaliseringen, se delkapittel 3.3. Appendiks A gir eksempler på skript og praktiske framgangsmåter i databehandlingsprosessen.

En viktig del av klargjøringen var å harmonisere koder og navn på politidistriktene over tid. For eksempel ble ikke regnskapet i politiet umiddelbart tilpasset de nye distriktene som fulgte av nærpolitireformen. I effektivitetsanalyse er ikke endringer i beslutningsenheter – her politidistrikter eller underliggende geografiske driftsenheter – i utgangspunktet noe problem for analysen. Dette kan eksempelvis løses ved å operere med de gamle og nye enhetene som ulike politidistrikter (se Rødseth med flere 2022). Alternativt kan man – som vi har gjort – koble sammen data for de nye og gamle politidistriktene til helhetlige tidsserier og eventuelt korrigere for mindre avvik i spesifikasjonen av de kontekstuelle variablene.

I årene 2016 og 2017 ble månedsdataene derfor levert for hvert av de gamle distriktene, med en fil per distrikt og særorgan. For eksempel besto regnskapet for Oslo politidistrikt (ny enhetskode 201) av tre regnskapsfiler: S01 Oslo, S10 Asker og Bærum, S51 Namsfogden i Oslo. I tillegg ble noen kostnader for politidistriktene ført i under enhet S55 Politi- og lensmannsetaten. I samråd med Politidirektoratet kombinerte vi alle de individuelle filene og kodet alle gamle distriktskoder over til nye koder (se Tabell 3.2), for å danne et helhetlig og enhetlig regnskap, som er konsistent over hele analyseperioden. Igjen for Oslo politidistrikt vil det enhetlige regnskapet for Oslo i 2016 da være summen av S01 Oslo, S10 Asker og Bærum, S51 Namsfogden i Oslo og de linjene i S55 Politi- og lensmannsetaten som angår Oslo politidistrikt. Data fra alle distrikter ble aggregert på tilsvarende måte. Månedsregnskapene for år 2018 ble levert samlet under S55, mens 2019 til 2021 ble levert som én fil per år. Regnskapet for 2022 til 2024, ble levert samlet i én fil.

De enkelte variablene ble deretter kombinert til en enhetlig fil, strukturert som et balansert panel der én observasjon inneholder variablene for ett politidistrikt i en måned i et år. Dette datasettet la det videre grunnlaget for den empiriske effektivitetsestimeringen. For flere detaljer om den empiriske analysen, jamfør appendiks B.

Tabell 3.2 Samsvar mellom nye og gamle politidistrikter

Enhetskode, gammel	Enhetsnavn, gammel	Enhetskode, ny	Enhetsnavn, ny
S01	Oslo	201	Oslo pd
S10	Asker og Bærum	201	Oslo pd
S51	Namsfogden Oslo	201	Oslo pd
S40	POD	103	POD
S81	POD Bevilgning	103	POD
S82	Yttergrensefondet	103	POD
S02	Østfold	202	Øst pd
S03	Follo	202	Øst pd
S04	Romerike	202	Øst pd
S05	Hedmark	203	Innlandet pd
S06	Gudbrandsdal	203	Innlandet pd
S07	Vestoppland	203	Innlandet pd
S08	Nordre Buskerud	204	Sør-Øst pd
S09	Søndre Buskerud	204	Sør-Øst pd
S11	Vestfold	204	Sør-Øst pd
S12	Telemark	204	Sør-Øst pd
S13	Agder	205	Agder pd
S14	Rogaland	206	Sør-Vest pd
S15	Haugaland og Sunnhordaland	206	Sør-Vest pd
S16	Hordaland	207	Vest pd
S17	Sogn og Fjordane	207	Vest pd
S18	Sunnmøre	208	Møre og Romsdal pd
S19	Nordmøre og Romsdal	208	Møre og Romsdal pd
S20	Sør-Trøndelag	209	Trøndelag pd
S21	Nord-Trøndelag	209	Trøndelag pd
S22	Helgeland	210	Nordland pd
S23	Salten	210	Nordland pd
S24	Midtre Hålogaland	210	Nordland pd
S25	Troms	211	Troms pd
S26	Vest-Finnmark	212	Finmark pd
S27	Øst-Finnmark	212	Finmark pd
S42	Kripos	356	Kripos
S43	PHS	158	PHS
S44	Økokrim	360	Økokrim
S45	UP	355	UP
S46	PIT	166	PIT
S47	Politiets fellestjenester	169	Politiets fellestjenester
S48	GKS	165	GKS
S49	PU	396	PU
S83	NID	125	NID
S55	Politi og lensmannsetaten	55	Politi og lensmannsetaten

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

3.3 Operasjonalisering av variabler

I dette delkapittelet redegjør vi for operasjonalisering av variabler fra relevante datakilder, herunder variabler for produksjon, innsatsfaktorer og kontekstuelle variabler. Vi beskriver også hvordan geografiske og tidsmessige aspekter håndteres. Til slutt i delkapittelet drøfter vi hvordan forskjeller i kvalitet og samfunnseffekter kan operasjonaliseres i effektivitetsstudier av politiet og hvilke kilder som kan være nyttige.

3.3.1 Tjenesteproduksjonen

Å operasjonalisere tjenesteproduksjon i politiet krever en rekke valg, fordi ingen av registrene er utviklet for effektivitetsanalyse. **PO** (Politioperativt system), **Strasak** (Politiets sentrale straffesaksregister), **SIAN** (Saksbehandlingssystem i saker om tvangsfullbyrdelse og gjeldsordning) og de ulike forvaltningsregistrene dekker forskjellige deler av virksomheten, har ulike detaljeringsnivåer og følger ulike rutiner for registrering. Det er store forskjeller i hvor mye informasjon de gir om sakstyngde og ressursbruk. Dette gjør det nødvendig å ta eksplisitte valg om hvordan produksjonen skal måles, og hva som skal anses som et relevant produksjonsmål når målet er å sammenlikne distrikter over tid.

Vår analyse bygger på tre hovedmål for tjenesteproduksjon: operative oppdrag registrert i PO, straffesaker i Strasak, og et samlet mål for ikke-operative tjenester som omfatter både den sivile rettspleien og gebyrfinansierte publikumstjenester. For detaljer viser vi til Holmen med flere (2026c).

For de operative oppdragene bygger målingen på PO-registerets loggførte hendelser. PO gir et bredt bilde av politiets fortløpende oppdrag, men registreringene er gjort i sanntid og er påvirket av både arbeidsbelastning, subjektive vurderinger og lokale rutiner. Den enkleste løsningen ville vært å telle antall oppdrag, men dette gir et svært grovt mål, fordi oppdragene varierer betydelig i tyngde. Derfor har vi utviklet vektorer som tar hensyn til underliggende ressursbehov. Vektene er avledet ved hjelp av regresjonsmodeller som bruker tilgjengelige kjennetegn ved oppdragene for å predikere ressursbruken i form av antall ressurser per dag.

I straffesaksbehandlingen varierer sakene kraftig i kompleksitet og derfor i forventet ressursbehov, i likhet med de operative oppdragene. For å ta høyde for dette bruker vi, som i PO, en egen vektning basert på regresjonsmodeller. Her predikeres ressursbehovet ved hjelp av kriminalitetstype, saksopprinnelse, oppklaringsstatus og antall utførte etterforskningskritt. Antall dager fra registrering til oppklaring inngår som avhengig variabel i modellen og gir en omtrentlig indikasjon på sakens tyngde, selv om variabelen ikke representerer faktisk arbeidstid.

For ikke-operative polititjenester er datagrunnlaget mer fragmentert. Den sivile rettspleien har relativt ryddige data i SIAN, og vi bruker antallet avsluttede saker per måned. Publikumstjenestene er mer utfordrende, fordi volumstatistikken ikke finnes i én felles kilde, og fordi tilgjengeligheten varierer mellom tjenestene. For å etablere et konsistent mål bruker vi regnskapsførte gebyrinntekter kombinert med informasjon om gebyrsatser for å beregne et volum indirekte. Metoden krever flere justeringer, blant annet håndtering av negative registreringer, fravær av enkelte gebyrsatser og systemskiftet for våpeninnbetalinger i 2023.

Til tross for disse svakhetene gir metoden et brukbart mål for utviklingen i saksmengden, særlig når formålet er å sammenlikne distrikter framfor å fastslå et presist nivå. Også for denne

tjenestekategorien varierer ressursbehovet betydelig mellom sakstyper. Vektene vi benytter, bygger derfor delvis på Politidirektoratets egne anslag for hvor mange saker et årsverk kan håndtere i per sakstype i den sivile rettspleien, og delvis på kostnadsandeler av gebyrinntektene for publikumstjenestene. I tillegg bruker vi informasjon fra RAM-modellen for å beregne forholdet mellom tjenestekategoriene. Det gjør at det samlede produksjonsmålet bedre reflekterer forskjellene i arbeidsbelastning på tvers av tjenestetyper.

En gjennomgående utfordring i alle tre registrene er hvordan produksjonen skal tilordnes riktig distrikt og måned. Oppdrag tilordnes etter iverksettelsesdato, straffesaker etter hvor aktiviteten faktisk er registrert i perioden, og saker i sivil rettspleie etter avslutningstidspunktet. Publikums-tjenester tilordnes etter hvor inntektene er bokført. Disse valgene er først og fremst praktiske og sikrer at produksjonsdata er på samme organisatoriske nivå som ressursdataene i regnskap og SAP.

Selv om analysen tar i bruk omfattende registerdata, er det flere deler av politiets virksomhet som ikke lar seg fange presist. Den viktigste begrensningen er at vi ikke måler kvalitet i tjenestutførelsen direkte, for eksempel etterforskning eller forvaltning holder ønsket faglig standard. Vi vurderer variasjoner i tjenesteproduksjonen i form av heterogent saks- og oppdragsomfang, ikke samfunnseffekter av innsatsen.

Mye av forebyggings- og etterretningsarbeidet faller også utenfor tilgjengelige data i analyseperioden, selv om forebyggende innsats ofte er tidkrevende og grunnleggende for politiets resultatoppnåelse. Vi forsøker å håndtere dette gjennom en proxy for forebyggingsbehov (se seksjon 3.4.2 og seksjon 5.3.3 i Holmen med flere 2026c), men selve innsatsen inngår ikke i produksjonsmålet. Registrering av funksjoner vil i framtiden kunne bidra til en mer direkte modellering av forebyggingsarbeidet.

Til sist fanger ikke produksjonsmålene opp oppgaver på tvers av distrikter på en systematisk måte. Registerdataene gjør det vanskelig å skille mellom hvem som formelt eier en sak eller et oppdrag, og hvem som faktisk har lagt ned arbeidet. Delt ressursbruk, bistand mellom distrikter og spesialiserte funksjoner som håndteres utenfor distriktsstrukturen, er derfor ikke innarbeidet eksplisitt. Dette gjelder både operative bistandsressurser, enkelte former for nasjonale oppgaver og variasjoner i hvordan distriktene organiserer sivile rettspleieoppgaver.

Analysen som er gjort fanger hovedmønstre og relative forskjeller mellom distriktene, men noen deler av virksomheten ligger utenfor det som i dag kan måles på en konsistent måte. Resultatene bør derfor tolkes med bevissthet om hvilke komponenter som bygger på solide registre og hvilke som bygger på svakere eller indirekte mål. Samtidig peker arbeidet tydelig på hvilke dataløft som vil gi størst gevinst dersom politiet ønsker mer presise og helhetlige effektivitetsanalyser i framtiden.

Eksterne henvendelser og opplevd kriminalitet er eksempelvis sektorielle på mulige politiinterne kilder til ekongen variasjon. Når det gjelder måloppnåelse, inkluderer mulige indikatorer responstid, saksbehandlingstid, klager, oppklaringsprosent, prosessuell korrekthet, proporsjonalitet i reaksjonsformen, trygghetsfølelsen i eget nabolag og tilliten til politiet.

3.3.2 Innsatsfaktorer

Hvordan ressursinnsatsen skal operasjonaliseres er også et viktig valg i effektivitetsanalyser. Det finnes ikke én riktig løsning, men avhenger av fokuset for analysen. I Holmen med flere (2026c) benytter vi én samlet innsatsfaktor (deflaterte driftskostnader) som et uttrykk for den totale ressursrammen hvert politidistrikt har hatt til rådighet. Denne tilnærmingen er egnet når formålet er å studere variasjoner i tjenesteproduksjon gitt et samlet kostnadsnivå.

I Holmen med flere (2026b) benytter vi en annen innfallsvinkel, der ressursinnsatsen spesifiseres gjennom fem innsatsfaktorer. Dette gjør det mulig å analysere ikke bare hvor mye ressurser som brukes, men også hvordan de er satt sammen, og hvordan forskjeller i bemanning, stillingsstruktur og bruk av varer, tjenester og realkapital påvirker allokativ effektivitet. Her beskriver vi kort de viktigste valgene som er tatt i behandlingen av innsatsfaktorene i denne studie:

- Arbeidskraften utgjør den klart største delen av politiets kostnader. Holmen med flere (2026b) deler derfor denne innsatsen inn i fire kategorier. Valget er gjort for å bevare sentrale forskjeller i kompetanse og arbeidsoppgaver, samtidig som dimensjonaliteten holdes på et begrenset nivå. Alternative inndelinger – for eksempel etter funksjon, senioritet på tvers av profesjoner eller inndeling etter tjenesteområder – har vært vurdert, men datagrunnlaget gir ikke lange nok tidsserier til at slike løsninger kan brukes.
- Volumet av arbeidskraft måles som antall dagsverk per måned. Dette valget sikrer at volumet justeres for ulik lengde på månedene, og gjør det mulig å inkludere både avtalt arbeidstid og beregnet overtid. Overtiden framgår ikke direkte av SAP-dataene og er derfor konstruert ved å kombinere regnskapsførte utbetalinger med stillingsspesifikke fordelingsnøkler og en overtidfaktor. Pensjon og andre indirekte lønnskostnader fordeles proporsjonalt mellom kategoriene, slik at arbeidskraftvariablene summerer til regnskapets totale lønnskostnader. For å håndtere sesongmessige utslag og effekten av kontantregnskapet, særlig feriepengeutbetalinger, gjennomfører vi utglatting og tidsforskyvning av enkelte komponenter.
- Produkt- og kapitalinnsatsen er slått sammen til én innsatsfaktor. Denne består av driftsmessige kostnader til varer og tjenester samt avskrivninger og leiekostnader for realkapital.
- Prisene på arbeidskraft beregnes som samlede lønnskostnader per dagsverk, der både fastlønn og faste og variable lønnstillegg inngår. Prisen på produkt- og kapitalinnsatsen framkommer som forholdet mellom nominelle kostnader og det deflaterte volumet.

For å justere for prisutviklingen benyttes disaggregerte deflatorer fra Statistisk sentralbyrå. Dette inkluderer deflatorer for produktinnsatsen (vare- og tjenestekjøpene), ulike deler av realkapitalmassen og eventuelt lønnskostnadene (her kan bruttoproduktdeflatoren benyttes) eller samlede kostnader (her kan bruttoproduksjonsdeflatoren benyttes). Deflatoren for produktinnsatsen kan eventuelt dekomponeres til egne deflatorer for vareforbruket og tjenesteforbruk ved hjelp av Statistisk sentralbyrås næringskryssløp.

For arbeidskraften snakker man om kvalitetsforskjeller knyttet til høy og lav kompetanse, som gjenspeiles i lønnsnivået. Tilsvarende vil kortlevd realkapital (maskiner, utstyr, transportmidler og immateriell kapital) ha høyere årlige avkastningskrav enn langlevd realkapital (eiendom), fordi de har færre år å forsvare sin kapitalverdi på. Derfor vil ikke nødvendigvis ren summering av kapitalverdier gi gode og sammenliknbare realkapitalmål på tvers av politidistrikter og over lengre tid. Dette kan løses ved å vekte de ulike kapitalartene basert på enhetsprisene på kapitalen. Enhetsbrugerprisene på kapitalen vil både avhenge av kapitalprisene, depresieringsrater og

avkastningskrav. Disse kan benyttes til å beregne sammenliknbare kapitaltall ved såkalte kapitaltjenester (se Holmen 2022, Jorgenson 1963, Jorgenson og Griliches 1967, Christensen og Jorgenson 1969 og Oulton 2007 for detaljer). Data for disse faktorene kan avledes fra politiets regnskapssystemer og Statistisk sentralbyrå.

I studier av produksjonen måles ofte fast kapital som fast kapitalbeholdning, der alle beholdninger av fast kapital summeres uavhengig av deres egenskaper. Selv om dette tiltaket kan ha fordeler når det gjelder enkel måling, vil naiv bruk av fast kapitalbeholdning i produktivitetsestimering indusere en måleskjevhet knyttet til kapitalheterogenitet. Generelt vil kortlivede kapitaltyper knyttet til relativt lav prisvekst (typisk mobil fast kapital) kreve høyere årlig avkastning på kapital enn langlivede kapitaltyper knyttet til relativt høy prisvekst (typisk immobil fast kapital). Dette skyldes at kortlivede kapitaltyper knyttet til relativt lav prisvekst har færre år på seg til å tjene sin verdi, og at lav prisutvikling på kapitalen må kompenseres med høyere avkastning i produksjonen.

3.3.3 Håndtering av omgivelsene

Forutsetningene for å få mye produksjon ut av produksjonsressursene i politisektoren avhenger betydelig av omstendighetene. Følgelig er det viktig å identifisere og ta hensyn til kontekstuelle variabler i effektivitetsmålingen, altså viktige variabler som er utenfor politiets kontroll. Noen av de kontekstuelle forholdene som påvirker politisektoren vil være sektorielle, som forhold som påvirker sektorielt og ulike krav til organisering. Andre kontekstuelle variabler vil gjelde mer generelle geografiske og sosioøkonomiske forhold.

Viktigheten av kontekstuelle variabler vil variere noe ettersom hvilken polititjeneste man undersøker. For eksempel vil noen, særlig forebyggende, tjenester rettet mot gjengkriminalitet typisk være relativt aktuelle i byområder med mer omfattende sosioøkonomiske utfordringer. På den annen side vil geografiske avstander og uttrykingsintensitet spille relativt inn på effektiviteten for operative tjenester knyttet til utrykking.

Kontekstuelle variabler forbundet med politisektoren spesifikt kan blant annet gå på retningslinjer til prioriteringer og organiseringer for hvert enkelt politidistrikt. Det kan for eksempel dreie seg om informasjon om prioriterte områder som kan kontekstualisere ressursbruk og resultater. Andre forhold, som for eksempel organisatorisk størrelse, tas det implisitt hensyn til i forbindelse med frontestimeringsmetodenes håndtering av skalaegenskaper. Merk at kostnader knyttet til sentraladministrasjon, andre distrikter og særorgan, samt heterogeniteten og kvalitetene i polititjenestene, også kan modelleres som kontekstuelle variabler.

Når man undersøker hele politidistrikt som enheter, vil store deler av variasjonen i faktiske produksjonsforhold være felles for en rekke indikatorer. Mange variabler fungerer i praksis som ulike uttrykk for sentralitet, demografi eller sosioøkonomisk struktur. Dermed er det sjelden hensiktsmessig å inkludere et stort sett indikatorer som i realiteten beskriver det samme.

På denne bakgrunn har vi i den innledende fasen testet et bredt sett variabler – rundt 30–40 indikatorer hentet fra Statistisk sentralbyrå, Folkehelseinstituttet, NAV Arbeids- og velferdsforvaltningen og interne politidata – for å vurdere signifikans, robusthet og korrelasjonsmønstre. Flere viste seg å ha lav forklaringskraft, kontraintuitive fortegn eller ustabile estimater. Andre fungerte som nær perfekte proxier for hverandre, noe som gjør dem lite egnet i samme modell. Etter denne gjennomgangen valgte vi et mindre sett kontekstuelle variabler som både fanger opp

sentrale strukturelle forskjeller mellom distriktene og samtidig gir tilstrekkelig stabilitet i modellene.

Arbeidet med data på kontekstuelle variabler i forskningsprosjektet har vært bredt og eksplorativt, i tråd med tilnærmingen beskrevet i Holmen med flere (2026c). I en innledende fase ble det utviklet og vurdert et omfattende sett av potensielle forklaringsvariabler, samlet i størrelsesorden 30 til 40 indikatorer. Disse omfatter et bredt spekter av forhold, herunder geografiske og demografiske kjennetegn, inntekts- og fordelingsforhold, kompetanse- og utdanningsnivå, sosiale tiltak, smitteutviklingen under koronapandemien, variasjon i kalenderstruktur samt forhold knyttet til arbeidsmarked og sysselsetting.

Utvalget av variabler bygger på en kombinasjon av faglige vurderinger, innspill fra prosjektets referansegruppe, strukturen i politiets Ressursallokeringsmodell (RAM), samt erfaringer fra tidligere analyser og relevant empirisk litteratur om produksjonsforhold i offentlig sektor. I robusthetssjekker har vi benyttet et alternativt variabelutvalg, inspirert av nettopp RAM-modellen. De to alternative utvalgene av kontekstuelle variabler er oppsummert i Tabell 3.3. Holmen med flere (2026c) finner at valget mellom de to settene av kontekstuelle variabler har lite å si for funnene i analysene. Kanskje den største forskjellen, er at regresjonene med RAM-modellen ikke tar eksplisitt hensyn til sammensetningen av dager og koronapandemien.

Tabell 3.3: Relevante forhold i omgivelsene

Foretrukket utvalg	Utvalg inspirert av RAM-modellen
<ul style="list-style-type: none"> • Landareal per innbygger • Andelen av befolkningen som bor i tettsteder • Sysselsetting etter bosted per befolkning • Befolkningsandel i alderen 15 til 39 år • Koronasmittetilfeller per innbygger mellom vaksinerings av arbeidsfør befolkning og gjenåpningen • Koronasmittetilfeller per innbygger mellom nedstengingen og vaksinerings av arbeidsfør befolkning • Dager i måneden • Andel ordinære hverdager i måneden 	<ul style="list-style-type: none"> • Befolkningsandel i alderen 15 til 39 år • Landareal per innbygger • Andelen av befolkningen som er uføretrygdede • Andelen av befolkningen som er første- eller andregenerasjonsinnvandrere • Befolkningsandelen med mindre enn 60 prosent av OECD-definert medianinntekt • Andelen av husholdningene som er trangbodde • Totalt antall barneverntiltak per innbygger • Andelen av befolkningen som har skilt eller separert • Andelen av befolkningen som er kvinner • Registrert arbeidsledighetsrate

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Ettersom effektivitetsanalysene gjennomføres med månedlig tidsopløsning, er datamaterialet så langt som mulig tilpasset månedsfrekvens. For variabler som kun foreligger på kvartals- eller årsnivå, er det foretatt frekvensomregninger der dette vurderes som metodisk forsvarlig. For størrelser som antas å utvikle seg relativt jevnt over tid, slik som demografiske andeler og befolkningsgrupper, er det benyttet geometrisk interpolering, enten av nivåer eller andeler, avhengig av tilgjengelig aggregeringsnivå. For andre variabler, særlig inntektsrelaterte størrelser, er det lagt til grunn konstante verdier innenfor det enkelte kalenderår.

Variabelutvalget er videre underlagt en systematisk screeningprosess på datasiden. Denne omfatter vurderinger av statistisk signifikans, robusthet og pålitelighet, samt analyser av

samvariasjon mellom kandidatvariablene. Effektene av kovariatene er undersøkt ved hjelp av korrelasjonsmatriser, enkle OLS-regresjoner, fasteffektspesifikasjoner og ulike SFA-modeller, i samsvarende med framgangsmåten beskrevet i Wooldridge (2013) og Holmen med flere (2026c).

De innledende analysene om kontekstuelle variabler i Holmen med flere (2026c) indikerer at flere kovariater gir resultater som er krevende å tolke, blant annet gjennom koeffisienter med uventede fortegn eller størrelsesordener. Andre variabler framviser begrenset forklaringskraft og lav stabilitet på tvers av spesifikasjoner. Det avdekkes også klare multikollinearitetsproblemer, der enkelte kovariater i praksis absorberer effekten av andre, eller snarere fungerer som proxier for overordnede regionale kjennetegn enn som selvstendige forklaringsfaktorer.

Disse funnene må ses i lys av datamaterialets strukturelle begrensninger, særlig det lave antallet regioner og den begrensede tidsvariasjonen i mange av variablene. I praksis fungerer flere indikatorer som alternative mål på sentralitet eller som uttrykk for regionspesifikke forhold som i stor grad overlapper med variabler som allerede inngår i RAM-modellen. Selv om enkelte kovariater isolert sett bidrar til å forklare variasjon i effektivitet, viser analysene at denne forklaringskraften ofte er nært knyttet til andre, mer sentrale variabler med høyere og mer robust informasjon.

3.3.4 Håndtering av tidsdimensjonen

De fleste aktuelle dataene oppgis på månedsbasis, som dermed også er observasjonsfrekvensen vi har lagt til bruk i studiene. Enkelte datakilder rapporteres riktignok på årlig basis, men dette er fullt mulig å håndtere metodisk, for eksempel ved hjelp av utglating. Tidsdimensjonen gjør at vi får et paneldatasett med månedlige datapunkter. Dermed kan vi benytte oss av paneldatametodikk som fasteffektmodeller og foreta intertemporale effektivitetsanalyser. Tabell 3.4 gir vi en oversikt over et utvalg hendelser og endringer som påvirker politiets data og faktiske virksomhet.

Tabell 3.4 Et utvalg hendelser som påvirker politiets data og faktiske virksomhet

Hendelser
<ul style="list-style-type: none"> • 2015: Avbyråkratiserings- og effektiviseringsreformen reformen fra 2015 medførte årlige bevilgningskutt og kan ha hatt heterogene effekter • 2015: Endret straffelov i 2015 innebærer en del nye variabler og kategorier. • 2015: Opprettelse av «cold case»-gruppe • 2016: Nærpolitireformen innebærer nye politidistrikter • 2016: Etterretningsdoktrinen innebærer en ny måte å foreta saksrelaterte analyser. Distrikter jobber ulikt, og noen implementerer doktrinenes føringer raskere. • 2017: Endring i utgiftsføring av pensjonskostnader • 2017: Nedleggelse av tjenestesteder • 2017: Overføring av tjenestesteder mellom distrikter • 2018: Kommunereformen • 2018: Nedleggelse av passkontorer (en del av Nærpolitireformen) • 2019: Revidering av politiets virksomhetsstrategi • 2020: Iverksettelse av kommunereformen med tilhørende kommunesammenslåinger og justeringer i grensene mellom enkelte politidistrikt • 2020 til 2022: Coronapandemien påvirket trolig rammebetingelser og produksjonsprosessen for politisektoren ulikt • 2021: Rusreformen i kan ha hatt heterogene effekter på oppklaringsprosent i narkotikasaker. • 2021: Innføring av et nytt kontosystem med periodisert regnskap (SRS) for politiet, etter at man tidligere kun benyttet kontantprinsippet. • 2022: Ny definisjon for hvilke stillinger som kategoriseres som jurister/påtalejurister. • 2023: Gjenåpning av tjenestesteder • Annet: Andre brudd i stillingskategoriene • Annet: Endringer i pensjonssystemet og belastning av pensjonskostnader på politidistriktene • Annet: Andre nedleggelse, gjenåpninger, omorganiseringer eller tjenesteoverføringer blant annet knyttet til endringer i kommunegrensene og politireformen • Annet: Endringer i Oslo og eventuelt andre sentrale strøk forbundet med vakthold ved ambassader, konsulater statsbesøk, demonstrasjoner, regjeringsbygg og andre statlige bygg med mer • Annet: Flere endringer knyttet til Nærpolitireformen innføres over tid fram til 2020 • Annet: Forskjeller i innfasingstidspunkter for felles nødsentraler.

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Muligheten til å utnytte tidsdimensjonen bidrar også til at man kan lagge variabler på grunn av endogenitetsutfordringer eller faktisk forsinket virkning. For eksempel kan fjorårets kriminalitet påvirke årets kriminalitet (altså produksjon) og politi per innbygger (altså ressursbruk). Denne sammenhengen kan utnyttes til å identifisere hvordan årets innsats påvirker kriminaliteten, ved at man fjerner variasjonen av fjorårets kriminalitet har på årets kriminalitet, slik at «kun» politiets innsats står igjen. Dette er ikke forhold vi har tatt høyde for i vår analyse.

3.3.5 Håndtering av geografi

I vår studie opererer vi med politidistriktene som beslutningsenheter. Antall politidistrikter ble redusert fra 27 til 12 (i tillegg til Svalbard) fra 1. januar 2016, som følge av nærpolitireformen. Dette bidro til en likere organisering selv om det fremdeles er en del forskjeller (Direktoratet for forvaltning og økonomistyring 2022). Politidistriktene ledes av en politimester med ansvar for distriktets polititjeneste, lokale påtalefunksjon, samt budsjetter og resultater. Vedkommende har som oppdrag å disponere ressurser og organisere distriktets arbeid i tråd med prioritinger og pålegg fra Politidirektoratet (samt den høyere påtalemyndigheten i påtalemessige spørsmål).

Et lavere aggregeringsnivå ned mot geografiske og funksjonelle driftsenheter er imidlertid ikke mulig over hele analyseperioden. Datakvaliteten fikk et betydelig løft i perioden 2021 til 2022, både med overgangen til SRS, samt mer finkornet geografisk og funksjonell inndeling.

3.3.6 Kvalitetsindikatorer og måleutfordringer i politiets tjenesteproduksjon

Selv om dette forskningsstudiet analyserer indre effektivitet, er det relevant å beskrive hvilke kvalitetskrav som gjelder for politiets virksomhet, og hvilke indikatorer som kan benyttes i studier av ytre effektivitet. Dette kapitlet er derfor et teknisk supplement og danner en bakgrunn for forståelsen av mål, data og måleutfordringer. Indikatorene omtales ikke fordi de inngår i vår effektivitetsmåling, men fordi de viser hva som i prinsippet kan måles. Et unntak er saksbehandlingstid, som brukes indirekte som ressursmål i straffesaksbehandlingen.

I kvalitetsrundskrivet (Riksadvokaten 2019) angis det tydelige mål for straffesaksbehandlingen:

- Høy kvalitet
- Høy oppklaring
- Kort saksbehandlingstid
- Adekvat reaksjon

Disse kravene gjentas i det årlige rundskrivet fra Riksadvokaten (2023). «Høy kvalitet» forstås som at straffesaksbehandlingen etterlever visse kvalitetsmarkører, som blant annet inkluderer de tre andre punktene i listen. I tillegg skal straffesaksbehandlingen «virke tillitsvekkende på allmennheten» (Riksadvokaten 2019, kapittel 3). Samtidig understrekes det at kravet om høy kvalitet er en forpliktelse til innsats, ikke resultat. Manglende domfellelse kan skyldes ulike årsaker og betyr ikke nødvendigvis dårlig utført arbeid fra politiet og påtalemyndigheten.

Befolkningens tillit til politiet finner vi også igjen som en styringsparameter i tildelingsbrevet til POD, som også fastslår hvilken indikator som skal brukes for å måle graden av oppnåelse. Variablene måles årlig over politidistrikter i politiets innbyggerundersøkelse. En høy andel av befolkningen svarer i politiets innbyggerundersøkelse at de har ganske eller svært stor tillit til politiet, både i landet som helhet og i ulike tettsteds kategorier. I dette eksempelet er det en logisk sammenheng mellom mål («trygghet»), parameter («tillit», indikator («andel som svarer at de har høy tillit») og kilde («innbyggerundersøkelsen»), noe som gjør det enkelt å måle politiets tjenesteproduksjon på dette området, dersom dataene har tilstrekkelig høy oppløsning. Trygghetsfølelse i eget nabolag utgjør en annen relevant variabel som lenge har blitt mål i politiets innbyggerundersøkelse og med det har blitt mulig å følge over tid for hvert politidistrikt.

Ytterligere et eksempel er målet om at saksbehandlingen i straffesaker skal være så lav som mulig, med færrest mulig restanser. Da er saksbehandlingstid, for eksempel målt i dager siden anmeldingstidspunkt, en relevant indikator på produksjon av tjenesten «lav saksbehandlingstid».

Oppklaringsprosenten sett under ett er en viktig kvalitetsindikator på politiets straffeforfølgning for Riksadvokaten (2019 og 2013). Den totale oppklaringsprosenten kan imidlertid skjule en betydelig heterogenitet mellom enkeltdistrikters kriminalitetsprofil.

En annen indikator brukt av Riksadvokaten (2019 og 2023) er at etterforskningen leder til adekvate strafferettslige reaksjoner. Dette ses på som en forutsetning for å nå det overordnede målet om redusert kriminalitet. For å analysere dette må straffesaksdata kobles til straffereaksjonsdata for å indikere sammenhenger mellom etterforskningen og domfellelser.

Det er nedfelt et minstekrav til politiets responstid for det som kalles hasteoppdrag. Responstiden for politiet er den tiden det tar fra politiets operasjonssentral mottar melding om en hendelse de vurderer som hasteoppdrag til det at første politipatrulje er registrert fremme på stedet. Siden befolkningstetthet har stor betydning stilles både nasjonale krav og egne krav per politidistrikt og tidskravet justeres for geografisk størrelse ved bruk av tre tettsteds kategorier

Ikke alle former for kvalitet lar seg måle direkte på samme måte. Derfor må kvaliteten ofte måles indirekte, ved hjelp av såkalte proxy-variabler. Et eksempel er oppklaringsprosenten, som er et imperfekt mål på etterforskningskvalitet (Knutsson 2013). Et annet eksempel er «forebygging av kriminalitet», fordi «ikke-begått» kriminalitet ikke lar seg måle direkte. For å måle faktisk oppnådd forebyggende arbeid, er man nødt til å identifisere det kontrafaktiske kriminalitetsnivået i fravær av politiets forebyggende innsats. I mangel på direkte målbarhet kan man benytte seg av mer indirekte indikatorer på produksjon av forebyggende arbeid, for eksempel hvor mange samtaler politiet har med ungdom i en ikke-operativ kontekst, eller bruken informasjonskampanjer rettet mot ungdom. Slike indikatorer står likevel i fare på å likne mer på innsatsfaktorer enn tjeneste-produksjon. Man kan også finne proxyer på omfanget av behovet for forebyggende arbeid, avhengig av sosioøkonomiske og demografiske faktorer.

Utfordringer med operasjonalisering og målbarhet er en av hovedgrunnene til at de fleste studier kun benytter indikatorer det finnes tall på – oppklaringsprosent og saksbehandlingstid. Ikke fordi dette er de mest riktige eller relevante indikatorene, men simpelthen fordi det er disse indikatorene som det finnes tilgjengelig statistikk for.

Tabell 3.5 gir en oversikt over mulige kvalitetsindikatorer som potensielt kan benyttes i effektivitetsanalyser av politiets oppgaver.

Tabell 3.5: Mulige kvalitetsindikatorer i effektivitetsanalyser av politiets oppgaver

Oppgavekategori (eksempler i parentes)	Kvalitetsindikatorer (foreslått kilde i parentes)
Polisiær virksomhet (Forebygging av kriminalitet, sikre tilstedeværelse, ro, orden og sikkerhet, redningstjeneste og arrestfunksjon, transport og framstilling i forbindelse med varetekt)	Responstider for hasteoppdrag (PO) Opplevd trygghetsfølelse og bekymring (Innbyggerundersøkelsen) Tillit til politiet (Innbyggerundersøkelsen) Inntrykk av politiet i nærmiljøet (Innbyggerundersøkelsen) Klager med grunnlag for kritikk (Klagestatistikken) Oppklaring/henleggelse av anmeldte/etterforskede lovbrudd (Strasak)
Straffeforfølgning (Opprettelse av sak, etterforskning, påtaleavgjørelse, aktorering av saker for domstolene)	Saksbehandlingstid (Strasak) Restanser (Strasak) «Liggetid» i saksbehandlingen (Strasak) Straffereaksjoner (SSP)
Sivil rettspleie og forvaltningsoppgaver (innkreving, forenklede forelegg, pass, ID, våpen)	Saksbehandlingstid per sakstype (Sian) Saksbehandlingstid fra forvaltningsregistre (våpen, ID, pass) Inntrykk av forvaltningstjenester (Innbyggerundersøkelsen)

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Referanser

- Ackerberg, D. A., Caves, K., & Frazer, G. (2015). Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica*, 83(6), 2411–2451.
- Aigner, D. J., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6(1), 21–37.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261–1264.
- Atkinson, S. E., & Dorfman, J. H. (2005). Bayesian Measurement of Productivity and Efficiency in the Presence of Undesirable Outputs: Crediting Electric Utilities for Reducing Air Pollution. *Journal of Econometrics*, 126(2), 445–468.
- Badunenko, O., & Mozharovskyi, P. (2016). Nonparametric Frontier Analysis Using Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 550–589.
- Badunenko, O., & Tauchmann, H. (2019). Simar and Wilson Two-Stage Efficiency Analysis for Stata. *The Stata Journal*, 19(4), 950–988.
- Banker, R. D. (1996). Hypothesis Tests Using Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 7(2–3), 139–159.
- Banker, R. D., Gadh, V. M., & Gorr, W. L. (1993). A Monte Carlo comparison of two production frontier estimation methods: Corrected ordinary least squares and data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 67(3), 332–343.
- Behr, A. (2010). Quantile regression for robust bank efficiency score estimation. *European Journal of Operational Research*, 200(2), 568–581.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1988). Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies with a Generalized Frontier Production Function and Panel Data. *Journal of Econometrics*, 38, 387–399.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3, 153–169.
- Battese, G. E., & Coelli, T. J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, 20, 325–332.
- BDO & Menon Economics (2017). Virksomhetsanalyse av Politi- og lensmannsetaten. Oslo, 1. mai 2017.
- Bellman, R. (1957). *Dynamic Programming*. Princeton University Press.
- Belotti, F., & Ilardi, G. (2012). Consistent Estimation of the “True” Fixed-Effects Stochastic Frontier Model. CEIS Tor Vergata: Research Paper Series.
- Belotti, F., Daidone, S., Ilardi, G., & Atella, V. (2013). Stochastic Frontier Analysis Using Stata. *The Stata Journal*, 13(4), 719–758.

- Benito, B., Martínez-Córdoba, P.-J., & Guillamón, M. D. (2021). Measurement and Determinants of Efficiency in the Municipal Police Service. *Evaluation and Program Planning*, 85, 101904.
- Berndt, E. R., & Christensen, L. R. (1973). The Translog Function and the Substitution of Equipment, Structures, and Labor in US Manufacturing 1929–68. *Journal of Econometrics*, 1(1), 81–113.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50, 1393–1414.
- Cazals, C., Fève, F., Florens, J. P., & Simar, L. (2016). Nonparametric Instrumental Variables Estimation for Efficiency Frontier. *Journal of Econometrics*, 190(2), 349–359.
- Chambers, R. G., Chung, Y., & Färe, R. (1998). Profit, Directional Distance Functions, and Nerlovian Efficiency. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 98(2), 351–364.
- Charles, V., Aparicio, J., & Zhu, J. (2019). The Curse of Dimensionality of Decision-Making Units: A Simple Approach to Increase the Discriminatory Power of Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 279(3), 929–940.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. L. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
- Cherchye, L., De Rock, B., Dierynck, B., Roodhooft, F., & Sabbe, J. (2013). Opening the “Black Box” of Efficiency Measurement: Input Allocation in Multioutput Settings. *Operations Research*, 73, 93–103.
- Christensen, L. R., & Jorgenson, D. W. (1969). The Measurement of US Real Capital Input, 1929–1967. *Review of Income and Wealth*, 15(4), 293–320.
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165.
- Collier, T., Johnson, A. L., & Ruggiero, J. (2011). Technical efficiency estimation with multiple inputs and multiple outputs using regression analysis. *European Journal of Operational Research*, 208(2), 153–160.
- Cornwell, C., Schmidt, P., & Sickles, R. C. (1990). Production Frontiers with Cross-Sectional and Time-Series Variation in Efficiency Levels. *Journal of Econometrics*, 46, 185–200.
- Daraio, C., & Simar, L. (2005). Introducing Environmental Variables in Nonparametric Frontier Models: A Probabilistic Approach. *Journal of Productivity*.
- Daraio, C., & Simar, L. (2007). Conditional Nonparametric Frontier Models for Convex and Non-Convex Technologies: A Unifying Approach. *Journal of Productivity Analysis*, 28(1–2), 13–32.
- Deprins, D., Simar, L., & Tulkens, H. (2006). Measuring labor-efficiency in post offices. In *Public goods, environmental externalities and fiscal competition* (pp. 285–309). Boston, MA: Springer US.
- Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (2022). Evaluering av nærpolitireformen – En vurdering av resultater og effekter. DFØ-rapport 2022:6.

- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253–290.
- Farrell, M. J., & Fieldhouse, M. (1962). Estimating Efficient Production Functions Under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society*, 125, 252–267.
- Flegl, M., & Gress, E. S. H. (2023). A Two-Stage Data Envelopment Analysis Model for Investigating the Efficiency of the Public Security in Mexico. *Decision Analytics Journal*, 6, 100181.
- Färe, R., Grosskopf, S., Noh, D. W., & Weber, W. (2005). Characteristics of a Polluting Technology: Theory and Practice. *Journal of Econometrics*, 126(2), 469–492.
- Førsund, F. R. (2016). Productivity Interpretations of the Farrell Efficiency Measures and the Malmquist Index and Its Decomposition. In J. Aparicio, C. A. K. Lovell, & J. T. Pastor (Eds.), *Advances in Efficiency and Productivity* (pp. 121–147). Springer International Publishing AG, Cham.
- Førsund, F. R. (2017). Measuring effectiveness of production in the public sector. *Omega*, 73, 93–103.
- Førsund, F. R., & Hjalmarsson, L. (1979). Generalised Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants. *Economic Journal*, 89(354), 294–315.
- Goldsmith, R. W. (1951). A perpetual inventory of national wealth. In: *Studies in Income and Wealth*, Volume 14 (pp. 5–73). NBER.
- Greene, W. H. (1980a). Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. *Journal of Econometrics*, 13, 27–56.
- Greene, W. H. (1980b). On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model. *Journal of Econometrics*, 13, 101–115.
- Greene, W. H. (2005). Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of the Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*, 126, 269–303.
- Hadri, K. (1999). Estimation of a Doubly Heteroscedastic Stochastic Frontier Cost Function. *Journal of Business and Economic Statistics*, 17, 359–363.
- Hampf, B., & Rødseth, K. L. (2019). Environmental Efficiency Measurement with Heterogeneous Input Quality: A Nonparametric Analysis of US Power Plants. *Energy Economics*, 81, 610–625.
- Heckman, J. J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 47(1), 153–161.
- Holmen, R. B. (2022). Fixed Capital Estimation: Utilization of Macro Data to Account for Capital Heterogeneity at Firm Level. *Beta*, 36(1), 1–43.
- Holmen, R. B., Hoel-Holt, A. S., Kittelsen, S. A. C., Rødseth, K. L., Allvin, A., & Ellingsen, D. (2026a). Effektiviteten i politiet. Oversiktsrapport om sektorens effektivitetsutvikling. *Vista Analyse Rapport 2026/6*.

- Holmen, R. B., Hoel-Holt, A. S., Kittelsen, S. A. C., Rødseth, K. L., Allvin, A., & Ellingsen, D. (2026b). Kostnadsvariasjoner i politiet. En undersøkelse av effektiviteten i politidistriktenes produksjonsinnsats. Vista Analyse Rapport 2026/4.
- Holmen, R. B., Hoel-Holt, A. S., Kittelsen, S. A. C., Rødseth, K. L., Allvin, A., & Ellingsen, D. (2026c). Politiets tjenesteproduksjon. En undersøkelse av effektiviteten i politidistriktenes oppgaveløsning. Vista Analyse Rapport 2026/3.
- Holmen, R. B., Kuosmanen, T., Masso, J., Maurseth, P. B., & Rødseth, K. L. (2026d). Optimal Inter-temporal Broadband Investments to Promote Regional Economic Development. *Journal of Productivity*. Forthcoming.
- Huang, C. J., & Liu, J.-T. (1994). Estimation of a Non-Neutral Stochastic Frontier Production Function. *Journal of Productivity Analysis*, 5, 171–180.
- Ji, Y. B., & Lee, C. (2010). Data Envelopment Analysis. *The Stata Journal*, 10(2), 267–280.
- Jondrow, J., Lovell, C. A. K., Materov, I. S., & Schmidt, P. (1982). On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model. *Journal of Econometrics*, 19, 233–238.
- Jorgenson, D. W. (1963). Capital Theory and Investment Behavior. *The American Economic Review*, 53(2), 247–259.
- Jorgenson, D. W., & Griliches, Z. (1967). The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*, 34(3), 249–283.
- Kmenta, J. (1967). On Estimation of the CES Production Function. *International Economic Review*, 8(2), 180–189.
- Knutsson, J. (2013). Måling av effektivitet i etterforskning. Delrapport i «Etterforskningssprosjektet». Politihøgskolen. PHS Forskning 2013:3.
- Kumbhakar, S. C. (1990). Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency. *Journal of Econometrics*, 46, 201–211.
- Kumbhakar, S. C., & Tsionas, E. G. (2016). The Good, the Bad and the Technology: Endogeneity in Environmental Production Models. *Journal of Econometrics*, 190(2), 315–327.
- Kumbhakar, S. C., Ghosh, S., & McGuckin, J. T. (1991). A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms. *Journal of Business and Economic Statistics*, 9, 279–286.
- Kuosmanen T., & Kortelainen, M. (2005) Measuring Eco-Efficiency of Production with Data Envelopment Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9, 59-72.
- Kuosmanen, T. (2006). Stochastic Nonparametric Envelopment of Data: Combining Virtues of SFA and DEA in a Unified Framework. MTT Discussion Paper No. 3/2006.
- Kuosmanen, T., & Johnson, A. (2017). Modeling Joint Production of Multiple Outputs in StoNED: Directional Distance Function Approach. *European Journal of Operational Research*, 262(2), 792–801.

- Kuosmanen, T., & Kortelainen, M. (2005). Measuring Eco-Efficiency of Production with Data Envelopment Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9, 59–72.
- Kuosmanen, T., & Kortelainen, M. (2012). Stochastic Non-Smooth Envelopment of Data: Semi-Parametric Frontier Estimation Subject to Shape Constraints. *Journal of Productivity Analysis*, 38(1), 11–28.
- Lai, H. P., & Kumbhakar, S. C. (2018a). Endogeneity in Panel Data Stochastic Frontier Model with Determinants of Persistent and Transient Inefficiency. *Economics Letters*, 162, 5–9.
- Lai, H. P., & Kumbhakar, S. C. (2018b). Panel Data Stochastic Frontier Model with Determinants of Persistent and Transient Inefficiency. *European Journal of Operational Research*, 271(2), 746–755.
- Lee, Y. H., & Schmidt, P. (1993). A Production Frontier Model with Flexible Temporal Variation in Technical Efficiency. In H. O. Fried, C. A. K. Lovell, & S. S. Schmidt (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications* (pp. 237–255). New York: Oxford University Press.
- Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 317–341.
- Liu, C., Laporte, A., & Ferguson, B. S. (2008). The quantile regression approach to efficiency measurement: insights from Monte Carlo simulations. *Health economics*, 17(9), 1073–1087.
- Lundgaard, J. M. (2021). Nød og neppe – Fra anrop til beslutning ved politiets operasjonssentral. Universitetsforlaget.
- Malmquist, S. (1953). Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4, 209–242.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 435–444.
- Mutter, R. L., Greene, W. H., Spector, W., Rosko, M. D., & Mukamel, D. B. (2013). Investigating the Impact of Endogeneity on Inefficiency Estimates in the Application of Stochastic Frontier Analysis to Nursing Homes. *Journal of Productivity Analysis*, 39(2), 101–110.
- Nishimizu, M., & Page Jr., J. M. (1982). Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965–78. *The Economic Journal*, 92(368), 920–936.
- Olley, G. S., & Pakes, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64(6), 1263–1297.
- Orme, C., & Smith, P. (1996). The Potential for Endogeneity Bias in Data Envelopment Analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 47(1), 73–83.
- Oulton, N. (2007). Ex Post versus Ex Ante Measures of the User Cost of Capital. *Review of Income and Wealth*, 53(2), 295–317.
- Park, B. U., Simar, L., & Zelenyuk, V. (2015). Categorical Data in Local Maximum Likelihood: Theory and Applications to Productivity Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 43(2), 199–214.

- Pitt, M. M., & Lee, L.-F. (1981). The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. *Journal of Development Economics*, 9, 43–64.
- Podinovski, V. V., & Førsund, F. R. (2010). Differential Characteristics of Efficient Frontiers in Data Envelopment Analysis. *Operations Research*, 58(6), 1743–1754.
- Podinovski, V. V., Olesen, O. B., & Sarrico, C. S. (2018). Nonparametric Production Technologies with Multiple Component Processes. *Operational Research*, 66, 282–3.
- Politidirektoratet (2025). Ressursanalyse for 2024. Kostnader og bemanning i politiet. POD-rapport 2/2025.
- Riksadvokaten (2019). Kvalitetskrav til straffesaksbehandlingen i politiet og ved statsadvokatembetene mv. (Kvalitetsrundskrivet). Rundskriv fra Riksadvokaten. 201801223. 820.4.Rundskriv nr. 3/2018. 8. november 2018. Rev. 21. februar 2019.
- Riksadvokaten (2023). Mål og prioriteringer for straffesaksbehandlingen i 2023. Rundskriv nr. 1/2023.
- Rødseth, K. L., Førsund, F., Holmen, R. B., & Kittelsen, S. A. C. (2022). Forbedringspotensial ved måling av effektivitet i kommunal sektor. TØI rapport 1879/2022.
- Rødseth, K. L., Hansen, W., Kuosmanen, T., & Førsund, F. (2021). Benchmarking of Outlier Grid Companies. TØI rapport 1859/2021.
- Rødseth, K. L., Holmen, R. B., Førsund, F. R., & Kittelsen, S. A. C. (2019). Effektivitet og produktivitet i norsk veibygging 2007–2016. Concept rapport nr. 57. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Rødseth, K. L., Holmen, R. B., Kuosmanen, T., & Schøyen, H. (2023). Market Access and Seaport Efficiency: The Case of Container Handling in Norway. *Journal of Shipping and Trade*, 8(1), 8.
- Rødseth, K. L., Holmen, R. B., Kuosmanen, T., & Schøyen, H. (2024). Nonparametric Estimation of Allocative Efficiency Using Indirect Production Theory: Application to Container Ports in Norway. *Journal of Productivity Analysis*, 62(3), 365–377.
- Rødseth, K. L., Kuosmanen, T., & Holmen, R. B. (2025a). Combining Convex Regression with the Regression Discontinuity Design: Effectiveness of E-Scooter Providers during the Covid-19 Lockdown. *European Journal of Operational Research*.
- Rødseth, K. L., Kuosmanen, T., & Holmen, R. B. (2025b). Mitigating Simultaneity Bias in Seaport Efficiency Measurement. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 192, 104333.
- Rødseth, K. L., Schøyen, H., & Wangsness, P. B. (2020). Decomposing Growth in Norwegian Seaport Container Throughput and Associated Air Pollution. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 85, 102391.
- Santosa, F., & Symes, W. W. (1986). Linear Inversion of Band-Limited Reflection Seismograms. *SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing*, 7(4), 1307–1330.
- Shee, A., & Stefanou, S. E. (2015). Endogeneity Corrected Stochastic Production Frontier and Technical Efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(3), 939–952.

- Shephard, R. W. (1970). The Distance Function of a Production Structure. No. ORC674.
- Simar, L. (2007). How to Improve the Performances of DEA/FDH Estimators in the Presence of Noise? *Journal of Productivity Analysis*, 28(3), 183–201.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science*, 44, 49–61.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (1999). Estimating and Bootstrapping Malmquist Indices. *European Journal of Operations Research*, 115(3), 459–471.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 49–78.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and Inference in Two-Stage, Semi-Parametric Models of Production Processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64.
- Simar, L., & Zelenyuk, V. (2011). Stochastic FDH/DEA Estimators for Frontier Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 36(1), 1–20.
- Tibshirani, R. (1996). Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 58(1), 267–288.
- Torgersen, A. M., Førsund, F. R., & Kittelsen, S. A. (1996). Slack-Adjusted Efficiency Measures and Ranking of Efficient Units. *Journal of Productivity Analysis*, 7(4), 379–398.
- Tulkens, H. (1993). On FDH efficiency analysis: some methodological issues and applications to retail banking, courts, and urban transit. *Journal of productivity analysis*, 4(1), 183–210.
- Van Beveren, I. (2012). Total Factor Productivity Estimation: A Practical Review. *Journal of Economic Surveys*, 26(1), 98–128.
- Wang, H.-J. (2002). Heteroscedasticity and Non-Monotonic Efficiency Effects of a Stochastic Frontier Model. *Journal of Productivity Analysis*, 18, 241–253.
- Wang, H.-J., & Schmidt, P. (2002). One-Step and Two-Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels. *Journal of Productivity Analysis*, 18, 129–144.
- Wooldridge, J. M. (2009). On Estimating Firm-Level Production Functions Using Proxy Variables to Control for Unobservables. *Economics Letters*, 104(3), 112–114.



Appendikser

A. Skript for databehandling

I dette vedlegget gir vi noen eksempler på kode som viser viktige steg i databehandlingsprosessen. Det er ikke formålstjenlig å presentere komplette skript for databehandlingen som er gjennomført i prosjektet fordi skript som fungerer på ett datasett sjelden vil fungere uendret på et nytt uttrekk. Databehandling vil alltid kreve en viss grad av manuell tilpasning fordi navn på variabler, filstrukturer og organiseringen av rådata endrer seg over tid, både som følge av systemoppdateringer og endringer i registreringspraksis.

I stedet beskriver vi i dette vedlegget generelle prinsipper og pseudokode som illustrerer framgangsmåter for import, harmonisering, kontroll og konstruksjon av variabler – og bare unntaksvis viser vi komplette skript. Poenget er å gi et rammeverk som kan tilpasses datagrunnlaget. Rådataene må alltid gjennomgås, kvalitetssikres og tilpasses manuelt før analysen kan gjennomføres, og det er denne delen av arbeidet som krever mest tid og arbeid. Merk at en kjensgjerning fra dataanalyseverdenen er at (minst) 80 prosent av tiden går til å vaske, sjekke og bearbeide data, mens 20 prosent går til faktisk analyse.

Vi gjennomførte databehandlingen i Stata, men Python, R eller andre språk kan også fint benyttes. Mesteparten av beskrivelsene i dette vedlegget gis i Stata. Med framveksten av generativ KI er det forholdsvis enkelt å oversette kode fra et språk til et annet.

A.1 Kontroll av datasettet og håndtering av endringer

Det er god praksis å etablere rutiner for løpende kontroller eller «sanity checks» underveis i databehandlingen. Hver gang datasettet endres, bør resultatet kontrolleres før man går videre. Etter import av rådata bør man i Stata umiddelbart etablere en logg med `log using`, slik at alle ønskede steg i skript og output dokumenteres fortløpende i en separat fil. Loggen lukkes med `log close`.

En første sjekk av dataene består av kommandoer som `describe`, `summarize` og `codebook`. Det er vanlig å loggføre resultatene av disse kommandoene i egne logger. Underveis kan man bruke `assert` for å teste antagelser (for eksempel at ID-variabler er unike eller ikke mangler), og `list` for å inspisere enkeltrader der noe ser mistenkelig ut. Det er også nyttig å se over hele (`browse`) eller deler av (`browse if`) datasettet.

Man bør også hyppig sjekke dataene ved endringer, både visuelt i grafer (`graph twoway line` eller `hist`), og i tabeller (`tabulate` eller `table`). Både grafer og tabeller kan og bør lagres i egne filer (for eksempel ved `graph export`).

A.2 Laste inn og kombinere data

Rådata leveres gjerne i separate filer. For eksempel ble regnskapsdataene i denne studien levert på årsbasis. For enkelte år var regnskapet oppdelt i mapper, med flere filer per mappe. Første skritt var derfor å kombinere alle enkeltfiler til en samlet regnskapsfil per år. Dette er upraktisk og uhåndterbart å gjøre manuelt per fil, men er enklere ved hjelp av et skript som iterativt henter ut filer fra alle mappene og slår dem sammen. Den sentrale logikken går ut på å lage en for-loop

som iterativt legger til data fra hver fil til det kombinerte datasettet. Dette gjøres både per år, og deretter for alle årene samlet, etter at variabelnavn er harmonisert på tvers av år.

I Stata brukes kommandoen `append` i en `foreach`- eller `forvalues`-loop for å forlenge datasettet i minnet. Bruk av såkalte makroer i Stata er nyttig når man vil lagre informasjon midlertidig i minnet (kommandoen `local` er vanligst og tryggest). Tekstboks A.1 viser skriptet brukt i analysen, med år 2017 som eksempel.

Tekstboks A.1 Eksempel på skript-basert kombinerings av filer fra mange ulike mapper, basert på regnskapsdata for 2017 (Stata)

```
// This script combines all the police district data from individual folders
// YEAR: 2017

clear all
cd "F:/PATH/regnskapsdata/2017" // Set WD to main folder_path

log using "combineDataFoldersLOG.txt", replace

// Define the path for the combined dataset in the main folder
local combined_file = "combined_temp.dta"

// Define a macro to check if the first file has been imported
local first_import = 1

// Initialize a macro to store the total row count from individual files
local total_rows = 0

// Loop over folder names (201 to 212)
forvalues folder = 201/212 {
    // Change dir to the current folders
    local folder_path = "`c(pwd)'\`folder'"
    cd "`folder_path'"

    // List all Excel-files in the current folder
    local filelist: dir . files "*.xlsx"

    // Loop over each Excel file
    foreach file in `filelist' {
        // Import the Excel file, using first row as variable names
        import excel using "`file'", firstrow case(lower) clear

        // Add the row count to the total
        local rows_in_file = _N
        local total_rows = `total_rows' + `rows_in_file'

        // If the master dataset is not defined yet, keep this dataset
        if `first_import' == 1 {
            cd "." // Move to main folder
            save "`combined_file'", replace // Save as temp dataset
            local first_import = 0 // Set to 0 after first file imported
            cd "`folder_path'" // Return to the subfolder
        }
        else {
            // Switch back to main folder to find dataset
            cd "."

            // Append to master dataset
            append using "`combined_file'", force
            save "`combined_file'", replace

            // Switch back to the subfolder for next iteration
            cd "`folder_path'"
        }
    }
}

// Return to main dir
cd "."

// Now include the files in "103 POD" folder
cd "103 POD"
local filelist: dir . files "*.xlsx"
```

```
// Loop over each Excel file in the "103 POD" folder
foreach file in `filelist' {
    import excel using "`file'", firstrow case(lower) clear

    // Add the row count to the total
    local rows_in_file = _N
    local total_rows = `total_rows' + `rows_in_file'

    // Append
    cd ".."
    append using "`combined_file'"
    save "`combined_file'", replace

    // Switch back to the subfolder for next iteration
    cd "103 POD"
}

// Include files in "S55" folder
cd ".."
cd "S55"
local filelist: dir . files "*.xlsx"

// Loop over each file in main directory
foreach file in `filelist' {
    import excel using "`file'", firstrow case(lower) clear

    // Add the row count to the total
    local rows_in_file = _N
    local total_rows = `total_rows' + `rows_in_file'

    cd ".."
    append using "`combined_file'", force // Force because issue with one variable
    save "`combined_file'", replace

    // Switch back to the subfolder for next iteration
    cd "S55"
}

// Include files in Særorganer folder
cd ".."
cd "Særorganer"
local filelist: dir . files "*.xlsx"

// Loop over each file in Særorganer
foreach file in `filelist' {
    import excel using "`file'", firstrow case(lower) clear

    // Add the row count to the total
    local rows_in_file = _N
    local total_rows = `total_rows' + `rows_in_file'

    cd ".."
    append using "`combined_file'", force
    save "`combined_file'", replace

    // Switch back to the subfolder for next iteration
    cd "Særorganer"
}

cd ".."

// Save the final combined dataset
save regnskapsdata_2017_combined.dta, replace

// Get the row count for the final combined dataset
local final_rows = _N

// Compare row counts
display "Total rows in final dataset: `final_rows'"
display "Total rows from individual files: `total_rows'"

erase "`combined_file'"

log close
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Denne operasjonen kan også gjøres i andre programmeringsspråk. For eksempel vil et liknende skript i R se slik ut (koden er generert i ChatGPT og er ikke testet):

Tekstboks A.2 Eksempel på skript-basert kombinerings av filer fra mange ulike mapper (R, ikke testet)

```
# Load necessary libraries
library(readxl)
library(dplyr)

# Define the main directory
main_dir <- "F:/PATH/regnskapsdata/2017"

# Define the file path for the combined dataset
combined_file <- file.path(main_dir, "regnskapsdata_2017_combined.csv")

# Initialize an empty list to store data
combined_data <- list()

# Function to read and append Excel files from a given folder
process_folder <- function(folder_name) {
  folder_path <- file.path(main_dir, folder_name)

  # Get all Excel files in the folder
  file_list <- list.files(folder_path, pattern = "\\\\.xlsx$", full.names = TRUE)

  for (file in file_list) {
    # Read the Excel file
    data <- read_excel(file)

    # Append the dataset to the list
    combined_data <- append(combined_data, list(data))
  }
}

# Loop through folders 201 to 212
for (folder in 201:212) {
  process_folder(as.character(folder))
}

# Include files from "103 POD" folder
process_folder("103 POD")

# Include files from "S55" folder
process_folder("S55")

# Include files from "Særorganer" folder
process_folder("Særorganer")

# Combine all data into a single dataframe
final_data <- bind_rows(combined_data)

# Save the combined dataset as CSV (change to RDS if needed)
write.csv(final_data, combined_file, row.names = FALSE)
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

I tillegg til å forlenge datasettet, som tilfører nye observasjoner for gitte variabler, vil det nesten alltid være nødvendig å tilføre nye variabler for gitte observasjoner. Et eksempel er hvis datasettet inneholder gamle koder for politidistriktene og man ønsker å tilføre de nye distriktkodene for hver observasjon. Da er det nødvendig med en felles nøkkelvariabel som kan binde de to datasettene sammen, og en regel som brukes til å fastslå hva som skjer med observasjoner som kun matcher et (eller ingen) av datasettene. I STATA brukes kommandoen `merge` til dette, mens i R brukes `join`.

A.3 Komprimere og rensse datasettet

For å gjøre videre analyse mindre tidkrevende er det nyttig å redusere størrelsen på datasettet. Før komprimering og rensing var datasettet med politiets regnskap over 52 gigabyte stort, med 56 variabler og 25 683 523 observasjoner. Ved å slette variabler som ikke er relevante eller brukbare for analysen, samt endre på dataformatet for enkeltvariabler og slette observasjoner med manglende data, ble størrelsen redusert til i underkant av 10 gigabyte, 28 variabler og rett over 25 076 994 observasjoner. I Stata brukes kommandoen `drop` for å fjerne variabler, mens man kan fjerne observasjoner ved å betinge slettingen: `drop if <betingelse>`. Kommandoen `encode` brukes til å gjøre om tekstdata til (numeriske) kategorier, noe ofte bidrar til å redusere størrelsen på datasett betydelig.

Vi benytter et paneldata med månedlige observasjoner per politienhet for perioden 2016 til 2023 til effektivitetsanalysene. Datasettet er balansert, det vil si at alle tolv politidistrikter rapporterer data i alle måneder og år under evaluering. Dermed er det snakk om $144 (= 12 * 12)$ observasjoner tilgjengelig i hvert av årene. Totalt gir det $1\,152 (= 8 * 12)$ observasjoner i datasettet.

A.4 Operasjonalisering av variabler

Vi benytter disse dataene til å føye en kostnadsfunksjon, $c = g(\mathbf{y}), \mathbf{y} \in \mathcal{R}_+^3$ hvor

- c = deflaterte kostnader (eventuelt dekomponert til ulike grupper sysselsatte, produktinnsats og kapitalkostnader)
- y_1 = Oppdrag, registrert i Politioperativt System (PO)
- y_2 = Straffesaker, registrert i Straffesaksregisteret (Strasak)
- y_3 = Et aggregat av saker innen ikke-operative polititjenester, herunder sivil rettspleie og gebyrfinansierte publikumstjenester

Variablene y_1 til y_3 omtales som produkter i effektivitetsanalysen.

Operasjonaliseringen av variabler innebærer å forme rådata til data som kan brukes i de empiriske modellene. I Stata er kommandoer som `collapse`, `gen`, `egen`, `bysort` og `reshape` nyttige:

- `collapse` brukes når datasettet skal aggregeres til et nivå som matcher analysen – for eksempel fra individ- til månedsnivå.
- `bysort <var>: egen <newvar>` brukes til å konstruere variabler som krever gruppevis beregninger, som gjennomsnitt, summe eller andre indikatorer som avhenger av egenskaper i en gruppe (for eksempel politidistrikt, år eller måned). I R brukes `group_by()` og `summarize()` for å oppnå tilsvarende endringer.
- `reshape` brukes når datastrukturen må endres mellom lang og bred form. I denne studien er det endelige formatet slik at hver observasjon er et politidistrikt i en måned. Dersom dataene var sortert slik at det også var en observasjon per innsatsfaktor, måtte dataene blitt transponert til å få flere variabler og færre observasjoner (`reshape wide`). I R gjøres en liknende operasjon med `pivot_wider()`.

Tekstboks A.3 viser et eksempel på bruk av disse operasjonene, der vi henter andeler uregelmessige tillegg per stillingskategori fra et Excel-ark, behandler dataene og slår sammen med datasettet i minnet.

Tekstboks A.3 Eksempel på bruk av kommandoer for operasjonalisering av data (Stata)

```
// Lager datasettet med fordelingsnøkler av andel tillegg per stillingstype
// (basert på manuelt arbeid i excel-filene)
// Importerer excel, ekspanderer fra år til måned, rydder og eksporterer som dta

preserve
import excel using ///
"F:\Z723\Felles\Regnskap\Mapping\uregelmessige_tillegg\processed\andel_tillegg.xlsx",
///
sheet("bearbeidet") firstrow clear

bys stillingsnivå år: gen n_months = 12
expand n_months
bys stillingsnivå år: gen måned = _n
drop n_months

table år stillingsnivå, ///
stat(mean sh_uregel) ///
stat(sum sh_uregel)

sort år måned stillingsnivå

// Gjør wider: fire observasjoner per år og måned
rename sh_* sh_*
reshape wide sh_*, i(år måned) j(stillingsnivå) string

save ///
"F:\Z723\Felles\Regnskap\Mapping\uregelmessige_tillegg\andel_tillegg.dta", ///
replace
restore

merge m:1 år måned using ///
"F:\Z723\Felles\Regnskap\Mapping\uregelmessige_tillegg\andel_tillegg.dta"

drop if _merge == 2 // Disse skyldes at vi ikke har data for måneder 3-12 i 2024.
drop merge
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

A.5 Klargjøring av data

Modellene implementeres med to hovedtilnærminger:

- Beregning på **årlige data** (et år innenfor tidsrommet 2016 til 2023)
- Beregning på det **samlede paneldatasettet** (alle år i tidsrommet 2016 til 2023)

Den mest sentrale forskjellen mellom de to tilnærmingene, er at den førstnevnte føyes på årlige data mens paneldataanalysen beregnes samtidig for alle år. Fordelen med den sistnevnte metoden er at den gir mulighet til å kontrollere for uobserverbare forskjeller mellom enhetene som er persistente over tid (ofte kalt «faste effekter»), mens den førstnevnte gir mer fleksibilitet i f.eks. spesifiseringen av kostnadsfunksjon (som kan variere over tid).

All data tilrettelegges i Stata før estimering i GAMS. Vi etablerer en løpeindeks for politidistriktene (som må defineres i GAMS før estimering) ved følgende kode:

Tekstboks A.4 Eksempel på bruk av kommandoer for operasjonalisering av data (GAMS)

```
// Lag ID for politienhetene
sort enhet_kode år måned
by enhet_kode: gen ID = 1 if _n==1
replace ID = sum(ID)
tostring ID, replace
replace ID = "i" + ID
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B. Skript for empirisk analyse

I vår empiriske analyse har vi benyttet Stata og GAMS, i tillegg til Frisch sitt eget program for DEA-analyser. I forskningsrapporten er det benyttet tre ulike metoder til estimering av effektivitet. Det er benyttet flere verktøyer til implementeringen. Vi sammenfatter metodene som er brukt til estimering og rapportering av resultatene i Tabell B.1.

Tabell B.1 Oversikt over verktøyer som er brukt i estimeringen av kostnadseffektivitet i politiet

Metode	Estimering av kostnadsfunksjon	Estimering av effektivitetsscore	Visualisering
DEA	GAMS Stata (<i>simarwilson</i>)	GAMS Stata (<i>simarwilson</i>)	Stata
SFA	Stata (<i>frontier</i> ; <i>xtfrontier</i>)	Stata Stata (quasi likelihood)	Stata
StoNED	GAMS	GAMS (method of moments)	Stata

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

For å begrense omfanget av denne rapporten velger vi å begrense rapporteringen av koder til vektingsmodell S2, som innebærer vekting etter ressursbruk. Dette er hovedmodellen studert i rapportene om politieffektivitet. Øvrige modeller framkommer ved bearbeidelse av denne modellen.

B.1 Vekting

Vektingen i metode S2 er basert på regresjoner utført i Stata. Hvert oppdrag eller sak er en egen observasjon og variabelen som best fanger opp ressursbruken brukes som venstresidevariabel. De øvrige tilgjengelige variablene er kandidater til å være høyresidevariable (det vil si forklaringsvariable), men en bør søke å ha mest mulig eksogene variable som ikke kan tilpasses av politiet selv.

En kan også forsøke ulike funksjonsformer, for eksempel logaritmisk (`gen lnX = ln(X)`) men merk at logaritmen til 0 ikke er definert og en kan lett miste observasjoner. Da kan en i stedet bruke en forskyvning på for eksempel 1, ved or eksempel (`gen lnX = ln(X+1)`). En kvadratisk form er også mulig (`gen sqX = X*X`).

Dernest bør en tilstrebe høyest mulig forklaringskraft, typisk målt ved R^2 . Ved transformerte venstresidevariable må en transformere tilbake til opprinnelige nivåvariable for å finne modellens føyning. Føyning er ikke alt, modellen bør også være forholdsvis enkel og den bør være reflektore kjennetegn som sektorens egne utøvere vil kjenne seg igjen i og mene har betydning for ressursbruken.

B.1.1 Vekting av oppdrag fra PO

Datasettet består av en hovedfil fra PO med en post per oppdrag. I tillegg finnes det en egen fil med ressurser som kun oppgir kallesignal for hver ressurs på hvert oppdrag. Denne inneholder et stort antall duplikater. Hovedfilen inneholder også en variabel som heter `antall_ressurser` og som reflekterer unike ressurser i den eksterne filen. Ved å teste føying ble `antall_ressurser` i den eksterne filen foretrukket som ressursvariabel i regresjonene.

Tekstboks B.1 Testing av modellspesifikasjon for oppdrag i PO i Stata

```
// Avgrens datasettet
drop if år>2023
drop if !inrange(enhet_kode, 201, 212)

// Full beskrivelse av datasettet
// Sjekk spedielt om det er mange missing-verdier som heller burde vært kodet
// som en verdi av typen "ikke registrert".
codebook
descrbe
summarize

// Hvis det ikke er registrert samtaleklassifisering antas at det oppdraget er generert
// av politiet selv
replace samtaleklassifisering=0 if samtaleklassifisering==.
label define samtaleklassifisering_0 0 "Ikke registrert", add

// Generer mulige alternative venstresidevariable
gen ln_ressurser=ln(antall_ressurser)
gen ln1_ressurser=ln(antall_ressurser+1)
gen ln_ressurser_e=ln(antall_ressurser_eksternfil)

// Vi kan bruke macroer til å kjøre et stort antall modellvarianter
local rhsA "i.prioritet"
local rhsB "i.prioritet i.år"
local rhsC "i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering"
local rhsD "i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering i.bevepnet"
local rhsE "i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering i.bevepnet i.hovedfa"
local rhsX "A B C D E"

// Da kan vi kjøre ulike kandidater till venstresidevariabel opp mot ulike forslag til
// høyresidevariable
// I hver modell lagrer vi predikert (forventet) verdi, evt etter transformasjon til
// opprinnelig nivåvariabel

foreach j of local rhsX {
    reg antall_ressurser `rhs`j''
    predict pred_1_`j'
    replace pred_1_`j'=0 if antall_ressurser==0
}

foreach j of local rhsX {
    reg antall_mannskap `rhs`j''
    predict pred_2_`j'
    replace pred_2_`j'=0 if antall_mannskap==0
}

foreach j of local rhsX {
    reg ln_ressurser `rhs`j''
    predict lnpred_3_`j'
    gen pred_3_`j' = exp(lnpred_3_`j')
    replace pred_3_`j'=0 if antall_ressurser==0
}

foreach j of local rhsX {
    reg ln1_ressurser `rhs`j''
    predict lnpred_4_`j'
    gen pred_4_`j' = exp(lnpred_4_`j')-1
    replace pred_4_`j'=0 if antall_ressurser==0
}

foreach j of local rhsX {
    reg antall_ressurser_eksternfil `rhs`j''
    predict pred_5_`j'
```

```

        replace pred_5_`j`=0 if antall_ressurser_eksternfil==0
    }

    foreach j of local rhsX {
        reg antall_ressurser_eksternfil `rhs`j' if antall_ressurser_eksternfil==0
        predict pred_6_`j'
        replace pred_6_`j`=0 if antall_ressurser_eksternfil==0
    }

// Korrelasjonsjonen mellom predikert verdi og tilhørende nivåvariabel vil vise
// best føyning. Korrelasjonen R må kvadreres for å finne R^2.
correlate pred* antall*

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Tekstboks B.2 Prediksjon og vekting i valgt modell for oppdrag i PO i Stata

```

// Når en inkluderer dummyvariable med i.varnavn vil Stata velge første kategori som
// referansekategori. Dette kan vi overstyre for å få letter tolkbare koeffisienter,
// men dette påvirker ikke predikert verdi.
fvset base 3 prioritet
fvset base 0 samtaleklassifisering
fvset base 2 bevepnet
fvset base 461 hovedfa
fvset base 2016 år

// Her bygger vi opp modellen for å predikere en ressursverdi selv om missing-verdier
// finnes i en høyresidevariabel
reg antall_ressurser_eksternfil i.prioritet
predict pred_6_A
reg antall_ressurser_eksternfil i.prioritet i.år
predict pred_6_B
reg antall_ressurser_eksternfil i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering
predict pred_6_C
reg antall_ressurser_eksternfil i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering i.bevepnet
predict pred_6_D
reg antall_ressurser_eksternfil i.prioritet i.år i.samtaleklassifisering i.bevepnet ///
i.hovedfa
predict pred_6_E
gen pred_6 = pred_6_E
replace pred_6 =pred_6_D if pred_6==.
replace pred_6 =pred_6_C if pred_6==.
replace pred_6 =pred_6_B if pred_6==.
replace pred_6 =pred_6_A if pred_6==.

// for å få antall vekta oppdrag til å være lik antall faktiske oppdrag totalt
// normaliserer vi med gjennomsnittsprediksjonen
// Dette påvirker ikke effektivitetsresultater men gjør tallene lettere å tolke
egen MpredE=mean(pred_6)
gen vektaPOE= pred_6/MpredE

// Aggregeringen til PD og periode kan så gjennomføres:
sort år måned enhet_kode enhet_navn
gen oppdrag=1
collapse (sum) oppdrag antall_ressurser_eksternfil vektaPOE, by(år måned enhet_kode
enhet_navn)
// Her er altså vektaPOE den vekta oppdragsmengden som brukes i modllene S2

save "$PO_out/po_vekta.dta", replace
// Den vekta oppdragsvariabelen kan nå merges med øvrige data på PD og periode

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B.1.2 Vekting av saker fra Strasak

Framgangsmåten er veldig parallell med den for PO. For Strasak er det likevel flere filer som må samordnes til en stor fil med en post for hver sak. Det innebærer blant annet å telle opp antall i ulike roller i forbindelse med hver sak. Dette er ikke vist her. Antall dager totalt per sak er brukt som ressursvariabel, men også logaritmisk og kvadratiske former er testet.

Tekstboks B.3 Testing av modellspesifikasjon for saker i Strasak i Stata

```
// Noen variabler finnes ikke før 2019. For å likevel kunne predikere ressursbruk
// erstattes disse årene med snittet for senere år "mean replacement".
// For missing-verdier etter 2018 erstattes disse med 0.

global newvars "N_aastedsund N_sporsikret N_avhor"
foreach x of varlist $newvars {
display "Before mean replacement"
    tab `x' år
    replace `x'=0 if missing(`x') & år>2018
    egen `x'2=mean(`x')
    replace `x'=`x'2 if år<=2018
display "After mean replacement"
    tab `x' år
    drop `x'2
}

// Observasjoner før og etter analyseperioden er med for å bedre kunne beregne
// variheten av hver sak, men skal ikke være med i regresjonene.
gen år = year(oppklartdato)
gen måned = month(oppklartdato)
drop if år<2016
drop if år>2023

// Mulige transformasjoner av venstresiden og av antallsvariablene (høyresidevariabler)
// som kan testes:
gen lndager=ln(dagertotalt)
gen sqrt dager= sqrt(dagertotalt)

foreach x of varlist N* {
    gen SQR`x' =sqrt(`x')
    gen LNL`x' =ln(`x'+1)
}

```

Alle modellvarianter som er testet er ikke vist, men kan kjøres parallelt med PO.

Tekstboks B.4 Prediksjon og vektning i valgt modell for saker i Strasak i Stata

```
// Igjen bestemmes referansekategoriene manuelt
fvset base 2 kriminalitetstypekode
fvset base 2 oppklaringstype
fvset base 0 haranmeldt
fvset base 4 saksopprinnelsestype
fvset base 2016 år

// Resultattabellene bør reflektere opprinnelig kategorisering i rekkefølge:
label define kriminalitetstypekode 1 "1 Økonomi" 2 "2 Vinning" 3 "3 Vold" ///
    4 "4 Seksuallovbrudd" 5 "5 Narkotika" 6 "6 Skadeverk" 7 "7 Miljø" ///
    8 "8 Arbeidsmiljø" 9 "9 Trafikk" 10 "10 Annen" 11 "11 Undersøkelsessaker"
label values kriminalitetstypekode kriminalitetstypekode

// Her er det få missing, så vi kan gå rett på de to modellene som er rapportert
reg dagertotalt i.kriminalitetstypekode i.år
reg dagertotalt i.kriminalitetstypekode i.år i.haranmeldt i.oppklaringstype ///
    i.saksopprinnelsestype N*
predict sakvektF

// Igjen kan antall saker normaliseres:
egen MsakvektF=mean(sakvektF)
gen vektasakF = sakvektF/MsakvektF

// Og aggregeres til PD og periode
gen saker=1
sort saksnummer
collapse (sum) saker dagertotalt vektasakF, by(enhet kode år måned )
// Her er altså vektasakF den vekta saksmengden som brukes i modllene S2

save "$SAK_data/saker vektet.dta", replace

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B.2 Frontestimering i studien om tjenesteproduksjon

I det følgende gjengir vi forenklete og renskrevde skript for frontestimeringen knyttet til rapporten om effektivitet og tjenesteproduksjon (Holmen med flere 2026b)

B.2.1 Grunnanalyse med DEA

Vi estimerer ordinær DEA (uten bootstrapping) i GAMS. Programmet til estimering av modell S2 er gjengitt i tekstboksen under. Vi har også benyttet Frisch sitt eget verktøy for DEA-estimering.

Tekstboks B.5 Grunnanalyse av DEA i Stata

```
Sets
*Definer alle indeksene i datasettet

i DMUs /i1*i12/
taTot Years /2016*2023/
ta(taTot) /2016*2023/
tm Months /1*12/

*Definer alle variablene i datasettet
allv vars /
enhet_kode, N_oppdrag_sluttpri1, N_oppdrag_sluttpri2,
N_oppdrag_sluttpri3, N_oppdrag_sluttpri4, N_oppdrag_sluttpri5,
N_oppdrag_totalt, PO_antall_l12, N_saker1, N_saker2,
N_saker3, N_saker4, N_saker5, N_saker6, N_saker7,
N_saker8, N_saker9, N_saker10, N_saker11, N_saker_total,
N_gebyr_total, w_gebyr_vs_sivrett, sarandel_politi,
c_total, c_total_perdag_fpb2023, c_total_smoothlonn_fpb2023,
c_total_B, c_total_perdag_fpb2023_B,
c_total_smoothlonn_fpb2023_B, N_SivRett_total,
postillit, postrygghet_nar, andelvektasak,
oppkl_vektasak, oppkl_vektasakF,
vektaPO, vektaPOE, arbled_rate, sysbos_befg, totdager,
landareal_bef,totbarnverntiltak_bef, tettbef_andel,
innvnf_andel, kvinneandel, utdanningssandel, skiltseparertand,
uforettrygdedeand, gjspersoninntekt, koronasmitte_bef_p1,
koronasmitte_bef_p2, trangbod_and, ulikhet_oecd60, pop_share,
hverandel, distr_and, VektaSivRett, VektaGebyr, VektaSivGebyr,
N_SivGebyr, Soppdrag1, Soppdrag2, Soppdrag3, Soppdrag4,
Soppdrag5, Ssaker1, Ssaker2, Ssaker3, Ssaker4, Ssaker5,
Ssaker6, Ssaker7, Ssaker8, Ssaker9, Ssaker10, Ssaker11,
vektgj_SivRett_Forlik, vektgj_SivRett_Gjeld, vektgj_SivRett_Stevnevitne,
vektgj_SivRett_Tvang, vektgj_gebyr_pass_id, vektgj_gebyr_utl_arb,
vektgj_gebyr_utl_fam_idx, vektgj_gebyr_utl_opph, vektgj_gebyr_utl_stat,
vektgj_gebyr_vakt, vektgj_gebyr_vapen
/

*Definer produktene i kostnadsfunksjonen
m(allv) main ouputs - S2 /vektaPOE, oppkl_vektasakF, VektaSivGebyr/
;

alias(i,j);
alias(ta,tb);
alias(tm,tn);

Parameters
D(i,taTot,tm,allv) Data matrix
C(i,ta,tm) Total costs
Cy(i,tm)
C0
Y(i,ta,tm,m) Outputs (gross)
Yy(i,tm,m)
Y0(m)
DEAeff(i,ta,tm) Predicted DEA efficeincy scores
;

*Last datasettet
$libinclude xlexport D F:\2723\Felles\GAMS\DataV7.xls a1:c11153
```

```

C(i,ta,tm)      = D(i,ta,tm,"c_total_perdag_fpb2023_B");

Y(i,ta,tm,m)   = D(i,ta,tm,m);

Display C,Y;

*****

Variable
SSR
Eff  efficeincy score
;

Positive variable
Theta(i,tm)  intensity var
;

*****

Equation
Obj
cCons
yCons(m)
VRS
;

Obj..          SSR =e= Eff;
cCons..       sum((i,tm),Cy(i,tm)*Theta(i,tm)) =l= C0*Eff;
yCons(m)..   sum((i,tm),Yy(i,tm,m)*Theta(i,tm)) =g= Y0(m);
VRS..        sum((i,tm), Theta(i,tm)) =e= 1;

model DEA /all/;

*Loop over alle enheter i datasettet
loop(tb,
Cy(j,tn)     = C(j,tb,tn);
Yy(j,tn,m)   = Y(j,tb,tn,m);

loop((j,tn),
C0           = Cy(j,tn);
Y0(m)       = Yy(j,tn,m);

solve DEA using LP minmizing SSR;
DEAeff(j,tb,tn) = Eff.l;

option clear = Eff;
option clear = C0;
option clear = Y0;
option clear = Theta;
option clear = SSR;

)
;

option clear = Cy;
option clear = Yy;

)
;

* Eksporter resultater

set
reset /DEAscore/;

Parameter
ResultTab(i,ta,tm, reset);

ResultTab(i,ta,tm, "DEAscore") = DEAeff(i,ta,tm);

execute_unload      "F:\2723\Felles\GAMS\Results\DEA_S2.gdx" ResultTab

execute 'gdxrw.exe "F:\2723\Felles\GAMS\Results\DEA_S2.gdx"
o="F:\2723\Felles\GAMS\Results\DEA_S2.

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Vi bemerker at programmet ovenfor ikke definerer solver og vil derfor bruke GAMS sin standard solver for lineær programmering. Dette kan variere per versjon og lisens, men er typisk [cplex](#). Dersom dere mangler lisens for denne solveren, kan man benytte den solveren [CBC](#) kostnadsfritt. I dette tilfellet må «`option lp = cbc`» legges til i koden.

Bootstrapet DEA og Simar og Wilsons (2007) totrinns-DEA kan estimeres ved hjelp av Stata-pakken *simarwilson*. Vi har implementert denne tilnærmingen ved *algoritme #2*, som innebærer at man kjører de kontekstuelle variablene estimeres simultant med kostnadsfunksjonen med bootstrapping (Badunenko og Tauchmann 2019). Det er også mulig å kjøre DEA-analyser i Stata med kommandoene *dea* (Ji og Lee 2010) og *teradial* (se Badunenko og Mozharovskyi 2016), hvorav vi anbefaler den sistnevnte.

B.2.2 Grunnanalyse med StoNED

GAMS-programmet til estimering av StoNED-estimatoren for modell [S2](#) deler mange av de samme egenskapene som programmet for DEA-estimatoren. Eksempelvis er settdefinisjonen, lasting av data og eksport av resultater identisk. Vi gjengir derfor ikke disse delene av koden, men viser kun definisjonen av CNLS-modellen.

Tekstboks B.6 Grunnestimering CNLS-modellen i GAMS

```
*****
* Define CNLS Model

Variable
SSR          Sum of squarred residuals
alfa(i,tm)   Constant terms
ErrTot(i,tm) Error - gross
ErrZe(i,tm)  Residual component - assignments
ErrZc(i,tm)  Residual component - cases
aOLS
;

Positive variable
Beta0(i,tm,m) Marginal costs
Chat(i,tm)    Predicted front
bOLS(m)
;

Equations
Obj           Objective function
Reg(i,tm)    Regression equation
CostFunc(i,tm) Defining cost function
Afriat(i,j,tm,tn) Afriat inequalities
DEAcon(i,tm) Non-negative error terms
OLSreg(i,tm)
;

Obj..        SSR =e= sum((i,tm),ErrTot(i,tm)*ErrTot(i,tm)) ;
Reg(i,tm)..  log(C0(i,tm)) =e= log(Chat(i,tm)+ 1) + ErrTot(i,tm);
CostFunc(i,tm).. Chat(i,tm) =e= alfa(i,tm) +
sum(m,Beta0(i,tm,m)*Y0(i,tm,m)) - 1 ;
Afriat(i,j,tm,tn).. alfa(i,tm) + sum(m,Beta0(i,tm,m)*Y0(i,tm,m)) =g=
alfa(j,tn) + sum(m,Beta0(j,tn,m)*Y0(i,tm,m));
DEAcon(i,tm).. ErrTot(i,tm) =g= 0;
OLSreg(i,tm).. Chat(i,tm) =e= aOLS + sum(m,bOLS(m)*Y0(i,tm,m)) - 1 ;

Model OLS /Obj,Reg,OLSreg/;
Model CNLS /Obj,Reg,CostFunc,Afriat/;

option nlp = CONOPT;

loop(ta,

C10 = smin((i,tm),C(i,ta,tm));
```

```

C0(i,tm) = C(i,ta,tm);
Y0(i,tm,m) = Y(i,ta,tm,m)/(sum((j,tn), Y(j,ta,tn,m))/(card(j)*card(tn)));

Chat.l(i,tm) =C10;

solve OLS using nlp minimizing SSR;

*initial values for CNLS
alfa.l(i,tm) = aOLS.l;
Beta0.l(i,tm,m) = bOLS.l(m);

option clear = ErrTot;
option clear = Chat;

Chat.l(i,tm) = aOLS.l + sum(m,bOLS.l(m)*Y0(i,tm,m));

solve CNLS using nlp minimizing SSR;
AvgCost(i,ta,tm) = Chat.l(i,tm) + 1;

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

CNLS-estimatoren er mer krevende å estimere enn DEA. Modellen benytter ikke-lineær programmering, og det er derfor viktig å finne gode startverdier til estimeringen. I programmet over estimerer vi først kostnadsfunksjonen ved hjelp av minste kvadrats metode (OLS), og bruker resultatene fra denne estimeringen som startverdi under estimeringen av CNLS. Merk at OLS-resultatene er en hjørneløsning for CNLS, og det er derfor naturlig å bruke disse resultatene som et utgangspunkt.

Vi har estimert CNLS både med CONOPT og MINOS. Vi finner at den sistnevnte gir upålitelige resultater for estimering på datasettet som beskriver politiets tjenesteproduksjon. Dersom en kommersiell solver ikke er tilgjengelig, er IPOPT et godt alternativ.

Det finnes flere aktuelle metoder til estimering av kostnadseffektivitet. I dette prosjektet har vi benyttet to stykker, method of moments og quasi likelihood. Vi gjengir programmet for å beregne effektivitetsscore under forutsetning av method of moments og halvnormal fordeling i tekstboksen under.

Programmet ovenfor utgjør steg 1 av StoNED-metoden, ved at det estimerer en gjennomsnittlig kostnadsfunksjon basert på de tilgjengelige dataene. I steg 2 estimeres kostnadseffektivitet basert på restleddene fra CNLS-estimeringen. Disse er tidligere definert som ErrTot i programmet for CNLS-estimatoren.

Tekstboks B.7 Estimering av effektiviteten ved method of moments i GAMS

```

*****
* Method of moment

mresid = sum((i,tm)$ (C(i,ta,tm) ge 0),ErrTot.l(i,tm)/(card(i)*card(tm)));
M2 = sum((i,tm)$ (C(i,ta,tm) ge 0), ((ErrTot.l(i,tm)-mresid)*(ErrTot.l(i,tm)-mresid))/(card(i)*card(tm)));
M3 = sum((i,tm)$ (C(i,ta,tm) ge 0), ((ErrTot.l(i,tm)-mresid)*(ErrTot.l(i,tm)-mresid)*(ErrTot.l(i,tm)-mresid))/(card(i)*card(tm)));

if(M3 < 0, M3 = 0.00001);

sigmau = (M3 / ( ((2/pi)**(1/2)) * ((4/Pi)-1) ) )**(1/3);
Uind(ta) = 1/exp(((sigmau**2)*(2/Pi))**(1/2));

help = M2-(((Pi-2)/Pi)*(sigmau**2));
if(help < 0, help = 0.00001);
sigmav = (help)**(1/2);

mu_star(i,tm) = ((ErrTot.l(i,tm) +
sigmau*((2/Pi)**0.5)*(sigmau*sigmau))/((sigmau*sigmau) + (sigmav*sigmav)));
cov_star = ((sigmau*sigmav)/(((sigmau*sigmau) + (sigmav*sigmav))**0.5));

Eff(i,ta, tm) = ((1-errorf(-cov_star-(mu_star(i,tm)/cov_star)))/

```

```

(1-errorf(-(mu_star(i,tm)/cov_star))) *
exp(mu_star(i,tm) + 0.5*(mu_star(i,tm)*mu_star(i,tm)));

mEff(ta) = 1/(sum(-(i,tm),Eff(i,ta,tm))/(card(i)*card(tm)));

Display M2, M3, sigma, Uind,mu_star,cov_star,Eff;

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

Den enkleste måten å beregne effektivitetsscorene på for StoNED, er å bruke et program for estimering av SFA. Vi bruker verktøyet Stata og pakken *frontier* til dette formålet.

La *actCost* beskrive faktiske kostnader per enhet og tidsperiode, og la *mCost* definere de tilsvarende beregnede gjennomsnitts-kostnadsfunksjonen fra GAMS. Vi kan da definere avhengig variabel til bruk av estimering av effektivitetsscorene.

Vi definerer først den avhengige variabelen og trekker den ikke-parametriske kostnadsfunksjonen fra observerte kostnader. Deretter finner vi effektivitetsscoren.

Tekstboks B.8 Estimering av effektiviteten ved quasi likelihood i Stata

*Estimer effektivitetsscorene årlig

```

gen double DepVar = ln(actCost) - ln(mCost)

levelsof Year, local(År) clean

foreach i of local År{

frontier Dep if Year=="`i'", cost distribution(hnormal)
predict Jondrow`i' if e(sample), te

}

*Sammenstill årlige effektivitetsscore og beregn invers kostnadseffektivitet
egen denom = rowtotal(Jondrow2*)
replace Jondrow = 1/denom
drop Jondrow2* //slett mellomregninger

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B.2.3 Grunnanalyse med SFA

Til estimering av SFA bruker vi Stata-pakkene *frontier* (tverrsnittsanalyser) og *xtfrontier* (paneldatataanalyser). Det er også mulig å benytte *sfpanel*, som gir tilgang til en bredere utvalg av SFA-modeller, skjønt flere av disse vil ha vanskeligheter med å konvergere ved størrelsen på datasettet som det her er snakk om (se Belotti med flere 2013).

Vi viser til Statas oversiktlige brukermanualer for en beskrivelse av disse metodene. Vi estimerer alle modeller ved bruk av Cobb-Douglas som funksjonell form for kostnadsfunksjonen. Det innebærer at kostnader og produkter logaritmetransformeres, mens kontekstuelle faktorer beholdes på nivåform.

B.2.4 Visualisering

Vi benytter Stata til visualisering av resultatene. Nedenfor sammenfatter vi aktuelle Stata-koder til å gjenskape figurene i rapportene om politieffektivitet.

Tekstboks B.9 Visualisering av effektivitetsresultater i Stata

```

* Lage ID
gen ID = "Oslo" if A=="i1"

```

```

replace ID = "Øst" if A=="i2"
replace ID = "Innlandet" if A=="i3"
replace ID = "Sør-Øst" if A=="i4"
replace ID = "Agder" if A=="i5"
replace ID = "Sør-Vest" if A=="i6"
replace ID = "Vestland" if A=="i7"
replace ID = "Møre og Romsdal" if A=="i8"
replace ID = "Trøndelag" if A=="i9"
replace ID = "Nordland" if A=="i10"
replace ID = "Troms" if A=="i11"
replace ID = "Finnmark" if A=="i12"

* Sammenlikning av effektivitetsscorer
twoway ///
(scatter DEAscore SFA_score) ///
(line SFA_score SFA_score), xlabel(0.4(0.2)1) ///
ytitle("DEA") xtitle("SFA") ///
legend(label(1 "Effektivitetsscorer") label(2 "90-graderslinje"))

* Fordelingen til effektivitetsscorer
twoway ///
(histogram Jondrow, percent fcolor(sand) lcolor(red)) ///
(histogram DEAscore, percent fcolor(none) lcolor(black) lwidth(medium)), ///
graphregion(color(white)) xlabel(0.4(0.2)1) ///
legend(label(1 "StoNED") label(2 "DEA")) ///
ytitle("Prosent") xtitle("Kostnadseffektivitet")

* Fordeling over politidistrikter
gen sortID = A
replace sortID = substr(sortID,"i","",.)
destring sortID, replace
labmask sortID, values(ID)
sort sortID

graph box Jondrow, over(sortID,label(angle(45))) ///
graphregion(color(white)) ylabel(0(0.2)1) ///
ytitle("Kostnadseffektivitet, StoNED")

```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B.3 Frontestimering i studien om kostnadsvariasjoner

I det følgende gjengir vi forenklete og renskrevne skript for frontestimeringen knyttet til kostnadsvariasjonsrapporten (Holmen med flere 2026b)

B.3.1 DEA med allokeringseffektivitet og mange inputs og outputs

For å beregne allokeringseffektivitet og optimal sammensetning av innsatsfaktorene må DEA kjøres både som modell for teknisk effektivitet og for kostnadseffektivitet. Dette er relativt kurant for den deterministiske versjonen av DEA, men hvis resultatene skal bootstrappes må en sikre at resultatene i hver bootstrap-iterasjon er kommet fra samme datagenerering. Standardpakkene *teradial* og *simarwilson* i Stata kan bare bootstrappe teknisk effektivitet og eventuelt et simultant andre trinn, men ikke beregne kostnadseffektivitet eller allokeringseffektivitet i hver bootstrap-iterasjon.

I stedet er programpakken *FrischNP* brukt. Denne er utviklet ved Frischesenteret og kan beregne alle effektivitetsmål i hver bootstrap-iterasjon. Den er ikke i dag i stand til å beregne simultant «trinn 2» og har heller ikke en skriptet versjon, kun et grafisk grensesnitt. Her vises derfor kun hvordan datafilene kan tilrettelegges for kjøring og resultatene hentes inn igjen. Vi tar utgangspunkt i en fil med data på PD og periodenivå.

Tekstboks B.10 Allokeringseffektivitet i DEA i Stata

```
// FrischNP er ikke glad for norske bokstaver
ren år aar
ren måned maaned
ren X_Påtale X_Paatale
ren P_Påtale P_Paatale
ren V_Påtale V_Paatale

// behandlingen blir enklere hvis output-variabler heter Y_*
ren vektaPOE Y_po
ren oppkl_vektasakF Y_sak
ren VektaSivGebyr Y_sivgeb

// FrischNP krevere en unik ID for hver post
gen ID = string(enhet_kode)+"_"+string(aar)+"_"+string(maaned)
order ID enhet_kode enhet_navn aar maaned Y_* X_* P_* V_*
save DEA_vars.dta, replace

// Analysen gjøres for årlige fronter, som da krever en kvantumsfil og en prisfil
forvalues i = 2016/2023 {
  use DEA_vars.dta, clear
  keep if aar==`i'
  // Kvantumsfilen
  export delimited ID enhet_kode aar maaned Y_* X_* using ///
    "$DEA_path/Årlig/`i'/PolitiQ_`i'.csv", replace
  drop X_*
  ren P_* X_*
  // Prisfilen
  export delimited ID enhet_kode aar maaned X_* using ///
    "$DEA_path/Årlig/`i'/PolitiP_`i'.csv", replace
}

// Resultatene kan så etter noen timer hentes inn fra resultatfilene fra FrischNP
forvalues i = 2016/2023 {
  import delimited ///
    "$DEA_path/Årlig/`i'/PolitiQ_`i' Database vrs inputsaving Boot.csv", clear
  gen år=`i'
  save "$DEA_path/Årlig/`i'/Results`i'.dta", replace
}

// og samles i en fil med databasestruktur
use "$DEA_path/Årlig/2016/Results2016.dta", clear
forvalues i = 2017/2023 {
  append using "$DEA_path/Årlig/`i'/Results`i'.dta"
}

// Dernest omformes noen felt for å kunne får resultater på nivå men en post
// per PD og periode
replace observation="Sample" if id=="AU"
replace observation="Group" if substr(id,1,3)=="GAU"

gen int enhet_kode=0
replace enhet_kode= real(substr(id,1,3)) if observation=="Real"
replace enhet_kode= real(substr(id,5,3)) if substr(id,1,3)=="GAU"
replace enhet_kode= real(substr(id,11,3)) if substr(id,1,9)=="GroupMean"
gen måned=real(substr(id,10,2)) if observation=="Real"

// Omform DEA-resultater til Wide med Bootstrapped-Corrected estimater
keep if observation=="Real"
keep enhet_kode år måned measure correst
gen mål=substr(measure,1,2)
drop if mål=="Op"
replace mål="Epsilon" if mål=="Ep"
drop measure
rename correst est_
order enhet_kode år måned mål est_
reshape wide est_, i(enhet_kode år måned) j(mål) string

save "$DEA_path/DEA bootstrap enehtsresultater Årlige fronter.dta", replace
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI

B.3.2 SFA med allokeringseffektivitet og mange inputs og outputs

For å estimere en frontfunksjon med flere inputs og outputs i SFA må en benytte en distansefunksjon. Denne vil typisk estimeres på logaritmisk form, og det er da mulig benytte en numeraire-variabel for å omgå problemet med å ha den uobserverte effektiviteten som venstresidevariabel.

Tekstboks B.11 Allokeringseffektivitet med mange inputs og outputs i SFA i Stata

```
// Macro-bruk er enklere hvis variablene har systematiske navn
gen Y1= Y_sak
gen Y2= Y_po
gen Y3= Y_sivgeb
gen X1= X_Pol_junior
gen X2= X_Pol_senior
gen X3= X_Paatale
gen X4= X_Sivile
gen X5= X_produktinnsats
drop Y_* X_* V_* P_* _merge

// Makroer for variablene
global allvars "Y1 Y2 Y3 X1 X2 X3 X4 X5"
global outvars "Y1 Y2 Y3"
global invars "X1 X2 X3 X4 X5"

// Koeffisienter er lettere å tolke hvis variablene normaliseres rundt gjennomsnittet.
// Dette påvirker ikke resultatene ellers.
foreach z in $allvars {
    egen M`z'=mean(`z')
    gen N`z'=`z'/M`z'
}

// Vi velger variabel X1 (X_Pol_junior) som numeraire.
// Valget av numeraire skal ikke påvirke forventningsverdien til koeffisienter
// eller effektivitet, men kan påvirke presisjon og tolkning. Numeraire-variabelen
// må derfor ha et visst volum og en viss variasjon.
// Den negative av log av numeraire skal være venstresidevariabel
gen mLNx1=-ln(NX1)

// Alle inputs divideres med X1
gen NX1F = NX1
foreach z in $invars {
    gen Temp`z'=N`z'/NX1F
    drop N`z'
    ren Temp`z' N`z'
}

// Dernest tas logaritmen av alle variable, samt halvparten av kvadratet log
foreach z in $allvars {
    gen LN`z'=ln(N`z')
    gen LN`z'2=ln(`z')*ln(`z')/2
}

// Alle potensielle kryssledd genereres
foreach z in $allvars {
    foreach p in $allvars {
        gen LN`z'`_p'=LN`z'*LN`p'
    }
}

// For paneldatamodeller trenger vi en periodevariabel for både år og måned
gen aarmnd = (aar-2016)*12+maaned

// Panelmodeller må får beskjed om hva som er enhet og hva som er periode:
sort enhet_kode aarmnd
xtset enhet_kode aarmnd

// Hvis input og output-ledd kun skal ha Cobb-Douglas trengs alle førsteordensledd
// untatt for numeraire
global InpCD "LNx2 LNx3 LNx4 LNx5"
global OutCD "LNY1 LNY2 LNY3"

// Hvis funksjonsformen er Translog trengs også annenordensledd og kysledd
// untatt for numeraire
global InpTL "LNx2 X3 LNx2 X4 LNx2 X5 LNx3 X4 LNx3 X5 LNx4 X5 LNx22 LNx32 LNx42 LNx52"
```

```
global OutTL "LNY1_Y2 LNY1_Y3 LNY2_Y3 LNY12 LNY22 LNY32"

// Hvis Translog ikke er separabel i inputs og outputs trengs også kryss mellom disse
// untatt for numeraire
global CrossTL "LNY1_X2 LNY1_X3 LNY1_X4 LNY1_X5 LNY2_X2 LNY2_X3 LNY2_X4 LNY2_X5 ///
  LNY3_X2 LNY3_X3 LNY3_X4 LNY3_X5"

// Herfra kan en prøve ulike funksjonsformer og modllvarianter for eksempel:
// Cobb-Douglas uten panelmodellering men med periodedummier
frontier mLNx1 $OutCD $InpCD i.maaned aar
// Cobb-Douglas med panelmodellering og med periodedummier og konstant effektivitet
xtfrontier mLNx1 $OutCD $InpCD i.maaned aar , ti
// Cobb-Douglas med panelmodellering og med periodedummier og
// tidsavhengig effektivitet
xtfrontier mLNx1 $OutCD $InpCD i.maaned aar, tvd //Ikke konkav

// En rekke mer avanserte modeller faller igjennom fordi de enten ikke konvergerer
// eller fordi de ikke er monotone i inputs eller outputs.

// Den beste modellen synes derfor å være
xtfrontier mLNx1 $OutCD $InpCD i.maaned aar , ti
predict TE, te
```

Kilde: Vista Analyse, Frischsenteret, OsloMet og TØI



Vista Analyse AS
Meltzers gate 4
0257 Oslo

post@vista-analyse.no
vista-analyse.no