

VEWIN



VERENIGING VAN EXPLOITANTEN VAN WATERLEIDINGBEDRIJVEN IN NEDERLAND

Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen

Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen

Gereviseerd eindrapport van de
Commissie Leveringszekerheid

Opdrachtgever : VEWIN

Auteurs : Voor de Commissie Leveringszekerheid:
ing. K.H. Poortema, ir. J.H.G. Vreeburg

Rijswijk/Nieuwegein, oktober 1994

© 1994 VEWIN

Niets uit dit drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VEWIN, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	2
1.1	Instelling en taak	2
1.2	Probleemstelling	2
1.3	Doelstelling	3
2	Definities en uitgangspunten	4
2.1	Definities	4
2.2	Uitgangspunten	4
3	Leveringszekerheid	6
3.1	Benadering	6
3.2	Richtlijn voor leveringszekerheid	7
3.3	Toelichting op de richtlijn.	7
3.4	75% van de maximum dag: drukafhankelijk verbruik ofwel het distributie-effect	8
3.5	De richtlijn als toetsingscriterium	9
4	Toetsingmethodiek	11
5	Gevolgen van implementatie van de richtlijn	15
5.1	Algemeen	15
5.2	Transport en distributie	15
5.3	Wateropslag in het leidingnet (tores en reservoirs)	16
5.4	Pompstations en productiebedrijven	18
5.5	Bronnen c.q. ruwwatersystemen	19
5.5.1	Indeling	19
5.5.2	Grondwaterwinning in een winveld met verschillende putten . . .	19
5.5.3	Oeverfiltratie	20
5.5.4	Oppervlaktewaterwinning	21
6	Hoe nu verder: een richtlijn in beweging	22

BIJLAGE 1

Samenstelling Commissie Leveringszekerheid

BIJLAGE 2

Literatuur

BIJLAGE 3

Bepaling piekfactor maximum dag

1 Inleiding

1.1 Instelling en taak

In de vergadering van 24 januari 1989 van het toenmalige Centraal Plancollege van de VEWIN is besloten tot de instelling van een Commissie Leveringszekerheid.

Aanleiding tot dit besluit vormde enerzijds het commentaar, met name van de zijde van de overheid, op het concept-derde Tienjarenplan dat daarin wel een behoeftedekking wordt gepresenteerd, zoals die onder normale omstandigheden zal plaatsvinden, maar dat geen aandacht wordt geschonken aan de drinkwatervoorziening onder bijzondere omstandigheden. Anderzijds werden met betrekking tot dit onderwerp buiten de bedrijfstak binnen diverse beleidskaders al wel gedachten ontwikkeld (o.a. Vierde Nota Ruimtelijke Ordening, Derde Nota Waterhuishouding), mede onder invloed van enkele grootschalige calamiteiten (Sandoz, Tsjernobyl) en de toedelingsproblematiek bij grondwater.

Het Centraal Plancollege vond het wenselijk dat een onderzoek verricht werd naar de problematiek rond de levering van drinkwater onder bijzondere omstandigheden. De problematiek was tot dan toe alleen fragmentarisch en nog niet in de bedrijfstak als geheel onderwerp van discussie geweest.

De aandacht, die de in mei 1990 uitgebrachte Nota ter voorbereiding op het Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening van VROM ("Naar een glasheldere toekomst") aan het aspect leveringszekerheid besteedt, heeft die wenselijkheid nog eens onderstreept.

De commissie Leveringszekerheid kreeg als taak een bedrijfstakvisie te ontwikkelen met betrekking tot de continuïteit van de drinkwatervoorziening onder calamiteuze omstandigheden en deze zo mogelijk te vertalen in praktische aanbevelingen voor de bedrijven.

De samenstelling van de commissie is in bijlage 1 vermeld.

1.2 Probleemstelling

De drinkwatervoorziening in Nederland staat op een hoog peil. Zowel in kwalitatief als in kwantitatief opzicht kan de consument rekenen op een betrouwbaar produkt. Toch zijn omstandigheden denkbaar, waaronder de consument tijdelijk verstoken blijft van drinkwater. Deze kunnen worden veroorzaakt doordat een onderdeel van het technisch systeem uitvalt, maar bijvoorbeeld ook doordat de levering via het openbare net gestopt moet worden vanwege een kwaliteitsprobleem.

Om de ongestoorde doorgang van de openbare drinkwatervoorziening zoveel mogelijk te waarborgen zijn door de afzonderlijke waterleidingbedrijven sinds hun oprichting al veel veiligheidsmaatregelen in hun technische systeem ingebouwd. Te denken valt aan zorgvuldige keuze van de bron, voorraadvoor-

ming, technische opzet van installaties en leidingsystemen, noodstroomvoorzieningen, ruw/rein-koppelingen, kwaliteitsbewaking, alarmeringsregelingen, koppelleidingen en het aanhouden van reservecapaciteit.

De vraag is nu of kan worden aangegeven hoe ver waterleidingbedrijven moeten c.q. kunnen gaan met het inbouwen van veiligheden. Met andere woorden: op welk niveau zou de drinkwatervoorziening minimaal in stand moeten blijven onder calamiteuze omstandigheden.

Dit niveau kan dan worden gehanteerd als toetsingskader voor de bestaande infrastructuur. Mogelijk kan het ook als ontwerpcriterium voor nieuwe infrastructurale voorzieningen dienen.

Concluderend kan worden gesteld dat momenteel niet duidelijk is op welk niveau de drinkwatervoorziening onder calamiteuze omstandigheden minimaal in stand zou moeten blijven. Zowel de Waterleidingwet, als het daarop gebaseerde Waterleidingbesluit en het Besluit Bescherming Waterleidingbedrijven 1989, als ook de VEWIN-Aanbevelingen geven hier geen concrete invulling aan.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van de commissie Leveringszekerheid is:

Geef een kwantitatieve richtlijn voor het leveringsniveau dat tijdens het optreden van calamiteiten minimaal gehandhaafd moet worden.

2 Definities en uitgangspunten

2.1 Definities

De termen die in verband worden gebracht met de leveringszekerheid van een drinkwatersysteem zoals storingen, calamiteiten en rampen zorgen voor veel spraakverwarring. In dit rapport zijn deze begrippen als volgt gedefiniëerd:

Drinkwatersysteem

Het totale systeem dat dient voor de drinkwatervoorziening vanaf de ruwwaterbron tot aan de kraan bij de consument.

Element

Onderdeel van het drinkwatersysteem dat als geheel fysiek geïsoleerd kan worden van dat systeem.

Storing

Uitval van een element in het drinkwatersysteem dat binnen 24 uur verholpen kan zijn, óf alleen lokaal effecten heeft op een beperkte groep gebruikers.

Calamiteit

Uitval van een element van het drinkwatersysteem dat niet binnen 24 uur verholpen kan worden én effect heeft op een grotere groep gebruikers.

Ramp

Het tegelijkertijd optreden van meer dan één calamiteit.

Zoals blijkt zijn de begrippen gedefiniëerd vanuit het drinkwatersysteem zelf: De *gevolgen* van storingen, calamiteiten en rampen met betrekking tot het drinkwatersysteem zijn benoemd en niet de gebeurtenissen die deze gevolgen veroorzaken. Dit betekent dat een gebeurtenis die door de samenleving als een calamiteit of een ramp wordt beschouwd niet per definitie gevolgen hoeft te hebben voor de drinkwatervoorziening. Bijvoorbeeld een neerstortend vliegtuig zal voor de drinkwatervoorziening nauwelijks gevolgen hebben, tenzij het uiteraard op een pompstation valt. Het uitbranden van een zuiveringsbedrijf is een ramp voor de drinkwatervoorziening, maar maatschappelijk zal het woord ramp niet worden gebruikt.

2.2 Uitgangspunten

Bij het opstellen van een richtlijn voor leveringszekerheid zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Storingen en calamiteiten behoren tot het normale verwachtingspatroon van een waterleidingbedrijf;

- Het drinkwatersysteem dient zodanig te zijn opgezet dat storingen of calamiteiten de reguliere drinkwatervoorziening zo min mogelijk verstoren;
- Effecten van rampen kunnen zo divers zijn dat redelijkerwijs niet van een waterleidingbedrijf verwacht kan worden dat het zich hiertegen op voorhand kan wapenen;
- Tijdens rampen zal moeten worden gehandeld naar beste inzicht in overleg met de Regionale Inspectie voor de Volksgezondheid, met als uiterste consequentie het inzetten van de nooddrinkwatervoorziening.

Op basis van deze uitgangspunten kunnen vier situaties worden onderscheiden voor wat betreft de levering van drinkwater: Levering onder ongestoorde c.q. normale condities, levering tijdens optreden van storingen, tijdens optreden van calamiteiten en levering tijdens optreden van rampen.

De kwantitatieve eisen en te treffen maatregelen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Kwantitatieve eisen aan de drinkwatervoorziening in verschillende situaties conform het Leveringsplan.

Situatie	Kwantitatieve eisen	Maatregel	Overleg met insp. Volksgezondheid
Normale situatie	100% van de max. dag kunnen leveren; drukniveau 20 mWk boven straatniveau Max. 1 dag per 10 jaar een vermindering van druk/hoeveelheid		Niet nodig
Storing	Effect naar de afnemers beperkt tot maximaal 24 uur	Reparatie	Niet nodig
Calamiteit	Richtlijn leveringszekerheid	Benutten calamiteitenvoorzieningen	Melding
Ramp	3 liter per persoon per dag (al of niet via het openbare net)	Benutten calamiteitenvoorzieningen Eventueel staken levering via het openbare net en inzetten nooddrinkwatervoorziening	Melding en overleg over te nemen maatregelen

3 Leveringszekerheid

3.1 Benadering

Algemeen kan de leveringszekerheid van een drinkwatersysteem worden gedefinieerd als de mate waarin dat systeem kan voldoen aan de vraag naar drinkwater, rekening houdend met storingen, calamiteiten en rampen. De richtlijn voor leveringszekerheid is gericht op de situatie die optreedt bij calamiteiten, dus de gevolgen van het uitvallen van individuele elementen. De leveringszekerheid kan als volgt in een formule worden uitgedrukt.

$$\text{Leveringszekerheid} = \left[1 - \frac{\text{kans} * \text{duur} * \text{effect}}{\text{ongestoorde vraag}} \right] * 100\%$$

De term *kans * duur * effect* staat voor het aantal keren dat als gevolg van een calamiteit, zijnde de uitval van een element van het drinkwatersysteem, niet voldoende water wordt geleverd.

Uitgangspunt is echter dat ieder element van een drinkwatersysteem kan en zal uitvallen (zie paragraaf 2.2). Dit wordt in de formule ingebracht door de term *kans * duur* gelijk te stellen aan 1: het is niet van belang hoe vaak of hoe lang een calamiteit optreedt, maar dát hij op enig moment op zal treden. Door de betreffende term op 1 te stellen, vervalt de invloed ervan op het niveau van leveringszekerheid.

Dit reduceert de formule tot de volgende:

$$\text{Leveringszekerheid} = \left[1 - \frac{\text{effect}}{\text{ongestoorde vraag}} \right] * 100\%$$

De term *effect* geeft de hoeveelheid water weer die niet is geleverd tijdens het optreden van een calamiteit. Dit effect wordt naar een percentage berekend door het relatief te maken middels het delen door de oorspronkelijke vraag. Dit betekent bijvoorbeeld dat als bij het optreden van een calamiteit 20% van de oorspronkelijke vraag niet wordt geleverd, de leveringszekerheid 80% bedraagt.

De benadering van de leveringszekerheid op deze wijze richt zich dus op de uitval van individuele elementen en niet op een totaalbeoordeling van een systeem middels een risicoanalyse. Een risicoanalyse houdt in het analyseren en beheersen van de term *kans * duur* en is de meer klassieke benadering van leveringszekerheid. Het kiezen voor deze benadering houdt ook in dat de oorzaak van het optreden van calamiteiten niet meer van belang is. Slechts het gevolg, namelijk het uitvallen van een element, is van belang.

Het buiten beschouwing laten van de risicoanalyse sluit aan bij het uitgangspunt dat een waterleidingbedrijf tijdens calamiteiten de reguliere drinkwatervoorziening op een zeker minimum niveau dient te handhaven. De richtlijn voor leveringszekerheid geeft een grens aan dat minimale niveau dat geldt bij het optreden van calamiteiten. Daarmee wordt de benadering van de leveringszekerheid van een drinkwatersysteem een klantgerichte benadering:

Tijdens het optreden van een willekeurige calamiteit dient het leveringsniveau boven een zeker minimum te blijven.

3.2 Richtlijn voor leveringszekerheid

De richtlijn voor leveringszekerheid luidt:

Bij uitval van één element van het drinkwatersysteem dient in zwaartepunten van verbruik het resterend leveringsvermogen van het systeem op dagbasis groter te zijn dan 75% van de maximum dag.

3.3 Toelichting op de richtlijn.

De bouwstenen van de richtlijn worden als volgt toegelicht:

uitval van één element

De richtlijn richt zich op calamiteiten. Een calamiteit is gedefinieerd als uitval van één element die niet binnen 24 uur kan worden gerepareerd en een effect heeft op een grotere groep verbruikers.

zwaartepunten van verbruik

Een zwaartepunt van verbruik is een omschrijving van "een grotere groep gebruikers" die in de definitie van een calamiteit is genoemd. Een zwaartepunt van verbruik is een cluster van verbruikers waarvan het verbruik gelijk is aan dat van 2000 verbruikersadressen met huishoudelijk patroon.

resterend leveringsvermogen

Het resterend leveringsvermogen per zwaartepunt van verbruik is het percentage van de oorspronkelijke vraag dat in dat zwaartepunt van verbruik nog kan worden geleverd.

op dagbasis 75% van de maximum dag

Er wordt gesteld dat het kleinste resterende leveringsvermogen op de maximum dag groter dan 75% dient te zijn. Dit is gebaseerd op de ervaring van waterleidingbedrijven dat op dagen van maximaal verbruik middels oproepen in de pers het verbruik met 15 tot 25% kan dalen. Hieruit is de conclusie getrokken dat 75% op dagbasis een acceptabel minimum leveringsniveau is.

bepaling van de maximum dag

De piekfactor voor de maximale dag ten opzichte van de gemiddelde dag wordt op analoge wijze bepaald als dat gebeurt voor het bepalen van "het maatgevende etmaal" ten behoeve van het ontwerp waterproduktiebedrijven volgens de VEWIN-aanbevelingen. Deze methode gaat uit van een piekfactor met een overschrijdingskans van eens per tien jaar. Deze piekfactor wordt bepaald door een statische analyse van de maximale piekfactoren van voorgaande jaren, bijvoorbeeld 10 of 15 jaar. Deze methode is beschreven in bijlage 1 van de "Grondslagen ten behoeve van de opstelling van het Tweede Tienjarenplan van de VEWIN" van juni 1981. Een copie hiervan is als bijlage 3 opgenomen.

De piekfactor met een overschrijdingskans van eens per tien jaar wordt toegepast op de geprognoseerde gemiddelde dag van het toetsingsjaar. Het toetsingsjaar ligt in de nabije toekomst, maximaal 5 jaar verwijderd van het huidige tijdstip, en is vrij te kiezen in die periode. Bij het bepalen van de gemiddelde dag wordt overigens uitgegaan van de netto-prognose, dus zonder het reserve-percentages extra dat bij ontwerp voor de langere termijn, volgens de VEWIN-tienjarenplanning, wordt toegepast.

Toetsingsmethode

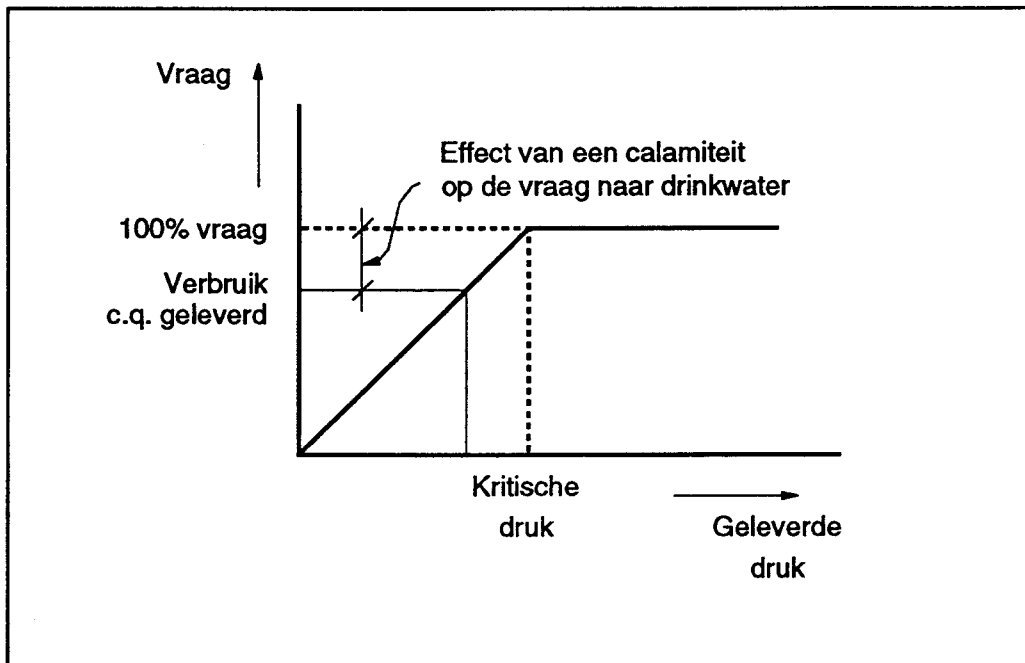
De toetsingsmethode waarmee een drinkwatersysteem kan worden geanalyseerd ten aanzien van de richtlijn is beschreven in hoofdstuk 4.

3.4 75% van de maximum dag: drukafhankelijk verbruik ofwel het distributie-effect

De richtlijn voor leveringszekerheid komt neer op het bepalen van het resterend leveringsvermogen onder calamiteuze omstandigheden. Essentieel voor het bepalen van het resterende leveringsvermogen is het zogenaamde drukafhankelijke verbruik, ook wel het distributie-effect genoemd.

In figuur 1 is het principe van dit drukafhankelijke verbruik weergegeven. In deze figuur is de vraag naar drinkwater uitgezet tegen de geleverde waterdruk. Boven een bepaalde druk, die voor normaal huishoudelijk verbruik is gesteld op 200 kPa boven maaiveld, is het verbruik onafhankelijk van de druk.

Komt de druk echter beneden de kritische druk van 200 kPa boven maaiveld, dan zal de vraag niet meer geheel geleverd kunnen worden. Dit betekent bijvoorbeeld dat de hoogste tappunten geen water meer krijgen. In de methodiek is aangenomen dat er tussen 200 kPa en 0 kPa een lineair verband is tussen de geleverde druk en de afname van het percentage levering van de maximale vraag. Dit betekent dat bijvoorbeeld bij een druk van 150 kPa nog maar 75% van de oorspronkelijke vraag wordt geleverd ofwel er is een leveringstekort van 25%. Dit leveringstekort is nu de maat waarmee de leveringszekerheid wordt gemeten.



Figuur 1 Drukafhankelijk verbruik/distributie-effect: aangenomen is dat beneden de kritische druk het verbruik evenredig met de druk zal afnemen. Daarboven is het verbruik onafhankelijk van de druk.

Het kritische drukniveau wordt voor huishoudelijk verbruik gesteld op 200 kPa boven maaiveld. Voor andere soorten van verbruik kan het kritische niveau anders zijn.

3.5 De richtlijn als toetsingscriterium

De richtlijn voor leveringszekerheid is niet te hanteren zoals bijvoorbeeld een norm voor waterkwaliteit. Er bestaat namelijk geen mogelijkheid om het effect in de praktijk te meten. Het enige dat meetbaar is, zijn de druk en de volumestroom tijdens het optreden van de calamiteit. Er is echter niet vast te stellen wat de originele vraag is geweest op datzelfde ogenblik. Tevens is niet vast te stellen wat het effect zal zijn op een herverdeling van de vraag. Hiermee wordt bijvoorbeeld bedoeld een stortbak van een toilet: op momenten van lage druk, dus maximaal effect van een calamiteit, zal deze stortbak niet gevuld worden. Tijdens uren van hogere druk zal deze stortbak wel worden gevuld, zij het met enige tijdvertraging.

Dit alles betekent dat de richtlijn in eerste instantie een toetsingscriterium is, bedoeld om een drinkwatersysteem door te lichten op de "zwakke" elementen. Zwak wordt hier bedoeld in de zin dat dit de elementen zijn die bij uitval een effect hebben op de watervoorziening. Deze elementen kunnen op zichzelf echter zeer robuust zijn.

De grondregel voor ieder waterleidingbedrijf is om de drinkwatervoorziening zo ongestoord mogelijk te laten verlopen. Dit betekent dat een bedrijf altijd

zal streven naar het voorkomen van storingen, calamiteiten en rampen. Toch is men zich er ook van bewust dat alle maatregelen die gericht zijn op het verzekeren van elementen niet ten alle tijden toereikend zullen zijn. Op enig moment zal een element van het systeem falen.

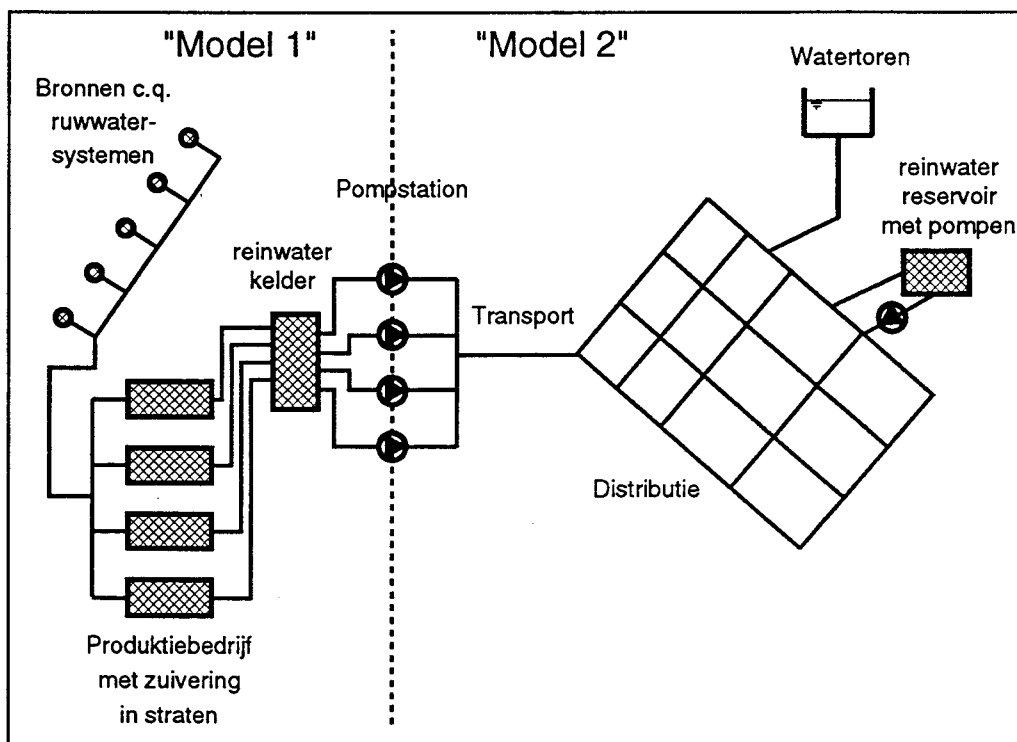
De richtlijn voor leveringszekerheid geeft een antwoord op de vraag die in paragraaf 1.2 is gesteld, namelijk tot hoe ver een waterleidingbedrijf moet gaan in het inbouwen van veiligheden in drinkwatersysteem: bij uitval van een element dient ten minste 75% van de vraag naar drinkwater op de maximale dag in zwaartepunten van verbruik te worden geleverd.

4 Toetsingmethodiek

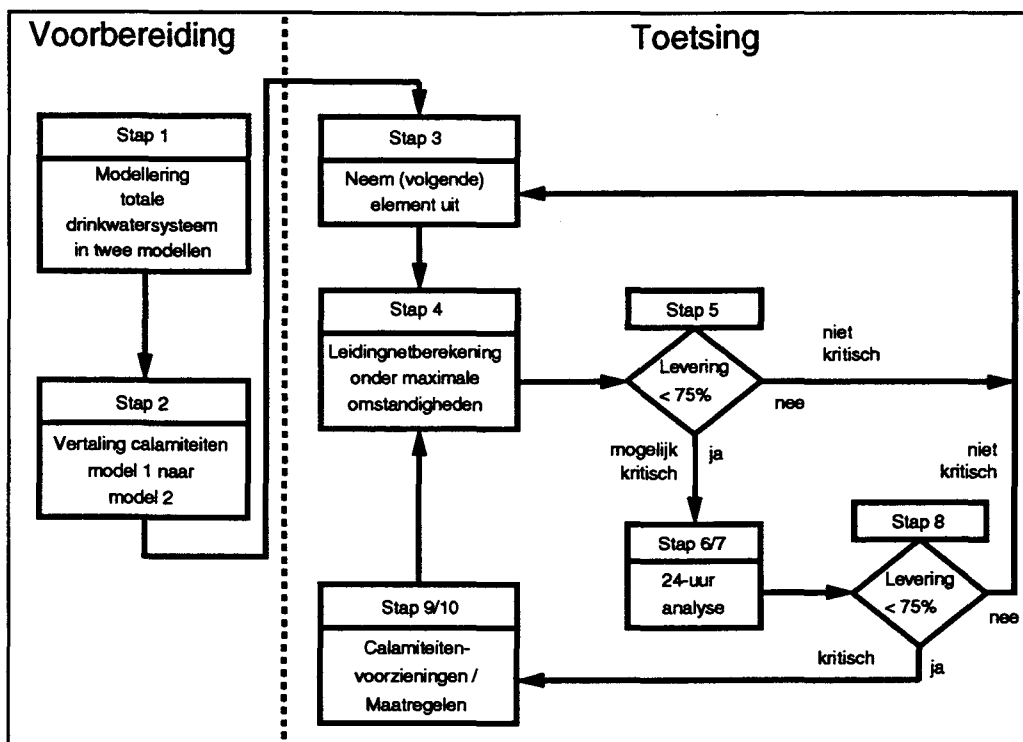
De richtlijn is van toepassing op het gehele drinkwatersysteem, van bron tot tap met alle daartussen in liggende elementen. Bij toetsing van het systeem aan de richtlijn moet dus gekeken worden naar het effect van uitval van elk van de elementen van het systeem. De ontwikkelde rekenmethodiek bevat de volgende stappen (zie ook figuur 3):

Stap 1. Maak een model voor het *totale* drinkwatersysteem. Grosso modo betekent dit twee modellen, waarbij de modellen elkaar raken in de pompkelders. Het eerste model behelst alles tot en met de pompkelder zoals winning, ruwwatertransport, behandeling, pompen, opslag en dergelijke. Het tweede model is het leidingnet met de pompen en andere voedingsmogelijkheden. In figuur 2 is een dergelijk model zeer schematisch weergegeven voor de situatie met één productie mogelijkheid.

In de eerste stap wordt vastgesteld in hoeverre er sprake is van zogenaamde segmentatie. Met andere woorden welke delen of segmenten zijn fysiek te isoleren uit het systeem bijvoorbeeld door afkoppeling of by-passing. Ieder deel of segment wordt beschouwd als element in het totale model volgens de definitie van paragraaf 2.1. De werkwijze om te komen tot een schematisatie wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5.



Figuur 2 Schematische weergave van een model van een totaal drinkwatersysteem van bron tot tap.



Figuur 3 Stroomschema toetsingsmethode leveringszekerheid

Stap 2 Calamiteiten in de elementen van het eerste model worden vertaald naar hun effect op de voeding via de pompen op het pompstation van het tweede model. Dit betekent dat bijvoorbeeld het uitvallen van een gedeelte van het zuiveringsbedrijf wordt vertaald naar een verminderde pompcapaciteit in het pompstation van model 2.

Het resultaat van de tweede stap is dat iedere calamiteit in het eerste model is vertaald naar geheel of gedeeltelijk uitvallen van de voeding via de pompen op het pompstation van het tweede model. Met dit model worden de volgende stappen uitgevoerd, die worden herhaald voor ieder element in het leidingnetmodel:

Stap 3 Neem het betreffende element uit het model.

Stap 4 Voer leidingnetberekeningen uit voor de maximale omstandigheden zoals die binnen het maatgevende etmaal voorkomen. De maximale uren zijn:

- Uur van maximaal totaal verbruik;
- Uur van maximaal verbruik per categorie, inclusief de uren van maximale vulling van kelders.

Stap 4 is bedoeld om de totale analysetijd te bekorten. Als een calamiteit geen of een gering effect heeft tijdens de maximale uren binnen een etmaal, dan is te concluderen dat de totale 24-uur analyse daarvan niet hoeft te worden uitgevoerd.

Stap 5 Ga na of er bij de berekeningen van stap 4 zwaartepunten van verbruik zijn, die minder geleverd krijgen dan 75% van de oorspronke-

lijke vraag op uurbasis. Is dit het geval, dan worden de stappen 6 en volgende uitgevoerd. Is het niet het geval, dan kan het element teruggeplaatst worden en kan doorgedaan worden naar het volgende element.

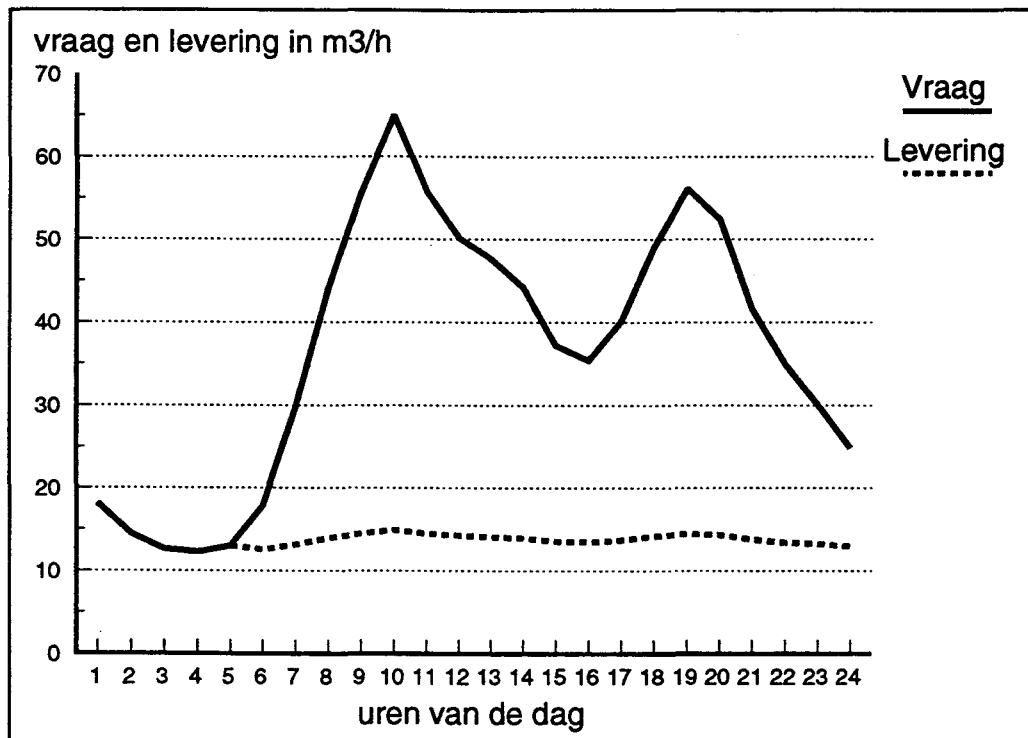
De stappen 3 tot en met 5 leveren op of een element mogelijk kritisch is voor wat betreft de leveringszekerheid. Een kritisch element is een element dat er bij uitval de oorzaak van is dat op zwaartepunten van verbruik minder dan 75% op dagbasis wordt geleverd.

De volgende stappen bevestigen of het vermoeden van een kritisch element juist is:

- Stap 6 Maak een 24 uursberekening (drukafhankelijk), waarbij het betreffende element nog steeds ontbreekt. In deze 24 uursberekeningen is het mogelijk om de bedrijfsvoering van productie-eenheden en reinwaterbergingen te betrekken.
- Stap 7 Sommeer voor elk verbruikspunt (=knoop in het leidingnetmodel) de 24 in stap 6 berekende leveringen alsmede de 24 oorspronkelijke vragen.
- Stap 8 Ga na of er verbruikspunten zijn waar de berekende levering lager is dan 75% van de oorspronkelijke maximum *dagvraag*.
Zijn deze verbruikspunten er niet, dan wordt voldaan aan de aanbeveling.
Zijn deze er wel, ga dan na of de som van de verbruikspunten te samen een zwaartepunt van verbruik vormen (2000 of meer verbruikersadressen met een huishoudelijk verbruikspatroom). Is de som minder dan een zwaartepunt van verbruik, dan wordt voldaan aan de aanbeveling. Is de som groter dan een zwaartepunt van verbruik, dan wordt niet voldaan aan de aanbeveling.

Stap 6 tot en met 8 levert op of een element dat mogelijk kritisch is ook daadwerkelijk over een 24-uur-analyse kritisch is. Is dat niet het geval, dan kan weer worden doorgedaan met het volgende element en wordt de procedure vanaf stap 3 weer doorgelopen.

In figuur 4 wordt de situatie in een zwaartepunt van verbruik weergegeven bij een calamiteit in een kritisch element.



Figuur 4 *Vraag en levering in een zwaartepunt van verbruik onder calamiteuze omstandigheden. De levering bedraagt 37% van de dagvraag, de beschouwde calamiteit betreft dus een kritisch element.*

In het geval van een kritisch element moeten maatregelen worden genomen. Dit gebeurt ook weer in twee etappes:

Stap 9: Het inzetten van bestaande voorzieningen. Dit wordt de nul-plus-berekening genoemd.

Stap 10: Eventueel nieuwe elementen toevoegen of anderszins oplossingen bedenken.

Stap 9 Ga na voor die verbruikspunten die niet voldoende geleverd krijgen, welke oplossingen er zijn om wel aan de aanbeveling te voldoen met behulp van de bestaande calamiteitenvoorzieningen. Mogelijke oplossingen zijn het manipuleren met afsluiters, het veranderen van de bedrijfsvoering van pompstations, het inzetten van koppelleidingen, etc. Het effect van deze maatregelen wordt getoetst door de stappen 4 tot en met 8 door te lopen.

Stap 10 Wordt in de nul-plus-berekening niet voldaan aan de aanbeveling, dan kunnen verbeteringen in het systeem worden aangebracht. Het effect van de verbeteringen dient dan getoetst te worden door de stappen 4 tot en met 8 en eventueel 9 weer door te lopen.

5 Gevolgen van implementatie van de richtlijn

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een interpretatie gegeven van de gevolgen van implementatie van de richtlijn voor verschillende onderdelen van het totale drinkwatersysteem. Nadrukkelijk wordt gesteld dat het hoofdstuk niet uitputtend is, het dient slechts om de filosofie die achter de richtlijn voor leveringszekerheid zit nader toe te lichten.

In de praktijk van het toetsen van de infrastructuur zullen zich vele gevallen voordoen die hier niet worden beschreven. In die gevallen zal de creativiteit van het waterleidingbedrijf én die van de Regionale Inspecteur voor de Volksgezondheid worden aangesproken.

De richtlijn is van toepassing op het gehele drinkwatersysteem, van bron tot tap. Bij toetsing van het systeem aan de richtlijn moet dus gekeken worden naar het effect van uitval van elk van de elementen van het systeem. Een schematisch drinkwatersysteem is weergegeven in figuur 2 op blz 11. Hierin zijn een aantal hoofdgroepen van elementen te zien:

("Stroomopwaarts" gerekend vanaf de consument)

- Transport en distributie;
- Wateropslag in het leidingnet d.m.v. watertorens en reinwaterreservoirs;
- Pompstations en produktiebedrijven;
- Bronnen c.q. ruwwatersystemen;

N.B. *Een pompstation wordt ook hier vanuit de klant bekeken, namelijk het complex van pompen en het gebouw waarin die zijn opgesteld. Dit wijkt af van de meer bedrijfsgerichte benadering waarin een pompstation als geheel wordt beschouwd met het produktiebedrijf.*

Per groep van elementen zullen de gevolgen van de richtlijn kwalitatief in beeld worden gebracht. Voor een meer kwantitatieve beschouwing wordt verwezen naar de rapportage van de toetsing van de richtlijn in zes voorziingsgebieden in Nederland [Vreeburg, 1992].

5.2 Transport en distributie

In de groep Transport en Distributie zijn in principe alle leidingen begrepen. Leidingen kunnen worden ingedeeld in dienst-, hoofd-, en transportleidingen. De indeling in hoofdleidingen en transportleidingen is niet gemaakt aan de hand van de diameter, maar aan de hand van de functie in het systeem. De richtlijn heeft op de volgende wijze effect:

Dienstleiding

De dienstleiding is verbinding tussen een hoofdleiding en een binneninstallatie en vormt de eigenlijke aansluiting. Uitval hiervan wordt niet bekeken omdat slechts één of hooguit enkele aansluitingen worden getroffen.

Hoofdleiding

De hoofdleiding bevat de aansluitingen van de dienstleidingen en heeft in principe geen doorvoerende transportfunctie. Afhankelijk van het afsluiter-schema wordt uitval van een hoofdleiding bekeken. Levert uitval het "droogzetten" van meer dan 2000 huishoudelijke verbruikersadressen c.q. het equivalent hiervan op, dan is de hoofdleiding relevant voor de leveringszekerheidsanalyse. In andere gevallen is het niet waarschijnlijk dat uitval van hoofdleidingen zal leiden tot effecten op zwaartepunten van verbruik.

In het model van het leidingnet dat gebruikt wordt voor de leveringszekerheidsberekeningen is het overigens wel aan te raden om de hoofdleidingen mee te nemen op die plaatsen waar ze een transportfunctie kunnen vervullen in het geval dat een transportleiding uitvalt.

Transportleiding

De transportleidingen zijn de verbindingen tussen het pompstation en de hoofdleidingen en bevatten in principe geen directe aansluitingen van individuele verbruikers. De transportleidingen zijn de leidingen waar de richtlijn voor bedoeld is. Uitval van de transportleidingen heeft mogelijk invloed op zwaartepunten van verbruik en dienen daarom alle beschouwd te worden.

5.3 Wateropslag in het leidingnet (torens en reservoirs)

Wateropslagvoorzieningen in het leidingnet zoals watertorens en reservoirs met pompen zijn elementen in de filosofie van de leveringszekerheidsanalyse. In de leveringszekerheidsanalyse worden de watertorens en reservoirs op twee manieren beschouwd:

- De watertoren of het reservoir faalt zelf;
- Hoe functioneert de watertoren of het reservoir in het geval van uitval van andere elementen.

De watertoren faalt zelf

Het vaste drukpunt wordt verwijderd en de leidingnetberekening kan worden uitgevoerd.

Het reservoir faalt zelf

In het algemeen betekent dit twee dingen:

- Het reservoir als verbruikspunt (het vullen van het reservoir) valt weg. Dit heeft een gunstige invloed op het drukbeeld, omdat een grote verbruiker gedurende de "lage" uren wegvalt.
- Het reservoir als pompstation valt weg.

Afhankelijk van de wijze waarop het reservoir in het model van de infrastructuur is opgenomen, is uitval te simuleren door het verbruikspunt weg te nemen, tezamen met de pompen die bij het reservoir zijn opgesteld.

Hoe functioneert een watertoren als een ander element faalt

Omdat een reservoir een vast drukpunt is, zal het in de berekening de druk in zijn directe omgeving ook min of meer op die waarde handhaven.

In de normale, ongestoorde situatie zal in een leidingnet met in de periferie een watertoren het drukbeeld het karakter hebben zoals weergegeven in figuur 5. In de daguren zal het drukverlies tussen het pompstation en de verbruikskern zodanig zijn dat de watertoren suppleert. In de nachturen is het verbruik laag en dus ook het drukverlies tussen pompstation en

verbruikskern, zodat de watertoren wordt gevuld.

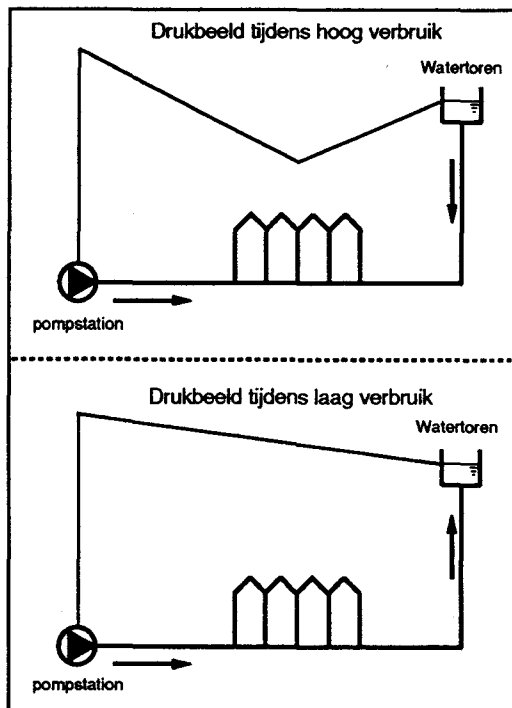
Modellering watertoren

Een watertoren wordt gemodelleerd als een vast drukpunt dat afhankelijk van de druksituatie in de directe omgeving van de watertoren water levert of inneemt. De vaste druk is het gemiddelde niveau van watertoren; is de druk in de omgeving lager, dan zal water worden geleverd en is de druk hoger, dan zal water de watertoren instromen.

Modellering reservoir

Een reservoir neemt water in op de uren van laag verbruik en suppleert water in de uren van hoog verbruik door middel van pompen. Dit betekent dat voor het vullen van het reservoir in principe een normaal verbruikspunt is met een specifiek 24-uur patroon.

Als het reservoir suppleert, dan functioneert het als een normaal pompstation.



Figuur 5 Drukbeeld onder verschillende omstandigheden bij een watertoren

Als nu een calamiteit optreedt waardoor de transportcapaciteit tussen het pompstation en de verbruikskern sterk afneemt, dan zal in de uren van laag verbruik de weerstand in dit traject al zo hoog zijn dat het drukniveau bij de watertoren beneden het niveau van de bak zal zijn. Dit betekent dat de bak niet meer zal vullen en dus ook niet ingezet kan worden tijdens de uren van hoog verbruik.

Dit betekent in de toetsingsmethode dat de watertoren niet als vast drukpunt kan worden ingezet. Wordt dit namelijk wel gedaan, dan zal in de uren van hoog verbruik in de leidingnetberekening de functie van het pompstation nagenoeg geheel worden overgenomen door de watertoren. In werkelijkheid zit er echter helemaal geen water in de

toren, omdat die in de nachturen niet gevuld kan worden. Dit betekent dat bij de analyse van calamiteiten altijd extra aandacht moet worden besteed aan de watertoren en eventueel ook de watertoren in de berekening buiten beschouwing moet worden gelaten, omdat hij niet gevuld kan worden.

Hoe functioneert een reinwaterreservoir als een ander element faalt.

De analyse van het gedrag van een reinwaterreservoir tijdens een calamiteit in een ander element is nagenoeg hetzelfde als de analyse van een watertoren. Ook hier moet worden beschouwd of de kelder gevuld kan worden, en dus ingezet in de uren van hoog verbruik.

5.4 Pompstations en productiebedrijven

N.B. *Een pompstation wordt ook hier vanuit de klant bekeken, namelijk het complex van pompen en het gebouw waarin die zijn opgesteld. Dit wijkt af van de meer bedrijfsgerichte benadering waarin een pompstation als geheel wordt beschouwd met het productiebedrijf.*

In de benadering van de leveringszekerheid bestaan pompstations en productiebedrijven uit meerdere elementen die kunnen uitvallen, zoals reeds is genoemd in hoofdstuk 4. De analyse van pompstations en productiebedrijven wordt in principe in twee stappen uitgevoerd:

stap 1

Eerste stap is om na te gaan of het pompstation dan wel productiebedrijf opgevat moet worden als één element dat in zijn geheel uit kan vallen, of dat er sprake is van een zodanige opzet dat het uit meerdere onafhankelijke onderdelen bestaat door gescheiden opzet of door gebruik te maken van de mogelijkheid tot afkoppeling of by-passing. Is dit laatste het geval, dan is er sprake van meer dan één element en in de leveringszekerheidsanalyse wordt alleen rekening gehouden met uitval van één element tegelijkertijd. Overigens geldt dat, als het element aantoonbaar binnen 24 uur weer volledig in bedrijf kan worden genomen, er binnen de definities sprake is van een storing. De gevolgen hiervan worden niet geanalyseerd in het kader van de leveringszekerheid.

De vereiste onafhankelijkheid van elementen dient niet alleen te bestaan uit bijvoorbeeld een zuiveringstechnische splitsing in straten, maar ook uit een fysieke scheiding die een kettingreactie uitsluit. Als bijvoorbeeld door wateroverlast als gevolg van het uitvallen van een pomp de gehele pompkelder onder water kan lopen omdat een beveiliging hiertegen ontbreekt, dan moet de gehele kelder als één element worden beschouwd die dan in z'n geheel kan uitvallen.

Het resultaat van deze stap 1 is een indeling van het model van pompstation/productiebedrijf in elementen waarvan uitval mogelijk een effect heeft op de voeding van het tweede model (zie figuur 2 op bladzijde 11).

stap 2

In stap 2 wordt bekeken wat het effect is van uitval van de in stap 1 vastgestelde elementen op model 2. Met andere woorden: hoe wordt bijvoorbeeld uitval van een zuiveringsstraat vertaald naar een leidingnetberekening. Om dit toe te lichten het volgende voorbeeld:

Een productiebedrijf is ingedeeld in drie straten, ieder met een capaciteit van $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per jaar. Iedere straat wordt beschouwd als een element dat kan uitvallen. Dit betekent dat van de oorspronkelijke capaciteit van $4,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ op jaarbasis bij deze calamiteit nog $3,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ beschikbaar is. Dit wordt vertaald naar de leidingnetberekening door de bedrijfsvoering van het pompstation aan te passen: Bijvoorbeeld is slechts een beperkt aantal pompen nog operationeel, zodat wel de druk nog wordt opgebouwd, maar de volumestroom beperkt blijft.

Als maatregel kan bijvoorbeeld worden bekeken in hoeverre de zuiveringsstraten met een verscherpte controle kunnen worden overbelast.

Uit de ervaringen met het toepassen van de richtlijn op bestaande drinkwatersystemen blijkt dat de richtlijn een relatief zware eis stelt aan pompstations en productiebedrijven. Dit geldt vooral in die gevallen waar een drinkwatersysteem slechts over één voedingsmogelijkheid beschikt en waar geen calamiteitenkoppelingen zijn met andere systemen.

5.5 Bronnen c.q. ruwwatersystemen

5.5.1 Indeling

Voor de analyse van het falen van bronnen en ruwwatersystemen zijn moeilijk algemene regels te geven. Bij deze analyse wordt een beroep gedaan op het inzicht en de creativiteit van de individuele bedrijven. De Regionale Inspecteur zal bij de beoordeling hiervan in nauw overleg moeten treden met de waterleidingbedrijven.

Om toch enige voorzetten hiervoor te geven worden een aantal systemen besproken:

- Grondwaterwinning in een winveld met verschillende putten;
- Oeverfiltratie;
- Oppervlaktewaterwinning;

5.5.2 Grondwaterwinning in een winveld met verschillende putten

De elementen die in dit systeem zijn de onderkennen zijn:

- De watervoerende laag;
- De individuele putten;
- Het leidingsysteem dat de verschillende putten met elkaar verbindt;

Falen van de verschillende elementen:

De watervoerende laag

De watervoerende laag kan een freatisch pakket zijn of een diepe aquifer afgesloten door kleilagen.

In het geval van een freatisch pakket is een plotselinge vervuiling van het watervoerende pakket een calamiteit waar rekening mee moet worden gehouden. Een incident in het intrekingsgebied in de vorm van bijvoorbeeld

een olie- of chemische verontreiniging zal relatief snel de watervoerende laag ongeschikt maken als bron voor de drinkwaterbereiding. Maatregelen die moeten worden genomen zijn moeilijk op voorhand te bepalen. Vervuiling van het pakket kan tot gevolg hebben dat de winplaats verlaten moet worden en dat overgeschakeld moet worden op alternatieve bronnen. Het kan ook betekenen dat er een extra zuiveringstap moet worden uitgevoerd.

Uit het oogpunt van leveringszekerheid zal een calamiteitenkoppeling met een ander alternatieve bron noodzakelijk zijn. De calamiteit geldt nu zowel voor het rechtstreeks getroffen voorzieningsgebied als voor het voorzieningsgebied van de alternatieve bron.

In het geval van de diepe aquifer afgesloten door kleilagen kan wel een vervuiling optreden, maar deze zal zich niet manifesteren als een calamiteit in de zin van de leverszekerheidsanalyse. De vervuiling zal zich in een langzaam tempo voltrekken en zich van te voren aankondigen. In de normale bedrijfsvoering dient voldoende monitoring te zijn aangebracht om de vervuiling tijdig te signaleren. Er zullen dan ook maatregelen moeten worden genomen in de normale bedrijfsvoering.

De individuele putten

Het winveld bestaat uit meerdere individuele putten die als elementen beschouwd worden. Een put kan vanwege vele oorzaken uitvallen en daar dient rekening mee te worden gehouden.

Het leidingsysteem dat de verschillende putten met elkaar verbindt

Dit systeem is identiek aan het leidingnet waarmee het drinkwater wordt gedistribueerd en kan min of meer op dezelfde wijze worden geanalyseerd. Belangrijk is uiteraard of reparatie gegarandeerd snel is uit te voeren, zodat slechts sprake is van een storing. Moet de uitval toch als calamiteit worden beschouwd, dan is bij de analyse van belang, hoeveel water het zuiveringsgebouw of de pompkelder nog kan bereiken. Het gaat hierbij om de absolute hoeveelheden en niet om percentages van de maximum dag. Ook de drukafhankelijkheid speelt hier een minder grote rol. De minimale druk aan het einde van de leiding is de uitstroomhoogte.

5.5.3 Oeverfiltratie

In het systeem van oeverfiltratie kunnen de elementen

- rivier
- bodempakket

worden onderscheiden.

Rivier

Een vervuiling van de rivier is een calamiteit waar rekening mee moet worden gehouden. Het effect dat een vervuiling heeft is afhankelijk van de aard ervan. Wordt de vervuiling verwijderd tijdens de bodempassage, dan is er niets aan de hand. Passeert de vervuiling de bodem, dan is het de vraag in hoeverre er een voldoende verdunning optreedt en in hoeverre de vervuiling

in het achterliggende zuiveringsproces kan worden verwijderd dan wel omgezet.

Maatregelen dienen pas genomen te worden als de calamiteit de volgende kenmerken heeft:

- De vervuiling passeert de bodem;
- De verdunning is (op termijn) niet meer voldoende;
- De vervuiling wordt niet verwijderd of omgezet in het achterliggende zuiveringsproces.

In dit geval is er echter geen sprake meer van een calamiteit in de zin van de leveringszekerheidsanalyse. Het proces van volledige doorslag voltrekt zich dermate langzaam, dat er een analogie is met de vervuiling van een diepe aquifer zoals besproken in paragraaf 5.5.2. De maatregelen dienen in de normale bedrijfsvoering getroffen te worden.

Bodempakket

Het bodempakket is in de analyse van de leveringszekerheid gelijk aan een freatische watervoerende laag zoals besproken in paragraaf 5.5.2.

5.5.4 Oppervlaktewaterwinning

Bij een oppervlaktewaterwinning zijn een aantal elementen te herkennen.

- Oppervlaktewater;
- Buffer;
- Voorzuivering;
- Ruwwatertransport.

Niet ieder oppervlaktewatersysteem beschikt over alle elementen en ook de volgorde van de elementen is niet voor ieder systeem gelijk. Bijvoorbeeld een systeem van diep- of oppervlaktewaterinfiltratie kent soms meerdere stappen van voorzuivering en buffering.

In het bestek van dit rapport is het onmogelijk om in algemene termen over ieder element iets te zeggen. De oppervlaktewatersystemen in Nederland zijn in de onderdelen zo divers dat iedere bespreking direct aan een concrete installatie is gekoppeld.

6 Hoe nu verder: een richtlijn in beweging

De kwantitatieve richtlijn voor leveringszekerheid is een unieke richtlijn in de wereld. De Commissie Leveringszekerheid is uiterst zorgvuldig te werk gegaan in het opstellen én het toetsen ervan. Nu komt het erop aan dat de bedrijven de richtlijn gaat incorporeren in hun planvorming en bedrijfsvoering. Gedurende dit traject zullen er nieuwe gezichtspunten worden ontwikkeld en zal de filosofie van de benadering verder evolueren. Met name de analyse van de productiebedrijven, de bronnen en de ruwwatersystemen verdient nog veel aandacht. Ook het beschikbaar krijgen van storingsgegevens is van belang om op termijn de totale risicoanalyse te kunnen uitvoeren.

De Commissie komt dan ook tot de volgende aanbevelingen:

- Inpassing van de richtlijn als toetsingcriterium in het overleg tussen waterleidingbedrijven en de Regionale Inspectie van Volksgezondheid;
- Uitgebreide voorlichting aan de Inspectie van Volksgezondheid over de interpretatie van de richtlijn;
- Een landelijk en regelmatig contact tussen bedrijven over de uitvoering van de toetsingen en de resultaten daarvan voor zover relevant voor het algemene belang;
- Verzamelen en registreren van storingsgegevens door alle waterleidingbedrijven.

De Commissie is ervan overtuigd dat de richtlijn zoals die nu is gepresenteerd een solide basis is voor een gerichte kwantitatieve analyse van de leveringszekerheid. Het dient echter geen statische regel te zijn die tot in lengte van dagen zal standhouden. Het toepassen ervan zal zorgen voor een evolutie, die de zowel de richtlijn als de toetsing daarvan op de specifieke onderdelen van een waterleidingbedrijf, robuuster zal maken.

BIJLAGE 1
Samenstelling Commissie Leveringszekerheid

Voorzitter:

ir. K.J. Hoogsteen,
N.V. Waterleidingmaatschappij "Drenthe"

Secretaris:

ing. K.H. Poortema,
VEWIN

Leden:

dr.ir. J. Cohen,
Gemeentewaterleidingen Amsterdam

ir. P.A. Dane,
N.V. Waterbedrijf Europoort

dr. Th.J.J. van den Hoven,
Kiwa N.V.

ir. G.S. Huyboom,
N.V. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland

ir. H.J.L. de Kraa,
Delta Nutsbedrijven N.V.

ir. P.A.N.M. Nuhn,
N.V. Waterleiding Maatschappij "Noord-West-Brabant"

ing. P.J. Ruiter,
N.V. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WMN)

ing. A. van der Scheer,
Waterleiding Maatschappij Overijssel N.V.

drs. D. Sprong,
N.V. Flevolandse Drinkwater Maatschappij

ir. B.H. Tangena,
N.V. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland

BIJLAGE 2

Literatuur

COMMISSIE LEVERINGSZEKERHEID: "Aanbevelingen voor de Leveringszekerheid van de drinkwatervoorziening", Rijswijk, november 1992

VREEBURG, ir. J.H.G.: "Toetsing praktijkrichtlijn Leveringszekerheid", KIWA SWE 92.313, Nieuwegein, november 1992

COMMISSIE LEVERINGSZEKERHEID, WERKGROEP BESCHERMINGSPLANNEN, "VWN-bijeenkomst in het kader van Leveringsplan Drinkwater", H₂O 26:1993, nr.10, pg 260-264.

ENT, ir. W.I. van der, VREEBURG, ir. J.H.G.: "Het begeleidingstraject Leveringszekerheid", KIWA SWO 94.320, Nieuwegein, oktober 1994.

BIJLAGE 3

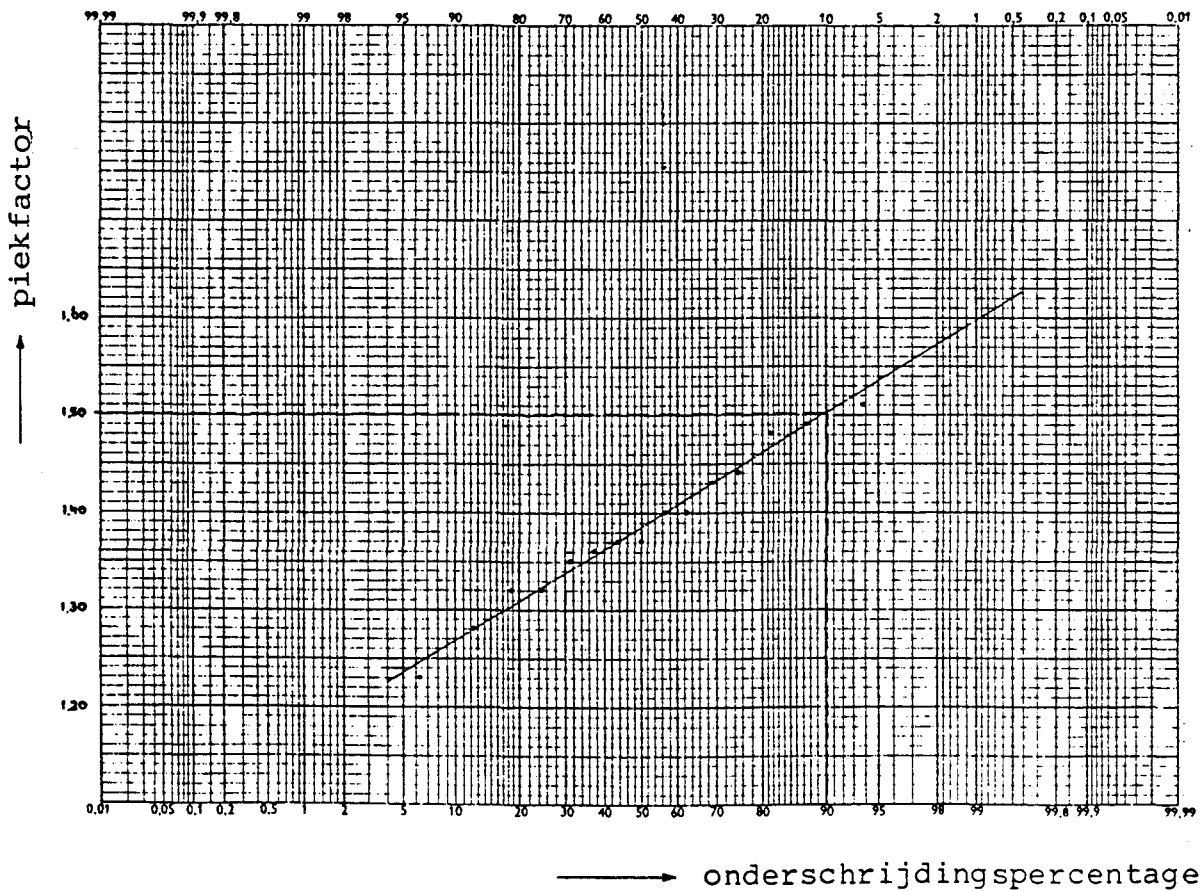
Bepaling piekfactor maximum dag

Uit de historische piekfactoren wordt die factor bepaald die eens in de tien jaar wordt overschreden. Dit komt overeen met een piekfactor die een onderschrijdingspercentage heeft van 90%. In onderstaande tabel is een willekeurig voorbeeld gegeven uit een analyse van de piekfactoren van 15 jaar van een pompstation. Geadviseerd wordt om de analyse uit te voeren op de piekfactoren van minimaal 10 achtereenvolgende jaren.

Historische piekfactoren			N = 15	Onderschrijdingspercentage
Chronologisch		Gerangschikt naar grootte		
jaar	factor (max. dag/ gem.dag)		m	$\frac{100m}{N + 1}$
19xx	1,23	1,23	1	6,3
19xx + 1	1,37	1,28	2	12,5
19xx + 2	1,40	1,32	3	18,8
19xx + 3	1,36	1,32	4	25,0
19xx + 4	1,44	1,35	5	31,3
19xx + 5	1,28	1,36	6	37,5
19xx + 6	1,48	1,37	7	43,8
19xx + 7	1,35	1,37	8	50,0
19xx + 8	1,32	1,40	9	56,3
19xx + 9	1,40	1,40	10	62,5
19xx + 10	1,43	1,43	11	68,8
19xx + 11	1,51	1,44	12	75,0
19xx + 12	1,32	1,48	13	81,3
19xx + 13	1,49	1,49	14	87,5
19xx + 14	1,37	1,51	15	93,8

De piekfactoren en hun onderschrijdingspercentage, zoals weergegeven in de derde en laatste kolom van bovenstaande tabel, kunnen worden uitgezet op symmetrisch waarschijnlijkheidspapier zoals in onderstaande figuur is gedaan. (Afkomstig uit "Grondslagen t.b.v. de opstelling van het tweede Tienjarenplan" bijlage 1, bladzijde 2.)

Is dit papier niet beschikbaar, dan is een goede benadering te maken door rechtlijnig te interpoleren tussen de twee waarden die boven en onder de 90% onderschrijding liggen. In het voorbeeld zijn dit de laatste twee waarden in de rechter kolom. Voor dit geval is de piekfactor met een onderschrijdingspercentage van 90% gelijk aan 1,50.



* Onderschrijdingspercentage van 90 komt overeen met een kans van overschrijding van 1 maal per 10 jaar.