



ROBERT-JAN LUB
BACHELOR EINDOPDRACHT

DE BOUW VAN EEN CONTACTLENZENFABRIEK

EEN ONDERZOEK NAAR DE FAALKOSTEN GERELATEERD AAN DE TECHNISCHE RUIMTE

UNIVERSITEIT TWENTE.



Bachelor Eindopdracht

Titel

De bouw van een contactlenzenfabriek

Onderwerp

Een onderzoek naar de faalkosten gerelateerd aan de technische ruimte

Datum

12 augustus 2013

Studie

Civiele Techniek
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Universiteit Twente, Enschede

Student

Robert-Jan Lub
S1025023
Emmastraat 167-7513BC Enschede
r.lub@student.utwente.nl
06 1208 8772

Begeleiders

Eerste beoordelaar
Drs. ing. J. Boes
Universiteit Twente

J.Boes@ctw.utwente.nl
+31 (0)53 489 4881

Tweede beoordelaar
Dr.ir. P.C. Roos
Universiteit Twente

p.c.roos@utwente.nl
+ 31(0) 53 489 5608

Begeleider opdrachtgever
Ir. Ing. J. Nieuwenhuijse
Nieuwenhuijse Arends

jn@nabr.nl
+ 31(0) 53 431 30 00
Hengelsestraat 46
7514 AJ Enschede

Opdrachtgever: Nieuwenhuijse Arends – Bouw en Risicomanagement

Voorwoord

Na 4 jaar ben ik blij dat het zover is: ik mag het voorwoord schrijven van mijn bachelor eindverslag. Dat terwijl ik nooit van plan ben geweest om mijn bachelor hier in Enschede af te ronden. Ik heb er dit jaar wel hard voor moeten knokken, dat mag ook gezegd worden. Meer dan 60 EC in 1 jaar tijd halen had ik niet verwacht te kunnen in mijn eerste jaar, en mijn studiebegeleider ongetwijfeld ook niet. Ik heb de afgelopen jaren veel geleerd van de theorie op de UT en de praktijk bij NABR, maar ik heb vooral mezelf beter leren kennen. En dat zal ik op alle drie de vlakken de komende jaren blijven doen. Ook van deze laatste fase van mijn bachelor heb ik genoeg geleerd en nu kan ik beter voorbereid op weg naar de master scriptie.

Verder wil ik hier geen ellenlange verhalen houden, maar wil ik de mensen bedanken die me hebben geholpen bij dit eindresultaat. Nieuwenhuijse Arends en in het bijzonder Jaap wil ik graag bedanken voor de ruimte en de ervaring die me daar dagelijks wordt gegeven. Fantastisch dat jullie mij de kans hebben gegeven om mijn opdracht bij jullie af te ronden. Hans Boes wil ik bedanken voor zijn kritische blik op mijn tussenverslagen en de sturing in de goede richting, zonder u had dit verslag er niet gelegen. Tot slot wil ik Pieter Roos bedanken die bereid was om als tweede beoordelaar namens de UT op te staan.

Samenvatting

Nieuwenhuijse Arends Bouw en Risicomanagement (NABR) is betrokken bij de bouw van een contactlenzenfabriek. Vanwege de technische eisen die voortkomen uit het productieproces zijn er complexe installaties in deze fabriek vereist. Deze installaties worden aangedreven vanuit de technische ruimte. NABR geeft aan bij de ontwikkeling van deze ruimte faalkosten zijn opgetreden en wil weten hoe die zijn ontstaan. Het doel van het onderzoek is om inzicht te creëren in de oorzaken van faalkosten zodat bij toekomstige projecten daar beter rekening mee kan worden gehouden.

Om een relevant kader voor faalkosten te creëren is de literatuur geraadpleegd. Hieruit zijn voornamelijk drie belangrijke zaken naar voren gekomen. Faalkosten worden vaak geïnterpreteerd in het kader van kwaliteitskosten en kunnen onderverdeeld worden op het micro-, meso- en macroniveau. Daarnaast werd de noodzaak voor een heldere definitie duidelijk. De definitie van faalkosten voor dit onderzoek luidt: *Faalkosten zijn de onverwachte directe kosten die ontstaan tijdens de uitvoeringsfase door vermijdbaar tekortschieten in het ontwerp- en/of bouwproces, ten behoeve van het eindproduct.*

Vervolgens zijn er door middel van openvragen in interviews met de projectmanager, projectleiders van het architectenbureau, de bouwkundige en de installatietechnische aannemer de faalkosten in kaart gebracht. De keuze voor een kleine technische ruimte heeft het risico op faalkosten verhoogd, drie van de vijf faalkosten hebben namelijk een verband met de dimensionering. De faalkosten waren vaak direct te relateren aan persoonlijke fouten op het microniveau. De achterliggende oorzaak was echter meestal te wijten aan slechte of geen controle op mesoniveau of had te maken met slechte coördinatie en communicatie.

Als NABR in de toekomst beter wil letten op hun faalkosten moet het zich bewust zijn van de rol die dimensionering heeft met betrekking tot de uitvoerbaarheid. Daarnaast zal het afhankelijk van de risico's meer of betere controle moeten laten uitvoeren.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	i
Samenvatting.....	ii
1 Inleiding	1
1.1 Het project.....	1
1.2 Aanleiding.....	2
1.3 Samenvatting hoofdstuk 1	2
2 Probleemstelling.....	3
2.1 Onderzoek doelstellingen.....	3
2.2 Afbakening.....	3
2.2.1 Ruimte.....	3
2.2.2 Tijd	3
2.3 Algemene vraagstelling.....	4
2.4 Onderzoeksvragen	4
2.5 Samenvatting hoofdstuk 2	4
3 Faalkosten	5
3.1 Definitie	5
3.2 Kwaliteitskosten.....	7
3.3 Niveau van faalkosten.....	8
3.4 Samenvatting hoofdstuk 3	9
4 Inventarisatie Faalkosten.....	10
4.1 Proces	10
4.1.1 Inventarissen van de documentatie beschikbaar bij NABR:	10
4.1.2 Interviews	10
4.2 Resultaten.....	11
4.2.1 Een Luchtbehandelingkast te weinig meegenomen.....	11
4.2.2 Vieze Luchtbehandelingkast.....	12
4.2.3 Doorgebogen staalconstructie & fout geplaatste strip	13
4.2.4 Beschadigde Luchtbehandelingkast.....	14
4.2.5 Leidingen en cycloon op zelfde plek	15
4.3 Het ontwerpproces	16
4.3.1 Proces.....	16
4.4 Analyse resultaten.....	18

5	Conclusies, discussies en aanbevelingen.....	19
5.1	Conclusies	19
5.2	Discussie.....	20
5.3	Aanbevelingen.....	20
6	Bibliografie.....	22
7	Bijlagen	24
	Bijlage A: Bespreking artikel 'Kasteel of kaartenhuis'	24
	Bijlage B: Profiel Geïnterviewde Personen.....	27
	Bijlage C: Gespreksrichtlijn	28
	Bijlage D: Interviews uitgewerkt.....	29

1 Inleiding

De bouwsector heeft het zwaar: het afgelopen jaar (2012) ging de productie er met 8 procent en de omzet met 7 procent op achteruit (Alphen, 2013). Er vond dan ook een recordaantal faillissementen plaats in 2012 van ruim 2000 bedrijven, wat maar liefst 40% meer is dan in 2011. Een echte verbetering zit er waarschijnlijk nog niet in volgens de woordvoerder van Bouwend Nederland, Pim Nusselder. Hij verwacht zelfs in 2013 het dieptepunt voor de sector. (Faillissements Dossier, 2012) Het is dus belangrijk dat bedrijven zich weten te onderscheiden van anderen door een beter product neer te zetten voor een lagere prijs. Iets wat niet geheel ondenkbaar is aangezien er nog genoeg marge in de bouw is voor verbetering.

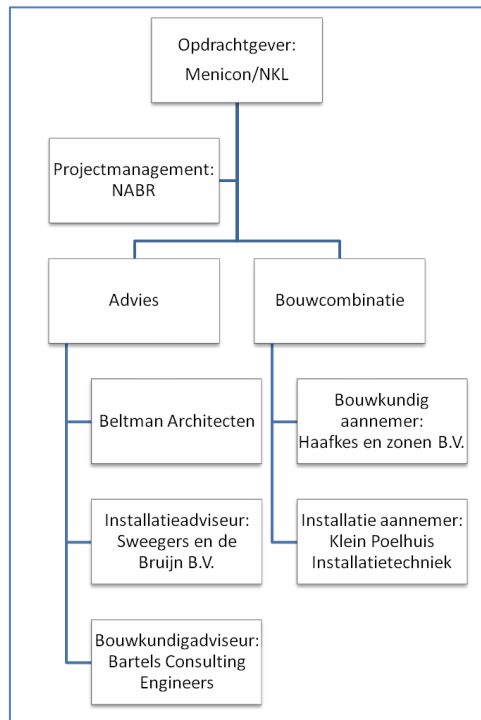
De bouw wordt er namelijk regelmatig van beschuldigd hoge faalkosten te hebben. Volgens een rapport van het Centraal Bureau van de Statistiek (2008) schijnen de faalkosten zelfs te stijgen van 7,7% in 2006, naar 10,3% in 2007 tot 11,4% in 2008 (Land + Water, 2008). Marcel Noordhuis, promovendus op het onderwerp van faalkostenreductie door ketensamenwerking stelt in de Cobouw van 20 maart 2013 dat naar aanleiding van de crisis die momenteel speelt de faalkosten in de bouw inmiddels ergens tussen de 5 en 35% liggen (Doodeman, 2013). Deze hoge faalkosten zijn niet alleen prijzig maar hebben ook hun invloed op de kwaliteit en het imago van de bouwsector. Een imago wat als een traditionele, verspillende en weinig innovatieve sector wordt omschreven door onder andere Ruben Vrijhoef, lector aan de Hogeschool Utrecht, in een interview aan de Cobouw (Beerda, 2012). Hij pleit dan ook voor het doorbreken van de 'oude cultuur' door onder andere te beginnen met het klaarstomen van de nieuwe generatie.

Nieuwenhuyse Arends bv. Bouw- en Risicomanagement (nader te noemen NABR) is zich bewust van de huidige situatie en probeert zichzelf en partijen met wie zij samen werken te onderscheiden van de rest van de markt. Zij streven ernaar faalkosten te minimaliseren en de kwaliteit van het eindproduct te verhogen. Hiervoor maakt NABR gebruik van de filosofie en methodieken van Lean Construction, Strategisch Inkoopmanagement en Building Information Modeling. Daarnaast gebruiken ze een eigen ontwikkelde aanbestedingsmethode. Met behulp van deze elementen probeert NABR een gestroomlijnder proces te creëren wat beter op elkaar is afgestemd met als doel faalkosten te vermijden. Momenteel is NABR ook betrokken bij de realisatie van een contactlenzenfabriek voor NKL Contactlenzen B.V. waar het deze methode toepast. Dit is het project waar dit onderzoek zich op zal baseren.

1.1 Het project

NKL Contactlenzen, opgericht in 1979 en gevestigd te Emmen is als producent van vormvaste contactlenzen marktleider in Nederland. Sinds 2006 is NKL Contactlenzen gaan samenwerken met Menicon Holdings B.V., een Japanse firma die in 30 landen over de wereld actief is in de ontwikkeling van lensmaterialen, lensontwerpen en contactlensvloeistoffen. Sindsdien is de behoefte aan meer productieruimte toegenomen wat heeft geleid tot het initiatief om een nieuwe contactlenzenfabriek te bouwen in Emmen.

Het productieproces van contactlenzen vereist uiterst schone ruimtes die cleanrooms worden genoemd. Dit is een werkomgeving die erop is ingericht om zo veel mogelijk vervuilende stoffen uit de ruimte te verwijderen. Dit gebeurt door het afvoeren van vervuilde en aanvoeren van schone lucht. Vanwege de hoge eisen aan deze cleanrooms zijn er veel en grote installaties nodig om het gewenste niveau te bereiken. Daarom is de technische ruimte in dit project een zeer belangrijk en complex aspect. De partijen die dit project moeten gaan realiseren zijn weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Project organisatie

1.2 Aanleiding

De heer J. Nieuwenhuijse, één van de twee directeurs van NABR, geeft aan dat ondanks hun methode de ontwikkeling van de technische ruimte moeizaam verloopt en dat hier faalkosten mee gepaard gaan. Om een nog betere grip op de zaak te krijgen wil NABR dat er onderzoek wordt gedaan naar de oorsprong van de faalkosten die optreden bij de technische ruimte van NKL Contactlenzen B.V.

1.3 Samenvatting hoofdstuk 1

NABR is betrokken bij de ontwikkeling van een contactlenzenfabriek als zijnde projectmanagement. In de fabriek moet vanwege de hoge eisen van de productieruimtes een technische ruimte komen. Bij de realisatie hiervan treden faalkosten op die NABR onderzocht wil zien worden.

2 Probleemstelling

2.1 Onderzoek doelstellingen

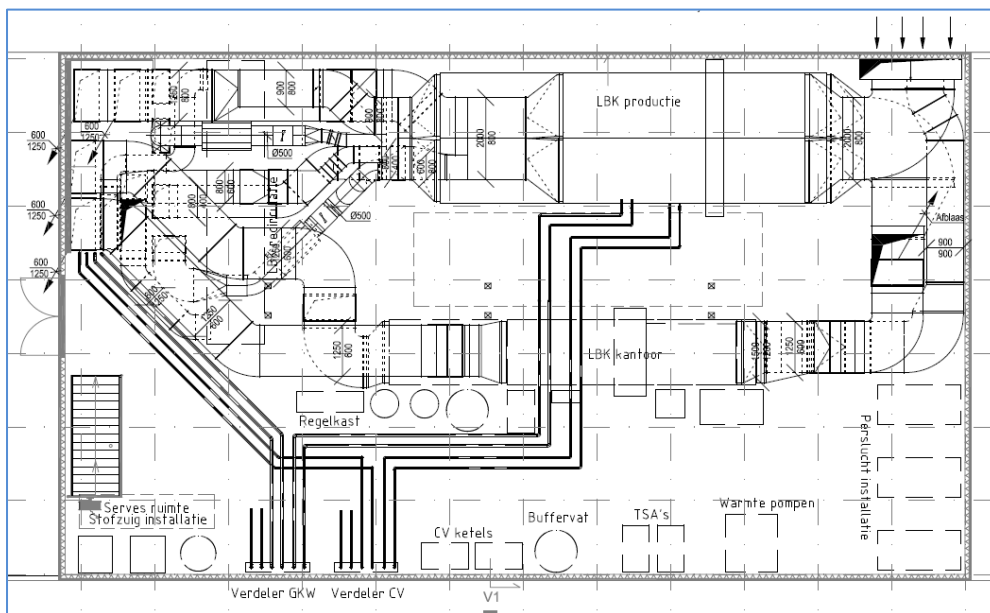
Het doel van dit onderzoek is om te zorgen dat NABR beter inzicht krijgt in de oorzaken van faalkosten, zodat daar in de toekomstige projecten beter rekening mee gehouden kan worden. Dit gebeurt door middel van het verklaren van de faalkosten die (tot nu toe) hebben plaats gevonden bij NKL Contactlenzen B.V.

2.2 Afbakening

Om tot een gegrond antwoord te komen van de hoofdvraag is een heldere afbakening van belang.

2.2.1 Ruimte

Er wordt in dit onderzoek alleen gekeken naar de faalkosten die optreden bij de technische ruimte. Met de technische ruimte wordt de ruimte bedoeld die zich op de tweede verdieping bevindt met de installaties zoals de luchtbehandelingkast, koelverdelers, cv-ketels et cetera (zie Figuur 2). Er wordt gekeken naar alle disciplines: zowel bouwkundig, elektrotechnische- en werktuigbouwkundige installaties.



Figuur 2: de technische ruimte

2.2.2 Tijd

Aangezien het project nog klaar niet klaar is, kan er alleen worden gekeken naar faalkosten die al zijn opgetreden. Daarom worden alleen de faalkosten meegenomen die voor 28-6-2013 zijn opgedoken. Daarnaast beperkt het onderzoek zich tot de faalkosten die zijn opgetreden in de uitvoeringsfase.

2.3 Algemene vraagstelling

De algemene vraagstelling voor dit onderzoek luidt als volgt:

*Waarom treden er faalkosten op bij de realisatie van de technische ruimte
van NKL Contactlenzen B.V.?*

2.4 Onderzoeksvragen

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zijn onderstaande deelvragen opgesteld.

1. *Hoe komen faalkosten in de literatuur voor?*
2. *Met welke scope wordt er naar faalkosten gekeken?*
3. *Welke faalkosten treden er op en wat zijn de oorzaken?*

2.5 Samenvatting hoofdstuk 2

Dit verslag beschrijft een onderzoek naar de oorzaak van faalkosten die optreden bij de realisatie van de nieuwbouw fabriek van NKL Contactlenzen B.V. Het onderzoek beperkt zich tot de faalkosten die optreden in de technische ruimte die voor 28-6-2013 zijn opgedoken. Het onderzoek heeft plaats gevonden aan de hand van de onderzoeksvragen die zijn omschreven in 2.4 Onderzoeksvragen.

3 Faalkosten

3.1 Definitie

In de literatuur bestaat er niet een eenduidig beeld van wat faalkosten zijn. Er zijn veel verschillende definities te vinden die per verslag of artikel een andere insteek of abstractieniveau hebben. Gezien de verschillende opvattingen wordt er eerst aangegeven welke definitie er in het onderzoek wordt gehanteerd. Deze definitie is opgesteld aan de hand van de definities in de literatuur en de visie die NABR naleeft.

In onderstaande tabel zijn een aantal van de definities weergegeven zoals die gevonden zijn in de literatuur. Hoewel de insteek van de definities verschilt, zijn er een aantal gemeenschappelijke punten die naar voren komen: inefficiëntie, vermijdbare kosten en vermijdbaar tekortschieten ten behoeve van het eindproduct.

Tabel 1: Overzicht definities faalkosten

Faalkosten zijn alle kosten die ten behoeve van het eindproduct zijn gemaakt, ontstaan door vermijdbaar tekortschieten. De faalkosten worden veroorzaakt doordat het bouwproces onnodig inefficiënt verloopt, het eindproduct niet aan de afgesproken kwaliteitseisen voldoet of door het feit dat er zaken moeten worden hersteld of vervangen.	(Fleuren, 2000)
Faalkosten zijn alle vermijdbare kosten.	(Neven, 2001)
Faalkosten zijn alle extra kosten die tijdens het bouwproces ontstaan door onduidelijkheden, miscommunicatie, tijdgebrek, onvoldoende informatie, verkeerde handelingen en/of leveringen, ontbreken van vergunningen, wijzigingen in een laat stadium, werkonderbrekingen /wachttijden, enzovoorts, die gaande het bouwproces moeten worden opgevangen.	(SBR, 2001)
Faalkosten zijn alle kosten die zijn ontstaan doordat het bouwproces onnodig inefficiënt is verlopen, of het eindproduct niet aan de afgesproken kwaliteitseisen voldeed of omdat zaken die gebrekkig waren of tekortschoten moesten worden hersteld of vervangen.	(H.Vermande, 2005)
Faalkosten zijn alle vermijdbare kosten ontstaan en gemaakt door inefficiënte communicatie en gegevensuitwisseling ten behoeve van het eindproduct, ontstaan door zowel intern als extern vermijdbaar tekortschieten.	(Sewlal, 2012)

De interpretatie van NABR wat betreft faalkosten is tweeledig. Als eerste worden alle onverwachte directe kosten die worden gemaakt om fouten te herstellen als faalkosten gezien. Deze kosten moeten vrij eenvoudig (direct) toe te wijzen zijn aan de herstelwerkzaamheden. Het gaat hier om zaken als materiaal, grondstoffen, uren van het uitvoerend personeel et cetera.

Daarnaast wordt het verbeterpotentiaal wat in de procesoptimalisatie ligt en niet wordt benut ook als faalkosten gezien. Deze laatste overweging komt uit de filosofie van Lean Construction¹, maar zal niet worden meegenomen in de definitie voor dit onderzoek.

¹ Lean construction: een benadering van procesoptimalisatie die nastreeft dat alle handelingen waarde aan het eindproduct toevoegen en verspillingen worden tegen gegaan.

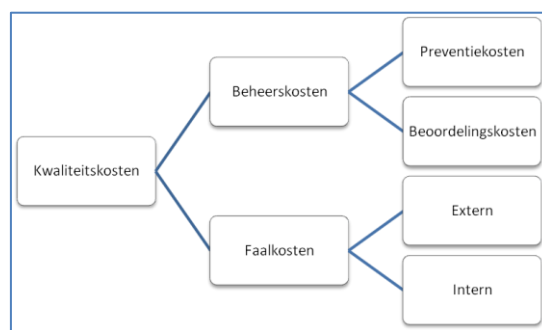
De definitie voor faalkosten van dit onderzoek luidt als volgt:

Faalkosten zijn de onverwachte directe kosten die ontstaan tijdens de uitvoeringsfase door vermijdbaar tekortschieten in het ontwerp- en/of bouwproces, ten behoeve van het eindproduct.

Er is gekozen om slechts te kijken naar de directe kosten, omdat vaak alleen deze bekend zijn. Wie er voor de kosten op moet draaien maakt niet uit. Dit houdt in dat zowel de faalkosten voor de opdrachtgever als aannemer, adviseur et cetera worden meegenomen en bekeken. De definitie wordt in het kader van kwaliteitskosten geplaatst, een in de literatuur veel voorkomende context.

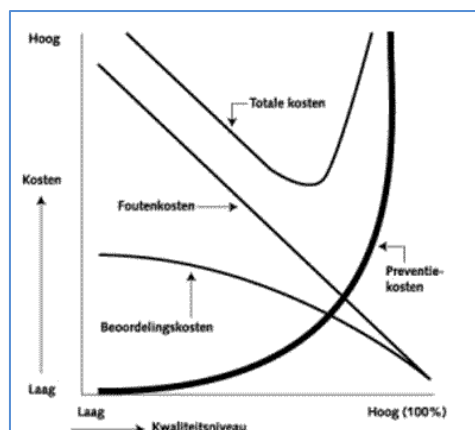
3.2 Kwaliteitskosten

Kwaliteitskosten zijn de kosten die gemaakt worden om fouten te voorkomen, te ontdekken en te herstellen. Kwaliteitskosten kunnen opgedeeld worden in 2 hoofdcategorieën: beheerskosten en faalkosten. De beheerskosten bestaan uit preventie- en beoordelingskosten. Dit zijn de uitgaven die worden gedaan om te voorkomen dat er fouten worden gemaakt of om vast te stellen of er sprake is van een kwaliteitsafwijking. Faalkosten kunnen opgesplitst worden in interne of externe faalkosten. De exacte invulling van faalkosten is zoals hierboven beschreven discutabel, maar volgens deze interpretatie worden interne faalkosten voor de oplevering ontdekt en externe daarna. Gezien de bouw van de contactlenzenfabriek nog bezig is kan er in het onderzoek alleen naar de interne faalkosten worden gekeken. (M.Noordhuis, 2010) Zie Figuur 3 voor de schematische weergave.



Figuur 3: schematische weergave kwaliteitskosten

Naast dat het lastig is voor mensen om compleet foutloos te werken, is het volgens deze interpretatie niet eens in het belang van de organisatie. Om te garanderen dat er minder fouten worden gemaakt moet er namelijk meer gecontroleerd worden. Minder fouten maken zorgt voor minder faalkosten, meer controleren zorgt voor meer beheerskosten. Op een bepaald punt overstijgen de kosten om het proces te beheersen de kosten van het falen. Theoretisch gezien gaan de beheerskosten op tot in het oneindige als de faalkosten nul zouden zijn. Zie Figuur 4 voor de schematische weergave. (Bloem, 2009) Als er echter minder faalkosten worden gemaakt, ofwel als de kwaliteit van het product hoger ligt, zit er een verbeterpotentiaal bij de beheerskosten.



Figuur 4: Schematische weergave verhouding faalkosten en beheerskosten, Bron: Bloem, 2009

3.3 Niveau van faalkosten

Om de faalkosten die optreden beter te kunnen indelen wordt er gekeken op welk niveau ze voorkomen. Men onderscheidt drie niveaus: het micro-, meso- en macroniveau. Het microniveau behandelt de faalkosten die plaatsvinden op persoonlijk niveau. Het gaat om persoonlijke fouten of tekortkomingen van mensen die betrokken zijn. Het mesoniveau gaat over de faalkosten waarvan de oorzaak ligt in de samenwerking en afstemming tussen partijen. Onder het macroniveau vallen de faalkosten die te wijten zijn aan de structuur en cultuur die in de bouwwereld heerst.

In een discussiestuk van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (Ministerie van VROM, 2007) worden deze drie niveaus besproken met betrekking op de constructieve veiligheid. Het artikel omschrijft waarom er op dit gebied fouten optreden op de verschillende niveaus. Fouten in de constructieve veiligheid zijn een onderdeel van de totale faalkosten. Daarom zijn deze niveaus en hun oorzaken als basis aangehouden om de opgetreden faalkosten te inventariseren. Om deze keuze te funderen wordt het artikel besproken in bijlage A. De uiteindelijke onderverdeling van de niveaus is te zien in Tabel 2.

Tabel 2: Micro-, Meso- en Macroniveau.

Microniveau	Mesoniveau	Macroniveau
Persoonlijke fouten	Onvolledige, gefragmenteerde opdracht	Toenemende specialisaties
	Gebrekkige coördinatie en communicatie	Focus op tijd en prijs
	Geen/slechte controle	Ingewikkelde regelgeving
		Aansprakelijkheid

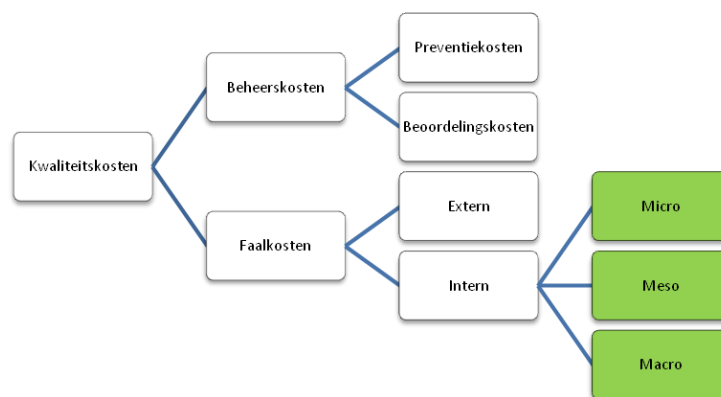
3.4 Samenvatting hoofdstuk 3

De definitie voor faalkosten die in dit onderzoek wordt gehanteerd luidt als volgt:

Faalkosten zijn de onverwachte directe kosten die ontstaan tijdens de uitvoeringsfase door vermijdbaar tekortschieten in het ontwerp- en/of bouwproces, ten behoeve van het eindproduct.

Als men kijkt naar kwaliteitskosten zien we dat die bestaan uit faalkosten en beheerskosten.

Beheerskosten kunnen onderverdeeld worden in preventie- en beoordelingskosten. Faalkosten kunnen intern (voor de oplevering) of extern (na de oplevering) optreden. Aangezien de fabriek nog in ontwikkeling is, kan er alleen gekeken worden naar de interne faalkosten. Om de faalkosten te kunnen categoriseren wordt er een onderverdeling gemaakt in een micro-, meso- of macroniveau.



Figuur 5: Schematische weergave kwaliteitskosten met de onderverdeling van micro-, meso- en macroniveau

4 Inventarisatie Faalkosten

In dit hoofdstuk wordt het proces van de inventarisatie besproken en de uiteindelijke resultaten die hieruit voort zijn gekomen.

4.1 Proces

Om tot de inventarisatie van de faalkosten te komen hebben de volgende stappen plaats gevonden.

4.1.1 Inventarissen van de documentatie beschikbaar bij NABR:

Aller eerst is er gekeken naar alle faalkosten die opgenomen waren in het faalkostenoverzicht, een Excel bestand wat wordt aangevuld door NABR. Wat zeer opvallend was aan deze lijst was dat er maar 3 punten opstonden waarvan slechts 1 betrekking had op de technische ruimte. Daarnaast is ook alle correspondentie nagelezen. Dit zijn de notulen van bouwvergaderingen, ontwerpvergaderingen, toezichtrapportages (zowel bouwkundig, elektrotechnisch als werktuigbouwkundig) en werkvergaderingen. Er is gekeken of er relevante punten instonden die nog niet waren ingediend. In geval van twijfel zijn ze meegenomen om later extra informatie aan de experts te vragen.

4.1.2 Interviews

Vervolgens hebben er een aantal interviews plaats gevonden met personen van de verschillende partijen (zie Tabel 3). Voor uitgebreidere informatie van de verschillende betrokkenen zie bijlage B. Gezien het hier om een kwalitatief onderzoek gaat zijn er open vragen gesteld aan de hand van een gespreksrichtlijn (zie Bijlage C). In deze gesprekken zijn nog een aantal nieuwe faalkosten naar boven gekomen en zijn onduidelijkheden die bij de documentatie waren ontstaan verhelderd. De belangrijkste zaken die daarin zijn aangekaart zijn uitgewerkt in bijlage D. Daarnaast zijn de oorzaken van de faalkosten besproken. In verband met de beschikbare tijd hebben er een beperkt aantal interviews kunnen plaatsvinden.

Tabel 3: Overzicht geïnterviewden

Bedrijf	Functie	Naam
NABR	Projectmanager	Jaap Nieuwenhuijse
Beltman Architecten	Projectleider architect	Hans van Leeuwen
Haafkes en zonen	Projectleider bouwkundige aannemer	Ugur Akdemir
Klein Poelhuis Installatietechniek	Projectleider installatietechnische aannemer	Marinus de Vries

De technische ruimte is een aantal keer bezocht om een beter beeld te kunnen vormen. Tot slot zijn de interviews samen met de documentatie verwerkt en uitgeschreven.

4.2 Resultaten

Hieronder worden de verschillende faalkosten besproken die zijn achterhaald.

4.2.1 Een Luchtbehandelingkast te weinig meegenomen

Probleem

Tijdens het ontwerpproces is gebleken dat er twee luchtbehandelingkasten (LBK) in het pand moesten komen. Toen het bestek door de installatieadviseur is opgemaakt is er slechts één opgenomen vanwege een typefout. Hierdoor stond er in het geschreven bestek dat er één LBK geplaatst moest worden. Op de bijgevoegde tekeningen stond wel een tweede LBK. Voordat de aanbesteding heeft plaats gevonden is het bestek gecontroleerd door de projectmanager, architect en opdrachtgever. Net als de partijen die vervolgens een aanbieding hebben gedaan, hadden zij de fout niet geconstateerd. Het werd pas ontdekt nadat de gunning had plaatsgevonden en was niet meegenomen in de aanneemsom.

Oplossing

Er is een tweede LBK geplaatst.

Kosten

Er wordt € 51.149 gerekend voor het plaatsen van de LBK. Hierin zijn geen uren opgenomen voor het plaatsen van de kast, maar is wel 7% algemene kosten en 3% winst en risico opgenomen. Als er alleen naar de in rekening gebrachte directe kosten wordt gekeken komt men uit op € 46.411.

Analyse

De kosten zijn veroorzaakt door een typefout. Het maken van deze fout brengt kosten met zich mee waardoor de aanneemsom wordt overschreden. Daarom worden deze kosten als faalkosten gezien. Het maken van een typefout is een persoonlijke fout en is dus een fout die op microniveau plaats vindt. De achterliggende oorzaak van de typefout is niet achterhaald.

Het is echter niet de enige fout die is gemaakt. Als er betere controle op het bestek had plaats gevonden had de typefout er wellicht uit gefilterd kunnen worden. Volgens de projectmanager is het voornamelijk gescand op contractuele zaken en minder op de inhoud. Hier is dus sprake van slechte/geen controle, een fout die plaats vindt op het mesoniveau.

4.2.2 Vieze Luchtbehandelingkast

Probleem

Zoals eerder gezegd krijgt de fabriek cleanrooms. De schone lucht die hierin wordt geblazen is afkomstig van een LBK. Om ervoor te zorgen dat de LBK niet onnodig vervuild zou worden was er afgesproken met de leverancier dat deze verpakt aangeleverd en geplaatst zou worden. De projectmanager en de projectleider van de installatietechnische aannemer geven aan dat de noodzaak hiervan sterk benadrukt is. Toen de LBK, door een onderaannemer van de leverancier, het dak opgetild moest worden is de verpakking er echter afgehaald, omdat de manier waarop werd getakeld het niet toe stond om de verpakking te laten zitten. Daarna zijn er op niet correcte wijze zeilen over de LBK's geplaatst. Hierdoor is de kast vervuild (zie Figuur 6). De werknemers die de kast moesten plaatsen waren niet op de hoogte van het belang dat de kast niet vervuild mocht worden. Er was geen toezicht vanuit de installatietechnische aannemer aanwezig noch van de leverancier. Er was echter wel een werknemer van de leverancier aangewezen die toezicht zou houden, maar deze kwam te laat.



Figuur 6: de vieze LBK aan de binnenkant

Oplossing

De onderaannemer is terug moeten komen om de kast te reinigen.

Kosten

De kosten zijn niet bekend. Naar schatting van de projectleider van de installatietechnische aannemer zou het gaan om een bedrag van € 1.450.

Analyse

De oorzaak van deze faalkosten is in eerste instantie het verwijderen van de verpakking, een persoonlijke fout op microniveau. De essentie is echter, dat de werklieden die de LBK moesten plaatsen niet op de hoogte waren van het belang van een schone LBK. Men kan hier dus spreken van een communicatieprobleem. Het communicatieprobleem ligt ergens tussen de installatietechnische aannemer, de leverancier en zijn onderaannemer. Deze gebrekkige coördinatie en communicatie behoren tot het mesoniveau. De verwijdering van de verpakking had voorkomen kunnen worden door controle uit te voeren op het moment van levering. De aangewezen persoon is echter niet op komen dagen. Ook dit is gebrekkige coördinatie en communicatie en behoort tot het mesoniveau.

4.2.3 Doorgebogen staalconstructie & fout geplaatste strip

Probleem

Nadat de LBK's op het dak waren geplaatst is de behuizing van de technische ruimte opgebouwd. Daarna is een van de twee LBK's verplaatst naar zijn definitieve plek. Echter zat de staalconstructie boven deze plek lager dan op tekening stond. Dit kwam door een fout geplaatste strip (zie Figuur 7) en de doorbuiging van de staalconstructie. Als alles goed was geplaatst, was er anderhalve centimeter ruimte geweest voor de doorbuiging van het staal. Volgens de projectleider van de bouwkundige aannemer was de doorbuiging niet meer dan de standaard die toegestaan was, maar met het samenspel van de verkeerd geplaatste strip was het wel te veel. Dit alles is ontdekt nadat de luchtbehandelingkast was verplaatst en beschadigd (zie 4.2.4 Beschadigde Luchtbehandelingkast).



Figuur 7: Verkeerd monteerd strip

Oplossing

Om beide problemen op te lossen is de staalconstructie omhoog gekrikt waarna er een kolom onder is geplaatst.

Kosten

De kosten voor het plaatsen van deze extra kolom zijn niet exact in kaart gebracht, maar naar een schatting van de projectleider van de bouwkundige aannemer zou het gaan om een bedrag van €550.

Analyse

Aangezien de doorbuiging van het staal niet meer was dan toegestaan wordt dit niet als oorzaak van de faalkosten gezien. Het fout monteren van de strip is één uit de categorie persoonlijke fouten en behoort daarom tot het microniveau. Door de krappe ruimte was de marge voor deze fout minimaal. De faalkosten beschreven in 4.2.4 hadden niet hoeven plaats te vinden, maar doordat er geen/slechte controle heeft plaats gevonden tijdens en na het opbouwen van de staalconstructie is het niet voorkomen. Dit is een gebrek op het mesoniveau.

4.2.4 Beschadigde Luchtbehandelingkast

Probleem

Toen de LBK ten behoeve van de kantoorruimtes verplaatst werd, door een onderaannemer van de leverancier, naar zijn definitieve plek kwam de installatie tegen de (te lage) staalconstructie aan. Ondanks het geluid en de trillingen is dit door de onderaannemer genegeerd (volgens de installatietechnische aannemer) en is de LBK doorgedrukt tot deze op zijn plek stond met beschadigingen aan de LBK tot gevolg (zie Figuur 8). Dit is ontdekt aan de hand van een standaard controlerende die later werd uitgevoerd en was dus niet gemeld. Dat de staalconstructie te laag zat was niet iets waar de onderaannemer invloed op had. Maar, volgens de projectmanager en de projectleider van de installatietechnische aannemer, had hij wel moeten constateren dat er te weinig ruimte was en had hij niet de kast mogen doordrukken.



Figuur 8: Beschadigde LBK

Oplossing

Er wordt een kwast over de LBK gehaald, zodat de beschadiging van het staal niet meer te zien is.

Kosten

Ook hiervan zijn de kosten niet exact bekend. Naar schatting van de projectleider van de installatietechnische aannemer zou het gaan om een bedrag van € 12.500.

Analyse

Het doordrukken van de LBK ondanks dat deze daardoor beschadigde wordt onder persoonlijke fout geclassificeerd en behoort daardoor tot het microniveau. Maar in essentie is dit een fout op mesoniveau. Er is namelijk niet gecontroleerd of de LBK zou passen ondanks dat bekend was dat dit een kritiek punt was.

Hoewel het theoretisch allemaal had moeten passen moet wel worden erkend dat de beschikbare ruimte minimaal was en het risico op fouten daarmee hoger. Dit punt wordt nog besproken in 4.3.

4.2.5 Leidingen en cycloon op zelfde plek

Probleem

Bij het ontwerp en de aanbesteding is er gerekend op een aantal directieleveringen, onder andere een cycloon. Daarbij is rekening gehouden met de grote van de door de directie aan te leveren installaties. De cycloon was niet dezelfde als waar rekening mee was gehouden en bleek groter uit te vallen. Daardoor moest de plek van de cycloon verplaatst worden, maar op deze nieuwe plek waren er al leidingen getrokken

Oplossing

De leidingen zijn verplaatst zodat de cycloon geplaatst kan worden.

Kosten

De kosten die met deze aanpassingen gepaard gaan zijn niet exact bekend, maar de projectleider van de installatietechnische aannemer schat deze op € 1.200.

Analyse

Dat de cycloon geplaatst moest worden was al bekend bij het ontwerp. Er is dan ook rekening gehouden met bepaalde afmetingen. De afmetingen die zijn aangehouden zijn bepaald naar aanleiding van informatie verschaft door de opdrachtgever. De oorsprong van deze fout ligt dus in de ontwerpfase bij de uitgangspunten. Dit kan gezien worden als een persoonlijke fout en is dus een fout op microniveau.

Deze fout had niet hoeven plaats te vinden als er niet met aannames was gewerkt, maar de juiste informatie was gebruikt. In dat geval had het ontwerp daar rekening mee kunnen houden. Er moet wel worden erkend dat de beschikbare ruimte minimaal was. Dit punt wordt nog besproken in 4.3.

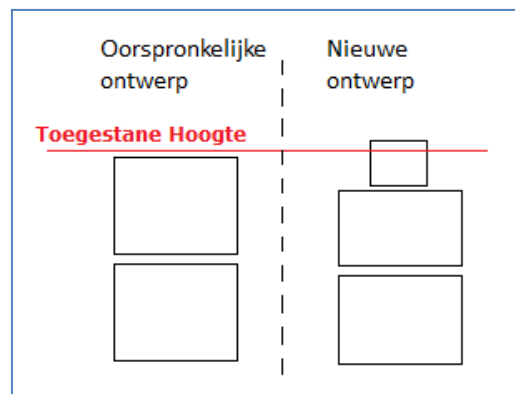
.

4.3 Het ontwerpproces

Hieronder wordt toegelicht hoe het ontwerpproces heeft plaats gevonden. Dit is in verhouding beperkt uitgewerkt aangezien het onderzoek zich richt op de faalkosten die optreden in de uitvoeringsfase. Het is opgesteld aan de hand van een gesprek met de projectmanager.

4.3.1 Proces

Zoals bij vele projecten is in eerste instantie door de architect een schets van een mogelijk ontwerp aangeleverd op basis van aannames en ervaring. Bij het oorspronkelijke ontwerp waren er slechts twee verdiepingen in plaats van drie, want de technische ruimte was intern opgenomen in het gebouw. Toen de adviseurs bij het ontwerpproces werden betrokken ontstond langzaam de discussie of het wel een goed idee was om de technische ruimte geïntegreerd in het gebouw op te nemen. Men was onder andere bang voor trillingen die het productieproces zouden verstoren. Daarnaast werd de beschikbare ruimte die gereserveerd was voor de technische ruimte steeds krappere naarmate het duidelijker werd welke installaties nodig waren. Door deze discussiepunten is pas in een laat stadium het besluit genomen om de technische ruimte op het dak te plaatsen, iets wat vanuit het architectonische perspectief niet wenselijk was. Door dit besluit ontstond er ook een probleem met de hoogte vanwege de welstand.



Figuur 9: Schematisering hoogte

Om genoeg hoogte beschikbaar te maken voor de technische ruimte is het ontwerp van de eerste en vooral de tweede verdieping flink ingekort. De hoogte van de technische ruimte is daarbij zo laag mogelijk gehouden. Alsnog overschrijdt de hoogte van het eind ontwerp het toegestane maximum van de welstand (zie Figuur 9). Dit heeft tot veel re-engineering geleid omdat het ontwerpproces al aardig ver stond. Ook de breedte en diepte werden zo klein mogelijk gehouden om ervoor te zorgen dat de technische ruimte zo min mogelijk zichtbaar zou zijn vanaf de begane grond. Doordat er zo weinig ruimte beschikbaar was ging de inrichting van de technische ruimte erg moeizaam. Voor deze inrichting zijn er veel aannames gebruikt omdat er directieleveringen waren waarvan de specificaties nog niet bekend waren.

De projectleiders van beiden aannemers geven aan dat door wijzigingen in dergelijke aannames de gegevensoverdracht moeizaam verliep. Dit komt doordat er een relatie is tussen de installaties en het bouwkundige gedeelte. Als er meer of zwaardere constructies worden geplaatst dan in eerste

instantie is aangenomen kan het zijn dat de staalconstructie moet worden aangepast. Dit kan dus worden gezien als gebrekkige coördinatie en communicatie, een probleem op mesoniveau.

De projectleiders van het architectenbureau en van de verschillende aannemers geven aan dat het ontwerpproces soepeler was verlopen als de aannemers vroeger betrokken waren geweest in het ontwerpproces. Zij hadden dan eerder met hun kennis mee kunnen denken. Dit bevestigt wat er wordt aangegeven in het discussiestuk van VROM wat betreft de toenemende specialisatie op macroniveau. De technicus kan niet alles weten aangezien er zoveel kennis is, waardoor er meer specialisten nodig zijn om een gebouw te realiseren. Aangezien zij niet betrokken waren bij het ontwerpproces is de overdracht van informatie een stuk belangrijker geworden, iets wat coördinatie en communicatie vereist op mesoniveau.

4.4 Analyse resultaten

Als de resultaten bekeken worden vallen er een aantal zaken op. De meeste faalkosten zijn direct te relateren aan persoonlijke fouten, maar vaak is er een achterliggende reden. Doordat er gekozen is om een krappe technische ruimte te ontwerpen zijn er een aantal faalkosten opgetreden. De extra kolom, de beschadigde LBK en het verplaatsen van de leidingen zijn allemaal faalkosten gerelateerd aan de dimensionering van de ruimte. Dit betekent niet dat de faalkosten onvermijdelijk waren. Door betere of meer controles uit te voeren hadden de meeste faalkosten voorkomen kunnen worden. Door betere controle had ook de extra LBK in het bestek gevonden kunnen worden. Hierbij moet men zich wel afvragen of dit in het belang is van het project. Er is namelijk niet onderzocht welke kosten gepaard gaan met het verhogen of verbeteren van de controles. Het zou kunnen dat deze beheerskosten de faalkosten overstijgen. Tot slot wordt de coördinatie en communicatie voor specifieke punten erg belangrijk wanneer de keten lang wordt (de onderaannemer van de leverancier van de installatietechnische aannemer). Dat deze situatie wordt gecreëerd komt door de cultuur van de bouw en ligt daarmee op macroniveau. Door de toenemende specialisatie zijn er steeds meer partijen nodig voor de realisatie van een gebouw. Hierdoor neemt de complexiteit in coördinatie en communicatie toe. Daarnaast ligt vaak de focus op tijd en geld waar het kwaliteitsmanagement en dus de controles onder lijden.

5 Conclusies, discussies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Dit onderzoek was erop gericht om de oorzaken van faalkosten te achterhalen bij de realisatie van de fabriek van NKL Contactlenzen B.V. Dit is gebeurd door antwoord te geven op een aantal deelvragen.

1. Hoe komen faalkosten in de literatuur voor?

De literatuur geeft vele definities aan faalkosten, maar er is één veel voorkomende interpretatie, namelijk die van de kwaliteitskosten. Hoewel dit een kader aangeeft in welk daglicht faalkosten te bekijken, geeft het geen standaard definitie voor faalkosten. Daarom is er getracht een heldere definitie voor dit onderzoek op te stellen. Daarnaast kunnen faalkosten hun oorzaak hebben liggen op het micro-, meso- of macroniveau.

2. Welke definitie wordt er voor dit onderzoek gehanteerd?

Faalkosten zijn de onverwachte directe kosten die ontstaan tijdens de uitvoeringsfase door vermijdbaar tekortschieten in het ontwerp- en/of bouwproces, ten behoeve van het eindproduct.

3. Welke faalkosten treden er op en wat zijn de oorzaken?

Zie voor een korte samenvatting Tabel 4.

ID	Fout	Oorzaak	Soort Oorzaak	Bedrag
4.2.1	Luchtbehandelingkast te weinig meegenomen	Typefout Bestek	Persoonlijke fouten	€ 46.411,00
4.2.2	Vieze Luchtbehandelingkast	Communicatiefout	Gebrekkige coordinatie en communicatie	€ 1.450,00
4.2.3	Doorgebogen staalconstructie & fout geplaatste strip	Verkeerd geplaatste strip	Persoonlijke fouten	€ 550,00
4.2.4	Beschadigde Luchtbehandelingkast	Doordrukken LBK ondanks te weinig ruitme	Geen controle	€ 12.500,00
4.2.5	Leidingen en cycloon op zelfde plek	Verplaatsen cycloon i.v.m. groter dan verwacht	Persoonlijke fouten	€ 1.200,00

Tabel 4: Samenvatting opgetreden faalkosten

De meeste fouten zijn direct te relateren aan oorzaken die zich bevinden op het microniveau. Echter blijkt dat ze ontdekt of voorkomen hadden kunnen worden als er minder problemen hadden plaatsgevonden op mesoniveau. De keuze voor een kleine technische ruimte heeft het risico op faalkosten vergroot.

Met het antwoord op de hoofdvraag:

Waarom treden er faalkosten op bij de realisatie van de technische ruimte van NKL Contactlenzen B.V.?

Omdat ervoor gekozen is om de technische ruimte zo klein mogelijk te houden is het risico op faalkosten vergroot. Drie van de vijf faalkosten zijn namelijk te relateren aan de dimensionering van de ruimte. Technisch gezien was het mogelijk om uit te voeren, maar er zijn wel degelijk zaken fout gegaan. Omdat er mensen betrokken zijn bij het proces gaan er altijd wel dingen mis. De meeste fouten zijn namelijk direct te relateren aan persoonlijke fouten op het microniveau. De essentie hiervan lag echter op mesoniveau. Omdat er een moeilijk uitvoerbaar ontwerp was wat het risico op faalkosten vergrootte moest er meer beheerst worden. Dit is niet voldoende gebeurd want er zijn faalkosten opgetreden bij cruciale momenten die voortijdig bekend zijn. Er hebben geen of slechte controles op deze momenten plaats gevonden en de communicatie en coördinatie liet op sommige momenten ook te wensen over.

5.2 Discussie

Er moet wel een overweging worden gemaakt of het nuttig is om meer controle uit te voeren. Uit de literatuur blijkt namelijk dat wanneer de totale beheerskosten de faalkosten overstijgen het niet gunstig is om nog meer te gaan beheersen. Of dat hier het geval is kan geen uitspraak over worden gedaan aangezien de beheerskosten niet in kaart zijn gebracht.

Volgens de literatuur is 4.2.5 'Leidingen en cycloon op zelfde plek' een fout die in het microniveau ligt. Ik denk echter dat dit eerder een fout is die wordt veroorzaakt door de cultuur in de bouw. Doordat aannemers en projectmanagers toestaan dat opdrachtgevers laat met belangrijke informatie komen wordt dat in dit geval pas bekend tijdens de uitvoering. Dit is ook bevestigd door de projectleider van de installatietechnische aannemer. Opdrachtgevers hebben (in mijn beleving) ook naar het proces toe de verantwoordelijkheid om deze informatie aan te leveren.

5.3 Aanbevelingen

Tot slot worden er nog een aantal aanbevelingen gedaan aan Nieuwenhuijse Arends Bouw- en Risicomanagement.

NABR wordt aanbevolen om meer of betere controles te laten uitvoeren. Vooral bij elementen die een hoog risico met zich meedragen. NABR denkt op voorhand bewust na over potentiële risico's in het bouwtraject en selecteert daar ketenpartners op. De LBK's waren zo een risico en toch is het fout gegaan. Aanbevolen wordt in het vervolg naast de strategische elementen, ook de strategische momenten van deze elementen te bepalen. De vraag of dit economisch rendabel is zou verder onderzocht moeten worden.

NABR probeert aannemers met wie zij werken op dezelfde manier partners te laten selecteren als zij zelf doen. Twee van de vijf faalkosten (beschadigde en vervuilde LBK) zijn echter veroorzaakt door een partij op wie NABR geen directe invloed had, namelijk de onderaannemer van de leverancier van

de installatietechnische aannemer. Daarom wordt aanbevolen om nog eens te evalueren hoe goed aannemers methode NABR overnemen.

De communicatielijnen proberen zo kort mogelijk te houden. De onderaannemer die de LBK kwam plaatsen had dan kunnen weten wat er van hem verwacht werd als er direct met hem was gecommuniceerd. Dan was de noodzaak voor extra controle wellicht ook kleiner geweest.

Dit is geen standaard project, maar een met hoge technische eisen. Door de verschillende specialisaties en de vele kennis kan een technicus nooit zijn hele vakgebied kennen. Daarom wordt aanbevolen om in een vroeger stadium de uitvoerende partijen te betrekken. Op die manier kan er in hun kennis worden gedeeld.

6 Bibliografie

Alphen, K. v. (2013, maart 5). *Bouwsector flink geraakt door economische crisis*. Opgeroepen op april 25, 2013, van Elsevier: <http://www.elsevier.nl/Nederland/nieuws/2013/3/Bouwsector-flink-geraakt-door-economische-crisis-1190877W/>

Beerda, E. (2012, oktober 17). *Imago van geringe innovatiekracht is te wijten aan de oude cultuur*. Opgeroepen op april 23, 2013, van HBO kennisbank: http://www.technologieennovatie.hu.nl/~media/sharepoint/Lectoraat%20Nieuwe%20Cultuur%20in%20de%20Bouwketen/2012/RubenVrijhoefCOBOUW_20121017_1_004_article28.pdf

Bloem, L. (2009). *Bouwen aan faalkostenreductie*. Delft: TU Delft.

Doodeman, M. (2013, maart 20). *Faalkosten lopen op in crisis*. Opgeroepen op mei 2013, 23, van Cobouw: <http://www.cobouw.nl/nieuws/algemeen/2013/03/20/faalkosten-lopen-op-in-crisis>

Faillissements Dossier. (2012, december 19). *Recordaantal faillissementen in 2012*. Opgeroepen op april 25, 2013, van Faillissements Dossier: <http://www.faillissementsdossier.nl/nieuws/4650/recordaantal-faillissementen-in-2012-bouw-uitschieter-met-stijging-van-40-procent.aspx>

Fleuren, K. W. (2000). *De bouw moet om, op weg naar feilloos bouwen*. Rotterdam: Stichting Bouwresearch (SBR).

Gielen, V. (2005). *Kwaliteitskostenonderzoek: Kwaliteitskosten bij de productie van CD's en DVD's*. Uden: Technische Universiteit Eindhoven.

H.Vermande, L. &. (2005). *Faalkosten, de (bouw)wereld uit!* Rotterdam: SBR.

Land + Water. (2008). Faalkosten in de bouw naar hoogtepunt. *Land + Water*, 53.

Lopez, R. L. (2010). Design error classification, causation, and prevention in construction engineering. 24(4).

Love, P. I. (2004). A rework reduction model for construction projects. 51(4).

M.Noordhuis. (2010). *Faalkostenreductie door ketensamenwerking?* Rotterdam.

Neven, M. V. (2001). *Faalkosten in het bouwbedrijf*. Eindhoven: TU Eindhoven.

Oude Elferink, N. (2007). *Beperken van faalkosten door gebruik van extranetten bij bouwprojecten*. Delft: TU Delft.

Sewlal, P. (2012). *Faalkosten voorkomen tijdens de realisatiefase met interventie van BIM*. Delft: TU Delft.

USP Marketing Consultancy . (2007, oktober 31). *Gebrekkige communicatie grootste veroorzaker faalkosten*. Opgeroepen op mei 27, 2013, van USP Marketing Consultancy : http://persberichten.usp-mc.nl/userfiles/file/persberichten/okt07_07.pdf

USP Marketing Consultancy. (2010, februari 19). *Slechte informatie-uitwisseling en communicatie grootste oorzaak faalkosten*. Opgeroepen op mei 28, 2013, van USP Marketing Consultancy: http://persberichten.usp-mc.nl/UserFiles/File/persberichten/feb10_02.pdf

Z.Irani, P. L. (2002). A project management quality cost information system. 2003(40).

7 Bijlagen

Bijlage A: Bespreking artikel 'Kasteel of kaartenhuis'

Hieronder wordt het artikel 'Kasteel of kaartenhuis' (Ministerie van VROM, 2007) kort samengevat en voorzien van commentaar.

Microniveau:

Persoonlijke (ontwerp) fouten

Hier wordt beschreven hoe het wijzigen van het programma kan leiden tot ontwerp-, detaillering- en uitvoeringsfouten. Ontwerpfouten sluiten er vaak in door het wijzigen van het ontwerp onder tijdsdruk. Tijdsdruk is niet vreemd voor de bouwcultuur aangezien de focus vaak op tijd en geld ligt zoals ook omschreven wordt bij het macroniveau.

Het constructief ontwerp is vaak een vertaling van de esthetische ambities van de architect. In het artikel wordt specifiek aangehaald dat dit af en toe op gespannen voet staat met de constructieve veiligheid. De architect geeft zich daar weinig rekenschap van en vindt dan dat de constructeur dit moet oplossen. Er kan dus gesteld worden dat er een bepaald spanningsveld tussen wat architectonisch wenselijk is en wat mogelijk is. Dit is dus niet een punt wat op microniveau plaats vindt, maar eerder op mesoniveau aangezien er sprake is van meerdere partijen die moeten samenwerken.

Tot slot wordt er aangehaald dat waar mensen werken fouten worden gemaakt.

Teruglopend vakmanschap

Het artikel omschrijft hoe het komt dat het vakmanschap terugloopt. Dit zou mede gebeuren door te weinig praktijkervaring en is ook afhankelijk van wat de arbeidsmarkt aanbiedt. Doordat het aanbod afneemt op de arbeidsmarkt worden meer buitenlanders ingeschakeld, waardoor de communicatie slecht verloopt (mesoniveau). Nota bene zijn zij niet bekend met Nederlandse werkwijzen. De automatisering zorgt aan een verlies van inzicht. Dit komt door gebruik te maken van computerprogramma's die als een soort black box fungeren. Dit alles kan leiden tot personeel met onvoldoende bekwaamheid.

Bouwfouten

Hier worden een aantal constructiefouten besproken ontstaan door het niet naleven van de tekening. De oorzaak hiervan wordt niet besproken.

Fouten in de gebruiksfase

Beschrijft hoe verkeerd gebruik van het gebouw instortingen tot gevolg kunnen hebben. Dat is voor dit onderzoek niet relevant aangezien het complex nog in ontwikkeling is.

Eigenlijk hebben we voornamelijk te maken met twee oorzaken van fouten die ontstaan op het microniveau. De ene heeft te maken met de bekwaamheid van het personeel en de andere met het

feit dat waar mensen werken er fouten worden gemaakt. Dit onderzoek is echter niet dusdanig de diepte in gegaan dat er onderscheid kan worden gemaakt tussen menselijke fouten of bekwaamheid. Daarom wordt er onder microniveau slechts 1 subniveau geplaatst, namelijk persoonlijke fouten.

Mesoniveau

Onvolledige, gefragmenteerde opdracht

Doordat er steeds meer kennis nodig is voor het ontwerpen en bouwen van een gebouw, zijn er steeds meer verschillende actoren betrokken bij het gehele proces. De informatie- en kennisoverdracht tussen deze partijen verloopt gebrekkig. Doordat de opdrachtverlening vaak onduidelijk is en niet genoeg transparant, vallen belangrijke aspecten als verantwoordelijkheden tussen wal en schip.

Gebrekkige coördinatie en communicatie

Hier wordt beschreven hoe slechte coördinatie en communicatie tussen verschillende partijen maar ook bij interne lagen tot fouten kunnen leiden.

Falend Kwaliteitsmanagement

Het gebruik van certificaten om aan te tonen dat de partijen naar behoren hun werk leveren is geen garantie voor een kwalitatief eindresultaat. Deze certificaten hebben slechts betrekking op 1 bedrijf, maar bedrijven werken samen. Hun kwaliteitsmanagementsystemen worden vrijwel nooit op elkaar afgestemd. Daarnaast stellen ze vaak niemand aan om deze kwaliteitsystemen te waarborgen. De interne kwaliteitscontrole is over het algemeen onvoldoende. Bouwtoezicht vanuit de opdrachtgever blijft ook vaak achterwege, omdat dit als iets voor de aannemer wordt beschouwd. Interne controle en toezicht staan echter op gespannen voet met de aspecten waarop de uitvoerder wordt afgerekend, namelijk tijd en geld.

Er wordt over het algemeen te weinig aan risico- analyse en management gedaan, zowel intern als extern. De achterliggende oorzaak ligt op microniveau, namelijk focus op tijd en geld.

Te weinig overheidscontrole

Toezicht en controle vanuit de gemeente is complementair aan de kwaliteitsborging van marktpartijen. Ze hebben niet de middelen om alles te controleren en vindt dus steekproefsgewijs plaats. Verder wordt er dieper op ingegaan wat er schort aan de overheidscontroles. Het onderzoek focust zich echter op wat er fout gaat bij de realisatie van het gebouw en niet op wat er fout gaat bij overheidsinstanties. Er wordt hier verder niet op in gegaan.

Falend kwaliteitsmanagement en te weinig overheidscontrole hebben beiden te maken met het gebrek aan controles (door wie die dan ook worden uitgevoerd). Daarom worden deze samen gevoegd onder 'geen/slechte controle'.

Macroniveau

Toenemende specialisatie

Door de toenemende kennis kan een technicus zijn vakgebied nooit volledig beheersen. Hierdoor ontstaan er meer specialisaties. De computerprogramma's maken het mogelijk steeds complexere ontwerpen te maken. Hierdoor zijn meer specialisten nodig om gebouwen te realiseren. Door het toenemen van specialisten (actoren) wordt de coördinatie complexer en heldere communicatie belangrijker. Vaak schort hier het een en ander aan: Het ontbreekt vaak aan een heldere taakverdeling, de gegevensuitwisseling is bedroevend slecht, geplande regie- en controletaken worden niet uitgevoerd en raakvlakken tussen de disciplines worden verwaarloosd.

Focus op tijd en prijs

Vaak moet een gebouw zo snel mogelijk opgeleverd worden, waarbij de kwaliteit secundair belang lijken te zijn. Door de concurrentie worden betrokken partijen gedwongen om op voor een lage prijs en onder hoge tijdsdruk te werken waardoor sommige werkzaamheden niet meer kunnen worden uitgevoerd. Tijd is geld. Ontwerpers hebben geen tijd meer om te lezen, te begrijpen, te controleren. Aannemers hanteren een lage acceptatiedrempel voor ad hoc oplossingen bij detailafwijkingen, onder druk van deadlines, boeteclausules en planning.

Ingewikkelde regelgeving

Normen zijn vaak heel ingewikkeld en de betrokkenen hebben beperkte kennis van het bouwbesluit. Dit komt mede doordat de regelgeving afgelopen jaren behoorlijk is gegroeid. Dit komt door de groeiende technologie en doordat er ontwerpende en construerende partijen steeds meer op het randje van de mogelijkheden willen gaan zitten.

Aansprakelijkheid

Over het algemeen wordt de aansprakelijkheid geregeld in (standaard) algemene voorwaarden. Kenmerkend voor deze algemene voorwaarden is de vergaande beperking van de aansprakelijkheid van de opdrachtnemers ten aanzien van het Burgerlijk Wetboek. Hierdoor kan bijvoorbeeld de opdrachtgever (mede)aansprakelijk worden gesteld voor fouten als hij toezicht of directie laat voeren. Dit is volgens sommige juristen in strijd met het beginsel van redelijkheid en billijkheid.

Aangezien het macroniveau de cultuur beschrijft van de gehele bouwwereld worden bovenstaande punten meegenomen als subniveaus.

Bijlage B: Profiel Geïnterviewde Personen

Naam: Ugur Akdemir
Organisatie: Haafkes en zonen
Rol in het project: Projectleider bouwkundige aannemer
Opleiding: Bouwkunde aan de hogeschool van Enschede
Werkervaring: Is sinds 1996 werkzaam als projectleider bij verschillende aannemersbedrijven als Wilmink-Oosterveld en Stegge Bouw

Naam: Hans van Leeuwen
Organisatie: Beltman Architecten
Rol in het project: Projectleider architect
Opleiding: Bouwkunde aan de hogeschool van Enschede
Werkervaring: Is sinds 1979 in de projectleiding bij architectenbureaus als BK architectuur, Ballast en Veldman + Rietbroek architenburo.

Naam: Jaap Nieuwenhuijse
Organisatie: Nieuwenhuijse Arends Bouw en Risico Management
Rol in het project: Projectmanager
Opleiding: Civiele techniek aan de hogeschool van Enschede en Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente
Werkervaring: Sinds 1994 is hij bezig met proces- en projectmanagement bij HBG en Tebodin en is nu voor zichzelf begonnen.

Naam: Marinus de Vries
Organisatie: Klein Poelhuis Installatietechniek
Rol in het project: Projectleider installateur
Werkervaring: Is sinds 1982 werkzaam in de installatietechniek als projectmanager bij bedrijven als Cogas en GTI. Hij geeft momenteel ook les als docent integrale bedrijfsvoering en gedeeltelijk financieel management aan het Kader Opleidingen Bouwnijverheid.

Bijlage C: Gespreksrichtlijn

- Voorleggen van definitie faalkosten
- Voorleggen van afbakening technische ruimte
- Wat verstaat u onder faalkosten?

- Welke faalkosten hebben volgens u plaats gevonden?
 - omschrijving van het werk
 - schatting naar de kosten
 - schetsen mogelijke oorzaak (specifiek)
- Geïnterviewde Faalkosten voorleggen en vragen naar
 - omschrijving van het werk
 - schatting naar de kosten
 - schetsen mogelijke oorzaak (specifiek)
- Algemeen:
 - Waar ligt algemeen gezien de oorzaak van faalkosten in de bouw?
 - Wanneer komen ze tot uiting?
 - Wanneer ontstaan ze?
 - Hoe te vermijden?

Bijlage D: Interviews uitgewerkt

v=bevestigd dit x=ontkent dit - =niets over gezegd	Projectmanager	Projectleider installatietechnische aannemer	Projectleider bouwkundige aannemer	Projectleider Architect
Er stond een LBK te weinig in het bestek	✓	✓	✓	✓
De vergeten LBK was veroorzaakt door een typefout	✓	-	-	✓
De vergeten LBK stond wel op de tekeningen geleverd bij het bestek	✓	✓	-	✓
Voordat de aanbesteding heeft plaats gevonden is het bestek door de projectmanager het architectenbureau en de opdrachtgever gecontroleerd. De controle was voornamelijk op contactuele zaken en niet op de technische inhoud gericht.	✓	-	-	-
Ook de partijen die een aanbieding hebben gedaan hebben de fout niet ontdekt	✓	-	-	-
Het geschreven woord gaat voor het getekende	✓	-	✓	✓
Men wil de technische ruimte niet zien vanaf de begane grond	✓	✓	-	-
Architectonische geheel heeft de bovenhand		✓	-	-
Het complex is groter dan de welstand toe staat	✓	-	-	✓
Door slecht weer is een tijdelijke vloer gestort die later deels vervangen is	✓	✓	✓	✓
Bij het hijsen van de LBK door de onderaannemer van de leverancier is de verpakking verwijderd. Dit terwijl er nadrukkelijk gezegd was dat die moest blijven zitten.	✓	✓	-	-
Daarna is het op een slechte manier voorzien van zeilen	✓	✓	-	-
Een LBK staat klem onder de staalconstructie	✓	✓	✓	✓
Er had meer controle moeten zijn vanuit de installatietechnische aannemer bij de plaatsing	✓	✓	-	-
Er zou iemand van de leverancier toezicht houden bij de plaatsing van de LBK. Deze persoon is te laat op komen dagen.	-	✓	-	-
Na de plaatsing van de LBK is de staalconstructie opgebouwd	✓	✓	✓	
De doorbuiging van het staal valt binnen de toegestane marge	-	-	✓	
Er is een strip fout gemonteerd	✓	-	✓	✓
Er is een kolom geplaatst om de doorbuiging tegen te gaan	✓	✓	✓	
De LBK die klem staat is beschadigd	✓	✓	✗	✓
De onderaannemer die de LBK moest plaatsen heeft doorgedrukt	✓	✓	-	✓
Er is geen melding gemaakt van de beschadigde LBK, maar dit is ontdekt tijdens een controleronde	✓	✓	-	✓
Het plaatsen van de cycloon waar leidingen waren voorzien	✓	✓		
De dimensionering van de technische ruimte is te klein	✓	✓	✓	✓
De gegevensoverdracht verliep moeizaam door het aanpassen van aannames met betrekking tot de directieleveringen	-	✓	✓	-
Het betrekken van de aannemers moest in een vroeger stadium gebeuren	-	✓	✓	✓
Meer tijd nemen voor de voorbereidingen kan faalkosten voorkomen	-	✓	✓	-
Het wordt de opdrachtgever toegestaan om laat met informatie te komen	-	✓	-	-