

Externe Condiëtiemeting Gebouwen

Dienst Vastgoed Defensie



Een betrouwbaar instrument?

D. Greeven



KMA Breda



Universiteit Twente

Externe Conditiemeting Gebouwen Dienst Vastgoed Defensie

Een betrouwbaar instrument?

Naam student:	D. Greeven Cadet-vaandrig van het Wapen der Genie
Studentnummer:	9808043
Registratienummer:	790127108
Project:	Afstudeeropdracht NLDA Bacheloreindopdracht Universiteit Twente
Begeleiders KMA/UT:	Kap. Ir. Mevissen
Begeleiders DVD:	Dhr. W. Ploeg Ir. M.M.M. Bolsius
Voorzitter examencommissie:	Prof. Dr. Ir. A.E.C. van der Stoel

Datum: 10 mei 2007

Samenvatting

Onderwerp

De Dienst Vastgoed Defensie (DVD) is de beheerder van het vastgoed van Defensie. Gebruikers van het vastgoed betalen een gebruiksvergoeding voor het aantal gebruikte vierkante meters met een vastgesteld kwaliteitsniveau. Om te controleren of de contractuele verplichtingen nagekomen worden, moet de kwaliteit van vastgoed gemeten worden. DVD heeft besloten een meting uit te laten voeren, resultaten van deze meting worden gebruikt in het vastgoedbeleid. De betrouwbaarheid van deze meting wordt bepaald door de gebruikte methode en de toepassing van de methode.

Condiëtiemethode

De gebruikte condiëtiemethode is de NEN 2767, een norm die onlangs vastgesteld is. Deze norm lijkt sterk op de NIM-systematiek die in een voorgaande referentiemeting (nulmeting, 2005) is gebruikt. De meetmethode vertaalt de gebreken en de kenmerken van de gebreken van een bouwdeel of -installatie in een conditiescore voor het bouwelement. Door de gedetailleerde uitwerking van de NEN-norm is de rol van de inspecteur klein, waardoor de meetresultaten een objectief karakter hebben. De kritiekpunten met betrekking tot de geaggregeerde conditiescore worden in de toekomst ondervangen door een aanvulling op de norm.

Toepassing van de methode

De methode wordt niet toegepast op een meting van alle gebouwen, aangezien een dergelijk aanpak veel tijd en een groot budget vergt. Een steekproefsgewijze meting kan uitgevoerd worden, aangezien de situatie zich voor een dergelijke aanpak leent. De meting wordt uitgevoerd door een extern bedrijf, om op deze wijze de objectiviteit te waarborgen. Naast de condiëtiemeting vindt nog een controlemeting plaats van een klein deel uit de steekproef, deze controlemeting wordt door DVD zelf uitgevoerd.

Het gevolg van een steekproefsgewijze meting is dat de resultaten niet de exacte waarde weergeven, maar afwijkingen binnen bepaalde

betrouwbaarheidsintervallen vertonen. De betrouwbaarheidsintervallen variëren per meetresultaat. De gekozen aanpak van DVD levert relatief nauwkeurige resultaten voor de landelijke gemiddelde conditiescore. Andere mogelijke resultaten zoals complexscores, categoriescores en dergelijke zijn door een grotere onnauwkeurigheid minder bruikbaar.

De resultaten kunnen gecontroleerd worden door deze te vergelijken met de nulmeting en de controlemeting. De vergelijking van de resultaten van de meting met de resultaten van de nulmeting levert weinig informatie aangezien de methodes verschillen. De, door DVD uitgevoerde, controlemeting is met name relevant wanneer gebouwscores van dezelfde gebouwen uit de twee verschillende metingen vergeleken worden. Hierdoor kan de nauwkeurigheid, en de daaraan gekoppelde betrouwbaarheid, van de meetresultaten bepaald worden.

Aanbevelingen

De belangrijkste aanbeveling is om zorgvuldig de toepassing van een meetmethode te kiezen en deze te documenteren, zodat de komende jaren op dezelfde wijze gemeten wordt. Indien aan deze eis wordt voldaan kunnen de resultaten van de komende jaren vergeleken worden en levert een meting een nuttig resultaat. Verder verdient de steekproefname nader onderzoek om de meting zo goed en efficiënt mogelijk te gebruiken en zorg te dragen voor een representatieve steekproef.

Summary

Subject

The 'Dienst Vastgoed Defensie' (DVD) is the administrator of all real estate owned by the Ministry of Defense. Users of real estate pay a compensation fee for the amount of used square meters with a determined quality level. To check whether the contractual obligations are complied, the quality of real estate needs to be measured. DVD decided to carry out a building condition measurement. Results of this measurement can be used in the real estate policy. The reliability of this measuring is defined by the used method and the application of the method.

Condition measuring methods

The used condition measuring method is the NEN 2767, a standard which is recently determined. This method is comparable with the NIM-system that has been used in a previous reference measurement (zero-measurement). The measuring method determines a condition score for a buildingelement or -installation, by translating the damages and the characteristics of the damages of an element. Due to the extensiveness of the NEN-norm, the role of the inspector is small, as a result of which the measurement results can be considered objective. The critical points concerning the method to create an average condition score will be overcome in the future by a supplement on the standard.

Application of the method

Not all the buildings will be measured, since such an approach demands a lot of time and a large budget. A sample measurement will be carried out, the situation is suitable for such an approach. The measurement is carried out by an different company, to guarantee objectivity. Beside this condition measurement a control measurement takes place, which DVD will carry out itself.

The consequence of a random measuring is that results do not reflect the exact value, but deviations within reliability intervals. The reliability intervals vary by each measurement. The chosen approach of DVD provides relatively precise condition scores for the national average. Other

possible results such as complex scores and category scores provide little useful results.

The results can be checked by comparing them with the zero-measurement and the control measurement. The comparison of the results of the measuring with the results of the zero-measurement provides little information since the methods differ. The control measurement, carried out by DVD, is particularly relevant when buildings scores of identical buildings from two different measurements are compared. This results in a determination of the possible accuracy and the reliability of the measurement results.

Recommendations

The most important recommendation is: carefully choose the application of the measuring method and document the application. This way it will be possible to measure exactly the same way the coming years. When this is the case, future measurement results can be compared and provide useful information. Furthermore the sample-taking deserves closer research, to make sure the measurement is done in the best and efficient way possible.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	8
Hoofdstuk 1: Inleiding.....	9
1.1 Aanleiding.....	9
1.2 Projectkader.....	11
1.3 Formulering van de doelstelling.....	11
1.4 Onderzoeksmodel.....	12
1.5 Vraagstelling.....	13
1.6 Methode van dataverzameling.....	13
1.7 Kwaliteitsaspecten.....	14
Hoofdstuk 2: Begripsbepaling.....	15
2.1 Conditie	15
2.2 Conditiemeting.....	16
2.3 Nieuwe Inspectie Methodiek (NIM).....	17
2.4 Nulmeting.....	17
Hoofdstuk 3: De NEN 2767.....	19
3.1 Noodzaak van een genormaliseerde conditiemeetmethode.....	19
3.2 Toepassingsgebied.....	20
3.3 Conditieomschrijvingen.....	20
3.4 Bepalingsmethode van de conditiescore.....	21
3.4.1 Belang van een gebrek	22
3.4.2 Bepaling van de omvang van een gebrek	22
3.4.3 Bepaling van de intensiteit van een gebrek.....	23
3.4.4 Relatie gebreken en conditiescore.....	23
3.4.5 Bepaling van de conditiescore van een gebouw.....	24
3.5 Uitvoering van de inspectie	24
Hoofdstuk 4: De rol van conditiemeting binnen DVD.....	26
4.1 De Dienst Vastgoed Defensie.....	26
4.2 Vastgoedbeleid van DVD.....	26
4.3 Conditiemeting binnen het vastgoedbeleid van DVD.....	27
4.4 Steekproefsgewijze conditiemeting.....	30

Hoofdstuk 5: Richtlijnen Steekproefname.....	31
5.1 Toepassingsmogelijkheden voor steekproeven.....	32
5.2 Representativiteit van steekproefresultaten.....	33
5.3 Statistische grondbeginselen.....	34
5.4 Steekproeven uit een kleine populatie.....	38
Voorbeeld 1:.....	40
Voorbeeld 2:.....	41
5.5 Toepassing normen voor steekproefname.....	45
Hoofdstuk 6: Data-analyse nulmeting.....	48
6.1 Bepaling basisgegevens.....	48
6.2 Exacte analyse	52
6.3 Vereenvoudigde analyse.....	54
6.4 Vergelijking exacte en vereenvoudigde analyse.....	55
6.5 Overzicht betrouwbaarheidsintervallen per complex.....	56
6.6 Invloed van methode steekproefname op resultaten.....	58
Hoofdstuk 7: Controle mogelijkheden.....	59
7.1 Vergelijking nulmeting en geplande meting.....	59
7.1.1 Resultaatsverschillen door methodologische verschillen	60
7.1.2 Resultaatsverschillen door conditiever verschillen.....	60
7.2 Hercontrole door DVD.....	61
7.2.1 Gemiddelde scores.....	61
7.2.2 Gebouwscores en element scores.....	61
7.3 Resultaat overzicht controlemogelijkheden.....	62
Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen.....	63
Literatuur.....	67
Bijlagen.....	69
Bijlage 1: Begrippenlijst.....	69
Bijlage 2: Afkortingenlijst.....	71
Bijlage 3: Vergelijking factor vervangingswaarde.....	72
Bijlage 4: tabellen.....	74
Bijlage 5: Referentiebeelden NIM.....	75

Voorwoord

Na een lange tijd heb ik mijn scriptie kunnen afronden, de afsluiting van het wetenschappelijke gedeelte van mijn opleiding. In de opleiding aan de KMA worden cadetten breed opgeleid. Fysieke training, militaire training, persoonsvorming en een wetenschappelijke studie. De studie is voor mij geen noodzakelijk kwaad geweest, wat niet wil zeggen dat ik ieder vak even interessant heb gevonden. Naast benodigde kennis en vaardigheden biedt een wetenschappelijke opleiding de mogelijkheid om een, door inzicht gevoede, scherpe blik te ontwikkelen.

De afgelopen maanden heb ik kritisch mogen kijken naar een heel klein onderdeel binnen de Dienst Vastgoed Defensie. Zaken tegen het licht houden om er zoveel mogelijk gaten in te kunnen schieten is geen vervelende bezigheid. Zeker op het gebied van statistiek is dat vaak mogelijk: "Facts are stubborn things, but statistics are more pliable" (Mark Twain). Wanneer ergens statistiek toegepast wordt is dat voor mij dan ook een reden tot argwaan. Met een kritische blik heb ik zaken geanalyseerd en getracht om het op dusdanige wijze te verwoorden dat het voor een ieder duidelijk is.

Natuurlijk gaat er een woord van dank naar de mensen die meegeholpen hebben binnen DVD, niet alleen Manou Bolsius en Wim Ploeg, maar ook menig medewerker die voor mij ergens uit het archief een excel-bestand wist te toveren. De begeleiding van Kapitein Sjoerd Mevissen vanuit de KMA heb ik weten te waarderen, de scherpe blik waarmee hij mijn stukken las en door zijn vragen kon mijn denkproces verder gescherpt worden. Dank daarvoor.

Dennis Greeven

Cadet-vaandrig van het Wapen der Genie

Breda, 10 mei 2007

Hoofdstuk 1: Inleiding

In het eerste hoofdstuk wordt duidelijk gemaakt wat het onderwerp van deze scriptie behelst. Allereerst wordt ingegaan op de aanleiding van het onderzoek, vervolgens wordt kort het probleem afgebakend en gekenschetst. De belangrijkste termen en begrippen worden uitgewerkt in het tweede en derde hoofdstuk. Overige termen en begrippen die mogelijk uitleg behoeven zijn terug te vinden in de bijlage: Begrippenlijst.

1.1 Aanleiding

Een groot deel van het vastgoed in Nederland wordt beheerd door vastgoedbeheerders. Het vastgoed in het bezit van de overheid wordt beheerd door: het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, de Rijksgebouwendienst (RGD) en de Dienst Vastgoed Defensie (DVD).

Het ministerie van Defensie is eigenaar van een groot vastgoedpakket. Naast de kazernecomplexen zijn er nog vele gebouwen, oefenterreinen, vliegvelden en diverse andere objecten die beheerd worden door Defensie. Het onderhoud aan het vastgoed van defensie is jarenlang gefaciliteerd door de Dienst Gebouwen Werken en Terreinen (DGW&T). Zij was verantwoordelijk voor de uitvoering van het onderhoud en handelde in opdracht van de gebruikers van het vastgoedonderdeel. De dienst is in 2006 gereorganiseerd en heet nu de Dienst Vastgoed Defensie (DVD). Sinds januari 2006 treedt DVD op als beheerder van vastgoed, de afnemers maken gebruik van vastgoed tegen een afgesproken gebruiksvergoeding. De krijgsmacht delen bepaalden (in overleg met de DGW&T) in eerdere jaren wat onderhouden moest worden en waar prioriteiten lagen. Sinds januari 2006 is de DVD zelf verantwoordelijk voor de planning van onderhoud en de daarbij behorende prioriteitstelling van het complete vastgoedpakket. Als tegenprestatie betalen de afnemers nu per m² aan de DVD en garandeert de DVD een, vooraf vastgesteld kwaliteitsniveau.

Door deze rolverandering heeft DVD de behoefte aan een kwaliteitsmetingsysteem welke als tool gebruikt kan worden voor de bepaling van het kwaliteitsniveau. Deze kwaliteitsmeting betreft zowel

gebouwen, werken als terreinen. Hiervoor liggen drie doelstellingen aan ten grondslag (Taskforce Delta Instandhouding, 2006):

- Het winnen en vasthouden van vertrouwen bij de opdrachtgever
- Toetsen in welke mate is voldaan aan de contractuele verplichtingen, de dienstverleningsovereenkomsten (DVO)
- Aantonen dat de financiële middelen effectief besteed zijn.

De DVD dient een tool te hebben om het kwaliteitsniveau te bepalen. Voor elementen van gebouwen is er sinds september 2006 een norm vastgesteld om de conditie gebouwen, bouwdelen en -elementen te bepalen. Voor de kwaliteitsmeting van het vastgoed dat niet onder gebouwen valt, de Werken en Terreinen, is nog geen methode vastgesteld. Het onderzoek naar een juiste methode voor Werken en Terreinen is nog bezig, de afstudeerscriptie van Maarten Roorda heeft hiervoor een verkennende studie verricht (Roorda, 2007).

1.2 Projectkader

De laatste jaren is er bij diverse vastgoedbeheerders behoefte ontstaan aan een kwaliteitsmetingsysteem voor gebouwen. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van een norm, de NEN 2767. Deze norm is in conceptvorm gepubliceerd in 2005. De actualiteit van het onderwerp blijkt wel uit het feit dat de NEN 2767 in september 2006 in definitieve vorm is verschenen. Voordat deze norm gepubliceerd was, heeft de DVD reeds onderzoek verricht naar de kwaliteit van diverse defensieobjecten. Dit werd uitgevoerd met behulp van de Nieuwe Inspectie Methodiek (NIM). Al in 2002 werd deze inspectie methode geïmplementeerd binnen de toenmalige DGW&T. Volgens deze NIM-systematiek is in 2005 een nulmeting verricht. Deze NIM-systematiek heeft veel overeenkomsten met de NEN 2767, in hoofdstuk 8 wordt gekeken in hoeverre de resultaten vergelijkbaar zijn en de nulmeting als referentie gebruikt kan worden.

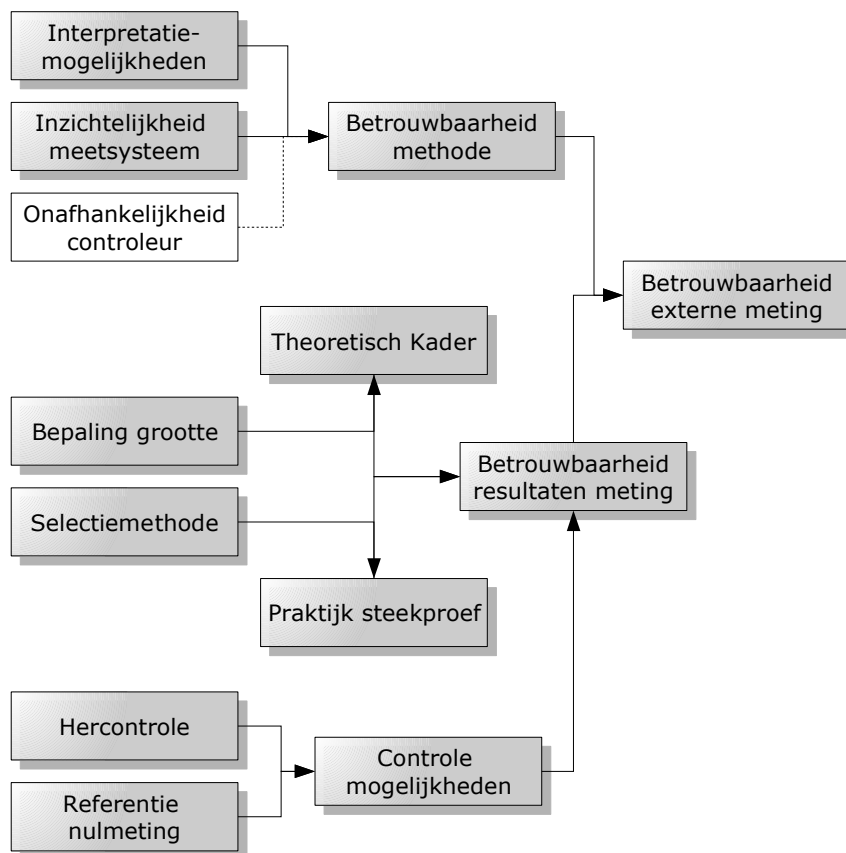
De DVD heeft besloten een kwaliteitsmeting op basis van deze nieuwe norm te laten uitvoeren, door een extern bedrijf, om jaarlijks het resultaat van de instandhouding-werkzaamheden aan gebouwen te meten. Hierbij is gekozen voor een steekproefinspectie (kwaliteitsbepaling volgens de norm) van 5% van de gebouwen per jaar door een externe partij. De DVD toetst 5% van deze gebouwen uit de steekproef met een eigen herinspectie. De keuze voor deze percentages is gebaseerd op de intuïtie van de centrale Directie van DVD, het tijdsbestek en het budget. De statistische onderbouwing van deze 5% meting en de betrouwbaarheid hiervan moeten nog worden onderzocht. Afhankelijk van de ervaringen en de uitkomsten kan in volgende jaren deze werkwijze worden aangepast en eventueel intern worden uitgevoerd. De eerste externe meting zal in 2007 moeten plaatsvinden en moet resulteren in een kwaliteitscijfer per object (kazerne, vliegveld e.d.).

1.3 Formulering van de doelstelling

Het doel van dit rapport is het inzicht verschaffen in de betrouwbaarheid van de resultaten van een kwaliteitsmeting met de NEN 2767, uitgevoerd door een extern bedrijf, voor het totale gebouwenpakket van DVD, door de methode van kwaliteitsmeting en de toepassing van de methode te analyseren.

1.4 Onderzoeksmodel

Om de doelstelling te kunnen behalen is het volgende onderzoeksmodel ontwikkeld:



Figuur 1: het onderzoeksmodel

De betrouwbaarheid van de externe kwaliteitsmeting wordt bepaald door de meetmethode. De betrouwbaarheid van de meetmethode is groot, wanneer de resultaten objectief en eenduidig zijn. Dit is het vooral het geval indien de resultaten van de meting onafhankelijk zijn van degene die de meting uitvoert.

De betrouwbaarheid van de externe meting wordt tevens bepaald door de betrouwbaarheid van de meetresultaten. De grootte van de steekproef en de manier waarop tot een selectie van te controleren gebouwen is gekomen, bepaalt in grote mate de overeenkomst van de resultaten van de meting en de werkelijke conditiescores het vastgoedpakket van DVD. Wanneer er voldoende controle mogelijkheden van deze resultaten mogelijk zijn wordt de betrouwbaarheid van de resultaten verder vergroot.

1.5 Vraagstelling

Dit rapport geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Wat betekent een Kwaliteitsmeting volgens NEN2767?
2. Welke rol speelt deze meting binnen de organisatie van DVD?
3. Welke mate van betrouwbaarheid hebben kwaliteitsmetingsystemen?
 - a. Hoe eenduidig is de meetmethode? (Laat de methode ruimte voor verschillende interpretaties)
 - b. Hoe inzichtelijk is de meetmethode?
4. Welke mate van statistische betrouwbaarheid bezitten de resultaten van de steekproefsgewijze uitgevoerde externe Kwaliteitsmeting voor het totale gebouwenpakket in beheer van DVD?
 - a. Wat is de invloed van grootte van de steekproef op de betrouwbaarheid?
 - b. Welke invloed heeft de selectiemethode op de betrouwbaarheid van de steekproef?
5. Op welke wijze en in welke mate zijn resultaten van de meting, gedaan door een extern bedrijf, te controleren?
 - a. Wat houdt de hercontrole door DVD in en wat is de relevantie hiervan?
 - b. In hoeverre kunnen resultaten van de, volgens de NIM-systematiek, uitgevoerde nulmeting dienen als verificatie voor de volgens NEN2767 uitgevoerde kwaliteitsmeting?

1.6 Methode van dataverzameling

Om voldoende gegevens te vinden om het onderzoek uit te kunnen voeren, is allereerst een grote hoeveelheid literatuur geraadpleegd. Met name op het gebied van steekproefname is materiaal beschikbaar vanuit de wiskunde en statistiek. De selectie van toepasbare literatuur is gemaakt door steekproefnames, waarbij gerekend wordt met grote populaties, uit te sluiten. Dit is het overgrote deel van de literatuur. Deze literatuur is bedoeld voor wetenschappen als sociologie en gedragswetenschappen (Moore en McCabe, 1993). Voor de wiskundige theorie om voor kleine populaties uitspraken te kunnen doen is de expertise van de wiskundigen ingeschakeld. Andere geraadpleegde documentatie zijn normen en richtlijnen voor steekproefname en de binnen DVD opgestelde stukken die

betrekken hebben op conditiemeting. Naast de literatuur en documenten is er contact geweest met de afdeling Bouwregelgeving en kwaliteitszorg van het onderzoeksinstituut OTB van de Technische Universiteit Delft. Deze themagroep richt zich op nationaal vastgelegde uniforme kwaliteitsregelgeving voor de woningbouw, zoals technische voorschriften maar ook allerlei regels en procedures die zijn vastgelegd die de kwaliteit van partijen die betrokken zijn bij de bouw/beheer van woningen proberen te bewaken/verhogen. Om een beter beeld te krijgen van de problematiek en de manier waarop anderen hiermee omgaan is er contact geweest met diverse (bouw)adviesbureaus (Verf Advies Centrum, COT, BDA Advies).

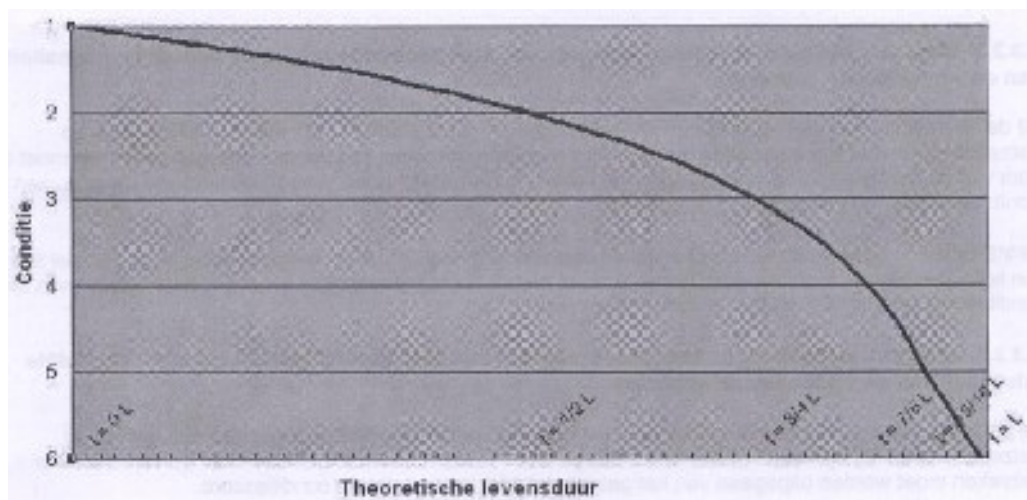
1.7 Kwaliteitsaspecten

De kwaliteit van een onderzoek wordt bepaald door de gebruikte informatie, de volledigheid van de informatie en de verwerking van de informatie. De voorgenomen praktische toepassing van conditiemeting is afgezet tegen de theorie en het richtlijnen over conditiemeting en steekproefname, de praktijk van andere vergelijkbare problematiek door derden en de mogelijke regelgeving/normalisatie die al gemaakt is. Hierdoor kan een genuanceerde uitspraak worden gedaan.

Hoofdstuk 2: Begripsbepaling

In dit onderzoek wordt een aantal begrippen en elementen genoemd. Voor de eenduidigheid van het onderzoek worden deze uitgewerkt om spraakverwarring te voorkomen. In *bijlage 2* begrippenlijst worden veel definities gegeven van andere begrippen die gebruikt worden in de rest van de onderzoek.

2.1 Conditie



Afbeelding 1: Conditieverloop volgens NEN2767

Wanneer het gaat om de conditie van een bouwdeel of -element wordt de positie van een bouwtechnisch element op de degradatie-curve bedoeld. Bouwdelen en -elementen hebben een technische levensduur. Een hoge conditiescore geeft aan dat een onderdeel zich in relatieve nieuwstaat bevindt. Een lage conditiescore geeft aan dat het onderdeel het einde van de levensduur nadert. Herstelwerkzaamheden door middel van restauratie/renovatie kan de levensduur verlengen. Na een dergelijke ingreep zal de conditiescore hoger zijn dan voor het herstel.

Een andere manier om de conditie te beschouwen is te bepalen in welke mate een element voldoet aan de technische eisen die gesteld worden aan het element. Een element kan verkleuren en voor de gebruiker als kwalitatief minder gezien worden, wanneer het echter voldoet aan de

technische eisen is de conditiescore hoog. De beleving van de gebruiker heeft daarom geen invloed op de conditiescore.

Van belang is om duidelijk te stellen dat dit onderzoek gericht is op conditiemeting van gebouwen. Hiermee wordt de bouwtechnische kwaliteit van gebouwen aangeduid. Het begrip kwaliteit geeft dus geen indicatie van de belevingswaarde van de gebruiker.

2.2 Conditiemeting

Een conditiemeting is een objectieve methodiek voor de bepaling van de conditie van een bouw- of installatiedeel. Vele vastgoedbeheerders hebben in de afgelopen periode zelf diverse methodes ontwikkeld om een dergelijke meting uit te voeren.

Conditiemeting vormt een belangrijk hulpmiddel voor vastgoedbeheer en onderhoudsbeleid. De belangrijkste reden voor een conditiemeting is de mogelijkheid om de onderhoudsbehoefte van bouw- en installatiedelen objectief meetbaar te maken. Dat schept eenduidigheid in de aanbevolen onderhoudsmaatregelen die nodig zijn om de kwaliteit van gebouwen te kunnen waarborgen. Planners kunnen met behulp van de resultaten van een conditiemeting bepalen wanneer wat moet worden onderhouden. Onderhoudswerkzaamheden zijn om die reden beter te plannen in zowel tijd als financiën (www.prc.nl).



Afbeelding 2: Voorbeeld van een visuele inspectie

2.3 Nieuwe Inspectie Methodiek (NIM)

Voor er een landelijk vastgestelde norm was, hebben vele vastgoedbeheerders zelfstandig een methodiek ontwikkeld om een conditiemeting uit te kunnen voeren. Ook DGW&T heeft in haar verleden de noodzaak van een objectieve meetmethode om de conditie van bouw- en installatiedelen te bepalen. Deze meetmethode werd de Nieuwe Inspectie Methodiek (NIM) genoemd. De NIM is bedoeld om de opdrachtgever uiteindelijk objectief inzicht te geven in de huidige staat waarin zijn gebouwen zich bevinden. De NIM is gericht op gebouwen.

Met de conditiemeting worden, op basis van waarneming, eenduidig gebreken geregistreerd. Middels een inspectieformulier noteert de inspecteur de omvang en de intensiteit van het gebrek. Voor het bepalen van de omvang, wordt gebruik gemaakt van vooraf bepaalde meetafspraken en voor het bepalen van de intensiteit zijn specificaties vastgelegd in een syllabus. Deze gegevens worden door de computer vertaald in een conditiescore. De diverse onderhoudsniveaus per bouwcategorie zijn vastgesteld door de opdrachtgever aan de hand van referentiebeelden welke zijn afgebeeld in een fotoboek (Ritmeester, 2002). Een deel van deze referentiebeelden zijn opgenomen in de Bijlage: "referentiebeelden". In hoofdstuk 8 zal de NIM vergeleken worden met de NEN 2767 waarbij verschillen tussen beide methodes duidelijk gemaakt zullen worden.

2.4 Nulmeting

Met behulp van de hierboven beschreven NIM is in 2005 een meting uitgevoerd. Deze, in het vervolg te noemen nulmeting, had tot doel:

- inzicht te krijgen over de toenmalige kwaliteit¹ van de gebouwen van Defensie;
- een berekening te maken van het eventuele achterstallige onderhoud aan de gebouwen.

De nulmeting van het vastgoed betreft de vastlegging van de conditie van de gebouwen op standdatum 01 maart 2005. De doorlooptijd tussen

¹ Het begrip kwaliteit wordt door de werkgroep nulmeting gedefinieerd als onderhoudskwaliteit

inspectiedatum en datum van gebruik van het inspectiemateriaal voor de nulmeting varieert van 0 tot drie jaar. De reden hiervan is dat het onmogelijk is om de grote hoeveelheid gebouwen (circa 15.000) in een paar maanden te inspecteren. De meting van alle referente gebouwen heeft in totaal bijna drie jaar in beslag genomen.

Voor de nulmeting kwam de NEN2767 te laat, aangezien deze norm in 2005 in conceptvorm verscheen. Daarom zijn de inspecties, conform de NIM-systematiek, uniform uitgevoerd en geregistreerd. De NEN-norm is wel vergelijkbaar met de NIM-systematiek. De resultaten van de inspecties, in de vorm van conditiescores 1 t/m 6, zijn derhalve voor heel Defensie toetsbaar en onderling vergelijkbaar (Werkgroep Nulmeting, 2006). De resultaten van de NIM-inspecties geven een objectief beeld van de onderhoudskwaliteit van gebouwen in beheer bij Defensie.

Om de conditie van een gebouw te kunnen vaststellen zijn de elementengroepen van het gebouw geïnspecteerd conform de elementenclassificatiemethode van de NL/SfB². Geïnspecteerd worden:

1. Funderingen
2. Ruwbouw
3. Afbouw
4. Afwerkingen
5. Installaties Werktuigbouwkundig
6. Installaties Elektrotechnisch
7. Vaste voorzieningen

² SfB staat voor *Samarbestkommittén för Byggnadsfragor*, wat 'samenwerkingscomité voor bouwvraagstukken' betekent

Hoofdstuk 3: De NEN 2767

In het voorjaar van 2005 is landelijk door het Nederlandse Normalisatie-Instituut (NNI) te Delft een nieuwe NEN over conditiemeting van gebouwen gepresenteerd. De Rijksgebouwendienst (RGD) en DGW&T namen samen met PRC, divisie Bouwcentrum het initiatief voor de nieuwe norm. Conditiemeting vormde al jaren voor veel vastgoedbeheerders een belangrijke tool in het onderhoudsbeleid. Door de conditiemeting te normaliseren kunnen bouw- en installatiedelen objectief gemeten en vergeleken worden. Doordat dezelfde methode gebruikt wordt, kunnen vastgoedbeheerders de conditie van het te beheren vastgoedpakket vergelijken met dat van collega's.

De NEN 2767 bestaat uit twee delen. Het eerste deel (NEN2767-1, 2006) behandelt de conditiemeting als methode. Het tweede deel (NEN2767-2, 2006) bevat de gebrekenlijsten voor de belangrijkste bouw- en installatiedelen. Dit tweede deel bestaat nog in concept en deze zal in de toekomst aangevuld worden.

3.1 Noodzaak van een genormaliseerde conditiemeetmethode

De afgelopen jaren hebben diverse vastgoedbeheerders gezocht naar een methode om vastgoedkwaliteit te meten. Deze meetresultaten helpen om een meerjarenonderhoudsplanning op te stellen én om onderhoudsbudgetten te onderbouwen. Resultaten van een dergelijke meting tonen ook de gevolgen van het niet onderhouden van gebouwen, zo geeft de nulmeting van DVD duidelijk de hoeveelheid achterstallig onderhoud weer.

Door de conditiemeetmethode te normaliseren worden resultaten vergelijkbaar met scores van andere vastgoedbeheerders. Tevens vormt de norm een communicatiemiddel tussen techniek en beleid, omdat de discussie over onderhoud plaats kan vinden op basis van objectief vastgestelde kwaliteit en bijbehorende gebreken. Onderhoud is niet langer het domein van technici. Met NEN 2767 kunnen beslissers, beheerders, technisch personeel en adviseurs eenduidig en objectief communiceren en

beslissen over onderhoud (Facility Management Magazine, sept. 2006). Ook de kwaliteitseisen zijn hierdoor beter definieerbaar. De nieuwe norm maakt daardoor het werk van alle betrokkenen een stuk duidelijker. Technenuten en managers begrijpen elkaar. Dit is het grootste voordeel van een genormaliseerde conditiemeting.

3.2 Toepassingsgebied

Een conditiemeting van bouw- en installatiedelen kan volgens de norm toegepast worden bij (NEN 2767-1, 2006):

- het in beeld brengen van de bestaande conditie van een gebouwenvoorraad;
- het opstellen van een meerjarenonderhoudsplanning;
- het verdelen van het onderhoudsbudget;
- het meten en controleren van onderhoudscondities;
- het ondersteunen van vastgoedbeheer- en beleid;
- het op gang brengen en vergemakkelijken van de communicatie over de gewenste conditie.

3.3 Conditieomschrijvingen

De conditiescore wordt weergegeven op een zespuntsschaal. De zespuntsconditieschaal is door het Bouwcentrum begin jaren tachtig geïntroduceerd. De keuze van de zespuntsschaal is een compromis (Straub, 2001). Een driepuntsschaal met waarden: goed, matig en slecht, bleek in de praktijk te weinig nuance te bevatten. Een tienpuntsschaal heeft als voordeel dat het herkenbaar is voor mensen, door de vergelijking met rapportcijfers, het geeft echter een uitgebreid en moeilijk te definiëren hoeveelheid scores. De gekozen zespuntsschaalverdeling is ordinaal. Hetgeen betekent dat de waarden die de variabele kan aannemen, wel geordend kunnen worden, maar dat de waarden geen eenduidige betekenis hebben (Straub, 2001).

De omschrijving van de conditiescores ziet er als volgt uit:

Conditie score	Omschrijving	Toelichting
1	Uitstekende conditie	Incidenteel geringe gebreken
2	Goede conditie	Incidenteel beginnende veroudering
3	Redelijke conditie	Plaatselijk zichtbare veroudering Functievervuiling van bouw- en installatiedelen niet in gevaar
4	Matige conditie	Functievervuiling van bouw- en installatiedelen incidenteel in gevaar
5	Slechte conditie	De veroudering is onomkeerbaar
6	Zeer slechte conditie	Technisch rijp voor sloop

Tabel 1: omschrijving conditiescores

De conditiescores worden bepaald door gebreken te meten in elementgroepen van gebouwen. Tijdens inspectie wordt bepaald wat het belang, omvang en intensiteit van de geconstateerde gebreken is. Voor installaties en installatiedelen geldt dat specifiek aandacht is besteed aan de beoordeling van gebreken die van invloed zijn op het storingsgedrag of gebruiksonderbrekingen (NEN 2767-1, 2006).

Een conditiescore 1 geeft aan dat een gebouw in nieuwstaat is en geen gebreken vertoont. Score 6 betekent het einde van de levensduur van het gebouw en herstel geen optie meer is.

3.4 Bepalingsmethode van de conditiescore³

Conditie scores worden bepaald door de aanwezigheid van gebreken. Om een conditiescore te kunnen bepalen dienen de gebreken van het te inspecteren element te worden geregistreerd. Per bouw- en installatiedeel zijn de meest relevante gebreken opgenomen in de gebrekenlijst (NEN

³ Gebruikte tabellen zijn terug te vinden in de NEN 2767-1

2767-2). De mate waarin een gebrek de score beïnvloedt hangt af van het belang, de omvang en de intensiteit van het gebrek.

3.4.1 Belang van een gebrek

Wanneer een gebrek op de gebrekenlijst voorkomt, is het belang van het gebrek af te lezen in de lijst. Het belang heeft drie mogelijk waarden: "ernstig", "serieus" of "gering". Wanneer een gebrek niet op de lijst voorkomt kan het belang van het gebrek bepaald worden aan de hand van onderstaande tabel.

Belang	Soort gebrek	Toelichting
Ernstig	Werking primair Constructief primair Materiaalinstrinsiek Basiskwaliteit	Ernstige gebreken doen direct afbreuk aan de functionaliteit
Serieus	Werking secundair Constructief secundair Materiaaloppervlak Basiskwaliteit en veroudering van onderdelen	Serieuze gebreken betekenen een degradatie zonder de functionaliteit aan te tasten
Gering	Onderhoud Afwerking Basiskwaliteit en veroudering van subonderdelen Verval	Geringe gebreken doen geen afbreuk aan de functionaliteit

3.4.2 Bepaling van de omvang van een gebrek

De omvang van een gebrek is onderverdeeld in omvangscores 1 tot en met 5. Aan de hand van onderstaande tabel wordt de omvangscore bepaald.

Omvangscore	Percentage	Beschrijving
Omvang 1	<2%	Het gebrek komt incidenteel voor
Omvang 2	2% tot 10%	Het gebrek komt plaatselijk voor
Omvang 3	10% tot 30%	Het gebrek komt regelmatig voor
Omvang 4	30% tot 70%	Het gebrek komt aanzienlijk voor
Omvang 5	>70%	Het gebrek komt algemeen voor

3.4.3 Bepaling van de intensiteit van een gebrek

De intensiteit van een gebrek is onderverdeeld in intensiteitscores 1 tot en met 3. Aan de hand van onderstaande tabel wordt de intensiteitscore bepaald.

Intensiteitscore	Benaming	Beschrijving
Intensiteit 1	Laag (beginstadium)	Het gebrek is nauwelijks waarneembaar
Intensiteit 2	Midden (gevorderd stadium)	Het gebrek is duidelijk waarneembaar
Intensiteit 3	Hoog (eindstadium)	Het gebrek is zeer duidelijk waarneembaar, het gebrek kan niet of nauwelijks toenemen

3.4.4 Relatie gebreken en conditiescore

Wanneer van een gebrek het belang, de omvang en de intensiteit bekend zijn, kan de conditiescore voor het betreffende element worden bepaald aan de hand van onderstaande tabellen.

Ernstige gebreken					
Omvang	1	2	3	4	5
Intensiteit					
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	5
3	2	3	4	5	6

Serieuze gebreken					
Omvang	1	2	3	4	5
Intensiteit					
1	1	1	1	2	3
2	1	1	2	3	4
3	1	2	3	4	5

Geringe gebreken					
Omvang	1	2	3	4	5
Intensiteit					
1	1	1	1	1	2
2	1	1	1	2	3
3	1	1	2	3	4

Wanneer een bouw- of installatiedeel meer dan één gebrek vertoond is in bijlage B van de NEN 2767-1 te zien hoe de conditiescore bepaald kan worden.

3.4.5 Bepaling van de conditiescore van een gebouw

Hierboven is aangegeven hoe de conditiescore van een installatie- of bouwdeel bepaald kan worden een de hand van de kenmerken van een voorkomend gebrek. De norm is niet eenduidig over het bepalen van de conditiescore van een verzameling installatie- en bouwdelen, een gebouw. In NEN 2767-1 wordt de geaggregeerde conditiescore buiten beschouwing gelaten. De geaggregeerde conditiescore is een, al dan niet gewogen, conditiescore op gebouw- of complexniveau die wordt gebruikt voor het op hoofdlijnen bewaken van de ontwikkeling van de kwaliteit van het vastgoed (NEN2767-1, 2006). Om tot een score per gebouw te komen worden vele mogelijkheden open gehouden.⁴

3.5 Uitvoering van de inspectie

De norm is duidelijk in de bepaling van de conditiescore voor een bouw- of installatiedeel. De bepaling van de conditiescore van een gebouw, als verzameling bouw- of installatiedelen wordt overgelaten aan de gebruiker van de norm. Een mogelijk daaropvolgende stap is de totstandkoming van een conditiescore voor een verzameling gebouwen. Ook een dergelijke bepaling van een score wordt overgelaten aan de gebruiker.

De conditiescores bieden de mogelijkheid gebouwen en complexen te vergelijken. De geaggregeerde conditie van een gebouw of complex komt

⁴ Het probleem van aggregatie van elementscores tot bouwscores is door de normcommissie onderkent. Eind 2007 komt er een aanvulling in de vorm van NEN 2767-3 waarin de aggregatiemethode vastgelegd wordt.

tot stand door het modelmatig samenstellen van één conditiescore uit de condities van de verschillende bouw- en installatiedelen. De mate waarin de verschillende condities meewegen kan organisatiespecifiek worden bepaald.(NEN2767-1, 2006)

De uitvoering van een conditiemeting wordt eveneens niet voorgeschreven. De NEN 2767 geeft geen eisen voor een inspectiemethodiek; de norm geeft dus geen richtlijnen voor de uitvoeringswijze, waaronder het detailniveau van de inspectie en de steekproefgrootte. De norm geeft een methode weer waarop elementen gemeten kunnen worden.

Hoofdstuk 4: De rol van conditiemeting binnen DVD

In dit hoofdstuk wordt duidelijk gemaakt wat de rol van de conditiemeting is binnen DVD. In de scriptie van CV M. Roorda (2007) is de bedrijfsvoering van DVD uitgebreid beschreven.

4.1 De Dienst Vastgoed Defensie

De Dienst Vastgoed Defensie (DVD) is verantwoordelijk voor het beheren en het (laten) uitvoeren van zowel nieuwbouw als het onderhoud van de in beheer zijnde gebouwen, werken en terreinen van Defensie. Als dé vastgoeddienst van Defensie verzorgt de DVD het vastgoed voor haar klanten op een betrouwbare, transparante en doelmatige wijze en adviseert hen daarover.(www.cdc.nl)

4.2 Vastgoedbeleid van DVD

Voor de DVD geldt een resultaatsverplichting voor de technische kwaliteit van de huisvesting. Deze resultaatsverplichting ligt vast in de DVO Instandhouding. De beoordeling van de resultaatsverplichting gaat voor de gebruiker verder dan alleen het constateren dat voldaan is aan een afgesproken technisch kwaliteitsniveau. De gebruiker zal zijn beoordeling mede laten afhangen van de beschikbaarheid van functies (vergaderzalen, pantry's, sport etc); de uitstraling die het heeft; en de wijze waarop (facilitaire) diensten worden aangeboden. Het bepalen van het conditieniveau is een beperkt middel te controleren in hoeverre de contractuele verplichtingen nagekomen zijn.

De DVD beschrijft zelf: "Centraal binnen de DVD staat de klant-leveranciersrelatie. Belangrijk in die relatie zijn de kernwaarden 'klantgericht' en 'kostenbewust'. Duidelijk moet zijn wie met wie zaken doet en dat gevraagde producten en diensten tijdig en tegen de afgesproken kwaliteit worden geleverd. In een klantinterface wordt vastgelegd wie de contactpunten zijn met de klant. Afspraken over de levering en de gewenste kwaliteit van de producten en diensten worden vastgelegd in de Dienstverleningsovereenkomst (DVO)."⁵

⁵ Missionstatement Dienst Vastgoed Defensie

4.3 Conditiemeting binnen het vastgoedbeleid van DVD

De reorganisatie van DGW&T naar DVD heeft ertoe geleid dat DVD het vastgoed beheert en gebruikers van vastgoed een gebruiksvergoeding betalen. Met deze gebruikers is een kwaliteitsniveau en de daarbij behorende vergoeding afgesproken.

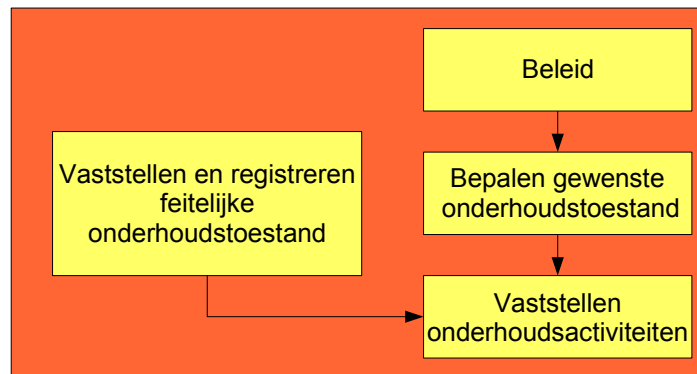
Voor de controle van het behaalde kwaliteitsniveau zag DVD diverse opties. Zo kon er voor gekozen worden om een conditiemeting uit te voeren, dit kon zelfstandig of door een ander bedrijf gebeuren. Gezien de kosten en de benodigde tijd voor een complete meting diende een conditiemeting steekproefsgewijs uitgevoerd te worden. Een andere optie was om geen conditiemeting uit te voeren, maar een externe partij een audit te laten uitvoeren op het onderhoudsbeleid van DVD.

De keuze voor een meting door een extern bedrijf voor 5% van de gebouwen (en een interne hercontrole van 5% van deze steekproef) is een voorlopige keuze. Ervaringen die opgedaan worden met de meting en de inzichten welke mogelijk wijzigen door nader onderzoek, kunnen tot gevolg hebben, dat in de komende jaren de doelstellingen van de kwaliteitsmeting op een andere manier gerealiseerd kunnen worden.

Conditiemeting speelt een rol binnen het instandhoudingsproces. Op de diverse niveaus zijn er plannen geschreven om de instandhouding van vastgoed te beschrijven. Deze documenten zijn:

- Het Strategisch Vastgoedplan (SVP);
- Het Structuur- en Inrichtingsplan (S&I);
- Het Meerjarenplan (MJP);
- Het Jaarplan (JP);
- Het Jaarprogramma (Jpr).

De conditiemeting voor gebouwen aan de hand van de NEN2767 is terug te vinden in het MJP. Het JP volgt uit het MJP, ook in het JP wordt gerefereerd aan de conditiemeting.



Afbeelding 3: Conditieafhankelijke onderhoudsbenadering

De conditiemeting is in principe niet bedoeld voor de korte termijn. De conditiemeting heeft dan ook niet als doel om aan te geven waar directe herstelwerkzaamheden benodigd zijn, maar het doel is om de conditie van de gebouwen in een momentopname vast te leggen. De meting bepaalt de onderhoudstoestand van de gebouwen. De resultaten kunnen vergeleken worden met de voorgaande jaren om inzicht te geven in de voor- of achteruitgang van de bouwtechnische kwaliteit van de gebouwen. De uitkomsten hebben voor DVD meer mogelijke gevolgen. Zo kunnen uitkomsten van een kwaliteitsmeting voor DVD aanleiding zijn tot (Taskforce Delta, 2006):

- Verandering van toegepaste onderhoudsmethoden;
- Bijstelling van hoogte van de beschikbare budgetten;
- Wijziging in de onderlinge verhouding van de toegepaste kengetallen;
- Bijstelling in de verhouding PO/NPO;
- Verschuiving van budgetten over directies.

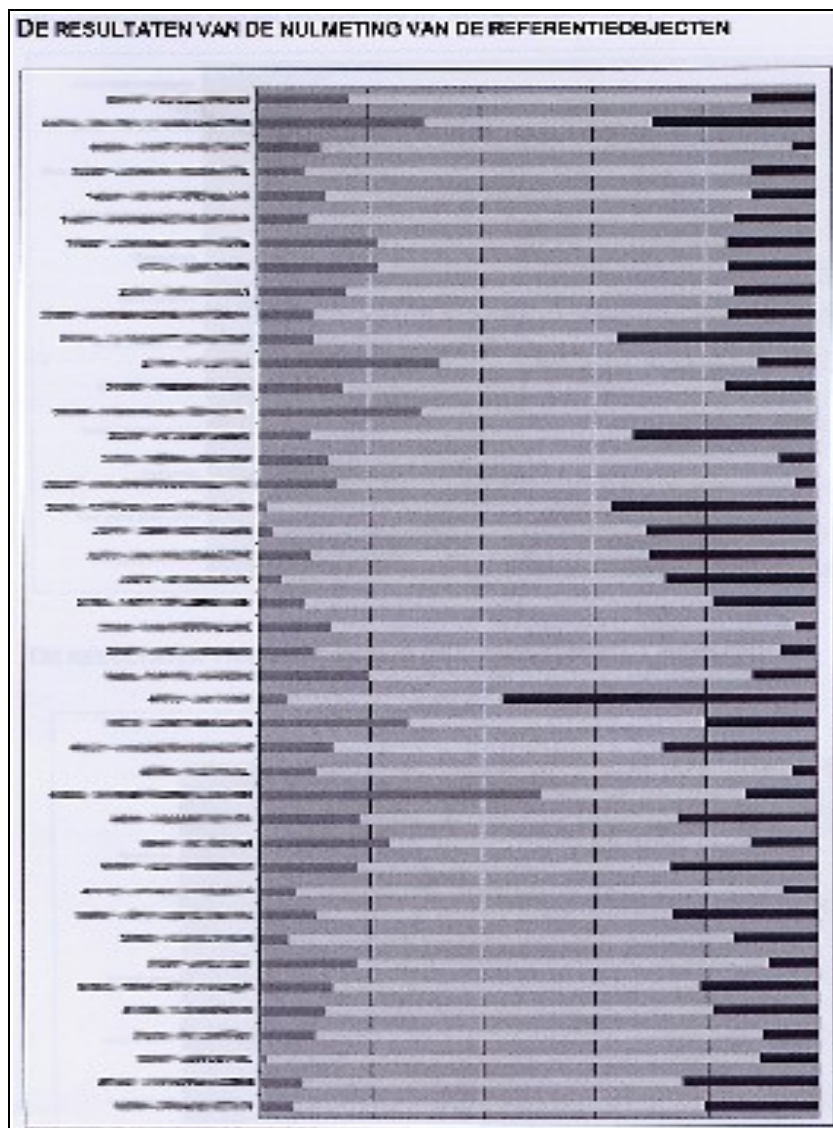
Door de conditiemeting kan worden bepaald of DVD voldaan heeft aan haar contractuele verplichtingen. De in 2005 uitgevoerde nulmeting gaf ook inzicht in de kosten van achterstallig onderhoud. Wanneer de steekproefsgewijze uitgevoerde conditiemeting betrouwbaar is voor het volledige gebouwenpakket, kan ook hier inzicht in gegeven worden.

De conditiemeting wordt gedaan om inzicht te krijgen in:

- a. De gemiddelde score totale pakket;
- b. De gemiddelde score per complex;

- c. De gemiddelde score per elementengroep;
- d. De gemiddelde score per element van een complex;
- e. De gemiddelde score per gebouwcategorie.

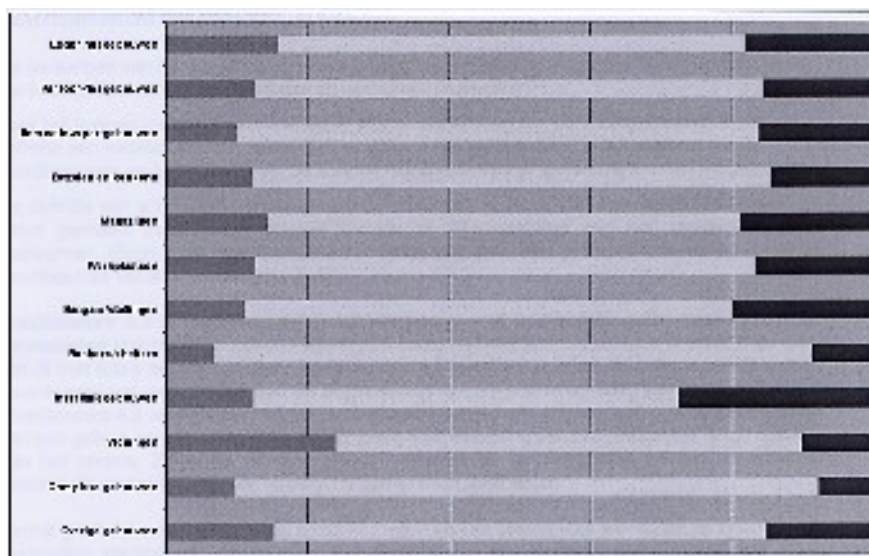
Deze gegevens zijn ook bepaald in de nulmeting. Onderstaand worden verschillende resultaten grafisch weergegeven.



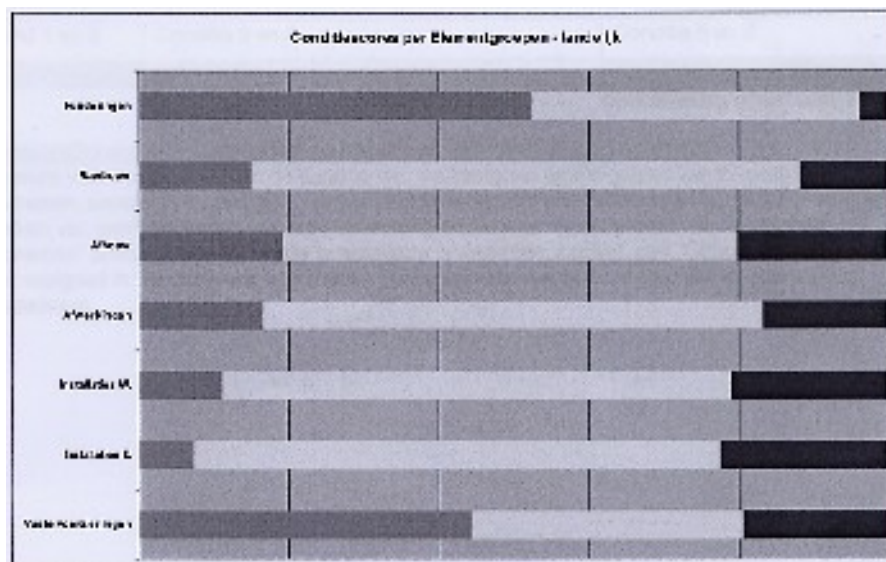
Afbeelding 4: Grafische weergave van de resultaten van de nulmeting per complex/kazerne (complexnamen zijn onherkenbaar aangezien het hier niet om de exacte scores gaat, maar om een voorbeeld van meetresultaten)

Conditie 1 en 2	Conditie 3 en 4				Conditie 5 en 6
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Aanvaardbaar					

Afbeelding 5: Legenda nulmetingsresultaten



Afbeelding 6: Grafische weergave van de resultaten van de nulmeting per categorieniveau



Afbeelding 7: Grafische weergaven van de resultaten van de nulmeting per elementgroep

4.4 Steekproefsgewijze conditiëtmeting

DVD heeft er voor gekozen om in 2007 een conditiëtmeting uit te laten voeren. Het meten van het totale gebouwenpakket is te kostbaar en financieel onaantrekkelijk, om die redenen is gekozen voor een steekproef. In september 2006 is besloten dat de conditiescore van 5% van de gebouwen bepaald zal worden. Deze steekproef wordt getrokken door uit te gebouwenlijst telkens het twintigste gebouw in de steekproef op te nemen.

Hoofdstuk 5: Richtlijnen Steekproefname

Steekproeven worden veelal toegepast om snel en eenvoudig kennis te krijgen van zaken die een grote groep aangaan. De grondgedachte van steekproeftrekkingen is een gedeelte te bestuderen teneinde informatie te verkrijgen over het geheel. (Moore en McCabe, 1993) Dagelijks krijgen we te maken met kijkcijfers, tussenstanden voor verkiezingen en vele andere onderzoeken die gebruik maken van steekproeven. Door bijvoorbeeld uit ieder jaar een aantal cadetten te interviewen, kunnen uitspraken gedaan worden over de diverse studiejaren en de verschillen daartussen. Steekproeven vormen de kern van sociaal wetenschappelijk onderzoek. Over de rol van statistiek binnen de sociale wetenschappen zijn veel boeken verschenen, steekproeven zijn zeker niet alleen het terrein van sociaal wetenschappelijk onderzoek. Steekproeven zijn juist bijzonder aantrekkelijk voor industriële toepassingen, vooral bij kwaliteitsonderzoeken en keuringen (Veen, 1988). Dergelijke kwaliteitsonderzoeken gelden voor vele productieomstandigheden waar grote aantallen identieke producten van de lopende band rollen.

Wanneer niet elk object gemeten kan worden, aangezien dit teveel tijd kost en financieel onaantrekkelijk of niet haalbaar is, worden steekproeven ontworpen. In de steekproef wordt informatie over slechts een gedeelte van de groep vergaard om zo conclusies te trekken over de gehele groep. (Moore en McCabe, 1993) Het trekken van een steekproef lijkt een eenvoudige zaak. Door het gebrek aan inzicht in statistische principes kan een steekproeftrekking echter als snel niet relevante en onbetrouwbare resultaten opleveren. Om een steekproef te kunnen nemen moet voldaan worden aan volgende voorwaarden (Veen, 1988):

1. Steekproeven mogen alleen worden toegepast in situaties die zich daarvoor lenen.
2. Steekproeven dienen zodanig te worden genomen dat de resultaten representatief zijn voor die verzameling waar een uitspraak over moet worden gedaan.
3. Steekproeven moet gebaseerd zijn op statistische grondbeginselen.

Het is van belang dat de basisinformatie van goede kwaliteit is. Waarnemingsfouten, meetfouten en beoordelingsfouten dienen tot een minimum beperkt te zijn. Het doel van een steekproef is de resultaten van een deel van de groep te kunnen extrapoleren naar de totale groep. Eventuele fouten worden eveneens geëxtrapoleerd en daardoor uitvergroot. Dit effect is onwenselijk en meetfouten in de steekproef dienen daarom zo klein mogelijk te zijn.

5.1 Toepassingsmogelijkheden voor steekproeven

Steekproeven hebben een economisch nut. Steekproeven kunnen toegepast worden wanneer er sprake is van grote aantallen (een populatie bestaande uit een groot aantal elementen). Met name bij massaproducties worden steekproeven gebruikt voor de controle van de kwaliteit van het product. Het gaat dan ook niet om de controle van het enkele product, maar om een indicatie van de gemiddelde kwaliteit. De producten zijn onderling vergelijkbaar en resultaten kunnen dan ook geëxtrapoleerd worden. Hiermee wordt niet gezegd dat producten identiek dienen te zijn, zoals dat bij massaproducties van toepassing is. Een diversiteit aan elementen binnen een populatie hoeft steekproefname niet in de weg te staan. De populatie dient wel uit voldoende elementen te bestaan. Wanneer een persoon uit een groep van vijf personen wordt geïnterviewd, kunnen daar geen uitspraken van veralgemeniseerd worden voor de groep van vijf personen. Hoewel in dit voorbeeld sprake is van een steekproef fractie van 20% zijn de resultaten onnauwkeurig.

Ten tweede worden steekproeven genomen wanneer 100% controle niet mogelijk is. Zo bestaan er kwaliteitscontroles die destructief zijn voor het onderzochte product. Een 100% controle leidt dan tot een productiestop. Ten derde zijn steekproeven aan te bevelen wanneer het tot doel heeft niveaus te bepalen in de loop van de tijd. Hierbij is niet de exact gemeten waarde van belang, maar de relatie tot eerder gemeten waardes. Op deze wijze kan vastgesteld worden welke verandering er heeft plaats gevonden (verbetering of verslechtering).

In alle situaties moet men er zich van bewust zijn dat door toevalseffecten incidenteel een te gunstig of te ongunstig beeld kan worden verkregen van de werkelijkheid. Daarom mag er nooit gewerkt worden met steekproeven wanneer:

- er geen afwijking mag worden toegestaan
- foutieve beslissingen niet mogen voorkomen.

5.2 Representativiteit van steekproefresultaten

Een steekproef moet de werkelijkheid weergeven. Om deze reden is het belangrijk om de samenstelling van de steekproef te bestuderen. De samenstelling moet de populatie zo goed mogelijk weergeven: anders geschreven moet de steekproef representatief zijn.

De mate van representativiteit is afhankelijk van een tweetal factoren: het doel van de steekproef en de te verwachten verschillen binnen de populatie. Wanneer de interne verschillen in de populatie klein zijn levert een eenvoudige steekproef al snel relatief betrouwbare resultaten. Grote verschillen in de populatie geven een grote diversiteit binnen de populatie aan. Wanneer er sprake is van verschillen tussen de elementen moet hiermee bij de definiëring van de steekproef rekening gehouden worden. Elk element uit de populatie moet dan een even grote kans hebben om deel uit te maken van de te nemen steekproef. Dit wordt een aselechte steekproef genoemd. Aselechte steekproef wil dus zeggen dat ieder element van de populatie dezelfde kans heeft om in de steekproef terecht te komen. (Smit en Kremers, 2000) Anders gezegd: Een enkelvoudige aselechte steekproef van de omvang n bestaat uit n elementen uit de populatie, gekozen op zodanige wijze dat alle verzamelingen met n elementen dezelfde kans hebben om de feitelijk gekozen steekproef te zijn. (Moore en McCabe, 1993) Wanneer binnen de populatie clustering van elementen (categorisatie) is aan te geven, dienen de verschillende clusters vertegenwoordigt te zijn binnen de steekproef. De relatieve frequenties moeten dan dus overeenkomen. (Nijdam en Buuren, 1999)

5.3 Statistische grondbeginselen

In de statistiek worden een aantal begrippen gebruikt die bij dit onderzoek van belang zijn. Allereerst is het populatietotaal van belang. Dit populatietotaal X is gelijk aan de som van de waarden van alle N elementen:

$$X = x_1 + x_2 + \dots + x_n = \sum_{i=1}^N x_i$$

Het populatiegemiddelde \bar{X} volgt uit het populatietotaal te delen door het aantal elementen:

$$\bar{X} = X / N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Voor de steekproeftheorie is het bovengenoemde rekenkundig gemiddelde van belang. De verschillen tussen de elementen in een populatie worden variabiliteit of spreiding genoemd. In de beschrijvende statistiek worden hiervoor verschillende maatstaven gebruikt. In de steekproeftheorie is de standaardafwijking en de daarmee verbonden variantie van belang. De variantie wordt aangegeven met het symbool S^2 en is gedefinieerd als de som van de kwadraten van de afwijkingen van de individuele elementen te opzichte van het gemiddelde, gedeeld door de met één verminderde populatieomvang:

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2 \text{ (Mace, 1964)}$$

De standaardafwijking is gedefinieerd als de wortel van de variantie, daarom wordt voor deze parameter de letter S :

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}$$

De dimensie van de standaardafwijking is gelijk aan de dimensie van de variabele x .

De variatiecoëfficiënt wordt bepaald door de standaardafwijking als fractie van het gemiddelde uit te drukken:

$$C = S / \bar{X}$$

De variatiecoëfficiënt is een dimensieloos getal aangezien het populatiegemiddelde en de standaardafwijking eenzelfde dimensie hebben.

Bij het nemen van een steekproef is het van belang de elementen voor de steekproef op de juiste wijze te selecteren. Het eenvoudigst is dit wanneer er wordt uitgegaan van een lijst of een database waar ieder element precies eenmaal voorkomt. Dit wordt het steekproefkader genoemd, de administratieve weerspiegeling van de populatie. Het samenstellen van een dergelijke database dient zorgvuldig te gebeuren om op deze wijze de volledigheid van de database te kunnen garanderen. Wanneer elementen ontbreken of meerdere keren in een database voorkomen gaat het steekproefgemiddelde afwijken van het populatiegemiddelde.

De steekproefname is het vergelijken met het vaasmodel dat veel gebruikt wordt in de kansberekening. (Moors en Muilwijk, 1975) Het element dat uit de vaas getrokken wordt, maakt onderdeel uit van de steekproef. Er mag hierbij geen voorkeur bestaan ten aanzien van elementen, voortijdige selectie op basis van bepaalde kenmerken moet dan ook vermeden worden, hierdoor kan het aselechte karakter van de steekproef bewaard blijven. Een steekproef die op deze wijze genomen wordt noemt men een enkelvoudige steekproef. Reeds getrokken elementen worden niet teruggelegd, in de kansberekening wordt dit aangeduid met "een trekking zonder teruglegging". Bij een steekproefname wordt ervan uitgegaan dat een element uit het steekproefkader maximaal één keer in de steekproef voorkomt. Bij ieder element wordt vervolgens de waarde van de onderzoeksvariabele x bepaald. De symbolen voor de populatie worden aangeduid met een hoofdletter, voor steekproefgrootheden worden kleine letters gebruikt. Het steekproefgemiddelde wordt gedefinieerd door:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

De verwachtingswaarde van een steekproefgemiddelde is te bepalen door een grote hoeveelheid steekproeven te nemen en de sommatie daarvan te delen door het aantal steekproeven. Oftewel het gemiddelde steekproefgemiddelde.

$$E\bar{x} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j$$

Bij een zuivere steekproefname zal de verwachtingswaarde van een steekproefgemiddelde gelijk zijn aan het populatiegemiddelde.

$$E\bar{x} = \bar{X}$$

De variantie van de steekproefgemiddelden is als volgt te berekenen:

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (x_j - \bar{X})^2 \text{ dit is vergelijkbaar met de berekening van de variantie}$$

van de populatie.

Er bestaat een eenvoudige relatie tussen de standaardfout en de standaardafwijking in een populatie (Moors en Muilwijk, 1975):

$$Var\bar{x} = \sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Voor kleine steekproef fracties is de factor $\left(1 - \frac{n}{N}\right)$ erg klein en kan dan weggelaten worden.

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{S^2}{n} \quad (\text{voor } n < 0,1N)$$

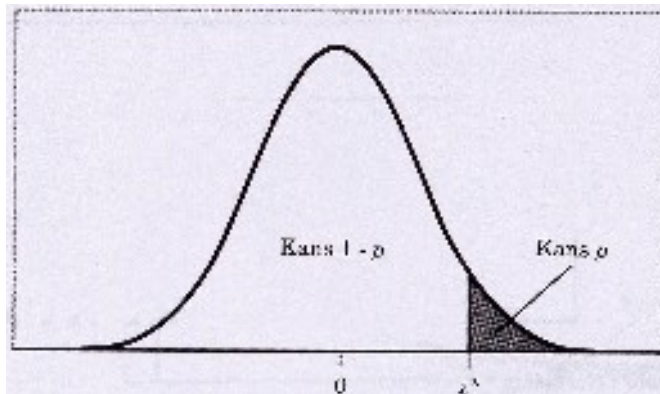
Hiermee is de relatie bepaald tussen de standaardfout en de standaardafwijking.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sqrt{S^2}}{\sqrt{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

In de statistiek wordt veelvuldig gebruik gemaakt van de normale verdeling. Er moet wel gecontroleerd worden of de grafische weergave van de werkelijkheid de vorm van een normale verdeling heeft. De formule waar de normale verdeling mee wordt beschreven luidt als volgt:

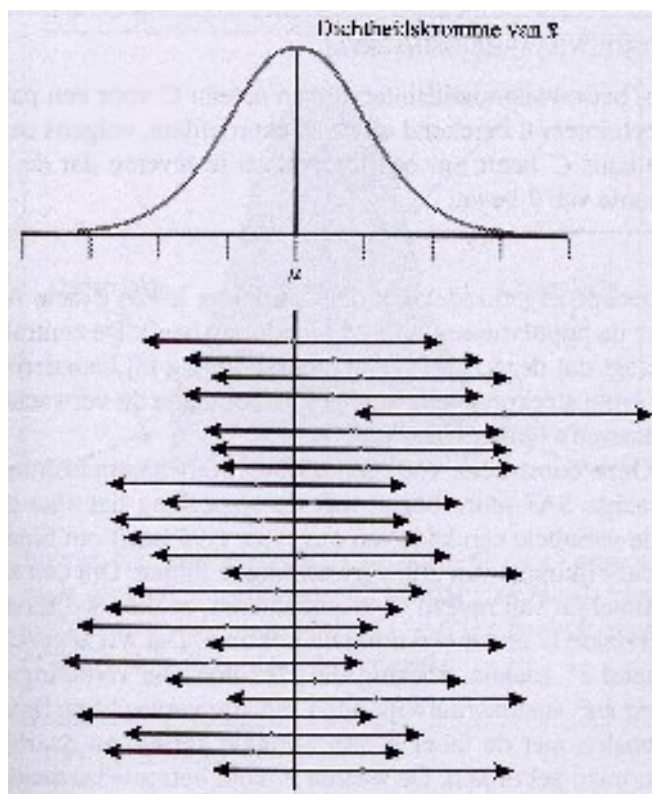
$$\frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

De oppervlakte onder de grafiek geeft de kans weer. Het totale oppervlak onder de grafiek is gelijk aan 1.



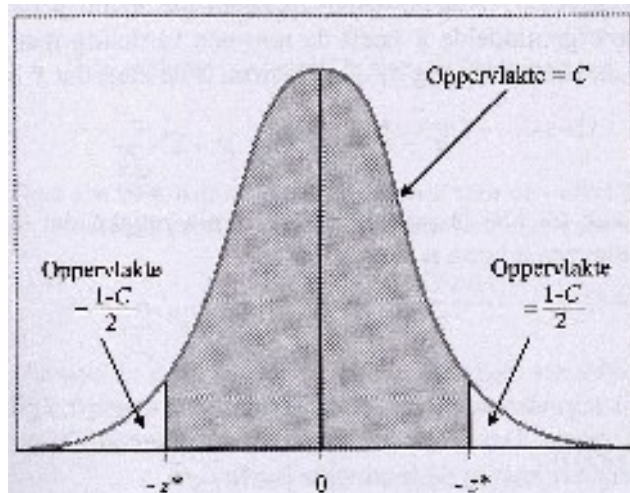
Afbeelding 8: Normale verdeling

Wanneer steekproeven worden genomen uit een populatie zullen deze allen verschillende resultaten opleveren. De spreiding van de steekproef en het steekproefgemiddelde zal per steekproef verschillen.



Afbeelding 9: Steekproeven uit een normaal verdeelde populatie

Bij een betrouwbaarheid C (de kans dat de het steekproefgemiddelde binnen het betrouwbaarheidsinterval van $-z$ en z ligt) ziet er grafisch als volgt uit:



Afbeelding 10: Grafische weergave
betrouwbaarheid bij normale verdeling

Bij een vastgestelde kans C zijn de buiten het interval gelegen

oppervlaktes $\frac{1-C}{2}$. Als C vastgesteld is, zijn de andere oppervlaktes

bekend en de daarbij behorende z -waarde. Deze waarden worden vertaald naar de werkelijke grafiek, waardoor het interval voor kans C als volgt gedefinieerd wordt:

$$\bar{x} \pm z^* \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

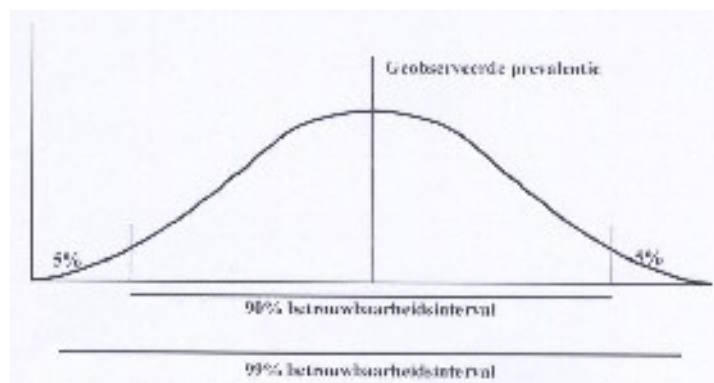
In tegenstelling tot een wijdverbreid misverstand blijkt de steekproef fractie n/N als zodanig zelden een rol van belang te spelen (Moors en Muilwijk, 1975). Een percentage zegt weinig over de grootte van het betrouwbaarheidsinterval. De belangrijkste factor is de hoeveelheid elementen waar de steekproef uit bestaat.

5.4 Steekproeven uit een kleine populatie

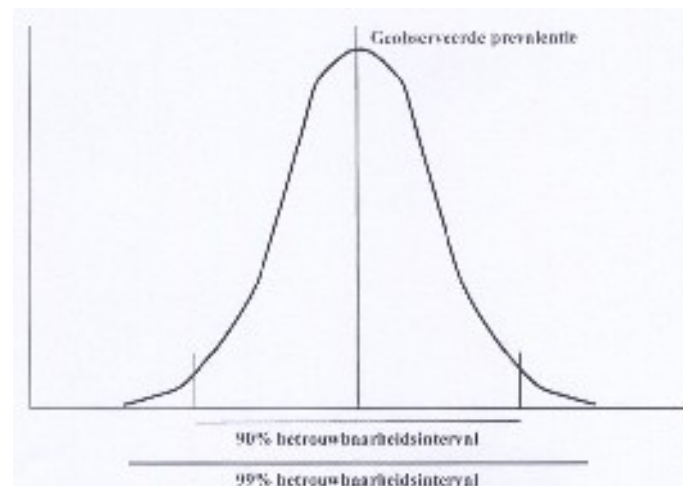
Het vakgebied van de statistiek is gebaseerd op grote populaties. Uitspraken worden dan gedaan over bevolkingsgroepen en dergelijke. De totale bevolking kan niet onderzocht worden, maar er worden wel aannames gedaan over zaken als de variantie en spreiding van het totaal. Veelal wordt er vanuit gegaan dat er sprake is van een normale verdeling en aan de hand hiervan wordt er gerekend.

Bij kleine populaties wordt de afwijking van de werkelijkheid bij gebruik van dergelijke aannames groot. Zaken kunnen dan beter gezien worden als kansberekening. Dit is de exacte bepaling van datgene wat binnen de statistiek benaderd wordt.

Voor steekproeven zijn er twee dimensies van belang, het betrouwbaarheidsinterval en het betrouwbaarheidsniveau. Het betrouwbaarheidsinterval geeft een indicatie van de mogelijke spreiding van de resultaten voor een gegeven betrouwbaarheid. Hoe groter het betrouwbaarheidsinterval hoe groter het betrouwbaarheidsniveau. De volgende illustraties geven dit grafisch weer:



Afbeelding 11: Betrouwbaarheid kleine steekproef



Afbeelding 12: Betrouwbaarheid grote steekproef

Om inzichtelijk te maken hoe betrouwbaarheid bepaald kan worden voor relatief kleine populaties volgen hier twee voorbeelden.

Voorbeeld 1:

In een klas bevinden zich 4 studenten. De tentamencijfers zien er als volgt uit:

	Cijfer
Student 1	8
Student 2	9
Student 3	4
Student 4	7

Het gemiddelde cijfer is $\bar{X} = (8 + 9 + 4 + 7) / 4 = 7,0$

Stel dat een steekproef genomen wordt om het gemiddelde cijfer te bepalen. Bij een betrouwbaarheidsinterval van 10% dient het steekproefgemiddelde te liggen tussen 6,3 en 7,7.

Een steekproef van 1 persoon levert een betrouwbaar resultaat op wanneer het de student met een 7 betreft. De kans hierop is $1/4 = 25\%$

Een steekproef van 2 personen levert een betrouwbaar resultaat op wanneer het student 1 en 4 of student 2 en 3 betreft. Beide mogelijkheden leveren een gemiddelde steekproefwaarde op binnen het gestelde betrouwbaarheidsinterval. Een steekproef van 2 studenten van de 4 biedt

$\binom{4}{2} = 6$ mogelijkheden. 2 van de 6 leveren een betrouwbaar resultaat.

Betrouwbaarheid is $2/6 = 33\%$

Een steekproef van 3 personen levert een betrouwbaar resultaat wanneer student 1 3 4 of student 1 2 4 of student 2 3 4 in de steekproef zitten. Voor 3 mogelijkheden is het resultaat binnen het gewenste betrouwbaarheidsinterval. Totaal aantal mogelijke steekproeftrekkingen

voor 3 personen uit een groep van 4 = $\binom{4}{3} = 4$ mogelijkheden.

Betrouwbaarheid is $3/4 = 75\%$

Een steekproef van 4 personen levert een betrouwbaar resultaat wanneer alle studenten in de steekproef zitten. Hiervoor is slechts 1 mogelijkheid. En de betrouwbaarheid is 100%.

fractie	Betrouwbaarheid
25%	25%
50%	33%
75%	50%
100%	100%

Voorbeeld 2:

In een klas bevinden zich 20 studenten. De tentamencijfers zien er als volgt uit:

Student	Cijfer	Student	Cijfer	Student	Cijfer
1	9	8	7	15	8
2	7	9	6	16	4
3	8	10	7	17	7
4	9	11	7	18	6
5	6	12	6	19	9
6	6	13	6	20	8
7	8	14	6		

Cijfer	Frequentie
4	1
6	7
7	5
8	4
9	3

Het gemiddelde cijfer bedraagt $\bar{X} = (4*1 + 7*6 + 8*4 + 9*3) / 20 = 7,0$

Een betrouwbaarheidsinterval van 10% levert wederom een spreiding van 6,3 tot 7,7.

Een steekproef van 1 persoon levert het juiste resultaat op wanneer het een student met een 7 betreft. Er zijn 5 studenten met een 7. De kans hierop is $5/20 = 25\%$

Een steekproef van 2 personen levert het juiste resultaat op wanneer het 2 studenten met een 7 (77) of een student met een 6 en een met een 7 (67) of een 7 en een 8 (78) of een 6 en een 8 (68) betreft.

Combinatie	Aantal mogelijkheden
(77)	$\binom{5}{2} = 10$
(67)	$\binom{7}{1} * \binom{5}{1} = 35$
(78)	$\binom{5}{1} * \binom{4}{1} = 20$
(68)	$\binom{7}{1} * \binom{4}{1} = 28$
Totaal aantal mogelijkheden	$10+35+20+28=93$

Totaal aantal mogelijkheden voor een steekproef van 2 personen=

$\binom{20}{2} = 190$ mogelijkheden. 93 mogelijkheden leveren het juiste resultaat.

Een steekproef van 2 personen heeft een betrouwbaarheid van $93/190=49\%$

Een steekproef van 3 personen levert het juiste resultaat op bij de volgende combinaties:

Combinatie	Aantal mogelijkheden	
478	$\binom{1}{1} * \binom{5}{1} * \binom{4}{1}$	20
488	$\binom{1}{1} * \binom{4}{2}$	6
489	$\binom{1}{1} * \binom{4}{1} * \binom{3}{1}$	12
499	$\binom{1}{1} * \binom{3}{2}$	3
667	$\binom{7}{2} * \binom{5}{1}$	105
677	$\binom{7}{1} * \binom{5}{2}$	70
678	$\binom{7}{1} * \binom{5}{1} * \binom{4}{1}$	140
688	$\binom{7}{1} * \binom{4}{2}$	42

679	$\binom{7}{1} * \binom{5}{1} * \binom{3}{1}$	105
689	$\binom{7}{1} * \binom{4}{1} * \binom{3}{1}$	84
777	$\binom{5}{3}$	10
778	$\binom{5}{2} * \binom{4}{1}$	40
779	$\binom{5}{2} * \binom{3}{1}$	30
788	$\binom{5}{1} * \binom{4}{2}$	30
Totaal aantal mogelijkheden		697

Totaal aantal mogelijk steekproeftrekkingen van 3 personen uit een groep van 20 bedraagt $\binom{20}{3} = 1140$ mogelijkheden.

Betrouwbaarheid van een steekproef van 3 personen is $697/1140 = 61\%$

Voor een steekproef uit deze groep van 20 studenten geldt dus:

fractie	Betrouwbaarheid
5%	25%
10%	49%
15%	61%

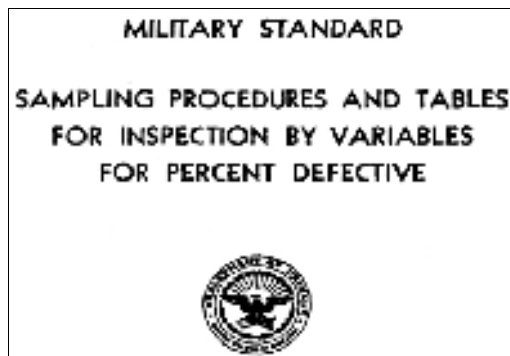
Wanneer deze resultaten worden vergeleken met de steekproef uit een groep van 4 studenten wordt duidelijk dat de steekproeffractie weinig zegt over de betrouwbaarheid. Wat wel gesteld kan worden is dat een grotere steekproeffractie resulteert in een grotere betrouwbaarheid.

Verder zijn deze resultaten afhankelijk van de spreiding van tentamencijfers. Wanneer de diversiteit vergroot wordt (meer hoge cijfers en meer hele lage cijfers) wordt de betrouwbaarheid verlaagd, bij een gelijk blijvende steekproeffractie.

Bovenstaande voorbeelden zijn typisch voor kleine populaties. Wanneer een populatie zeer groot is wordt het rekenwerk onmogelijk groot. Om die reden zijn er tabellen waarin bij benadering gezien kan worden om welke orde van grootte het gaat.

5.5 Toepassing normen voor steekproefname

Voor de toepassing van steekproefname zijn praktijkrichtlijnen en normen geschreven. Dergelijke normen worden bijvoorbeeld gebruikt bij kwaliteitskeuring van goederen. Op basis van specifieke eigenschappen van die goederen worden producties goed- of afgekeurd. Bekende normen zijn de ISO 2859 "Sampling procedures for inspection by attributes" en de ISO 3951 "Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming". Voordat deze normen er waren waren er Military Standards (MIL-STD) welke uitgegeven werden door het ministerie van Defensie van de Verenigde Staten van Amerika. Specifiek voor steekproefname geschreven zijn: MIL-STD-105E "Sampling procedures and tables for inspection by attributes" en de MIL-STD 414 "Sampling Procedures and Tables for Inspection by Variables for Percent Nonconforming".



Afbeelding 13: voorzijde MIL-STD 414

Deze bovengenoemde normen zijn van toepassing op grote populaties. Verder zijn ze gericht op het goed- en afkeuren van partijen. Een geproduceerde partij wordt goedgekeurd wanneer een bepaald percentage voldoet aan de vooraf gestelde eis (het Average Quality Level, AQL). Voor een controle van de steekproefsgewijze uitgevoerde conditiemeting waar deze studie zich op richt kunnen dergelijke normen niet toegepast worden.

Naast de bovengenoemde normen zijn er diverse tools ontwikkeld om voor een vooraf bepaalde betrouwbaarheidsmarge en betrouwbaarheidsinterval de grootte van een steekproef te berekenen bij een zekere populatiegrootte. Deze sample size calculators zijn bedoeld voor statistisch

onderzoek, zodoende kan snel bepaald worden hoeveel metingen er gedaan moeten worden om een betrouwbaar onderzoek te generen.⁶ Deze tools zijn in feite computerprogramma's die de berekening voor normaal verdeelde populaties berekent. Dergelijke tools zijn niet direct bruikbaar voor onderzoeken met kleine populaties, wel geven ze een indicatie voor de orde van grootte van de steekproef.

The image shows two screenshots of online calculators. The top one is titled "Determine Sample Size" and has fields for "Confidence Level" (radio buttons for 95% and 99%), "Confidence Interval", "Population", and "Sample size needed". It includes "Calculate" and "Clear" buttons. The bottom one is titled "Find Confidence Interval" and has fields for "Confidence Level" (radio buttons for 95% and 99%), "Sample Size", "Population", "Percentage", and "Confidence Interval". It also includes "Calculate" and "Clear" buttons.

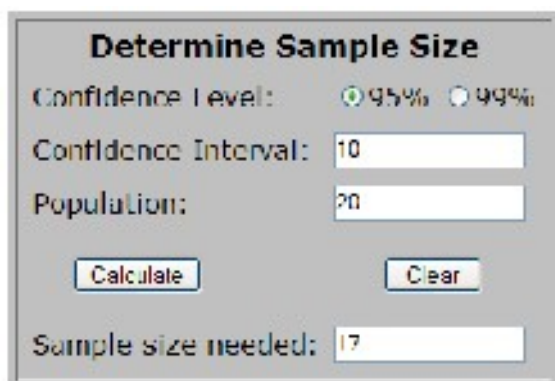
Afbeelding 14: Voorbeeld van een Sample Size Calculator

Voor zowel de beschreven normen als de tools geldt dat zij aannames doen in zake spreiding van gegevens en overeenkomsten van de populatie met de standaardkromme. Wanneer kennis van de totale populatie ontbreekt, of onmogelijk vastgesteld kan worden, bieden dergelijke aannames de mogelijkheid om tot een redelijke inschatting te komen.

⁶ Voorbeeld van een dergelijke tool:

<http://www.surveysystem.com/sscalc.htm>

Zo geeft onderstaand voorbeeld aan dat bij een standaard betrouwbaarheid van 95% en een interval van 10%, de steekproef uit 17 van de in totaal uit 20 elementen bestaande populatie moet bestaan. Dus voor een matig betrouwbaar resultaat dient 85% van de populatie opgenomen te worden in de steekproef.



Determine Sample Size

Confidence Level: 95% 99%

Confidence Interval:

Population:

Sample size needed:

Afbeelding 15: Voorbeeld sample size calculator met kleine populatie

Hoofdstuk 6: Data-analyse nulmeting

6.1 Bepaling basisgegevens

De conditiescore van een complex wordt bepaald door de scores van de gebouwen op het complex. De scores van de gebouwen worden weer bepaald door de score van de elementen waaruit het gebouw bestaat. De elementgroepen zijn in de nulmeting genummerd van 1 tot en met 7. Per elementgroep is er een wegingsfactor bepaald, deze opgenomen in het nulmetingrapport. De elementgroepen (in het NIM-programma hoofdcomponentcode genoemd) en bijbehorende wegingsfactoren zijn:

Elementgroep	Wegingsfactor
1. Fundering	4
2. Ruwbouw	27
3. Afbouw	18
4. Afwerking	16
5. Installaties Elektrotechnisch	18
6. Installaties Werktuigbouwkundig	12
7. Overigen	5

Tabel 1 geeft de basisgegevens weer uit de nulmeting. Hiermee kunnen gemiddelde elementscores per gebouw bepaald worden. Wanneer de conditiescores van de elementgroepen bepaald zijn aan de hand van de NIM-systematiek, kunnen de gewogen gemiddelde scores van een gebouw bepaald worden, door de wegingsfactoren toe te passen.

In het hiernavolgende rekenvoorbeeld wordt gerekend met de gegevens van complex 32D21. Allereerst wordt de tabel met basisgegevens (input van de NIM) getoond in tabel 1. Uit deze gegevens zijn de gemiddelde conditiescores per elementgroep van ieder gebouw bepaald, deze resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Het gewogen gemiddelde van deze score leidt tot een gebouwscore (de gebruikte wegingsfactoren zijn zoals hierboven vermeld).

Obj_nummer	Geb_nummer	GEBOUWSOORT_CODE	HOOFDCOMPONENTCODE	1	1_5	2	2_5	3	3_5	4	4_5	5	5_5	6
32D21	001	224	01	1										
32D21	001	224	02				1	4						
32D21	001	224	03			4		4	4					
32D21	001	224	04				4	4						
32D21	001	224	05	1										
32D21	001	224	06	1										
32D21	001	224	07	1										
32D21	002	161	01				8							
32D21	002	161	02			4	4	6						
32D21	002	161	03				10		2	4				
32D21	002	161	04				24		4					
32D21	002	161	05	1										
32D21	002	161	06				32	8						
32D21	002	161	07	1										
32D21	005	138	01	1										
32D21	005	138	02			4								
32D21	005	138	03				2							
32D21	005	138	04			4	6			4				
32D21	005	138	05	1										
32D21	005	138	06					56						
32D21	005	138	07	1										
32D21	006	113	01	1										
32D21	006	113	02			4	2							
32D21	006	113	03				4							
32D21	006	113	04			12	4							
32D21	006	113	05	1										
32D21	006	113	06				20	44						
32D21	006	113	07					4						
32D21	009	112	01	1										
32D21	009	112	02				8							
32D21	009	112	03				12							
32D21	009	112	04			10	21	20						
32D21	009	112	05	1										
32D21	009	112	06	1										
32D21	009	112	07	1										

Tabel 1: Voorbeeld van gegevens uit het NIM-programma

Obj_nummer	Geb_nummer	gemiddelde elementscore	geb score
32D21	001	1,000	2,123
32D21	001	2,900	
32D21	001	2,833	
32D21	001	2,750	
32D21	001	1,000	
32D21	001	1,000	
32D21	001	1,000	
32D21	002	2,500	2,299
32D21	002	2,571	
32D21	002	3,000	
32D21	002	2,643	
32D21	002	1,000	
32D21	002	2,600	
32D21	002	1,000	
32D21	005	1,000	2,066
32D21	005	2,000	
32D21	005	2,500	
32D21	005	2,786	
32D21	005	1,000	
32D21	005	3,000	
32D21	005	1,000	
32D21	006	1,000	2,086
32D21	006	2,167	
32D21	006	2,500	
32D21	006	2,125	
32D21	006	1,000	
32D21	006	2,844	
32D21	006	3,000	
32D21	009	1,000	1,931
32D21	009	2,500	
32D21	009	2,500	
32D21	009	2,598	

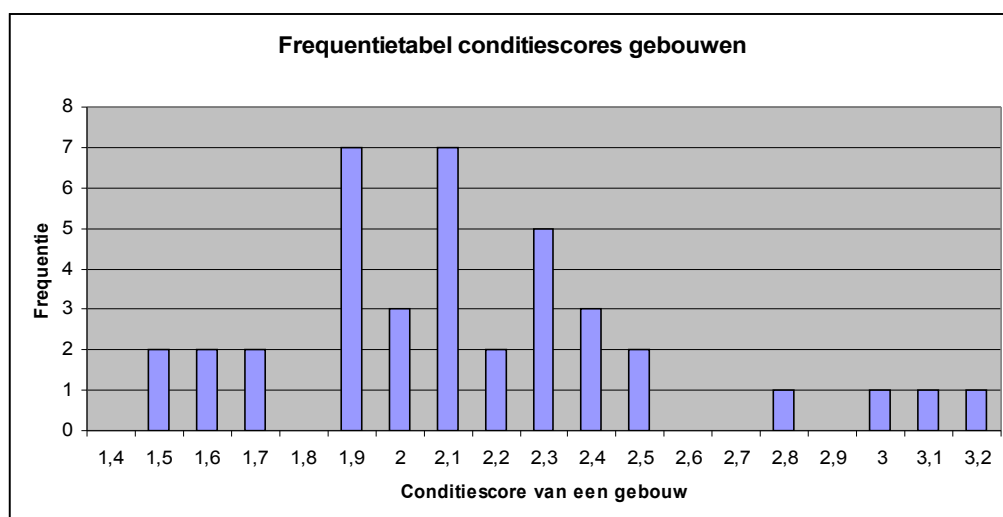
Tabel 2: Voorbeeld van de bepaling van elementscores en gebouwscores

Op deze wijze kunnen alle gebouwscores van het complex bepaald worden. De conditiescores van alle gemeten gebouwen van dit complex zijn als volgt:

geb	score	geb	score
001	2,123	054A	3,058
002	2,299	055	1,460
005	2,066	061	2,518
006	2,086	067	2,381
009	1,931	074	2,424
010	1,906	075	2,117
013	1,974	076	1,884
015	2,460	077	2,322
018	2,137	079	2,270
024	2,223	080	2,301
025	2,078	081	1,859
028	1,947	082	1,519
029	1,710	083	2,305
030	2,993	085	2,386
031	1,676	086	2,065
038	1,912	087	2,040
040	3,186	088	1,568
041	2,802	089	1,972
053	2,247	092	1,931
054	1,642	Gem.	2,148

Tabel 3: Alle gemeten gebouwen met bijbehorende conditiescore van complex 32D21

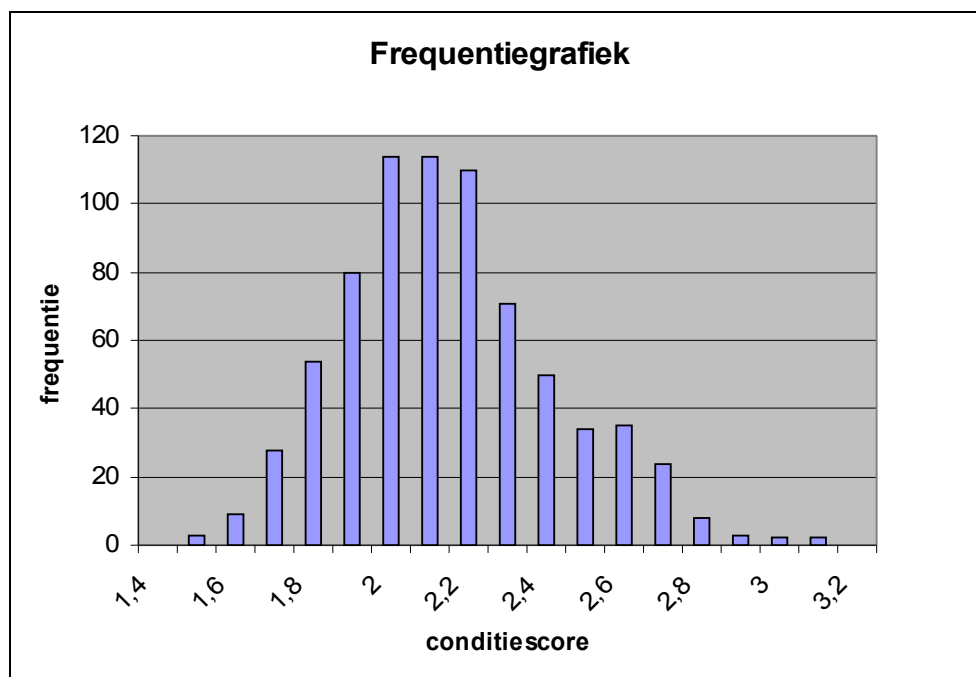
Wanneer de gebouwscores in een frequentietabel weergegeven worden, krijgt men inzicht in de spreiding van conditiescores.



Afbeelding 16: Frequentiegegevens van afgeronde conditiescores

6.2 Exacte analyse

Met deze gegevens wordt verder gerekend om te bepalen wat de resultaten zijn van een steekproefname uit deze populatie. Het voorbeeldcomplex bestaat uit 39 gemeten gebouwen. Bij een steekproefname van 5% betekent dit dat de steekproef 2 gebouwen van het complex bevat. 2 van de 39 gebouwen levert $\binom{39}{2}=741$ mogelijke combinaties. Deze combinaties zijn weergegeven in de bijlage: tabellen. Van alle resultaten is het verschil ten opzichte van de werkelijk gemiddelde score bepaald. De absolute waarden van dit verschil zijn gerangschikt op volgorde van grootte. Hieruit kunnen de verschillende betrouwbaarheden met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen bepaald worden.



Afbeelding 17: Frequentie van het steekproefgemiddelde bij een steekproef van twee gebouwen

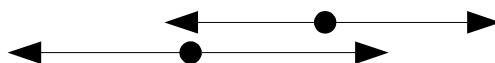
Een betrouwbaarheid van 95% betekent dat 5% van de gevonden waarden uitgesloten mogen worden. In dit voorbeeld heeft dit als resultaat dat 37 van de 741 van de steekproefgemiddeldes, welke het meeste afwijken van het gewenste resultaat, uitgesloten worden. De overige combinaties leveren het betrouwbaarheidsinterval. De gemiddelde conditiescore van een gebouw is 2,148.

Betr.	Uitgesloten aantal waarden		Betrouwbaarheidsinterval		Grootte interval
99%	741x0,01	7,4	scores 1,4897	tot 2,8229	0,6666
95%	741x0,05	37,1	scores 1,6148	tot 2,6870	0,5361
90%	741x0,1	74,1	scores 1,6953	tot 2,5978	0,4513
80%	741x0,2	148,2	scores 1,7915	tot 2,5025	0,3555
70%	741x0,3	222,3	scores 1,8708	tot 2,4232	0,2762
60%	741x0,4	296,4	scores 1,9264	tot 2,3703	0,2220
50%	741x0,5	370,5	scores 1,9731	tot 2,3229	0,1749
40%	741x0,6	444,6	scores 2,0107	tot 2,2876	0,1385
30%	741x0,7	518,7	scores 2,0486	tot 2,2463	0,0989
20%	741x0,8	592,8	scores 2,0881	tot 2,2080	0,0600
10%	741x0,9	666,9	scores 2,1149	tot 2,1811	0,0331

Tabel 4: Betrouwbaarheidskansen met bijbehorende

betrouwbaarheidsintervallen van een steekproefgemiddelde van 2 gebouwen

Bij 95% betrouwbaarheid kan gezegd worden dat het steekproefgemiddelde tussen 1,6148 en 2,6870 ligt. Steekproefgemiddelden van complexen kunnen vergeleken worden, maar een verschil van enkele tienden geeft geen indicatie van de verhouding tussen de werkelijke complexcijfers. Er is een verschil tussen twee gevonden waarden van minimaal één punt noodzakelijk om hier met 95% zekerheid uitspraken over te kunnen doen. Aangezien de interval overlap vertonen.



Afbeelding 18: Gemeten score met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen kunnen overlappen, waardoor de verhouding van de werkelijke cijfers niet te bepalen is.

Ter vergelijking worden hier de betrouwbaarheidsintervallen getoond van een steekproef van slechts één gebouw.

Betr.	Uitgesloten aantal	Betrouwbaarheidsinterval		Grootte interval
99%	0,4	1,460	tot 3,186	0,863
95%	2,0	1,460	tot 2,993	0,767
90%	3,9	1,460	tot 2,802	0,671
80%	7,8	1,642	tot 2,518	0,438
70%	11,7	1,859	tot 2,460	0,301
60%	15,6	1,906	tot 2,386	0,240
50%	19,5	1,931	tot 2,322	0,196
40%	23,4	1,974	tot 2,322	0,174
30%	27,3	2,040	tot 2,299	0,130
20%	31,2	2,065	tot 2,223	0,079
10%	35,1	2,086	tot 2,223	0,069

Tabel 5: Betrouwbaarheid met bijbehorende betrouwbaarheidsinterval bij een steekproef van 1 gebouw

Betr.	Steekproef van 1 element	Steekproef van 2 elementen
99%	0,863	0,667
95%	0,767	0,536
90%	0,671	0,451
80%	0,438	0,356
70%	0,301	0,276
60%	0,240	0,222
50%	0,196	0,175
40%	0,174	0,139
30%	0,130	0,099
20%	0,079	0,060
10%	0,069	0,033

Tabel 6: Vergelijking van de betrouwbaarheidsintervallen van een steekproef met 1 element en een steekproef met 2 elementen.

6.3 Vereenvoudigde analyse

In bestaande rekenprogramma's zijn dezelfde resultaten op een vereenvoudigde manier te bepalen. De gegevens van de conditiescores van de gebouwen van complex 32D21 zijn als volgt:

gemiddelde score	2,1482
aantal gebouwen	39
standaardeviatie	0,3966

Volgens de betrouwbaarheidsfunctie in Microsoft Office Excel levert dit de volgende betrouwbaarheid bij de verschillende steekproefgroottes. De betrouwbaarheidsfunctie van Excel heeft drie factoren als input: de betrouwbaarheid α (een betrouwbaarheid van 95% levert een α van

0,05), de standaarddeviatie σ en het aantal elementen in de steekproef n . Het betrouwbaarheidsinterval wordt berekent met de volgende formule:

$$\text{Betrouwbaarheid} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dit is de omrekening naar de normale

verdeling zoals aangeduid is in paragraaf 5.3.

6.4 Vergelijking exacte en vereenvoudigde analyse

Met deze functie is bepaald wat de betrouwbaarheidsintervallen zijn bij een betrouwbaarheid van 95%.

Steekproef-grootte	Interval M. Excel	Interval exact bepaald
1	0,777	0,767
2	0,549	0,536

Tabel 7: Vergelijking betrouwbaarheidsintervallen M. Excel en handmatig berekening

De vergelijking laat zien dat de computerberekening overeenkomt met de handmatige berekening. Excel kan dan ook gebruikt worden voor de bepaling van het interval. Op deze manier is snel te bepalen wat de invloed van de steekproefgrootte is op het betrouwbaarheidsinterval.

Steekproef-grootte	Betrouwbaarheid	Steekproef-grootte	Betrouwbaarheid
1	0,7772	21	0,1696
2	0,5496	22	0,1657
3	0,4487	23	0,1621
4	0,3886	24	0,1587
5	0,3476	25	0,1554
6	0,3173	26	0,1524
7	0,2938	27	0,1496
8	0,2748	28	0,1469
9	0,2591	29	0,1443
10	0,2458	30	0,1419
11	0,2343	31	0,1396
12	0,2244	32	0,1374
13	0,2156	33	0,1353
14	0,2077	34	0,1333
15	0,2007	35	0,1314
16	0,1943	36	0,1295
17	0,1885	37	0,1278
18	0,1832	38	0,1261
19	0,1783	39	0,1245
20	0,1738		

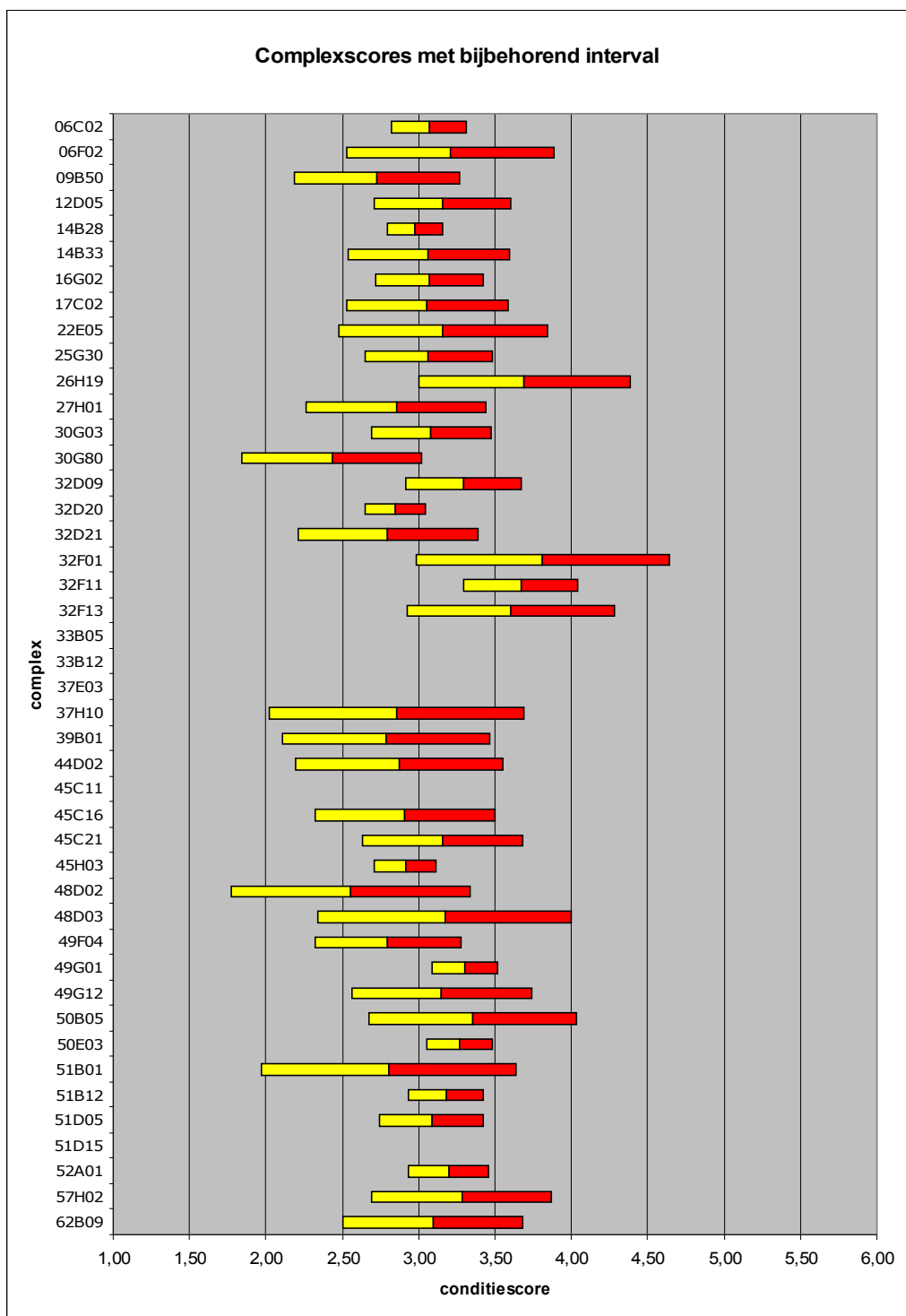
Tabel 8: Betrouwbaarheidsintervallen bij verschillende steekproefgroottes bij een vastgestelde betrouwbaarheid van 95%

Betrouwbaarheid betekent hier ook een interval. Dus bij een steekproef van 15 gebouwen ligt het werkelijke gemiddelde in het interval "steekproefgemiddelde-0,2007" en "steekproefgemiddelde+0,2007".

In de nulmeting wordt de complexscore uit een gewogen gemiddelde van de gebouwscores bepaald. De vervangingswaarde van een gebouw is de weegfactor van de score. Dit levert een ander resultaat dan het hierbovenstaande. De resultaten zijn echter vergelijkbaar en het maakt weinig verschil, in de bijlage "vergelijking met en zonder vervangingswaarde" wordt dit inzichtelijk gemaakt.

6.5 Overzicht betrouwbaarheidsintervallen per complex

Met de vereenvoudigde analyse kan voor ieder complex een betrouwbaarheidsinterval worden bepaald wanneer 5% van de gebouwen van het complex in een steekproef worden opgenomen. De relevantie van steekproefresultaten kan weergegeven worden door de gemiddelde complexscores uit de nulmeting met een betrouwbaarheidsinterval voor een steekproef grafisch weer te geven. Wanneer betrouwbaarheidsintervallen veel overlappen kunnen over de gevonden steekproefresultaten weinig uitspraken gedaan worden.



Afbeelding 19: Grafische weergave van gemiddelde complexscores uit de nulmeting met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen bij de voorgenomen steekproef door DVD.

6.6 Invloed van methode steekproefname op resultaten

Naast de grootte van de steekproef is de methode van steekproefname van invloed op de betrouwbaarheid van de steekproefresultaten. Voor de voorgaande betrouwbaarheidsbepalingen is het uitgangspunt een aselechte steekproef. Een aselechte steekproef betekent dat ieder element uit de populatie een even grote kans heeft om deel uit te maken van de steekproef. De DVD kiest een methode waarbij van de gebouwenlijst telkens het twintigste gebouw in de steekproef wordt opgenomen. Dit is niet volledig aselechte, aangezien er een voorwaardelijkheid in de kans opgenomen wordt. Wanneer gebouw nummer 20 deel uit maakt van de steekproef, heeft gebouw 21 geen kans meer om van de steekproef deel uit te maken. Er is geen vaste hoeveelheid gebouwen per complex aanwezig is, waardoor wordt voorkomen dat telkens dezelfde typen gebouwen in de steekproef opgenomen worden. De invloed van de niet volledig aselechte steekproefname is niet nader vast te stellen.

Hoofdstuk 7: Controle mogelijkheden

Naast een goede meetmethode en een juiste uitvoering van deze methode zijn er controle mogelijkheden om resultaten van de conditiemeting te kunnen vergelijken met andere metingen. Allereerst kunnen resultaten worden vergeleken met de nulmeting. Ten tweede vindt er een hercontrole plaats door DVD zelf.

7.1 Vergelijking nulmeting en geplande meting

De nog uit te voeren conditiemeting vertoont veel overeenkomsten met de uitgevoerde nulmeting. Zo is voor beide methodes een zespuntsschaal toegepast.

Conditie score	Omschrijving conditieniveau NIM	Omschrijving conditieniveau NEN 2767
1	Geen gebreken	Uitstekende conditie
2	Eerste tekenen van veroudering	Goede conditie
3	Functievervuiling incidenteel in gevaar	Redelijke conditie
4	Het gebrekenbeeld heeft het onderdeel duidelijk in zijn greep	Matige conditie
5	De veroudering is onomkeerbaar	Slechte conditie
6	Rijp voor de sloop	Zeer slechte conditie

Tabel 9: Vergelijking conditiescores

De praktische verschillen in gehanteerde conditieniveaus tussen NIM en de nieuwe NEN zijn gering (Werkgroep Nulmeting, 2005). Zoals ook uit de tabel blijkt. In bijlage 4 zijn de referentiebeelden opgenomen die voor de NIM gelden, hierdoor kan een beeld gevormd worden bij de verschillende conditiescores.

7.1.1 Resultaatsverschillen door methodologische verschillen

Hoewel de conditiëmeetmethodes veel gelijkenis vertonen zijn de methodes niet identiek. De gebrekenlijst van de NEN2767-2 is veel gedetailleerder dan de gebreken typen welke in de NIM bekeken werden.

Een tweede verschil zit in de berekeningswijze van de conditiescore. Deze is in de NEN vastgelegd, in de NIM is een vergelijkbaar systeem toegepast. Bij beide methoden wordt het belang en de intensiteit van een gebrek vastgesteld, de NIM heeft voor de intensiteit twee keuzemogelijkheden (hoog/laag), de NEN biedt drie mogelijkheden (hoog/midden/laag).

Deze methodologische verschillen hebben tot gevolg dat de resultaten van de verschillende metingen niet één op één vergeleken kunnen worden. Er wordt 10 tot 20% verschil in waardes verwacht, door het verschil in meetmethode. De taakgroep die zich bezighoudt met de totstandbrenging van de conditiëmeting verwoordt het in een startdocument: "Vanwege de verschillen tussen de NIM-conditiëmeting en de jongste ontwikkelingen op het gebied van kwaliteitsmeting zal een vergelijking van beide resultaten in het eerste jaar enige ruis geven. Bij vergelijkingen in een tweede en daarop volgende jaren ebt deze ruis weg." (Taskforce Delta, sept. 2006) De gemiddelde conditiescores zullen dus enigszins verschillen, de spreiding van scores zal geringe verschillen vertonen. Gegevens uit de data-analyse van de nulmeting geven dan ook een indruk van de interpretatie van resultaten uit een conditiëmeting volgens de NEN2767.

7.1.2 Resultaatsverschillen door conditieverschillen

Naast resultaatsverschillen door de toepassing van een andere meetmethode, zijn er verschillen doordat de conditie van gebouwen niet gelijk hoeft te zijn aan de conditie ten tijde van de nulmeting. Dit is het verschil op basis waarvan uitspraken gedaan worden over de conditie verandering van het vastgoedpakket. De verwachting is dat, doordat het gemeten achterstallig onderhoud niet weggewerkt is, de gemiddelde conditie lager is dan geconstateerde gemiddelde conditie ten tijde van de nulmeting. De conditiëmeting van 2007 moet hier uitsluitel over geven.

7.2 Hercontrole door DVD

Het vastgoedpakket dat DVD beheert bestaat uit ongeveer 12.000 gebouwen. Hiervan wordt 5% opgenomen is een steekproefsgewijze conditiëmeting, het gaat dan om 600 te controleren gebouwen. DVD voert zelf een hercontrole uit van 5% van de in de steekproef opgenomen gebouwen, hier gaat het dan om 30 van de 600 gebouwen uit de steekproef.

7.2.1 Gemiddelde scores

Resultaten uit de hercontrole kunnen vergeleken worden met de conditiëmetingresultaten. Gemiddelde complexscores kunnen vergeleken worden, maar dit heeft weinig zin, aangezien een controle van 30 gebouwen automatisch impliceert dat niet ieder complex deel uitmaakt van de hercontrole. De gemiddelde landelijke conditiescores kunnen wel vergeleken worden. Wanneer uitgegaan wordt van een standaarddeviatie van 1,0 (extreme waarde) levert dit een 95% betrouwbaarheidsinterval van $\mu \pm 0,08$ voor een conditiëmeting van 600 gebouwen en $\mu \pm 0,36$ voor een conditiëmeting van 30 gebouwen. Wanneer de hercontrole minder dan 0,44 punt afwijkt van de conditiëmeting, is er geen reden voor twijfel aan de meetresultaten.

7.2.2 Gebouwscores en elementscores

Naast gemiddelde scores kunnen de exacte gebouwscores met elkaar vergeleken worden, aangezien de gebouwen uit de hercontrole ook in de steekproef van de conditiëmeting gecontroleerd zijn. Door gebouw- en elementscores direct te vergelijken krijgt men een beeld van de precisie van meetresultaten. Aangezien de NEN-norm duidelijk is in de scorebepaling van bouwdelen en -installaties, mogen gemeten scores weinig van elkaar afwijken. Hierbij dient nog opgemerkt te worden dat een verschil in gebouwscore niet hoeft te betekenen dat de externe partij niet goed gemeten heeft, de afwijking kan ook komen door een onzorgvuldigheid in de meting van DVD zelf.

7.3 Resultaat overzicht controlemogelijkheden

Er zijn twee mogelijkheden om de resultaten van de conditiemeting te controleren. Het vergelijken van resultaten met de nulmeting levert weinig bruikbare informatie op, omdat het onderscheid tussen verschillen door methodologische verschillen en conditieverschillen niet te duiden is. Wanneer de werkelijke gemiddelde conditiescore sterk veranderd is, zal dit uit de vergelijking blijken. Er is echter geen reden om aan te nemen dat een dergelijk groot verschil tussen de onderhoudstoestanden zal bestaan. De komende jaren kunnen resultaten wel vergeleken worden wanneer de conditiemeting op dezelfde wijze toegepast wordt.

De hercontrole door DVD levert meer bruikbare informatie. Bij vergelijking van de gemiddelde landelijke scores mag de afwijking niet meer dan vier tienden bedragen. Daarnaast kunnen de gebouwscores één op één vergeleken worden. Hier mogen geen grote verschillen optreden.

Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen

Condiëtiemeting is een tool die gebruikt kan worden binnen het onderhoudsbeleid van DVD. De NEN2767 kan daarvoor gebruikt worden, deze laat veel ruimte over aan de gebruiker van de norm. Een vastgoedpakket met een slechte onderhoudstoestand kan door handig gebruik te maken van wegingsfactoren en selectiemethoden een goede conditiescore opleveren. Vergelijking tussen resultaten van vastgoedbeheerders zal weinig opleveren aangezien de methode van aggregatie overgelaten wordt aan de gebruiker.⁷

Gezien het feit dat de nulmeting bijna drie jaar in beslag heeft genomen is het een logische stap om de komende meting steekproefsgewijs te doen. De steekproef dient representatief te zijn, dit gebeurt door aselekt een steekproef te trekken. Dit wordt binnen DVD gedaan door ieder twintigste gebouw in de steekproef op te nemen. Dit is niet volledig aselekt.

Landelijke scores

De resultaten van een steekproef moeten op waarde geschat worden. De gemiddelde score voor het totale vastgoedpakket is een nauwkeurig cijfer, de geringe spreiding en een relatief grote steekproefname (600 gebouwen) levert een klein betrouwbaarheidsinterval. Ook de gemiddelde landelijke componentscores bezitten, om dezelfde reden, een relatief grote betrouwbaarheid.

Complexscores

Naast de landelijke scores zijn de resultaten van complexen van belang. Dit onderzoek heeft aangetoond dat de werkelijke score voor een complex voor 95% zekerheid binnen een interval van de gemeten score plus of min één punt ligt. Voor de vergelijking van complexscores dienen dus relatief grote verschillen te bestaan om daar conclusies aan te kunnen verbinden. De gevonden verschillen zijn meestal te klein om uitspraken te kunnen doen aan de hand van de meetresultaten.

⁷ Wanneer de NEN 2767-3 verschijnt, is de aggregatiemethode vastgelegd en vervalt deze kritiek.

De elementgroepscores binnen een complex hebben een dermate groot interval dat aan de hand van dergelijke scores nauwelijks conclusies kunnen worden getrokken.

Controlemogelijkheden

De resultaten van de conditiemeting van 2007 kunnen beperkt worden vergeleken met de resultaten van de nulmeting uit de periode 2002-2005. Het is niet mogelijk om te bepalen in hoeverre resultaatverschillen veroorzaakt worden door het verschil in meetmethode en daadwerkelijke conditieverschillen. Wanneer jaarlijks gemiddelde cijfers vergeleken moeten worden, is het noodzakelijk steeds dezelfde conditiemethode toe te passen. De controlemeting door DVD biedt nuttige informatie over de betrouwbaarheid wanneer de meetresultaten van identieke gebouwen vergeleken worden.

De NEN2767 heeft gezorgd voor uniformiteit, maar het is niet meer dan een tool. De gebruiker van de tool bepaalt de doelmatigheid van het onderhoudsbeleid. De betrouwbaarheid en deskundigheid van de DVD bepaalt daarom de kwaliteit van het vastgoedbeleid binnen defensie. De transparantie van de meetmethode, de toegankelijkheid van de meetgegevens, openheid in totstandkoming van de meting en het feit dat DVD zelf onderzoek laat doen naar de betrouwbaarheid van de conditiemeting geeft aan dat de DVD haar taak uiterst serieus neemt.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De methodologische verschillen tussen de nulmeting en de komende meting kunnen niet veranderd worden. Door de komende jaren dezelfde methode op dezelfde manier toe te passen zullen deze verschillen verdwijnen. Het verdient dan ook de voorkeur om een gekozen meetmethode de komende jaren te blijven toepassen.

De betrouwbaarheidsintervallen kunnen waarschijnlijk verkleind worden door de steekproefname anders in te richten. Het verdient nader onderzoek om een steekproefname van componenten in plaats van gebouwen als totaal te nemen. Hierdoor wordt een andere populatie onderzocht met meer elementen (componenten in plaats van gebouwen). Onderzoek moet aantonen of op deze wijze meer precieze resultaten gegenereerd kunnen worden. De NEN 2767 is een methode om de conditie van elementen te bepalen en kan dus als zodanig toegepast worden.

De steekproefname dient nader bestudeerd te worden, om de aseleetheid te garanderen. Doordat de huidige methode van steekproefname niet volledig aseleect is, kunnen statistische gegevens niet direct toegepast worden. Nader onderzoek moet aantonen wat de invloed hiervan is.

De DVD heeft er niet voor gekozen om referente gebouwen aan te wijzen en deze te meten, in plaats van een steekproef. Reden hiervoor is de subjectiviteit in de bepaling van een referent gebouw. In de vastgoedonderhoudsbranche wordt veelvuldig gebruik van gemaakt van deze methode. Deze mogelijkheid kan nader onderzocht worden.

De belangrijkste uitkomst van de conditiemeting is de landelijke score, wanneer de gemiddelde complexscores gebruikt moeten worden kan de meting verbeterd worden door:

- Een andere verdeling van de steekproefname. Deze kan resulteren in meer precies resultaten. In plaats van 5% van de gebouwen van ieder complex te meten kan gekozen worden het totaal van 600 te meten gebouwen te verdelen over de complexen. Het betrouwbaarheidsinterval wordt grotendeels bepaald door het aantal elementen in de steekproef. Wanneer van ieder complex evenveel gebouwen worden

gemeten, worden de betrouwbaarheidsintervallen van complexen met weinig gebouwen (die in de huidige situatie maatgevend zijn) kleiner, de kleine intervallen (van complexen met veel gebouwen) worden groter. Nader onderzoek kan bepalen wat de effecten van een dergelijke herverdeling zijn.

- Een andere meetmethode. De NEN-norm beschrijft een gedetailleerde meetmethode. Dit zorgt ervoor dat de meting veel tijd vergt. Een globale methode waarbij aan de hand van referentiebeelden heel snel een meting verricht kan worden levert veel sneller een conditiescore op. Een dergelijke methode is vergelijkbaar met het verwoorden van een indruk die het gebouw maakt (in goede staat, in erbarmelijke staat en alles wat daar tussen ligt). Een snelle, globale meting kan er voor zorgen dat het niet nodig is om de meting steekproefsgewijs uit te voeren. Hierdoor bestaat de mogelijkheid om met een minder nauwkeurige en subjectieve meetmethode, nauwkeuriger resultaten te behalen.

Literatuur

- Bedrijfsgroep Vastgoed DVD (2007) Producten en dienstencatalogus 2007, concept
- Buijs, A. prof. Dr. (2003). Statistiek om mee te werken. Groningen: Wolters-Noordhoff bv.;
- Czarnecki, M.T. (1999). Managing by Measuring. Houston (Texas): The Benchmarking Network;
- Mace, A.E. (1964) Sample-size Determination. New York: Reinhold Publishing Corporation;
- Moore, D.S. en McCabe, G.P. (1993) Statistiek in de praktijk. Schoonhoven: Academic Service;
- Moors, J.J.A. en Muilwijk, J. (1975). Steekproeven: een inleiding tot de praktijk. Amsterdam: Agon Elsevier;
- Nederlandse Norm (2006). NEN 2767-1: Condiëtiemeting van bouw- en installatiedelen – Deel 1: Methodiek. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut;
- Nederlandse Norm (2006). NEN 2767-2 (ontwerp): Condiëtiemeting van bouw- en installatiedelen – Deel 2: Gebrekenlijst. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut;
- Nijdam, B. en Buuren, H. van (1999). Statistiek voor de sociale wetenschappen: Deel I Beschrijvende statistiek. Groningen: Wolters-Noordhoff
- Ritmeester, M.C. Lkol. Ing. (2002) "Random NIM", De nieuwe inspectie methodiek en haar plaats binnen het totale beheerproces;
- Roorda, M. CV (2007) Kwaliteïtmeting Werken en Terreinen: Het wiel zelf uitvinden of aansluiting op bestaande systemen? Breda: Koninklijke Militaire Academie/Universiteit Twente;
- Schaafsma, A.H. ir. en Willemze, F.G. ir. (1978). Modern Kwaliteitsbeleid. Deventer: Philips Technische Bibliotheek Kluwer;
- Straub, A. ir. (2001) Technisch beheer door woningcorporaties in de 21e eeuw. Delft: Delft University Press;
- Smit, J. en Kremers, W. (2000) Schatten, hoe doe je dat?. Utrecht: Epsilon Uitgaven;

- Taskforce Delta. Intern Memorandum 18 september 2006: Kwaliteitsmeting gebouwen;
- Veen, B. (1988). Bedrijfskundige statistiek. Deventer: Kluwer Technische Boeken B.V.;
- Werkgroep Nulmeting (2005) Nulmeting Vastgoed Defensie: Rapportage. Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen;

Internetbronnen

- www.baisadvies.nl
- www.bk.tudelft.nl
- www.bouwkundigonderzoek.nl
- www.bouwweb.nl
- www.prc.nl PraCtisch!: NEN 2767 Een goede eerste stap in kwaliteitsmeting
- www.stedebouwarchitectuur.nl
- www.surveysystem.com
- www.zibb.nl: "NEN brengt staat van onderhoud gebouwen in kaart"

Bijlagen

Bijlage 1: Begrippenlijst

Aselecte steekproef: een aantal onafhankelijke trekkingen uit dezelfde verdeling.

(Audio)visuele Inspectie: bepalingsmethode met (audio)visuele middelen van zichtbare gebreken of symptomen van gebreken.

Betrouwbaarheid: 1. de mate waarin de uitslag van een bepaalde meting correspondeert met de werkelijkheid. 2. de mate waarin een meting of meetinstrument vrij is van toevallige fouten.

Bouwdeel: deel van een gebouw of bouwwerk, met de functie van dragen, begrenzen, verbinden en/of geschikt maken voor het gebruik van ruimtedelen.

Conditie: (technische) toestand of staat waarin een bouw- of installatiedeel verkeert.

Condiëtiemeting: objectieve methodiek voor de bepaling van de conditie van een bouw- of installatiedeel.

Conditie score: objectieve waarde van de conditie op basis van een zespuntsschaal.

Doel populatie: de verzameling elementen die door de onderzoeker wordt beschouwd als de correcte verzameling elementen waarover het onderzoek een uitspraak moet doen.

Gebouw: systeem die op een object als één zelfstandig herkenbaar functionerend geheel wordt herkend.

Gebrek: omstandigheid van een bouw- of installatiedeel waarbij de (technische) toestand op een lager niveau ligt dan de (technische) toestand die bij oplevering van het bouw- of installatiedeel werd beoogd.

Installatiedeel: functionele eenheid van een gebouwinstallatie.

Kwaliteit: de positie van een bouwtechnisch element op de degradatiecurve. De mate waarin een element voldoet aan de technische eisen. Met het begrip kwaliteit wordt bouwkwiteit bedoeld.

Representatief: de steekproef moet informatie geven over de gehele populatie.

Steekproef: een deel van de elementen uit het steekproefkader.

Steekproefaantal/steekproefomvang: aantal elementen van het steekproefkader dat deel uitmaakt van de steekproef.

Steekproeffractie: het gedeelte dat de steekproefomvang van de gehele populatie uitmaakt

Steekproefkader: administratieve weergave van een populatie.

Validiteit: de mate waarin een test of meting beantwoordt aan het gestelde doel. De mate waarin met meet wat men wil meten.

Verouderingskromme: theoretisch verband tussen de conditiescore en de (rest)levensduur.

Bijlage 2: Afkortingenlijst

CDC:	Commando DienstenCentra
DGW&T:	Dienst Gebouwen, Werken en Terreinen
DVD:	Dienst Vastgoed Defensie
DVO:	Dienstverleningsovereenkomst
ISO:	International Standardization Organisation
NEN:	Nederlandse Eenheids Norm
NIM:	Nieuwe Inspectie Methode
RGD:	Rijks gebouwen Dienst
VGI:	Vastgoedinformatiesysteem
VGM:	Vastgoedmanagement
VVW:	Vervangingswaarde

Bijlage 3: Vergelijking factor vervangingswaarde

In de nulmeting wordt de complexscore bepaald door een gewogen gemiddelde van de gebouwscore te nemen. De weegfactor is de vervangingswaarde (VVW) van het desbetreffende gebouw. Op dezelfde wijze als in het hoofdstuk analyse nulmeting is gedaan zijn de resultaten van een steekproef met twee elementen uit de populatie van 39 elementen bepaald.

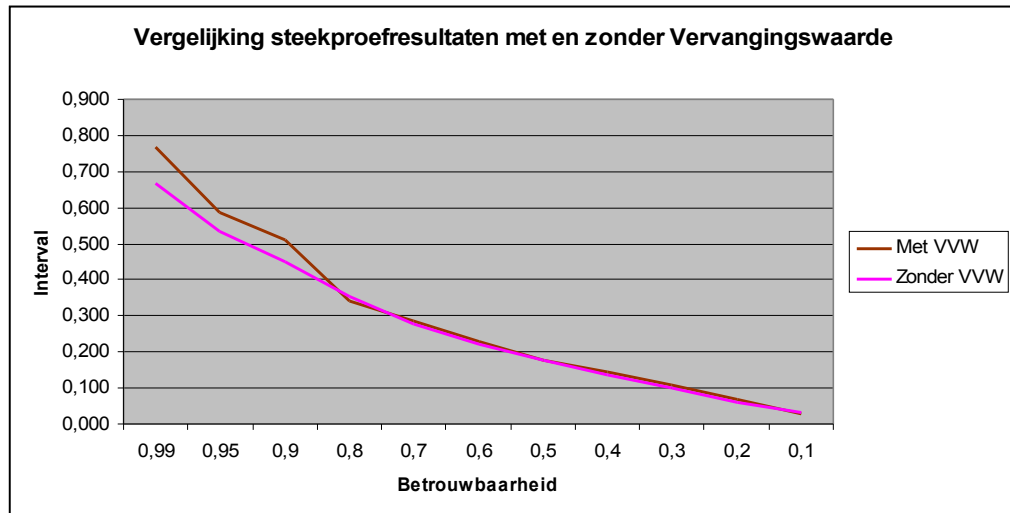
De gewogen gemiddelde conditiescore van de gebouwen van complex 32D21 is 2,243 (de niet gewogen score was 2,148).

Betr.	Betr. interval			
0,99	scores	1,472	tot	3,004
0,95	scores	1,654	tot	2,825
0,9	scores	1,727	tot	2,748
0,8	scores	1,896	tot	2,576
0,7	scores	1,958	tot	2,528
0,6	scores	2,015	tot	2,471
0,5	scores	2,064	tot	2,420
0,4	scores	2,099	tot	2,388
0,3	scores	2,134	tot	2,351
0,2	scores	2,175	tot	2,311
0,1	scores	2,213	tot	2,272

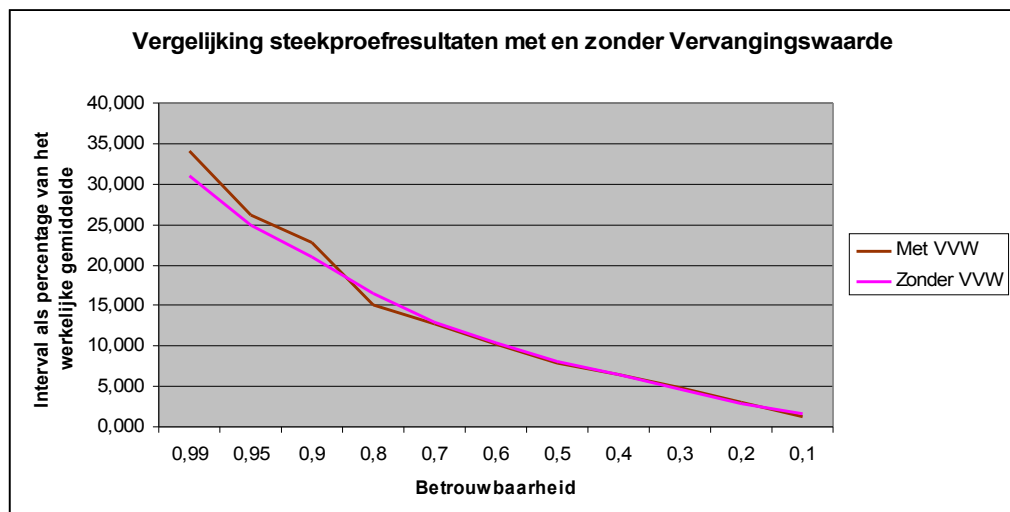
Deze waarden voor het betrouwbaarheidsinterval kunnen worden vergeleken met de waarden van de berekening zonder VVW, zowel in absolute zin als relatief in verhouding tot de werkelijke gemiddelde conditiescore.

Betr.	Absoluut interval		Relatief interval	
	Zonder VVW	Met VVW	Zonder VVW	Met VVW
0,99	0,667	0,766	31,032	34,148
0,95	0,536	0,585	24,957	26,101
0,9	0,451	0,510	21,008	22,752
0,8	0,356	0,340	16,551	15,138
0,7	0,276	0,285	12,858	12,707
0,6	0,222	0,228	10,331	10,148
0,5	0,175	0,178	8,143	7,946
0,4	0,138	0,144	6,445	6,435
0,3	0,099	0,108	4,604	4,833
0,2	0,060	0,068	2,791	3,031
0,1	0,033	0,030	1,541	1,316

Om te illustreren hoe deze zich tot elkaar verhouden volgt een illustratie van bovenstaande tabel.



Afbeelding 20: grafische weergave van de absolute betrouwbaarheidsintervallen bij de diverse betrouwbaarheden



Afbeelding 21: grafische weergave van de relatieve betrouwbaarheidsintervallen bij de diverse betrouwbaarheden

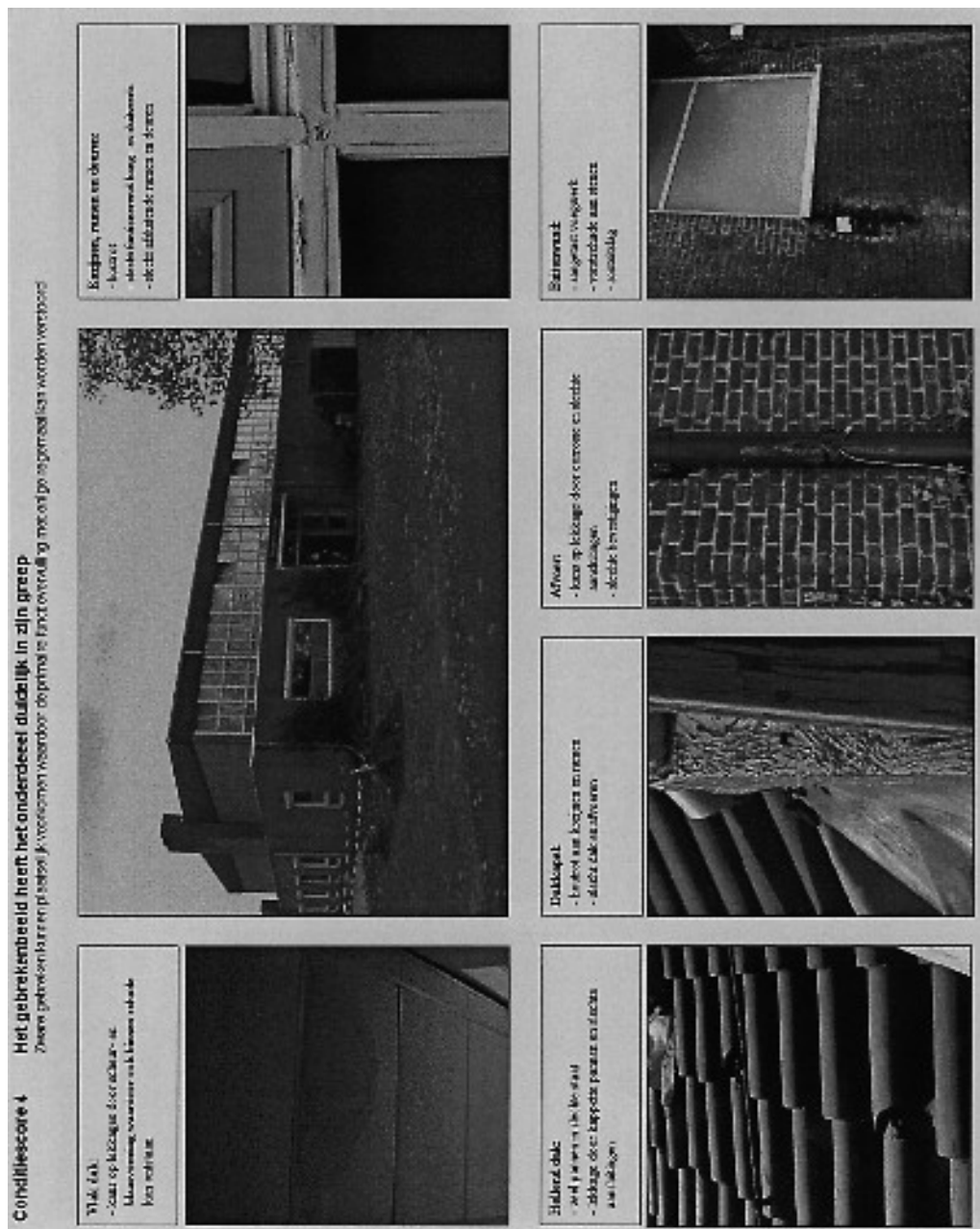
Uit de vergelijking tussen de gevonden resultaten kan gesteld worden dat de wegingsfactor weinig invloed heeft op het verband tussen de betrouwbaarheid en het betrouwbaarheidsinterval. Het is dan ook gerechtvaardigd de wegingsfactor in de vorm van de VVW voor de betrouwbaarheidsbepaling achterwege te laten.

Bijlage 4: tabellen

Combinaties																			
2.211	2.124	2.070	2.005	1.935	1.842	2.217	2.286	2.100	2.152	2.022	1.824	2.334	1.738	2.547	2.841	2.549	1.947	2.203	2.282
2.044	2.127	1.992	1.963	1.924	2.181	2.057	2.343	2.175	2.047	1.839	2.498	1.830	2.423	2.408	2.351	2.716	2.223	2.628	1.511
2.146	2.148	1.980	2.032	2.183	2.027	2.084	2.088	2.048	1.964	2.533	1.813	1.818	2.084	2.232	2.074	2.419	2.935	1.638	2.000
2.028	2.127	2.019	2.071	2.040	2.045	2.029	2.033	1.827	2.078	1.978	1.922	2.440	2.817	1.916	1.778	3.122	2.192	2.325	2.015
2.046	2.187	2.029	2.117	2.077	1.920	1.904	2.061	2.001	1.943	1.947	2.662	2.263	2.821	1.658	2.461	2.322	2.682	2.341	2.033
2.048	2.196	2.105	2.145	2.042	1.924	1.942	2.785	1.908	2.072	2.017	2.346	1.937	2.316	2.372	1.688	2.818	2.587	2.539	1.935
2.295	2.192	2.142	2.020	1.937	1.832	2.483	2.080	2.024	2.742	2.461	2.089	1.871	3.027	1.908	2.248	2.704	2.615	2.121	1.702
2.131	2.209	2.077	2.094	1.824	2.488	1.820	2.168	2.015	2.918	2.162	1.744	2.383	2.225	2.089	2.143	2.803	2.497	2.057	1.923
2.178	2.084	2.082	1.982	2.491	1.711	1.943	2.829	2.498	2.220	1.859	2.625	1.561	2.754	2.024	2.181	2.813	2.343	2.248	1.961
2.103	2.129	1.879	2.538	1.803	1.880	2.900	2.612	2.162	1.924	2.981	1.703	2.140	2.870	2.632	2.043	2.530	2.925	2.288	1.976
2.048	2.047	1.974	1.911	1.921	2.460	2.383	1.829	1.859	2.648	1.788	2.232	2.458	2.787	1.884	1.879	2.754	2.932	2.294	1.755
1.998	2.041	1.878	1.958	2.592	2.344	2.117	2.011	2.978	1.943	2.878	2.163	2.073	2.549	1.781	2.170	2.719	2.918	2.070	2.008
2.550	1.975	1.987	2.630	2.388	2.071	1.881	2.782	1.748	2.310	2.253	2.165	1.915	2.486	1.992	2.068	2.745	2.337	1.854	1.917
1.895	2.154	2.628	2.444	2.080	1.742	2.513	1.900	2.375	2.251	2.018	1.912	2.617	1.878	1.984	2.523	2.161	2.272	2.143	2.618
2.073	2.145	2.431	2.187	1.784	2.423	1.711	2.489	2.259	2.238	2.023	1.914	2.013	2.815	1.985	1.863	2.358	2.918	1.838	2.541
2.644	2.558	1.955	1.842	2.494	1.881	2.340	2.425	2.288	2.198	1.891	2.145	1.901	2.471	1.784	1.758	2.745	2.944	2.182	1.949
2.487	2.272	1.859	2.573	1.863	2.128	2.176	2.422	2.127	2.055	2.201	2.183	2.057	2.429	1.977	2.104	2.789	2.438	2.145	1.853
2.181	1.978	1.921	1.771	2.243	2.148	2.189	2.084	2.017	2.278	2.138	1.238	1.745	2.262	1.908	2.140	2.625	2.421	1.978	1.871
1.888	2.678	1.929	2.300	2.158	2.163	2.045	2.121	2.228	2.143	2.184	1.927	1.848	2.441	2.012	1.984	2.818	2.185	2.108	1.784
2.987	1.876	2.218	2.238	2.178	2.016	1.929	2.312	2.218	2.181	1.983	1.731	2.077	2.887	1.875	1.973	2.377	2.387	2.060	
1.715	2.485	2.233	2.253	2.028	1.852	2.143	2.350	2.148	2.048	1.786	2.128	2.143	2.521	1.878	1.740	2.578	2.368		
2.324	2.341	2.241	2.101	1.974	2.142	2.121	2.388	1.980	1.871	2.114	1.814	2.165	1.877	2.594	1.822	1.943	2.592		
2.252	2.368	2.013	1.982	2.186	2.081	2.137	2.154	2.034	2.289	2.220	2.059	1.870	2.287	1.840	1.921				
2.277	2.280	1.970	2.204	2.103	2.107	1.915	1.887	2.212	2.204	2.074	1.892	1.833	2.425	1.833					
2.119	2.097	2.141	2.171	2.159	1.828	1.748	2.382	2.218	2.149	2.087	1.735	1.841	2.418						
2.036	2.108	2.179	2.187	1.848	1.728	2.197	2.432	2.112	2.131	1.821	1.983	1.824							
2.227	2.246	2.184	1.972	1.721	2.167	2.183	2.265	2.088	1.858	2.048	1.987								
2.185	2.301	1.983	1.809	2.173	2.143	2.017	2.469	1.828	2.073	2.042									
2.212	2.070	1.768	2.187	2.185	1.987	2.070	2.042	2.046	2.077										
1.889	1.983	2.165	2.283	1.989	1.970	1.771	2.210	2.040											
1.812	2.302	2.281	2.079	1.882	1.737	1.971	2.183												
2.241	2.348	2.065	2.080	1.746	1.991	1.924													
2.254	2.182	2.027	1.827	1.913	1.916														
2.041	2.185	1.871	2.029	1.937															
2.014	1.938	2.018	2.035																
1.847	2.138	1.982																	
2.045	2.148																		
2.028																			

Afbeelding 22: Combinaties van 2 gebouwen.

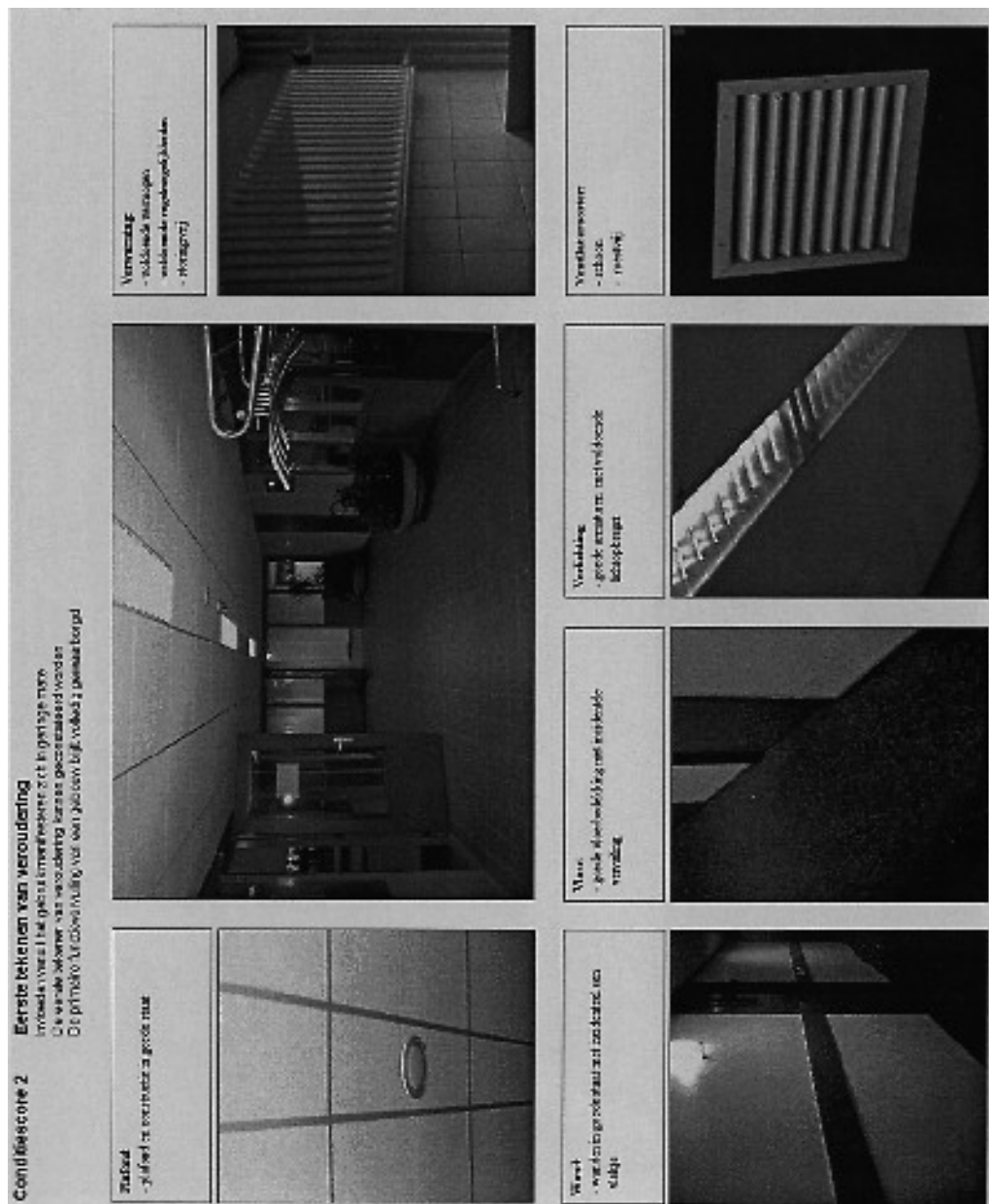
De eerste kolom geeft de combinaties van het eerste gebouw met ieder opvolgend gebouw. De tweede kolom zijn de combinaties van het tweede gebouw met alle andere gebouwen (m.u.v. het eerste gebouw). Alle kolommen samen bevatten 741 mogelijke combinaties.



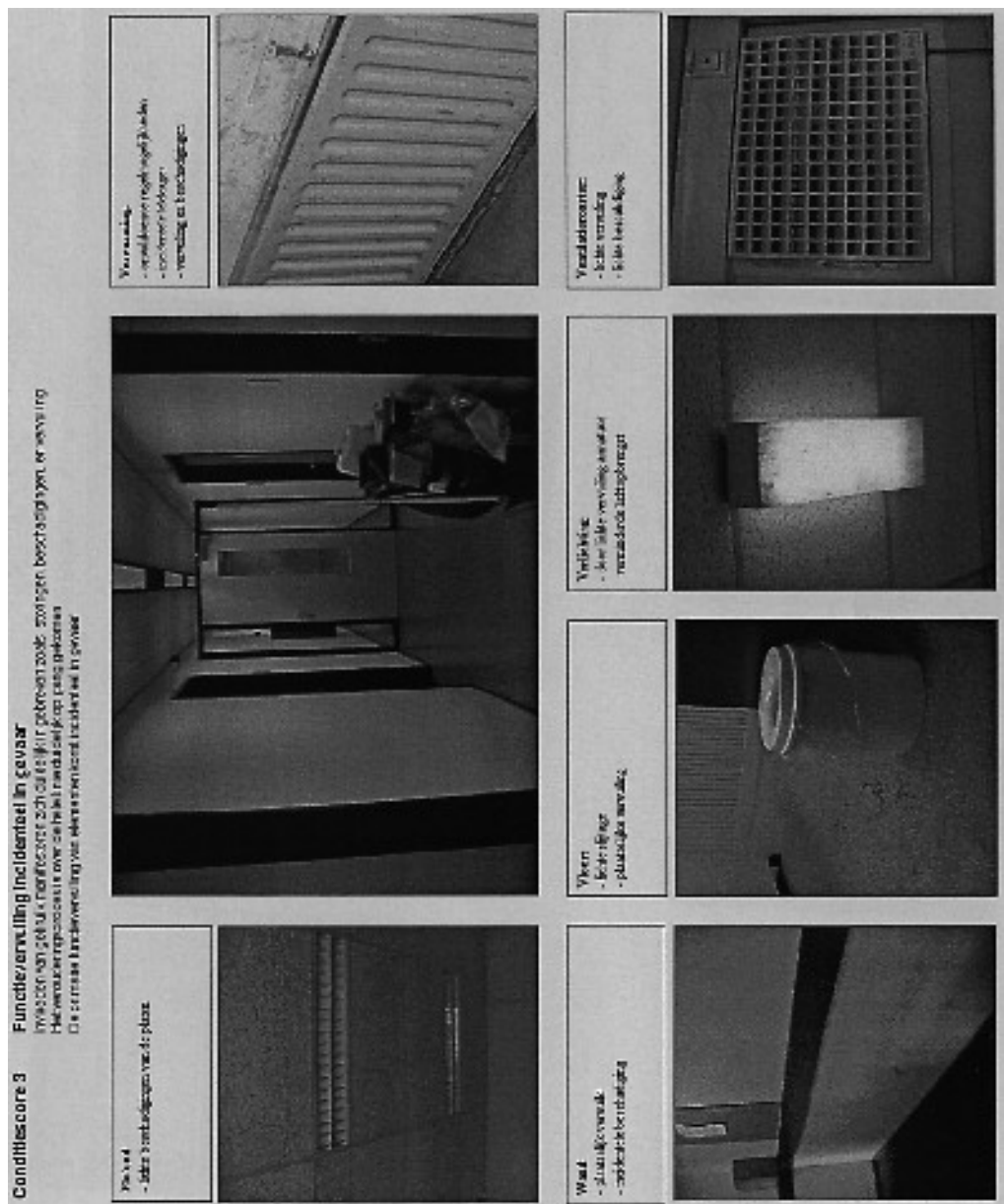
Abbeelding 25: Referentiebeelden NIM Conditie-score 4 Buitewerk



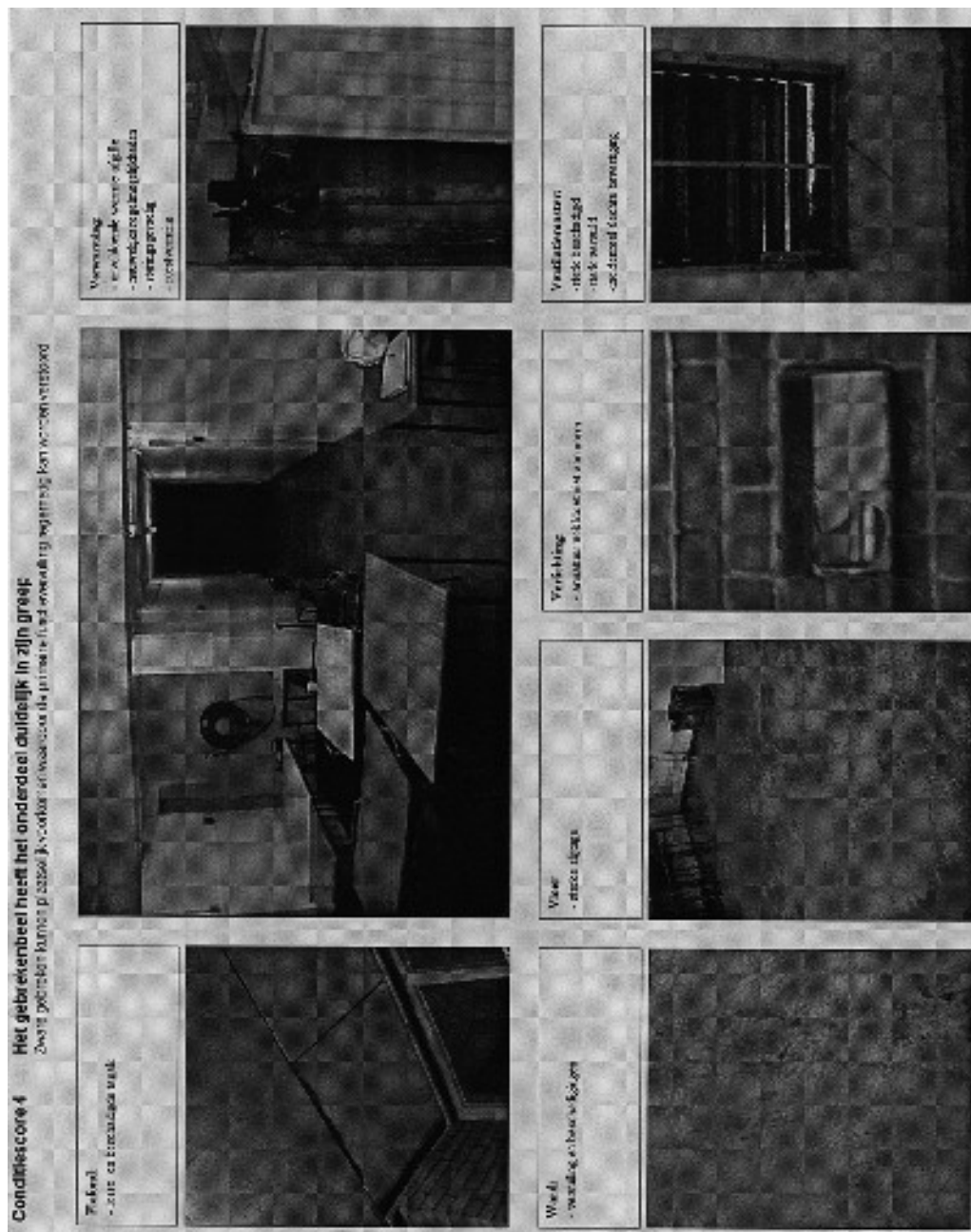
Abbeelding 26: Referentiebeelden NIM Condiëscore 5 Buitewerk



Abbeelding 27: Referentiebeelden NIM Condiëtiëscore 2 Binnenwerk



Afbeelding 28: Referentiebeelden NIM Conditie score 3 Binnenwerk



Abbeelding 29: Referentiebeelden NIM Condiëtiëscore 4 Binnenwerk



Afbeelding 30: Referentiebeelden NIM Conditie score 5 Binnenwerk