



Cindy de Jongh, KWR Watercycle Research Institute  
Annemarie van Wezel, KWR Watercycle Research Institute

# Toepassing DALY-concept voor chemische verontreinigingen in drinkwater beperkt

**Effecten op de gezondheid door blootstelling aan stoffen via het milieu of de voeding zijn te kwantificeren door toepassing van het DALY-concept (Disability Adjusted Life Years). Een casus illustreert de toepassing bij het inschatten van de gezondheidseffecten van blootstelling aan stoffen via drinkwater. Een fictieve, levenslange blootstelling aan genotoxische stoffen in concentraties op de drinkwaternorm kan resulteren in een ziektelast van 0,02 tot 3 DALY per miljoen personen per jaar, wat zeer laag is in vergelijking tot de ziektelast als gevolg van andere milieufactoren. De toepassing van DALY voor chemische verontreinigingen in Nederlands drinkwater is in principe beperkt tot genotoxische stoffen.**

De VN-wereldgezondheidsorganisatie WHO introduceerde het DALY-concept in 1996 om ziekte en sterfte als gevolg van aandoeningen te vergelijken, met als doel een schatting te maken van het aantal verloren levensjaren in een populatie<sup>1)</sup>. DALY geven een uniforme maat voor het vergelijken van gezondheidseffecten met verschillende maten van ernst en duur als gevolg van blootstelling aan verschillende factoren (milieu, werkplek of voeding).

In de berekening worden vier belangrijke aspecten van ziekten meegenomen: het

aantal mensen dat aan de ziekte lijdt, de ernst van de ziekte, de sterfte eraan en de leeftijd waarop de sterfte optreedt (zie kader hieronder). DALY worden onder meer door het RIVM toegepast om te berekenen tot in welke mate milieufactoren, stoffen in voeding of in consumentenproducten of ongunstige arbeidsomstandigheden bijdragen aan de totale ziektelast<sup>2),3),4)</sup>.

In de literatuur zijn ook voorbeelden te vinden van ziektelastberekeningen in DALY als gevolg van (incidentele) aanwezigheid van pathogenen in drinkwater.

## Toepassing voor drinkwater

Het DALY-concept is voor blootstelling aan chemische contaminanten - in tegenstelling tot microbiologische factoren - tot op heden nog zeer beperkt toegepast voor drinkwater. Eén van de beschikbare onderzoeken heeft de gezondheidswinst berekend door toepassing van ozon als drinkwaterbehandeling<sup>5)</sup>. De auteurs concludeerden dat de gezondheidswinst door het voorkómen van ziektegevallen door infectie met *Cryptosporidium parvum* groter was dan de ziektelast door de mogelijke extra gevallen van nierkanker door blootstelling aan bromaat, een bijproduct van het ozonisatieproces. De gezondheidswinst bedroeg 0,5 DALY per miljoen personen per jaar, wat relatief klein is ten opzichte van de totale ziektelast (zie tabel). Om de toepassing van DALY voor de inschatting van de eventuele gezondheidswinst door blootstelling aan chemische stoffen via drinkwater verder te verkennen en de resultaten in het perspectief van gezondheidseffecten als gevolg van andere milieufactoren te plaatsen, is een studie uitgevoerd<sup>6)</sup>.

## Theoretische ziektelast drinkwater zeer laag

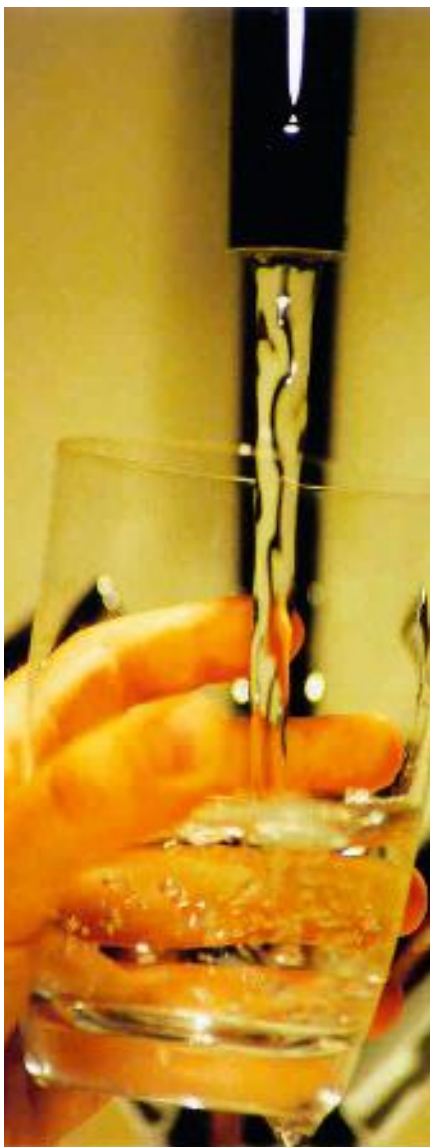
Voor zeven genotoxische stoffen, waaronder benzeen, benzo(a)pyreen, bromaat en NDMA, zijn DALY afgeleid, gebaseerd op een fictief scenario waarbij de concentraties van deze stoffen in drinkwater gelijk werden gesteld

Bij de berekening van DALY worden sterfte en verminderde levenskwaliteit als gevolg van ziekte meegenomen in één index: DALY = YLL (Years of Life Lost) + YLD (Years Lived with Disabilities). YLL is het aantal verloren levensjaren door sterfte en wordt berekend als het product van het aantal sterfgevallen en de resterende levensverwachting op het moment van overlijden. YLD is het aantal jaren geleefd met ziekte uitgedrukt in ziektejaarequivalenten. Dit wordt vastgesteld door het aantal mensen met ziekte te vermenigvuldigen met een wegingsfactor voor de ernst en met de duur van de ziekte. De wegingsfactoren worden afgeleid door deskundigen en variëren tussen 0 (geen nadelige gevolgen) tot 1 (zeer ernstige gevolgen).

DALY = YLL + YLD	
verloren levens jaren (YLL)	jaren geleefd met een ziekte (YLD)
aantal sterfgevallen x levensverwachting op tijdstip van sterfte in jaren	aantal mensen met ziekte x wegingsfactor 0 (geen nadelige gevolgen) tot 1 (zeer ernstige gevolgen) x duur van de ziekte (in jaren)

aan de norm van het Drink-waterbesluit en waarbij werd uitgegaan van levenslange blootstelling. Het aantal DALY per stof werd berekend door het aantal verwachte gevallen van kanker bij de betreffende drinkwaterconcentratie af te leiden op basis van epidemiologische of dierstudiesgegevens en dit aantal te vermenigvuldigen met het aantal DALY per geval van kanker. Omdat niet precies bekend is welke soort(en) kanker zouden kunnen ontstaan door blootstelling aan de geselecteerde stoffen, is gerekend met een standaard DALY-waarde van 9 per geval van kanker. Het RIVM heeft deze waarde afgeleid als een gemiddelde DALY voor alle typen kanker<sup>7)</sup>. Uit de studie blijkt dat een levenslange blootstelling aan deze stoffen via drinkwater in concentraties op de drinkwaternorm kan resulteren in een ziektelast variërend van 0,02 DALY voor benzo(a)pyreen tot 3 DALY voor bromaat per miljoen personen per jaar.

Uit deze theoretische exercitie blijkt dat blootstelling via drinkwater aan deze zeven genotoxische stoffen samen resulteert in een maximale ziektelast van 4 DALY. Deze berekening geeft waarschijnlijk een overschatting van de gezondheidseffecten, aangezien de concentraties van chemische stoffen in drinkwater over het algemeen (veel)



	ziektelast in DALY in Nederland*
totale ziektelast <sup>4),7)</sup>	100.000 - 300.000
ziektelast veroorzaakt door negen milieufactoren (o.a. luchtvervuiling, geluidshinder, radon, benzeen en lood) <sup>4),7)</sup>	6.000 - 10.000
ziektelast als gevolg van beroepsmatige blootstelling aan stoffen <sup>7)</sup>	2.850
ziektelast als gevolg van blootstelling aan lood via lucht, drinkwater, voedingsmiddelen en consumentenproducten	217
ziektelast als gevolg van schadelijke stoffen in voedsel (diverse allergenen en kankerwekkende stoffen) <sup>7)</sup>	130
gezondheidswinst door toepassing ozonisatie drinkwater <sup>5)</sup>	0,5
ziektelast als gevolg van fictieve blootstelling aan zeven genotoxische stoffen met concentraties op norm Drinkwaterbesluit <sup>6)</sup>	0,02 tot 3 per stof. Maximaal 4 voor alle stoffen samen

\* Per miljoen personen per jaar

**Ziektelast in Nederland als gevolg van verschillende factoren.**

lager zijn dan de normwaarden. Aan de andere kant zijn mogelijk meer (genotoxische) stoffen in water aanwezig dan de zeven geselecteerde. Deze studie laat zien dat de fictieve ziektelast bijzonder laag is in vergelijking met de ziektelast als gevolg van andere factoren. Schattingen van de totale ziektelast van de Nederlandse bevolking bedragen 100.000 tot 300.000 DALY per miljoen personen per jaar<sup>4),7)</sup>. Van de totale ziektelast in Nederland is drie tot zeven procent toe te schrijven aan negen milieufactoren<sup>4)</sup> en ongeveer één procent aan beroepsmatige blootstelling aan chemische stoffen<sup>2)</sup> (zie tabel).

**Toepassing voor drinkwater beperkt**

Een groot aantal onderzoeken laat zien dat DALY een waardevol hulpmiddel is om op uniforme wijze ziektelast of gezondheidseffecten uit te drukken en te vergelijken.

De toepassing van DALY voor chemische verontreinigingen in drinkwater is echter in principe beperkt tot genotoxische stoffen, die ook in lage concentraties schadelijk geacht worden. Voor genotoxisch carcinogene stoffen wordt aangenomen dat er geen blootstellingsniveau is waarbij géén effect optreedt, doordat theoretisch elk molecuul van de stof kan binden aan DNA en elke verbinding met DNA kan leiden tot blijvende schade. Van andere stoffen wordt aangenomen dat ze pas boven een bepaalde drempelwaarde schadelijk zijn. Die drempelwaarden worden in het drinkwater in Nederland nooit gehaald, waardoor ook geen effecten op de gezondheid verwacht worden.

Een andere mogelijke beperking van DALY is dat de resultaten vaak niet nauwkeurig zijn bijvoorbeeld door aannames over oorzaak-gevolgrelaties, dosis-effectrelaties en de inschatting van de blootstelling<sup>8)</sup>. Deze onzekerheid dient in ogenschouw te worden genomen bij de toepassing van DALY voor het vergelijken van beleidsmaatregelen of prioritering van risico's.

**LITERATUUR**

- 1) Murray C. en A. Lopez (1997). Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 349 (9063), pag. 1436-1442.
- 2) Baars A., S. Pelgrom, F. Hoeymans en M. van Raaij (2005). Gezondheidseffecten en ziektelast door blootstelling aan stoffen op de werkplek - een verkennend onderzoek. RIVM.
- 3) Baars A., F. van Leeuwen en P. Kramers (2006). Harmful chemical constituents in our food. In 'Our food, our health - healthy diet and safe food in the Netherlands' van C. van Kreijl, A. Knaap en J. van Raaij, pag. 142-172. RIVM.
- 4) Hanninen O. en A. Knol (2011). European perspectives on environmental burden of disease. Estimates for nine stressors in six European countries. National Institute for Health and Welfare Helsinki.
- 5) Havelaar A. et al. (2000). Balancing the risks and benefits of drinking water disinfection: disability adjusted life-years on the scale. *Environ Health Perspect* 108 (4), pag. 315-321.
- 6) De Jongh C. (2011). Human health impact of chemical contaminants in drinking water - usefulness of the DALY concept. KWR Watercycle Research Institute. BTO 2011.044.
- 7) RIVM (2010). Nationaal Kompas Volksgezondheid - Sterfte, levensverwachting en DALY's.
- 8) Knol A. en B. Staatsen (2005). Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980-2020. RIVM.