



Leidende principes voor het besturen van complexe spoororganisaties

Kenniskring Systemintegratie

28 mei 2025

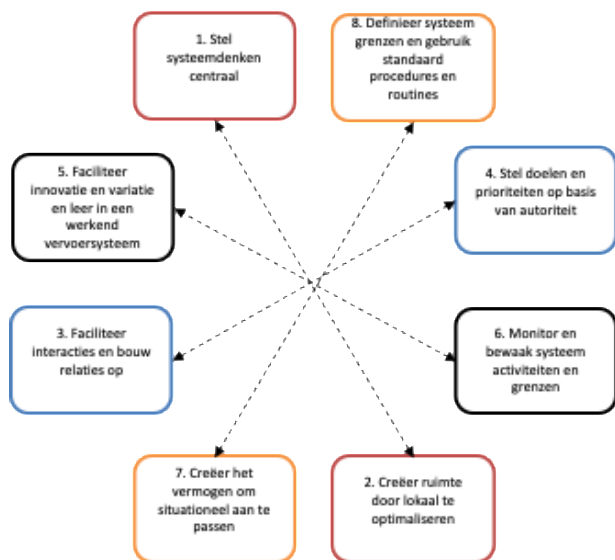
Inleiding en leeswijzer

Leeswijzer

In deze uitgave zijn 8 leidende principes beschreven voor het besturen van complexe (veiligheid kritische) spoororganisaties. Van elk principe wordt een korte toelichting en motivatie gegeven en worden praktische voorbeelden gegeven van een mogelijke toepassing hiervan. Het besturen en beheren van een complex OV (spoor) systeem vereist het continue balanceren tussen deze principes. De kleuren (figuur 1) geven aan welke specifieke principes met elkaar in balans gebracht moeten worden.

Doelgroep

De leidende principes zijn primair voor bestuurders, lijn-, programma- en projectmanagers, engineers, architecten en integrators bij de OV bedrijven en de overheden die in hun werkzaamheden bijdragen aan de ontwikkeling en realisatie van integrale vernieuwingen en verbeteringen in bestaande (complexe) spoorstelsel.



Figuur 1. 8 leidende principes voor het besturen van complexe spoororganisaties

Digitale transitie op het spoor

- Het huidige spoornetwerk kan de verwachte groei op de lange termijn niet faciliteren. Een blijvende doorontwikkeling van het huidige spoornetwerk is daarom nodig om deze groei te accommoderen en een veilig en betrouwbaar OV (spoor) systeem te blijven garanderen.
- De rapporten 'Digitale transitie voor een toekomstbestendig spoor' en 'Masterplan Digitalisering' (zie referenties) beschreven al eerder het nut en de noodzaak van een aantal grote innovaties die het OV in het algemeen en het spoor in het bijzonder verder automatiseren en digitaliseren.
- Met de huidige implementatie van ERTMS (European Rail Traffic Management System, een Europese vervangings- en vernieuwingsopgave van de Automatische Trein Beïnvloeding (ATB)) wordt een eerste basis gelegd voor deze digitale transitie.

Organisatie van het OV (spoor)stelsel is complex

- Het OV (spoor-)stelsel in Nederland is door jarenlange optimalisatie technisch gecompliceerd en organisatorisch zeer complex geworden. In de huidige situatie kent de spoorsector meerdere, zelfstandige organisaties die opereren vanuit deelbelangen en niet primair vanuit het gezamenlijke maatschappelijke belang. Deze diversiteit van partijen heeft het risico in zich dat het leidt tot onder andere sub optimalisaties, onvoldoende openheid en onvoldoende voorspelbaarheid voor de reiziger en het publieke belang in het algemeen.

- Daarnaast is het spoorstelsel altijd in gebruik, waarbij wijzigingen moeten steeds sneller moeten worden doorgevoerd. De inherente complexiteit heeft een negatieve invloed op het innovatietempo. Dit vormt een obstakel om vlot de systemsprongen te realiseren en is op termijn een strategisch risico voor de spoorsector.

“Systeemintegratie is méér dan techniek.”

Hoge complexiteit vraagt om adaptieve spoororganisaties

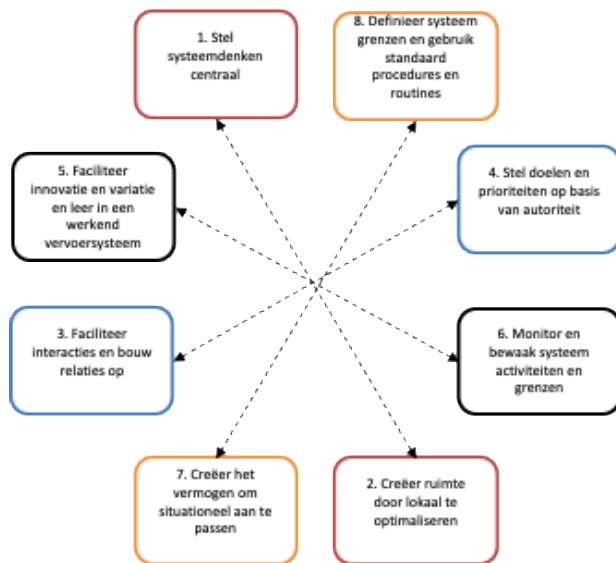
- Systeemintegratie gaat in essentie over de manier waarop (hoog) technologische componenten, subsystemen, software, en organisatie –onderdelen (met mensen met verschillende vaardigheden & kennis: bestuurders, managers, ingenieurs, en technici) samen worden gebracht om een product of dienst (succesvol) te realiseren.
- De verdere digitalisering van het spoor zorgt voor een toename van de (technische) afhankelijkheden waardoor de bestaande bestuurlijke lijnen niet meer 1 op 1 passen. Dit vraagt om het continue aanpassen van organisaties rond het vervoer, van ministerie tot vervoerders, onderhouders en ondersteunende industrieën, om samen te kunnen blijven zorgen voor een veilig, betrouwbaar integraal vervoersstelsel.
- Naast de technische complexiteit speelt dus vooral ook de organisatorische complexiteit (organisaties zijn op zichzelf ook complexe systemen) een grote rol binnen het spoor. Theorie en praktijk laten zien dat vooral de bestuurlijke en organisatorische complexiteit explicieter en bewuster moeten worden “gemanaged” door organisaties.

Leidende principes

- Leidende principes zijn ‘good practices’ die richting geven aan de denk- en werkwijze waarop systeemintegratie kan worden georganiseerd. Leidende principes dienen als richtinggevend kader en zijn een hulpmiddel voor het inzetten van de juiste interventies, methoden en technieken.
- Als uitgangspunten zijn de theoretische principes van adaptief management in complexe veiligheidskritische organisaties (Reiman et al., 2015) geselecteerd om meer grip te krijgen op Deze gelden uitdrukkelijk ook voor veiligheids- en missie-kritische systemen als een OV systeem.
- De mate van toepassing van elk van de principes vraagt om kundig balanceren, want ze zijn op een bepaalde manier ook tegenstrijdig. Afhankelijk van de specifieke context (mate van complexiteit en de noodzaak voor adaptiviteit) moeten de principes in de juiste balans worden toegepast voor een optimaal resultaat.

8 leidende principes

Het besturen en beheren van een complex OV (spoor) systeem vereist het *continue balanceren* tussen de 8 principes (figuur 2).



Figuur 2. 8 leidende principes voor het besturen van complexe spoororganisaties

1. Stel systeemdenken centraal
2. Creëer ruimte door lokaal te optimaliseren
3. Faciliteer interacties en bouw relaties op
4. Stel doelen en prioriteiten op basis van autoriteit
5. Faciliteer innovatie en diversiteit en leer in een werkend vervoersysteem
6. Monitor en bewaak systeem activiteiten en grenzen
7. Creëer het vermogen om situationeel aan te passen
8. Definieer systeem grenzen en gebruik standaard procedures en routines

Principe 1: Stel systeemdenken centraal

1. Stel systeemdenken centraal

- Om OV (spoor) organisaties te faciliteren om vanuit de samenhang te werken en de integraliteit niet uit het oog te verliezen is een sterke gedeelde visie op sectordoelen noodzakelijk.
- Geef continu, en vooruitkijkend, aandacht aan bruikbaarheid en gereedheid, van de eindsituatie en van de tussenstappen. Geef aandacht aan de rol en interactie van een integratie-eindverantwoordelijke.



Principe 1: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Systeemdenken benadrukt een iteratief en interdisciplinair proces met de nadruk op de totale levenscyclus van het systeem, waarbij het continue realiseren van de maatschappelijke waarde van operationele prestaties en de haalbaarheid en maakbaarheid van veranderingen met elkaar in balans gehouden moeten worden.

- Dit vraagt specifieke vaardigheden, zoals analytisch vermogen, expliciet werken en creativiteit. Zorg daarom voor kennis van het te ontwikkelen (deel-) systeem, en van de specifieke context bij alle betrokkenen.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: keuze voor proefbaanvakken bij ERTMS introductie; implementatierisico versus onttrekking voor de dienstregeling*
- *Voorbeeld 2: Wel of niet aanpassen van materieel gegeven de economische restwaarde*
- *Voorbeeld 3: verhogen van de frequentie in de dienstregeling tegenover ruimte voor onderhoud (gepland en ongepland)*

Principe 2: Optimaliseer lokaal voor ruimte

2. Creëer ruimte door lokaal te optimaliseren

- Een bepaald niveau van efficiëntie is essentieel voor het voortbestaan van elke individuele vervoersorganisatie. Bestuurders en managers moeten rekening houden met de situationele (lokale) vereisten en oordelen hoeveel moeite, tijd en geld wordt besteed aan optimalisatie van delen van het vervoersysteem ten opzichte van optimalisatie het vervoersysteem als geheel.
- Dit verbindt systeemintegratie met het algemene management van de organisaties. Systeemintegratie kan derhalve niet los van de kernprocessen en strategieën van de individuele vervoerorganisaties beheerd worden.

Principe 2: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Sectordoelen kunnen niet in isolatie van de strategie en kernprocessen van de individuele OV (spoor) organisaties worden beschouwd. Dit vraagt om een continue afstemming tussen individuele organisatie doelstellingen en systeemdoelstellingen in de sector.
- Zorg dat beslissers lokaal effectief en snel genoeg kunnen en mogen besluiten, maar wel met oog voor de hogere doelen en belangen. Zowel op de korte als de langere termijn.

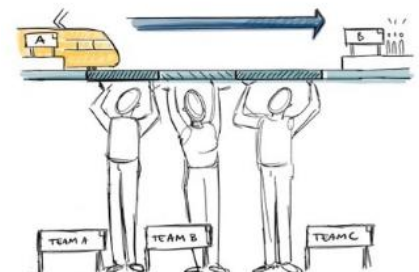
Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: Wel of geen toiletten in sprinters*
- *Voorbeeld 2: Welke mate van aansluiten van regionaal busvervoer op treinen in de dienstregelingen gegeven kosten van de vervoerders door (niet-)optimaal inzetmodel*
- *Voorbeeld 3: Standaard materieel (van de plank) inkopen versus aansluiten op eigen (oude) standaarden of met groeipotentieel naar de toekomstige behoeften*

Principe 3: Faciliteer interacties

3. Faciliteer interacties en bouw relaties op

- Een omgeving die interactie ondersteunt, is er een waarin mensen elkaar vertrouwen, elkaars competenties kennen en respecteren en bereid zijn informatie te delen, dat wil zeggen, communiceren en van elkaar leren.
- Bovendien moeten werknemers de middelen, kansen en tijd hebben de juiste verbindingen te maken.
- Bestuurders en (lijn- en project-)managers maken onderdeel uit van het systeem en bepalen ook het gedrag in het systeem.



Principe 3: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- In de praktijk betekent het faciliteren van interactie dat de bestuurder en manager het veld in moet gaan, praten en luisteren naar zowel werknemers op de werkvloer als kantoorpersoneel, mensen aan elkaar voorstellen en wijzen op mogelijke manieren waarop de verschillende taken en mensen elkaar verbinden.
- Soms moeten structuren zoals werkfaciliteiten worden herschikt of herontworpen om betere interactie mogelijk te maken. Het kan ook betekenen dat lessons learned in andere afdelingen of organisaties worden besproken, evenals ideeën en informatie worden gedeeld tussen verschillende eenheden/afdelingen.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: De batchless office bij de ontwikkeling van ERTMS in Denemarken – medewerkers van verschillende bedrijven werken als 1 team.*
- *Voorbeeld 2: Een co-creatie contract met een toeleverancier van IT/OT systemen in plaats van op een gesloten specificatie en EU aanbesteding.*
- *Voorbeeld 3: De uiteindelijke integrale aanpak voor verkeersleiding tussen ProRail en RET op de Hoekse Lijn obv een soort serious game methode.*

Principe 4: Stel doelen en prioriteiten

4. Stel doelen en prioriteiten op basis van autoriteit

- Het gaat hier om het stellen van doelen om de richting aan te geven, en het juiste tempo met prioriteiten (focus) aan te geven. Dit faciliteert de juiste (integratie)keuzes in het systeem.
- Het gaat hier om doelen stellen op basis van bijvoorbeeld praktische mogelijkheden en risico analyses m.b.t haalbaarheid en maakbaarheid, maar ook om doelen (bij) te stellen die de organisatie(s) in staat stelt om ook op onverwachte gebeurtenissen adequaat te reageren omdat de voorspelbaarheid afneemt bij toenemende complexiteit (bijvoorbeeld het ontwikkelen van veerkracht en weerbaarheid).

Principe 4: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Het is belangrijk dat we niet het idee bevestigen dat systeemintegratie lukt zonder een integratie-eindverantwoordelijke. Vraag het maar aan Boeing (787 Dreamliner, Space Starliner).
- Er bestaan geen plug & play oplossingen voor wijzigingen in complexe OV-projecten. Het tot plug & play reduceren vraagt een dermate hoge mate van standaardisering op interfaces die zelfs in kantoorautomatisering niet bestaat.
- Grote (infra of OV) programma's of megaprojecten hebben altijd een element van disruptieve innovatie of 'eerste keer ooit' karakter.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: Koninklijke Marine: We hebben nu een "commandant" in charge gekoppeld aan een burning platform*
- *Voorbeeld 2: ntb*
- *Voorbeeld 3: ntb*

Principe 5: Faciliteer variatie en leer

5. Faciliteer innovatie en variatie en leer in een werkend vervoersysteem

- Innovatie, variatie en diversiteit zijn belangrijke ingrediënten voor OV (spoor) ontwikkelingen, en deze moeten in de betrokken publieke en private organisatie(s) worden omarmd.
- Het bevorderen van nieuwigheid en diversiteit vereist ook terughoudendheid bij het simplificeren van gebeurtenissen (bijvoorbeeld near-misses). Dit betekent het vergroten van

de ruimte voor experimenteren en variatie in het systeem in plaats van het verminderen van de potentiële bronnen van variatie.

- Leren is een essentiële vereiste in elk menselijk systeem, vooral in een veiligheid kritisch systeem. Het vergroot ook de betrokkenheid van mensen.

Principe 5: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Leren hangt ook nauw samen met reflecteren. Bestuurder en managers moeten nadenken over en duidelijk maken welke beslissingsprincipes, normen en aannames de besluitvorming en werkwijze binnen de groep sturen. Op deze manier staan ze open voor andere manieren van handelen.
- Door zich bewust te zijn van en het in twijfel trekken van gedeelde ideeën en overtuigingen, krijgen bestuurders en managers meer inzicht in hoe dingen zich ontwikkelen en hoe partijen en professionals met elkaar omgaan binnen het systeem.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: Het structureel valideren van aannames voorkomt onnodige verrassingen later in het ontwikkel en/of implementatietraject.*
- *Voorbeeld 2: Creëer ruimte in de sector om te experimenteren en te leren onder ERTMS in operatie, ook al gaat dit op korte termijn ten koste van de performance.*
- *Voorbeeld 3: Delen van 'lessons learned' over veiligheidsincidenten in een groep met aannemers, ingenieursbureaus en vervoerders*

Principe 6: Monitor systeemactiviteiten

6. Monitor en bewaak systeem activiteiten en grenzen

- Het monitoren van het technische systeem en haar uiteindelijke (veiligheids) prestaties, maar vooral ook aandacht hebben voor gedrag, cultuur en interacties is essentieel in een complex vervoersysteem.
- Paradoxaal genoeg vereist het bewaken van systeemactiviteiten, raakvlakken en grenzen dat de organisatie bepaalt wat genegeerd kan worden en welke informatie niet de moeite waard is om geanalyseerd te worden. Vooraf bepaalde eisen blijken bij nader inzien niet relevant, en uit aspect analyses van ontwerpen komen soms pas na aanbesteding ongewenste bijeffecten boven water.

Principe 6: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Typische indicatoren zoals het aantal incidenten en ongelukken geven vooral informatie over het verleden en weinig over het heden of de toekomst.
- Performance indicatoren zouden managers ook moeten helpen om het systeem naar de gewenste toekomst te leiden en weg van andere ongewenste toestanden. Organisaties moeten de echte oorzaken begrijpen om structurele oplossingen te bedenken.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: Sector breed inrichten van ketenbeheer om de operationele prestaties te monitoren. Meet wat je wil weten op basis van de gezamenlijke (performance) doelen.*
- *Voorbeeld 2: Het inrichten van actieve monitoring en beheer op kritische interfaces.*
- *Voorbeeld 3: ntb*

Principe 7: Pas situationeel aan

7. Creëer het vermogen om situationeel aan te passen

- Het creëren van het vermogen en de ruimte om organisaties in staat te stellen om vooruit beschouwend en proactief situationeel te handelen.
- Succesvolle zelforganisatie vereist adequate informatie, een duidelijke identiteit en goed opgebouwde relaties. Het vereist ook de bereidwilligheid om voor modulariteit en uitwijkmogelijkheden (een plan B) te betalen.
- Zelforganisatie omvat ook de dagelijkse aanpassingen die nodig zijn om het werk zoals voorgesteld af te stemmen op de daadwerkelijke omstandigheden waaronder het werk wordt uitgevoerd.

Principe 7: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Het creëren van nieuwe vermogens (qua kennis en capaciteit) omvat het geven van toestemming om grenzen en rollen te overschrijden en te herdefiniëren, evenals het aanpassen en interpreteren van regels en standaardprocedures op basis van situationele vereisten. Zelforganisatie kan gebruikmaken van bronnen buiten de formele grenzen van de organisatie, of zelfs die grenzen herdefiniëren.
- Met name bestuurders moeten zich hiervan bewust zijn en contracten moeten niet in te enge zin gedefinieerd worden om noodzakelijke aanpassingen niet te blokkeren. Het risico van afwijken t.o.v eerdere plannen moet afgewogen worden tegen het risico van niet voldoen aan de echte (maatschappelijke) behoeften.

Voorbeelden

- *Voorbeeld 1: Inzet van de Unimog is tot op bepaalde hoogte geprotocoliseerd, echter de lokale context is vaak bepalend en vereist situationele aanpassingen door bestuurder Unimog en/of machinist.*
- *Voorbeeld 2: ntb*
- *Voorbeeld 3: ntb*

Principe 8: Gebruik routines en procedures

8. Definieer systeem grenzen en gebruik standaard procedures en routines

- Plannen, organiseren en coördineren stelt collectief zingeven mogelijk en biedt een referentiepunt voor actoren in de organisatie. Duidelijke rollen en verantwoordelijkheden maken samenwerken mogelijk.
- Het te restrictief definiëren van systeemgrenzen kan een verkeerde veronderstelling creëren met betrekking tot causale invloeden en de voorspelbaarheid van gebeurtenissen.
- Onvermoede of onbedoelde interacties tussen delen van het OV (spoor) systeem bepalen vaak de uiteindelijke prestaties, en zeker de benodigde ontwikkel- en testinspanning.

Principe 8: Toelichting en voorbeelden

Toelichting en motivatie

- Elke organisatie heeft standaardprocedures en gestandaardiseerde manieren nodig om op dagelijkse, alledaagse uitdagingen te reageren. Organisaties moeten regels definiëren en activiteiten standaardiseren. Ze zouden activiteiten vooraf moeten bepalen als standaardprocedures en barrières opzetten tegen typische menselijke fouten en overtredingen.
- Sectorpartijen in het spoor hebben dat ieder voor zich. Dit van elkaar begrijpen, overeenkomsten en verschillen vaststellen en de gap sluiten.

Voorbeelden

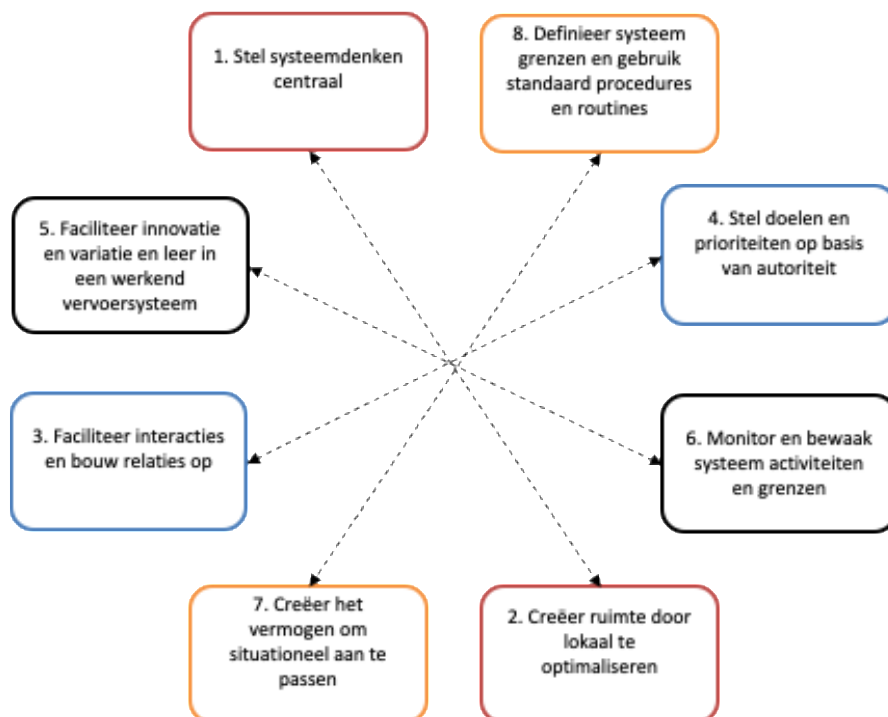
- *Voorbeeld 1: Standaardisatie werkwijze bij ERTMS/IM spoorontwerpen*
- *Voorbeeld 2: ntb*

- Voorbeeld 3: ntb

Besturing in balans

Besturen van complexe spoororganisaties vraagt om de juiste balans te vinden tussen de 8 principes

- Het besturen en beheren van een complex OV (spoor) systeem vereist het continue balanceren tussen de principes. Hierin kunnen verschillende spanningen ontstaan.
- Bijvoorbeeld de rol van macht. Deze spanning gaat over kwesties van transparantie en gelijkheid versus exclusiviteit en waardering. Er is een afweging nodig tussen wie er betrokken wordt bij besluitvorming, hoe informatie wordt gedeeld, en hoe mensen worden 'empowered' en betrokken in een situatie waarin formele macht nooit gelijk verdeeld is (zie bijlage voor andere voorbeelden).



Figuur 3. 8 leidende principes voor het besturen van complexe spoororganisaties

Bijlagen

Bijlage 1: Balanceren in de praktijk: Spanning tussen de principes

A. Reageren op onverwachte situaties

Deze spanning omvat een afweging tussen het opbouwen van capaciteit om op verwachte situaties te anticiperen en systematisch en herhaaldelijk te reageren, versus het opbouwen van capaciteit om flexibel op elke onverwachte situatie te reageren.

B. Houding ten opzichte van variatie in het systeem

Deze spanning omvat een afweging tussen lage systeemvariatie en hoge systeemvariatie. Te veel variatie in het systeem leidt tot een gebrek aan gedeelde grenzen of praktijken, terwijl te weinig variatie leidt tot inflexibele routines of zelfs tot ontkenning en onderdrukking van verschillen.

C. Connecties/relaties in het systeem

Er is een afweging tussen het hebben van meerdere zwakke verbindingen en enkele sterke verbindingen tussen leden van de organisatie(s): van opdrachtgevers tot (onder-) aannemers.

D. Doelen op verschillende systeemniveaus

Gedeelde (maatschappelijke) systeemdoelen zoals betrouwbaarheid, veiligheid en duurzaamheid moeten in balans worden gebracht met lokale, meer korte termijndoelen van individuele organisaties (vaak bedrijfseconomisch).

E. De rol van tijd

Deze spanning omvat een afweging tussen lange termijn kwesties en korte termijn kwesties. Integratieproblemen in het systeem zijn vaak chronische problemen in een organisatie die ook met veel acute uitdagingen te maken heeft.

F. De rol van onzekerheid

Deze spanning omvat een afweging tussen het verminderen van onzekerheid en het benutten van onzekerheid. Ofwel proberen onzekerheden te minimaliseren door eerdere acties te standaardiseren in procedures en systeemgrenzen te bewaken, ofwel onzekerheden benutten door de variatie (vernieuwing en diversiteit) te vergroten.

G. De rol van de bestuurder/manager

Scheiding versus diepe betrokkenheid verwijst naar een spanning in hoe een bestuurder of manager zijn rol in het systeem conceptualiseert; is hij een observator en evaluator en 'externe' controller, of een interactief, betrokken acteur die de gedeelde aard van leiderschap erkent?

H. De rol van macht

Deze spanning gaat over kwesties van transparantie en gelijkheid versus exclusiviteit en waardering. Er is een afweging nodig tussen wie er betrokken wordt bij besluitvorming, hoe informatie wordt gedeeld, en hoe mensen worden 'empowered' en betrokken in een situatie waarin formele macht nooit gelijk verdeeld is.

Bijlage 2: Referenties

De Kleuver et al., 2022: Digitale transitie voor een toekomstbestendig spoor: Onderzoek systeemkeuzes spoor.

Hobday et al., 2005: Systems integration, a core capability of the modern corporation

I&W, 2023: Masterplan digitalisering.

Sullivan, 2011: Embracing complexity (Harvard Business Review).

Madni et al., 2013: System of Systems Integration: Key Considerations and Challenges.

Reiman et al., 2015: Principles of adaptive management in complex safety-critical organizations.