

Project Competentieborging Eindgebruikers Niet-destructief Onderzoek

Concept processchema

Document: KINT CBE 2025-20 Concept processchema

Auteur: Jan Verkooijen – Neokreff B.V.
Projectleider

Management samenvatting

Vereniging KINT heeft, in lijn met haar missie en visie¹, in 2017 de KINT Commissie Kwaliteit in het Niet-destructief Onderzoek (C^{ie} K-NDO) opgericht, mede naar aanleiding van klachten dat de kwaliteit van Niet-destructief Onderzoek niet altijd aansluit bij de verwachting van de eindgebruiker.

De Commissie, met haar 3 Taakgroepen, wordt relatief breed ondersteund door eindgebruikers, dienstverleners, opleidingscentra, certificerende instellingen en toezichthouders en is er in ieder geval in geslaagd om bewustwording te creëren over de ook internationaal levende zorgen over de kwaliteit van het NDO en de noodzaak om te verbeteren.

Dit heeft onder andere geleid tot een grondige herziening van de ISO 9712 met stevige Nederlandse inbreng vanuit KINT en de Commissie. In Taakgroepen 2 (opleiding, kwalificatie en certificatie) en 3 (controle, begeleiding en autorisatie) zijn sinds de oprichting grote stappen gezet om kwaliteitsverbeteringen binnen de NDO-industrie te realiseren, zoals door een branche-breed gedragen Nederlandse implementatie van de nieuwe ISO 9712, en het analyseren en vastleggen van het traject na het voltooien van opleiding naar autorisatie voor werk. Belangrijk daarbij is het borgen van competenties van NDO-vakmensen, gericht op vakinhoudelijke kennis en kunde, maar ook communicatieve en andere essentiële vaardigheden.

Taakgroep 1 van C^{ie} K-NDO heeft als doelstelling de positie, en daarmee de bijdrage van het NDO in de keten te verbeteren, door structureel betere effectiviteit en efficiency van NDO te realiseren.

Om een versnelling teweeg te brengen richting realisatie van deze doelstelling is besloten dit projectmatig op te pakken, via Stichting KINT Onderzoeksprojecten (SKOP), waarbij nadrukkelijk de samenwerking met de opdrachtgevers en andere belanghebbenden is gezocht. Dit heeft geresulteerd in het KINT Project Competentieborging Eindgebruikers, (CBE).

Dit concept processchema was de belangrijkste doelstelling van het project, als basis voor een Praktijkrichtlijn of Nationale Technische Afspraak (NTA). Het schema beschrijft het hele proces van conceptuele aanvraag tot en met uitvoering van het Niet-destructief Onderzoek, voor zowel nieuwbouw als gebruiksfase projecten.

Het doel van het schema is vooral om eindgebruikers handvatten aan te reiken voor het opstellen van een eigen schema voor een betere effectiviteit en efficiency bij de inzet van NDO bij nieuwbouw en gebruiksfase.

Het door de werkgroep samengestelde schema is het resultaat van uitwisseling van ervaringen van de project deelnemers, met een grondige oorzaak analyse van de praktijkvoorbeelden en daaruit volgende conclusies zoals in detail weergegeven in het eindrapport van het KINT project Competentieborging Eindgebruikers. Vanwege verschillen tussen nieuwbouwprojecten en projecten in de gebruiksfase is voor beide een eigen processchema gemaakt, wel zoveel mogelijk volgens hetzelfde stramien: ontwerpfase, aanbestedingsfase, productie- of uitvoeringsfase en oplevering.

In het schema zijn de geïdentificeerde risico's en daarbij horende beheersmaatregelen per fase opgenomen met ondersteunende voorbeelden en uitleg in de tekst van dit document, zodat het schema als leidraad kan dienen voor optimalisatie van effectiviteit en efficiëntie van Niet-destructief Onderzoek bij eigen projecten van eindgebruikers.

¹ De missie en visie van KINT, de Nederlandse Vereniging voor Kwaliteitstoezicht, Inspectie en Niet-destructieve Technieken is het identificeren en ondersteunen van de gezamenlijke belangen van haar leden om hun beroep op een professionele wijze uit te voeren. Daarmee dragen zij bij aan de veiligheid, betrouwbaarheid en efficiëntie van technische installaties en constructies. KINT biedt daarvoor een onafhankelijk platform waar alle belanghebbenden kwesties aan de orde kunnen stellen, oplossingen kunnen vinden en implementeren, met als doel een gelijk speelveld te creëren.

Inhoud

1	De totstandkoming van dit concept processchema	4
1.1	Eindproduct van het KINT project Competentieborging Eindgebruikers	4
1.2	Praktijkvoorbeelden (casussen) als basis voor het processchema.....	4
2	De processchema's	8
2.1	Doel en aanbevelingen tijdens gebruik van de schema's	8
2.2	Indeling van het schema.....	11
2.3	Nieuwbouw en gebruiksfase.....	11
2.4	Risico's en beheersmaatregelen per processtap	11
2.4.1	Projectinitiatie	11
2.4.2	Specificering	14
2.4.3	NDO Commercieel proces.....	16
2.4.4	NDO-voorbereiding, uitvoering en rapportage	17
2.4.5	Controle en evaluatie	18
3	Invulling NDO-expertise	19
3.1	NDO-deskundige	19
3.2	Doel van de rol.....	19
3.3	Taken en verantwoordelijkheden.....	19
Bijlage 1	Processchema Nieuwbouw	21
Bijlage 2	Processchema Gebruiksfase	23
Bijlage 3	Competentieprofiel NDO-deskundige.....	25

1 De totstandkoming van dit concept processchema

1.1 Eindproduct van het KINT project Competentieborging Eindgebruikers

Het concept processchema is het eindproduct van het KINT Project Competentieborging Eindgebruikers (2024-2025). Het project is geïnitieerd vanuit taakgroep 1 van KINT Commissie Kwaliteit in het NDO vanwege de perceptie dat de kwaliteit van NDO vaak niet of niet geheel voldoet aan de verwachting van de eindgebruiker.

In het projectplan was als doel geformuleerd het vastleggen van een concept processchema om binnen gegeven omstandigheden en begrenzingen de inzet van Niet-destructief Onderzoek voor het vaststellen van de conditie van bedrijfsmiddelen te optimaliseren, als bijdrage aan het maximaliseren van de veiligheid, effectiviteit en efficiëntie van die bedrijfsmiddelen en voldoen aan regelgeving.

In dit project werkten eindgebruikers, fabrikanten, toezichthouders, NDO-bedrijven en opleiders van NDO-personeel samen om te komen tot het concept processchema, waarin de aandachtspunten zijn vastgelegd om te komen tot een kwaliteitsniveau dat wel kan voldoen aan de verwachtingen van de opdrachtgevers.

Aan het project hebben vijftien bedrijven en instellingen met een of meer personen deelgenomen, zoals hieronder aangegeven.

Bedrijf	Deelnemer(s)
Applus	Casper van Hoek/Ton Kooren (WG)
Nederlandse Gasunie	René Coenen (SG/WG)
Hollandia Services	Sjoerd Wille (SG), Gerard Schram (WG)
Huisman Equipment	Freek Gooshouwer (SG/WG)
Infra-inspectie	Dimitri de Bree (SG/WG)
LRQA	Eric van Broekhoven (SG/WG)
Materiaal Metingen Testgroep	Bas van der Laan (WG)
Neokreft	Jan Verkooijen (PL)
Nobian	Maarten Koot (WG)
Rijkswaterstaat	Caroline den Besten (SG/WG), Douwe Sijens/Niels IJtsma (WG)
SGS	Richard Meijninger (WG)
Shell Energy & Chemicals	Rob de Koning (SG), Hans Albers (WG)
TCI-Benelux	Sanne Lit (SG/WG), Wilco Leidelmeijer (WG)
TüV Rheinland Sonovation	Herman Lens (SG), Radboud Pijs (WG)
Vinçotte Nederland	Kees van Alphen (SG/WG)

Noot: SG = Stuurgroeplid WG = Werkgroeplid PL = Projectleider

In de navolgende paragrafen worden de belangrijkste zaken uit het rapport in grote lijnen besproken. Voor de details van het project wordt verwezen naar het eindrapport van het KINT project competentieborging eindgebruikers.

1.2 Praktijkvoorbeelden (casussen) als basis voor het processchema

Om beter zicht te krijgen op wat er in de praktijk fout of juist heel goed gaat en waarom, zijn in totaal 10 praktijkvoorbeelden (casussen) ingebracht door de ervaringsdeskundigen vanuit de deelnemende bedrijven. De eindgebruikers hebben samen 6 casussen ingebracht, de fabrikanten 3 en de NDO-bedrijven 1.

De casussen zijn besproken, om vast te stellen of, onder welke omstandigheden en op welke wijze in de praktijk toegevoegde waarde gecreëerd is door optimalisatie van de keuze en

inzet van NDO. Uiteraard werd ook gekeken naar ervaringen waar dit niet, of niet helemaal is gerealiseerd, of zelfs zaken dusdanig fout zijn gegaan dat (grote) kosten en/of faalrisico's zijn ontstaan.

Na deze eerste analyse heeft een gestructureerde oorzaakanalyse plaatsgevonden, onder andere gebruikmakend van een Ishikawa diagram en de 5 keer "Waarom?"-methode. Voor elk praktijkvoorbeeld zijn de belangrijkste oorzaken bepaald, met per casus één oorzaak als meest relevante of hoofdoorzaak aangegeven. Op basis van de oorzaakanalyse zijn deelconclusies getrokken en is per casus een eindconclusie geformuleerd.

De praktijkvoorbeelden zijn ook gebruikt om in elke fase van het processchema risico's te kunnen benoemen, met uiteraard een beheersmaatregel.

De inbreng, besprekingen en analyses van de praktijkvoorbeelden vormden het grootste onderdeel van het project en de basis voor het processchema.

Samenvatting van de praktijkvoorbeelden:

Casus 1: Audits toeleveranciers met eigen NDO vaak niet afdoende

- Beschrijving: Een ultrasone techniek met 70° tasters werd gebruikt om l-naden in langснаad gelaste buis te onderzoeken, wat leidde tot een enorme schade.
- (Deel-)oorzaken: Verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever, Falende aansturing/ondersteuning van de inspecteur, Falende ondersteuning van de onderzoeker.
- Prioriteit 1 oorzaak: Verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever.
- Conclusie: De onderzoeksmethode paste niet bij de probleemstelling. Vroegtijdige betrokkenheid van de juiste NDO-expertise had enorme schade kunnen voorkomen.

Casus 2: Magnetisch Onderzoek met Jukmagneet buiten norm

- Beschrijving: Een gecertificeerde onderzoeker maakte een fout bij het onderzoek van afsluiters, die door een NDO-specialist van de eindgebruiker werd opgemerkt.
- (Deel-)oorzaken: Falende technische ondersteuning van de onderzoeker, onvoldoende expertise/ervaring van de onderzoeker en inspecteur, verkeerde mentaliteit van de onderzoeker, onvoldoende controle van de onderzoeker.
- Prioriteit 1 oorzaak: Mentaliteit onderzoeker.
- Conclusie: De onderzoeker had de mentaliteit moeten hebben om zelf in te grijpen maar deed dit niet. Controles op de juiste momenten door iemand met de juiste expertise zijn cruciaal.

Casus 3: Vertaalslag kwaliteitswens opdrachtgever naar NDO lastig

- Beschrijving: Problemen bij het vertalen van de kwaliteitswens van de opdrachtgever naar effectief NDO door de fabrikant/(onder-)aannemer.
- (Deel-)oorzaken: Verkeerde verwachtingen van opdrachtgever, falende aansturing van onderzoekers, falende technische ondersteuning van de onderzoekers.
- Prioriteit oorzaak: Verkeerde verwachtingen van de eindgebruiker.
- Conclusie: Betere communicatie en gebruik van de juiste NDO-expertise vanaf de aanvang van het project zijn nodig om de kwaliteitswens te vertalen naar NDO.

Casus 4: Gebrek aan kennis en ervaring bij controle MT met UV-belichting

- Beschrijving: Een onderzoeker maakte een fout bij het onderzoek van een lasnaad, die door een NDO-specialist van de fabrikant werd opgemerkt.

- (Deel-)oorzaken: Onvoldoende expertise/ervaring van de inspecteur en de onderzoeker, verkeerde mentaliteit van de onderzoeker en onvoldoende controle van de techniek.
- Prioriteit 1 oorzaak: Onvoldoende controle van de techniek.
- Conclusie: Controle door een inspecteur met de juiste NDO-kennis is essentieel.

Casus 5: Gebrek aan kennis en ervaring bij UT onderzoek volgens AVG

- Beschrijving: Een onderzoeker maakte een fout bij het onderzoek van smeedstukken.
- (Deel-)oorzaken: Verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever, en onvoldoende expertise/ervaring van de inspecteur en de onderzoeker, onvoldoende controle van het proces, techniek en onderzoekers.
- Prioriteit 1 oorzaak: Onvoldoende controle van de techniek.
- Conclusie: Informatie delen in de keten en verifiëren is een gedeelde verantwoordelijkheid, goede communicatie is cruciaal. Kick-off meetings zijn waardevol. Controle door iemand met de juiste competenties is belangrijk om risico's te mitigeren.

Casus 6: Foutieve uitvoering van Radiografisch Onderzoek

- Beschrijving: Een onderzoeker maakte een fout bij een radiografisch onderzoek van een las.
- (Deel-)oorzaken: Falende aansturing/technische ondersteuning van de inspecteur, falende aansturing van de onderzoeker, onvoldoende expertise/ervaring van de onderzoeker, onvoldoende controle van het proces en de onderzoekers.
- Prioriteit 1 oorzaak: Onvoldoende controle van de onderzoekers.
- Conclusie: Regelmatige cross-checks en controle door de NDO-firma zijn noodzakelijk. Een mogelijk verbeterpunt is om dit ook een *holdpoint* voor controle door de eindgebruiker te maken. Belangrijk hierbij is dat er NDO-expertise vanuit/namens de fabrikant bij aanwezig moet zijn.

Casus 7: Corrosie "Bloembaksupport" 20" leiding

- Beschrijving: Een grote besparing werd behaald door een onconventionele werkwijze toe te passen bij het vaststellen van de resterende wanddikte.
- (Deel-)oorzaken: Verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever en te weinig flexibiliteit bij onderzoek in de gebruiksfase.
- Prioriteit 1 oorzaak: Verkeerde verwachtingen van de eindgebruiker ten aanzien van de flexibiliteit van de NDO-firma bij niet standaard onderzoeken.
- Conclusie: Beschikbaarheid van de juiste NDO-competenties bij de eindgebruiker kan leiden tot grote besparingen door betere aansturing van de NDO-firma.

Casus 8: Foute interpretatie kwaliteit Cunifer/Monel afsluiters

- Beschrijving: Gietstukken werden onterecht goedgekeurd door fouten van de NDO-afdeling van de gieterij.
- (Deel-)oorzaken: Kwaliteitsverlies door tijdsdruk, onvoldoende expertise/ervaring van de onderzoeker en onvoldoende controle van de onderzoeker.
- Prioriteit 1 oorzaak: Kwaliteitsverlies door tijdsdruk.
- Conclusie: Structurele begeleiding en controle door NDO-experts tijdens de voorbereiding, aanbesteding en uitvoering voorkomt vaak enorme schades.

Casus 9: NDO (UT/MT) op gietstukken, aanvraag niet compleet en eenduidig

- Beschrijving: Een procedure voor lamellair gietijzer werd gebruikt voor nodulair gietijzer, wat leidde tot onterechte afkeuring.

- (Deel-)oorzaken: Verkeerde verwachtingen van de eindgebruiker, falende aansturing van de onderzoeker, falende technische ondersteuning van de onderzoeker, onvoldoende controle van de techniek.
- Prioriteit 1 oorzaak: Falende aansturing van de onderzoeker door de opdrachtgever.
- Conclusie: Inschakelen van NDO-expertise bij alle overdrachten kan door verbeterde overdracht (communicatie) tijdens het proces veel ongemak, teleurstelling en kosten of erger voorkomen, zeker als een tussenhandelaar betrokken is, of bij *Turn-Key* projecten.

Casus 10: Kritieke constructiecomponenten, - Niet juiste acceptatiecriteria toegepast

- Beschrijving: Verkeerde acceptatiecriteria werden toegepast, wat leidde tot vertraging en gevolgkosten.
- (Deel-)oorzaken: Kwaliteitsverlies door tijdsdruk, verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever, falende technische ondersteuning van de onderzoeker en onvoldoende controle van het proces.
- Prioriteit 1 oorzaak: Onvoldoende controle van het proces (communicatie).
- Conclusie: Er zijn meestal veel partijen betrokken, die soms niet met de sector en het type werk bekend zijn. Er kan niet vanuit gegaan worden dat partijen die pas in een latere fase in het project hun inbreng hebben automatisch op de hoogte zijn van wat eerder in het project besloten of gewijzigd is. De inzet van NDO-expertise vanaf het begin tot en met de oplevering voor begeleiding en controle is noodzakelijk om al in een vroeg stadium omissies en vergissingen op te kunnen merken en daarmee schade te voorkomen.

Bij de verschillende praktijkvoorbeelden zijn meestal meerdere (deel-)oorzaken geconstateerd. In de hier opgenomen grafiek zijn de aantallen oorzaken van het gebruikte Ishikawa diagram weergegeven. De oorzaken “verkeerde verwachtingen van de opdrachtgever” en “onvoldoende expertise/ervaring onderzoeker” zijn de meest gevonden oorzaken, gevolgd door “falende technische ondersteuning van de onderzoeker(s)” en daarna door “onvoldoende controle van het proces”.

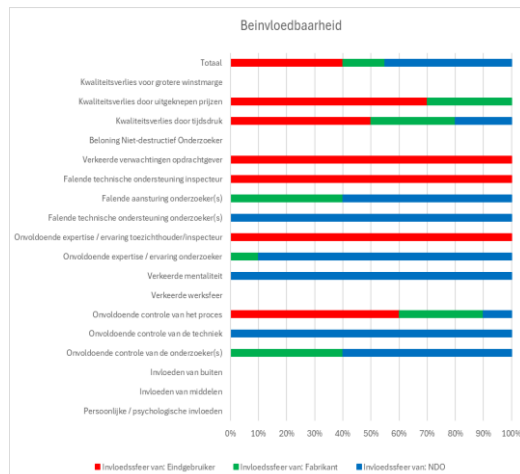


Figuur 1, Verdeling oorzaken

over de (on)mogelijkheden. Het is in deze gevallen niet ongebruikelijk dat er dan door de opdrachtgever wordt aangedrongen om het onderzoek toch uit te voeren terwijl het duidelijk is dat het onderzoek niet geschikt is voor de toepassing. De NDO-er gaat hier dan vaak in mee om de opdrachtgever tegemoet te komen. Een opmerking op de rapportage zou in deze gevallen op zijn plaats zijn, maar ook dit geeft vaak weer discussie tussen de lokale opdrachtgever en NDO-er.

De oorzaken zijn ook nog onderverdeeld naar de invloed die partijen op oorzaken hebben zoals in de volgende tabel aangegeven. Voor de overzichtelijkheid zijn de engineering en invloeden van buitenaf hier buiten beschouwing gelaten.

Uiteraard is de invloed op de kwaliteit van het NDO groot bij de NDO-firma en haar personeel. Daar wordt het werk tenslotte uitgevoerd, en je zou mogen verwachten dat daar



Figuur 2 Beïnvloeding

de expertise ligt en het allemaal goed gaat. Helaas is de praktijk wat minder mooi. Uit de casussen blijkt dat er toch zaken fout gaan. Niet alles is te wijten aan de NDO-firma; soms is het ook een gebrek aan informatie, onjuist doorgegeven of niet juist begrepen of overgenomen informatie. De invloed die de eindgebruiker daarop kan uitoefenen is groot. Beslissingen die genomen worden tijdens de (detail-) specificering, zoals materiaalkeuzes, constructiedetails en bouwvolgorde kunnen grote invloed hebben op het NDO. Dit kan al in de projectaanvraag door de eindgebruiker ondervangen worden door op te nemen dat in elke fase van het hele proces NDO-expertise betrokken moet worden om de gevolgen van deze keuzes te beoordelen op mogelijke

gevolgen voor het NDO later in het proces. Als bijvoorbeeld de noodzaak tot validatie ontstaat om het NDO toch te kunnen uitvoeren kan dat meteen in de aanvraag naar de NDO-bedrijven opgenomen worden en kunnen tijdig beslissingen genomen worden om tot oplossingen te komen zodat later geen vertraging ontstaat bij de uitvoering van het NDO, maar dat de voorbereidingen tijdig aangevangen worden. Daarnaast kunnen gerichte controles ingebouwd worden om te zorgen dat de NDO-firma de juiste voorbereidingen heeft gedaan en deze ook daadwerkelijk toepast. Denk daarbij onder andere aan procedures, werkinstructies, aanpassingen aan apparatuur en software, aanvullende training, kwalificatie, validatie en autorisatie.

Ook bij de ervaring van de onderzoeker heeft de eindgebruiker wel degelijk invloed (zie ook rapport TG3). Er moet voldoende ruimte zijn om trainees in het veld de nodige ervaring te laten opdoen zodat zij ook door kunnen groeien en uiteindelijk nieuwe NDO-experts beschikbaar kunnen komen.

2 De processchema's

2.1 Doel en aanbevelingen tijdens gebruik van de schema's

De schema's beschrijven het hele proces van conceptuele aanvraag tot en met uitvoering van het Niet-destructief Onderzoek, voor zowel nieuwbouw als gebruiksfase projecten.

Het doel van de schema's is vooral om eindgebruikers handvatten aan te reiken voor het opstellen van een eigen schema om te komen tot een betere effectiviteit en efficiency bij de inzet van NDO bij nieuwbouw en in de gebruiksfase.

De in het project tot stand gekomen schema's zijn het resultaat van een open manier van uitwisseling van ervaringen van de project deelnemers, gevolgd door een grondige oorzaak analyse van de praktijkvoorbeelden en daaruit volgende conclusies. De geïdentificeerde

risico's en daarna geformuleerde, daarbij horende beheersmaatregelen zijn in de schema's opgenomen en kunnen als leidraad dienen voor optimalisatie van de eigen projecten van gebruikers van de schema's.

Uiteraard zijn de schema's zeker niet bedoeld als een universeel kookboek. Het is onmogelijk om alles in regeltjes en specificaties te vangen; cruciaal blijft goede communicatie. Het blijft moeilijk om over grenzen heen te kijken en elkaar goed te begrijpen. Vanwege de diversiteit in verantwoordelijkheden, vakgebieden, rolhouders en kennis blijkt communicatie niet eenvoudig. Met name bij de overdracht van de ene projectfase naar de volgende, maar ook tijdens de verschillende projectfasen kan door het gebruik van jargon, industrie- of vakgebied-eigen taalgebruik en afko's informatie verkeerd begrepen worden en verloren gaan. Niet alleen in gesproken woord, maar ook in specificaties, procedures, instructies en rapportages. Vaak is er ook nog een afhankelijkheid of gezagsverhouding, zoals van eindgebruiker naar fabrikant en van fabrikant naar NDO-bedrijf waardoor sommige noodzakelijke vragen wellicht niet gesteld worden.



Communicatie kan nog ingewikkelder worden bij *turn-key* projecten of in gevallen waarbij projecten of delen daarvan via tussenhandelaren lopen, zonder inbreng van de eindgebruiker. De weg van het eerste begin van een industrieel project tot en met oplevering is lang en het is lastig om het enthousiasme van de eindgebruiker bij de start, met alle doelen, eisen, intenties en verwachtingen door het hele project heen vast te houden en degenen die later betrokken worden daarin mee te nemen.

De belangrijkste conclusie uit het project is dan ook dat er bewustwording moet zijn dat vanaf het begin tot aan het einde van een project NDO-expertise nodig is om de verwachtingen van de eindgebruiker goed te vertalen naar het vakgebied en in te vullen. De aanname dat alles wel goed zal komen door een goede specificatie te (laten) maken en te vertrouwen op de kennis en ervaring van de uitvoerende partijen komt helaas niet altijd uit. Gedurende het hele project wordt informatie gegenereerd. Vanaf de aanvraag, waarbij nog veel details open zijn, moeten normen aangevuld worden met specificaties voor de verschillende vakgebieden. Evenzo dus ook voor het NDO om het onderzoek passend te maken voor de toepassing. Bij de specificatie door een engineeringbureau en daarna bij de (detail-)engineering door de fabrikant worden onder meer materiaalkeuzes, constructiewijzen, geometrieën en lasdetails toegevoegd die allemaal gevolgen kunnen hebben voor de onderzoekbaarheid met NDO. Als dit niet in de NDO-specificatie opgenomen wordt, of niet op een wijze dat het voor uitvoerende partijen duidelijk is, kan dit later in het proces grote gevolgen hebben. In de casussen zijn voldoende voorbeelden te vinden waarin "details" opgenomen zijn die wellicht op dat moment wel voor iedere op dat moment betrokkene duidelijk kunnen zijn, maar wellicht niet voor degenen die later betrokken worden. Simpelweg omdat de verwachting is dat een expert op een bepaald vakgebied ook zal begrijpen wat beslissingen van experts in andere vakgebieden voor zijn deel van het project voor gevolg kunnen hebben. Door vanaf het begin NDO-expertise in de communicatie en keuzes te betrekken kunnen mogelijke



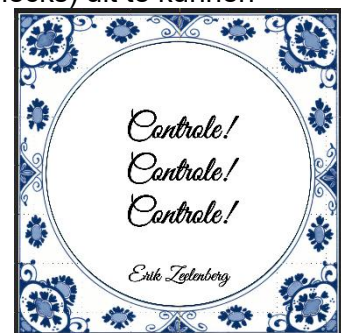
problemen later in het proces voorkomen worden. Als voorbeeld: bij casus 1 zou dan waarschijnlijk al tijdens de systeemaudit niet alleen gekeken zijn of er een systeem is voor het onderzoeken van de langsnaad, maar ook of dat systeem wel effectief is voor de specifieke lasconfiguratie. Overigens zijn in nog 5 praktijkvoorbeelden de verwachtingen van de eindgebruiker, waarschijnlijk onbedoeld, hoog gespannen geweest, wat later in het project tot problemen leidde.

Door de steeds verder gaande specialisatie binnen vakgebieden is het schier onmogelijk geworden om alle aspecten die bij een project aan de orde komen al in het begin tot in detail te overzien.

Niet-destructief Onderzoek is zo'n specialistisch vakgebied. Waar ruim 100 jaar geleden een treinmachinist met zijn hamer tegen de wielen van de trein sloeg en op het gehoor analyseerde of het nog verantwoord was om met de trein te gaan rijden, gaat dat nu, mede door toegenomen risico's een beetje anders. Er zijn nu zo'n 16 methodes voor NDO, met onder iedere methode een aantal technieken, in totaal zo'n 60 tot 80 en het groeit nog immer. Het is dus zelfs voor de mensen in het vak al lastig, zo niet onmogelijk om alles te overzien, laat staan dat de machinist, of in de huidige tijd bezien de inspecteur, dat er nu nog "even erbij" zou moeten doen...



De eindgebruiker heeft hier uiteraard het heft in handen en kan het verschil maken, door aan de voorkant duidelijk aan te geven wat zijn verwachtingen zijn en al in de eerste specificatie op te nemen dat (ook) NDO vanaf het begin in het project betrokken wordt om mee te denken in het proces, zodat cruciale informatie voor het NDO mee-evolueert gedurende het verloop van het project. Vanaf de project omschrijving, het vaststellen van de te gebruiken normen en de eerste specificatie van de eindgebruiker. En verder, via de technische specificatie door een engineering bureau of projectteam naar de detail-engineering door de fabrikant zodat voor alle NDO-stappen de juiste informatie vooraf beschikbaar gesteld kan worden. Deze sturing vanuit de eindgebruiker is cruciaal voor alle betrokkenen in het NDO-deel, ook voor de aanbesteding, om tot een goed vergelijk te komen van wat werkelijk geleverd wordt voor welke prijs. Voor de voorbereiding van het NDO om de juiste maatregelen te nemen met betrekking tot de te volgen procedures en werkinstructies, het in te zetten personeel (certificatie, validatie, autorisatie), apparatuur en verdere (rand-) voorwaarden. Tijdens de uitvoering om de juiste controles (crosschecks) uit te kunnen voeren en bij te sturen waar nodig, maar ook om te zorgen dat er ruimte is om ervaring op te doen (trainees) in het veld de nodige ervaring te laten opdoen zodat er nieuwe experts bij kunnen komen. Bij de rapportage om die informatie te leveren waarop de eindgebruiker zijn beslissingen kan nemen, omdat ook dat deel aan de tevoren duidelijk gecommuniceerde verwachting voldoet.



Een goed systeem maakt niet alleen gebruik van aansturing. Er is ook terugkoppeling in de vorm van controle nodig om te weten of de aansturing naar behoren werkt. Bij de controle van het ontwerp en detailontwerp. Bij de aanbesteding, bij de controle van procedures en bij de uiteindelijke uitvoering. Controle door personen met de juiste NDO-expertise, in lijn met het competentieprofiel is daarbij onontbeerlijk om geen cruciale details over het hoofd te zien en verwachtingen waar te maken.

2.2 Indeling van het schema

In het concept processchema zijn 5 hoofdfases gedefinieerd. De project initiatie (1), de specificering (2), het commerciële NDO-proces (3) en de NDO-voorbereiding, uitvoering en rapportage (4), met aanvullend een overdrachtsfase (5). Deze fasen zijn weer onderverdeeld in deelstappen, in totaal 16. Dit schema biedt ruimte voor beschrijven van het deelproces in elke fase met in- en output, de actiehouders en de risico's en beheersmaatregelen om deze te mitigeren. Uiteraard is dit schema een voorbeeld, dat de basis kan vormen voor eigen processchema's voor gebruikers, of als aanvulling op bestaande schema's, flowcharts en checklijsten.

Het processchema geeft horizontaal, verdeeld over kolommen de verschillende relevante processtappen weer. In de rijen daaronder is de in- en output van elke stap, de actiehouders en een korte beschrijving van de betreffende processtap weergegeven.

Bij elke stap zijn op basis van de uitkomsten van de analyses van de praktijkvoorbeelden in de rijen onder de procesbeschrijving de tijdens het project geïdentificeerde risico's aangegeven met daar weer onder een rij met de daarbij behorende beheersmaatregel.

2.3 Nieuwbouw en gebruiksfase

Vanaf het begin van dit KINT project was duidelijk dat er significante verschillen zijn tussen nieuwbouw- en gebruiksfase. Immers: bij de gebruiksfase is er in het algemeen geen rol voor een engineering bureau of fabrikant. Daarentegen is er bij de gebruiksfase een grote rol voor het onderhouds- of bedrijfsstop team. Daarmee verschuift in het algemeen de interactie voor het NDO-bedrijf van fabrikant naar bedrijfsstop team of eindgebruiker. Ook is de rol van normen kleiner bij gebruiksfase. Het gaat hier immers niet zozeer om vast te stellen dat voldaan wordt aan de nieuwbouwnorm, maar om het vaststellen of degradatie aanwezig is, en waar mogelijk het kwantificeren en/of vaststellen van progressie van de degradatie om zo hopelijk vast te kunnen stellen of, en hoelang het nog verantwoord is om verder in bedrijf te kunnen blijven.

Na een zorgvuldige afweging is daarom besloten om op basis van het nieuwbouwschema een separaat schema op te zetten voor de gebruiksfase, weliswaar met zoveel mogelijk behoud van hetzelfde stramien.

2.4 Risico's en beheersmaatregelen per processtap

2.4.1 Projectinitiatie

In deze processtap is de eindgebruiker de actiehouders. Deze stap is uiteraard cruciaal, omdat hier de basis gelegd wordt voor de uiteindelijke kwaliteit van het eindproduct zoals de eindgebruiker dat voor ogen staat.

In deze stap wordt door de eindgebruiker vastgesteld volgens welke normen en standaarden gebouwd en gewerkt moet worden. In de volgende stap moet nader gespecificeerd worden op welke wijze het Niet-destructief Onderzoek toepasbaar gemaakt moet worden voor het specifieke project. Immers, geen twee projecten zijn gelijk en het onderzoek moet wel passend zijn voor het project. Ook al is in deze fase wellicht nog niet in detail duidelijk hoe dat passend maken moet plaatsvinden, het is al wel zaak om hier als eindklant duidelijk de verwachtingen weg te leggen.

Als specifiek risico is hier aangegeven onjuiste of incomplete normen, standaarden en richtlijnen als uitgangspunt hanteren voor het voldoen aan de wet- en regelgeving en niet voldoende specificeren wat de eisen en verwachtingen zijn.

Een norm specificeren is niet voldoende. Deze normen verwijzen in het algemeen naar algemene NDO-normen die inherent weinig specifiek zijn.

Als voorbeeld: In casus 1 van de praktijkvoorbeelden werd tijdens een systeemaudit een gemechaniseerd ultrasoon systeem bij een buizenfabriek door de inspecteur (waarschijnlijk terecht) beoordeeld als voldoende aan de norm. Immers, er is een systeem voor het NDO van de langснаad. Waarschijnlijk ging het groene lampje aan bij een proefstuk zonder referentiereflector en het rode lampje bij een proefstuk met een referentie reflector die buiten de acceptatiecriteria viel. Alleen werkte dit niet voor deze specifieke lasvoorbewerking met uiteindelijk een miljoenenschade tot gevolg.

Als beheersmaatregel staat hier dan ook: *“Zorg voor aanwezigheid van de juiste NDO-expertise om goed gedefinieerde specificaties vanuit de juiste Normen en Richtlijnen op te stellen; Het onderzoek moet passend zijn voor het te onderzoeken object of product en te verwachten degradatiemechanismen.”*

Als iemand met voldoende NDO-expertise tijdens de systeemaudit aanwezig was geweest, had die naar alle waarschijnlijkheid niet alleen naar het lampje gekeken, maar ook naar het type ultrasoon tasters en de referentiefouten en al snel vastgesteld dat het systeem in deze vorm niet geschikt was voor dit specifieke product. De eindklant had dit in de project initiatiefase kunnen ondervangen door in de specificatie op te nemen dat tijdens systeemaudits ook door iemand met NDO-expertise technisch-inhoudelijk naar het NDO in relatie tot het product gekeken moet worden. Welke expertise dat dan precies is kan later in het proces nader ingevuld worden, door de eindgebruiker, het engineering bureau of de fabrikant. Als het niet in de klantspecificatie staat is de kans reëel aanwezig dat het later in het project niet, of niet correct gebeurt met soms grote gevolgen.

Als tweede wordt het risico om te veel voor vaststaand aan te nemen dat de kennis, kunde en ervaring van uitvoerende partijen (Goed vakmanschap) op orde is en vertrouwen dat uitvoerend NDO-personeel ter zake kundig is en relevante ervaring heeft voor het specifieke onderzoek en de specifieke situatie. In het schema is hier als beheersmaatregel aangegeven dat het uitvoerend NDO-personeel niet alleen gekwalificeerd en gecertificeerd moet zijn, maar ook geautoriseerd en dat de benodigde middelen voor het specifieke werk/onderzoek beschikbaar gemaakt dienen te kunnen worden.”

Verwijzend naar hetzelfde praktijkvoorbeeld: Uiteraard had de eindgebruiker eigenlijk moeten kunnen vertrouwen op de buizenfabrikant. Die had ervoor moeten zorgen dat hij de juiste NDO-expertise en hulpmiddelen in huis had om het onderzoek passend te maken voor het specifieke product en dat het onderzoek werd uitgevoerd door gekwalificeerd, gecertificeerd en geautoriseerd personeel. Dat neemt echter niet weg dat vertrouwen goed is, maar controle beter. Controle is geen gebrek aan vertrouwen, het is een onlosmakelijk onderdeel van elk kwaliteitssysteem en wordt in het algemeen alleen als een vorm van wantrouwen gezien door diegenen die hun zaken niet op orde hebben. Voor diegenen die de boel wel goed op orde hebben werkt dit nog maar eens een versterking van hun zelfvertrouwen.

Uiteraard volgt daaruit dat het ook bijzonder behulpzaam is als in het projectteam van de eindgebruiker iemand met NDO-expertise meekijkt om dit te kunnen opmerken en in de specificatie op te laten nemen. Belangrijk hierbij is de opmerking die veelvuldig in de werkgroep is gemaakt. De inspecteur moet op veel gebieden deskundig zijn maar kan niet alle disciplines tot in voldoende detail beheersen en van de laatste ontwikkelingen op de hoogte blijven. Een goede inspecteur is zich bewust van zijn grenzen en zal zich graag laten bijstaan door specialisten in alle disciplines waarvoor hij een oordeel moet vellen. Daarom zou het echt een goede toevoeging zijn om, net als met veel andere disciplines al gebeurt, de inspecteur te laten bijstaan door een NDO-deskundige.

Voor wat betreft de autorisatie: Volgens de ISO 9712 is het voor werkgevers binnen het NDO verplicht om werknemers te autoriseren voor werk. Uiteraard worden mensen opgeleid en geëxamineerd in een of meer NDO-methodes. Na het volgen van de opleiding, met goed gevolg afleggen van het theoretisch en praktisch examen en fysieke geschiktheid volgt kwalificatie en na aangetoonde praktische ervaring in de methode volgt certificatie. Als bij de opdrachtgever vastgesteld is dat een persoon gecertificeerd is, wordt vaak als vanzelfsprekend aangenomen dat hij binnen de methode die op het certificaat vermeld staat alle daaronder vallende technieken mag en kan uitvoeren.

Echter, naast de 7 meest bekende Niet-destructieve Onderzoeksmethodes (of eigenlijk strikt genomen volgens de standaards: Niet-destructieve Testen), Visueel (VT), Magnetisch (MT), Penetrant (PT), Radiografisch (RT), Ultrasoon (UT), Wervelstroom (ET) en Lek-testen (LT), bestaan er nog een aantal methodes. Het is wellicht een beetje afhankelijk van wie je het vraagt, maar de American Society of Mechanical Engineering (ASME) erkent er 16! Binnen die methodes bestaan er in totaal, ook weer afhankelijk van wie je vraagt, zo'n 60 tot 80 verschillende technieken. Als voorbeeld bij MT: yoke-techniek, zichtbaar (zwart/wit), fluorescent (UV-belichting), directe en indirecte magnetisatie, enzovoorts. Bij UT: Puls-Echo (handmatig of gemechaniseerd), doorstraalmethode, immersie, TOFD, Phased-Array (PAUT), enzovoort. Binnen een NDO-methode moet de werkgever de Niet-destructief Onderzoeker autoriseren voor elke techniek en of speciale toepassing, zodat ervan uit kan worden gegaan dat hij de competenties heeft om het passende onderzoek correct te kunnen uitvoeren. Dit geldt ook en met name voor NDO in de gebruiksfase. Hier zijn immers enorm veel verschillende degradatie mechanismen in oneindig veel objectconfiguraties en omstandigheden die elk hun eigen specifieke benadering behoeven.

Bij veel eindgebruikers/opdrachtgevers is autorisatie in dit verband (nog) niet echt bekend. Het zou daarom goed zijn als bij de projectaanvraag en specificeringsfase ook aandacht besteed wordt aan dit onderdeel. Er wordt (onterecht) vanuit gegaan dat als iemand gecertificeerd is voor MT hij alles kan binnen deze methode, maar er wordt maar een beperkt aantal proefstukken en technieken geëxamineerd. Ook andere toepassingen moeten door de werkgever aanvullend worden getraind en getoetst en in speciale gevallen zo nodig gevalideerd, waarna autorisatie kan volgen.

Controle op autorisatie zou daarom ook een vast onderdeel moeten zijn van audits.

Behalve in de ISO 9712 is ook in de EFNDT Guideline Overall NDT Quality System en de ICNDT Guide to Qualification and Certification of Personnel for NDT meer informatie te vinden over autorisatie.

2.4.2 Specificering

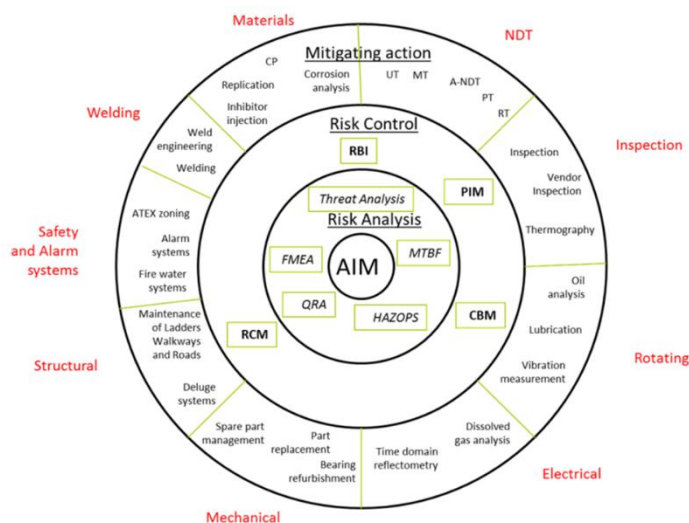
In deze stap van het nieuwbouwproces vinden een aantal zaken plaats: de basic engineering, detail engineering en uiteindelijk de aanvraag voor de uitvoering van het Niet-destructief Onderzoek. Vaak zijn hierbij meerdere partijen betrokken, zoals een engineering bureau, een of meerdere fabrikanten en een toezichthouder.

In de gebruiksfase is dit meestal wel anders georganiseerd, met een project- onderhouds- of stop (shutdown-) team. Inhoudelijk is dit natuurlijk een totaal ander team dan een engineering bureau, maar uiteindelijk worden hier de specificaties van de eindgebruiker (vaak hetzelfde bedrijf) omgezet naar concrete acties voor de uitvoering, waarbij NDO een de uitvoerenden is.

Er moet in het algemeen veel gebeuren tussen aanvang en oplevering en daar zijn veel mensen, werkzaam bij verschillende bedrijven, met daarbinnen verschillende afdelingen met hun eigen specialismen, werkwijze en cultuur bij betrokken. Niet alleen dat, maar binnen deze bedrijven, afdelingen en specialismen wordt ook vaak eigen jargon en eigen afko's gebruikt.

Voor de instandhoudingsfase lijkt het wat eenvoudiger, omdat hier in het algemeen geen engineering bureau bij betrokken is. In plaats daarvan is er vaak een project- of stopteam. Bij de grotere eindgebruikers zitten hier vooral eigen mensen in en is het team dus feitelijk onderdeel van de eindgebruikers organisatie. Ook wordt vaak een projectteam samengesteld met eigen mensen en ingehuurde partijen. Hierin zijn ook hier veel verschillende disciplines vertegenwoordigd, zij het andere dan bij de nieuwbouw. Ook hier geldt weer dat communicatie een issue kan zijn door vakjargon en afko's.

Als voorbeeld hierna voor de gebruiksfase een overzicht van de situatie bij instandhoudingsmanagement waaruit de hoeveelheid betrokken disciplines blijkt.



Figuur 3 Met welwillende toestemming van Dr. Ir. Casper Wassink

over te bereiken doelen voor het NDO kan issues opleveren.

Daarnaast kan onbekendheid van de NDO-firma en/of het personeel met de vaak specifieke degradatiemechanismen, geometrieën en omstandigheden (toegankelijkheid) een issue zijn.

In het nieuwbouwschema staan eveneens een aantal risico's omschreven in de verschillende kolommen met betrekking tot de engineering fase.

Ook hier is communicatie een issue, evenals het niet goed overnemen of interpreteren en doorgeven van eisen en wensen van de eindgebruiker aan andere betrokken partijen gedurende het proces. Uit de aangegeven risico's en beheersmaatregelen komt naar voren dat het inzetten van NDO-expertise in vrijwel alle stappen cruciaal is om problemen later te voorkomen.

Zo kunnen materiaalkeuzes die tijdens de engineering gemaakt worden, bijvoorbeeld om gewicht te besparen of corrosiebestendigheid te verbeteren een grote invloed hebben op de onderzoekbaarheid, net zoals bepaalde types constructies en geometrieën. Voorbeelden van materialen die beperkingen op kunnen leveren of aanpassingen van de techniek nodig kunnen maken zijn TM-staal, door richting afhankelijkheid bij UT of anisotropie bij RVS of zwart/wit (RVS aan laag gelegen staal) verbindingen. Dit heeft later in het proces gevolgen voor de voorbereiding en uitvoering van het NDO, doordat speciale technieken gemodificeerd of zelfs nieuw ontwikkeld moeten worden. Deze technieken moeten dan in een procedure opgenomen en gevalideerd worden, wat weer kan leiden tot aanvullende training, kwalificatie en autorisatie van personeel voor de toe te passen techniek. Dat kost tijd en als hierop niet geanticipeerd wordt, kan dit later in het project tot grote vertragingen leiden. Overigens geldt dit uiteraard ook voor gebruiksfase, zelfs in sterkere mate als geometrie van de objecten en morfologie van degradatie afwijken van het verwachte.

De eindgebruiker heeft hier ook zeker een rol, namelijk bij de goedkeuring van de engineering, dus de controle door de eindgebruiker of alle elementen die nodig zijn om uiteindelijk het product te krijgen zoals bedoeld ingevuld zijn en in overeenstemming met de

verwachtingen (eisen en wensen) van de eindgebruiker, inclusief acceptatie door middel van een passend Niet-destructief Onderzoek later in het proces.

Turn-key projecten, waarbij de eindgebruiker feitelijk alles heeft uitbesteed, vragen ook nog speciale aandacht. Als dan in de specificatie van de eindgebruiker geen rekening gehouden is met betrokkenheid bij de goedkeuring van het ontwerp, gebruik van speciale materialen of geometrieën en tussentijdse controles kan dat uiteindelijk bij oplevering natuurlijk wel tot verrassingen leiden die lastig te herstellen zijn.

Bij de detail-engineering kan ook een toezichthouder ingeschakeld worden, vrijwillig, op basis van de specificatie of klanteisen, of verplicht door regelgeving. Volgens de EU-richtlijnen is de fabrikant verantwoordelijk om te voldoen aan de wettelijke vereisten, bij de PED is bepaald wanneer EU-CBI toezicht noodzakelijk is op basis van risico.

Zaken die in beide schema's als belangrijke beheersmaatregel naar voren komen zijn het betrekken van NDO-expertise (ook bij de toezichthouder) tijdens deze processtap en aandacht voor autorisatie van personeel voor het uit te voeren NDO door de NDO-firma.

Als voorbeelden van autorisatie: praktijkvoorbeeld 5 en 8. Hierbij zijn gecertificeerde onderzoekers ingezet. Echter, hoewel dit (UT onderzoek volgens AVG en radiografisch onderzoek van Cunifer/Monel gegoten afsluiters) niet echt buitenissige onderzoekstechnieken zijn komen ze niet echt vaak genoeg voor om iedere Niet-destructief Onderzoeker die gecertificeerd is voor ultrasoon c.q. radiografisch onderzoek daarvoor te autoriseren en/of geautoriseerd te houden. Daardoor ontbreekt routine en ervaring waardoor de uitvoering van het onderzoek en de interpretatie van de resultaten zonder aanvullende training vaak misgaat.

Een bekend en veel vaker voorkomend probleem, wat niet in de praktijkvoorbeelden zit maar wel aandacht verdient is handmatig ultrasoon Puls-Echo onderzoek. Dit is een techniek die als belangrijk deel in de opleiding en examen UT zit (theorie en praktijk). Wanneer echter iemand als NDO-er langere tijd bijvoorbeeld alleen wanddiktemetingen uitvoert (overigens ook niet zo simpel als het lijkt), verliest hij al vrij snel de vaardigheid voor het onderzoeken van lassen, waardoor een autorisatie met (beperkte) aanvullende training feitelijk een must is voordat hij weer ingezet kan worden voor lasonderzoek. Vergelijk het eens met iemand die een groot rijbewijs heeft, maar jarenlang niet op een grote vrachtwagen gereden heeft. Zou die niet even een paar ritjes moeten rijden met een ervaren chauffeur of instructeur ernaast voordat hij weer zelfstandig de almaar drukker geworden wegen op gaat?

2.4.3 NDO Commercieel proces

In het commerciële proces zijn de fabrikant (nieuwbouw), de eindgebruiker (gebruiksfase) en NDO-firma de actiehouders. In deze stap van het proces wordt de aanvraag van de fabrikant of eindgebruiker naar geselecteerde NDO-aanbieders gestuurd. De aanvraag wordt door de NDO-firma's beoordeeld waarna al dan niet een offerte aangeboden wordt. De offertes worden beoordeeld door de opdrachtgever aan de hand van de aanvraag. Als de opdracht wordt gegund wordt het contract beoordeeld en al dan niet door de NDO-firma geaccepteerd. Tussentijds kan in de meeste gevallen nadere informatie of uitleg worden gevraagd en gegeven.

De belangrijkste risico's die hier genoemd zijn hebben te maken met onduidelijkheden en interpretaties. Zo wordt onder andere genoemd dat onbekendheid van de aanbieder met de sector of specifieke eisen en omstandigheden kan leiden tot een niet realistische inschatting van de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden door de aanbieder, waardoor deze wellicht te laag aanbiedt en de order krijgt. Ook al is dit misschien het risico van de aanbieder, het zal toch effect hebben voor het project, waardoor ook de opdrachtgever niet verhaalbare schade op kan lopen.

De andere kant is dat er ook aanbieders kunnen zijn die minder risico's uitsluiten, of alternatieven voorstellen die wel meer kosten met zich meebrengen maar wel een (aanzienlijke) besparing op doorlooptijd voor de opdrachtgever opleveren die groter is dan het verschil met offertes van collega aanbieders.

Beheersmaatregelen zijn dan ook dat de offerte niet alleen puur op prijs beoordeeld wordt, maar dat ook terdege gekeken moet worden naar de technisch-inhoudelijke verschillen. Het regelen van mogelijkheden voor overleg tussen NDO-bedrijf en opdrachtgever, maar ook na gunning, bijvoorbeeld door een kick-off meeting (praktijkvoorbeelden 4 en 5) kan uiteraard verhelderend werken en issues bij uitvoering voorkomen.

Ook hiervoor is uiteraard NDO-expertise nodig omdat geen twee projecten identiek zijn.

2.4.4 NDO-voorbereiding, uitvoering en rapportage

De actiehouders in deze fase zijn de NDO-firma en de opdrachtgever (projectteam van de eindgebruiker of de fabrikant). Het eerste deel van deze processtap behelst de voorbereiding, waarbij op basis van de klantspecificatie gekozen wordt voor bestaande procedures, of nieuwe specifieke procedures die speciaal voor het project worden geproduceerd. In specifieke gevallen, waarbij standaard technieken niet volstaan, bijvoorbeeld voor complexe geometrieën, bepaalde materiaalsoorten of degradatiemechanismen, kan het nodig zijn een validatie uit te voeren van de procedure, techniek en apparatuur. Daarbij hoort dan ook additionele training en autorisatie van het NDO-personeel voor het specifieke onderzoek.

In het tweede deel van deze fase wordt de door de NDO-firma opgestelde procedure getoetst aan de hand van de NDO-specificatie.

De beoordeling en acceptatie van de procedure en een eventuele validatie dient plaats te vinden door of namens de eindgebruiker, aan de hand van de NDO-specificatie. In verband met de wet- en regelgeving wordt voor de beoordeling en acceptatie meestal ook gebruik gemaakt van de diensten van een toezichthouder met, als het goed is de vereiste specifieke, kennis en ervaring van de toegepaste methode en/of techniek, lees: NDO-expertise.

Risico's in de voorbereiding die beschreven zijn in het processchema liggen vaak op het vlak van communicatie, bijvoorbeeld het niet bekend zijn van specifieke eisen, vooral als tussenhandelaren betrokken zijn (praktijkvoorbeeld 9, uitvoering MT/UT op gietstukken, aanvraag niet compleet en eenduidig). Ook het gebrek aan voldoende expertise om daar mee om te kunnen gaan, zoals bij een validatie kan een issue zijn. Dit kan liggen bij de NDO-firma, maar ook kan het schorten aan NDO-expertise bij de beoordelaren van de procedure en validatie.

De feitelijke uitvoering van het NDO kan nu van start gaan op afroep door de actiehouder. Bij nieuwbouw meestal de fabrikant, bij gebruiksfase het project- of stopteam van de

eindgebruiker. Risico's bij de afroep zijn het ontbreken van informatie, of het verstrekken van verkeerde of onvolledige informatie over de te onderzoeken objecten en fouten bij het aanwijzen van te onderzoeken objecten. Dit kan ondervangen worden door een controle van het NDO-request op correctheid voordat het naar de NDO-firma gaat.

Noot: In het nieuwbouwschema is nog de opmerking opgenomen: "Wachttijd na lassen tot uitvoering NDO wordt niet in acht genomen doordat de NDO'er niet op de hoogte is van datum/tijd van voltooien las." Vanuit het oogpunt van NDO is opmerkelijk dat in sommige standaarden, bijvoorbeeld de EN 1090-2 expliciet gesteld wordt dat op het NDO-rapport moet worden vastgelegd, wat een opmerkelijke keuze is. De NDO'er heeft immers doorgaans niet de mogelijkheid om dit daadwerkelijk te verifiëren, en dit aspect wordt ook niet vereist in de methode-specifieke NDO-normen voor het testrapport.

In de praktijk zou een lascoördinator die nauwkeurig bijhoudt wanneer een las gereed is en wanneer het NDO is uitgevoerd, meer waardevolle informatie bieden dan een NDO-rapport met een generiek statement over een wachttijd van 24, 48 of 72 uur, opgesteld door een NDO'er die toevallig die dag aanwezig was.

De NDO-firma dient tenslotte in overeenstemming met de procedure gecertificeerde en geautoriseerde medewerkers in te zetten, met de juiste, gekalibreerde apparatuur en eventuele hulpmiddelen en verbruiksartikelen. Na het uitvoeren van het NDO wordt een rapport met de bevindingen opgesteld, in overeenstemming met de procedure en aan de klant verstrekt.

Risico's zijn het ontbreken van kennis en kunde op het juiste niveau bij de leidinggevend en planning bij het NDO-bedrijf, wat kan leiden tot het niet beschikbaar maken van relevante informatie voor de NDO'er en/of de inzet van niet voor het onderzoek en rapportage van de bevindingen geautoriseerde onderzoekers. Hierdoor kan het voorkomen dat rapportage niet aansluit bij het *request* en dus niet herleidbaar is naar het specifieke object en locatie.

Daarnaast kunnen NDO-ers natuurlijk ook gewoon fouten maken, zoals in een aantal van de praktijkvoorbeelden duidelijk naar voren is gekomen.

Beheersmaatregelen zijn hier autorisatie vooraf en technische ondersteuning en toezicht (controle, crosschecks) tijdens voorbereiding, onderzoek en rapportage op de Niet-destructief Onderzoekers door de NDO-firma.

2.4.5 Controle en evaluatie

In deze fase zijn de fabrikant (nieuwbouw) c.q. het project- of stopteam (gebruiksfase) en de toezichthouder de actiehouders. Als eerste punt in deze fase staat "controle tijdens uitvoering van het NDO". Al is de voorbereiding nog zo goed, iedereen kan fouten maken, dus zoals al eerder opgemerkt is vertrouwen goed, maar controle beter! Zowel bij nieuwbouw als bij gebruiksfase geldt dat controle achteraf feitelijk te laat is om nog herstelacties te initiëren. Daaruit volgt dat om vertraging te voorkomen controle, al is het maar een steekproef *tijdens de uitvoering* van het NDO cruciaal is om nog gelegenheid te hebben om fouten te kunnen herstellen.

De andere acties in deze fase zijn acceptatie van het uitgevoerde NDO door middel van toetsing van het rapport aan de vraag (*request*), onderzoeksresultaten vaststellen en registratie van de bevindingen in het dossier, afmelding van het uitgevoerde werk en interne controle of de werkzaamheden volledig zijn.

Genoemde risico's zijn hier dat controles uitgevoerd worden zonder de aanwezigheid van relevante NDO-expertise, waardoor significante onvolkomenheden in onderzoek en rapportage niet worden opgemerkt. Evidente beheersmaatregel: relevante NDO-expertise inschakelen.

3 Invulling NDO-expertise

3.1 NDO-deskundige

Het project waaruit het processchema is voortgekomen heeft de naam “Competentieborging Eindgebruikers” gekregen en in het projectplan is dan ook de vraagstelling opgenomen welke competenties op welk moment van het proces benodigd zijn om tot het beoogde resultaat te komen. Daar waar de eisen vooraf, voor alle betrokkenen duidelijk gespecificeerd zijn en goed gecommuniceerd en begrepen worden zal een effectiever en efficiënter proces ontstaan waardoor het NDO met grotere waarschijnlijkheid voldoen aan de verwachtingen van de eindgebruiker.

In het projectrapport, met name in de oorzaakanalyse van de praktijkvoorbeelden valt op dat zaken mislopen doordat technische “details” in de specificatie, planning, voorbereiding of uitvoering over het hoofd zijn gezien. Hierbij wordt vaak aangegeven dat de aanwezigheid op het juiste moment van NDO-expertise problemen, met vaak immense kosten tot gevolg beperkt hadden kunnen worden of zelfs geheel vermeden. Ook zijn er voorbeelden waarbij op het juiste moment de juiste NDO-expertise aanwezig was, grote besparingen zijn bereikt door alternatieve oplossingen voor bepaalde onderzoeken.

In het processchema wordt in de beheersmaatregelen die beschreven zijn om de risico's die, gebaseerd op de conclusies van de praktijkvoorbeelden opgenomen zijn in het schema ook veelvuldig de benodigde NDO-expertise genoemd als cruciaal voor het mitigeren van de daar omschreven risico's. Als onderdeel van het project is daarom een competentieprofiel vastgesteld voor een NDO-deskundige die deze expertise zou kunnen inbrengen.

Het profiel is opgenomen in *Bijlage 3* van dit document.

3.2 Doel van de rol

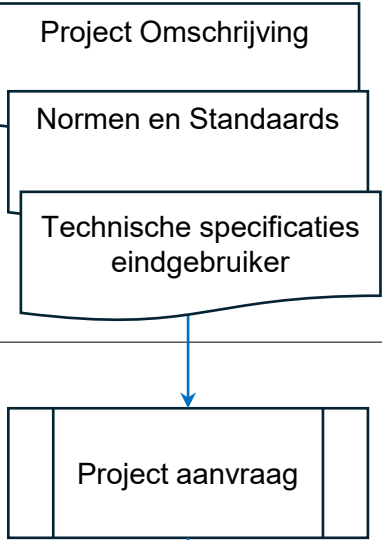
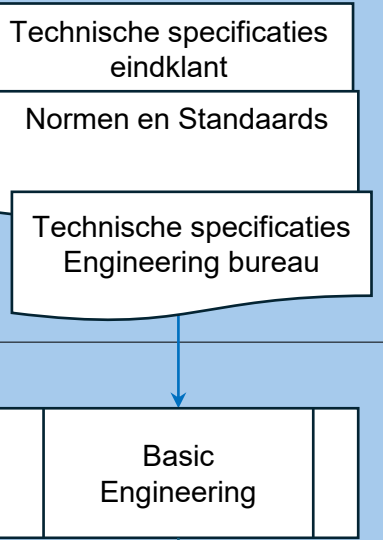
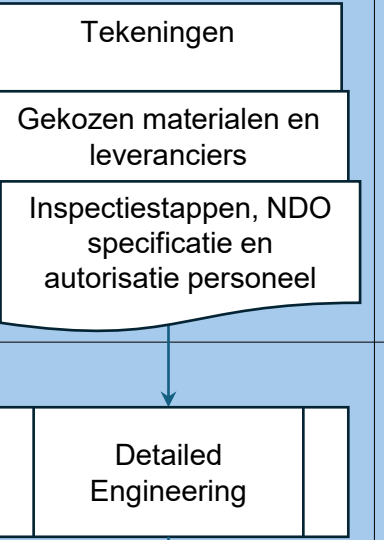
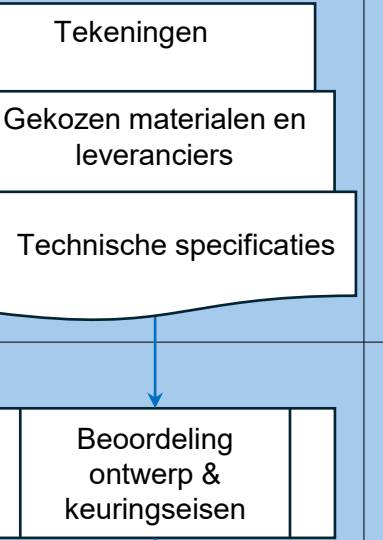
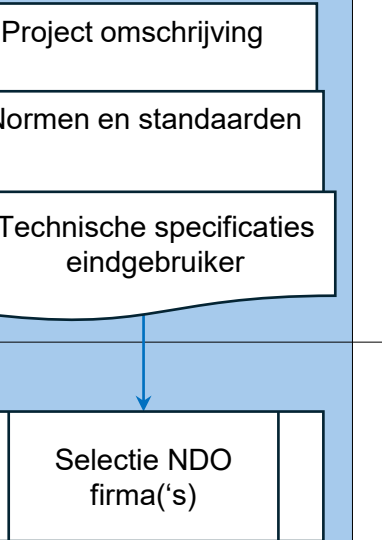
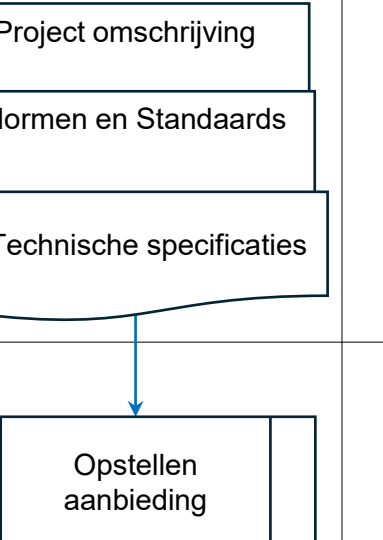
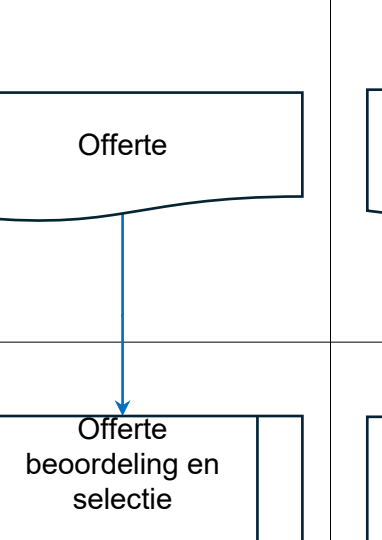
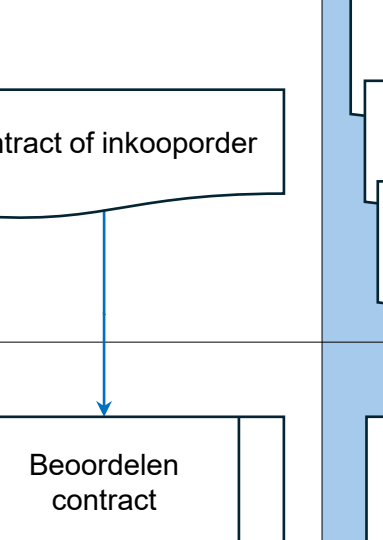
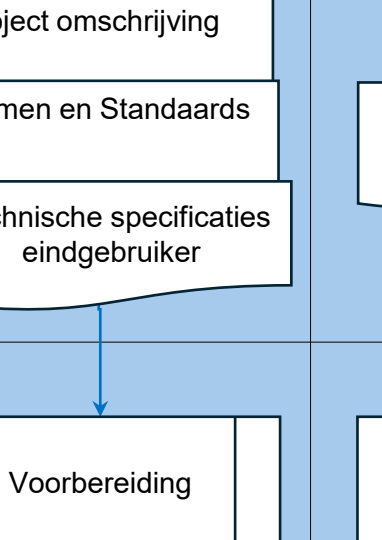
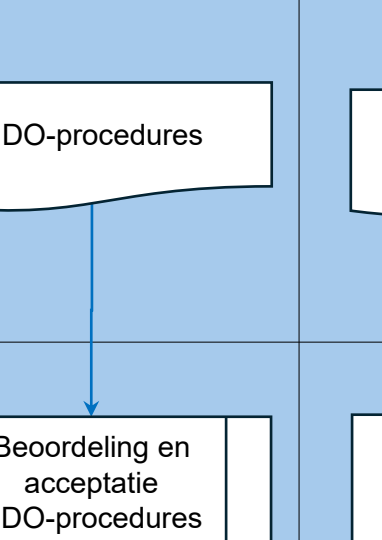
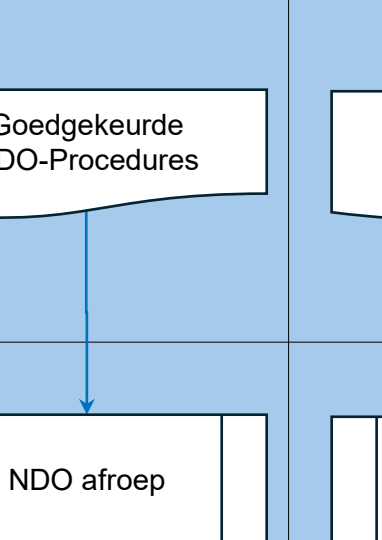
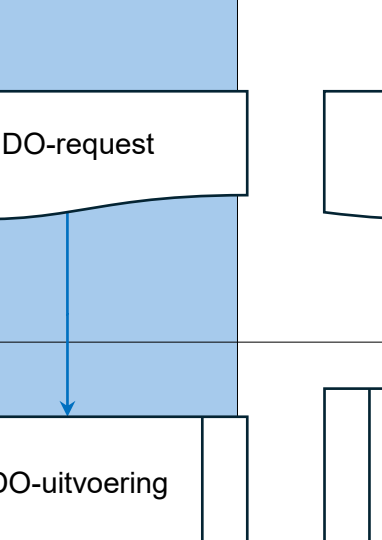
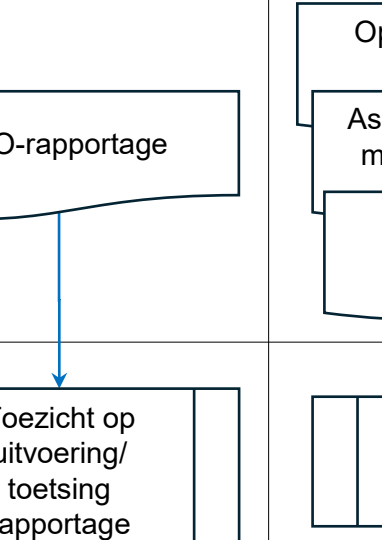
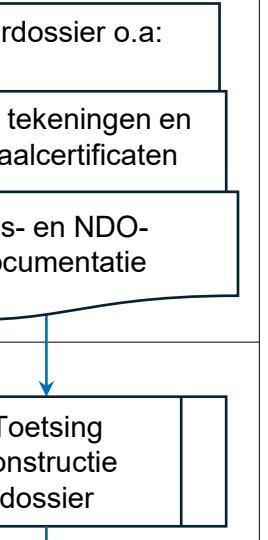
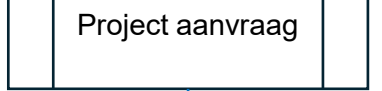
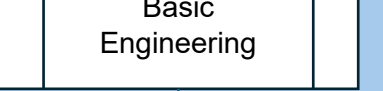
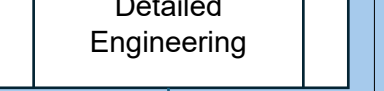
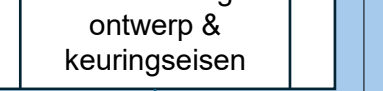
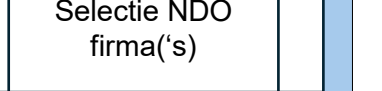
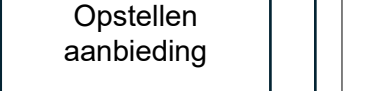
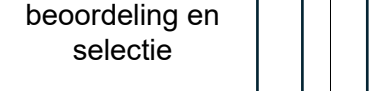
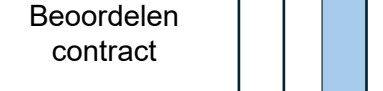
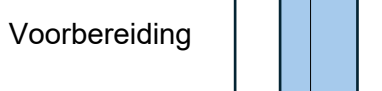
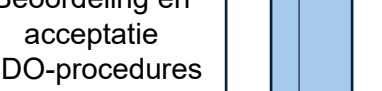
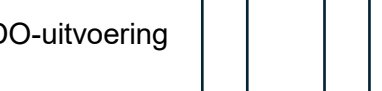
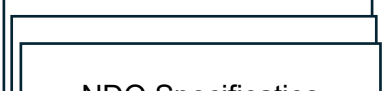
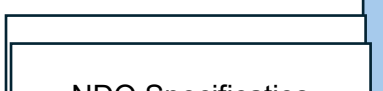
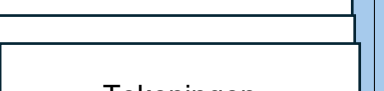
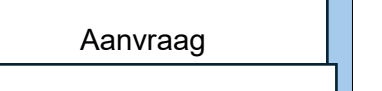
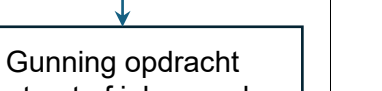
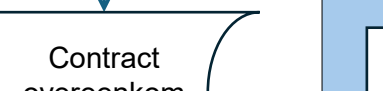
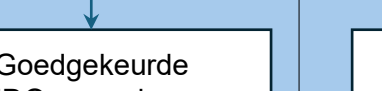
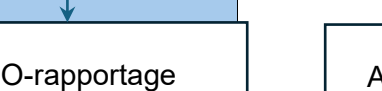
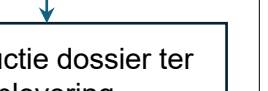
De NDO-deskundige vervult een sleutelrol binnen het ontwerp- en realisatieproces van technische installaties of constructies waarin Niet-destructief Onderzoek (NDO) een belangrijke waarborg vormt voor integriteit, veiligheid en voldoen aan wet- en regelgeving. De NDO-deskundige moet objectief en onafhankelijk kunnen opereren binnen de organisatie. Hij/zij adviseert de fabrikant, ontwerper en/of asset eigenaar over onderzoekbaarheid, uitvoerbaarheid, regelgeving en de toepassing van NDO-methoden gedurende de volledige levenscyclus. Hij dient zich terdege bewust te zijn van de mogelijkheden, maar zeker ook van de beperkingen van NDO-methoden en -technieken. De NDO-deskundige is in staat toezicht te houden op NDO-werkzaamheden en fungeert als gesprekspartner voor NDO Level 3-specialisten, inspecteurs, ontwerpteams, lassers en beheerders. Hij is in staat om over grenzen te kijken en zich zover te verdiepen in aanpalende disciplines om te kunnen begrijpen welke keuzes die daar gemaakt worden belangrijk zijn voor de toepasbaarheid van NDO.

3.3 Taken en verantwoordelijkheden

- Adviseren over onderzoekbaarheid van ontwerpen (maakbaarheid én meetbaarheid).

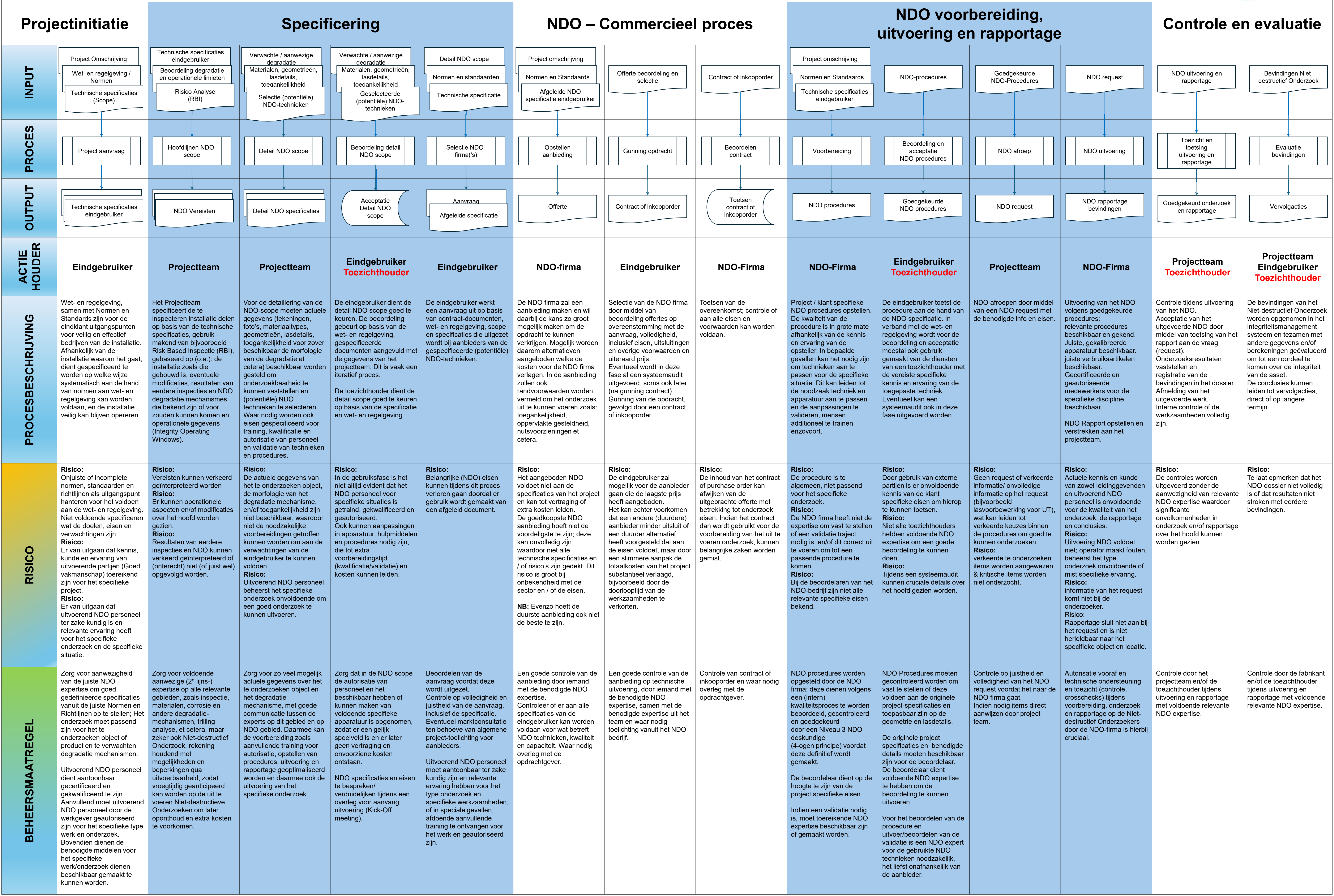
- NDO-plannen toetsen aan de eisen van geldende normen en regelgeving en de gewenste productkwaliteit.
- Signaleren van mogelijke knelpunten in ontwerp of uitvoering met betrekking tot NDO en mitigatievoorstellen doen.
- Opstellen of toetsen van technische uitvragen richting NDO-specialistische partijen.
- Beoordelen van NDO-plannen en -procedures, inclusief verificatie van voorgestelde methoden.
- Toezicht houden op uitvoering van NDO door derden vanuit een onafhankelijk kwaliteitsstandpunt.
- Input leveren voor risicoanalyses, onderhoudsstrategieën en *life cycle management*.
- Bevorderen van samenwerking tussen NDO en andere betrokken disciplines (lassen, engineering, materiaaldeskundigen, *Asset Integrity Management*, AIM).
- Bijdragen aan kennisontwikkeling en borging van *best practices* binnen het project of de organisatie.

Bijlage 1 Processchema Nieuwbouw

NDO Processchema Nieuwbouw														
Projectinitiatie		Specificering				NDO – Commercieel proces			NDO voorbereiding, uitvoering en rapportage				Overdracht	
INPUT														
PROCES														
OUTPUT														
ACTIE HOUDER	Eindgebruiker	Engineering bureau	Fabrikant Toezichthouder *)	Eindgebruiker Toezichthouder	Fabrikant	NDO-firma	Fabrikant	NDO-Firma	NDO-Firma	Fabrikant Engineering bureau Eindgebruiker Toezichthouder	Fabrikant	NDO-Firma	Fabrikant Toezichthouder	Engineering bureau Eindgebruiker
PROCESBESCHRIJVING	Wet- en regelgeving, samen met normen en standaarden zijn voor de eindklant uitgangspunten voor veilig en effectief bedrijven van de asset. Afhankelijk van de asset waarom het gaat, dient nader gespecificeerd te worden op welke wijze systematisch aan wet- en regelgeving kan worden voldaan, en de asset veilig kan worden gebruikt.	Voor de basic engineering worden de relevante specificaties overgenomen. Vaak worden er ook specificaties toegevoegd en/of verder gedetailleerd door het engineering bureau.	Voor de <i>detailed engineering</i> gaat de fabrikant uit van de aangeleverde documenten. Hierbij zal de fabrikant vooral uitgaan van de eigen gekende methoden en aanpak. Uiteindelijk komt er een ontwerp inclusief inspectie en NDO eisen op basis van hoe de fabrikant de documenten heeft geïnterpreteerd. Uitvoerend NDO personeel dient geautoriseerd te zijn voor het type werk en onderzoek.	Het engineering bureau dient het ontwerp goed te keuren. Zij zullen de beoordeling doen op basis van hun eigen gespecificeerde documenten. Dit is vaak een iteratief proces. De eindgebruiker is mogelijk deel van het goedkeuring-proces in verband met de eigen specificatie. Op basis van wet- en regelgeving kan vereist zijn dat een externe toezichthouder het ontwerp dient goed te keuren. Optioneel kan de toezichthouder specificaties meenemen in zijn beoordeling.	De fabrikant zal een aanvraag uitwerken op basis van contract documenten, norm eisen, scope en specificaties die uitgezet wordt bij geselecteerde NDO aanbieders.	De NDO firma zal een aanbieding maken en wil daarbij de kans zo groot mogelijk maken om de opdracht te kunnen verkrijgen. Mogelijk worden daarom alternatieven aangeboden welke de kosten voor de NDO firma verlagen. In de aanbieding zullen ook randvoorwaarden worden vermeld om het onderzoek uit te kunnen voeren zoals:- Oppervlakte gesteldheid- Bereikbaarheid- Nutsvoorzieningen.	Selectie van de NDO firma door middel van beoordeling offertes op basis van prijs en volledigheid, inclusief eisen en overige voorwaarden. Eventueel wordt in deze fase al een systeemaudit uitgevoerd, soms ook later (na gunning contract). Gunning van de opdracht, gevolgd door een contract of inkooporder,	Toetsen van de overeenkomst; controle of aan alle eisen en voorwaarden wordt voldaan	Project / klant specifieke NDO procedures opstellen. De kwaliteit van de procedure is in grote mate afhankelijk van de kennis en ervaring van de opsteller. In bepaalde gevallen kan het nodig zijn om technieken aan te passen voor de specifieke situatie. Dit kan leiden tot de noodzaak om apparatuur aan te passen, mensen additioneel te trainen of een techniek aanpassing te valideren enzovoort.	De eindgebruiker toetst de procedure aan de hand van de NDO specificatie. In verband met de wet- en regelgeving wordt voor de beoordeling en acceptatie meestal ook gebruik gemaakt van de diensten van een toezichthouder met de vereiste specifieke kennis en ervaring van de toegepaste techniek. Eventueel kan een systeemaudit ook in deze fase uitgevoerd worden.	NDO afroepen door middel van een NDO request met de benodigde info en eisen.	Uitvoering van het NDO volgens goedgekeurde procedures: relevante procedures beschikbaar en gekend. Juiste, gekalibreerde apparatuur beschikbaar. Juiste verbruiksartikelen beschikbaar. Gecertificeerde en geautoriseerde medewerkers voor de specifieke discipline beschikbaar. NDO Rapport opstellen en verstrekken aan de fabrikant.	Controle tijdens uitvoering van het NDO. Acceptatie van het uitgevoerde NDO door middel van toetsing van het rapport aan de vraag (request). Onderzoeksresultaten vaststellen en registratie van de bevindingen in het dossier. Afmelding van het uitgevoerde werk. Interne controle of de werkzaamheden volledig zijn.	Het engineering bureau toetst het constructie dossier aan de hand van de specificatie van de eindgebruiker en de (eigen) afgeleide specificaties. Met name bij Turn-key projecten is het constructie dossier vaak erg omvangrijk.
RISICO('S)	Risico: Onjuiste of incomplete normen, standaarden en richtlijnen als uitgangspunt hanteren. Onvoldoende specificeren wat de eisen en verwachtingen zijn. Risico: Ervan uitgaan dat kennis en ervaring van de uitvoerende partijen toereikend is voor het specifieke project. Risico: Uitvoerend NDO personeel is niet ter zake kundig en heeft geen relevante ervaring met het type onderzoek en werkzaamheden voor het specifieke project.	Risico: Eisen kunnen verkeerd worden overgenomen vanuit specificaties van de eindgebruiker. Risico: Er kunnen conflicterende eisen worden geformuleerd. Risico: Materiaalkeuzes, lasvoorbewerkingen, geometrieën en constructiewijzen kunnen invloed hebben of beperkingen veroorzaken, waardoor "standaard" technieken niet voldoen en mogelijk aangepaste of niet genormaliseerde NDO technieken moeten worden toegepast. Ook kunnen speciale referentiestukken nodig zijn. Dit kan extra tijdsbeslag en kosten veroorzaken. Noot: Zie tekst document.	Risico: Ontwerp en lasdetails kunnen invloed hebben op de uitvoerbaarheid van NDO. NDO vriendelijk ontwerp is van belang. Risico: Uitvoerend NDO personeel beheerst het specifieke type onderzoek of product onvoldoende.	Risico: Bij Turn-Key projecten is er geen betrokkenheid van de eindgebruiker. Bij uitbesteding is er mogelijk geen of onvoldoende betrokkenheid van de eindgebruiker waardoor wellicht niet met alle eisen en wensen van de eindgebruiker rekening gehouden wordt. Risico: Belangrijke NDO eisen kunnen tijdens dit proces verloren gaan doordat: - Documenten worden samengevoegd in de voorgaande processen; - Bij de verschillende beoordelingsstappen onvoldoende kennis aanwezig is over de technische specificaties van de eindklant.	Risico: Belangrijke (NDO) eisen kunnen tijdens dit proces verloren gaan doordat er opnieuw gebruik wordt gemaakt van een afgeleid document. Risico: Uitvoerend NDO personeel beheerst het specifieke type onderzoek of product onvoldoende.	Risico: Het aangeboden NDO voldoet niet aan de specificaties van het project en kan tot vertraging of extra kosten leiden. De goedkoopste NDO aanbieder hoeft niet de voordeligste te zijn; deze kan onvolledig zijn waardoor niet alle technische specificaties en / of risico's zijn gedekt. Dit risico is groot bij onbekendheid met de sector en / of de eisen. NB: Evenzo hoeft de duurste aanbieder ook niet de beste te zijn.	Risico: De eindgebruiker zal mogelijk voor de aanbieder gaan die de laagste prijs heeft aangeboden. Het kan echter voorkomen dat een andere (duurdere) aanbieder minder uitsluit of een duurder alternatief heeft voorgesteld dat aan de eisen voldoet, maar door een slimmere aanpak de totaalkosten van het project substantieel verlaagd, bijvoorbeeld door de doorlooptijd van de werkzaamheden te verkorten, waardoor besparingen voor het hele project kunnen worden misgelopen.	Risico: De inhoud van het contract of inkoop order kan afwijken van de uitgebrachte offerte met betrekking tot onderzoek eisen. Indien afwijkingen niet worden geadresseerd worden gemist of verkeerd worden geïnterpreteerd. Risico: De NDO-firma is vaak een onafhankelijke partij, echter deze werkt vaak direct in opdracht van de fabrikant en kunnen beide overlappende commerciële belangen hebben, waardoor gekozen oplossingen niet altijd passen binnen de wet- en regelgeving, specificaties of de verwachtingen van de eindgebruiker, wat later tot problemen kan leiden,	Risico: De procedure is te algemeen, niet passend voor het specifieke onderzoek. Risico: De NDO firma heeft niet de expertise om vast te stellen of een validatie traject nodig is, en/of dit correct uit te voeren om tot een passende procedure te komen. Risico: Bij de beoordelaren van het NDO-bedrijf zijn niet alle relevante specifieke eisen bekend.	Risico: Door gebruik van externe partijen is er onvoldoende kennis van de klant specifieke eisen om hierop te kunnen toetsen. Risico: Bij Turn-Key projecten is er wellicht geen betrokkenheid van de eindgebruiker. Risico: De beoordelaren hebben onvoldoende kennis van NDO om een goede beoordeling te kunnen doen. Risico: Bij de beoordelaren zijn de relevante specifieke eisen niet bekend.	Risico: Geen request of verkeerde informatie/ onvolledige informatie op het request (bijvoorbeeld lasvoorbewerking voor UT), wat kan leiden tot verkeerde keuzes binnen de procedures om goed te kunnen onderzoeken. Risico: Verkeerde te onderzoeken items worden aangewezen & kritische items worden niet onderzocht. Risico: Wachttijd na lassen tot uitvoering NDO wordt niet in acht genomen doordat de NDO-er niet op de hoogte is van datum/tijd van voltooiën las.	Risico: Actuele kennis en kunde van zowel leidinggevend en uitvoerend NDO personeel is onvoldoende voor de kwaliteit van het onderzoek, de rapportage en conclusies. Risico: Uitvoering NDO voldoet niet; operator maakt fouten, beheerst het type onderzoek onvoldoende of mist specifieke ervaring. Risico: Informatie van request bereikt onderzoeker niet Risico: Rapportage sluit niet aan bij request en is niet herleidbaar naar asset en locatie.	Risico: De controles worden uitgevoerd zonder de aanwezigheid van relevante NDO expertise waardoor significante onvolkomenheden in onderzoek en/of rapportage over het hoofd kunnen worden gezien.	Risico: Met name bij Turn-key projecten is het constructie dossier vaak erg omvangrijk. Het kan gebeuren dat in de overdracht van fabrikant naar engineering contractor en vervolgens naar de eindgebruiker informatie verloren gaat. Bijvoorbeeld er is aan de initiële eisen voldaan, maar de documenten die dat aantonen komen niet beschikbaar voor de eindgebruiker. Risico: Te laat opmerken dat het NDO dossier niet volledig is, bijvoorbeeld bij uitgevoerde nul metingen.
BEHEERSMAATREGEEL	Zorg voor aanwezigheid van de juiste NDO expertise om goed gedefinieerde specificaties vanuit de juiste normen en richtlijnen te stellen voor het specifieke project. Het Niet-destructief Onderzoek moet passend zijn voor het product. Uitvoerend NDO personeel dient aantoonbaar gecertificeerd en gekwalificeerd te zijn. Aanvullend moet uitvoerend NDO personeel door de werkgever geautoriseerd zijn voor het specifieke type werk en onderzoek. Bovendien dienen de benodigde middelen voor het specifieke werk/onderzoek dienen beschikbaar gemaakt te kunnen worden.	Zorg voor voldoende aanwezigte (2 ^e lijns-) expertise op alle relevante gebieden, zoals constructie, materialen, lassen, inspectie, et cetera, maar zeker ook Niet-destructief Onderzoek. Zo kan vroegtijdig geanticipeerd worden op de uit te voeren Niet-destructieve Onderzoeken om later onvoorziën oponthoud en extra kosten te voorkomen.	Zorg voor zo veel mogelijk gegevens over de te onderzoeken delen, zoals toegepaste materialen, geometrieën, lasvoorbewerkingen, toegankelijkheid, en goede communicatie tussen de experts op deze gebieden en NDO experts. Daarmee kan de voorbereiding zoals aanvullende training voor autorisatie, opstellen van procedures, uitvoering en rapportage van het specifieke onderzoek geoptimaliseerd worden.	Zorg in de eerste specificatie dat controle door of namens de eindgebruiker gefaciliteerd moet worden.	Beoordelen van de aanvraag voordat deze wordt uitgezet. Controle op volledigheid en juistheid van de aanvraag, inclusief de specificatie. Eventueel marktconsultatie ten behoeve van algemene project-toelichting voor aanbieders. Uitvoerend NDO personeel moet aantoonbaar ter zake kundig zijn en relevante ervaring hebben voor het type onderzoek en specifieke werkzaamheden, of in speciale gevallen, afdoende aanvullende training te ontvangen voor het werk en geautoriseerd zijn.	Een goede controle van de aanbieder door iemand met de benodigde NDO expertise. Controleer of er aan alle specificaties van de eindgebruiker kan worden voldaan voor wat betreft NDO technieken, kwaliteit en capaciteit. Waar nodig overleg met de opdrachtgever.	Een goede controle van de aanbieder op technische uitvoering, door iemand met de benodigde NDO expertise, samen met de benodigde expertise uit het team en waar nodig toelichting vanuit het NDO bedrijf.	Controle van contract of inkooporder en waar nodig overleg met de opdrachtgever Door voldoende aandacht voor het NDO in het gehele proces, in de vorm van (onafhankelijk) toezicht met de juiste expertise, kan dit risico beheerst worden.	NDO procedures worden opgesteld door de NDO firma; deze dienen volgens een (intern) kwaliteitsproces te worden beoordeeld, gecontroleerd en goedgekeurd door een Niveau 3 NDO deskundige (4-ogen principe) voordat deze definitief wordt gemaakt. De beoordelaar dient op de hoogte te zijn van de project specifieke eisen. Indien een validatie nodig is, moet toereikende NDO expertise beschikbaar zijn of gemaakt worden.	NDO Procedures moeten gecontroleerd worden om vast te stellen of deze voldoen aan de originele project-specificaties en toepasbaar zijn op de geometrie en lasdetails. De originele project specificaties en benodigde details moeten beschikbaar zijn voor de beoordelaar, die dient te beschikken over voldoende NDO expertise om de beoordeling te kunnen uitvoeren. Voor het beoordelen van de procedure en uitvoering van een validatie is een NDO expert voor de gebruikte NDO technieken noodzakelijk, het liefst onafhankelijk van de aanbieder.	Controle op juistheid en volledigheid van het NDO request voordat het naar de NDO firma gaat. Indien nodig items direct aanwijzen door fabrikant. Wachttijd dient door de las coördinator zodanig in het request aangegeven te worden dat datum en tijd waarna de uitvoering NDO mag starten bekend is.	Autorisatie vooraf en technische ondersteuning en toezicht (controle, crosschecks) tijdens het onderzoek en bij rapportage op de Niet-destructief Onderzoekers door de NDO firma is hierbij cruciaal.	Controle door de fabrikant en/of de toezichthouder tijdens uitvoering en rapportage met voldoende relevante NDO expertise.	Controle door de fabrikant en/of de toezichthouder tijdens uitvoering en rapportage met voldoende relevante NDO expertise.

Bijlage 2 Processchema Gebruiksfase

NDO Processchema Gebruiksfasen



Bijlage 3 Competentieprofiel NDO-deskundige

Technische competenties

1. **Analyseren (Inspecteerbaarheid & Ontwerpbeoordeling)**

De NDO-deskundige is in staat om mogelijke problemen bij NDO in een vroeg stadium van het ontwerp te signaleren. Hij of zij weegt verschillende onderzoek strategieën af, brengt relevante wet- en regelgeving, onderzoek-eisen en toepassingsgrenzen in kaart en vertaalt deze naar realistische randvoorwaarden voor ontwerp en uitvoering. Hierbij wordt gebruikgemaakt van ervaring in conventionele NDO-methoden én kennis van geavanceerde technieken zoals bijvoorbeeld *Phased Array* (UT-PA), *Time Of Flight Diffraction* (UT-TOFD), thermografie of digitale radiografie.

2. **Ontwerpen (Ontwerpbeoordeling ten behoeve van onderzoekbaarheid)**

De NDO-deskundige kan – in samenwerking met ontwerpers, lasspecialisten en assetmanagers – adviseren over ontwerpaanpassingen die onderzoek technisch mogelijk of efficiënter maken. Hierbij worden digitale hulpmiddelen, 3D-modellen en risicoanalyses ingezet. De impact van keuzes op onderzoekbaarheid, onderhoudbaarheid, levensduur en veiligheid wordt meegewogen.

3. **Realiseren (Toepasbaarheid & uitvoerbaarheid van NDO)**

De NDO-deskundige kan beoordelen of NDO-methoden en technieken in de praktijk uitvoerbaar zijn of geoptimaliseerd kunnen worden, inclusief toegang, detectielimieten, betrouwbaarheid en vereiste doorlooptijd. Hierbij is ervaring met uitvoering essentieel. Hij/zij toetst ook of leveranciers of NDO-bedrijven passende methodes en technieken voorstellen en toepassen in overeenstemming met normen en opdracht uitvraag.

4. **Beheren (Levenscyclusbenadering & Inspectiestrategie)**

De NDO-deskundige kan een visie formuleren op het beheer van NDO-activiteiten gedurende de levensduur van een installatie of asset. Dit omvat het adviseren over NDO- en onderhoudsstrategieën, het optimaliseren van onderzoekintervallen, en het waarborgen van de integriteit volgens wetgeving en industriële standaarden.

Generieke HBO-competenties (EQF 6)

1. Managen (Toezicht & coördinatie NDO binnen project- of beheers context)

De NDO-deskundige is in staat om binnen een project of assetbeheerorganisatie toezicht te houden op NDO-werkzaamheden, inclusief het aansturen van externe partijen. Daarbij waarborgt hij/zij dat uitvoering plaatsvindt volgens de juiste normen en specificaties, en dat de communicatie met betrokken belanghebbenden, zoals engineers, lassers, NDO- en Inspectie (IKT) Level 3 specialisten en QA/QC managers, effectief verloopt.

2. Adviseren (Inhoudelijk en objectief)

De NDO-deskundige treedt op als adviseur, onafhankelijk van de uitvoering van het NDO, richting ontwerpers, fabrikanten, *asset owners* en inspectiebedrijven. Hij/zij is in staat om eisen op te stellen of te toetsen voor inspecteerbaarheid, en om specialistische input te leveren bij aanbestedingen, methodespecificaties (NDO-procedures) en inspectieplannen.

3. Onderzoeken (Normatief en toegepast onderzoek t.b.v. inspectiemethodieken)

De NDO-deskundige weet standaarden, normatieve documenten en (wetenschappelijke of praktijkgerichte) publicaties te interpreteren en toe te passen op de specifieke context van het object. Hij/zij beoordeelt of data en resultaten van onderzoek compleet, betrouwbaar en relevant zijn. Hij stelt kritische vragen bij onduidelijke of grensgevallen.

4. Professionaliseren (Vak ontwikkeling & interdisciplinaire samenwerking)

De NDO-deskundige blijft continu op de hoogte van nieuwe technieken en ontwikkelingen in NDO en aanpalende vakgebieden zoals lassen, materialen, engineering, AIM, risicoanalyse en regelgeving. Hij/zij zoekt actief samenwerking met andere vakgebieden en reflecteert op de eigen rol in multidisciplinaire trajecten.

Kennis en vaardigheden

- HBO (EQF 6) werk- en denkniveau met relevante technische achtergrond (werktuigbouwkunde, materiaalkunde, NDO, et cetera).
- Vaardigheid in communicatie met zowel technische specialisten als niet-specialisten.
- Ervaring met technische normering en industriële standaarden.
- Vermogen om zelfstandig complexe NDO-vraagstukken te doorgronden en daarover te adviseren.
- Kennis van conventionele en geavanceerde NDO-methoden (zoals bijvoorbeeld UT-TOFD, UT-PA, digitale radiografie, thermografie et cetera), inclusief kennis van detectiekans (*Probability Of Detection*, POD), betrouwbaarheid van onderzoek en procesvariabelen van NDO. Het behalen, of in het verleden behaald hebben, van een theorie-examen op NDO-niveau 3 (basis + tenminste 1 methode) is minimaal vereist.
- Ervaring met validatie van nieuwe technieken of bestaande technieken in nieuwe toepassingen.
- Aantoonbare praktijkervaring met toepassen van NDO in een industriële omgeving voor minimaal 2 oppervlakte methoden en 2 volumetrische methoden. Het behalen, of in het verleden behaald hebben, van een praktijkexamen op NDO-niveau 2 is minimaal vereist.
- Het kunnen beoordelen van de impact van NDO op flexibiliseren van inspectie (*Risk Based Inspection*, RBI); wat zijn mogelijke veiligheidsrisico's bij uitvoering van NDO-onderzoek het ondervangen daarvan en genomen maatregelen onderbouwen.
- Affiniteit met assetmanagement, kwaliteitsborging en engineeringprocessen.
- Begrip van inspectie-eisen in relatie tot ontwerp, fabricage en lastechniek en NDO.