

Aspekten betreffende industrieel waterverbruik

Voordracht gehouden tijdens de 31e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening 'Drinkwater in breder verband', die op 11 en 12 januari 1979 te Delft werd gehouden.

1. Soorten water en doeleinden industrieel waterverbruik

Er is een grote variatie in waterverbruik door de industrie. Er worden in Nederland voor velerlei doeleinden diverse soorten water toegepast. Duidelijk is dat water voor de industrie een onmisbare grond- en hulpstof is.

1.1. Soorten water

- Oppervlaktewater
- Grondwater
- Leidingwater (dit is het door ca. 100



IR. B. J. H. GEERTSEMA
Akzo Engineering bv

waterleidingbedrijven geleverde water, dat wordt verkregen uit grondwater of oppervlaktewater).

Daarnaast wordt ook voorgezuiverd oppervlaktewater aan de industrie geleverd (zie hoofdstuk 3.3.).

Er zijn ook industriële vestigingen die spaarbekkenwater en gedestilleerd water van waterleidingbedrijven betrekken.

Vaak is de hierbovengenoemde watersoort voor het beoogde doel niet geschikt. Zo worden uit de bovengenoemde watersoorten door de industrie gedemineraliseerd water, onthard water, gedektioniseerd water (H-water), ammoniakaal water, enz. bereid (zie hoofdstuk 3).

1.2. Doeleinden industrieel waterverbruik

1.2.1. Procesgebonden waterbehoeftes

— koelwater

De voornaamste functie van water is die van transportmedium. Het gaat hierbij niet alleen om het transport van materialen zoals suikerbieten of papiervezels, maar ook om het transport van warmte (positief of negatief).

Door de Nederlandse industrie wordt 88 % van het totale waterverbruik voor koeling gebruikt. In de chemische industrie wordt zelfs 95 % van het waterverbruik als koelwater aangewend. Het meeste koelwater is al of niet gefiltreerd oppervlaktewater; in de kuststreken is dit water meestal brak of zout. Grondwater wordt nog veel voor koeling toegepast. Dit is meestal het geval wanneer geen oppervlaktewater voorhanden is of wanneer het gebruik van oppervlaktewater niet is toegestaan (Warenwet) zoals vaak binnen de bedrijfstak van de voedings- en genotmiddelenindustrie.

Grondwater heeft als voordeel ten opzichte van oppervlaktewater dat het een grote zuiverheid paart aan een konstante en relatief lage temperatuur (op voldoende diepte 11 à 13 °C). Volgens de huidige inzichten is hiervan jaarlijks 1960 mln. m³ winbaar. Elektrische centrales verbruiken aanmerkelijk meer water dan de industrie, namelijk ruim 8,5 miljard m³ (dit is bijna 2,5 x het industrieel waterverbruik).

Het door de elektrische centrales verbruikte water in Nederland bestaat voor 99,9 % uit oppervlaktewater. 99 % van dit waterverbruik dient voor koeling.

Vaak wordt een desinfectiemiddel zoals chloorbleekloog aan het koelwater toegevoegd om de vorming van algen, mosselen e.d. te voorkomen en tegen te gaan.

Koeling wordt verkregen bij:

- direkt kontakt (mengcondensors, blussen van cokes);
- indirect kontakt (oppervlaktecondensors).

Er zijn ruwweg twee hoofdkoelsystemen:

- doorstroomkoeling ('once through');
- cirkulatiekoeling (hergebruik in kringloop).

Bij oppervlaktewaterverbruik wordt vrijwel uitsluitend doorstroomkoeling toegepast. Bij het verbruik van grondwater gaat de industrie hoe langer hoe meer over op cirkulatiekoeling.

Men onderscheidt nu twee types cirkulatiekoeling:

- open cirkulatiekoeling (koeltorens);
- gesloten cirkulatiekoeling (zoals koelsysteem in automobielen).

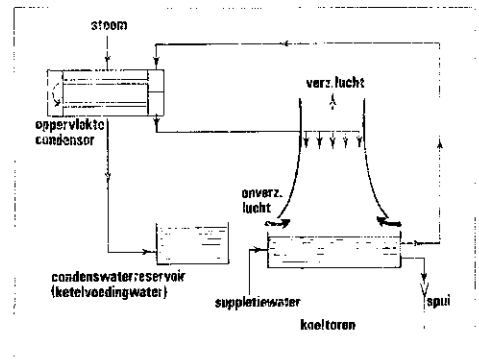
Als bezwaren tegen koeltorens worden met name de laatste tijd genoemd:

- energieverbruik;
- geluids- en trillingshinder;
- luchtverontreiniging (zichtbare waterpluim, eventuele mistvorming);
- horizonvervuiling;
- waterverontreiniging (door chemikaliëndosering en daaropvolgende spui).

Ter bestrijding van hardheidsafzetting, korrosie en microbiologische groei worden voor deze systemen een groot scala producten door diverse leveranciers op de markt gebracht.

Voorbeeld

Het koelwaterverbruik bij het kondenseren van stoom is zeer hoog. Wordt bijvoorbeeld het koelwater 10° opgewarmd, dan is het koelwaterverbruik bij stoomkondensatie theoretisch 55 x het stoomverbruik (zie afb. 1).



$$\theta_{m_w} \times c_p \times \Delta T_w = \theta_{m_{st}} \times r$$

$$\theta_{m_w} = \frac{\theta_{m_{st}} \times r}{c_p \times \Delta T_w} \quad \therefore \frac{\theta_{m_w}}{\theta_{m_{st}}} = 55, \text{ als } \Delta T_w = 10^\circ \text{C}$$

θ_{m_w}	= koelwaterstroom	(kg/sec)
$\theta_{m_{st}}$	= stoomstroom	(kg/sec)
ΔT_w	= koelwater temperatuurverschil	(°C)
r	= condensatiewarmte	(kJ/kg)
		(voor stoom: 2300 kJ/kg)
c_p	= soortelijke warmte	(kJ/kg°C)
		(voor water: 4,2 kJ/kg°C)

Afb. 1 - Koeltorens met warmtewisselaar.

— Ketelvoedingwater

Stoom als bron van warmte en energie wordt voornamelijk gemaakt uit grond- en leidingwater. Ook oppervlaktewater (spaarbekkenwater, WRK-water) wordt steeds meer als bron toegepast. Naarmate de stoomdruk hoger is moet er verder worden gezuiverd (ontharden, demineraliseren).

Bij de aardolieraffinatie dient gemiddeld de helft van het waterverbruik voor de stoombereiding.

— Proceswater

Meestal wordt kwaliteitswater als proceswater toegepast. Een veelheid van voorbeelden kan hier worden genoemd. Een relatief klein deel van het bij de procesvoering gebruikte water verdampt, ontleedt of wordt verwerkt in producten. Het grootste deel wordt als afvalwater geloosd.

— Was- en spoelwater

Hieronder verstaat men het waterverbruik voor het schoonmaken van de apparatuur, de werkruimtes, wegen e.d. Het waswater ten behoeve van het reinigen van vaste stoffen, gassen e.d. wordt onder proceswater gerangschikt (zie hoofdstukken 3.1 en 3.2)

1.2.2. Niet procesgebonden waterbehoeftes

— Sanitaire voorzieningen t.b.v. het personeel

Hiervoor wordt vrijwel steeds van water gebruik gemaakt dat afkomstig is van een waterleidingbedrijf. Het sanitairverbruik wordt voor een groot deel bepaald door het

aantal werknemers. In Nederland wordt gerekend met een gemiddeld verbruik van 120 tot 200 liter per werknemer per etmaal.

— Water voor de brandbestrijding

De meeste bedrijven, in het bijzonder diegene waar met licht ontvlambare stoffen gewerkt wordt, beschikken over een speciaal wateraanvoersysteem voor de brandbestrijding.

Bluswater kan in principe worden onttrokken aan:

— open water, zoals rivieren, havens, sloten;

— geboorde putten;

— brandkranen die zijn aangesloten op het waterleidingnet;

— reservoirs, zoals tankwagens.

De bluswaterbehoefte, die afhankelijk is van het brandrisikobeeld, bedraagt in Nederland minimaal 60 m³/h per objekt. Het verbruik is over een lange periode niet groot. Wel dient voldoende water van voldoende druk aanwezig te zijn. Periodiek te houden oefeningen vereisen een niet te verwaarlozen waterverbruik.

— Klimaatbeheersing

Relatief veel water wordt verbruikt bij de airconditioning. Water dient hierbij om te:

— koelen

— wassen

— bevochtigen

2. Huidig en toekomstig industrieel waterverbruik

2.1. Huidig verbruik

Door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) wordt elke vijf jaar vanaf 1957 de industrie in Nederland gevraagd naar het verbruik van grond-, oppervlakte- en leidingwater per provincie en bedrijfstak en naar verbruik voor koeling en ander verbruik. Een overzicht van dit verbruik per bedrijfstak voor 1976 wordt gegeven in de tabellen I, II en III.

Uit tabel I blijkt dat de voedings- en genotmiddelen-, de chemische- en aardolie-, de metaal- en de papierindustrie de grootste grondwateronttrekkers zijn (89 % van het totaal industrieel grondwaterverbruik).

58 % van het industrieel grondwaterverbruik dient voor koeling.

Uit tabel II blijkt dat de chemische- en aardolieindustrie veruit de grootste oppervlaktewaterverbruikers zijn (88 % van het totaal industrieel oppervlaktewaterverbruik).

97 % van het industrieel oppervlaktewaterverbruik dient voor koeling. Uit tabel III blijkt dat de chemische- en aardolieindustrie en de metaalindustrie de grootste leiding-

TABEL I - Grondwaterverbruik in 1976.

Bedrijfstak	verbruik van grondwater (hoeveelheden in miljoenen m ³)		totaal
	voor koeling	ander verbruik	
delfstoffen	0,3	8,0	8,3
voedings- en genotmiddelen	126,7	64,5	191,2
textiel	1,5	9,2	10,7
leder en rubber	13,7	2,0	15,7
papier	8,2	48,0	56,2
chemie en aardolie	49,1	29,6	78,7
bouwmaterialen	4,8	6,1	10,9
metaal	45,2	12,4	57,6
overige industrie	2,8	1,3	4,1
totaal industrie	252,3	181,1	433,4*

* waarvan 78,4 mln. m³ brak of zout.

TABEL II - Oppervlaktewaterverbruik in 1976.

Bedrijfstak	verbruik van oppervlaktewater (excl. zeewater) (hoeveelheden in miljoenen m ³)		totaal
	voor koeling	ander verbruik	
delfstoffen	2,4	1,5	3,9
voedings- en genotmiddelen	92,0	6,3	98,3
textiel	1,0	4,3	5,3
leder en rubber	9,9	0,1	10,0
papier	81,7	21,1	102,8
chemie en aardolie	2.600,1	45,2	2.645,3
bouwmaterialen	6,8	2,7	9,5
metaal	110,6	14,3	124,9
overige industrie	0,2	2,7	2,9
totaal industrie	2.904,7	98,2	3.002,9

TABEL III - Leidingwaterverbruik in 1976.

Bedrijfstak	verbruik van leidingwater (hoeveelheden in miljoenen m ³)		totaal
	voor koeling	ander verbruik	
delfstoffen	—	0,3	0,3
voedings- en genotmiddelen	2,6	27,2	29,8
textiel	0,6	6,4	7,0
leder en rubber	1,4	1,4	2,8
papier	5,3	3,2	8,5
chemie en aardolie	8,3	64,6	72,9
bouwmaterialen	1,1	3,0	4,1
metaal	33,8	29,4	63,2
overige industrie	1,1	5,0	6,1
totaal industrie	54,2	140,5	194,7

TABEL IV

hoeveelheden in miljoenen m ³	1967		1972		1976	
	1967	1972	1967	1972	1967	1976
totaal industrieel zoetwaterverbruik (excl. koelwater uit opp.water)	784	767	647			

waterverbruikers zijn (70 % van het totaal industrieel leidingwaterverbruik). 28 % van het industrieel leidingwaterverbruik dient voor koeling.

Beschouwt men nu het totaal zoetwater-

verbruik (excl. koelwater uit oppervlaktewater) van de industrie in de jaren 1967, 1972 en 1976, dan ziet men een opmerkelijke daling in het verbruik van ruim 17 % over een periode van bijna 10 jaar (zie tabel IV). Als oorzaken van deze teruggang in het verbruik kunnen in het kort genoemd worden:

— Prijs van het water

Het betreft hier de kosten voor winning of inkoop van water, de behandelingskosten vóór en na gebruik en de lozingskosten. De inkoop van water (leidingwater) wordt steeds duurder (prijsstijging jaarlijks gemiddeld 10 %).

Uit een onderzoek van de Vereniging Krachtwerktuigen is gebleken dat de leidingwater tarieven variëren van f 0,30-f 1,68 per m³.

De rekenkundig gemiddelde, landelijke prijs bedraagt in 1978 f 0,80/m³.

Ook de toegenomen moeilijkheden bij het realiseren van eigen winningen (ontwerp grondwaterwet) hebben hieraan bijgedragen.

— Mentaliteitsverandering

Diskussies over de WVO, Grondwaterwet, structuurschema hebben hun effect op de mentaliteit van werkgevers en werknemers niet gemist.

Zo werden waterbesparende technieken (o.a. zelfsluitende kranen) geïntroduceerd.

Ook de publieke opinie speelde hierbij een rol.

— Economische recessie

Ook de teruggang in de economie gedurende de afgelopen jaren heeft zijn invloed op het waterverbruik niet gemist.

2.2. Toekomstig verbruik

In het structuurschema drink- en industrie-watervoorziening 1972 (afgekort met structuurschema) is voor de prognose van het industriële waterverbruik tot het jaar 2000 dit verbruik proportioneel genomen met de groei van het produktievolumen.

Zo werden op advies van het Centraal Plan Bureau groeicijfers voor de chemische-, metallurgische- en papier- en de overige industrie gehanteerd van resp. 5½, 5 en 4 %. Hierbij werd uitgegaan van CBS-enquêtegegevens betreffende het industrieel waterverbruik in 1967.

Op grond hiervan werd het industrieel waterverbruik voor het jaar 2000 geraamd op 2.150 mln. m³ (dit was ruim de helft van het totaal zoetwaterverbruik, excl. koelwater uit oppervlaktewater, in Nederland). Al spoedig werd duidelijk dat deze methode veel te grof was en tot te hoge waterverbruiken leidde. Daarom werd ten

behoefte van het strukturaarschema 1977 een andere methode gekozen.

Voor het verkrijgen van een goed inzicht in het toekomstig waterverbruik is het nodig kennis te vergaren omtrent:

- de ontwikkeling van het waterverbruik per eenheid van industrieel produkt (specifiek waterverbruik);
- de ontwikkeling van de industriële productie.

Om aan dit eerste aspect te voldoen werd in 1974 door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID) in overleg met het Bureau Milieuhygiëne van de Raad van Nederlandse Werkgeversverbonden contact gezocht met een aantal daartoe relevante bedrijfsklassen, zoals:

- voedings- en genotmiddelenindustrie, w.o. slachterijen en vleeswarenfabrieken, pluimveeslachterijen, zuivelindustrie e.d.;
- papierindustrie;
- aardolieindustrie.

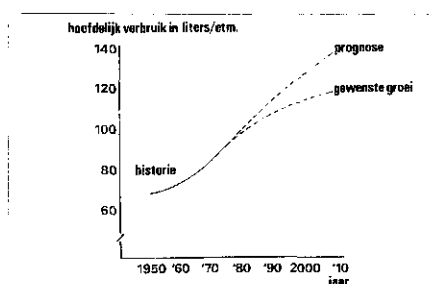
De resultaten van dit onderzoek zijn in rapportvorm door het RID uitgebracht. Een sterke daling in het specifieke waterverbruik valt hierin te bespeuren.

De toegepaste methode bleek in verband met het zeer gevarieerde produktenpakket van de chemische industrie hier niet zonder meer toepasbaar. Daarom werd door de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie een enquête gehouden onder deze bedrijfstak. Op basis van te verwachten investeringen en waterbesparingsmogelijkheden werd door de bedrijven zelf het waterverbruik tot het jaar 2000 geschat. Uit dit onderzoek is gebleken dat het totale zoetwaterverbruik van de chemische industrie tot het jaar 2000 met slechts 25 % toe zal nemen.

Het is dan ook opmerkelijk dat zowel het tienjarenplan '78 (VEWIN) als het komende strukturaarschema '77 na een kortstondige teruggang voor de nabije toekomst weer een aanzienlijke toename van het industriële waterverbruik voorspellen.

2.2.1. Tienjarenplan 1978

De raming van de waterbehoefte voor de openbare watervoorziening is volgens het tienjarenplan '78 in 1990 700 mln m³ lager dan volgens het strukturaarschema 1972. De totaal te leveren hoeveelheid water aan bevolking, industrie e.d. in 1990 van 1.600 mln m³ (thans ca. 1.000 mln m³) betekent een gem. jaarlijkse toename van 50 mln m³. Voor de industrie is een verdubbeling van halffabrikaat in de periode 1978-'90 gepland (van 50 mln m³ tot 100 mln m³). De levering van halffabrikaat vervangt evenwel vaak de levering van leidingwater zodat hier niet direkt van een uitbreiding gesproken mag



Afb. 2 - Huishoudelijk verbruik.

worden. Wel kunnen we ons gelukkig prijzen met het feit dat deze toename in het verbruik verkregen zou kunnen worden door uitbreiding van de capaciteit in de grondwaterwinning (300 mln m³), uit oppervlaktewater (200 mln m³) door uitbreiding bestaande spaarbekkens en infiltratiewerken en uit de huidige reservecapaciteit (100 mln m³). Het is voorlopig niet nodig geldverslindende infrastructurale werken aan te leggen.

2.2.2. Strukturaarschema 1977

In het nieuwe strukturaarschema wordt naast de historische ontwikkeling ook het toekomstig waterverbruik tot 't jaar 2010 voorspeld. Zo blijkt het huishoudelijk verbruik ondanks de stagnerende bevolkingsgroei nog sterk toe te nemen. Een toename van het hoofdelijk verbruik wordt verwacht van 101 l in 1976 tot 140 l per etmaal in het jaar 2010.

Deze toename wordt met name veroorzaakt door een verdubbeling van het waterverbruik voor hygiënische verzorging (douchen en baden) en door een verviervoudiging van activiteiten als tuinsproeien en autowassen. De vraag kan worden gesteld of een dergelijke toename nuttig en wenselijk geacht moet worden. Een stijging van het hoofdelijk verbruik tot max. 120 l per etmaal in 2010 moet mogelijk zijn (taakstellende prognose), dit betekent dan een besparing van ongeveer 100 mln m³ kwaliteitswater in het jaar 2010. Voor de groei van het hoofdelijk huishoudelijk verbruik zie men afb. 2.

Voor de industrie is in strukturaarschema 1977 het toekomstig waterverbruik berekend uit de produktieprognose (in miljarden gulden) en het specifieke waterverbruik (in m³ per 1000 gulden toegevoegde waarde). Voor de produktieprognose is uitgegaan van het cijfermateriaal van het Centraal Plan Bureau per bedrijfsklasse tot 1985.

TABEL V - hoeveelheden in miljoenen m³.

	2000		2010	
	str.schema 1972	str.schema '77 hoog altern.	str.schema '77 hoog altern.	str.schema '77 laag altern.
totaal industrieel zoetwaterverbruik (excl. koelwater uit oppervl.water)	647	2.150	1.019	790

Tot het jaar 2000 is voor de produktieprognose uitgegaan van een studie van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) 'De volgende vijf en twintig jaar, een toekomstverkenning voor Nederland'.

Voor de periode na 2000 is de lijn vanuit dat jaar geëxtrapoleerd. Na 1985 is voor de totale industrie een hoog alternatief en een laag alternatief voor de produktieprognose opgegeven. Voor het toekomstig waterverbruik zal echter alleen met dit hoge alternatief rekening worden gehouden. Met name de chemische industrie gaat in deze periode weer een glorierijke toekomst tegemoet (gem. groei van de produktie in periode 1976-'85 van ongeveer 12 % per jaar). De Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI) is al gelukkig met een jaarlijkse groei van 3 % per jaar. Overleg tussen bijvoorbeeld VNCI en WRR heeft hieromtrent nooit plaatsgevonden. Het is daarom diskutabel om op grond van dit wankel cijfermateriaal prognoses van het industrieel waterverbruik te baseren. Een en ander heeft tot gevolg dat het industrieel waterverbruik na een forse daling (zie tabel IV) in de periode 1976-2010 een toename in het verbruik met een faktor 2 voorgeschoteld krijgt (zie tabel V). Op grond van wat hiervoor is gezegd lijkt de konklusie gerechtvaardigd dat deze toename, ook al is die aanzienlijk lager dan volgens strukturaarschema 1972, te hoog is.

2.2.3. Grondwaterwet

Het is niet de bedoeling hier uitvoerig op de ontwikkelingen rond de ontwerp-grondwaterwet in te gaan. Toch volgen hier enkele opmerkingen, en wel met name ten aanzien van het gewraakte amendement van Van Kuijen c.s., waardoor de grondwaterwinning in prijs gelijk zou komen met leidingwaterinkoop.

De Raad van Nederlandse Werkgeversverbonden heeft zich in een brief tot de leden van de Eerste Kamer der Staten-Generaal fel tegen een dergelijke regulerende heffing verzet. Daarbij zijn de volgende argumenten gebruikt:

- het amendement is in strijd met de Grondwet;
- het amendement leidt tot ernstige economische schade voor het bedrijfsleven in ons land;
- het amendement is onnodig;

- het amendement is redelijkerwijs onuitvoerbaar;
- het amendement leidt tot een grotere grondwateronttrekking, een groter ruimtebeslag en een hoger energieverbruik.

Wat dit laatste argument betreft heeft de Vereniging Krachtwerktuigen berekend dat, voor het geval de helft van de door de industrie onttrokken hoeveelheid grondwater door de waterleidingbedrijven zal worden geleverd, dit op basis van de onttrekkingen in 1975 de volgende consequenties zou hebben:

- 18 mln m³ grondwater meer aan de bodem moet worden onttrokken tengevolge van de normale verliezen bij de waterleidingbedrijven;
- het ruimtebeslag met 25 % zal toenemen voor de uitbreiding van het onttrekkingsgebied en waterwingebied;
- ongeveer 30 mln kWh aan extra energie nodig is voor het transport van het gevraagde leidingwater naar de industrie.

Voor een regulering van het grondwaterverbruik is geen heffing nodig. Een doelmatig beheer wordt afdoende gewaarborgd door een restriktief vergunningenbeleid. Het is onze verwachting dat deze filosofie, in de thans nog in het interdepartementaal overleg verkerende ontwerp-novelle, gestalte zal krijgen.

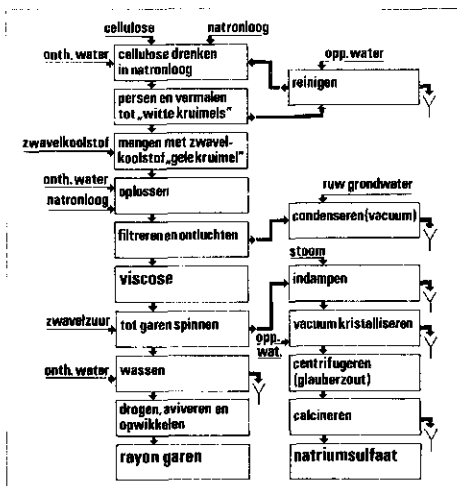
3. Enige voorbeelden van industrieel waterverbruik

Binnen een industriële onderneming kunnen voor het vervaardigen van produkten vele soorten water voor verschillende doeleinden worden verbruikt (zie ook hoofdstuk 1). Illustratief voor het verbruik van grote hoeveelheden hoogwaardig proceswater in de chemische industrie zijn onder andere de bereidingswijzen voor rayon (hoofdstuk 3.1) en kraakkatalysatoren (hoofdstuk 3.2). Beide produkten ondergaan tijdens de productie een uitgebreide wascyclus met resp. onthard water en gedekationiseerd water (H-water). Tenslotte zal enige aandacht worden geschonken aan minder gezuiverd water zoals WRK-water (zie hoofdstuk 3.3).

3.1. Waterverbruik bij de bereiding van rayongaren

3.1.1. Inleiding

In Nederland (onder andere Arnhem) wordt kunstzijde (rayon) vervaardigd volgens het viscoseprocédé. Rayon wordt gebruikt voor textiele- en technische doeleinden. Zo produceert een rayonbandengarenbedrijf uit cellulose een eindloos technisch garen dat zijn toepassing vindt in de bandenindustrie als versterkingsmateriaal.

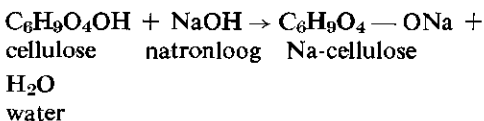


Schema 1 - Produktie van rayon garen.

Naast oppervlaktewater (Rijn) voor koel- en wasdoeleinden (specifiek verbruik gemiddeld ca. 500 m³/ton garen) wordt relatief veel grondwater voornamelijk als proceswater toegepast. Aangezien als kwaliteitseis (sterkte) voor het garen geldt: Ca-gehalte < 10 mg/kg garen) dient dit grondwater na ontijzering te worden onthard. Een deel van het grondwaterverbruik (ca. 30 %) dient voor koeling. Het specifiek grondwaterverbruik bedraagt ca. 70 m³/ton garen.

3.1.2. Bereidingswijze (zie schema 1)

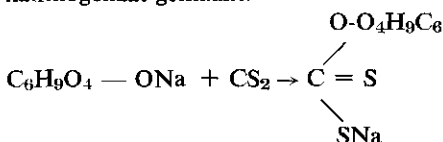
Uitgegaan wordt van cellulose, welke gemaakt wordt uit naaldhout. Deze cellulose wordt met behulp van verdunde natronloog omgezet tot natroncellulose:



Deze reactie geschiedt chargegewijs door cellulosevellen te drenken in ca. 20 %-ige natronloog en daarna uit te persen. De uitgeperste loog wordt gereinigd en teruggevoerd in het proces.

De bij het drenken ontstane vellen Na-cellulose worden tot een witte kruimel-massa vermalen.

Uit deze witte kruimel wordt door toevoeging van zwavelkoolstof het natrium-xanthogenaat gemaakt:



Na-cellulose zwavelkoolstof Na-xanthogenaat (gele kruimel).

Deze gele kruimel wordt nu opgelost in water en natronloog en de aldus verkregen oranje-bruine stroperige massa noemen we viscose.

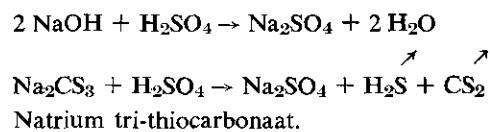
Samenstelling viscose (globaal): cellulose 7%, NaOH 6 %, CS₂ 3 %, H₂O 84 %.

Om deze viscose te kunnen verspinnen, dient deze eerst te worden ontlucht en gefiltreerd. Het specifiek grondwaterverbruik voor de viscosebereiding is: 35 m³/ton garen. Dit is onderverdeeld in: proceswater (OH water: 10 m³/ton garen; koelwater condensorontluchting (ruw grondwater): 25 m³/ton garen.

Het specifiek oppervlaktewaterverbruik voor de viscosebereiding is: 20 m³/ton garen. Dit is spoelwater van filters en schoonmaakwater voor vloeren e.d.

Bij het spinnen wordt viscose uitgespoten in een spinbad met behulp van een spindop welke is voorzien van een groot aantal (ca. 1000) gaatjes.

Het spinbad bevat water, zwavelzuur, zink-sulfaat, natriumsulfaat en enkele oppervlakte-actieve stoffen als spinhulpmiddel. De alkalische cellulose-oplossing wordt nu omgezet tot cellulose (garen) en hierbij ontstaat natriumsulfaat, water, zwavelwaterstof en zwavelkoolstof:



De gevormde hoeveelheden Na₂SO₄ en H₂O moeten uit het spinbad worden verwijderd om het spinbad qua samenstelling en volume konstant te houden. Hiertoe wordt het spinbad over een indamperset gevoerd, waarbij water verdampt en naar het riool wordt afgevoerd.

Het gevormde natriumsulfaat wordt via een vakuümkrystallisator als glauberzout (Na₂SO₄ · 10 H₂O) verwijderd. Dit glauberzout wordt gecalcineerd en omgezet tot watervrij natriumsulfaat en als zodanig verkocht (onder andere als vulmiddel in wasmiddelen). Het vrijkomende water wordt naar het riool afgevoerd.

Het tijdens het spinnen gevormde garen wordt nu zuurvrij gewassen, gedroogd, geavanceerd en op spoelen gewikkeld. Samenstelling rayon (globaal): cellulose 87 %; H₂O 13 %.

Het specifiek grondwaterverbruik voor het spinnen van viscose is: 30 m³/ton garen. Dit is waswater (proceswater) en is onthard water van ca. 90 °C.

Het specifiek oppervlaktewaterverbruik voor het spinnen van viscose en de natriumsulfaatbereiding is: 480 m³/ton garen. Dit is alleen koel- en spoelwater.

Het totale grondwaterverbruik voor een productie van 20.000 jato is incl. spoelen van de ontijzeringinstallatie en regeneratie onthardingsinstallatie (5 m³/ton garen): 1,4 mln m³.

3.2. Waterverbruik bij de bereiding van kraakkatalysatoren

3.2.1. Inleiding

Bij het bereiden van benzine uit zware aardoliefrakties worden op grote schaal kraakkatalysatoren toegepast.

De snelheid van kraken wordt door katalysatoren aanmerkelijk vergroot (10 à 10.000 maal, afhankelijk van het type koolwaterstof). Dit heeft tot gevolg, dat katalytisch kraken bij een korte reaktietijd bij lage druk kan worden uitgevoerd in tegenstelling tot het thermisch kraken.

Vroeger dienden natuurlijke kleien (al of niet geactiveerd) als katalysator. Tegenwoordig worden kraakkatalysatoren synthetisch bereid en bestaan uit SiO_2 als dragermateriaal, waarop ruim 10 % Al_2O_3 is aangebracht.

Zo'n katalysator moet niet alleen slijtvast zijn, selectief werken en een groot specifiek oppervlak hebben, maar ook een hoog smeltpunt. Dit hoge smeltpunt is met name nodig in verband met de regeneratie van de katalysator (afbranden van koolstof op het katalysator oppervlak).

Dit is dan ook de reden waarom natriumionen vrijwel volledig uit de katalysator verwijderd moeten worden (in verband met het sinteren bij aanwezigheid van natrium). De produktspecificatie is: 0,04-0,2 % Na, afhankelijk van de toepassing.

Bij de bereiding wordt dan ook overvloedig met H-water (dit is water waarin de kationen zijn vervangen door H-ionen) gewassen.

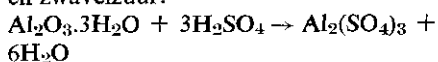
3.2.2. Bereidingswijze

(zie schema 2)

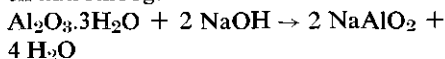
Kraakkatalysatoren worden bereid uit waterglas, zwavelzuur, aluminiumsulfaat en natriumaluminaat.

Door verschillende procescondities te kiezen kunnen verschillende typen kraakkatalysatoren vervaardigd worden.

Aluminiumsulfaat wordt bereid uit bauxiet en zwavelzuur:

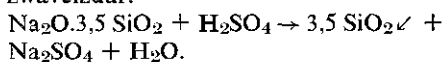


Natriumaluminaat wordt bereid uit bauxiet en natronloog:

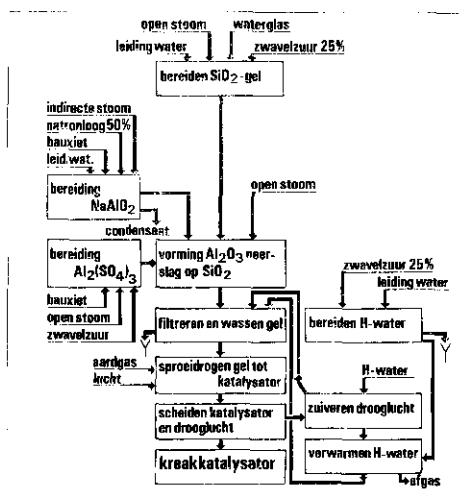


Beide reacties worden uitgevoerd bij ca. 110 °C. Deze temperatuur wordt verkregen resp. met open en indirecte stoom.

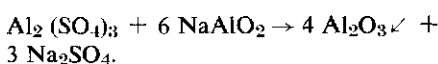
Waterglas wordt nu eerst behandeld met zwavelzuur:



Aan het SiO_2 neerslag wordt daarna natriumaluminaat en aluminiumsulfaat toegevoegd, waardoor een additioneel neerslag van Al_2O_3 ontstaat:



Schema 2 - Bereiding van kraakkatalysatoren.



Deze reacties vinden plaats in een waterrijk milieu.

De gecoate gel wordt afgefiltreerd (bijvoorbeeld over roterende vakuumfilters) en in verschillende stappen grondig uitgewassen tot de vereiste specificatie (0,04-0,2 % voor Na). Dit water wordt verkregen door middel van een kationwisselaar, waarbij de in het water aanwezige kationen worden vervangen door H-ionen. De ionenwisselaar wordt met een overmaat aan verdund zwavelzuur geregenereerd.

Na het wassen wordt de katalysator onder hoge druk in een met aardgas gestookte sproeidroger versproeid en bij ca. 750 °C gedroogd tot een poedervormige katalysator. Katalysator en drooglucht worden bij ca. 130° C uit de sproeidroger afgevoerd en dan door een aantal cyclonen getransporteerd, waarin gas en vaste stof van elkaar worden gescheiden.

De katalysator wordt pneumatisch naar silo's getransporteerd en van daaruit in zakken, vaten, tankauto's of spoorwagens naar de afnemers verzonden.

De restwarmte in de afgassen van de sproeidroger wordt gebruikt om het proceswater op te warmen tot ca. 60 °C. Een (klein) deel van het in het proces ingenomen water verdwijnt in dampvorm.

3.3. Verbruik van minder gezuiverd water

Niet altijd wordt voor proces- en ketelvoedingwater uitgegaan van grond- en/of leidingwater met een eventueel daaropvolgende veredeling tot bijvoorbeeld onthard- en gedekationiseerd water (zie hoofdstukken 3.1 en 3.2).

Zo wordt sinds 1957 door de NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK I + II) een *halffabriek* aan de industrie rond het Noordzeekanaal geleverd. Het gaat hier om *voorgezuiverd Rijnwater*

dat vanuit Jutphaas wordt aangevoerd. Door middel van mechanische scheidingsmethoden (coaguleren, filteren) is het water vrijwel volledig ontdaan van vaste bestanddelen.

Na 1981 zal het gebied ten noorden van het Noordzeekanaal vanuit Enkhuizen van voorgezuiverd IJsselmeerwater worden voorzien (WRK III). Dit water, dat onder meer door Hoogovens en Van Gelder op grote schaal wordt verbruikt, dient naast koel- en spoolwater ook als suppletiewater voor koeltorens, proceswater en ketelvoedingwater. Ook door enkele bedrijven in het westelijk havengebied van Amsterdam wordt van dit halffabriek dankbaar gebruik gemaakt. Ook *spaarbekkenwater* wordt door de industrie afgenomen. Door sedimentatie is dit water voor een groot deel van zijn vaste bestanddelen bevrijd.

Het gaat hierbij o.a. om het spaarbekken de Grote Rug in Dordrecht (DuPont de Nemours) en de spaarbekkens Braakman (Dow Chemical in Terneuzen).

Op deze wijze wordt goedkoper proces- en ketelvoedingwater verkregen dan wanneer wordt uitgegaan van leidingwater.

• • •