Gevinstestimering (kostnadsbesparelser) kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin

Oktober 2020

August Emil Stokkeland, Jørgen Torgersen, Lars Bjålie



Gevinstestimering: Konservative kostnadsbesparelser fra kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin

8 MNOK

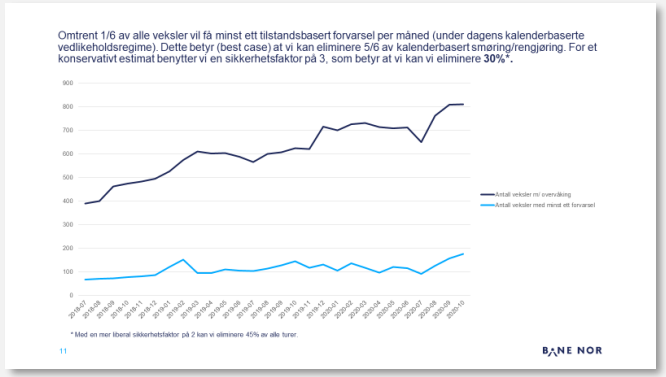
Gå opp løypa for hele verdiskapningskjeden: måling → analyse → verktøy → arbeidsprosesser → regelverk.
Gjenbrukbar læring for andre områder som Team Sporovervåking skal levere på i framtiden.

3 MNOK

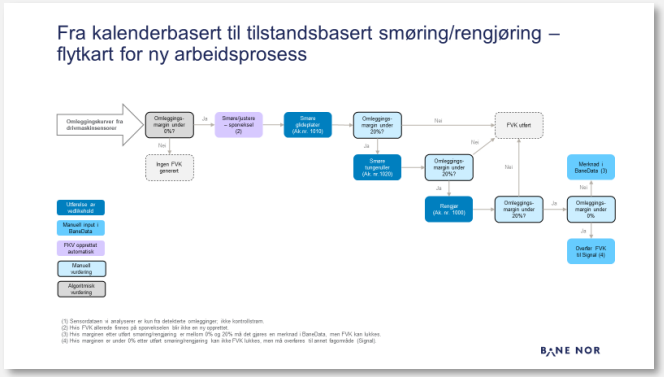
Overførbar analyse- og alarmmetodikk til drivmaskiner installert i ERTMS-prosjektet. Gevinst knyttet til bruk av kunnskapen innenfor overvåkningsoftware (økt bestillerkompetanse og enklere brukeropplæring) og overførbar IT-arkitektur (f.eks. systematikk i masterdata, generering av AO'er og oversiktsbilder av tilstand/forvarsler/alarmer). I tillegg risikoreduksjon ved installasjon av nye drivmaskiner.

90 MNOK (10 år)

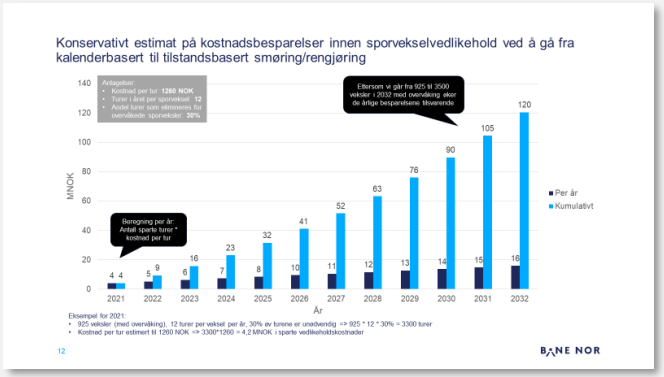
Erstatte kalenderbasert smøring/rengjøring m/ tilstandsbasert overvåking. Dette utføres i dag hver måned for hver veksel. Vi ønsker isteden å kun utføre rutinene når det trengs. Noen veksler trenger hyppigere vedlikehold, mens andre klare seg med sjeldnere smøring/rengjøring.



Konservativt: Vi kan redusere antall turer i sporet for smøring/rengjøring med 30%.



Ny arbeidsprosess for å utføre smøre/rengjøre-oppgavene tilstandsbasert.



Økende årlige innsparinger ettersom graden av overvåking øker.

BANE NOR

Gevinstestimering kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin

- Vi ser på følgende områder for gevinstestimering:
  1. Gå opp løypa for hele verdiskapningskjeden måling/analyse/verktøy/arbeidsprosesser/regelverk. Læring som kan gjenbrukes for andre områder.
  2. Erstatte periodiske kontrollrutiner for smøring/rengjøring av sporveksel og drivmaskin m/ tilstandsbasert overvåking.
  3. Bruk av kunnskapen innenfor ERTMS.

- Vi estimerer i første omgang potensielle kostnadsbesparelser. Vi avventer estimering av forbedring av punktlighet (forsinkelsestimer og innstillinger) inntil vi har mer erfaring med bruk av marginbasert overvåking (forvarsler og alarmer m/ feildiagnose og grenseverdier for installasjon/vedlikehold).

- Der hvor vi ikke har grunnlag for det kan vi heller ikke komme med absolutte tall, men vi kan gjøre et forsøk på å beregne relative innsparinger.

Gå opp løypa for hele verdiskapningskjeden måling/analyse/verktøy/arbeidsprosesser/regelverk

Gevinstestimering: Gå opp løypa for hele verdiskapningskjeden måling/analyse/verktøy/arbeidsprosesser/regelverk.

- **Estimat kostnadsbesparelse: 8 MNOK (unngått kapitalinvestering)**
  - Kostnad arbeidstimer drivmaskin-margin * kompleksitetsfaktor * repitisjonsfaktor * gjenbruksfaktor
  - 3 MNOK * 60% * 9 * 50%

- **Kostnad arbeidstimer drivmaskin-margin**: Vi begrenser oss til verdiskapningskjeden, ikke infrastrukturen (utvikling og installasjon av sensorer, håndtering av sensordata, framvisning av data i app mm.) som vi uansett ville bygget. Estimert til 3 MNOK totalt.

- **Kompleksitetsfaktor:** Drivmaskin-margin-domenet har en høy grad av kompleksitet, som vi må ta høyde for i gjenbruk av verdiskapningskjeden. Andre domener er ikke like komplekse. Vi estimerer denne til 60%; dvs. et gjennomsnittlig domene er estimert til å kreve 60% av innsatsen.

- **Repitisjonsfaktor**: I målbildet for Sporovervåking ligger det ni andre domeneområder hvor vi ser for oss å ferdigstille en tilsvarende verdiskapningskjede.

- **Gjenbruksfaktor**: Hvilken andel av arbeidstiden læringen fra drivmaskin-margin domenet lar oss spare inn. Estimert til 50%.

Gevinstestimering: Gå opp løypa for hele verdiskapningskjeden måling/analyse/verktøy/arbeidsprosesser/regelverk.

- **Kostnad arbeidstimer drivmaskin-margin**: Estimert til ca. 3 MNOK totalt.
  - Snitt timepris ansatte og innleide: 1200 NOK
  - Jørgen Torgersen (ansatt): 12 mnder (august 2019 – september 2020) * 50% = 540 000 NOK
  - Kristine Tveit (ansatt): 6 mnder (august 2019 – januar 2020) * 80% = 860 000 NOK
  - Vebjørn Axelsen (innleid): 12 mnder (august 2019 – september 2020) * 10% = 220 000 NOK
  - August Emil Stokkeland (innleid): 12 mnder (august 2019 – september 2020) * 50% = 540 000 NOK
  - Lars Bjålie (innleid): 7 mnder (februar 2020 – september 2020) * 70% = 880 000 NOK

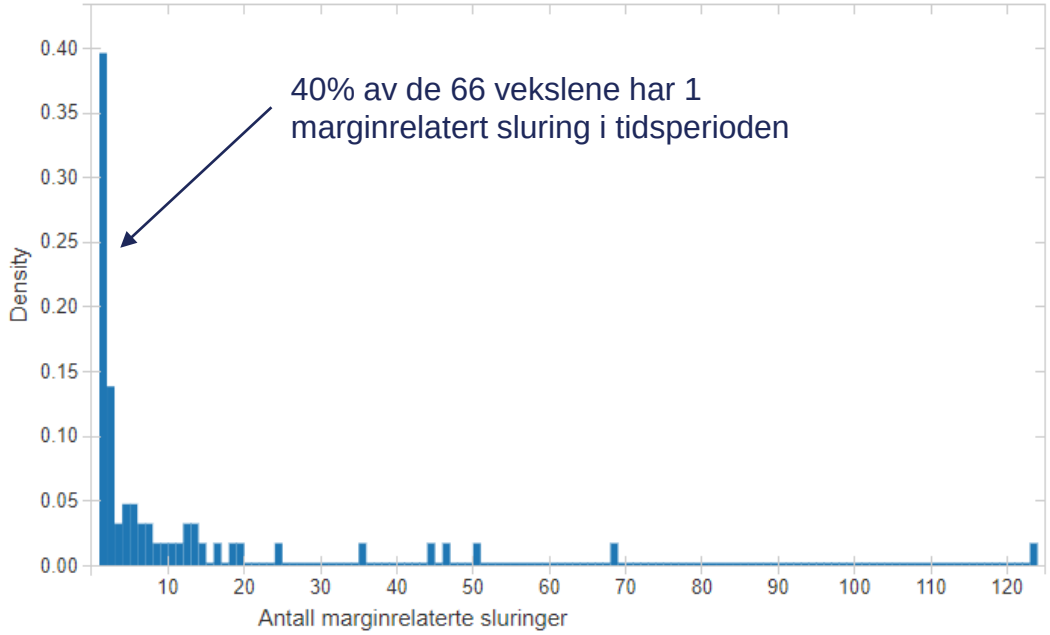
- **Repitisjonsfaktor:** 9 andre domeneområder er definert i målbildet for Team Sporovervåking. Merk: Noen av områdene er allerede på begynt.
  1. Sporfelt
  2. Sporvekselvarme
  3. Akselteller
  4. Skinne
  5. Rassikring
  6. Over/underbygg
  7. Sporgeometri, ballast, underbygg
  8. Skinne
  9. Signaljordfeil

Erstatte periodiske kontrollrutiner for smøring/rengjøring av sporveksel og drivmaskin m/ tilstandsbasert overvåking

Inspirasjon: Data viser at det er et fåtall veksler som har margin-relaterte sluringer – disse bør vi bruke mer ressurser på enn i dag!

- 66 veksler av 925 (ca. 7%) med overvåking har minst en marginrelatert sluring i tidsperioden 2018-07-01 til 2020-06-30.
  - Disse vekslene har derfor bruk for mer vedlikehold enn i dag.
  - De resterende har nok behov for *mindre* vedlikehold.

- Figuren viser distribusjon av sluringer for disse 66 vekslene. Et fåtall veksler står for en stor andel av disse sluringene. Viktig å fokusere ressursene der det har størst påvirkning!



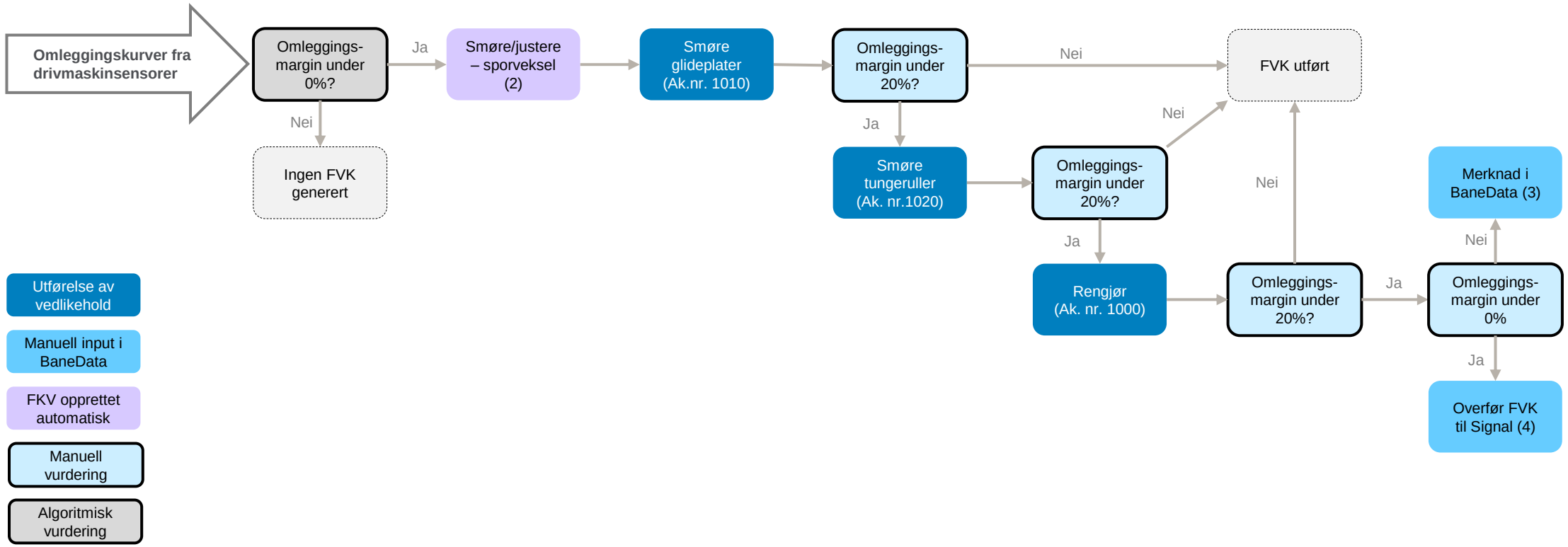
Fra kalenderbasert til tilstandsbasert smøring/rengjøring

- Målet med tilstandsbasert overvåking basert på drivmaskin-omleggingsmargin er å kun utføre smøring/rengjøring når det trengs, basert på forvarsler. I praksis betyr det at noen veksler trenger hyppigere vedlikehold enn dagens kalenderbaserte generiske arbeidsrutiner, mens andre kan klare seg med sjeldnere smøring/rengjøring.

- Per i dag utføres følgende smøre/rengjøre kontrollrutiner for hver sporveksel en ganger per måned:
  - https://trv.banenor.no/portaler/!ga/doku.php?id=ko:ko_overbygning
  - Rengjør veksel for stein, grus og andre urenheter (Aktivitetsnr.: 1000)
  - Kontroller og smør glideplate (Aktivitetsnr.: 1010)
  - Kontroller og smør tungerulle (Aktivitetsnr.: 1020)

- Smøre/rengjøre-kontrolloppgavene gjøres på en egenstående tur; slås ikke sammen med annet generisk vedlikehold. I gevinstestimeringen må vi derfor ikke ta høyde for at man utfører flere oppgaver på samme tur.
  - Oppgavene blir ikke nødvendigvis utført hver tur, men turen må gjennomføres for å kunne lukke AO'en i Maximo.

Fra kalenderbasert til tilstandsbasert smøring/rengjøring – flytkart for ny arbeidsprosess



(1) Sensordataen vi analyserer er kun fra detekterte omlegginger; ikke kontrollstrøm.
(2) Hvis FVK allerede finnes på sporvekselen blir ikke en ny opprettet.
(3) Hvis marginen etter utført smøring/rengjøring er mellom 0% og 20% må det gjøres en merknad i BaneData, men FVK kan lukkes.
(4) Hvis marginen er under 0% etter utført smøring/rengjøring kan ikke FVK lukkes, men må overføres til annet fagområde (Signal).

BANE NOR

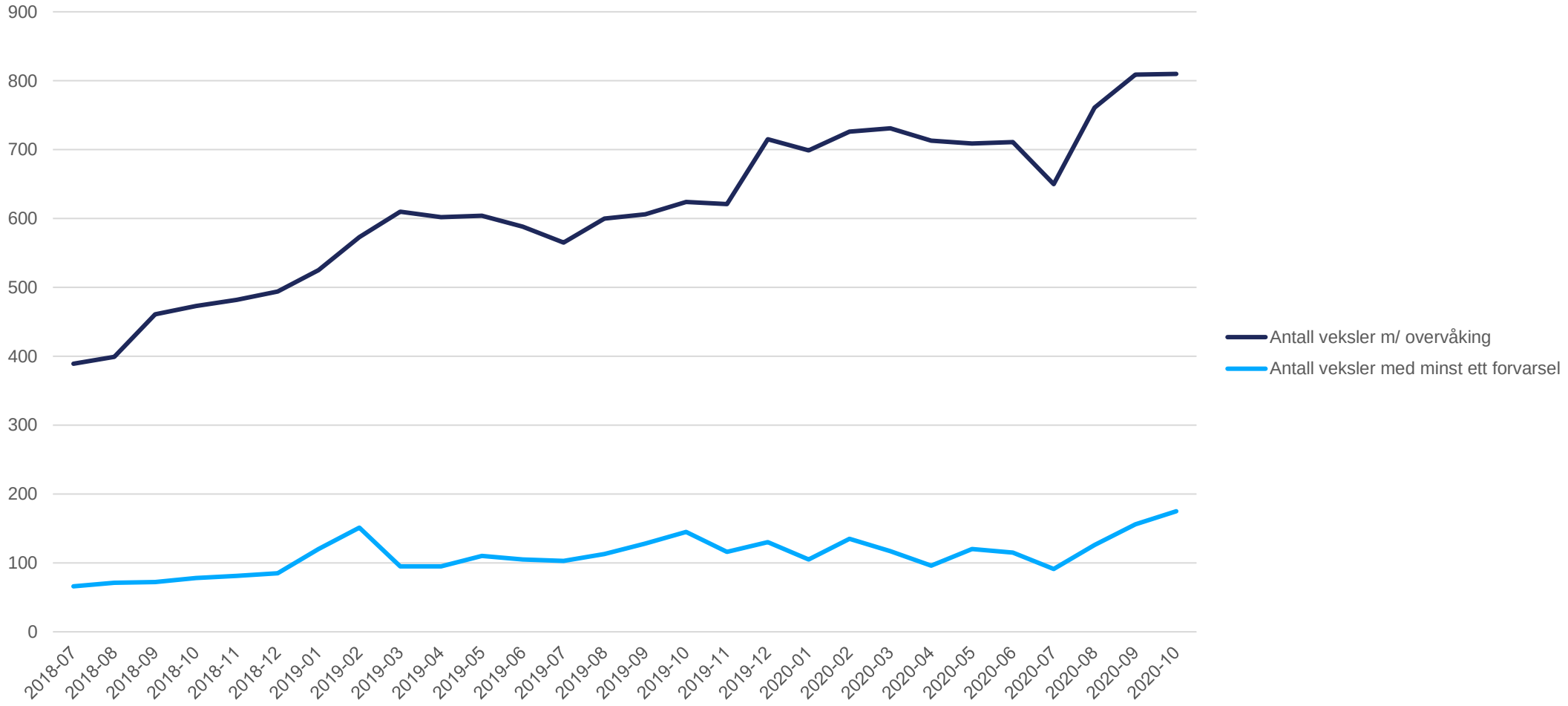
Gevinstestimering fra kalenderbasert til tilstandsbasert smøring/rengjøring

- **Hvor mye koster hver tur?**
  - Årlige kostnader forebyggende vedlikehold (FVK-arbeidsordre): 2,4 millioner aktiviteter, 1000 MNOK
  - Kostnad per FVK: 1000 MNOK / 2,4 millioner = 420 NOK
  - Kostnad for smøring/rengjøring er nok høyere enn 3*420 NOK = **1260 NOK** per aktivitet siden arbeid må utføres; ikke kun en inspeksjon, men vi bruker gjennomsnittstallet for å være konservativ.

- **Hvor mange smøre/rengjøre-turer kan vi eliminere via tilstandsbasert overvåking?**
  - Hvor mange turer utføres (hva er potensialet vi kan eliminere)?
  - Per individuelle veksel m/ overvåking: 925 veksler => 925 * 12 = 11 000 turer
  - Her må vi gjøre et forsøk på å estimere (se slide 13).
  - Erfaring på faktisk nedgang i utførelse av rutinene ettersom forvarslene blir tatt i bruk vil gi oss fasit
    - Her må vi starte gradvis og velge ut testområder hvor det kalenderbaserte vedlikeholdet erstattes av forvarsel-basert.
    - Trenger optimalisering av utførelsen av arbeidsordre (slå sammen for veksler på samme stasjon) og slå sammen med annet generisk vedlikehold

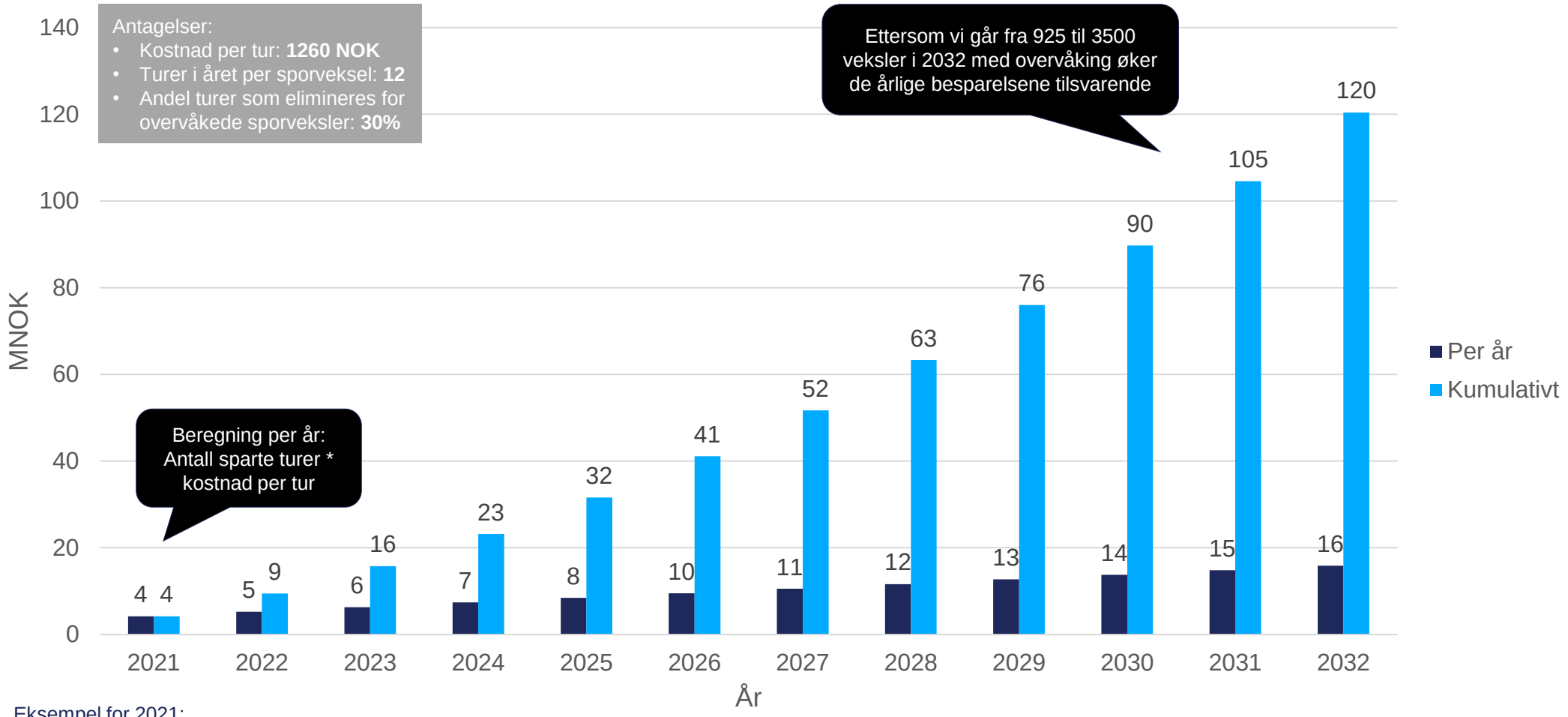
BANE NOR

Omtrent 15% av alle veksler vil få minst ett tilstandsbasert forvarsel per måned (under dagens kalenderbaserte vedlikeholdsregime). Dette betyr (best case) at vi kan eliminere 85% av kalenderbasert smøring/rengjøring. For et konservativt estimat benytter vi en sikkerhetsfaktor på 3, som betyr at vi kan vi eliminere **30%*.**



* Med en mer liberal sikkerhetsfaktor på 2 kan vi eliminere 45% av alle turer.

Konservativt estimat på kostnadsbesparelser innen sporvekselvedlikehold ved å gå fra kalenderbasert til tilstandsbasert smøring/rengjøring

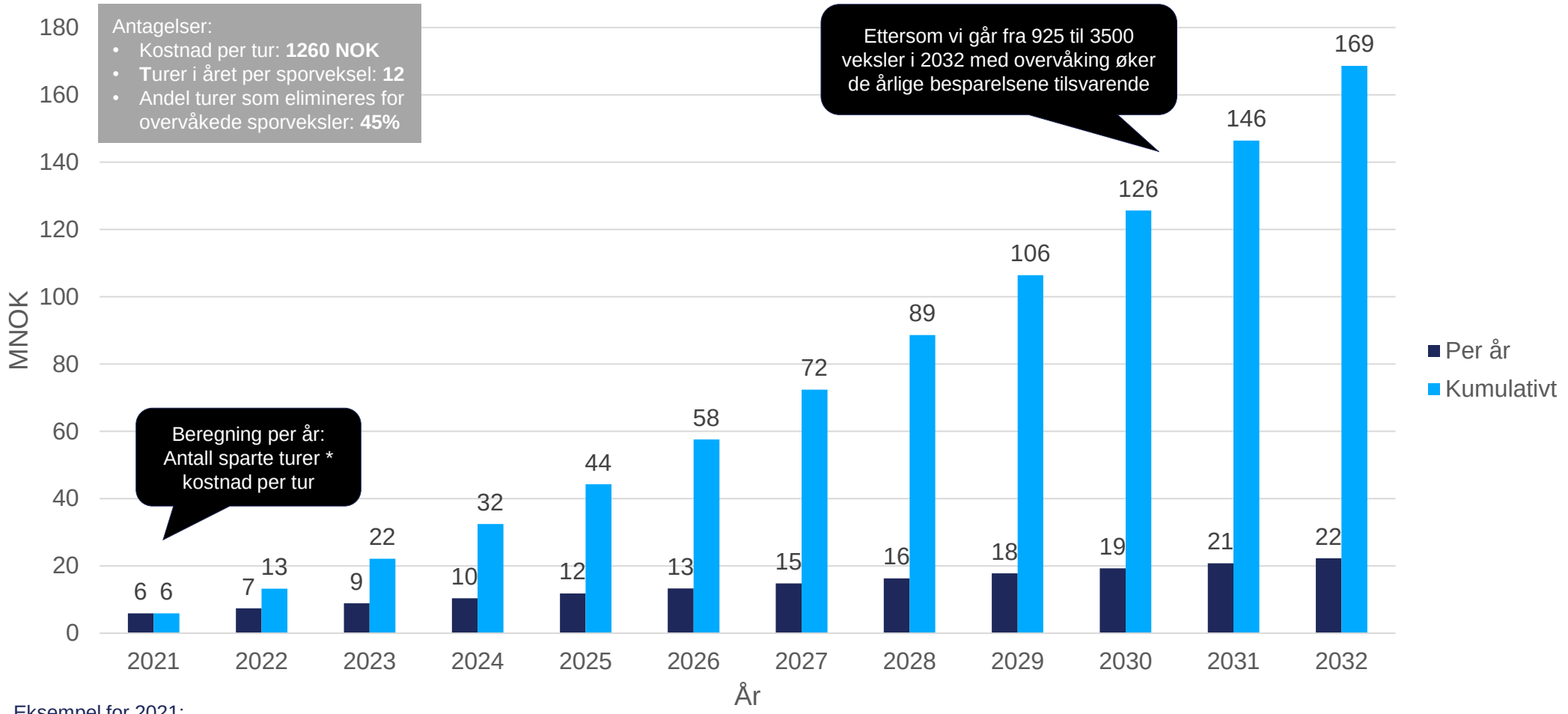


Eksempel for 2021:

- 925 veksler (med overvåking), 12 turer per veksel per år, 30% av turene er unødvendig => 925 * 12 * 30% = 3300 turer
- Kostnad per tur estimert til 1260 NOK => 3300*1260 = 4,2 MNOK i sparte vedlikeholdskostnader

BANE NOR

Liberalt estimat på kostnadsbesparelser innen sporvekselvedlikehold ved å gå fra kalenderbasert til tilstandsbasert smøring/rengjøring



Eksempel for 2021:

- 925 veksler (med overvåking), 12 turer per veksel per år, 45% av turene er unødvendig => 925 * 12 * 45% = 5000 turer
- Kostnad per tur estimert til 1260 NOK => 5000*1260 = 6,3 MNOK i sparte vedlikeholdskostnader

BANE NOR

Kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin innenfor ERTMS-prosjektet

Gevinstestimering: Kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin innenfor ERTMS-prosjektet

- Kunnskapen som er utviklet for de nåværende drivmaskintypene er like gyldig for de nye drivmaskinene som skal installeres i forbindelse med ERTMS (ny drivmaskin Siemens S710 er etterfølgeren av eksisterende drivmaskin S700).

- De samme vedlikeholdsbesparelsene som beskrevet på foregående slides gjelder derfor også sporveksler innenfor ERTMS.
  - Estimat på «fra kalenderbasert til tilstandsbasert vedlikehold» antar derfor at ERTMS-sporveksler overvåkes på samme måte som dagens sporveksler, og er derfor en del av gevinstestimeringen

- I tillegg kommer presiseringer i vedlikeholdsprogrammet på hvilke vedlikeholdstiltak som skal utføres ved havari, som også vil gi en reduksjon i operasjonelle kostnader.
  - Her estimerer vi også en 1/3 reduksjon i tid ved vedlikehold ifm. havari.

Gevinstestimering: Kontinuerlig overvåking av omleggingsmargin for sporvekseldrivmaskin innenfor ERTMS-prosjektet

- Utover vedlikehold er det unngåtte kapitalinvesteringer (CapEx) innen implementering og utrulling, som vi estimerer til 3 årsverk eller ca. 3 MNOK. (produkt/domenespesialist, arkitekt, front-end/UX, data science og back-end utvikler).
  - **Enklere opplæring og høyere brukervennlighet av programvare**. Bane NOR påvirker Siemens til å tilpasse deres programvare for (bl.a.) overvåking av sporveksler (SIDIS) til brukernes foretrukne oppsett, slik at overvåkere/montører får en bedre brukeropplevelse. Denne gevinsten stammer hovedsakelig fra arbeid lagt ned av Team Sporovervåking i utvikling av Sporovervåkingsappen.
  - **IT-arkitektur**. Arkitektur for gevinstrealisering fra overvåking på plass før ERTMS-prosjektet (f.eks. systematikk i masterdata, generering av AO'er og oversiktsbilder av tilstand/forvarsler/alarmer).

- I tillegg har vi andre gevinster som det er vanskelig å estimere:
  - **Risikoreduksjon i utrulling**. Kontinuerlig overvåking fra og med installasjon av ny sporveksel betyr lavere sannsynlighet for å åpne strekninger med feil.
  - **Kravstilling**. Bane NOR blir en bedre kravstiller overfor Siemens ved å ha dybdekunnskap på sporvekseldrivmaskin-domenet (gjennom hele verdikjeden fra måling til regelverk).
  - **Verifikasjon på egen FoU.** Tilbakemelding fra Siemens på at forskningen og utviklingen Bane NOR gjør på sporvekseldomenet er verdifull for å forbedre vedlikeholdet.