

Dynamiek en stabiliteit van leidingnetwerken



De onderlinge koppeling van meerdere pompstations met leidingen roept interessante vragen op over de bedrijfszekerheid, beheersbaarheid en inbedrijfstelling. De dynamiek en stabiliteit van de vloeistofstromen vormen een uitdaging.

Informatie over het netwerkgedrag moet bij de inbedrijfstelling worden verzameld

Arie Mol

Het elektrische koppelnet heeft veel overeenkomsten met de waternetvariant. In de wereld van de elektriciteitsvoorziening is het Europese koppelnet de basis van een betrouwbare levering. Alle energiecentrales in Europa zijn via synchrone generatoren met elkaar gekoppeld via hoogspanningsleidingen. Valt er ergens een centrale of transportleiding uit dan kan de elektriciteitsvoorziening via een andere (om)weg toch ononderbroken gewaarborgd blijven. Het net stabiel houden wordt een steeds grotere uitdaging door de toenemende inzet van duurzame maar sterk fluctuerende energiebronnen, zoals winden zonne-energie. Is een 'smart grid' het antwoord? Neem een potentiële instabiliteit, zoals de zonsverduistering van vrijdag 20 maart 2015. Het was gelukkig geen zonovergoten dag, waardoor de tijdelijke uitval van de Duitse en Nederlandse op-

wekkers van zonne-energie geen al te grote invloed had op de stabiliteit van het net. De Europese netfrequentie dipte 'slechts' 0,05 Hz. Dit was voor iedereen thuis te volgen met een digitale multimeter in een wandcontactdoos, de meter ingesteld op frequentiemeting. De volgende Nederlandse zonne-vuurproef is op 10 juni 2021, om 12.10 uur.

WATERKOPPELNET

Gekoppelde drinkwater- en rioolwaternetwerken kennen soortgelijke instabiliteitsrisico's, bijvoorbeeld bij extreme droogte of juist kortstondige hevige regenval. Ook is dat risico aanwezig wanneer half Nederland tegelijkertijd het toilet doorspoelt in de pauze van een voetbalthriller.

Steeds vaker worden leidingnetwerken gekoppeld om het rioolwater naar een centrale rioolwaterzuiveringsinstallatie te brengen.

Door de toegenomen complexiteit kan een calamiteit, zoals een leidingbreuk, lang onopgemerkt blijven en ineens ontaarden in een forse instabiliteit, niet zelden met een aanzienlijke maatschappelijke impact. Een andere calamiteit kan ontstaan wanneer de netwerkdruk plotseling daalt. Op dat moment kan zomaar een terugslagklep opengaan en een buffertank van een rioolwaterpompstation langzaam leeggezogen worden. Zonder dat een operator of PLC iets activeert, levert de pomp debiet.

NAUWKEURIGE AFSTEMMING

Gekoppelde systemen vereisen een nauwkeurige afstemming van de karakteristieken van de deelnemende pompen. Ze zijn ooit voor een bepaald werkgebied ontworpen, maar moeten voortaan in een ander werkgebied opereren. Misschien is dat juist een energetisch efficiënter werkpunt, maar

doorgaans is het de tegengestelde situatie. Te lang opereren in een druk – volume werkgebied ‘links-boven’ of ‘rechts-onder’ roept bij centrifugaalpompen ongewenst cavitatiegedrag op. De bijbehorende kortstondige drukpulsaties kunnen vloeistof in een lange leiding in staande golf-resonantie brengen, lagers en mechanical seals overbelasten, de pompwaaier beschadigen en het trillingsniveau verhogen.

Een voordeel van frequentieregeling is dat de pompdruk en het pompdebiet beheerst kunnen worden op- en afgebouwd. Dat is van belang bij grote bewegende vloeistofmassa's in lange leidingen en het voorkomt de desastreuze gevolgen van waterslag. Dit kan het noodzakelijk maken om maatregelen te nemen tegen de nadelige gevolgen van elektriciteitsuitval. Dat kan bijvoorbeeld door een motor/pompaandrijving uit te breiden met een vlieg wiel, of door de DC-brug van de frequentieregelaar te koppelen aan een batterijbankback-up.

Het is van essentieel belang om goed te weten wat de stromingsweerstandskarakteristieken van het leidingnetwerk zijn, en hoe deze zich mogelijk in de loop van de tijd

wijzigen door vervuiling of veranderende aanzuigcondities.

NETWERKBEHEERSING

In een engineeringfase moet de ontwerper uitgaan van het netwerk als systeem, niet van de pomp als component. Hij moet denken vanuit het netwerk als gebruiker, niet vanuit de pomp als leverancier. Eerst dienen de dynamische stromingsweerstandskarakteristieken en de statische opvoerhoogten van het gehele netwerk in kaart te worden gebracht. Dit kan meestal alleen met aannames. Vervolgens worden de pompkarakteristieken hierop aangepast, tezamen met de minimum/maximum toerentalregeling-instelling en parallelbedrijf-opties.

Bij de inbedrijfstelling kunnen de aannames worden vervangen door harde cijfers. In een netwerk is het van groot belang om bij de inbedrijfstelling de pomp(en) zelf te gebruiken om de actuele netwerk-karakteristieken te bepalen. Daarna volgen eventuele aanpassingen in het toerentalregime. Aandacht voor de inbedrijfstelling is helaas vaak een sluitpost, terwijl juist in dit stadium van een project essentiële informatie kan worden verzameld waarmee de be-

drijfszekerheid op langere termijn kan worden gewaarborgd.

KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE

Vervuiling of lekkage kan de stromingsweerstandskarakteristieken wijzigen, of aanzuigcondities kunnen zich wijzigen. Gedrag van een gekoppeld systeem dat langzaam verandert, kan gemakkelijk ontsnappen aan de aandacht van de operator. Monitoring met kunstmatige intelligentie kan uitkomst bieden. Met een veelheid van online sensoren, die parameters registreren zoals dynamische en statische druk, debiet, motorstroom en toerental, kan een 'normaal gedrag' model van een netwerk worden opgebouwd met behulp van statistische algoritmen. Dat is een 'smart grid' in de pompwereld. Het is niet meer de engineer die modelleert op basis van aannames, het technische systeem bouwt een model van zichzelf. Afwijkend gedrag wordt gedetecteerd lang voordat een operator in de gaten heeft dat er iets niet klopt. Uiteraard moet eerst worden vastgesteld dat het systeem 'normaal gedrag' vertoont voordat de monitoring aan de software kan worden toevertrouwd. De engineer blijft leidend en moet het technische systeem goed snappen.

Ook voor de stabiliteit van een netwerk geldt: meten is weten



Forse drukpulsaties bij instabiel werkpunt

