D7 88.10

[redacted]

technische adviescommissie voor de waterkeringen

[redacted]

D7 88-10

Onderzoek naar de systematiek van een aantal rationele systemen t.b.v. het bepalen van onderhoud van infrastructurele voorzieningen

RAPPORT

Onderzoek naar de
systematiek van een aantal
rationele systemen ten behoeve
van het bepalen van onderhoud
van infrastructurele
voorzieningen

Projectnr.: 41-17434

Oosterhout,
juli 1987

I N H O U D:

		Blz.
1.	INLEIDING	1
2.	BEHEER- EN ONDERHOUDSYSTEMEN	2
2.1	Algemeen	2
2.2	Vergelijking van de onderzochte systemen	3
2.3	Beheer van waterkeringen en oeverbeschermingen	7
3.	WEGBEHEER	10
3.1	Inleiding	10
3.2	Algemene systematiek	10
3.3	Inventarisatie	12
3.4	Kwalitatieve beoordeling	14
3.5	Gedragsmodellen	17
3.6	Onderhoudsplanning	19
3.7	Onderhoudsbegroting	20
3.8	Metingen	21
4.	RIOOLBEHEER	22
4.1	Inleiding	22
4.2	Opbouw van het systeem	22
4.3	Inventarisatie van vaste gegevens	24
4.4	Inventarisatie van variabele gegevens	25
4.5	Bepaling van het onderhoud	26
4.6	Meerjarenplanning en -begroting	28
5.	BEHEER VAN WATERGANGEN	30
5.1	Inleiding	30
5.2	Opbouw van het systeem	30
5.2.1	Algemeen	30
5.2.2	Indeling van het waterschap	31
5.2.3	Toekenning van maatregelen	31
5.2.4.	Overige gegevens	32
5.3	Bepaling van het onderhoud en de kosten	32

I N H O U D:

		Blz.
6.	BEHEER VAN GEBOUWEN	34
6.1	Inleiding	34
6.2	Opbouw van het systeem	34
6.2.1	Algemeen	34
6.2.2	Verzamelen objectgegevens	35
6.2.3	Inventarisatie	35
6.2.4	Maatregelen	36
6.2.5	Model beheer en onderhoud	36
6.2.6	Resultaten	36
6.2.7	Aanpassen variabele gegevens	36
6.3	Onderhoudsnormen	37
6.4	Uitvoering inventarisatie	37
7.	BEHEER VAN GROENVOORZIENINGEN	39
7.1	Inleiding	39
7.2	Het groenbeheersysteem	39
7.3	Inventarisatie	41
7.3.1	Kwalitatieve inventarisatie	41
7.3.2	Kwantitatieve inventarisatie	42
7.4	Het beheerplan	42
7.5	Het groenwerkplan	45
8.	BEHEER VAN BOEZEMKADEN	47
8.1	Inleiding	47
8.2	Beschrijving en opbouw van het systeem	47
8.3	Inventarisatie van gegevens	49
8.4	Bepaling van het noodzakelijke kadeverbeteringswerk	50
8.5	Onderhoudsplanning en begroting	52

LITERATUURLIJST

1. INLEIDING

In het kader van het onderzoek van de CUR-onderzoekscommissies A27 "Meettechnieken en inspectiesystemen voor de kwaliteitsbeoordeling van waterbouwkundige werken" en A28 "Normen en gedragsmodellen met betrekking tot het beheer van infrastructuur in de waterbouw" is door Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V. een literatuurstudie uitgevoerd naar enige bestaande onderhoudsystemen. Hierbij is tevens de geschiktheid van deze systemen getoetst aan een nog op te stellen systeem voor dijken en oevers.

Gezien de beschikbare tijd is het onderzoek in principe beperkt gebleven tot systemen bestemd voor reeds bestaande civieltechnische voorzieningen (geen nieuwbouw), die een directe relatie tussen inspectie en onderhoudsprognose leggen en waarvan de beschikbare kennis goed toegankelijk is.
De volgende systemen zijn onderzocht:
1. wegen
2. rioleringen
3. gebouwen
4. watergangen
5. groenvoorzieningen
6. boezemkaden

De nadruk is vooral gelegd op de systematiek van de systemen: de opbouw, de wijze van inventarisatie van de benodigde gegevens, de vertaling van de inventarisatiegegevens naar onderhoudsmaatregelen en de planning van het onderhoud.

In onderhavig rapport worden in de eerste plaats een algemene beschrijving en vergelijking van de onderzochte systemen en de toepasbaarheid voor oevers en dijken behandeld en wordt vervolgens nader ingegaan op de onderzochte systemen.

2. BEHEER- EN ONDERHOUDSYSTEMEN

2.1 Algemeen

Onder beheer kan worden verstaan het geheel van activiteiten op korte, middellange en lange termijn die erop zijn gericht de bestaande infrastructurele voorzieningen duurzaam in stand te houden en/of functies duurzaam een rol te laten vervullen.
Om dit te verwezenlijken dient onderhoud te worden uitgevoerd.

Werd in het verleden en wordt ook nu nog onderhoud vaak op empirische wijze uitgevoerd die min of meer door iedere beheerder apart is ontwikkeld, vooral in de afgelopen periode is er in Nederland een duidelijke verschuiving merkbaar naar systematische methoden waarbij een meer wetenschappelijke onderbouwing wordt voorgestaan.
Redenen hiervoor zijn onder meer de voortschrijding van de techniek, waardoor meer gecompliceerde werken worden gerealiseerd, de uitbreiding van de functies van een bepaalde voorziening, de wens bij bestuurders en derden om beter te worden geïnformeerd en de afname van de beschikbare budgetten voor onderhoud.
Ook de ontwikkelingen op automatiseringsgebied zijn een stimulans omdat op deze wijze het vaak grote aantal noodzakelijke gegevens snel kan worden verwerkt en gecombineerd.

Hoewel de discussie in Nederland met betrekking tot rationeel beheer en onderhoud zich momenteel nog voornamelijk op het gedachtenbepalende niveau bevindt zijn er al een aantal beheersystemen voor diverse voorzieningen beschikbaar. Hierbij zijn echter wel enige variaties te onderkennen: onder een beheersysteem wordt nl. ook verstaan bijv. een een rekenmethode die een beheerder in de gelegenheid stelt bepaalde aspecten van zijn takenpakket te onderbouwen, zoals het opstellen van waterbalansen ten behoeve van waterkwantiteitsbeheer of methoden om oeverbeschermingsconstructies te berekenen of een systeem ter bepaling van bijv. de waterschapsomslag of registratie van vergunningen.
Onderhavig rapport beperkt zich tot die systemen die in een prognose voor het onderhoud van reeds bestaande voorzieningen resulteren.

De volgende systemen zijn onderzocht:
- wegen
- rioleringen
- watergangen
- gebouwen
- groenvoorzieningen
- boezemkaden

In tegenstelling tot wegbeheer, waarnaar reeds gedurende een relatief lange periode op fundamentele wijze onderzoek is en wordt uitgevoerd, staan de beschikbare systemen vaak nog min of meer in de kinderschoenen. De nodige verschillen met betrekking tot de uitwerking vooral als het gaat om de methode ter bepaling van het onderhoud zijn te onderkennen. Redenen hiervoor zijn dat veelal landelijk nog geen uniforme richtlijnen zijn gedefinieerd en de beschikbare kennis achterloopt bij de behoefte.

In de volgende hoofdstukken wordt nader ingegaan op de onderzochte systemen. De vergelijking hiervan en de mogelijke toepasbaarheid voor een systeem voor waterkeringen en oeverbeschermingen worden respectievelijk behandeld in de paragrafen 2.2 en 2.3.

2.2 Vergelijking van de onderzochte systemen

Het primaire doel van de onderzochte systemen is het leggen van een relatie tussen de omvang, samenstelling en kwaliteit van de te beheren objecten en het hiervoor benodigde onderhoud en financiële middelen.
Daarnaast zijn er nog een aantal bijkomende oogmerken te onderkennen, namelijk:
- De duidelijkheid tussen bestuurders en uitvoerende diensten met betrekking tot verantwoordelijkheden en taken wordt verbeterd.
- Er wordt een kader geschapen waarbinnen besluitvorming kan plaatsvinden.
- Er wordt een duidelijk inzicht verkregen in de aard en samenstelling van de te beheren infrastructuur.
- Er wordt een hulpmiddel verkregen waarmee de plannen voor eventuele aanpassing van de infrastructuur kunnen worden onderbouwd.
- Er wordt een (beleids)instrument verkregen om de kosten van beheer en onderhoud te beheersen.

Hoewel er tussen de onderzochte systemen de nodige verschillen bestaan zowel in de benadering van het beheer en onderhoud als de uitwerking hiervan kan een algemene aanpak van de problematiek worden onderkend. Deze is weergegeven in fig. 2.1.

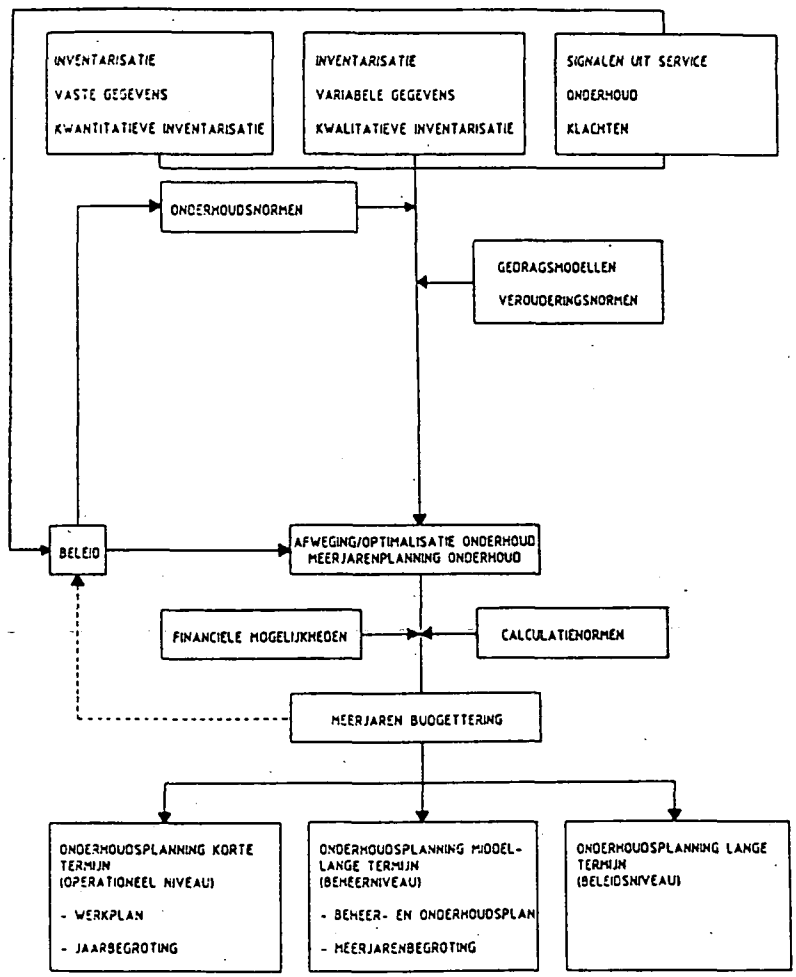
In deze systemen wordt alleen rekening gehouden met onderhoud van een reeds bestaande infrastructuur. De relatie met de ontwerpfase wordt buiten beschouwing gelaten.

De onderzochte systemen kunnen in eerste instantie worden globaal onderverdeeld in twee categorieën. De eerste categorie is in principe bedoeld om een beter inzicht te verkrijgen in het periodiek (jaarlijks) terugkerend onderhoud, zoals het schonen van watergangen en maaien van graskanten. In de tweede categorie wordt het onderhoud geprognotiseerd gebaseerd op het herstellen of voorkomen van te verwachten schade waarbij de noodzaak hiertoe d.m.v. "gedragsmodellen" ondersteund d.m.v. inspectiegegevens wordt bepaald.

Bij alle systemen wordt een goede inventarisatie van de te beheren voorzieningen als zeer essentieel gezien. Onderscheid wordt gemaakt tussen de inventarisatie van de vaste gegevens en inventarisatie van de variabele gegevens.

Voorafgaand aan de inventarisatie wordt het te beheren gebied trapsgewijs onderverdeeld in een aantal logische eenheden. Bij wegbeheer is dit bijvoorbeeld achtereenvolgens een gemeente, wijken, straten en wegvakken.
Onderhoud wordt meestal gerelateerd aan de kleinste eenheid, dat bestaat uit een aantal objecten of functie-onderdelen en dat dan ook zorgvuldig moet worden gekozen. Binnen het onderhoudsvlak wordt de inventarisatie uitgevoerd.

De inventarisatie van de vaste gegevens beschrijft wat en hoeveel er van de diverse objecten binnen het betreffende vak aanwezig is en waar het is gesitueerd. Ook aanvullende gegevens met betrekking tot te vervullen functies, onderhoudshistorie, beheersfilosofie, in het verleden uitgevoerd onderzoek, ontwerpgegevens e.d. zijn van belang. Deze inventarisatie behoeft in principe eenmalig te worden uitgevoerd.



Figuur 2.1: Algemeen schema rationeel beheer en onderhoud

De inventarisatie van de variabele gegevens beschrijft, bij die systemen die vanuit een bepaalde schadeverwachting een onderhoudsprognose afleiden, de conditie van de objecten. Hierbij wordt veelal een schaalverdeling gebruikt, variërend van goed tot slecht (bijvoorbeeld bij wegbeheer van 1 tot 5). Omdat deze inventarisatie vaak zeer omvangrijk en dus arbeidsintensief is wordt bij de systemen voor weg- en rioolonderhoud een onderscheid gemaakt tussen een globale inventarisatie en gedetailleerde inventarisatie. Deze laatste inventarisatie wordt uitgevoerd ter verkrijging van aanvullende informatie van die objecten die aan de hand van de globale inventarisatie als slecht worden beoordeeld. Beide inventarisaties worden visueel uitgevoerd; de gedetailleerde inventarisatie wordt in een aantal gevallen ondersteund met behulp van metingen.
Bij het systeem voor riolen wordt, in eerste aanzet, aangezien het zeer moeilijk is een volledig beeld van de kwaliteit te verkrijgen (met eenvoudige visuele middelen is slechts van een rioolstreng 10 m aan weerszijden van een put te onderscheiden), slechts zo'n 10% van het object (de rioolstreng) beoordeeld. Hieruit worden conclusies voor de gehele rioollengte getrokken.

Ter ondersteuning van de kwalitatieve inspectie worden voor een aantal systemen een z.g. inspectiehandboek met schadecatalogus gehanteerd. Met behulp hiervan kan de inspecteur de schadebeelden herkennen (bijvoorbeeld met behulp van foto's) en deze weergeven op standaardinspectieformulieren.
Mede hierom wordt het zeer belangrijk geacht dat duidelijke, uniforme richtlijnen worden opgesteld met betrekking tot de definitie van het te beheren object en de kwalificatie.

Niet ieder te beheren object heeft dezelfde intensiteit of prioriteit ten aanzien van het onderhoud. Bij het systeem voor wegbeheer wordt dit o.m. ondervangen door in de onderhoudsprognose variabele levensduren voor een bepaalde onderhoudsmaatregel te hanteren. Bijvoorbeeld bij een weg met onderhoudscategorie 1 zal een nieuwe toplaag 8 jaar meegaan en 12 jaar in geval van categorie 2.
Bij andere systemen wordt dit gedaan door toekenning van een gewichtsfactor: bij bijvoorbeeld het beheer van groenvoorzieningen wordt de onderhoudsmaatregel gerelateerd aan de hand van een classificatie van het te beheren object; bij het systeem voor boezemkaden wordt de prioriteit bepaald aan de hand van een combinatie van enerzijds een faktor die de kans van falen van de kade aangeeft en anderzijds een waarde voor de schade die hierdoor ontstaat.

De prognose van het onderhoud wordt bepaald met behulp van diverse modellen. Deze modellen zijn van zeer uiteenlopende aard en gerelateerd aan het betreffende systeem.
Bij de systemen die een prognose geven voor periodiek onderhoud zijn dit vaak op ervaring gebaseerde waarden afhankelijk van het gebruik. Bijvoorbeeld het maaien van oevers of het verwijderen van onkruid dient een aantal maal per jaar te geschieden.

Systemen die de onderhoudsprognose baseren op een schadeverwachting afhankelijk van de toestand van het object hanteren hiervoor modellen variërend van eenvoudig tot gecompliceerd.
In het eerste geval worden ze veelal vastgesteld aan de hand van ervaringscijfers, bijvoorbeeld het schilderwerk van buitengevels gaat gemiddeld zoveel jaar mee. In het tweede geval wordt het gedrag van een bepaald schadebeeld in de tijd meer fundamenteel beschouwd.
Hierbij wordt dan van gedragsmodellen gesproken.
Gedragsmodellen worden op twee wijzen toegepast. In de eerste wijze is het gedrag van een bepaald schadebeeld, bijvoorbeeld gebaseerd op onderzoek en theoretische beschouwingen, bekend.
Hierbij is het mogelijk aan de hand van de resultaten van een inspectie en het tijdstip van aanleg te bepalen wanneer onderhoud nodig is. Deze methode wordt bij wegbeheer gehanteerd.
Veelal is deze kennis niet aanwezig. Dan wordt het gedragsmodel als het ware opgesteld m.b.v. opeenvolgende inspecties. Zo kan indien het tijdstip van aanleg en de resultaten van een inspectie bekend zijn het gedrag van het betreffende schadebeeld worden geschat (bijvoorbeeld door een rechte lijn). Met behulp van daarop volgende inspecties kan het model steeds nauwkeuriger worden bijgesteld. Uiteindelijk zal dit resulteren in een gedragsmodel als bedoeld in de eerste methode.

Nadat met behulp van een gedragsmodel is vastgesteld wanneer een bepaald schadebeeld zijn normwaarde heeft bereikt en dus onderhoud nodig is zal moeten worden bepaald welke onderhoudsmaatregel uitgevoerd moet worden.

Dit wordt gerealiseerd door bij iedere combinatie van schadebeelden, waarbij er slechts een de normwaarde behoeft te hebben bereikt, een maatregel vast te stellen. Vervolgens kan worden onderzocht of het uit economische redenen niet zinvol is het onderhoud uit te stellen en wellicht een andere maatregel te kiezen.

Zijn de toekomstige onderhoudsmaatregelen bekend dan kunnen de bijbehorende kosten worden vastgesteld.
Dit zal bij voorkeur worden gerelateerd aan het beschikbare budget: voor een beheerder is het prettiger de jaarlijkse onderhoudskosten op een gelijk niveau te houden dan om pieken en dalen te moeten invullen. Dit betekent veelal dat de uit "technisch oogpunt" gewenste planning moet worden bijgesteld.
Hierbij kan, zoals bij het groenbeheer, de normconditie worden aangepast of, zoals in de meeste systemen, prioriteiten gesteld. Dit laatste wordt gedaan door het toekennen van weegfaktoren die worden vermenigvuldigd met het inspectiecijfer.
Overigens kan het spreiden van onderhoud, aangezien dit vaak uitstel betekent, uiteindelijk leiden tot hogere totale kosten.

De onderzochte systemen geven onderhoudsprognoses voor een reeds bestaande infrastructuur. Er wordt geen rekening gehouden met situaties waarbij in geval van nieuwbouw de constructie zodanig moet worden ontworpen dat zowel de aanleg- als onderhoudskosten worden geoptimaliseerd.
Momenteel is de subwerkgroep 4C van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen bezig met het opstellen van een methodiek waarmee op grond van een aantal criteria een optimale keuze voor een dijk- en oeverbekleding kan worden gemaakt. Deze methode gaat globaal als volgt:

1. In een matrix wordt een aantal hoofdcriteria tegen elkaar afgewogen en vervolgens gewaardeerd. Deze afweging is afhankelijk van de locatie waar de oever of dijkbekleding wordt aangelegd.

2. De hoofdcriteria worden onderverdeeld in een aantal subcriteria die op hun beurt weer worden gewogen.

3. Een aantal combinaties van bekledingen (toplaag, tussenlaag en dijkkern) worden getoetst aan de subcriteria waarbij wordt aangegeven of de bekleding wel of niet en in welke mate aan het subcriterium voldoet.

4. Vervolgens wordt voor elke bekleding volgens een bepaalde formule, aan de hand van het gewicht van het subcriterium, de waarde van de toetsing van de bekleding en de waardering van het hoofdcriterium, een score bepaalt.

5. De totaalkosten van aanleg en onderhoud worden voor elke bekleding vastgesteld. Hierbij dient een bepaalde levensduur van de constructie en een rentevoet worden aangenomen.

6. De verhouding tussen de score en de totaalkosten is bepalend voor de keuze voor een bepaald bekledingstype.

Deze methode is bedoeld om een optimale afweging te verkrijgen tussen diverse bekledingstypen. In principe worden geen aanwijzigingen gegeven met betrekking tot de eigenschappen en de kosten van de bekledingen zelf. Er wordt daarom gesteld dat de invulling van het systeem door een aantal deskundigen moet gebeuren teneinde een goede afweging te verkrijgen.

2.3 Beheer en onderhoud van waterkeringen en oeverbeschermingen

Hoewel de doelstellingen voor een systeem voor waterkeringen en oeverbeschermingen overeen zullen komen met de omschrijving uit de vorige paragrafen zal ten behoeve van de praktische invulling nog het nodige moeten worden gedaan.
De in dit rapport onderzochte systemen betreffen infrastructurele voorzieningen die, in vergelijking met dijken en oeverbeschermingen, over het algemeen veel minder gecompliceerd zijn. Het aantal te beheren elementen van een dijk is namelijk veelal aanzienlijk groter dan bij bijvoorbeeld een weg of riool, op een dijk worden vaak verschillende bekledingstypen aangetroffen, de opbouw van de ondergrond is gevariëerd, de geometrie is vrij gecompliceerd etc.

De onderzochte systemen, met uitzondering van dat voor boezemkaden zijn meestal gebaseerd op schade die wordt veroorzaakt door een regelmatig optredende en min of meer gelijkmatige gebruiksbelasting. Bij dijken en ook oeverbeschermingen bestaan naast de normale belasting ook extreme belastingen die, naast het feit dat ze zeer moeilijk zijn te beschrijven en te voorspellen, vaak de grootste schade aanrichten (over het algemeen wordt ook op deze extreme situaties gedimensioneerd).
Tevens zal bij de onderzochte systemen schade veelal niet tot onveiligheid leiden en kan de bepaling van het onderhoud op economische gronden gebeuren. Schade aan een waterkering kan echter overstroming geven en het leven van vele mensen in gevaar brengen.

De algemene opbouw van de onderzochte systemen, zoals beschreven in par. 2.2 lijkt in principe bruikbaar voor een beheersysteem voor dijken en oeverbeschermingen.
Dit houdt in dat als uitgangspunt preventief onderhoud wordt gehanteerd waarbij de toestand wordt voorspeld m.b.v. inspecties en gedragsmodellen (inspectief onderhoud) waarbij het onderhoud wordt bepaald aan de hand van ervaringen met het gebruik (periodiek of gebruiksafhankelijk onderhoud).
Tevens zal enige aandacht moeten worden besteed aan het storingsafhankelijke (correctief, curatief) onderhoud.

De onderdelen van een dijk of oever moeten worden vastgelegd. Hiervoor zullen eenduidige afspraken moeten worden gemaakt zodat interpretatieverschillen worden vermeden.
Hiertoe zal het te beheren gebied moeten worden opgedeeld: een waterschap kan achtereenvolgens worden verdeeld in dijkringen (gebieden met eenzelfde veiligheid), dijken en dijkvakken.
Het dijkvak vormt de laagste eenheid waarbinnen onderhoud zal plaatsvinden en wordt daartoe verdeeld in functie-onderdelen of onderhoudsobjecten. Het dient zoveel mogelijk uniform te zijn qua geometrie, constructieve samenstelling en ondergrond. Per onderhoudsmaatregel (o.a. grasmaaien of reparatie van de glooiing) kunnen verschillende indeling over diverse dijkvakken worden gemaakt.

Een goed hulpmiddel bij de weergave van het te beheren gebied kunnen kaarten en tekeningen zijn, zoals ook is aangegeven door de Unie van Waterschappen in haar "leidraad voor een register ten behoeve van waterkeringen".

Hoewel de inventarisatie in principe zo volledig mogelijk dient te zijn moet er voor worden gewaakt dat, door de grote dijklengte en het grote aantal aanwezige objecten in een dijkvak, het overzicht niet verloren gaat en de kosten beperkt blijven. Dit kan gebeuren door in eerste instantie alleen die zaken in beschouwing te nemen die direct noodzakelijk zijn voor het functioneren van de dijk of oeverbescherming. Hierbij zal in eerste instantie kunnen worden aangesloten op de toekomstige "Wet op de Waterkeringen".

Ter bepaling van de kwaliteit van de dijk of oeverbescherming zal een regelmatige inspectie dienen plaats te vinden.
Deze inspectie zal ter beperking van tijd en kosten bij voorkeur worden gesplitst in een globale en gedetailleerde inspectie. De globale inspectie geeft een eerste en voldoende indruk van de te beheren objecten en dient op zo eenvoudig mogelijke wijze - o.a. visueel, landmeetkundige opnamen- te geschieden.
De gedetailleerde inspectie onderzoekt vervolgens de zaken die door de globale inspectie worden aangewezen. Hierbij kunnen dan zonodig meer gecompliceerde meetmethoden worden gebruikt.

Overwogen kan worden de perioden tussen de inspecties te laten afhangen van de toestand van de te beheren objecten. Naarmate deze meer naar de normwaarde nadert kan de periode korter zijn.

Ten behoeve van de inspectie en ter beoordeling van het noodzakelijke onderhoud zal een classificatiesysteem moeten worden opgesteld ter beoordeling van de kwaliteit van de objecten en dat eenduidig moet aansluiten bij nog te ontwikkelen en vast te stellen normen die worden gesteld om een goed functioneren te verzekeren. Indien de kwaliteit de normconditie benadert zal moeten worden besloten onderhoud uit te voeren of hiermee te wachten ("niets te doen"). Dit classificatiesysteem zal kunnen worden gebaseerd op schadebeelden van functie-onderdelen. Een schadecatalogus kan hierbij een goed hulpmiddel zijn.

Er kan een minimaal niveau ("harde norm") worden aangegeven waar beneden het te beheren object kwalitatief niet meer aan de gestelde functionele eisen beantwoordt en een gewenst niveau ("zachte norm") die de conditie aangeeft waaraan het object bij voorkeur moet voldoen.
De marge tussen deze niveau's wordt bepaald door o.a.:
1. de plannings- en mobilisatietijd t.b.v. het uitvoeren van bepaalde maatregelen;
2. bedrijfseconomische factoren;
3. waarschuwingsgrens;
4. esthetica.

Tevens is van belang de functie (waardering) van het te beheren object in relatie tot de gehele constructie.
Dit aspect wordt in de onderzochte systemen op een aantal in principe identieke manieren opgelost:
- door het aangeven van een functiewaardering aan de objecten of dijkvakken. Bijvoorbeeld een bekleding wordt lager gewaardeerd dan de dijkkern;

- door het aanpassen van de onderhoudsnormen. Bijvoorbeeld minder belangrijke objecten kunnen minder onderhoud toestaan;
- door het aangeven van onderhoudscategorieën. Bijvoorbeeld bij een zwaar belast dijkvak zal een object meer onderhoud vergen.

Om de kwaliteit en het noodzakelijke onderhoud te kunnen inschatten is het nodig het verloop van een bepaald schadebeeld te kunnen bepalen. Met betrekking tot het jaarlijks terugkerende onderhoud zoals het maaien van gras zal dit relatief weinig problemen geven.

Moeilijker wordt het als het elementen betreft waarbij onderhoud minder regelmatig wordt uitgevoerd en het afhankelijk is van het optreden of voorkomen van schade. Men zal dan over z.g. gedragsmodellen willen beschikken die het verloop van een bepaald schadebeeld in de tijd beschrijven.
In de wegenbouw worden algemeen toepasbare gedragsmodellen gebruikt. Dit houdt in dat onafhankelijk van de mate van belasting slechts aan de hand van inspectiegegevens de ontwikkeling van een schadebeeld kan worden bepaald.
Deze modellen zijn o.a. door de Stichting Studie Centrum Wegenbouw op basis van langdurige ervaring op theoretische grondslag en/of met behulp van (laboratorium)onderzoek ontwikkeld voor zeer regelmatig voorkomende gebruiksbelastingen.

In de waterbouwkunde is over het algemeen weinig bekend over duurzaamheidsverschijnselen. Het zal daarom een zeer grote inspanning en veel tijd vergen dergelijke algemeen toepasbare modellen te ontwikkelen, zeker omdat hier ook extreme, weinig frequente belastingen voorkomen. Andere methoden kunnen zijn gedragsmodellen op te stellen op basis van ervaringscijfers, door middel van regelmatig uitgevoerde inspecties of m.b.v. theoretische modellen (bijvoorbeeld het zettingsverloop van een dijkkruin). Met betrekking tot dit onderwerp wordt tevens verwezen naar de in opdracht van CUR-commissies A27/A28 door Fugro uit te voeren literatuurstudie.

Bereikt een bepaald schadebeeld zijn normwaarde dan zal onderhoud kunnen plaatsvinden.
In een dijkvak zullen meerdere schadebeelden aanwezig zijn. Een onderlinge vergelijking hiertussen en afstemming van het onderhoud is dus nodig.
Dit zou kunnen worden gerealiseerd conform het systeem voor wegen door voor elke combinatie van schadebeelden een onderhoudsmaatregel vast te stellen. Hierbij dient tevens het effect van de betreffende maatregel te worden beschouwd op het na het onderhoud optredend schadeverwachtingsverloop.

Tevens zullen de consequenties moeten worden bekeken indien geen onderhoud wordt uitgevoerd.

Hoewel de materie op zich vrij gecompliceerd is en wellicht simpele oplossingen niet overal haalbaar zijn wordt, in verband met de algemene toepasbaarheid van het systeem voor dijken en oevers -ook kleine waterschappen moeten het kunnen gebruiken- aanbevolen zoveel mogelijk eenvoudig hanteerbare methodieken te ontwikkelen.

3. WEGBEHEER

3.1 Inleiding

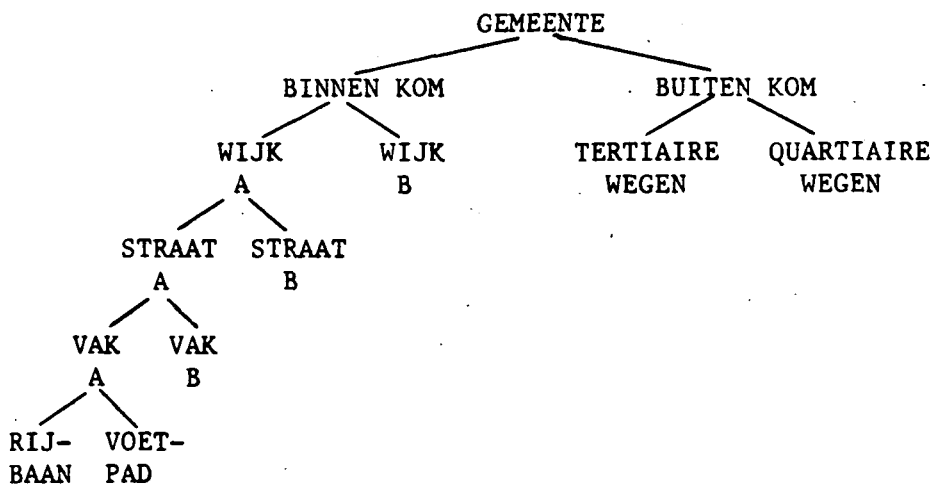
Vrijwel elke wegbeheerder is in het laatste decennium geconfronteerd met het feit dat hij zijn aandacht meer en meer heeft moeten richten op het in stand houden van bestaande wegen. Door de groeiende motorisering en het efficiënte gebruik van het wegtransport wordt het bestaande wegennet zowel in omvang als in zwaarte meer belast. Voor de wegbeheerder betekent dit dat zowel technisch als budgettair een verschuiving is opgetreden in zijn uit te voeren beleid en taak.
De onderhoudsproblematiek is een steeds grotere rol gaan spelen.

Bij de huidige beperkingen ten aanzien van de besteding van overheidsmiddelen is het onvermijdelijk dat de wegbeheerder prioriteiten moet stellen aan het in stand houden van de kwaliteit van het wegennet.
Uit oogpunt van doelmatigheid zal op basis hiervan een meerjarenplanning moeten worden opgesteld om een inzicht te krijgen in het benodigde beheer- en onderhoudsbudget. Dit inzicht is niet alleen van belang voor de beheerder (de technicus) maar ook voor het beleid (de politici). Het beleid stelt uiteindelijk een budget ter beschikking en zal ook de consequenties moeten accepteren indien onvoldoende ruimte gegeven wordt voor doelmatig en efficiënt onderhoud.

Om te komen tot een planmatig en efficiënt onderhoud zijn de laatste 20 jaar door diverse instanties en instellingen in verschillende landen wegbeheersystemen ontwikkeld, geëvalueerd en aangepast.
In Nederland is door de Stichting Studie Centrum Wegenbouw in 1977 een werkgroep geformeerd met als taak het opzetten van een uniform beheersysteem dat door alle wegbeherende instanties toegepast kan worden. In maart 1987 is de eindrapportage uitgebracht.

3.2 Algemene systematiek

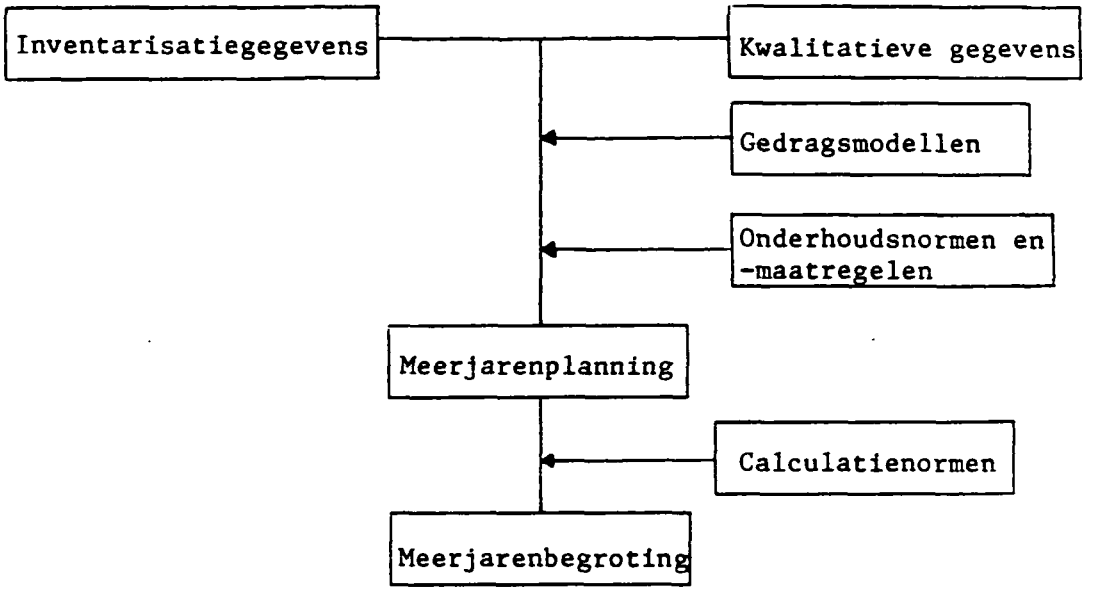
Bij de opzet van een beheersysteem kunnen een aantal fasen worden onderscheiden.
Allereerst moet het te beheren wegennet worden ingedeeld in een aantal logische eenheden. Bij een gemeentelijk wegennet kan dit als aangegeven in fig. 3.1



Figuur 3.1: Indeling van een gemeentelijk wegennet

De keuze van het een na laagste niveau (het onderhoudsvak) is hierbij maatgevend.
De indeling op onderhoudsvakken wordt gebaseerd op de historie van het onderhoud: welk materiaal of welke onderhoudsmaatregel zijn hier in het verleden toegepast. Bij verschillende onderhoudsmaatregelen in verschillende jaren zal de kwaliteit van de verharding ook anders zijn.
Op het laagste aangegeven niveau -het funktie-onderdeel binnen een wegvak zoals rijbaan, voetpad etc.- worden de relevante gegevens verzameld die van belang zijn voor de verwerking.

In het schema in fig. 3.2 zijn de verwerkingsfasen aangegeven.



Figuur 3.2: schema verwerkingsfasen rationeel wegbeheer

Van elk funktie-onderdeel binnen een wegvak (het laagste niveau) worden de vaste (inventarisatie) en variabele (kwalitatieve) gegevens verzameld.
De kwaliteit wordt in eerste instantie visueel beoordeeld. Door de Stichting Studie Centrum Wegenbouw (S.C.W.) is hiervoor een methodiek ontwikkeld waarbij volgens een beoordelingsschaal 1 t/m 5 een aantal schadebeelden wordt beoordeeld. Bij deze schaal staat een waardering 1 voor goed en 5 voor zeer slecht (veel schade). Later zal hierop worden teruggekomen.

Om tot een planning van het onderhoud te komen, wordt gebruik gemaakt van gedrags- of verouderingsmodellen. In deze modellen wordt een relatie gelegd tussen de kwaliteit van de verharding (volgens de 5-schaal) en de ouderdom van een onderhoudsmaatregel.
Om het tijdsstip waarop een maatregel gepland wordt vast te stellen wordt een onderhoudsnorm afgesproken. Ook deze norm wordt weer uitgedrukt volgens de schaal 1 t/m 5.

Op basis van visueel zichtbare kwaliteit en de ontwikkeling van die kwaliteit volgens het gedragsmodel wordt bij de gestelde normwaarde een onderhoudsmaatregel in een bepaald jaar gepland.
Door het toevoegen van een eenheidsprijs per maatregel (calculatienorm) wordt de planning vertaald in een begroting.

De eerste begroting zal zijn gebaseerd op de waargenomen kwaliteit en de gestelde norm.
Het resultaat is dan ook een technisch gewenst onderhoudsplan.
Bij beperkte middelen kan deze eerste begroting financieel niet haalbaar zijn. Een bijstelling zal moeten plaatsvinden. Dit kan door de onderhoudsnorm te verlagen of door het toekennen van prioriteiten bij het onderhoud.

In de volgende paragrafen wordt elke verwerkingsfase nader toegelicht.

3.3 Inventarisatie

De eerste fase bij het opzetten van een beheersysteem is de inventarisatie van datgene wat beheerd wordt. Per functie-onderdeel binnen een wegvak worden deze gegevens verzameld. De hoeveelheid informatie die verzameld wordt is afhankelijk van de wegbeheerder. De ene wegbeheerder is geïnteresseerd in een databank waarin alle gegevens met betrekking tot de weg opgeslagen zijn, de andere wegbeheerder alleen in een verzameling van die gegevens die van belang zijn voor de onderhoudsbegroting.
Onderstaand zijn een aantal items aangegeven waarover gegevens verzameld kunnen worden.

Verhardingen:
- lengte, breedte en oppervlak;
- onderhoudshistorie;
- type verharding;
- stroomfunctie van de weg.

Opsluitconstructies:
- lengte van trottoir- en opsluitbanden;
- type opsluiting.

Rioleringsgegevens:
- aantal trottoirkolken;
- aantal straatkolken;
- aantal inspectieputten.

Bermen:
- lengte, breedte en oppervlakte;
- type berm (onverhard, verhard)

Belijning en markering:
- lengte en type van as- en kantstreep;
- aantal figuraties (eventueel onderscheiden naar soorten).

Wegmeubilair
- aantal bermplanten;
- aantal verkeersborden (eventueel onderscheiden naar typen);
- aantal lichtmasten (eventueel onderscheiden naar typen).

etc.

Aangezien de inventarisatiefase zeer tijdrovend is, is het verstandig in eerste instantie die informatie te verzamelen, die relevant is voor het eigenlijke doel, het opstellen van een meerjarenplanning en begroting. In latere instantie kan dan extra informatie worden verzameld die ofwel een verfijning van de begroting geeft, ofwel een volledig overzicht kan geven van wat beheerd wordt.
Ten aanzien van de verfijning van de begroting kan als voorbeeld worden gegeven een asfaltweg met belijning. Als in eerste instantie alleen de verhardingsgegevens zijn verzameld wordt een onderhoudsplan voor het verhardingsonderhoud opgesteld. Indien ook gegevens over belijning zijn verzameld kan bij de onderhoudsbegroting rekening gehouden worden met de omvang en bijbehorende kosten voor het opnieuw aanbrengen van de belijning.

Gebaseerd op de SCW-systematiek is het van belang de volgende gegevens te verzamelen:
- lengte, breedte en oppervlak van de verharding;
- type verharding;
- jaar van aanleg;
- jaar van reconstructie of groot onderhoud (bijvoorbeeld herstraten of aanbrengen van een toplaag);
- bij asfaltverhardingen het laatste jaar dat een oppervlakbehandeling is aangebracht.
- de verkeersclassificatie van de weg;
- de onderhoudscategorie van de weg.

Bij de type verhardingstypen is het van belang onderscheid te maken in verschillende materiaalsoorten, daar de onderhoudskosten soortgebonden zijn.
Onderstaand is een voorbeeld gegeven van een indeling:

Gesloten verharding:		Toplaag van dicht asfaltbeton Toplaag met oppervlakbehandeling
Beton verharding:		Diverse plaatafmetingen
Elementen verharding:	Betonstraatstenen	afmeting 210x105x80 mm afmeting 210x105x70 mm
	Gebakken materiaal	dik formaat waal formaat kei formaat
	Natuurstenen	fres keien maas keien
	Tegels	afmeting 300x300x45 mm afmeting 300x300x80 mm afmeting 400x600x80 mm
Semi verharding:		penetratielaag hoogovenslakken

Bovenstaande onderverdeling moet worden afgestemd op het beheergebied.
De onderhoudsjaren (jaar van aanleg, groot onderhoud en oppervlakbehandeling) zijn van belang in verband met de kwaliteit van de verhardingen en de daarmee samenhangende planning van het onderhoud.
Hierop wordt later nader op ingegaan.

Bij de verkeersclassificatie wordt een onderscheid gemaakt in een aantal stroomfunkties van wegen, bijvoorbeeld hoofdweg, wijkontsluitingsweg en woonstraat.
Deze onderverdeling is van belang in verband met de onderhoudsnorm die wordt gesteld. Voor een hogere orde weg zal een andere onderhoudsnorm worden gehanteerd dan voor een weg van lagere orde.

Een onderverdeling in onderhoudscategorieën wordt gemaakt in verband met te verwachten frequenties van onderhoud. Bij een weg met onderhoudscategorie 1, bijvoorbeeld gaat een nieuwe toplaag 8 jaar mee, omdat deze weg door veel zwaar verkeer belast wordt. Bij een weg met onderhoudscategorie 2 gaat deze toplaag 12 jaar mee, ect.

De kwantitatieve gegevens (lengte, breedte en oppervlakte) bepalen de omvang waarover het onderhoud gepleegd moet worden.

3.4 Kwalitatieve beoordeling

Van oudsher wordt de kwaliteit van de verharding visueel beoordeeld. Deze beoordeling (het schouwen) was er in eerste instantie op gericht een onderhoudsplan voor één jaar op te stellen. Uitgangspunt was hierbij de ervaring van de kantonnier of wegbeheerder.
Hoewel het resultaat van deze beoordeling vaak juist was, was er toch behoefte aan een beoordelingssysteem dat ook voor derden inzichtelijk was; op basis van welke criteria wordt een onderhoudsmaatregel gepland. In verschillende landen zijn hiervoor methoden opgesteld.
In Nederland bijvoorbeeld waren er beheerders die een schaal 1 t/m 3 hanteerden waarbij 1 goed en 3 slecht was. Een andere wegbeheerder hanteerde een schaal van 1 t/m 10. Vaak had deze beoordeling betrekking op de algehele kwaliteit van de weg en niet op specifieke schadebeelden of specifieke funktie-onderdelen binnen een wegvak.
Zeker toen het wegonderhoud meer aandacht ging krijgen is door verschillende instanties, zoals Rijkswaterstaat, de Technische Hogeschool Delft, ingenieursbureau's, provincies en gemeenten getracht een beter middel te verkrijgen voor het vastleggen van de kwaliteit van de verhardingen. Om te komen tot een uniform landelijk systeem is door de Stichting Studie Centrum Wegenbouw een werkgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van al deze instanties, opgericht.

In het begin van de jaren 70 is in de Verenigde Staten door het Texas Transportation Institute een methodiek voor visueel beoordelen van asfaltverhardingen ontwikkeld die het uitgangspunt heeft gevormd voor de methodiek die in Nederland toegepast is.
Deze methodiek is er op gericht een inzicht te krijgen in de ernst en omvang van de schade aan een verharding. Bij het vaststellen van deze schade wordt een onderscheid gemaakt in een aantal schadebeelden.

Onderstaand zijn deze aangegeven:

. Oppervlaktetextuur	rafeling vet slaan toestand reparaties
. Scheurvorming	dwarsscheuren langsscheuren craquelé

. Vervorming	spoorvorming ribbelvorming
. Berm	berm

Elk van de schadebeelden wordt hierbij per 100 m weglengte beoordeeld op ernst en hoeveelheid in drie categorieën, n.l.:

ERNST	HOEVEELHEID
licht	weinig
matig	matig
ernstig	veel

Per schadebeeld zijn dus 9 combinaties mogelijk.

Per schadebeeld is zowel de ernst als de omvang gedefinieerd. Bij bijvoorbeeld spoorvorming is de schade licht als de spoordiepte 0-12 mm is, matig bij 12-25 mm en ernstig bij meer dan 25 mm.
De omvang van de schade wordt uitgedrukt in een percentage van het oppervlak waarover de schade voorkomt. Weinig schade is hierbij gedefinieerd als 1-15% van het oppervlak, matig 16-30% en veel schade bij meer dan 30% van het oppervlak.
Door een nauwkeurige omschrijving van zowel ernst als omvang van schadebeelden is het mogelijk alle wegvakken min of meer objectief te beoordelen en onderling te vergelijken.
Om de vergelijking te vergemakkelijken worden per schadebeeld afhankelijk van ernst en omvang strafpunten toegekend.

Bijvoorbeeld:

	WEINIG	MATIG	VEEL
LICHT	5	8	10
MATIG	10	12	15
ERNSTIG	15	18	20

Door de strafpunten voor alle schadebeelden te sommeren wordt een totaalwaardering voor een wegvak verkregen.

Door de Technische Hogeschool Delft is deze methode nader uitgewerkt voor de Nederlandse omstandigheden.

Hoewel bij deze strafpuntenmethode een vergelijking van verschillende wegvakken mogelijk is, is de interpretatie van de totaalwaardering moeilijk. Zeker wanneer een onderhoudsnorm gekoppeld wordt aan het aantal strafpunten is het niet duidelijk welke onderhoudsmaatregel moet worden getroffen.
Een hoog strafpuntenaantal kan worden veroorzaakt doordat één schadebeeld veel in ernstige mate voorkomt, of doordat veel schadebeelden in matige omvang en matige ernst voorkomen. In het eerste geval is onderhoud noodzakelijk, in het tweede geval is het niet persé nodig. Om dit nadeel te ondervangen kan het totale waarderingcijfer worden gesplitst in waarderingscijfers per hoofdgroep van schadebeelden.

Bijvoorbeeld de hoofdgroepen oppervlaktetextuur, spoorvorming en scheurvorming. Een groot aantal strafpunten in een bepaalde hoofdgroep kan een indicatie geven van een te nemen onderhoudmaatregel, die het aantal strafpunten reduceert. Bijvoorbeeld het aanbrengen van een oppervlakbehandeling bij een slechte oppervlaktetextuur.

Bij toepassing van bovenstaande methode is men gestuit op een aantal praktische problemen. Ten eerste was de wegvaklengte van 100 m niet afgestemd op de lengte van een wegvak dat een zelfde onderhoud behoeft en ten tweede werd de methode als te detaillistisch beschouwd indien in eerste instantie het totale wegennet werd beoordeeld. Door de werkgroep van het S.C.W. is daarom gezocht naar een methode om eerst meer globaal een visuele beoordeling van het hele wegennet uit te voeren. Deze globale inspectie kan dan later op kwalitatief slechte wegvakken aangevuld worden met een meer gedetailleerde methode.

Bij de ontwikkelde globale inspectiemethode wordt gebruik gemaakt van een waarderingsschaal 1 t/m 5. Deze waarderingscijfers zijn als volgt omschreven:

1. geen zichtbare schade of lichte schade van zeer geringe omvang;
2. lichte schade van geringe omvang;
3. lichte schade van enige omvang en/of matige schade van zeer geringe of geringe omvang;
4. lichte schade in grote omvang en/of matige schade van enige omvang;
5. matige schade van grote omvang en/of ernstige schade.

De ernst van de schade (licht, matig, ernstig) is evenals bij de Texasmethode gedefinieerd en toegelicht aan de hand van foto's in een schadecatalogus. De omvang van de schade (gering, enig, groot) wordt uitgedrukt in percentages van het oppervlak of bij scheurvorming in een lengte per 100 m wegvak.

Het waarderingscijfer wordt hierbij toegekend aan een schadegroep op basis van het maatgevende schadebeeld. Onderstaand zijn de schadegroepen en schadebeelden voor asfalt- en elementenverhardingen weergegeven:

Schadegroep	Schadebeeld	
	Asfaltverharding	Elementenverharding
Textuur	rafeling vet stroefheid	stroefheid
Vlakheid	dwarsvlakheid oneffenheden langsvlakheid	dwarsvlakheid oneffenheden langsvlakheid
Samenhang	dwarsscheuren langsscheuren craquelé gaten	gaten voegwijdte kwaliteit elementen
Kantstrook	randschade kantopsluiting	randschade kantopsluiting
Berm		
Afwatering		

In fig. 3.3 is het formulier voor deze globale inspectiemethode weergegeven.

GLOBALE VISUELE INSPECTIE

datum _____ | waarnemer(s) _____ | weer: ☐ onbewolkt ☐ licht bewolkt ☐ bewolkt | wegdek: ☐ droog ☐ opdrogend ☐ nat

wegnaam: _____ wegnr.: _____
van: _____ wegvak: _____
tot: _____
lengte: _____ m.

onderdeel	RD	FP	VP	PS	RD	FP	VP	PS	RD	FP	VP	PS	RD	FP	VP	PS
rijstrook	L.	R.			L.	R.			L.	R.			L.	R.		
verharding																
lengte/oppervl.	L. =		O. =		L. =		O. =		L. =		O. =		L. =		O. =	

		O \ E		L.	M.	E.		L.	M.	E.		L.	M.	E.		L.	M.	E.
TEXTUUR	rafeling (%)	≤ 15		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		16–30	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 30		3	5	5		3	5	5		3	5	5		3	5	5
	vet (%)	≤ 15				5				5				5				5
		16–30			4	5			4	5			4	5			4	5
		> 30			5	5			5	5			5	5			5	5
VLAKHEID	dwars-vlakheid (%)	≤ 15		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		16–30	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 30		3	5	5		3	5	5		3	5	5		3	5	5
	oneffen-heden (st/100 m')	≤ 7		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		8–15	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 15		3	5	5		3	5	5		3	5	5		3	5	5
SAMENHANG	langs-scheuren (m'/100 m')	≤ 25		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		26–100	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 100		4	5	5		4	5	5		4	5	5		4	5	5
	craquelé (%)	≤ 10		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		11–20	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 20		4	5	5		4	5	5		4	5	5		4	5	5
	voegwijdte (%)	≤ 15				5				5				5				5
		16–30			4	5			4	5			4	5			4	5
		> 30			5	5			5	5			5	5			5	5
KANTSTROOK	randschade (m'/100 m')	≤ 15		2	3	5		2	3	5		2	3	5		2	3	5
		16–30	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5	1	3	4	5
		> 30		4	5	5		4	5	5		4	5	5		4	5	5
DIVERSEN	afwater. (%)	> 5	p	k	b	4	5	p	k	b	4	5	p	k	b	4	5	p	k	b	4	5
	berm		–	+	to	4	5	–	+	to	4	5	–	+	to	4	5	–	+	to	4	5
	parkeerstr.					4	5				4	5				4	5				4	5
	bushalte					4	5				4	5				4	5				4	5
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
METINGEN	stroefheid																					
	langsvlakheid																					
	deflectie																					
KLEIN ONDERHOUD	dwarsscheuren						m'					m'					m'					m'
	dwarslassen						m'					m'					m'					m'
	langslassen						m'					m'					m'					m'
	gaten						st.					st.					st.					st.

OPMERKINGEN

Figuur 3.3: formulier globale visuele inspectie

Bij de gedetailleerde inspectiemethode worden de afzonderlijke schadebeelden beoordeeld op ernst en omvang van de schade.
Op het bijbehorende formulier wordt in de categorieën licht, matig en ernstig de omvang van de waargenomen schade aangegeven.

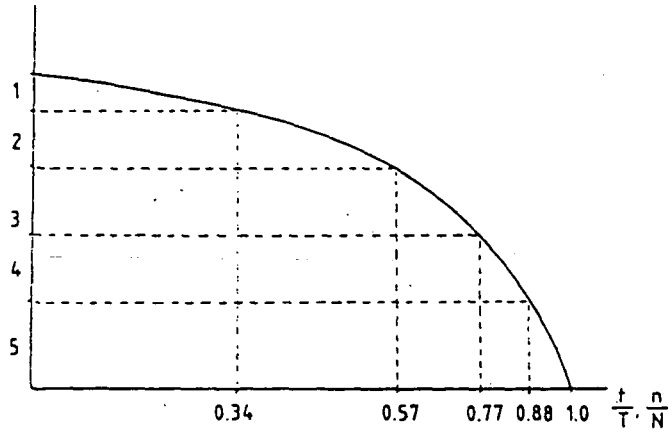
3.5 Gedragsmodellen

De visuele inspectie is een momentopname. Voor het opstellen van een meerjarenplanning is het noodzakelijk te weten hoe het gedrag van een bepaald schadebeeld in de tijd verloopt. Dit gedrag kan worden beschreven in zogenaamde gedragsmodellen.

In veel landen zijn in verschillende vormen gedragsmodellen ontwikkeld. Veel van deze modellen zijn gebaseerd op laboratoriumonderzoek of hebben een theoretische achtergrond.
Om een aansluiting te vinden op de visuele inspectiemethode moeten de modellen kunnen worden gerelateerd aan de zichtbare kwaliteit.
Modellen die bijvoorbeeld opgesteld zijn aan de hand van spanningen in een asfaltconstructie moeten omgewerkt kunnen worden tot modellen die een relatie geven tussen de zichtbare scheurvorming en de ontwikkeling ervan.

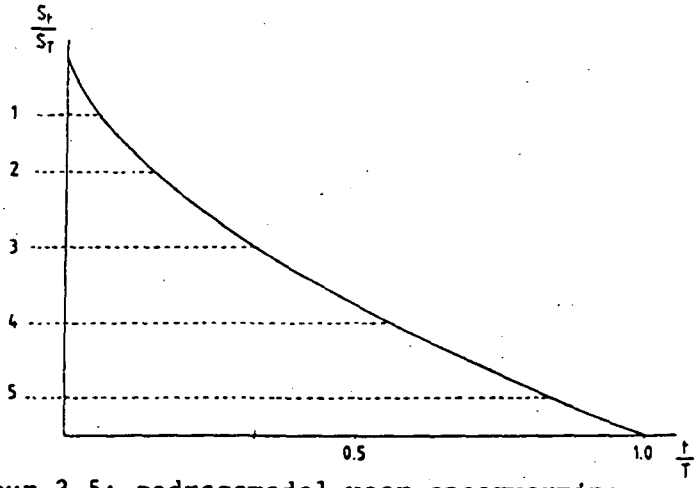
Tevens is het wenselijk dat de modellen onafhankelijk zijn van de hoeveelheid verkeer en niet gebonden zijn aan een absolute tijdsas.
Een dimensieloos model heeft als voordeel dat het meer universeel kan worden toegepast. Door het S.C.W., de T.H. Delft en Rijkswaterstaat zijn voor verschillende schadebeelden dimensieloze modellen ontwikkeld.

In de figuren 3.4 en 3.5 zijn een tweetal modellen aangegeven:



$$1-P = e^{\alpha\left(\frac{t}{T}-1\right)}$$

Figuur 3.4: gedragsmodel voor rafeling



$$\frac{S_t}{S_T} = \left(\frac{t}{T}\right)^{\frac{1}{B}}$$

Figuur 3.5: gedragsmodel voor spoorvorming

De parameters X bij het rafelingsmodel en B bij het spoorvormingsmodel bepalen de uiteindelijke vorm van het model en zijn vastgesteld op basis van jarenlange visuele inspecties.

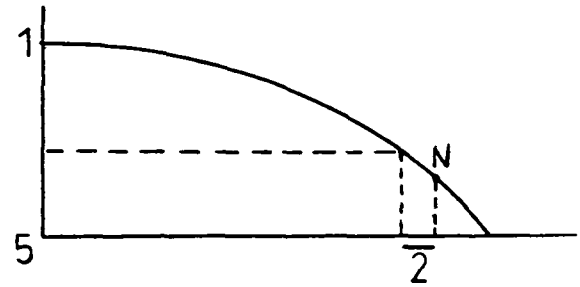
In het bovenstaande model voor rafeling is bij een waardering 3 van de totale levensduur 77% voor dit schadebeeld verbruikt.
Er resteert nog een levensduur van 23% voordat een waardering 5 op zal treden. Daar bij de inventarisatie van gegevens de onderhoudsjaren bekend zijn kan uit het verschil in jaren tussen het jaar van kwaliteitsopname en het laatste jaar van onderhoud worden afgeleid welke absolute maat staat voor 77% en over hoeveel jaar de waardering 5 bereikt wordt.
Doordat het model dimensieloos is, kan het worden toegepast voor alle wegen onafhankelijk van de verkeersbelasting. Bij een druk bereden weg zal een waardering 3 eerder optreden dan bij een weinig belaste weg.

De aantasting van 77% kan bij een druk bereden weg na 7 jaar voorkomen, zodat de restlevensduur (23%) nog 2 jaar is. Bij een weinig belaste weg zal de waardering 3 na 10 jaar optreden, zodat de restlevensduur nog circa 3 jaar is.

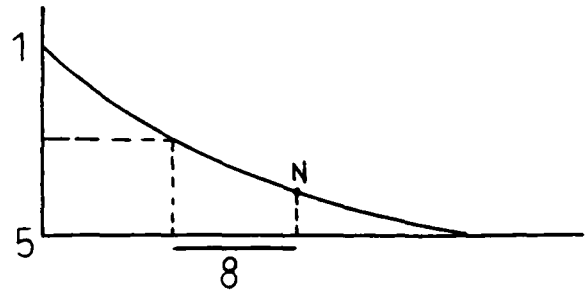
3.6 Onderhoudsplanning

Op basis van het waarderingscijfer en het bijbehorende gedragsmodel kan een planning van het onderhoud worden opgesteld.
Hiertoe worden in eerste instantie normen ten aanzien van het onderhoud vastgesteld. Deze norm wordt weer gerelateerd aan de waarderingsschaal 1 t/m 5.
In onderstaand schema is een planningsmethode aangegeven zoals die in principe door Rijkswaterstaat (Dienst Weg- en en Waterbouwkunde) is ontwikkeld.

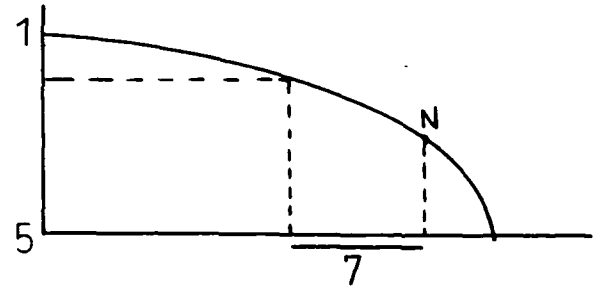
Textuur



Spoorvorming



Scheurvorming



Voor de schadebeelden textuur, spoorvorming en scheurvorming zijn normen (X) aangegeven waarbij onderhoud moet worden gepleegd. De resultaten van de visuele beoordeling (stippellijnen) geven aan in welk stadium de verharding per schadebeeld verkeert en uit de modellen kan worden afgeleid wanneer de gestelde normwaarde wordt bereikt. In dit voorbeeld worden deze bereikt in respectievelijk 2, 8 en 7 jaar.

Over 2 jaar wordt de norm voor textuur bereikt, terwijl de restlevensduur voor spoorvorming en scheurvorming dan respectievelijk 6 en 5 jaar is. Over 2 jaar moet dus een onderhoudsmaatregel worden gepland. Waaruit deze onderhoudsmaatregel bestaat hangt af van welke maatregelen over het algemeen worden genomen en bij welke complicaties van normen een maatregel wordt toegepast.

In onderstaand schema is een dergelijk maatregeltabel aangegeven. Per maatregel is de combinatie van waarderingen aangegeven waarbij een specifieke maatregel moet worden genomen.

Textuur	4 - 5	1 - 3	1 - 5
Spoorvorming	1 - 3	4 - 5	1 - 4
Scheurvorming	1 - 3	1 - 3	4 - 5
Onderhoudsmaatregel	A	B	C

A = Oppervlaktebehandeling
B = Sporen vullen
C = Toplaag

Vervolgens kan worden onderzocht of het gezien het effect van de maatregel op de verschillende schadebeelden niet zinvol is een andere maatregel te kiezen. Stel in een bepaald jaar wordt een normwaarde bereikt voor de textuur. Een jaar later wordt de normwaarde bereikt voor het criterium scheurvorming. In dat geval zal het criterium scheurvorming maatgevend moeten zijn voor het bepalen van de onderhoudsmaatregel, aangezien het effect van de maatregel oppervlaktebehandeling op het schadebeeld scheurvorming nihil is.

3.7 Onderhoudsbegroting

Uit de onderhoudsplanning kan in eerste instantie simpel de onderhoudsbegroting worden afgeleid. Door vermenigvuldiging van een eenheidsprijs per maatregel met de geïnventariseerde hoeveelheid worden de onderhoudskosten per functieonderdeel bepaald. Door sommatie wordt een totaalbedrag opgesteld.
Een eerste begroting zal gebaseerd zijn op de gekozen uitgangspunten ten aanzien van normen en gedragsmodellen. Het resultaat is in een uit technisch oogpunt gewenste planning en begroting.

Zeker indien de begroting financieel niet haalbaar is, zal een bijstelling van de planning moeten plaats vinden. Dit kan enerzijds door de normen te verlagen en anderzijds door binnen een bepaald beschikbaar budget de prioriteit van het onderhoud vast te stellen.
Dit laatste kan gebeuren door zogenaamde weegfactoren te introduceren. Aan elk schadebeeld kan een weegfactor toegevoegd worden. Hoe lager de weegfactor des te belangrijker wordt het schadebeeld beschouwd. Door vermenigvuldiging van het inspectiecijfer met de weegfactor en door sommatie van deze producten wordt voor elk onderhoudsvak een prioriteitscijfer vastgesteld.

Bijvoorbeeld:

Schadebeeld	Waardering	Weegfactor	Prioriteitscijfer
Textuur	4	2	8
Spoorvorming	2	4	8
Scheurvorming	3	7	21
			37

Volgens de aangegeven planningsprocedure wordt wederom het onderhoud bepaald. Indien het onderhoudsbudget echter niet toereikend is, worden die vakken met een lagere prioriteit doorgeschoven naar een volgend jaar. Een consequentie kan zijn dat de waarderingscijfers dan toenemen en dat een andere, zwaardere onderhoudsmaatregel moet worden gepland. Het onderhoud wordt weliswaar uitgesteld maar de kosten voor het onderhoud kunnen hoger worden.

3.8 Metingen

Een onderhoudsbegroting opgesteld volgens de beschreven methodiek geeft een indicatie van de te verwachten onderhoudskosten. Het zal nooit een perfect beeld opleveren. Bij bijvoorbeeld een geplande onderhoudsmaatregel deklaag is uitgegaan van een standaard dikte van bijvoorbeeld 45 mm. In werkelijkheid kan deze deklaag dikker of dunner moeten zijn.
Ook het gedragsmodel kan niet helemaal juist zijn, waardoor een bijstelling van het planjaar moet worden gemaakt.

Een exacter beeld van de onderhoudstoestand van de verharding kan bepaald worden aan de hand van in situ-metingen, bijvoorbeeld stroefheidsmetingen, langs- en dwarsvlakmetingen en deflectiemetingen.
De eerste drie type metingen geven over het betreffende schadebeeld meer exacte informatie dan visueel kan worden beoordeeld.
Uit deflectiemetingen kan de draagkrachtswaarde van elk onderdeel van de verharding (fundering en asfaltconstructie) en de ondergrond worden afgeleid. Op basis van deze waarden en de hoeveelheid verkeer kan dan via theoretische weg worden afgeleid in welke conditie de verharding verkeert en wanneer welke versterking moet worden aangebracht. De juiste dikte van de versterkingslaag wordt hierbij vastgesteld.

4. RIOOLBEHEER

4.1 Inleiding

Een groot deel van de buitenriolering in Nederland is aangelegd kort na de eeuwwisseling en direkt na de Tweede Wereld Oorlog. Op grond daarvan zou verwacht kunnen worden dat er inmiddels een uitgekristalliseerde onderhoudsfilosofie is ontstaan.
Dit blijkt echter niet het geval te zijn. De laatste 2 decennia is er pas een begin gemaakt met het formuleren van de eisen waar een goed functionerende riolering aan dient te voldoen. Het beheer en onderhoud beperkte zich tot het reinigen van kolken en putten en het bestrijden van calamiteiten.

De noodzaak tot planmatig onderhoud doet zich meer voelen, naarmate het rioolstelsel groter en complexer wordt.
Dit laatste vond versneld plaats toen werd overgeschakeld van "vrije lozing" op het oppervlakte water naar bemalen lozing op de rioolwaterzuivering.
Het inzicht werd verhoogd toen begonnen werd met het inspecteren van riolen met als gevolg dat er ook meerdere gebreken aan het licht kwamen. Daardoor ontstond de vraag naar een uitgebreider onderhoudsmaatregelenpakket.
Met name de rioolrenovatietechnieken, injectiemethoden en T.V.-inspectie vinden de laatste jaren op grote schaal toepassing. Deze technieken vinden hun oorsprong in het buitenland; vooral in Engeland en de Verenigde Staten.

Bijna gelijktijdig met deze ontwikkeling werd er in de financiële middelen van de rioolbeheerder drastisch gesnoeid.
Dit resulteert, zoals o.a. blijkt uit de "Notitie Riolering" van de minister van VROM aan de IIe kamer, in het feit dat het beheer te wensen overlaat.
Gevolgen hiervan zijn:
- kortere levensduur van de riolering;
- grotere vervuiling van het milieu;
- verhoogd besmettingsgevaar voor de volksgezondheid;
- schade voor de omgeving.

Om deze tendens het hoofd te kunnen bieden, is het zaak de beschikbare middelen zo optimaal mogelijk te gebruiken.
Dit is te verwezelijken door middel van een rationele en systematische aanpak van de onderhoudsproblematiek.

Diverse bedrijven hebben inmiddels een dergelijk systeem ontwikkeld dat, door het ontbreken van landelijke richtlijnen, gebaseerd is op eigen normen en ervaringen.
De onlangs opgerichte Stichting RIONED zal trachten een en ander te structureren.

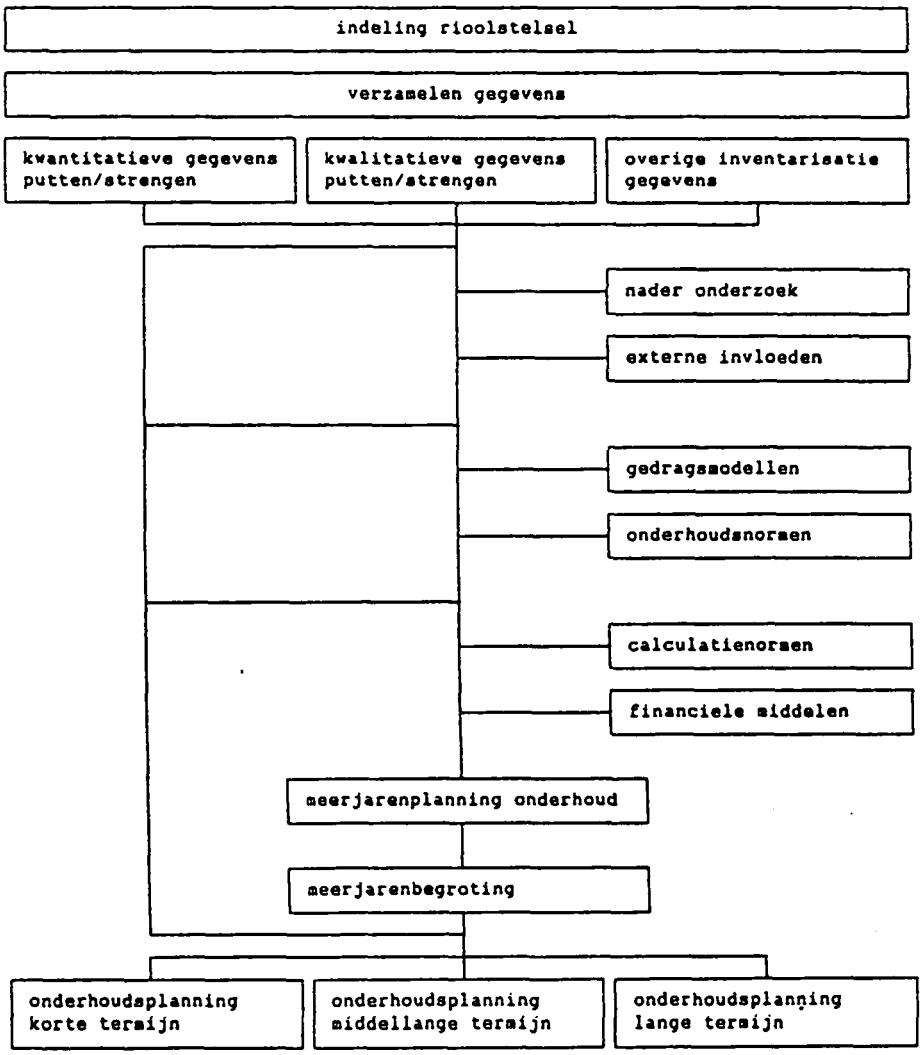
4.2 Opbouw van het systeem

Het doel van het Rioolbeheersysteem is om via een systematische en objectieve aanpak te komen tot het zowel naar plaats als naar tijd in optimale conditie houden van het rioolstelsel.

Hiertoe wordt een onderhoudsplan opgesteld dat informatie verschaft over het te verrichten onderhoud en de benodigde onderhoudsmiddelen.

Voor het opzetten van een onderhoudsplan is het noodzakelijk te weten wat men beheert (ligging, afmeting, aanlegjaar).
Daartoe zullen voorafgaand aan het opstellen van de plannen inventarisatiegegevens verzameld dienen te worden.
Zowel technische als administratieve vaste gegevens betreffende het rioleringsstelsel moeten worden verzameld en gegroepeerd worden weergegeven op inventarisatielijsten en overzichtskaarten.

Naast de eenmalige inventarisatie van gegevens betreffende datgene wat beheerd moet worden, is het noodzakelijk periodiek de variabele (kwalitatieve) gegevens te verzamelen.
Hiertoe dienen (visuele) inspecties van de riolering te worden verricht.
De wijze van inspecteren varieert van globaal (bijvoorbeeld putinspectie vanaf het m.v.) naar gedetaileerd (bijvoorbeeld man- of T.V.-inspectie).



Figuur 4.1: schematische weergave van het rioolbeheersysteem

Op basis van de resultaten van de visuele inspecties worden met behulp van gedragsmodellen de restlevensduren van de onderdelen van het rioolstelsel bepaald. Op basis hiervan kan worden vastgesteld waar en wanneer de vereiste onderhoudsmaatregelen noodzakelijk zijn. Naast de conditie van de riolering en de restlevensduur dient het definitieve onderhoudsprogramma rekening te houden met externe factoren zoals uitbreidingsplannn, wegreconstructies e.d.

Door de koppeling van het onderhoudsprogramma aan de geïnventariseerde vaste gegevens wordt onder gebruikmaking van calculatienormen een onderhoudsbegroting opgesteld.
Daar waar het informatieniveau van de inspectiecijfers te wensen over laat, kan een andere (meer gedetailleerde) inspectievorm worden aangegeven.
In fig. 4.1 is schematisch de opbouw van een rioolbeheersysteem weergegeven.

4.3 Inventarisatie van vaste gegevens

De kern van een rioolbeheersysteem wordt gevormd door de geïnventariseerde gegevens van wat beheerd wordt. Dit zijn gegevens die zelden worden gewijzigd.
Om onderlinge relaties te kunnen leggen, is het nodig een bepaalde indeling (van grof naar fijn) te maken. Een voorbeeld hiervan is:
. Gemeente,
. Stroomgebied,
. Straat,
. Streng.

Deze structuur komt overeen met die van het veelal aanwezige basisrioleringsplan.

De te inventariseren diverse gegevens kunnen in principe op strengniveau worden verdeeld in:
- Onderhoudsgegevens die onontbeerlijk zijn voor het bepalen van het onderhoud. Deze vallen onder de categorie "vaste gegevens" en hebben betrekking op functie, aanlegjaar, strenglengte, afmeting en materiaal en plaats.

- Informatieve gegevens die aanvullende data bevatten die te verdelen zijn in de categorieën "vaste gegevens" en "overige gegevens".
  De data van de eerste groep hebben voornamelijk betrekking op het riool zelf. Hiertoe behoren onder andere: type rioolstelsel, buisverbinding, wanddikte, bestekken en tekeningnummer.
  Tot de "overige gegevens" kunnen worden gerekend:
  . de staat van jaren waarin de (onderhouds) geschiedenis van de streng kan worden bijgehouden;
  . de huis/kolkaansluitingen per streng;
  . resterende gegevens die wenselijk zijn vast te leggen.

Noodzakelijke wijzigingen in het rioolstelsel die voortvloeien uit het basisrioleringsplan moeten in het beheersysteem kunnen worden opgenomen.

Het bepalen van enkele kwantitatieve gegevens (lengten en oppervlakten e.d.) kan onder meer gebeuren vanaf rioleringstekeningen met (grootschalige) basiskaarten (GBKN's) als ondergrond.

In principe is het verzamelen van vaste gegevens éénmalig. Daar staat tegenover dat, wil men het systeem "up-to-date" houden, veranderingen zoals uitbreidingen, renovatie e.d. verwerkt dienen te worden.

4.4 Inventarisatie van variabele gegevens

Het doel van de inventarisatie van variabele (kwalitatieve) gegevens is het éénduidig schriftelijk c.q. op beeld vastleggen van de conditie van de objecten. De riolering dient daarbij op technische gronden te worden bekeken en schadebeelden naar ernst en omvang beoordeeld.

Deze beoordeling dient objectief en reproduceerbaar te zijn. De (inspectie) resultaten kunnen dan de conditie van het riool goed weergeven.

Op basis van de resultaten van de visuele inspecties worden met behulp van gedragsmodellen de restlevensduren van de onderdelen van het rioolstelsel bepaald. Op basis hiervan kan worden vastgesteld waar en wanneer de vereiste onderhoudsmaatregelen noodzakelijk zijn. Naast de conditie van de riolering en de restlevensduur dient het definitieve onderhoudsprogramma rekening te houden met externe factoren zoals uitbreidingsplannen, wegconstructies e.d.

Door de koppeling van het onderhoudsprogramma aan de geïnventariseerde vaste gegevens wordt onder gebruikmaking van calculatienormen een onderhoudsbegroting opgesteld.
Daar waar het informatieniveau van de inspectiecijfers te wensen over laat kan een andere (gedetailleerde) inspectievorm worden aangegeven.
In fig. 4.1 is schematisch de opbouw van een rioolbeheersysteem weergegeven.

Voor het verkrijgen van de variabele gegevens zijn twee methoden te onderscheiden:
- de globale inspectie
- de gedetailleerde inspectie

Beide methoden worden ter plekke uitgevoerd. Bij de meeste systemen wordt de globale inspectie gebruikt als vooronderzoek. De resultaten worden gebruikt om nader (inspectie) onderzoek gerichter uit te voeren.

De globale (visuele) inspectie heeft ten doel om op snelle en efficiënte wijze informatie te verzamelen over de conditie van het gehele te beheren rioleringstelsel. Deze globale inspecties worden daarom uitgevoerd vanaf het wegdek of maaiveld.

Naast de globale inspectie bestaan er gedetailleerde inspecties. Deze worden meestal uitgevoerd op die rioolstrengen eñ/of putten waarvan de globale inspectieresultaten laten zien, dat de conditie te wensen over laat. Bij deze gedetailleerde inspecties worden een groot aantal

afzonderlijke schadebeelden nauwkeurig geobserveerd. Deze worden wat betreft de putten en het begin der strengen, geïnspecteerd en beoordeeld vanuit de putten en ten aanzien van de strengen vanuit de buis. De gedetaileerde inspecties kunnen worden uitgevoerd met behulp van een T.V.-camera of bij putten en grote buizen door een persoon.

Extra informatie kan worden verkregen o.a. door meting van de rioolwatertemperatuur en bepaling van de zuurgraad van de put of buiswand. Uniformiteit in de lijst met te beoordelen schadebeelden is wenselijk opdat:
- beheersystemen landelijk toepasbaar zijn;
- rioolbeheerders onderling ervaringen kunnen uitwisselen;
- het inzicht in de rioolbeheermaterie wordt verhoogd zodat gedragsmodellen ontwikkeld/geverifieerd kunnen worden.

In de "voorstudie NPR Buitenriolering-Beheer" van het Ministerie van VROM 1984, is daartoe reeds een voorstel gedaan.

Van de schadebeelden moet zowel de ernst als de omvang in beschouwing worden genomen.
Het vastleggen van de geconstateerde schade is een ander aspect dat om uniformiteit vraagt en waarin voor RIONED een taak is weggelegd. Een veel gehanteerde indeling, is: goed-redelijk-matig-slecht-zeer slecht.
Deze benadering vertoont veel overeenkomst met de 5 categorieën die bij wegbeheer worden gebruikt. Het ligt dan ook voor de hand dit te "vertalen" in een waardering 1 t/m 5 analoog aan de S.C.W.-methodiek.

De resultaten van de objectieve beoordeling weerspiegelen de conditie van het riool. Een en ander is gebaseerd op waarderingscijfers, zodat een onderlinge vergelijking van strengen en putten met verschillende schadebeelden kan plaatsvinden. Deze gegevens zijn van groot belang bij het opstellen van een prioriteitenstelling van de benodigde onderhoudsactiviteiten op korte termijn.

Bij (periodieke) herhaling van de inspecties wordt het conditieverloop van het riool zichtbaar. Voor de diverse schadebeelden kunnen de gedragsmodellen worden gedestilleerd of gecontroleerd.

De resultaten van de inspectie(s) kunnen in het rioolbeheersysteem gebruikt worden voor:
- het vastleggen van de conditie van de riolering;
- het formuleren van voorstellen voor klein-onderhoud;
- het berekenen van de restlevensduur van riolen met behulp van gedragsmodellen;
- het vastleggen van de onderhoudsplanning voor de korte-, middellange- en lange termijn (inclusief vervangingsschema);
- het maken van een prioriteitenstelling van het onderhoud.

4.5 Bepaling van het onderhoud

Gezien de locale verschillen e.d. in grondgesteldheid en beheerfilosofie, is het gewenst dat een rioolbeheerder zijn eigen (onderhouds) maatregelenpakket moet kunnen samenstellen.
Dit impliceert dat hij ook de normen, wanneer een bepaalde maatregel moet worden uitgevoerd, zelf moet kunnen vaststellen.
Met deze norm, behorend bij een maatregel, wordt bedoeld:
een vooraf gedefinieerde ontoelaatbare schade, die vertaald wordt in criteria (bijvoorbeeld waarderingscijfers) voor alle schadebeelden.

De samenstelling van het maatregelenpakket is afhankelijk van de gehanteerde onderhoudsfilosofie van de rioolbeheerder.
Deze is grofweg te verdelen in: - preventief onderhoud;
- correctief onderhoud.

Bij 100% preventief onderhoud wordt niet gekeken naar de aanwezige conditie van het riool maar enkel naar de tijdsduur dat een bepaald onderdeel heeft gefunctioneerd.
Op grond daarvan wordt besloten tot het uitvoeren van de maatregel.
Veel reinigingswerkzaamheden (kolken en strengen die met een vaste regelmaat worden uitgevoerd) behoren tot deze categorie.
Het correctieve onderhoud wordt alleen gebaseerd op de huidige waargenomen toestand van het riool.
In de praktijk zijn beide onderhoudsbenaderingen meestal gecombineerd.
De rioolbeheerder bepaald aan welke kant het accent komt te liggen.

Bij een financieel tekort krijgt het correctieve onderhoud meestal de overhand ten opzichte van de preventieve benadering.

Ten aanzien van de samenstelling van het maatregelenpakket is het gewenst minimaal die maatregelen op te nemen die duur zijn. Voorbeelden zijn T.V.-inspectie, injecteren, renovatie en vervangen. De kosten van de afzonderlijke maatregelen kunnen bijvoorbeeld als eenheidsprijs worden meegegeven.

Daarnaast geldt voor maatregelen die zijn gebaseerd op 100% preventief onderhoud dat die in principe niet hoeven te worden opgenomen in het beheersysteem, daar ze een vast (voorspelbaar) bedrag per jaar kosten.

De kosten van onvoorziene zaken zullen bij toepassing van een beheersysteem afnemen, echter verdwijnen zullen ze niet doordat de kans op calamiteiten altijd blijft bestaan.
Het uitvoeringstijdstip van een maatregel kan worden vastgesteld door uit te gaan van een vaste levensduur of uit te gaan van de aanwezige toestand in het riool.
Dit laatste is het meest in overeenstemming met de realiteit en de wenselijkheid. Het probleem dat zich hierbij voordoet is het tijdstip van de uitvoering wanneer er namelijk wel enige schade wordt aangetroffen maar de onderhoudsnorm nog niet wordt overschreden.
Door echter gebruik te maken van gedragsmodellen is dit op te lossen.
Een nadeel hierbij is dat er nog weinig onderzoek is verricht naar het gedrag van riolen.

Om kapitaalvernietiging te voorkomen is het nodig dat in het systeem een afweging wordt gemaakt ten aanzien van de effecten van een maatregel.
Eventueel kan worden overwogen of een kosten minimalisatie ook gewenst is voor bijvoorbeeld 10 achtereenvolgende jaren.

Voor wat betreft de effecten is een mogelijkheid om voor elk schadebeeld te controleren of na uitvoeren van de maatregel, de "schade" ook substantieel is verminderd.
Een extreem voorbeeld kan dit verduidelijken.

Stel dat de volgende maatregelen voor een streng worden voorgesteld:
- In jaar 1 moet de streng worden gereinigd;
- In jaar 2 moeten de wortels uit de streng worden verwijderd;
- in jaar 3 moeten de voegen worden geïnjecteerd;
- in jaar 4 wordt de streng vervangen.

De vraag die beantwoord moet worden is: "Is het niet goedkoper om de streng in het 1e jaar te vervangen?"
In feite moet worden gecontroleerd of de effecten van een maatregel ook bereikt of overtroffen worden bij een alternatieve maatregel.

4.6 Meerjarenplanning en -begroting.

Om het beheer en onderhoud te kunnen sturen, is het voor de rioolbeheerder gewenst om inzicht te krijgen in de verwachte onderhoudswerkzaamheden en de kosten die daarmee gemoeid zijn over een aantal jaren.
Daarvoor moeten een meerjaren planning en begroting kunnen worden opgesteld die gebaseerd is op het technisch (noodzakelijk) onderhoud.
Dit kan worden gerealiseerd door het onderhoudsprogramma te koppelen aan de kwantitatieve gegevens.

Voor alle elementen van het laagste beheerniveau (de rioolputten- en strengen), moet voor elk jaar van de planperiode een toetsing plaats vinden van de waarderingen van de verschillende schadebeelden aan de gestelde onderhoudsnormen.
Indien het eerste plan/begrotingsjaar gelijk is aan het inspectiejaar kunnen de inspectieresultaten onbewerkt gebruikt worden.
Voor navolgende jaren moet de schadeontwikkeling gesimuleerd worden bijvoorbeeld met behulp van gedragsmodellen.

Wanneer voor een streng of put één of meerdere onderhoudsnormen in het betreffende planjaar worden overschreden dan moet die maatregel in de planning en begroting worden opgenomen die het meeste effect heeft.
Bij gelijk effect zou dan de goedkoopste maatregel in de planning en begroting dienen te worden verwerkt.

Het zal duidelijk zijn dat de nauwkeurigheid van de planning en begroting afneemt naarmate het uitvoeringsjaar verder verwijderd is van de inspectiedatum.
De uitkomst van de eerste berekening moet worden gezien als uitgangspunt voor stroomlijning van de planning.
Dat betekent dat de rioolbeheerder minimaal vanaf deze fase in de planning zijn visie en randvoorwaarden moet kunnen inbrengen.
Bij dit laatste valt bijvoorbeeld te denken aan het samen laten vallen van wegreconstructies, renovatie en herinrichting van woongebieden met aanpassingen in het rioolstelsel.
Ook ten aanzien van de financiën moet de beheerder kunnen ingrijpen.

Indien de berekende onderhoudskosten niet overeenstemmen met het beschikbare onderhoudsbudget, moet per planjaar een budget kunnen worden ingevuld.
Bij deze benadering wordt de prioriteit van de strengen belangrijk.
Dit zou kunnen worden bepaald aan de hand van functie van de straat, het type verharding en de functie van de streng.

De invloed van deze factoren op de prioriteit kunnen dan beïnvloed worden door weegfactoren die de rioolbeheerder zelf kan invoeren en wijzigen.
Deze prioriteit kan verder worden gecombineerd met het inspectieresultaat van de streng. Dit kan resulteren in een urgentiecijfer. Het gevonden urgentiecijfer bepaalt de volgorde van het uit te voeren onderhoud.

5. BEHEER VAN WATERGANGEN

5.1 Inleiding

Eén van de taken van een waterschap bestaat uit het beheer en onderhoud van watergangen binnen haar gebied.
Periodiek onderhoud is noodzakelijk in verband met handhaving van voldoende doorstroomprofiel, behoud van voldoende waterdiepte enz.; een en ander mede in relatie tot de verschillende functies van de watergangen.

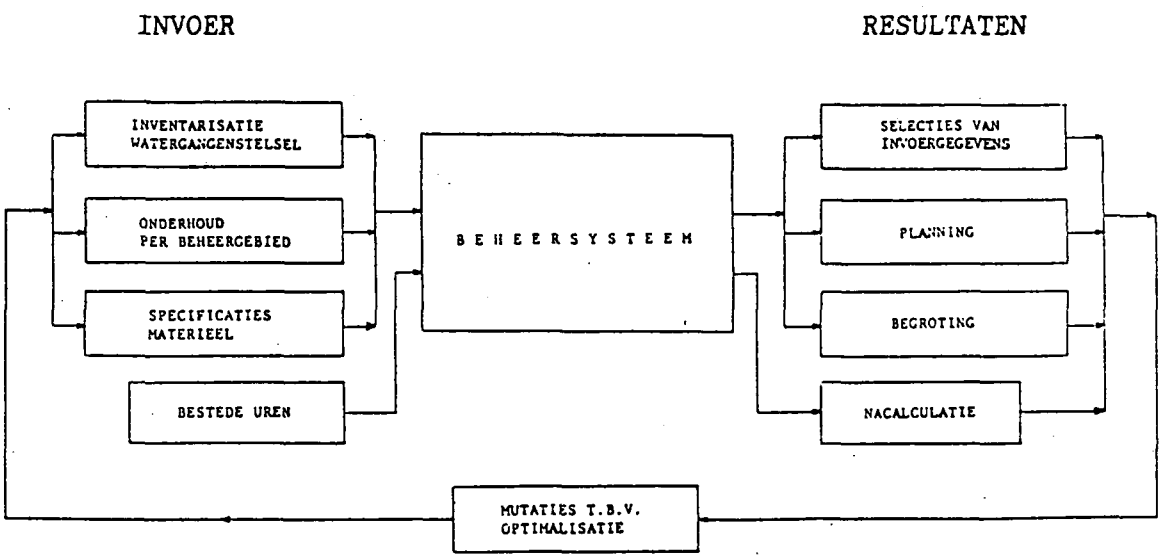
In verband met de veelal grote lengte aan watergangen vraagt het beheer en onderhoud hiervan de nodige zorg en aandacht van het waterschap. Hierbij nemen de jaarlijks terugkerende kosten een niet onbelangrijke plaats in.

In het algemeen zal naar een zo doelmatig en verantwoord mogelijk beheer en onderhoud moeten worden gestreefd.
Het voeren van een eenvoudige en duidelijke "administratie" met betrekking tot de te onderhouden elementen, de planning van het uit te voeren onderhoud en bijbehorende begroting is hierbij een onmisbare schakel.

5.2 Opbouw van het systeem

5.2.1. Algemeen

In figuur 5.1 is het principe van het beheersysteem schematisch weergegeven.
Wat betreft het soort onderhoud wordt zowel "klein" onderhoud (jaarlijks bijvoorbeeld één of meerdere malen maaien van het profiel) als "groot" onderhoud (baggeren) onderscheiden.



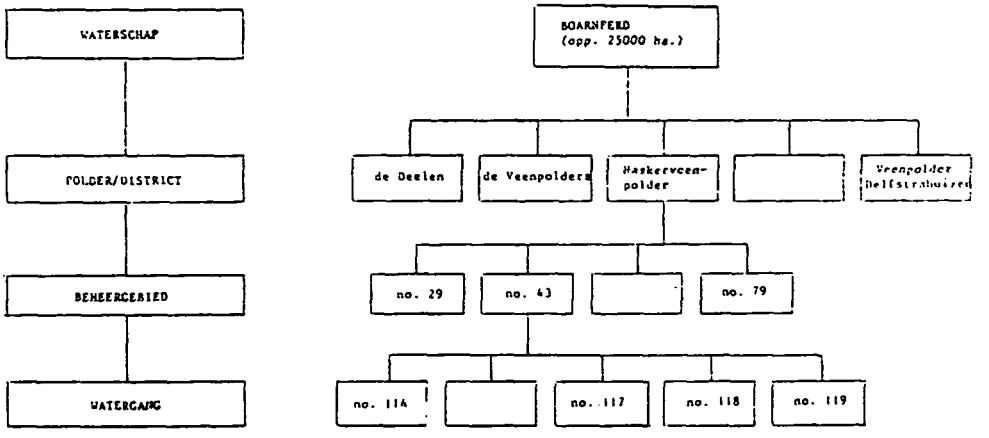
Figuur 5.1: Principe van het watergangenbeheersysteem

Ter bepaling en beheersing van de kosten die met het beheer en onderhoud van het watergangenstelsel zijn gemoeid, geeft het beheersysteem een overzicht van de opbouw van de jaarbegroting met specificaties per onderhoudsmaatregel, soort materieel en te onderhouden objecten. Tenslotte kan het beheersysteem als hulpmiddel worden gebruikt bij de nacalculatie, om na te gaan in hoeverre de planning en begroting zijn gerealiseerd.

5.2.2 Indeling van het waterschap

Om het beheer en onderhoud van de watergangen te kunnen analyseren en zodoende een goed inzicht te krijgen in de kosten, wordt het waterschap successievelijk in een aantal eenheden opgedeeld.
Achtereenvolgens worden onderscheiden: waterschap, polder of district, onderhoudselement en watergang. Bij deze indeling bestaat een onderhoudselement uit één of meerdere watergangen, waarin dezelfde onderhoudsmaatregelen met hetzelfde materieel in dezelfde periode worden uitgevoerd. De watergangen zijn de kleinste eenheden in het systeem.

In figuur 5.2 is schematisch de indeling van het waterschap Boarnferd, een waterschap in Friesland met een oppervlakte van 25.000 ha, weergegeven.



Figuur 5.2: Schematische indeling van een waterschap

5.2.3 Toekenning van maatregelen

In overleg met de beheerder wordt per onderhoudselement het benodigd onderhoud vastgesteld.
Dit onderhoud wordt gespecificeerd door de onderhoudsmaatregel, het in te zetten materieel, het aantal onderhoudsbeurten per jaar en de periode van onderhoud.
Binnen het "raamwerk" van het systeem kunnen zowel maatregelen voor klein onderhoud (bijvoorbeeld korven en klepelen), als ook maatregelen voor groot onderhoud (bijvoorbeeld baggeren) worden ingebouwd.

Het invoeren van de periode waarbinnen een onderhoudsmaatregel in een onderhoudselement wordt uitgevoerd, kan een 2-ledig doel dienen:

a) Aan het begin van het jaar kan het begin- en eindtijdstip worden vastgesteld, waarbinnen de onderhoudsmaatregelen in het beheergebied moet worden uitgevoerd.
   Door een evenredige tijdsverdeling over de tussenliggende periode in te voeren, wordt een totaaloverzicht van de bezetting van het materieel verkregen.
b) Later in het seizoen, als bekend is welke machine in welke periode naar welk onderhoudselement gaat, kan de eerder gemaakte globale planning worden bijgesteld tot een werkplan.

5.2.4 Overige gegevens

Ter berekening van de voor onderhoud benodigde uren en kosten moeten nog een aantal gegevens worden vastgesteld:
- specificaties per onderhoudselement;
- specificaties van het materieel;
- gegevens voor de nacalculatie.

Zo worden per onderhoudselement gegevens uit de staat van werken (lengte, bodembreedte enz.) vastgesteld, alsmede voor het onderhoud belemmerde factoren zoals bijvoorbeeld de aanwezigheid van afrastering. De aan- c.q. afwezigheid van afrasteringen kan bijvoorbeeld bepalend zijn voor het aantal werkgangen bij het onderhoud met een machine met bepaalde gieklengte.
Verder wordt zonodig een correctie voor de bovenbreedte van de watergang opgegeven om verschillen tussen het theoretische profiel volgens de legger en het werkelijke profiel te verdisconteren.

Per beheergebied dienen achtereenvolgens de drooglegging, gemiddelde correctie voor de bovenbreedte, de grondsoort en de correctiefactor voor de capaciteit van het materieel in verband met bereikbaarheid te worden aangegeven.
Indien de spreiding van de bovenbreedte-correcties voor de watergangen in één onderhoudselement klein is, kan per onderhoudselement een "gemiddelde" correctie voor de bovenbreedte worden opgegeven.
De correctiefactor voor de capaciteit van het materieel geeft de correctie op de productie in onbelemmerde toestand; dat wil zeggen situaties waarin de productie niet wordt beïnvloed door productieverminderde factoren zoals "omrijden" van perceel tot perceel, het passeren van hekken/afrasteringen enz.

Productiemetingen kunnen van belang zijn voor het nader vaststellen van de correctiefactor voor de capaciteit van het materieel.
De specificaties van het materieel betreffen soort machine, gieklengte, capaciteit, uurtarief en "eigen" of "derden".

Voor de nacalculatie kunnen per soort materieel de werkelijke bestede machine-uren per beheergebied en per periode worden bepaald.

5.3 Bepaling van het onderhoud en de kosten

Door een eenvoudige bewerking van de verzamelde gegevens wordt per onderhoudselement het onderhoud bepaald.

Hieruit wordt een planning afgeleid voor het in te zetten materieel:
- het benodigde machine-uren per onderhoudselement per periode;
- het totaal aantal benodigde machine-uren;
- de totaal te onderhouden lengte van watergangen als functie van de bodembreedte ("bodembreedte-klassen").

Vervolgens wordt een raming van de kosten voor het onderhoud van de watergangen vastgesteld:
- per onderhoudselement/district/waterschap;
- per onderhoudsmaatregel;
- per soort materieel.

De nacalculatie betreft een overzicht van:
- de uren en kosten per onderhoudselement/district/waterschap;
- de uren en kosten per soort materieel.

6. BEHEER VAN GEBOUWEN

6.1 Inleiding

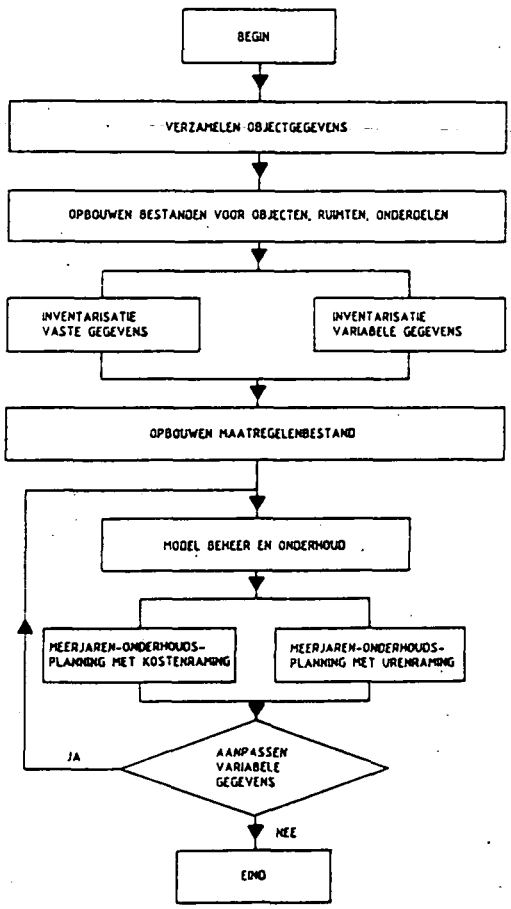
Regelmatig onderhoud van gebouwen is noodzakelijk om de kwaliteit van het gebouwde te handhaven zodat de gebruikswaarde op peil blijft. Deze doelstelling pleit voor zoveel mogelijk onderhoud. Gebrek aan financiële middelen dwingt echter vaak tot minimalisering van het onderhoud. Het is daarbij van belang, dat de beperkte middelen zo doelmatig mogelijk worden ingezet.

Om het beschikbare geld juist te kunnen besteden is het nodig inzicht te verkrijgen in de betreffende onderhoudsactiviteiten, wanneer deze moeten worden verricht en wat de daarmee gepaard gaande kosten zijn.

6.2 Opbouw van het systeem

6.2.1. Algemeen

In figuur 6.1 is schematisch aangegeven welke werkzaamheden moeten worden ondernomen ten behoeve van een systeem voor het beheer van gebouwen (objecten).



Figuur 6.1: schematische weergave van het systeem voor gebouwenbeheer

Onderstaand wordt puntsgewijs de verschillende werkstappen behandeld.

6.2.2 Verzamelen objectgegevens

Elk gebouw of andersoortig object, dient onder een aantal vaste kenmerken bekend te zijn. Deze kenmerken kunnen betrekking hebben op de ligging, het gebruik, de aard, het eigendom, de beheerder en dergelijke.

Alle te beheren objecten zullen op eenduidige wijze in het systeem moeten worden ingebracht. Hiertoe wordt een objectiebestand opgesteld.

Alle objecten zullen op eenduidige wijze opgedeeld moeten worden in ruimten en onderdelen.
Hiertoe wordt een ruimten- en onderdelenbestand opgesteld.

Voor het onderdelenbestand kan als basis gekozen worden voor de elementenverdeling uit het NL/SFB-systeem, die zorgt voor een ordelijke wijze van opsplitsen van alle objecten in grote elementen.

Elk element wordt naar eigen inzicht weer opgesplitst in kleinere onderdelen. Elk onderdeel kan bestaan uit diverse materialen en elk materiaal kan weer op diverse wijzen worden bewerkt.
Het onderdelenbestand betreft zo een overzicht van alle bij de betreffende objecten voorkomende elementen, onderdelen, materialen en bewerkingen. In dit bestand kan worden aangegeven in welke eenheid elk onderdeel wordt uitgedrukt (stuks, m^2, m') en hoe lang elk materiaal en elke bewerking normaal gesproken meegaat.

Het SFB-systeem werd omstreeks 1950 in Zweden ontwikkeld en in 1966 overgenomen door het Conseil International du Bâtiment (C.I.B.).

In Nederland is de zorg voor het systeem door het C.I.B. toevertrouwd aan het Bouwcentrum, dat daartoe de nederlandse SFB-commissie in het leven riep.
De nederlandse versie van het SFB-systeem, toegespitst op de nederlandse situatie, wordt aangeduid met NL/SFB. In 1978 is in Nederland dit systeem ingevoerd.
In de bouwwereld in Nederland is het langzamerhand als goed bruikbaar aanvaard. Het wordt door verschillende bedrijven voor de opzet van gebouwen-beheersystemen gebruikt.

6.2.3 Inventarisatie

Bij het opnemen van een gebouw in het systeem vindt allereerst een inventarisatie plaats van vaste en variabele gegevens.

Bij de inventarisatie van vaste gegevens worden alle in het gebouw aanwezige onderdelen geregistreerd. Tevens wordt daarbij aangegeven uit welk materiaal het onderdeel bestaat en welke bewerking wordt beschouwd. Op deze lijsten wordt ook de hoeveelheid van elk materiaal aangegeven. Deze inventarisatie van vaste gegevens, de kwantitatieve inventarisatie, is eenmalig.
De inventarisatie van variabele gegevens houdt in de beoordeling van de kwaliteit van materiaal en bewerking.

Hierbij wordt de restlevensduur vastgesteld van het materiaal en wordt aangegeven wanneer de beschouwde bewerking van het materiaal opnieuw moet plaatsvinden. Deze kwalitatieve inventarisatie geschiedt periodiek, bij voorkeur jaarlijks.

6.2.4 Maatregelen

In het systeem wordt een bestand opgenomen met kostennormen voor het eventueel vervangen of onderhouden van alle mogelijke onderdelen. Deze normen zijn opgebouwd uit loon-, materiaal-, en machinekosten. De loonkosten zijn opgebouwd uit het benodigde aantal manuren en het toe te passen uurloontarief. Het is hierbij mogelijk om verschillende loontarieven op te nemen. Desgewenst kunnen de kostennormen worden aangepast.

Naast de kostennormen kunnen in een maatregelenbestand per onderdeel worden aangegeven de coderingen van onderhoudsactiviteiten en urgentiefactoren.
Met de codering voor de onderhoudsactiviteiten is het mogelijk om de te nemen vervangings- en onderhoudsmaatregelen in verschillende categoriën in te delen. Te denken valt hierbij aan bijvoorbeeld schilderwerk.

6.2.5 Model beheer en onderhoud

Tijdens de inventarisatie wordt vastgesteld wanneer een bepaalde onderhoudsbewerking moet plaatsvinden.
In het maatregelenbestand is vastgelegd wat de met deze bewerking gepaard gaande kosten zullen zijn.
In de onderdelenbestand is vastgelegd om de hoeveel jaren de betreffende bewerking moet worden herhaald.

In het systeem voor beheer en onderhoud worden bovenstaande gegevens met elkaar in verband gebracht. Bepaald wordt daarmee hoeveel de betreffende bewerking kost, wanneer deze de eerstvolgende keer moet plaatsvinden en wanneer deze de daaropvolgende keren moet plaatsvinden.

6.2.6 Resultaten

De resultaten van de bewerking uit par. 6.2.5 kunnen worden weergegeven in de vorm van een onderhoudsplanning over een aantal jaren. In deze planning kunnen kosten of manuren zijn vermeld.
Aan de hand van de in par. 6.2.4 genoemde coderingen kunnen op diverse wijzen selecties op de planning worden toegepast.

6.2.7 Aanpassen variabele gegevens

Indien gewenst kunnen aan de hand van de resultaten de tijdens de kwalitatieve inventarisatie vastgestelde waarderingen worden bijgesteld, waarna opnieuw het model beheer en onderhoud in werking kan worden gesteld.
Bijstelling kan bijvoorbeeld gewenst zijn om bepaalde onderhoudsbewerkingen gelijktijdig te laten plaatsvinden of omdat de beschikbare middelen niet toereikend blijken te zijn.

6.3 Onderhoudsnormen

De in het onderdelenbestand opgenomen levensduren van materialen en onderhoudsfrequenties van bewerkingen zijn niet genormeerd. In literatuur betreffende beheer en onderhoud van gebouwen worden hiervoor wel richtlijnen gegeven.

Bepaling van de restlevensduur van materialen en bewerkingen is subjectief. Hierdoor bestaan geen algemeen geldende normen. Iedere gebruiker bepaalt zelf welke staat van onderhoud voor hem acceptabel is.

Door het ontbreken van voldoende onderzoek op dit terrein zijn voor de verschillende materialen en bewerkingen geen gedragsmodellen beschikbaar. Door de veelheid van onderdelen, materialen en bewerkingen en de voortdurende toepassing van nieuwe materialen zou het ook niet doenlijk zijn om eventuele gedragsmodellen in een gebouwbeheersysteem in te bouwen, zoals dit bij wegbeheer wel kan geschieden.

6.4 Uitvoering inventarisatie

Benodigde gegevens

Het is aan te bevelen om, voordat met de uitvoering van de inspectie en inventarisatie wordt gestart, een routing vast te stellen langs de op te nemen objecten. Alle objecten worden voorzien van een vast nummer.

Ook binnen elk object dient een eenduidige routing te worden vastgesteld. Aan de hand van bouwkundige plattegronden kunnen daartoe op A4-formaat schematische verkleiningen worden gemaakt.
Op deze verkleiningen kan tijdens de uitvoering de ruimtenummering worden vastgesteld.
De gevels worden elk voorzien van een nummer, ook geldt dit voor elk dakvlak. Alle binnenruimten krijgen vervolgens een nummer, evenals de kruipruimten.

Onderdelen van het object, die bij twee ruimten zouden kunnen horen, worden steeds toegerekend aan het laagste ruimtenummer.

Indien geen plattegronden van het object beschikbaar zijn, dienen toch plattegronden op A4-formaat te worden gemaakt. Het is van het grootste belang, dat steeds eenduidig vaststaat waar welke onderdelen zich bevinden.
Eventueel beschikbare geveltekeningen kunnen een goede dienst bewijzen bij het vaststellen van hoeveelheden betreffende de in de gevels aanwezige onderdelen.

Inspectiehandboek

Het inspectiehandboek bestaat uit hoofdstukken die elk een gedeelte van het onderdelenbestand bevatten. Zo worden in het hoofdstuk "gevels" alle onderdelen, materialen en bewerkingen opgenomen die mogelijk in een gevel kunnen voorkomen.

In het inspectiehandboek bevinden zich hoofdstukken voor daken, gevels en binnenruimten. Indien gewenst kan dit laatstgenoemde hoofdstuk nog verder worden uitgesplitst naar verschillende soorten ruimten.
De hoofdstukken in het handboek vormen een checklist ten behoeve van de inventarisatie en inspectie van respectievelijk daken, gevels en ruimten.

Ten behoeve van de ordelijke notitie van de gegevens van de objecten dienen voor de start van de uitvoering van de inspectie en inventarisatie inspectieformulieren aanwezig te zijn.

7. BEHEER VAN GROENVOORZIENINGEN

7.1 Inleiding

De toename van de oppervlakte aan groenvoorzieningen, de veranderingen binnen het gebruik hiervan en de vernieuwde opvattingen ten aanzien van het groenbeheer hebben ertoe geleid, dat het beheer gecompliceerder werd. Tot voor kort werd hierop ingespeeld door rationalisatie in technisch-organisatorische zin. Bij de huidige bezuinigingen kunnen verbetering van organisatie en meer mechanisatie echter geen uitkomst meer bieden.
De beheer- en onderhoudskosten van plantsoenendiensten zijn vaak hoger dan van enige andere gemeentelijke dienst. Omdat het groen leeft en groeit zal voortdurend begeleiding nodig zijn en zullen uiteindelijk de beheer- en onderhoudskosten de aanlegkosten vele malen overtreffen.
Het openbare groen behoort tot de "zachte sector". De waardering van het groen mag weliswaar groot zijn, het belang algemeen aanvaard, maar de noodzaak van juist groenbeheer is moeilijk aantoonbaar.

Dientengevolge is gestreefd naar een methode waarbij alle aspecten die van invloed zijn op het beheer en onderhoud van het openbare groen kunnen worden afgewogen. Door een juiste onderlinge afstemming van doel en middelen planning kan dit worden bereikt:

- het doel : hetgeen wordt beoogd met het beheer in relatie tot de functie van het openbare groen en de manier waarop dit wordt gebruikt;
- de middelen : de beschikbare mensen, machines en financiën en de beheer- en onderhoudsmaatregelen waarmee het openbare groen in stand wordt gehouden;
- de planning : de inschakeling van de middelen voor de uitvoering van het onderhoud van het openbare groen.

Groen blijkt vele functies te vervullen en blijkt op veel verschillende manieren te worden gebruikt. Dit betekent een grote verscheidenheid in groenelementen die elk voor zich op een eigen efficiënte wijze kunnen worden onderhouden.

Het beeld van het groen, in relatie tot de functie en het gebruik van het groen, zal sterk worden bepaald door de beschikbare (budgettaire) middelen. Aangegeven dient te worden wat de gevolgen voor het groen zullen zijn indien geen gehoor meer kan worden gegeven aan de doelstellingen c.q. uitgangspunten voor het beheer. Hierbij zal een hoge prioriteit dienen te worden gegeven aan de variatie in het groen en de functievervulling van het groen.

7.2 Het groenbeheersysteem

Alleen een integrale aanpak, waarbij zowel het doel (functie en beeld), de middelen (mensen, machines, financiën en onderhoudsmaatregelen) als de planning (werkvoorbereiding, organisatie en kostenbewaking) in beschouwing worden genomen leidt tot een beleidsmatig en kostenbewust groenbeheer. Om de samenhang tussen deze drie aspecten expliciet en bespreekbaar te maken worden plannen op een drietal niveau's ontwikkeld (fig. 7.1):

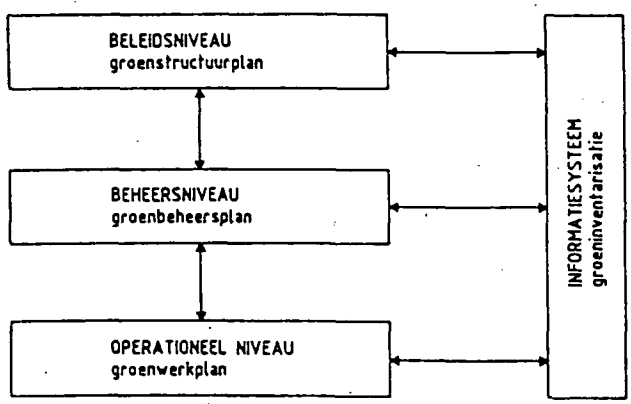
- het beleidsniveau: groenstructuurplan;
- het beheerniveau: groenbeheerplan;
- het operationeel niveau: groenwerkplan.

In het groenbeheerplan worden de structuur, het beeld, de belevings- en gebruikswaarde van het openbare groen aangegeven. Op basis van een analyse van de groenstructuur worden uitgangspunten voor het beheer geformuleerd. Daarnaast wordt inzicht verkregen in het functioneren van het groen; in de mogelijkheden voor (her)inrichting en de gevolgen daarvan voor het beheer en onderhoud. Tevens kunnen motieven voor gewenste ontwikkelingen worden aangegeven.

In het groenbeheerplan wordt de beleidsvisie uit het groenstructuurplan uitgewerkt en vertaald in concrete maatregelen. Het groenbeheerplan vormt de spil tussen beleid en uitvoering.
Per groep van objecten worden de beheer- en onderhoudsmaatregelen aangegeven, die noodzakelijk zijn om de functievervulling en het gebruik van de desbetreffende groenobjecten in stand te houden.
Daarbij zullen zowel de gevolgen van die maatregelen voor het aanzien als de financiële consequenties worden aangegeven. Het resultaat dient te worden getoetst aan de budgettaire mogelijkheden.
Indien de begroting niet sluitend is zal in eerste instantie binnen de gestelde doelstellingen naar alternatieven dienen te worden gezocht. Geeft dit geen uitkomst dan zullen, als de financiële middelen niet worden verruimd, de doelstellingen dienen te worden bijgesteld.

In het groenwerkplan wordt informatie gegeven over de onderhoudsmaatregelen per tijdseenheid en de daarvoor benodigde arbeid, machines, materialen en financiële middelen per wijk en zo nodig per object. Het is een concreet uitvoeringsplan.
Met behulp van nacalculatie kan de gemeente nagaan of de planning wordt waargemaakt. De nacalculatie geeft tevens informatie voor het opstellen van de begroting voor het volgend jaar.

Voor het opstellen van het groenstructuurplan, het groenbeheerplan en het groenwerkplan zijn inventarisatiegegevens onontbeerlijk.
De inventarisatie vormt de basis voor de drie plannen.



Figuur 7.1: schema groenbeheer

In het onderstaande wordt nader ingegaan op de wijze waarop een groenbeheerplan en een werkplan tot stand kunnen worden gebracht, hieraan voorafgaande zal de inventarisatie worden behandeld.

7.3 Inventarisatie

De inventarisatie is een belangrijk gegeven omdat op alle niveau's voor alle drie genoemde plannen: groenstructuurplan, groenbeheerplan en werkplan, inventarisatiegegevens nodig zijn.

7.3.1 Kwalitatieve inventarisatie

Onafhankelijk van de wijze waarop de inventarisatie wordt uitgewerkt, zullen de volgende handelingen moeten worden verricht:
- vaststellen objectgrenzen;
- coderen van de objecten;
- classificeren van de objecten;
- opnemen van de samenstelling van de objecten.

Het groen wordt verdeeld in objecten. De objecten worden bepaald naar geografische, functionele, administratieve en organisatorische kenmerken. De objecten dienen geografisch overzichtelijk te zijn en functionele eenheden te vormen.

De codering van de objecten vindt plaats naar gebieds- of werkeenheden: sectie, wijk, buurt of posthuis, wijkploeg enz.

De classificatie van de objecten vindt plaats naar functie, niveau en ligging. Daarnaast kunnen bij de objectenclassificatie bijzondere factoren mede in de beoordeling worden betrokken, zoals bijzondere structurerende elementen of specifieke objecten.

De objectgegevens omvatten gegevens van elk afzonderlijk gecodeerd en geclassificeerd groenelement.

De objecten worden alle geclassificeerd naar functie, niveau en ligging. Een objectklasse is dan een verzameling van alle objecten met eenzelfde classificatie, dat wil zeggen eenzelfde functie, niveau en ligging.

Hieronder volgt een voorbeeld van objectclassificatiefactoren:

Functie:	1. aankledingsgroen; 2. gebruiksgroen; 3. verkeersgroen; 4. groen rond bijzondere bebouwing; 5. tuinen van openbare gebouwen; 6. sportcomplexen; 7. begraafplaatsen.
Niveau:	1. woning- en blokniveau; 2. buurtniveau; 3. wijkniveau; 4. bovenwijksniveau.
Ligging:	1. centrumgebied; 2. woongebied; 3. industriegebied; 4. randstedelijk gebied; 5. buitengebied.

7.3.2. Kwantitatieve inventarisatie

De kwantitatieve inventarisatie is erop gericht om antwoord te geven op de vraag wat er is aan openbaar groen, waar het ligt, hoeveel en in welke samenstelling.
De gegevens voor de beantwoording van deze vraag worden volgens de onderstaande werkmethodiek verzameld en geordend.

Het plangebied wordt verdeeld in bijvoorbeeld wijken en buurten.
De objecten worden vervolgens per buurt aangegeven en hebben een volgnummer per buurt, zodat de ligging van het object vastligt.
Een object bestaat uit beheercategorieën bijvoorbeeld bomen, heesters, gras, speelelementen met eenzelfde classificatie c.q. functie, niveau, ligging en wordt begrensd door een buurtgrens of door objecten met een andere classificatie.

Vervolgens worden de oppervlakten, lengten en aantallen van de beheercategorieën bepaald.
De ligging van het object wordt bepaald door de wijk-buurt-objectindeling en de objectklasse van het object door de combinatie van functieniveau-ligging. Voor iedere beheerscategorie staan de bijbehorende codes en de hoeveelheden vermeld.
Tevens worden voor ieder object de boomsoorten en de aantallen hiervan aangegeven.
De inventarisatiegegevens van de objecten worden eerst gesommeerd voor de buurten, dan voor de wijken, en vervolgens voor de gehele gemeente.

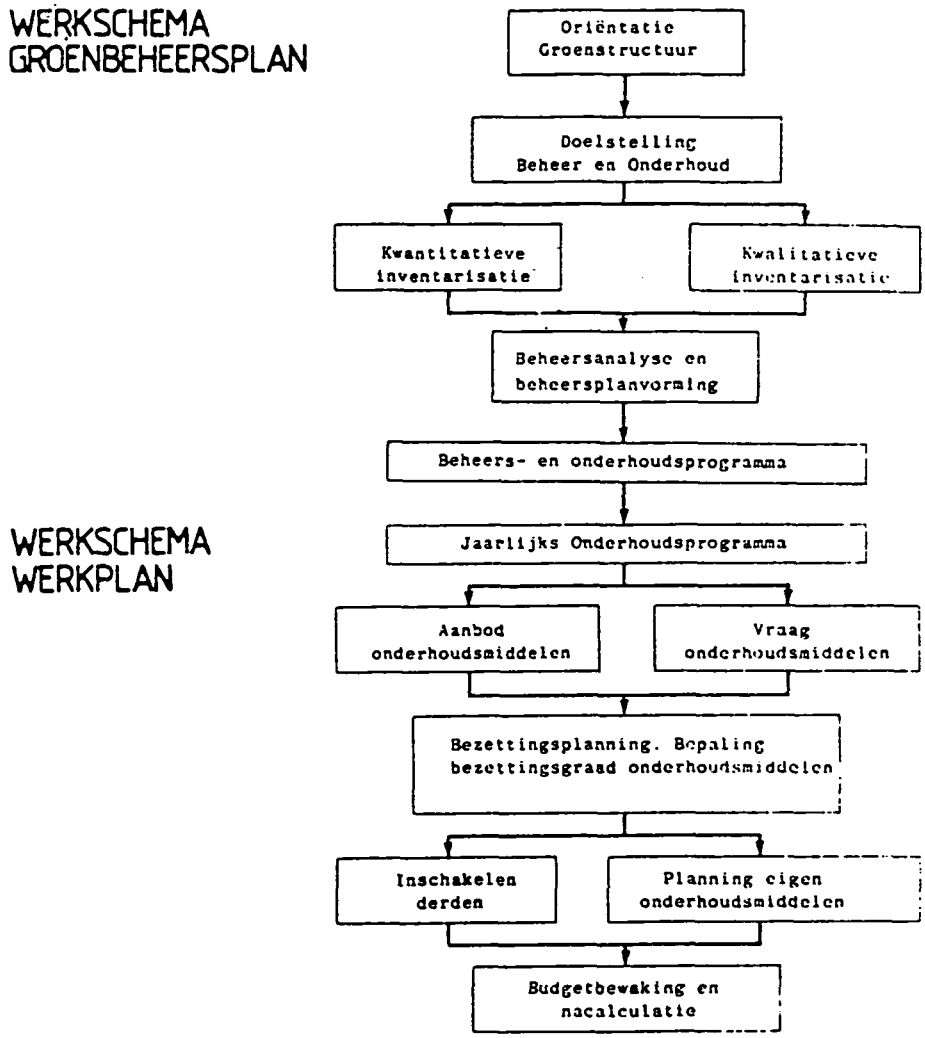
7.4 Het beheerplan

Het groenbeheerplan geeft gestalte aan de beleidsvisie ten aanzien van het beheer zoals deze is geformuleerd in het groenstructuurplan.
De beleidsvisie wordt vertaald in concrete beheermaatregelen. Het groenbeheerplan geeft inzicht in het beheer zowel op kortere als op langere termijn en geeft de mogelijkheid om gericht naar alternatieven te zoeken.

Voor het opstellen van een groenbeheerplan dienen een aantal werkzaamheden te worden verricht. Deze zijn schematisch in fig. 7.2 aangegeven.

Van de objecten zoals deze in het grondstructuurplan zijn bepaald worden inventarisatiegegevens van de beheercategorieën -bomen, bosplantsoen, heesters, gras, enz.- verzameld.

Behalve objectiegegevens worden ook beheergegevens verzameld. De beheergegevens geven informatie over de maatregelen per beheercategorie zoals die bij het huidige beheer worden toegepast.
Tevens kunnen per beheercategorie in relatie tot het beoogde doel mogelijke alternatieve maatregelen worden aangegeven. Daarbij zal enerzijds aandacht aan de tijdsnormen en kosten van de beheermaatregelen moeten worden geschonken en anderzijds aan de gevolgen van de maatregelen voor de functievervulling, het gebruik, het aanzien, de ontwikkeling en de instandhouding van het openbare groen.



Figuur 7.2: werkschema groenbeheer

Bij de beheerplanvorming vindt een koppeling plaats tussen het beheer en de objectclassificatie. Per objectgroep (beheergroep) en per beheercategorie wordt aangegeven welke beheer- en onderhoudsmaatregelen met het huidige beheer worden toegepast.

De beheermaatregelen zijn op basis van een aantal uitgangspunten vastgesteld.
Deze hebben betrekking op de beleidsuitgangspunten, doelstellingen, de beheergroepen voor het openbare groen en de aard en samenstelling van het openbare groen. Een beheergroep voor het groen bestaat uit één of meerdere objectklassen (functie-niveau-ligging), waarvoor hetzelfde soort onderhoud geldt.
Voor iedere beheercategorie is per beheergroep het volgende bepaald:

WAAROM de beheermaatregelen worden toegepast. Dit heeft betrekking op de beheergroepen waarin de beheercategorieën zich bevinden.

WAT er moet gebeuren. Per beheercategorie en beheergroep is vastgesteld welk beheermaatregelenpakket dient te worden toegepast.

HOE moet het gebeuren. De beheermaatregelen kunnen op verschillende wijze worden uitgevoerd. Per beheermaatregel is de methode voor de uitvoering bepaald.
Aan deze beheermaatregelen zijn normen voor arbeid, machines en materiaal toegevoegd.

WAARMEE moet het gebeuren; de te gebruiken middelen. Per beheermaatregel en voor ieder beheermaatregelenpakket is bepaald hoeveel mensen en welke machines en materialen nodig zijn. Tevens zijn hiervoor de tarieven vastgesteld.

WANNEER moet het gebeuren. De tijdstippen waarop de beheermaatregelen moeten worden uitgevoerd zijn vastgesteld, evenals de frequentie waarmee ze dienen te worden uitgevoerd en het percentage van de te bewerken hoeveelheid (oppervlakte, aantallen, lengtes).

De beheeranalyse en -planvorming bestaat dan uit het nagaan en vaststellen van het waarom-wat-hoe-waarmee-wanneer beheermaatregelen van een bepaalde beheercategorie dienen te worden toegepast.

Per beheergroep of combinaties van beheergroepen worden voor de betreffende beheercategorie de beheermaatregelen met een omschrijving, de frequentie en het bewerkingspercentage van de oppervlakte aangegeven. Een beheergroep bestaat uit één of meerdere objectklassen.
Voor de beheermaatregelen kunnen per beheermaatregel meerdere onderhoudsniveau's worden onderscheiden variërend van arbeidsintensief tot arbeidsextensief.

In het onderstaande voorbeeld zijn voor de beheermaatregel onkruidbestrijding van de beheercategorie bosplantsoen de volgende onderhoudsniveau's te onderscheiden:

Onderhoudsniveau	Beheergroep	Beheermaatregel	Code maatr.	Freq.	%	Kosten per m² f	Totale kosten f
1	1,2,13	schoffelen	189	5	30	0,41	
		uitharken	194	5	30	0,40	0,81
2	10,11,12	selectief wieden	192	2	40	0,56	0,56
3	14	onkruidbestrijding handmatig strooien	182	1	30	0,05	
		schoffelen	189	3	30	0,25	
		uitharken	194	3	30	0,24	0,54
4	3,5,7,8	onkruidbestrijding handmatig strooien	182	1	10	0,01	
		schoffelen	189	2	25	0,14	
		uitharken	194	2	25	0,13	0,28
5	4,6	onkruidbestrijding landmatig strooien	182	1	20	0,03	0,03
6	9	-					

Door uitwerking van het beheer- en onderhoudsprogramma wordt een gedifferentieerde en genormeerde onderhoudsbegroting verkregen. Deze begroting geeft inzicht in de financiële consequenties van het beheer op grond waarvan bij de terugkoppeling naar de beheerplanvorming gericht naar alternatieve beheermaatregelen kan worden gezocht.
Per beheergroep en per beheercategorie kan dan een afgewogen keuze worden gemaakt welke maatregelen noodzakelijk zijn om de groenelementen in stand te houden. Tevens kan worden aangegeven wat de keuze van de maatregelen betekent voor het onderhoudsbudget.
Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt tussen een gewenst beheerniveau en een minimaal beheerniveau per beheergroep en per beheercategorie. Het gewenste beheerniveau kan variëren, is tijdsgebonden. Het minimale beheerniveau, in relatie tot de functievervulling, is vast aangezien anders het object zijn functies verliest.
De speelruimte tussen het gewenste en het minimale onderhoudsniveau vormt de ruimte, waarbinnen het beheer en onderhoud kunnen worden afgestemd op de budgettaire mogelijkheden.

De beheerplanning vindt plaats voor kortere en voor langere termijn. De beheermaatregelen voor kortere en langere termijn dienen zorgvuldig op elkaar te worden afgestemd. Dit is vooral van belang om te voorkomen, dat op kortere termijn besparingen worden gezocht, die op langere termijn tot meerkosten leiden.

Op basis van het beheersplan kan een beheer- en onderhoudsprogramma worden opgesteld. Aan de onderhoudsmaatregelen worden normen voor de uitvoering van het onderhoud toegevoegd.
Deze normen hebben betrekking op manuren, machine-uren en benodigde materialen.
Vastgesteld worden de totale kosten, arbeids- en machinebehoefte en de materiaalkosten voor de onderhoudspakketten van de diverse beheercategorieën per beheergroep.

7.5 Het groenwerkplan

Het groenwerkplan sluit direct aan op het beheer- en onderhoudsprogramma van het groenbeheerplan en geeft een uitwerking hiervan.
Het werkplan is een concreet uitvoeringsplan, dat ieder jaar dient te worden opgesteld. Het geeft informatie over het hoe, waar, wanneer en hoeveel van de onderhoudsmaatregelen, arbeid, machines en financiële middelen nodig zijn.
Het geeft tevens mogelijkheden om te controleren of de planning wordt waargemaakt.

Voor de onderhoudsmaatregelen zal eerst, verdeeld over de maanden van het jaar, worden aangegeven wanneer deze worden uitgevoerd.
Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in perioden waarin een maatregel beslist moet worden uitgevoerd; in perioden waarin het wenselijk is een maatregel uit te voeren en in perioden waarin een maatregel ook kan worden uitgevoerd.
Tevens zal bepaald dienen te worden wat het aantal productieve uren per maand zijn in verband met feestdagen, vakantie, ziekte, licht-, regen- en vorstverlet.

Vervolgens kan het aantal arbeids- en machine-uren per wijk voor de hele gemeente worden bepaald, wanneer de maatregelen worden uitgevoerd in de meest gewenste periode.
Door confrontatie van deze gegevens met de beschikbare arbeidsuren per maand wordt een inzicht verkregen in de arbeidsbezetting.
Pieken en dalen worden op deze manier zichtbaar gemaakt.

Optimalisering kan nu plaatsvinden door gebruik te maken van perioden waarin maatregelen ook kunnen worden uitgevoerd. De arbeidspieken worden afgezwakt en de dalen worden opgevuld.

Toetsing van de, volgens deze werkwijze, verkregen resultaten geeft een inzicht in hoeverre met de (huidige) beschikbare arbeids- en machine-uren de werkzaamheden kunnen worden verricht.
De overgebleven pieken, onderbezetting in de arbeids- en/of machine-uren, kunnen worden weggewerkt door inschakeling van derden c.q. uitbesteding.

Door middel van nacalculatie kan worden nagegaan of de planning wordt waargemaakt en kan het budget worden bewaakt.
Hiervoor dienen de tijdsbesteding en de kosten per beheermaatregel of per beheercategorie worden opgegeven en in de perioden aansluitend op de planning (maandelijks) te worden verwerkt.
Deze nacalculatie geeft een globale controle van de normen.

Wanneer de prestatie sterk afwijkt van de norm dient te worden onderzocht: of de gevolgde werkmethode juist is of dat deze kan worden verbeterd; of de norm wel goed is; of de inzet wel optimaal is; of dat voor bepaalde objecten correctiefactoren moeten worden ingevoerd in verband met bijvoorbeeld versnippering of bereikbaarheid.
Deze informatie kan bij het opstellen van het werkplan en begroting voor het volgende jaar worden verwerkt.

8. BEHEER VAN BOEZEMKADEN

8.1 Inleiding

Ofschoon het hier geen beheermodel betreft in de zin van de overige in dit rapport behandelde systemen, waarin het normale onderhoud wordt gekwantificeerd op basis van economische uitgangspunten, en het geen brede onderbouwing kent, wordt het zinvol geacht hier nader op in te gaan.
Het systeem geeft namelijk aan op welke wijze in het beheer met de veiligheid van waterkeringen, in dit geval boezemkaden, mogelijk rekening kan worden gehouden.

De opbouw van de ondergrond in het gebied waar boezemkaden voornamelijk zijn gesitueerd geeft aanleiding tot voortdurend wegzakken van de kaden.
Het is daarom nodig de kaden periodiek op te hogen en te verbeteren om de achterliggende gebieden tegen overstromen te behoeden. Ook beschadiging t.g.v. golfaanval, kwel etc, kunnen onderhoud nodig maken.

Gezien de grote lengten van de te onderhouden kaden is het niet verwonderlijk, dat dit periodiek verbeteren van de kaden grote financiële offers vraagt. In de praktijk betekent het dat de waterschappen met beperkte financiële middelen de waterkeringen in zo optimaal mogelijke staat trachten te houden. Hierbij wordt gestreefd naar een zo hoog mogelijk rendement van het besteedbare budget.
Om hierin te slagen, kan het toepassen van een beheersysteem zinvol zijn.

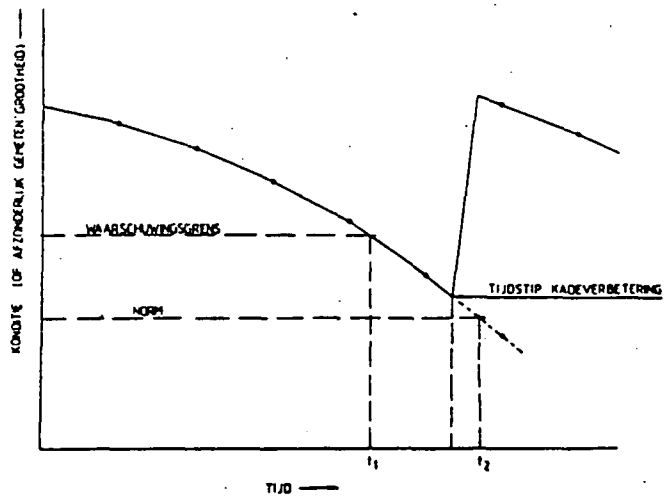
8.2 Beschrijving en opbouw van het systeem

Zoals reeds is opgemerkt, kan de toepassing van een rationele aanpak van de beheer- en onderhoudsproblematiek voor kaden een goed hulpmiddel zijn bij de vaststelling van een zo efficiënt mogelijke besteding van het onderhoudsbudget.
Op grond van zuiver economische motieven betekent dit, dat men dient te streven dat door de verbeteringswerken een zo groot mogelijke vermindering van de kapitaliseerde waarde van de jaarlijkse rampschadeverwachting ontstaat tegen zo gering mogelijke aanlegkosten.

Ook andere redenen, zoals budgettaire, technische of van bestuurlijke aard, kunnen echter de omvang van de dijkverbetering bepalen. Daarnaast is het om sociale redenen niet haalbaar de veiligheid van personen in geld uit te drukken. Een andere methode is daarom gekozen.

Bij de opzet van een rationele aanpak van het onderhoud van kaden zal men allereerst moeten streven naar de opbouw van een gegevensbestand. Deze gegevens hebben betrekking op het profiel van de kade, de kruinhoogte, kwel etc. Verzamelt men deze gegevens periodiek, dan kan men in een bepaalde periode een indruk verkrijgen van de konditie van de kade. Deze konditie zal, naarmate de tijd verstrijkt, minder worden. Men zal er echter voor moeten waken, dat de konditie niet minder wordt dan een daarvoor te stellen norm.
Vóór de tijd dat de "norm-konditie" wordt overschreden, zal men tot kadeverbetering moeten overgaan.

Het beheersysteem zal erop moeten worden gericht om het tijdstip van kadeverbetering meer of minder nauwkeurig te voorspellen door extrapolatie van de beschikbare gegevens van de konditie van het betreffende dijkvak. Dit biedt dan de mogelijkheid om verbeteringswerken en de kosten hiervoor over wat langere termijn te prognotiseren.
Ter toelichting wordt verwezen naar fig. 8.1.

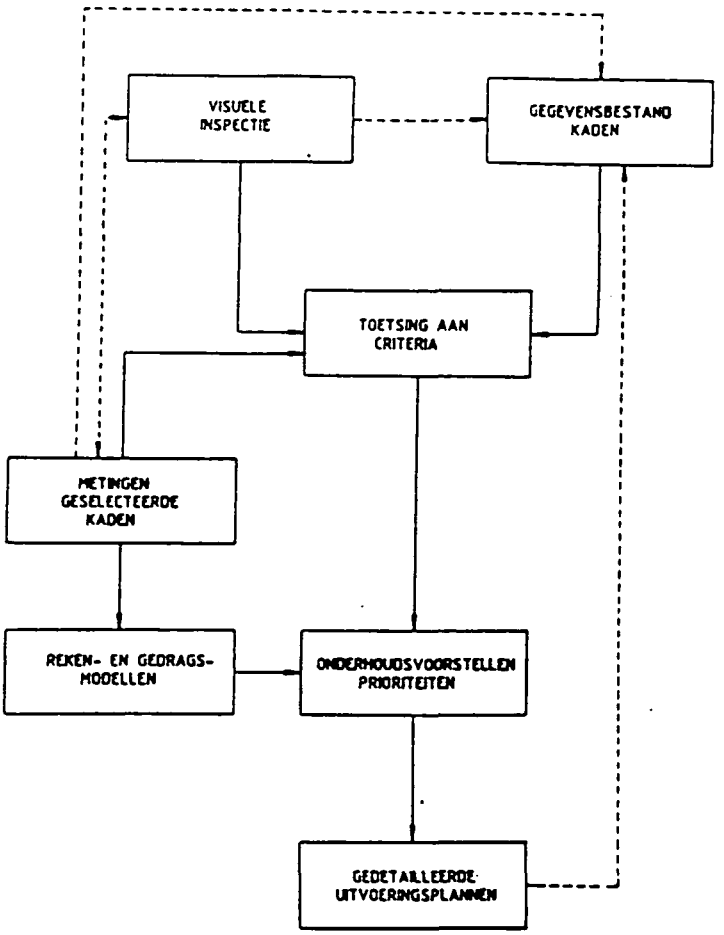


Figuur 8.1: verloop van de conditie van de kade in de tijd

Het formuleren van de normen is geen eenvoudige zaak. Dit zal onder meer afhangen van de situering van het kadevak, de schadegevoeligheid van het te beschermen gebied, de geologische gesteldheid ter plaatse, de aanwezigheid van scheepvaart en golfaanval.

De inventarisatie- en meetgegevens worden getoetst aan de gestelde kriteria.
Op basis hiervan kunnen onderhoudsvoorstellen worden gedaan voor:
- direkt noodzakelijk onderhoud;
- verbeteringswerken op middellange termijn (< 5 jaar) (op grond van prioriteiten).

Vervolgens kunnen globale begrotingen voor de uitvoering van de onderhoudsvoorstellen worden opgesteld.
Periodiek moet deze opzet worden gewijzigd naar nieuwe inzichten en ervaringen. In fig. 8.2 is dit in een stroomschema nader toegelicht.



Figuur 8.2: schema boezemkadebeheer

8.3 Inventarisatie van gegevens

Gezien de grote gevariëerdheid van de kaden, niet alleen qua type maar ook binnen waterschap, zal eerst een algemene oriëntatie dienen plaats te vinden.
Dit houdt in:
- oriëntatie van de problematiek;
- bestuderen van financiële, personele en organisatorische aspekten met betrekking tot de tot nu toe gevolgde methode voor onderhoud van kaden binnen het waterschap;
- bestuderen van technische knelpunten in samenhang met de geografie en geologie binnen het waterschap;
- bestuderen van beleidsaspekten met betrekking tot het onderhoud tot nu toe;
- formuleren van de doelstelling(en) van het systeem.

Vervolgens dient een inventarisatie plaats te vinden. Hiertoe zal het te beheren object in eerste plaats moeten worden gekwantificeerd.
In dit kader vindt een opdeling van het waterschap plaats in achtereenvolgens polders (dijkringen), kaden en kadevakken.

Het kadevak dat een karakteristieke sectie van de kade omvat wordt vervolgens kwalitatief op een aantal zaken geïnventariseerd.
Belangrijk hierbij is dat de kadevakken worden genummerd, waarbij zoveel mogelijk aangesloten dient te worden bij een eventueel aanwezige legger en dat ze op overzichtelijke kaarten worden aangegeven.

Een schema voor routine-inspektie wordt opgesteld.
Dit om schadevallen te lokaliseren die direkt kunnen worden hersteld. Ook kan deze inspektie de opzet van een jaarlijks onderzoekprogramma vergemakkelijken. Voor de routine-inspektie kan de jaarlijkse schouw worden gebruikt.

De inventarisatie wordt gesplitst in twee fasen:

1. De globale visuele inspektie en opmeting met als doel:
   - selektie van kaden voor nader onderzoek;
   - signaleren van schaden;
   - vergelijking van de konditie van de kade met het vorige jaar (konditie tijdsafhankelijk).

   De globale visuele inspektie moet periodiek plaatsvinden.
   Hoe dichter de konditie van de kade zich bij de "norm-konditie" bevindt, des te korter zal de periode tussen iedere inspektie kunnen zijn. Daartegen behoeft een pas verbeterde kade waarschijnlijk niet elk jaar te worden geïnspekteerd.

2. Het uitvoeren van een gedetailleerde inspektie van geselekteerde kadegedeelten.

8.4 Bepaling van het noodzakelijke kadeverbeteringswerk

Zoals reeds is besproken, zou de economisch wenselijke volgorde moeten worden bepaald op basis van een minimalisatie van gekapitaliseerde jaarlijkse rampschadeverwachtingen en kosten voor kadeverbetering. In de praktische toepassing van dit principe schuilt echter de grote moeilijkheid.
Bij de bepaling van schade bij dijkdoorbraak in een polder en daarbuiten spelen een groot aantal objectieve en subjectieve factoren een rol.
Van de subjectieve factoren kunnen worden genoemd het verlies van mensenlevens, de sociale ontwrichting etc.
Omdat deze factoren in kwantitatieve zin niet in geld kunnen worden uitgedrukt, is de vaststelling van een totale rampschade vooralsnog niet mogelijk.

Om toch een indruk te krijgen van de volgorde waarin kaden zouden moeten verbeterd is gebruik gemaakt van de hieronder vermelde methode voor urgentiebepaling van kadeverbeteringswerken. Het uitgangspunt bij deze methode is, dat de urgentie wordt bepaald door de kans op een doorbraak en de mate van schade die daarbij ontstaat.

De kansbepalende factoren met bijbehorend waarderingscijfer van een dijkvak worden als volgt bepaald:

kansbepalende faktor	waarderingscijfer
a. normaal stabiel profiel, waarbij een afwijking van 0,05 m in de kruinbreedte ten opzichte van reglementsbreedte nog wordt geaccepteerd	1
b. zwaar profiel, te lage kruin of te licht profiel	2
c. licht profiel, te lage kruin	3
d. licht profiel met kwelverschijnselen die ernstiger zijn dan "lichte kwel, die over gemiddeld meer dan 10% van de vaklengte voorkomt"	4
e. zwaar profiel met kenmerken van instabiliteit (kwelverschijnselen, scheurvorming, door C.O.W. berekende instabiliteit enz.)	4
f. idem bij een licht profiel	6

De schadebepalende factoren hebben betrekking op de in de polder gelegen roerende en onroerende goederen, alswel schaden die kunnen ontstaan buiten de polder. De schadebepalende factoren en hun waarderingscijfers zijn in dit systeem als volgt:

schadebepalende faktor	waarderingscijfer
1. Beschermd polderoppervlak	
- kleiner dan 100 ha	1
- van 100 tot 500 ha	2
- groter dan 500 ha	4
2. Polderpeil	
- hoger dan N.A.P. - 1,70 m	1
- van N.A.P. - 1,70 m tot N.A.P. 2,50 m	2
- van N.A.P. - 2,50 m tot N.A.P. 3,50 m	4
- lager dan N.A.P. - 3,50 m	8
3. Bebouwing woonkernen in de polder	
- niet of nauwelijks aanwezig	1
- enige bebouwing	4
- veel bebouwing	8
- woonkernen	16
4. Belangrijke industrieën, infrastructurele werken (vliegvelden, rijkswegen enz.)	
- niet of nauwelijks aanwezig	1
- enige werken aanwezig	2
- veel werken aanwezig	4
5. Grondgebruik	
- overwegend weiland	1
- overwegend of in belangrijke mate akkerbouw	2
- overwegend of in belangrijke mate tuinbouw	4

De schadebepalende factoren hebben in hoofdzaak betrekking op de belangen binnen de polder. Daarnaast zijn er ook factoren, die van belang zijn voor de boezembeheerder en derden, zoals de breedte van het desbetreffende boezemwater met het oog op toestroming, de aanwezigheid van lozingen of onttrekkingen, de aanwezigheid van scheepvaart, de doorstroomfunktie van het boezemwater en de rekreatieve waarde van het boezemwater.
Daarnaast dient de schade aan de kade zelf ook in beschouwing te worden genomen.
Om praktische redenen wordt bij de urgentiebepaling met deze factoren geen rekening gehouden. Hieruit mag echter niet worden afgeleid dat de betrokkenheid van de boezembeheerder en derden bij een doorbraak niet aanwezig of van onvoldoende belang zou zijn.

Voor de bepaling van de urgentievolgorde van de kadevakken in de polder wordt nu als volgt te werk gegaan:

- stel in de polder het grootste kansbepalende cijfer vast (= kanscijfer).

- stel op cumulatieve wijze het schadebepalende eindcijfer vast in elke polder door alle schadebepalende factoren te beschouwen.

- vermenigvuldig voor elke polder het schadebepalende eindcijfer met het grootste kansbepalende cijfer in de polder (= risicocijfer).

- de urgentievolgorde wordt nu bepaald door een afnemend risicocijfer.

Na elke kadeverbetering of periodieke inventarisatie zal deze volgorde opnieuw worden vastgesteld, aangezien het kanscijfer en/of het schadebepalende eindcijfer kan wijzigen.

Bij doorbraak van bepaalde kadegedeelten kunnen in een aantal gevallen ook andere polders geïnundeerd worden. De schadebepalende eindcijfers worden dan bepaald door de schadefactoren te bepalen voor het totale geïnundeerde gebied.

8.5 Onderhoudsplanning en begroting

De afmetingen van de kade zoals die tijdens de inventarisatie zijn aangetroffen zijn getoetst aan de gewenste afmetingen, zoals die bijvoorbeeld worden aangegeven in het reglement van het waterschap of volgen uit grondmechanische berekeningen.
Daarnaast wordt gekeken naar de aanwezigheid van kwel, mechanische beschadigingen etc.

Bij het opstellen van de begrotingen wordt ervan uitgegaan dat de kaden waarvan de afmetingen of grondmechanische stabiliteit niet voldoen worden verbeterd. Gebruik wordt gemaakt van eenheidsprijzen die worden vermenigvuldigd met de geraamde hoeveelheden.

Om bij benadering na te kunnen gaan welke kadevakken kunnen worden verbeterd met een gegeven budget, kan de volgende werkwijze worden gevolgd:

- beschouw de polder met het grootste risicocijfer en een kadevak hierin met het grootste kanscijfer en ga er vanuit dat dit kadevak wordt verbeterd.

- bereken voor deze polder een nieuw risicocijfer en stel een nieuwe rangorde vast.

- beschouw nu weer de polder met het grootste risicocijfer en een kadevak hierin met het grootste kanscijfer en ga er vanuit dat ook dit kadevak zal worden verbeterd.

- herhaal dit tot de som van de kostenramingen voor verbetering van de genoemde kadevakken gelijk is aan het budget.

LITERATUUR

1. Stichting Studie Centrum Wegenbouw "Rationeel wegbeheer, proefproject Rhenen", SCW mededeling 46, Arnhem, juni 1979.

2. Stichting Studie Centrum Wegenbouw "Wegbeheer", SCW mededeling 49, Arnhem, juni 1980.

3. Vereniging Het Nederlandsche Wegencongres "Rationeel Wegbeheer", Preadviezen, Congresdag Utrecht, december 1973.

4. Molenaar, A.A.A. "Werkwijzer voor rationeel wegbeheer", Vakgroep Verkeersbouwkunde, Afdeling der Civiele Techniek, Technische Hogeschool, Delft, augustus 1976.

5. Hollandsche Wegenbouw Zanen, "Visuele inspectie en Deflectiemetingen".

6. Ingenieursbureau "Oranjewoud" B.V. "Wegbeheer-algemene beschrijving".

7. Stichting Studie Centrum Wegenbouw "Rationeel Wegbeheer" - handleiding, toelichting en schadecatalogus, SCW mededeling 60, maart 1987.

8. Ammerlaan L.A.W., "Inventarisatie technieken voor riolen", Publicatiereeks Milieubeheer Nr. 9, VROM, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1985.

9. Back A. en Bulten H., "Rioolbeheer Gemeente Zwolle", Afstudeerproject H.T.S.-Zwolle, H.T.S.-Zwolle, Zwolle 1985, APC 86.01.08.

10. Boorsma P.B., "Financieringsproblematiek van het nederlandse rioolstelsel" Centrum voor Bestuurskundig onderzoek, T.H.-Twente, Enschede 1986, BSK 86.35.029.

11. Brandt Kokje M.G.P., "Registratie, inspectie en preventief onderhoud verlengen levensduur van riolen" B + U, januari 1982.

12. Dam B.G. ten, "Rioolrenovaties/Programmavoorstellen voor op innovatie gericht onderzoek" IBBC-INO, Delft 1985, BI-85-62/60.8.2020.

13. Diverse auteurs, "Cursus Riolering 1981 en 1986", TU-Delft, Delft 1986.

14. Diverse auteurs, "Studiedag Rioolrenovatie", I^2-Bouwkunde en Civieltechniek, 5 juni 1985.

15. Dijk, J.C. van, e.a. "Diffusiemodel voor zure aantasting van cementgebonden materialen", h2o Nr. 20 (1986), P 482-487.

16. Diverse auteurs, "Rioolbeheer", Themanummer Weg en Water Nr. 8, Misset Doetinchem 1985.

17. Koeper, J.F., Coble K.L. and Coll J., "Combined servers: Maintaining yesterday's Infrastructure with today's technology", Journal WPCF, Volume 54 (1982), Number 9.

18. Loenen, C. van, "Basisrioleringsplan en kostendekkingsplan gemeente Utrecht" H2o (19) 1986, Nr. 4, Blz. 72-76.

19. NPR 3218.1, "Buitenriolering onder vrijverval", Aanleg en Onderhoud, Nederlands Normalisatie Instituut, Delft 1984.

20. Smit, K., "Onderhoud van intuïtie naar rationaliteit", Kluwer Technische Boeken B.V., Deventer 1981, ISBN 90.201.1410.7.

21. Worst, W.J.P. en Lageveen R., "Voorstudie NPR Buitenriolering-beheer", Publicatiereeks Milieubeheer Nr. 10, VROM, Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage 1984, ISBN 90.346.0302.4.

22. Bijkerk, C. en Buddingh, J., "Techniek en economie van het onderhoud van waterlopen", Cultuurtechnisch Tijdschrift 1968. JG. 7 Nr. 5.

23. Loorij, 1983, "Onderhoud watergangen 1980", Rapport CBS, Voorburg.

24. Geraats, P.J.H., "Het onderhoud in de praktijk", Waterschapsbelangen, 29 april 1986.

25. Flach, A.J. en Pieters, J., "Veranderingen in de wandruwheid van open waterlopen tijdens het groeiseizoen", Waterschapsbelangen, 1966 Nr. 17 en 18.

26. Werkgroep Beheersplannen, "Eindverslag", Nederlandse Vereniging van Hoofden van Gemeentelijke Beplantingen, Rayon Noord-Holland, mei 1983.

27. Oranjewoud, "Beleidsmatige Groenkostenbeheersing", oktober 1985.

28. Janssen, A.J.M.M. en Sinke, H.W., "Beleidsmatige Groenkostenbeheersing", uit: Groen, oktober 1980.

29. Elsenaar, R., "De bedrijfskundige benadering van stedelijk groenbeheer", uit: Oranjewoud Magazine, 12e jaargang Nr. 3.

30. Janssen, A.J.J.M., "Is compact ook "groen goedkoop"", P.A.O.-Cusrus "Groenvoorzieningen en groenbeleid: bezuinigingen zonder kwaliteitsverlies", Delft, april 1984.

31. CUR VB, COW, "Achtergronden bij de leidraad cementbetonnen dakbedekkingen".

32. Mondelinge communicatie met de heer Riemsdijk van Eldik, projectleider TAW-werkgroep 4C, Technische Universiteit Delft, april 1987.

33. Oranjewoud, "Rapport Boezemkaden - waterschap de Oude Veenen", Heerenveen, november 1981.

34. Unie van Waterschappen, "Leidraad voor een register ten behoeve van waterkeringen", december 1985.

35. CIAD, "Beheren met de computer", Eindrapprort projectiegroep Computer Ondersteunende Beheersystemen" Zoetermeer, april 1985.

36. Kruyt, J.A., "Preventief onderhoud", uit: Bedrijfskunde nr. 1, 1985

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen werd door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld.
De commissie adviseert de minister omtrent alle technisch-wetenschappelijke aspecten die van belang kunnen zijn voor een doelmatige constructie en het onderhoud van waterkeringen dan wel voor de veiligheid van door waterkeringen beschermde gebieden.