



UPPSALA  
UNIVERSITET

UPTEC IT 26036

Examensarbete 30 hp

Juni 2026

# Från fragmenterad information till en grund för framtida automatisering av avvikelshantering

Komplexa tekniska system: en studie inom ERTMS ombordsystem

---

Kim Sitthikesorn







UPPSALA  
UNIVERSITET

From Fragmented Information to a Foundation  
for Future Automation of Deviation Management  
— Complex Technical Systems:  
A Study Within ERTMS Onboard Systems

---

Kim Sitthikesorn

## Abstract

Railway operation depends on many technical systems and actors, and digitalisation makes it increasingly complex. In this setting, deviation management is an important function. Deviations are received, analysed, classified and passed on to the right party, and the process also creates information that can be reused to learn from earlier events. In practice, this information is spread across several tools, formats and people's memories. This makes it hard to analyse deviations, follow them over time, reuse knowledge and use existing digital tools, and it limits the conditions for future automation.

This thesis studies how structured information handling, supported by existing digital tools, can strengthen analysability, traceability and knowledge reuse in deviation management within a complex technical context, and create conditions for future automation. The work was carried out at a unit at the Swedish Transport Administration (Trafikverket) that works with ERTMS onboard systems, and the results are presented at a general level.

The study combines a current-state analysis with a literature review based on the FRACAS, ITIL and ISO/IEC 25012 frameworks. From this, methodical principles and 25 requirements are formulated across seven areas. The requirements are applied in an existing digital tool and evaluated through expert feedback from five perspectives within Trafikverket. The evaluation shows that 21 requirements are supported directly through configuration, three partially, and one creates conditions for the future, and that the result is relevant, applicable and possible to transfer to other parts of the organisation.

**Keywords:** information structure, deviation management, metadata, analysability, traceability, knowledge reuse, automation, digital tools, ERTMS, onboard systems, FRACAS, ITIL, ISO/IEC 25012, data quality

Faculty of Science and Technology

Uppsala University, Uppsala

Supervisor: Erik Fridén Subject reader: Bengt Sandblad

Examiner: Roland Bol





## Populärvetenskaplig sammanfattning

Järnvägen är en viktig del av samhällets infrastruktur. När den digitaliseras blir den samtidigt allt mer komplex. Bakom en enda tågresa samverkar en mängd tekniska system, företag och människor. När något inte fungerar som det ska uppstår en avvikelse, som måste tas emot, analyseras och föras vidare till rätt ansvarig part. Hur väl detta fungerar påverkar i förlängningen järnvägens tillförlitlighet.

Detta examensarbete genomfördes på Trafikverket, inom en enhet som arbetar med ERTMS, den gemensamma europeiska standarden för järnvägens signalsystem. En del av tekniken sitter ombord på tågen, i en miljö där många system och aktörer ständigt måste samverka. I en sådan miljö är avvikelshantering en central funktion, men också en utmaning.

En stor del av arbetet handlar om att fastställa orsaken till en avvikelse, eftersom orsaken avgör vem som ansvarar för åtgärden. Varje avvikelse genererar dessutom kunskap som har ett värde långt efter att ärendet är avslutat. I praktiken är denna kunskap ofta fragmenterad. Den är spridd över flera system, format och människors minne. Resultatet är att information blir svår att analysera, följa över tid och återanvända, vilket också begränsar möjligheterna till framtida automatisering. Problemet handlar därför mindre om brist på data och mer om avsaknad av struktur.

Syftet med arbetet var att utforma en strukturerad grund för att hantera denna information. Först kartlades nuläget genom dokumentstudier, deltagande observation vid möten och samtal med personer i verksamheten. Därefter analyserades tre etablerade ramverk systematiskt, för att förankra lösningen i beprövad kunskap: FRACAS, som ger en sammanhållen process för att rapportera, analysera och åtgärda fel; ITIL, som beskriver hur störningar, deras bakomliggande orsaker och tidigare kunskap kan hanteras; och den internationella standarden ISO/IEC 25012 för datakvalitet.

Resultatet är en grund i flera nivåer: metodiska principer, konkreta krav och förslag på hur informationen kan struktureras. En bärande tanke är att skilja mellan tre saker: avvikelser, det kända felet bakom den och lösningen. På så sätt kan flera avvikelser kopplas till samma kända fel, och tidigare kunskap kan återanvändas i stället för att gå förlorad. Grunden prövades i ett digitalt verktyg som redan används inom Trafikverket. Av 25 formulerade krav kunde 21 uppfyllas direkt genom konfiguration, medan övriga kräver vidare arbete. Den granskades dessutom av fem personer med olika perspektiv inom organisationen. Flera framhöll särskilt att strukturen stärker återanvändningen av kunskap.

Arbetets bidrag är en grund som är oberoende av ett enskilt verktyg och som kan vägleda både utformningen av informationsstruktur och valet av digitala verktyg. Trafikverket avser att använda kravbilden som underlag för ett framtida verktygstöd, och återkopplingen indikerar att grunden kan vara relevant även för andra delar av organisationen. På längre sikt skapar den även förutsättningar för automatisering, eftersom välstrukturerad information är en grundförutsättning för att datadrivna metoder och artificiell intelligens ska kunna tillföra värde.

**Nyckelord:** informationsstruktur, avvikelshantering, metadata, analysbarhet, spårbarhet, kunskapsåterföring, automatisering, digitala verktyg, ERTMS, ombordsystem, FRACAS, ITIL, ISO/IEC 25012, datakvalitet

**Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten**

**Uppsala universitet, Uppsala**

Handledare: Erik Fridén Ämnesgranskare: Bengt Sandblad

Examinator: Roland Bol



## Förord

Det här arbetet hade aldrig blivit till utan människorna som trodde på det.

*Till Erik och Bengt:*

**Erik Fridén** hade visionen som gjorde ämnet möjligt.

Han gav mig chansen att arbeta med det, och längs vägen lärde han mig mycket.

**Bengt Sandblad** valde att ta sig an arbetet och fanns där som ett stöd hela vägen.

De har inte bara hjälpt mig med arbetet, utan också funnits där för mig. Båda har varit avgörande, och för det är jag uppriktigt tacksam.

*Till alla som funnits med på vägen:*

Tack till er alla, både ni som nämns vid namn och ni som inte gör det. Tack för den tid, energi och kunskap ni har delat med er av. Era bidrag betydde mer än ni tror.

**Fredrik Fleron, Francis Senghore, Martin Vestberg, Lovisa Jonsson,  
Alan Mahmud, Mattias Olsson, Emma Styf, Robert Rantala, Markus Borgsén, Gustav Reinman, m.fl.**

*Lika viktiga:*

Tack till min familj och alla som vill mig väl.

Och till sist, ett tack till mig själv.

Uppsala, juni 2026  
Kim Sitthikesorn



# Innehåll

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Förord</b>                                                                    | <b>v</b>  |
| <b>1 Inledning</b>                                                               | <b>1</b>  |
| 1.1 Bakgrund och systemkontext . . . . .                                         | 1         |
| 1.2 Avvikelsehanteringens roll . . . . .                                         | 1         |
| 1.3 Digitalisering och automatisering . . . . .                                  | 2         |
| 1.4 Problemformulering . . . . .                                                 | 2         |
| 1.5 Syfte och forskningsfrågor . . . . .                                         | 3         |
| 1.6 Avgränsningar . . . . .                                                      | 4         |
| 1.7 Rapportens disposition . . . . .                                             | 4         |
| <b>2 Teoretisk bakgrund och relaterat arbete</b>                                 | <b>6</b>  |
| 2.1 FRACAS – Failure Reporting, Analysis, and Corrective Action System . . . . . | 6         |
| 2.1.1 FRACAS som en sluten loop . . . . .                                        | 6         |
| 2.1.2 Den slutna loopens betydelse . . . . .                                     | 6         |
| 2.1.3 Informationsbehov i FRACAS . . . . .                                       | 7         |
| 2.1.4 Begränsningar i FRACAS som ramverk . . . . .                               | 7         |
| 2.1.5 FRACAS i relation till detta arbete . . . . .                              | 7         |
| 2.2 ITIL – Information Technology Infrastructure Library . . . . .               | 8         |
| 2.2.1 Incident Management . . . . .                                              | 8         |
| 2.2.2 Problem Management . . . . .                                               | 8         |
| 2.2.3 Knowledge Management . . . . .                                             | 8         |
| 2.2.4 Begränsningar i ITIL som ramverk . . . . .                                 | 9         |
| 2.2.5 ITIL i relation till detta arbete . . . . .                                | 9         |
| 2.3 Datakvalitet och ISO/IEC 25012 . . . . .                                     | 9         |
| <b>3 Metod</b>                                                                   | <b>10</b> |
| 3.1 Forskningsansats . . . . .                                                   | 10        |
| 3.2 Datainsamling . . . . .                                                      | 10        |
| 3.3 Urval av ramverk . . . . .                                                   | 11        |
| 3.4 Analysmetod . . . . .                                                        | 12        |
| 3.5 Tillämpning och utvärdering . . . . .                                        | 12        |
| 3.6 Etiska överväganden . . . . .                                                | 13        |
| 3.7 Kompletterande aktiviteter . . . . .                                         | 14        |
| <b>4 Nulägesbeskrivning</b>                                                      | <b>15</b> |
| 4.1 Avvikelsebegreppet och processens syfte . . . . .                            | 15        |
| 4.2 Aktörer och roller i avvikelsehanteringen . . . . .                          | 15        |
| 4.3 Processöversikt . . . . .                                                    | 17        |
| 4.3.1 Övergripande analysflöde . . . . .                                         | 17        |
| 4.3.2 Logghantering och delning . . . . .                                        | 19        |
| 4.3.3 Åtgärds- och vidarehanteringsflöde . . . . .                               | 20        |
| 4.4 Informationsflöde, struktur och metadata i nuläget . . . . .                 | 22        |
| <b>5 Metodiska principer</b>                                                     | <b>25</b> |
| 5.1 Princip 1: Informationsinsamling och informationskvalitet . . . . .          | 25        |
| 5.2 Princip 2: Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt . . . . .       | 25        |
| 5.3 Princip 3: Systematisk analys, klassificering och prioritering . . . . .     | 26        |
| 5.4 Princip 4: Orsaksanalys och lärande . . . . .                                | 26        |
| 5.5 Princip 5: Sluten process och livscykelhantering . . . . .                   | 27        |
| 5.6 Princip 6: Samverkan och informationsdelning . . . . .                       | 27        |
| 5.7 Princip 7: Datastöd för analys och automatisering . . . . .                  | 27        |

|          |                                                                                        |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.8      | Sammanfattning . . . . .                                                               | 28        |
| <b>6</b> | <b>Identifierade brister</b>                                                           | <b>29</b> |
| 6.1      | Brist 1: Oenhetlig informationsinsamling och varierande datakvalitet . . . . .         | 29        |
| 6.2      | Brist 2: Begränsad spårbarhet och svaga kopplingar mellan informationsobjekt . . . . . | 29        |
| 6.3      | Brist 3: Otydlig och varierande analys samt klassificering av avvikelser . . . . .     | 29        |
| 6.4      | Brist 4: Begränsad dokumentation av orsaker och återanvändning av kunskap . . . . .    | 30        |
| 6.5      | Brist 5: Begränsad uppföljning och svag livscykelhantering av avvikelser . . . . .     | 31        |
| 6.6      | Brist 6: Otydlig informationsdelning och beroende av manuell samverkan . . . . .       | 31        |
| 6.7      | Brist 7: Begränsade möjligheter till datadriven analys och automatisering . . . . .    | 31        |
| 6.8      | Sammanfattning . . . . .                                                               | 32        |
| <b>7</b> | <b>Krav på informationsstruktur och metadata</b>                                       | <b>33</b> |
| 7.1      | Krav 1: Enhetlig informationsinsamling och datakvalitet . . . . .                      | 33        |
| 7.1.1    | K1.1 Enhetlig struktur och metadata för registrering av avvikelser . . . . .           | 33        |
| 7.1.2    | K1.2 Stöd för obligatoriska metadatafält . . . . .                                     | 33        |
| 7.1.3    | K1.3 Begränsning av variation i fritext . . . . .                                      | 33        |
| 7.2      | Krav 2: Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt . . . . .                    | 33        |
| 7.2.1    | K2.1 Unika och konsekventa identifierare . . . . .                                     | 33        |
| 7.2.2    | K2.2 Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt . . . . .                       | 33        |
| 7.2.3    | K2.3 Koppling mellan relaterade avvikelser . . . . .                                   | 34        |
| 7.2.4    | K2.4 Spårbarhet av informationsöverföring . . . . .                                    | 34        |
| 7.3      | Krav 3: Systematisk analys, klassificering och prioritering . . . . .                  | 34        |
| 7.3.1    | K3.1 Stöd för systematisk klassificering av avvikelser . . . . .                       | 34        |
| 7.3.2    | K3.2 Stöd för risk- och påverkansbaserad prioritering . . . . .                        | 34        |
| 7.3.3    | K3.3 Strukturerad dokumentation av analys och bedömning . . . . .                      | 34        |
| 7.3.4    | K3.4 Stöd för helhetsorienterad analys . . . . .                                       | 34        |
| 7.3.5    | K3.5 Balans mellan struktur och professionell bedömning . . . . .                      | 34        |
| 7.4      | Krav 4: Dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring . . . . .                      | 34        |
| 7.4.1    | K4.1 Dokumentation av orsaker och analysresultat . . . . .                             | 35        |
| 7.4.2    | K4.2 Dokumentation av kända fel och tillfälliga lösningar . . . . .                    | 35        |
| 7.4.3    | K4.3 Stöd för återanvändning och kunskapsåterföring . . . . .                          | 35        |
| 7.5      | Krav 5: Livscykelhantering och uppföljning . . . . .                                   | 35        |
| 7.5.1    | K5.1 Stöd för livscykelbaserad hantering av avvikelser . . . . .                       | 35        |
| 7.5.2    | K5.2 Tydlig statushantering genom processen . . . . .                                  | 35        |
| 7.5.3    | K5.3 Stöd för uppföljning av åtgärder . . . . .                                        | 35        |
| 7.5.4    | K5.4 Tydliga kriterier för avslut av ärenden . . . . .                                 | 35        |
| 7.5.5    | K5.5 Stöd för kontinuerlig och iterativ hantering av ärenden . . . . .                 | 35        |
| 7.6      | Krav 6: Samverkan och informationsdelning . . . . .                                    | 36        |
| 7.6.1    | K6.1 Stöd för strukturerad informationsdelning mellan aktörer och system . . . . .     | 36        |
| 7.6.2    | K6.2 Anpassning av information efter mottagarens behov . . . . .                       | 36        |
| 7.6.3    | K6.3 Tydlig ansvarsfördelning vid överlämning mellan aktörer . . . . .                 | 36        |
| 7.7      | Krav 7: Datastöd och automatisering . . . . .                                          | 36        |
| 7.7.1    | K7.1 Stöd för datadriven analys av avvikelser . . . . .                                | 36        |
| 7.7.2    | K7.2 Förutsättningar för framtida automatisering . . . . .                             | 37        |
| 7.8      | Sammanfattning . . . . .                                                               | 37        |
| <b>8</b> | <b>Konceptuella förslag för informationsstruktur och informationshantering</b>         | <b>38</b> |
| 8.1      | Metadatafält som grundnivå . . . . .                                                   | 38        |
| 8.2      | Gruppnivå för information . . . . .                                                    | 38        |
| 8.3      | Informationsstruktur – Förslag 1 . . . . .                                             | 39        |
| 8.4      | Informationsstruktur – Förslag 2 . . . . .                                             | 40        |
| 8.5      | Informationsstruktur – Förslag 3 . . . . .                                             | 41        |

|           |                                                                                         |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.6       | Sammanfattande reflektion . . . . .                                                     | 42        |
| <b>9</b>  | <b>Tillämpning i befintliga digitala verktyg</b>                                        | <b>44</b> |
| 9.1       | Kriterier för val av verktyg . . . . .                                                  | 44        |
| 9.2       | Analys av möjliga verktyg . . . . .                                                     | 44        |
| 9.3       | Praktisk tillämpning av informationsstrukturen . . . . .                                | 45        |
| 9.3.1     | Tre typer av informationsobjekt . . . . .                                               | 45        |
| 9.3.2     | Metadatafält och datakvalitet . . . . .                                                 | 46        |
| 9.3.3     | Identifierare och livscykel . . . . .                                                   | 46        |
| 9.3.4     | Samverkan och spårbarhet . . . . .                                                      | 46        |
| 9.3.5     | Filtrering, dokumentation och datadriven analys . . . . .                               | 46        |
| 9.4       | Sammanfattning . . . . .                                                                | 47        |
| <b>10</b> | <b>Utvärdering</b>                                                                      | <b>48</b> |
| 10.1      | Utvärderingsupplägg . . . . .                                                           | 48        |
| 10.2      | Återkoppling från domänexpert inom produktförelområdet . . . . .                        | 48        |
| 10.3      | Återkoppling från senior specialisteringenjör inom kravområdet . . . . .                | 49        |
| 10.4      | Återkoppling från nyanställd medarbetare . . . . .                                      | 50        |
| 10.5      | Återkoppling från person inom annat verksamhetsområde . . . . .                         | 51        |
| 10.6      | Återkoppling från handledare och beställare . . . . .                                   | 52        |
| 10.7      | Uppfyllande av krav och praktisk genomförbarhet . . . . .                               | 53        |
| 10.8      | Identifierade begränsningar i strukturen . . . . .                                      | 55        |
| 10.9      | Sammanfattning . . . . .                                                                | 55        |
| <b>11</b> | <b>Diskussion</b>                                                                       | <b>56</b> |
| 11.1      | Besvarande av forskningsfrågor . . . . .                                                | 56        |
| 11.1.1    | Delfråga 1: Hur är dagens avvikelshantering strukturerad? . . . . .                     | 56        |
| 11.1.2    | Delfråga 2: Vilka strukturella brister finns? . . . . .                                 | 56        |
| 11.1.3    | Delfråga 3: Vilka metodiska principer och krav kan identifieras? . . . . .              | 57        |
| 11.1.4    | Delfråga 4: Hur kan befintliga digitala verktyg fungera som tillämpningsfall? . . . . . | 57        |
| 11.1.5    | Övergripande forskningsfråga . . . . .                                                  | 58        |
| 11.2      | Resultatets betydelse . . . . .                                                         | 58        |
| 11.3      | Studiens begränsningar och generaliserbarhet . . . . .                                  | 59        |
| 11.4      | Metodologiska reflektioner . . . . .                                                    | 60        |
| 11.5      | Reflektion över arbetsprocessen . . . . .                                               | 60        |
| <b>12</b> | <b>Slutsats och framtida arbete</b>                                                     | <b>62</b> |
| 12.1      | Slutsats . . . . .                                                                      | 62        |
| 12.2      | Framtida arbete . . . . .                                                               | 62        |
| <b>A</b>  | <b>Appendix - Extraktion och gruppering av metodiska principer</b>                      | <b>67</b> |
| A.1       | Extraktion av principer . . . . .                                                       | 67        |
| A.2       | Tematisk gruppering . . . . .                                                           | 68        |
| A.3       | Abstraktion till metodiska principer . . . . .                                          | 69        |
| <b>B</b>  | <b>Appendix - Intervjuguider och frågeformulär</b>                                      | <b>71</b> |

## Figurer

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | FRACAS som sluten loop. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6  |
| 2  | Aktörer och relationer i avvikelshanteringen. Specialistfunktionen har en central och samordnande roll mellan interna funktioner, operativa aktörer och externa parter. . . . .                                                                                                                                       | 17 |
| 3  | Övergripande processöversikt för avvikelshantering i nuläget. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                 | 18 |
| 4  | Flöde för logghantering och delning av ombordloggar. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                          | 19 |
| 5  | Åtgärds- och vidarehanteringsflöde baserat på klassificering. Flödet visar processens avsedda steg; för produktfel saknas dock en tydligt definierad avslutspunkt och återkoppling. . . . .                                                                                                                           | 21 |
| 6  | Övergripande informationsflöde, informationsobjekt och systemstöd i nuläget. . . . .                                                                                                                                                                                                                                  | 23 |
| 7  | Hierarki av informationsstrukturen. Metadatafält utgör grundnivån och grupperas därefter utifrån exempelvis processer, kunskapskategorier eller typer av avvikelser. De föreslagna informationsstrukturerna (Förslag 1–3) bygger vidare på dessa grupperingar för att organisera information. . . . .                 | 39 |
| 8  | Förslag 1: Ett samlat informationsobjekt per avvikelseärende. All information om ärendet hanteras inom samma objekt. Relaterade avvikelser kan kopplas via unikt ID. . . . .                                                                                                                                          | 40 |
| 9  | Förslag 2: Separata informationsobjekt per processdel. Varje objekt har egen livscykel och egen status. Objekten kopplas samman via unika identifierare för att säkerställa spårbarhet. . . . .                                                                                                                       | 41 |
| 10 | Förslag 3: Separata informationsobjekt för avvikelser, kända fel och tillfälliga lösningar. Flera avvikelser kan kopplas till samma objekt för känt fel, vilket minskar duplicering och stödjer återanvändning av kunskap. Streckade objekt visar exempel på hierarkiska relationer, exempelvis underlösningar. . . . | 42 |

## Tabeller

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Översikt av kopplingen mellan metodiska principer, identifierade brister, kravområden och tillhörande krav. . . . .                                                                                                                                                                                                                         | 37 |
| 2 | Översikt av vilka krav som kan stödjas i den praktiska tillämpningen. K7.2 markeras inom parentes eftersom tillämpningen skapar förutsättningar för framtida automatisering, men ingen sådan funktion implementerades inom detta arbete. En mer detaljerad bedömning av i vilken grad varje krav uppfylls presenteras i kapitel 10. . . . . | 47 |
| 3 | Översikt av hur de formulerade kraven uppfylls i den praktiska tillämpningen. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                       | 54 |
| 4 | Extraktion av preliminära principer från analyserade ramverk . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                      | 67 |
| 5 | Tematisk gruppering av extraherade principer . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 68 |
| 6 | Abstraktion av tematiska grupper till metodiska principer . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                         | 70 |

# 1 Inledning

Järnvägen är en viktig del av samhällets infrastruktur. Den transporterar både resenärer och gods. När järnvägen digitaliseras blir den också mer komplex. Flera tekniska system, aktörer och informationsflöden möts i samma process. Detta ställer nya krav på hur information samlas in, struktureras och analyseras.

Avvikelsehantering är en central del av denna miljö. En tillförlitlig drift kräver att avvikelser tas emot, analyseras och hanteras systematiskt. Samtidigt sprids information ofta över flera system och aktörer. Det gör det svårt att skapa en sammanhållen bild. Frågor om informationsstruktur, metadata och digitala verktyg blir därför centrala.

Detta kapitel introducerar studiens kontext, problemområde och syfte. Kapitlet avslutas med en översikt av rapportens upplägg.

## 1.1 Bakgrund och systemkontext

Sverige började bygga järnväg relativt sent jämfört med andra europeiska länder, men när utbyggnaden väl kom igång gick den snabbt.<sup>[1]</sup> Järnvägen kom snart att få en viktig roll för både resande och samhällsutveckling. Punktlighet blev avgörande för dess funktion.

Under de senaste decennierna har järnvägen åter fått ökad betydelse. Trafiken har vuxit kraftigt med fler avgångar, fler resenärer och tyngre godstransporter. Infrastrukturen har dock inte utvecklats i samma takt. Stora delar av systemet är därför anpassade för en mindre belastning än dagens behov. För att möta denna utveckling pågår omfattande satsningar på att modernisera järnvägen. Satsningarna omfattar uppgradering av spår, signal- och planeringssystem samt införande av ny teknik. Målet är en mer tillförlitlig järnväg som kan möta framtidens krav på transport och hållbarhet.

En central del i denna modernisering är införandet av European Rail Traffic Management System (ERTMS). ERTMS är en gemensam europeisk standard för tågskyddssystem.<sup>[2]</sup> I Sverige ersätter ERTMS det nuvarande tågskyddssystemet ATC, som länge har använts på den svenska järnvägen.<sup>[3]</sup> ERTMS löser dock bara en del av helheten. Järnvägen omfattar även andra system, exempelvis för strömförsörjning, trafikplanering och realtidsstyrning, som kan skilja sig mellan länder. Detta gör den samlade miljön mer komplex än enbart tågskyddssystemet. Många av dessa system bygger dessutom på äldre teknik från mitten av 1900-talet. Detta gör dem svåra att underhålla och bidrar till störningar. Utöver detta finns utmaningar kopplade till internationell trafik. Tåg som passerar landsgränser inom Europa måste ofta anpassas till flera nationella signalsystem. Ibland krävs lokbyte eller multisystemfordon.<sup>[4]</sup> Det gör både design, drift och felsökning mer komplicerade. För att hantera denna fragmentering förvaltar och driver European Union Agency for Railways (ERA) ERTMS som ett standardiserat system för interoperabilitet mellan länder. ERA lyfter fram standardisering, digitalisering och interoperabilitet som viktiga prioriteringar för det europeiska järnvägssystemet.<sup>[5]</sup>

ERTMS består av flera delsystem bland annat de markbaserade systemen längs spåret och ombordsystemen i tågen. Dessa delsystem kommunicerar kontinuerligt för att säkerställa säker och effektiv trafik.<sup>[6]</sup> Genom ERTMS skapas förutsättningar för en mer standardiserad och digitaliserad järnväg. Detta kan förbättra punktlighet, underhåll och gränsöverskridande trafik.

I Sverige ansvarar Trafikverket för planering, utbyggnad och drift av den statliga järnvägsinfrastrukturen. Trafikverket har därmed en central roll i införandet av ERTMS. Detta examensarbete har genomförts inom en enhet på Trafikverket som arbetar med ERTMS ombordsystem.

## 1.2 Avvikelsehanteringens roll

Fel och avvikelser uppstår naturligt i tekniska system.<sup>[7]</sup> I järnvägssystemet, med många delsystem och aktörer, blir hanteringen särskilt utmanande. Avvikelsehantering är därför en viktig funktion. Den handlar om att systematiskt ta emot, analysera och hantera avvikelser så att rätt aktör kan agera. Den handlar också om att förstå bakomliggande orsaker över tid och möjliggöra lärande inom organisationen. En avvikelse definieras här som en händelse där systemet inte beter sig som förväntat eller enligt specificerade krav.

Trafikverket ansvarar för infrastrukturen men utvecklar inte själv alla tekniska komponenter. En viktig del av avvikelsehanteringen blir därför att avgöra avvikelstens typ. Typen avgör vilken aktör som ansvarar för åtgärden. En avvikelse i ERTMS ombordsystem kan exempelvis bero på ett tekniskt fel, felaktig användning eller otydlig kravspecifikation.

Varje orsak leder till olika hanteringsvägar och involverar olika parter, såsom leverantörer, operativ personal eller kravägare. Klassificering kräver därför en viss förståelse för avvikelsernas bakomliggande orsak. Den djupare tekniska analysen sker dock ofta hos den part som ansvarar för åtgärden.

Avvikelsehantering handlar därmed inte enbart om enskilda ärenden. Den ska också möjliggöra korrekt klassificering, tydlig spårbarhet mellan ärenden och ansvariga parter, dokumentation av bakomliggande orsaker samt återanvändning av kunskap från tidigare händelser. När information skapas och lagras i flera system och av olika aktörer blir det svårare att skapa en sammanhållen bild. Struktur, spårbarhet och enhetlig metadatahantering blir därför centrala förutsättningar.

### 1.3 Digitalisering och automatisering

Digitalisering förändrar hur organisationer arbetar och hanterar information.<sup>[8]</sup> I avvikelsehantering blir digitalisering och automatisering allt viktigare. När datamängden växer räcker manuella arbetssätt ofta inte till. Det blir svårt att ta emot, klassificera och hantera avvikelser effektivt. Digitala verktyg kan analysera stora datamängder snabbare, identifiera mönster tidigare och prioritera ärenden mer konsekvent. De kan också stödja dokumentation och informationshantering. Detta kan förbättra spårbarhet och kunskapsåterföring.<sup>[8;9]</sup>

Automatisering kan användas på olika nivåer.<sup>[10]</sup> Enklare lösningar bygger på regler. De kan filtrera information, strukturera data eller stödja prioritering av ärenden.<sup>[9;10]</sup> Mer avancerade lösningar använder artificiell intelligens (AI), exempelvis maskininlärning och textanalys, för att klassificera avvikelser eller identifiera mönster i data. AI kan bidra till effektivare hantering och bättre analys, men är inte alltid nödvändigt. Vissa moment kräver fortfarande mänsklig bedömning och kontextuell förståelse.

Samtidigt medför automatisering flera utmaningar. Det krävs hög datakvalitet och algoritmer kan innehålla bias. Det kan också vara svårt att integrera nya funktioner i befintliga system och arbetssätt. Många befintliga system är inte utformade för avancerad automatisering. Information ligger ofta spridd mellan flera system och aktörer. Detta gör informationsflödena fragmenterade och försvårar införandet av automatiserade funktioner.

För att kunna dra nytta av automatisering krävs därför en tydlig och enhetlig informationsstruktur. Automatisering bygger på den underliggande informationen. Utan strukturerad information och standardiserad metadata blir automatiserade metoder svåra att använda på ett tillförlitligt sätt.

### 1.4 Problemformulering

Avvikelsehantering inom järnvägssystem möter särskilda utmaningar i miljöer där flera system och aktörer samverkar. Ett konkret exempel illustrerar problemet: när en avvikelse uppstår finns lösningen ofta redan i någon medarbetares minne eller i ett e-postmeddelande från flera år tidigare. Kunskapen är spridd och svår att återanvända. Detta exempel speglar ett bredare strukturellt problem som påverkar flera delar av avvikelsehanteringen.

Processen involverar flera tekniska system, aktörer och informationskällor. Information hanteras i olika verktyg och format. Digitala system används genom hela processen, men det saknas ofta stöd för enhetliga arbetssätt och en gemensam informationsstruktur. Information blir därför fragmenterad och svår att följa över tid.

Bristen påverkar flera delar av processen. Klassificering är en central del av avvikelsehantering, eftersom den avgör vilken aktör som ska ta vid hanteringen. Korrekt klassificering kräver tillräcklig och strukturerad information tidigt i processen. När informationen är fragmenterad kan liknande avvikelser beskrivas och klassificeras på olika sätt. Bedömningen riskerar då att bygga på individuell erfarenhet snarare än systematiska principer. Detta kan leda till att avvikelser hänvisas till fel part eller hanteras inkonsekvent. Samband mellan rapportering, analys, klassificering och uppföljning blir också otydliga. Det blir svårare att dokumentera bakomliggande orsaker och att återanvända kunskap från tidigare händelser. Liknande analyser riskerar att behöva göras om.

Bristen påverkar också användningen av digitala verktyg. Utan en enhetlig informationshantering blir det svårt att utnyttja verktygens funktioner. Det blir också svårare att välja och kombinera verktyg, eftersom dessa ofta förutsätter en viss grad av standardisering. Samtidigt finns det en växande potential att använda automatiserade metoder för att stödja analys och beslutsfattande. Sådana metoder förutsätter dock att informationen är strukturerad, konsekvent och möjlig att koppla samman över tid.

Under arbetets gång har författaren fört samtal med representanter från flera enheter inom Trafikverket, både inom och utanför arbetet med ERTMS ombordsystem. Samtalen tyder på att liknande utmaningar förekommer även i andra delar av organisationen. De rör fragmenterad information, otydlig spårbarhet och begränsad kunskapsåterföring. Problemet är därför av strukturell karaktär snarare än bundet till en specifik teknisk domän. Detta motiverar att lösningar baseras på generella principer, även om utvärderingen i denna studie sker inom ERTMS ombordsystem.

Problemet handlar därmed inte enbart om tillgång till data eller digitala verktyg. Det handlar om hur informationen organiseras och standardiseras. Bristande struktur och otydlig metadata begränsar klassificering, analys, spårbarhet, dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring. Samtidigt försvåras effektiv användning av befintliga verktyg och framtida automatisering. Mot denna bakgrund finns ett behov av att undersöka hur informationsstruktur och metadata kan utformas för att stödja en mer enhetlig, analysbar och spårbar avvikelshantering i en komplex teknisk kontext.

## 1.5 Syfte och forskningsfrågor

Syftet med detta examensarbete är att skapa en verktygsoberoende grund för utveckling, val och kombination av digitala verktyg som stödjer avvikelshantering. Grunden ska göra avvikelshanteringen mer analysbar och spårbar samt stödja systematisk kunskapsåterföring, samtidigt som den skapar förutsättningar för framtida automatisering. Arbetet är tvådelat. För det första analyseras hur informationsflöden och metadata i avvikelshantering är strukturerade i nuläget. För det andra formuleras metodiska principer som guidar både utformning av informationsstruktur och val eller kombination av digitala verktyg. Principerna konkretiseras därefter i form av specifika krav.

Nulägesanalysen fokuserar på vilken information som skapas, används och överförs genom processen. Den belyser även hur informationen stödjer klassificering, analys och vidare hantering mellan ansvariga parter. Utifrån analysen och de framtagna principerna identifieras brister i den nuvarande hanteringen. Fokus ligger särskilt på klassificering, spårbarhet, dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring. Från dessa brister härleds sedan krav. Utifrån principerna och kraven tas konceptuella strukturförslag fram. Slutligen undersöks hur befintliga digitala verktyg kan användas för att realisera den föreslagna grunden, utan att nya system utvecklas.

På längre sikt syftar arbetet till att skapa strukturella förutsättningar för förbättrad klassificering, ökad spårbarhet, systematisk kunskapsåterföring samt möjlig framtida automatisering av avvikelshanteringen.

Utifrån detta syfte formuleras följande övergripande forskningsfråga:

Hur kan en strukturerad informationshantering, med stöd av befintliga digitala verktyg, stärka analysbarhet, spårbarhet och kunskapsåterföring i avvikelshantering inom en komplex teknisk kontext, samt skapa förutsättningar för framtida automatisering?

För att besvara forskningsfrågan delas den upp i fyra delfrågor:

- Hur är dagens avvikelshantering strukturerad ur ett informationsperspektiv, och vilken information används för att klassificera och hänvisa avvikelser till rätt part?
- Vilka strukturella brister finns i dagens informationsstruktur, särskilt i relation till analysbarhet, spårbarhet, dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring?
- Vilka metodiska principer kan stödja en mer enhetlig avvikelshantering, med fokus på utformning av informationsstruktur samt val och kombination av digitala verktyg, och hur kan dessa principer konkretiseras i form av specifika krav?
- Hur kan befintliga digitala verktyg fungera som tillämpningsfall för den föreslagna metodiken, och vilka anpassningar kan krävas?

Arbetets bidrag består av fyra sammanhängande resultat på olika abstraktionsnivåer. För det första bidrar studien med en kartläggning av nuvarande informationsstruktur i avvikelshantering inom en komplex teknisk kontext. För det andra formuleras **metodiska principer** som guidar både utformning av informationsstruktur och val eller kombination av digitala verktyg. För det tredje konkretiseras principerna i form av **specifika krav**. För det fjärde visas hur principerna och kraven kan realiseras genom **konceptuella strukturförslag** och en **praktisk tillämpning** i ett befintligt

digitalt verktyg.

Tillsammans utgör principerna och kraven en grund som är oberoende av specifika digitala verktyg. Grunden kan användas för att utforma informationsstruktur, men också som stöd vid val eller kombination av verktyg, för att tillsammans uppnå en mer analysbar och spårbar avvikelshantering som stödjer kunskapsåterföring och förutsättningar för framtida automatisering. Strukturförslagen och tillämpningen fungerar som demonstration av att kraven kan realiseras i praktiken. Resultaten utvärderas inom ERTMS ombordsystem, men är formulerade på en generell nivå för att kunna tillämpas i bredare kontexter.

## 1.6 Avgränsningar

Studien fokuserar på avvikelshantering ur ett informationsperspektiv. Fokus ligger på informationsflöden, metadata och spårbarhet. Analysen behandlar hur information skapas, struktureras och används i processen. De tekniska systemens interna funktion analyseras inte i detalj.

Empiriskt genomförs studien inom ombordrelaterade frågor kopplade till ERTMS. I denna miljö delas information mellan flera tekniska system, olika delar av verksamheten och externa aktörer. Avvikelshanteringen omfattar mottagning, analys, klassificering och vidare hantering av information från källor som operativa rapporter, loggverktyg och tekniska verktyg. Informationen passerar ofta organisatoriska gränser.

Avvikelshantering innehåller också mycket samordning mellan aktörer efter att ett ärende klassificerats, exempelvis dialog med leverantörer, kravägare och användare. Studien analyserar inte dessa delar i detalj. Dessa delar beskrivs endast när de påverkar informationsstruktur och metadata. Den föreslagna strukturen kan dock stödja även samordning, exempelvis genom livscykelhantering, statushantering och dokumentation av åtgärder. En mer detaljerad analys av samordning föreslås som framtida arbete.

Studien omfattar inte utveckling eller implementation av nya digitala verktyg. Fokus ligger istället på hur befintliga verktyg kan användas för en mer strukturerad informationshantering. Teknisk implementation av artificiell intelligens eller automatiserade beslutsstödsystem ingår inte. Sådana lösningar diskuteras endast på en konceptuell nivå. Organisatoriska förändringsprocesser och ekonomiska aspekter ligger också utanför studiens fokus.

Principerna utvärderas genom återkoppling från handledare och flera personer inom Trafikverket med olika perspektiv på avvikelshantering. Andra verksamhetsområden studeras inte empiriskt. De används istället som indikation på att principerna kan ha bredare tillämpning. Principerna är formulerade på en generell nivå eftersom liknande problem kring informationsstruktur och metadata finns även i andra komplexa system. Generaliserbarhet till andra områden diskuteras i kapitel 11 och föreslås som framtida arbete. En detaljerad metod för utvärderingen beskrivs i kapitel 3.

Slutligen är det viktigt att tydliggöra studiens abstraktionsnivå. Arbetet formulerar metodiska principer och krav som kan användas både för utformning av informationsstruktur och som stöd vid val eller kombination av digitala verktyg, samt visar att dessa kan tillämpas i ett befintligt verktyg. Studien innehåller däremot inte en fullständig specifikation av enskilda metadatafält, datatyper, värdemängder eller en empiriskt grundad prioritering mellan fält. En sådan detaljnivå förutsätter djupare analys av olika ärendetyper, verksamhetsområden och användarbehov, och bedöms vara mer lämplig i en framtida implementationsfas där grunden anpassas till specifika verktyg och arbetssätt. Studiens bidrag är därmed att skapa en grund som senare arbete kan bygga vidare på.

## 1.7 Rapportens disposition

Rapporten är indelad i tolv kapitel som tillsammans följer en logisk kedja: från bakgrund och teori, via en analys av nuläget, till krav, förslag och utvärdering.

De tre första kapitlen lägger grunden. Kapitel 1 introducerar bakgrund, problemområde, syfte och forskningsfrågor. Kapitel 2 presenterar den teoretiska bakgrunden och de etablerade ramverk som studien bygger på. Kapitel 3 beskriver metoden för datainsamling och analys.

Därefter följer studiens analysdel. Kapitel 4 beskriver hur avvikelshanteringen ser ut i nuläget, med fokus på informationsflöden och metadata. Kapitel 5 formulerar metodiska principer utifrån de etablerade ramverken. När principerna

är på plats jämför kapitel 6 nuläget med principerna och identifierar brister, och utifrån dessa brister härleder kapitel 7 konkreta krav på informationsstruktur.

Kraven omsätts sedan i praktiken. Kapitel 8 presenterar konceptuella strukturförslag som svarar mot kraven, och kapitel 9 visar hur förslagen kan tillämpas i ett befintligt digitalt verktyg. Kapitel 10 redovisar utvärderingen av tillämpningen.

Slutligen knyts allt samman. Kapitel 11 diskuterar resultatet i relation till forskningsfrågorna samt studiens begränsningar och generaliserbarhet, och kapitel 12 sammanfattar slutsatserna och föreslår framtida arbete.

## 2 Teoretisk bakgrund och relaterat arbete

Detta kapitel presenterar de teoretiska ramverk som ligger till grund för studien. Två etablerade ramverk för hantering av fel och avvikelser i tekniska system behandlas: Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System (FRACAS) och Information Technology Infrastructure Library (ITIL). Ramverken kompletterar varandra. FRACAS erbjuder en övergripande struktur för felhantering i form av en sluten loop. ITIL bidrar med mer detaljerade beskrivningar av hur enskilda delar av hanteringen kan organiseras, särskilt vad gäller mottagande av rapporter, åtskillnad mellan symptom och orsak samt återanvändning av kunskap. Som komplement behandlas även den internationella standarden ISO/IEC 25012, som ger en referensram för datakvalitet. En motivering till valet av dessa ramverk presenteras i kapitel 3.

### 2.1 FRACAS – Failure Reporting, Analysis, and Corrective Action System

FRACAS är ett ramverk för att rapportera, analysera och åtgärda fel i tekniska system. Metoden utvecklades ursprungligen av det amerikanska försvarsdepartementet. Den formaliserades år 1985 genom standarden MIL-STD-2155, som senare ersattes av handboken MIL-HDBK-2155 år 1995.<sup>[11]</sup> En modernare version av standarden, ANSI/AIAA S-102.1.4-2019, har därefter utvecklats för bredare industriell tillämpning.<sup>[12]</sup>

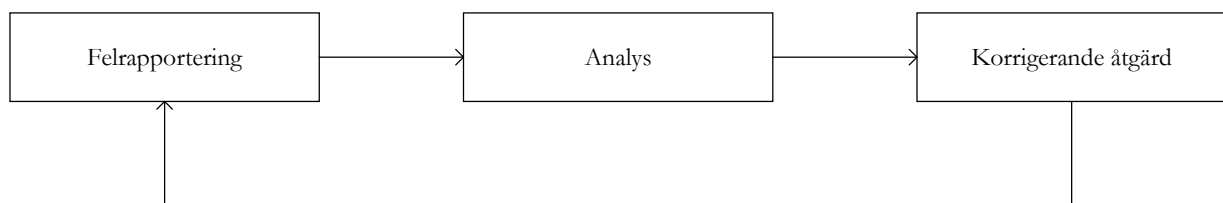
Syftet med FRACAS är att förbättra ett systems tillförlitlighet och underhållbarhet. Ramverket samlar in information om fel på ett strukturerat sätt och använder denna information för att förhindra att samma fel uppstår igen.<sup>[11]</sup> FRACAS uppstod inom försvars- och flygindustrin, men används idag inom flera områden där hög tillförlitlighet är viktig, såsom fordonsindustri och järnväg.<sup>[13]</sup>

#### 2.1.1 FRACAS som en sluten loop

En central egenskap hos FRACAS är att processen är utformad som en *sluten loop*. Det innebär att varje rapporterat fel följs upp tills en åtgärd har införts och verifierats.<sup>[11]</sup> Processen består av tre huvudsteg.<sup>[11;12]</sup>

1. **Felrapportering** (*Failure Reporting*, FR): Fel som uppstår i ett system eller en utrustning dokumenteras formellt, ofta med hjälp av en standardiserad rapportmall. Rapporten ska innehålla tillräcklig information för att felet ska kunna förstås och analyseras vidare.
2. **Analys** (*Analysis*, A): Den insamlade informationen analyseras för att identifiera den bakomliggande orsaken till felet, så kallad rotorsak.
3. **Korrigerande åtgärd** (*Corrective Action*, CA): När orsaken är känd införs en åtgärd för att förhindra att felet uppstår igen. Åtgärden dokumenteras och följs upp för att säkerställa att den faktiskt fungerar.

Figur 1 illustrerar de tre stegen och hur de tillsammans bildar en sluten loop.



Figur 1: FRACAS som sluten loop.

#### 2.1.2 Den slutna loopens betydelse

Den slutna loopen är inte bara en beskrivning av processens form. Den är också en princip som påverkar hur information hanteras i ramverket. Tre aspekter är särskilt viktiga.

För det första bidrar den slutna loopen till *spårbarhet*. Eftersom varje fel följs från rapportering till verifierad åtgärd, skapas en sammanhängande informationskedja. Det gör det möjligt att i efterhand följa ett ärendes hela förlopp.<sup>[11]</sup>

För det andra möjliggör loopen *kunskapsåterföring*. När resultatet av analyser och åtgärder dokumenteras och återförs in i processen, byggs ett kunskapsunderlag upp som kan användas vid framtida fel. Utan en sluten loop riskerar denna kunskap att stanna hos enskilda individer eller att gå förlorad mellan ärenden.

För det tredje stödjer den slutna loopen *kontinuerlig förbättring*. Information om återkommande fel kan användas för att identifiera mönster och systematiska brister. Det kan i sin tur leda till förbättringar i både teknik och arbetsätt.<sup>[11;12]</sup>

### 2.1.3 Informationsbehov i FRACAS

För att FRACAS ska fungera krävs att viss information dokumenteras i varje steg av processen. Standarden specificerar inte exakt vilka fält som ska användas i alla sammanhang, men anger ett antal grundläggande informationskategorier.<sup>[11]</sup>

Vid *felrapportering* förutsätter FRACAS att grundläggande fakta om händelsen registreras. Detta inkluderar exempelvis identifikation av den påverkade komponenten eller systemet, en beskrivning av felets symtom, driftsförhållanden vid feltillfället samt tidpunkt och plats.<sup>[11]</sup> Denna information utgör underlaget för all efterföljande analys.

Vid *analys* dokumenteras hur felet har undersökts, vilka metoder som använts samt vilken rotorsak som identifierats. För att resultatet ska kunna återanvändas behöver även sambandet mellan symtom, orsak och påverkade komponenter dokumenteras på ett strukturerat sätt.<sup>[12]</sup>

Vid *korrigering* registreras vilken åtgärd som införts, vem som ansvarar för den, samt hur dess effekt har verifierats. På så sätt skapas en koppling mellan ett identifierat problem och dess lösning. Detta möjliggör senare uppföljning och återanvändning av kunskap.<sup>[11]</sup>

FRACAS lägger stor vikt vid att informationen ska vara strukturerad och möjlig att återfinna. Ramverket beskriver dock inte i detalj *hur* denna information ska representeras i ett digitalt verktyg. Hur metadata utformas i praktiken är därmed något som ofta får avgöras inom den enskilda organisationen.

### 2.1.4 Begränsningar i FRACAS som ramverk

FRACAS är ett etablerat och brett använt ramverk, men har vissa begränsningar som är relevanta att lyfta fram i samband med detta arbete.

För det första har FRACAS sin bakgrund i hårdvarurelaterad tillförlitlighet, främst inom försvars- och flygindustrin. Senare versioner av standarden omfattar även mjukvara,<sup>[11;12]</sup> men ramverkets terminologi och struktur är fortfarande starkt kopplad till fysiska komponenter och deras feltyper. Detta kan göra det svårare att direkt tillämpa ramverket i sammanhang där felen i högre grad rör information, processer eller mjukvarunära aspekter.

För det andra beskriver FRACAS *vad* som ska göras i varje steg, men inte i detalj *hur* arbetet ska organiseras i en digital miljö. Ramverket specificerar exempelvis inte hur ärenden ska klassificeras med metadata, hur kunskap ska göras sökbar för andra användare, eller hur digitala verktyg ska utformas för att stödja processen.

För det tredje fokuserar FRACAS främst på den enskilda felhändelsen och dess åtgärd. Aspekter som rör hur kunskap från många ärenden ska organiseras, klassificeras och göras återanvändbar över tid behandlas i mindre utsträckning av ramverket självt. Dessa aspekter behandlas mer utförligt inom ITIL (avsnitt 2.2).

### 2.1.5 FRACAS i relation till detta arbete

FRACAS introduceras här som en teoretisk utgångspunkt. Ramverkets struktur, med rapportering, analys och korrigering åtgärd i en sluten loop, ligger nära de aktiviteter som ingår i avvikelshantering. Ramverket utgör därmed en användbar referens för att beskriva och jämföra informationsflöden i denna studie. En närmare motivering till valet av FRACAS, tillsammans med de kriterier som använts vid valet, presenteras i avsnitt 3.3.

## 2.2 ITIL – Information Technology Infrastructure Library

ITIL är ett ramverk för IT Service Management (ITSM), det vill säga systematisk hantering och leverans av IT-tjänster. Det beskriver god praxis för hur IT-tjänster kan planeras, levereras och förbättras inom en organisation.<sup>[14]</sup> Ramverket utvecklades ursprungligen i Storbritannien under slutet av 1980-talet av den statliga myndigheten Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA), i syfte att förbättra kvaliteten på statens IT-tjänster. ITIL har sedan starten utvecklats kontinuerligt genom flera versioner för att följa med i den tekniska utvecklingen, och uppdateras fortlöpande. Den version som används, ITIL 4, publicerades år 2019 av AXELOS.<sup>[14]</sup>

I detta arbete används ITIL 4 eftersom det är den version som beskrivs i den litteratur och dokumentation som analyserats. ITIL 4 bedöms som en stabil och tillförlitlig referens för denna studie. Jämfört med tidigare versioner har ITIL 4 ett mer modernt och flexibelt synsätt på IT-tjänster. Ramverket är inte längre uppbyggt kring fasta processer, utan kring så kallade *practices* (praktiker). Dessa beskriver vad en organisation bör göra utan att i detalj föreskriva hur det ska genomföras.<sup>[14]</sup> Detta gör ramverket lättare att anpassa till olika verksamheter.

ITIL 4 innehåller totalt 34 praktiker, indelade i tre kategorier: *general management practices*, *service management practices* och *technical management practices*.<sup>[14]</sup> Av dessa är tre särskilt relevanta för detta arbete: *Incident Management*, *Problem Management* och *Knowledge Management*. Dessa tre praktiker behandlar hantering av rapporterade händelser, analys av bakomliggande orsaker samt återanvändning av kunskap. Detta ligger nära kärnan i avvikelshantering. Övriga praktiker ligger utanför arbetets fokus och behandlas därför inte närmare.

### 2.2.1 Incident Management

Syftet med Incident Management är att minimera den negativa påverkan av incidenter genom att återställa normal tjänstdrift så snabbt som möjligt.<sup>[14]</sup> En *incident* definieras i ITIL 4 som en oplanerad störning av en tjänst eller en försämring av tjänstens kvalitet.<sup>[14]</sup>

Praktiken omfattar aktiviteter som rapportering, kategorisering, prioritering och hantering av enskilda incidenter. Varje incident registreras som en *incident record* och följs upp till dess att tjänsten är återställd. Fokus ligger på snabb återställning, inte nödvändigtvis på att hitta den underliggande orsaken till incidenten. Det senare hanteras istället inom Problem Management.

Incident Management är relevant för detta arbete eftersom praktiken visar hur en inkommande rapport om en störning kan tas emot, struktureras och följas upp på ett systematiskt sätt. Detta motsvarar den första delen av avvikelshanteringen, där en rapport tas emot och bedöms innan den skickas vidare.

### 2.2.2 Problem Management

Syftet med Problem Management är att minska sannolikheten för och påverkan av incidenter. Detta sker genom att identifiera faktiska och möjliga orsaker till incidenter samt hantera tillfälliga lösningar (*workarounds*) och kända fel (*known errors*).<sup>[14]</sup> Ett *problem* definieras i ITIL 4 som en orsak, eller möjlig orsak, till en eller flera incidenter.<sup>[14]</sup>

Skillnaden mellan Incident Management och Problem Management är central i ITIL. Incident Management fokuserar på att återställa tjänsten. Problem Management fokuserar på att förstå *varför* incidenten uppstod. När en bakomliggande orsak har identifierats men ännu inte åtgärdats, registreras den som ett *känt fel* i en *Known Error Database* (KEDB).<sup>[14]</sup> På så sätt kan information om tidigare problem användas för att snabbare hantera framtida liknande incidenter.

Problem Management är relevant för detta arbete eftersom praktiken bidrar med ett strukturerat sätt att beskriva sambandet mellan symtom (incidenter) och bakomliggande orsaker (problem). Denna åtskillnad är användbar när informationsstrukturen i avvikelseärenden ska beskrivas, eftersom samma underliggande orsak kan ge upphov till flera till synes olika rapporter.

### 2.2.3 Knowledge Management

Syftet med Knowledge Management är att säkerställa att rätt information finns tillgänglig för rätt person vid rätt tidpunkt. Det möjliggör för organisationen att fatta välgrundade beslut och arbeta effektivt.<sup>[14]</sup> Praktiken handlar om att samla in, strukturera, dela och underhålla kunskap inom organisationen.

I ett ITSM-sammanhang innebär detta att information från tidigare incidenter, problem och lösningar dokumenteras i en form som gör den sökbar och återanvändbar, ofta i en så kallad *knowledge base*.<sup>[14]</sup> På så sätt kan medarbetare ta del av tidigare erfarenheter utan att behöva fråga enskilda kollegor.

Knowledge Management är relevant för detta arbete eftersom praktiken direkt berör begreppet *kunskapsåterföring*. När kunskap om tidigare avvikelser görs strukturerad och sökbar minskar beroendet av enskilda individers erfarenhet. Detta är en av de aspekter som detta arbete undersöker.

#### 2.2.4 Begränsningar i ITIL som ramverk

Liksom FRACAS har även ITIL vissa begränsningar som är relevanta att lyfta fram. ITIL är utvecklat för IT Service Management och har sin tydligaste tillämpning inom IT-driftverksamhet, exempelvis hantering av användarnära IT-tjänster. När ramverket tillämpas i en kontext som huvudsakligen rör tekniska järnvägssystem, snarare än IT-tjänster i traditionell mening, behöver vissa begrepp och arbetssätt anpassas till den specifika domänen.

Vidare beskriver ITIL *vad* som bör göras inom respektive praktik, men inte i detalj *hur* arbetet ska implementeras. Detaljer kring exempelvis informationsstruktur, metadata och verktygsstöd lämnas ofta till den enskilda organisationen att definiera. Detta ger både flexibilitet och kräver egen utformning vid tillämpning.

Slutligen är ITIL inte ett vetenskapligt ramverk, utan ett samlingsverk av god praxis som har utvecklats i samverkan mellan organisationer och praktiker.<sup>[14]</sup> Detta gör ramverket användbart som referens, men medför också att det inte erbjuder formell teoretisk grund för enskilda designval.

#### 2.2.5 ITIL i relation till detta arbete

ITIL introduceras här som ett kompletterande perspektiv till FRACAS, med mer detaljerade beskrivningar av hur enskilda delar av hanteringen kan organiseras i en modern IT-miljö. Detta gäller särskilt mottagande av rapporter, åtskillnad mellan symptom och orsak samt återanvändning av kunskap. En närmare motivering till valet av ITIL, tillsammans med de kriterier som använts vid valet, presenteras i avsnitt 3.3.

### 2.3 Datakvalitet och ISO/IEC 25012

Ett digitalt verktyg blir aldrig bättre än informationen det bygger på. Om data är ofullständig eller motsägelsefull blir även analys och automatisering opålitlig. Frågan om datakvalitet är därför central i detta arbete.

Forskningen beskriver vanligen datakvalitet i flera dimensioner. Ett tidigt och välkänt exempel är Wang och Strong, som delar in kvalitet i fyra grupper: själva innehållet, hur väl det passar uppgiften, hur det presenteras och hur lätt det är att komma åt.<sup>[15]</sup> Den internationella standarden ISO/IEC 25012 vilar på en liknande grundtanke och samlar datakvalitet i en formell modell för informationssystem.<sup>[16]</sup>

Standarden ser på egenskaperna utifrån två perspektiv. *Inneboende* egenskaper handlar om själva datan, oberoende av system, till exempel om den är korrekt (*accuracy*), fullständig (*completeness*) och fri från motsägelser (*consistency*). *Systemberoende* egenskaper handlar i stället om hur datan görs tillgänglig och bevaras i ett system, till exempel tillgänglighet (*availability*) och återställbarhet (*recoverability*).

I detta arbete används de inneboende egenskaperna som referensram. De beskriver vad informationen behöver uppfylla för att kunna stödja datadriven analys och framtida automatisering i avvikelshanteringen. Motiveringen till valet av ISO/IEC 25012 presenteras i avsnitt 3.3.

## 3 Metod

Detta kapitel beskriver den metodik som har använts för att besvara studiens forskningsfrågor. Kapitlet inleds med en beskrivning av forskningsansatsen, följt av en redogörelse för datainsamlingsmetoder. Därefter beskrivs urvalet av de teoretiska ramverk som använts som analytiskt stöd, samt den analysmetod som tillämpats för att tolka empirin och formulera metodiska principer. Slutligen beskrivs det tillvägagångssätt som använts för att utvärdera hur den föreslagna strukturen kan tillämpas i befintliga digitala verktyg, samt vilka etiska överväganden som har gjorts under arbetets gång.

### 3.1 Forskningsansats

Studien har en kvalitativ, abduktiv och designorienterad forskningsansats med ett explorativt syfte.<sup>[17]</sup> De fyra delarna kompletterar varandra.

Den kvalitativa ansatsen ger en fördjupad förståelse av avvikelshanteringsprocessen och dess informationsflöden. Fokus ligger på hur information skapas, används och tolkas i praktiken.

Den abduktiva ansatsen innebär att analysen genomförs i ett växelspel mellan empiri och teori.<sup>[18]</sup> Nuläget analyseras först utifrån empiriskt material från dokumentstudier, samtal och observationer. Detta steg har en induktiv karaktär, där mönster växer fram ur det empiriska materialet. Parallellt används teoretiska ramverk som analytiskt stöd för att strukturera och tolka empirin. Detta innebär ett deduktivt inslag, där teori bidrar till att abstrahera och generalisera de identifierade mönstren. Empiri och teori informerar därmed varandra iterativt.

Den designorienterade ansatsen innebär att arbetet inte bara beskriver nuläget, utan också tar fram en konkret lösning i form av principer, krav och en informationsstruktur. Detta ligger nära design science, där kunskap byggs genom att utforma och utvärdera en artefakt som svarar mot ett verkligt problem.<sup>[19;20]</sup>

Principerna konkretiseras i form av specifika krav och prövas genom en praktisk tillämpning i ett befintligt digitalt verktyg, utan att nya system utvecklas. Eftersom tidsramen för detta arbete inte räcker för empirisk validering av en färdig implementation i drift, ligger fokus istället på att visa att kraven kan realiseras i praktiken.

Det explorativa syftet innebär att studien behandlar ett komplext och delvis outforskat problemområde. Målet är att identifiera strukturella brister och formulera metodiska principer för en mer enhetlig informationsstruktur.

### 3.2 Datainsamling

Datainsamlingen baseras på flera kompletterande metoder. Syftet är att skapa en så heltäckande bild som möjligt av nuläget och dess kontext. Examensarbetet har genomförts inom ramen för en praktiktjänstgöring på Trafikverket. Författaren har därför haft möjlighet att kombinera dokumentstudier med deltagande observation och löpande samtal med personer inom verksamheten.

- **Litteraturstudie:** Vetenskapliga artiklar och etablerade ramverk inom områden som avvikelshantering, informationsstruktur, metadata samt digitalisering och automatisering har analyserats. Sökning genomfördes huvudsakligen i databaser såsom IEEE Xplore, ACM Digital Library och Google Scholar. Syftet var att etablera en teoretisk grund samt identifiera centrala begrepp och metodiska principer.
- **Dokumentstudier:** Processbeskrivningar, riktlinjer och systemdokumentation från Trafikverket har analyserats. Detta gav en bild av hur avvikelshanteringen är utformad ur ett formellt perspektiv.
- **Samtal och diskussioner:** Löpande samtal och diskussioner har genomförts med representanter från olika funktioner inom verksamheten, både inom och utanför arbetet med ERTMS ombordsystem. Samtalen har varit av informell karaktär och har genomförts som en naturlig del av det dagliga arbetet inom organisationen. Syftet har varit att fånga praktiska erfarenheter, tolkningar av processen samt identifiera utmaningar som inte framgår av den formella dokumentationen. Samtalen har dokumenterats genom anteckningar och använts som underlag för den fortsatta analysen.
- **Deltagande observation:** Deltagande i möten och arbetsforum där avvikelser diskuteras och hanteras i praktiken har gett en fördjupad förståelse för hur processen tillämpas samt hur olika aktörer samverkar. Observatio-

nerna har dokumenterats genom anteckningar.

- **Dataanalys:** Befintliga data och exempel på avvikelseärenden har analyserats. Syftet var att identifiera hur information struktureras, vilka metadata som används samt hur ärenden följs genom processen.

De olika datakällorna kompletterar varandra och möjliggör metodtriangulering. Detta stärker studiens trovärdighet och bidrar till en mer nyanserad och tillförlitlig förståelse av nuläget. Samtalen och observationerna i detta avsnitt tillhör nulägesanalysen. Syftet var att förstå hur avvikelshanteringen fungerar i praktiken. Det är samtidigt viktigt att notera att dessa samtal och observationer har genomförts inom ramen för en pågående praktiktjänstgöring, snarare än som formella forskningsintervjuer. Den senare utvärderingen av den föreslagna strukturen bygger däremot på mer strukturerade intervjuer. Dessa beskrivs i avsnitt 3.5 och redovisas i kapitel 10. Detta innebär att informationen huvudsakligen har använts som underlag för förståelse och kontextualisering av nuläget, snarare än för systematisk kvalitativ kodning. Konsekvenserna av detta för studiens resultat diskuteras vidare i kapitel 11.

### 3.3 Urval av ramverk

För att identifiera relevanta metodiska principer genomfördes en urvalsprocess av etablerade ramverk. Syftet var att välja ramverk som är väl etablerade, används i praktiken och innehåller strukturerade arbetssätt för hantering av avvikelser, analys och uppföljning.

Urvalet baserades på två typer av ramverk: ramverk för avvikelse- och incidenthantering, samt ramverk för datakvalitet.

För ramverk inom avvikelse- och incidenthantering användes följande kriterier:

- **Relevans:** Ramverket ska behandla hantering av avvikelser, incidenter eller problem i komplexa system.
- **Strukturerad process:** Ramverket ska innehålla processer för registrering, klassificering, analys och uppföljning.
- **Informationsperspektiv:** Ramverket ska inkludera aspekter av informationsstruktur, metadata eller spårbarhet.
- **Etablering:** Ramverket ska vara etablerat och använt inom industri eller forskning.

Under urvalsprocessen övervägdes även andra etablerade ramverk och metoder, exempelvis sådana som fokuserar på processförbättring eller systematisk problemlösning i enskilda fall. Dessa bedömdes dock ligga längre från studiens informationsperspektiv, eftersom de inte i första hand adresserar strukturering av information och metadata genom hela avvikelshanteringens livscykel. Av denna anledning valdes ramverk vars huvudfokus ligger närmare studiens fokus.

Baserat på dessa kriterier valdes ITIL och FRACAS.<sup>[11;14]</sup>

ITIL valdes eftersom ramverket erbjuder ett brett perspektiv på incident-, problem- och kunskapshantering, med fokus på strukturerade processer och informationsflöden. Ramverket har utvecklats kontinuerligt över tid och anpassats till förändrade behov inom digitala och komplexa system. Senare versioner betonar i högre grad flexibilitet, datadrivna arbetssätt samt integration med moderna teknologier. Detta gör ITIL särskilt relevant i en kontext präglad av digitalisering och användning av befintliga digitala verktyg. ITIL är även etablerat inom både forskning och praktik. En systematisk litteraturoversikt visar att många studier fokuserar på varför organisationer inför ITIL, vilka faktorer som är viktiga för att lyckas samt vilka fördelar som kan uppnås.<sup>[21]</sup> Samtidigt finns det begränsad forskning kring hur ITIL implementeras i praktiken, exempelvis vad gäller metoder, uppföljning och styrning. Detta tyder på att ramverket fortfarande utvecklas och anpassas till nya behov.

FRACAS valdes eftersom ramverket fokuserar på systematisk hantering av fel, spårbarhet och analys av bakomliggande orsaker i tekniska system. FRACAS stödjer en strukturerad och datadriven hantering av felinformation genom hela livscykeln.<sup>[11;13]</sup>

I denna studie är balansen mellan operativ hantering och långsiktig förbättring central. ITIL stödjer främst den operativa hanteringen av avvikelser. FRACAS erbjuder ett starkt fokus på analys, spårbarhet och hantering i en sluten loop.

Genom att kombinera dessa ramverk skapas förutsättningar för en mer balanserad och heltäckande analys, där både effektiv hantering av avvikelser och systematisk förbättring över tid kan stödjas. Kombinationen bedöms därför vara relevant för den studerade kontexten.

Som komplement valdes även ett ramverk för datakvalitet. Detta motiveras av att informationsstrukturens egenskaper påverkar i vilken utsträckning informationen kan användas i analys och framtida automatisering. ISO/IEC 25012 valdes eftersom standarden är internationellt etablerad, ingår i en bredare familj av kvalitetsstandarder (SQuaRE) och definierar konkreta kvalitetskaraktärstiska som är direkt tillämpbara på den typ av informationsstruktur som studien fokuserar på.<sup>[16]</sup>

### 3.4 Analysmetod

Den insamlade datan analyseras genom en iterativ och stegvis ansats, i enlighet med den abduktiva forskningsansatsen. Analysen genomförs i två huvuddelar: först en empirisk genomgång av nuläget, därefter en teoretisk analys där metodiska principer tas fram.

Analysen inleds med en genomgång av det empiriska materialet. Syftet är att skapa en helhetsförståelse av nuläget. Fokus ligger på att identifiera hur information skapas, används och överförs genom avvikelshanteringsprocessen, samt hur metadata och informationsstruktur tillämpas i praktiken. Resultatet utgör en process- och informationskartläggning som beskriver nuläget, utan att i detta skede värdera dess effektivitet. Denna kartläggning presenteras i kapitel 4 och utgör grunden för den fortsatta analysen.

Med utgångspunkt i nulägesanalysen integreras därefter teoretiska perspektiv. För att identifiera metodiska principer genomfördes en kvalitativ innehållsanalys i kombination med tematisk analys av de valda ramverken: ITIL, FRACAS och ISO/IEC 25012.<sup>[17;22;23]</sup> Syftet var att extrahera underliggande strukturella idéer kring hur avvikelser hanteras, snarare än att återge specifika processbeskrivningar.

Analysen genomfördes i tre steg.

I ett första steg identifierades centrala begrepp, arbetssätt och krav relaterade till informationshantering, analys, klassificering och uppföljning av avvikelser. Dessa extraherades från ramverken och formulerades som preliminära principer.

I nästa steg genomfördes en tematisk gruppering. Liknande principer sammanfördes i övergripande kategorier, exempelvis informationsstruktur, metadata, analys, spårbarhet och livscykelhantering. Syftet var att minska komplexiteten och skapa en mer överskådlig struktur.

I ett tredje steg abstraherades de tematiska grupperna till ett mindre antal övergripande metodiska principer. Dessa principer representerar generella riktlinjer för hur avvikelshantering kan struktureras på ett enhetligt och systematiskt sätt.

De framtagna principerna används därefter som ett analytiskt raster för att jämföra nuläget. Genom denna jämförelse identifieras strukturella brister i den nuvarande informationshanteringen, särskilt i relation till spårbarhet, metadata, analysförmåga och kunskapsåterföring. Resultatet av denna analys presenteras i kapitel 6.

Baserat på de identifierade bristerna härleds krav på informationsstruktur och metadata. Dessa krav utgör en konkretisering av de metodiska principerna och beskriver vilka strukturella egenskaper som krävs för att stödja en mer enhetlig avvikelshantering som bevarar och återanvänder kunskap över tid. De härledda kraven presenteras i kapitel 7.

En detaljerad redovisning av extraktionen, inklusive kopplingen mellan ramverk, begrepp, teman och slutliga principer, presenteras i Appendix A.

### 3.5 Tillämpning och utvärdering

För att undersöka hur den föreslagna informationsstrukturen och de identifierade kraven kan stödjas i praktiken genomfördes en tillämpning och utvärdering i ett befintligt digitalt verktyg. Syftet var inte att utveckla ett nytt system, utan att undersöka hur ett befintligt digitalt verktyg inom verksamheten kan konfigureras för att stödja en mer strukturerad avvikelshantering.

Utvärderingen genomfördes i två steg. I det första steget analyserades flera befintliga verktyg som redan används inom verksamheten. Analysen utgick från kriterier såsom anpassningsbarhet, användbarhet, möjlighet att konfigurera metadatafält och relationer mellan informationsobjekt samt praktisk genomförbarhet inom examensarbetets tidsram. En mer detaljerad redogörelse för valet av verktyg presenteras i kapitel 9.

I det andra steget genomfördes en praktisk tillämpning av den föreslagna informationsstrukturen i det valda verktyget. Tillämpningen utvärderades genom expertåterkoppling från flera personer med olika perspektiv på avvikelshantering. Till skillnad från de informella samtalen i nulägesanalysen (avsnitt 3.2) genomfördes utvärderingen genom mer strukturerade intervjuer med ett tydligt syfte: att bedöma den föreslagna strukturen och dess tillämpning. Återkopplingen samlades därför in genom semistrukturerade intervjuer, det vill säga intervjuer som utgår från en förberedd frågeguide men där deltagaren fritt kan utveckla sina svar. Den kompletterades med ett skriftligt frågeformulär till handledaren samt den löpande dialog som förts med handledaren under arbetets gång. Frågorna som användes redovisas i Appendix B. Följande perspektiv ingick i utvärderingen:

- En domänexpert (specialistingenjör inom produktfedområdet) som deltog i diskussionerna kring strukturförslaget under arbetets gång.
- En senior specialistingenjör inom kravområdet, som inte var involverad i utvecklingen och gav ett mer oberoende perspektiv.
- En nyanställd medarbetare inom verksamheten, för perspektivet på hur strukturen upplevs av en användare med begränsad tidigare erfarenhet av processen.
- En person inom Trafikverket med erfarenhet av avvikelshanteringsverktyg inom ett annat verksamhetsområde, för perspektivet på strukturens överförbarhet.
- Examensarbetets handledare och beställare på Trafikverket, för perspektivet på verksamhetens behov och långsiktiga mål.

Expertåterkoppling valdes som utvärderingsmetod eftersom den ger djup och kontextuell återkoppling från personer med specialistkunskap. Detta bedöms vara särskilt värdefullt i en komplex teknisk kontext, där förståelse av domänspecifika förutsättningar är central för att bedöma strukturens praktiska relevans. Arbetet har en designorienterad ansats och tidsramen är begränsad. En längre empirisk validering över tid har därför inte varit möjlig.

Utvärderingen är avgränsad till personer inom Trafikverket. Detta har gjort det möjligt att få detaljerad återkoppling om hur strukturen stödjer klassificering, spårbarhet och vidare hantering av avvikelser, samt om dess överförbarhet inom organisationen. Detta diskuteras i kapitel 11 och föreslås som framtida arbete.

En detaljerad beskrivning av utvärderingens genomförande och resultat presenteras i kapitel 10.

### 3.6 Etiska överväganden

Studien har genomförts med hänsyn till etiska riktlinjer för forskning samt Trafikverkets interna riktlinjer för hantering av verksamhetsinformation. Arbetet har bedrivits inom ramen för en praktiktjänstgöring. Författaren har därför haft tillgång till information och miljöer som inte är offentligt tillgängliga. Detta har ställt särskilda krav på hur informationen hanteras och redovisas.

Personer som har bidragit med information genom samtal och diskussioner har informerats om studiens syfte och om att deras bidrag används som underlag för analys i examensarbetet. I redovisningen av analys och resultat kopplas enskilda uttalanden eller bidrag inte till namngivna personer, utan beskrivs på en generell nivå utifrån roll eller funktion. De personer som omnämns och tackas i förordet har gett sitt samtycke till detta.

Verksamhetsinformation har hanterats i enlighet med Trafikverkets riktlinjer för informationssäkerhet och säkerhetsklassning av information. Detta innebär att vissa detaljer inte redovisas i rapporten, även om de har varit en del av analysen. Exempel på sådana detaljer är namn på enskilda leverantörer, specifika tekniska identifierare eller känslig systeminformation. Beskrivningar har därför formulerats på en sådan nivå att studiens centrala resonemang och slutsatser kan följas, utan att känslig information exponeras.

Denna avvägning bedöms inte påverka studiens validitet. Fokus ligger på generella principer för informationsstruktur, metadata och spårbarhet snarare än på specifika tekniska eller kommersiella detaljer.

### **3.7 Kompletterande aktiviteter**

Under arbetets gång deltog författaren i ERTMS 2026-konferensen i Valenciennes, Frankrike, arrangerad av European Union Agency for Railways (ERA). Konferensen samlade representanter från flera europeiska järnvägsmyndigheter, operatörer och leverantörer. Standardisering, digitalisering och interoperabilitet var centrala teman i konferensens workshops och diskussioner.<sup>[24]</sup> Deltagandet utgör inte en formell datakälla i studien. Det gav dock ett bredare perspektiv på hur de utmaningar som identifierats i detta arbete också diskuteras och hanteras på europeisk nivå.

## 4 Nulägesbeskrivning

Detta kapitel beskriver hur avvikelsebegreppet används i denna studie samt hur avvikelshanteringsprocessen fungerar i nuläget. Kapitlet tydliggör också examensarbetets fokus och avgränsning i relation till processen. Beskrivningen omfattar avvikelsebegreppet, aktörer och roller, processflöden, logghantering samt hur informationsstruktur och metadata används i praktiken. Fokus ligger på att beskriva hur processen är uppbyggd och används, utan att värdera dess effektivitet eller lämplighet i detta skede.

Beskrivningen baseras på verksamhetens dokumenterade material samt insamlad empiri om hur arbetet genomförs i praktiken. Underlaget bygger på samtal och observationer (se kapitel 3, avsnitt 3.2).

### 4.1 Avvikelsebegreppet och processens syfte

I denna studie används begreppet avvikelse för att beskriva en rapporterad händelse, observation eller situation där ett tekniskt eller operativt förlopp avviker från det förväntade eller normala tillståndet. Avvikelsen kan uppstå i olika delar av systemmiljön och kan ha både tekniska och operativa orsaker. Exempel på avvikelser är tekniska störningar i ombordsystemet, brister i marksystemet, kommunikationsproblem mellan systemkomponenter eller elrelaterade fel. I vissa fall påverkas flera delar samtidigt. En avvikelse kan även handla om situationer där systemets beteende uppfattas som oväntat av användaren. I vissa fall beror avvikelsen på kravtolkning eller handhavande snarare än ett tekniskt fel i själva produkten.

Med kravtolkning avses situationer där systemet fungerar enligt implementationen, men där det finns osäkerhet kring hur kravet ska förstås eller tillämpas i praktiken. Det kan exempelvis handla om att ett krav kan tolkas på olika sätt eller att olika aktörer har olika förväntningar på systemets beteende. Ett kravtolkningsärende innebär därför inte nödvändigtvis att det finns ett tekniskt fel. Kravtolkning skiljer sig från handhavande, där problemet främst beror på felaktig användning av systemet, samt från produktfel, där systemet inte fungerar som avsett trots att kravet är tydligt.

### Registrering och informationskällor

Avvikelser registreras via olika rapporteringskanaler och tekniska system. Informationen dokumenteras ofta med varierande detaljeringsgrad. Den kan innehålla strukturerade uppgifter såsom tidpunkt, plats, berörd sträcka och identifierare för fordon eller komponent. Den kan även innehålla fritext som beskriver händelsen. Information kan också inkomma genom inskannade dokument, e-post eller muntlig kommunikation. Denna information används som underlag för den fortsatta analysen.

En avvikelse kan avse en händelse som redan har inträffat och rapporterats i efterhand. Den kan även bestå av information från externa aktörer som använder samma system och har identifierat liknande avvikelser i andra miljöer. Sådan information är relevant eftersom den kan bidra till förebyggande arbete och ökad beredskap om liknande situationer skulle uppstå i den egna verksamheten.

### Processens syfte och studiens avgränsning

Syftet med avvikelshanteringsprocessen är att säkerställa att varje rapporterad avvikelse hanteras på ett systematiskt och enhetligt sätt. Processen omfattar mottagning, analys, klassificering och vidarehantering av avvikelser. Den omfattar även uppföljning av genomförda åtgärder samt dokumentation av analysresultat och beslut. I detta examensarbete ligger fokus på avvikelser som berör ombordsystemet. Även om processen omfattar hela systemmiljön fokuserar studien på den del av processen där ombordsystemet är helt eller delvis involverat. En viktig del av processen är därför att först avgöra om en avvikelse är ombordsrelaterad eller inte. Om avvikelsen bedöms vara ombordsrelaterad klassificeras den vidare som produktfel, kravtolkning eller handhavande. Dessa kategorier beskrivs mer utförligt i avsnitt 4.3.3.

### 4.2 Aktörer och roller i avvikelshanteringen

Avvikelsehanteringen involverar flera aktörer med olika ansvar och kompetensområden. Processen bygger på samverkan mellan interna funktioner, operativa aktörer och externa parter. I denna studie beskrivs processen ur specialistfunktionens perspektiv, med fokus på avvikelser som berör ombordsystemet.

## Interna funktioner

I början av hanteringsprocessen finns driftuppföljningskoordinatören. Funktionen ansvarar för att ta emot och sammanställa inkomna avvikelser, oavsett vilken del av systemmiljön de berör. Om en avvikelse bedöms vara relaterad till ombordsystemet och kräver teknisk analys skickas ärendet vidare till specialistfunktionen.

Specialistfunktionen har teknisk kompetens och systemövergripande kunskap om ombordsystemet och dess koppling till andra system. Funktionen ansvarar för teknisk analys, klassificering av avvikelser samt framtagning av tekniskt underlag vid behov. Specialistfunktionen har även en samordnande roll mellan operativa aktörer, leverantörer och järnvägsföretag för att säkerställa en strukturerad och spårbar hantering av ombordsrelaterade avvikelser. I analysarbetet används ibland kompletterande information, exempelvis ombordloggar. Med ombordloggar avses i denna studie teknisk loggdata från ombordsystemet som registrerar händelser, systemstatus och kommunikation under drift.

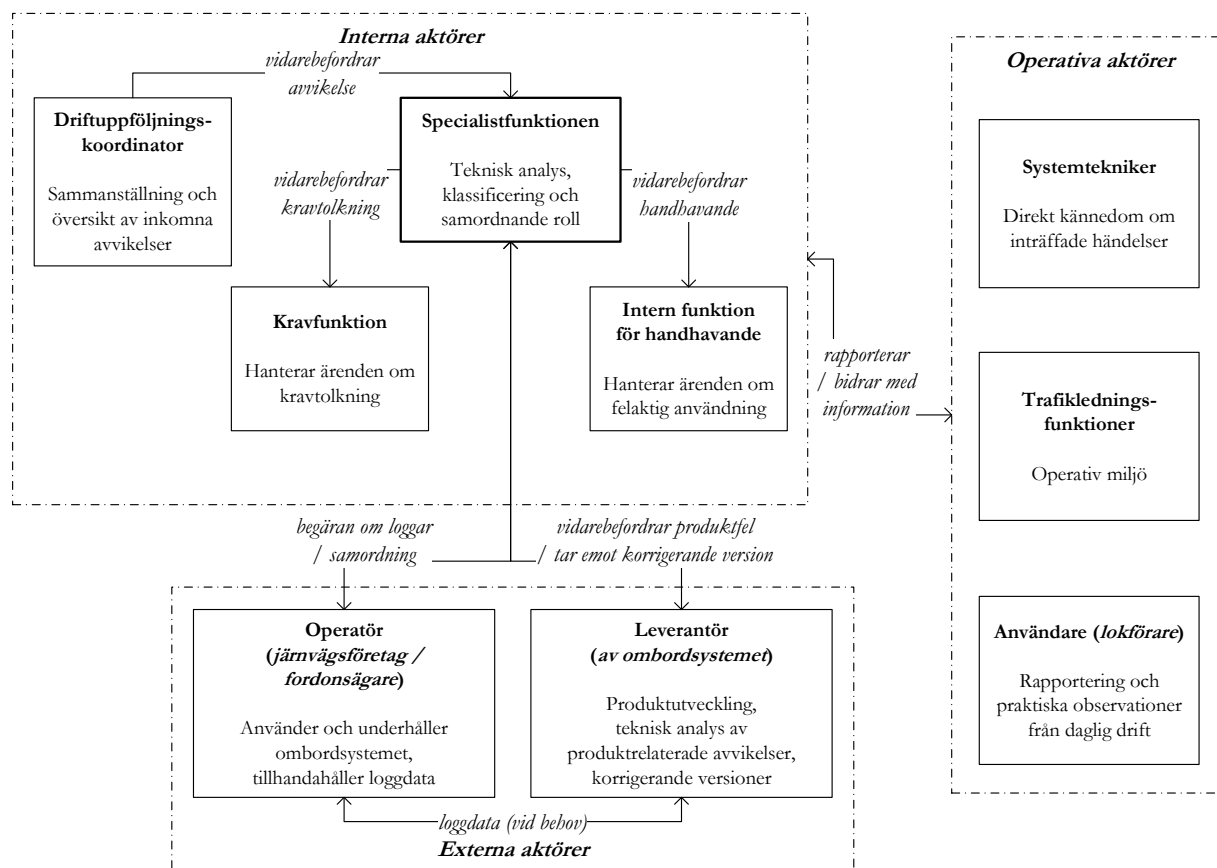
## Operativa aktörer

Utöver de interna funktionerna deltar även operativa aktörer, exempelvis systemtekniker och trafikledningsfunktioner. Dessa arbetar nära den operativa miljön och har ofta direkt information om inträffade händelser. Användare av systemet, exempelvis lokförare, bidrar genom rapportering och observationer från den dagliga driften.

## Externa aktörer

Externa aktörer har också en viktig roll i processen. Leverantören av ombordsystemet ansvarar för produktutveckling, teknisk analys av produktrelaterade avvikelser samt framtagning av korrigerande versioner vid behov. Järnvägsföretag och fordonsägare ansvarar för att fordon och ombordsystem används och underhålls enligt gällande krav. De kan även bidra med kompletterande information, exempelvis loggdata. I den fortsatta beskrivningen används begreppet *operatör* för att beskriva järnvägsföretag eller fordonsägare som driver ett fordon.

Figur 2 ger en översikt av aktörerna och deras relationer i avvikelsehanteringen.



**Figur 2:** Aktörer och relationer i avvikelshanteringen. Specialistfunktionen har en central och samordnande roll mellan interna funktioner, operativa aktörer och externa parter.

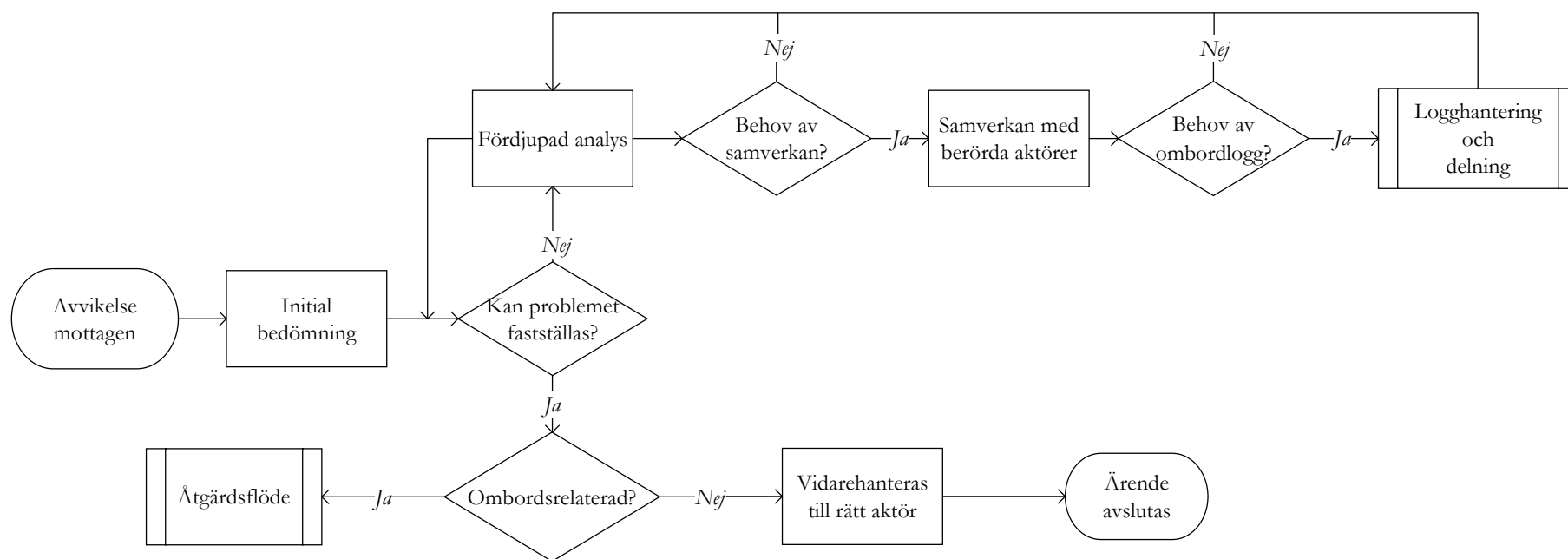
### 4.3 Processöversikt

Detta avsnitt beskriver översiktligt hur avvikelshanteringsprocessen fungerar i nuläget. Syftet är att ge en grundläggande förståelse för hur ett ärende hanteras från mottagen avvikelse till avslut. Beskrivningen utgår från det skede där avvikelserna har registrerats eller sammanställts och nått specialistfunktionen. Fokus ligger på processens övergripande struktur och centrala beslutsmoment. Informationsstruktur och metadata beskrivs inte i detalj i detta avsnitt utan presenteras mer utförligt senare i kapitlet. Processöversikten är uppdelad i tre delar: det övergripande analysflödet, logghantering som en delprocess samt flödet för åtgärd och vidarehantering.

#### 4.3.1 Övergripande analysflöde

Processen börjar när en avvikelse tas emot och registreras för vidare hantering. Avvikelsen kan inkomma via sammanställda rapporter från operativa system, exempelvis genom driftuppföljningskoordinatören, eller via andra informationskanaler. Figur 3 visar en översikt av nulägets processflöde.

När ärendet når specialistfunktionen genomförs en initial bedömning. Syftet är att avgöra om avvikelserna kan förstås direkt utifrån tillgänglig information eller om vidare analys behövs. Den initiala informationen kan exempelvis innehålla tidpunkt, plats, berörd sträcka, tågnummer, komponentinformation samt fritextbeskrivningar av händelsen. I vissa fall räcker denna information för att avgöra ärendets inriktning. I andra fall krävs en mer fördjupad analys. Om problemet inte kan fastställas direkt genomförs en mer omfattande analys. Det kan innebära granskning av ytterligare systemdata, jämförelse med tidigare ärenden samt dialog med andra funktioner. I detta skede kan behov av kompletterande teknisk information identifieras, exempelvis data från angränsande system eller ombordloggar (se avsnitt 4.3.2).



**Figur 3:** Övergripande processöversikt för avvikelshantering i nuläget.

Processen är inte helt linjär. Analysen kan behöva gå tillbaka till tidigare steg om ny information tillkommer eller om ytterligare data krävs för att förstå den bakomliggande orsaken. Processen är därför iterativ och anpassas efter tillgänglig information.

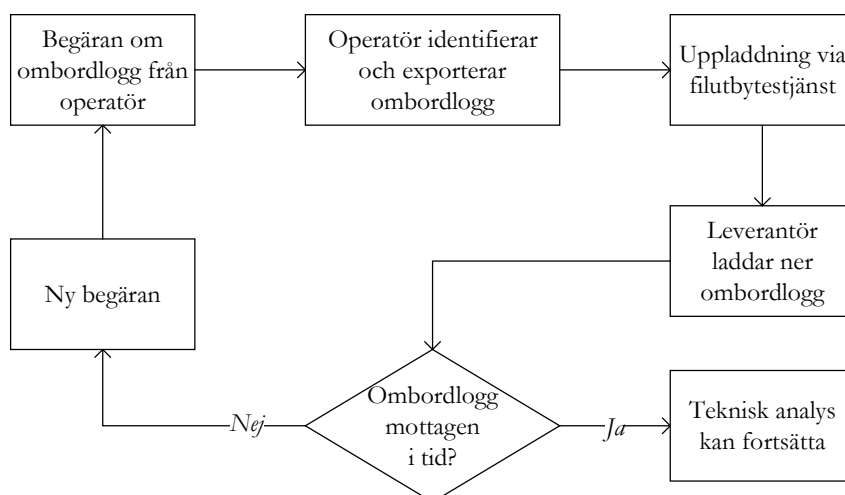
Under analysen klassificeras ärendet. En viktig fråga är om avvikelsen är ombordsrelaterad eller om den berör andra delar av systemmiljön, exempelvis marksystem eller radiokommunikation. Klassificeringen avgör hur ärendet hantearas vidare. Om avvikelsen inte bedöms vara ombordsrelaterad skickas ärendet vidare till rätt ansvarig funktion. Om avvikelsen klassificeras som ombordsrelaterad fortsätter hanteringen inom åtgärds- och vidarehanteringsflödet (se avsnitt 4.3.3).

Sammanfattningsvis består det övergripande analysflödet av tre huvudmoment: initial bedömning, fördjupad analys och klassificering.

#### 4.3.2 Logghantering och delning

I vissa ärenden behöver leverantören eller den produktutvecklingsansvariga funktionen tillgång till ombordloggar för att kunna genomföra teknisk analys och vid behov åtgärda identifierade fel. Ombordloggar används som underlag för att analysera systemets beteende vid den aktuella händelsen. Figur 4 visar flödet för begäran, överföring och hantering av ombordloggar. Begäran om loggar kan ske direkt mellan leverantör och operatör eller via specialistfunktionen som samordnande part. Syftet är att säkerställa att relevant loggdata blir tillgänglig för vidare analys. Om specialistfunktionen involveras sker processen i flera steg. När behov av loggar har identifierats kontaktas berörd operatör med en begäran om uttag av relevanta ombordloggar. Operatören exporterar loggarna och laddar upp dem via en *filutbytets-tjänst* där filerna lagras under en begränsad tidsperiod, exempelvis upp till 14 dagar. Därefter kan loggarna antingen laddas ner av specialistfunktionen och skickas vidare till leverantören eller göras direkt tillgängliga för leverantören via samma tjänst. Om loggarna inte hämtas inom den angivna tidsperioden raderas de automatiskt från filutbytets-tjänsten. I sådana fall behöver en ny begäran skickas och processen börjar om från början.

Det är också viktigt att notera att ombordloggar som lagras i ombordsystemet kan skrivas över med tiden beroende på systemets lagringskapacitet och konfiguration. Det innebär att äldre loggdata inte alltid finns kvar i systemet vid ett senare tillfälle. I praktiken kan den exporterade loggfilen därför vara den enda kvarvarande kopian av loggdata från den aktuella händelsen.



**Figur 4:** Flöde för logghantering och delning av ombordloggar.

### 4.3.3 Åtgärds- och vidarehanteringsflöde

När en avvikelse har analyserats och bedömts vara ombordsrelaterad fortsätter processen inom åtgärds- och vidarehanteringsflödet. I detta skede går ärendet från analys till beslut om lämplig åtgärd. Avvikelsen klassificeras vanligtvis i tre huvudkategorier: handhavande, kravtolkning eller produktfel. Figur 5 visar hur ärendet hanteras vidare beroende på klassificering.

#### Vid handhavande

Om avvikelsen bedöms bero på handhavande innebär det att systemet fungerar enligt specifikation men har använts på ett felaktigt eller oavsiktligt sätt. Avvikelsen betraktas då inte som ett tekniskt fel i systemet utan som en användningsrelaterad avvikelse. Ärendet skickas vidare till ansvarig intern funktion som ansvarar för att korrekt användning kommuniceras till berörd användare. Det kan exempelvis ske genom förtydligade instruktioner, kompletterande information eller andra stödåtgärder. När nödvändiga åtgärder har genomförts och dokumenterats kan ärendet avslutas.

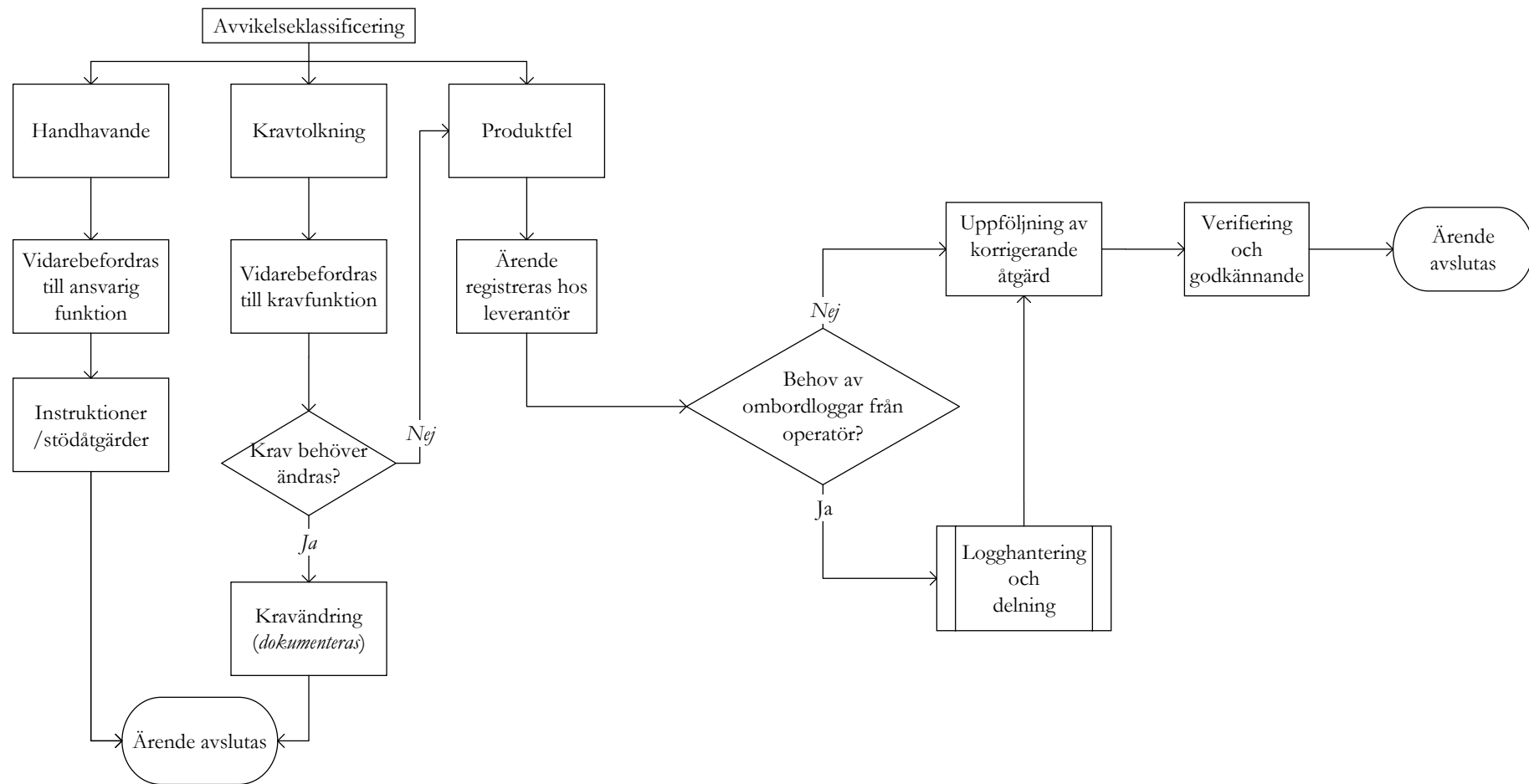
#### Vid kravtolkning

Om avvikelsen istället klassificeras som kravtolkning innebär det att det finns en osäkerhet kring hur ett krav ska tolkas eller förstås. Ärendet skickas då vidare till ansvarig kravfunktion, som först utreder själva kravet. Det kan innebära genomgång av kravdokumentation, dialog mellan tekniska och verksamhetsnära aktörer samt bedömning av om kravformuleringen behöver förtydligas. Om kravet bedöms behöva ändras genomförs nödvändiga justeringar innan ärendet avslutas. Om kravet däremot visar sig vara korrekt, men avvikelsen ändå kvarstår, kan det i stället vara produkten som behöver åtgärdas, och ärendet hanteras som ett produktfel.

#### Vid produktfel

Om avvikelsen klassificeras som produktfel innebär det att det finns en teknisk brist i systemet. Ärendet skickas då vidare till leverantören för teknisk analys och korrigerande åtgärd. I detta skede kan leverantören begära kompletterande information, exempelvis ombordloggar, för att kunna genomföra en fördjupad analys (se avsnitt 4.3.2).

Efter analys utvecklar leverantören vid behov en korrigerad version av produkten. Hur lång tid detta tar varierar beroende på avvikelsens komplexitet och påverkan. Under tiden kan tillfälliga åtgärder införas, exempelvis operativa begränsningar, särskilda instruktioner eller andra riskreducerande åtgärder för att säkerställa fortsatt säker drift.



**Figur 5:** Åtgärds- och vidarehanteringsflöde baserat på klassificering. Flödet visar processens avsedda steg; för produktfel saknas dock en tydligt definierad avslutspunkt och återkoppling.

När en korrigerad version har tagits fram, och eventuella tillfälliga åtgärder har vidtagits, betraktas ärendet i praktiken som hanterat. I nuläget finns det dock ingen tydligt definierad punkt för när ett ärende formellt anses avslutat, och det saknas ett strukturerat sätt att återföra resultatet av åtgärden till avvikelshanteringen.

#### **4.4 Informationsflöde, struktur och metadata i nuläget**

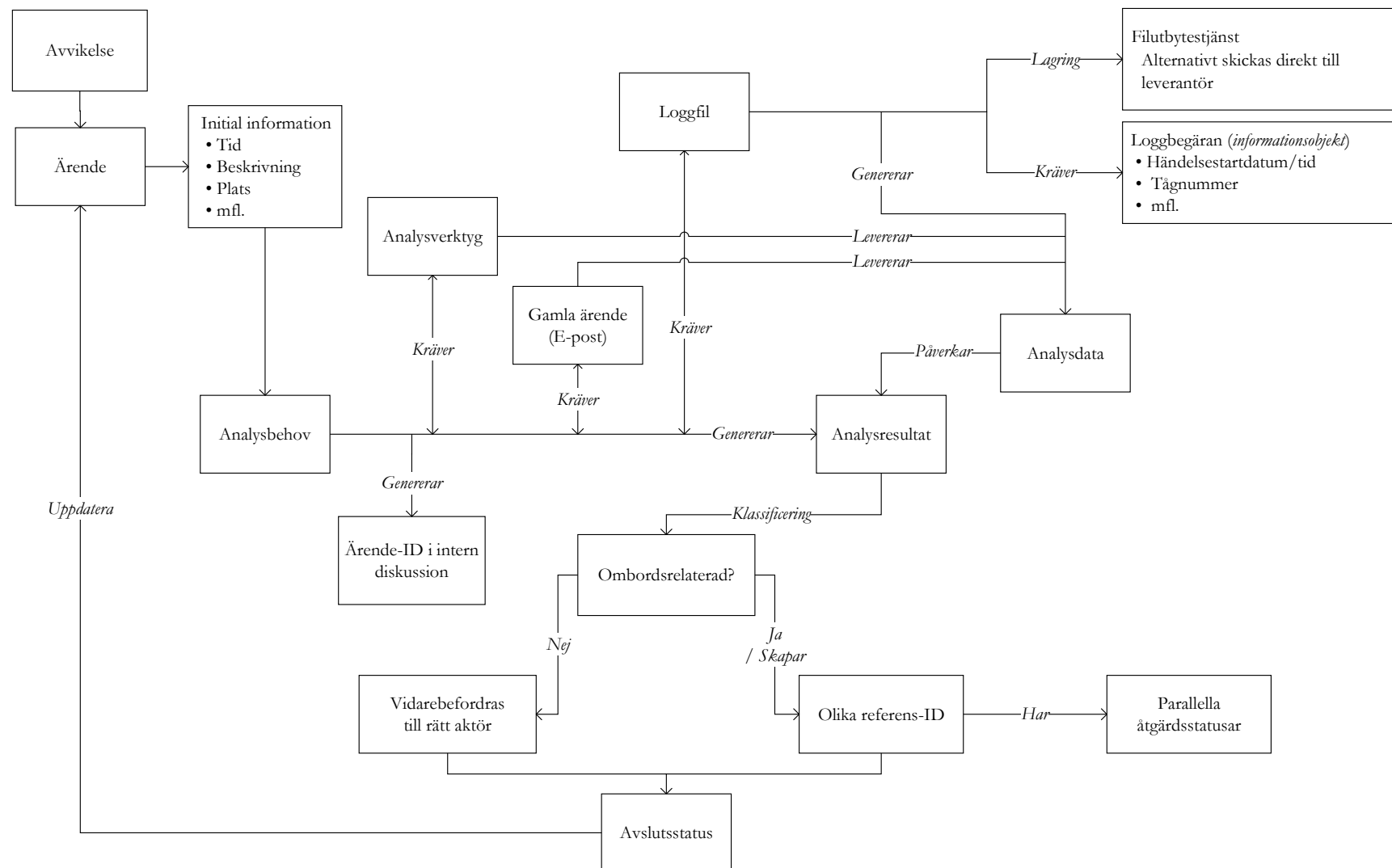
Detta avsnitt beskriver hur information skapas, överförs och struktureras under avvikelshanteringsprocessen. Medan tidigare avsnitt fokuserade på processens steg och aktörer ligger fokus här på själva informationen, dess flöde mellan system samt de metadata som används. Figur 6 visar en översikt av hur information flödar genom processens olika steg och hur den kopplas till olika system.

##### **Hur information uppstår och flödar**

När en avvikelse inkommer, exempelvis via e-post, operativa system eller muntlig kommunikation, registreras den som ett ärende. I vissa fall skapas ett ärende-ID direkt vid registreringen. I andra fall uppstår identifieraren först senare i processen, exempelvis när ärendet skickas vidare eller registreras i ett externt system. Ett ärende kan därför få flera identifierare under sin livscykel.

I enklare ärenden räcker den initiala informationen för att genomföra en bedömning. I mer komplexa fall behövs kompletterande information från flera olika källor. Specialistfunktionen kan exempelvis använda interna analysverktyg där teknisk systeminformation registreras, såsom kommunikation mellan radiokommunikation och ombordsystem. Historisk information kan även hämtas från tidigare ärenden, e-postkorrespondens och mötesdokumentation.

Informationsflödet är därför inte linjärt och inte heller begränsat till ett enda system. Istället används flera parallella informationskällor som tillsammans bildar ett samlat analysunderlag.



**Figur 6:** Övergripande informationsflöde, informationsobjekt och systemstöd i nuläget.

När ett ärende skickas vidare till en extern aktör, exempelvis leverantören, behövs ett strukturerat informationsunderlag som möjliggör teknisk felsökning och eventuell logganalys. När den externa parten tar emot ärendet kan ytterligare identifierare skapas, exempelvis ett referens-ID i leverantörens ärendehanteringssystem. Ett och samma ärende kan därför existera parallellt i flera system med olika identifierare och statusar. Ärendet avslutas först när åtgärder har genomförts och dokumenterats.

### **Strukturerad och ostrukturerad information**

I nuläget används både strukturerad och ostrukturerad information genom hela processen. Strukturerad information omfattar exempelvis ärende-ID, datum och tidpunkt, plats eller berörd sträcka, tågnummer, ombords-ID, berört system och status. Informationen registreras i flera olika system, exempelvis ärendehanteringssystem, kalkylblad och loggverktyg.

Ostrukturerad information består främst av fritextbeskrivningar, e-postkorrespondens och mötesanteckningar. Både strukturerad och ostrukturerad information används som underlag för analys och klassificering.

Vilka metadata som registreras varierar mellan olika system, källor och aktörer. Vissa uppgifter, exempelvis tid, plats och berört system, registreras ofta. Andra uppgifter registreras beroende på situation och arbetssätt. Viss information dokumenteras även i fritext.

### **Identifierare och relationer mellan informationsobjekt**

Information om samma ärende kan finnas i flera system samtidigt. Ett ärende kan exempelvis ha en intern identifierare i ett kalkylblad, en annan identifierare i ett kanbanverktyg och ytterligare en identifierare hos leverantören. Ärenden följs därmed genom flera system och processer under sin livscykel.

Relationer mellan olika informationsobjekt, exempelvis mellan en avvikelse, en analys, en åtgärd och en uppföljning, dokumenteras på olika sätt beroende på system och arbetssätt. Samband mellan informationsobjekt kan exempelvis framgå genom fritext, e-post eller manuella referenser.

### **Sammanfattning**

Sammanfattningsvis hanteras information om avvikelser i flera system och i olika format under processens gång. Informationen kompletteras successivt under analysen och används av flera aktörer genom hela ärendets livscykel. Denna beskrivning av nuläget används som grund för den fortsatta analysen.

## 5 Metodiska principer

Detta kapitel beskriver de metodiska principer som ligger till grund för den föreslagna utvecklingen av avvikelshantering. Principerna har tagits fram genom analys av både nuläget och etablerade ramverk. Syftet är att skapa en tydlig referensram för att kunna jämföra nuläget med hur avvikelshantering bör fungera ur ett informationsperspektiv. En mer detaljerad beskrivning av arbetssättet finns i kapitel 3 och Appendix A.

Principerna fokuserar på informationshantering i avvikelseprocessen. Fokus ligger på hur information kan struktureras och användas för att stödja analys, spårbarhet och lärande genom hela processen. Varje princip behandlar ett specifikt område inom avvikelshantering. Tillsammans täcker principerna centrala delar av processen, från hur information samlas in och kopplas samman till hur den analyseras, följs upp och återanvänds. Principerna omfattar:

- informationsinsamling och informationskvalitet,
- spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt,
- systematisk analys, klassificering och prioritering,
- orsaksanalys och lärande,
- sluten process och livscykelhantering,
- samverkan och informationsdelning,
- samt datastöd för analys och automatisering.

Principerna är skrivna på en generell nivå och beskriver vad som bör finnas i avvikelshantering, inte hur det ska implementeras tekniskt.

### 5.1 Princip 1: Informationsinsamling och informationskvalitet

Information om avvikelser ska samlas in och registreras på ett enhetligt och strukturerat sätt. Samma typer av information och metadata ska användas oavsett källa, system eller aktör. Relevanta metadata, såsom tid, plats, berört system och ansvarig aktör, ska registreras konsekvent. Detta minskar variationen i hur avvikelser dokumenteras och gör informationen lättare att förstå, jämföra och använda i analys.

Informationen ska samtidigt hålla hög kvalitet. Den ska vara korrekt, relevant och tillräckligt komplett för att kunna användas som underlag för analys och beslut. Bristande datakvalitet kan leda till osäker analys och öka behovet av manuellt tolkningsarbete.

Information behöver även uppdateras kontinuerligt under processens gång så att den speglar ärendets aktuella läge. Det ska också finnas möjlighet att komplettera den strukturerade informationen med ytterligare beskrivningar och kontext vid behov.

### 5.2 Princip 2: Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt

Alla relevanta objekt i avvikelshantering ska kunna kopplas samman på ett tydligt och konsekvent sätt. Information om en avvikelse ska inte hanteras isolerat. Samband mellan olika delar av processen behöver vara synliga. En avvikelse ska kunna följas genom hela sin livscykel, från rapportering till analys, klassificering, beslut, åtgärd och avslut. Det ska vara möjligt att förstå vad som har hänt, hur ärendet har hanterats och vilka beslut som har tagits under processens gång.

För att möjliggöra detta behöver information kunna spåras över tid samt mellan olika aktörer och system. Det ska också vara möjligt att koppla samman olika typer av informationsobjekt, exempelvis avvikelser, analyser, beslut, åtgärder och lösningar. Detta gör det möjligt att förstå hur olika händelser och ärenden hänger ihop, exempelvis vid återkommande problem eller gemensamma orsaker.

Det ska även vara möjligt att koppla samman relaterade avvikelser. Liknande avvikelser ska kunna identifieras och relateras till varandra. Detta skapar bättre förutsättningar för att upptäcka mönster och återkommande problem över tid. Genom tydlig spårbarhet och tydliga kopplingar mellan informationsobjekt blir processen mer sammanhängande.

Det underlättar analys, förbättrar transparensen och gör det enklare att återanvända tidigare erfarenheter i framtida ärenden.

### 5.3 Princip 3: Systematisk analys, klassificering och prioritering

Analys och klassificering av avvikelser ska genomföras på ett systematiskt och konsekvent sätt. Detta är särskilt viktigt i den studerade kontexten, där en central del av processen är att avgöra vilken typ av avvikelse det handlar om och vilken aktör som ansvarar för den fortsatta hanteringen. Avvikelser bör klassificeras utifrån tydliga och gemensamma kriterier så att liknande ärenden hanteras på ett liknande sätt. Detta minskar beroendet av individuell erfarenhet och gör processen mer förutsägbar.

Avvikelser bör även prioriteras utifrån påverkan och risk. Ärenden som påverkar exempelvis säkerhet, drift eller funktionalitet ska hanteras med högre prioritet än mindre kritiska avvikelser. En tydlig prioritering bidrar till att resurser används mer effektivt.

Analysen behöver samtidigt ta hänsyn till ett helhetsperspektiv. Avvikelser uppstår ofta i komplexa system där flera komponenter, aktörer och processer samverkar. Det är därför viktigt att förstå hur olika faktorer hänger ihop och påverkar varandra, och inte enbart fokusera på en enskild del av systemet.

Analys, bedömning och klassificering ska dokumenteras på ett strukturerat sätt. Dokumentationen behöver vara tillräckligt tydlig för att kunna förstås i efterhand och möjliggöra jämförelser mellan olika ärenden. Detta skapar bättre förutsättningar för att återanvända tidigare analysresultat och bidrar till en mer effektiv hantering över tid.

Strukturen i analysarbetet ska samtidigt stödja användaren utan att bli för rigid. Det behöver finnas utrymme för professionella bedömningar i komplexa situationer där alla aspekter inte kan beskrivas genom fasta kategorier.

Sammanfattningsvis innebär principen att avvikelser analyseras, klassificeras och prioriteras på ett enhetligt, riskbaserat och helhetsorienterat sätt. Detta skapar bättre förutsättningar för konsekventa beslut och en mer effektiv hantering.

### 5.4 Princip 4: Orsaksanalys och lärande

Analysen ska syfta till att förstå vad som ligger bakom en avvikelse. Detta är viktigt för att rätt åtgärd ska kunna vidtas och för att liknande problem ska kunna hanteras snabbare i framtiden. Beroende på situation och organisationens roll i processen kan analysen genomföras på olika nivåer.

I vissa fall innebär analysen att avvikelser klassificeras, exempelvis som handhavande, kravtolkning eller produktfel. Syftet är då att kunna hänvisa ärendet till rätt ansvarig part. I dessa situationer behöver orsaken förstås på en tillräcklig nivå för att kunna fatta rätt beslut, även om den fördjupade tekniska analysen senare utförs av en annan aktör, exempelvis en leverantör eller en kravfunktion.

I andra fall, där organisationen själv ansvarar för den tekniska åtgärden, kan analysen behöva fördjupas ytterligare för att identifiera den bakomliggande orsaken mer detaljerat.

Oavsett nivå är det viktigt att se avvikelser i ett större sammanhang. Flera faktorer, system och aktörer kan påverka problemet och bör därför tas med i analysen. Analysresultat behöver också dokumenteras på ett enkelt och strukturerat sätt. Kända fel, tidigare analyser och tillfälliga lösningar ska sparas så att de kan återanvändas vid liknande problem i framtiden.

Resultat från avvikelsehanteringen ska också delas inom organisationen. Det kan exempelvis handla om att dokumentera erfarenheter eller göra information tillgänglig för personer som arbetar med liknande ärenden. På så sätt minskar beroendet av enskilda personers erfarenhet och en gemensam kunskapsbas kan byggas upp över tid.

Sammanfattningsvis innebär principen att förstå orsaker på en nivå som är relevant för organisationens roll i processen, hänvisa ärenden vidare på ett effektivt sätt och ta tillvara kunskap för framtida arbete.

## 5.5 Princip 5: Sluten process och livscykelhantering

Avvikelsehantering ska ses som en sammanhängande process som sträcker sig över hela ärendets livscykel. Det innebär att en avvikelse inte bara registreras och analyseras, utan även åtgärdas, följs upp och avslutas på ett kontrollerat sätt.

Processen ska stödja en sluten och iterativ hantering. En avvikelse är inte färdighanterad enbart genom analys eller beslut. Genomförda åtgärder behöver också följas upp för att säkerställa att de har haft önskad effekt.

Hur uppföljningen genomförs kan variera beroende på avvikelstens typ och situation. I vissa fall kan åtgärden verifieras direkt, exempelvis genom tester eller teknisk validering. I andra fall, särskilt i komplexa system eller vid långsiktiga åtgärder, kan detta vara svårt eller ta lång tid. Uppföljningen kan då istället baseras på observation över tid, där frånvaro av återkommande problem används som en indikation på att åtgärden har haft önskad effekt.

Uppföljning är därför inte alltid ett separat steg, utan kan vara en löpande del av processen. Information behöver uppdateras kontinuerligt under hela livscykeln. När ny information tillkommer, exempelvis under analys eller efter genomförda åtgärder, ska den kopplas till ärendet så att en aktuell och komplett bild alltid finns tillgänglig.

Processen är inte heller strikt linjär utan kan vara iterativ. Analys och beslut kan behöva omprövas om ny information framkommer. Ett ärende kan därför röra sig mellan olika steg flera gånger innan en slutlig lösning fastställs.

Det ska också vara tydligt när ett ärende betraktas som avslutat och på vilka grunder beslutet har fattats. Detta skapar transparens och gör det möjligt att i efterhand förstå hur avvikelsen har hanterats.

Sammanfattningsvis innebär principen att avvikelsehantering ska stödja en sammanhängande och iterativ process där varje steg, från rapportering till uppföljning, är kopplade till varandra. Uppföljning kan ske genom både direkt verifiering och observation över tid för att säkerställa att åtgärder leder till långsiktiga förbättringar.

## 5.6 Princip 6: Samverkan och informationsdelning

Avvikelsehanteringen ska stödja effektiv samverkan mellan olika aktörer och system. Processen involverar ofta flera roller inom organisationen, exempelvis personer som ansvarar för analys, krav, handhavande, produkt eller dokumentation. För att samverkan ska fungera bör dessa roller kunna arbeta i samma system och dela information på ett strukturerat sätt, istället för att information sprids över flera separata filer eller verktyg.

För att detta ska fungera behöver rätt information nå rätt mottagare vid rätt tidpunkt. Informationen ska kunna anpassas efter mottagarens behov och ansvar i processen. Detta minskar risken för missförstånd och gör det lättare att fatta korrekta beslut.

Informationsdelning förekommer även mellan organisationen och externa aktörer, exempelvis leverantörer eller operatörer. I dessa fall handlar delningen ofta om specifika underlag, såsom loggfiler eller andra bilagor som behövs för fortsatt analys. Sådan delning ska kunna ske på ett tydligt och spårbart sätt.

En tydlig struktur för informationsdelning kan minska informationsförluster och förseningar i processen. Om information är otydlig, finns det risk att ärenden försenas eller hanteras felaktigt.

Samverkan handlar inte enbart om att dela information, utan även om att skapa en gemensam förståelse för avvikelsen och dess hantering. Detta är särskilt viktigt i komplexa situationer där flera aktörer bidrar med olika perspektiv och kompetenser.

Sammanfattningsvis innebär principen att informationshanteringen ska stödja en tydlig, strukturerad och behovsanpassad delning av information, både mellan interna roller och med externa aktörer. Detta bidrar till en mer effektiv, samordnad och robust avvikelsehantering.

## 5.7 Princip 7: Datastöd för analys och automatisering

Denna princip skiljer sig från övriga principer genom att den inte handlar om innehållet i avvikelsehanteringen, utan om vilka egenskaper informationen behöver ha för att kunna användas av digitala verktyg. Principen bygger vidare på

övriga principer, som tillsammans skapar förutsättningar för en strukturerad och kvalitetssäkrad informationshantering.

För att informationen ska kunna användas av digitala verktyg behöver den i stor utsträckning vara strukturerad och maskinläsbar. Maskinläsbarhet innebär att informationen är registrerad i ett format som kan tolkas och bearbetas av datorprogram utan omfattande manuell tolkning. Detta är en förutsättning för även enklare digitala funktioner såsom filtrering, sortering, sökning och rapportering.

Strukturerad information behöver samtidigt kunna kompletteras med fritext. Strukturerad information gör analys och jämförelser enklare, medan fritext bidrar med kontext och detaljer. Båda delarna behövs och ska kunna användas tillsammans.

På längre sikt kan en strukturerad och konsekvent informationshantering skapa förutsättningar för mer avancerade tillämpningar, exempelvis automatiserad klassificering, prioritering eller maskininlärning. Sådana tillämpningar är samtidigt beroende av att informationen håller tillräcklig kvalitet. Detta inkluderar exempelvis att informationen är korrekt, komplett och konsekvent registrerad över olika ärenden och källor. Etablerade ramverk för datakvalitet, såsom *ISO/IEC 25012*, beskriver dessa egenskaper som inneboende dimensioner av datakvalitet.

Sammanfattningsvis innebär principen att övriga principer tillsammans skapar förutsättningar för att informationen ska kunna användas i digitala verktyg, från enklare funktioner som filtrering och sökning till mer avancerade tillämpningar som datadriven analys och framtida automatisering.

## **5.8 Sammanfattning**

Detta kapitel har beskrivit sju metodiska principer för hur avvikelshantering kan struktureras och utvecklas ur ett informationsperspektiv. Principerna omfattar hela processen, från hur information samlas in och kvalitetssäkras till hur den kopplas samman, analyseras och används för lärande och förbättring. De beskriver även hur ärenden följs genom hela sin livscykel samt hur samverkan mellan olika aktörer och system kan stödjas. Kapitlet betonar också vikten av att strukturera information på ett sätt som möjliggör systematisk analys och skapar förutsättningar för framtida automatisering.

Tillsammans bildar principerna en gemensam grund för en mer enhetlig, spårbar och datadriven avvikelshantering. Principerna används i den fortsatta analysen där nuläget jämförs med principerna för att identifiera strukturella brister i kapitel 6.

## 6 Identifierade brister

Detta kapitel beskriver de brister och begränsningar som har identifierats genom att jämföra nuläget i kapitel 4 med de metodiska principerna i kapitel 5. Analysen fokuserar främst på informationsrelaterade och strukturella aspekter, exempelvis hur information samlas in, delas, kopplas samman och används i analys och uppföljning. Fokus ligger inte på specifika tekniska lösningar utan på hur processen fungerar ur ett informationsperspektiv. Resultatet presenteras utifrån de olika principområdena. Varje brist beskriver en utmaning som har identifierats i nuläget i relation till motsvarande metodisk princip.

Bristerna är inte helt fristående utan hänger i flera fall samman. Vissa underliggande utmaningar, exempelvis personberoende arbetssätt och information som hanteras i flera olika system, återkommer därför i flera delar av analysen men beskrivs ur olika perspektiv. Detta beror på att samma grundläggande problem kan påverka flera delar av processen samtidigt.

### 6.1 Brist 1: Oenhetlig informationsinsamling och varierande datakvalitet

Denna brist är kopplad till princip 1 (avsnitt 5.1), som beskriver behovet av enhetlig informationsinsamling och hög informationskvalitet. I nuläget samlas information om avvikelser in från flera olika källor, exempelvis olika system, e-post och manuella observationer. Källorna använder olika format och strukturer, vilket innebär att samma typ av information kan registreras på olika sätt. Vissa underlag är detaljerade och strukturerade medan andra innehåller begränsad eller otydlig information. Det saknas även en gemensam struktur för vilken information och vilka metadata som ska registreras.

En stor del av informationen dokumenteras dessutom som fritext. Detta leder till variation i hur avvikelser beskrivs och gör informationen svårare att tolka och jämföra på ett konsekvent sätt. Informationen blir därmed i hög grad beroende av hur den enskilda personen formulerar och registrerar ärendet.

Sammanfattningsvis varierar informationen i nuläget både i struktur och detaljeringsgrad. Detta påverkar möjligheten att genomföra konsekventa analyser och bedömningar genom hela processen.

### 6.2 Brist 2: Begränsad spårbarhet och svaga kopplingar mellan informationsobjekt

Denna brist är kopplad till princip 2 (avsnitt 5.2), som beskriver behovet av spårbarhet och tydliga kopplingar mellan informationsobjekt. I nuläget hanteras information om avvikelser i flera olika system och dokument, exempelvis kalkylblad, e-post och anteckningar. Informationen blir därför uppdelad och det saknas en gemensam struktur för hur olika informationsobjekt ska kopplas samman. Ett ärende kan dessutom få flera olika identifierare beroende på var i processen det hanteras, exempelvis interna ID eller externa referensnummer hos leverantörer. Dessa identifierare är inte alltid tydligt kopplade till varandra, vilket försvårar möjligheten att följa ett ärende genom hela dess livscykel.

Det saknas även tydliga relationer mellan olika typer av informationsobjekt, exempelvis mellan avvikelser, analyser, beslut och åtgärder. Informationen dokumenteras ofta separat utan att sambanden mellan objekten framgår tydligt. Det är också svårt att koppla samman relaterade avvikelser. Liknande händelser identifieras ofta manuellt genom att läsa fritext och jämföra ärenden. Detta gör det svårare att identifiera återkommande problem och samband mellan olika händelser.

Spårbarheten mellan olika aktörer och system är dessutom begränsad. Information delas mellan flera parter, men utan en tydlig struktur för hur informationen ska kopplas samman och följas upp genom processen. Detta gör det svårt att skapa en samlad bild av ärendets historik och tidigare hantering.

Sammanfattningsvis saknas en gemensam struktur för att koppla ihop information genom hela processen. Detta begränsar möjligheten till spårbarhet, överblick och uppföljning av hur avvikelser utvecklas över tid.

### 6.3 Brist 3: Otydlig och varierande analys samt klassificering av avvikelser

Denna brist är kopplad till princip 3 (avsnitt 5.3), som beskriver behovet av systematisk analys, klassificering och prioritering.

## **Manuell klassificering och begränsad flexibilitet**

I nuläget genomförs analys och klassificering av avvikelser till stor del manuellt. Bedömningen bygger ofta på individers erfarenhet och tekniska kunskap. Eftersom det saknas gemensamma kriterier och stödjande struktur kan klassificeringen variera beroende på tillgänglig information och situation.

Vissa ärenden passar inte heller tydligt in i de etablerade huvudkategorierna, exempelvis handhavande, kravtolkning eller produktfel. Det kan handla om ärenden där orsaken är oklar, där flera faktorer påverkar samtidigt eller där informationen är otillräcklig för en säker klassificering. I nuläget finns det inte alltid en tydlig struktur för hur sådana ärenden ska hanteras och dokumenteras. Informationen riskerar därför att registreras på olika sätt, exempelvis enbart som fritext. Detta gör det svårare att återanvända informationen i framtida analysarbete och att identifiera återkommande mönster mellan olika ärenden.

## **Prioritering utan tydlig modell**

Prioritering av ärenden sker inte alltid utifrån en gemensam risk- eller påverkningsmodell. Prioriteringen påverkas därför i hög grad av vilken information som finns tillgänglig vid bedömningstillfället. Om mängden avvikelser ökar kan avsaknaden av en tydlig och strukturerad prioriteringsmodell göra det svårare att hantera ärenden på ett konsekvent sätt.

## **Begränsade förutsättningar för helhetsanalys**

Analysarbetet syftar ofta till att skapa en helhetsbild av hur olika faktorer och system påverkar varandra. I nuläget är detta arbete tidskrävande eftersom informationen är spridd över flera system och informationskällor. För att skapa överblick krävs därför manuellt arbete med att samla in, jämföra och tolka information från olika håll.

Den nuvarande informationsstrukturen ger därmed begränsat stöd för helhetsanalys, även om sådana analyser eftersträvas i praktiken.

## **Sammanfattning**

Sammanfattningsvis saknas en tillräckligt enhetlig och systematisk struktur för analys, klassificering och prioritering av avvikelser. Detta innebär att liknande avvikelser kan analyseras och prioriteras på olika sätt beroende på situation, tillgänglig information och stödjande struktur.

## **6.4 Brist 4: Begränsad dokumentation av orsaker och återanvändning av kunskap**

Denna brist är kopplad till princip 4 (avsnitt 5.4), som beskriver behovet av orsaksanalys och lärande över tid. Avvikelser klassificeras ofta för att kunna skickas vidare till rätt funktion (se brist 3, avsnitt 6.3). Däremot dokumenteras den bakomliggande orsaken inte alltid på ett strukturerat och enhetligt sätt. I avsaknad av en gemensam struktur för kunskapsåterföring ligger fokus ofta på att hantera det aktuella ärendet, medan möjligheten att återanvända erfarenheter och analysresultat i framtida ärenden blir begränsad. Detta gäller även när den fördjupade tekniska analysen genomförs av en extern aktör, exempelvis en leverantör. Resultatet från analysen återförs inte alltid i en form som enkelt kan återanvändas i senare ärenden.

Kända fel och tillfälliga lösningar hanteras dessutom till stor del genom informell kunskapsdelning. Information om tidigare problem kan exempelvis finnas i anteckningar, e-post eller hos enskilda personer, men saknar ofta en gemensam och sökbar struktur. Det finns inte heller någon tydlig struktur för hur erfarenheter och analysresultat delas och återanvänds inom organisationen. Detta innebär att liknande analyser i vissa fall behöver genomföras på nytt trots att liknande problem tidigare har identifierats och hanterats.

Sammanfattningsvis är dokumentation av orsaker samt återanvändning av kunskap begränsad i nuläget. Kunskap hanteras till stor del informellt och är ofta beroende av enskilda personers erfarenhet och minne. Detta begränsar möjligheten till lärande över tid och försvårar uppbyggnaden av en gemensam och långsiktigt användbar kunskapsbas.

## 6.5 Brist 5: Begränsad uppföljning och svag livscykelhantering av avvikelser

Denna brist är kopplad till princip 5 (avsnitt 5.5), som beskriver behovet av en sammanhängande och iterativ livscykelhantering. I nuläget hanteras avvikelser ofta i flera separata steg och system. Detta gör det svårt att få en samlad bild av ärendets hela livscykel. När ett ärende skickas vidare till en annan funktion eller extern aktör är det inte alltid tydligt vilken status ärendet har, vilka åtgärder som har genomförts eller hur uppföljningen fortsätter i processen.

Det är inte heller alltid tydligt på vilka grunder ett ärende betraktas som avslutat. Information om uppföljning, beslut och genomförda åtgärder kan dessutom finnas i olika system eller kommunikationskanaler utan att tydligt kopplas tillbaka till det ursprungliga ärendet.

Processen är samtidigt iterativ. Ny information kan innebära att analyser och beslut behöver omprövas. Trots detta saknas en tydlig struktur för hur förändringar, nya beslut och uppdaterad information ska dokumenteras och följas genom hela ärendets livscykel.

Sammanfattningsvis är livscykelhanteringen av avvikelser begränsad i nuläget, särskilt när det gäller statushantering, uppföljning av åtgärder och tydlig markering av när ett ärende kan betraktas som avslutat.

## 6.6 Brist 6: Otydlig informationsdelning och beroende av manuell samverkan

Denna brist är kopplad till princip 6 (avsnitt 5.6), som beskriver behovet av strukturerad samverkan och informationsdelning. I nuläget involverar avvikelshanteringen flera interna funktioner, externa aktörer och tekniska system. Information delas mellan olika parter genom exempelvis e-post, möten, kalkylblad och manuella kontakter. Informationsflödet bygger därför till stor del på manuella arbetssätt och personberoende samordning.

Inom organisationen finns redan en etablerad ansvarsfördelning för olika delar av avvikelshanteringen. De nuvarande informationsverktygen ger dock begränsat stöd för att tillämpa denna ansvarsfördelning i praktiken. När ett ärende behöver skickas vidare till en annan intern funktion, exempelvis för fortsatt analys, kravhantering eller dokumentation, sker överlämningen ofta manuellt via e-post eller direkta kontakter. Det saknas en gemensam struktur för hur ärenden och tillhörande information ska föras vidare mellan olika roller inom samma process.

Informationen är inte heller alltid anpassad efter mottagarens behov. Detta kan leda till att information behöver kompletteras, förtydligas eller skickas vidare flera gånger under processen. Det ökar samtidigt beroendet av manuella kontaktvägar och samordning mellan olika aktörer. I avsaknad av ett gemensamt systemstöd för intern samverkan bygger arbetet ofta på erfarenhet och informella kontakter. Detta kan göra det svårt att få överblick över var i processen ett ärende befinner sig eller vilken funktion som ansvarar för ärendet i ett visst skede.

Sammanfattningsvis saknas ett tillräckligt sammanhållet stöd för informationsdelning och samverkan mellan olika funktioner och aktörer. Informationsutbytet bygger därför i hög grad på manuella arbetssätt och personberoende samordning genom processen.

## 6.7 Brist 7: Begränsade möjligheter till datadriven analys och automatisering

Denna brist är kopplad till princip 7 (avsnitt 5.7), som beskriver behovet av datastöd för analys och automatisering. Information registreras inte på ett tillräckligt konsekvent och maskinläsbart sätt. Eftersom det saknas en gemensam struktur för registrering kan liknande avvikelser dokumenteras på olika sätt beroende på källa och arbetssätt. Informationen är dessutom spridd över flera system och format, vilket begränsar möjligheterna till datadriven analys.

Den nuvarande informationshanteringen påverkar även datakvaliteten. När information registreras på olika sätt blir det svårare att säkerställa att den är korrekt, komplett och konsekvent över olika ärenden och informationskällor. Detta begränsar möjligheten att använda informationen som underlag för digitala verktyg.

Detta gör det svårt att analysera större mängder information på ett effektivt och konsekvent sätt. Exempelvis blir det svårt att identifiera återkommande mönster, jämföra liknande ärenden eller använda informationen som stöd för mer avancerade digitala funktioner.

Stora delar av informationshanteringen bygger fortfarande på manuellt arbete, exempelvis vid filtrering, sortering, sökning, rapportering och tolkning av information. Även om vissa enklare automatiserade funktioner används, exempelvis

makron i kalkylblad, krävs fortfarande omfattande manuell hantering i flera delar av processen.

Den nuvarande informationsstrukturen begränsar även möjligheterna till framtida automatisering. Utan mer standardiserad, sammanhängande och maskinläsbar information blir det svårt att utveckla automatiserade funktioner för exempelvis klassificering, prioritering och analys av avvikelser. På längre sikt begränsar det även möjligheten att tillämpa mer avancerade lösningar, såsom maskininlärning, för att stödja avvikelshantering.

Sammanfattningsvis är informationshanteringen i nuläget inte tillräckligt enhetlig och strukturerad för att fullt ut stödja datadriven analys och framtida automatisering av avvikelshantering.

## **6.8 Sammanfattning**

Jämförelsen mellan nuläget och de metodiska principerna visar att avvikelshantering i stor utsträckning bygger på manuella arbetssätt, personberoende kunskap och information som hanteras i flera olika system och av flera aktörer. Även om etablerade processer och digitala verktyg används saknas i flera delar en gemensam och sammanhängande struktur för hur information ska samlas in, kopplas samman, delas och användas genom hela processen.

De identifierade bristerna omfattar bland annat varierande informationskvalitet, begränsad spårbarhet, otydlig dokumentation av analyser och orsaker samt begränsade möjligheter att återanvända tidigare erfarenheter och analysresultat. Informationsdelning och samverkan mellan olika aktörer bygger dessutom i hög grad på manuella arbetssätt och personberoende samordning.

Analysen visar även att den nuvarande informationsstrukturen begränsar möjligheterna till datadriven analys och framtida automatisering. Eftersom information registreras på olika sätt och ofta består av ostrukturerad data krävs omfattande manuell tolkning och bearbetning i flera delar av processen.

Sammanfattningsvis visar analysen att det finns behov av en mer enhetlig och strukturerad informationshantering som bättre stödjer analys, spårbarhet, kunskapsåterföring och användning av digitala verktyg genom hela avvikelshanterings livscykel.

De identifierade bristerna ligger till grund för de krav på informationsstruktur och metadata som presenteras i kapitel 7.

## 7 Krav på informationsstruktur och metadata

Detta kapitel formulerar konkreta krav på informationsstruktur och metadata för avvikelshantering. Kraven härleds från de identifierade bristerna i kapitel 6 och konkretiserar de metodiska principerna i kapitel 5. Medan principerna beskriver vad som bör finnas på plats beskriver kraven vilka strukturella egenskaper informationen behöver ha för att stödja en mer enhetlig och spårbar avvikelshantering som även bevarar kunskap över tid.

### 7.1 Krav 1: Enhetlig informationsinsamling och datakvalitet

Detta kravområde adresserar brist 1 (avsnitt 6.1) och konkretiserar princip 1 (avsnitt 5.1), som behandlar enhetlig informationsinsamling och informationskvalitet. Kraven fokuserar på hur information och metadata ska struktureras och registreras för att minska variation och förbättra informationskvaliteten.

#### 7.1.1 K1.1 Enhetlig struktur och metadata för registrering av avvikelser

Avvikelser ska registreras enligt en gemensam och standardiserad struktur, oberoende av källa, system eller aktör. Syftet är att avvikelser ska registreras på ett mer konsekvent sätt mellan olika ärenden och verksamhetsområden.

Det ska finnas definierade informations- och metadatafält för registrering av avvikelser. Detta inkluderar exempelvis tidpunkt, plats, berört system, aktör, fordonsidentifierare och ärendeidentifierare. Metadata ska registreras i ett enhetligt format för att minska variation och förbättra informationskvaliteten.

#### 7.1.2 K1.2 Stöd för obligatoriska metadatafält

Systemstödet bör hjälpa användaren att registrera viktig information. Centrala metadatafält ska tydligt framgå vid rapportering av avvikelser. Syftet är att minska risken för att viktig information utelämnas vid exempelvis den initiala registreringen. Vilka fält som är centrala kan variera beroende på typ av avvikelse och kontext.

Hur stödet implementeras kan variera mellan olika verktyg. I vissa fall används obligatoriska fält. I andra fall används tydliga markeringar, mallar eller guidande formulär för att visa vilken information som behöver registreras.

Samtidigt får strukturen inte bli alltför omfattande. Om registreringen upplevs som för komplex eller tidskrävande finns det risk att information inte registreras fullt ut. Utformningen behöver därför balansera behovet av strukturerad information med användbarhet i det praktiska arbetet.

#### 7.1.3 K1.3 Begränsning av variation i fritext

Fritext ska kunna användas för att beskriva händelser och ge ytterligare kontext, men bör kompletteras med strukturerade fält där det är möjligt. Fördefinierade alternativ, kategorier eller valfält bör användas för återkommande typer av information. På så sätt minskar variationen i hur avvikelser beskrivs utan att viktig kontextuell information går förlorad.

### 7.2 Krav 2: Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt

Detta kravområde adresserar brist 2 (avsnitt 6.2) och konkretiserar princip 2 (avsnitt 5.2), som handlar om spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt. Kraven fokuserar på identifiering, relationer och spårbarhet genom hela ärendets livscykel.

#### 7.2.1 K2.1 Unika och konsekventa identifierare

Varje avvikelseärende ska ha en unik och konsekvent identifierare genom hela livscykeln. Om olika identifierare används i olika system eller av olika aktörer ska det vara möjligt att tydligt koppla dem till varandra.

#### 7.2.2 K2.2 Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt

Det ska vara möjligt att skapa tydliga kopplingar mellan olika informationsobjekt i avvikelshantering. Detta inkluderar exempelvis kopplingar mellan avvikelser, analyser, beslut, åtgärder, loggar, externa ärenden och relaterade doku-

ment. Kopplingarna ska göra det möjligt att förstå hur informationen hänger ihop och stödja bättre spårbarhet genom hela processen.

### **7.2.3 K2.3 Koppling mellan relaterade avvikelser**

Till skillnad från K2.2, som handlar om kopplingar mellan informationsobjekt inom samma ärende, fokuserar detta krav på relationer mellan olika ärenden. Relaterade eller liknande avvikelser ska kunna kopplas samman på ett strukturerat sätt. Detta ska stödja identifiering av återkommande problem, liknande händelser och gemensamma orsaker över tid.

### **7.2.4 K2.4 Spårbarhet av informationsöverföring**

Det ska vara möjligt att i efterhand följa viktiga informationsöverföringar genom olika delar av processen. Detta inkluderar exempelvis när information har registrerats, uppdaterats eller skickats vidare mellan olika aktörer och system.

## **7.3 Krav 3: Systematisk analys, klassificering och prioritering**

Detta kravområde adresserar brist 3 (avsnitt 6.3) och konkretiserar princip 3 (avsnitt 5.3), som handlar om systematisk analys, klassificering och prioritering av avvikelser. Kraven fokuserar på systematisk klassificering, riskbaserad prioritering samt strukturerad dokumentation av analyser och bedömningar.

### **7.3.1 K3.1 Stöd för systematisk klassificering av avvikelser**

Avvikelser ska kunna klassificeras utifrån gemensamma och tydliga kriterier. Klassificeringen ska stödja mer konsekventa bedömningar och minska variationen i hur liknande ärenden hanteras mellan olika användare och verksamhetsområden.

### **7.3.2 K3.2 Stöd för risk- och påverkansbaserad prioritering**

Det ska finnas stöd för att prioritera avvikelser utifrån risk och påverkan. Prioriteringen bör baseras på faktorer såsom säkerhet, påverkan på drift, funktionalitet, omfattning och konsekvens för verksamheten. Syftet är att skapa en mer konsekvent och transparent prioritering av ärenden.

### **7.3.3 K3.3 Strukturerad dokumentation av analys och bedömning**

Analys, bedömningar och beslut ska dokumenteras på ett strukturerat och enhetligt sätt. Dokumentationen ska göra det möjligt att förstå hur analysen har genomförts, vilka underlag som har använts och varför ett beslut eller en klassificering har gjorts.

### **7.3.4 K3.4 Stöd för helhetsorienterad analys**

Analysarbetet ska stödja ett helhetsperspektiv där flera system, informationskällor och aktörer kan beaktas inom samma ärende. Syftet är att skapa bättre förutsättningar för att förstå samband mellan olika delar av processen och minska risken att analysen begränsas till en enskild informationskälla eller komponent.

### **7.3.5 K3.5 Balans mellan struktur och professionell bedömning**

Strukturen för analys och klassificering ska stödja användaren utan att bli alltför rigid. Det ska finnas möjlighet till professionella bedömningar i komplexa situationer där fasta kategorier eller regler inte räcker för att beskriva avvikelserna fullt ut.

## **7.4 Krav 4: Dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring**

Detta kravområde adresserar brist 4 (avsnitt 6.4) och konkretiserar princip 4 (avsnitt 5.4), som handlar om orsaksanalys, dokumentation av kunskap och lärande över tid. Kraven fokuserar på dokumentation, återanvändning och återföring av kunskap.

#### **7.4.1 K4.1 Dokumentation av orsaker och analysresultat**

Det ska vara möjligt att dokumentera identifierade orsaker och analysresultat på ett strukturerat sätt. Dokumentationen ska göra det möjligt att förstå vad som orsakade avvikelser, vilken bedömning som har gjorts och hur ärendet har hanterats vidare. Omfattningen av dokumentationen kan variera beroende på avvikelsernas komplexitet, påverkan och vilken aktör som ansvarar för den fördjupade analysen.

#### **7.4.2 K4.2 Dokumentation av kända fel och tillfälliga lösningar**

Kända fel, tidigare identifierade problem och tillfälliga lösningar ska kunna dokumenteras och lagras på ett strukturerat sätt. Syftet är att göra det lättare att hantera liknande avvikelser och minska behovet av att genomföra samma analys flera gånger.

#### **7.4.3 K4.3 Stöd för återanvändning och kunskapsåterföring**

Tidigare analyser, erfarenheter, lösningar och viktig kunskap ska kunna dokumenteras, återanvändas och göras tillgängliga för relevanta aktörer inom organisationen. Det ska vara möjligt att söka efter och identifiera tidigare ärenden, analyser och dokumentation som kan stödja hanteringen av nya avvikelser.

Informationshanteringen ska stödja ett arbetssätt där kunskap bevaras över tid och inte enbart är beroende av enskilda individers erfarenhet. Syftet är att stödja organisatoriskt lärande och göra det möjligt att förstå tidigare bedömningar och åtgärder även när ansvariga personer inte är tillgängliga.

### **7.5 Krav 5: Livscykelhantering och uppföljning**

Detta kravområde adresserar brist 5 (avsnitt 6.5) och konkretiserar princip 5 (avsnitt 5.5), som handlar om livscykelhantering och uppföljning av avvikelser. Kraven fokuserar på statushantering, uppföljning, kontinuerliga uppdateringar och stöd för iterativ hantering av avvikelser.

#### **7.5.1 K5.1 Stöd för livscykelbaserad hantering av avvikelser**

Avvikelsehanteringen ska stödja en sammanhängande process från rapportering till analys, åtgärd, uppföljning och avslut. Det ska vara möjligt att följa ärendet genom alla dess steg och se hur det rör sig genom processen. Detta krav fokuserar på själva processflödet, medan K5.5 behandlar hur information uppdateras under processens gång.

#### **7.5.2 K5.2 Tydlig statushantering genom processen**

Det ska finnas en tydlig och enhetlig struktur för hur ärendestatus dokumenteras genom processen. Statushanteringen ska göra det möjligt att förstå var i processen ärendet befinner sig, vilken typ av hantering som pågår och vilken aktör som ansvarar för nästa steg.

#### **7.5.3 K5.3 Stöd för uppföljning av åtgärder**

Genomförda åtgärder ska kunna följas upp och dokumenteras som en del av ärendets fortsatta hantering. Uppföljningen ska kunna baseras på exempelvis teknisk verifiering, tester eller observationer över tid, beroende på avvikelsernas karaktär och förutsättningar.

#### **7.5.4 K5.4 Tydliga kriterier för avslut av ärenden**

Det ska tydligt framgå när ett ärende betraktas som avslutat och på vilka grunder beslutet har fattats. Detta ska göra det möjligt att i efterhand förstå hur ärendet har hanterats och varför det avslutades.

#### **7.5.5 K5.5 Stöd för kontinuerlig och iterativ hantering av ärenden**

Medan K5.1 beskriver processflödet i stort fokuserar detta krav på att informationen i ärendet ska kunna uppdateras löpande när ny information tillkommer. Det ska även vara möjligt att ompröva tidigare analyser, bedömningar och beslut om förutsättningarna förändras.

Processen ska därför inte vara strikt linjär utan stödja iterativ hantering där ärendet vid behov kan röra sig fram och tillbaka mellan olika steg i processen.

## **7.6 Krav 6: Samverkan och informationsdelning**

Detta kravområde adresserar brist 6 (avsnitt 6.6) och konkretiserar princip 6 (avsnitt 5.6), som handlar om samverkan och informationsdelning mellan aktörer och system. Kraven fokuserar på informationsdelning, anpassning av information samt ansvarsfördelning mellan olika aktörer och funktioner.

### **7.6.1 K6.1 Stöd för strukturerad informationsdelning mellan aktörer och system**

Informationshanteringen ska i första hand stödja strukturerad delning av information mellan olika interna funktioner och roller. Informationen ska kunna göras tillgänglig mellan olika delar av processen på ett konsekvent sätt, utan att behöva flyttas manuellt mellan separata verktyg eller filer.

Syftet är att förbättra samordning och tillgänglighet mellan olika delar av processen samt minska behovet av att manuellt flytta, kopiera eller vidarebefordra information. Detta ska minska risken för informationsförlust, versionsskillnader och förseningar.

Informationshanteringen bör även ge stöd för att dela specifika underlag när det behövs för fortsatt analys. Detta kan ske antingen genom att dela själva underlaget, exempelvis loggfiler eller andra bilagor, eller genom att hänvisa till var underlaget finns tillgängligt.

### **7.6.2 K6.2 Anpassning av information efter mottagarens behov**

Medan K6.1 fokuserar på själva delningen av information fokuserar detta krav på vilken information som delas. Information som delas i processen ska kunna anpassas efter mottagarens behov och ansvar i processen. Detta inkluderar exempelvis bakgrundsinformation, analyser, status och tekniskt underlag som behövs för den fortsatta hanteringen.

Syftet är att rätt information ska finnas tillgänglig för rätt sammanhang och minska behovet av kompletteringar eller förtydliganden i efterhand.

### **7.6.3 K6.3 Tydlig ansvarsfördelning vid överlämning mellan aktörer**

Detta krav kompletterar K6.1 och K6.2 genom att fokusera på ansvarsfördelning i samverkansprocessen. Det ska vara tydligt vilken aktör eller funktion som ansvarar för olika delar av ärendets fortsatta hantering. Informationshanteringen ska stödja tydlighet kring ansvar och överlämning, så att det inte uppstår oklarheter om vem som ska föra ärendet vidare i ett visst skede.

## **7.7 Krav 7: Datastöd och automatisering**

Detta kravområde adresserar brist 7 (avsnitt 6.7) och konkretiserar princip 7 (avsnitt 5.7), som handlar om datastöd för analys och framtida automatisering. Detta kravområde bygger vidare på övriga kravområden (K1–K6) som tillsammans skapar förutsättningar för en strukturerad och konsekvent informationshantering. Kraven nedan fokuserar specifikt på de egenskaper som krävs för att informationen ska kunna användas i datadriven analys och i framtida automatiserade lösningar.

### **7.7.1 K7.1 Stöd för datadriven analys av avvikelser**

Informationsstrukturen ska göra det möjligt att analysera information från flera ärenden samtidigt, inte bara ett ärende i taget. Detta inkluderar exempelvis att identifiera återkommande mönster mellan ärenden, följa trender över tid, jämföra liknande avvikelser samt få ett bättre underlag för beslut och prioritering.

För att detta ska vara möjligt behöver informationen vara strukturerad och maskinläsbar, det vill säga registrerad i ett format som kan bearbetas av digitala verktyg utan omfattande manuell tolkning. Informationen behöver även representeras konsekvent över tid och mellan olika ärenden, exempelvis genom fördefinierade alternativ, valfält eller stan-

dardiserade format. Detta bygger vidare på K1.1, K1.3 och K2.1, och möjliggör att informationen kan jämföras, sökas och analyseras systematiskt.

### 7.7.2 K7.2 Förutsättningar för framtida automatisering

Informationshanteringen ska utformas så att den på sikt kan stödja automatiserade funktioner inom avvikelshanteringen. Detta kan exempelvis inkludera stöd för klassificering, prioritering, filtrering eller analys av avvikelser. På längre sikt kan informationen även utgöra underlag för mer avancerade tillämpningar, såsom maskininlärning eller andra former av digitala beslutsstöd.

Automatisering förutsätter att informationen håller tillräcklig kvalitet, vilket i sin tur bygger på att kraven i K1–K6 är uppfyllda. Det handlar särskilt om att informationen ska vara korrekt, komplett, konsekvent och tillräckligt strukturerad för att kunna behandlas automatiskt.

## 7.8 Sammanfattning

Detta kapitel presenterar sju kravområden som tillsammans adresserar de brister som identifierats i kapitel 6. Kraven konkretiserar de metodiska principerna och beskriver vilka egenskaper informationshanteringen behöver ha för att stödja en mer enhetlig och spårbar avvikelshantering som även bevarar kunskap över tid.

Tabell 1 visar kopplingen mellan metodiska principer, identifierade brister, kravområden och tillhörande krav.

**Tabell 1:** Översikt av kopplingen mellan metodiska principer, identifierade brister, kravområden och tillhörande krav.

| Princip   | Brist   | Kravområde                                  | Krav      |
|-----------|---------|---------------------------------------------|-----------|
| Princip 1 | Brist 1 | K1: Informationsinsamling och datakvalitet  | K1.1–K1.3 |
| Princip 2 | Brist 2 | K2: Spårbarhet och kopplingar               | K2.1–K2.4 |
| Princip 3 | Brist 3 | K3: Analys, klassificering och prioritering | K3.1–K3.5 |
| Princip 4 | Brist 4 | K4: Orsaker och kunskapsåterföring          | K4.1–K4.3 |
| Princip 5 | Brist 5 | K5: Livscykelhantering och uppföljning      | K5.1–K5.5 |
| Princip 6 | Brist 6 | K6: Samverkan och informationsdelning       | K6.1–K6.3 |
| Princip 7 | Brist 7 | K7: Datastöd och automatisering             | K7.1–K7.2 |

De formulerade kraven utgör grunden för de konceptuella förslag på informationsstruktur som presenteras i kapitel 8.

## 8 Konceptuella förslag för informationsstruktur och informationshantering

I detta kapitel presenteras konceptuella förslag på informationsstruktur för avvikelshantering. Förslagen bygger på nulägesbeskrivningen i kapitel 4, de identifierade bristerna i kapitel 6, kravanalysen i kapitel 7 samt diskussioner med personer med erfarenhet inom verksamhetsområdet. Syftet med informationsstrukturen är att stödja hanteringen av avvikelser och relaterad information genom att göra information enklare att registrera, hitta, följa upp och återanvända. Strukturen syftar även till att skapa bättre förutsättningar för framtida automatisering och mer avancerade analysmetoder genom en mer strukturerad och konsekvent informationshantering. Förslagen har utformats med användaren i fokus samt utifrån principer för strukturering, relationer och spårbarhet. Strukturen är tänkt att fungera som grund för vidare utveckling och ska kunna implementeras i befintliga digitala verktyg genom konfiguration och redan tillgängliga funktioner.

I detta arbete används begreppet *metadataafält* som ett samlingsbegrepp för strukturerade fält som används för att registrera, klassificera, beskriva och spåra information genom avvikelshanteringsprocessen.

### 8.1 Metadatafält som grundnivå

Innan informationsstrukturen presenteras behöver en gemensam förståelse skapas kring vilken typ av information som utgör den lägsta nivån i modellen. I nulägesbeskrivningen i kapitel 4 framgår det att information kan komma från flera olika källor och ofta består av fritext, samtal eller annan ostrukturerad information. För att göra informationen mer strukturerad och enklare att hantera kan den delas upp i olika metadatafält. Metadatafält gör det möjligt att registrera, lagra och söka information på ett mer enhetligt och systematiskt sätt. I detta arbete definieras den lägsta nivån i informationsstrukturen som individuella metadatafält, exempelvis tid, plats och händelsebeskrivning. Dessa metadatafält utgör grunden för avvikelshanteringsprocessen.

Exempel på metadatafält:

- Unikt ID
- Titel
- Datum och tid
- Plats
- Händelsebeskrivning
- Status
- Prioritet
- Kontaktperson
- Berört system
- Version av ombordsystem

Listan är inte uttömmande och kan utökas. Metadatafält kan delas upp ytterligare eller göras mer specifika. Exempelvis kan plats delas upp i flera typer av platsinformation, såsom bana, signalpunkt eller km-tal.

Det är också viktigt att använda gemensamma benämningar och tydliga format vid registrering av metadata. Exempelvis bör samma system registreras med samma namn istället för flera olika benämningar. Datum bör också registreras enligt samma format, exempelvis *år-månad-dag*. Detta minskar variation och gör information enklare att söka, analysera och följa upp genom processen.

### 8.2 Gruppnivå för information

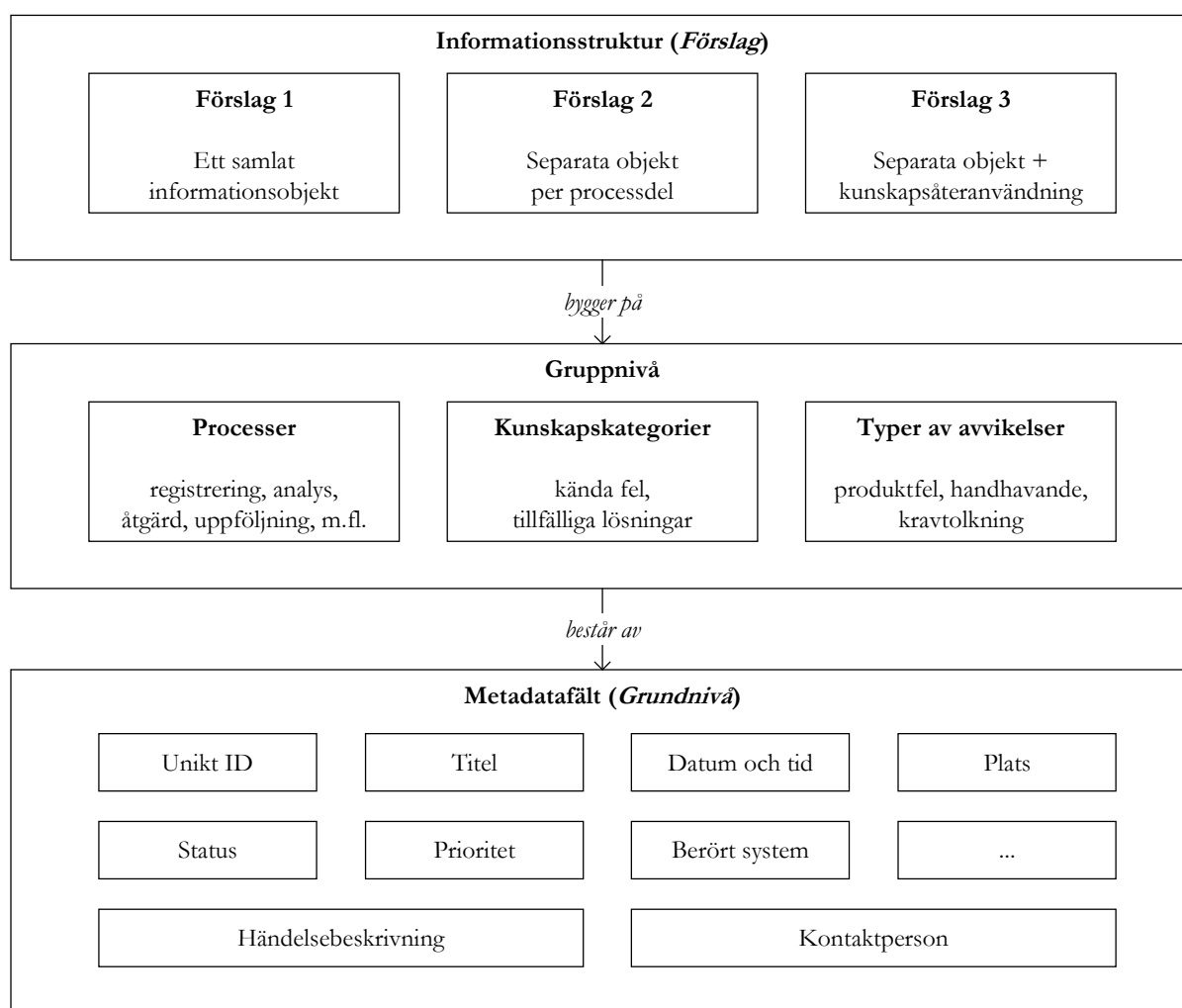
Informationen från den lägsta nivån kan därefter grupperas utifrån olika perspektiv beroende på verksamhetens behov och vad som är relevant för analys, spårbarhet och kunskapsåterföring. Exempel på sådana grupperingar är:

- processer, exempelvis registrering, analys, åtgärd, uppföljning och dokumentation,

- kunskapskategorier, exempelvis kända fel och tillfälliga lösningar,
- samt typer av avvikelser, exempelvis produktfel, kravtolkning och handhavande.

Genom att gruppera information på detta sätt blir det möjligt att anpassa metadatafält och informationsstruktur efter olika områden och behov. Detta kan bidra till en mer systematisk informationshantering och skapa bättre förutsättningar för standardisering. Utifrån detta presenteras nedan olika förslag på informationsstrukturer för att ge en tydligare bild av hur information kan organiseras och struktureras. Förslagen är flexibla och kan vidareutvecklas eller utökas över tid beroende på verksamhetens behov. Detta kan även skapa bättre förutsättningar för skalbarhet och framtida utveckling.

Figur 7 sammanfattar hur de tre nivåerna förhåller sig till varandra: metadatafält som grundnivå, gruppnivå för information samt de informationsstrukturer som presenteras i kommande avsnitt.



**Figur 7:** Hierarki av informationsstrukturen. Metadatafält utgör grundnivån och grupperas därefter utifrån exempelvis processer, kunskapskategorier eller typer av avvikelser. De föreslagna informationsstrukturerna (Förslag 1–3) bygger vidare på dessa grupperingar för att organisera information.

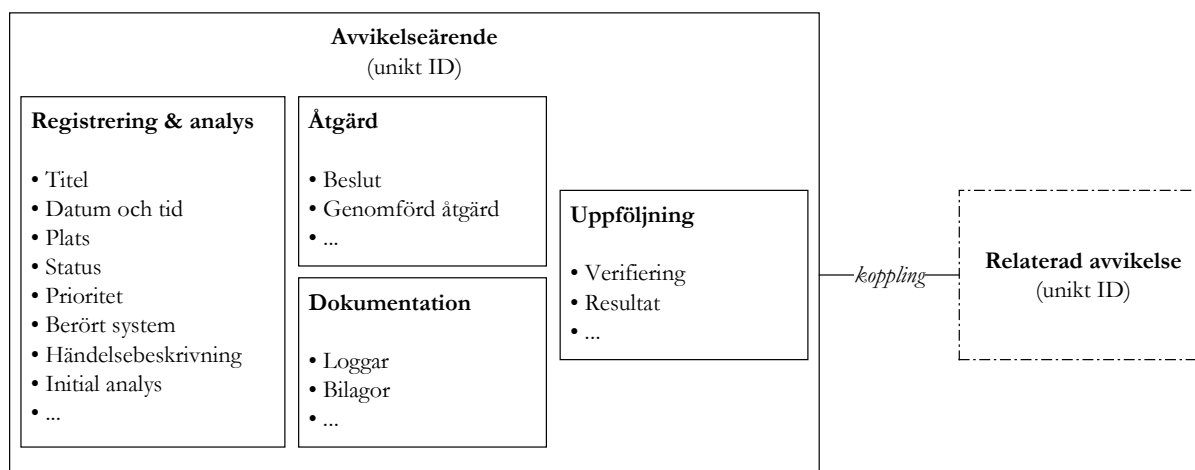
### 8.3 Informationsstruktur – Förslag 1

Det första förslaget är den enklaste strukturen och fokuserar främst på att minska fragmenterad information samt förbättra spårbarheten genom hela avvikelens livscykel. I denna modell samlas all information om ett avvikelseärende i

ett gemensamt informationsobjekt. Informationen kan struktureras genom olika grupperingar, men lagras fortfarande inom samma ärende genom hela livscykeln. När ett avvikelseärende skapas innehåller det de metadatafält och den information som behövs för att hantera ärendet. Informationen kan grupperas utifrån de perspektiv som beskrivs i avsnitt 8.2. Ett avvikelseärende kan exempelvis ha ett unikt ID och olika statusar, såsom ny, initial analys, fördjupad analys, väntar på extern information, under åtgärd och under uppföljning.

Strukturen kan även stödja kopplingar mellan relaterade avvikelser. Det kan exempelvis handla om en-till-en-, en-till-många- eller hierarkiska relationer mellan olika ärenden.

Figur 8 visar hur all information samlas i ett gemensamt informationsobjekt.



**Figur 8:** Förslag 1: Ett samlat informationsobjekt per avvikelseärende. All information om ärendet hanteras inom samma objekt. Relaterade avvikelser kan kopplas via unikt ID.

Fördelarna med modellen är att:

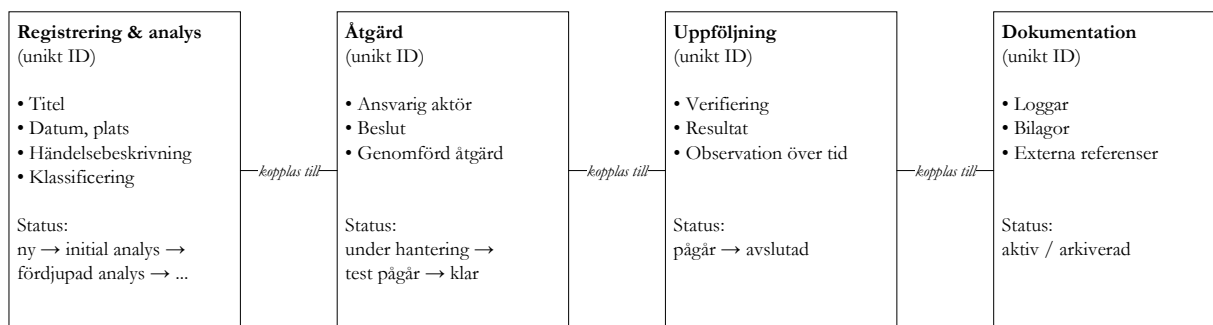
- all information finns samlad på ett ställe,
- spårbarheten blir tydligare,
- användaren får en bättre helhetsbild,
- och implementationen kan vara relativt enkel i befintliga verktyg eftersom endast en typ av informationsobjekt behöver hanteras.

En möjlig begränsning är att informationsmängden kan bli stor i mer komplexa ärenden, vilket kan göra det svårare att få överblick vid läsning av ett ärende. Eftersom flera aktörer kan använda samma informationsobjekt för olika syften kan det också bli tidskrävande att hitta och tolka relevant information.

## 8.4 Informationsstruktur – Förslag 2

I detta förslag delas processen upp i flera separata informationsobjekt istället för att all information lagras i ett enda objekt. Varje objekt representerar en specifik del av processen och har egna unika ID:n, metadatafält, statusar och livscykler.

Figur 9 visar hur processen delas upp i separata informationsobjekt med egna livscykler.



**Figur 9:** Förslag 2: Separata informationsobjekt per processdel. Varje objekt har egen livscykel och egen status. Objekten kopplas samman via unika identifierare för att säkerställa spårbarhet.

Exempelvis kan:

- registrering och analys,
- åtgärd,
- uppföljning,
- och dokumentation

hanteras i separata informationsobjekt.

Olika informationsobjekt kan också ha olika statusar. Ett objekt för registrering och analys kan exempelvis ha statusar såsom ny, initial analys, fördjupad analys, väntar på extern information, under åtgärd, under uppföljning, stängd eller borttagen. I detta förslag hanteras registrering och analys inom samma informationsobjekt för att minska antalet objekt och förenkla informationshanteringen. Ett åtgärdsobjekt kan istället ha statusar såsom under hantering, test pågår eller klar. För att säkerställa spårbarhet behöver objekten vara kopplade till varandra genom relationer och unika identifierare.

Fördelarna med informationsstrukturen är att:

- varje processdel kan anpassas efter ansvarig aktör,
- olika arbetsflöden kan hanteras separat,
- informationsstrukturen blir tydligare jämfört med förslag 1,
- och komplexa processer kan organiseras på ett mer strukturerat sätt.

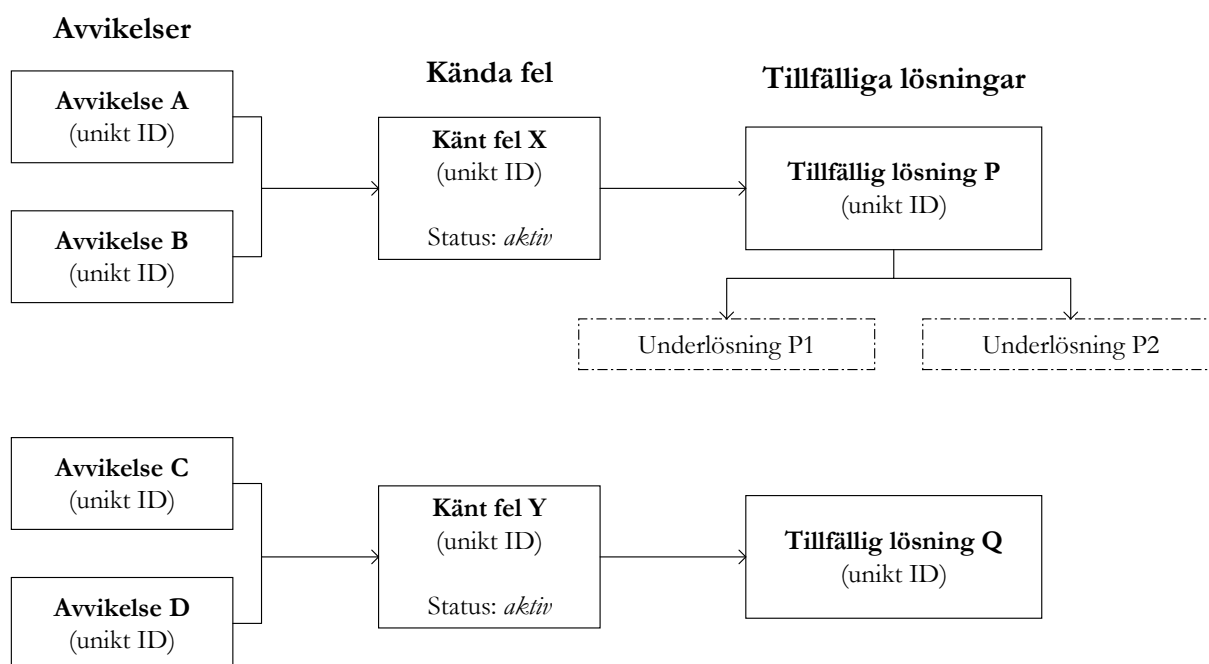
Strukturen kan också göra det enklare att följa aktiviteter, statusar och ledtider inom olika delar av processen.

En möjlig begränsning är att informationsstrukturen blir mer komplex, både tekniskt och organisatoriskt, särskilt om systemet växer och innehåller fler informationsobjekt och relationer.

## 8.5 Informationsstruktur – Förslag 3

Det tredje förslaget fokuserar på återanvändning av kunskap och minskning av duplicerad information. Inom avvikelshantering förekommer ofta återkommande problem, kända fel och tillfälliga lösningar. Istället för att samma information dokumenteras flera gånger kan separata informationsobjekt användas för denna typ av kunskap.

Figur 10 visar hur avvikelser, kända fel och tillfälliga lösningar hanteras som separata objekt och kopplas samman.



**Figur 10:** Förslag 3: Separata informationsobjekt för avvikelser, kända fel och tillfälliga lösningar. Flera avvikelser kan kopplas till samma objekt för känt fel, vilket minskar duplicering och stödjer återanvändning av kunskap. Streckade objekt visar exempel på hierarkiska relationer, exempelvis underlösningar.

Exempelvis kan:

- avvikelser,
- kända fel,
- och tillfälliga lösningar

hanteras som egna informationsobjekt med egna unika ID:n, statusar och livscyklar.

Ett objekt för känt fel kan exempelvis ha statusar såsom aktiv eller inaktiv. Flera olika avvikelser kan därefter kopplas till samma objekt för känt fel eller tillfälliga lösningar. Strukturen kan också stödja hierarkiska relationer mellan objekt och underobjekt. Exempelvis kan ett objekt för en tillfällig lösning innehålla flera underlösningar med egna parametrar och metadatafält. På detta sätt kan duplicering av information minska samtidigt som tidigare kunskap blir enklare att återanvända.

Fördelarna med förslaget är att:

- kunskap kan återanvändas mer systematiskt,
- analysarbete kan effektiviseras,
- och återkommande problem kan identifieras snabbare.

Förslaget lämpar sig främst för verksamheter där kunskapsåterföring och hantering av återkommande problem är viktiga delar av processen. En möjlig begränsning är att informationsstrukturen, likt förslag 2, blir mer komplex eftersom fler informationsobjekt och relationer behöver hanteras och underhållas.

## 8.6 Sammanfattande reflektion

De tre förslagen representerar olika nivåer av strukturering och komplexitet. Förslag 1 fokuserar främst på spårbarhet inom ett samlat ärende. Förslag 2 delar upp processen i flera informationsobjekt för att stödja separata arbetsflöden.

Förslag 3 fokuserar istället på återanvändning av kunskap genom separata objekt för kända fel och tillfälliga lösningar. Ju mer information som delas upp och kopplas samman, desto större blir möjligheterna för spårbarhet, analys, kunskapsåterföring och framtida automatisering. Samtidigt ökar även komplexiteten i informationshanteringen samt kraven på både användare och systemstöd.

Den föreslagna informationsstrukturen bygger på relationer mellan informationsobjekt, metadata och spårbarhet genom hela avvikelsens livscykel. Detta skapar en grund som på sikt kan vidareutvecklas mot mer avancerade informationsmodeller och AI-stödjande funktioner. Sådan vidareutveckling ligger dock utanför detta arbetes omfattning men kan utgöra ett område för fortsatt forskning.

Förslag 3 har valts som utgångspunkt för den fortsatta tillämpningen eftersom det bedömdes ge bäst stöd för de identifierade kraven, särskilt inom områdena spårbarhet, kunskapsåterföring och datadriven analys. En mer detaljerad analys av hur förslaget förhåller sig till kraven samt hur strukturen kan tillämpas i ett befintligt digitalt verktyg presenteras i kapitel 9.

## 9 Tillämpning i befintliga digitala verktyg

För att undersöka hur de formulerade principerna och kraven från kapitel 5 och kapitel 7 kan realiseras i praktiken genomfördes en tillämpning i ett befintligt digitalt verktyg för ärende- och arbetsflödeshantering. Som utgångspunkt användes ett av de konceptuella strukturförslagen från kapitel 8. Tillämpningen utgår från befintliga verktyg och fokuserar på konfiguration snarare än utveckling av ny funktionalitet.

Tillämpningen fungerar som en demonstration av att principerna och kraven kan realiseras i praktiken, snarare än som en rekommendation av ett specifikt strukturförslag eller verktyg. Principerna och kraven är generella och kan användas både för att utforma informationsstruktur och som stöd vid val eller kombination av digitala verktyg. Detta gör det möjligt att tillämpa samma grund även i andra system om förutsättningarna förändras i framtiden, förutsatt att verktyget är tillräckligt anpassningsbart. Tillämpningen bygger också delvis på funktioner som finns i det aktuella verktyget, exempelvis filtrering och notifikationer. Dessa funktioner är dock vanliga i moderna verktyg och bedöms därför inte påverka generaliserbarheten i någon större utsträckning. Fokus ligger främst på informationsstrukturen och arbetssättet bakom hanteringen av avvikelser. Verktyget används främst för att visa att konceptet kan tillämpas i praktiken.

### 9.1 Kriterier för val av verktyg

En viktig utgångspunkt i examensarbetet var att använda system och funktioner som redan finns inom organisationen. Detta minskar behovet av nya upphandlingar, licenser och tekniska investeringar. Det minskar även behovet av ytterligare resurser i form av tid, ekonomi och personal.

Vid valet av verktyg identifierades följande kriterier:

- möjlighet att anpassa informationsstruktur och arbetsflöden utan omfattande systemutveckling,
- långsiktig användbarhet inom organisationen,
- samt rimlig inlärningskurva inom examensarbetets tidsram.

Verktyget behövde kunna anpassas efter kraven i kapitel 7 och den föreslagna informationsstrukturen i kapitel 8. Det behövde också stöd för att konfigurera metadatafält, relationer och arbetsflöden utan omfattande utveckling.

En annan viktig aspekt var att lösningen skulle fungera långsiktigt inom verksamheten. Genom att använda befintliga verktyg som redan används inom olika delar av organisationen, blir det enklare att integrera arbetssättet i befintliga processer och samarbetsformer.

Tidsramen för examensarbetet var också en viktig faktor. Verktyget behövde vara relativt enkelt att förstå och använda inom en begränsad inlärningsperiod. Ett alltför komplext system riskerade att flytta fokus från informationsstrukturen till tekniska detaljer och administration av verktyget.

### 9.2 Analys av möjliga verktyg

Tre befintliga verktyg inom organisationen analyserades som möjliga alternativ för tillämpningen. För att inte fokusera på enskilda produkter beskrivs verktygen utifrån deras egenskaper.

Verktyg 1 är huvudsakligen utvecklat enligt principer inom ITIL. Verktyget är särskilt anpassat för hantering av ärenden, incidenter och processflöden. En fördel är att många funktioner och arbetsflöden redan finns färdiga, exempelvis fördefinierade processer, statusar och standardfält. Detta minskar behovet av egen konfiguration. Samtidigt innebär denna standardisering vissa begränsningar. Möjligheten att anpassa informationsstrukturen efter verksamhetens specifika krav bedömdes vara relativt begränsad. Det var särskilt svårt att modellera relationer och informationsobjekt enligt den föreslagna strukturen. Verktyget riskerade därför att styra arbetssättet mer än vad arbetssättet kunde anpassas efter verksamhetens behov.

Verktyg 2 är ett mer omfattande system för krav-, förändrings- och avvikelshantering. Denna typ av verktyg används redan inom andra delar av samma verksamhetsområde och har stöd för avancerad strukturering av information samt relationer mellan informationsobjekt. En fördel är att information kan delas och kopplas mellan flera delar inom samma

verksamhetsområde utan att separata system behöver användas. Detta kan förbättra samverkan och minska fragmentering av information. Verktøget erbjuder även hög flexibilitet och möjlighet att anpassa informationsstruktur, metadata och relationer efter verksamhetens behov. Samtidigt bedömdes verktøget vara relativt komplext och tidskrävande att lära sig. Inom examensarbetets tidsram fanns risk att en stor del av arbetet skulle gå åt till själva verktøget istället för informationsstrukturen och analysen.

Verktøg 3 är ett flexibelt verktøg som ursprungligen utvecklats för systemutveckling och arbetsflödeshantering. Verktøget erbjuder goda möjligheter att konfigurera egna metadatafält, arbetsflöden och relationer mellan informationsobjekt. Samtidigt upplevdes verktøget som mer användarvänligt och mindre komplext än Verktøg 2. Denna bedömning baserades på egna experiment med verktøget samt diskussioner med personer inom verksamheten. Samtal genomfördes även med verktøgsförvaltare, vilket gav intrycket att det finns goda möjligheter till stöd och att användningen är praktiskt genomförbar inom verksamheten. En ytterligare fördel var att liknande arbetssätt redan används inom andra delar av organisationen för hantering av avvikelser och arbetsflöden, även om användningen inte är identisk med den aktuella verksamheten. Detta visar att verktøget redan används för närliggande behov, vilket stärker möjligheten att tillämpa konceptet utan större organisatoriska förändringar.

Utifrån denna analys valdes Verktøg 3 för den fortsatta tillämpningen. Valet gjordes inte enbart utifrån teknisk funktionalitet, utan även utifrån praktiska faktorer såsom användbarhet, tidsram, möjlighet till konfiguration och tillgängliga resurser inom examensarbetet.

Det bör samtidigt nämnas att den föreslagna informationsstrukturen och de underliggande principerna inte är begränsade till Verktøg 3. Eftersom Verktøg 2 har stöd för avancerad strukturering av information och flexibel konfiguration, bedöms strukturen kunna tillämpas även där. Detta diskuterades med personer inom verksamheten som ett möjligt alternativ för framtida implementation, men har inte verifierats inom ramen för detta examensarbete.

### **9.3 Praktisk tillämpning av informationsstrukturen**

Utifrån valet av Verktøg 3 genomfördes en praktisk tillämpning av den föreslagna informationsstrukturen. Som utgångspunkt användes förslag 3 från kapitel 8, eftersom det adresserar flest av de identifierade kraven, särskilt inom spårbarhet, kunskapsåterföring och datadriven analys. Syftet med tillämpningen var att undersöka hur kraven från kapitel 7 och den föreslagna informationsstrukturen kan omsättas i praktiken med stöd av ett befintligt verktøg.

I enlighet med förslag 3 skapades tre olika typer av informationsobjekt: avvikelse, känt fel och tillfällig lösning. Följande avsnitt beskriver hur dessa objekt konfigurerades och hur relationer mellan objekten skapades.

#### **9.3.1 Tre typer av informationsobjekt**

Den första typen av informationsobjekt används för att registrera och hantera avvikelser. Objektet har en egen livscykel, med en tydlig start och ett tydligt slut. Informationen i objektet är indelad i flera grupper av metadatafält, exempelvis fält för registrering, analys, åtgärd och uppföljning. Genom denna struktur blir det möjligt att dokumentera analys, orsaker, beslut och uppföljning av åtgärder på ett tydligt sätt. Detta stödjer krav K3.3, K4.1 och K5.3. Objektet kan även kopplas till andra informationsobjekt av samma typ genom relationer, exempelvis till relaterade avvikelser som har samband med varandra. Detta förbättrar spårbarheten och skapar en tydligare översikt över relaterad information.

Den andra typen av informationsobjekt används för att registrera kända fel. Syftet är att samla återkommande problem och tidigare analyser på ett strukturerat sätt, vilket möjliggör återanvändning av kunskap. Detta stödjer krav K4.2. Objektet kan även ha hierarkiska relationer till andra objekt för kända fel. Exempelvis kan ett övergripande känt fel kopplas till flera underobjekt som beskriver mer specifika delproblem eller variationer av samma problem. Detta gör det möjligt att gruppera relaterad information på ett mer systematiskt sätt och minska fragmentering.

Den tredje typen av informationsobjekt används för att registrera tillfälliga lösningar. Genom att hantera dessa som separata objekt kan samma tillfälliga lösning återanvändas i flera avvikelser. Detta stödjer krav K4.2. Objektet kan även ha hierarkiska relationer till andra objekt för tillfälliga lösningar. Detta gör det möjligt att strukturera olika variationer av samma lösning, där själva metoden är densamma men vissa parametrar skiljer sig åt, exempelvis beroende på plats, system eller andra lokala förutsättningar.

### 9.3.2 Metadatafält och datakvalitet

Alla tre informationsobjekt skapades med hjälp av funktioner som redan fanns i verktyget. Varje informationsobjekt kunde konfigureras med egna standardiserade metadatafält beroende på syfte och användningsområde. För flera metadatafält användes fördefinierade datatyper, exempelvis datumformat, numeriska värden och valbara alternativ. Detta bidrar till mer konsekvent och stabil datakvalitet. Det minskar även användarens kognitiva belastning, eftersom användaren i många fall kan välja mellan färdiga alternativ istället för att skriva fritext. Tillämpningen stödjer därmed krav K1.1 och K1.3.

Systemet gör det också möjligt att markera metadatafält som obligatoriska. Detta tydliggör vilken information som måste fyllas i innan ett informationsobjekt kan sparas. På så sätt säkerställs viktig information redan vid registreringen. Detta bidrar till mer enhetlig dokumentation och bättre möjligheter till framtida analys. Detta stödjer krav K1.2.

Strukturerade metadatafält kan även användas för att klassificera och prioritera avvikelser, exempelvis utifrån risknivå, påverkningsgrad, kategori eller berört system. Informationen kan därefter användas för filtrering, sortering och mer systematisk hantering av avvikelser. Detta stödjer krav K3.1 och K3.2.

För att behålla flexibilitet i arbetet finns möjlighet att komplettera fördefinierade val med fritext eller egna taggar i situationer där fördefinierade alternativ inte räcker. Detta är viktigt för att inte begränsa professionella användares arbete i komplexa situationer. Samtidigt kräver denna flexibilitet att användningen sker konsekvent, så att standardisering och datakvalitet inte försämras. Detta stödjer krav K3.5.

### 9.3.3 Identifierare och livscykel

Varje informationsobjekt får ett unikt ID som genereras automatiskt av systemet. Detta ger konsekvent identifiering och spårbarhet genom hela objektets livscykel och minskar risken för duplicering. Funktionen stödjer krav K2.1.

Varje informationsobjekt har även egna statusfält som beskriver var i processen objektet befinner sig. Exempel på statusar för det första informationsobjektet är *Ny*, *Initial analys*, *Fördjupad analys*, *Åtgärd pågår*, *Uppföljning pågår* och *Stängd*. För det andra och tredje informationsobjektet kan statusar såsom *Aktiv* och *Inaktiv* användas. Detta stödjer krav K5.1 och K5.2.

Status och annan information kan uppdateras kontinuerligt under hela ärendets livscykel. Systemet gör det också möjligt att ompröva tidigare beslut, ändra status tillbaka eller återöppna stängda ärenden om ny information framkommer. Detta stödjer krav K5.5 och möjliggör en iterativ hantering av ärenden.

### 9.3.4 Samverkan och spårbarhet

Olika informationsobjekt kan tilldelas specifika användare eller grupper, och flera ansvariga aktörer kan kopplas till samma objekt. Systemet erbjuder även funktioner för kommentarer, fildelning och samarbete mellan användare. Dessutom kan externa referenser och länkar till andra system registreras. Detta förenklar informationssökning och förbättrar spårbarheten mellan aktörer och system. Detta stödjer krav K6.1 och K6.3.

Genom att de olika informationsobjekten kan kopplas samman med olika typer av relationer skapas bättre spårbarhet mellan information i processen. Relationerna kan vara hierarkiska eller mellan relaterade objekt. Exempelvis kan ett objekt för känt fel kopplas till ett objekt för tillfällig lösning. Ett avvikelseobjekt kan också kopplas till andra avvikelseobjekt, eller till samma objekt för känt fel eller tillfällig lösning. Detta gör det möjligt att följa samband mellan olika objekt och identifiera återkommande problem över tid. Detta stödjer krav K2.2 och K2.3.

Systemet registrerar historik vid förändringar av information, exempelvis ändringar av status, metadata eller ansvarig aktör. Det går därmed att följa vem som har genomfört en förändring, vad som har ändrats och när. Användare kan även prenumerera på notifieringar och få information om förändringar i relevanta objekt. Detta stärker spårbarheten och stödjer krav K2.4.

### 9.3.5 Filtrering, dokumentation och datadriven analys

Systemet erbjuder filtrering och sammanställning av information baserat på metadatafält och relationer. Användare kan skapa olika vyer för att få en helhetsbild över avvikelser kopplade till exempelvis ett visst system, en viss tidsperiod

eller en viss risknivå. Informationen kan även exporteras, exempelvis till kalkylbladsformat, för vidare analys eller delning med andra aktörer. Systemet stödjer dessutom kopplingar till dokument, loggfiler och bilder. Detta stödjer krav K3.4 och K6.2.

I systemet finns även möjlighet att skapa gemensam dokumentation för definitioner, instruktioner, arbetsrutiner och kriterier, exempelvis kriterier för avslut av ärenden. Detta bidrar till en gemensam förståelse kring begrepp, processer och beslut inom verksamheten. Det skapar också tydligare förutsättningar för när ett ärende kan avslutas. Funktionen stödjer krav K5.4.

Utöver att kända fel och tillfälliga lösningar hanteras som separata objekt, gör strukturen det möjligt att aktivt söka och återanvända tidigare analyser och erfarenheter i nya ärenden. Detta stödjer krav K4.3 och K6.2.

Den strukturerade användningen av metadatafält, relationer och standardiserad information skapar bättre förutsättningar för datadriven analys och framtida automatisering. Genom att information registreras i maskinläsbara metadatafält och representeras på ett konsekvent sätt mellan olika informationsobjekt blir det möjligt att jämföra och analysera data över tid. Systemet stödjer redan enklare former av analys, exempelvis filtrering, statistikvyer och trendanalyser baserade på metadata och tidsperioder. Detta stödjer krav K7.1. På längre sikt kan den strukturerade och maskinläsbara informationen även användas för mer avancerad automatisering, exempelvis AI- eller maskininlärningsbaserade metoder för automatisk klassificering, prioritering eller identifiering av återkommande mönster. Detta skapar förutsättningar för krav K7.2, även om ingen sådan funktion implementerades inom detta arbete.

## 9.4 Sammanfattning

Tillämpningen visar att den föreslagna informationsstrukturen kan implementeras i ett befintligt digitalt verktyg utan att nya system behöver utvecklas. Genom konfiguration av metadatafält, statusar och relationer mellan informationsobjekt kan samtliga kravområden i kapitel 7 stödjas på en grundläggande nivå. Tabell 2 ger en sammanfattande översikt av vilka krav som kan stödjas i tillämpningen. Översikten visar vilka krav strukturen kan hantera, men inte hur fullständigt varje krav uppfylls. En mer detaljerad bedömning, där vissa krav endast stöds delvis, presenteras i kapitel 10.

**Tabell 2:** Översikt av vilka krav som kan stödjas i den praktiska tillämpningen. K7.2 markeras inom parentes eftersom tillämpningen skapar förutsättningar för framtida automatisering, men ingen sådan funktion implementerades inom detta arbete. En mer detaljerad bedömning av i vilken grad varje krav uppfylls presenteras i kapitel 10.

| Kravområde                                  | Krav som stöds               |
|---------------------------------------------|------------------------------|
| K1: Informationsinsamling och datakvalitet  | K1.1, K1.2, K1.3             |
| K2: Spårbarhet och kopplingar               | K2.1, K2.2, K2.3, K2.4       |
| K3: Analys, klassificering och prioritering | K3.1, K3.2, K3.3, K3.4, K3.5 |
| K4: Orsaker och kunskapsåterföring          | K4.1, K4.2, K4.3             |
| K5: Livscykelhantering och uppföljning      | K5.1, K5.2, K5.3, K5.4, K5.5 |
| K6: Samverkan och informationsdelning       | K6.1, K6.2, K6.3             |
| K7: Datastöd och automatisering             | K7.1, (K7.2)                 |

Tillämpningen visar att den föreslagna strukturen är praktiskt genomförbar inom verksamheten. Hur väl strukturen fungerar i praktiken samt vilka styrkor och begränsningar som identifierats utvärderas vidare i kapitel 10.

## 10 Utvärdering

I detta kapitel utvärderas i vilken utsträckning de formulerade principerna och kraven kan stödja en mer enhetlig avvikelshantering. Utvärderingen sker dels genom återkoppling från personer med erfarenhet av området och processen, dels genom en bedömning av hur väl kraven realiseras i den konceptuella strukturen och dess praktiska tillämpning. Eftersom principerna och kraven är generella och kan användas både för att utforma informationsstruktur och som stöd vid val eller kombination av digitala verktyg, fungerar strukturförslaget och tillämpningen som konkreta exempel som gör grunden utvärderingsbar, snarare än som det slutgiltiga svaret på problemställningen.

### 10.1 Utvärderingsupplägg

Utvärderingsmetoden och valet av perspektiv beskrivs i kapitel 3 (avsnitt 3.5). Detta avsnitt beskriver hur återkopplingen samlades in i praktiken.

De fem perspektiven redovisas i en ordning som speglar progression från specifik teknisk validering till bredare organisatorisk relevans. Först presenteras återkopplingen från specialistingenjören inom produktfelområdet, som var involverad i utvecklingen av strukturen. Därefter följer återkopplingen från den seniora specialistingenjören inom kravområdet, som ger ett oberoende expertperspektiv. Sedan följer den nyanställda medarbetaren, som representerar en användare med kort tidigare erfarenhet av processen, samt personen inom ett annat verksamhetsområde, som bedömer strukturens överförbarhet. Slutligen redovisas återkopplingen från handledaren och beställaren, som representerar det verksamhetsperspektiv där resultaten ska tillämpas.

Återkopplingen samlades in genom två kompletterande format. Semistrukturerade intervjuer genomfördes med specialistingenjören inom produktfelområdet, den seniora specialistingenjören inom kravområdet och den nyanställda medarbetaren. Vid dessa samtal demonstrerades den konceptuella strukturen och dess tillämpning i Verktyg 3. Återkopplingen från dessa tre perspektiv fokuserade därför främst på strukturen och dess realisering.

Ett strukturerat samtal genomfördes även med personen inom ett annat verksamhetsområde. Vid detta samtal visades samma struktur och tillämpning, kompletterat med en kortare presentation av den underliggande grunden (nivåerna metadata, gruppering och översiktliga krav).

För handledaren och beställaren användes ett skriftligt frågeformulär med åtta frågor som besvarades digitalt. Denna återkoppling kompletteras dessutom av den löpande dialog som förts under arbetets gång, vilket beskrivs närmare i avsnitt 10.6.

De följande avsnitten redovisar återkopplingen från respektive perspektiv. Därefter följer en sammanställning av i vilken utsträckning de formulerade kraven uppfylls samt en bedömning av den praktiska genomförbarheten (avsnitt 10.7). Kapitlet avslutas med en redovisning av strukturella begränsningar som identifierats genom utvärderingen (avsnitt 10.8). Bredare metodologiska begränsningar, generaliserbarhet och reflektioner över arbetsprocessen diskuteras i kapitel 11.

### 10.2 Återkoppling från domänexpert inom produktfelområdet

Som en del av utvärderingen genomfördes ett samtal med en specialistingenjör inom produktfelområdet. Personen arbetar med analys, klassificering och kontakt med leverantörer kring produktrelaterade avvikelser. Personen bidrog även till diskussioner och tankearbete kring utformningen av strukturförslag 3 under arbetets gång. Återkopplingen baseras på en demonstration av strukturen och dess tillämpning i Verktyg 3.

#### Bedömning av konceptet

Specialisten ansåg att den föreslagna strukturen motsvarar de behov och idéer som diskuterades under arbetets utveckling. Strukturen bedömdes vara väl förankrad i verksamhetens praktiska arbete och de utmaningar som finns i dagens hantering.

#### Praktisk nytta i kommunikation och kunskapsåterföring

Specialisten lyfte fram att strukturen är särskilt användbar vid hantering av återkommande fel och problem. Om en ny avvikelse rör ett tidigare känt fel kan användaren snabbt koppla ärendet till det redan registrerade felet istället för att

starta en ny analys från början. Detta minskar dubbelarbete och sparar tid, exempelvis genom att undvika upprepad registrering och analys. Denna observation kan kopplas till krav K4.2 (kända fel och tillfälliga lösningar) och K4.3 (återanvändning och kunskapsåterföring), som direkt adresserar denna typ av återanvändning.

Specialisten betonade även nyttan för nyanställda medarbetare. När tidigare analyser, kända fel och tillfälliga lösningar finns dokumenterade blir det enklare att förstå tidigare ärenden utan att behöva genomföra hela analysen igen. Strukturen bedömdes därför kunna stödja både kunskapsåterföring och snabbare introduktion i arbetet.

Vidare lyftes att strukturen kan underlätta kommunikationen i exempelvis driftuppföljningsmöten. När en avvikelse rör ett tidigare registrerat fel kan medarbetare hänvisa direkt till det befintliga felet i stället för att beskriva det på nytt. Detta sparar tid och gör gemensamma diskussioner tydligare och mer effektiva. Nyttan gäller medarbetare generellt, men är särskilt tydlig för dem som ännu inte känner till felet sedan tidigare.

Specialisten uppskattade även möjligheten att koppla bilagor till informationsobjekten, exempelvis skärmdumpar och andra dokument. Detta bedömdes kunna förbättra förståelsen mellan olika aktörer och underlätta gemensam tolkning av specifika ärenden. Denna nytta kan kopplas till krav K6.1 (strukturerad informationsdelning).

### Identifierade begränsningar

Två begränsningar lyftes fram under samtalet.

Den första begränsningen rörde hantering av ärenden kopplade till marksystem snarare än ombordsystem. Sådana ärenden behöver ibland registreras även om de inte direkt ska analyseras av enheten, eftersom de kan vara värdefulla vid framtida analyser och bedömningar av möjliga konsekvenser för ombordsystemet. Den föreslagna strukturen ger i nuläget begränsat stöd för ärenden som inte tydligt kan placeras inom en enskild kategori, exempelvis när flera system påverkas samtidigt. Denna typ av ärenden påverkar särskilt krav K2.3 (koppling mellan relaterade avvikelser) och K3.4 (helhetsorienterad analys). Specialisten reflekterade därför kring om en mer flexibel märkning, exempelvis genom taggar, skulle kunna komplettera den nuvarande klassificeringen.

Detta lyftes även som ett möjligt argument för en framtida implementation i Verktyg 2, eftersom marksystemsensheten redan använder detta verktyg.

Den andra begränsningen rörde terminologin kring *tillfälliga lösningar*. Specialisten påpekade att verksamheten även arbetar med permanenta lösningar och att begreppet *tillfällig* därför inte fullt ut beskriver alla typer av lösningar som behöver hanteras. Detta indikerar att framtida arbete kan behöva utöka informationsobjektet eller komplettera det med ytterligare en typ av lösningsobjekt som stödjer både tillfälliga och permanenta lösningar.

### Sammanfattande bedömning

Sammanfattningsvis bedömde specialisten att strukturen har potential att utvecklas vidare till ett komplett systemstöd, även om verksamheten på sikt skulle använda ett annat verktyg än det som användes i tillämpningen. Återkopplingen indikerar att den föreslagna strukturen upplevs som värdefull oberoende av valt verktyg.

## 10.3 Återkoppling från senior specialistingenjör inom kravområdet

För att komplettera utvärderingen genomfördes även ett samtal med en senior specialistingenjör med lång erfarenhet inom kravområdet. Denna person var inte involverad i utvecklingen av strukturen och representerar därmed ett mer oberoende perspektiv. Personens arbete rör främst kravhantering snarare än produktfelshantering. Återkopplingen gav därför även ett kompletterande perspektiv på hur strukturen relaterar till andra delar av verksamheten.

### Övergripande bedömning

Specialisten bedömde att den föreslagna strukturen utgör en god grund att bygga vidare på. Värdet av att samla information på ett strukturerat sätt framhölls särskilt i jämförelse med det nuvarande arbetssättet, där information ofta behöver sökas i e-postkorrespondens eller äldre anteckningar. En central informationsstruktur bedömdes underlätta informationssökning över tid.

## **Vikten av komplett information**

Specialisten betonade vikten av att rätt information registreras för varje ärende. Detta inkluderar exempelvis plats där avvikelser har inträffat, ärendets aktuella status samt om ärendet är under test eller annan specifik hantering. Utan tillräcklig information riskerar strukturen att inte ge det stöd för analys och uppföljning som avses. Denna observation kan kopplas till flera av de formulerade kraven, särskilt K1.1 (enhetlig struktur och metadata), K1.2 (obligatoriska metadatafält) och K5.2 (tydlig statushantering).

## **Koppling till Verktyg 2 och hantering av fritext**

Specialisten beskrev hur kravärenden i nuläget hanteras i Verktyg 2, där kommentarsfält används som det centrala sättet att dela information mellan aktörer. En fördel med en framtida implementation av den föreslagna strukturen i Verktyg 2 är att den skulle kunna integreras med dessa befintliga arbetsflöden och kommunikationskanaler.

Samtidigt påpekade specialisten att en stor del av informationen i Verktyg 2 idag består av fritext, exempelvis vad gäller risker och bedömningar. Detta gör det tidskrävande att hitta specifik information eftersom användaren behöver bläddra igenom omfattande textfält. Denna observation kan kopplas till krav K1.3 (begränsning av variation i fritext) och K3.2 (risk- och påverkansbaserad prioritering), där fördefinierade alternativ kan komplettera fritext för att förbättra sökbarheten.

## **Sammanfattande bedömning**

Sammanfattningsvis bedömde specialisten att den föreslagna strukturen utgör en god grund för fortsatt utveckling. En fullständig implementation kräver dock ytterligare arbete med detaljer såsom metadatafält och integration med befintliga verktyg. Återkopplingen ger även stöd för en framtida implementation i Verktyg 2, där strukturen skulle kunna komplettera och förbättra nuvarande arbetssätt med kravärenden.

## **10.4 Återkoppling från nyanställd medarbetare**

Som en del av utvärderingen genomfördes ett samtal med en nyanställd medarbetare inom verksamheten. Personen hade vid tillfället arbetat cirka två månader inom enheten och befann sig i en aktiv inlärningsfas. Syftet med samtalet var att samla in återkoppling från någon med begränsad tidigare erfarenhet av arbetet. Detta gjorde det möjligt att bedöma hur strukturen upplevs av en användare som är relativt ny i processen. Detta perspektiv kompletterar återkopplingen från personer som varit involverade i arbetet under en längre tid. Återkopplingen baseras på en demonstration av strukturen och dess tillämpning i Verktyg 3.

### **Begriplighet vid första intryck**

Den nyanställda medarbetaren bedömde att strukturen var lätt att förstå redan vid första kontakten. Strukturen upplevdes som rimlig och liknade andra system som personen tidigare arbetat med. Personen beskrev strukturen som intuitiv och uttryckte att den var enklare att förstå än flera andra system som personen tidigare stött på i sitt arbete.

### **Värde för nyanställda medarbetare**

En tydlig observation var att strukturen skulle ha underlättat introduktionen i verksamheten. Den nyanställda medarbetaren beskrev att mycket av den kunskap som behövs i det dagliga arbetet för närvarande är personberoende och svår att komma åt. Information om tidigare ärenden, kända fel och tillfälliga lösningar finns ofta i enskilda medarbetares minne eller i e-postkorrespondens som kan vara flera år gammal. Detta gör informationen svårtillgänglig för någon som är ny i verksamheten.

Den föreslagna strukturen bedömdes kunna minska detta beroende av personlig kunskap. Genom att samla information om kända fel och tillfälliga lösningar på ett strukturerat och sökbart sätt blir kunskapen mer tillgänglig. Detta sammanfaller med det perspektiv som domänexperten inom produktfelområdet tidigare framhöll om att strukturen särskilt underlättar för nyanställda medarbetare (avsnitt 10.2). Återkopplingen från två olika perspektiv indikerar att denna nytta är tydlig från flera håll i verksamheten.

## **Jämförelse med nuvarande arbetssätt**

Den nyanställda medarbetaren beskrev att informationssökning i nuläget kräver mycket manuellt arbete. För att hitta relevant information behöver personen exempelvis gå igenom olika digitala ärendetavlor, läsa stora mängder material och leta efter mönster mellan ärenden. Information från detta arbete sammanställs därefter i en personlig kunskapsbas. Detta tar tid och riskerar att informationen förblir individuell snarare än att bli en gemensam resurs.

Med den föreslagna strukturen skulle samma information istället kunna nås genom enkel filtrering och sortering baserat på fördefinierade kategorier. Detta minskar behovet av manuellt sökarbete och gör information tillgänglig på ett mer systematiskt sätt.

## **Värdet av fördefinierade kategorier**

Den nyanställda medarbetaren lyfte även fram värdet av fördefinierade kategorier för någon som är ny i verksamheten. När man saknar erfarenhet av området är det inte alltid uppenbart vilka kategorier eller typer av information som finns och används. Fördefinierade kategorier skulle därmed kunna fungera som ett ramverk som hjälper nyanställda att snabbare förstå strukturen i arbetet och hur ärenden organiseras.

## **Jämförelse med andra verktyg**

Den nyanställda medarbetaren hade även erfarenhet av Verktyg 2 och beskrev att Verktyg 3 upplevdes som enklare och mer tillgängligt. Verktyg 2 beskrevs som mer komplext och tidskrävande att lära sig. Detta påverkar möjligheten att snabbt sätta sig in i arbetet. Observationen stödjer det val av verktyg som gjordes inom examensarbetet, eftersom användbarhet och inlärningskurva var två av kriterierna för verktygsvalet (se avsnitt 9.1).

Det bör samtidigt noteras att Verktyg 2 har funktioner som i andra avseenden kan vara fördelaktiga, exempelvis för avancerad strukturering av information. Vilket verktyg som är mest lämpligt på lång sikt beror därmed på flera faktorer.

## **Sammanfattande bedömning**

Sammanfattningsvis var återkopplingen från den nyanställda medarbetaren genomgående positiv. Strukturen bedömdes vara begriplig vid första intryck och upplevdes ha potential att underlätta arbetet, särskilt för nya medarbetare. Den minskar beroendet av personlig kunskap och möjliggör mer systematisk informationssökning än det nuvarande arbetssättet.

## **10.5 Återkoppling från person inom annat verksamhetsområde**

För att bedöma strukturens potentiella tillämpbarhet utanför enheten för ERTMS ombordsystem genomfördes även ett samtal med en person inom Trafikverket som arbetar med avvikelshanteringsverktyg inom ett annat verksamhetsområde. Under samtalet presenterades arbetets centrala idéer, inklusive nivåerna metadata, gruppering och de tre föreslagna informationsstrukturerna, samt en kort beskrivning av den praktiska tillämpningen. Detta gav möjlighet att samla in återkoppling utifrån ett bredare organisatoriskt perspektiv.

## **Organisatorisk relevans**

Den intervjuade personen lyfte fram att Trafikverket för närvarande står inför ett behov av att utveckla informationshanteringen på flera nivåer inom organisationen. Behovet är inte begränsat till en enskild enhet eller ett enskilt verksamhetsområde, utan beskrevs som en organisationsövergripande utmaning. Detta gör arbetets bidrag relevant även utanför den enhet där studien har genomförts.

## **Variation i informationshantering mellan enheter**

En central observation från samtalet var att olika verksamhetsområden inom organisationen idag har utvecklat sina egna sätt att hantera information. Olika enheter använder olika metadatafält och olika strukturer. Detta speglar att informationshantering historiskt har utvecklats lokalt inom varje område, och innebär samtidigt att samordning mellan

enheter har potential att förstärkas. Observationen sammanfaller med flera av de brister som identifierats i detta arbete, särskilt brist 1 (oenhetlig informationsinsamling) och brist 2 (begränsad spårbarhet och svaga kopplingar mellan informationsobjekt).

Under samtalet uttryckte personen intresse för möjligheten att utveckla en gemensam informationsstruktur mellan flera enheter inom verksamheten, och såg arbetet som ett möjligt utgångsläge för en sådan diskussion.

### **Vikten av krav utöver struktur**

Personen betonade särskilt att en gemensam struktur inte är tillräcklig i sig. För att informationen ska hanteras på ett enhetligt sätt mellan olika enheter behöver det även finnas tydligt fastställda krav och riktlinjer för hur informationen ska registreras, klassificeras och användas. Detta perspektiv stödjer behovet av sådana krav, vilket adresseras tekniskt i kapitel 7, även om frågor om vem som fastställer och förvaltar dem ligger utanför detta arbetes fokus.

### **Resursbehov och långsiktigt värde**

En utmaning som lyftes fram rör de resurser som krävs för att samordna och implementera en gemensam informationsstruktur mellan olika enheter. Att uppnå en enhetlig hantering kräver organisatoriska insatser och samarbete över avdelningsgränser. Personen ansåg samtidigt att en sådan investering är motiverad på lång sikt. Detta gäller särskilt med tanke på de möjligheter som en strukturerad och kvalitetssäkrad informationsbas skapar för framtida tillämpningar inom artificiell intelligens och datadriven analys. Detta perspektiv kan kopplas till krav K7.1 (datadriven analys) och K7.2 (förutsättningar för framtida automatisering).

### **Sammanfattande bedömning**

Återkopplingen från ett annat verksamhetsområde inom Trafikverket var genomgående positiv och stödde flera av arbetets centrala observationer. Strukturen, det hierarkiska arbetssättet och det medföljande kravarbetet lyftes som intressanta utgångspunkter för bredare tillämpning inom organisationen. Återkopplingen ger därmed stöd för att de principer som formulerats i detta arbete kan vara relevanta även utanför enheten för ERTMS ombordsystem. Detta perspektiv kompletterar återkopplingen från handledaren och beställaren, som presenteras härnäst, där den långsiktiga strategiska användningen inom enheten diskuteras närmare.

## **10.6 Återkoppling från handledare och beställare**

Återkoppling från examensarbetets handledare och beställare på Trafikverket samlades in genom ett skriftligt frågeformulär. Formuläret omfattade åtta frågor kring måluppfyllelse, den föreslagna strukturen, praktisk tillämpning, användbarhet, överförbarhet, värde för verksamheten samt bredare tillämpning. Handledaren har också följt arbetet löpande och tagit del av principerna, kraven, strukturförslagen och tillämpningen i sin helhet. Återkopplingen täcker därför hela arbetet på en mer detaljerad nivå än övriga perspektiv, som främst utgick från strukturen och dess realisering.

### **Relevans för verksamhetens behov**

Handledaren och beställaren bekräftade att arbetet är relevant för de behov som finns inom verksamheten, särskilt behovet av effektivare kunskapsåterföring vid felsökning. Arbetet bedömdes ha kartlagt nuläget, identifierat brister samt tagit fram ett kravunderlag som verksamheten kan bygga vidare på. Detta perspektiv bekräftar att den föreslagna grunden adresserar ett verkligt behov i den praktiska verksamheten.

### **Bedömning av den föreslagna strukturen**

Den föreslagna strukturen med tre informationsobjekt (avvikelse, känt fel och tillfällig lösning) bedömdes vara en mer omfattande lösning än en inledande enklare ansats. Efter analys av de identifierade informationsobjekten ansåg handledaren dock att strukturen utgör en effektivare väg i ett långsiktigt perspektiv. Detta motiverades med att många avvikelser i systemet är av liknande karaktär. Grupperingen av kända fel blir därför central för att koppla nya avvikelse- och felrapporter till tidigare identifierade fel. På så sätt minskar behovet av att upprepa samma analyser, vilket effektiviserar

arbetet. Detta sammanfaller med den observation som domänexperten gjorde (avsnitt 10.2) och stödjer värdet av krav K4.3 (återanvändning och kunskapsåterföring).

### **Praktisk tillämpning och överförbarhet**

Demonstrationen i Verktyg 3 bedömdes visa att strukturen är praktiskt tillämpbar. Handledaren betonade samtidigt att en mer omfattande utvärdering planeras i samband med utvecklingen av ett permanent verktygsstöd.

Strukturen bedömdes vara generell och överförbar till andra verktyg vid en framtida implementation. Valet av ett intuitivt och snabbt verktyg (Verktyg 3) betraktades som lämpligt för att snabbt kunna testa informationsstrukturen och undersöka om den kan avhjälpa identifierade brister.

### **Värde för enhetens fortsatta arbete**

Som beställare framhöll handledaren att examensarbetets främsta bidrag är att verksamhetens nuvarande arbetssätt har studerats systematiskt, brister har identifierats och en väl underbyggd lösning har formulerats med stöd av teoretiska ramverk.

Handledaren angav att verksamheten avser att använda examensarbetets kravbild som underlag för att utveckla ett permanent verktygsstöd för enhetens tekniska undersökningar gällande ombordsystem. Detta innebär att den kravbild som presenteras i kapitel 7 har en direkt praktisk tillämpning utöver det akademiska bidraget.

### **Bredare tillämpning inom Trafikverket**

Handledaren ansåg att de modeller och informationsstrukturer som examensarbetet presenterar även kan tillämpas inom avvikelshanteringen för andra system inom samma verksamhetsområde. Strukturen bedömdes vara tillräckligt generell för att stödja liknande informationsflöden inom andra delar av verksamheten. En sådan tillämpning förutsätter dock att strukturens uppbyggnad och bakomliggande principer förstås som helhet.

Handledaren framhöll också att liknande informationsflöden hanteras inom flera andra system i organisationen. Det finns därför en möjlighet att undersöka i vilken utsträckning dessa system kan dra nytta av motsvarande strukturella underlag, exempelvis en samlad kravställning. Detta lyftes som ett område med potential att utvecklas vidare i framtiden.

### **Framtida automatisering**

Som ett område för framtida arbete lyfte handledaren fram möjligheten att med tiden vidareutveckla automatiserade funktioner. Efter en tids användning av strukturen i ett verktyg bedömdes ackumulerad data kunna ge möjlighet att hitta smartare sätt att felsöka, exempelvis genom koppling till tidigare kända fel och liknande avvikelser. Detta betraktades som ett naturligt fortsatt utvecklingssteg.

### **Sammanfattande bedömning**

Återkopplingen från handledaren och beställaren var genomgående positiv. Examensarbetet bedömdes vara relevant för verksamhetens behov, presentera en strukturellt välmotiverad lösning samt utgöra ett konkret underlag för enhetens fortsatta utvecklingsarbete. Återkopplingen indikerar även att grunden har potential för bredare tillämpning inom organisationen.

Med detta perspektiv från den verksamhet där resultaten ska tillämpas kompletteras de tidigare återkopplingarna från enskilda experter, användare och en annan del av organisationen. Tillsammans utgör de fem perspektiven en sammanhållen bild av hur den föreslagna grunden bedöms både i sin tekniska utformning och i sin praktiska och strategiska relevans.

## **10.7 Uppfyllande av krav och praktisk genomförbarhet**

I detta avsnitt utvärderas i vilken utsträckning de 25 krav som formulerades i kapitel 7 kan stödjas av den föreslagna informationsstrukturen och dess tillämpning i Verktyg 3. Tillämpningen fungerar samtidigt som en demonstration

av att kraven kan realiseras i praktiken. Bedömningen baseras på den praktiska tillämpningen som beskrivs i kapitel 9 samt på återkoppling från domänexperter.

Tabell 3 visar en översikt över hur respektive krav stöds i tillämpningen. Statusen *Stöds* innebär att kravet stöds direkt i tillämpningen eller genom konfiguration av befintliga funktioner. Statusen *Stöds delvis* innebär att delar av kravet stöds, men att vissa funktioner eller vidare utveckling fortfarande behövs. Statusen *Skapar förutsättningar* innebär att arbetet lägger en grund för framtida implementation, men att kravet inte fullt ut uppfylls inom ramen för detta examensarbete.

**Tabell 3:** Översikt av hur de formulerade kraven uppfylls i den praktiska tillämpningen.

| Krav | Beskrivning                             | Status                 |
|------|-----------------------------------------|------------------------|
| K1.1 | Enhetlig struktur och metadata          | Stöds                  |
| K1.2 | Obligatoriska metadatafält              | Stöds                  |
| K1.3 | Begränsning av fritext                  | Stöds delvis           |
| K2.1 | Unika och konsekventa identifierare     | Stöds                  |
| K2.2 | Spårbarhet mellan informationsobjekt    | Stöds                  |
| K2.3 | Koppling mellan relaterade avvikelser   | Stöds                  |
| K2.4 | Spårbarhet av informationsöverföring    | Stöds                  |
| K3.1 | Systematisk klassificering              | Stöds                  |
| K3.2 | Risk- och påverkansbaserad prioritering | Stöds                  |
| K3.3 | Strukturerad dokumentation              | Stöds                  |
| K3.4 | Helhetsorienterad analys                | Stöds                  |
| K3.5 | Balans struktur och bedömning           | Stöds delvis           |
| K4.1 | Dokumentation av orsaker                | Stöds                  |
| K4.2 | Kända fel och tillfälliga lösningar     | Stöds                  |
| K4.3 | Återanvändning och kunskapsåterföring   | Stöds                  |
| K5.1 | Livscykelbaserad hantering              | Stöds                  |
| K5.2 | Tydlig statushantering                  | Stöds                  |
| K5.3 | Uppföljning av åtgärder                 | Stöds                  |
| K5.4 | Tydliga kriterier för avslut            | Stöds                  |
| K5.5 | Kontinuerlig och iterativ hantering     | Stöds                  |
| K6.1 | Strukturerad informationsdelning        | Stöds                  |
| K6.2 | Anpassning efter mottagarens behov      | Stöds                  |
| K6.3 | Tydlig ansvarsfördelning                | Stöds delvis           |
| K7.1 | Datadriven analys                       | Stöds                  |
| K7.2 | Förutsättningar för automatisering      | Skapar förutsättningar |

Sammanställningen visar att 21 av 25 krav stöds direkt av tillämpningen, medan tre krav stöds delvis och ett krav skapar förutsättningar för framtida implementation.

Kraven K1.3 (begränsning av variation i fritext), K3.5 (balans mellan struktur och professionell bedömning) och K6.3 (tydlig ansvarsfördelning) markeras som *Stöds delvis*. Den tekniska strukturen ger förutsättningar för dessa krav, men det praktiska resultatet beror även på arbetssätt, rutiner och hur väl strukturen följs i verksamheten. För K6.3 krävs dessutom organisatoriska beslut om ansvarsfördelning, vilket ligger utanför strukturens tekniska utformning.

Krav K7.2 markeras som *Skapar förutsättningar*. Tillämpningen möjliggör framtida automatisering genom strukturerad och maskinläsbar information, men någon faktisk automatisering implementerades inte inom ramen för detta arbete.

### Praktisk genomförbarhet

Uppfyllandet av kraven i tabellen ovan utgör samtidigt en bedömning av den praktiska genomförbarheten. Tillämpningen i Verktyg 3 visar att strukturen kan konfigureras och användas i ett befintligt digitalt verktyg utan att nya system

behöver utvecklas. Konfigurationen omfattade tre typer av informationsobjekt (avvikelse, känt fel och tillfällig lösning), var och en med egna metadatafält, statusar och livscykler, samt relationer mellan objekten.

Mer avancerade funktioner, exempelvis automatiserad klassificering och maskininlärning, implementerades inte inom ramen för arbetet. Tillämpningen skapar däremot förutsättningar för sådana funktioner i framtiden, eftersom informationen registreras på ett strukturerat och maskinläsbart sätt.

Det bör samtidigt noteras att tillämpningen är en demonstration av konceptet och inte en fullständig implementation. Verktöget har inte använts i daglig drift och har inte testats med ett större antal ärenden över längre tid. Återkopplingen från domänexperten indikerar dock att tillämpningen i tillräcklig grad visar att strukturen kan fungera i praktiken, även om verksamheten på sikt kan komma att använda ett annat verktyg, exempelvis Verktøy 2. Detta indikerar att den föreslagna grunden är relativt verktygsberoende, förutsatt att verktyget stödjer konfiguration av metadatafält, statusar och relationer mellan informationsobjekt.

## 10.8 Identifierade begränsningar i strukturen

Genom återkopplingen från domänexperten inom produktförelområdet identifierades två konkreta begränsningar i den föreslagna strukturen. Dessa rör strukturens utformning specifikt, snarare än studiens metodologi eller omfattning. Bredare metodologiska och studiebredda begränsningar diskuteras i kapitel 11.

**Hantering av ärenden som berör flera system.** Den föreslagna strukturen ger begränsat stöd för ärenden som inte tydligt kan placeras inom en enskild kategori. Detta gäller exempelvis ärenden som främst berör marksystem men ändå behöver registreras för framtida analys, eller ärenden där flera system påverkas samtidigt.

En möjlig vidareutveckling är att komplettera den nuvarande klassificeringen med en mer flexibel märkning, exempelvis genom taggar. Detta diskuteras vidare i avsnitt 12.2.

**Terminologi kring lösningar.** Strukturen använder begreppet *tillfälliga lösningar* som ett av de tre huvudsakliga informationsobjekten. Under utvärderingen lyftes det fram att verksamheten även arbetar med permanenta lösningar och att den nuvarande terminologin därför inte fullt ut beskriver alla typer av lösningar som behöver hanteras. En framtida vidareutveckling skulle därför kunna utöka informationsobjektet eller komplettera strukturen med ytterligare en kategori för permanenta lösningar. Detta diskuteras vidare i avsnitt 12.2.

## 10.9 Sammanfattning

Utvärderingen visar att den föreslagna grunden, bestående av principer, krav och informationsstruktur, bedöms av samtliga fem perspektiv som ett relevant och användbart underlag för fortsatt utveckling av avvikelshanteringen. Tillämpningen i Verktøy 3 demonstrerar att grunden kan realiseras i ett befintligt digitalt verktyg, och kraven stöds enligt sammanställningen i avsnitt 10.7.

Utvärderingen identifierar samtidigt två konkreta begränsningar i strukturen som bör hanteras vid en framtida vidareutveckling. Återkopplingen indikerar dessutom att grunden har potential för bredare tillämpning inom Trafikverket, även om en sådan utvidgning kräver ytterligare arbete med detaljer och organisatorisk samordning.

## 11 Diskussion

I detta kapitel diskuteras studiens resultat i relation till forskningsfrågorna, dess betydelse och dess begränsningar. Kapitlet inleds med att besvara forskningsfrågorna i tur och ordning. Därefter diskuteras resultatets betydelse, studiens begränsningar och generaliserbarhet, metodologiska reflektioner samt reflektioner över själva arbetsprocessen.

### 11.1 Besvarande av forskningsfrågor

I detta avsnitt besvaras studiens forskningsfrågor utifrån resultatet av analysen och utvärderingen. Först besvaras de fyra delfrågorna, därefter den övergripande forskningsfrågan.

#### 11.1.1 Delfråga 1: Hur är dagens avvikelshantering strukturerad?

Den första delfrågan handlar om hur dagens avvikelshantering är strukturerad ur ett informationsperspektiv, och vilken information som används för att klassificera och hänvisa avvikelser till rätt part. Nulägesbeskrivningen i kapitel 4 visar att processen omfattar flera aktörer, interna funktioner samt externa parter. Specialistfunktionen har en central och samordnande roll. Avvikelser registreras via flera olika kanaler och informationskällor, exempelvis operativa rapporter, loggverktyg, e-post och muntlig kommunikation. Detta innebär att information samlas in i flera format och med varierande detaljeringsgrad.

Klassificeringen i nuläget bygger främst på tre huvudkategorier: produktfel, kravtolkning och handhavande. Bedömningen görs ofta manuellt av specialistfunktionen utifrån tillgänglig information och tidigare erfarenhet. Den metadata som används i praktiken omfattar bland annat tidpunkt, plats, berörd sträcka, fordonsidentifikatorer och ärendeidentifikatorer. Mycket av informationen lagras dock som fritext, och en gemensam struktur för vilka metadatafält som ska registreras saknas. Det innebär att samma typ av information kan registreras på olika sätt beroende på källa och aktör.

Informationen hanteras dessutom i flera olika system och dokument, exempelvis kalkylblad, e-post och anteckningar. Detta gör att ett ärende kan få flera olika identifierare under sin livscykel, beroende på var i processen det hanteras. Sammantaget är dagens avvikelshantering en strukturerad process på en övergripande nivå, men informationshanteringen är fragmenterad och bygger till stor del på manuella arbetssätt och personberoende kunskap.

#### 11.1.2 Delfråga 2: Vilka strukturella brister finns?

Den andra delfrågan handlar om vilka strukturella brister som finns i dagens informationsstruktur, särskilt i relation till analysbarhet, spårbarhet, dokumentation av orsaker och kunskapsåterföring. Jämförelsen mellan nuläget och de metodiska principerna i kapitel 6 visar sju huvudsakliga brister.

Den första bristen rör oenhetlig informationsinsamling och varierande datakvalitet. Information registreras i olika format och med olika detaljeringsgrad. Den andra bristen rör begränsad spårbarhet och svaga kopplingar mellan informationsobjekt. Ärenden får flera identifierare i olika system, och kopplingar mellan avvikelser, analyser, beslut och åtgärder är otydliga. Den tredje bristen rör otydlig och varierande analys samt klassificering. Bedömningar bygger ofta på individuell erfarenhet snarare än gemensamma kriterier. Den fjärde bristen rör begränsad dokumentation av orsaker och återanvändning av kunskap. Bakomliggande orsaker dokumenteras inte alltid på ett strukturerat sätt, och kunskap om kända fel och tillfälliga lösningar finns ofta i informella kanaler. Den femte bristen rör begränsad uppföljning och svag livscykelhantering. Det är inte alltid tydligt vilken status ett ärende har eller på vilka grunder det betraktas som avslutat. Den sjätte bristen rör otydlig informationsdelning och beroende av manuell samverkan. Information delas via e-post, möten och direkta kontakter, utan ett gemensamt systemstöd. Den sjunde bristen rör begränsade möjligheter till datadriven analys och automatisering, eftersom information inte registreras på ett tillräckligt konsekvent och maskinläsbart sätt.

Dessa brister är inte fristående utan hänger samman. Vissa underliggande utmaningar, exempelvis personberoende arbetssätt och information som hanteras i flera olika system, återkommer i flera delar av analysen. Sammantaget visar analysen att den nuvarande informationsstrukturen inte fullt ut stödjer analysbarhet, spårbarhet, dokumentation av orsaker eller kunskapsåterföring. Brist 3 och brist 7 påverkar särskilt analysbarheten, eftersom varierande klassificering

och ostrukturerad information försvårar både enskilda analyser och datadriven analys över tid. Detta bekräftar att problemet är av strukturell karaktär och kräver en mer sammanhängande informationshantering.

### 11.1.3 Delfråga 3: Vilka metodiska principer och krav kan identifieras?

Den tredje delfrågan handlar om vilka metodiska principer som kan stödja en mer enhetlig avvikelshantering, samt hur dessa kan konkretiseras i form av krav. Genom analys av etablerade ramverk (FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012) formulerades sju metodiska principer i kapitel 5. Principerna täcker informationsinsamling och informationskvalitet, spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt, systematisk analys och klassificering, orsaksanalys och lärande, slutna process och livscykelhantering, samverkan och informationsdelning, samt datastöd för analys och automatisering.

Principerna är formulerade på en generell nivå och beskriver vad som bör finnas i avvikelshantering. För att de ska kunna användas i praktiken behöver de konkretiseras. Detta gjordes i form av 25 krav i kapitel 7, fördelade på sju kravområden som direkt motsvarar de sju principerna. Medan principerna beskriver *vad* som bör finnas på plats, beskriver kraven *vilka strukturella egenskaper* informationen behöver ha för att stödja avvikelshantering.

Tillsammans utgör principerna och kraven en sammanhängande grund som inte är beroende av ett specifikt verktyg. Grunden kan användas både för att utforma informationsstruktur och som stöd vid val eller kombination av digitala verktyg. Den teoretiska förankringen i etablerade ramverk stärker dessutom grundens giltighet. FRACAS bidrar med fokus på spårbarhet och slutna loop. ITIL bidrar med struktur för incident-, problem- och kunskapshantering. ISO/IEC 25012 bidrar med en referensram för datakvalitet. Genom denna kombination täcks både operativ hantering och långsiktigt lärande inom samma grund.

### 11.1.4 Delfråga 4: Hur kan befintliga digitala verktyg fungera som tillämpningsfall?

Den fjärde delfrågan handlar om hur befintliga digitala verktyg kan fungera som tillämpningsfall för den föreslagna metodiken, och vilka anpassningar som krävs. Resultatet visas i kapitel 8 och kapitel 9. Tre konceptuella strukturförslag togs fram. Förslag 1 samlar all information om ett ärende i ett gemensamt informationsobjekt. Förslag 2 delar upp processen i flera informationsobjekt med egna livscykler. Förslag 3 utökar denna uppdelning med separata informationsobjekt för avvikelser, kända fel och tillfälliga lösningar. Förslag 3 valdes som utgångspunkt för tillämpningen eftersom det adresserar flest av de identifierade kraven, särskilt inom områdena spårbarhet, kunskapsåterföring och datadriven analys.

Tillämpningen genomfördes i Verktyg 3, ett befintligt verktyg inom organisationen. Konfigurationen omfattade tre typer av informationsobjekt med egna metadatafält, statusar, livscykler och relationer. Tillämpningen visar att 21 av de 25 kraven kan stödjas direkt genom konfiguration av befintliga funktioner. Tre krav stöds delvis och ett krav skapar förutsättningar för framtida implementation. Detta indikerar att huvuddelen av kraven kan realiseras utan att nya system behöver utvecklas.

Anpassningarna som krävdes var främst konfigurationsmässiga snarare än utvecklingsmässiga. Metadatafält definierades, statusar för olika informationsobjekt skapades, och relationer mellan objekten konfigurerades. Vissa krav, exempelvis K1.3 (begränsning av variation i fritext) och K3.5 (balans mellan struktur och professionell bedömning), kan inte fullt ut säkerställas genom teknisk konfiguration. De beror även på arbetssätt och rutiner i verksamheten. Detta visar att tekniska och organisatoriska aspekter är beroende av varandra, även om denna studie främst fokuserar på den tekniska informationsstrukturen.

Återkopplingen från utvärderingen i kapitel 10 bekräftar att tillämpningen fungerar som en rimlig demonstration av konceptet. Handledaren och beställaren bedömde att strukturen är generell och kan överföras till andra verktyg vid framtida implementation. Specialisten inom produktfelområdet noterade samtidigt att Verktyg 2 kan vara ett naturligt val för en mer omfattande framtida implementation, särskilt om behovet av integration med marksystem ökar. Detta stödjer slutsatsen att den föreslagna grunden är relativt verktygsberoende, förutsatt att det valda verktyget stödjer konfiguration av metadatafält, statusar och relationer mellan informationsobjekt.

### 11.1.5 Övergripande forskningsfråga

Den övergripande forskningsfrågan lyder: *Hur kan en strukturerad informationshantering, med stöd av befintliga digitala verktyg, stärka analysbarhet, spårbarhet och kunskapsåterföring i avvikelshantering inom en komplex teknisk kontext, samt skapa förutsättningar för framtida automatisering?*

Genom syntesen av de fyra delfrågorna kan denna fråga besvaras på följande sätt. En strukturerad informationshantering kan stärka avvikelshantering genom en sammanhängande grund bestående av metodiska principer och konkreta krav som tillsammans utformar informationsstrukturen. Grunden adresserar de strukturella brister som identifierats i nuläget. Den bidrar till analysbarhet genom enhetlig informationsinsamling, systematisk klassificering och möjligheter till helhetsorienterad analys. Den bidrar till spårbarhet genom unika identifierare, tydliga relationer mellan informationsobjekt och en sammanhängande livscykel. Den bidrar till kunskapsåterföring genom separata informationsobjekt, exempelvis för kända fel och tillfälliga lösningar, som möjliggör återanvändning av tidigare analyser.

Befintliga digitala verktyg kan användas som tillämpningsfall genom konfiguration av redan tillgängliga funktioner, utan att nya system behöver utvecklas. Detta minskar behovet av nya upphandlingar och tekniska investeringar. Det skapar samtidigt förutsättningar för framtida automatisering, eftersom strukturerad och maskinläsbar information utgör grunden för datadriven analys och mer avancerade funktioner såsom automatiserad klassificering och mönsteridentifiering.

Frågan har därmed besvarats genom en grund som är både teoretiskt förankrad i etablerade ramverk och praktiskt tillämpbar inom en konkret verksamhet. Grunden adresserar de fyra centrala aspekterna, analysbarhet, spårbarhet, kunskapsåterföring och förutsättningar för automatisering, på ett sammanhängande sätt. De fyra aspekterna är dessutom ömsesidigt beroende. En strukturerad informationshantering förbättrar spårbarhet, vilket möjliggör analys och återanvändning av kunskap, vilket i sin tur skapar grunden för framtida automatisering.

## 11.2 Resultatets betydelse

Resultatets betydelse kan diskuteras både för Trafikverket och i ett bredare akademiskt och praktiskt sammanhang.

### Betydelse för Trafikverket

För Trafikverket utgör studien ett konkret underlag för fortsatt utveckling av avvikelshantering inom ERTMS ombordsystem. Återkopplingen från handledaren och beställaren visar att verksamheten avser att använda kravbilden från detta arbete som underlag för att utveckla ett permanent verktygsstöd för tekniska undersökningar (se kapitel 10, avsnitt 10.6). Detta innebär att arbetets resultat har en konkret praktisk betydelse utöver det akademiska bidraget.

Återkopplingen från personen inom ett annat verksamhetsområde tyder dessutom på att grunden har potential för bredare tillämpning inom organisationen. Återkopplingen tydde på att liknande utmaningar med fragmenterad information och begränsad kunskapsåterföring kan förekomma även i andra delar av Trafikverket. Grunden kan därför fungera som ett gemensamt referensunderlag för flera enheter, även om varje enhet behöver anpassa detaljerna efter sina specifika behov.

### Bredare akademisk och praktisk betydelse

I ett bredare sammanhang bidrar studien till förståelsen av hur etablerade ramverk inom avvikelshantering kan kombineras och tillämpas i en komplex teknisk kontext. FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012 har här använts tillsammans. Genom att kombinera dem täcks både operativ hantering, långsiktigt lärande och datakvalitet inom samma grund.

Studien bidrar även med ett konkret exempel på hur principer och krav kan konkretiseras till en informationsstruktur som kan realiseras i ett befintligt verktyg. Detta är relevant för organisationer som vill förbättra sin avvikelshantering utan att utveckla nya system. Resultaten kan därför vara relevanta även för andra järnvägsorganisationer som arbetar med ERTMS eller liknande komplexa tekniska system. Indikationer på att behovet sträcker sig utöver den lokala kontexten diskuteras vidare i avsnitt 11.3.

Slutligen indikerar studien att informationsstruktur och metadata är centrala förutsättningar för framtida automatisering. Detta är i linje med tidigare forskning som lyfter behovet av hög datakvalitet och strukturerad information för

att möjliggöra datadrivna metoder och artificiell intelligens.<sup>[8;9]</sup> Studien tydliggör att grundläggande strukturarbete behöver komma före avancerade automatiseringsfunktioner, snarare än efter.

### **11.3 Studiens begränsningar och generaliserbarhet**

Studiens resultat behöver tolkas i ljuset av flera begränsningar. Dessa rör utvärderingens upplägg, studiens omfattning samt resultatens överförbarhet.

#### **Avgränsning i djupet**

Studien behandlar de tre huvudkategorierna produktfel, kravtolkning och handhavande på en övergripande nivå. Varje kategori har egna detaljerade processer, aktörer och möjliga metadatabehov som inte kartlagts inom detta arbete. Exempelvis kan produktfel kräva metadata kring leverantör och komponentversion, medan kravärenden kräver referenser till specifika krav och deras versionshistorik. En djupare analys av varje process ligger utanför arbetets omfattning men identifieras som relevant fortsatt arbete.

#### **Utvärderingens upplägg**

Utvärderingen i detta arbete baseras på expertåterkoppling snarare än empirisk validering över tid. Detta innebär att grundens långsiktiga påverkan på avvikelshanteringens effektivitet, kvalitet och spårbarhet inte har kunnat mätas i praktiken. En empirisk validering där grunden används i det dagliga arbetet under en längre period skulle kunna ge bättre förståelse för hur strukturen påverkar arbetssätt, informationskvalitet och samarbete över tid.

Återkopplingen samlades in från fem perspektiv, vilket är ett medvetet val för att fånga olika synvinklar. Detta ger djup i återkopplingen, men innebär samtidigt att resultatet inte kan generaliseras på samma sätt som en bredare undersökning skulle ha möjliggjort.

Frågornas utformning utgör också en begränsning. Vissa frågor var ledande och kunde besvaras med ja eller nej, vilket kan ha påverkat svaren. Det gäller särskilt det skriftliga frågeformuläret till handledaren, som besvarades utifrån rollen som beställare och inte kunde följas upp med direkta följdfrågor. I de muntliga intervjuerna fick deltagarna däremot utveckla sina svar fritt. Återkopplingen bör därför ses som en indikation, inte som ett slutgiltigt bevis.

#### **Involvering och oberoende i utvärderingen**

En central reflektion rör balansen mellan involvering och oberoende. Flera av de personer som bidragit med återkoppling har även deltagit i utvecklingen av grunden under tidigare faser. Detta medför att återkopplingen kan ha en viss positiv bias, men ger samtidigt värdefull insikt från personer med djup förståelse för både problemet och den föreslagna lösningen. För att balansera detta inkluderades även återkoppling från personer utan tidigare involvering, exempelvis den seniora specialisteringenjören inom kravområdet, den nyanställda medarbetaren och personen inom ett annat verksamhetsområde. Detta bidrog till en mer nyanserad bild, men eliminerar inte risken för bias helt.

#### **Studiens omfattning**

Studien är avgränsad till en specifik enhet inom Trafikverket, ERTMS ombordsystem. Principerna och kraven har utformats på en generell nivå, men har inte testats inom andra verksamhetsområden i detta arbete. Återkopplingens generaliserbarhet är därför begränsad. Indikationer på bredare relevans framkom genom återkopplingen från personen inom ett annat verksamhetsområde, men en systematisk undersökning av överförbarheten ligger utanför arbetets omfattning.

#### **Generaliserbarhet**

Trots dessa begränsningar finns det flera indikationer på att resultaten kan ha bredare tillämpning. Återkopplingen från personen inom ett annat verksamhetsområde inom Trafikverket tydde på att liknande utmaningar kan förekomma även i andra delar av organisationen. Under arbetets gång deltog författaren även i ERTMS 2026-konferensen i Valenciennes, arrangerad av European Union Agency for Railways (ERA).<sup>[24]</sup> Konferensens fokus på standardisering, digitalisering och interoperabilitet<sup>[5]</sup> indikerar att behovet av strukturerad informationshantering inte är begränsat till

den lokala kontexten utan är aktuellt även på europeisk nivå. Principerna och kraven är dessutom formulerade på en generell nivå utifrån etablerade ramverk (FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012), vilket stärker deras potential för bredare användning. Systematisk validering av denna generaliserbarhet föreslås som framtida arbete (avsnitt 12.2).

#### **11.4 Metodologiska reflektioner**

Den metodik som använts i arbetet, en kvalitativ, abduktiv och designorienterad ansats med explorativt syfte, bedöms ha fungerat väl för det aktuella problemområdet. Den abduktiva ansatsen, där empiri och teori används iterativt, gav möjlighet att förankra de identifierade bristerna både i verksamhetens praktiska erfarenheter och i etablerade ramverk. Detta stärkte både relevansen och giltigheten i de formulerade principerna och kraven.

Den designorienterade ansatsen gjorde det möjligt att gå bortom en ren nulägesbeskrivning och formulera en konkret grund för fortsatt utveckling. Genom de konceptuella strukturförslagen och tillämpningen i Verktyg 3 kunde principerna och kraven prövas i praktiken, även om en fullständig empirisk validering inte var möjlig inom tidsramen. Detta arbetssätt bedöms vara väl lämpat för det aktuella problemområdet.

Användningen av etablerade ramverk som analytiskt raster var ett centralt metodval. Genom att kombinera FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012 kunde flera perspektiv vägas in i analysen. Ramverken kompletterar varandra på ett sätt som inte hade varit möjligt med ett enskilt ramverk. Samtidigt innebär detta val att andra ramverk inom kvalitetsledning och processförbättring inte ingick i analysen. En annan kombination av ramverk hade möjligen kunnat ge andra perspektiv.

En aspekt som hade kunnat göras annorlunda är datainsamlingen. Samtal och observationer genomfördes inom ramen för en pågående praktiktjänstgöring, snarare än som formella forskningsintervjuer. Detta gav fördelar i form av naturlig tillgång till verksamheten och möjlighet till kontinuerlig dialog. Samtidigt innebär det att informationen inte kunde analyseras genom systematisk kvalitativ kodning. Mer formella semistrukturerade intervjuer hade kunnat ge ett mer enhetligt empiriskt material, men hade samtidigt riskerat att förlora den naturliga insikt som följer av deltagande i det dagliga arbetet.

Utvärderingen genom expertåterkoppling bedöms ha fungerat som en pragmatisk metod inom arbetets tidsram, även om den inte ersätter en bredare empirisk validering. Återkopplingen från fem perspektiv gav en nyanserad bild, även om en bredare och mer kvantitativt orienterad utvärdering hade kunnat stärka generaliserbarheten. Den kombinerade användningen av semistrukturerade intervjuer och skriftligt frågeformulär gav flexibilitet i hur återkopplingen samlades in från olika typer av perspektiv.

#### **11.5 Reflektion över arbetsprocessen**

Utöver de metodologiska aspekterna finns det också reflektioner över själva arbetsprocessen som är relevanta för förståelsen av studiens resultat.

##### **Tvärsnittet mellan teknik och organisation**

En viktig insikt under arbetets gång var att avvikelshantering är ett brett område som innehåller både tekniska och organisatoriska delar. Arbetet fokuserade främst på informationsstruktur och metadata, men det blev tydligt att information inte kan hanteras separat från processer, arbetssätt och personer som arbetar med den. Detta sammanfaller med det sociotekniska perspektivet, där tekniska och sociala delar av ett system ses som ömsesidigt beroende.<sup>[25]</sup> Informationshantering handlar därför inte enbart om teknik, utan även om samarbete och kommunikation mellan olika funktioner.

##### **Värdet av etablerade ramverk**

Genom att utgå från FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012 kunde arbetet bygga vidare på principer som redan används inom andra områden. Detta gav arbetet en tydligare teoretisk grund. Samtidigt blev det tydligt att etablerade ramverk inte alltid kan användas direkt utan behöver anpassas till den aktuella verksamheten och dess behov. Detta visar både ramverkens styrka som referens och deras begränsning som direkt tillämpbar lösning.

### **Iterativ utveckling tillsammans med domänexperter**

Strukturförslag 3, som senare användes i tillämpningen, växte fram genom diskussioner med personer som arbetar praktiskt med produktfel och leverantörskontakter. Deras erfarenhet bidrog till att göra strukturen mer relevant och bättre anpassad till verksamhetens faktiska behov. Detta visar värdet av iterativ utveckling i nära samarbete med domänexperter i en designorienterad studie.

### **Avgränsning som kontinuerlig utmaning**

En återkommande utmaning under arbetet var att avgränsa omfattningen. Avvikelsehantering är ett brett område där många delar hänger ihop, exempelvis processer, ansvar, kompetens, kultur och teknik. Det krävde kontinuerlig reflektion för att hålla fokus på informationsstruktur och metadata utan att arbetet blev för brett. På samma sätt var det en utmaning att översätta generella principer till konkreta krav och strukturer, eftersom etablerade ramverk är skrivna på en hög abstraktionsnivå medan en praktiskt användbar lösning behöver vara mer konkret.

### **Val av verktyg som påverkande faktor**

Valet av digitalt verktyg för tillämpningen var en avvägning mellan tidsram, anpassningsbarhet och tillgängliga resurser. Verktyg 3 valdes utifrån dessa kriterier, men det är möjligt att ett annat verktyg, exempelvis Verktyg 2, hade gett andra resultat. Detta visar att själva tillämpningen påverkas av vilket verktyg som används, även om den underliggande grunden i sig är relativt verktygsberoende.

## 12 Slutsats och framtida arbete

Detta kapitel sammanfattar studiens centrala slutsatser och föreslår möjliga riktningar för framtida arbete.

### 12.1 Slutsats

Studien har undersökt hur en strukturerad informationshantering, med stöd av befintliga digitala verktyg, kan stärka analysbarhet, spårbarhet och kunskapsåterföring i avvikelshantering inom en komplex teknisk kontext, samt skapa förutsättningar för framtida automatisering. Arbetet har genomförts inom Trafikverkets enhet för ERTMS ombord-system, men resultaten är formulerade på en generell nivå.

Studiens centrala bidrag är en *verktygsberoende grund* för utveckling, val och kombination av digitala verktyg som stödjer avvikelshantering. Grunden består av fyra sammanhängande resultat på olika abstraktionsnivåer:

- **Metodiska principer** (kapitel 5) formulerade utifrån etablerade ramverk (FRACAS, ITIL och ISO/IEC 25012). Principerna beskriver vad som bör finnas i avvikelshanteringen ur ett informationsperspektiv.
- **Konkreta krav** (kapitel 7) som konkretiserar principerna och beskriver vilka strukturella egenskaper informationen behöver ha. Sammanlagt formulerades 25 krav fördelade på sju kravområden.
- **Konceptuella strukturförslag** (kapitel 8) som visar hur kraven kan realiseras på olika sätt. Tre alternativa strukturer presenterades, från en enkel samlad struktur till en mer avancerad uppdelning med separata informationsobjekt för avvikelser, kända fel och tillfälliga lösningar.
- **Praktisk tillämpning** (kapitel 9) i ett befintligt digitalt verktyg, som demonstrerar att kraven är realiserbara genom konfiguration av redan tillgängliga funktioner.

Tillsammans utgör principerna och kraven en grund som inte är beroende av ett specifikt digitalt verktyg. Grunden kan användas både för att utforma informationsstruktur och som stöd vid val eller kombination av verktyg. Strukturförslagen och tillämpningen demonstrerar att grunden kan realiseras i praktiken.

Studien har visat att informationen i nuläget är fragmenterad och spridd över flera system, format och medarbetares minnen. Detta begränsar fyra centrala aspekter av avvikelshanteringen: *analysbarhet*, *spårbarhet*, *kunskapsåterföring* och *förutsättningar för framtida automatisering*. Dessa fyra aspekter är ömsesidigt beroende. En strukturerad informationshantering förbättrar spårbarhet, vilket i sin tur möjliggör analys och återanvändning av kunskap, vilket på sikt skapar grunden för automatisering.

Tillämpningen i Verktyg 3 visade att 21 av de 25 formulerade kraven kan stödjas direkt genom konfiguration av befintliga funktioner, tre krav stöds delvis och ett krav skapar förutsättningar för framtida implementation. Detta indikerar att huvuddelen av kraven kan realiseras utan att nya system behöver utvecklas. De krav som endast stöds delvis beror även på arbetssätt och rutiner i verksamheten, vilket visar att tekniska och organisatoriska aspekter är beroende av varandra.

Utvärderingen genom expertåterkoppling från fem perspektiv inom Trafikverket indikerade att grunden bedöms vara relevant och tillämpbar. Domänexperterna och den nyanställda medarbetaren lyfte konkreta praktiska fördelar, särskilt kring återanvändning av tidigare kunskap och tillgängliggörande av information för nya medarbetare. En person inom ett annat verksamhetsområde uttryckte intresse för att grunden skulle kunna vara överförbar till andra delar av organisationen. Handledaren och beställaren framhöll slutligen att verksamheten avser att använda kravbilden som underlag för utveckling av ett permanent verktygstöd inom enheten.

Studiens forskningsfråga har därmed besvarats. En verktygsberoende grund i form av metodiska principer och konkreta krav kan stärka analysbarhet, spårbarhet och kunskapsåterföring i avvikelshantering inom en komplex teknisk kontext, samt skapa förutsättningar för framtida automatisering. Resultatet bidrar både till akademisk förståelse av informationsstruktur i komplexa system och till praktisk tillämpning inom Trafikverket.

### 12.2 Framtida arbete

Studien har lagt en grund. Men en grund är bara en början. För att den ska bli ett system som fungerar i det dagliga arbetet återstår flera steg. I detta avsnitt beskrivs först de tekniska utvecklingsområden som följer direkt av studiens

resultat. Därefter berörs kortfattat övriga aspekter som behöver hanteras parallellt, men som ligger utanför detta arbetes fokus.

### **Tekniska utvecklingsområden**

Följande områden utgör en naturlig fortsättning på det tekniska arbete som genomförts i studien. De är formulerade som möjliga riktningar, inte som en färdig plan.

**Detaljerad utformning av metadatafält.** Grunden beskriver metadatafält på en konceptuell nivå. Inför implementation behöver varje fält specificeras i detalj. Detta omfattar datatyp, om fältet är obligatoriskt eller frivilligt, vilka värden som är tillåtna samt regler för validering. Utan en sådan specifikation finns en risk att information registreras på olika sätt, vilket återskapar samma problem som finns i nuläget. Specifikationen behöver också ta hänsyn till att de tre huvudkategorierna kan ha olika behov. Produktfel kan exempelvis kräva metadata kring leverantör och komponentversion, medan kravtolkning kan kräva referenser till specifika krav och deras versionshistorik. En fördjupad processkartläggning av varje kategori kan identifiera vilka metadatafält som är gemensamma och vilka som är specifika för respektive kategori. Ett sådant arbete bygger vidare på kartläggningen i denna studie.

**Slutgiltigt val av struktur och eventuella tillägg.** När en fördjupad kartläggning av varje huvudkategori har genomförts behöver det fattas ett slutgiltigt beslut om hur strukturen ska se ut i den färdiga lösningen. Detta omfattar val mellan de presenterade strukturförslagen, eller en kombination av dem, samt om strukturen behöver kompletteras med ytterligare informationsobjekt utöver de tre som föreslagits i detta arbete. Två konkreta utvecklingsområden har redan identifierats i utvärderingen (se avsnitt 10.8): ett separat informationsobjekt för permanenta lösningar samt en mer flexibel märkning, exempelvis genom taggar, för ärenden som berör flera system samtidigt. Sådana taggar bör dock användas med försiktighet och i första hand som ett sätt att utforska återkommande mönster innan de eventuellt formaliseras som egna kategorier. Om taggar används utan tydliga riktlinjer finns en risk att informationen blir lika fragmenterad som i nuläget. Andra behov kan framkomma i samband med den fördjupade kartläggningen av respektive kategori.

**Hantering av loggfiler och samverkan med externa aktörer.** En del avvikelser kräver att tekniska loggfiler delas med externa aktörer, exempelvis leverantörer, för fördjupad analys. Den föreslagna strukturen bör därför kunna hantera koppling av loggfiler och andra bilagor till informationsobjekten. Den bör även stödja spårbarhet kring vilka filer som har delats, med vem och vid vilken tidpunkt. Detta ger en tydligare överblick över informationsflödet mellan interna och externa parter och minskar behovet av manuell uppföljning.

**Val mellan verktyg på lång sikt.** Tillämpningen genomfördes i Verktyg 3 eftersom det var snabbt att konfigurera och enkelt att använda. Specialisten inom produktfelområdet noterade samtidigt att Verktyg 2 kan vara ett naturligt val på lång sikt, särskilt om behovet av integration med marksystem ökar. Ett framtida arbete kan jämföra verktygen mer systematiskt och undersöka om grunden bör flyttas eller om båda verktygen kan användas parallellt.

**Datadriven analys och automatisering på sikt.** När grunden har använts under en längre tid kommer en betydande mängd strukturerad information att ha samlats in. Detta skapar förutsättningar för mer avancerade funktioner, exempelvis visualisering av mönster över tid, automatiserad klassificering baserad på tidigare ärenden samt beslutsstöd vid felsökning. Som handledaren framhöll i utvärderingen kan ackumulerad data på sikt användas för att hitta smartare sätt att felsöka, exempelvis genom att föreslå tidigare kända fel som liknar en ny avvikelse. Sådant utveckling kräver dock både tillräcklig datamängd och tillgång till lämpliga verktyg. Strukturerad information är en förutsättning för automatisering, snarare än ett resultat av den.

**Utvidgning till andra verksamhetsområden.** Återkopplingen från en person inom ett annat verksamhetsområde indikerar att grunden kan vara relevant även utanför enheten för ERTMS ombordsystem. Hur väl grunden fungerar i andra delar av organisationen behöver dock undersökas systematiskt. Detta gäller även hur grunden kan stödja sammankoppling av information mellan enheter. På längre sikt kan grundens överförbarhet även prövas i andra organisationer som arbetar med liknande typer av avvikelshantering, vilket skulle ge en bredare bild av dess generaliserbarhet.

## **Övriga aspekter att hantera parallellt**

Utöver de tekniska utvecklingsområdena finns flera övriga aspekter som behöver hanteras i samband med ett vidare utvecklingsarbete. Dessa omfattar exempelvis pilottest och stegvist införande, utbildning och stödmaterial för användarna, ansvarsfördelning och roller, uppföljning av hur grunden används samt frågor om säkerhet och dataskydd. Hit hör även förvaltning av gemensamma kategorier över tid samt samordning mellan olika aktörer som berörs av avvikelshantering. Dessa aspekter är väl kända inom verksamheten och nämns här endast för fullständighetens skull. De är centrala för en fullständig verksamhetslösning men ligger utanför detta arbets fokus, som är inriktat på informationsstruktur och metadata.

Slutligen kvarstår behovet av empirisk validering över tid. Den nuvarande utvärderingen baseras på expertåterkoppling och har inte kunnat mäta hur grunden påverkar det dagliga arbetet i praktiken. Validering under en period av användning, gärna kompletterad med mer formella semistrukturerade intervjuer, skulle ge en tydligare bild av grundens långsiktiga värde.

## Referenser

- [1] Trafikverket. Om järnvägens dåtid, nutid och framtid, 2025. URL <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/jarnkoll--fakta-om-svensk-jarnvag/om-jarnvagens-datid-nutid-och-framtid/>. Hämtad 2026.
- [2] Trafikverket. Ett nytt digitalt signalsystem för järnvägen, 2023. URL <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ett-nytt-digitalt-signalsystem-for-jarnvagen/>. Hämtad 2026.
- [3] Transportstyrelsen. Krav på fordonsbaserad trafikstyrning och signalering, 2024. URL <https://www.transportstyrelsen.se/sv/jarnvag/till-dig-i-branschen/tekniskt-godkannande/godkannande-av-jarnvagsfordon/krav-pa-fordonsbaserad-trafikstyrning-och-signalering/>. Hämtad 2026.
- [4] European Union Agency for Railways. ERTMS – European rail traffic management system, 2023. URL [https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms\\_en](https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms_en). Hämtad 2026.
- [5] European Union Agency for Railways. Rail is at the heart of Europe’s priorities, 2025. URL <https://www.era.europa.eu/content/rail-heart-europes-priorities>. Hämtad 2026.
- [6] European Commission. Subsystems and constituents of the ERTMS, 2024. URL [https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work/subsystems-and-constituents-ertms\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/ertms/what-ertms-and-how-does-it-work/subsystems-and-constituents-ertms_en). Hämtad 2026.
- [7] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Pearson, 10 edition, 2016.
- [8] Gregory Vial. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28(2):118–144, 2019.
- [9] Naveen Kumar Chandu. Transforming incident management: Leveraging artificial intelligence for enhanced detection, classification, and resolution. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(5):938–945, 2025. doi: 10.32996/jcsts.2025.7.5.108.
- [10] Anagha Shastri and G. T. Thampi. Automation of IT service management processes. In *2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3)*. IEEE, 2021. doi: 10.1109/ICAC353642.2021.9697243.
- [11] U.S. Department of Defense. Failure reporting, analysis and corrective action taken (FRACAS). Technical Report MIL-HDBK-2155, Department of Defense, Washington, D.C., December 1995. Supersedes MIL-STD-2155 (1985).
- [12] American Institute of Aeronautics and Astronautics. Performance-based failure reporting, analysis and corrective action system (FRACAS) requirements. Technical Report ANSI/AIAA S-102.1.4-2019, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2019.
- [13] Meng Zhang, Chunsheng Cui, Shulin Liu, and Xiaojian Yi. Reliability technology using FTA, FMECA, FHA and FRACAS: A review. In *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC)*, pages 282–291. IEEE, 2021. doi: 10.1109/SDPC52933.2021.9563512.
- [14] AXELOS. *ITIL Foundation: ITIL 4 Edition*. The Stationery Office (TSO), London, 2019. ISBN 9780113316076.
- [15] Richard Y. Wang and Diane M. Strong. Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4):5–33, 1996.
- [16] International Organization for Standardization. ISO/IEC 25012:2008 Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Data quality model. ISO Standard, 2008. URL <https://www.iso.org/standard/35736.html>. Hämtad 2026.

- [17] John W. Creswell. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 3 edition, 2009.
- [18] Anna Dubois and Lars-Erik Gadde. Systematic combining: An abductive approach to case research. *Journal of Business Research*, 55(7):553–560, 2002.
- [19] Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park, and Sudha Ram. Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105, 2004.
- [20] Ken Peffers, Tuure Tuunanen, Marcus A. Rothenberger, and Samir Chatterjee. A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3):45–77, 2007.
- [21] Jon Iden and Tom Roar Eikebrokk. Implementing IT service management: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 33(3):512–523, 2013.
- [22] Alan Bryman. *Social Research Methods*. Oxford University Press, 5 edition, 2016.
- [23] Ulla H. Graneheim and Berit Lundman. Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2):105–112, 2004.
- [24] European Union Agency for Railways. ERTMS 2026 Conference Agenda, 2026. URL <https://www.era.europa.eu/agenda/agenda-ertms-2026-conference>. Valenciennes, France. Hämtad 2026.
- [25] Gordon Baxter and Ian Sommerville. Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23(1):4–17, 2011.

## A Appendix - Extraktion och gruppering av metodiska principer

Detta appendix redovisar i detalj hur de metodiska principerna i kapitel 5 har tagits fram. Arbetet genomfördes i tre steg, i enlighet med den analysmetod som beskrivs i avsnitt 3.4: (i) extraktion av preliminära principer från de analyserade ramverken, (ii) tematisk gruppering av principerna, samt (iii) abstraktion av de tematiska grupperna till de slutliga metodiska principerna. Resultatet av varje steg redovisas i tabellerna 4, 5 och 6.

### A.1 Extraktion av principer

I det första steget identifierades centrala begrepp och arbetssätt i de analyserade ramverken FRACAS, ITIL (*Incident, Problem* och *Knowledge Management*) samt den internationella standarden ISO/IEC 25012 för datakvalitet. Dessa tolkades och omformulerades till preliminära principer (i tabellerna nedan benämnda *extraherad princip*), vilka redovisas i tabell 4. Varje princip har tilldelats en unik kod (P1–P29) som används för spårbarhet i de följande stegen.

Kolumnen *Källa* anger det ramverk som principen är grundad i. Formuleringen är en tolkning anpassad till den studerade kontexten, inte ett ordagrant citat.

**Tabell 4:** Extraktion av preliminära principer från analyserade ramverk

| Principkod | Källa          | Extraherad princip                                                                                                          |
|------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1         | FRACAS         | Information ska samlas in på ett enhetligt och strukturerat sätt                                                            |
| P2         | FRACAS         | Data ska vara tillförlitlig för att kunna användas i analys                                                                 |
| P3         | FRACAS         | Alla objekt i processen ska kunna kopplas ihop                                                                              |
| P4         | FRACAS         | Analys av avvikelser ska genomföras systematiskt och dokumenteras på ett sätt som möjliggör återanvändning och jämförbarhet |
| P5         | FRACAS         | Analysen ska fokusera på att identifiera rotorsaker snarare än enbart symptom                                               |
| P6         | FRACAS         | Avvikelsehantering ska vara en sluten process där åtgärder implementeras, verifieras och följs upp                          |
| P7         | FRACAS         | Insamlad data ska struktureras så att den möjliggör analys av trender och faktabaserade beslut                              |
| P8         | FRACAS         | Informationsflödet ska stödja samverkan mellan olika aktörer och system över organisatoriska gränser                        |
| P9         | FRACAS         | Resultat från avvikelsehantering ska återföras till organisationen för lärande och förbättring                              |
| P10        | ITIL Incident  | Alla incidenter ska registreras enhetligt                                                                                   |
| P11        | ITIL Incident  | Incidenter ska prioriteras baserat på påverkan                                                                              |
| P12        | ITIL Incident  | Data ska kunna kopplas mellan ärenden                                                                                       |
| P13        | ITIL Incident  | Information ska vara spårbar över tid och aktörer                                                                           |
| P14        | ITIL Incident  | Processen ska stödja informationsdelning och samverkan mellan flera aktörer                                                 |
| P15        | ITIL Incident  | Incidentdata ska användas för förbättring                                                                                   |
| P16        | ITIL Problem   | Fokus ska ligga på rotorsaker                                                                                               |
| P17        | ITIL Problem   | Analys bör prioriteras baserat på risk                                                                                      |
| P18        | ITIL Problem   | Problem ska analyseras ur ett helhetsperspektiv                                                                             |
| P19        | ITIL Problem   | Kända fel och workarounds ska dokumenteras                                                                                  |
| P20        | ITIL Problem   | Incidenter, problem och lösningar ska kopplas samman                                                                        |
| P21        | ITIL Problem   | Problemhantering bidrar till förbättring                                                                                    |
| P22        | ITIL Knowledge | Information ska anpassas till kontext och användare                                                                         |
| P23        | ITIL Knowledge | Rätt information ska nå rätt mottagare vid rätt tidpunkt                                                                    |
| P24        | ITIL Knowledge | Kunskap ska struktureras och organiseras                                                                                    |
| P25        | ITIL Knowledge | Kunskap ska kunna återanvändas                                                                                              |
| P26        | ITIL Knowledge | Både strukturerad och ostrukturerad data ska kunna hanteras                                                                 |

| Principkod | Källa          | Extraherad princip                                                                                                                                                     |
|------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P27        | ITIL Knowledge | Information förändras över tid och ska hanteras därefter                                                                                                               |
| P28        | ITIL Knowledge | Kunskap är en värdefull resurs som ska bevaras inom organisationen                                                                                                     |
| P29        | ISO/IEC 25012  | Data ska uppfylla inneboende kvalitetsegenskaper såsom <i>accuracy</i> , <i>completeness</i> och <i>consistency</i> för att kunna användas i analys och automatisering |

## A.2 Tematisk gruppering

I det andra steget grupperades de preliminära principerna i övergripande teman baserat på funktion och syfte. Syftet med grupperingen var att minska komplexiteten och identifiera strukturella idéer som återkommer i flera ramverk. Resultatet redovisas i tabell 5.

**Tabell 5:** Tematisk gruppering av extraherade principer

| Principkod | Tematisk grupp                               | Extraherad princip                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1         | Insamling och kvalitet på information        | Information ska samlas in på ett enhetligt och strukturerat sätt                                                            |
| P2         | Insamling och kvalitet på information        | Data ska vara tillförlitlig för att kunna användas i analys                                                                 |
| P10        | Insamling och kvalitet på information        | Alla incidenter ska registreras enhetligt                                                                                   |
| P26        | Insamling och kvalitet på information        | Både strukturerad och ostrukturerad data ska kunna hanteras                                                                 |
| P3         | Sammankoppling av information                | Alla objekt i processen ska kunna kopplas ihop                                                                              |
| P12        | Sammankoppling av information                | Data ska kunna kopplas mellan ärenden                                                                                       |
| P13        | Sammankoppling av information                | Information ska vara spårbar över tid och aktörer                                                                           |
| P20        | Sammankoppling av information                | Incidenter, problem och lösningar ska kopplas samman                                                                        |
| P4         | Strukturerad bedömning av avvikelser         | Analys av avvikelser ska genomföras systematiskt och dokumenteras på ett sätt som möjliggör återanvändning och jämförbarhet |
| P11        | Strukturerad bedömning av avvikelser         | Incidenter ska prioriteras baserat på påverkan                                                                              |
| P17        | Strukturerad bedömning av avvikelser         | Analys bör prioriteras baserat på risk                                                                                      |
| P18        | Strukturerad bedömning av avvikelser         | Problem ska analyseras ur ett helhetsperspektiv                                                                             |
| P5         | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad | Analysen ska fokusera på att identifiera rotorsaker snarare än enbart symptom                                               |
| P9         | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad | Resultat från avvikelshantering ska återföras till organisationen för lärande och förbättring                               |
| P15        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad | Incidentdata ska användas för förbättring                                                                                   |
| P16        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad | Fokus ska ligga på rotorsaker                                                                                               |

| Principkod | Tematisk grupp                                | Extraherad princip                                                                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P19        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | Kända fel och workarounds ska dokumenteras                                                                                                                             |
| P21        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | Problemhantering bidrar till förbättring                                                                                                                               |
| P24        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | Kunskap ska struktureras och organiseras                                                                                                                               |
| P25        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | Kunskap ska kunna återanvändas                                                                                                                                         |
| P28        | Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | Kunskap är en värdefull resurs som ska bevaras inom organisationen                                                                                                     |
| P6         | Processens helhet över tid                    | Avvikelsehantering ska vara en sluten process där åtgärder implementeras, verifieras och följs upp                                                                     |
| P27        | Processens helhet över tid                    | Information förändras över tid och ska hanteras därefter                                                                                                               |
| P8         | Aktörsövergripande informationsflöde          | Informationsflödet ska stödja samverkan mellan olika aktörer och system över organisatoriska gränser                                                                   |
| P14        | Aktörsövergripande informationsflöde          | Processen ska stödja informationsdelning och samverkan mellan flera aktörer                                                                                            |
| P22        | Aktörsövergripande informationsflöde          | Information ska anpassas till kontext och användare                                                                                                                    |
| P23        | Aktörsövergripande informationsflöde          | Rätt information ska nå rätt mottagare vid rätt tidpunkt                                                                                                               |
| P7         | Förutsättningar för analys och automatisering | Insamlad data ska struktureras så att den möjliggör analys av trender och faktabaserade beslut                                                                         |
| P29        | Förutsättningar för analys och automatisering | Data ska uppfylla inneboende kvalitetsegenskaper såsom <i>accuracy</i> , <i>completeness</i> och <i>consistency</i> för att kunna användas i analys och automatisering |

### A.3 Abstraktion till metodiska principer

I det tredje steget abstraherades de tematiska grupperna till de sju metodiska principer som presenteras i kapitel 5. Abstraktionen innebar att de tematiska grupperna omformulerades till mer kompletta och precisa principer som tydligare beskriver vad som ska uppnås i avvikelsehanteringen ur ett informationsperspektiv. Varje princip bygger på flera preliminära principer från olika ramverk, vilket ger en bred teoretisk grund. Tabell 6 visar kopplingen mellan tematiska grupper, ingående preliminära principer och de slutliga metodiska principerna.

**Tabell 6:** Abstraktion av tematiska grupper till metodiska principer

| <b>Tematisk grupp</b>                         | <b>Ingående principer</b>                 | <b>Metodisk princip (kapitel 5)</b>                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Insamling och kvalitet på information         | P1, P2, P10, P26                          | Princip 1: Informationsinsamling och informationskvalitet      |
| Sammankoppling av information                 | P3, P12, P13, P20                         | Princip 2: Spårbarhet och koppling mellan informationsobjekt   |
| Strukturerad bedömning av avvikelser          | P4, P11, P17, P18                         | Princip 3: Systematisk analys, klassificering och prioritering |
| Förståelse av orsaker och kunskapsuppbyggnad  | P5, P9, P15, P16, P19, P21, P24, P25, P28 | Princip 4: Orsaksanalys och lärande                            |
| Processens helhet över tid                    | P6, P27                                   | Princip 5: Sluten process och livscykelhantering               |
| Aktörsövergripande informationsflöde          | P8, P14, P22, P23                         | Princip 6: Samverkan och informationsdelning                   |
| Förutsättningar för analys och automatisering | P7, P29                                   | Princip 7: Datastöd för analys och automatisering              |

## B Appendix - Intervjuguider och frågeformulär

Detta appendix redovisar de frågor som användes i utvärderingen (kapitel 10). De fyra första uppsättningarna användes som semistrukturerade intervjuguider, där deltagarna ombads att utveckla sina svar och inte begränsades till ja eller nej. Den sista uppsättningen besvarades skriftligt av handledaren och beställaren. Svaren redovisas i kapitel 10.

### Senior speciallistingenjör

Med din långa erfarenhet inom området är din syn på arbetet särskilt värdefull.

1. **Övergripande bedömning:** Bedömer du att den föreslagna informationsstrukturen (avvikelse, känt fel, tillfällig lösning) speglar de centrala behoven inom avvikelshanteringen?
2. **Praktisk nytta:** Vilka delar av strukturen ser du som mest värdefulla för det praktiska arbetet inom enheten?
3. **Risker och utmaningar:** Finns det aspekter av strukturen eller arbetssättet som du tror skulle kunna vara utmanande att implementera i praktiken?
4. **(Frivillig) Övriga reflektioner:** Är det något du särskilt vill lyfta fram, exempelvis styrkor, förbättringsförslag eller andra perspektiv?

### Nyanställd medarbetare

Jag är särskilt intresserad av ditt perspektiv eftersom du är relativt ny inom verksamheten.

1. **Första intryck:** När du tittar på strukturen och hur den fungerar i verktyget, hur lätt eller svår tycker du att den är att förstå?
2. **Nytta för dig som nyanställd:** Om strukturen skulle implementeras, tror du att den hade gjort det lättare för dig att sätta dig in i tidigare ärenden, kända fel och tillfälliga lösningar?
3. **Jämförelse med nuläget:** Utifrån hur du upplever att information hanteras idag, vad tycker du om idén att samla information på det här sättet?
4. **(Frivillig) Förbättringsförslag:** Är det något du tror skulle göra strukturen ännu enklare att förstå eller använda för någon som är ny?

### Person från annat verksamhetsområde

När vi pratade tidigare nämnde du att verktyg ofta inte är problemet, utan hur det används. Det perspektivet har inspirerat mig mycket i arbetet.

1. **Överförbarhet till andra områden:** Du arbetar inom samma verksamhet men inom ett annat område. Bedömer du att den föreslagna strukturen (avvikelse, känt fel, tillfällig lösning) är överförbar till andra områden inom Trafikverket som arbetar med avvikelser?
2. **Gemensamma utmaningar:** Vilka av de identifierade bristerna (exempelvis fragmenterad information, begränsad spårbarhet, begränsad kunskapsåterföring) känner du igen även inom ditt eget område?
3. **Anpassning till andra områden:** Om strukturen skulle tillämpas inom ett annat område, vilka delar tror du skulle behöva anpassas, och vilka delar bedömer du som mer generellt användbara?
4. **(Frivillig) Bredare perspektiv:** Ser du potential för en gemensam informationsstruktur som används mellan flera enheter inom verksamheten? Vilka för- och nackdelar skulle det innebära?

### Specialistingenjör (deltog i utformningen)

1. **Utveckling av strukturen:** Du var en viktig del av tankearbetet bakom strukturförslag 3. Hur ser du på den slutgiltiga strukturen som presenteras i rapporten, speglar den de idéer och behov som diskuterades under arbetsgång?

2. **Tre informationsobjekt:** Strukturen bygger på tre separata informationsobjekt: avvikelse, känt fel och tillfällig lösning. Utifrån ditt perspektiv som specialingenjör som arbetar med produktfel, varför är just denna uppdelning viktig i praktiken?
3. **Relationer mellan objekten:** Strukturen tillåter att flera avvikelser kopplas till samma kända fel, och att tillfälliga lösningar kopplas till kända fel. Hur ser du på värdet av dessa relationer i ditt dagliga arbete med produktfel och leverantörskontakter?
4. **Demonstration i Verktyg 3:** Du har sett demonstrationen i Verktyg 3. Bedömer du att tillämpningen tillräckligt visar att strukturen kan fungera i praktiken, även om verktyget på sikt kan komma att bytas ut?
5. **Vidareutveckling:** Vilka delar av strukturen ser du som mest värdefulla att vidareutveckla? Finns det funktioner eller metadatafelt som du tror behöver utvecklas ytterligare för att stödja det praktiska arbetet?
6. **(Frivillig) Utmaningar och förbättringar:** Är det något i den föreslagna strukturen eller arbetssättet som du tror skulle kunna vara utmanande i praktiken, eller områden där du ser potential för förbättring?

### Handledare och beställare (skriftligt frågeformulär)

Frågorna besvarades utifrån rollen som handledare och beställare av examensarbetet.

1. **Måluppfyllelse:** Anser du att examensarbetet i stort sett uppfyller det mål som sattes upp, det vill säga att bidra till bättre analys, spårbarhet, kunskapsåterföring och framtida automation inom avvikelshanteringen?
2. **Den föreslagna informationsstrukturen:** Anser du att informationsstrukturen med tre informationsobjekt (avvikelse, känt fel och tillfällig lösning) är en lämplig utgångspunkt för enhetens arbete med avvikelser inom ERTMS ombordsystem?
3. **Praktisk tillämpning:** Anser du att demonstrationen i Verktyg 3 tillräckligt visar att strukturen är praktiskt genomförbar, även om enheten på sikt planerar att använda ett annat verktyg (exempelvis Verktyg 2)?
4. **Användbarhet i ditt arbete:** Bedömer du att den föreslagna strukturen skulle kunna underlätta ditt eget arbete med handhavandefelsprocessen, om den implementeras i framtiden?
5. **Överförbarhet till andra verktyg:** Strukturen är utformad på en generell nivå. Bedömer du att den i huvudsak är överförbar till andra verktyg vid en framtida implementation, exempelvis Verktyg 2 eller liknande system?
6. **Värde för fortsatt arbete:** Som beställare, anser du att examensarbetet bidrar med ett användbart underlag för enhetens fortsatta arbete med avvikelshantering?
7. **(Frivillig) Bredare tillämpning:** Jag fick ofta frågor från personer jag talade med inom Trafikverket om arbetet även skulle kunna vara relevant för ett bredare verksamhetsområde, och deltagandet i konferensen gav samma intryck. Eftersom detta inte var det ursprungliga målet vill jag höra din syn: ser du potential i att arbetet, eller delar av det, skulle kunna vara användbart även utanför enheten för ERTMS ombordsystem (andra enheter, andra typer av tekniska system eller andra delar av Trafikverket)? Eller bedömer du att tillämpningen i huvudsak är begränsad till den aktuella kontexten?
8. **(Frivillig) Övriga kommentarer:** Finns det något annat du vill lyfta fram, exempelvis aspekter som du tycker är särskilt lyckade, områden med förbättringsförslag, eller andra reflektioner kring arbetet?