

Analyse van de leveringszekerheid van pompstations

Met een strenge elementdefinitie en extra, bedrijfseigen, eisen spaart PWN zichzelf niet bij het analyseren van de leveringszekerheid van haar pompstations. De analyse levert een lijst van kritische elementen op die de leveringszekerheid bedreigen. Resultaat is een aantal mogelijke maatregelen om deze bedreigingen te neutraliseren. Door de maatregelen met een risico-analyse te beoordelen op effectiviteit kunnen prioriteiten verleend worden, zodat PWN de in het nieuwe Drinkwaterbesluit geëiste leveringszekerheid kan realiseren. Waterkwaliteit en leveringszekerheid vormen de belangrijkste parameters waarop de klant de drinkwaterlevering beoordeelt.

De normen voor de waterkwaliteit zijn sinds 1960 opgenomen in het Waterleidingbesluit. Bijna 15 jaar na het ontstaan van de VEWIN-richtlijn voor leveringszekerheidsanalyse wordt dit aspect binnenkort verankerd in de Nederlandse wetgeving (zie kader). Door toepassing van de richtlijn hebben waterbedrijven op vrijwillige basis al ervaring kunnen opdoen. Nu de vrijblijvendheid van de richtlijn wegvalt, kan de interpretatie gevolgen hebben - op zijn minst voor de discussies met vakgenoten en de VROM-inspectie. PWN is anderhalf jaar geleden opnieuw begonnen met het analyseren van zijn installaties op leveringszekerheid. Voortschrijdend inzicht heeft een praktische analysemethode opgeleverd.

Restcapaciteit

Allereerst is pompstation Bergen geschouwd. Dit is één van de drie belangrijkste drinkwaterproductielocaties van PWN, samen met pompstations Wim Mensink en Andijk. De nominale productiecapaciteit van Bergen is 4.400 kubieke meter per uur (zie kader). Startpunt van de analyse is de berekening van de benodigde restcapaciteit: hoeveel water moet de zuivering van Bergen kunnen produceren ongeacht de omstandigheden? Met behulp van leidingnetberekeningen is deze bepaald voor het voorzieningsgebied van Bergen. Voor de bestudeerde maximumdag zijn alle leveringen aan het voorzieningsgebied maximaal ingezet. Vervolgens is de uitgaande hoeveelheid/druk van het pompstation stap voor stap verlaagd.

De eis is dat de geleverde waterhoeveelheid meer is dan driekwart van het drinkwaterverbruik op de maximumdag door 2.000 of meer aansluitingen. Op het moment dat dit percentage nog niet wordt gehaald, is de kritische inzet, de minimaal benodigde restcapaciteit, van een pompstation bereikt (zie afbeelding 1). Voor pompstation Bergen is de restcapaciteit op deze manier bepaald tussen de 45 en 50 procent van de nominale capaciteit. Verdere verfijning van de resultaten is niet zinvol vanwege onzekerheden in de gedane aannames en uitgangspunten. De benodigde restcapaciteit is daarom vastgesteld op 50 procent. Bergen moet dus altijd 2.200 kubieke meter per uur kunnen produceren. De leveringszekerheidsanalyse dient dit aan te tonen.

'Academische' analyse

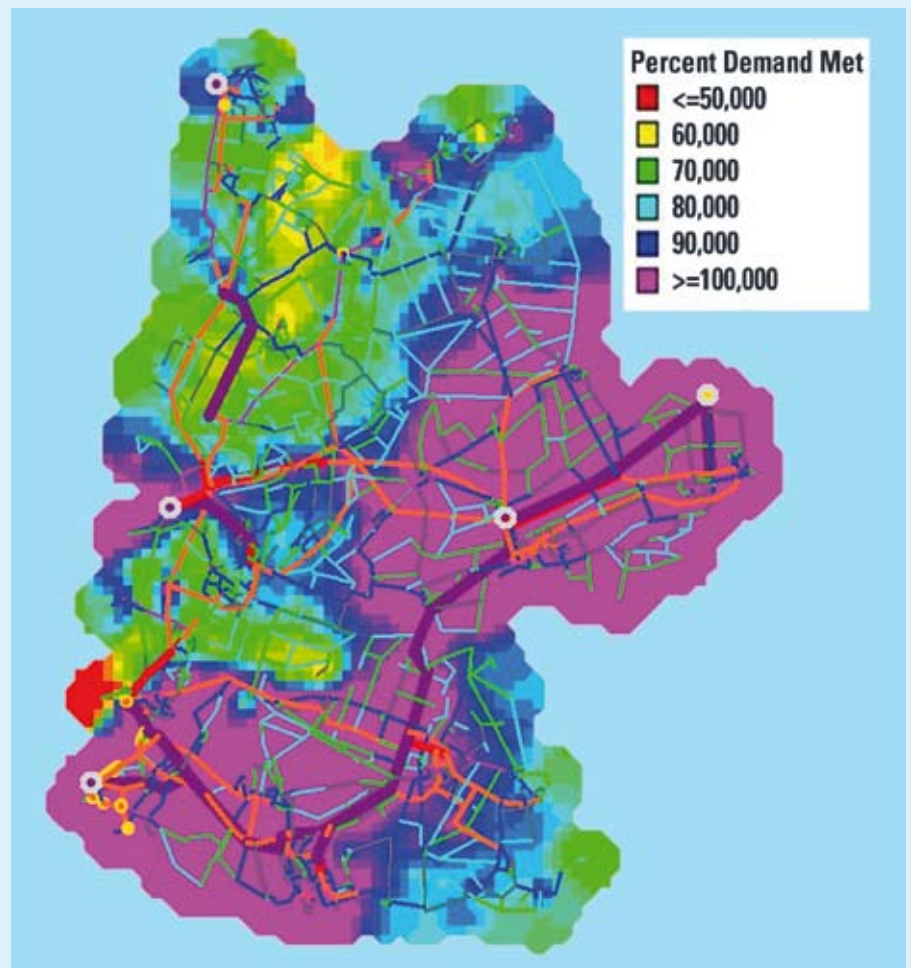
Om te controleren of bij uitval van één element de restcapaciteit nog geleverd kan worden, is een 'academische' analyse uitgevoerd van de leveringszekerheid. Relevant hierbij zijn de opbouw van het pompstation in processtappen en de definitie van 'zelfstandig onderdeel' in de wetgeving.

In reguliere omstandigheden krijgt pompstation Bergen water uit twee bronnen geleverd: infiltratiewater uit het infiltratiegebied ICAS en hyperfiltrat (RO-water) geproduceerd in Heemskerk. In bijzondere

omstandigheden kan ook duinwater uit grondwaterputten nabij het pompstation worden gewonnen. Het infiltratiewater (en/of het duinwater) wordt belucht en gefiltreerd in het zandfiltergebouw, daarna wordt het zandfiltrat gemengd met het hyperfiltrat en wordt in het chemicaliëngedoseerd. Dit drinkwater wordt opgeslagen in vier drinkwaterkelders, voordat het wordt gedistribueerd via de distributiepompen in het pompgebouw.

Voor de levering zijn de energievoorziening en de terreinleidingen onmisbaar. Het goed functioneren van de procesautomatisering is

Afb. 1: Met 45 tot 50 procent van de nominale productiecapaciteit kan pompstation Bergen nog steeds voldoen aan de leveringseis (75 procent) in het voorzieningsgebied.



De leveringszekerheidsanalyse is opgenomen in het Drinkwaterbesluit, behorend tot de Drinkwaterwet. Het besluit is nog niet vastgesteld: het ontwerp-Drinkwaterbesluit is 8 december 2009 per brief aangeboden aan de Eerste en Tweede Kamer. PWN heeft gebruik gemaakt van de versies die in oktober 2008 en april 2009 onder de waterbedrijven zijn verspreid. Waar in deze tekst sprake is van 'Drinkwaterbesluit' worden deze versies bedoeld. Artikel 52, lid 1 van het ontwerp-Drinkwaterbesluit luidt nu: 'Bij uitval van een zelfstandig onderdeel van een watervoorzieningswerk draagt de eigenaar van een drinkwaterbedrijf er zorg voor dat binnen 24 uur een hoeveelheid drinkwater kan worden geleverd die op dagbasis tenminste driekwart bedraagt van de hoeveelheid die wordt geleverd op de maximumdag'. Onder maximumdag wordt verstaan de dag in een kalenderjaar waarop het drinkwaterverbruik op etmaalbasis in een distributiegebied het hoogst is, met een overschrijdingskans van eenmaal per tien jaar. De eerste en tweede volzin gelden voor aansluitingen of clusters van aansluitingen met een verbruik gelijk aan dat van 2000 huishoudelijke aansluitingen of meer.

Afb. 2: Belangrijke productielocaties van PWN van leveringsgebied Noord-Overig. Vanuit Leiduin wordt infiltratiewater geleverd aan de infiltratiegebieden. De drinkwaterpompstations leveren aan een ring.



Pompstation Bergen vanaf een duintop, met v.l.n.r. het zandfiltergebouw, het chemicaliëngebouw en het gebouw met de distributiepompen.



- jaarproductie PWN: 105 miljoen kubieke meter
- eerste drinkwaterproductie in Bergen: 1885
- huidige configuratie sinds 1998
- oudste nog in gebruik zijnde productie-installatie: twee drinkwaterkelders, uit 1962
- jaarproductie in Bergen: 23 miljoen kubieke meter)
- nominale capaciteit: 4400 m³/h
- bronnen voor nominale productie: hyperfiltraat (1600 m³/h), infiltratiewater uit ICAS (2600 m³/h), duinsecundairs (lokale winning, 2000 m³/h)
- restcapaciteit: 2200 m³/h.

Waarschijnlijkheid

Bij de leveringszekerheidsanalyse wordt de kans dat een element kan uitvallen op één gesteld: er wordt dus geen rekening gehouden met waarschijnlijkheid. Faalgegevens op basis waarvan beargumenteerde uitspraken over waarschijnlijkheid kunnen worden gedaan, ontbreken namelijk vooralsnog grotendeels in de drinkwatersector. Ook de staat van onderhoud van een onderdeel wordt niet beschouwd in de wetgeving. Hoe goed onderhouden en onwaarschijnlijk ook, het element valt dus uit. Met het uitgevallen element wordt onderzocht of de vereiste restcapaciteit in gevaar komt. Elementen die een gevaar vormen voor de restcapaciteit, worden als kritisch betiteld.

De moeilijkheid van het definiëren van een element mag blijken uit het volgende voorbeeld. Bergen kan door pompstation Heemskerk (hyperfiltraat), ICAS (infiltratiewater) en lokale duinsecundairs van ruwwater worden voorzien. Als aanjager Bakkum uitvalt, is er nog voldoende voordruk om per uur circa 800 kubieke meter hyperfiltraat en evenzoveel infiltratiewater in Bergen aan te voeren. Aangevuld met duinwater uit de lokale duinsecundairs komt de leveringszekerheid niet in gevaar. Vlak voor het zandfiltergebouw sluit de duinsecundairleiding aan op de infiltratiewaterleiding. Als deze toevoer uitvalt, is geen toevoer van infiltratie- of duinwater mogelijk. De toevoer is dus kritisch, hoewel bij opgraven bleek dat dit enkele stuk leiding slechts één meter lang is. Via de academische analyse zijn 20 kritische elementen opgespoord, variërend van een niveaumeter tot kabel- en leidingknooppunten.

Neutraliseren

Voor een leveringszeker pompstation dienen alle geïnventariseerde kritische elementen te worden geneutraliseerd, zodat het element de leveringszekerheid niet meer in gevaar brengt. Daartoe zijn maatregelen benodigd, variërend van het realiseren van een redundante (en dus ook ruimtelijk onafhankelijke) installatie tot het creëren van extra schakelmogelijkheden. Om te garanderen dat de meest effectieve maatregelen als

voor de leveringszekerheid bij PWN niet noodzakelijk. PWN is geautomatiseerd volgens Plenty (zie H₂O nr. 14/15 uit 2006). Bij uitval op een willekeurig niveau kan de bedrijfsvoerder handmatig vervangende waarden instellen om de drinkwaterproductie in stand te houden. In uiterste nood moeten bij langdurige uitval van de procesautomatisering de installaties met de hand worden bediend via handregelstations. Dat wordt regelmatig geoefend.

Aangezien leveringszekerheids-eisen zijn gebaseerd op de uitval van een 'zelfstandig onderdeel', is de definitie van zelfstandig essentieel voor de analyse. Als onder zelfstandigheid wordt verstaan dat het element functioneel te isoleren is, wordt

volgens PWN voorbijgegaan aan de afhankelijkheid die tussen elementen kan bestaan. Zo kunnen schijnbaar onafhankelijke elementen tegelijk falen als zij in een gebouw staan dat afbrandt. PWN eist van een element daarom dat het behalve functioneel onafhankelijk ook ruimtelijk onafhankelijk is. Dit leidt ertoe dat functioneel onafhankelijke elementen die in één brandgevaarlijke ruimte zijn ondergebracht, worden beschouwd als één element. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij meerdere energieverdelers in één ruimte. Hetzelfde geldt voor ruimtes met inundatiegevaar en voor kabels en leidingen die in elkaars veiligheidszone liggen. Zodoende neemt PWN gevolgschade mee in de elementdefinitie.

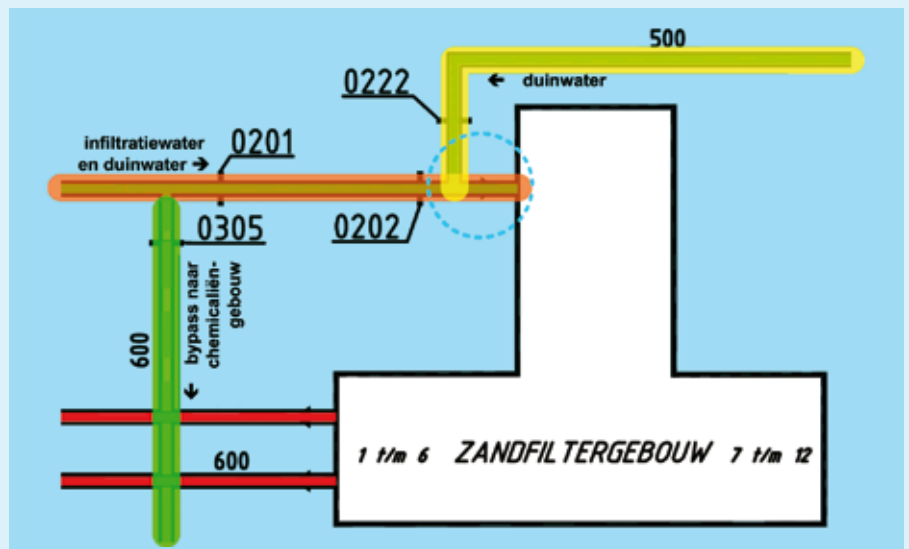
eerste worden genomen, is een analyse uitgevoerd op de kritische elementen. Daarbij zijn risico's door externe dreigingen en menselijk handelen meegenomen. Menselijk handelen is een cruciale factor voor de betrouwbaarheid van installaties. Redundantie sluit de mogelijkheid op problemen door onjuiste bediening of onderhoudsproblemen niet uit. Daarnaast stelt het Drinkwaterbesluit dat een verstoringsrisicoanalyse voor bestaande en te verwachten dreigingen moet worden uitgevoerd. Als methode voor de risicoanalyse is de *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) toegepast. Een FMEA is een algemeen geaccepteerde en internationaal gehanteerde methodiek om installaties te beoordelen op de effecten van falende onderdelen. Met een groep deskundigen wordt per kritisch element geïnventariseerd op welke manieren dit element zou kunnen falen: de mogelijke faalgebeurtenissen. In de FMEA wordt op basis van deskundigheid dus wel de kans op falen betrokken.

Risico Prioriteit Getal

Per faalgebeurtenis wordt de kans van optreden bepaald (realisatie); het effect voor het product, het proces, het personeel, de afnemers en/of het milieu (gevolg) én de kans op het voortijdig signaleren en daarmee kunnen beletten van de faalgebeurtenis (tijdige detectie). Door de realisatiefactor en de detectiefactor empirisch te bepalen, wordt waarschijnlijkheid in de leveringszekerheidsanalyse betrokken. De gevolgfactor geeft de gevolgen voor de leveringszekerheid weer. Omdat de huidige wetgeving nadruk legt op de levering en waarschijnlijkheid uitsluit, wordt aan de hoogte van de gevolgfactor een hoger gewicht gegeven. De factoren worden door de deskundigen beoordeeld met een cijfer tussen 1 en 10 op basis van scoringstabellen die specifiek op drinkwaterproductiebedrijven met geautomatiseerde procesvoering zijn afgestemd. Het product van de factoren is het risico dat de faalgebeurtenis vormt. Het risico wordt uitgedrukt in een Risico Prioriteit Getal (RPG), dat tussen 1 en 1.000 ligt.

Is het RPG groter dan een normwaarde, dan is de faalgebeurtenis kritisch: er dienen direct maatregelen te worden genomen. Is het RPG kleiner dan de normwaarde, dan wordt de gevolgscore nader beschouwd. De normwaarde is vastgesteld op 100. Is deze lager dan 9, dan hoeven niet direct maatregelen getroffen te worden en is het risico acceptabel. Bij een gevolgscore kleiner dan 9, is de installatie namelijk nog leveringszeker. Door extra gewicht aan de gevolgscore toe te kennen, wordt dus recht gedaan aan de leveringszekerheidsrichtlijn.

Van sommige maatregelen is het niet ondenkbaar dat de uitvoering risicovoller is dan het handhaven van de bestaande situatie, zoals het saneren van een leidingknooppunt. Van elke faalgebeurtenis waarvoor een maatregel moet worden getroffen, wordt daarom ook het RPG bepaald van de faalgebeurtenis van het generaliseerde element inclusief de uitvoering van maatregel. Als het nieuwe RPG



Afb. 3: De enkele aanvoerleiding naar het zandfiltergebouw (in cirkel)...
... blijkt één meter lang te zijn.



kleiner is dan de normwaarde, is de maatregel afdoende en goed te realiseren. Is dit niet zo, dan levert deze maatregel een onvoldoende bijdrage aan de oplossing voor het probleem en is een andere of aanvullende maatregel nodig. Op basis van de te bereiken risicoreducties (het verschil in RPG voor en tijdens/na uitvoering van de maatregel) worden de maatregelen op volgorde van afnemend RPG-verschil gerealiseerd. Zo krijgen de meest effectieve maatregelen prioriteit.

Ontwerpregels

Uit de risicoanalyse blijkt dat een aantal van de kritische elementen geneutraliseerd kan worden met effectieve en praktisch uitvoerbare maatregelen. In de analyse van Bergen is duidelijk geworden dat sommige maatregelen als ontwerpregels ook in de toekomst hun waarde kunnen bewijzen. Deze regels zijn met de projectenafdeling besproken. Voor enkele elementen zijn geen fysieke maar procedurele maatregelen geformuleerd voor bediening, onderhoud en oefening. In het voorbeeld van de enkelvoudige ruwwatertoevoer naar het zand-

filtergebouw is inmiddels een tweede toevoerleiding vanaf de duinsecundairleiding gerealiseerd.

De leveringszekerheidsanalyse gaat uit van een volledig beschikbaar productie- en distributiesysteem waarin één element uitvalt. Hierbij wordt voorbijgegaan aan grote onderhoudssituaties, bijvoorbeeld in het distributienet. Bij onderhoud van onderdelen van de infrastructuur waarvoor geen redundantie is, kunnen wel problemen ontstaan. In praktijk worden deze risico's niet geïdentificeerd of ze worden geaccepteerd. PWN heeft besloten groot onderhoud tevoren ook aan een leveringszekerheidsanalyse te onderwerpen om te controleren welke elementen daardoor tijdelijk kritisch zijn. De resultaten van deze 'mini-analyse' worden opgenomen in het draaiboek voor het onderhoud.

Ingrid Bonnet (Royal Haskoning)
Martin Klein Arfman (PWN)
Ignaz Worm (PWN / TU Delft)