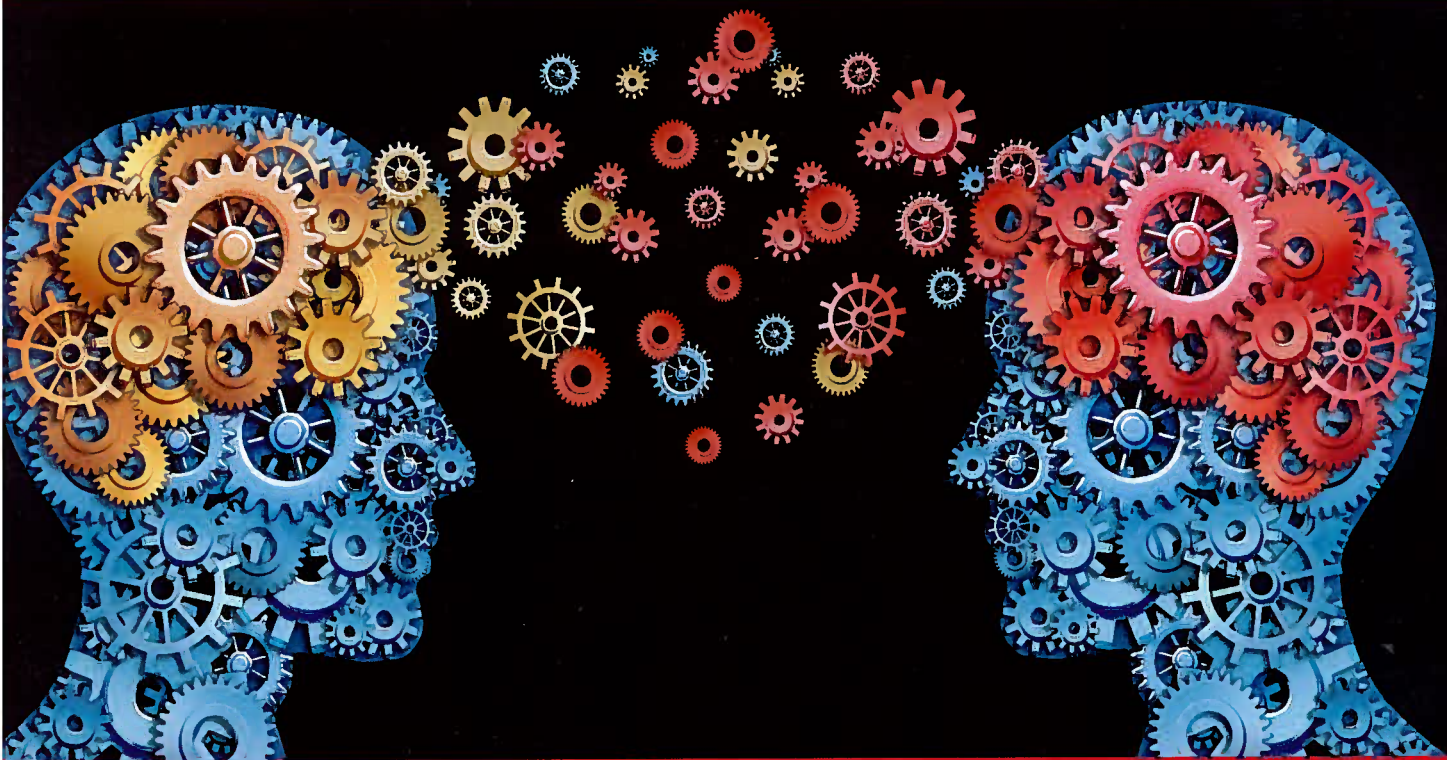


**CWI**

# Strategisch Plan 2013-2018

**Samen sterker**  
*per aspera ad astra*



Centrum Wiskunde & Informatica

**CWI**

# Strategisch Plan 2013-2018

**Samen sterker**  
*per aspera ad astra*

*Alleen voor intern gebruik*



**Algemeen directeur**  
Prof.dr. Jos Baeten

### **CWI**

Het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) is sinds 1946 het nationale onderzoeksinstituut voor wiskunde en informatica. Het is gevestigd op het Science Park Amsterdam en is deel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Het instituut heeft een sterke internationale positie. Ruim 160 wetenschappers doen er grensverleggend onderzoek en dragen de verkregen kennis over aan de maatschappij. Meer dan 30 van de onderzoekers zijn hoogleraar aan een universiteit. Het instituut heeft 22 spin-off bedrijven voortgebracht.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
1.1	<b>Over CWI</b> .....	<b>5</b>
	Missie .....	5
	Visie .....	5
	Kernwaarden .....	5
	Mijlpalen .....	5
1.2	<b>Aanleiding strategisch plan</b> .....	<b>6</b>
1.3	<b>Werkwijze</b> .....	<b>6</b>
1.4	<b>Over de titel</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Analyse huidige situatie</b> .....	<b>7</b>
2.1	<b>Analyse activiteiten</b> .....	<b>7</b>
2.1.1	Instituutsbrede activiteiten .....	7
2.1.2	Evaluatie wetenschappelijke activiteiten .....	7
2.2	<b>Analyse externe situatie</b> .....	<b>8</b>
2.2.1	Financiering van onderzoek .....	8
2.2.2	Positie in Nederlands onderzoekslandschap .....	9
2.2.3	Internationale relaties .....	11
	Europese projecten .....	11
	Internationale samenwerkingsverbanden .....	11
2.2.4	Maatschappelijke kwesties .....	11
2.2.5	Ontwikkelingen in wiskunde en informatica .....	11
2.3	<b>Analyse interne situatie</b> .....	<b>14</b>
2.3.1	Aansturen van wetenschappelijk onderzoek .....	14
2.3.2	Interne hiërarchie .....	15
2.3.3	Strategisch bewustzijn .....	15
2.3.4	Betrokkenheid bij het instituut .....	16
2.3.5	Personeel .....	16
	Wetenschappelijk personeel .....	16
	Ondersteuning .....	16
	Genderdiversiteit .....	16
2.4	<b>SWOT-analyse</b> .....	<b>17</b>
2.5	<b>Formulering strategische kwesties</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>Strategische kwesties</b> .....	<b>18</b>
3.1	<b>Actief financieringsbronnen benutten</b> .....	<b>18</b>

<b>3.2</b>	<b>Strategische thema's vaststellen</b>	<b>19</b>
	Logistiek	20
	Energie	20
	Levenswetenschappen	21
	Informatie	21
	Software	22
<b>3.3</b>	<b>Kennisbenutting intensiveren</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Versterken nationale rol en centrumfunctie</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Interne organisatie optimaliseren</b>	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Wetenschappelijke prioriteiten en ambities</b>	<b>27</b>
3.6.1	Networks and Optimization (N&O)	27
3.6.2	Stochastics (ST)	27
3.6.3	Cryptology (CR)	28
3.6.4	Algorithms and Complexity (A&C)	28
3.6.5	Software Analysis and Transformation (SwAT)	29
3.6.6	Formal Methods (FM)	30
3.6.7	Intelligent Systems (IS)	30
3.6.8	Distributed & Interactive Systems (DIS)	31
3.6.9	Computational Dynamics (CD)	31
3.6.10	Scientific Computing (SC)	32
3.6.11	Multiscale Dynamics (MD)	32
3.6.12	Life Sciences (LS)	33
3.6.13	Database Architectures (DA)	33
3.6.14	Information Access (IA)	34
<b>4</b>	<b>Actieplan</b>	<b>35</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Over CWI

### Missie

Het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) is het nationaal onderzoeksinstituut voor wiskunde en informatica en valt onder de koepel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Het CWI verricht fundamenteel onderzoek op het gebied van wiskunde en informatica en draagt kennis op deze gebieden over aan de maatschappij, in het bijzonder aan het bedrijfsleven.

### Visie

Resultaten op het gebied van wiskunde en informatica zijn de onzichtbare drijvende krachten van onze economische groei en welvaart en zijn onmisbaar voor vooruitgang in andere wetenschapsgebieden. Met nieuwe inzichten en krachtige instrumenten dragen wiskunde en informatica bij aan oplossingen voor maatschappelijke problemen op uiteenlopende terreinen, waaronder energie, gezondheidszorg, klimaat, communicatie, mobiliteit en veiligheid. Als nationaal platform voor wiskunde en informatica willen we onze rol als belangenbehartiger en beleidsbepaler voor deze onderzoeksgebieden uitbreiden en versterken. Om dit te bereiken investeren we in risicovol maar veelbelovend langetermijn-onderzoek, geïnspireerd door vragen en problemen uit maatschappij en bedrijfsleven. Daarnaast



zijn wij een kweekvijver voor toponderzoekers en jong talent, waarbij de overdracht van nieuwe ideeën en expertise centraal staat. Dit doen we niet alleen via wetenschappelijke publicaties en lezingen, maar ook door het opleiden van jonge onderzoekers, doorstroom van talentvolle onderzoekers naar het bedrijfsleven, het oprichten van spin-off bedrijven, samenwerking met publieke en private partners en het beschikbaar stellen van innovatieve software-tools aan onderzoekers, bedrijven en het algemeen publiek.

## Kernwaarden

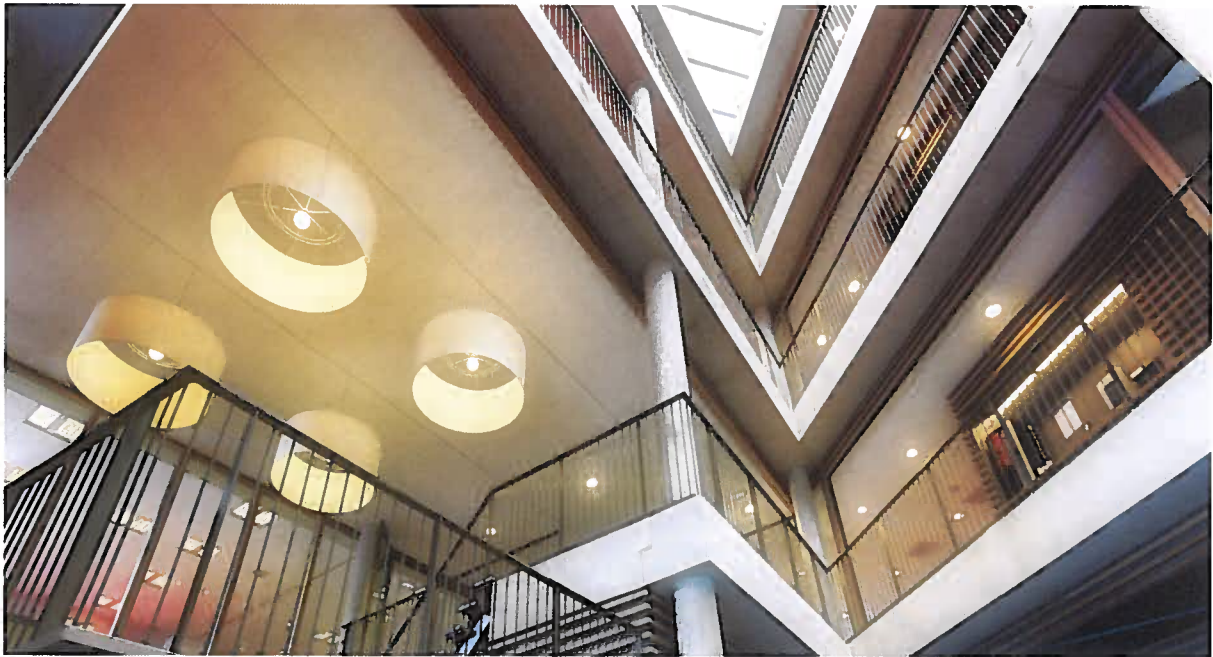
Onze identiteit is gebaseerd op drie kernwaarden die als leidraad dienen voor het instituut en onze onderzoekers. Deze kernwaarden zijn:

- Talent – Het CWI is een kweekvijver voor (inter-)nationaal talent. Samenwerking tussen toptalenten leidt tot excellent onderzoek en grensverleggende resultaten.
- Verleggen van grenzen – Aan innovatie ligt vaak fundamenteel, grensverleggend onderzoek ten grondslag. We achten daarom dit soort onderzoek van het hoogste belang.
- Betrokkenheid – Ons onderzoek wordt geïnspireerd door vragen en problemen van de maatschappij en het bedrijfsleven en leidt tot baanbrekende oplossingen voor wetenschap en praktijk.

## Mijlpalen

Het CWI heeft een unieke verzameling van getalenteerde onderzoekers. Sinds de oprichting in 1946 zijn meer dan 180 van onze wetenschappers aangesteld als hoogleraar op een universiteit. Tot onze huidige (165) onderzoekers behoren een Spinozaprijswinnaar, 22 onderzoekers met een NWO Vernieuwingsimpuls-toekenning, een lid van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, drie leden van de Academia Europaea, twee leden van de Koninklijke Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen en twee laureaten van eredoctoraten.

Het CWI kent een lange traditie van toponderzoek dat zowel fundamenteel van aard als maatschappelijke relevant is. We bouwden de eerste Nederlandse computer en de eerste Algol-compiler, berekenden de dijkhoogtes voor de Deltawerken, sloten Europa aan op het internet, ontwikkelden de programmeertaal Python (o.a. gebruikt in Google's zoekmachine), berekenden de dienstregeling voor de NS, kraakten de RSA-512 internetbeveiliging en ontwikkelden het open source databasemanagementsysteem MonetDB. Recente hoogtepunten zijn het breken van de MD5-hashfunctie, het inzetten van domeinspecifieke programmeertalen voor forensisch onderzoek, onderzoek naar intelligente netwerken voor de energiedistributie van de toekomst, de modellering en computersimulatie van fenomenen uit wetenschappelijk- en ingenieurswerk zoals bliksem, planktongroei, zeestromingen, financiële producten, eiwitten en tumorgroei. We spelen een centrale rol in verschillende programma's en organisaties, en bieden onder andere ondersteuning aan de W3C Benelux Office, de Internationale Wiskunde Olympiade (IMO), het Platform Wiskunde Nederland (PWN) en COMMIT, een omvangrijk FES-programma dat informaticaonderzoekers van universiteiten,



onderzoekinstellingen en bedrijven bij elkaar brengt. Sinds oprichting zijn uit het CWI 22 spin-off bedrijven voortgekomen die gezamenlijk een miljoenenomzet vertegenwoordigen.

## 1.2 Aanleiding strategisch plan

De in 2007 opgestelde strategie 'Een fundamenteel verschil' is aan het einde van zijn looptijd gekomen. De evaluatie is achter de rug en heeft wederom een excellente beoordeling opgeleverd. Nu is de tijd om met een nieuwe blik vooruit te kijken naar de komende zes jaar.

Naast de aanbevelingen van de evaluatiecommissie geven ook maatschappelijke veranderingen stof tot nadenken. De financiering van wetenschappelijk onderzoek staat voor enkele grote veranderingen. Onderzoeksgelden zijn meer dan voorheen te verdelen in specifieke toepassingsgebieden en dienen deels bij het bedrijfsleven vandaan te komen. Tegelijkertijd neemt de omvang van de Europese onderzoeksfinanciering toe. Het Science Park Amsterdam breidt steeds verder uit; het onderzoekslandschap verandert en onze samenwerkingspartners doen dat ook. De strategie van het CWI moet hierop afgestemd zijn.

## 1.3 Werkwijze

In januari 2012 is een werkgroep van start gegaan bestaand uit Jos Baeten (algemeen directeur), Frank Roos (directiesecretaris), Dick Broekhuis (controller), Peter Hildering (manager Communicatie), Lynda Hardman (clusterleider Information Systems) en Rob van der Mei (clusterleider Probability, Networks and Algorithms). In wekelijkse bijeenkomsten zijn

strategische thema's bediscussieerd. De groep heeft begin mei een eerste versie van dit document geproduceerd. Deze versie is besproken met de CWI Fellows. Op basis van dit commentaar en verdere discussies binnen de strategiegroep is een versie van het document geproduceerd, dat voor commentaar is ingebracht bij het CWI-bestuur en de groepsleiders en Management Team op de heidag van 11 juni. De daaropvolgende versie is bediscussieerd in het groepsleidersoverleg op 10 september en 8 oktober, in het MT op 18 september, in het bestuur op 25 september en in de OR op 25 september.

Versie 2.0 is besproken in het MT van 29 oktober en het bestuur op 20 november, met inachtneming van het advies van de OR van 27 november. Dit document is niet gericht op externe verspreiding. Na afgeronde besluitvorming wordt een corporate folder in het Nederlands en Engels gemaakt voor onze relaties, waarin de voor de buitenwereld relevante strategische keuzes samengevat worden.

## 1.4 Over de titel

De titel van deze nota is 'Samen sterker'. Deze titel laat zien dat de onderzoekers op het CWI niet slechts een verzameling onderzoekers of onderzoeksgroepen zijn, maar als eenheid aan een gezamenlijk doel werken: het doen van excellent onderzoek in wiskunde en informatica ten bate van de maatschappij. Tegelijkertijd geeft de titel het groeiende belang weer van samenwerking met externe partners om dit doel te bereiken. De ondertitel drukt uit dat we alleen door zware, niet aflatende arbeid tot grote hoogten kunnen stijgen.

## 2 Analyse huidige situatie

### 2.1 Analyse activiteiten

Als nationaal onderzoeksinstituut werken we aan wetenschappelijke vooruitgang voor de samenleving. Dit doen we door nieuwe kennis te ontwikkelen op het gebied van wiskunde en informatica en die door te geven aan de samenleving opdat deze tot algemeen nut kan zijn.

#### 2.1.1 Instituutsbrede activiteiten

Dit ontwikkelen en overdragen van kennis aan de maatschappij doen we door middel van verschillende activiteiten:

- *Wetenschappelijke output.* Onze output in de vorm van artikelen, boeken, proefschriften, conferentiebijdragen en voordrachten levert de meest directe bijdrage aan wetenschappelijke vooruitgang op de lange termijn. Hiermee leggen we onze kennis vast en maken deze beschikbaar voor anderen. Onze wetenschappelijke output is in 2011 door een onafhankelijke onderzoeksc commissie in opdracht van NWO als excellent beoordeeld. We hebben specialisten van wereldniveau die een hoge output genereren in de vorm van publicaties, software en technische standaarden, en leveren een waardevolle bijdrage aan wetenschappelijke vooruitgang in de wiskunde en informatica. Een analyse van onze specifieke wetenschappelijke activiteiten is in paragraaf 2.1.2 te vinden.
- *Opleiden van talentvolle onderzoekers.* Met een hoge concentratie toponderzoekers, goede ondersteuning en faciliteiten en arbeidsvoorwaarden die veel ruimte bieden voor persoonlijke ontwikkeling kan talent bij CWI volledig tot bloei komen. In tegenstelling tot universiteiten hebben onze onderzoekers geen onderwijsverplichting, waardoor zij zich volledig op hun onderzoek kunnen richten. Vanuit de basis die wij bieden kunnen talentvolle onderzoekers vervolgens doorstromen naar universiteiten, het bedrijfsleven of de overheid, om daar hun kennis en vaardigheden verder in te zetten. Het opleiden van talentvolle onderzoekers is zeer succesvol bij jonge onderzoekers met een tijdelijke aanstelling. Voormalig CWI'ers zijn te vinden bij onder andere universiteiten, software- en technologiebedrijven en financiële instellingen. Voor de doorstroom van vaste staf naar universiteiten en bedrijfsleven zijn de laatste jaren minder mogelijkheden geweest. Aan de ene kant is dit goed geweest voor het ontwikkelen van expertise, aan de andere kant zijn hierdoor minder vaste stafposities vrijgekomen om in te zetten voor nieuwe onderzoeksgebieden.
- *Ontginnen van nieuwe onderzoeksgebieden.* Om de wetenschappelijke vooruitgang op lange termijn te ontwikkelen, investeren we in risicovolle, nieuwe terreinen in de wiskunde en informatica. Onderzoekers krijgen de ruimte om te experimenteren met nieuwe onderwerpen. Als nationaal onderzoeksinstituut neemt het CWI hierin een leidende rol. We hebben de laatste jaren succesvol pionierswerk verricht in bijvoorbeeld cryptologie, quantum computing, algoritmische speltheorie en coalgebra. Voortdurende aandacht voor vernieuwing is nodig om onze leidende rol in de wiskunde en informatica te versterken. Naast de specialisaties van de huidige wetenschappelijke staf en de mate waarin zij nieuwe onderwerpen aangrijpen, bieden vrijkomende plaatsen mogelijkheden nieuwe richtingen in te slaan.
- *Innovatie door onderzoek.* Door onderzoek te doen met publieke en private partners dragen we bij aan innovatie in de Nederlandse en Europese economie. Onze kennis kan innovatieve oplossingen leveren voor maatschappelijke problemen en bedrijven helpen om nieuwe producten en diensten te ontwikkelen. We voeren regelmatig met succes onderzoeksprojecten uit in samenwerking met bedrijven en instellingen. De komende jaren zullen de kansen hiervoor toenemen. Wiskunde en informatica zijn door digitalisering en informatisering overal in de maatschappij aanwezig. Om deze kansen te benutten zullen we in moeten zetten op onze maatschappelijke rol. In de beginjaren van het instituut was deze rol evident. We leverden bijvoorbeeld een belangrijke bijdrage aan de eerste computers in Nederland en de berekeningen van dijkhogtes voor de Deltawerken. Onze maatschappelijke positionering is in de loop van de decennia complexer geworden. Veel meer instellingen dan vroeger zijn actief op de terreinen waar wij ons op begeven, zoals NIRICT en Novay. Hierdoor moeten we ons meer dan in het verleden onderscheiden door maatschappelijk innovatief onderzoek. Om dit te bereiken is zichtbaarheid en reputatie essentieel. In de wetenschappelijke wereld hebben we status, maar daarbuiten zijn we niet altijd bekend. Met name richting het bedrijfsleven willen we hierin stappen maken. Daartoe zullen we een actiever netwerk- en acquisitiebeleid gaan voeren en zullen we ons maatschappelijk sterker profileren.
- *Spin-offs.* Door middel van spin-offs maken we resultaten van onderzoek beschikbaar voor de markt en dragen we direct bij aan de innovatie in Nederland. In het verleden heeft het CWI enkele zeer succesvolle spin-offs gekend. Ook de laatste



jaren is een aantal nieuwe bedrijven van start gegaan. Het creëren van spin-offs en de spin-off incubator CWI Inc. staan momenteel wat minder in de aandacht bij het CWI. Als we willen dat het oprichten van spin-offs niet alleen afhankelijk is van individuele initiatieven, moeten we dit structureler agenderen. Daarnaast is het de moeite waard om te onderzoeken of we meer kunnen verdienen aan onze onderzoeksproducten. Onze expertise en software geven we in projecten en via open source vaak gratis weg. Dit is deels het gevolg van onze positie. Omdat we in opdracht van de maatschappij werken, maar niet volledig door overheidsgeld gefinancierd worden, balanceren we tussen het genereus, vrij beschikbaar maken van onderzoeksresultaten en het genereren van eigen inkomsten.

### 2.1.2 Evaluatie wetenschappelijke activiteiten

Het wetenschappelijk onderzoek op het CWI staat op twee fundamenten: wiskunde met inbreng vanuit de informatica (modellering, analyse, simulaties, optimalisatie) en informatica met inbreng vanuit de wiskunde (complexiteit en algoritmen, softwaretechnologie en databasearchitecturen). Veel onderzoeken hebben zowel wiskunde- als informatica-aspecten, veel groepen hebben zowel wiskundigen als informatici. De wetenschappelijke disciplines zijn organisatorisch ondergebracht in vier onderzoeksclusters met als zwaartepunten computational science (MAC), combinatoriek, stochastiek, cryptologie en quantum computing (PNA), software engineering (SEN) en informatiesystemen (INS). Het Evaluatierapport 2005-2010 beoordeelde elk van de vier onderzoeksclusters als excellent (maximale score).

Om de maatschappelijke meerwaarde te onderstrepen is ons onderzoek sinds de strategie 'Een fundamenteel verschil' uit 2007 gebundeld in vier maatschappelijke onderzoeksthema's die fungeren als vensters naar de buitenwereld: Aard- en levenswetenschappen, De data-explosie, Maatschappelijke logistiek en Software als service. In 2011 is het thema Aard- en levenswetenschappen gesplitst in enerzijds Aardwetenschappen en Energie (om het toegenomen belang van energietoepassingen een plaats te geven), en anderzijds Levenswetenschappen of Life sciences. Van deze thema's zijn met name Life sciences, Maatschappelijke logistiek en De data-explosie succesvol gebleken. Met extra investeringen in Life sciences en financieringsmogelijkheden zoals NGI, NISB, NCSB en NBIC kon een aparte onderzoeksgroep opgericht worden, die bij de evaluatie meteen de maximale score (vier keer excellent) haalde. In Maatschappelijke

logistiek hebben projecten met externe partijen een grotere zichtbaarheid van ons onderzoek naar de buitenwereld opgeleverd, zoals planningsmethodes voor ambulancediensten, revenue management, voorspelling van verkeersstromen en prestatieverbetering van communicatiesystemen. Ook het thema De data-explosie heeft veel toepassingen opgeleverd, met name in samenwerking met andere wetenschapsgebieden. Vanuit het thema zijn meerdere succesvolle spin-offs en softwareproducten ontstaan, zoals MonetDB, Vectorwise en Spinque. Het recent opgerichte Netherlands eScience Center versterkt het onderzoek in data intensive research. Het thema Software als service is geen sterk maatschappelijk thema gebleken: door gebrek aan focus en centrale investeringen is het thema in de loop van de periode naar de achtergrond geraakt. Dit is een punt van aandacht voor alle thema's. Omdat er geen groepen en budgetten aan de thema's gekoppeld zijn, is het lastig gebleken om daadwerkelijk handen en voeten te geven aan de profilering van het instituut middels de onderzoeksthema's. Om dit in de komende periode te voorkomen is het van belang om de thema's beter in de structuur van het instituut in te bedden en geld vrij te maken voor groepsoverstijgende projecten en externe profilering rondom de thema's.

Het Evaluatierapport 2005-2010 concludeert dat CWI een indrukwekkende track record heeft van wetenschappelijke output met maatschappelijke impact, zoals softwareproducten, consultancy-projecten en spin-offs. De commissie benadrukt dat deze vormen van output meer waardering moeten krijgen naast output in de vorm van wetenschappelijke papers en boeken.

## 2.2 Analyse externe situatie

### 2.2.1 Financiering van onderzoek

Het CWI is voor zijn financiering grotendeels afhankelijk van de overheidssubsidie die via NWO verstrekt wordt. De laatste jaren is deze basissubsidie stabiel geweest, maar door bezuinigingen bij NWO zal dit budget de komende jaren waarschijnlijk licht teruglopen. De overige inkomsten verwerft het CWI zelf via subsidies van nationale en internationale instanties en vanuit contracten met het bedrijfsleven. De verhouding tussen basissubsidie en extern verworven gelden is ongeveer 2 : 1. Het financiële beleid van het CWI is erop gericht om de vaste lasten en de salarissen van de vaste wetenschappelijke staf voor 100% te dekken vanuit de basissubsidie, en tijdelijke krachten zoals promovendi en postdocs te financieren met externe gelden. Dit dekkingpercentage wordt meestal niet gehaald. In 2011 was dit 88%. Dit betekent dat uit extern verworven gelden naast tijdelijke staf ook 12% van de vaste staf

gefinancierd diende te worden. Hierdoor zullen we nadruk moeten blijven leggen op het doorlopend verwerven van externe gelden. Ook zullen we zorgvuldig moeten omgaan met vrijkomende tenure posities: de omvang van de wetenschappelijke staf staat niet vast, maar is afhankelijk van de financiële middelen. Niet alleen onze basissubsidie verandert, de hele financiering van het wetenschappelijk onderzoek in Nederland staat voor grote veranderingen. Er is een herordening in gang gezet die zich richt op de zogenaamde topsectoren. Negen thema's zijn geïdentificeerd waar de Nederlandse onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven een sterke internationale positie in bezitten en die bijdragen aan oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken. Deze topsectoren zijn Agro & Food, Tuinbouw en uitgangsmaterialen, High Tech Systems and Materials, Energie, Logistiek, Creatieve Industrie, Life Sciences & Health, Chemie en Water. In deze negen topsectoren moet een groot deel van het Nederlandse onderzoek gaan plaatsvinden. Voor het CWI zijn met name Energie, Logistiek, Creatieve Industrie, Life Sciences & Health en High Tech Systems and Materials interessant. De thema's ICT en Biobased Economy doorsnijden deze topsectoren, waarin vooral ICT voor het CWI mogelijkheden biedt.

De financiering van de topsectoren vindt plaats door middel van innovatiecontracten: overeenkomsten tussen overheid, onderzoeksinstituten en het Nederlandse bedrijfsleven over het aangaan van onderzoekstrajecten. Een deel van de financiering van wetenschappelijk onderzoek door de overheid wordt hiermee afhankelijk van het bedrijfsleven. Directe financiering van onderzoek neemt af. De financiering van wetenschappelijk onderzoek uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES) wordt afgeschaft. Daarnaast zijn er kortingen op TNO, de GTI's en NWO. Een deel van de NWO-middelen voor vrije competitie en stimuleringsprogramma's zullen op het gebied van de topsectoren ingezet gaan worden. In 2012 is de totale omvang van de topsectoren €2,8 miljard, waarvan €1,8 miljard uit het bedrijfsleven en €1 miljard publiek geld via NWO en de instituten voor toegepaste kennis. Samen met de nieuwe belastingaftrek voor onderzoek en ontwikkeling (RDA), het innovatiefonds MKB+ en andere maatregelen loopt de bijdrage van de overheid op tot meer dan €2 miljard in 2015. De publiek-private programma's zullen in de toekomst veelal vorm worden gegeven binnen zogenaamde Topconsortia Kennis en Innovatie (TKI's), die vanuit de overheid een toeslag kunnen krijgen op privaat verworven gelden. Hoewel opeenvolgende regeringen wellicht andere accenten zullen leggen, is de nadruk op innovatie en samenwerking met het bedrijfsleven onderdeel van een bredere trend. NWO heeft bijvoorbeeld voor een aantal

projectsubsidies een kennisbenuttingsparagraaf verplicht waar dat nog niet het geval was. Het is dus te verwachten dat dit op termijn een vaste plaats in de financiering van wetenschappelijk onderzoek zal krijgen.

Het onderzoek in de topsectoren is geïnspireerd door de vraag vanuit het bedrijfsleven. Dit betekent dat bedrijven meebeslissen over de koers van het onderzoek. Dit zal hierdoor naar verwachting verschuiven van fundamenteel richting toegepast, wat betekent dat het moeilijker wordt om financiering te vinden voor fundamenteel onderzoek, en de concurrentie om de schaarse middelen in Nederland toeneemt. Door deze ontwikkelingen zal het voor het CWI moeilijker worden om vernieuwing in stafposities te realiseren en financiële middelen voor promovendi en postdocs te verwerven. Als we ons onderzoek willen blijven doen en risicovolle, nieuwe onderzoeksgebieden naar eigen inzicht willen blijven ontginnen, zullen we op zoek moeten naar nieuwe financieringsbronnen buiten nationale overheidsmiddelen. Dit betekent bijvoorbeeld meer verdienen middels Europese projecten (Flagships, ERC, EIT, Horizon 2020), en meer aandacht hebben voor verkoop van expertise, softwarelicenties, producten en spin-offs en contractonderzoek. De winst hierop kan aangewend worden om fundamenteel onderzoek te bekostigen.

Hoewel de topsectoren onze missie om fundamenteel onderzoek te verrichten en nieuwe onderzoeksgebieden te ontginnen onder druk zetten, leveren ze juist kansen op voor onze kennisoverdracht aan de maatschappij in innovatief onderzoek. Publieke en private partijen komen via de topsectoren dichterbij de onderzoeksinstituten te staan, wat onze mogelijkheden om concreet aan oplossingen voor maatschappelijke problemen bij te dragen vergroot.

### 2.2.2 Positie in Nederlands onderzoekslandschap

Het CWI heeft als onderzoeksinstituut van origine een unieke positie binnen Nederland: we doen fundamenteel onderzoek in zowel wiskunde als informatica zonder dat we hierbij expliciete verantwoordelijkheid voor hoger onderwijs hebben. Op deze manier hebben we vele gebieden in de wiskunde en informatica in Nederland opgestart en gefaciliteerd, zoals quantum computing, computationele biologie en niet-lineaire analyse. Tegenwoordig bevinden we ons in een landschap met universitaire faculteiten die met het CWI samenwerken, maar ook concurreren om aandacht en fondsen. De meeste faculteiten hebben veel doelstellingen met het CWI gemeen, maar delen niet haar unieke omstandigheden: een centrale positie, flexibiliteit, mogelijkheden

voor fundamenteel onderzoek en de locatie op het Science Park Amsterdam.

- *Centrale positie.* Er is van nature veel uitwisseling van personeel tussen de wiskunde- en informaticafaculteiten en het CWI, met name als het gaat om hoogleraarsposities. Het CWI heeft ruim 30 hoogleraren in dienst met aanstellingen aan universiteiten door het hele land. We hebben overeenkomsten met veel universiteiten over wederzijdse detachering van personeel. Op deze manier dragen we bij aan onderwijs aan deze universiteiten, fungeren we als een ontmoetingsplek voor wiskunde- en informaticaonderzoek en zijn we een kweekvijver voor nieuw talent. We verzorgen promotieplaatsen voor gemiddeld 12 promovendi per jaar en genereren hiermee impliciet ruim 1 miljoen euro aan inkomsten per jaar voor de universiteiten. Het CWI is een gewilde plaats voor sabbaticals. Ook verricht onze bibliotheek diensten voor de hele wiskunde- en informaticagemeenschap, zoals het openstellen van de bibliotheek en het beschikbaar maken van tijdschriften en andere onderzoeksinformatie. We huisvesten ook een aantal externe partijen, waaronder COMMIT, Platform Wiskunde Nederland (PWN), Stichting Vierkant voor Wiskunde, het Koninklijk Wiskundig Genootschap (KWG) en de International Mathematics Olympiad (IMO). Hiermee wordt het CWI steeds meer een centrum voor wiskunde- en informaticaorganisaties. Met name COMMIT is voor ons van strategisch belang. Dit FES-programma is hier sinds 2011 gevestigd. COMMIT is een groot publiek-privaat samenwerkingsprogramma op het gebied van ICT en fungeert als een Topconsortium Kennis en Innovatie avant la lettre. Het CWI is ook sterk ingebed in de Nederlandse wiskundeclusters (met name in DIAMANT, STAR en NDNS+), wat de centrale rol van het CWI in het wiskundelandschap onderstreept. Een van de ambities geformuleerd in het Masterplan Toekomst Wiskunde 2.0 is het verbeteren van de contacten tussen de wiskunde en samenleving en het bedrijfsleven. Deze ambitie past uitstekend binnen de missie van het CWI, dat op dit gebied een leidende rol vervult binnen het wiskundelandschap.
- *Flexibiliteit.* Het CWI onderscheidt zich met name van de universiteiten door zijn onafhankelijkheid en focus. De omvang van het instituut is niet gestuurd door fluctuaties in studentenaantallen, maar wordt direct beïnvloed door de hoogte van de basissubsidie van NWO en de mate van succes in de acquisitie van (inter)nationale projectsubsidies. De onderzoeksthema's op het CWI kunnen worden bepaald door de grote vragen in onze vakgebieden en de toepassingen daarvan, en niet door de eisen aan een volledige universitaire onderwijscurriculum dat verweven moet zijn met onderzoeksactiviteiten. Het flexibele CWI kan hierdoor gemakkelijk inspelen op onvoorziene internationale ontwikkelingen in het onderzoek, als we niet zelf de trend al hebben gezet. We kunnen ons richten op een aantal specifieke onderwerpen, waaronder disciplineoverstijgende onderwerpen met toepassingen in bijvoorbeeld biologie of natuurkunde. Tenslotte leidt de kleinschaligheid van het instituut tot een hechte en effectieve samenwerking tussen wetenschappelijk en ondersteunend personeel. Het CWI is in de praktijk een compacte organisatie die zich flexibel kan opstellen en nieuwe onderwerpen kan aanpakken.
- *Fundamenteel onderzoek.* In Nederland is een duidelijke trend zichtbaar richting meer toegepast onderzoek. Er is druk vanuit de overheid op alle onderzoeksinstellingen via het topsectorenbeleid, maar ook partijen als TNO, NIRICT, ESI, Novay en het recent opgerichte Netherlands eScience Center hebben toepassingsgericht onderzoek als primaire doelstelling. Aan de ene kant biedt deze ontwikkeling ons meer mogelijkheden tot strategische samenwerking die de kennisbenutting van ons onderzoek bespoedigt. Aan de andere kant willen we altijd blijven streven naar het doen van risicovol nieuw onderzoek, zonder de druk dat dit op korte termijn resultaat moet opleveren, zoals dit bij instituten voor toegepast onderzoek het geval is. Wiskunde en informatica zijn nauw met elkaar verweven; we kennen geen gescheiden departementen en veel onderzoeksgebieden zijn een mix van wiskunde en informatica, zoals cryptologie, quantum computing en levenswetenschappen. In deze unieke omgeving kunnen nieuwe wetenschappelijke gebieden tot ontplooiing komen, wat uiteindelijk het hele wetenschapsgebied en de samenleving ten goede komt.
- *Locatie.* Onze fysieke omgeving in Amsterdam is sterk aan het veranderen. Het Science Park Amsterdam is de laatste jaren enorm uitgebreid. De Faculteit Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam is er sinds enkele jaren gevestigd, de bedrijvigheid in de Matrix-bedrijfsverzamelgebouwen neemt toe en over een paar jaar zal ook NWO-instituut SRON naar het Science Park verhuizen. Een hoogwaardig Science Park kan zich krachtig profileren als concentratie van bèta-technisch onderzoek. Door onze bekendheid en prestige te bundelen met die van andere instituten staan we samen sterker.

Gezamenlijk kunnen we invloed uitoefenen op het economisch beleid van de gemeente Amsterdam, en door schaalvergroting activiteiten ondernemen waarvoor het CWI alleen te klein zou zijn. De voorgenomen fusie van de FNWI van de UvA met de Faculteiten ALW en EW van de Vrije Universiteit Amsterdam zal de grootste landelijke concentratie van wiskunde- en informatica-onderzoekers opleveren. Onze banden met beide universiteiten zijn zeer goed. Tegelijkertijd bewaken we onze identiteit als nationaal onderzoeksinstituut door de sterke banden met de andere Nederlandse universiteiten te onderhouden en uit te breiden.

### 2.2.3 Internationale relaties

Het CWI heeft veel internationale contacten en samenwerking met topinstellingen in wiskunde en informatica wereldwijd. Van oudsher zijn de banden met de Verenigde Staten sterk, meer recent groeien ook contacten met opkomende economieën zoals China. Het meest intensief zijn samenwerkingen in Europees verband, waarin we deelnemen aan diverse georganiseerde initiatieven en platforms.

#### Europese projecten

Al sinds begin jaren '80 doet het CWI mee aan door de Europese Unie gefinancierde projecten, onder meer in het ESPRIT-programma, later in de diverse kaderprogramma's. Momenteel financiert de EU wetenschappelijke projecten in het zevende Kaderprogramma (KP7), dat in 2013 afloopt. Het wordt opgevolgd door het achtste Kaderprogramma, dat Horizon 2020 is gedoopt, en zal lopen van 2014 tot 2020. In dit kaderprogramma komt 80 miljard euro beschikbaar voor onderzoek en innovatie. Het programma rust op drie pijlers: Excellente wetenschap met een budget van ongeveer 25 miljard, waarvan 15 miljard voor de European Research Council (ERC) (een toename van 77%), Industrieel leiderschap met een budget van ongeveer 20 miljard waarvan ongeveer 16 miljard voor samenwerkingsprojecten (publiek-private samenwerking) en tenslotte Maatschappelijke uitdagingen met een budget van ongeveer 36 miljard. Hoewel er in vergelijking met de eerdere kaderprogramma's minder expliciete aandacht voor ICT is en relatief veel geld gelabeld is voor publiek-privaat onderzoek, biedt Horizon 2020 voor het CWI grote mogelijkheden. Het beschikbare budget voor onderzoek is aanzienlijk toegenomen, met name binnen de ERC, dat grensverleggend onderzoek door toponderzoekers financiert. Naast de pijler Excellente wetenschap hebben we ook kansen in de pijlers Industrieel leiderschap en Maatschappelijke uitdagingen. In eerdere Europese projecten hebben we veel ervaring opgebouwd in dergelijke publiek-private projecten.

### Internationale samenwerkingsverbanden

Het CWI heeft een breed netwerk van internationale contacten en maakt deel uit van verschillende internationale consortia op het gebied van wiskunde en informatica:

- **ERCIM:** CWI is één van de drie oprichters van ERCIM, het European Research Consortium for Informatics and Mathematics. ERCIM bestaat sinds 1989 en op dit moment zijn er 20 leden actief. CWI was instrumenteel in de ontwikkelingen binnen ERCIM als open netwerk, die in 2011 leidden tot het breder openstellen van het lidmaatschap. Het is nu mogelijk dat per land een klein aantal excellente onderzoeksinstituten lid van ERCIM worden.



- **W3C:** In 1994 richtte Tim Berners-Lee, de grondlegger van het web, het WorldWideWeb Consortium (W3C) op voor het ontwikkelen van webstandaarden. Vanaf het begin van het W3C is het CWI altijd nauw bij W3C betrokken geweest, en hebben we standaarden zoals (X)HTML, XForms, CSS, SVG en SMIL helpen ontwikkelen. We hebben een onderzoeker in dienst die in opdracht van W3C werkt aan het semantic web, een nieuwe webarchitectuur die het web moet transformeren in een web of data in plaats van een web of documents. Ook huisvest het CWI het W3C Office voor de Benelux.



- **Informatics Europe:** Informatics Europe is een samenwerkingsverband van informatica-afdelingen en onderzoekslaboratoria in Europa en aangrenzende gebieden. Het samenwerkingsverband heeft als doel om hoogwaardig onderzoek en onderwijs in de informatica te stimuleren en biedt daartoe ondersteuning aan. CWI is vertegenwoordigd in het bestuur en heeft als specifiek doel om lidmaatschap in de Benelux te stimuleren en meer vrouwelijke studenten en medewerkers voor de informatica te winnen. Informatics Europe is belangrijk voor de platformfunctie van het CWI.
- **EFICST:** ERCIM en Informatics Europe zijn twee van de drijvende krachten achter het vormen van het EFICST (European Forum for Information and Communication Sciences and Technologies), een krachtenbundeling van zeven Europese organisaties en gemeenschappen op het gebied van ICST onderzoek. EFICST heeft als doelstelling het formuleren en uitdragen van gezamenlijk gedragen



standpunten en een gezamenlijke strategie, in Europa en op internationaal niveau daarbuiten.

- **ERCOM:** CWI is deelnemer in ERCOM (European Research Centres On Mathematics), een comité van de EMS (European Mathematical Society).



ERCOM biedt de wetenschappelijk directeurs van onderzoekscentra binnen de EMS een platform voor uitwisseling van informatie, om zo samenwerking, coördinatie, intervisie en zichtbaarheid te bevorderen.

- **EIT ICTLabs:** ICTLabs is één van de drie Knowledge and Innovation Communities (KIC's) van het European Institute of Innovation and Technology (EIT). Een KIC is een sterk geïntegreerd, creatief en kwalitatief hoogwaardig partnership dat onderwijs, technologie, onderzoek, bedrijfsleven en ondernemers bij elkaar brengt om vorm te geven aan nieuwe innovaties en innovatiemodellen. De missie van ICTLabs is om van Europa de wereldleider in ICT-innovatie te maken. CWI is een core partner in het Nederlandse knooppunt van de KIC, en is vooral actief in de actielijnen Energy en ICT-mediated Human Activity. Ook speelt CWI een actieve rol in het verbinden van ICTLabs met InnoEnergy, een andere KIC die zich bezig houdt met innovatie op het gebied van duurzame energie.



Van de andere Europese instituten op het gebied van wiskunde en informatica heeft CWI de meest nauwe banden met INRIA, haar Franse equivalent. CWI en INRIA werken veel samen, binnen eigen en Europese projecten, wat heeft geleid tot een in 2007 gesloten samenwerkingsovereenkomst. INRIA heeft op het CWI een projectgroep gestart, de eerste groep buiten Frankrijk. Recent zijn gesprekken opgestart om deze opzet te continueren en te voorzien van nieuwe impulsen in een breder strategisch kader.

#### 2.2.4 Maatschappelijke kwesties

Het CWI heeft zich altijd ingezet voor het zoeken naar oplossingen van grote en kleine maatschappelijke problemen. Dit zijn bijvoorbeeld problemen, op wereldschaal, zoals klimaatverandering, milieuvervuiling, het opraken van fossiele brandstoffen en de snelle bevolkingsgroei, of problemen die specifiek spelen in hoogontwikkelde landen vanwege de complexer wordende samenleving op technologisch, politiek en sociaaleconomisch gebied, zoals stijgende kosten

van de verzorgingsstaat en vergrijzing. Vanwege de toenemende complexiteit van de maatschappij worden maatschappelijke kwesties steeds complexer en urgenter, terwijl de welvaart steeds afhankelijker wordt van (technologische) innovatie:

- De energievoorziening moet een transitie maken naar duurzame energie. Voorraden van veelgebruikte fossiele brandstoffen zoals olie, steenkolen en aardgas zijn eindig en zullen naar verwachting nog deze eeuw grotendeels uitgeput zijn. Het benutten van energie uit bijvoorbeeld water, zon en wind is daarom sterk in opkomst. Ook kan de belofte van energie uit kernfusie nog altijd ingelost worden. Daarnaast moet efficiënter met de beschikbare energie omgegaan worden, wat bijvoorbeeld de vraag oproept hoe het energieverbruik van de ICT-infrastructuur verminderd kan worden.
- Klimaatverandering kan een stijging van de zeespiegel tot gevolg hebben. Er is weinig verbeeldingskracht voor nodig om in te zien wat dit voor een land als Nederland kan betekenen. Dijken bijvoorbeeld zullen verhoogd en versterkt moeten worden, en meer ruimte voor water gecreëerd.
- Verstedelijking neemt wereldwijd sterk toe, ook in Nederland. Hierdoor staan mobiliteit en logistiek onder druk, zoals de files in het autoverkeer en het toenemend gebruik van openbaar vervoer. Verkeersstromen in goede banen leiden is een grote uitdaging.
- Door de toegenomen levensverwachting is in Nederland de houdbaarheid van de gezondheidszorg in het geding. Om de leefbaarheid van de verouderende populatie op een betaalbare manier te handhaven en te verbeteren zijn slimme oplossingen noodzakelijk. De inzet van ICT (waaronder internet en het web) is daarbij essentieel geworden. ICT is meestal de drijvende kracht achter nieuwe producten en diensten. Dit laatste is voor Nederland als diensteland zeer duidelijk.
- Steeds meer data is beschikbaar en komt op ons af, wat bijdraagt aan de complexiteit van de maatschappij. Het halen van informatie uit de data en het verstandig en overzichtelijk beheer hiervan is bittere noodzaak geworden. De burger eist dat deze informatie zorgvuldig behandeld wordt.
- De sterk groeiende digitalisering is een zegen voor velen, maar leidt ook tot vele problemen. Veel softwaresystemen blijken niet betrouwbaar met vaker uitval tot gevolg. Transacties over een netwerk of gegevensverzamelingen zijn vaak niet veilig, waardoor de criminaliteit profiteert. Mensen willen vanzelfsprekend wel de voordelen van ICT, maar uiteraard niet de nadelen zoals inbreuk op de persoonlijke levenssfeer. Bovendien moet ICT

helpen om het leven makkelijker te maken, niet moeilijker. Mensen die niet met de toegenomen digitalisering kunnen omgaan, digibeten, krijgen het steeds moeilijker in hun dagelijks leven.

Voor het begrijpen en oplossen van al deze problemen is het toepassen van wiskunde en informatica (ICT) onontbeerlijk geworden. Desondanks krijgen wiskunde en informatica daarvoor niet altijd de waardering die zij verdienen. Weinigen beseffen dat navigatiesystemen een complex kortstepad algoritme gebruiken en dat aan het spoorboekje een wiskundige puzzel van formaat ten grondslag ligt. Wiskunde en informatica zitten 'onder de motorkap' van onze samenleving. Ze helpen om treinen op tijd te laten rijden, om opstoppingen in het verkeer of op netwerken te voorkomen, om schaarse middelen en materieel slim in te zetten, om banksystemen robuust te maken en de beurs te laten functioneren, plannings te maken voor het gebruik van operatiekamers en het inzetten van ambulances, om meer handel te genereren, windenergie efficiënt op te wekken, de elektriciteit optimaal te verdelen over huishoudens, nieuwe



medicijnen te ontwikkelen en nog veel meer. Het CWI kan dus een belangrijke bijdrage leveren aan de huidige maatschappelijke problemen met robuuste wiskundige en informatiekundige oplossingen.

### 2.2.5 Ontwikkelingen in wiskunde en informatica

Steeds meer processen kunnen wiskundig gemodelleerd worden en geanalyseerd met behulp van software-systemen. Het wetenschappelijk onderzoek in de wiskunde en de informatica raakt hierdoor steeds nauwer met elkaar verbonden. Ontwikkelingen in de

ICT leiden tot wiskundige uitdagingen en omgekeerd kunnen complexe wiskundige problemen – vaak gemotiveerd vanuit de toepassing – opgelost worden met behulp van geavanceerde ICT-infrastructuren en -technieken. Een aantal ontwikkelingen in wiskunde en informatica zullen naar verwachting grote invloed op ons onderzoek hebben. We belichten een aantal van deze ontwikkelingen die voor ons onderzoek relevant zijn.

- **Business Analytics (BA).** Bedrijfsvoering is inmiddels volledig gedigitaliseerd. De optimalisatie van deze digitale omgeving staat bekend onder de naam Business Analytics (BA). BA is een combinatie van vaardigheden, technieken en toepassingen ter verbetering van bedrijfsprocessen. In vrijwel alle moderne toepassingsdomeinen is ICT cruciaal en worden gigantische hoeveelheden data verzameld, zoals financiële transacties, verkoopcijfers, call-detail records, gegevens van logistieke processen. Dit soort gegevens biedt enorme mogelijkheden voor het verbeteren en optimaliseren van de efficiency van bedrijfsprocessen door middel van geavanceerde technieken zoals forecasting, planning en optimalisatie. BA omvat een veelheid aan disciplines, zoals statistiek, forecasting, learning, datamining en operations research. In de praktijk begint steeds meer een trend af te tekenen voor het gebruik van BA in onder andere transport en logistiek, de gezondheidszorg en de financiële wereld. Deze ontwikkeling biedt uitgelezen mogelijkheden voor verbreding van onze kennis en vaardigheden, en toepassingen in de maatschappij en de economie te ontwikkelen.
- **Computational science and engineering (CSE).** Processen en fenomenen in de wereld om ons heen kunnen wiskundig gemodelleerd worden en vervolgens geanalyseerd. CSE richt zich op het ontwikkelen van wiskundige modellen en kwantitatieve methoden die gebruik maken van computers voor het analyseren en oplossen van wetenschappelijke problemen. CSE is een belangrijke opkomende onderzoeksrichting en bevat delen van numerieke wiskunde, formele methoden, systems and control, computational intelligence en operations research. CSE wordt steeds meer toegepast in gebieden als natuurkunde, biologie, levenswetenschappen, taalkunde, energie, finance, cognitieve wetenschappen, sociologie en economie. CSE is voor het CWI ook strategisch van belang vanwege de sterke koppeling met andere vakgebieden en het bedrijfsleven.
- **Big data, open data.** In vele wetenschappen worden enorme hoeveelheden data gegenereerd. Om hier mee om te kunnen gaan is een nieuwe informatie-infrastructuur nodig. Vrije

beschikbaarheid van informatie wordt onder invloed van onder andere het internet een steeds invloedrijkere ontwikkeling. Volgens het principe van open data kunnen gegevens vrij gebruikt worden, onafhankelijk van degene die het gecreëerd heeft. Wetenschappers, overheden en beheerders van cultureel erfgoed maken hun gegevens steeds vaker publiek. Onderzoeksresultaten moeten transparant gepubliceerd worden, inclusief bijvoorbeeld de broncode van ontwikkelde software, de handleiding en de data. De datasets die zo ontstaan bieden nieuwe uitdagingen, zoals het doorzoeken van grote hoeveelheden data en het zinvol weergeven ervan in interfaces. Een gerelateerde trend is de zogenaamde citizen science, waarin niet-wetenschappelijke vrijwilligers zelf data verzamelen voor wetenschappelijk onderzoek. Dit vergroot de middelen die beschikbaar zijn om onderzoek uit te voeren.

- **Quantum computing.** Uniek onderzoek dat op het CWI uitgevoerd wordt is het gebruik van kwantummechanische effecten in de informatica. Dit zijn met name kwantumcryptografie en quantum computing. Kwantumcryptografie is het gebruik van kwantummechanische effecten voor de versleuteling van boodschappen, bijvoorbeeld de polarisatie van licht in glasvezels. Quantum computing is het doen van berekeningen met een kwantumcomputer, die niet gebaseerd op bits maar op kwantum-bits (qubits), die tegelijk een 0 en een 1 kunnen coderen, waardoor vele berekeningen simultaan kunnen worden uitgevoerd. Als het mogelijk is daadwerkelijk een kwantumcomputer te bouwen, zal dit de informatica fundamenteel veranderen. Recente successen op het gebied van de experimentele natuurkunde geven een voorbode dat een kwantumrevolutie voor de deur staat, misschien al binnen tien tot vijftien jaar. We doen onderzoek naar nieuwe kwantumalgoritmen en communicatieprotocollen, het bouwen van cryptografische alternatieven die bestand zijn tegen de berekeningen met kwantumcomputers en het ontwikkelen van toepassingen binnen de informatica, wiskunde en de natuurkunde, maar ook binnen de chemie en biologie, waar kwantummechanische processen een prominente rol spelen.

## 2.3 Analyse interne situatie

### 2.3.1 Aansturen van wetenschappelijk onderzoek

De huidige cultuur op het CWI is die van een vrijplaats waarin wetenschappers hun werk kunnen doen. Dit

heeft als voordeel dat er een sterke academische vrijheid heerst waarin talent tot bloei kan komen. Personeel kan puur op kwaliteit worden geselecteerd en niet op de strategische waarde van zijn of haar onderzoeksgebied. Dit heeft als gevolg dat de sturing op onderwerpen op het niveau van de individuele onderzoeker ligt. Hij of zij kan alleen geprikkeld, en niet gedwongen worden aan nieuwe onderwerpen te beginnen of de koppeling naar toepassingen te versterken.

Een aantal jaren geleden is integrale verantwoordelijkheid neergelegd bij de groepsleiders: zij zijn verantwoordelijk voor financiering, personeel en beleid van hun groep. De groepen bestaan uit een klein aantal senior onderzoekers met daar omheen tijdelijke promovendi en postdocs. De groepen zijn niet te



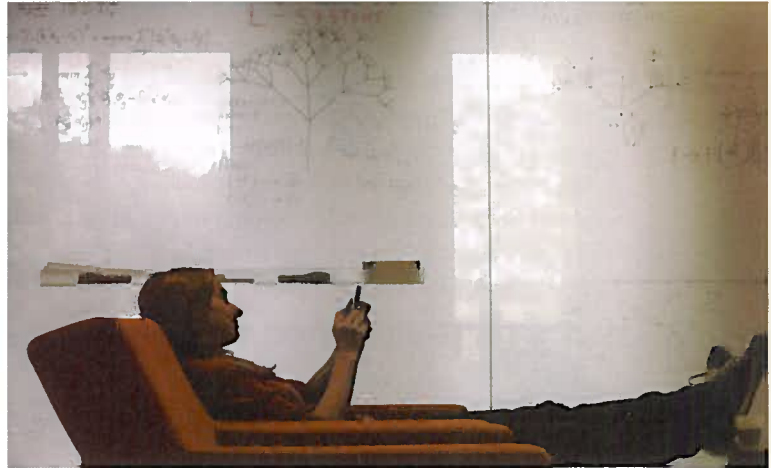
klein, zodat de groepen niet te veel van één persoon afhankelijk zijn, maar ook niet te groot, zodat de groep stuurbaar blijft. De meeste groepen zijn gespecialiseerd in specifieke disciplines, wat langetermijncohesie en expertiseontwikkeling mogelijk maakt. Deze integrale autonomie van groepen heeft goed gewerkt: er is meer aandacht voor de inverdiencapaciteit, de acquisitieportefeuille en de kansen die nieuwe financieringsbronnen bieden. Aan de andere kant is daardoor het centraal sturen van het instituut lastiger geworden. Hier kunnen de maatschappelijke thema's zoals die in de vorige strategie zijn vastgesteld helpen, maar alleen als daadwerkelijk centraal in de thema's geïnvesteerd wordt. Het CWI moet een balans vinden in het spanningsveld tussen disciplinair, wetenschappelijk gerichte groepen en het inzetten van wetenschappelijke expertise op maatschappelijke thema's die voor het instituut als geheel belangrijk zijn.

### 2.3.2 Interne hiërarchie

De verantwoordelijkheid voor de dagelijkse leiding, de beleidsvorming en de uitvoering van het beleid van het CWI is belegd bij de algemeen directeur. Over het gevoerde beleid en het gerealiseerde instituutsbeheer legt de algemeen directeur verantwoording af aan het CWI-bestuur. Het CWI-bestuur stelt, gegeven de kaders van NWO, de begroting, de jaarrekening, het (financieel) jaarverslag en de strategie van het instituut vast, en legt die ter goedkeuring voor aan het Algemeen Bestuur van NWO. Daarnaast heeft het bestuur een toezichthoudende en adviserende taak. NWO spreekt van een 'bestuur op afstand'.

De interne hiërarchie onder de directie en het bestuur bestaat momenteel uit vijf ondersteunende diensten en vier wetenschappelijke clusters. De clusters bestaan elk uit twee tot vier onderzoeksgroepen, samengevoegd op basis van samenhang tussen de wetenschappelijke disciplines. Elk cluster wordt geleid door een clusterleider die, samen met de directeur en de managers van de ondersteunende diensten, plaatsneemt in het Management Team (MT). Zoals opgemerkt door de evaluatiecommissie in 2011 is de toegevoegde waarde van de clusterstructuur niet evident. Clusterleiders zijn een extra schakel tussen de directie en de groepen, waardoor strategisch beleid minder goed doordringt op groepsniveau. Als reactie hierop zijn er meer directe contacten gekomen tussen groepsleiders en directie, en worden clusterleiders vaak gepasseerd in de hiërarchie. Clusterleiders hebben bovendien beperkte middelen: groepsleiders zijn daadwerkelijk degene die verantwoordelijk zijn voor beleid, financiering en personeel op wetenschappelijk gebied. Ten slotte zijn door vele verschuivingen van onderzoekers en groepen ook de inhoudelijke kaders van de clusters diffuser geworden, waardoor niet alle clusters de inhoudelijke eenheid vormen die zij beoogd werden te zijn. Waar deze samenhang tussen disciplines er wel is, zijn er vanuit de clusters weinig middelen om deze structureel te benutten. Aan de andere kant heeft een organisatie in clusters ook voordelen. Omdat clusterleiders een tussenlaag vormen tussen groepsleiders en directie, hoeven niet alle groepsleiders betrokken te worden bij het besturen van het instituut. Zij representeren de groepsleiders, en zo heeft elke groepsleider een directe vertegenwoordiger in het MT. Bovendien verlichten zij de span of control van de directeur, die zonder clusterlaag naast het directieteam, de managers van de ondersteunende diensten en de CWI Fellows ook direct leidinggevende van alle groepsleiders zou zijn. Tenslotte zijn de clusterleiders vanuit hun positie in staat om meer dan de groepsleiders boven de groepen te staan. Zo treden ze soms op als coach van jongere groepsleiders.

De clusterleiders zijn momenteel ook themacoördinatoren van de maatschappelijke thema's. Dit is niet vanzelfsprekend: de thema's zijn niet noodzakelijk overdekkend over alle onderzoeksgroepen en zijn bovendien aan verandering onderhevig. Door de eerder beschreven veranderingen in de onderzoeksfinanciering krijgen de thema's een grotere rol. Het is dus wenselijk themacoördinatoren aan te wijzen die daadwerkelijk op het thema gekozen zijn, en de thema's beter te verankeren in de organisatiestructuur.



### 2.3.3 Strategisch bewustzijn

In 2007 lanceerde het CWI zijn strategie 'Een fundamenteel verschil' voor de periode 2007-2012. Deze strategie werd vooral extern zeer goed ontvangen. Het fungeerde, zoals ook de bedoeling was, als venster op het werk van het CWI. De uitvoering van deze strategie werd echter als matig beoordeeld in de evaluatie van 2011. De commissie had de indruk dat beslissingen op het CWI ad hoc genomen worden en dat de strategie bovendien niet breed werd gedragen door de onderzoekers op het CWI.

Hoewel al lang bij het CWI sprake is van een jaarlijkse beleidsplancyclus die resulteert in een instituutsplan en een begroting per jaar, is er geen concreet richtsnoer voor de langere termijn. Op de korte termijn zijn er naast de begroting weinig uitgesproken doelstellingen, maar voor de langere termijn zijn ze vooralsnog vrijwel afwezig. Het is van belang om de jaarplannen in samenhang te zien met het Strategisch Plan. Strategische doelstellingen worden onvoldoende vertaald in concrete doelstellingen en acties. Meer dan voorheen zullen interne beslissingen moeten worden genomen met besef van de strategie en vanuit deze concrete doelstellingen in de jaarplannen. Dit speelt bijvoorbeeld bij nieuwe aanstellingen, het stroken van het onderzoek met maatschappelijke thema's, de keuze van het onderzoek en inrichting van de centrumfunctie.



### 2.3.4 Betrokkenheid bij het instituut

Het CWI is een kleinschalig instituut. Hierdoor kennen werknemers elkaar en wordt snel bij elkaar binnengelopen om iets te regelen of te overleggen. Toch kan de interne communicatie en sociale cohesie nog verbeteren. Er is niet altijd een instituutsbreed wij-gevoel. Het CWI is vaak niet de enige werkgever van onderzoekers, dus verdeelt de loyaliteit van werknemers zich tussen CWI, universiteit, groep en de eigen wetenschappelijke reputatie. Om een gezamenlijke strategie te voeren is het belangrijk dat de betrokkenheid van werknemers bij het instituut hoog is. Ook is contact tussen groepen belangrijk voor wetenschappelijke kruisbestuiving en het delen van relaties. De laatste jaren zijn enkele stappen in de goede richting gezet. De nieuwbouw heeft een open opzet met glazen kantoorwanden, ontmoetingsplaatsen en een ontspanningsruimte waardoor ontmoeting bevordert wordt. Het groepsleidersoverleg (GLO) en de Scientific Meeting zijn ingericht om contact tussen



groepen onderling aan te halen, het personeelsblad We@CWI brengt op een informele manier nieuws uit de organisatie, een duidelijke huisstijl zorgt voor eigen kleur en de activiteitencommissie voor promovendi brengt jonge werknemers uit het hele instituut met elkaar in contact. Deze initiatieven zijn een succes. Het is belangrijk dat we op deze weg doorgaan en de cohesie binnen het instituut versterken. Bij de inrichting van de organisatie moeten we dit zoveel mogelijk ondersteunen, met weinig hiërarchie en korte lijnen. Ook de ICT-infrastructuur dient dit optimaal te faciliteren, met dien verstande dat het niet in de plaats komt van menselijk contact. Daarnaast heeft het CWI uitstekende faciliteiten voor het organiseren van kleinschalige (wetenschappelijke) bijeenkomsten, waar veelvuldig gebruik van wordt gemaakt. Zo fungeren we als ontmoetingsplaats voor wetenschappers in Nederland én de rest van de wereld.

### 2.3.5 Personeel Wetenschappelijk personeel

Essentieel voor het CWI is het rekruteren van de allerbeste onderzoekers. Niet in alle gevallen is de aantrekkingskracht van het CWI, het gebouw en haar faciliteiten, het Science Park of de stad Amsterdam voldoende. We moeten nadenken over extra stimulansen om de beste onderzoekers aan te trekken. Door de onzekere financiële situatie is het bovendien lastig om de doorstroming van wetenschappelijk personeel in stand te houden. Omdat onderzoekers op het CWI grotendeels hun eigen onderzoeksagenda bepalen, is het aannemen van nieuwe wetenschappelijke medewerkers het uitgelezen moment voor directie en themacoördinatoren om te sturen op de onderwerpen die op het CWI bestudeerd worden.

### Ondersteuning

De laatste jaren is de ondersteuning flink afgeslankt. Zes jaar geleden (2006) bestond de ondersteuning uit 51.6 fte (25,0%), in 2011 was dit nog maar 40.3 fte (20,6%). Wetenschappers eisen een kwalitatief hoge ondersteuning. Om dit te bieden is de ondersteuning een stuk efficiënter ingericht en bestaat deze steeds vaker uit hooggekwalificeerde werknemers. Tegelijkertijd betekent een lagere bezetting ook dat niet alle taken zomaar uitgevoerd kunnen worden: er moeten duidelijke keuzes gemaakt worden. De komende jaren vertrekt een deel van de ondersteuning vanwege pensionering en door digitalisering wordt de werkdruk rondom sommige administratieve functies lager. De ruimte die hierdoor ontstaat, leent zich bij uitstek om in te vullen vanuit nieuwe behoeften in de organisatie. De ontwikkelingen die elders in dit strategisch document aangegeven zijn vereisen een aantal nieuwe taken en uitbreiding van bestaande. Te denken valt aan nieuwe taken op het gebied van beleidsvorming en programmavorming rondom bedrijfscontacten, extra overhead die het vervullen van een grotere platformfunctie met zich meebrengt en uitbreiding van de projectondersteuning.

### Genderdiversiteit

CWI heeft in 2010 het charter Talent naar de Top ondertekend. Met de ondertekening zegt het CWI toe concrete maatregelen te nemen om meer vrouwelijk talent, zowel wetenschappelijk als niet-wetenschappelijk, aan boord te krijgen, te behouden en te laten doorstromen. Concrete doelstellingen zijn dat minimaal 10% van de topfuncties (schaal 15 en 16) en minimaal 25% van de subtopfuncties (schaal 13 en 14) in 2016 vervuld zijn door een vrouw. Momenteel is dit nog respectievelijk 7% en 15%. (rapportage 2011). Het percentage vrouwelijke promovendi en postdocs wil het CWI laten stijgen van respectievelijk 26% naar 35% en

14% naar 20%. Omdat het uitgangspunt is en blijft dat de beste kandidaat voor de functie wordt aangesteld zal dit de komende jaren extra zorgvuldigheid en alertheid vereisen in het werving-, bevordering- en selectiebeleid. Binnen het CWI is een interne klankbordgroep geformeerd met een goede mix van mannen en vrouwen in verschillende functies die garant staat voor draagvlak voor het diversiteitsbeleid en meedenkt over acties en maatregelen. Het landelijke rapport van de Commissie Monitoring Talent naar de Top noemde deze groep al een interessant nieuw HR-instrument. Daarnaast is het CWI via Informatics Europe actief in het werven van meer vrouwelijke studenten en medewerkers voor de informatica binnen de Benelux.

## 2.4. SWOT-analyse

Bovenstaande analyses laten zich samenvatten in de volgende SWOT-analyse:

<b>Sterktes</b>	<b>Zwaktes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wetenschappelijke excellentie en hoge status</li> <li>• Goede arbeidsomstandigheden, faciliteiten en ondersteuning</li> <li>• Nationale rol en ontmoetingsplaats voor wiskunde en informatica</li> <li>• Nauwe banden met (bijna) alle Nederlandse universiteiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zichtbaarheid en bekendheid bij overheden, bedrijven en algemeen publiek kan beter</li> <li>• Laag strategisch bewustzijn in de organisatie</li> <li>• Sturing op maatschappelijke thema's kan beter</li> <li>• Niet overal oog voor ondernemerschap</li> </ul>
<b>Kansen</b>	<b>Bedreigingen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grotere betrokkenheid bedrijfsleven bij onderzoek</li> <li>• Complexe problemen vragen steeds meer wiskunde en informatica</li> <li>• Meer Europees geld voor fundamenteel onderzoek</li> <li>• Strategische allianties met o.a. COMMIT, Science Park, INRIA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afname van subsidie voor fundamenteel onderzoek</li> <li>• Grotere concurrentie om middelen door verschuiven onderzoekslandschap</li> <li>• Plaats in onderzoekslandschap niet voor iedereen helder</li> </ul>

Een weging van sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen geeft inzicht in de strategische kwesties die bepalend worden voor het instituut in de komende jaren.

### Kansen vs sterktes (offensief)

- Onze wetenschappelijke excellentie en status, gecombineerd met de stijging van beschikbare Europese gelden voor onderzoek bieden goede kansen om meer Europese projecten en beurzen binnen te halen, met name voor fundamenteel onderzoek.
- De groeiende vraag naar innovatieve oplossingen voor maatschappelijke problemen en de toenemende rol van wiskunde en informatica hierin bieden een unieke kans om onze wetenschappelijke excellentie sterker in te zetten voor kennisbenutting en publiek-private samenwerking. Hier liggen nieuwe mogelijkheden en inkomstenbronnen.

### Bedreiging vs sterktes (defensief)

- De afnemende subsidies voor fundamenteel onderzoek kunnen we ondervangen door sterker in te zetten op Europese gelden en publiek-private gelden zoals topsectoren en contractonderzoek.
- Onze plaats als nationaal onderzoeksinstituut kunnen we sterker aanzetten door ons te richten op onze nationale rol: meepraten op alle niveaus om agenda's te beïnvloeden om zo een leidende rol te kunnen vervullen voor de wiskunde en informatica in Nederland en een ontmoetingsplaats zijn voor activiteiten en initiatieven rondom wiskunde en informatica.

### Kansen vs zwaktes (hervormen)

- Om meer inkomsten uit publiek-private samenwerking te genereren, moeten we onze zichtbaarheid en bekendheid vergroten. Enerzijds moeten we actief een netwerk van contacten in de maatschappij en het bedrijfsleven onderhouden, anderzijds moeten we onze resultaten etaleren richting de voor ons relevante doelgroepen.
- Meer sturing op maatschappelijke thema's is wenselijk zodat we effectief kunnen inspelen op maatschappelijke problemen. Het vergroten van de rol van themacoördinatoren is hierin een belangrijke stap.
- Strategische allianties met bijvoorbeeld COMMIT, Science Park en INRIA bieden de kans om onze zichtbaarheid te vergroten en aan te sluiten bij bestaande regionale, nationale en internationale netwerken.

### Bedreigingen vs zwaktes (overleven)

- De afname van subsidie voor fundamenteel onderzoek en grotere concurrentie om middelen vereisen ondernemerschap, een verhoogd strategisch bewustzijn in de organisatie en sturing op maatschappelijke thema's. We kunnen niet zomaar

blijven doen wat we altijd gedaan hebben, maar moeten ons actief verdiepen in de ontwikkelingen om ons heen. Het is essentieel dat het instituut hiervan doordrongen raakt.

## 2.5 Formulering strategische kwesties

Bovenstaande SWOT-analyse vatten we samen in vijf strategische kwesties die we de komende jaren extra aandacht willen geven.

In de rest van dit document werken we deze kwesties verder uit.

1. Actief financieringsbronnen benutten
2. Maatschappelijke relevantie toespitsen
3. Kennisbenutting intensiveren
4. Versterken nationale rol en centrumfunctie
5. Interne organisatie optimaliseren



## 3 Strategische kwesties

### 3.1 Actief financieringsbronnen benutten

De materiële en vaste salariskosten van het CWI worden vrijwel geheel gedragen door de basissubsidie van NWO. Voor het aantrekken van promovendi en postdocs is het CWI aangewezen op inkomsten van verkregen externe projecten. Het is dus zaak om proactief om te gaan met mogelijkheden om projectinkomsten te verkrijgen. Om ons onderzoeksvolume op peil te houden in het veranderende landschap van onderzoeksfianciering, waarbij de basisfianciering mogelijk afneemt en onderzoeksgeld zoals de FES-gelden verdwijnen, is het noodzakelijk om onze inspanningen om fianciering uit andere bronnen te verwerven te verhogen. Op nationaal niveau zal het CWI, hoewel de concurrentie groot is, toch moeten proberen om nadrukkelijker de nationale mogelijkheden van fianciering te benutten. Dit is de komende jaren vooral op het gebied van de publiek-private samenwerking zoals in de topsectoren, maar ook bilateraal met het bedrijfsleven (contractonderzoek). In Europees verband is er geld beschikbaar in bijvoorbeeld Horizon 2020-programma en de ERC Grants. Om dit te bereiken is een verhoogd bewustzijn en een grote inzet nodig van alle groepen om geen kans tot onderzoeksfianciering onbenut te laten. Om acquisitie extra aandacht te geven dient dit regelmatig geagendeerd te worden en dienen er financiële prikkels te komen die inverdiene stimuleren. Uiteindelijk moet dit alles er op gericht zijn om met hetzelfde of een hoger onderzoeksvolume in 2018 opnieuw een excellente evaluatie binnen te halen.

Te nemen acties:

- *Acquisitie hoog op de agenda plaatsen.* Rapportage over acquisitieactiviteiten (zowel bottom-up vanuit de groepen als top-down vanuit de directie) en mogelijkheden voor projectfianciering dienen op de agenda van elk overleg te staan. Dit is niet alleen het informeren over openstaande calls, zoals nu vaak gebeurt, maar ook het proactief matchen van de mogelijkheden en expertises van groepen met de subsidiemogelijkheden. Met name voor groepsleiders ligt hier een verantwoordelijkheid. In de halfjaarlijkse voortgangsbeprekingen in het kader van de beleidsplancycclus moet acquisitie dan ook een belangrijk agendapunt zijn. De projectendatabase en de daaruit volgende acquisitierapportages kunnen daarvoor als input dienen. Maar ook daarbuiten kan vanuit directie en themacoördinatoren gewezen worden op mogelijkheden tot fianciering. Mogelijk hebben

groepsleiders en themacoördinatoren training nodig om acquisitie te kunnen voeren, en hebben ondersteunende afdelingen meer kennis en competenties nodig om dit proces optimaal te kunnen faciliteren.

- *Inzetten op het Horizon 2020-programma en ERC Grants.* Om optimaal gebruik te kunnen maken van de financieringsmogelijkheden in het Europese Horizon 2020-programma (FP8) dat in 2014 van start gaat, is het essentieel om nu aangesloten te zijn bij programmavorming en het voorbereiden van voorstellen. Ook moet een hoogwaardig instituut als het CWI in staat kunnen zijn een aantal ERC Grants (Starting, Consolidator, Advance of Synergy) binnen te halen.
- *Het financieel systeem bijstellen om extra incentives voor inverdiene te creëren.* Een voor de hand liggende wijziging is om niet alleen (een percentage van) de groepsinstaat ter beschikking aan de groep te stellen, maar ook groepsverliezen te laten doortellen in plaats van weg te strepen, zoals dit nu gebeurt. Dit geeft naar verwachting een extra incentive om de groepsbegroting (op termijn) rond te krijgen. De beoogde dekking van de vaste wetenschappelijke staf uit de basissubsidie kan vervolgens niet op 100%, maar rond de 90% gesteld worden, zodat de vaste staf een inverdienverplichting van ongeveer 10% van het eigen salaris heeft. Gecombineerd met het doortellen van de groepsverliezen zorgt dit ervoor dat elke groep moet blijven inverdiene om financieel gezond te blijven.
- *Netwerken en het onderhouden van externe relaties een belangrijke plaats geven in het instituut.* Netwerken is een belangrijk onderdeel van acquisitie. Dit vindt op verschillende niveaus in de organisatie plaats en is soms zeer succesvol, maar dit zijn vooralsnog met name individuele initiatieven. Centraal beleid voor acquisitie en het onderhouden van contacten ontbreekt en zal de komende jaren ontwikkeld moeten worden. Themacoördinatoren kunnen een belangrijke rol gaan spelen in het netwerken rondom de maatschappelijke thema's. Samen met de directeur kunnen zij groepsoverstijgende mogelijkheden tot samenwerking met externe partners verkennen. CWI in Bedrijf heeft in het verleden goed gefunctioneerd als etalage van wat het CWI kan en als marktplaats voor het leggen van contacten. Het is de moeite waard om te proberen dit evenement te revitaliseren, met de nadruk op demo's en netwerken. Daarnaast is het belangrijk om proactief beurzen en netwerkbijeenkomsten te bezoeken en gericht bezoeken aan strategische partners te brengen. De komende jaren zullen we hierin onze rol moeten gaan ontdekken

en ontwikkelen. Mogelijk kunnen we hierin samenwerken met externe partijen die zich specialiseren in technology transfer of onze eigen ondersteunende diensten inzetten.

- *De onderzoeksresultaten van het CWI zichtbaarder maken.* Onbekend maakt onbemind. Het CWI heeft genoeg toponderzoekers, aansprekende resultaten en maatschappelijk relevant onderzoek in huis om trots op te zijn, maar dit is in de buitenwereld niet altijd bekend. We moeten alle gelegenheden aangrijpen om ons te tonen aan beleidsmakers, bedrijfsleven en algemeen publiek. Dit kan bijvoorbeeld door ons regelmatig te tonen op belangrijke evenementen, een communicatiebeleid gericht op externe communicatie (zie hoofdstuk 3.3.) te voeren en een goed netwerk te onderhouden.

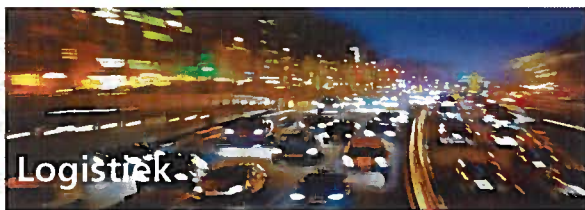
## 3.2 Strategische thema's vaststellen

In 'Een fundamenteel verschil', de strategie van 2007-2012, hebben we voor het eerst een viertal maatschappelijke thema's vastgesteld. Deze thema's zijn in de loop van de jaren geëvolueerd, waardoor we nu de thema's willen ijken, bijstellen en een nieuwe focus willen aanstellen. De succesvolle thema's Maatschappelijke logistiek en Life sciences zetten we door in de thema's Logistiek en Levenswetenschappen. De opkomst van ons energieonderzoek en de steeds urgenter wordende maatschappelijke vraag naar duurzame energie zetten we om in het thema Energie. Het oude thema De data-explosie gaat samen met ons onderzoek naar de toegankelijkheid van informatie op in het thema Informatie. Tenslotte geeft het thema Software uitdrukking aan onze betrokkenheid bij softwarekwaliteit, security en efficiënt gebruik van de steeds groter wordende software systemen in de samenleving. Uiteraard valt niet al het toepassingsgericht onderzoek van het CWI onder één van deze vijf thema's. Zo hebben we bijvoorbeeld een historie van onderzoek rondom de huidige topsector Water en in de financiële wiskunde. Het is zeker niet de bedoeling om deze toepassingen te discontinueeren: de thema's geven een richting aan waarin het instituut zich de komende jaren wil bewegen, zonder een breuk met de huidige activiteiten te maken.

Net als in de voorgaande strategie krijgt ook dit keer elk thema een themacoördinator. Het verdelen van de thema's over de vier clusterleiders heeft niet in alle gevallen goed uitgedaan. Daardoor is de functie van themacoördinator de laatste jaren weinig effectief geweest. In de nieuwe situatie krijgen de themacoördinatoren een grotere rol. Deze rol is geen

hiërarchische, ze vertegenwoordigen geen specifieke groepen, maar zetten zich in voor onderzoek rond strategische, instituutsbrede onderzoeksthema's. Ze zijn ambassadeur voor CWI-onderzoek in allerlei samenwerkingsverbanden. Ze spelen een rol in invulling van nieuwe tenure track of vaste posities, en kunnen voorstellen doen voor veranderingen in de groepsindeling of instelling van nieuwe groepen. Verder spelen ze een rol in netwerkactiviteiten en de externe profilering van het instituut, naast de directeur. Het betrekken van de strategische thema's bij het invullen van onderzoekspostities in het instituut moet ertoe leiden dat het strategisch bewustzijn toeneemt en het gemakkelijker wordt een nieuwe richting in te slaan, zowel in het uitbreiden van onderzoeksrichtingen als het opstarten van nieuw onderzoek in bijvoorbeeld tenure track posities. Bij de mid-term evaluatie eind 2015 worden de thema's geëvalueerd in het licht van externe ontwikkelingen. In samenhang hiermee zijn benoemingen voor een periode van 3 jaar. Themacoördinatoren zijn herbenoembaar.

De vijf maatschappelijke thema's voor 2013-2018 zijn per 1-1-2013 als volgt:



Beoogd themacoördinator: Rob van der Mei.

**Achtergrond:** Onze moderne maatschappij draait op topsnelheid. Luchthaven Schiphol en de Rotterdamse haven transporteren enorme hoeveelheden passagiers en goederen, logistieke supply chains laten complexe bedrijven nog efficiënter functioneren, forenzen verplaatsen zich, we communiceren via internet en mobiele netwerken de hele dag door. De snelheid van de maatschappij neemt alsmaar toe. Treinen worden voller, communicatiesystemen worden steeds intensiever gebruikt, we worden gezonder, maar ook ouder met de bijbehorende ouderdomskwalen. Dat stelt de maatschappelijke machine voor steeds grotere uitdagingen. Als één van de componenten het laat afweten kan acuut een groot probleem ontstaan. Wat moeten we als het spoornetwerk structureel overbelast raakt door de passagiersstroom? En wat moeten we als onze communicatiesystemen overvol raken en niet meer 'vitaal' zijn en onbetrouwbaar worden, met alle maatschappelijke en economische gevolgen van dien? En wat moeten we als medische wachtlijsten oplopen, waardoor arbeidsproductiviteit en welzijn structureel afnemen?

**Probleem:** Logistiek omvat onder meer activiteiten van organisaties die de maatschappij gaande houden, zoals spoorwegen, taxibedrijven, nutsbedrijven, ziekenhuizen, gezondheidscentra, luchthavens en telecommunicatiebedrijven. Logistieke problemen manifesteren zich bijvoorbeeld in fileproblemen en daarmee luchtvervuiling, overvolle perrons en aankomst- en vertrekhalles, kosten van transport, wachtlijsten in de zorg en haperende ICT.

**Uitdaging:** Door de inherente complexiteit van de onderliggende problemen zijn vraagstukken uit de logistiek uiterst lastig. We richten zowel op strategisch onderzoek naar fundamentele wetenschappelijke problemen afgeleid uit de logistiek als op technologisch onderzoek in samenwerking met partners in de publieke en private sector. Wiskunde en informatica kunnen uitkomst bieden bij veel logistieke problemen. Dit biedt een reeks van wetenschappelijke uitdagingen, bijvoorbeeld op het gebied van de combinatorische optimalisering, stochastische optimalisering, algoritmische speltheorie, revenue management en (gedecentraliseerde) planningsprocessen.

**Inbedding in topsectoren:** Logistiek



Beoogd themacoördinator: Han La Pourté.

**Achtergrond:** Duurzaamheid wordt steeds belangrijker in onze maatschappij. Het huidige energiesysteem is echter niet duurzaam. Fossiele brandstoffen die nog op grote schaal gebruikt worden raken uitgeput, hebben een negatief effect op het klimaat en maken ons afhankelijk van een beperkt aantal landen die dergelijke energiebronnen bezitten. De grootschalige invoering van duurzame energiebronnen zoals zon, wind of biomassa en het efficiënt omgaan met energie hebben daarom hoge prioriteit in veel landen, organisaties en bedrijven.

**Probleem:** Het invoeren van duurzame energiebronnen en efficiënt energiegebruik brengt problemen met zich mee, bijvoorbeeld rondom de onzekerheid in de beschikbaarheid van duurzame energiebronnen zoals wind en zon en het decentraal, efficiënt en robuust opwekken en transporteren van energie. Vraag en aanbod van energie zullen met elkaar moeten worden afgestemd door gebruik te maken van de mogelijkheden van uitstelbare energievraag, bijvoorbeeld bij het opladen van elektrische auto's en

bij warmtepompen. Energiernetwerken moeten energie-efficiënter en betrouwbaar gaan werken, mogelijk door nieuwe organisatievormen van gebruikers en beheerders. Apparaten en netwerkcomponenten moeten geoptimaliseerd worden in energie-efficiëntie. Data van netwerken en gebruikers moeten worden gebruikt voor planning en control en energiegeneratoren dienen zo efficiënt en betrouwbaar mogelijk te werken.

**Uitdaging:** Om bovenstaande doelen te bewerkstelligen en de bijbehorende problemen op te lossen is het gebruik van informatica en wiskunde onontbeerlijk. Systemen voor transport, opwekking, en consumptie van energie zullen complexer worden en dienen in hoge mate te worden geautomatiseerd en geoptimaliseerd. Daarvoor zijn nieuwe technieken nodig, zoals decentrale softwaresystemen voor afstemming van vraag en aanbod in energiemarkten, lokale energiemanagementsoftware in huizen en gebouwen, revenue management voor producerende consumenten, optimalisatie van topologieën, componenten en technologieën voor netwerken, analyse van fysisch netwerk- en componentengedrag, optimalisatie en analyse van windturbines en windparken, ontwikkeling van nucleaire fusie- en plasmatechnologieën en verwerking van grootschalige netwerk- en gebruikersdata. Daartoe zijn gebieden als agentsystemen, sensornetwerken, optimalisering, computational intelligence, simulatiesystemen, computational science, numerieke en niet-lineaire analyse, wiskundige modellering en dataprocessing van groot belang.

**Inbedding in topsectoren:** Energie



Beoogd themacoördinator: Gunnar Klau.

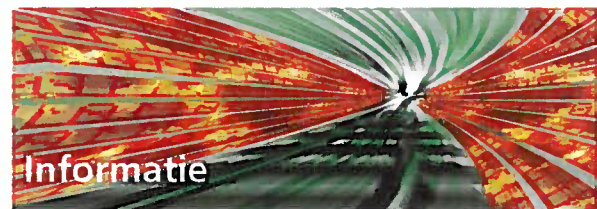
**Achtergrond:** De afgelopen decennia zijn de zorgkosten ieder jaar fors gestegen. De Nederlandse samenleving betaalt per jaar 67 miljard euro zorg. Dat is 13% van ons nationaal inkomen. Dit kan volgens berekeningen oplopen tot meer dan 30% in 2040. De zorgvraag neemt steeds toe, er komt steeds meer en betere zorg beschikbaar en de samenleving vergrijst. Zorg heeft dus een grote impact op onze samenleving en staat hoog op de maatschappelijke agenda. Wiskunde en informatica leveren tegenwoordig een belangrijke bijdrage aan het onderzoek in de levenswetenschappen en aan het geneesmiddelenonderzoek. Hierdoor

komen geneswijzen voor volksziekten als kanker, hart- en vaatziekten steeds dichterbij. Daarnaast maakt beter inzicht in levensprocessen nieuwe of meer gerichte en vaak goedkopere behandelwijzen mogelijk, zoals ontwikkelingen op het gebied van celbiologie, moleculaire biologie en geneesmiddelenonderzoek laten zien. De bijdrage van de wiskunde en informatica beweegt zich op het gebied van het maken van modellen en het doorrekenen daarvan: het zogenaamde 'in silico'-onderzoek in tegenstelling tot het traditionele 'in vitro'-onderzoek.

**Probleem:** Het effectief en nauwkeurig omgaan met grote datasets is een grote uitdaging in de levenswetenschappen. Hiervoor is het nodig om nieuwe, opschaalbare modellen en computertechnieken te ontwikkelen. Het verband tussen verschillende schaalniveaus, bijvoorbeeld van genen naar cellen, van cellen naar organen, of van neuronen naar de hersenen, vereist geavanceerde technieken op het gebied van multiscale modelling en modelintegratie. Om de structuur, kinetica en stochastiek van biologische netwerken, multi-cellulaire organismen en neurale netwerken te begrijpen en te modelleren is een verbinding tussen verschillende vakgebieden in de wiskunde en informatica nodig, zoals statistiek, combinatoriek, dynamische systemen, functionele analyse, kansrekening, machine learning en computational science.

**Uitdaging:** Voorbeelden van levenswetenschappelijke onderzoeksonderwerpen zijn kankeronderzoek, medicijnonderzoek, bio-energie, celbiologie, metabolisme, algoritmes voor 3D-afbeeldingen van celstructuren en de robuustheid van de genetische code. Het langetermijndoel van het onderzoek is om van de biologie een meer kwantitatieve en formele wetenschap te maken.

**Inbedding in topsectoren:** Life Sciences and Health



Beoogd themacoördinator: Lynda Hardman.

**Achtergrond:** De moderne maatschappij kan getypeerd worden als een informatiemaatschappij. Er is meer informatie dan ooit beschikbaar en informatie speelt een steeds grotere rol in cruciale maatschappelijke processen. Steeds meer informatie komt bovendien digitaal

beschikbaar, en steeds meer processen verwerken een of andere vorm van digitale informatie. Grootschalige databases ('Big Data') staan steeds vaker aan de basis van wetenschappelijke doorbraken in bijvoorbeeld de astronomie, seismologie, biodiversiteitsonderzoek en medisch onderzoek. Ook in toepassingen als energiebeheer en logistiek is Big Data onmisbaar geworden.

**Probleem:** Informatie en data worden niet alleen omvangrijker maar ook complexer. Daardoor past dit niet goed meer in de traditionele manier van opslaan en verwerken. Ook aan de gebruikerskant wordt de vraag hoe zulke grote hoeveelheden informatie geïnterpreteerd en nuttig ingezet moeten worden steeds belangrijker. Een fundamenteel open probleem is hoe mensen belangrijke informatie interpreteren en hoe dit door computers overgenomen zou kunnen worden, onafhankelijk van of het numerieke gegevens, audiovisueel materiaal, tekst of beeld betreft.

**Uitdaging:** De expertise van het CWI dekt de hele informatieketen. Om data beter toegankelijk te maken werken we aan het grootschalig omgaan met grafen, waarvoor nieuwe opslagstructuren en databasetalen ontwikkeld worden. We hebben ook een grote expertise op het gebied van toegang tot informatie. Hieronder valt bijvoorbeeld het verwerken van beeldmateriaal en natuurlijke taal op een voor de machine begrijpelijke manier, het afstemmen van zoekprocessen op informatiebehoefte en het vereenvoudigen van de omgang met informatie zodat dit beter aansluit bij de betreffende taak. We onderzoeken zogenaamde mens-informatie interactie: gebruikers moeten niet alleen toegang tot informatie hebben, maar moeten er ook mee om kunnen gaan op een manier die aansluit bij de manier waarop ze werken en denken. Ook is er aandacht voor social media en provenance. Gebruikers die zowel producent als afnemer van informatie zijn, kunnen worden aangemoedigd om zelf annotaties toe te voegen die beschrijven waar de informatie over gaat. Dit roept vragen op over betrouwbaarheid van de informatie én de toevoeger ervan.

**Inbedding in topsectoren:** Creatieve Industrie, sectordoorsnijdend thema ICT



Beoogd themacoördinator: Frank de Boer, in samenwerking met Jos Baeten.

**Achtergrond:** Software is niet meer weg te denken uit de maatschappij. Niet alleen zichtbare software met een gebruikersinterface op een computer of terminal, maar ook onzichtbare (embedded) software is bepalend voor het functioneren van praktisch alle moderne technologie: media, dienstverlening, commercie, vervoer, communicatie, financiën, gezondheidszorg, energie, onderwijs en wetenschap. Aan de ene kant is onze maatschappij daardoor sterk afhankelijk van het goed functioneren van software, aan de andere kant biedt software unieke kansen tot groei door het ontwikkelen van innovatieve producten en diensten. Software is de key enabling technology voor de Europese bedrijvigheid.

**Probleem:** Vanwege de sterke afhankelijkheid van mensen, instanties en bedrijven van software, moet deze robuust, betrouwbaar, flexibel en efficiënt zijn. Tegelijkertijd wordt software steeds complexer, waardoor ze vaak juist aan robuustheid, betrouwbaarheid, flexibiliteit of efficiëntie inboet. Software is kwetsbaar als het gaat om het maken van noodzakelijke aanpassingen, foutloosheid, overbelasting en beveiliging tegen ongewenste activiteiten. Het niet goed functioneren van software is niet alleen een alledaagse gemeenschappelijke frustratie, het kan enorme maatschappelijk gevolgen hebben, zoals miljoenenafschrijvingen van falende systemen, en zelfs leiden tot een complete ontwijking van de maatschappij. Denk bijvoorbeeld aan het uitvallen of incorrect functioneren van besturingssoftware van operationele systemen, internettoegang en software voor financiële dienstverlening en markten. Daarnaast neemt door de toenemende transacties op internet de potentiële schade van een kraak van encryptiesystemen steeds meer toe.

**Uitdaging:** De grote uitdaging voor hedendaagse en toekomstige software is het vinden van een balans tussen kwaliteit en kwantiteit. Het creëren en gebruiken van veel nieuwe software is wenselijk, maar niet ten koste van ons geduld, aanpasbaarheid aan nieuwe omstandigheden, privacy, of veiligheid. We moeten leren begrijpen waarom en hoe de kwaliteit van software bepaald moeten worden, wanneer en hoe het uit de hand kan lopen en welke methoden en technieken kunnen helpen bij het verbeteren van de kwaliteit van bestaande en nieuwe software. Hiermee kunnen foutieve of slechte functionaliteit, arbeidsintensief ontwerp en onderhoud worden voorkomen. Belangrijke wiskundige en informatiekundige technieken zijn hierbij bijvoorbeeld: ontwerp van high level domein-specifieke programmeertalen, methoden voor parallel programmeren, methoden voor analyse van

softwaresystemen op kwaliteitsaspecten, automatisch softwareonderhoud, formele methoden voor component-based software engineering, service-oriented computing en correctheid, ontwerp van robuuste decentrale softwaresystemen zoals agentsystemen, overloadanalyse van netwerken en securitytechnieken. In de cryptologie werken we aan verbetering van bestaande methoden en aan de ontwikkeling van nieuwe methoden, zoals samenwerking zonder gevoelige informatie te delen en encryptieschema's die bestand zijn tegen de komst van de kwantumcomputer.

**Inbedding in topsectoren:** HTSM, Creatieve Industrie, sectordoorsnijdend thema ICT

Te nemen acties:

- *Themacoördinatoren benoemen en hun rol specificeren.* Om te voorkomen dat themacoördinatoren naar de achtergrond verdwijnen, zoals bij de themaleiders uit de vorige strategie, is het van belang om de juiste personen bij het juiste thema te zoeken en er voor te zorgen dat er zowel fte's als financiële middelen beschikbaar zijn om deze taak te kunnen uitvoeren. Te denken valt aan het toekennen van een themabudget aan de themacoördinatoren voor bijvoorbeeld het bezoeken en/of organiseren van evenementen en netwerkbijeenkomsten, het initiëren van groepsoverstijgende projecten en projecten rondom het maatschappelijk benutten van de ontwikkelde kennis. De themacoördinatoren zijn boegbeeld voor de thema's en de bijbehorende inbedding in de topsectoren, zowel extern als intern, nationaal en internationaal, creëren draagvlak op het niveau van groepsleiders binnen CWI voor onderzoek rondom de thema's en nemen initiatief voor groepsoverstijgende onderzoeksvoorstellen.
- *Nieuwe benoemingen voor vaste en tenure track posities relateren aan de maatschappelijke thema's.* Om de maatschappelijke thema's te verankeren in het instituut en strategische sturing te vergroten willen we bij aanstellingen van tenure track en vast personeel bij voorkeur een wetenschapper aannemen die kan bijdragen aan toepassingen binnen één van de vijf thema's. Themacoördinatoren hebben een rol bij nieuwe aanstellingen en opvolgingen, in samenspraak met het MT.
- *Inrichting themaoverleg.* In het themaoverleg overleggen de themacoördinatoren met het MT en bespreken daarbij alle (voorgenomen) activiteiten op de thema's en alle externe verbanden waarin het CWI participeert.

### 3.3 Kennisbenutting intensiveren

Het onderzoek wat bij het CWI uitgevoerd wordt is in potentie nuttig voor de maatschappij en/of het bedrijfsleven. Onze kennis willen we daarom meer gaan benutten door middel van samenwerkingsprojecten, spin-offs en softwareproducten. Het groeiende belang van automatisering en intelligente oplossingen voor complexe maatschappelijke problemen biedt hier bij uitstek mogelijkheden voor. Zo bouwen we onze maatschappelijke rol als instituut uit, terwijl we ook extra inkomsten genereren en onze zichtbaarheid vergroten. Kansen hiervoor worden geboden binnen de topsectoren, het recent opgezette netwerk van



Industrial Liaison Officers van NWO, het netwerk van Science Park Amsterdam, het netwerk van de European Institute of Innovation and Technology (EIT) in de KIC ICTlabs, door ons eigen netwerk van spin-off bedrijven en door EU-gefinancierde projecten. Zoals eerder besproken kunnen de themacoördinatoren een grote rol spelen in het uitbouwen van onze maatschappelijke kennisbenutting. Zij hebben zicht op de toepassingsmogelijkheden binnen hun thema en onderhouden een goed maatschappelijk netwerk. Ook groepsleiders spelen een belangrijke rol. Bij de halfjaarsgesprekken met groepsleiders zullen steeds kansen voor kennisbenutting besproken worden, met name mogelijke toepassingen van lopend of eerder onderzoek in samenwerkingsprojecten met externe partijen, spin-offs of software. Mogelijkheden voor nieuwe spin-offs kunnen hierdoor vroegtijdig onderkend worden, en ondernemerschap bevorderd. Daarnaast kunnen we de software die we ontwikkelen beter inzetten. Onderzoek levert steeds vaker als resultaat een softwaretool op. Deze software is echter in de meeste gevallen alleen een proof of concept en kan niet door externe partijen gebruikt worden. Als we meer uit onze software willen halen is een extra investering



nodig om deze software direct bruikbaar te maken. Dit kan gebeuren door onze eigen wetenschappelijk programmeurs, door middel van eindprojecten van technologisch ontwerpers in opleiding, maar ook bijvoorbeeld door een joint venture aan te gaan met een ICT-bedrijf. Het realiseren van patenten in eigen beheer is geen doel; dit zal naar verwachting meer overhead opleveren dan dat we er voordeel aan hebben. Patenten zijn uiteraard wel zinvol in samenwerking met externe partners.

Kennisbenutting betekent ook het delen van onze expertise en resultaten met belanghebbenden via externe communicatie. Via bijvoorbeeld de media of gerichte doelgroepcommunicatie kunnen we onze expertise delen met het algemeen publiek, partners en het bedrijfsleven.

Te nemen acties:

- *Meer spin-offs realiseren.* Ons onderzoek leent zich naar verwachting voor meer spin-offs dan nu het geval is. De ambitie is om uiterlijk in 2018 drie nieuwe, succesvolle spin-off bedrijven gerealiseerd te hebben. Om dit te bereiken zullen de themacoördinatoren proactief op zoek gaan naar nieuwe mogelijkheden en zal in elk halfjaarlijks gesprek tussen groepsleiders en directie de potentie voor spin-offs binnen de groepen besproken worden. We willen daarnaast extra begeleiding bieden aan startende ondernemers, kennis over ondernemen vergroten en starters koppelen aan coaches.
- *De output van softwaretools verhogen.* Om meer software te kunnen uitgeven die voor bedrijven of maatschappelijke partijen bruikbaar is, moet extra geïnvesteerd worden in programmeurs. Het programmeerwerk daarvoor kan gedaan worden door onze eigen wetenschappelijk programmeurs en eventueel op projectbasis door technologisch ontwerpers in opleiding. Omdat we zelf niet de infrastructuur in huis hebben om op grotere schaal beheer en ondersteuning bij softwareproducten te geven, ligt het voor de hand om samen te gaan werken met ICT-bedrijven of software binnen spin-off bedrijven uit te brengen.
- *Netwerken zoals het Science Park Amsterdam en NWO gebruiken bij kennisbenutting.* Het uitbreiden van kennisbenutting is een nationale ontwikkeling. Ook andere instellingen nemen stappen om meer te kunnen bijdragen aan maatschappelijk en economisch nut. We kunnen bij deze initiatieven aansluiten, bijvoorbeeld bij het netwerk voor Industrial Liaison Officers (ILO-netwerk) dat recent door NWO is opgezet, en de verschillende initiatieven op het Science Park Amsterdam.

- *Kennisbenutting explicite opnemen in functiewaardering.* Om beide ambities van het CWI (excellent onderzoek en maatschappelijke relevantie) te waarderen, willen we de functiewaardering aanpassen, waarbij naast wetenschappelijke excellentie ook maatschappelijke inbedding en benutting van de ontwikkelde kennis meegewogen wordt.
- *Nadruk op externe communicatie en zichtbaarheid in de media.* Om onze expertise en onderzoeksresultaten te delen met de maatschappij is een gericht extern communicatiebeleid onmisbaar. We willen proberen waar mogelijk onze onderzoekers als experts in te zetten in het maatschappelijk debat en onze onderzoeksresultaten onder de aandacht brengen van het algemeen publiek en directe belanghebbenden via de media, bijvoorbeeld met persberichten en evenementen. In 2012 zien we al duidelijk resultaten van dit beleid, met bijvoorbeeld de publiciteit rondom de Alan Turing-tentoonstelling, radio- en tv-interviews, en meldingen in nationale kranten. De themacoördinatoren en groepsleiders kunnen begeleid worden om als expert en boegbeeld voor de thema's te fungeren in de externe communicatie.

### 3.4 Versterken nationale rol en centrumfunctie

Het CWI kan zich sterker profileren richting universiteiten en laten zien wat wij voor het wiskunde- en informaticaonderzoek in Nederland kunnen betekenen. Als NWO-instituut is het CWI nauw betrokken bij het Nederlandse wetenschapsbeleid en kan hierin invloed uitoefenen ten behoeve van wiskunde en informatica. Ook zijn we een kweekvijver voor wetenschappelijk talent en fungeren we, mede door ons netwerk van hoogleraren en het huisvesten van



verschillende instellingen, als ontmoetingsplek voor wiskunde en informatica in Nederland.

Hiernaast hebben we een sabbaticalprogramma dat onderzoekers van andere universiteiten of onderzoeksinstituten de mogelijkheid geeft enkele maanden op het CWI door te brengen. Het sabbaticalprogramma is nog zeer beperkt onder de aandacht gebracht, maar is een uitstekende mogelijkheid om de band met onderzoekers aan universiteiten te versterken en zodoende meer draagvlak voor het CWI te creëren. Ook kunnen we als onderzoeksinstituut bijdragen aan profileringsdiscussies van universiteiten en zo de belangen van het wiskunde- en informaticaonderzoek in het algemeen behartigen.

Naast het zelf vervullen van een platformrol heeft CWI de laatste jaren een aantal andere partijen onderdak geboden, waarvan de grootste COMMIT is. Ook de International Mathematics Olympiad (IMO), het Netherlands Institute for Systems Biology (NISB), Platform Wiskunde Nederland (PWN) en Stichting Vierkant voor Wiskunde zijn bijvoorbeeld gevestigd op het CWI, net als de directeur van het ICT-onderzoek Platform Nederland (IPN). De komende jaren zal het CWI welwillend staan ten opzichte van het huisvesten van externe partijen op het gebied van wiskunde en informatica. Ook kunnen we door de inrichting van ons gebouw, waarbij veel ruimte is ingericht voor vergaderingen en colloquia, activiteiten op het CWI onderbrengen. Zo vervullen we als instituut ook fysiek een centrumfunctie.

Als centrum voor wiskunde en informatica zijn we gebaat bij een positieve beeldvorming rondom wiskunde en informatica in het algemeen en voor het CWI in het bijzonder. Het eerder genoemde externe communicatiebeleid rondom onze onderzoeksresultaten en wiskunde en informatica in het algemeen kan hier een belangrijke rol in spelen, bijvoorbeeld door profilering van mediagenieke onderwerpen, en het vervullen van een expertrol in maatschappelijke debatten.

Te nemen acties:

- *Sabbaticalprogramma promoten.* Dit programma bestaat al, maar is nog niet wijd bekend. Met sabbaticals kunnen we de Nederlandse universiteiten van dienst zijn en de uitwisseling tussen onderzoekers vergroten. We moeten dit programma onder de aandacht brengen van de verschillende faculteiten.
- *Doorgaan met het huisvesten van externe organisaties en het bieden van onderdak aan activiteiten.* Door als ontmoetingsplek voor wiskunde en informatica te fungeren, ondersteunen we onze rol als centrum

voor wiskunde en informatica. Zo lang de capaciteit van het gebouw dit toelaat kunnen we doorgaan met het huisvesten van externe organisaties.

Mogelijk is ook extra inzet van financiële middelen en capaciteit van ondersteunende diensten nodig.

### 3.5 Interne organisatie optimaliseren

Om de interne structuur te optimaliseren ligt het voor de hand om met name de noodzaak van de clusterlaag te evalueren. Dit is ook door de evaluatiecommissie in 2011 gesuggereerd. Om de eerder besproken nadelen van de clusterlaag te adresseren, maar de voordelen te behouden, en bovendien de themacoördinatoren in de overlegstructuur van het instituut te integreren, is het streven om tot een tussenvorm tussen wel en geen clusterlaag te komen. Aan de ene kant is het wenselijk om de span of control van de algemeen directeur niet te groot te maken en daarmee een semi-hiërarchische tussenlaag te behouden, aan de andere kant is het instituut gebaat bij de onderzoeksgroep als basiseenheid in plaats van het cluster, zoals dat nu al officieus het geval is maar wat nog niet uit het organigram blijkt. In de gekozen tussenvorm bestaan de clusters niet langer als organisatorische en wetenschappelijke eenheid, maar worden uit de onderzoeksgroepen een aantal MT-leden aangewezen die namens de onderzoeksgroepen deelnemen in het MT. Elk van deze MT-leden vertegenwoordigt een aantal groepen en is ook de leidinggevende van de groepsleiders die hij of zij vertegenwoordigt. In hiërarchische zin is de rol van MT-lid hetzelfde als die van de clusterleider, met als belangrijk verschil dat de verzameling groepen onder één MT-lid geen organisatorische eenheid vormen en niet gezamenlijk optreden. Hiermee is de verdeling van groepen over de MT-leden flexibel en is de groep daadwerkelijk de basiseenheid waarin het onderzoek op het instituut georganiseerd is.

De overlegorganen in de nieuwe situatie zijn het managementteam (MT), het themaoverleg (TO), het stafoverleg en het groepsleidersoverleg (GLO).

- De verantwoordelijkheid voor de dagelijkse leiding, de beleidsvorming en de uitvoering van het beleid ligt bij de algemeen directeur. Over het gevoerde beleid en het gerealiseerde instituutbeheer legt de algemeen directeur verantwoording af aan het CWI-bestuur.
- In het MT worden zaken van een CWI-breed belang besproken. Het heeft een belangrijke taak bij het vormen van beleid. Bovendien ondersteunt het MT de algemeen directeur bij diens operationele en personele beslissingen. Het MT bestaat uit de directeur, de controller en twee tot vier MT-leden die de groepen vertegenwoordigen.

Verder is de managementassistent aanwezig bij het MT als notulist. De MT-leden zijn direct leidinggevende van de (andere) groepsleiders die zij vertegenwoordigen. Op hun beurt hebben zij de algemeen directeur als direct leidinggevende. Zij worden benoemd door de algemeen directeur voor een periode van 4 jaar, en zijn herbenoembaar. Om spreiding van invloed en verantwoordelijkheden te garanderen, is het niet mogelijk om zowel MT-lid, themacoördinator als groepsleider te zijn. Van deze drie functies kunnen er hoogstens twee in één persoon samenkomen. Per 1 januari 2013 worden de huidige clusterleiders MT-lid. De managers van de ondersteunende diensten nemen niet langer plaats in het MT. Als een agendapunt belangrijk



is voor een ondersteunende dienst, kan de betrokken manager wel worden uitgenodigd bij dat agendapunt aanwezig te zijn. De ondersteunende diensten overleggen verder in het stafoverleg en bespreken daar ook relevante MT-stukken voor. Het MT vergadert elke vier weken.

- In het TO worden externe relaties en de acquisitieportefeuille besproken. Het overlegorgaan bespreekt daarnaast (verwachte) vacatures van wetenschappelijke staf en de invulling daarvan in relatie tot de strategie. Het TO bestaat uit het MT aangevuld met de themacoördinatoren en vergadert elke vier weken.
- Het stafoverleg bespreekt organisatorische en bedrijfseconomische inrichting van de organisatie en neemt hier besluiten over. Het stafoverleg bestaat uit de algemeen directeur, de controller, de beleidsadviseur en de managers van de ondersteunende afdelingen. Zaken die ook van belang zijn voor wetenschappers, worden voorbereid in het stafoverleg en voor besluitvorming doorgeleid naar MT, waarbij de manager van de betreffende ondersteunende dienst zo nodig aanwezig kan zijn. Het stafoverleg vergadert elke twee weken.
- Het GLO is een overlegorgaan: belangrijke

beleidszaken worden overlegd in het GLO vóór besluitvorming plaatsvindt. Het GLO vergadert maandelijks en bestaat uit groepsleiders, MT-leden, themacoördinatoren, algemeen directeur en manager Communicatie, met een voorzitter uit haar midden.

Om het strategisch proces binnen het CWI te stroomlijnen wordt een duidelijke beleidscyclus gehandhaafd. De strategie bestrijkt een periode van zes jaren. Na afloop van deze periode vindt een evaluatie van het instituut plaats door NWO. Ieder jaar wordt een instituutsplan opgesteld waarin aan de hand van de vastgestelde strategie wordt gereflecteerd, vooruitgeblikt en waar nodig bijgesteld. Op basis van dit jaarplan voert de algemeen directeur voortgangsgesprekken met de groepsleiders in aanwezigheid van hun direct leidinggevende. Alle leidinggevendenden voeren tevens eens per jaar een functioneringsgesprek met hun medewerkers, waarin (het verbeteren van) het functioneren van de medewerker centraal staat. In al deze gesprekken worden duidelijke afspraken gemaakt en het nakomen van afspraken besproken. Het bewaken van en afrekenen op afspraken vergt een gedragsverandering en moet uiteindelijk leiden tot een cultuurverandering in het aansturen van het instituut.

Te nemen acties:

- *Clusters opheffen.* Per 1 januari 2013 verdwijnen de clusters als organisatorische eenheid. De groepen krijgen namen die niet langer naar de clusters verwijzen (en waar mogelijk ingekort zijn). In sectie 3.6 zijn deze namen al doorgevoerd. De clusterleiders gaan over naar een nieuwe functieomschrijving van MT-lid.
- *Overlegorganen opnieuw inrichten.* Per 1 januari 2013 wordt het themaoverleg actief en gaat de nieuwe samenstelling van het MT in. Het wetenschapsoverleg wordt per die datum opgeheven. Na maximaal een jaar volgt een evaluatie van de effectiviteit van de nieuwe overlegstructuur en wordt waar nodig de samenstelling en vergaderfrequentie van de vergaderorganen heroverwogen.
- *Revitaliseren van beleidscyclus.* Het instituutsplan wordt duidelijker gekoppeld aan het Strategisch Plan. In het Strategisch Plan staan de langetermijnplannen, waaruit elk jaar in het instituutsplan een jaarplanning afgeleid wordt. De halfjaarsgesprekken met de groepsleiders hebben het instituutsplan als basis. Op individueel niveau houdt elke leidinggevende jaarlijks functioneringsgesprekken met zijn ondergeschikten. Hierin worden duidelijke afspraken gemaakt voor

het komende jaar; in het eerstvolgende gesprek volgt hiervan de evaluatie. Dit moet de effectiviteit van het functioneren van de individuele medewerkers verhogen.

## 3.6 Wetenschappelijke prioriteiten en ambities

### 3.6.1 Networks and Optimization (N&O)

Voormalig **Algorithms, Combinatorics and Optimization (PNA1)**

#### Groepsleider

Monique Laurent (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

Netwerken begrijpen, verbeteren en optimaliseren.

#### Wetenschappelijke uitdagingen

Netwerken komen overal voor in de huidige wereld, als verkeer- en transportnetwerken, elektriciteitsnetwerken, sociale netwerken, communicatienetwerken zoals het internet en biologische netwerken. De groep Networks and Optimization werkt aan het begrijpen van de structuur van complexe netwerken, het ontwikkelen van efficiënte algoritmen voor netwerkoptimalisering en mechanismen voor interactie in netwerken die door meerdere partijen gebruikt worden. Het onderzoek van de groep maakt gebruik van nieuwe technieken uit de discrete wiskunde, algebra, optimalisering, analyse, speltheorie, kansberekening en complexiteitstheorie.

#### Onderzoeksactiviteiten

- Veel algoritmische vraagstukken op het gebied van netwerken monden uit in moeilijke optimaliseringsproblemen. Planning-, routing- en clusteringproblemen zijn meestal NP-volledig. Een eerste onderzoeksactiviteit is efficiënte benaderingsalgoritmen voor zulke lastige problemen te ontwerpen. De ultieme uitdaging blijft: is P gelijk aan NP?
- Complexe communicatie en interactie tussen onafhankelijke actoren kunnen met netwerken gemodelleerd worden. Een tweede onderzoeksactiviteit is het inbedden van sociale netwerken in speltheoretische analyse en algoritmische mechanismen te ontwikkelen die complex gedrag in sociale netwerken kunnen sturen, zodat er een gewenste uitkomst optreedt. Toepassingen hiervan zijn bijvoorbeeld veilingen, gezamenlijk gebruik van beperkte voorraden en routing van verkeersstromen.
- Hoewel zeer grote netwerken zoals het internet

of biologische netwerken van nature discreet zijn, gedragen ze zich als continue objecten. Een derde onderzoeksrichting is deze continue objecten te gebruiken om vragen met betrekking tot het generieke gedrag van zeer grote netwerken te beantwoorden en algoritmen te ontwerpen die deze analyseren.

- Ons onderzoek richt zich ook op het ontrafelen van de structuur van complexe abstracte netwerkmodellen, met als doel de befaamde graaf minor stelling van Robertson en Seymour uit te breiden naar lineaire ruimtes over eindige velden en Rota's vermoeden op te lossen.
- Een andere onderzoeksactiviteit betreft de kruisbestuiving tussen klassieke en kwantum-algoritmen die veel gezamenlijke technieken gebruiken, met als doel de mogelijkheden van beide computationele modellen beter te begrijpen.

#### Thematische aansluiting

Met name Logistiek (planning en control) en Levenswetenschappen.

### 3.6.2 Stochastics (ST)

Voormalig **Probability and Stochastic Networks (PNA2)**

#### Groepsleider

Bert Zwart (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

De Stochastics-groep ontwikkelt methoden en technieken om complexe systemen te begrijpen, te ontwerpen en te sturen. Veel systemen uit de dagelijkse praktijk zijn grootschalig, complex en stochastisch van aard, bijvoorbeeld systemen uit de communicatie en informatie, biologie, natuurkunde, de financiële wereld, economie, productie en logistiek. De ambitie is te behoren tot de internationale top op het gebied van de kansrekening.

#### Wetenschappelijke uitdagingen

- Begrijpen van het macroscopisch gedrag van complexe systemen vanuit microscopische interactie. De interactie tussen deeltjes, gebruikers of knooppunten op microscopisch niveau drijft het macroscopisch gedrag van grootschalige complexe systemen. Toepassingen zijn bijvoorbeeld fysisch-chemische processen rond faseovergangen, communicatie in callcenters en filevorming. Wiskundig zijn er tal van raakvlakken met combinatoriek, algebra, meetkunde en analyse. Naast typisch gedrag van dit soort complexe systemen kijken we ook naar atypisch gedrag, bijvoorbeeld de kans op een systemische crisis in het

- netwerk van een verzekeringsmaatschappij.
- Ontwikkelen van technieken die hoogdimensionale systemen effectief sturen. Er is een toenemende behoefte aan fundamenteel inzicht in de rol van onzekerheid in de optimalisatie van systemen die continu aangedreven worden door grote hoeveelheden data. Hiervoor is een integratie van technieken uit de kansrekening, optimalisatie en data mining/statistiek noodzakelijk.
- Ontwikkelen van algoritmes voor het beter simuleren van ruimtelijke stochastische modellen. Deze modellen kunnen gebruikt worden in beeldsegmentatie. Een uitdaging hierbij is het effectief gebruik maken van het dynamische aspect van een serie beelden, bijvoorbeeld een film.

#### Onderzoeksactiviteiten

De groep zal naast het continueren van bestaande succesvolle onderzoeklijnen extra prioriteit stellen aan onderzoek in de maatschappelijke thema's van het CWI. Daarnaast zal ook aandacht geschonken worden aan financiële en verzekeringswiskunde.

#### Thematische aansluiting

Logistiek, Levenswetenschappen, Energie en Software.

### 3.6.3 Cryptology (CR)

Voormalig **Cryptology (PNA5)**

#### Groepsleider

Ronald Cramer (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

De Cryptology-groep bestudeert de mate waarin problemen op het gebied van beveiliging tegen kwaadwillende partijen met data processing opgelost kunnen worden en zo ja, hoe dit efficiënt gedaan kan worden. De twee belangrijkste gebieden waar de groep zich op richt zijn fundamentele en wiskundige aspecten van cryptologie en praktijkgerichte cryptologie. De groep wil zijn positie als internationaal toonaangevende onderzoeksgroep in cryptologie behouden.

#### Wetenschappelijke uitdagingen

- Toepassingen van secure multi-party computation ontwikkelen. Secure multi-party computation is een veelbelovende methode die samenwerkende partijen in staat stelt om wederzijds geheime (bedrijfs-informatie) grootschalig te verwerken zonder daarbij deze geheimen aan elkaar prijs te geven. Belangrijke voorbeelden zijn privacy-protecting benchmarking, -auctions en -knowledge mining.
- Het uitbouwen van het onderzoek naar kwantumcryptologie naar andere gebieden.

Kwantumcryptologie maakt gebruik van polarisatie van fotonen voor versleuteling. Nu doet de groep vooral onderzoek naar secure communication, maar de kwantumcryptologie is breder.

- Begrip vergroten van de veiligheid van hash-functies en de industriële standaarden daarvoor.
- Begrip vergroten van de relatie tussen secure multi-party computation en algebraïsche meetkunde.

Het werk aan public key cryptografie en cryptografische protocoltheorie wordt voortgezet.

#### Onderzoeksactiviteiten

- Secure computation realiseren via een hybride benadering. De eerste fase is gebaseerd op volledig homomorfe encryptie, de tweede, online fase is gebaseerd op informatietheoretische technieken. Hiervoor is een veel beter begrip nodig van secure computation van machine learning, en van schema's voor het veilig verwerken van geheimen in de online fase.
- Kwantumcryptografisch onderzoek naar het toepassen van het zogenaamde bounded-storage model voor praktische beveiliging van belangrijke taken. Naast secure communication is dit bijvoorbeeld oblivious transfer (OT). Ook zal er onderzoek naar 'device-independent' methoden gestart worden met het doel om implementaties hiervan veiliger te maken.
- Onderzoek naar positiegebaseerde cryptologie, een veelbelovende nieuwe ontwikkeling.
- Het uitbreiden van het chosen prefix collision aanvalschema voor hashfuncties met de kandidaten (en winnaar) van de internationale SHA-3 standaardcompetitie, en ook voor SHA-1. Dit zal naar verwachting het begrip van veilige hashfuncties vergroten en internetveiligheid bevorderen.

#### Thematische aansluiting

Met name Software, in mindere mate Informatie.

### 3.6.4 Algorithms and Complexity (A&C)

Voormalig **Algorithms and Complexity (PNA6)**

#### Groepsleider

Harry Buhrman (benoemd tot 31-12-2016)

#### Doelstellingen

De groep Algorithms and Complexity werkt aan efficiënte algoritmes en procedures voor informatie-verwerking. Hierin kent de groep drie deelgebieden: quantum information processing (gericht op kwantumcomputers), computationele leertheorie en computationele biologie.

### Wetenschappelijke uitdagingen

- Quantum information processing: De huidige computers zijn gebaseerd op klassieke natuurkunde, die van de toekomst waarschijnlijk op kwantummechanica. De groep wil beter begrijpen wat de sterktes en zwaktes van kwantummechanische computers zijn, en dwarsverbanden maken tussen dit gebied en klassieke informatica, wis- en natuurkunde.
- Computationale leertheorie: Het ontwerpen van statistische en machine learning technieken voor modellen die nuttige, maar grove simplificaties van de werkelijkheid zijn ("learning when all models are wrong").
- Computationale biologie: Het bestuderen van evolutie en het toepassen van informatica-technieken binnen de biologie.

### Onderzoeksactiviteiten

- Ontwikkelen van een betere intuïtie over welke computationale problemen sneller of beter opgelost kunnen worden met kwantumcomputers.
- Vinden van klassieke problemen die onverwachte structurele eigenschappen hebben waardoor ze geschikt worden voor een analyse met de tools van quantum computing.
- Implementatie van protocollen of algoritmes op een klein aantal qubits. Dit punt vooral in samenwerking met experimenteel natuurkundigen.
- Leren hoe snel je moet leren: veel algoritmen voor machine learning hebben een parameter die bepaalt hoe snel het algoritme zijn hypothesen aanpast naarmate meer data beschikbaar komt. Er zijn nog vrijwel geen methodes om dit automatisch te bepalen.
- Robuuste schatters en hypothesetoetsen bedenken die nog steeds betrouwbaar zijn als men zich niet houdt aan het onderzoeksprotocol (bijvoorbeeld als net zo lang data vergaard wordt tot de resultaten er goed uitzien).
- Het (evolutionaire) nut van randomness / kwantummechanica in biologische processen onderzoeken.
- Onderzoeken hoe de genetische code tot stand is gekomen en of zij optimaal is.

### Thematische aansluiting

Logistiek en Levenswetenschappen, en binnen de topsectoren HTSM.

## 3.6.5 Software Analysis and Transformation (SwAT)

Voormalig **Software Analysis and Transformation (SEN1)**

### Groepsleider

Jurgen Vinju (benoemd tot 31-12-2015)

### Doelstellingen

De Software Analysis and Transformation-groep bestudeert technieken om de bouw en evolutie van softwaresystemen inzichtelijk te maken. Er is een nijpend gebrek aan begrip hoe complexiteit in software ontstaat en hoe complexe systemen eenvoudiger gemaakt kunnen worden. De focus ligt op het bestuderen van de complexiteit en evolutie van bestaande systemen, en technieken voor het bouwen van nieuwe systemen. Het gebruik van softwareanalyse en -transformatie met behulp van de meta-programmeertaal Rascal staat hierbij centraal.

### Wetenschappelijke uitdagingen

De twee grootste uitdagingen zijn diversiteit en schaal. Het evidence-based begrijpen van software vraagt om de analyse van real-life systemen, en omhelst niet alleen het begrijpen van programmeertalen, frameworks en bibliotheken, maar ook het begrijpen van informatie over software, zoals die opgeslagen wordt in bugtrackers en versiebeheersystemen. Dit is een 'Big Data' probleem: hoe kunnen deze enorme, heterogene datasets doorzocht en geanalyseerd worden? Hiervoor is een technologische doorbraak in software-analyse en -transformatie nodig. Voor de ontwikkeling van nieuwe systemen gaat de groep uit van de hypothese dat verschillende aspecten van een software-systeem het beste uitgedrukt kunnen worden door middel van meerdere, domein-specifieke programmeertalen ("domain-specific languages", DSLs). Dit is een manier om de complexiteit van software beheersbaar te houden. De uitdagingen liggen in (semi-)automatische ondersteuning voor effectieve domeinanalyse, de migratie van bestaande software naar het gebruik van DSLs en efficiënte technieken voor de constructie van DSLs. In het bijzonder is de vraag hoe modulaire decompositie en integratie van verschillende DSLs gerealiseerd kunnen worden.

### Onderzoeksactiviteiten

De groep wil zijn labinfrastructuur versterken en toepassen in concrete probleemgebieden. De labinfrastructuur bestaat uit de meta-programmeertaal Rascal en het omringende ecosysteem van bibliotheken en tools, in het bijzonder talenbibliotheken (C, C#, PHP), analysetechnieken (feature diagrams, SAT solvers, machine learning), visualisatietechnieken, grammaticatechnieken en gereedschappen voor DSL-ontwerp. De toepassingen zijn kwaliteitsassessments van open sourceprojecten, analyse van versiehistorieën en de evaluatie van DSLs in verschillende applicatiedomeinen, zoals digital forensics, computational auditing en games.

### **Thematische aansluiting**

Software, Informatie en Logistiek (met name Customs, Cross Chain Control Centers, Supply Chain Finance), binnen de topsectoren ook HTSM en Creatieve Industrie.

### **3.6.6 Formal Methods (FM)**

Voormalig **Foundations of Software Engineering (SEN3)**

#### **Groepsleider**

Frank de Boer (benoemd tot 31-8-2013)

#### **Doelstellingen**

De groep Formal Methods werkt aan ontwikkeling en toepassing van formele (wiskundig gefundeerde) technieken voor het modelleren en analyseren van gedistribueerde systemen. Beoogde toepassingsgebieden zijn gedistribueerde software services, multicore en cloud-applicaties en biologische systemen.

#### **Wetenschappelijke uitdagingen**

Ontwikkelen van nieuwe vormen van compositionaliteit (schaalbaarheid) en concrete algoritmen voor de analyse van systeemgedrag die geschikt zijn voor de diversiteit en complexiteit van gedistribueerde systemen.

Ontwikkelen van nieuwe technieken voor ontwerp en analyse van implementatiemodellen van gedistribueerde softwaresystemen.

#### **Onderzoeksactiviteiten**

Het onderzoek van de groep richt zich op de ontwikkeling van geïntegreerde tool-omgevingen, gebaseerd op formele technieken voor het modelleren en analyseren van gedistribueerde systemen.

### **Thematische aansluiting**

Met name Software, met dwarsverbanden in Energie, Logistiek en Levenswetenschappen. Binnen de topsectoren is er ook een aansluiting bij HTSM.

### **3.6.7 Intelligent Systems (IS)**

Voormalig **Multi-agent and Adaptive Computation (SEN4)**

#### **Groepsleider**

Han La Poutré (benoemd tot 31-12-2013)

#### **Doelstellingen**

De Intelligent Systems groep werkt aan complexe, veelsoortige dynamische netwerken waarin groepen van agenten - zowel menselijk als machinaal - interageren om gezamenlijke of juist tegenstrijdige doelen te realiseren. De groep doet onderzoek naar essentiële, robuuste en schaalbare computationele methoden

voor adaptieve beslissingssystemen in een onzekere omgeving met vele actoren. Dit betreft met name (1) computational intelligence technieken (CI) zoals evolutionaire algoritmen en hybride heuristieken en (2) gedecentraliseerde paradigma's zoals multi-agent systemen (MAS) en sensornetwerken. De groep doet onderzoek naar de onderliggende technieken, zoals geavanceerde CI methodes (Estimation of Distribution Algorithms) en adaptieve agent-strategieën met bijhorende simulatiesystemen voor niet-coöperatieve strategische spellen (zoals onderhandelingen, teratieve veilingen, of markt-gebaseerde planning). Anderzijds ontwikkelt de groep adaptieve oplossingen voor belangrijke toepassingsgebieden zoals intelligente energiesystemen en transportlogistiek.

#### **Wetenschappelijke uitdagingen**

De groep zal het onderzoek aan generieke methoden en technieken continueren. Deze uitdagingen zijn sterk gerelateerd aan vraagstukken zoals het oplossen van grote, complexe optimalisatieproblemen met gemengde types van variabelen, het leren en voorspellen op basis van meerdere, gedistribueerde en ruizige invoerkanalen en het ontwerpen van dynamische prijs- en marktmechanismen voor non-coöperatieve agenten. Deze technieken zullen daarop verder worden ontwikkeld en verfijnd voor problemen binnen de energiesector, zoals smart grids en smart homes.

#### **Onderzoeksactiviteiten**

De onderzoeksgroep zal zich focussen op MAS en CI-technieken voor fundamentele problemen, met name problemen gerelateerd aan de computational sustainability. Dit betreft het duurzame energiedomein en de duurzame logistiek, zoals intelligente energiesystemen (bijvoorbeeld marktmechanismen en agenten voor consument/producten ('prosumers'), smart environments zoals sensornetwerken voor energiemanagement in huizen en gebouwen) en transportlogistiek (bijvoorbeeld adaptieve planning). Dit onderzoek gebruikt geavanceerde evolutionaire algoritmen voor adaptieve optimalisatie, agentsstrategieën voor marktspele en collectief leren in semantische sensornetwerken.

### **Thematische aansluiting**

Energie, Logistiek en Software.

### **3.6.8 Distributed & Interactive Systems (DIS)**

Voormalig **Distributed & Interactive Systems (SEN5)**

#### **Groepsleider**

Dick Bulterman (benoemd tot 31-12-2014)

## Doelstellingen

De Distributed & Interactive Systems-groep richt zich op het creëren en distribueren van complexe, interactieve verzamelingen van mediaobjecten die verdeeld zijn over verschillende plaatsen en tijden. Hierin gaat het met name om gebruikersinterfaces voor verzamelen van mediaobjecten en het versturen van deze objecten over verschillende vaste en mobiele netwerken. Het volwassen worden van sociale netwerken en resource-intensieve mediainhoud vereist onderzoek naar mediasystemen die zich bewust zijn van de sociale context.

## Wetenschappelijke uitdagingen

- *Ontwikkelen van methoden die dynamisch mediagebruik ondersteunen.* In de toekomst zal media steeds minder statisch zijn en steeds meer dynamisch en aangepast op de wensen van individuele (groepen) gebruikers. Huidige methoden voor het ontwikkelen, opslaan en distribueren van media zijn hier niet geschikt voor.
- *Ontwikkelen van methoden die veilig delen van media ondersteunen.* Nu steeds meer mensen persoonlijke inhoud toevoegen aan media, ontstaat er vraag naar life-cycle control over de toegevoegde inhoud om privacy te waarborgen en misbruik te voorkomen.
- *Tijdscomponenten modelleren in multimedia-documenten.* Media met een tijdscomponent zoals video en audio moeten gecoördineerd gepresenteerd en gedeeld kunnen worden. Omdat de meeste webstandaarden dit niet ondersteunen is hiervoor een nieuwe generatie talen nodig die toegespitst zijn op mediagebruik.
- *Koppelen van quality of service en quality of experience.* De kwaliteit van de service staat nu vaak los van de getoonde content. Een levensreddende instructievideo op een rampensite krijgt evenveel prioriteit van het netwerk als een video van een surfende hond. Door het stijgende gebruik van media zoals video's wordt het noodzakelijk om prioriteiten van gebruikers directer te integreren in synchronisatie en verzendprotocollen.

## Onderzoeksactiviteiten

De groep bestudeert gebruikers, talen en systemen in contextbewuste sociale mediasystemen. Het doel is individuele gebruikers de mogelijkheid te geven om gepersonaliseerde media-ervaringen via een interface. Daarbij bestudeert de groep nieuwe vormen van toegang tot media en nieuwe paradigma's voor onderwijs en entertainment die media meer relevant maken voor individuen en specialistische groepen. Dit valt uiteen in vier brede onderzoeksgebieden:

- *Toegang tot sociale media.* Het ontwikkelen van nieuwe paradigma's voor gebruikersinterfaces die

geschikt zijn voor het beheren en navigeren van grote hoeveelheden media.

- *Domeinspecifieke talen voor synchronisatie van content.* Het ontwikkelen van nieuwe talen die het dynamisch en on-demand samenstellen van multimediacompilaties toestaan, bijvoorbeeld om gerichte content voor educatie, entertainment en medische toepassingen te kunnen maken.
- *Domeinspecifieke bescherming en beheersing van content.* Het ontwikkelen van mechanismes voor privacy en security, waarmee gebruikers in de gaten kunnen houden of hun gedeelde media niet misbruikt wordt en het beheer houden over hun persoonlijke content.
- *Gepersonaliseerde content management.* Het ontwikkelen van algoritmes voor levering en scheduling die zowel quality of service als quality of experience voor eindgebruikers waarborgen.

## Thematische aansluiting

Software (privacy, security en betrouwbaarheid), Logistiek (scheduling over computernetwerken en synchronisatie van content) en Informatie (content modelling, mediaselectie en dynamische compositie). Binnen de topsectoren valt het werk van de groep binnen de topsector Creatieve Industrie. Daarnaast zijn er goede mogelijkheden binnen EU-projecten.

## 3.6.9 Computational Dynamics (CD) Voormalig Computational and Stochastic Dynamics (MAC1)

### Groepsleider

Jason Frank (benoemd tot 31-12-2015)

## Doelstellingen

De Computational Dynamics-groep richt zich op het analyseren en het ontwikkelen van modellen en rekenmethoden op het grensvlak van gewone, partiële en stochastische differentiaalvergelijkingen. Dit behelst het bouwen en analyseren van numerieke, discrete benaderingen voor zulke problemen, stochastisch modelleren en parameteriseren van 'unresolved processes', data-analyse en technieken voor het nemen van een steekproef uit een kansdistributie en data-assimilatie. De toepassingen liggen met name in stromingen, atmosfeer- en oceanwetenschappen en energie.

## Wetenschappelijke uitdagingen

- *Statistisch gedrag van numerieke methoden:* analyse en correctie van statistische bias in numerieke methoden voor partiële differentiaalvergelijkingen, maat-behoudende numerieke discrete benaderingen en statistisch-consistente modelreductie.



- *Multischaal modelleren*: ontwikkelen van rekenmethoden voor het simuleren van macroscopisch gedrag, het efficiënt koppelen ('dynamic interfacing') van modellen op verschillende schalen (micro-meso-macro). Parameterisatie van microscopisch gedrag.
- *Risicokwantificatie (onzekerheidsanalyse) en data-assimilatie*: het combineren van numerieke algoritmen met technieken uit de statistiek (zoals 'rare event sampling') en het koppelen van numerieke simulaties aan data gaan een belangrijke rol spelen in samenwerkingen met bedrijven.
- *Omggaan met ruimtelijke structuur/correlatie*: spatial statistics; structuren door emergent gedrag.

#### Onderzoeksactiviteiten

De groep blijft de nadruk leggen op het verrichten van relevant onderzoek van hoge kwaliteit en het publiceren van resultaten in excellente tijdschriften. In de komende periode blijft de groep actief projecten werven in NWO-competities en persoonsgebonden subsidies op landelijk en Europees niveau en richt de groep zich op samenwerking met bedrijven: onzekerheidsanalyse van distributienetwerken voor elektriciteit (met KEMA) en seismische exploratie (met onder andere Shell). Met IBM Research (Dublin) werkt de groep aan data-simulatie voor onder andere oceaanstromingen. Daarnaast zijn er mogelijkheden tot samenwerking in het voorspellen van windparkproductie, moleculaire dynamica en maatschappij/beleidsonderzoek.

#### Thematische aansluiting

Met name Energie. Binnen de topsectoren is er bovendien aansluiting bij Water, Chemie, HTSM en ICT. Binnen het wateronderzoek is er aansluiting op de EU-initiatieven JPI Climate en JPI Oceans.

### 3.6.10 Scientific Computing (SC)

Voormalig **Scientific Computing and Control Theory (MAC2)**

#### Groepsleider

Kees Oosterlee (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

De Scientific Computing-groep werkt aan numerieke wiskundetechnieken en aan wetenschappelijk rekenen om moderne vraagstukken binnen stromingsleer, energie, financiële wiskunde en beeldverwerking op te lossen. In deze toepassingsgebieden zijn er vragen die competentie vanuit meerdere wiskundegebieden vereisen. Binnen de beeldverwerking is het bijvoorbeeld de combinatie van efficiënte rekentechnieken en algoritmen uit de informatica op moderne hardware.

Het themawetenschappelijk rekenen voor de maatschappij is sterk in opkomst. De keten 'van fysica tot beslissingen' probeert de groep af te dekken met competenties. Samenvattend: efficiënte rekenmethoden voor multidisciplinaire vraagstukken uit alfa-, bèta- en gammawetenschappen op moderne computerhardware.

#### Wetenschappelijke uitdagingen

- Kennis opbouwen vanuit meerdere wiskunde- en informaticagebieden. Op basis van methoden uit de andere wiskundegebieden tot efficiënte algoritmen komen.
- Competentie opbouwen in meerdere toepassingsgebieden.
- Multidisciplinariteit.
- Competentie in Computational Engineering, of Computational Fluid Dynamics (CFD).

#### Onderzoeksactiviteiten

Efficiënte en robuuste algoritmen voor moderne toepassingen vanuit wetenschap en ingenieurstechnieken blijven de focus. Hierbij worden de toepassingen gevoed door multidisciplinaire wiskundige technieken. Gevolg is dat de groep naast numerieke wiskunde en wetenschappelijk rekenen 'dicht bij de toepassing', open moet staan voor andere wiskundige technieken zoals uncertainty quantification, inverse problemen en (heuristische) optimalisatie. De groep werft daarom personeel met een brede interesse en intensiveert de contacten met het bedrijfsleven.

#### Thematische aansluiting

Energie en Levenswetenschappen. Binnen de topsectoren sluit het onderzoek bovendien aan bij Water en HTSM.

### 3.6.11 Multiscale Dynamics (MD)

Voormalig **Multiscale Modelling and Nonlinear Dynamics (MAC3)**

#### Groepsleider

Ute Ebert (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

De groep Multiscale Dynamics verbindt wiskundig modelleren, niet-lineaire analyse van coherente structuren, numerieke berekeningen van partiële differentiaalvergelijkingen (PDV) en van stochastische deeltjesmodellen met verschillende technieken voor modelreductie en hybride berekeningen. De groep heeft een internationaal erkende expertise in de modellering van elektrische ontladingen in natuur en technologie op uiteenlopende lengte- en tijdschalen en zal die verder verdiepen en verbreden.

### Wetenschappelijke uitdagingen

De groep ontwikkelt numerieke en analytische methodes, op deeltjes en op PDV-niveau en op een nog hoger stochastisch netwerkniveau, met het oog op toepassingsgebieden. Met name ontwikkelt de groep een consistent ontladingsmodel over de veelvuldige lengte-, tijd- en energieschalen van een ontlading. Daarvoor worden analytische benaderingen en numerieke berekeningen op grote schaal gecombineerd.

### Onderzoeksactiviteiten

- Ontwikkelen van methodes voor de numerieke en niet-lineaire analyse.
- Grootschalig rekenen combineren met modelreductie over meerdere hiërarchische stappen om de veelschalige tijdsafhankelijke 3D ontladingsstructuren te ontrafelen.
- Ontwikkelde software voor externe gebruikers toegankelijk maken.
- Nauw contact houden met de toepassingen in de technische wetenschappen en in de aard- en levenswetenschappen, en resultaten rechtstreeks inbrengen in deze literatuur.

### Thematische aansluiting

Met name Energie (energiebesparende lampen, technologie voor toekomstige hoogspanningsleidingen over lange afstanden op gelijkstroom, kernfusie, plasmatoepassingen in de conversie van zonne-energie in brandstof, windmolens en de productie van zonnepanelen) en in mindere mate Levenswetenschappen (desinfecteren van lucht en water, plasmageneeskunde). Binnen de topsectoren is er ook aansluiting bij HTSM (luchtvaart, elektronen-microscopie).

### 3.6.12 Life Sciences (LS)

Voormalig **Life Sciences (MAC4)**

#### Groepsleider

Gunnar Klau (benoemd tot 31-12-2013)

#### Doelstellingen

De Life Sciences-groep ontwikkelt wiskundige en computationele modellen en technieken om biologische processen te analyseren, simuleren en te beheersen.

### Wetenschappelijke uitdagingen

- Het nauwkeurig modelleren van de structuur, kinetica en stochasticiteit van biologische en neurale netwerken.
- Verschillende schaalniveaus met elkaar verbinden (van genen tot organen, van neuronen tot de hersenen). Dit vereist multiscale modelling en

integratie van modellen.

- Het opschalen van modellen en nieuwe computationele technieken om Big Data te integreren in de levenswetenschappen.
- Het verbinden van verschillende traditionele vakgebieden in de wiskunde en informatie (statistiek, combinatoriek, functionele analyse, kansrekening en machine learning).

### Onderzoeksactiviteiten

- Het integreren van de wiskundige benaderingen voor het modelleren van biologische netwerken en kwantificatie van fouten in deelmodellen.
- Multiscale modellen voor relatief kleine en geïsoleerde biosystemen.
- Het begrijpen van de koppeling tussen verschillende biologische niveaus (signalering, metabolisch, genregulatie, celmechanica, de schaal van weefsel en organen).
- De computationele analyse van high-throughput genomische data.
- Simulatie en analyse van berekening en leren in grootschalige neurale systemen met aannemelijke (spiking) modellen voor neuronen.
- Het berekenen van evolutionaire netwerken.

### Thematische aansluiting

Levenswetenschappen, maar ook Energie. Met de topsector HTSM is raakvlak in mechatronics.

### 3.6.13 Database Architectures (DA)

Voormalig **Database Architectures (INS1)**

#### Groepsleider

Stefan Manegold (benoemd tot 31-12-2014)

#### Doelstellingen

De Database Architectures-groep werkt aan grootschalige databases voor Big Data. Deze zijn essentieel voor wetenschappelijke doorbraken ten behoeve van bijvoorbeeld energiebeheer en logistiek. Ze verdiepen ook het inzicht in de fundamentele wetten van de materie zoals in astronomie en seismologie en zijn belangrijk in onderzoek naar biodiversiteit en medisch en farmacologisch onderzoek. De verschuiving van experimentele wetenschap naar data-driven onderzoek wordt ook het 'Fourth Paradigm' genoemd.

### Wetenschappelijke uitdagingen

De exponentiële groei waarmee data beschikbaar komt voor analyse (de 'data explosion') vereist een radicale aanpassing van datamanagementtechnologie om het beheer en analyseren van grootschalige gegevens breed toegankelijk te maken. Denk aan systemen die zichzelf

configureren en snel antwoorden kunnen geven op queries zoals het 'goed is goed genoeg'-principe en ook overweg kunnen met niet-tabulaire gegevensstructuren zoals grote grafen. Dit leidt tot nieuwe algoritmen en systeemarchitecturen. Sleutelgebieden zijn one-minute database kernels, sampled query execution, adaptive indexing and partitionering, post-processing door middel van datamining en summarization, en query morphing.

#### **Onderzoeksactiviteiten**

Doorbraken vereisen een nauwe samenwerking met verschillende stakeholders, waarbij een significante experimentele component van softwareontwikkeling en -evaluatie centraal staat. Deze samenwerking is er in het COMMIT-programma en in internationaal verband, zoals in het Human Brain Project en EU Synergy en in samenwerking met onderzoeksgroepen in de astronomie (Edinburgh, SLAC) en seismologie (KNMI). De groep werkt ook aan een verdere evolutie van het MonetDB-systeem en het data-intensieve SciLens cluster, een rekencluster met een uitzonderlijk sterke infrastructuur voor datatoegang.

#### **Thematische aansluiting**

Met name Informatie en Software, binnen de topsectoren ook HTSM (astronomie) en ICT (commerciële IT-infrastructuur).

### **3.6.14 Information Access (IA)**

Voormalig **Interactive Information Access (INS2)**

#### **Groepsleider**

Arjen de Vries (benoemd tot 31-12-2014)

#### **Doelstellingen**

De Information Access-groep doet onderzoek naar toegang tot informatie in informatiesystemen. Hierin spelen twee representaties van informatie een rol: de representatie van de gezochte informatie-objecten en de representatie van de informatie over de werkelijke behoefte van de gebruiker van het systeem. Het onderzoek richt zich op een beter begrip van deze twee vormen van informatierepresentatie, voor collecties digitale media, variërend in vorm van beeld tot geluid tot tekst, open op het web maar ook in meer gesloten omgevingen zoals een intranet of een smartphone, voor gegevens van individuele gebruikers of geaggregeerd op groepsniveau. De uitdaging is het zodanig representeren van informatie dat mens en computer er samen optimaal gebruik van kunnen maken. Het woord 'samen' benadrukt het interactieve karakter. Van belang is de wisselwerking tussen collectie, gebruiker en hun context: eigenschappen van de gebruikers, hun taken, maar ook de doelgroep van de collectie zelf.

#### **Wetenschappelijke uitdagingen**

Toegang tot informatie met behulp van computers introduceert een grote mate van onzekerheid. De computer heeft geen volledige beschrijving van de informatie van belang; niet van de informatie over de gebruiker en ook niet van de informatie in te doorzoeken collecties. De groep zoekt naar nieuwe vormen van omgaan met die onzekerheid waarin de gebruiker een grotere rol speelt en daarmee betere resultaten weet te behalen. De interface tussen mens en computer moet beter houvast geven om de waarde van beschikbare informatiebronnen beter te begrijpen.

#### **Onderzoeksactiviteiten**

De groei van het gebruik van digitale media en de beschikbaarheid van steeds meer (open) data maakt het aantrekkelijk om taken die oorspronkelijk bij experts lagen ten dele te verschuiven naar leken. Hoe maak je optimaal gebruik van de gebruiker en de context van zijn of haar taak voor het verfijnen van de informatie-representaties van databronnen aan de ene kant en informatiebehoefte aan de andere kant? Wat kan een niet-expert bijdragen aan betere informatie-representaties? Hoe geef je inzicht in de betrouwbaarheid van zowel brondata als de daarop gebaseerde analyses? Kunnen ook niet-experts of minder getrainde gebruikers van informatiesystemen de waarde van de verkregen antwoorden goed inschatten?

#### **Thematische aansluiting**

Het thema Informatie en het thema Software, en binnen de topsectoren de Creatieve Industrie. Mogelijk kan ook een bijdrage geleverd worden aan Levenswetenschappen, in de specifieke setting van toegang tot medische informatie - zowel voor verzamelingen elektronische patiëntdossiers als verzamelingen (wetenschappelijke) publicaties.



## 4 Actieplan

Om de in het vorige hoofdstuk gestelde ambities waar te maken voeren we de komende jaren het volgende actieplan uit.

### Actief financieringsbronnen benutten

1. *Acquisitie hoog op de agenda plaatsen.*
  - o Rapportage over acquisitieactiviteiten, informeren over openstaande calls en bespreken van mogelijkheden voor projectfinanciering op de agenda van elk MT, TO, GLO en halfjaarsgesprek.
  - o Proactief matchen van financieringsmogelijkheden met expertise van groepen door directie, themacoördinatoren en overige senior onderzoekers.
  - o Investeren in expertise en middelen om acquisitie te ondersteunen, onder andere door middel van training van themacoördinatoren en groepsleiders, kennis en competentie van ondersteunende diensten.
2. *Het financieel systeem bijstellen om extra incentives voor in verdienen te creëren.*
  - o Zowel (percentages van) groepswinsten als -verliezen laten doortellen in de vaststelling van het groepsbudget.
  - o De dekking van de kosten voor vaste staf vanuit de basissubsidie op 90% stellen, zodat groepen een in ver dienverplichting van 10% voor de vaste staf krijgen.
3. *Inzetten op het Horizon 2020-programma en ERC Grants.*
  - o Nauwe betrokkenheid houden bij de programmavorming rondom het EU Horizon 2020-programma door op Europese bijeenkomsten en vergaderingen invloed uit te oefenen.
  - o Voorbereiden van projectvoorstellen voor de Horizon 2020-programma's.
  - o Toponderzoekers aansporen om persoonlijke ERC Grants aan te vragen en deze op het CWI in te bedden.
4. *Netwerken en het onderhouden van externe relaties een belangrijke plaats geven in het instituut.*
  - o Beleid voor netwerken en acquisitie ontwikkelen.
  - o Onderhouden van relaties met bedrijven in kennisnetwerken en op persoonlijk niveau, met name door directie en themacoördinatoren, daarnaast ook door groepsleiders en andere senior onderzoekers.
  - o CWI in Bedrijf als marktplaats voor nieuwe contacten opzetten, met demo's en ruimte voor netwerken.

- o Gericht bezoeken brengen aan beurzen, netwerkbijeenkomsten en strategische partners.
  - o De mogelijkheden onderzoeken om met partners samen te werken in technology transfer, bijvoorbeeld binnen NWO en Science Park, of de eigen ondersteunende diensten hiervoor in te zetten.
5. *De onderzoeksresultaten van het CWI zichtbaarder maken.*
    - o Belangrijke evenementen bezoeken.
    - o Communicatiebeleid richten op externe communicatie.

### Maatschappelijke relevantie toespitsen

1. *Themacoördinatoren benoemen en hun rol specificeren.*
  - o Het toekennen van een themabudget aan de themacoördinatoren voor het bezoeken en/of organiseren van evenementen en het initiëren van groepsoverstijgende projecten.
  - o Het specificeren van de taken van themacoördinatoren in een specifiek functieprofiel en deze tijdens de looptijd van de strategie regelmatig evalueren.
  - o Halverwege de looptijd van de strategie de thema's evalueren en themacoördinatoren herbenoemen danwel opvolgen.
2. *Nieuwe benoemingen voor vaste en tenure track onderzoeksposities invullen in relatie tot de maatschappelijke thema's*
  - o Themacoördinatoren adviezen laten uitbrengen voor de invulling van nieuwe vaste en tenure track posities.
3. *Inrichten themaoverleg*
  - o Maandelijks themaoverleg (TO) tussen MT en themacoördinatoren waarin activiteiten, acquisitie en financieringsmogelijkheden aan bod komen.

### Kennisbenutting intensiveren

1. *Meer spin-offs realiseren.*
  - o In 2018 minimaal 3 spin-offs gerealiseerd hebben.
  - o De mogelijkheden voor spin-offs proactief verkennen door themacoördinatoren en groepsleiders en hierover terugkoppelen tijdens de halfjaarsgesprekken.
  - o Extra begeleiding bieden aan startende ondernemers, bijvoorbeeld kennis over ondernemen en coaching. Extra begeleiding van startende ondernemers en kennis over ondernemers. Koppelen van starters aan coaches.
2. *De output van softwaretools verhogen.*
  - o Investeren in programmeurs. Naast onze eigen wetenschappelijk programmeurs willen we

- o op projectbasis tijdelijke programmeurs aanstellen die een softwaretool bij het onderzoek ontwikkelen.
  - o De mogelijkheden voor het gebruik van technologisch ontwerpers in opleiding als tijdelijke programmeurs onderzoeken.
  - o De mogelijkheden voor een samenwerking met ICT-bedrijven of spin-offs bij het uitbrengen van software.
3. *Netwerken zoals het Science Park Amsterdam en NWO gebruiken bij kennisbenutting.*
    - o Aansluiten bij het ILO netwerk van NWO.
    - o Onderzoeken of er binnen het verband van het Science Park Amsterdam samenwerking mogelijk is voor technology transfer.
  4. *Kennisbenutting expliciet opnemen in functiewaarderingen.*
    - o Functieomschrijvingen herschrijven en bij nieuwe functies in de functiewaardering kennisbenutting van het betreffende onderzoek als factor meenemen.
  5. *Nadruk op externe communicatie en zichtbaarheid in de media.*
    - o Onderzoekers als expert inzetten in het maatschappelijk debat.
    - o Onderzoeksresultaten onder de aandacht brengen van het algemeen publiek en belanghebbenden via de media met persberichten en evenementen.
    - o Het begeleiden van de themacoördinatoren en groepsleiders om als expert en boegbeeld te fungeren.

#### **Versterken nationale rol en centrumfunctie**

1. *Sabbaticalprogramma promoten*
  - o Ons sabbaticalprogramma onder de aandacht brengen van de verschillende wiskunde- en informaticafaculteiten in Nederland.
2. *Doorgaan met het huisvesten van externe organisaties en het bieden van onderdak aan activiteiten.*
  - o Zolang de ruimte en de overige faciliteiten het toelaten relevante organisaties in de wiskunde en informatica in Nederland mogelijkheid tot huisvesting bieden op het CWI.
  - o Gastvrij omgaan met het bieden van onderdak aan activiteiten, vergaderingen, colloquia en evenementen in de wiskunde- en informatica-wereld.

#### **Interne organisatie optimaliseren**

1. *Clusters opheffen.*
  - o Per 1 januari 2013 de clusters opheffen en de clusterleiders laten overgaan naar een nieuwe functie als MT-lid.
  - o Per 1 januari 2013 nieuwe groepsnamen- en

acroniemen vervangen door kortere groepsnamen en nieuwe afkortingen.

2. *Overlegorganen opnieuw inrichten.*
  - o Het MT inrichten met directeur, controller en MT-leden die groepen vertegenwoordigen, het themaoverleg met MT en themacoördinatoren. De managers van de ondersteunende diensten maken niet langer deel uit van het MT, maar zullen als ondersteunende processen aan bod komen uitgenodigd worden.
  - o Na maximaal een jaar evalueren van de effectiviteit van de vergaderorganen en waar nodig de samenstelling en frequentie van bijeenkomsten heroverwegen.
3. *Revitaliseren van beleidscyclus.*
  - o Expliciet koppelen van het Strategisch Plan (meerjarenbeleid) aan het Instituutplan (jaarplannen) en dit terug laten komen in de halfjaarsgesprekken met de groepsleiders.
  - o Jaarlijkse functioneringsgesprekken voor alle medewerkers waarin concrete en doelgerichte afspraken gemaakt worden die het volgende jaar geëvalueerd worden.



**Centrum Wiskunde & Informatica (CWI)** is het nationaal onderzoeksinstituut voor wiskunde en informatica en valt onder de koepel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Het CWI verricht fundamenteel onderzoek op het gebied van wiskunde en informatica en draagt kennis op deze gebieden over aan de maatschappij, in het bijzonder aan het bedrijfsleven.

Bezoekadres:  
Science Park 123  
1098 XG Amsterdam

Postadres:  
Postbus 94079, 1090 GB Amsterdam  
Telefoon: +31 20 592 9333  
info@cwini

[www.cwi.nl](http://www.cwi.nl)

December 2012



**CWI**

Centrum Wiskunde & Informatica