

MIJNWATERPROBLEMEN IN HET KADER VAN OPEENVOLGENDE MIJNSLUITINGEN

J.R.P. CRASBORN, ing.,¹⁾ ir. H.N. VAN DEN HEUVEL²⁾,
dr. W.F.M. KIMPE³⁾, prof.dr. W. MAAS⁴⁾

SUMMARY

MINE WATER PROBLEMS WITH REGARD TO THE
SUCCESSIVE MINE CLOSURES

The mine water problem is dealt with by 4 authors in 4 parts and a review.

In the first part "Problem definition and preliminary studies", the study made in 1966 on the possible difficulties operating mines might expect as a result of the closing of surrounding mines, is discussed. It was evident that operating mines had to be protected from yet unforeseen water breakthroughs.

In the beginning in 1968 it became known that the German Mine Gouley of the "Eschweiler Mining Co." would be closed and that in 1969 their main pumps would be shut down. The water influx of this mine was about 13 m³/minute (57 US gallons/second) with a peak of 15 m³/minute (66 US gallons/second). As there exist many underground connections between the different mines on and between both sides of the border this water was expected to flow directly across the border into the Netherlands Domanial Mine and from there, together with the water of the condemned Mines Domanial and Willem-Sophie, to other mines in the Netherlands. However, the pump capacity of the remaining Netherlands mines would be insufficient to cope with this additional water influx. After numerous discussions between the different mine owners it was recommended to

proceed with the execution of project "Pump Mine Domanial". As can be seen from the drawings several water retaining dams would have to be built, to protect the mines and to collect the water of the mines Gouley, Domanial and Willem-Sophie in one basin. With the assistance of vertically submerged pumps the water level in the basin could be maintained at 310-315 metres (1030-1050 ft) below the surface level of pump shaft "Beerenbosch II".

In part II the execution of project "Pump Mine Domanial" is discussed, dams were built and pumps placed. The building of one of the dams cost more than Nfl. 500,000 (US \$ 140,000) due to adverse circumstances. However, had this dam not been properly built and a leak had occurred, then the drainage level to other mines would have been 100 metres (330 ft) lower, and the presently available hanging pumps would not have been able to cope with the greater depth. Furthermore additional costs for deeper pumping (Nfl. 150 000 is US \$42,000) and for 5 months earlier pumping (Nfl. 250,000 is US \$70,000) would have been incurred.

The manner in which the dams were constructed is also discussed. Because man may never reach them again later on they had to be built as water-tight as possible. It is also explained why shaft Beerenbosch II was selected for pumping and why the vertical submersible pumps made by Ritz were chosen.

The total cost for the construction of the 12 dams amounted to Nfl. 2.1 million (US \$600,000); for pumping equipment and auxiliaries Nfl. 2.3 million (US \$640,000). During the execution of project pump mine Domanial and because exploitation of Mine Willem-Sophie had to be continued, the pumping of the de activated Mines Domanial and Gouley had to be continued at a cost of Nfl. 700,000 (US \$195,000).

The third part discusses the geological studies of the last few years, especially the hydrogeology was intensively studied. It was concluded that as a result of the filling of the underground cavities with water, the low pressure entry points and especially those producing brackish water, will cease to produce. It is explained why the major "Willems"

¹⁾ Chef Afdeling Mijnmeteren van de Industriële Maatschappij "Oranje Nassau Mijnen".

²⁾ Hoofdingenieur bij de Industriële Maatschappij "Oranje Nassau Mijnen".

³⁾ Hoofd van het Geologisch Bureau te Heerlen van de Rijks Geologische Dienst.

⁴⁾ Chef van de Veiligheidsdienst van de N.V. Nederlandse Staatsmijnen.

fault zone could be utilized as a water barrier between the area to the south and the mines located to the north of it.

In Part IV the rise of the water level in a closed mine is discussed. The rate of rise in the different mines depends on several factors, about which little is known. One had to start from assumptions, although water level measurements were carried out in one of the mines.

In the review the expectation is substantiated that during the 1st quarter of 1971 a level of 170 metres (570 ft) below Amsterdam harbour level will be reached, with the result that "Pump Mine Domanial" will start to operate. It is concluded that it is reasonable to expect that pump mine Domanial together with the pump capacity of the still active Mine Julia will be able to protect the mines that are to be closed down in the future from water influx from the mines closed down already. It is realized, however, that there still exist 2 potential water influx locations on German territory. These are old tunnels of the mines Anna and Nordstern. How to tackle these new "discoveries" is a subject for further study.

I PROBLEEMSTELLING EN VOORSTUDIE

1. Inleiding

Reeds begin 1966 werd op initiatief van de Inspecteur-Generaal der Mijnen en in samenwerking tussen het Staatstoezicht op de Mijnen, het Geologisch Bureau van de Rijks Geologische Dienst en vertegenwoordigers van de nederlandse steenkolenmijnen een studie gemaakt van mogelijke wateroverlast waaraan in bedrijf zijnde mijnen bloot zouden kunnen staan als gevolg van de sluiting van nabuurmijnen. Deze studie resulteerde in een regeling, die ten doel had in bedrijf zijnde mijnen te vrijwaren voor onverwachte waterdoorbraken, waardoor de veiligheid in gevaar zou kunnen komen. Essentieel hierbij was, dat iedere mijnonderneming zich verplichtte, alvorens tot sluiting van een mijn over te gaan, tijdig overleg te plegen met het Staatstoezicht en de nabuurmijnen over de te nemen maatregelen. Eerst later bleek, dat de grootste dreiging te duchten was van de andere zijde van de landsgrens met Duitsland. In het voorjaar van 1968 immers werd bekend, dat de duitse mijn Gouley van de "Eschweiler Bergwerks Verein" een jaar later de produktie zou beëindigen en tegen het einde van 1969 de hoofdmijnpompen stop zou zetten. Met een toenmalige watertoevloed van gemiddeld $13 \text{ m}^3/\text{min.}$ met toppen tot $15 \text{ m}^3/\text{min.}$, welke na stopzetting van het pompbedrijf van de Gouley rechtstreeks naar de Domaniale Mijn zou stromen, betekende dit een gevaar niet alleen voor

laatstgenoemde mijn, maar ook voor de andere nederlandse mijnen, daar de pompcapaciteiten van deze mijnen niet toereikend waren voor een dergelijke grote hoeveelheid water.

2. Commissie "Wateroverlast"

Teneinde dit probleem onder ogen te zien werd medio 1968 een commissie in het leven geroepen, waarin alle nederlandse mijnondernemingen waren vertegenwoordigd. Deze commissie begon haar studie met het verzamelen en rangschikken van gegevens over:

1. de watertoevloeden en pompinstallaties op alle mijnzetels;
2. de open verbindingen tussen de verschillende concessies;
3. de breedte van de grensmuren in de daarvoor in aanmerking komende lagen; gevreesd moest worden — mede naar aanleiding van ervaringen in Duitsland — dat deze grensmuren doorlatend kunnen worden (Koschel 1968);
4. de plaatsen waar reeds dammen waren gezet en de sterkte hiervan; en
5. de volgorde van sluiting van de diverse mijnzetels.

Daar men in deze problematiek in het Ruhrgebied reeds ervaring had, werd contact gezocht met duitse collega's, die zeer openhartig hun ervaringen en gegevens ter beschikking stelden. Hierbij werd in het algemeen gesteld, dat in ontginningen de gebruikelijke grensmuren van ca 25 meter breed enige jaren na de exploitatie zo kapot gedrukt zijn, dat ze voor water doorlatend worden. Grensmuren met een breedte groter dan 60 m mogen daarentegen wel als waterkerend worden beschouwd. Fig. 1 en fig. 2 geven respectievelijk in plattegrond en in doorsnede een overzicht van de mogelijke overstroombniveaus tussen de mijnen onderling. Het gebied van staatsmijn Maurits, het gebied van staatsmijn Emma/Hendrik ten oosten van de Feldbiss, alsmede dat van de Julia zijn hierbij buiten beschouwing gelaten. De eerste twee mijnen zijn reeds met voldoende sterke dammen van het overige bekken afgesloten, terwijl verwacht mag worden, dat ook de mijn Julia, door te plaatsen dammen in de steengangen, door de Feldbiss volledig tegen de watertoevloed uit het overige limburgse bekken kan worden gevrijwaard.

In fig. 2 is duidelijk te zien, dat de mijnen, als gevolg van vele onderlinge contacten in lagen op de

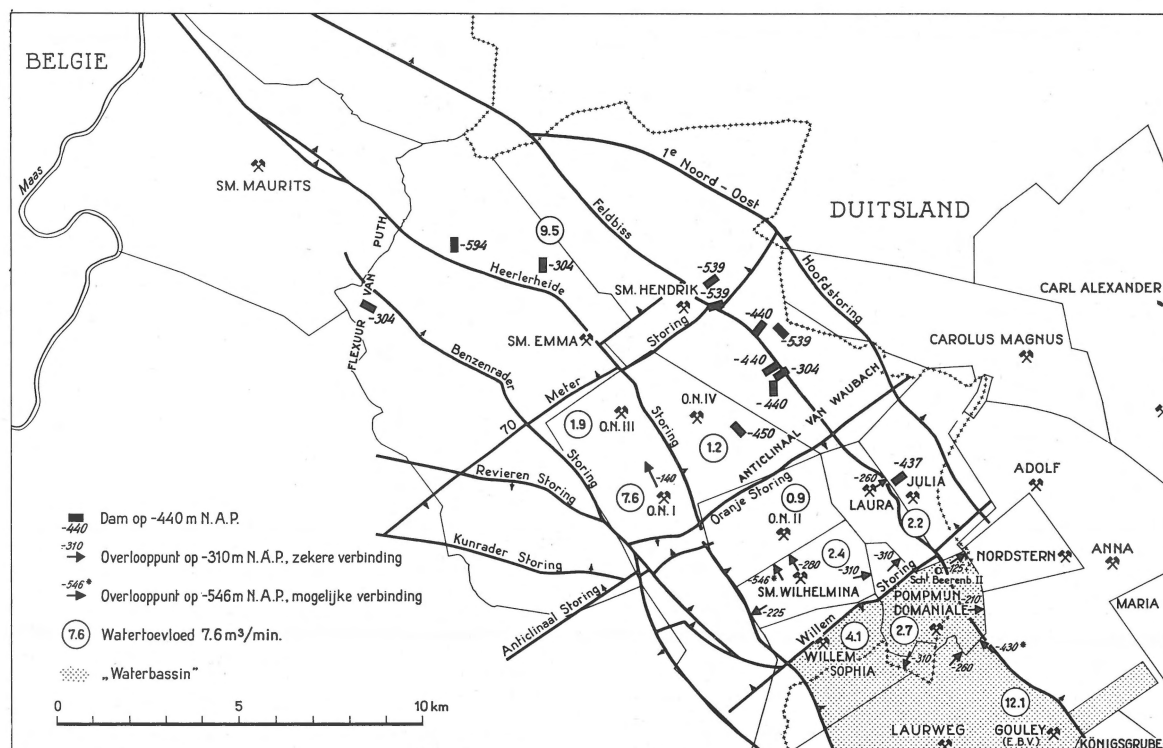


Fig. 1

Overzichtskarta van het Zuid-Limburgse mijngebied met de watertoevloeden per mijnzetel, bestaande dammen buiten het te vormen "waterbassin" Pomp mijn Domaniale. Zekere en mogelijke overlooppunten zijn aangegeven.

Map of Southern Limburg's mining region in which water influx for each mine is shown with existing dams outside the future water basin of "Pump Mine Domanial". Certain and possible future spill points are indicated.

diepere niveaus, successievelijk alle bedreigd worden door de grote watertoevloed van de aangrenzende duitse mijn Gouley.

In fig. 1 en 2 zijn uitsluitend aangegeven de diepst gelegen "zekere" en "mogelijke" waterdoorlaat-plaatsen tussen de mijnen onderling.

Fig. 3 geeft een overzicht van de watertoevloeden in de verschillende mijnen.

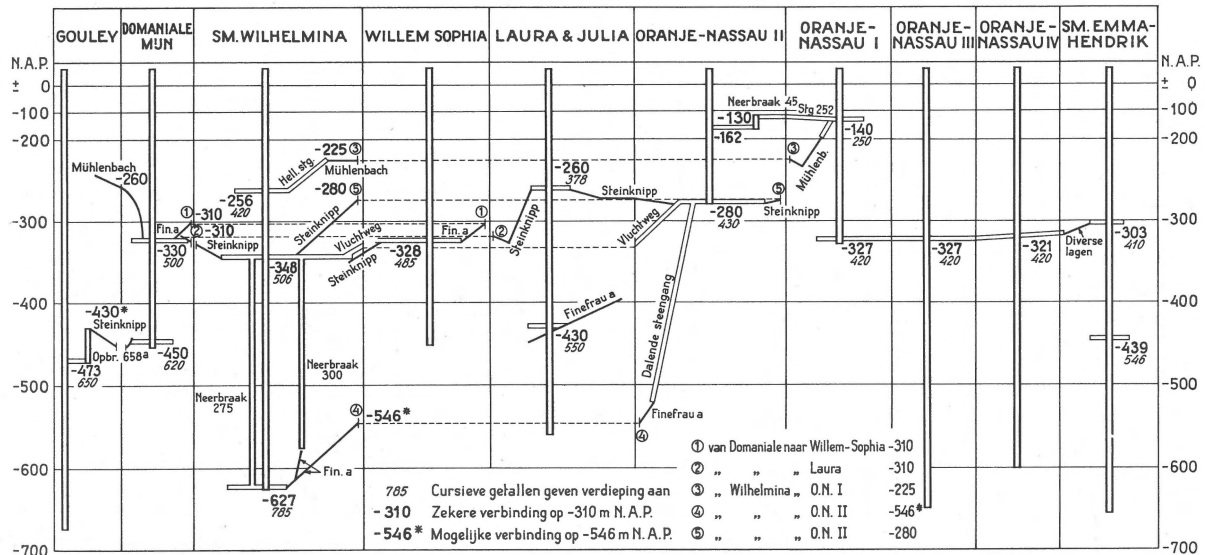
Tijdens haar bezoek aan Duitsland heeft de commissie tevens kennis genomen van de verschillende duitse methoden om water te pompen uit speciaal daarvoor ingerichte en in stand gehouden "pomp-mijnen" ten behoeve van nog in bedrijf zijnde mijnen. Dit geschiedt door ondergronds opgestelde conventionele pompen of door middel van hangpompen in een schacht. Gezien de beperkte opvoerhoogte van hangpompen, max. 350 m, is deze tweede methode slechts in beperkte mate toe te passen, maar gezien de grote eenvoud en geringe kosten wel aantrekkelijk. Belangrijk voor het zoeken naar een oplossing was uiteraard de volgorde van sluiting en beëindiging van het pompbedrijf van de onderscheidelijke mijnzetels

in verband met de wederzijdse beïnvloeding. Eind 1968 was bekend, dat van de mijnen gelegen ten zuiden van de Willem storing de Domaniale mijn haar produktie zou beëindigen kort na het sluiten van de Gouley, terwijl ook de Willem Sophia spoedig hierna tot sluiting zou overgaan.

3. Afdichting van de Willem storing

Deze omstandigheid en de reeds eerder door het Geologisch Bureau gedane uitspraak, dat de Willem storing als waterkerend beschouwd kan worden, was aanleiding voor de Commissie om zich te concentreren op de mogelijkheid om de bestaande steenwerk-doorsnijdingen van de Willem storing tot op een zo hoog mogelijk niveau met dammen af te sluiten. Hiermede zou het volgende bereikt kunnen worden:

1. bescherming van de noordelijk van de Willem storing gelegen mijnen tegen de te verwachten grote watertoevloeden van de Gouley, Domaniale en Willem Sophia, totaal ca $19 \text{ m}^3/\text{min.}$;
2. vorming van een groot "waterbassin" van ca 6.10^6



	GOULEY		DOMANIALE MUN		WILLEM SOPHIA		SM. WILHELMINA		LAURA-JULIA		ORANJE-NASSAU II		ORANJE-NASSAU I		ORANJE-NASSAU III		ORANJE-NASSAU IV		SM. EMMA-HENDRIK	
N.A.P.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.	Verd. N.A.P.	Toevloed in m³/min.
± 0					105 +55	0.18														
-100					240 -83	3.22					225 -72	0.5								
-200					315 -160	0.09					320 -168	0.3	250 -140	6.8						
-300	430 -254	2	380 -210	1.9	410 -254	0.33			365 -255	0.3	430 -280	0.1	340 -229	0.1	318 -224	0.07	340 -230	0.13	325 -219	3
-400							506 -345	1.2					420 -327	0.7	420 -327	0.8			410 -303	1
-500	650 -473	10	620 -450	0.8	590 -432	0.3			540 -435	1					545 -451	0.63	545 -452	1.1	546 -439	1
-600									680 -565	0.9									700 -592	4
-700	850 -675	0.11					785 626	1.2							725 -625	0.37			855 -754	0.5
Totaal		12.1		2.7		4.1		2.4		2.2		0.9		7.6		1.9		1.2		9.5

Fig. 3

Overzicht van de watertoevloeden per verdieping (volgens gegevens eind 1968).
Water influx per level, date as of late 1968.

Voorinjectie

Door injectie vooraf met cementmelk onder drukken van 20 à 40 atm. het gesteente waterdicht en samenhangend maken.

Bouwrijp maken van de damplaats

Beveiligen van het dak met ankerbouten na afdrijven van het losse gesteente, het verwijderen van de betimmeringen en het plaatsen van de bekistingsmuren (fig. 7).

Storten van het betonlichaam

Met behulp van perslucht tussen de bekistingsmuren beton spuiten. Hierbij moet de uiterste zorg besteed worden aan het goed aansluiten van het betonlichaam aan het dak. Hiertoe worden betontrillers en stampers gebruikt (fig. 8).

Naïnjectie

Dichten met cementmelk onder een druk van 40 atm. van eventuele overgebleven ruimten tussen betonlichaam en dakgesteente, van krimpscheuren tussen betonlichaam en omringend gesteente en van nog resterende scheuren en holten in het gesteente (fig. 9). Kosten noch moeite werden gespaard om de dammen zo goed mogelijk waterdicht te krijgen. Later zouden ze immers onbereikbaar zijn, zodat het uitvoeren van herstelwerkzaamheden niet meer mogelijk zou zijn. Alleen van dam 4 op de Willem Sophia kon de deugdelijkheid getest worden, omdat een opbraak achter deze dam gevuld kon worden met een 70 m hoge waterkolom; noch door, noch langs, noch om de dam heen kwam water.

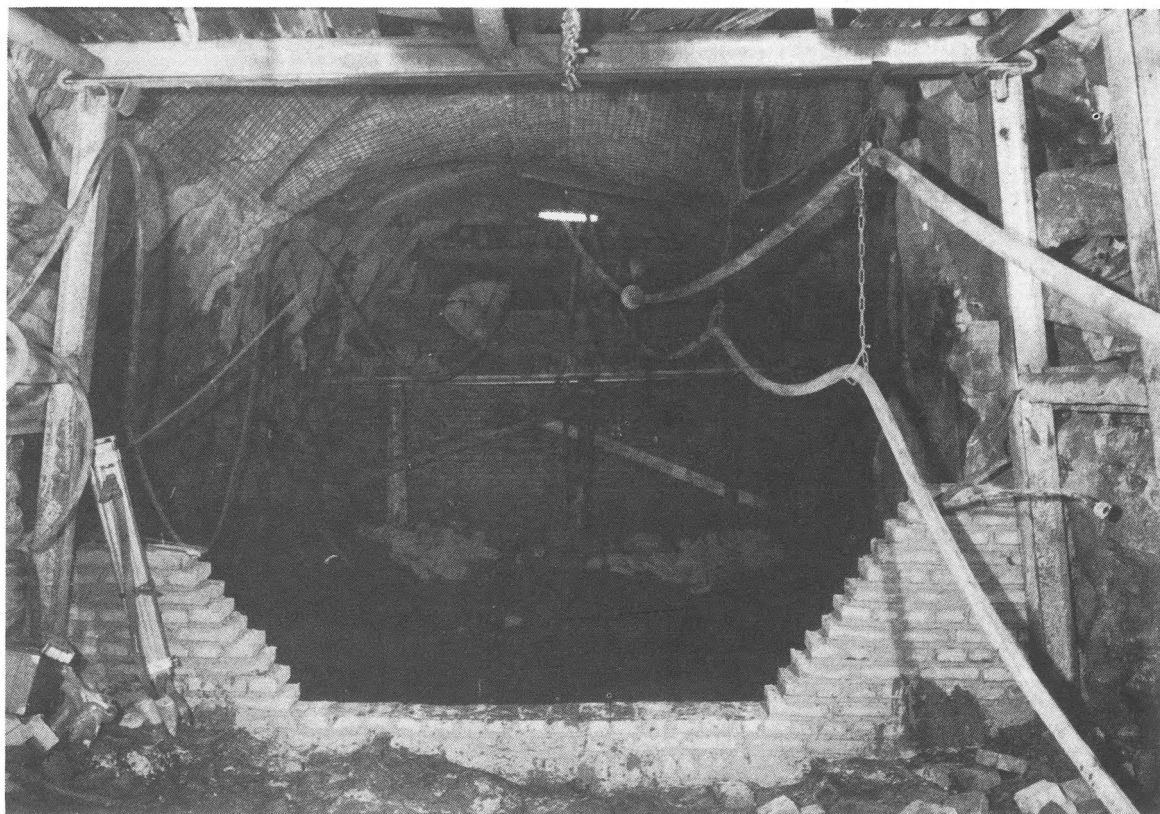


Fig. 7
Bouwrijp maken voor te plaatsen dam in een steengang.
Preparing the site in the cross-cut for building a dam.

2. Installeren van de pompen

a. *Keuze van de schacht.* — Als pompschacht is gekozen de Domaniale schacht Beerenbosch II en wel om de volgende redenen:

1. de Domaniale schachten zouden eerder ter beschikking komen dan die van de Willem Sophia. De inrichting van de pompschacht kon daardoor reeds plaatsvinden terwijl de Willem Sophia nog in bedrijf was; hierdoor konden de kosten van het pompen op de Domaniale en Gouley tot een minimum beperkt blijven;
2. de doorsnede en indeling van de schacht zijn geschikt voor de installatie;
3. Beerenbosch II was de eerste voor dit doel bruikbare Domaniale schacht, welke ter beschikking kwam;
4. ligging buiten de bebouwde kom;

5. geschikte ligging met het oog op de waterafvoer naar het riviertje de Worm; en

6. de schachtmond ligt 20 m lager dan die van de Domaniale schacht Willem II (energie-besparing).

b. *Keuze van het pompniveau.* — In fig. 10 zijn de volgende niveaus aangegeven: Overloophniveau -140 m N.A.P. Bij een aangenomen verhanglijn van -140 tot -150 m N.A.P., wordt het hoogst toelaatbare waterniveau in de pompschacht -150 m N.A.P.. Reserve bassin van -150 tot -160 m N.A.P.. Pomptraject van -160 tot -170 m N.A.P.. Opvoerhoogte van -170 m N.A.P. tot $+146,5$ m N.A.P., zijnde ca. 316 m. De waterinhoud van het bassin Gouley, Domaniale Mijn en Willem Sophia per 1 meter hoogteverschil is ca 27.000 m^3 .

c. *Keuze van de pompen.* — Gerekend moest worden met een watertoevloed tussen 10 en $18 \text{ m}^3/\text{min}$. Ge-

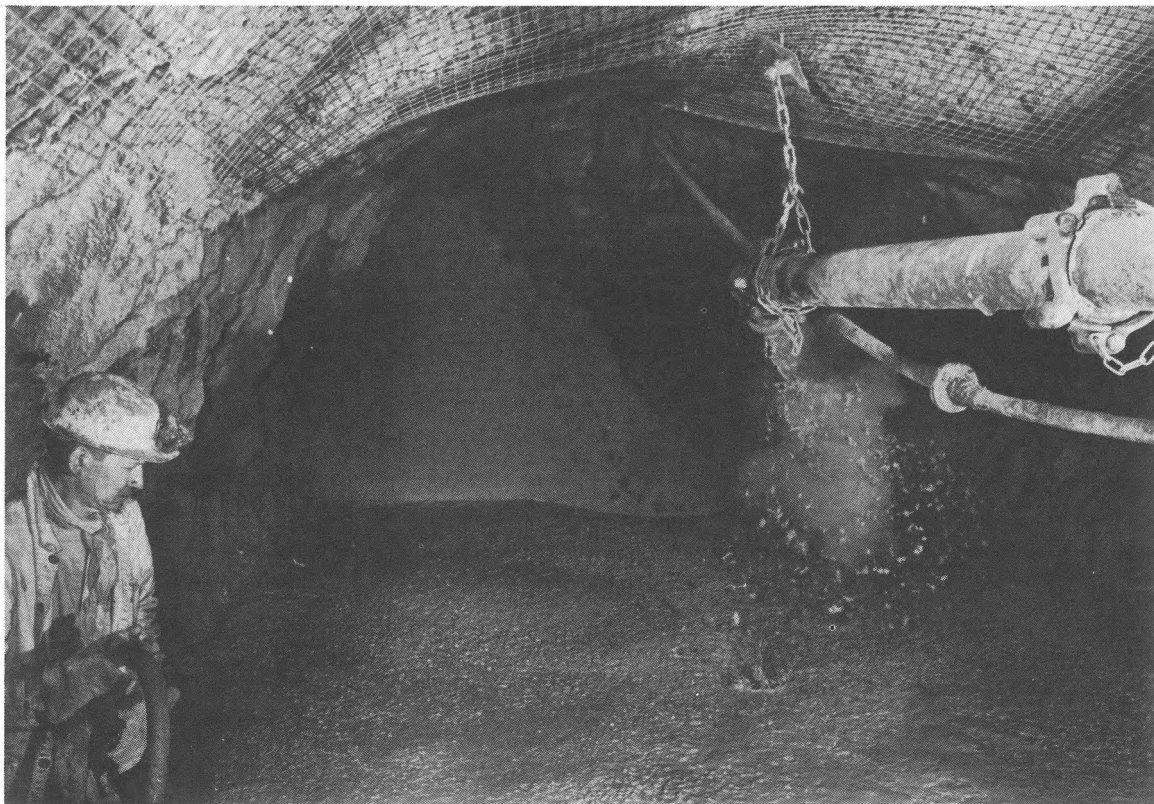


Fig. 8
Storten van het betonlichaam.
Pouring of the concrete.

zien de goede ervaringen opgedaan door de "Pomp-gemeinschaft Ruhr" met de verticale onderwater-pompen fabrikaat Ritz is de keuze hierop gevallen. Pomptype Ritz 7630 — 11 traps; 1475 omw./min, in een uitvoering bestand tegen agressief mijnwater; nominale motorcapaciteit 1100 Kw; gewicht aggregaat 14.000 kg, lengte 11 m. Voor de pompcapaciteit zie pompkarakteristiek fig. 11.

3. Kosten

De kosten, verbonden aan de verwezenlijking van het project "Pompmijn Domaniale" kunnen worden onderscheiden in:

a. kosten inzake de bouw van de dammen. De werkzaamheden omvatten de bouw van 12 dammen, in lengte variërend van 7 tot 15 m, met een totale lengte van 125 m, alsmede de opbouw van 250 m geroofde steengang en het maken van 350 m steen-

gang. De totale kosten van de dammenbouw incl. het steenwerk bedroeg 2,1 miljoen gulden.

Gemiddelde kosten per meter dam:

f 12.000,—	waarvan:	injectie	32%
		dambouw	50%
		nevenwerk	18%;

b. Kosten inzake de inrichting van het pompbedrijf, omvattende de inrichting van de schacht, hijs- en lierinstallatie, de pompinstallatie, de bovengrondse werken en het afvoerriool. Per 1 juli 1970 was 85% van dit deel van het project gereed. De totale kosten zullen ca 2,3 miljoen gulden bedragen;

c. De kosten inzake de voortzetting van de bemaling op de Domaniale Mijn en de Gouley, noodzakelijk met het oog op de uitvoering van het project "Pompmijn Domaniale" en de continuering van de exploitatie van de Willem Sophia. Deze kosten hebben totaal 0,7 miljoen gulden bedragen.

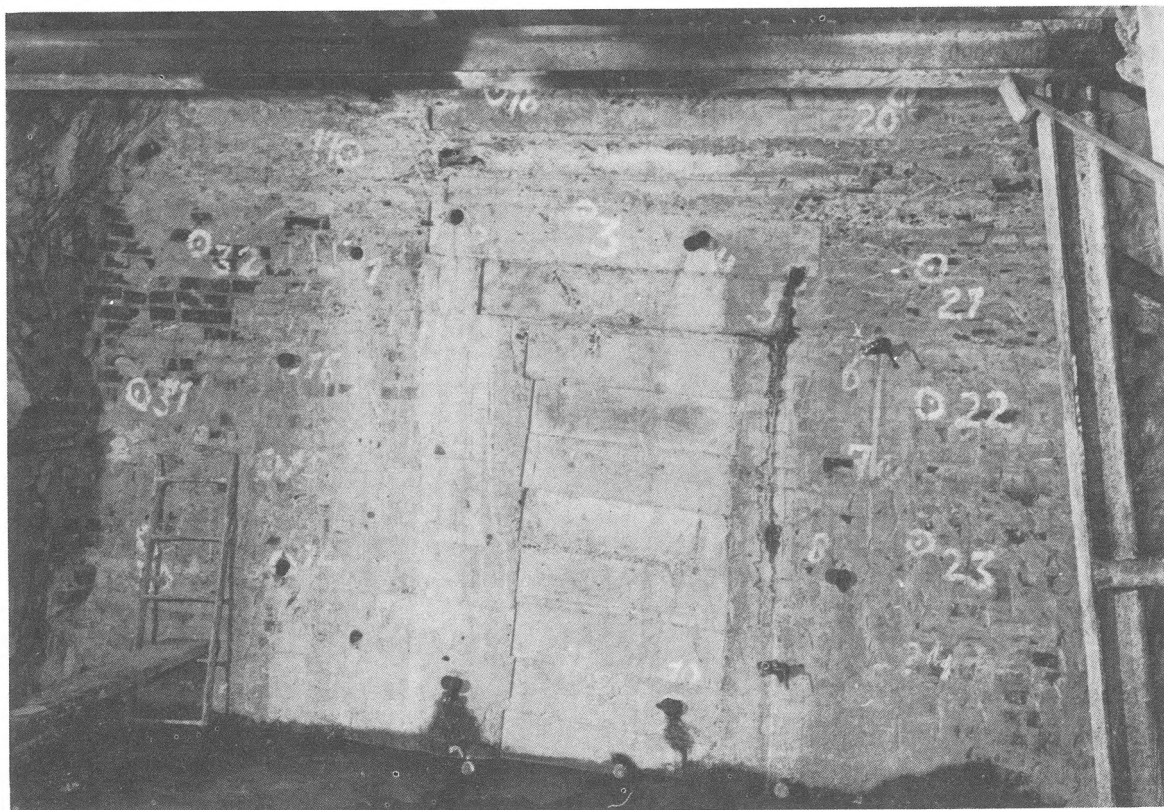


Fig. 9

Damlichaam met naïnjectiegaten.

Completed dam with cement injection holes.

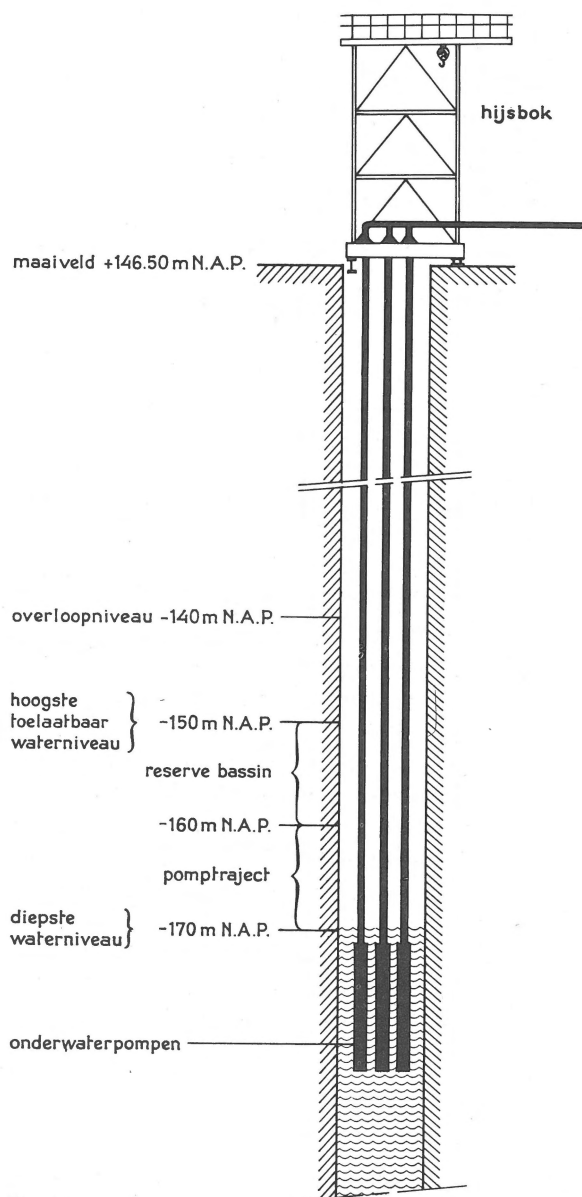


Fig. 10
Pompbedrijf Beerenbosch II
Pump plant Beerenbosch II

III GEOLOGISCH ONDERZOEK

1. Overzicht

De stratigrafische opbouw en de tektonische structuur van het Zuid-Limburgse Mijngebied, dat zich als een ca 30 km lange, hoogstens ca 10 km brede strook tussen het belgische kolenbekken van de Kempen in het westen en het duitse bekken van Aken in het oosten uitstrekt, is behandeld door Patijn en

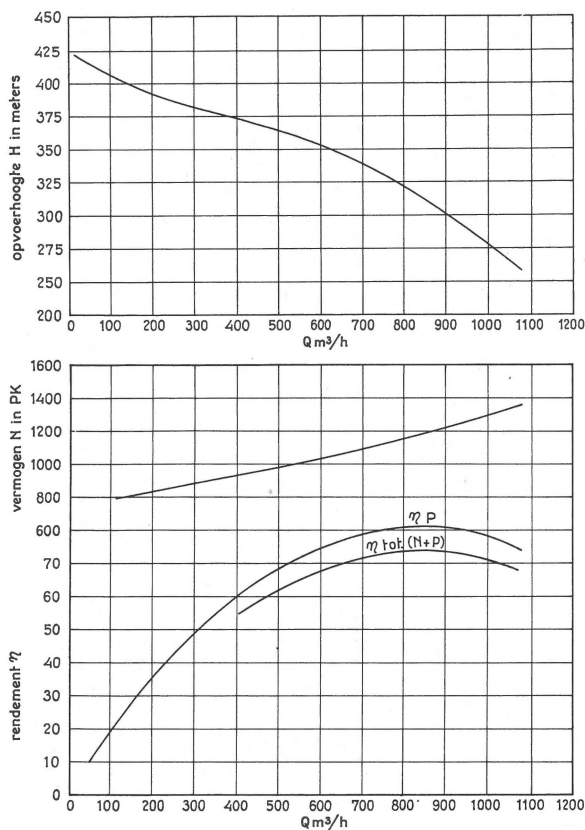


Fig. 11
Pompkarakteristiek van de te gebruiken onderwaterpompen.
Pumping characteristics of the hanging pumps that will be used.

K i m p e (1961). De lagen van het Carboon omvatten in het westen van het mijngebied die van het Westfalien A en B, in het oosten alleen die van het Westfalien A. In dit gedeelte van het mijngebied zijn vooral de sterk ingekoolde magerkool- en antracietlagen ontgonnen. In het Boven-Westfalien A, de Wilhelmina groep, komen talrijke (ca 15) ten dele dikke koollagen voor. In het Onder-Westfalien A, de Baarlo groep, komen slechts weinig (ca 3), dunne koollagen voor. Vooral deze groep is rijk aan soms tot 10 à 20 m dikke zandsteen- en vooral kwartsietlagen. Terwijl de lagen in het westen van het Mijngebied meestal vlak liggen, zijn deze in het oosten gewoonlijk sterker geplooid, waarbij een intensieve ZW-NO gerichte detailplooing met begeleidende overschuivingen in het uiterste oosten, met name vooral in de Domaniale Mijn, ontwikkeld is. Behalve enkele grote plooingsstructuren, zoals de steile Flexuur van Puth in het westen en de brede Anticlinaal van Waubach in het

oosten van het Mijng gebied, zijn een tweetal hoofdbreuksystemen in het Carboon van Zuid-Limburg te onderscheiden.

- a. het ZW-NO breuksysteem, wordt gekenmerkt door grote verschillen in spronghoogten in het Carboon, gebogen verschuivingsvlakken met daardoor wisselend karakter van op- en afschuiving, soms brede storingszones en door het ontbreken van een sprong in het oppervlak van het Carboon. Dit "oude" breuksysteem is ontstaan tijdens de varistische plooiing aan het eind van het Carboon-tijdperk. Nadien zijn hierlangs geen bewegingen meer actief geweest;
- b. het NW-ZO breuksysteem, bestaande uit rekbreuken van het type afschuiving, waarlangs vooral in jongere perioden tot in het Kwartair bewegingen hebben plaats gevonden en derhalve het eerstgenoemde "oude" systeem doorsnijdt, bezit zowel in als aan het oppervlak van het Carboon een sprong, welke in grootte naar het NW toeneemt. De tektonische blokken die door afschuivingen van dit breuksysteem worden begrensd, vormen een trap naar de Roerdalslenk. Deze afschuivingen hebben op talrijke plaatsen veel water geleverd en bezitten met erts- en andere mineralen beklede open spleten.

2. Hydrogeologie

Het algemeen hydrogeologisch karakter van de verschillende gesteenten, waaruit het Boven-Carboon in het Zuid-Limburgse Mijng gebied bestaat, is voorheen in een aantal publicaties besproken (Berding 1952, Kimpé 1952a en b en 1963). De waterhuishouding, met name de verbreiding en de wijze van voorkomen van water in het Carboon wordt van nature bepaald door geologische factoren van verschillende aard, de lithostratigrafische gesteldheid en de tektonische structuur. Het optreden van water is opmerkelijk gebonden aan zandsteen- en kwartsietlagen. Zij kunnen fungeren als waterreservoirs en als watergeleiders en vertegenwoordigen derhalve een serie opeenvolgende poreuse en permeabele waterlagen. De geologische verbreiding van het water in het Carboon wordt aldus bepaald door de regel van de hydrostratigrafische stabiliteit van de zandsteen- en kwartsietlagen (Kimpé 1952a en b). Deze lagen zijn gelegen te midden van hellende leisteen- (schalie-) en koollagen, welke beide in het algemeen van nature geen waterreservoirs zijn, maar slechts lokaal als water-

geleider kunnen fungeren als gevolg van de invloed van mijnbouwkundige werken.

In principe zijn twee grote groepen laagvormige waterreservoirs te onderscheiden, n.l. die met een "gesloten" hydrologisch systeem en die met een "open" hydrologisch systeem. Het laatste geval doet zich voor indien het zandsteenreservoir permanent gevoed wordt door water uit de op het Carboon rustende deklagen. Overgangen tussen beide groepen komen uiteraard voor. In de vaste carbonische gesteenten, die als reservoirgesteente en watergeleider kunnen fungeren, n.l. de zandsteen- en kwartsietlagen, komen weinig, resp. geen intergranulaire ruimten (poriën) voor waarin zich water zou kunnen bevinden. Het water bevindt zich dan ook grotendeels en dikwijls zelfs uitsluitend in ruimten gevormd door spleetvlakken. ("water-habitus"). Juist deze elkaar in diverse richtingen doorsnijdende, meer of minder open spleetvlakken verlenen het gesteente een gemakkelijke doorstroming. Uiteraard bepalen aard en intensiteit van de ontwikkelde spleetvlakkenstructuur de grootte van de (macro) porositeit en (macro) permeabiliteit, welke laatste bijzonder groot kan zijn. De hydrologische functie van de geologische storingen de carbonische gesteentelagen doorsnijden, is verschillend en afhankelijk van de aard van de breuk. Hun betekenis als waterreservoir is gering, die als watergeleider kan daarentegen bijzonder groot zijn. Zo hebben de oude, tijdens de varistische orogenese ontstane ZW-NO-breuken nimmer hoeveelheden water van enigerlei betekenis geleverd. Verscheidene van de jonger ZO-NW-breuken van het type afschuiving hebben evenwel op diverse plaatsen grote hoeveelheden water gegeven, zowel van bovenaf infiltrerend zoet water uit de deklagen, als van beneden uit dieper gelegen gedeelten van het Carboon opstijgend thermaal en soms gashoudend zoutwater. Naast deze laterale watercirculatie in en langs de breukzone kan zich in bepaalde gevallen dwars door storingen heen ook watercirculatie voordoen, waar een watervoerende zandsteenlaag in zijdelings contact is met een andere permeabele zandsteen. Dit is echter niet het geval waar deze in zijdelings contact is met impermeabele leisteen of indien de storingszone wrijvingsklei bevat.

Het Carboon is aldus te beschouwen als een complex étagebouwwerk waarin de waterhuishouding bestaat uit een serie hellende, gesloten en open watervoerende en waterdoorlatende lagen met in hoofdzaak horizontale waterbeweging, doorsneden door

een systeem ondoorlatende en een systeem waterdoorlatende storingen met in hoofdzaak verticale waterbeweging.

De waterdruk van een op bepaalde diepte in een mijn gelegen bron is afhankelijk van de geologische gesteldheid en van het aangetapte systeem (open of gesloten) en daarmee van de hierin heersende hydrologische verhoudingen, alsmede van de herkomst van het water, hetzij afkomstig door infiltratie van boven of opstijgend uit grotere diepte. In de loop van de mijnbouw zijn vele oorspronkelijke watervoerende lagen en zelfs grote gedeelten van de deklagen gedraineerd. Bij het staken van het oppompen van het toestromende mijnwater zal dit de aanwezige ruimten, bestaande uit verlaten mijnwerken en de oorspronkelijk aanwezige ruimten in het gesteente, uiteindelijk geheel vullen. Naarmate dit plaatsvindt, zal het water stijgen, waardoor de heersende druk in "overstroomde" bronnen door een zich opbouwende hydrostatische druk zal afnemen. Hierdoor zal het debiet van de achtereenvolgens overstroomde bronnen verminderen, resp. tot nul worden teruggebracht. Diep gelegen bronnen met geringe druk zullen dus het eerst ophouden te stromen, waartoe juist ook de bronnen met zout, opstijgend water behoren.

3. Willem storing

Het benutten van de Willem-storing als waterkerende zone, die het toestromen van water uit het ten zuiden van deze verschuivingszone te vormen bassin naar de noordelijk hiervan gelegen mijnen moet beletten, is gebaseerd op de volgende omstandigheden. Deze ZW-NO gerichte, "oude", niet in de deklagen zich voortzettende storing, die in het ZO-veld van de O.N. I begint, zet zich van hier over een lengte van ca 7,5 km voort met een tot ca 475 m toenemende spronghoogte in de Willem Sophia, vervolgens in de Domaniale Mijn en in de Laura en Julia met een kleinere spronghoogte van 200-300 m. De Willem-storing vertoont wegens een gebogen breukzone meestal het beeld van op- tot overschuiving, elders dat van afschuiving, waarbij de lagen van de Baarlo groep en de Onder-Wilhelmina groep in de tektonische hoge schol ten zuiden van de storing in lateraal contact liggen tegenover de lagen van de Midden-Wilhelmina groep, waarin weinig zandsteenlagen voorkomen, ten noorden van de storing. In de aangrenzende mijnen in het bekken van Aken is deze storing onder de naam "Adolf Sprung" bekend over

een lengte van eveneens ca 7 km (Herbst 1950, Grafarend 1959). Zij bezit een grote storingsbreedte van gewoonlijk 50 tot 250 m met een opeenvolging van talrijke verschuivingsvlakken, steile laaghellingsen, velerlei verschubbings- en stuwingsverschijnselen, dikwijls dikke zones taaie kleisneden, verknede en vermalen gesteentetrajecten. Afzonderlijke zandsteenbrokken liggen veelal ingekapseld in afdichtende leitrajecten. In de talrijke steengangdoorsnijdingen door de Willem-storing hebben zich nimmer watertoevloeden van enigerlei betekenis voorgedaan, open en met erts en andere mineralen beklede of opgevulde spleten ontbreken. Zij wordt begeleid door steile sleuringszones met nevenstoringen, waarop de ontginningen veelal zijn gestopt en daardoor op zekere afstand van de hoofdbreukzone zijn gebleven. De Willem-storing representeert derhalve temidden van de ontgonnen koollagen een brede ontginningsvrije zone.

4. Locatie dammen

Zoals onder II vermeld, moeten, ter realisering van het project "Pompmijn Domaniale", alle steenwerkdoorsnijdingen door de Willem-storing beneden het niveau van -140 m N.A.P. met dammen worden gedicht. Om het van nature waterkerend vermogen van de Willem-storing volledig te benutten, werd er van uitgegaan, dat deze dammen in principe dienden te worden gemaakt ten zuiden van — dus aan de waterzijde —, zo dicht mogelijk bij de Willem-storing in ongestoord gesteente, bij voorkeur in gewone of min of meer zandige lei. Tevens werd de locatie dusdanig gekozen, dat deze gelegen is op voldoende afstand van koollagen en -riffels. Op iedere gekozen locatie werden de gesteenteverhoudingen in situ en de mijnbouwkundige omstandigheden nagegaan en beoordeeld. Uit de mijnplannen kon worden afgeleid dat zich nergens onder genoemd niveau de invloedssfeer van ontginningen aan de ene kant van de storing tot aan de andere kant hiervan voortzet. Het is echter achteraf noodzakelijk gebleken een aantal geprojecteerd dammen in verband met slechte gesteenteverhoudingen en andere — niet voorziene — mijnbouwkundige omstandigheden te verplaatsen. In verscheidene gevallen werd de hoofdverschuivingszone van de Willem storing, waar deze in de Willem-Sophia smal is, in het damlichaam opgesloten (fig. 5). Dit had het voordeel dat een van nature waterkerende storingszone door het aanbrengen van een dam als het ware in

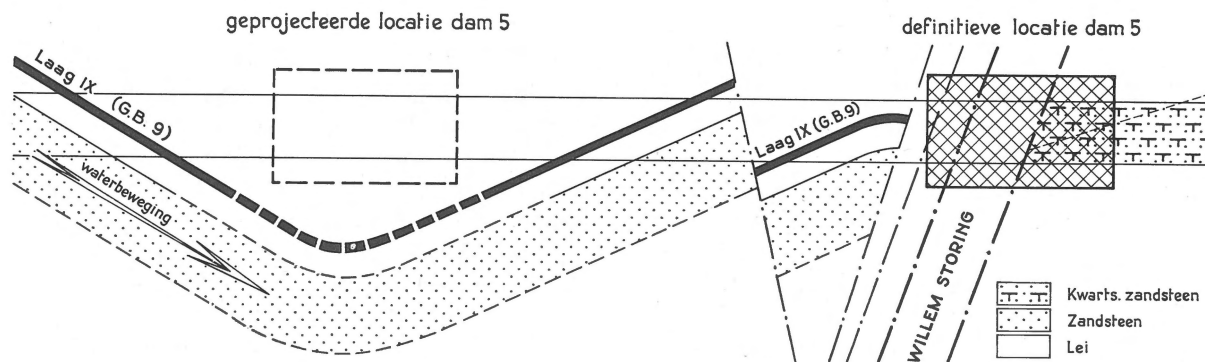


Fig. 12

Schematische voorstelling van een steengang met de juiste locatie van een dam.

Schematic representation of a tunnel (cross-cut) with the proper location of the dam.

zijn oorspronkelijke toestand werd teruggebracht. Er werd bijzonder aandacht aan besteed om de omloopbaarheid van de dammen door het water via zandsteenlagen te voorkomen (fig. 12), hetgeen mede van invloed was op de keuze van locatie en de lengte van het damlichaam.

Aanvankelijk werden 10 dammen noodzakelijk geacht, welke naderhand met 2 reserve dammen werden uitgebreid, alle gemaakt in de desbetreffende steenwerkdorsnijdingen op de 500 en 380 m verdieping (resp. -329 en -209 m N.A.P.) in de Domaniale Mijn en op de 485 en 395 m verdieping (resp. -328 en -238 m N.A.P.) in de Willem-Sophia (zie fig. 4 en 5).

Aangenomen mag worden, dat de doorkruising van de Willem-storing en de Feldebiss een dusdanig complex verschijnsel van vermalen en verknede leistenen met hierin geïsoleerd optredende fragmenten en blokken zandsteen vormt, dat geenszins gesteld mag worden, dat water gemakkelijk in laterale richting langs de Feldebiss door de Willem-storing heen van de Domaniale Mijn naar de Laura-Julia zou kunnen stromen. Evenals elders zal door de Willem-storing ook in dit storingsknooppunt van vermalen gesteenten water worden tegengehouden. Concluderend mag worden gesteld, dat op de grond van tektonische verhoudingen geen redenen zijn aan te voeren voor het doorlaten van water via de Feldebiss van zuid naar noord door de Willem-storing heen. De doorkruising van de Willem-storing met de Heerlerheide-storing, gelegen in het uiterste westen van de Willem-Sophia, levert geen gevaar op, omdat slechts één steengang door de Heerlerheide-storing is gedreven juist boven het toekomstig overlooppniveau (-140 m N.A.P.).

IV STIJGING VAN HET WATERNIVEAU IN EEN GESLOTEN MIJN

1. Inleiding

Tijdens de voorstudie van het project "Pomp mijn Domaniale" bleek al spoedig, dat het van essentieel belang is om een zo nauwkeurig mogelijke prognose op te stellen van de snelheid waarmee het waterniveau in de mijnwerken kan stijgen nadat met pompen is gestopt. Dat hiermede de economische belangen en de veiligheid gediend zijn, moge uit onderstaande voorbeelden blijken:

- a. zoals in I is uiteengezet moesten de pompinstallaties van de Domaniale Mijn en de mijn Gouley in bedrijf blijven totdat de "Pomp mijn Domaniale" gereed zou zijn. Ervan uitgaande, dat de aanleg van de diepstgelegen dammen en de ondergrondse voorbereidingen tot inrichting van schacht Beerenbosch II als pompschacht het eerst zouden worden uitgevoerd, zou men, indien het tempo van de waterstijging na stopzetting van genoemde pompinstallaties bij benadering te voorspellen was, deze pompen eerder kunnen stoppen en daarmee pompkosten besparen. In feite is dan ook reeds in februari 1970, voordat de Willem-Sophia haar werkzaamheden op de onderste verdieping beëindigde en terwijl de werkzaamheden aan de pomp mijn nog in volle gang waren, zowel aan de Domaniale Mijn als aan de Gouley het sein gegeven om op te houden met pompen. De installatie van de onderwaterpompen in de schacht Beerenbosch II, welke vanaf

maaiveld kan worden uitgevoerd, was medio 1970 nog in volle gang.

- b. toen de sluitende Staatsmijn Wilhelmina, ten noorden van de Willem-storing, medio september 1969 met pompen stopte, was het voor de omliggende mijnen, met name Laura en Oranje Nassau II, van groot belang om te weten wanneer zij het water van de Wilhelmina in hun concessie konden verwachten in verband met op de diepere niveaus nog plaats vindende exploitatie.

2. Uitgangspunten bij het opstellen van de prognoses

De stijgingssnelheid van het water in een verlaten mijn wordt bepaald door de volgende factoren:

- a. wateropname in de mijnbouwkundige werken;
- b. wateropname door het gesteente; en
- c. de hoeveelheid en herkomst van het water. Hoe dieper de bron is gelegen en hoe geringer de waterdruk is, des te eerder zal het debiet worden gereduceerd als gevolg van de zich opbouwende druk (zie III, punt 2).

Over deze grootheden is slechts weinig uit de literatuur en eigen ervaring bekend. voorlopig werd bij de berekeningen van de te verwachten waterstijgingen uitgegaan van de volgende waarden:

- ad a. in ontginningen blijft 15% van de pijleropening openstaan; galerijen blijven voor 50% en steenwerk voor 100% open. Uitgaande van een bepaalde verhouding tussen de inhoud van de ontginningen, galerijen en steenwerk komt dit neer op een gemiddelde wateropname van alle verlaten werken van gemiddeld 20%;
- ad b. voor het gesteente werd een wateropname van 5% aangehouden;
- ad c. met een mogelijke vermindering van het debiet van bepaalde bronnen tengevolge van tegendruk door het stijgende water werd geen rekening gehouden.

3. Metingen van de stijging van het waterniveau

De eerste mogelijkheid om de met bovengenoemde aannamen berekende prognose van de waterstijging te toetsen aan de werkelijkheid deed zich voor na sluiting van Staatsmijn Wilhelmina. Daar de stijging van het waterniveau in de met een betonprop afgesloten schacht vanaf het maaiveld gemeten moest worden, is door de Oranje Nassau Mijnen het z.g.

borrelbuis principe ("dip pipe") voor deze metingen uitgewerkt en nader dienstbaar gemaakt (fig. 13). Als borrelbuis werd een reeds bestaande of nieuw in te bouwen hogedrukleiding gebruikt met een doorsnede van 30 mm; van het ondereinde van de buis werd het N.A.P. gemeten en dit is het 0 punt van de meting van de waterstand. Deze borrelbuis werd gedurende 60 uur afgeperst, om eventuele lekken op te sporen. Om de stand van het water in de schacht te meten wordt nu vanaf het maaiveld lucht of gas (bv. stikstof) in de pijp gebracht met een dusdanige druk dat de in de pijp aanwezige waterkolom net wordt verdrongen. Deze gemeten druk van de lucht of het gas is een maat voor de hoogte van de waterstand. Een correctie wordt toegepast in verband met verandering van de dichtheid van de lucht of van het gebruikte gas in de pijp.

4. Meetresultaten op Staatsmijn Wilhelmina

Over elke 5 m niveauverschil werd de totale bruto-inhoud van de ontginningen en gangen bere-

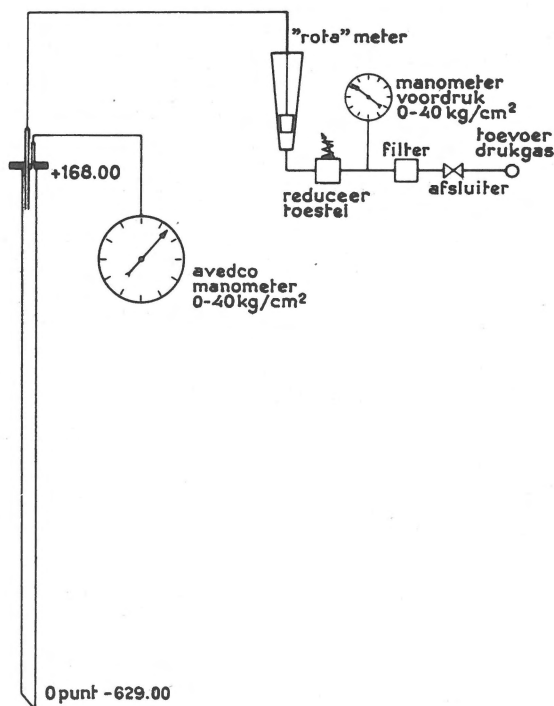


Fig. 13

Schema van het "borrelbuis" principe.

Illustration of the "Bubble tube" principle.

kend hetgeen vrij nauwkeurig kon gebeuren omdat het slechts één ontgonnen koollaag betrof; zo ontstond de wateropname-capaciteit per 5 m hoogteverschil. Aannemende, dat de watertoevloed, na het stopzetten van de pompen aanvankelijk gedurende zekere tijd constant blijft, zolang de zich opbouwende tegendruk nog te verwaarlozen is, kon berekend worden hoe groot de niveaustijging zal zijn. Regelmatig werd het waterniveau in Schacht I gemeten. Het bleek nodig om de gemeten stijging te verklaren dat het opnamevermogen in dit geval 35% bedroeg in plaats van de onder 2 ad a) en b) aangenomen 25%. Bovendien bleek bij het verdere verloop van de metingen en uitgaande van 35% opnamecapaciteit, dat in een tijdsbestek van enige maanden de watertoevloed tot bijna de helft terugliep. Dit laatste duidt op de door het stijgende water uitgeoefende tegendruk. Het zou onjuist zijn om op grond van deze eerste resultaten het hieruit herleide wateropnamevermogen van 35% ook toe te passen op het gehele Zuid Limburgse Mijngedebiet. Deze eerste waarnemingen hadden immers plaats in slechts één ontgonnen koollaag met veel zandsteenbanken in het nevengesteente. Bij de verdere prognoses zal dan ook voorzichtigheidshalve voorlopig met 25% worden gerekend. Niettemin hebben deze metingen hun waarde reeds bewezen en zullen ook in andere schachten, o.a. in de pompschacht Beerenbosch, worden voortgezet. Tevens werd hiermede een reeds eerder geuit vermoeden bevestigd, n.l. dat met het vollopen van een mijn de watertoevloed aanzienlijk zal teruglopen.

V NABESCHOUWING

In mei 1969 is met de bouw van de dammen begonnen. In april 1970 kwam de laatste dam klaar. De installatie van de Pompschacht Beerenbosch II kan in het derde kwartaal van 1970 gereed zijn. Verwacht wordt, dat het water in het eerste kwartaal 1971 het niveau -170 m N.A.P. bereikt zal hebben zodat dan de "Pomp mijn Domaniale" in bedrijf zal komen.

Ten noorden van de Willem-storing zal het toestromende water van de reeds stilgelegde Wilhelmina en Laura en van de in 1971 te sluiten Oranje Nassau II met het eventuele lekwater langs de dammen in een thans geschatte totale hoeveelheid van ca 3 m³/min op het verdiepingsniveau -255 m N.A.P.

van Laura-Julia opgevangen en door de Julia opgepompt worden. Daarmee wordt de Oranje Nassau I, wiens diepstgelegen overstroorniveau op -225 m N.A.P. ligt, van wateroverlast gevrijwaard, evenals de nog noordelijker gelegen mijnen.

Al met al mag worden aangenomen, dat met de realisatie van de "Pomp mijn Domaniale" in combinatie met ondergronds pompen op de mijn Julia, ook de laatst sluitende mijnen geen wateroverlast zullen ondervinden van hun "voorgangers".

Tenslotte zij vermeld, dat tijdens de uitvoering van het project "Pomp mijn Domaniale", bij nadere bestudering van de mijnplannen van de Domaniale Mijn en de oostelijk daarvan op Duits gebied gelegen mijnen Anna en Nordstern van de Eschweiler Bergwerks Verein, er nog twee "mogelijke" waterdoorlaatplaatsen werden ontdekt: één tussen een steengang op de Domaniale Mijn en een 20 m daarvan verwijderde oude ontginning van de Anna op een niveau van -210 m N.A.P., dat is dus 40 m dieper dan het geplande pompniveau in schacht Beerenbosch II en één tussen de Domaniale Mijn en de reeds gesloten Nordstern op een niveau van -125 m N.A.P. (zie fig. 1). Bij de bestudering van dit probleem wordt overwogen of en in hoeverre de pompschacht Beerenbosch II hierbij een functie zou kunnen vervullen.

LITERATUUR

- Berding, C.J.A. (1952) – Le contrôle des coups d'eau dans les mines de houille. C.R. 3^{me} Congrès Strat. et Géol. Carb., Heerlen 1951, p. 15-38.
- Grafarend, W. (1959) – Schollenbau und Kleintektonik im Aachener Revier. Diss. T.H. Aachen.
- Herbst, G. (1950) – Ein Aufschluss des Adolf-Sprunges im Nordwest-Feld der Grube Adolf in Merksteine bei Herzogenrath. Glückauf, Jhrg. 86, p. 292-296.
- Kimpe, W.F.M. (1952a) – Notes additionnelles à propos de la composition chimique et essai de détermination de la stabilité hydrostratigraphique des eaux dans le Houiller du Limbourg du Sud. C.R. 3^{me} Congrès Strat. et Géol. Carb., Heerlen 1951, p. 311-324.
- (1952b) – Een hydrostratigrafische tabel van de voornaamste waterhoudende zandsteen- en kwartsietbanken in het Carboon van Zuid-Limburg. Geol. & Mijnb., Nwe. Serie, 14, p. 354-355.
- Koschel, H. (1968) – Form und Aufgaben einer Grubenwassergemeinschaft. Glückauf, 104, p. 419-425.
- Patijn, R.J.H. en Kimpe, W.F.M. (1961) – De kaart van het Carboonoppervlak, de profielen en de kaart van het dekterrein van het Zuid-Limburgs Mijngedebiet en Staatsmijn Beatrix met omgeving. Meded. Geol. Stichting, Serie CI-1-no. 4, 12 p.

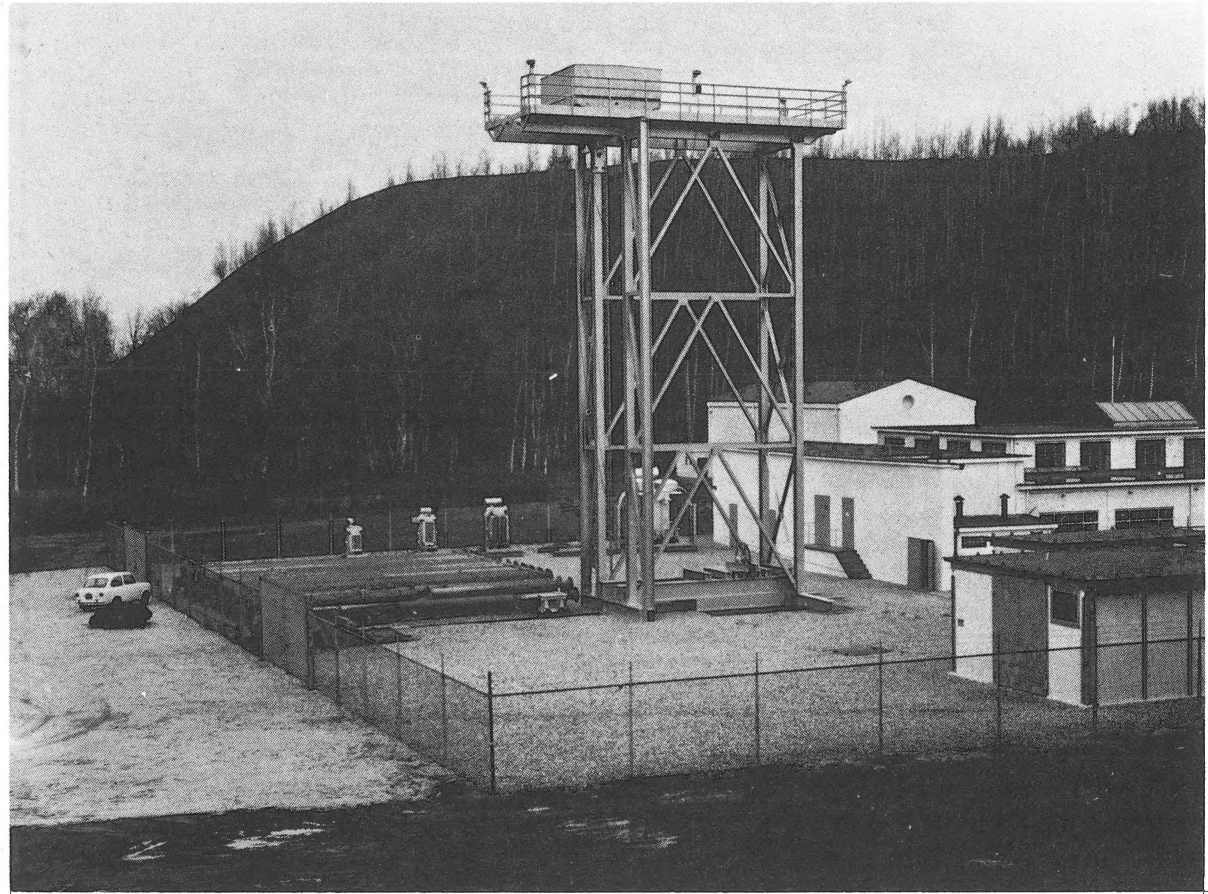


Fig. 14
Pompbedrijf Beerenbosch II.
Pump plant "Beerenbosch II".