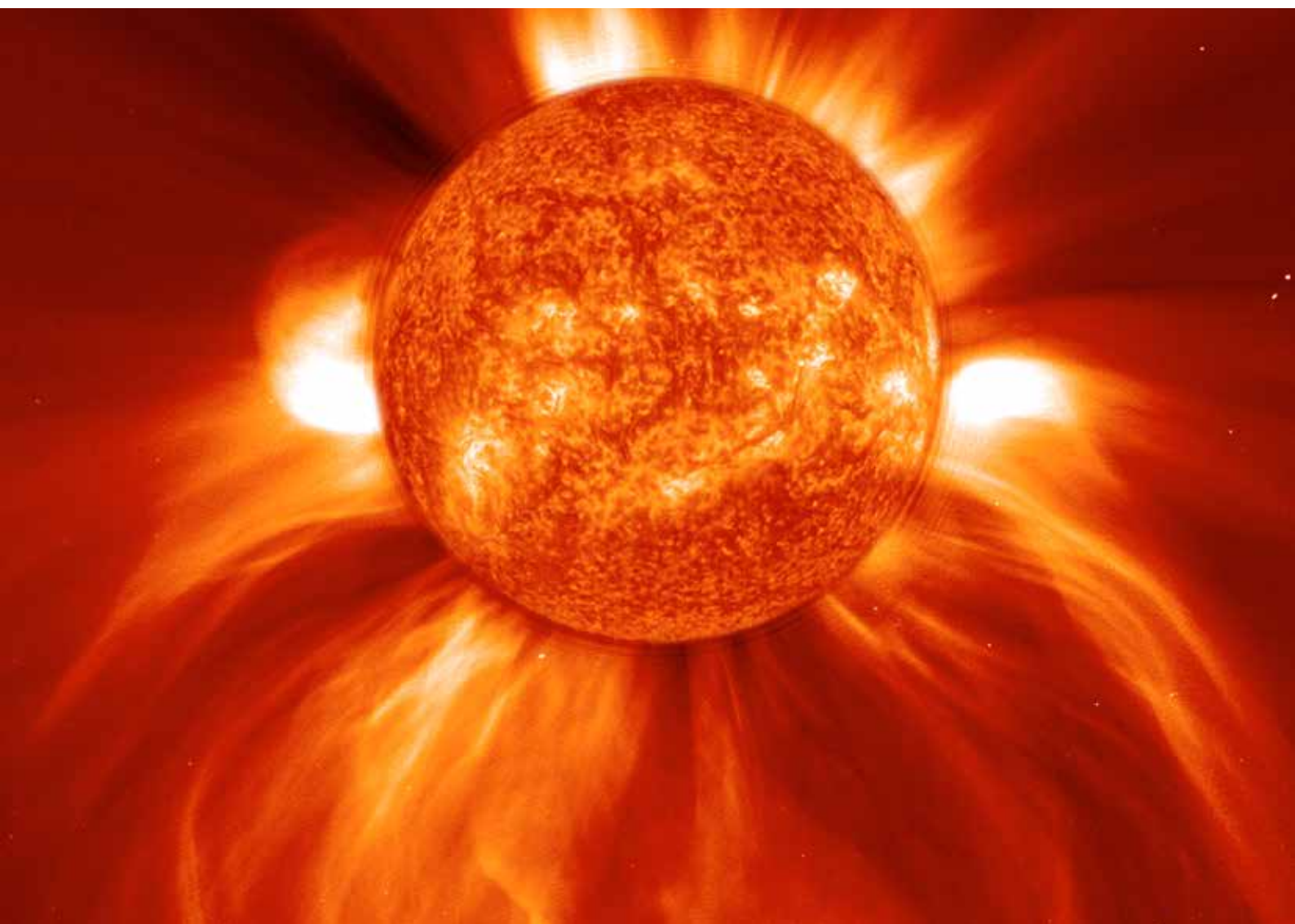




Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Weerbaar tegen extreme zonneactiviteit

Gevolgen op aarde van extreme explosies op de zon



Weerbaar tegen extreme zonneactiviteit

Gevolgen op aarde van extreme explosies op de zon¹

¹ Extreme zonneactiviteit wordt in de volksmond ook wel 'zonnestorm' genoemd maar een zonnestorm is één van de verschijnselen die in deze brochure worden beschreven.

Inhoud

Voorwoord	4
Doel van deze brochure	5
De zon	5
De gevolgen van extreme zonneactiviteit	5
Directe gevolgen	6
Indirecte gevolgen	7
Wat kunt u doen?	9
Vragen	10
Effecten van zonneactiviteit	10
Begrippenlijst	11
Bijlagen	12
Bijlage A: Zonneactiviteit	13
Bijlage B: Vervoltraject en verdere informatie	13
Bijlage C: Satellietbanen en kwetsbaarheid voor zonneactiviteit	14
Bijlage D: Extreme zonneactiviteit in vergelijking met extreme regenval	14
Bijlage E: Referenties naar extra informatie	15
Vragenlijst	16

De separate kaders en de bijlagen bieden verdiepende informatie over een aantal aspecten van de brochure. De bijbehorende vragenlijst helpt u bij de inschatting van de risico's voor uw organisatie.

Contact

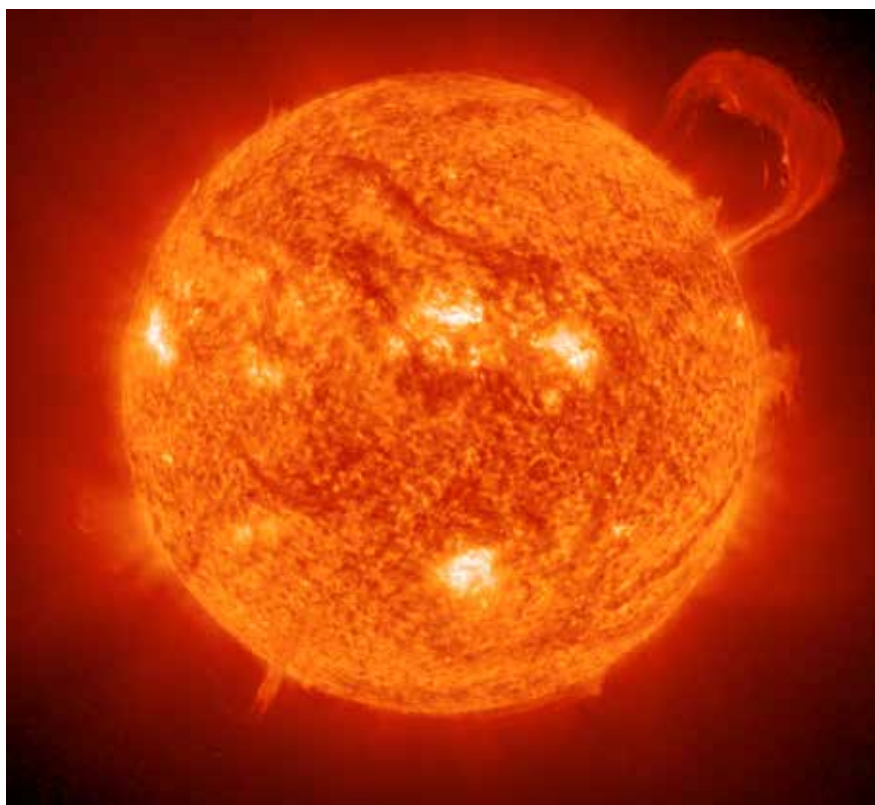
- Zonneactiviteit:
J.N. Roozekrans (KNMI), Hans.Roozekrans@knmi.nl, 030 2206421
- Directe effecten van extreme ruimteweer:
Prof. A.P.M. Zwamborn (TNO), peter.zwamborn@tno.nl, 088 8663830
- Indirecte effecten van extreme ruimteweer:
J. Wamsteker (NSO), J.Wamsteker@spaceoffice.nl, 088 6024549

Voorwoord

De Nederlandse overheid vraagt sinds enkele jaren aandacht voor het continuïteitsmanagement in de vitale sectoren om de weerbaarheid tegen potentieel versturende incidenten, rampen en crises te vergroten. Jaarlijks laat de overheid via de zogenaamde 'Nationale Risicobeoordeling' (NRB) crisisgevoelige scenario's analyseren. Als uit de beoordeling blijkt dat het risico van verstoringen bij de vitale sectoren groot is, worden in overleg met de betrokken departementen en de vitale organisaties en instellingen de nodige continuïteitsmaatregelen genomen. De afgelopen jaren is op deze manier bijvoorbeeld de weerbaarheid tegen pandemieën, de uitval van de energievoorziening en beschikbaarheid van ICT-diensten vergroot.

In 2012 is het scenario 'satellietuitval vanwege een zonnestorm' door externe deskundigen geanalyseerd. Het blijkt dat extreme zonneactiviteit kan leiden tot verstoringen bij nagenoeg alle vitale sectoren via directe en indirecte gevolgen (bijvoorbeeld als gevolg van uitval van satellieten). Daarom heeft het kabinet maatregelen aangekondigd om de weerbaarheid tegen de gevolgen van extreme zonneactiviteit te vergroten. Zulke maatregelen hebben onder meer betrekking op het verbeteren van kennis over zonneactiviteit bij de overheid en gebruikers van satellietdiensten¹.

Andere maatregelen zijn het opzetten van een waarschuwingssysteem, het inventariseren van kwetsbaarheden bij functies en systemen binnen vitale sectoren, en het zo nodig treffen van preventieve maatregelen en terugvalopties om de continuïteit te waarborgen (zie ook bijlage B).



Activiteit aan de zonoppervlak - © Solar and heliospheric observatory/NASA,

¹ Bij deze diensten gaat het om navigatie- en/of tijdssignalen (GPS), aardobservatie en communicatie.

Doel van deze brochure

Deze brochure is bedoeld om u informatie te verschaffen over de effecten van zonneactiviteit. Daarmee ontstaat een goede uitgangspositie voor de latere inventarisatie van kwetsbaarheden die vanaf 2014 in overleg met de vitale sectoren zal worden uitgevoerd door de ministeries van Infrastructuur en Milieu en van Economische Zaken.

Primaire doelgroep van de brochure zijn de veiligheidsfunctionarissen binnen de diverse vitale organisaties, evenals het management dat verantwoordelijk is voor het continuïteitsmanagement binnen deze organisaties. De informatie in deze brochure sluit aan bij een gemiddeld kennisniveau

De bij de brochure behorende vragenlijst helpt om het onderwerp binnen uw eigen organisatie of sector op de agenda te zetten en een eerste inschatting te maken van de risico's voor de continuïteit van de bedrijfsvoering.

De zon

In en op de zon vinden allerlei processen plaats die samen de zonneactiviteit bepalen. Zie bijlage A voor meer informatie.

Het verschijnsel van de wisselende zonneactiviteit is ontdekt door de waarneming van zonnevlekken. Grote aantallen zonnevlekken duiden op een actieve zon. Sinds Galilei (1564-1642) worden zonnevlekken systematisch waargenomen. Daarbij is ontdekt dat het aantal zonnevlekken en daarmee ook de zonneactiviteit varieert met een elfjarige cyclus. In de jaren 2013-2014 bevinden wij ons in het maximum van zo'n zonnecyclus. Dat betekent dat de kans op krachtige activiteit, zoals zonnevlammen, dan groter is. Wel is het huidige zonnemaximum aanzienlijk rustiger dan de afgelopen eeuwen gebruikelijk was. Betrouwbare voorspellingen over het moment van optreden van krachtige zonnevlammen zijn niet mogelijk. Wel worden de waarschijnlijkheden en het risico van extreme zonneactiviteit met behulp van statistische methodes ingeschat op basis van jarenlange waarneemreeksen.

De kans dat een Carrington-gebeurtenis (de krachtigste zonnestorm ooit gedocumenteerd) optreedt, schatten wetenschappers hoog in. In recente literatuur is berekend dat er een kans van 12% bestaat op een Carrington-gebeurtenis in de volgende tien jaar. In bijlage D treft u een vergelijking aan van deze waarschijnlijkheid met extreme regenval.

De gevolgen van extreme zonneactiviteit

Er zijn twee effecten van zonneactiviteit met mogelijk schadelijke gevolgen op aarde:

- elektromagnetische straling;
- wolken van elektrisch geladen deeltjes.

De stralingseffecten zijn meteen merkbaar op het moment dat een grote explosie op de zon wordt waargenomen. De effecten van elektrisch geladen deeltjes volgen na 3 à 4 dagen.

Extreme zonneactiviteit kan versturende effecten hebben op de mobiele telefonie, plaatsbepaling, radiocommunicatie, elektriciteit en vervoer. Ze kunnen zelfs volledig uitvallen. Olie, gas en drinkwater zijn daardoor misschien niet beschikbaar en vliegvelden, havens en andere vitale infrastructuur raken mogelijk tijdelijk onbruikbaar. Met name als meerdere diensten tegelijk langdurig en op internationale schaal uitvallen, leidt dit tot

Enkele voorbeelden van extreme zonneactiviteit met effecten op aarde

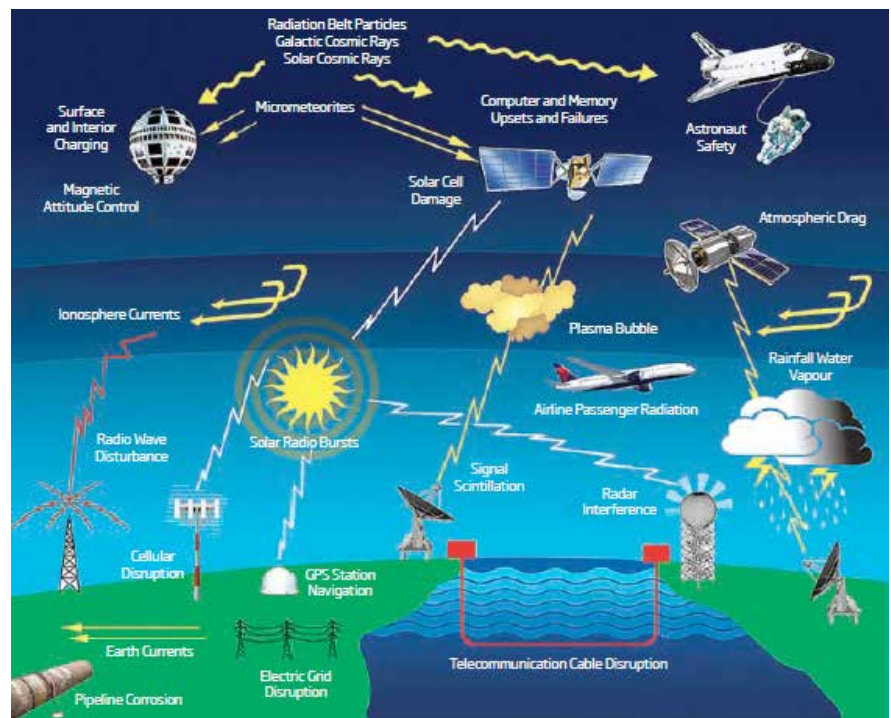
- In 1994, 1998 en 2004 zijn uitvalproblemen met satellieten gerapporteerd.
- Beschadigingen en/of uitval van energievoorzieningen zijn bekend uit 1958, 1972, 1989 en 2003 in Canada, Zweden, China, de VS en het Verenigd Koninkrijk. Meestal ging het hier om transformatoren die uitvielen. Een voorbeeld is de black-out van de provincie Québec in Canada op 13 maart 1989.
- Naast de Carrington-gebeurtenis (zie volgende bladzijde) in 1859, raakten zowel land- als zee kabels voor telegrafie verstoord en/of beschadigd in 1940 en 1958.
- Tijdens de Golfoorlog in 1990 was het militaire radioverkeer tijdelijk ontregeld.
- In december 2006 zijn de GPS signalen en andere satellietcommunicatie verstoord geweest.

Carrington-gebeurtenis

De krachtigste zonnestorm die ooit is gedocumenteerd, is de Carrington-gebeurtenis. Deze gebeurtenis is vernoemd naar de Engelse astronoom Richard Carrington, die op 1 september 1859 een grote groep zonnevlekken waarnam en toen twee intense lichtflitsen observeerde. Aan het eind van de volgende nacht vond de grootste geomagnetische storm ooit plaats. Dit moet een enorme uitbarsting geweest zijn, want normaal gesproken bereikt een CME binnen 3-4 dagen de aarde. Deze was er binnen 18 uur. Schattingen op basis van de beperkte informatie (referentie [14] in bijlage E) geeft aan dat deze uitbarsting van klasse X moet zijn geweest (zie bijlage A over zonneactiviteit voor de betekenis van deze classificatie). Poollicht werd toen zelfs in de tropen gezien. Wetenschappers schatten in dat een dergelijke gebeurtenis gemiddeld eens in de 250 jaar voorkomt. Een half zo krachtige gebeurtenis komt gemiddeld éénmaal per vijftig jaar voor. Het is belangrijk te beseffen dat dit statistische uitspraken zijn; tijdens een zonnemaximum is de kans van optreden groter dan tijdens een zonneminimum.

maatschappelijke en economische ontwrichting.

Verstorende gevolgen van zonneactiviteit voor de vitale infrastructuur kunnen worden ingedeeld in directe en indirecte gevolgen. Onder directe gevolgen verstaan we verstoringen of schade die op autonome wijze verband houden met de extreme zonneactiviteit. Van indirecte gevolgen is sprake als de bedrijfsvoering van organisaties binnen de vitale infrastructuur geheel of gedeeltelijk wordt onderbroken doordat men afhankelijk is van een vitale dienst of product dat op zijn beurt verstoord is door directe gevolgen van extreme zonneactiviteit (keteneffect).



Directe effecten van zonneactiviteit - © Bell Laboratories, Lucent Technologies Inc.

Directe gevolgen

Geomagnetische storm

Tijdens extreme zonneactiviteit worden veel elektrisch geladen deeltjes door de zon uitgestoten. Vaak missen deze vlagen van zonnwind de aarde. Indien deze vlagen de aarde wel raken, dan ontstaan magnetische verstoringen en elektrische stromen in de magnetosfeer en nabij het aardoppervlak. Dit verschijnsel heet een 'geomagnetische storm'.

Er worden elektrische stromen in geleidende materialen opgewekt via elektromagnetische inductie. Dit gebeurt bijvoorbeeld in land- en zee kabels.

Ook het elektriciteitsnet, het gasdistributienetwerk, de voedingskabels van glasvezelnetwerken en deels de transportsystemen van drinkwater bestaan uit geleidende structuren in of bij de grond waarin ook elektrische stroom kan worden opgewekt door inductie. Die inductiestromen kunnen leiden tot ontregeling van de genoemde systemen.

Inductiestromen kunnen verder transformatoren verzadigen. Die raken daardoor ernstig beschadigd als ze niet tijdig uitgeschakeld zijn. Onze energievoorziening komt dan mogelijk in gevaar. Een illustratief voorbeeld hiervan is de black-out van Québec in Canada.

Het Québec-incident (1989)

Op 13 maart 1989 viel in de gehele provincie Québec de elektriciteitsvoorziening uit. De gebeurtenis is een schoolvoorbeeld van de gevolgen die een dergelijke zonnestorm op aarde kan hebben.

Enkele dagen eerder, op 10 maart, namen astronomen een krachtige explosie op de zon waar. Binnen enkele minuten werd hierdoor op de zon een wolk van een miljard ton zonneplasma 'losgelaten'. De energie die hierbij vrij kwam is vergelijkbaar met de explosie van duizenden Hiroshima bommen. De bijbehorende zonnevlam veroorzaakten een verstoring van de kortegolfcommunicatie (ook omroep). In deze tijd van de koude oorlog werd eerst verondersteld dat het Kremlin deze frequenties stoorde.

In de avond van 12 maart bereikte de enorme wolk zonneplasma het magnetisch veld van de aarde. De 'geomagnetische storm' zorgde ervoor dat het noorderlicht zelfs in Florida en Cuba te zien was. De magnetische verstoring was heftig en op 13 maart werden in een groot deel van Noord-Amerika, in de grond en in het elektriciteitsnet, grote elektrische inductiestromen opgewekt. De elektriciteitscentrale van Québec stopte binnen twee minuten. Dit veroorzaakte een 12 uur durende uitval van elektriciteit. De gevolgen voor het dagelijks leven waren immens: mensen zaten in onverlichte ondergrondse looptunnels en kantoren, zaten vast in liften, scholen werden gesloten, de metro reed niet meer en de luchthaven werd gesloten.

Ook in de Verenigde Staten waren de gevolgen merkbaar. De impact bleef beperkt en leidde op dat moment niet tot grootschalige elektriciteitsuitval. Toch moesten centrales in enkele gebieden wel preventief worden uitgeschakeld en moest er worden overgegaan op noodstroomvoorzieningen.



Hoogspanningsmasten Zwolle Hessenpoort - © Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2007

Elektromagnetische straling

De radiostraling opgewekt tijdens extreme zonneactiviteit stoort radiocommunicatie, vooral de FM- Omroep. Door ionisatieverschijnselen in de hogere lagen van de atmosfeer als gevolg van de elektrisch geladen deeltjes, kan ook de ontvangst van bijvoorbeeld GPS-satellieten voor positie- en tijdbepaling worden ontregeld. De ionisatie verslechtert ook de radio-ontvangst op de korte golf en stoort de radarsystemen.

Indirecte gevolgen

Gevolgen voor satellietdiensten

Satellieten zijn kwetsbaar voor zonneactiviteit. Zelfs in de periodes van relatief lage zonneactiviteit worden ze regelmatig getroffen door elektrisch geladen deeltjes van de zonnewind wat de levensduur van een satelliet verkleint. Vooral elektrostatische ontladingen veroorzaken beschadigingen in elektronische circuits. De zonnepanelen voor de energievoorziening van de satelliet raken 'versleten'. Door hevige zonneactiviteit kan een satelliet zelfs tijdelijk uitvallen of permanent beschadigd raken.

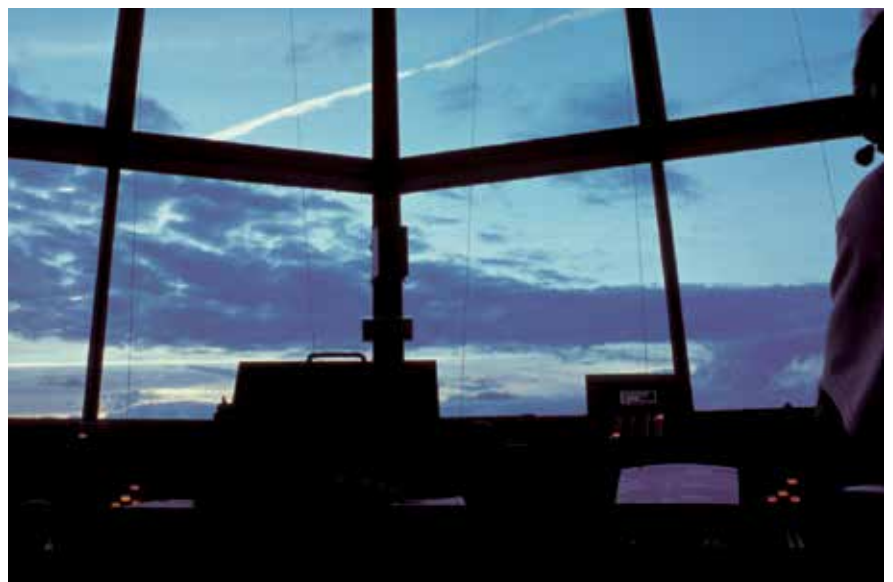
De beschikbaarheid van satellietdiensten is voor veel sectoren van vitaal belang. Denk aan GPS-diensten voor het wegverkeer, het luchtverkeer, de scheepvaart en het railvervoer. Vaste en mobiele telecommunicatie, internet en het financiële dataverkeer verlopen deels via satellieten en deels via (zee)kabels. Verstoring of uitval van satellietdiensten door (extreme) zonneactiviteit kan deze sectoren ernstig duperen. Aardobservatie, bijvoorbeeld voor weerinformatie, is van vitaal belang voor de samenleving. Verstoring of uitval van deze satellieten kan ook grote gevolgen hebben, bijvoorbeeld door het te laat onderkennen van een heftige storm.

Keteneffecten

Door het onderlinge verband tussen infrastructuur en netwerken ontstaan al snel keteneffecten. Het uitvallen van energiecentrales in Duitsland en België heeft gevolgen voor Nederland, ook als de centrales hier gewoon blijven werken. En haperende ontvangst van GPS plaats- en tijdsignalen heeft een enorme impact op tijd klokken die aanwezig zijn in technische systemen en processen. Voorbeelden hiervan zijn internetrouters en de synchronisatie van mobiele antennewerms in communicatienetwerken voor GSM / 3G / 4G en het C2000 systeem van de hulpdiensten.



Routekeuze-informatie systeem op RW13 nabij Rotterdam - © <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat



Interieur luchtverkeerstoren - © Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2001



Impressie Sentinel-2 satelliet van het GMES-programma © European Space Agency, 2008

Wat kunt u doen?

Vanwege de mogelijk aanzienlijke directe en indirecte gevolgen van extreme zonneactiviteit is het belangrijk dat de bewustwording van de risico's voor uw dienstverlening wordt vergroot. De bijgevoegde vragenlijst is een handreiking om zelf alvast te starten met het maken van een inventarisatie binnen uw organisatie. In aanvulling hierop zal de Rijksoverheid vanaf 2014 in overleg met de vitale sectoren een inventarisatieproject beginnen van kwetsbaarheden voor extreme zonneactiviteit. Vooruitlopend hierop kunt u nagaan of er maatregelen genomen kunnen worden die de risico's kunnen verkleinen.

Bij het doorlopen van de vragenlijst en de mogelijk te nemen maatregelen, kunnen de volgende aanwijzingen behulpzaam zijn:

- De gevolgen van elektromagnetische straling kunnen alleen met mitigerende maatregelen opgevangen worden vanwege het feit dat deze zich onmiddellijk manifesteren en er geen waarschuwingstijd is. De gevolgen van deeltjesstromen treden met vertraging op en kunnen dus worden beperkt met preventieve maatregelen die kunnen worden geactiveerd op basis van een in te richten waarschuwingssysteem (zie ook volgende paragraaf).
- Voor wat betreft de indirecte gevolgen moeten de sectoren er rekening mee houden dat externe voorzieningen uit kunnen vallen. Andere sectoren waarvan men afhankelijk is, zoals energie en communicatie, zullen in dezelfde tijdsperiode na extreme zonneactiviteit misschien geen, of een sterk verminderde, dienstverlening bieden.
- Gedegen continuïteitsmanagement leidt tot voorzorgsmaatregelen waar nodig. (Her)ontwerp van technische infrastructuur zou kunnen bijdragen aan het verminderen van risico's. Men kan daarbij denken aan het introduceren van maatregelen om de geomagnetisch geïnduceerde stromen te blokkeren in de elektriciteitsvoorziening.
- Voor diensten die gebruikmaken van GPS om een tijdsynchronisatie te verkrijgen, kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het verkrijgen van toegang tot een alternatieve tijdbepaling. Voor systemen die afhankelijk zijn van de plaatsbepaling kan een alternatief voor GPS noodzakelijk zijn.

Meer informatie over het totale pakket van maatregelen dat het kabinet heeft aangekondigd om de weerbaarheid tegen de gevolgen van extreme zonneactiviteit te vergroten treft u aan in het eerdergenoemde bijlage B.

Vragen

Mocht u in aanleiding van deze brochure en vooruitlopend op de uitvoering van de inventarisatie inhoudelijke vragen hebben over:

- Zonneactiviteit, dan kunt u contact opnemen met het KNMI:
J.N. Roozkrans (Hans), Hans.Roozkrans@knmi.nl, 030 2206421
- Directe effecten van extreme ruimteweer, dan kunt u contact opnemen met TNO:
Prof. A.P.M. Zwamborn (Peter), peter.zwamborn@tno.nl, 088 8663830
- Indirecte effecten vanwege uitval van satellieten, dan kunt u contact opnemen met het Nederlands Space Office: J. Wamsteker (Jasper), J.Wamsteker@spaceoffice.nl, 088 6024549

Effecten van zonneactiviteit

Gebeurtenis	Effecten	Tijdschaal	Tijd tussen waarnemen gebeurtenis op de zon en de effecten op aarde
Zonnewind	Normaal gesproken geen last, magnetosfeer beschermt voldoende en de structuur van de 'van Allen belt' is bekend. Satellieten kunnen last krijgen van 'Single Event Upsets' ten gevolge van verhoogde intensiteit. Dit kan tot tijdelijke uitval en mogelijk ook verlies van vermogen van de systemen leiden.	Altijd aanwezig en licht wisselend in sterkte.	n.v.t.
Coronale Massa Ejectie (CME)	Geomagnetische storm. In lange metalen of natte structuren ontstaan inductiestromen. Ionisatie-effecten in de hogere luchtlagen. Doordat de elektronendichtheid snel varieert, wordt de geleiding van radiosignalen beïnvloed. De L-band (GPS) is gevoeliger dan X-band signalen (bijv. militaire satellietcommunicatie). De nauwkeurigheid van GPS signalen neemt daardoor af.	Minuten tot enkele uren	3-4 dagen, in extreme gevallen +/- 1 dag.
Zonnevlam	Krachtige stoten röntgenstraling en radiostraling. Hoogfrequente radiocommunicatie kan verstoord worden.	Minuten tot enkele uren	Geen

Begrippenlijst	
C2000	Het communicatiesysteem voor hulpdiensten.
CME	'Coronale Massa-Ejectie': het door de zon uitstoten van veel elektrisch geladen deeltjes met hoge energie en snelheid.
Elektromagnetisch veld	Een veld, veroorzaakt door bewegende elektrische lading dat op elektrisch geladen deeltjes een kracht uitoefent.
Elektronen	Elementaire deeltjes met een negatieve elektrische lading.
Geomagnetische storm	Een tijdelijke verstoring van de magnetosfeer van de aarde, veroorzaakt door een zonnestorm.
GPS	Global Positioning System.
GSM/3G/4G	Mobiele telefonienetwerken.
Ion	Een atoom dat door binding of verlies van elektronen een netto elektrische lading heeft.
Ionisatie	Het proces waarbij een elektrisch neutraal atoom een ion wordt.
Ioniserende straling	Straling die ionisatie kan veroorzaken.
Magnetosfeer	Het gebied rond de aarde onder invloed van het aardse magnetisch veld.
Plasma	De toestand van materie waarin zoveel atomen geïoniseerd zijn dat de electromagnetische eigenschappen van het gas daardoor bepaald worden; andere materietoestanden zijn vloeibaar, gas en vast.
Poollicht	Lichtverschijnsel rond de magnetische polen veroorzaakt door interactie van de elektrisch geladen deeltjes die door de magnetosfeer naar de magnetische polen worden geleid, en naar de aardatmosfeer.
Proton	Een van de twee bouwstenen van een atoomkern, met een positieve elektrische lading; kern van het waterstofatoom.
Röntgenstraling	Hoogenergetische elektromagnetische straling.
Single Event Upset	Fouten in geheugenchips ten gevolge van verhoogde intensiteit van interacties met elektrisch geladen deeltjes
Straling	Energieoverdracht zonder direct contact.
Transformatoren	Een transformator zet een primaire spanning om naar een secundaire spanning door middel van magnetisch gekoppelde spoelen. Maakt van hoogspanning laagspanning en omgekeerd.
Vitale Infrastructuur	Producten, diensten en de onderliggende processen die, als zij uitvallen, maatschappelijke en economische ontwrichting kunnen veroorzaken.
Zonnecyclus	De cyclus van zonneactiviteit met een periode van 11 jaar.
Zonnestorm	Sterke vlaag in de zonnewind, afkomstig van een CME.
Zonnevlekken	Koelere en daardoor minder heldere vlekken op de zon waar magnetische velden het toestromen van heet gas uit diepere lagen blokkeert.
Zonnewind	Continue stroom van elektrisch geladen deeltjes die door de zon worden uitgestoten.

Bijlagen

Bijlage A: Zonneactiviteit

De zon stoot voortdurend elektrisch geladen deeltjes uit, grotendeels bestaand uit elektronen, protonen en kernen van heliumatomen. Deze deeltjes vormen samen de zogenaamde zonnewind. Die zonnewind varieert in sterkte. Bij gewone zonneactiviteit hebben we op aarde geen last van de zonnewind omdat de elektrisch geladen deeltjes door de magnetosfeer van de aarde worden afgebogen.

Soms worden veel meer geladen deeltjes met heel hoge energie en snelheid door de zon uitgestoten in een zogenaamde Coronale Massa-Ejectie (CME).

Een zonnevlam is een uitbarsting op het oppervlak van de zon. Hierbij komt energie vrij die werd vastgehouden in de magnetische velden op de zon. Er wordt naast geladen deeltjes ook elektromagnetische straling uitgezonden, uiteenlopend van radiostraling via zichtbaar licht tot röntgenstraling. De relatie tussen zonnevlammen en CME's is niet geheel duidelijk, maar vaak treden beiden tegelijkertijd op.

De elektrisch geladen deeltjes die tijdens een zonnevlam of een CME vrijkomen, veroorzaken een krachtige 'windvlaag' in de zonnewind. Die deeltjesstroom verstoort indien hij de aarde raakt het magnetische veld van de aarde en veroorzaakt elektrische stromen in geleidende materialen. Dit verschijnsel heet 'geomagnetische storm' en treedt 3 tot 4 dagen op na de eruptie op de zon.

Zonnevlammen worden onder andere volgens hun sterkte in een schaal van vijf klassen ingedeeld. Deze zijn oplopend A, B, C, M, X. Iedere klasse is een factor 10 sterker dan zijn voorganger. Vanaf klasse M is er soms sprake van verstoring van radiosignalen rond de poolgebieden. De sterkte van een zonnevlam is niet de enige maat voor de gevolgen op aarde. Een zonnevlam van klasse X die de aarde mist, kan veel minder gevolgen hebben dan een klasse C die de aarde vol raakt.

Voor een alternatieve indeling in zonneactiviteit, zie referentie [5] in bijlage E.

Bijlage B: Vervolgtraject en verdere informatie

Het kabinet heeft in 2012 een aantal maatregelen aangekondigd om de weerbaarheid tegen de gevolgen van zonneactiviteit te vergroten (Voortgangsbrief Nationale Veiligheid, 5 juni 2012):

1. Verbetering van de kennispositie van de overheid en vitale gebruikers over mogelijke gevolgen van zonneactiviteit;
2. Ontwikkelen van een alarmeringsfunctionaliteit in om tijdig te kunnen waarschuwen voor zonnestormen;
3. Het in samenwerking met de vitale sectoren uitvoeren van een inventarisatie naar mogelijke kwetsbaarheden voor de gevolgen van zonnestormen en het zo nodig formuleren van terugvalopties;
4. Ontwikkelen van een crisisplan satellietuitval, indien sprake is van (blijvende) grote kwetsbaarheden.

Deze vier maatregelen zullen vanaf de tweede helft van 2013 uitgevoerd worden door de ministeries van Veiligheid en Justitie, Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken. Deze digitale brochure maakt onderdeel uit van actie 1, het verbeteren van de kennispositie.

Bijlage C: Satellietbanen en kwetsbaarheid voor zonneactiviteit

Niet alle satellieten zijn even kwetsbaar voor zonneactiviteit, waarbij het volgende onderscheid relevant is:

1. Satellieten in lage aardbanen (rond de 700 km boven het aardoppervlak) zijn minder kwetsbaar voor de zonnewind, vanwege de beschermende werking van het aardmagnetisch veld. Dit betreft (maar niet alleen) aardobservatiesatellieten en satellieten voor internet- en satelliettelefoonverkeer.
2. In hogere banen bestaat de bescherming van het aardmagnetisch veld minder, of zelfs niet. GPS satellieten in hun hogere baan (op een hoogte van ca. 20.000 km) en de geostationaire telecommunicatie- en weersatellieten (op een vast punt boven de evenaar op een hoogte van 36.000 km) lopen hierdoor meer risico.

De fabrikanten van de satellieten houden daar rekening mee door hun satellieten robuuster te maken voor zonneactiviteit.

Bijlage D: Extreme zonneactiviteit in vergelijking met extreme regenval

In het zuidwesten van Nederland kwam in 2001 de zwaarste regenval ooit voor waarbij op sommige plaatsen binnen 24 uur 106,5 mm werd opgevangen. In dezelfde omgeving viel drie jaar eerder (in 1998) 100,2 mm binnen 24 uur. Beide keren veroorzaakte de regenval flinke wateroverlast en schade. Uit de statistieken van het KNMI blijkt dat een willekeurige plek in ons land eens in de 125 jaar in twee dagen kans maakt op een hoeveelheid neerslag van 100 mm of meer.

Dit voorbeeld laat zien dat statistische gegevens geen zekerheid bieden over het moment waarop de gebeurtenis zich concreet zal manifesteren. Tijdens het maximum van een 11-jarige zonnecyclus is de kans op extreme zonneactiviteit groter dan tijdens het minimum. Toch kunnen we in deze periode van relatieve rust extreme zonneactiviteit met de daaraan gekoppelde directe en indirecte gevolgen niet uitsluiten.

Bijlage E: Referenties naar extra informatie

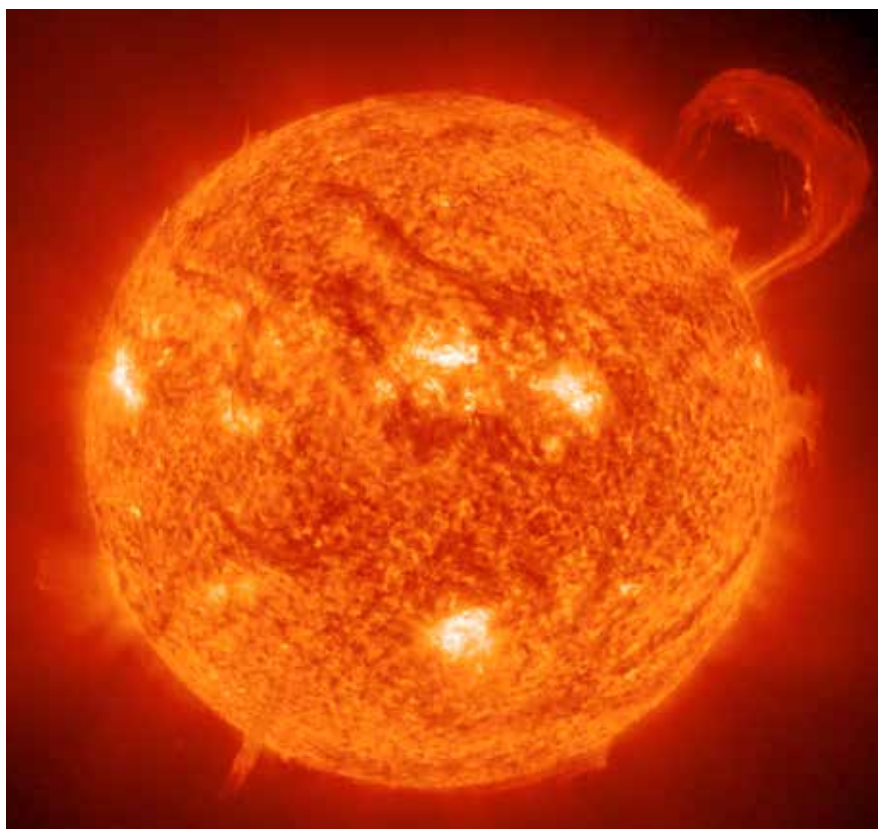
1. Nationale risicobeoordeling 2011, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), pagina's 42-55, 2011.
2. Voortgangsbrief Nationale Veiligheid, 5 juni 2012, <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2012/06/08/voortgangsbrief-nationale-veiligheid.html>
3. Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure, Royal Academy of Engineering, 2013.
4. NOAA, Space Weather Prediction Center, <http://www.swpc.noaa.gov/info>
5. NOAA, brochure 'Space Weather', http://www.swpc.noaa.gov/info/swx_booklet.pdf
6. AON Benfield, Geomagnetic storms, 2013, rapport beschikbaar op aonbenfield.com
7. J. Kappenman, Geomagnetic storms and their impacts on the U.S. power grid, Metatech, Meta-R-139, 2010.
8. L.J. Lanzerotti, Space weather effects on communications, te vinden op www.researchgate.net
9. A.X. Xapsos, P.M. O'Neill, and T.P. O'Brien, Near-Earth Space Radiation Models, IEEE Trans. Nuclear Science, 2012.
10. W.A. Radasky, Overview of the Impact of Intense Geomagnetic Storms on the U.S. High Voltage Power Grid, EMC Electromagnetic Compatibility (EMC), 2011 IEEE International Symposium on, 300, 2011.
11. G.S. Lakhina, S. Alex, B.T. Tsurutani, and W.D. Gonzalez, Research on Historical Records on Geomagnetic Storms, Coronal and Stellar Mass Ejections, Proceedings IAU Symposium No. 226, 2005.
12. International round-table on Extreme space weather: Geomagnetic storms, GNSS disruptions and the impact on vital functions in society, Stockholm 5-6 September 2012, Conference Proceedings and Presentations, te vinden op www.msb.se/en/Prevention/Space-Weather/
13. Space Weather, <http://solarstorms.org/Ssatellites.html>
14. P. Riley, On the probability of occurrence Of extreme Space weather events, Space Weather, Vol. 10, Nr. 2, 2012.
15. P.A. Schieb, Geomagnetic storms, Technical Report, Office of Risk Management and Analysis, Dept. of Homeland Security, 2011.
16. Provincie Zuid-Holland, Evaluatie Wateroverlast 19 en 20 september 2001, Den Haag, 2002.
17. J. Volpp, Effects of Solar Activity on ESA's Science and Earth Observation Missions, 9th European Space Weather Week, Brussels, 8 november 2012.
18. C.-M. Liu, L.-G. Liu, and P. Pirjola, Geomagnetically Induced Currents in the High-Voltage Power Grid in China, IEEE Trans, Power Delivery, Vol. 24., No. 4, 2368, 2

Vragenlijst

Inleiding

Extreme zonneactiviteit kan invloed hebben op de betrouwbare werking van moderne technologie. Dat kan het functioneren van voor de samenleving vitale organisaties, waaronder die van u, in het hart raken. Enerzijds doordat cruciale processen in uw organisatie langdurig verstoord raken. Anderzijds omdat uw organisatie mogelijk vitaal afhankelijk is van andere sectoren die uren tot dagen verstoord kunnen blijven door de gevolgen van extreme zonneactiviteit. Hierdoor zal een groot beroep worden gedaan op het aanpassend en zelfherstellend vermogen van iedere organisatie en sector afzonderlijk. Deze vragenlijst beoogt u te helpen om het functioneren van uw organisatie zoveel mogelijk te borgen tijdens dergelijke ongewone omstandigheden door extreme zonneactiviteit. De bijbehorende brochure, met referenties naar open bronnen, geeft informatie over zonneactiviteit en de mogelijke effecten daarvan.

De vragen zijn bedoeld om richting te geven en een denkproces te initiëren waarbij de risico's voor de continuïteit voor de bedrijfsvoering worden ingeschat. Ze sluiten aan bij een gemiddeld kennisniveau. De beantwoording van deze vragenlijst kan relevante informatie verschaffen voor de inventarisatie van kwetsbaarheden zoals genoemd in het doel van de brochure. Het uiteindelijke doel is dat organisaties en sectoren voorbereid zijn op de gevolgen van extreme zonneactiviteit en zo goed mogelijk functioneren op het moment dat het er echt op aan komt.



Vragenlijst

Onderstaande lijst met vragen is verdeeld in vijf aandachtsgebieden. De vragen binnen ieder van deze aandachtsgebieden helpen u inzicht te krijgen in de mogelijke consequenties van extreme zonneactiviteit voor uw eigen organisatie. Wellicht zijn aanvullende maatregelen nodig om de continuïteit van uw organisatie te borgen. Dat draagt bij aan het verbeteren van het weerstandsniveau van uw organisatie en onze samenleving tegen de gevolgen van extreme zonneactiviteit.

Aandachtsgebied 1:

Bekendheid met extreme zonneactiviteit en de algemene gevolgen daarvan

De volgende vragen zijn bedoeld om kritisch naar uw eigen organisatie en de daarbij behorende functionaliteiten te kijken om kwetsbaarheden en afhankelijkheden bij extreme zonneactiviteit en de weerbaarheid daartegen te onderkennen. De vragen dragen bij aan het bewust kennis nemen van informatie over extreme zonneactiviteit en de mogelijke gevolgen daarvan.

In welke mate is uw organisatie bekend met het onderwerp (extreme) zonneactiviteit? Is uw organisatie meer bestand tegen de directe of de indirecte gevolgen van extreme zonneactiviteit op de dienstverlening van uw organisatie? Op welke wijze wenst u geïnformeerd te worden over extreme zonneactiviteit en de mogelijke effecten daarvan?

In de bijbehorende brochure worden een aantal mogelijke effecten van extreme zonneactiviteit uiteengezet

Aandachtsgebied 2a:

Kwetsbaarheden identificeren

Bij het identificeren van kwetsbaarheden gaat het om de kennis over welke eigen bedrijfsprocessen, activiteiten, diensten, productieprocessen en dergelijke kwetsbaar zijn voor uitval of verstoring door extreme zonneactiviteit.

Op welke wijze heeft uw organisatie in het huidige (systeem)ontwerp rekening gehouden met zowel de directe als indirecte gevolgen van extreme zonneactiviteit?

Het gaat daarbij om het identificeren van de volgende aspecten:

- processen en systemen die eventueel kwetsbaar zijn voor extreme zonneactiviteit;
- negatieve gevolgen van extreme zonneactiviteit (zowel direct als indirect) op uw bedrijfsvoering en dienstverlening;
- en restrisico's. Zijn restrisico's binnen uw organisatie in kaart gebracht en is een besluit over de aanvaardbaarheid van deze risico's genomen?

Aandachtsgebied 2b:

Afhankelijkheden van anderen identificeren

Zelfs als u ervoor zorg draagt dat de continuïteit van de vitale processen in uw bedrijf is geborgd, dan nog kunt u hinder ondervinden van extreme zonneactiviteit door uw afhankelijkheid van andere organisaties. Het identificeren van afhankelijkheden van anderen is van belang om te weten wanneer het functioneren van uw eigen organisatie mogelijk ernstig in gevaar komt in het geval van uitval of verstoringen bij andere organisaties en sectoren. Zo zijn er voorbeelden van ernstige verstoringen van de elektriciteitsvoorziening en de telecommunicatie- en transportsectoren. Door vooraf een goed en actueel beeld van te hebben bent u in staat om hier van te voren op in te spelen en zelf maatregelen te treffen of afspraken te maken met de betreffende derde partijen.

Is de continuïteit van de infrastructuur waar uw organisatie afhankelijk van is voldoende geborgd bij extreme zonneactiviteit?

De volgende aspecten spelen een rol bij de analyse van deze afhankelijkheid:

- uw bedrijfsprocessen en dienstverlening kunnen afhankelijk zijn van vitale diensten die kwetsbaar zijn voor extreme zonneactiviteit;
- ook de alternatieve diensten en de diensten van derden waar uw organisatie in geval van storing gebruik van maakt kunnen kwetsbaar zijn (bijvoorbeeld: het toevoeren van brandstof voor noodgeneratoren en de beschikbaarheid van mobiele telefonie om storingmonteurs te coördineren);
- en de duur van de verstoring van deze vitale diensten kan een eventuele crisisplan beïnvloeden.

Aandachtsgebied 2c:

Afhankelijkheden voor anderen identificeren

Ten opzichte van het vorige aandachtsgebied 2b gaat het hier om de informatie die u verstrekt aan uw afnemers. De afnemers van uw diensten willen mogelijk geïnformeerd worden over de kansen op storing en/of uitval.

Levert u informatie over de continuïteit van uw dienstverlening aan uw afnemers?

Aandachtsgebied 3:

Weerbaarheid inventariseren

Er bestaat altijd een mate van weerbaarheid. Waartegen en hoe groot deze is moet duidelijk zijn en draagt bij aan het nemen van beslissingen over de te nemen maatregelen om de weerbaarheid te verhogen en het bepalen van een eventueel acceptabel restrisico.

Op welke manier is het volgen, beheersen en in kaart brengen van restrisico's verbonden aan zonneactiviteit, georganiseerd? Heeft uw organisatie maatregelen getroffen die de weerbaarheid tegen extreme zonneactiviteit verhogen? Heeft uw organisatie eventuele afnemers geïnformeerd over restrisico's?

Voorbeelden van elementen die een positieve invloed kunnen hebben op de weerbaarheid van processen binnen uw organisatie zijn:

- het bestaan van een terugvalsysteem waar de belangrijkste bedrijfsprocessen beroep op kunnen doen bij uitval van het hoofdsysteem;
- de beschikbaarheid van reserveonderdelen en -eenheden voor essentiële delen van uw bedrijfsprocessensysteem;
- en de aanwezigheid binnen uw organisatie van personeel gekwalificeerd om adequaat te handelen bij uitval of verstoring van de systemen.

Colofon

Foto's en afbeeldingen:

L. J. Lanzerotti (pag.6)

Rob Poelenjee (pag. 7)

Rens Jacobs (pag.8)

P. Carril (pag.9)

Dit is een uitgave van het

Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ienm

November 2013