



Vlaanderen
is supercomputing

JAARVERSLAG 2021

Vlaams
Supercomputer
Centrum

Innovative Computing for a Smarter Flanders

Inhoudsopave

Voorwoord	4	Personeel	54
In de kijker	6	Subsidiëring	54
Cloud computing		Effectieve personeelsinzet	55
Europa		Profielen	56
Evenementen		Gevorderde ondersteuning	58
Succesverhalen		Outreach naar bedrijven	60
Het VSC uitgelicht	8	Testgebruikers	60
Ter inleiding	8	Bestaande en nieuwe klanten	60
Financiering van het VSC	9	Vraag naar VSC demo materiaal	61
Recurrente financiering	10	Uitgebreide HPC ondersteuning	63
Enmalige investering SaaS	10	Opleidingen	64
Technopolis rapport	12	Evenementen	68
Het Tier-1 supercomputerplatform	14	LUMI-BE kick-off	68
Activiteiten uitgevoerd in 2021	14	VSC Tier-1 Cloud component kick-off	68
Compute	15	VSC Lunch session	68
Data	24	VSC Industry Road Tour	69
Cloud	28	Internationale samenwerking	70
Integratie	32	EuroHPC, LUMI, EuroCC, PRACE	70
Tier-2 infrastructuur	33	EGI	71
Beschikbare infrastructuur	33	Succesverhalen	72
Exploitatie en gebruik	38	Bijlagen	78
Toekennen rekentijd Tier-2	44	Colofon	
Gebruikersondersteuning	46		
Beantwoorden van vragen van gebruikers	46		
Bijeenkomsten met gebruikers/ specifieke ondersteuning	49		



Voorwoord

Het VSC bundelt vanaf 2009 alle kennis in Vlaanderen rond wetenschappelijk en technisch rekenen. Het maakte sinds die tijd een heel aantal veranderingen door. Ook in 2021 werd er verder werk gemaakt van VSC's missie om bij te dragen aan innovatie in Vlaanderen door het aanbieden van diensten en infrastructuur op Tier-2 en Tier-1 niveau voor alle RDI activiteiten in de academische wereld, de industrie en de overheid en om de aansluiting aan de Europese HPC doelstellingen te verzekeren.

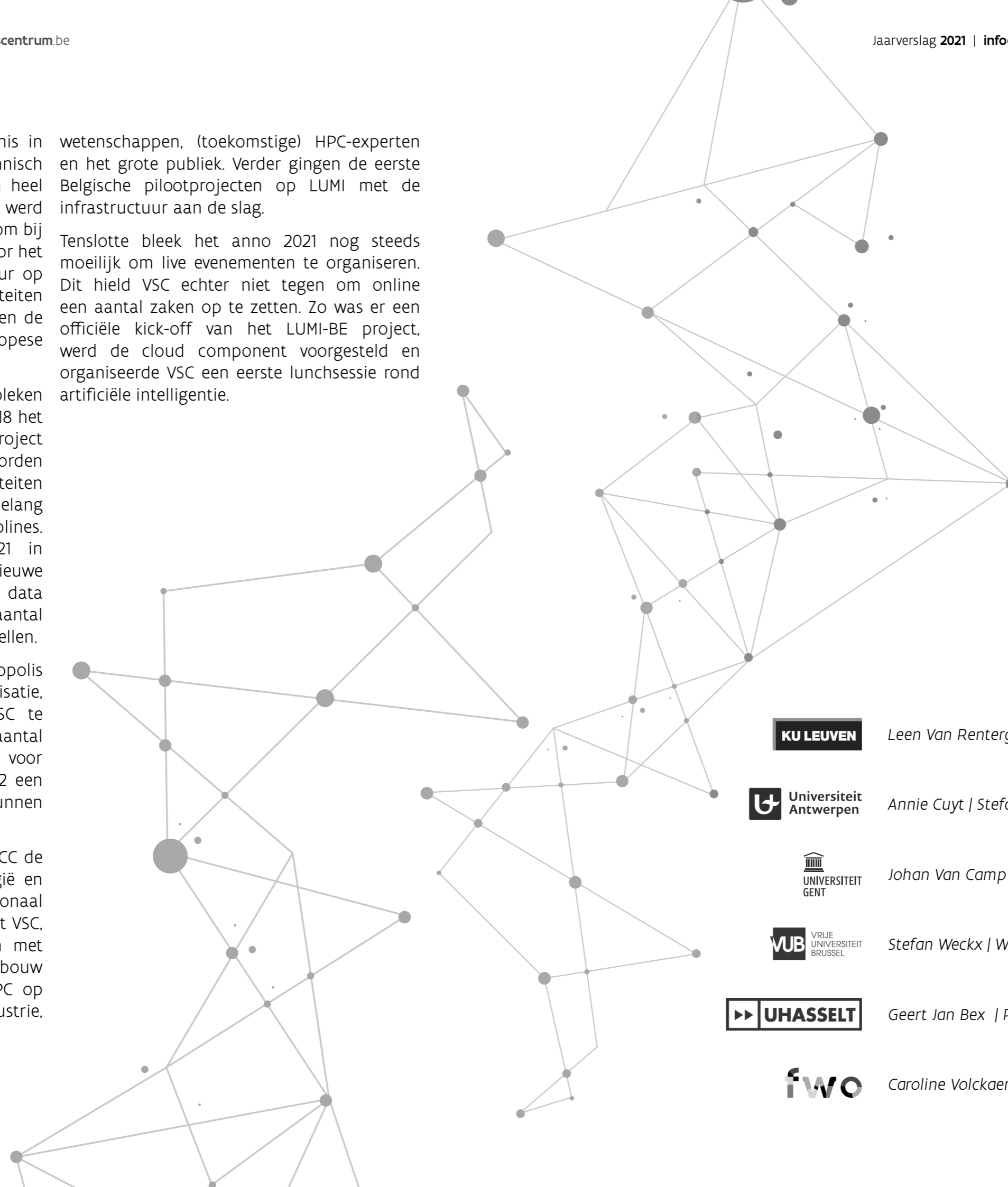
Omdat de noden in Vlaanderen groter bleken dan alleen maar rekenkracht, werd in 2018 het Tier-1 Supercomputing-as-a-Service project gestart. Naast Tier-1 rekenkracht, worden een data component en cloud faciliteiten toegevoegd, gezien het groeiende belang ervan voor meerdere onderzoeksdisciplines. De cloud faciliteiten gingen in 2021 in productie en er werden na een oproep nieuwe onderzoeksprojecten geselecteerd. De data component zit nog in pilootfase met een aantal pilots om de infrastructuur op punt te stellen.

Verder werd in de loop van 2021 de Technopolis Groep (Nederland) gevraagd om de organisatie, infrastructuur en werking van het VSC te analyseren met het doel om een aantal strategische keuzes voor de toekomst voor te bereiden. De bedoeling is om in 2022 een uitgebreid toekomstplan VSC 2.0 te kunnen presenteren.

Intussen zijn via EuroHPC, LUMI en EuroCC de samenwerkingen rond HPC binnen België en Europa verder uitgewerkt. In het Nationaal HPC Competence Center (NCC) werkt het VSC, via de vijf Vlaamse associaties, samen met CENAERO, CECI en Innoviris aan de uitbouw van een referentiecontactpunt rond HPC op nationaal niveau voor klanten uit de industrie,

wetenschappen, (toekomstige) HPC-experten en het grote publiek. Verder gingen de eerste Belgische pilootprojecten op LUMI met de infrastructuur aan de slag.

Tenslotte bleek het anno 2021 nog steeds moeilijk om live evenementen te organiseren. Dit hield VSC echter niet tegen om online een aantal zaken op te zetten. Zo was er een officiële kick-off van het LUMI-BE project, werd de cloud component voorgesteld en organiseerde VSC een eerste lunchsessie rond artificiële intelligentie.



KU LEUVEN

Leen Van Rentergem | Jan Ooghe | Ingrid Barcena

U Antwerpen

Annie Cuyt | Stefan Becuwe

UNIVERSITEIT GENT

Johan Van Camp | Ewald Pauwels

VUB VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL

Stefan Weckx | Ward Poelmans

UHASSELT

Geert Jan Bex | Rafal Al-Tekreeti

fwo

Caroline Volckaert | Tim Jaenen

in de kijker



28 CLOUD COMPUTING

De VSC Tier-1 cloud kwam in productie in 2021. Een (online) lanceringsevent werd op 20 mei georganiseerd. Geïnteresseerden konden er kennis maken met de infrastructuur en toegangsmogelijkheden en enkele use cases werden toegelicht.



68 EVENEMENTEN

In 2021 vonden de meeste evenementen nog online plaats. Naast een online VSC Lunch sessie over AI (180+ deelnemers), organiseerde VSC ook een eerste VSC Industry Road tour event in samenwerking met AI4Growth in Gent.

70 EUROPA

Op 14 januari lanceerde België officieel zijn deelname aan het LUMI consortium via een evenement. Meer dan 250 HPC enthousiastelingen namen deel aan het kick-off event. Het Nationaal HPC Competence Center (binnen EuroCC) ging van start in september. Dit is een samenwerking tussen tien Belgische universiteiten, CENAERO, en Innoviris en bundelt alle kennis rond HPC en HPDA.

72 SUCCESVERHALEN

Op deze pagina belichten we een aantal indrukwekkende succesverhalen van onderzoekers, wetenschappers en bedrijven die tot nu toe baanbrekende resultaten hebben behaald die zonder de infrastructuur van VSC niet mogelijk waren geweest.



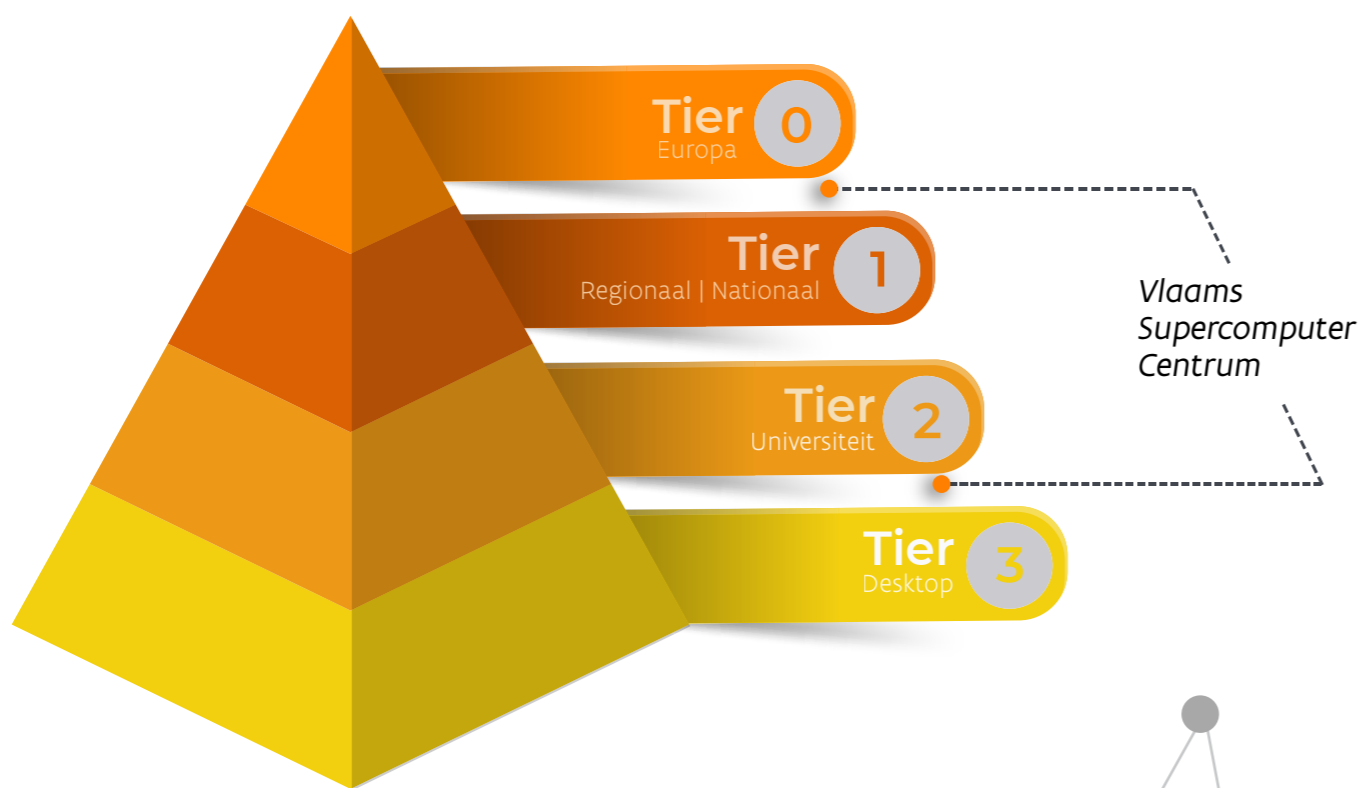
Het VSC uitgelicht

Ter inleiding

De ondersteuning en uitbating van High Performance Computing (HPC) is in Vlaanderen georganiseerd binnen het Vlaams supercomputing centrum, het VSC. Het VSC is een consortium waarin de 5 Vlaamse associaties de krachten bundelen om HPC-infrastructuur en ondersteuning aan te bieden aan de brede onderzoeksgemeenschap in Vlaanderen, zowel uit universiteiten, kennisinstellingen, bedrijven en overheid. Daarnaast biedt het VSC binnen haar opdracht als dienstverlener een waaier aan opleidingen aan die het gebruik van de infrastructuur moeten bevorderen. Het huisvest infrastructuur in vier hubs: UAntwerpen, VUB, UGent en KU Leuven.

Het VSC wordt beheerd door het FWO, Fonds Wetenschappelijk Onderzoek - Vlaanderen.

In het Europees model voor HPC wordt een onderscheid gemaakt tussen drie niveaus: de rekencapaciteit waarover onderzoeksinstellingen beschikken (Tier-2), de rekencapaciteit waarvan de noden en de kosten een instelling overstijgen en die op het niveau van een regio of een land voorzien wordt (Tier-1) en de superzware rekeninfrastructuur (Tier-0). Het VSC richt zich vooral op de lagen Tier-2 en Tier-1, en poogt zo een getrapte brug te vormen tussen Tier-3 en Tier-0.



Afbeelding 1. Tiering model

Financiering van het VSC

De financiering van de Tier-1 en Tier-2 infrastructuur verloopt momenteel via twee geldstromen. Enerzijds is er een recurrent budget van 6.381.000 euro jaarlijks beschikbaar waarmee voornamelijk Tier-2 investeringen en het personeel gefinancierd worden, aangevuld met co-financiering vanuit de instellingen. Daarnaast wordt via een eenmalige opstartfinanciering van 30.000.000 euro voor de periode 2018-2022 het Tier-1 Supercomputing as a Service met de drie componenten compute, cloud en data gerealiseerd.

Recurrente financiering

In 2021 werd de Tier-2 infrastructuur voor 6.001.000 euro gecofinancierd door het FWO verdeeld over 3.716.000 euro investeringen in hardware en 1.900.000 euro in personeel. Daarnaast investeerde het FWO 380.000 euro in het personeel voor de exploitatie van twee Tier-1's en de Belnet kost (35.000 euro). Er werd 100.000 euro gereserveerd voor een consultancyopdracht en de outreach activiteiten naar niet-academisch gebruik werden ondersteund met een budget van 250.000 euro. Het gezamenlijk budget bedraagt dus 6.381.000 euro. De universiteiten hebben deze middelen vooral gebruikt voor bijkomende investeringen in Tier-2. Deze instellingen financieren met eigen middelen de energie- en exploitatiekosten van de Tier-2.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de verdeling van deze bedragen over de vijf Vlaamse universiteiten.

Rubriek	KU Leuven	UHasselt	UGent	VUB	UAntwerpen	Subtotaal Tier-2	Tier-1a	Tier-1b	Totaal
Personeel in FTE	6	2	5	3	4	20	2	2	24
Personeel in Euro	€ 570.000	€ 190.000	€ 475.000	€ 285.000	€ 380.000	€ 1.900.000	€ 190.000	€ 190.000	€ 2.280.000
totaal personeel	€ 570.000	€ 190.000	€ 475.000	€ 285.000	€ 380.000	€ 1.900.000	€ 190.000	€ 190.000	€ 2.280.000
Herculesleutel 2019	0,4135	0,04	0,3181	0,1031	0,1253	1			
CAPEX en werking Tier-2	€ 1.536.566	€ 148.640	€ 1.182.060	€ 383.120	€ 465.615	€ 3.716.000			€ 3.716.000
Belnet	€ 35.000					€ 35.000			€ 35.000
consultancy						€ 100.000			€ 100.000
outreach en industrie						€ 250.000			€ 250.000
Totaal						€ 6.001.000			€ 6.381.000

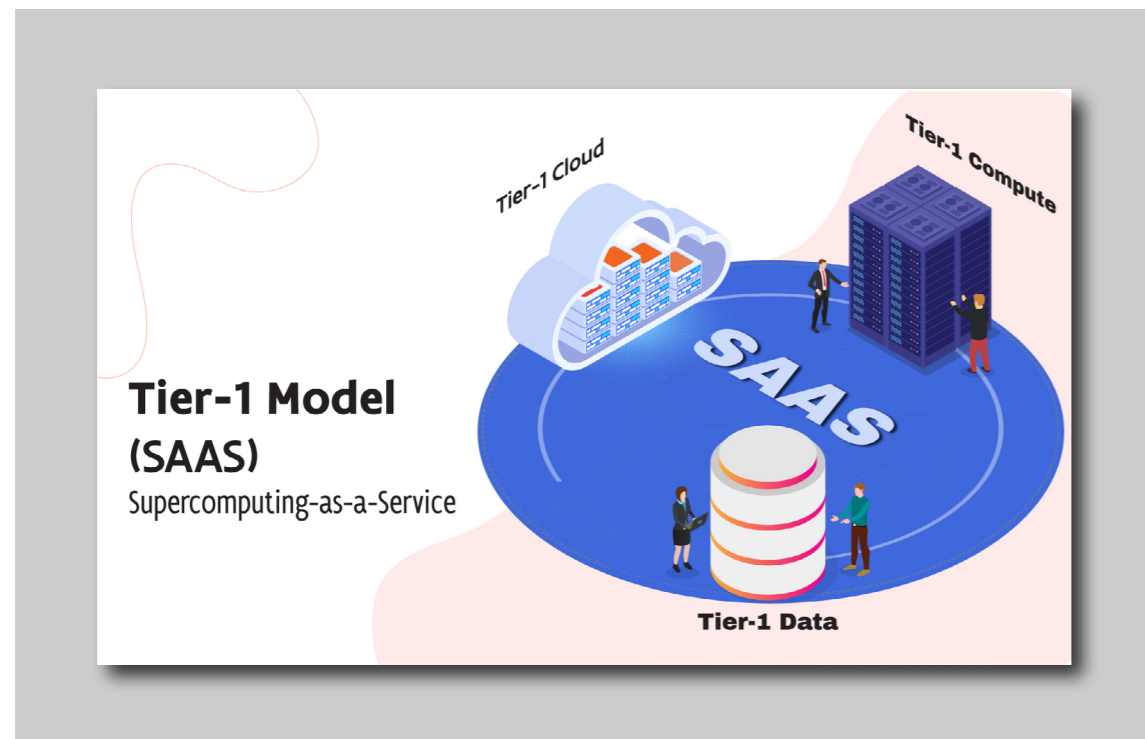
Tabel 1. Verdeling recurrent budget 2021

Voor de toekenning van de subsidies sloot het FWO met elke universiteit een overeenkomst af waarin voorzien werd dat de besteding van de toegekende middelen kan gespreid worden over twee begrotingsjaren. De toegekende middelen moeten met bewijsstukken verantwoord worden en over de aanwending moet er een bestedingsrapport ingediend worden waarin onder meer informatie over het gebruik van de Tier-1 en de Tier-2 infrastructuur gegeven wordt.

Eenmalige investering SaaS

Het VSC biedt sedert 2018 een nieuw conceptueel Tier-1 model aan: Supercomputing as a Service (SaaS). De Tier-1 supercomputing infrastructuur in Vlaanderen was voordien vooral gericht op gebruikers met zware rekenvraagstukken (typische HPC/HTC workloads). Hoewel dit platform reeds erg succesvol was, komt de focus op compute evenwel niet langer tegemoet aan alle noden van vele onderzoekers. Ook bij de industrie is de vraag naar meer dataverwerking, ontsluiting en gebruiksomgevingen op maat groot.

Binnen het SaaS-model kunnen we verschillende infrastructuurcomponenten onderscheiden, die het samen mogelijk maken om een verhoogd service level aan te bieden aan de gebruikers van het VSC:



Afbeelding 2. SaaS

1. De belangrijkste component in dit model blijft de compute infrastructuur: klassieke rekenclusters die zware of een veelvoud aan rekentaken kunnen verwerken.
2. Onlosmakelijk daaraan verbonden is een data component. Steeds meer gebruikers hebben immers computationeel werk dat intensief gebruik maakt van grote datasets. Het migreren van deze data van en naar de compute infrastructuur telkens deze voor een berekening moet worden gebruikt, is omwille van de schaal zeer inefficiënt. Het is dan ook noodzakelijk een data component toe te voegen waar grote datasets gedurende een langere tijd kunnen opgeslagen worden en van daaruit ook op een efficiënte manier worden verwerkt.

3. Onderzoek met deze datasets vraagt veelal ook een flexibele gebruiksomgeving: een omgeving waar op een interactieve manier, op maat van de toepassingen en van de gebruikers analyses kunnen gebeuren; een omgeving waar pre- en postprocessing kan worden uitgevoerd; een omgeving waar de data op een web-gebaseerde manier kan ontsloten worden voor de gebruiker; kan gevisualiseerd worden of kan geraadpleegd worden door medewerkers, geïnteresseerden of gebruikers van het onderzoek of de onderzoeksresultaten.

Hiertoe wordt een infrastructuur voorzien die niet de focus legt op compute, maar eerder op 'op-maat' ontsluiting en gebruik van de data. Hier kan een model worden gehanteerd dat sterk aanleunt bij dat van cloud-providers.

Een hedendaags Tier-1 supercomputing platform biedt dus zowel compute, data als cloud technologieën complementair met elkaar aan. Toekomstige investeringen in Tier-1 moeten deze focus dan ook reflecteren. Dit houdt in dat blijvende investeringen worden gedaan in de 'klassieke' Tier-1 compute infrastructuur, doch dat daarnaast ook een centraal beheerde Tier-1 data omgeving wordt opgebouwd en cloud services worden aangeboden.

De laatste twee componenten zijn nieuw op het Tier-1 niveau. Onderstaande impulsfinanciering voor het opbouwen van deze omgevingen zorgt ervoor dat in de periode 2018-2022 een volledig model en infrastructuur kunnen worden uitgebouwd om het Supercomputing as a Service concept te verwezenlijken:

	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Tier-1 compute						
Tier-1b uitbreiding	5.000.000			142.780		5.142.780
Tier-1c (derde Tier-1)			6.000.000		6.500.699	12.500.699
Tier-1 cloud						
Tier-1 cloud		435.000	325.000	490.000	950.000	2.200.000
Tier-1 data						
Tier-1 data		360.000	1.160.000	2.088.720	1.462.559	5.071.279
Tier-1 perifere install		45.000	175.000	293.000	-12.731	500.269
Stroom en personeel						
Tier-1 stroom		230.000	700.000	845.500	529.473	2.304.973
Tier-1 personeel	190.000	380.000	570.000	570.000	570.000	2.280.000
Totaal	5.190.000	1.450.000	8.930.000	4.430.000	10.000.000	30.000.000

Tabel 2. Details impulsfinanciering

Aangezien de Tier-1 financiering afloopt eind 2022, werden in 2021 reeds stappen gezet voor een vervolgtraject zodat ook na 2022 de toegang tot HPC in Vlaanderen kan gecontinueerd worden. Niet alleen het compute luik, maar ook de data en cloud componenten dienen verder uitgebouwd te worden. Ook de veranderende Vlaamse en internationale context dienen meegenomen te worden in de verdere uitbouw van het VSC.

Technopolis rapport

In 2021 organiseerde FWO een onderhandelingsprocedure zonder voorafgaande bekendmaking met de opdracht tot een voorstudie met betrekking tot het aanstellen van een consultant ter ondersteuning van het Vlaams Supercomputer Centrum aangaande het uitwerken van een lange termijnfinancieringsplan voor de periode 2023-2027. De offerte van Technopolis kwam als beste uit de gunning.

In een eerste deel van het rapport wordt de context van het VSC, 'as is' situatie waarbinnen de huidige Tier-1 financiering opereert, beschreven. Technopolis baseerde zich hiervoor op het reviewen van documenten, interviews met VSC stakeholders en gebruikers, een internationale benchmark met drie andere supercomputing centers, een SWOT-analyse en input van een expertenpanel dat specifiek voor deze opdracht werd opgezet.



Afbeelding 3. Technopolis rapport 1 en 2

Het tweede deel bevat een uitwerking van de financiële en inhoudelijke scenario's voor de periode 2023-2027. Er werden drie scenario's uitgewerkt (in volgorde van toenemend ambitieniveau):

- Scenario A: VSC als Tier-1 dienstverlenende organisatie voor Vlaanderen
- Scenario B: VSC als Tier-1 & Tier-2 dienstenorganisatie voor Vlaanderen
- Scenario C: VSC als leidend en innovatief HPC-centrum

Aspect	Reference scenario: Continuing VSC as is	Scenario A: VSC as Tier 1 service organization for Flanders	Scenario B: VSC as Tier 1 & Tier 2 service organization for Flanders	Scenario C: VSC as leading and innovative HPC Centre
Accessibility (page 6)	Low	Medium	High	Very High
Vision (page 7)	Ensuring the state-of-the-art and technical competency in the Flemish research and education landscape	Ensuring the state-of-the-art and strong industry digital innovation capacity through broad HPC and data capabilities	Ensuring the state-of-the-art and strong industry digital innovation capacity through broad HPC and data capabilities	Ensuring the state-of-the-art and strong industry digital innovation capacity through broad HPC and data capabilities
Mission (page 7)	Offering additional Tier 1 and Tier 2 HPC services through research to research and education in Flanders	Offering an additional service for Tier 1 companies and public services in the research in Flanders	Offering an additional service for Tier 1 and Tier 2 companies and public services in the research in Flanders	Offering an additional service for Tier 1 and Tier 2 companies and public services in the research in Flanders
Value (page 7)	<ul style="list-style-type: none"> Academic's broad obligations Research organizations in Flanders Industry (not specified) 	<ul style="list-style-type: none"> Academic's broad obligations Research organizations in Flanders 	<ul style="list-style-type: none"> Academic's broad obligations Research organizations in Flanders 	<ul style="list-style-type: none"> Academic's broad obligations Research organizations in Flanders

Tabel 5. Toekomstscenario's van het VSC. Zie pagina 81

Tabel 3. Overzicht van het VSC "as is" in het Technopolis rapport. Zie pagina 78

Technopolis adviseerde op basis van hun studie om te opteren voor scenario B terwijl scenario C in gedachten moest worden gehouden als einddoel voor het VSC over meer dan 5 jaar.

De HEC-raad zal in 2022 een toekomstplan voor het VSC verder uitwerken waarbij de aanbevelingen van Technopolis in overweging zullen genomen worden.

Tabel 4. SWOT-analyse van VSC in het Technopolis rapport. Zie pagina 80



Het Tier-1 supercomputerplatform

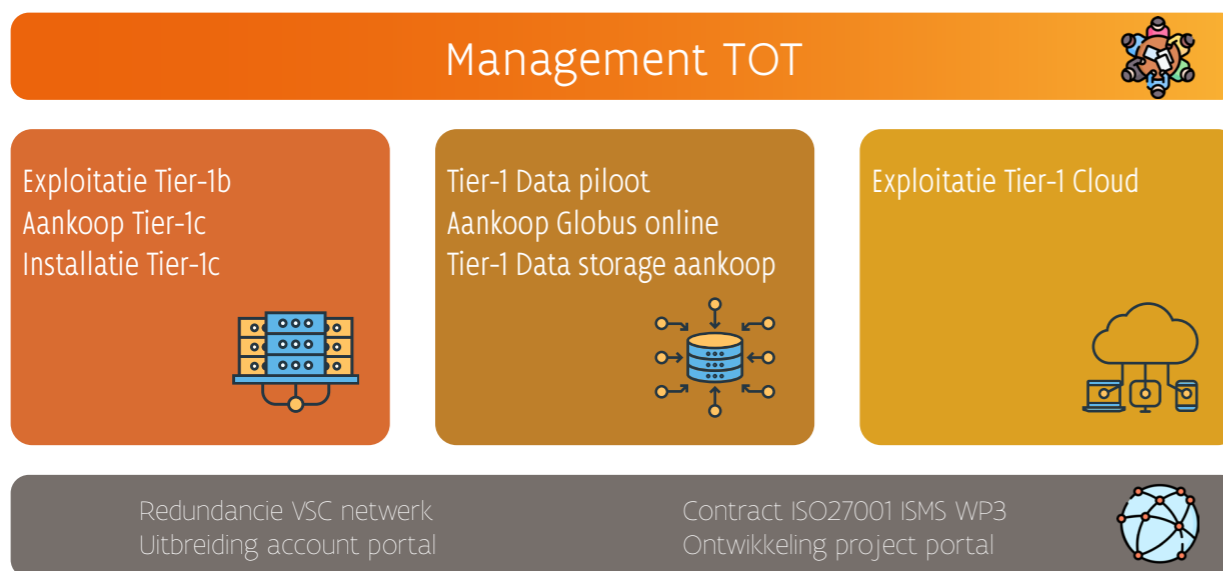
Het Tier-1 SaaS project dat werd opgestart in maart 2018, leverde in 2021 verscheidene resultaten en infrastructuur componenten op, in overeenstemming met het investeringsplan.

Activiteiten uitgevoerd in 2021

In 2021 lag de focus op de versterking van de Compute-component en de verdere uitbouw van de Data-component en de Cloud-component.

De volgende acties werden in 2021 uitgevoerd voor de verschillende componenten van de Tier-1 SaaS:

- de installatie van het volgende systeem voor de Tier-1 Compute-component (Hortense),
- de start van de pilootfase van Hortense,
- de verdere implementatie van de piloot-infrastructuur voor de Data-component,
- de start van de aankoopprocedure voor de storage backend voor de productie omgeving,
- de start van de productiefase van de Cloud-component.



Afbeelding 4. Tier-1 actieplan

Verder werden ook een aantal taken uitgevoerd met betrekking tot de integratie van de verschillende Tier-1 SaaS-componenten:

- de aankoop en installatie van de nodige componenten om het VSC Belnet netwerk in de Gent en Leuven sites redundant te maken,
- de voorbereiding van het nieuwe contract voor de verdere opbouw van het ISO 27001-traject,
- de aanvang van de uitbreiding van de login-mogelijkheden van de VSC account page,
- de ontwikkeling van een nieuwe project portal en
- de voorbereiding van een projectvoorstel voor een Europees project S4/EESSI.

Compute

Voor de Tier-1 Compute-component werden in 2021 de volgende taken uitgevoerd:

Installatie Tier-1c (HORTENSE)

De eerste fase van het nieuw Tier-1 Compute-component Tier-1c werd besteld op 30 april 2020. In de oorspronkelijke planning zou de pilootfase op de Hortense Tier-1 Compute-component eind 2020 van start gaan. De reisbeperkingen ten gevolge van de COVID-19 pandemie hebben evenwel voor ernstige vertragingen gezorgd. Het systeem werd geïnstalleerd tussen april en oktober 2021 en in november 2021 werd het systeem opengesteld voor gebruikers in de pilootfase. Een uitbreiding van het systeem is gepland voor 2022. Deze uitbreiding zal de totale rekencapaciteit meer dan verdubbelen.



Afbeelding 5. Links, artwork afbeelding van "Hortense". Rechts, Tier-1 "Hortense" systeem

De configuratie van deze eerste fase omvat de volgende elementen:

- een partitie met 294 nodes, elk uitgerust met twee 64-core AMD Rome 7H12 CPU's en 256 GB RAM,
- een partitie met 42 nodes, elk uitgerust met twee 64-core AMD Rome 7H12 CPU's en 512 GB RAM,
- een accelerator partitie met 20 nodes, elk met twee 24-core AMD Rome 7402 CPU's, 256 GB RAM, 4 NVIDIA Ampère A100 GPU's met elk 40 GB on-board RAM,
- een multi-tier opslageenheid met ruim 3 PB aan bruikbare opslagruimte met een gedeeld bestandssysteem op basis van Lustre,
- een InfiniBand HDR100 interconnect tussen alle nodes en opslageenheid.

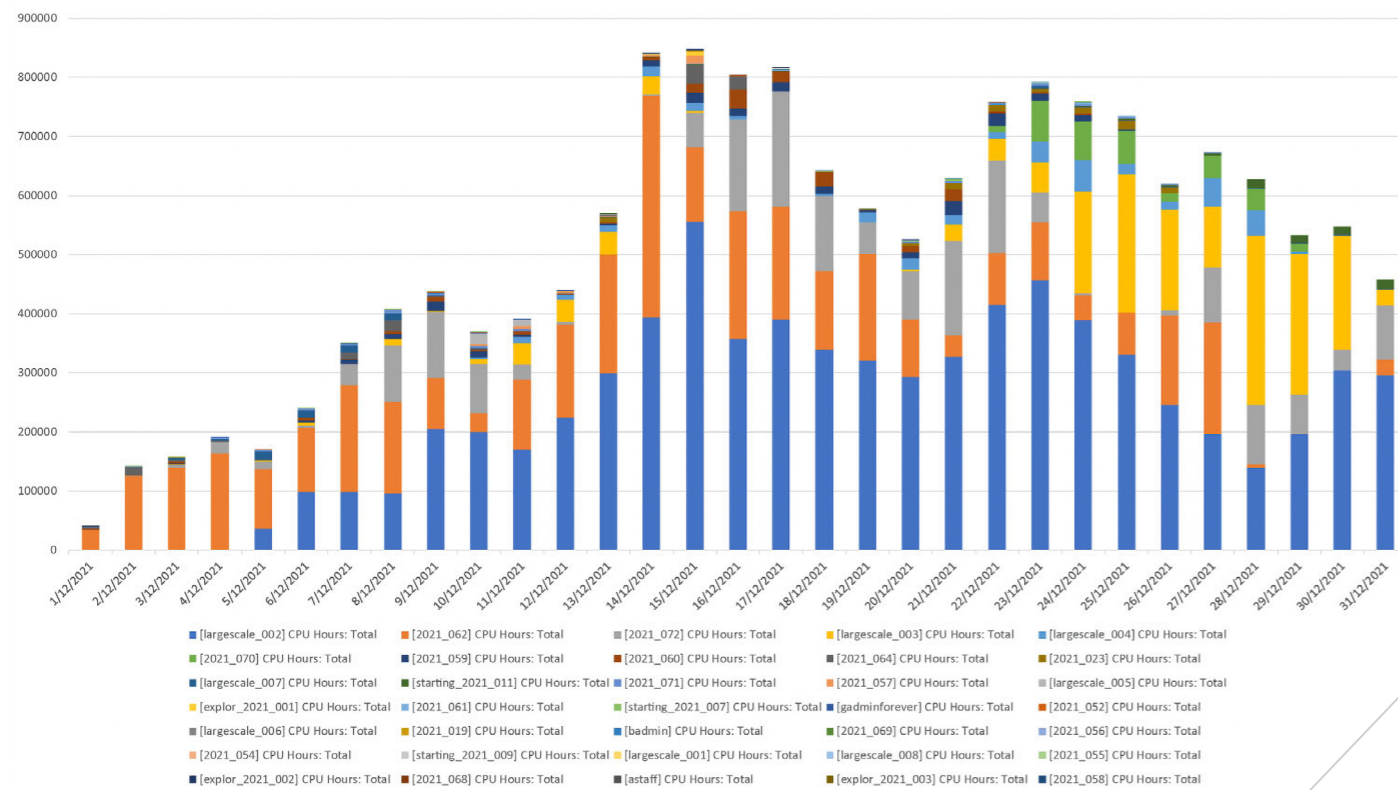
In totaal bevat deze cluster dus meer dan 44.000 CPU cores, 80 GPU's en bijna 100 TB aan RAM. Daarmee wordt dit de grootste en snelste supercomputer van Vlaanderen, met een geschatte piekperformantie van 3.3 petaflops.

Als naam voor deze Tier-1 Compute-component werd gekozen voor "Hortense", een verwijzing naar Nicole-Reine Lepaute – Hortense was een bijnaam – geboren in 1723. Zij was één van de eerste menselijke computers ('calculatrice'), die verscheidene zware astronomische berekeningen uitvoerde. Eén van haar grootste prestaties was een nauwkeuriger voorspelling van de komst van de komeet van Halley. Helaas zegt haar verhaal ook veel over de historische onderwaardering van vrouwen in de wetenschap. Haar belangrijke bijdrage aan het berekenen van de baan van de komeet van Halley werd in de eerste publicatie 'vergeten'.

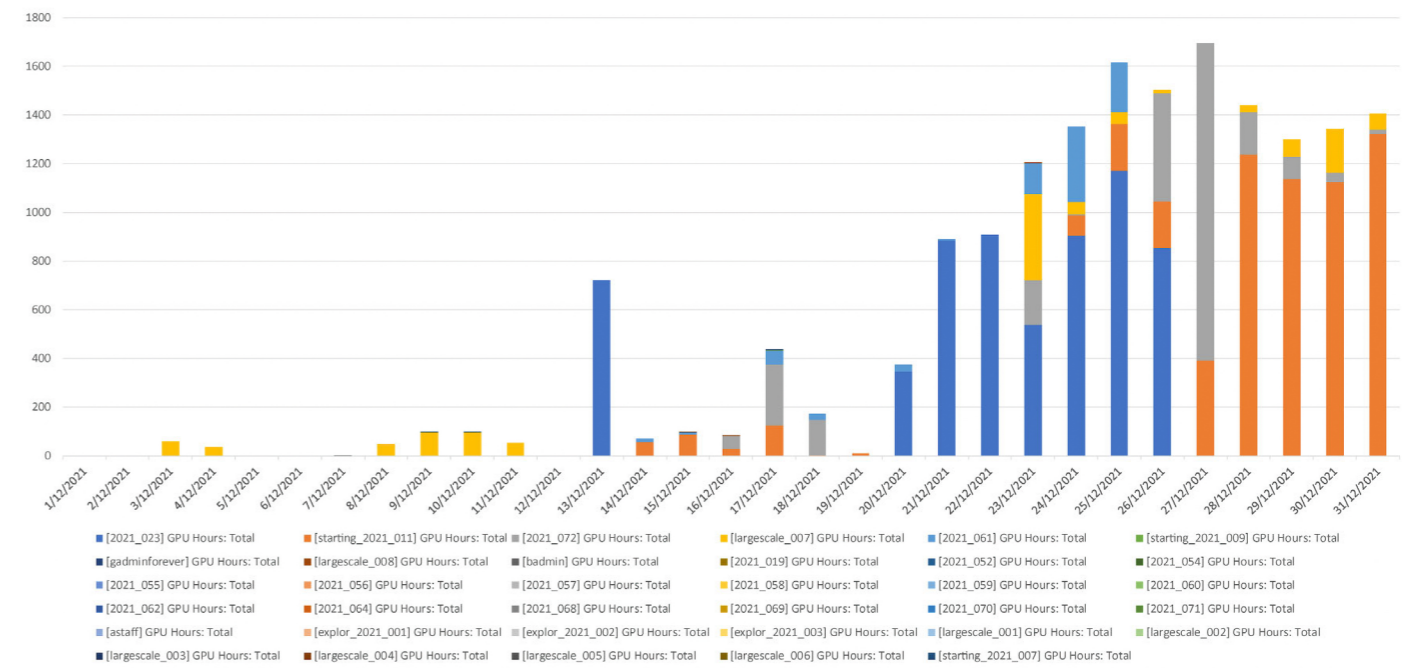
Ter gelegenheid van de inproductiestelling van Tier-1 Compute Hortense werd artwork ontwikkeld door <https://www.meneerheirman.com>. Dit artwork bevat verscheidene tongue-in-cheek verwijzingen, onder meer naar het leven en werk van Nicole-Reine Lepaute: een telraam, een spurtende komeet van Halley, een horlogeketting vermits Nicole-Reine haar echtgenoot uurwerkmaker af en toe hielp met bouwen en berekenen, Hortensia's die volgens een urban legend zijn vernoemd naar Nicole-Reine, maar ook een subtiele verwijzing naar de effectieve node naam van de Tier-1 Compute infrastructuur, dodrio.

(HORTENSE) pilootfase

In november 2021 startte de pilootfase van Hortense. Sindsdien hebben in totaal 35 projecten ongeveer 2 M core-uur en 40 k GPU-uur verbruikt. Daarvan waren er 9 large scale-projecten. 22 projecten waren reguliere Tier-1-projecten ingediend op de 2021/01, 2021/02 en 2021/03 cutoffs die tijd op Hortense kregen om de transitie van BrENIAC naar Hortense te kunnen voorbereiden. 7 andere waren industriële projecten. Verder werden er 29 Starting Grants toegekend.



Afbeelding 6. pilootgebruik op Tier-1 Compute Hortense in 2021 - CPU-gebruik



Afbeelding 7. pilootgebruik op Tier-1 Compute Hortense in 2021 - GPU-gebruik

Om de hardware en software implementatie van Tier-1 Hortense uitvoerig te testen, werd binnen de pilootfase een 'large-scale' call gelanceerd voor power users: gebruikers met uitgebreide expertise in het gebruik van HPC en/of GPU's, die op korte termijn een zware workflow konden draaien om compute nodes, storage, netwerk, etc. maximaal te stress-testen.

In totaal werden 9 projectvoorstellen ontvangen. Deze large-scale piloot projecten liepen tot eind maart 2022.

Title	Applicant	Scientific domain	CPU hours allocated	GPU hours allocated
Black Hole Accretion from First Principles with GRPIC	Bart Ripperda (KU Leuven)	Astronomy, astrophysics, other	7.225.344	3
Kinetic Simulations of Magnetorotational Turbulence	Fabio Bacchini (KU Leuven)	Astronomy, astrophysics, other	12.800.000	
Direct Numerical Simulations of stably stratified channel flow with spanwise heterogeneous surface temperature	Thijs Bon (KU Leuven)	Mechanical engineering	9.830.400	
Modeling flexo-electric properties from first principles methods	Tribhuvan Pandey (UAntwerpen)	Condensed matter and optical physics	4.608.000	
Atomic relaxation, electronic structure and magnetic order in U3O7	Rolando Saniz (UAntwerpen)	Materials Science	6.021.120	
Large-scale CFD simulations with implicit solvers in academic geometries	Joris Degroote (UGent)	Mechanical engineering	3.096.576	
Gromacs_PilotHortense	Mats Denayer (VUB)	Theoretical chemistry, quantum chemistry		48.000
Learning Intrinsically Motivated Options in the Arcade Learning Environment	Kevin Mets (UAntwerpen)	Computer science, other		16.800
Spoken digit classification using skyrmion reservoir computing	Jonathan Leliaert (UGent)	Condensed matter and optical physics		30.000

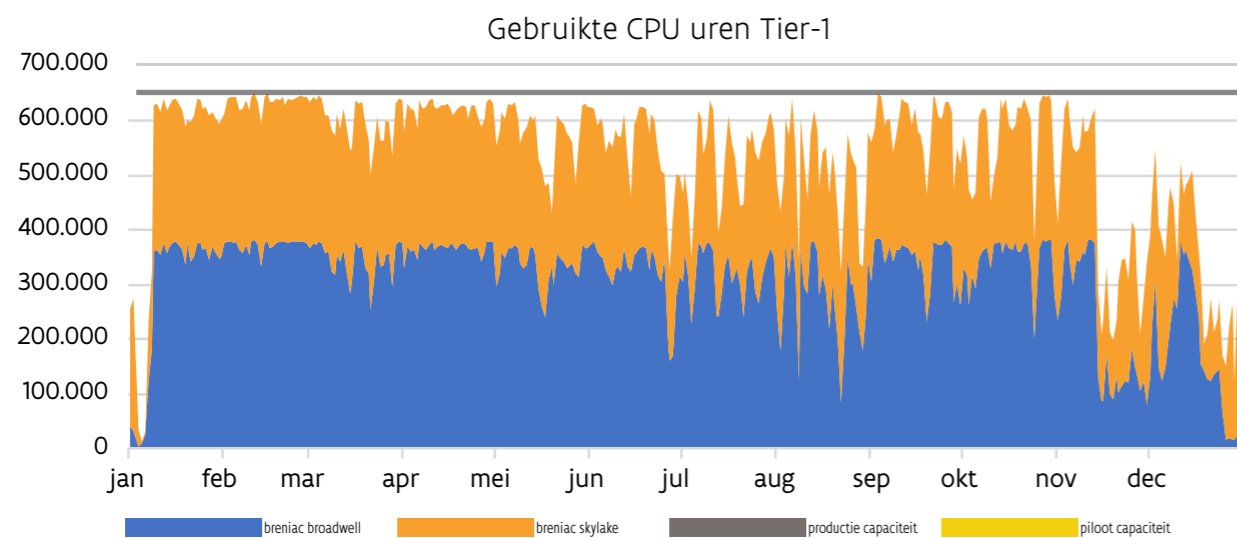
Tabel 6. Pilotprojectvoorstellen op Tier-1 Hortense

Exploitatie Tier-1b (BrENIAC)

Er was in 2021 over het algemeen een goede beschikbaarheid van de Tier-1b Compute infrastructuur BrENIAC, met een gemiddelde uptime boven de 95%. Er waren echter ook momenten met een significante downtime: de eerste week van januari werd het systeem gesloten omwille van problemen met enkele slecht werkende InfiniBand-kabels die ervoor zorgden dat de scratch storage instabiel was.

Bovendien was er ook een moment met gereduceerde bezetting omwille van onderhoudswerken in de UGent VSC hub in augustus. BrENIAC was weliswaar volledig beschikbaar tijdens deze periode maar kon tijdelijk niet worden gebruikt door de gebruikers van deze hub.

Tenslotte werden eind november de projecten van de cutoff van februari 2021 beëindigd. De piloot-fase van Hortense startte in november en er waren slechts enkele projecten van de cutoff van oktober 2021 die rekentijd op BrENIAC kregen. Het beperkte aantal projecten zorgde voor een verminderde bezetting van BrENIAC, nodig voor de voorbereiding van de stopzetting van de Broadwell nodes van BrENIAC in januari 2022.

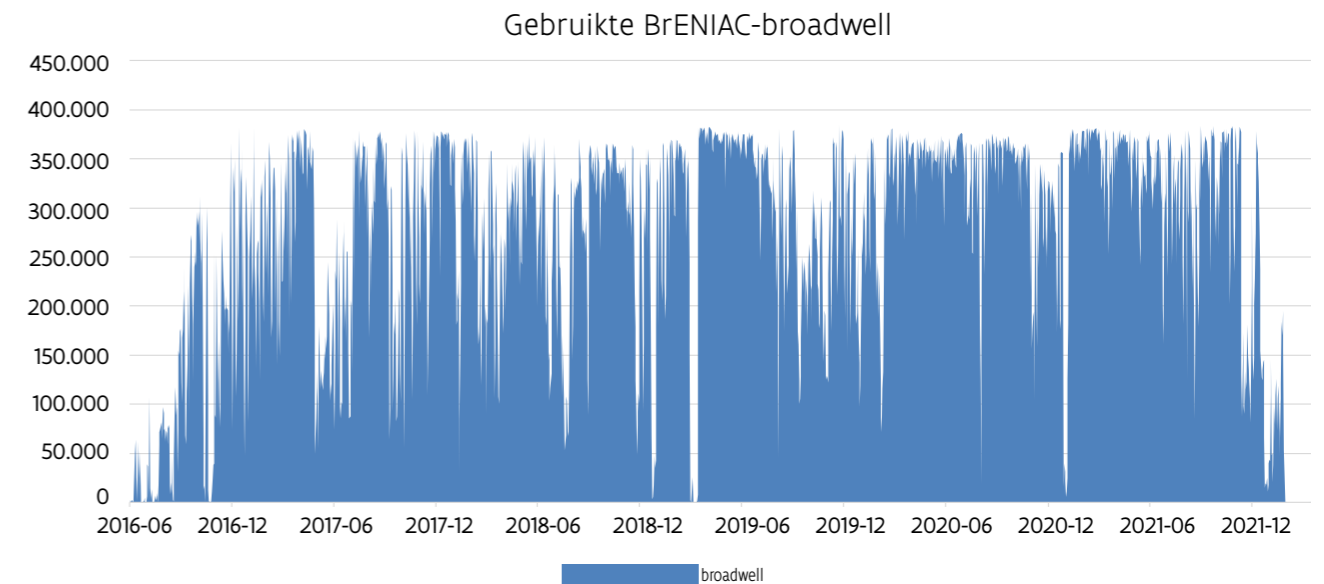


Afbeelding 8. Tier-1 bezetting in 2021

Tier-1b stopzetten fase 1

De eerste fase van de Tier-1b BrENIAC, de 580 Intel Broadwell nodes, geïnstalleerd in maart 2016, werd in januari 2022 stopgezet. Deze nodes werden een jaar langer in gebruik gehouden dan oorspronkelijk gepland om extra rekentijd te kunnen aanbieden in afwachting van de ingebruikname van Tier-1c Hortense, waarvan de installatie vertraging opliep door de COVID-19 pandemie.

In de bijna 6 jaar van dienst werden met de fase 1 van BrENIAC meer dan 800.000 node-dagen rekentijd gebruikt. Gemiddeld waren de Broadwell nodes voor 75% bezet, met piekmomenten van 98%.



Afbeelding 9. Overzicht bezetting BrENIAC-broadwell nodes

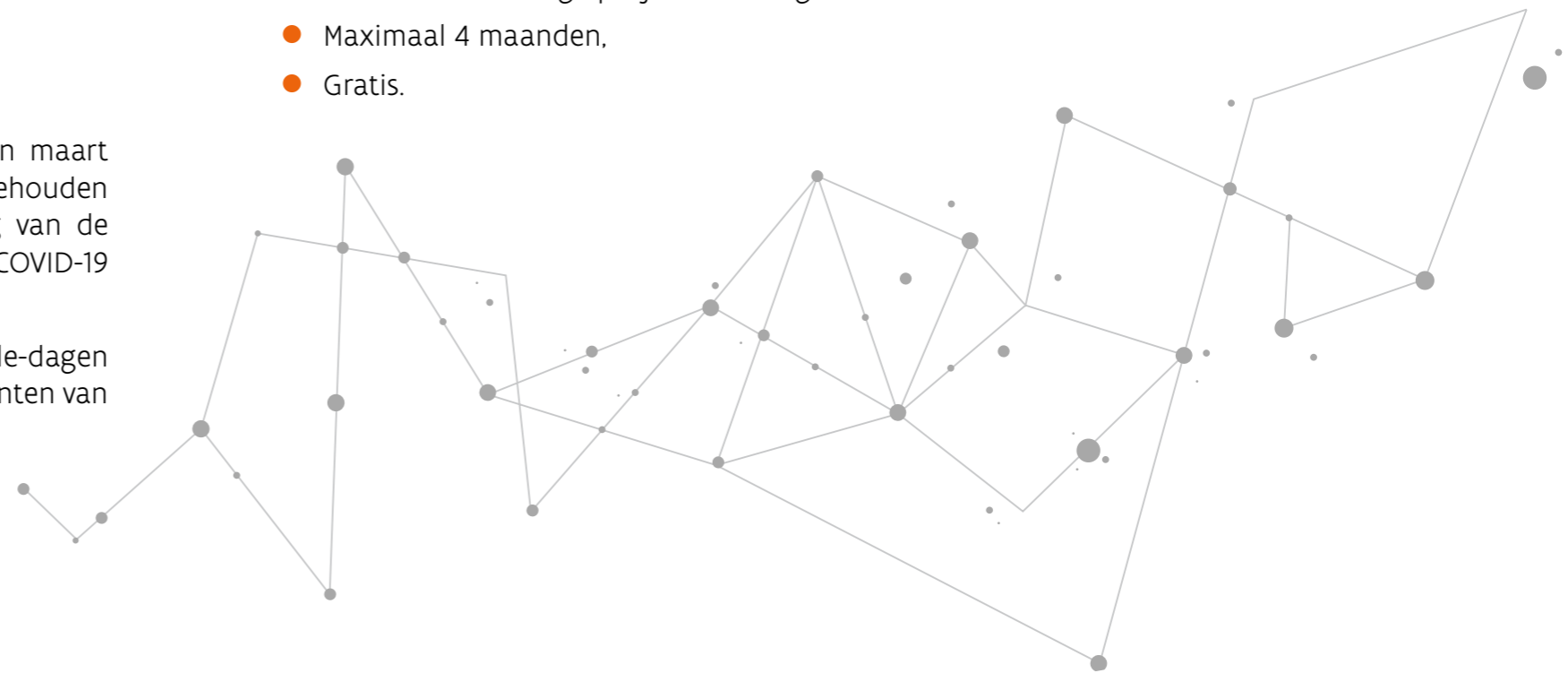
Tier-1 toekennen van rekentijd

Onderzoekers kunnen op verschillende manieren rekentijd bekomen op Tier-1. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen academische en niet-academische gebruikers.

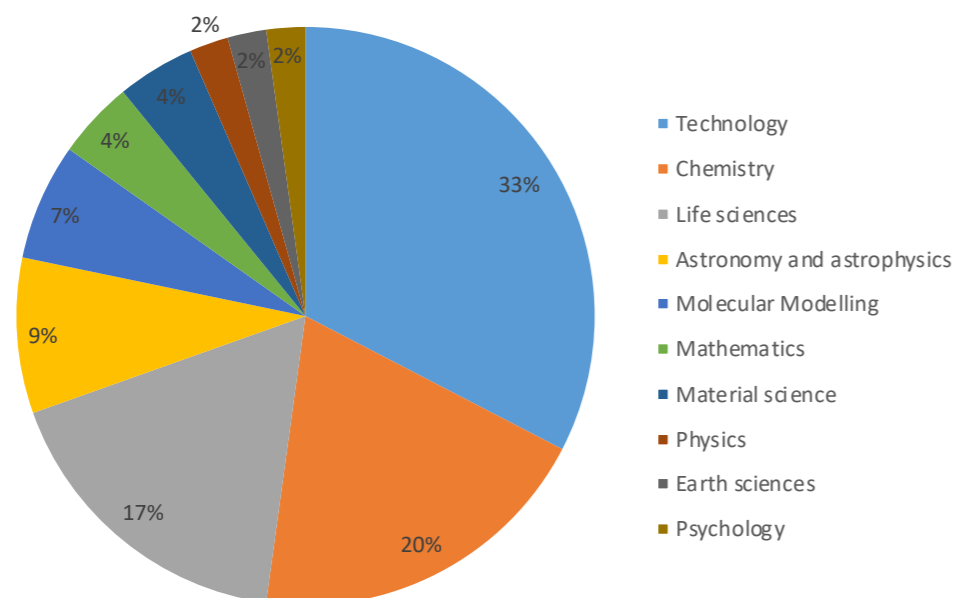
Voor onderzoekers verbonden aan een universiteit, een strategische onderzoeksinstelling (SOC) of een gelijkaardige onderzoeksinstelling bestaan de volgende toegangskanalen:

Starting Grant

- Maximaal 500.000 CPU-core-uren en 1.000 GPU-uren rekentijd,
- Kan op elk ogenblik aangevraagd worden, met snelle doorlooptijd,
- Om Tier-1 uit te proberen en benchmarks of softwaretests uit te voeren, als voorbereiding van een volwaardige projectaanvraag,
- Maximaal 4 maanden,
- Gratis.

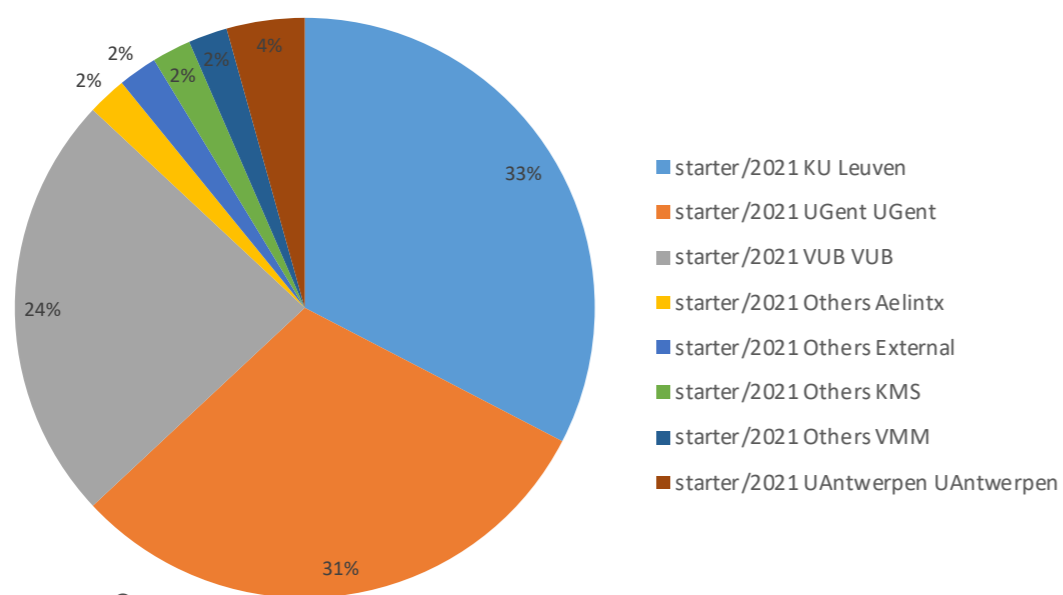


Er zijn in 2021 in totaal 46 Starting Grants toegekend, waarvan 15 in Technologie, 9 in Chemie, 8 in Life sciences, 4 in Astronomie en Astrofysica, 3 in Moleculaire Modelling, 2 in Wiskunde, 1 in Fysica, 1 in Aardwetenschappen en 1 in Psychologie.



Afbeelding 10. Totaal Starting Grants per wetenschappelijk domein

De verdeling per universiteit zag er als volgt uit: KU Leuven: 15, UGent: 14, VUB: 11, UAntwerpen: 2. Verder kregen ook Starting Grants: VLIZ (1), KMS (1), Aelintx (1) en VMM (1).

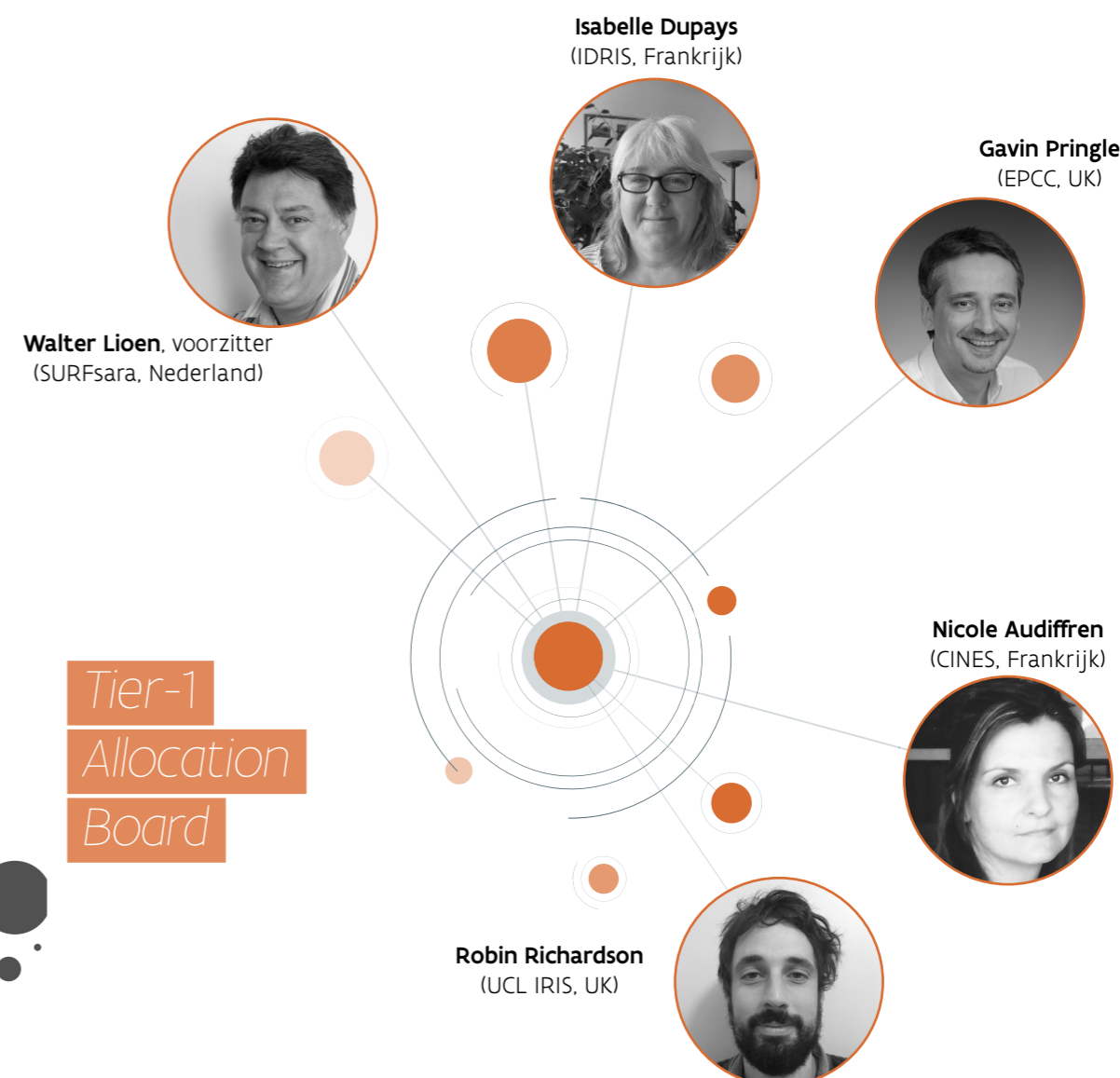


Afbeelding 11. Starting Grants per instelling

Project access

- Voor allocaties van 5 k core-uur en/of 1 k GPU-uur tot 5 M core-uur en/of 25 k GPU-uur
- Projectaanvragen beschrijven:
 - het kaderend wetenschappelijk project,
 - het consortium van gebruikers dat de berekeningen zal uitvoeren,
 - het financierend kanaal,
 - de rekentaken die zullen worden uitgevoerd (technisch),
 - de software die zal worden aangewend,
 - desgevallend, welke wetenschappelijke resultaten werden bekomen met vorige Tier-1 project allocaties.
- Projectaanvragen kunnen steeds ingediend worden, maar worden op 3 momenten in het jaar geëvalueerd door de Tier-1 Allocation Board
- Gratis

Voor het beoordelen van de Tier-1 projectaanvragen werd een Tier-1 Allocation Board ingesteld. Hierin zetelen vijf buitenlandse deskundigen:



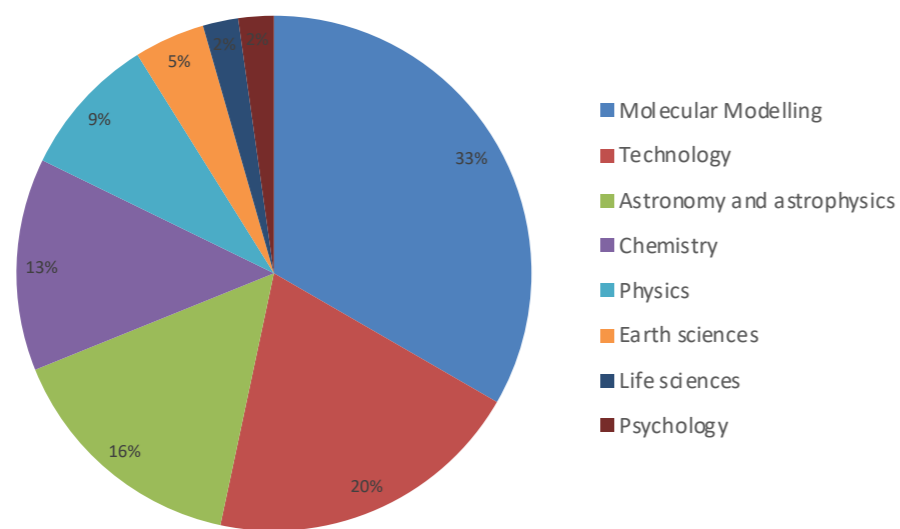
Het FWO staat in voor het secretariaat. De HPC-coördinatoren van de Vlaamse universiteiten worden als waarnemers uitgenodigd om aan de vergaderingen van de Tier-1 Allocation Board deel te nemen.

Bovengenoemde commissie evalueert de aanvragen en beslist of de gevraagde rekentijd geheel, gedeeltelijk of helemaal niet toegekend wordt.

In drie ronden zijn er in 2021 in totaal 71 projecten ingediend voor een totaal van 299.551 node-dagen. 65 projecten werden toegekend voor een totaal van 282.836 node-dagen. In de eerste twee projectronden die tijdens 2021 zijn geëindigd (2021/01 en 2021/02), werd 92% en 81% van de toegekende tijd opgebruikt. Voor laatste projectronde (2021/03) werd maar 22% van de toegekende tijd opgebruikt omdat de meeste projecten van deze projectronde ook rekentijd kregen op het nieuwe Tier-1c systeem, Hortense, om de migratie voor te bereiden.

Net zoals bij HPC-clusters in het buitenland zijn scheikunde, natuurkunde en de ingenieursdomeinen goed vertegenwoordigd.

- ▶ **33,33 % Moleculaire Modelling**
- ▶ **20,00 % Technologie**
- ▶ **15,56 % Astronomie en Astrofysica**
- ▶ **13,33 % Chemie**
- ▶ **8,89 % Fysica**
- ▶ **4,44 % Aardwetenschappen**
- ▶ **2,22 % Life sciences**
- ▶ **2,22 % Psychologie**



Afbeelding 12. Verdeling toegekende projecten in 2021 Tier-1 per wetenschappelijk domein

In de bijlage is een overzichtslst te vinden van de toegekende projecttoekenningen in 2021.

Collaborative Grant

Collaborative Grants hebben als doel de samenwerking te stimuleren tussen onderzoeksgroepen over de instellingsgrenzen heen.

- Wordt gevraagd door een consortium van onderzoeksgroepen minstens 3 verschillende publieke onderzoeksinstellingen met een goed gedefinieerd gemeenschappelijk onderzoeksdoel.
- Voor allocaties van maximum 10 M core-hours en/of 75 k GPU-hours.
- Het project heeft een looptijd van 12 maanden
- Kan jaarlijks verlengd worden

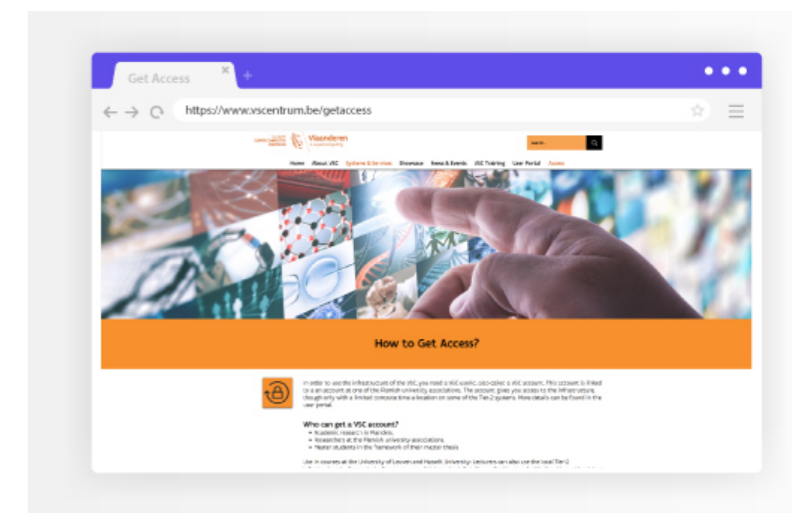
Voor onderzoekers uit de industrie zijn er eveneens twee toegangskanalen om Tier-1 rekentijd te bekomen:

Exploratory Access

- Maximaal 500 node-dagen rekentijd
- Om de Tier-1 gebruikersomgeving uit te proberen, benchmarks of softwaretests uit te voeren
- Gratis

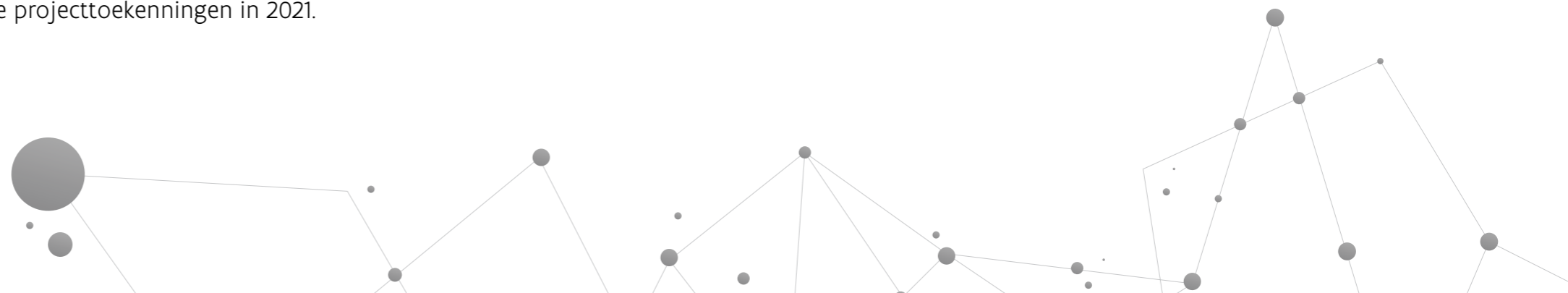
Full Access

- Bedrijven kunnen een overeenkomst sluiten met de Tier-1 huisvestende instelling en FWO om rekentijd af te nemen
- Full cost-aanrekening van verbruikte rekentijd en gebruikte storage
- De tarieven waaraan industriële gebruikers Tier-1 rekentijd kunnen kopen, zijn weergegeven op <https://www.vscentrum.be/getaccess>
- Tier-1 Compute BrENIAC: 13 euro per CPU compute node per dag
- Tier-1 Compute Hortense: 19 euro per CPU compute node per dag, 94 euro per GPU compute node per dag



Afbeelding 13. "How to Access" pagina

Daarnaast kunnen onderzoekers uit de industrie ook toegang krijgen tot Tier-1 in het kader van een onderzoeksproject in samenwerking met een publieke Vlaamse onderzoeksinstelling.



Data

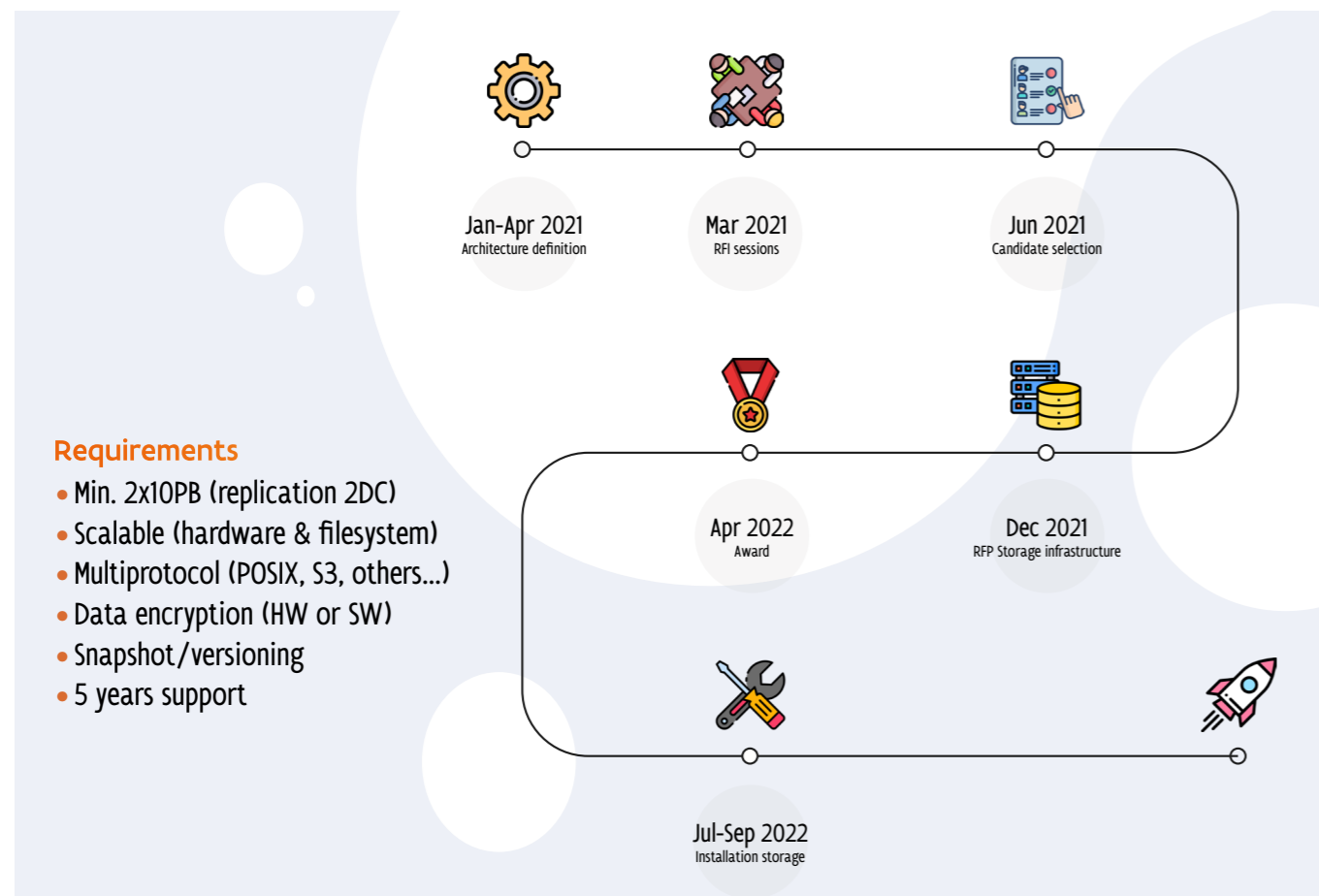
De Tier-1 Data-component zorgt ervoor dat onderzoeksdata van VSC-gebruikers tijdens de actieve fase van de data levenscyclus dicht bij de Compute- en/of Cloud-infrastructuur blijven. De actieve fase omvat het aanmaken, wijzigen, aanvullen, en gebruiken van de gegevens gedurende de looptijd van het project (typisch 2 tot 4 jaar). Tegelijkertijd wordt het makkelijker om grote datasets van en naar VSC-infrastructuur te migreren.

In 2021 lag de focus van de activiteiten voor de Tier-1 Data-component op de verdere opbouw van de piloot-infrastructuur en de aankoopprocedure voor de storage backend voor de productieomgeving.

De KU Leuven keurde op 7 juni 2021 een opdracht goed voor levering, installatie, onderhoud en consultancy van een data-platform voor onderzoeksdata en voor het sluiten van een raamovereenkomst voor bijkomende leveringen en diensten na installatie van het data-platform.

In het voorjaar bereidde men het bestek voor voor het data-platform. Het nieuw storage systeem zal een minimaal bruikbare capaciteit van 10 PB (bruto maal 2 voor redundantie in twee datacenters). Het systeem zal schaalbaar zijn en moet toegankelijk zijn met meerdere protocollen (POSIX, S3, ...). Het aanbieden van een mechanisme voor encryptie at rest, voor snapshots, of versieoning wordt als een toegevoegde waarde beschouwd.

April 2022 is de beoogde afrondingsperiode voor de aanbestedingsprocedure.



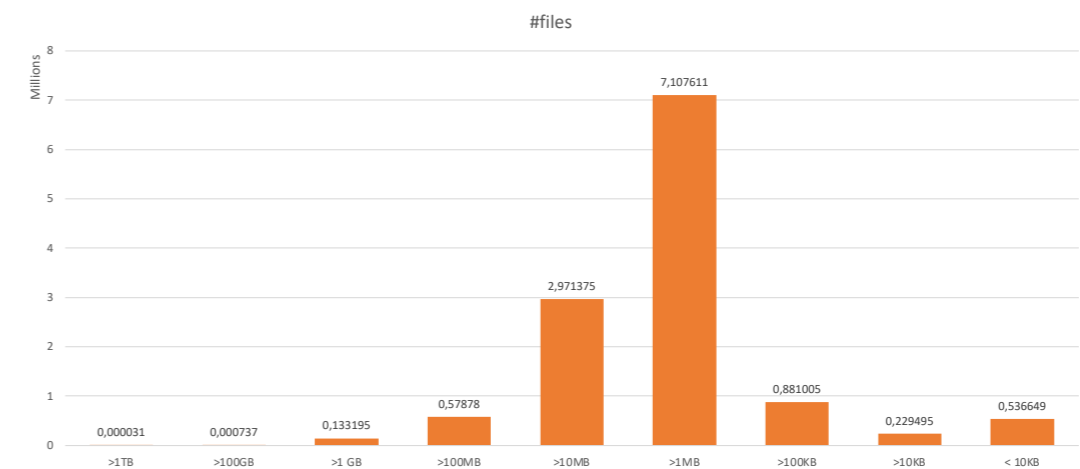
Afbeelding 14. Tier-1 data acquisition timeline

In 2021 hebben vijf pilootprojecten het Tier-1 Data-platform getest:

- Storage4Climate: een samenwerkingsproject tussen 5 onderzoeksgroepen van drie Vlaamse universiteiten (UGent, VUB en KU Leuven) rond klimaatverandering.
- CLARIAH-VL: een International Research Infrastructure (IRI) gefinancierd door het FWO met als doel het gebruik van geavanceerde digitale tools te bevorderen in het domein van geestes- en sociale wetenschappen.
- VIB-Galaxy: Dit project onderzoekt de mogelijkheid om de Tier-1 Data-component te gebruiken als storage backend voor de Galaxy portal (usegalaxy.be) die beheerd wordt door VIB en in de Tier-1 Cloud-component is gehost.
- VIB-ASAP: Het ASAP-project (Aligning Science Across Parkinson's) onderzoekt hoe erfelijke en nieuwverworven DNA-varianten het risico op het ontwikkelen van ziekte van Parkinson verhogen. De Tier-1 Data-component zal hier dienen als centrale opslag van genomische datasets die zowel met de Tier-1 Compute als de Tier-2 systemen geanalyseerd worden.
- FlandersMake: is het strategisch onderzoekscentrum voor de maakindustrie. Dit project zal beelden en metadata van het 3D-printen van metalen voorwerpen opslaan in de Tier-1 Data-component. Die datasets zouden dan vanuit verschillende HPC-systemen gebruikt worden om Machine Learning modellen te trainen om fouten in productieproces vroegtijdig te ontdekken.

De vijf piloten gebruiken in totaal 1,2 PB wat bijna 77% is van de totaal beschikbare capaciteit in de piloot infrastructuur met een totaal van 58 actieve gebruikers.

Er zijn meer dan 12 miljoen data objecten opgeslagen waaronder 81% redelijk grote files (tussen 1 MB en 100 MB). Die objecten hebben meer dan 1 miljoen metadata-attributen, waarvan ongeveer 300 overeenkomen met unieke attribuutnamen.



Afbeelding 15. Overzicht van aantal files op het Tier-1 dataplatform

Een belangrijke taak van het Tier-1 Data team tijdens 2021 was ook de ondersteuning van de gebruikers. Er werden een aantal nieuwe functionaliteiten geïmplementeerd en getest. Ook werden een aantal processen geautomatiseerd. Daarnaast werd er trainingmateriaal en gedetailleerde documentatie over het gebruik van de Tier-1 Data-component beschikbaar gemaakt. In totaal werden 58 tickets opgelost in het centrale Tier-1 Data support-systeem.

Aankoop Globus online subscriptie

In het kader van het Tier-1 SaaS project besliste het VSC om een High Assurance Globus subscriptie voor 3 jaar aan te kopen voor alle VSC consortiumpartners (Associatie Universiteit & Hogescholen Antwerpen, Universitaire Associatie Brussel, Associatie Universiteit Gent, Associatie KU Leuven en Associatie Universiteit-Hogescholen Limburg). Bovendien werden ook subscripties voor 3 jaar gekocht voor 3 Globus storage connectors: iRODS connector, OneDrive connector en Google Drive connector.

De aankoopprocedure startte in het voorjaar 2021 en werd uitgevoerd door de KU Leuven. Het contract met de verkoper van Globus (University of Chicago) namens alle consortiumpartners werd ondertekend op 22 maart 2022. De uitrol van de Globus licenties voor alle partners zal in april 2022 starten.

Globus online (www.globus.org) is een softwareoplossing om gegevens te kunnen uitwisselen op een veilige, snelle en betrouwbare manier tussen verschillende opslagoplossingen.

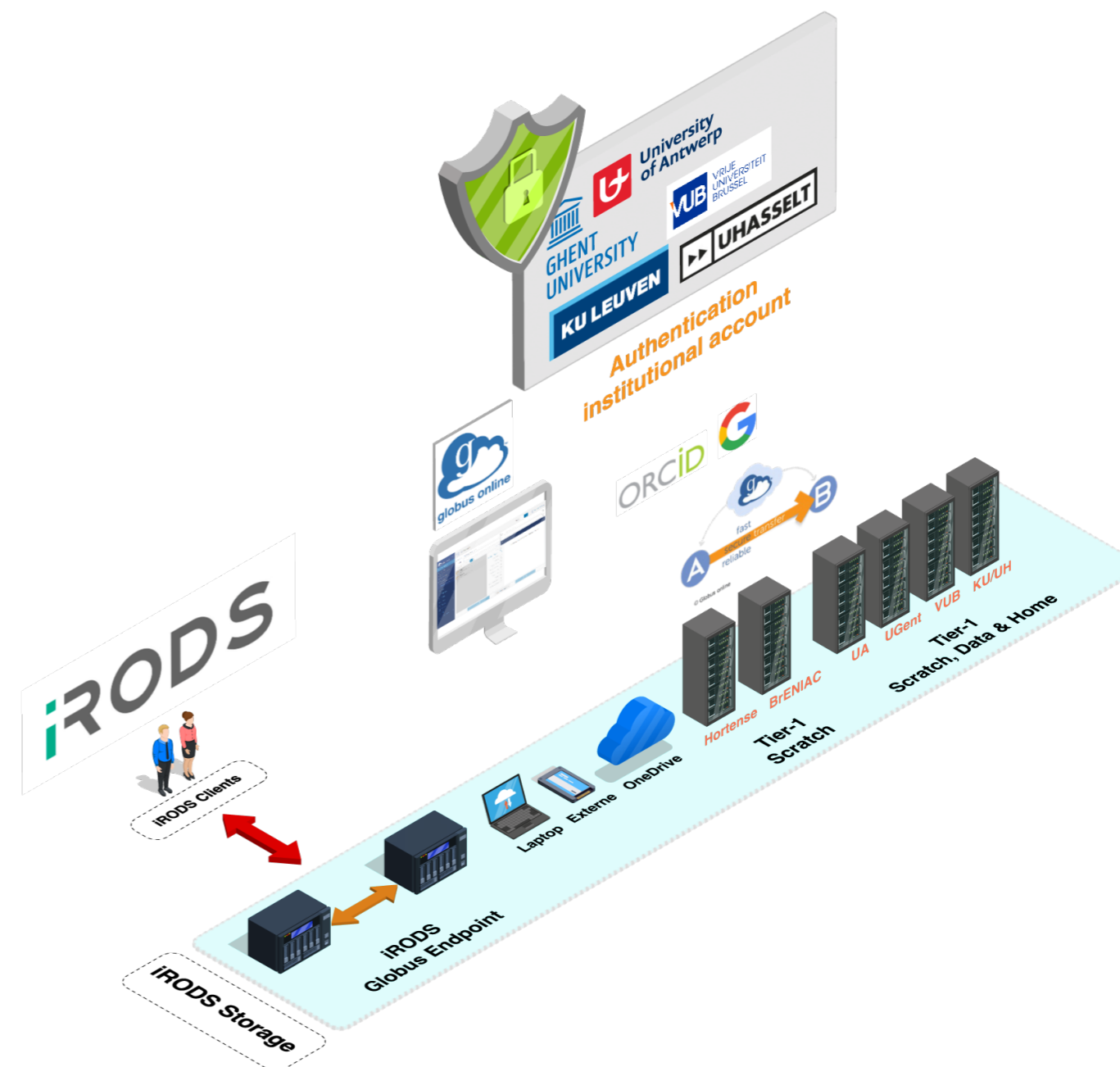
De Globus software biedt de volgende functionaliteiten aan:

- Geavanceerd identiteitsbeheer, eenmalige aanmelding en autorisatiemogelijkheden
- Parallele gegevensoverdracht op basis van het GridFTP-protocol met automatisch foutherstelmechanisme.
- Meerdere opslagconnectoren om diverse opslagoplossingen online beschikbaar te maken voor Globus. Onder andere: iRODS-connector, OneDrive-connector en Google drive-connector.
- Creëren van gedeelde collecties met toegangscontrole om gegevens te delen met andere gebruikers en groepen met zowel medewerkers binnen dezelfde instelling als van externe instellingen.
- High Assurance-configuratie voor gevoelige gegevens, waaronder:
 - Extra authenticatiecontroles voor gegevenstoegang
 - Isolatie van applicaties en apparaten
 - Geforceerde encryptie bij overdracht
 - Audit-login

De Globus online software zal gebruikt worden om de functionaliteiten van het Tier-1 Data-platform uit te breiden. Dankzij de iRODS Globus connector zal de Tier-1 Data-component ook toegankelijk zijn vanuit alle Globus interfaces (Globus portal, CLI en API). Dit zal onderzoekers in staat stellen om op een betrouwbare manier data te kunnen uitwisselen tussen bijvoorbeeld de scratch storage van de Tier-1 en Tier-2 HPC systemen en het Tier-1 Data-platform. Globus biedt ook de optie om recurrente transfers te kunnen programmeren of data tussen twee storage systemen te synchroniseren.



Afbeelding 16. Globus website



Afbeelding 17. Tier-1 Data: Globus online

Tenslotte kunnen onderzoekers datasets die via Globus online als endpoint zichtbaar zijn (bijv. Tier-1 Data of Tier-1 Compute scratch), gemakkelijk delen met externe onderzoekers die geen instellings- of VSC-account hebben (Globus Guest collections subscription).

Cloud

Onderzoekers die de VSC Tier-1 HPC services gebruiken, hebben ook vaak nood aan een flexibelere omgeving waarin ze kunnen gebruikmaken van software of services die niet geschikt zijn voor een grootschalig HPC-systeem, zoals op maat gemaakte softwarepakketten, interactieve data-analyses, workflow portals, data-visualisatie en specifieke pre- en postprocessing-taken.

De Tier-1 Cloud-component lenigt deze nood door een Cloud service gebaseerd op OpenStack te implementeren die 'on demand' resources aanbiedt in een meer flexibele en cloud-achtige manier. De Tier-1 Cloud-component biedt Infrastructure as a Service (IaaS) capaciteiten om resources in te zetten zoals virtual machines (VMs), storage of netwerk met volledige controle door de gebruikers van deze resources. Tegelijk wordt gewerkt aan een uitbreiding van verscheidene hoog niveau services die worden aangeboden via een ready-to-use catalogoog van templates, die het eenvoudig maken om databanken of web servers met slechts een paar muisklikken op te zetten.

Voor de operationele en infrastructuuraspecten was 2021 een goed voorbeeld van een productiejaar, met een aantal aanpassingen aan de omgeving, grotendeels transparant voor de gebruiker; en ook met een investering die wel merkbaar zal zijn voor de gebruikers.

Concreet werd een nieuw monitoring systeem op basis van STF 1.3 uitgerold (inclusief functionele cloud tests). Er werd ook een nieuw dashboard opgezet voor de Ceph storage backend van de cloud omgeving. De volledige omgeving werd up-to-date gehouden (laatste productie omgeving RHOSP 16.1.6), en in de testomgeving werd ook de upgrade naar RHOSP 16.2 en RHEL 8.4 voorbereid (in productie in februari 2022).

Eind 2021 werden ook 4 nieuwe Ceph storage servers aangekocht met als specifiek doel om I/O intensieve lasten mogelijk te maken (ideaal voor bijvoorbeeld databases). Deze storage is begin februari 2022 ook in gebruik genomen.

Aan de gebruikerszijde was er eerst en vooral de lancering van de VSC cloud op 20 mei 2021 tijdens een 2 uur durend online event (<https://www.vscentrum.be/events/vsc-tier-1-cloud-launch-event>). Er waren 161 deelnemers.



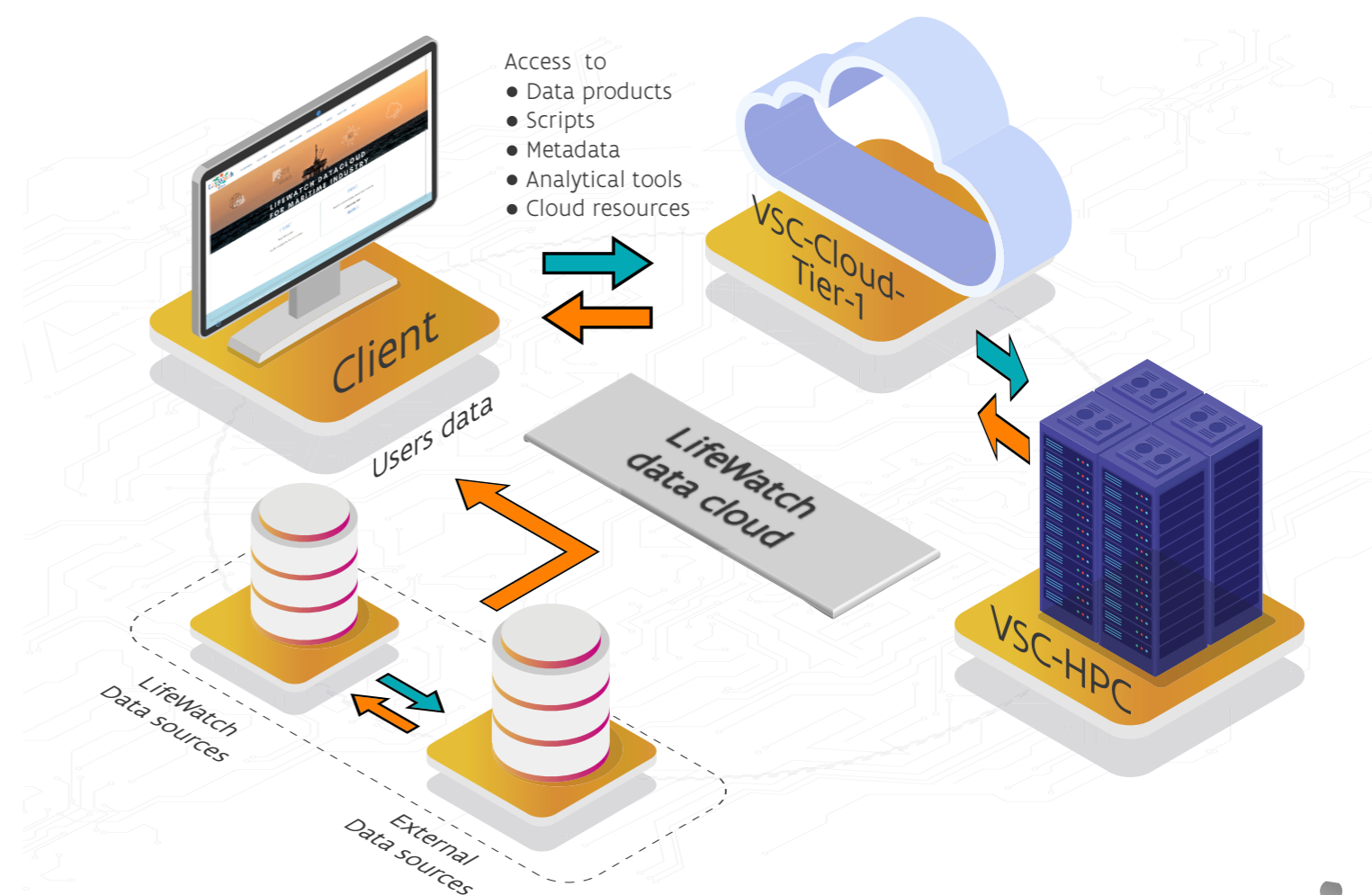
Afbeelding 18. Illustratie van Tier-1 Cloud Launch Event

Met de VSC Tier-1 Cloud officieel in productie, waren er in 2021 reeds 3 projectoproepen, met 14 aangevraagde en goedgekeurde project aanvragen (inclusief "regularisatie" van de pilootprojecten).

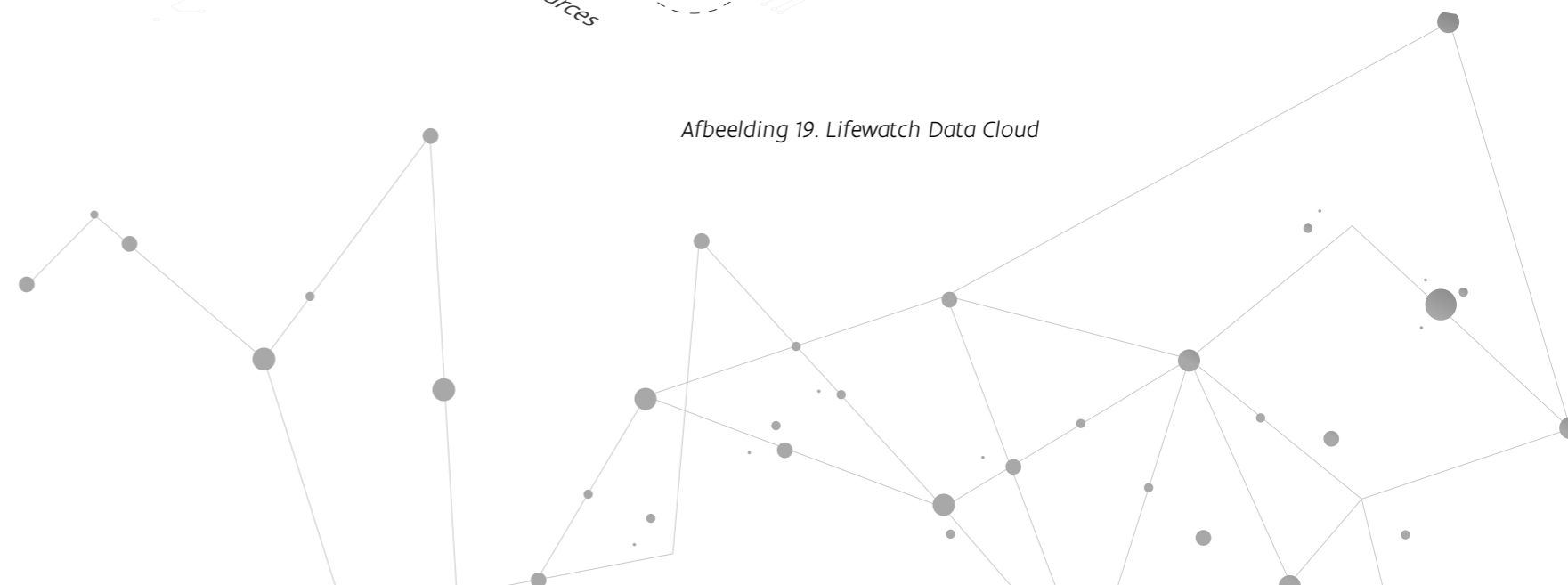
Bij de laatste oproep van 2021 was er enkel een Starting Grant aangevraagd (en goedgekeurd).

Het is duidelijk dat er blijvende aandacht nodig is om het gebruik van de Cloud-component te promoten.

In deze oproepen werd ook duidelijk dat naast grotere projecten zoals UseGalaxy (VIB) en Lifewatch Data Cloud (VLIZ), er ook nood is aan een oplossing voor kleinschaligere projecten.



Afbeelding 19. Lifewatch Data Cloud



Integratie

In 2021 werd ook een aantal aspecten rond integratie uitgewerkt. Eerst werd het huidige contract met Belnet uitgebreid om redundante aansluitingen te voorzien voor de UGent en KU Leuven sites waar de Tier-1 SaaS infrastructuur (Compute, Data en Cloud) wordt gehost. De installatie en de configuratie van de twee extra netwerk aansluitingen werd eind 2021 uitgevoerd.

Verder werd er gewerkt aan een aankoopprocedure om een consulting opdracht af te sluiten met het consultancybedrijf Deloitte. Bedoeling is om advies te krijgen omtrent het behalen van een ISO 27001 certificaat voor de Tier-1 Compute infrastructuur. In 2020 werden de eerste stappen van dit traject (WP1 en WP2) uitgevoerd. Die nieuwe opdracht bouwt voort op de reeds uitgevoerde stappen WP1 en WP2 (en focust op de volgende Werkpakketten (WP3, WP4 en WP5). Het is gepland om het werk voor WP3 te starten vanaf juni 2022.

Tenslotte werd ook een aantal projecten gestart om het Tier-1 platform gebruiksvriendelijker en toegankelijker te kunnen maken:

- Een haalbaarheidsstudie en implementatie voor ondersteuning externe IdPs: er werd een vooronderzoek uitgevoerd om de haalbaarheid van het toevoegen van externe Identity Providers (IdPs) aan de VSC account-pagina (AP) te analyseren. Om de afhankelijkheid van zgn. externe instellingsaccounts (een obstakel voor industrie en andere onderzoeksinstellingen) te verminderen of zelfs weg te werken, zal bekeken worden hoe de AP kan gekoppeld worden met IdPs die geen deel uitmaken van de Belnet federatie (bijv. Azure AD of lokale authenticatie mechanismen).
- Ontwikkeling project portal: er werden de eerste stappen gezet voor het maken van een centrale projectportalsite die toelaat om projecten en Starting Grants te beheren en automatiseren. Dit vereiste vroeger veel manuele stappen (bevoegde personen kunnen nieuwe projecten of Starting Grants aanmaken, of toegewezen resources aanpassen; een REST API wordt voorzien zodat de componenten m.b.v. scripts de nodige aanpassingen kunnen doen; en de gebruikers zelf kunnen de staat van hun project opvolgen).

Tier-2 infrastructuur

In deze sectie wordt een overzicht gegeven van de Tier-2 infrastructuur die binnen de verschillende Vlaamse universiteiten beschikbaar is. Het gebruik ervan wordt eveneens geïllustreerd.

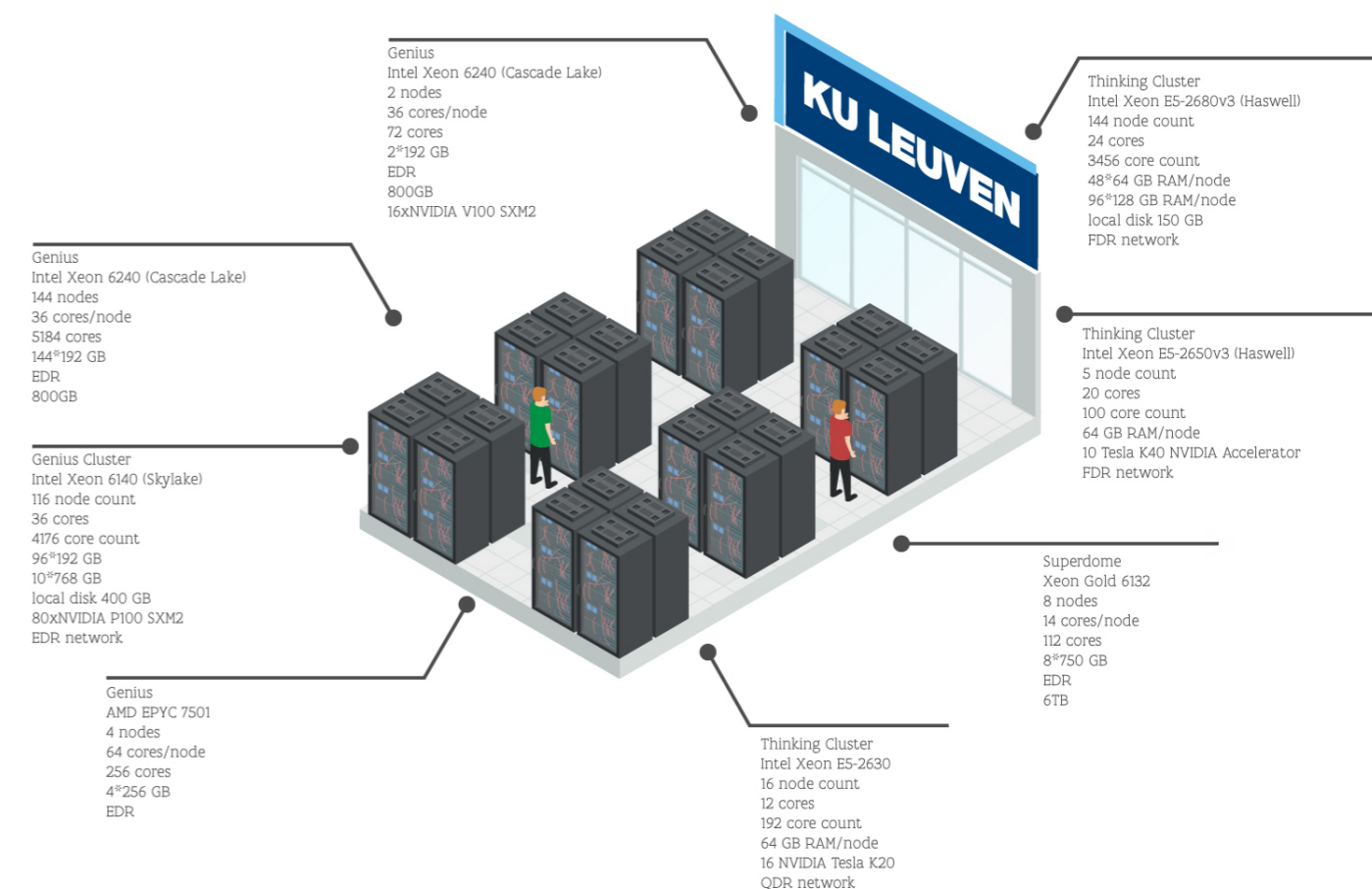
Beschikbare infrastructuur

► KU Leuven en Universiteit Hasselt

Voor de Tier-2 infrastructuur werken de KU Leuven en de UHasselt samen.

De infrastructuur bestaat uit:

- 1 cluster, 6 partities
- 969 TF
- 13.440 CPU cores
- 76 TB geheugen
- 96 GPU devices / 368.640 cuda cores



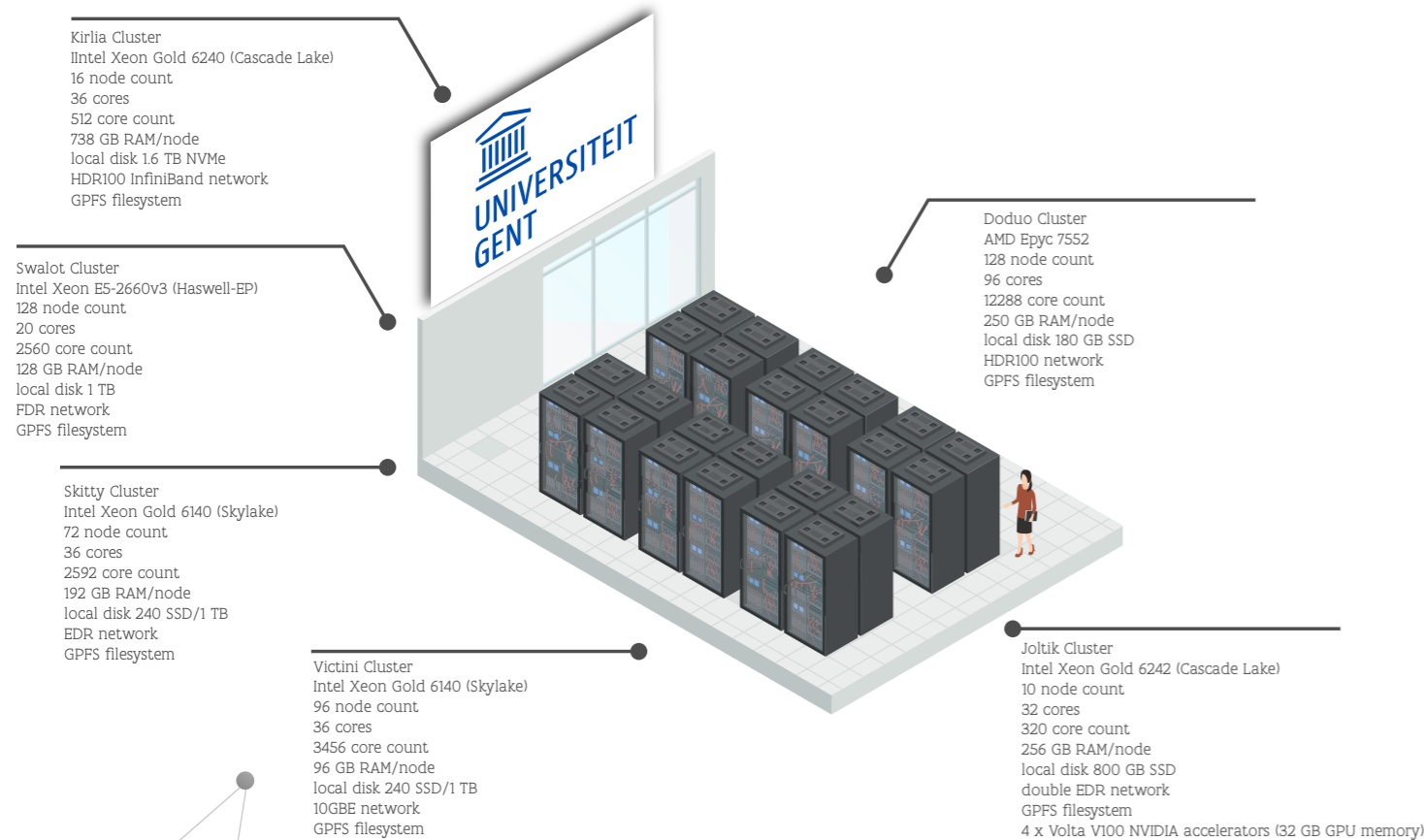
Afbeelding 22. Tier-2 infrastructuur KU Leuven – UHasselt

In 2021 werd het laatste deel van ThinKing uitgefaseerd. Deze cluster werd in 2014 voor het eerst in gebruik genomen, de laatste uitbreiding was in 2016. Dit heeft onze Genius Tier-2 cluster omgeving voorlopig teruggebracht op 10 K cores. Een aankoopprocedure voor een nieuwe cluster werd in 2021 uitgevoerd. De nieuwe machine zal in 2022 operationeel worden en voor een verdubbeling van de rekencapaciteit zorgen.

In april 2021 is een nieuw parallel filesystem in gebruik genomen. De netto capaciteit (3 PB) is 3 keer groter dan voorheen. De onderliggende technologie is nu Lustre. Met de verhoging van capaciteit en performantie is het systeem klaar om ook door de nieuwe cluster gebruikt te worden..

► **Universiteit Gent**

- De Tier-2 infrastructuur van UGent is opgebouwd uit verschillende clusters, elk met specifieke kenmerken:
- 7 clusters in productie
- 885 TF CPU, 300 TF GPU
- 21.792 CPU cores, 25.600 GPU Tensorcores
- 82 TB bruikbaar geheugen



Afbeelding 23 Tier-2 infrastructuur UGent

In de loop van 2021 werden volgende infrastructuur wijzigingen doorgevoerd:

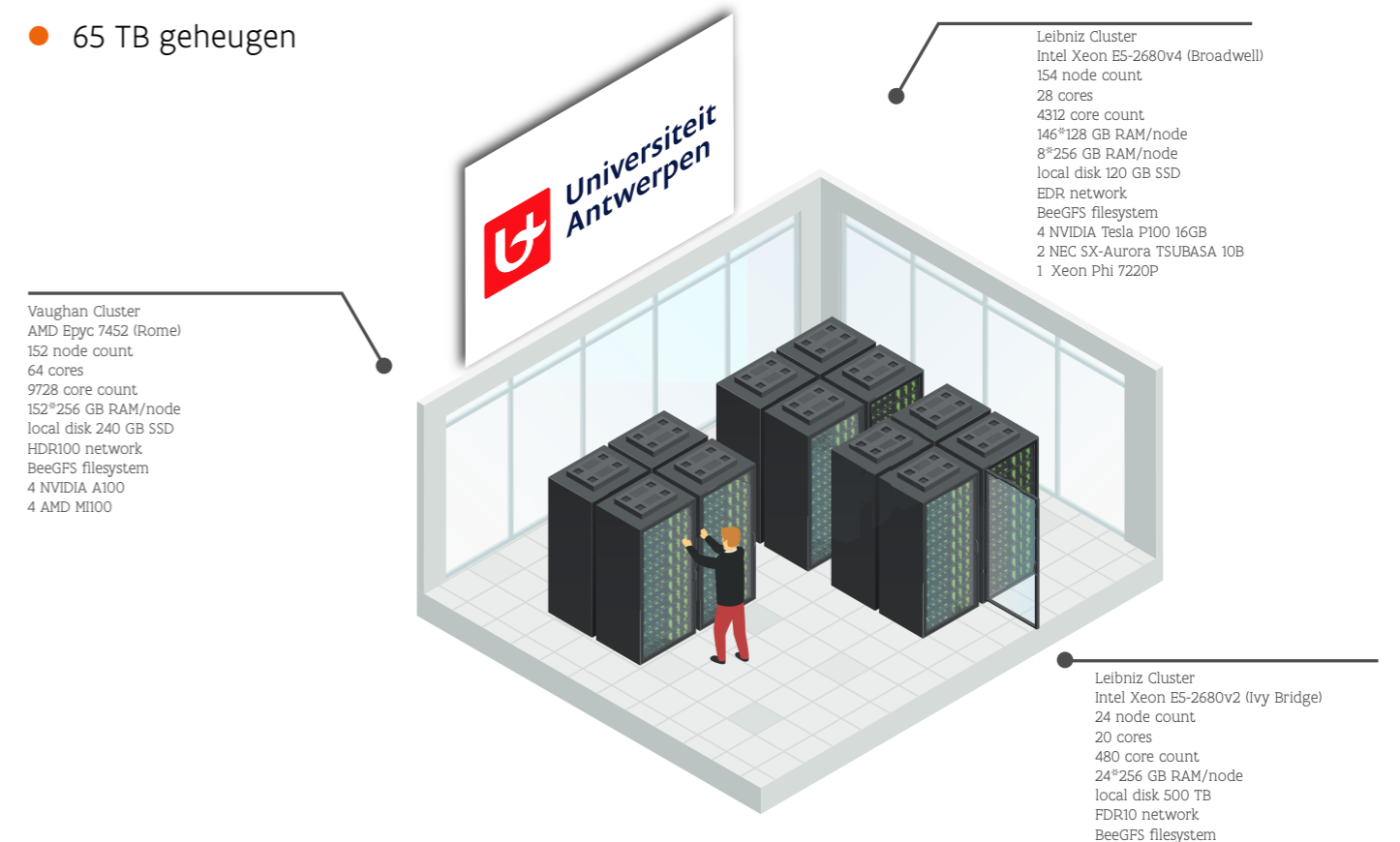
- Cluster phanpy werd gedecommissioneerd.
- Cluster doduo werd in productie genomen. Dit is een AMD-gebaseerde CPU cluster met een HDR-100 InfiniBand netwerk dat MPI jobs mogelijk maakt.
- Nieuwe GPU cluster accelgor werd geïnstalleerd en geïntroduceerd bij piloot gebruikers voor tests.
- Nieuwe job command wrappers werden geïntroduceerd (qsub, qstat, qdel, etc.) op alle Tier-2 clusters als frontend voor het Slurm scheduling systeem. Deze job wrappers volgen grotendeels de manier waarop jobs worden behandeld door het Torque PBS systeem (dat eerder reeds werd verlaten), maar deze manier van werken wordt veelvuldig gebruikt door gebruikers en is uitvoerig gedocumenteerd in de HPC user manual.

► **Universiteit Antwerpen**

Begin januari 2021 werd de Vaughan cluster (2020) uitgebreid met 48 extra nodes, en later op het jaar ook nog met 3 accelerator nodes.

De Tier-2 infrastructuur bestaat uit de clusters Leibniz en Vaughan:

- 540 TF CPU, 106 TF GPU
- 14.464 CPU cores
- 7 accelerator nodes (een node met Xeon Phi 7220P, een node met NEC SX-Aurora TSUBASA 10B, twee nodes met 2 Tesla P100, een node met 4 NVIDIA A100, twee nodes met 2 AMD MI100)
- 65 TB geheugen

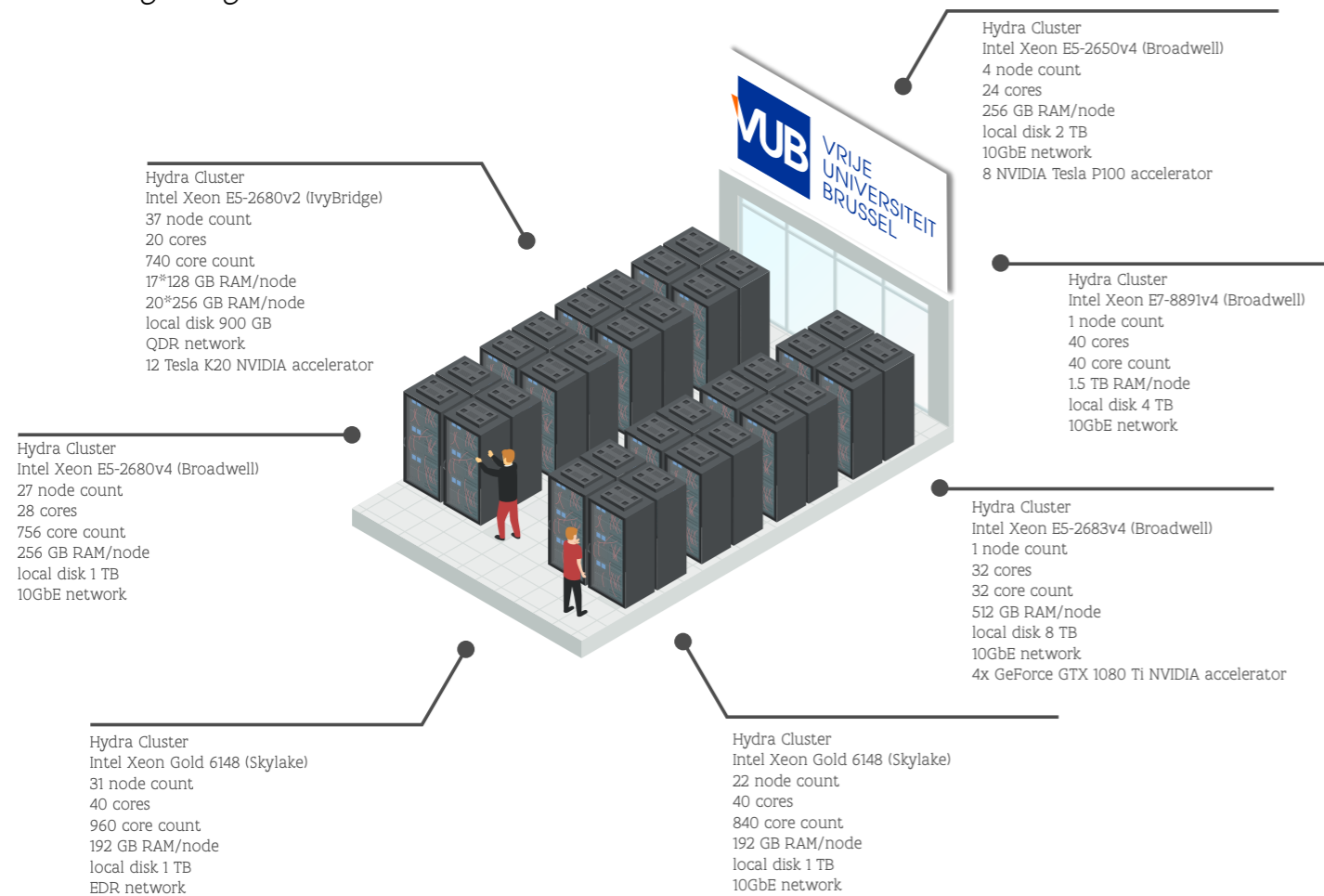


Afbeelding 24 Tier-2 infrastructuur UAntwerpen

► **Vrije Universiteit Brussel**

De Tier-2-infrastructuur aan de Vrije Universiteit Brussel (VUB) ziet er als volgt uit:

- 1 cluster / 8 partities
- 208 TF CPU, 175 TF GPU
- 3.460 CPU cores / 143.872 GPGPU cores
- 24 TB geheugen



Afbeelding 25. Tier-2 infrastructuur VUB

Aan de VUB werd gekozen om uitbreidingen steeds binnen dezelfde Hydra-omgeving te doen, wat efficiënter is voor zowel de gebruikers als het managementteam. Dit heeft dan wel een heterogenere cluster tot gevolg. De cluster beantwoordt op die manier aan specifieke noden van verschillende onderzoeksgroepen.

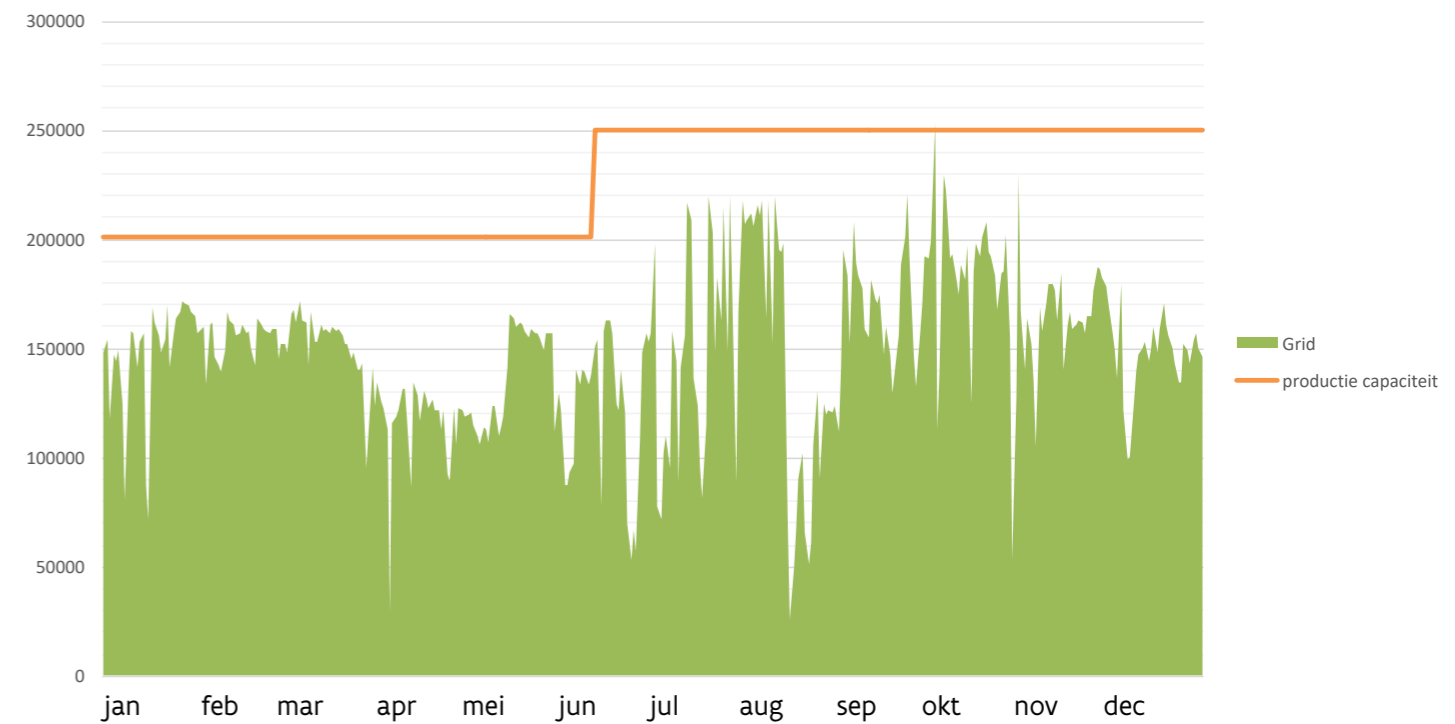
In 2021 zijn volgende wijzigingen gebeurd aan de Hydra-omgeving:

- De combinatie Torque/MOAB als job scheduler werd vervangen door Slurm. Dit werd gedaan zonder downtime. Om de overgang makkelijk te maken werden zogenaamde wrappers voorzien die de 'oude' Torque commando's omzetten naar Slurm.
- Er werden 6 nodes toegevoegd met elk 2 NVIDIA A100 GPU's aan boord.
- Een deel van de oude Ivy Bridge nodes werd uit productie gehaald.

Naast haar eigen Tier-2-infrastructuur beheert de VUB - samen met de ULB - ook de grid-infrastructuur, die onder meer gebruikt wordt voor het verwerken van de gegevens die worden verzameld bij het uitvoeren van experimenten met de Large Hydron Collider (HPC) aan het CERN, maar ook binnen de Vlaamse onderzoeksgemeenschap gebruikt wordt. De gridinfrastructuur bestaat uit:

- 1 cluster
- 184 TF
- 6.136 CPU cores
- 50 TB geheugen

Gebruikte core-uren op grid cluster VUB

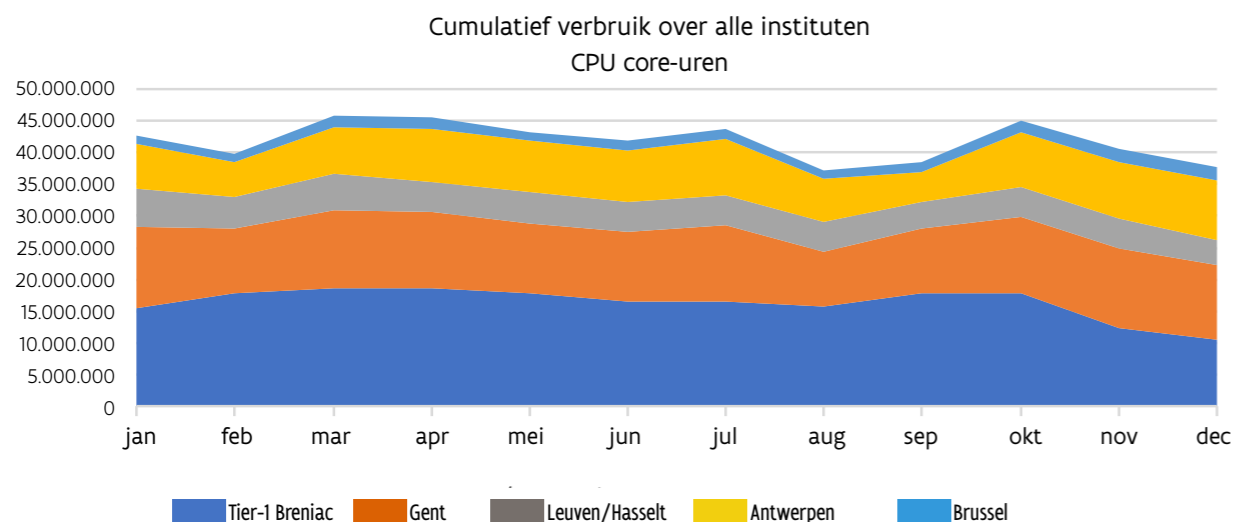


Afbeelding 26. Grid-infrastructuur VUB

Exploitatie en gebruik

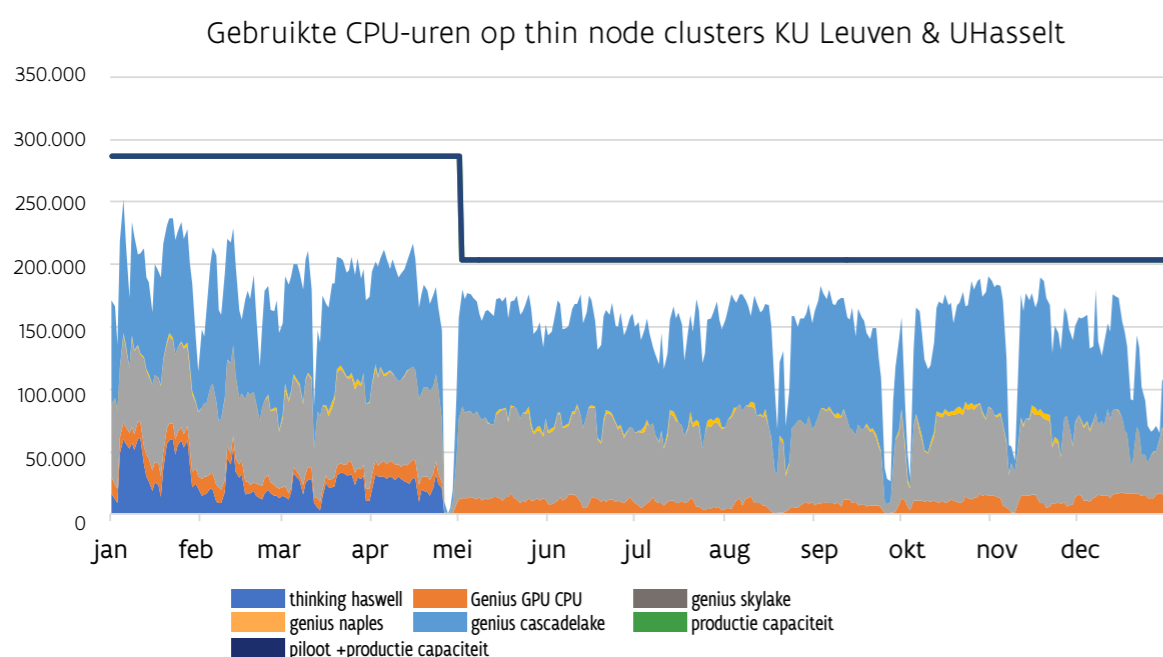
Na de beschrijving van de infrastructuur, wordt vervolgens een overzicht gegeven van het gebruik van de Tier-1 en de Tier-2.

Voor het rapporteren over het gebruik beschikt VSC over een centrale XDMoD infrastructuur die alle data van de verschillende clusters verzamelt en de nodige overzichten genereert.



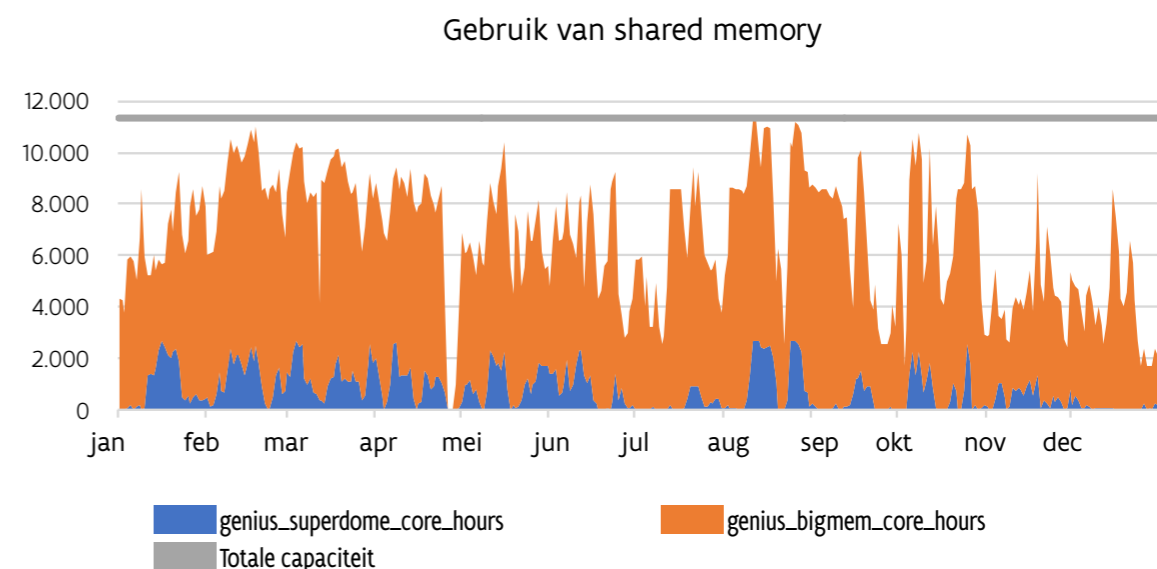
Afbeelding 27. Gebruik uitgedrukt in core-uren van alle VSC clusters

Afbeelding 27 geeft het gecumuleerde gebruik weer van de Tier-1 en Tier-2 infrastructuur. Er is een duidelijke stijging merkbaar. Het totaal aantal core-uren blijft verder stijgen in 2020. De Tier-2 infrastructuur bij de verschillende instellingen werd vernieuwd en/of uitgebreid. De kaap van 35 miljoen core uren werd regelmatig overschreden. Deze cijfers bevatten enkel de thin node clusters en niet de GPU-computing of Grid-computing.

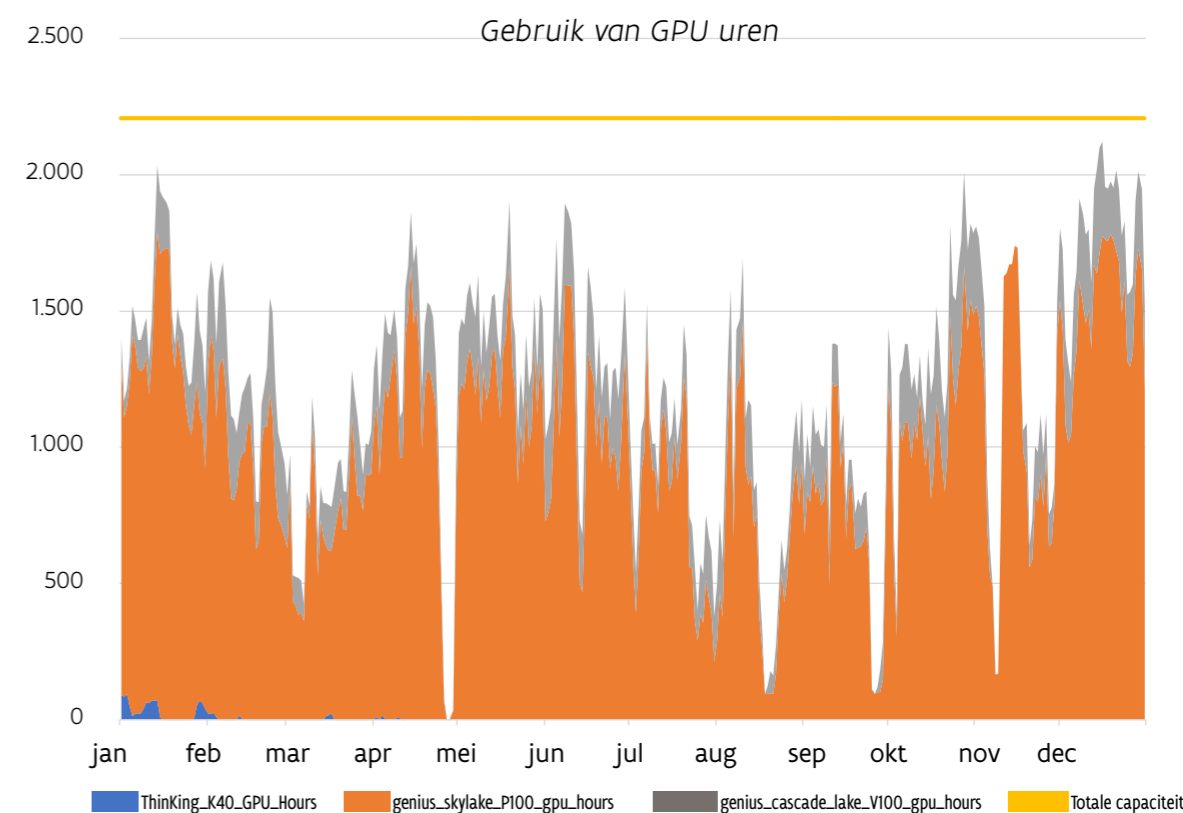


Afbeelding 28. Gebruikte core uren op de KU Leuven/UHasselt thin node cluster

Afbeelding 28 - Gebruikte core uren op de KU Leuven/UHasselt thin node cluster geeft een overzicht van het gebruik van de infrastructuur aan de KU Leuven. De grafiek stelt het cumulatieve gebruik voor van de verschillende thin node clusters aan de KU Leuven. In april is er een duidelijke downtime te zien die nodig was om het nieuwe filesysteem in productie te zetten. In het onderhoudsvenster werden de finale netwerk integratie en data-migratie uitgevoerd. In dezelfde periode werden ook de oude ThinKing nodes uit productie gezet. Bijna 1.000 gebruikers, gespreid over vele onderzoeksdomeinen hebben in 2021 gerekend op deze thin node clusters.



Afbeelding 29. Gebruik van shared memory KU Leuven/UHasselt

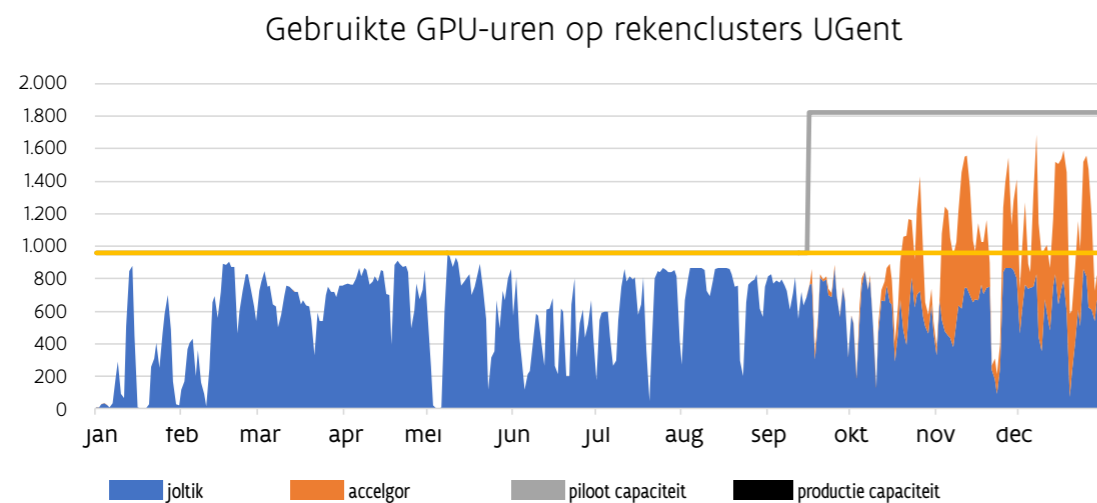
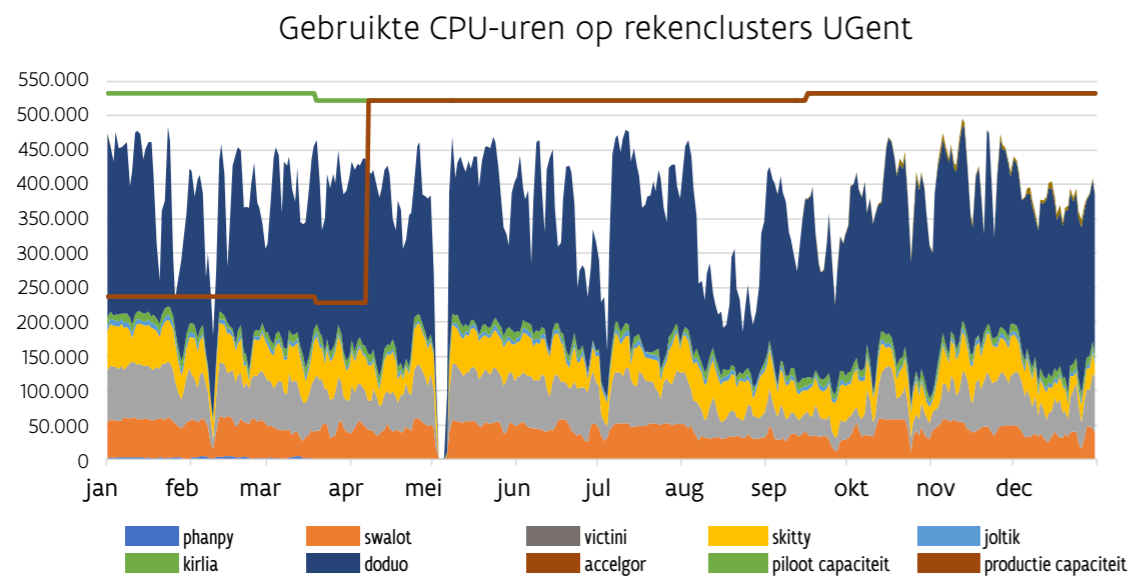


Afbeelding 30. Gebruik van GPU nodes KU Leuven/UHasselt

Buiten de thin node rekencluster zijn er aan de KU Leuven specifieke nodes met meer geheugen, een node met shared memory en nodes met GPU acceleratoren.

De Big memory en shared memory nodes gebruiken een hogere memory/core ratio, soms worden niet alle cores in de node gebruikt, maar wel het volledige geheugen. Dus we verwachten hier geen 100% bezetting. De grafiek toont aan dat er een constante bezetting van de big memory nodes is. Voor de shared memory machine, Superdome, is dit meer variabel. In vergelijking met vorige jaren is de workload toegenomen, zowel door scheikundige onderzoekers als door bioinformatici. Het geheugen gebruik altijd boven wat beschikbaar is op de large memory nodes, maar de workload die hierop loopt, kan niet typisch op andere machines.

Het gebruik van de GPU's wordt getoond voor de verschillende GPU devices. De oude NVIDIA K40 werden samen met Thinking verwijderd. Na een sterke stijging in 2020 is het gebruik in 2021 op hetzelfde niveau gebleven.

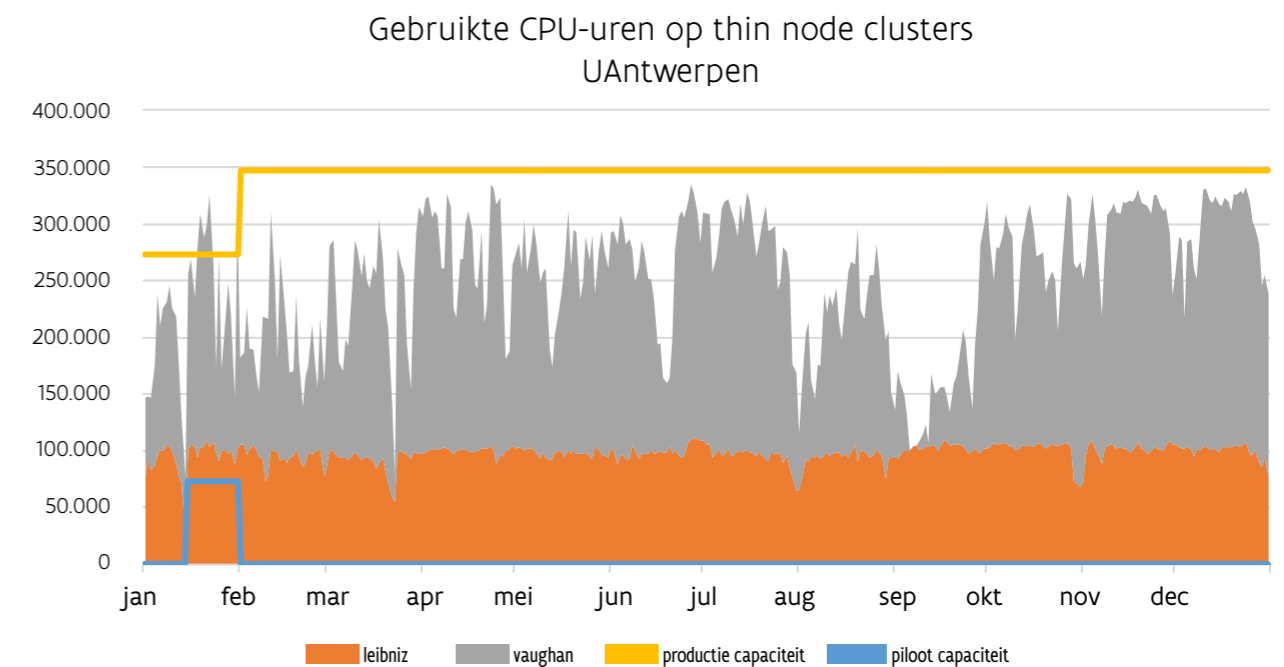


Afbeelding 31. Gebruik van de infrastructuur (CPU en GPU) aan de UGent

Figuur 31 geeft het cumulatieve gebruik in 2021 weer van alle rekenclusters aan de Universiteit Gent.

In 2021 werden in totaal 136.388.360 core-uren verbruikt op de Tier-2-rekenclusters van de Universiteit Gent. Dit zou overeenkomen met 15.569 jaar rekenwerk op één enkele core. Op de GPU clusters joltik (en accelgor in piloot) werd in totaal 252.205 aan GPU uren verbruikt.

Het gemiddelde effectieve gebruikspercentage bedraagt 71% voor alle clusters met CPU capaciteit in 2021. Voor de GPU clusters in productie is het effectieve gebruikspercentage gemiddeld 62%. Deze percentages geven aan hoeveel van het theoretisch beschikbare rekenvermogen in één jaar werd gebruikt (hierbij werd geen rekening gehouden met uitvaltijden, dus de werkelijke waarde is hoger).

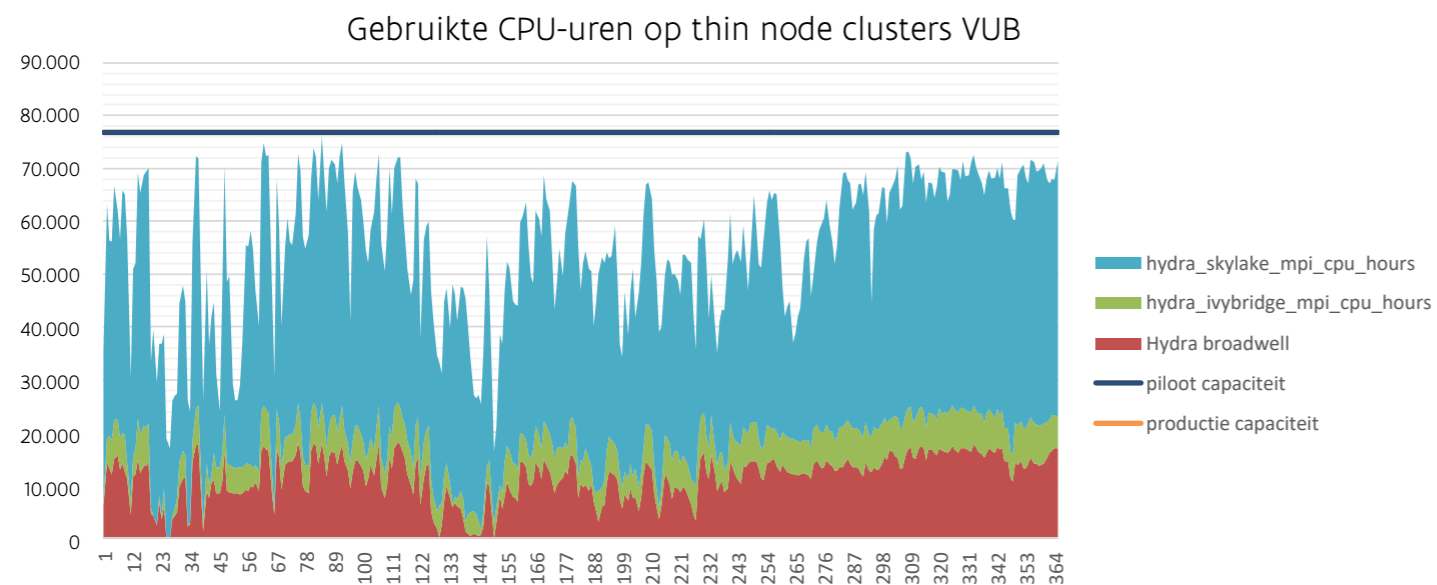


Afbeelding 32. Gebruik van de infrastructuur van de UAntwerpen

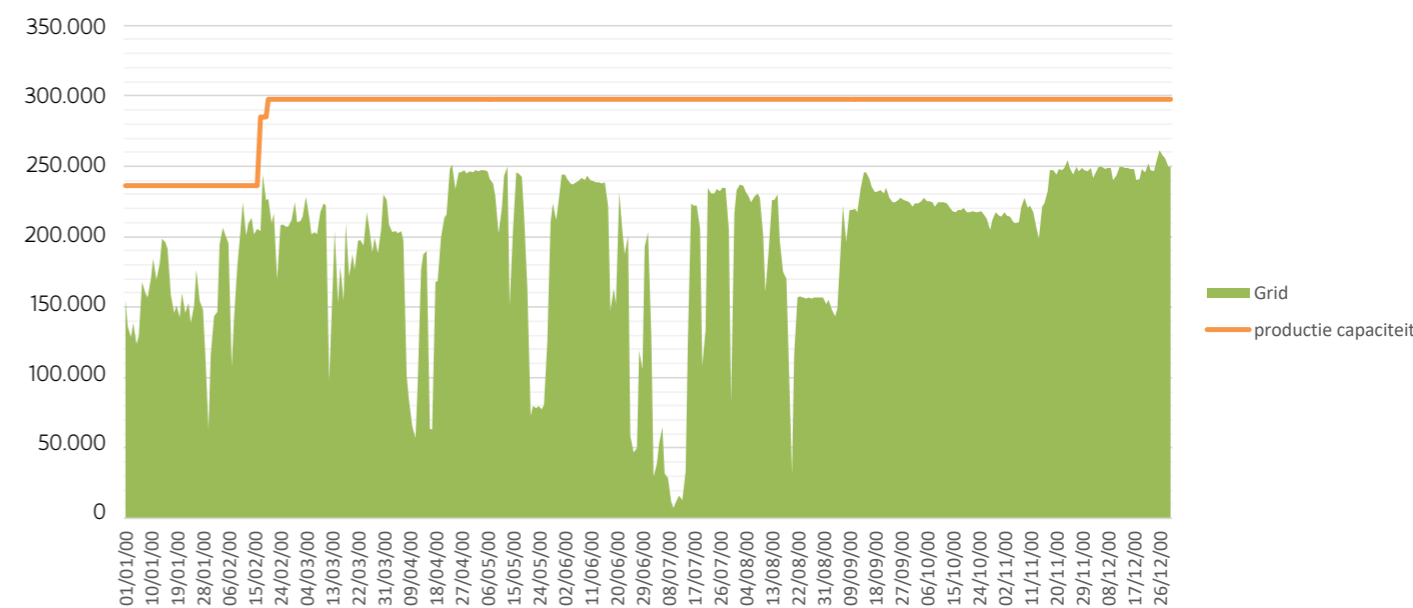
De grafiek van Afbeelding 32 stelt het cumulatieve gebruik voor van de clusters Leibniz en Vaughan aan de Universiteit Antwerpen. Vaughan werd in januari uitgebreid met 48 extra nodes. In het najaar werden nog drie GPU nodes toegevoegd: een node met 4 NVIDIA A100 en twee nodes met 2 AMD MI100 als testplatform voor LUMI.

Om de uitbreiding van Vaughan voor te bereiden, was er een geplande onderbreking van 3 dagen in januari. Daarnaast was er in september ook een geplande onderbreking van Vaughan voor een update. In februari en oktober zijn er stroomstoringen geweest met beperkte impact, in maart was er een grotere onderbreking waarbij de volledige infrastructuur een halve dag niet beschikbaar was.





Gebruikte CPU-uren op grid cluster VUB



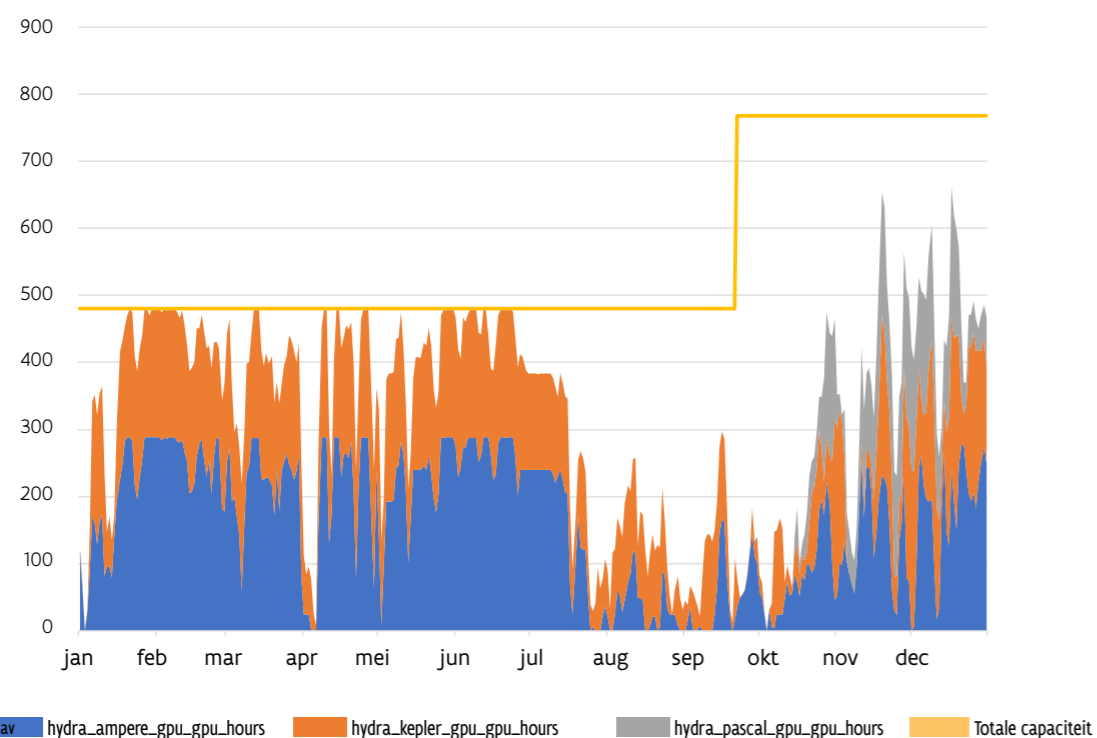
Afbeelding 34 - Gebruik van BEGrid cluster aan de VUB

De Begrid cluster is heterogeen: de cluster bestaat uit verschillende series van worker nodes met verschillende generaties van voornamelijk Intel CPU's. Het doel van de cluster is voornamelijk om data intensive, single-core berekeningen te doen (zogenaamde High Throughput Computing) en de grote van de cluster wordt uitgedrukt in job slots wat overeenkomt met 1 hyper-threaded CPU core. Het gemiddelde gebruik van de cluster is ongeveer 75%.

In 2021 werd de capaciteit van de cluster uitgebreid naar 184 TFlops door 4 worker nodes toe te voegen. Deze nieuwe nodes zijn uitgerust met een dual AMD Epyc 7452 CPU. Er is gekozen om AMD CPU's te kopen vanwege de uitstekende prijs-performantie verhouding in vergelijking met Intel CPU's. De capaciteit van het dCache storage systeem is gelijk gebleven op ongeveer 7 PB. Het jaarlijks onderhoud in augustus is niet doorgegaan in 2021 door Corona en omdat er geen nood aan was.

Ook voor de Begrid was 2021 een overgangsjaar. Veel tijd is gestoken in het verder afstellen en configureren van HTCondor als job scheduler en het ondersteunen van gebruikers bij de migratie. Daarnaast werden de home directories van de gebruikers gemigreerd naar een Ceph gebaseerd systeem. Er zijn nog een paar dipjes in het gebruik door kleine incidenten:

- In april was er een probleem met dCache en de configuratie van HTCondor.
- Eind mei/begin juni was er een probleem met het geheugen gebruik van sommige worker nodes.
- In de eerste 3 weken van juli waren er problemen met een aantal worker nodes en file servers.



Afbeelding 33 - Gebruik van de VUB infrastructuur

Het gemiddelde gebruik lag in 2021 op 72,12% voor het CPU gedeelte en 59,77% voor het GPU gedeelte. Vooral het gebruik van het GPU nodes is zeer volatiel: er zijn periodes van zeer intensief gebruik afgewisseld met heel kalme periodes.

Er waren geen grote onderbrekingen noch grote geplande maintenance op Hydra dit jaar: alle updates zijn rollende gedaan. De cluster bleef ten alle tijden online, maar telkens werd een deeltje offline gehaald om te updaten. Zelfs de wijziging van job scheduler in oktober is nauwelijks zichtbaar op de gebruiksgrafieken.

Toekennen rekentijd Tier-2

Elke universiteit hanteert een eigen procedure voor het toekennen van rekentijd op de Tier-2 infrastructuur en rekent al dan niet een klein deel van de kosten door aan de academische onderzoeker. Voor industriële/externe gebruikers wordt alle verbruikte rekentijd steeds volledig aangerekend. Om toegang te kunnen krijgen tot één van de Tier-2 rekenclusters in de vier VSC hubs (Antwerpen, Brussel, Gent, Leuven) dient de gebruiker over een VSC-userid te beschikken. Die kan worden aangevraagd op <https://account.vscenrum.be>. Deze website en database centraliseert tevens alle gebruikersinformatie over de instellingen heen over storage quota, lidmaatschap van gebruikersgroepen, virtuele organisaties, etc.

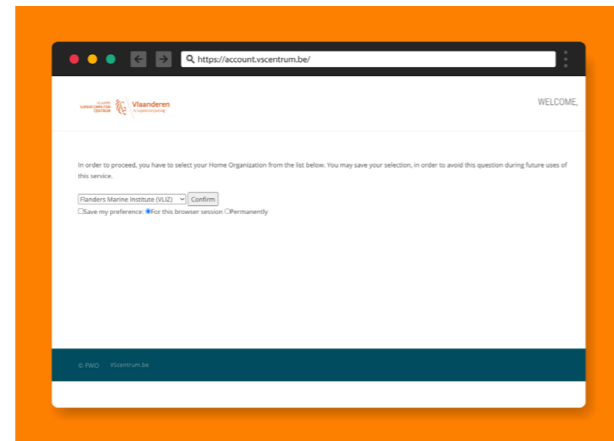
De onderzoekers van UAntwerpen en haar associatie hebben volledig vrije toegang tot de Tier-2 infrastructuur. Onderzoeksgroepen kunnen wel, op vrijwillige basis, een financiële bijdrage leveren of investeren in bijkomende rekencapaciteit.

De onderzoekers van VUB en haar associatie hebben volledig vrije toegang tot de eigen Tier-2 infrastructuur. De gridcluster is beschikbaar na aanvraag bij de verantwoordelijke van deze infrastructuur. Het gebruik van de Tier-2 infrastructuur is kosteloos.

De onderzoekers van UGent en haar associatie hebben volledig vrije toegang tot de eigen Tier-2 infrastructuur. Onderzoeksgroepen kunnen wel, op vrijwillige basis, een financiële bijdrage leveren met als rechtstreekse return-on-invest een (iets) hogere fairshare, of kunnen rekentijd reserveren aan full cost.

Op de clusters van KU Leuven/UHasselt wordt gewerkt met een credit accounting systeem dat vervat zit in de scheduling software. Nieuwe gebruikers krijgen rekentijd om vertrouwd te worden met het systeem en om eerste testen uit te voeren. Hiermee is de instapdrempel voor onderzoekers om over te stappen naar de Tier-2 infrastructuur zo laag mogelijk. Vervolgens kunnen credits aangevraagd worden via een eenvoudige procedure en tegen minimale kost. De credits verdelen de beschikbare rekentijd over verschillende projecten en werken responsabiliserend. Bij het uitvoeren van een rekentaak wordt het project aangegeven waarop de credits aangerekend worden. De hoofdonderzoeker is beheerder van het project. Hij kan onderzoekers toegang geven tot de rekentijd en ook de gebruikte rekentijd opvolgen.

Door gebruik te maken van centrale accounts, kunnen gebruikers ook op andere sites rekenen, rekening houdend met modaliteiten die van toepassing zijn. Hieronder wordt een beknopt overzicht van het cross-site rekenen gegeven.



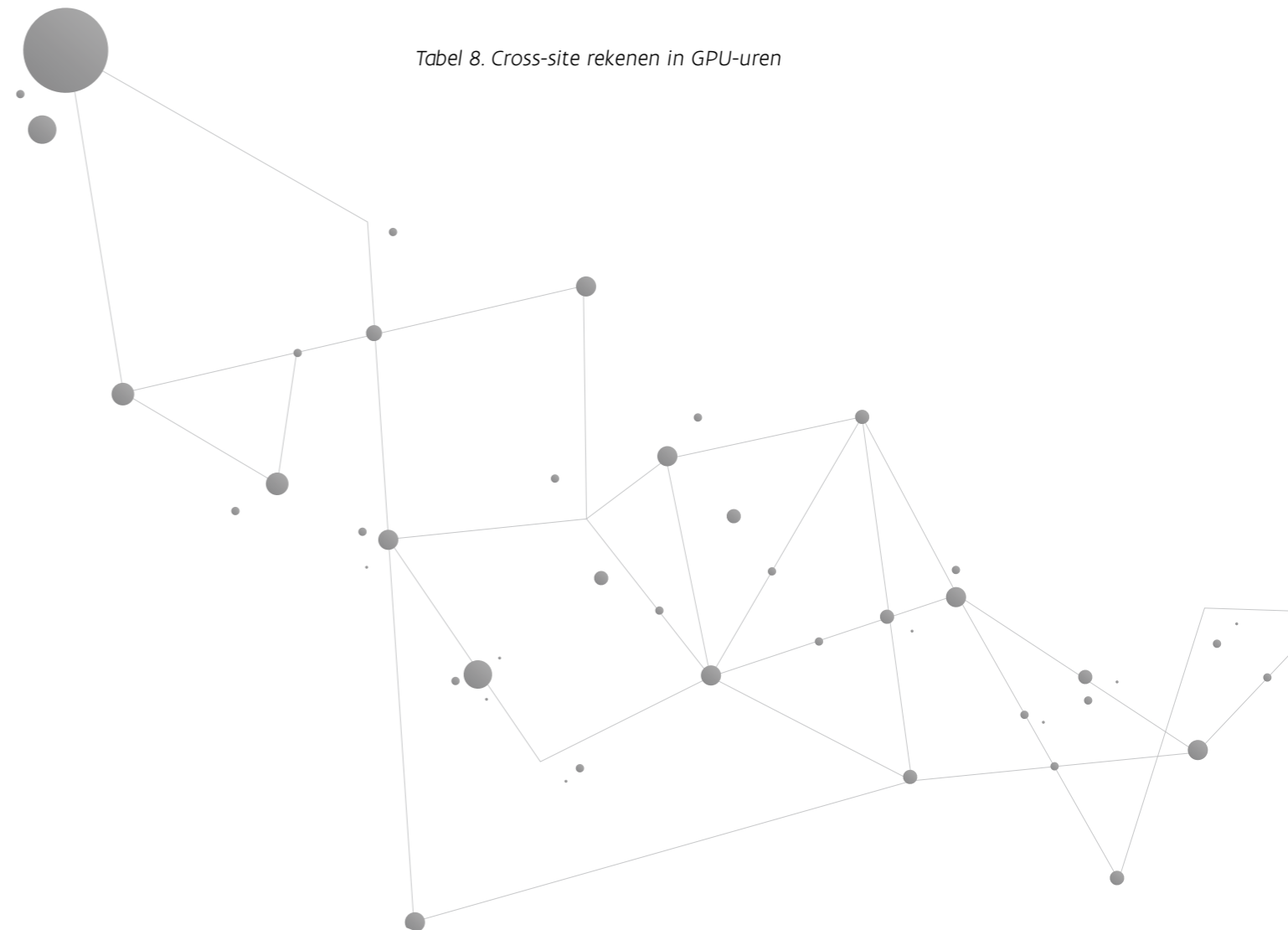
Afbeelding 35 - De webpagina van VSC Accounts

Instelling	Compute time in corehours			
	UAntwerpen	VUB	UGent	KU Leuven/UHasselt
@UAntwerpen		32	64.712	496.035
@VUB	10.875		94.856	287.190
@UGent	46.646	145.750		8.117
@KU Leuven / UHasselt	133.887	11	129.766	

Tabel 7. Cross-site rekenen in core-uren

Instelling	Compute time in GPUhours			
	UAntwerpen	VUB	UGent	KU Leuven/UHasselt
@UAntwerpen				
@VUB				
@UGent	0,0031	12.631		
@KU Leuven / UHasselt	11.699	1	875	

Tabel 8. Cross-site rekenen in GPU-uren



Gebruikersondersteuning

De gebruikersondersteuning bestaat uit verschillende componenten:

- het beantwoorden van vragen van gebruikers (helpdesk);
- bijeenkomsten met gebruikers / specifieke ondersteuning;
- opleiding en outreach.

Het laatste punt wordt besproken in secties over "Opleidingen" en "Outreach naar bedrijven".

Beantwoorden van vragen van gebruikers

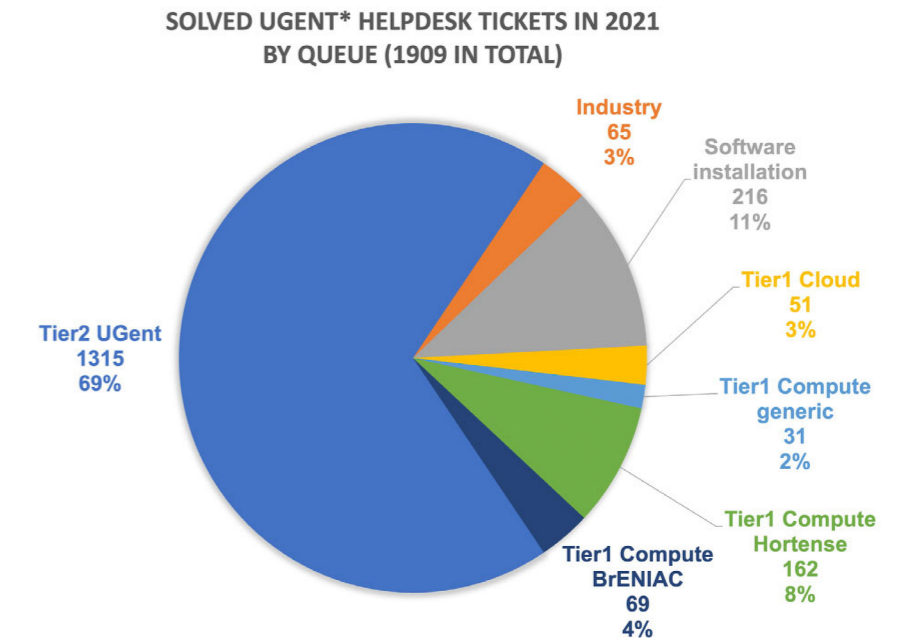
Hieronder volgt een overzicht van de tickets die bij de helpdesk terechtkomen. Er is geen centrale VSC-helpdesk. Elke instelling beantwoordt de vragen en problemen van de eigen gebruikers (d.w.z. gebruikers die een account hebben aangevraagd in de betrokken instelling), zowel wat betreft de eigen Tier-2 infrastructuur als de centrale Tier-1, maar ook van externe gebruikers die gebruikmaken van de VSC-infrastructuur. Indien nodig wordt voor vragen met betrekking tot de Tier-1 contact opgenomen met de helpdesk aan de KU Leuven of UGent. Bij de vragen wordt onderscheid gemaakt tussen

- 👉 vragen over accounts;
- 👉 vragen over software;
- 👉 overige vragen.

	KU Leuven / UHasselt	UGent	UAntwerpen	VUB
Tier-2 + grid				
Accounts	1617	310	71	156
Software	806	216	190	138
Overig	344	1070	90	428
Tier-1				
Accounts	108			
Software	165			
Overig	67		6	
Totaal	3107	1596	357	722

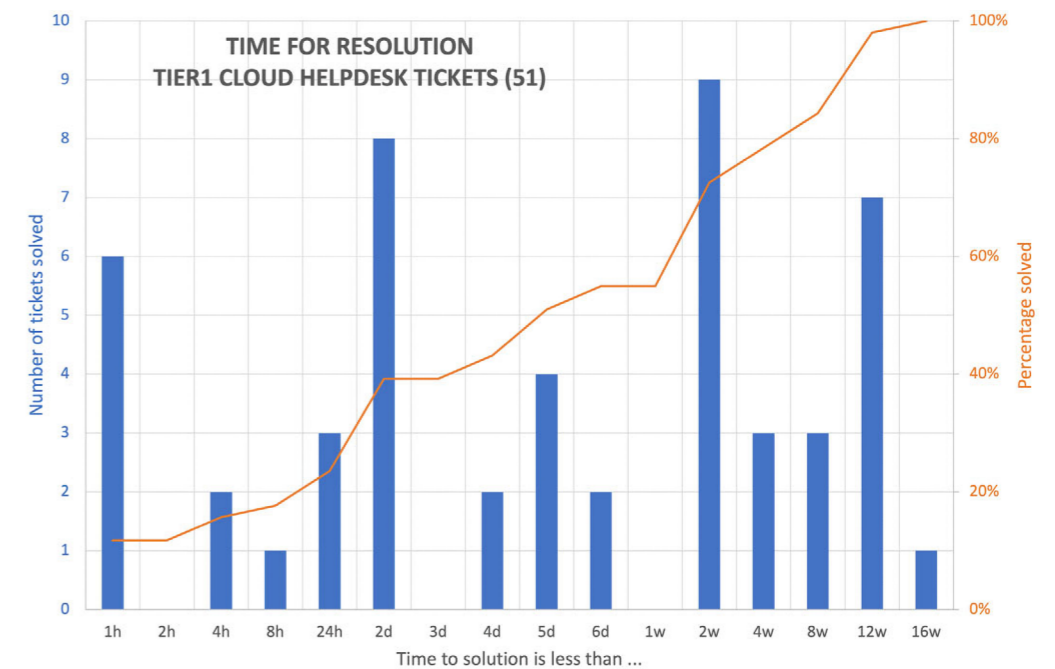
Tabel 9. Details van de helpdesk tickets.

Voor verscheidene VSC Tier-1 services werd in 2021 gestart met een gecentraliseerde VSC helpdesk, op een platform onder beheer van UGent. Onderstaande grafiek geeft een idee van het aantal vragen binnen dit helpdesk platform (inclusief de Tier-2 helpdesk tickets voor UGent).



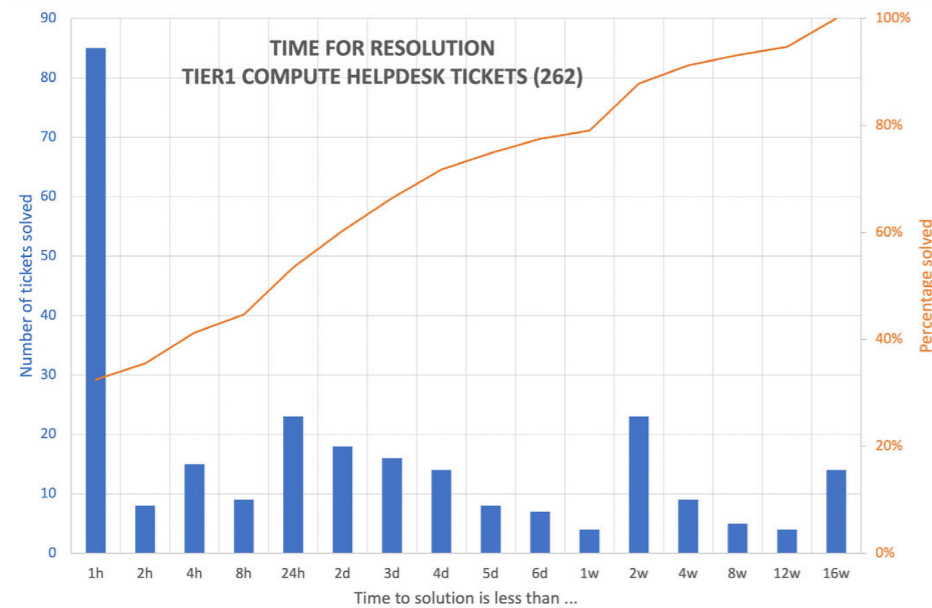
Afbeelding 36. Opgelost helpdesktickets in 2021 aan UGent.

Het email adres cloud@vscentrum.be verzamelt alle gebruikersvragen met betrekking tot het Tier-1 Cloud platform binnen het gecentraliseerde helpdesk systeem. UGent staf staat in voor het beantwoorden en opvolgen van de tickets. In 2021 werden 51 tickets m.b.t. Tier-1 Cloud behandeld en opgelost.



Afbeelding 37. Oplossingstijd van Tier-1 cloud-helpdesktickets

Gebruikersvragen met betrekking tot een Tier-1 Compute platform worden verzameld via het generieke email adres compute@vscentrum.be. Binnen het helpdesk platform gebeurt een triage, naargelang de vragen Tier-1 Compute BrENIAC of Hortense betreffen, dan wel generiek van aard zijn. Vragen of problemen in verband met BrENIAC worden door het KU Leuven team behandeld, die voor Hortense door het UGent team.



Afbeelding 38. Oplossingstijd van Tier-1 compute-helpdesktickets

In de loop van 2021 werd de transitie gemaakt naar dit gecentraliseerde platform. Als gevolg zijn verscheidene Tier-1 gerelateerde tickets nog behandeld binnen de helpdesk systemen van de Tier-2 hubs. Hieronder een overzicht.

	UAntwerpen	UGent	KU Leuven / UHasselt
Tier-1 Cloud			
lokaal	6		
centraal		51	
Tier-1 Compute			
Generic		31	
BrENIAC-related centraal			69
BrENIAC-related lokaal			340
Hortense-related		162	

Tabel 10. Overzicht van helpdesk tickets Tier-1, per instelling en platform

Bijeenkomsten met gebruikers / specifieke ondersteuning

Eenzijds wordt geprobeerd zoveel mogelijk onderzoekers te betrekken bij het HPC-verhaal door te kijken of en hoe ze de overstap kunnen maken van hun desktop naar de HPC-infrastructuur of hun eigen desktop gewoon efficiënter kunnen gebruiken. Voor bestaande gebruikers kan dit ook hulp betekenen bij de overstap van Tier-2 naar Tier-1 en eventueel naar Tier-0. Anderzijds wordt geprobeerd om onderzoekers specifieke ondersteuning te geven.

Enkele voorbeelden:

- optimaliseren van bestaande workflows;
- analyse / optimaliseren van code;
- input geven aan het schrijven van onderzoeksprojecten.

Daarnaast vinden er aan elke instelling nog gebruikersbijeenkomsten plaats waarin een afvaardiging van de gebruikers vertegenwoordigd is. Hier maken we, per instelling, een selectie van de hierboven vermelde ondersteuning.

► KU Leuven en Universiteit Hasselt

In 2020 werd gestart met de combinatie van video's en online sessies voor introductie van nieuwe gebruikers. Dit is verdergezet in 2021, er werden 8 sessies georganiseerd, met gemiddeld een 30-tal deelnemers. Dit zorgt voor een heel flexibele manier voor een vlotte start voor nieuwe gebruikers. Er wordt ook altijd gezorgd dat VSC wordt voorgesteld bij de introducties voor nieuw academisch personeel. In het verleden was dit een specifiek event, maar dit jaar was het online materiaal ter voorstelling van HPC.

Door de corona perikelen zijn de lunchbox sessies in fysieke vorm weggefallen. Dit waren typisch ook momenten waarbij HPC gebruikers ook de gelegenheid hadden om informele contacten te leggen met andere gebruikers. Om ervoor te zorgen dat er een goede informatie doorstroming is en om een nauw contact met de gebruikerscommunity te onderhouden, werd er in 2021 gestart met een regelmatige bijeenkomst van HPC gebruikers die typisch ook andere mensen binnen hun groep helpen met het HPC gebruik. Op deze manier worden ze op de hoogte gehouden van nieuwe initiatieven, kunnen ze methoden voorstellen die ook bruikbaar zijn voor andere gebruikers en is er mogelijkheid tot meer informele contacten.

Ter voorbereiding van de aanbesteding van een nieuwe cluster werden een aantal workshops georganiseerd met gebruikers van verschillende toepassingsgebieden. Deze helpen mee de algemene vereisten van de nieuwe machine te bepalen en zorgt ervoor dat de gebruikers ook vanaf de start betrokken zijn bij de nieuwe infrastructuur.

Naast de dagdagelijkse support geïnitieerd via de servicedesk waren zijn er nog enkele acties die specifiek vermeld kunnen worden. Ondersteuning van 2 studentteams in kader van Agoria Solar team en Formula Electric, consulting voor een systematisch migratie van onderzoekssoftware Aquacrop naar Fortran zodat de gebruikte modules beter schalen en eenvoudiger ingezet kunnen worden binnen HPC simulaties. Verder werden ook verschillende nieuwe gebruikers opgeschaald naar Tier-1.

Binnen de Europese projecten werd voor PRACE een nieuwe MOOC opgeleverd (Fortran for scientific computing) en waren er ook herhalingen van de MOOC die reeds in 2020 gemaakt werd (Defensive programming and Debugging). Voor EuroHPC werd meegewerkt aan workpackages specifiek gericht op industrie.

Voor Universiteit Hasselt lag de klemtoon vooral op het aantrekken van nieuwe gebruikersgroepen en enkele faculteiten kregen bijzondere ondersteuning.

► Universiteit Gent

Doorheen het jaar werden verscheidene gebruikersmeetings georganiseerd, in respons op specifieke vragen van onderzoekers en onderzoeksgroepen, o.a.:

- ArcelorMittal
- Onderzoeksgroep Sustainable Thermo-Fluid Energy Systems, UGent
- Onderzoeksgroep BIOBIX, UGent
- IDLab/imec
- HOGent
- Center for Molecular Modeling, UGent
- VIB
- Faculteit Economie en Bedrijfskunde, UGent
- Vakgroep Vastestofwetenschappen, UGent
- VLIZ
- AZDelta
- Thinkubate
- Vakgroep geologie, UGent
- UGent centre for X-ray tomography
- DiamCAD
- Flanders Make
- Vakgroep Bouwkundige Constructies en Bouwmaterialen, UGent

Om zoveel mogelijk (potentiële) gebruikers te overtuigen van het belang en de meerwaarde van supercomputing werd het VSC en het HPC-UGent team intern voorgesteld:

- 12/01/2021, computercommissie van de faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur (UGent)
- 26/04/2021, guest lecture "Introduction to High-Performance Computing (HPC)" in context van vak Information Technology and Data Processing (UGent)

Om tegemoet te komen aan de immer toenemende vraag van onderzoekers rond dataopslag en -beheer, werden onder meer verscheidene specifieke acties gevoerd:

- 11/05/2021: demo sessie "HPC-shares / Globus / HPC webportal" voor UGent data stewards en andere stakeholders
- 9/11/2021: "Storage platforms @ UGent- Applied", faculteit Economie en Bedrijfskunde (UGent)
- 26/11/2021: "Data storage @ UGent", webinar voor faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur (UGent)

► Universiteit Antwerpen

De ondersteuning van de gebruiker staat centraal. We denken hierbij aan tips voor het optimaliseren van workflows of berekeningen en het efficiënt gebruik van de infrastructuur door actieve monitoring van de jobs. Hierbij spelen een goed onderhouden softwarestack en ondersteunende tools een belangrijke rol.

Jaarlijks worden ook twee intro-sessies georganiseerd (februari/maart en oktober) die bestaan uit 3 delen: "Linux introduction" (2 halve dagen), "Supercomputers for starters" (1 halve dag) en "HPC@UAntwerp introduction" (2 halve dagen). Door de pandemie werden de sessies in de lente online gegeven, in de herfst was het on campus. Het was bij de online sessies opvallend dat er ook verschillende externe deelnemers waren. Daarnaast werd in maart ook de sessie "High Performance Python - software development for PhD students and postdocs" (2 halve dagen) georganiseerd, met ook hier verschillende externe deelnemers.

De "road show" waarbij we met onderzoeksgroepen rond de tafel zitten om het VSC en de infrastructuur en organisatie in Antwerpen toe te lichten, bleef in 2021 online doorgaan. Naast "nieuwe" onderzoeksgroepen, werd de focus ook uitgebreid naar reeds actieve groepen om te peilen naar mogelijke interesse voor LUMI. Zo heeft de onderzoeksgroep Medicinale Chemie met succes eind 2021 een aanvraag voor rekestijd op LUMI ingediend.

Daarnaast is er de begeleiding van masterstudenten bij het gebruik van de infrastructuur, en ondersteuning bij de aanvragen voor rekestijd op Tier-1 en bij computationele aspecten van (interuniversitaire) projectaanvragen. En is er de actieve medewerking binnen Europese projecten als PRACE en EuroHPC (LUMI en NCC). Zo werden de twee projecten met bedrijven afgewerkt en waren we actief binnen de PRACE Unified European Application Benchmark Suite (UEABS).

Naast de opleidingen binnen het VSC, worden ook cursussen in het reguliere programma verzorgd, nl. "Wetenschappelijke rekenomgevingen" en "(Parallel) programmeren".

Aan de UAntwerpen is sinds 2006 een gebruikersgroep actief die twee keer per jaar samenkomt. De gebruikersgroep bestaat uit afgevaardigden van 13 groepen.

► Vrije Universiteit Brussel

In 2021 werd er veel tijd gestoken in een interne reorganisatie van de IT afdeling. Het voordeel van de nieuwe structuur is dat we veel betere voelsprietten hebben voor allerlei noden rond wetenschappelijk rekenen. Er zijn vrij veel ad hoc vergaderingen tussen onderzoekers en onderzoeksgroepen opgezet met het doel om Hydra en het VSC in het algemeen beter te leren kennen. We hebben met succes ook verschillende groepen naar de VSC cloud gekregen.

De jaarlijkse user survey leert ons dat de gebruikers nog steeds tevreden zijn over de ontvangen dienstverlening.

Er is ook vrij veel tijd geïnvesteerd in het helpen bij de overstap naar de Slurm job scheduler met o.a. wekelijkse Q&A sessies. Het resultaat is dat de overstap bijzonder vlot is gegaan en we geen negatieve opmerkingen hierover hebben ontvangen.

De VUB heeft een HPC-gebruikerscommissie die elk jaar samenkomt, waarin wordt teruggekoppeld vanuit het VSC, en die het gebruik en de noden voor HPC opvolgt. De gebruikerscommissie omvat leden uit alle faculteiten, uit het rekencentrum en vanuit het departement onderzoeksbeleid. Qua cursussen worden tweemaal per jaar de cursussen "Introduction to Linux" en "Introduction to the use of HPC at the VUB" georganiseerd.



Met de hulp van VSC hebben we ervoor kunnen zorgen dat alle onderzoekers in Vlaanderen toegang hebben tot de middelen die ze nodig hebben om data-intensieve analyses uit te voeren in de levenswetenschappen.



Frederik Coppens
IT Manager VIB en
Head of Node ELIXIR Belgium

Ontdek zijn succesverhaal op pagina 75



Personeel

Gezien de infrastructuur van het VSC (Tier-2 en Tier-1 infrastructuur) geïnstalleerd is in de verschillende universitaire datacentra, is eveneens het personeel tewerkgesteld aan de verschillende universiteiten.

Subsidiëring

Enerzijds heeft elke universiteit personeel nodig voor de exploitatie van de Tier-2 infrastructuur en de ondersteuning van de eindgebruikers. Hiervoor worden 20 VTE gesubsidieerd. Anderzijds worden aan de instelling die Tier-1 supercomputer huisvest, VTE toegekend. Hiertoe werden in het verleden 2 VTE toegekend voor de exploitatie van de Tier-1 (UGent) en 2 VTE toegekend voor Tier-1 (KU Leuven). Daarenboven worden voor de uitbreiding van de Tier-1 services 2 VTE ingezet. Dit team staat in voor de concretisering van het Tier-1 project, "Supercomputing as a service". Sinds 2020 worden binnen dit Tier-1 SaaS project ook 2 VTE toegewezen aan Cloud (UGent) en 2 VTE aan Data (KU Leuven).

Omdat elke universiteit een ander personeelsbeleid voert en verschillende verloningsprincipes hanteert, wordt voor elke VTE een vast bedrag van 95.000 euro uitgekeerd.

Instelling	Aantal gesubsidieerde VTE voor Tier-2 exploitatie en ondersteuning
UGent	5
UAntwerpen	4
VUB	3
UHasselt	2,5
KU Leuven	6

Tabel 11. Aantal gesubsidieerde VTE voor Tier-2 exploitatie en ondersteuning

Instelling	Aantal gesubsidieerde VTE voor Tier-1 exploitatie en operationeel management
UGent	4,6
UAntwerpen	0,6
KU Leuven	4,6

Tabel 12. Aantal gesubsidieerde VTE voor Tier-1 exploitatie en operationeel management

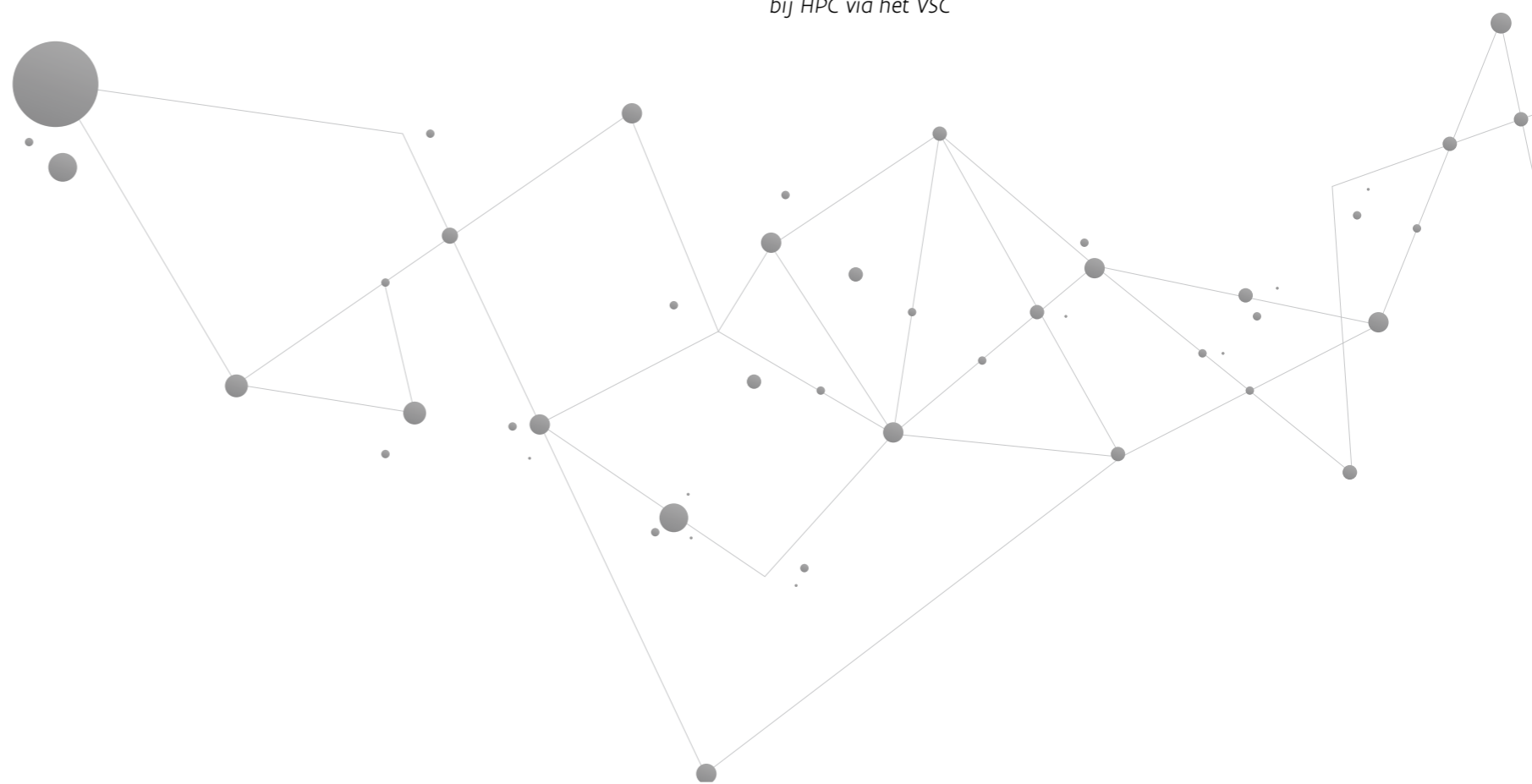
Effectieve personeelsinzet

Om de verschillende Tier-2 en Tier-1 opstellingen te exploiteren, te onderhouden en om de gebruikers te ondersteunen, is enerzijds meer mankracht nodig dan binnen de subsidiëring voorzien wordt. Anderzijds is een waaier aan expertises nodig die niet binnen één beperkt team opgebouwd kan worden. Om hieraan tegemoet te komen, kunnen de HPC-technici en ondersteuners beroep doen op andere experts die werken in de ICT-diensten van de verschillende universiteiten. De universiteiten zetten samen 44,29 VTE in voor de HPC-exploitatie en ondersteuning. Daarnaast doen universiteiten soms ook beroep op externe consultants of jobstudenten voor specifieke taken. Deze worden niet vermeld in de tabellen.

¹ We merken hierbij op dat, wegens een instellingsbrede regeling, de VTE die aan de Universiteit Antwerpen ingezet worden en die niet ten laste van FWO komen, slechts voor een voorgeschreven en geplafonneerde fractie van de inzet in deze tabel kunnen opgenomen worden.

Instelling	Aantal VTE ingezet voor HPC	Aantal koppen betrokken bij de HPC-exploitatie en ondersteuning
UGent	11,25	21
UAntwerpen ¹	6,20	12
VUB	5,34	17
UHasselt	1,50	2
KU Leuven	20,00	28
Totaal	44,29	80

Tabel 13. Aantal VTE ingezet en koppen betrokken bij HPC via het VSC



Profielen

Om een HPC-infrastructuur effectief te exploiteren en te ondersteunen, zijn verschillende ICT-profielen nodig. In grote lijnen gaat het over de volgende profielen:

Infrastructuurbeheerders

Deze personen zijn verantwoordelijk voor het inpassen van de HPC-infrastructuur in de datacentra. Zij installeren de infrastructuur in het datacentrum. Ze installeren en beheren eveneens de specifieke storage die aan de HPC gekoppeld is. Daarnaast installeren en beheren ze het interne netwerk van de HPC en koppelen ze de HPC in het universiteitsnetwerk en het intranet. Zij staan in voor de beveiliging van de infrastructuur en de dagelijkse monitoring ervan. Ze werken mee aan de aankoopdossiers rond de integratie van de infrastructuur in het datacentrum.

Systeembeheerders

Deze personen staan in voor het installeren en beheren van de basissoftware op de HPC-machines. Dit gaat van het operating systeem tot de scheduling software. Zij staan in voor de dagelijkse monitoring van HPC-systemen. Zij ontwikkelen software voor het efficiënt beheren van de HPC-systemen. Ze werken mee aan de aankoopdossiers rond de architectuur van de HPC-machine en de beheerssoftware.

Gebruikersondersteuners

Deze personen staan in voor de basisondersteuning van de gebruikers. Ze bemannen de eerstelijnsdesk en helpen gebruikers bij hun eerste kennismaking met de machine. Ze installeren de gebruikerssoftware en helpen de gebruikers bij het efficiënt gebruik van de machine. Ze staan in voor de documentatie en geven basisopleidingen.

Wetenschappelijke of gevorderde ondersteuners

Deze personen staan in voor het optimaliseren van de gebruikerssoftware op de HPC-machines. Hiervoor werken ze dikwijls een langere tijd samen met één gebruiker en geven gevorderde opleidingen. Deze personen staan ook in voor het bijsturen van de scheduler software zodat die beantwoordt aan de noden van de gebruikers. Ze staan in voor het opzetten van acties met als doel het bewustmaken van de meerwaarde van HPC en het aantrekken van nieuwe gebruikers. Ze werken mee aan de aankoopdossiers rond de user requirements en de benchmarks.

Projectleiders

Deze personen hebben de directe leiding over de HPC-teams of leiden grotere HPC-projecten. Ze staan in voor de inbedding van de lokale HPC in de omgeving van het VSC. Ze staan in voor de coördinatie van HPC-initiatieven en gebruikersgroepen binnen de eigen instelling. Ze zijn verantwoordelijk voor de rapportering aan de subsidieverleners. Ze hebben een eindverantwoordelijkheid in aankoopdossiers.

Outreach

Heel wat personen die betrokken zijn bij het VSC, spenderen een deel van hun tijd aan het promoten van wetenschappelijk rekenen en HPC. Zij doen dat door infosessies te geven binnen de academische context, maar gaan ook naar de bedrijven. Zij zorgen voor pers aandacht of promoten het wetenschappelijk rekenen en VSC op verschillende congressen en andere activiteiten. Daarnaast verzorgen zij de website en zorgen voor materiaal dat op de verschillende events kan worden gebruikt.

Het aantal personen betrokken in de verschillende activiteiten kan u hieronder vinden.

	Infrastructuurbeheer	Systeembeheer	Basis gebruikersondersteuning	Wetenschappelijke of gevorderde ondersteuning	Management	Outreach
KU Leuven	7	7	10	8	4	6
UAntwerpen	5	3	7	5	3	2
UGent	5	8	4	5	4	2
UHasselt	0	0	1	1	1	1
VUB	5	3	7	4	7	4
Totaal	22	21	29	23	19	15

Tabel 14. Aantal personen die betrokken zijn per ICT-profiel



Gevorderde ondersteuning

Om gevorderde en wetenschappelijke ondersteuning te kunnen leveren aan de eindgebruikers, is domeinexpertise meestal een pluspunt. Het is echter onmogelijk om binnen elke instelling domeinexpertise op te bouwen voor een breed aantal specifieke gebieden. Daarom is het goed een overzicht te behouden van de verschillende expertises die binnen het VSC aanwezig zijn zodat over de instellingen heen gebruikers beroep kunnen doen op gevorderde expertise wanneer ze deze nodig hebben.



Afbeelding 39. Aantal geavanceerde ondersteuning in wetenschappelijke domeinen



Outreach naar bedrijven

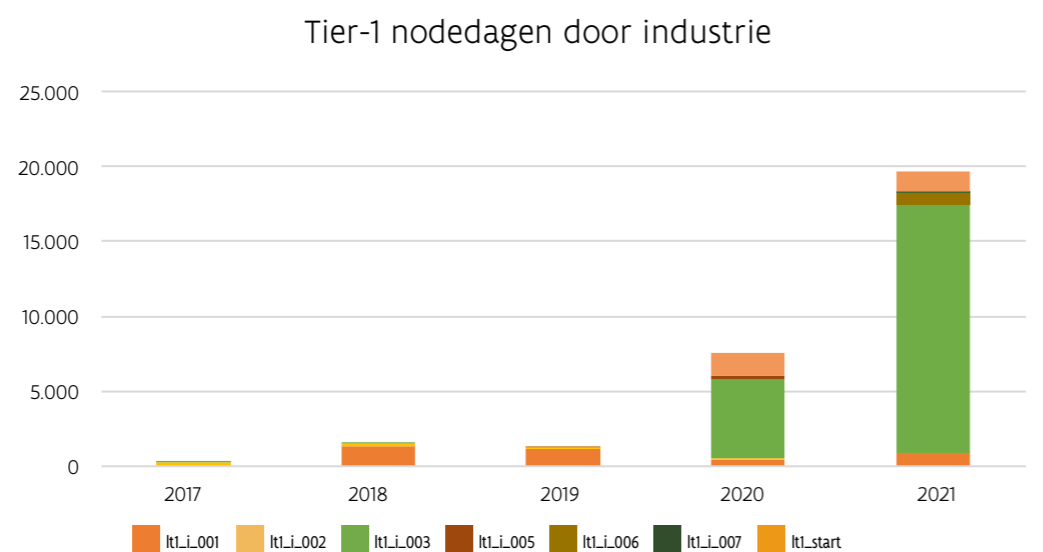
In 2021 werkte VSC verder aan de uitbouw van contacten en samenwerkingen met bedrijven in Vlaanderen. Toch is er een impact omdat het netwerken op live evenementen er nu al een tweede jaar op rij niet was. Op de door VSC georganiseerde online evenementen zijn telkens industriële klanten en prospecten aanwezig maar de interactie verloopt moeizamer. Wel kon er dit jaar voor het eerst gebruikt gemaakt worden van een outreach budget. Organisaties in Vlaanderen konden voorstellen indienen voor de aanmaak van VSC demo materiaal en konden aanvragen doen voor uitgebreide HPC ondersteuning.

Testgebruikers

Niet-academische organisaties in Vlaanderen kunnen via een exploratory grant de VSC Tier-1 dienstverlening uit te testen. Ze krijgen daarbij 500 nodedagen kosteloos ter beschikking. In 2021 maakten vijf bedrijven en één Vlaams agentschap hiervan gebruik. Minstens de helft daarvan zal in 2022 VSC klant worden.

Bestaande en nieuwe klanten

Een fractie van het gebruik op Tier-1 is toegewezen aan industriële klanten. Het gaat hier over zowel kleine als grote bedrijven, start-ups en gevestigde bedrijven, in allerlei domeinen (bv. in biotechnologie, de energiesector, productontwikkeling, etc.). Belangrijk hierbij te vermelden is dat de hoeveelheid gebruik door industrie in de laatste jaren enorm is gestegen (zie afbeelding 40. VSC Tier-1 nodedagen door industrie per bedrijf). Bedrijven zetten de VSC dienstverlening in voor bv. het simuleren van nieuwe materialen, dit wil zeggen dat in plaats van het fysiek bouwen van nieuwe materialen bedrijven materialen virtueel gaan simuleren en testen.



Afbeelding 40. VSC Tier-1 nodedagen door industrie per bedrijf

HPC noden bij kmo's blijken vooralsnog heel beperkt te zijn. Dit heeft zowel te maken met het onbekend zijn met de mogelijkheden alsook het gebrek aan interne kennis. Daar staat tegenover dat in VSC de meer domeinspecifieke kennis ontbreekt om concreet business cases voor deze bedrijven te helpen uitwerken. In het kader van EuroCC is er in 2021 een oplistings gebeurd van bedrijven in België die in aanmerking komen voor HPC/HPDA/AI ondersteuning. Het plan is om specifiek in Vlaanderen in 2022 door een consultancy bureau en/of universiteit een opdracht rond het in kaart brengen van de HPC markt te laten uitvoeren. In 2021 gebeurde er, in het kader van deze opdracht, al een eerste bevraging van de markt. De deadline (twee maanden) was toen echter te kort voor bedrijven om een rapport te kunnen opleveren en/of ontbrak er binnen de aangeschreven organisaties de expertise in High Performance Computing.

Vraag naar VSC demo materiaal

VSC vroeg aan Vlaamse organisaties en bedrijven om voorstellen in te dienen rond de creatie van HPC-gerelateerd demomateriaal. Dit materiaal kan dan dat door het VSC-personeel en leden van de industriële raad (na enige opleiding) gebruikt worden voor de verdere promotie van HPC naar de Vlaamse industrie.

De ontvangen voorstellen werden door de VSC industriële raad op drie momenten (18/10, 18/11 en 23/12) beoordeeld op prijs, haalbaarheid, leveringstermijn, en concrete uitwerking m.b.t. de uitvoering van de opdracht (kennis rond supercomputing, presentatie van het demomateriaal en de geselecteerde business case, het bedoelde gebruik en doelpubliek dat men voor ogen heeft).

In totaal ontving VSC 12 voorstellen voor de creatie van HPC demomateriaal. Zes projecten daarvan, voor een totaal van 73.700 €, werden door de VSC industriële raad goedgekeurd.

Titel	Organisatie	Kostprijs (incl. BTW)
Practical materials AI: an HPC hands-on session	ePotentia	10.000 €
Facilitating the use of AlphaFold on the HPC	VIB	4.000 €
DYNABIC	Voxdale	10.000 €
CFD simulation: microfluidic system	Voxdale	14.000 €
COSTA 3D	Creaflow	12.100 €
Assembly manufacturing quality assurance	Flanders Make	23.600 €
Totaal		73.700 €

Tabel 15. Voorstellen voor de creatie van HPC demomateriaal.

Een korte omschrijving per goedgekeurd project:

✓ VSC_2021_4074_D_VIB:

AlphaFold is a very accurate protein structure prediction tool. VIB's main aim is to provide demo material in the form of blog posts. A further aim is to provide adapted scripts to further enhance the functionality of the standard AlphaFold script, allowing, amongst others, further modifications of the input and prediction settings, and more meaningful output visualizations.

✓ VSC_2021_4073_D_ePotentia

The goal is to develop an HPC-focused hands-on session following the case studies from the currently available AI for Materials Industry course (i.e. detection of defects on steel plates from images). The hands-on session would serve both as a general AI introduction as well as topic-specific use cases. The idea is to expand the existing case studies with additional HPC insights. The resulting theoretical session can then be followed by a practical implementation.

✓ VSC_2021_4077_D_Voxdale

Thanks to DYNABIC, 3D scanning and computational fluid dynamics (CFD), Voxdale are able to give cyclists the superior cycling experience. With HPC fully available, the calculation of CFD value per pose is a matter of minutes. They want to develop a demo video to communicate 1) the current use of DYNABIC including added value for both elite and amateur cyclists, 2) present a scenario of use when DYNABIC is complemented with HCP and 3) translate this into an animation or short video (e.g. interview).

✓ VSC_2021_4082_D_Voxdale

Together with Antares (imec spin-off) Voxdale will focus on key microfluidic system components (e.g. capillary valve, blood/plasma separation). They will model the computationally intensive physics that are important in this application (e.g. multiphase fluid, surface tension, fluid/particle interaction). The deliverable will be an animation or short video (e.g. interview).

✓ VSC_2021_4083_D_CREAFLOW

Together with a partner specialized in the field of Digital Engineering (Infranea), Creaflow will transform raw CFD data into a visually appealing 3D video simulation. The simulation will show that complex processes, such as the fluid flow behaviour inside of their reactor system, can be translated into an easy-to-understand video.

✓ VSC_2021_4084_D_FlandersMake

A composite intermediate product is assembled by a worker. A camera and edge computer track the progress, assist the operator by highlighting the next operation, and check that the major parts are assembled in the correct order and that they are oriented correctly to each other. The end result is a short video showing the demo, and explaining that (re)training and thus deployment of models, as well as adapting the system to new product lines.

Uitgebreide HPC ondersteuning

VSC lanceerde een oproep gericht aan organisaties in Vlaanderen voor uitgebreide HPC ondersteuning. Bedoeling is dat VSC-medewerkers met de geselecteerde organisaties samen werken om op HPC in hun R&D-omgeving te introduceren, bestaande workflows te optimaliseren of om performance bottlenecks weg te nemen.

Om in aanmerking te komen voor een aanvraag moet de organisatie:

- de mankracht en de domeinexpertise hebben om samen met de VSC-experts te werken aan het project;
- kunnen bijdragen aan de promotie van het project (vb. VSC Success Story);
- een knowledge unit indienen (technisch eindrapport, leermateriaal, demo, ...) met de projectresultaten.

De projectaanvragen werden door de industriële raad op twee momenten (18/10 en 18/11) beoordeeld op kwaliteit van de concrete opdracht (business case, kennis rond supercomputing, business case, etc.) en haalbaarheid (in samenwerking met het operationele team van VSC).

In totaal werden drie projecten ingediend. Al deze projecten zijn door de VSC industriële raad goedgekeurd. Een overzicht:

Titel	Organisatie	Aantal manmaanden VSC
Efficient MPI Parallelisation of Mpacts DEM solver	Mpacts	1
Confidential	Puxano	1
Confidential	Atlas Copco	0,35

Tabel 16. Overzicht van goedgekeurde industriële projecten voor uitgebreide HPC ondersteuning



Opleidingen

Het VSC besteedt de nodige tijd aan het ondersteunen en opleiden van onderzoekers die gebruikmaken van de infrastructuur. Het is belangrijk dat berekeningen efficiënt uitgevoerd worden om zo de wetenschappelijke competitieve positie van de universiteiten in het internationale onderzoekslandschap te vergroten. Opleidingen door het VSC georganiseerd zijn niet alleen bedoeld voor onderzoekers verbonden aan Vlaamse universiteiten en hun respectievelijke associaties, maar ook voor onderzoekers die werken in de Strategische Onderzoekscentra, de Vlaamse wetenschappelijke onderzoeksinstituten, de industrie en overheidsdiensten.

De opleidingen kunnen worden ondergebracht in vier categorieën die ofwel de vereiste voorkennis aangeven, ofwel verduidelijken dat het om domeinspecifieke onderwerpen gaat:

- Introductory
- Intermediate
- Advanced
- Specialist courses & workshops

Introductory-cursussen zijn bedoeld voor alle gebruikers van de infrastructuur en worden ten zeerste aanbevolen aan wie nog niet over de nodige vaardigheden beschikt. De plaatselijke VSC-medewerkers leiden deze sessies. Dat biedt onderzoekers ook de kans om kennis te maken met de personen die de vragen beantwoorden die aan de helpdesk worden gesteld. Dat neemt het onpersoonlijke en anonieme karakter van het e-mailverkeer weg.

Om de sessies op het intermediate niveau te volgen, zijn de introductory-cursussen als voorkennis vereist. Deze sessies behandelen dan ook specifiekere onderwerpen. De meerderheid van deze cursussen is bedoeld voor gebruikers die zelf software ontwikkelen, hetzij voor rekenintensieve toepassingen, hetzij voor pre- en postprocessing van data. Omdat deze opleidingen gespecialiseerder en intensiever zijn dan de introductory-opleidingen, worden ze niet op elke VSC-site gegeven. Gebruikers worden dan ook aangemoedigd de opleidingen op een andere site bij te wonen.



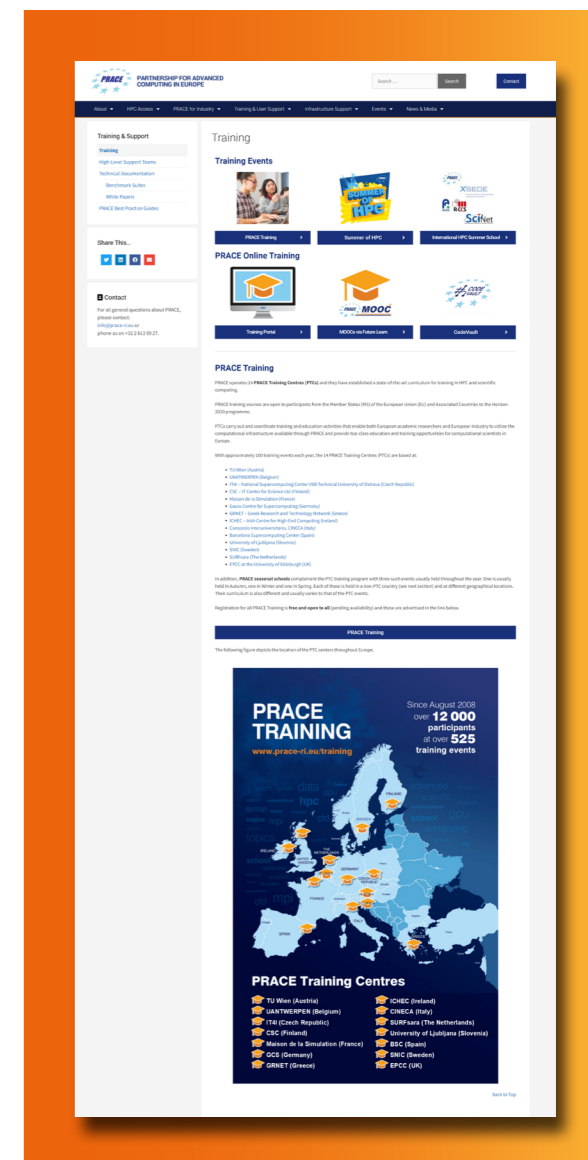
Afbeelding 41. VSC "Training & Events" webpagina

Opleidingen op advanced niveau vereisen nog meer ervaring en zijn domeinspecifieker dan de intermediate opleidingen. Voor deze cursussen doet het VSC een beroep op externe lesgevers. Vaak zijn ze verbonden aan PRACE Advanced Training Centers (PATC) of komen ze uit de industrie. Vanwege de pandemie werd in 2021 geen beroep gedaan op externe experts. Het aanbod aan PRACE trainingen werd echter geregeld onder de aandacht gebracht via sociale media. Sommige opleidingen passen in geen van deze drie niveaus: ofwel zijn ze te domeinspecifiek, ofwel omvatten ze het volledige introductory tot advanced niveau. Dit verklaart de term "specialist".

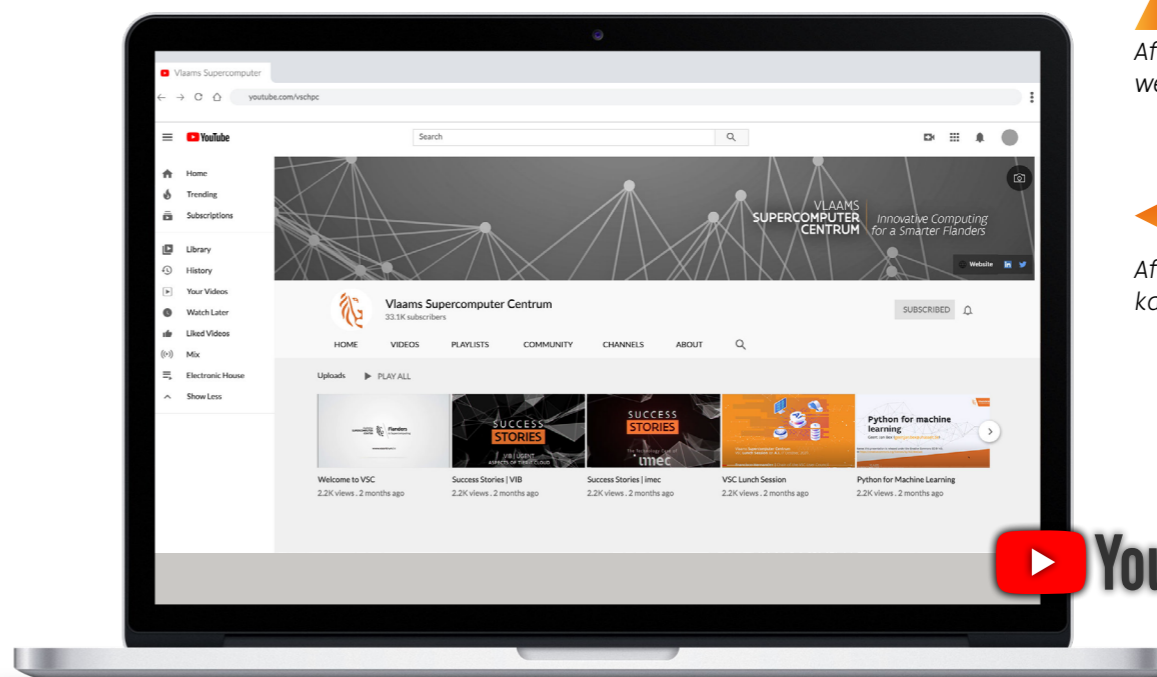
In 2021 organiseerde het VSC een winterschool over het efficiënt gebruik van OpenFOAM, een applicatie voor computationele vloeistofdynamica. 30 deelnemers uit 6 landen volgden deze online school die gegeven werd door Matej Forman (OpenFOAM training coordinator, ESI Group).

Door de COVID-pandemie zijn zowat alle opleidingen online doorgegaan, op enkele uitzonderingen in de herfst van 2021 na. In totaal telden we voor het eerst meer dan 1.000 deelnemers aan onze trainingen.

Het videomateriaal dat via YouTube beschikbaar is, wordt gebruikt, maar kan zeker nog meer gepromoot worden.

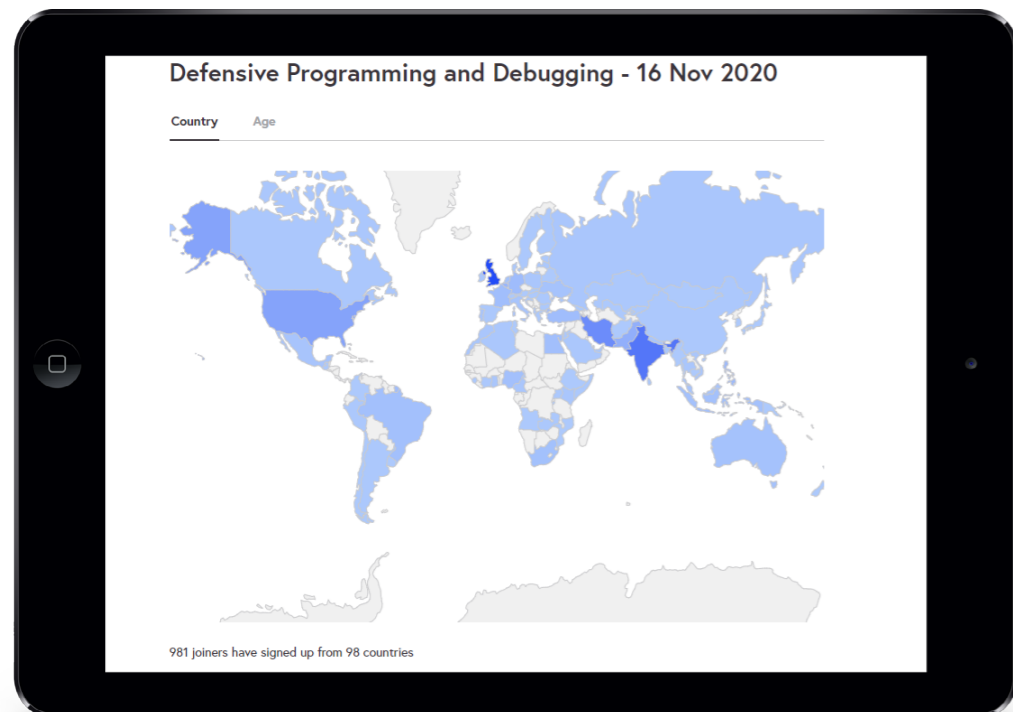


Afbeelding 42. PRACE "Training" webpagina



Afbeelding 43. VSC "YouTube" kanaal

De vierde run van de MOOC “Defensive programming and debugging” ontwikkeld voor PRACE had iets meer dan 1.000 deelnemers. De eerste run van de MOOC “Fortran for scientific computing” telde 430 deelnemers en kreeg zeer lovende feedback. Een pluspunt van deze vorm van training is ongetwijfeld het erg internationale karakter. Het laat toe deelnemers te bereiken in landen waar dit soort trainingen niet aangeboden worden. Aan deze MOOCs werd deelgenomen vanuit respectievelijk 78 en 98 verschillende landen.



Afbeelding 44. Globale spreiding van de deelnemers aan de MOOC “Defensive programming”.

Het VSC participeert sinds september 2020 ook in het EuroCC National Competence Center voor het training work package. Hiervoor werd het HPC opleidingsaanbod in België in kaart gebracht. Het VSC nam deel aan verscheidene activiteiten rond training en deelde onder meer ervaringen met en best practices rond MOOCs.

VSC staf gaf een reeks van vier trainingen aan de LUMI support staf over het gebruik van de software installatie tool EasyBuild, ontwikkeld door het VSC.

Tijdens ISC 2021 werkten VSC medewerkers mee aan de organisatie van een “birds of a feather” sessie rond training. Er waren een zestigtal deelnemers en de feedback was zeer positief. VSC staf kan ook ondersteuning bieden aan docenten die voor reguliere cursussen gebruik willen maken van VSC infrastructuur. In 2021 was dit het geval voor vier cursussen. Uiteraard zijn er ook docenten die hun studenten zelf wegwijs maken.

Uiteraard worden de bestaande opleidingen steeds up-to-date gehouden met recente ontwikkelingen, maar er worden ook jaarlijks nieuwe onderwerpen voor training geselecteerd en uitgewerkt. In 2021 werd bijvoorbeeld een training over de programmertaal Julia uitgewerkt, evenals materiaal over GPU computing.

De website van het VSC maakt het opleidingsaanbod bekend, zodat de informatie voor alle geïnteresseerden beschikbaar is. Via interne mailinglists worden de aankondigingen verspreid onder de gebruikers van de infrastructuur. Gerichte mailings vestigen de aandacht op specifieke opleidingen als die nuttig kunnen zijn voor een beperkte doelgroep of voor potentiële gebruikers. De Belgische NCC startte in november 2021 met disseminatie via Twitter en LinkedIn, en ook via deze kanalen worden trainingen aangekondigd.



Afbeelding 45. VSC training overzicht 2021

Evenementen

In 2021 organiseerde VSC veelal online evenementen. Dit vooral ter gelegenheid van een aantal bijzondere gebeurtenissen zoals de lancering van de VSC Tier-1 Cloud component en de kick-off van LUMI-BE. VSC organiseerde daarnaast slechts één live event in Gent in samenwerking met TTO UGent, Imec en AI4Growth, nadat vier andere evenementen moesten worden geannuleerd.



LUMI-BE kick-off

Op 14 januari vond de LUMI-BE kick-off plaats, dit event werd officieel geopend door Thomas Dermine, staatssecretaris voor wetenschappelijk onderzoek bij de Federale overheid. Pekka Manninen, programma directeur bij CSC in Finland, gaf gedetailleerde toelichting over de nieuwe supercomputer. Daarnaast kwamen nog een aantal use cases aan bod. In totaal namen meer dan 250 HPC enthousiastelingen deel aan het online event. Meer details en linken naar de presentaties kunnen [hier](#) gevonden worden.



VSC Industry Road Tour

De bedoeling was om tijdens het najaar van 2021 vijf VSC Industry Road Tour events te organiseren. In samenwerking met UHasselt en KU Leuven zouden er twee evenementen rond HPC in de gezondheidszorg plaatsvinden. Samen met VUB en Green Energy Park startte VSC met de voorbereidingen rond HPC in de energiesector. In Antwerpen zou het event over logistiek in en rond de Schelde de focus zijn. En in Gent lag de klemtoon op artificiële intelligentie.

Tot grote spijt kon omwille van corona enkel het event in Gent doorgaan. De sessie werd in samenwerking met AI4Growth georganiseerd. Een vijftiental partners uit het AI4Growth partnernetwerk kregen een presentatie van AI specialist, Aleksi Kallio, bij LUMI. De integrale presentatie, met als titel 'The true promise of high-performance computing for AI', kan [hier](#) worden herbekeken.



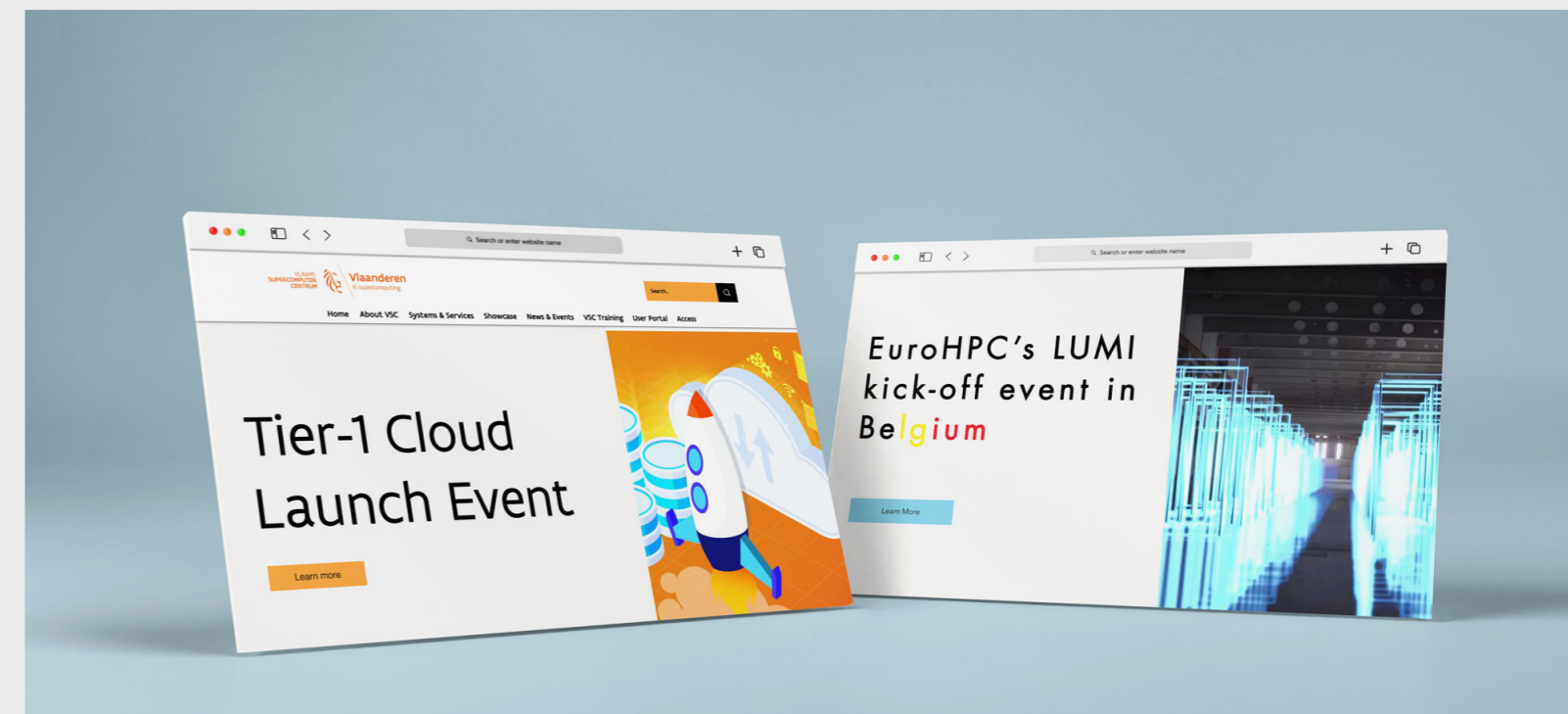
VSC Tier-1 Cloud component kick-off

Op 20 mei vond er het launch event voor de Tier-1 Cloud component plaats. 150+ geïnteresseerden kregen een overzicht van de beschikbare infrastructuur, use cases (LifeWatch en VIB) en meer informatie over de call voor onderzoekers. Meer details en linken naar de presentaties kunnen [hier](#) gevonden worden.



VSC Lunch session

In oktober organiseerde VSC een eerste VSC Lunch Session. Thema voor de sessie was artificiële intelligentie. Het opzet is om over de middag, online, een specifiek topic uit te lichten. In eerste instantie geeft een VSC medewerker een overzicht over de mogelijkheden. Hier werd voor deze sessie gefocust op de toegangsmogelijkheden voor GPU's op Tier-1 en Tier-2. Daarnaast kwamen AI toepassingen in specifieke sectoren aan bod. ePotentia voor de materialenindustrie, Flanders Make in de maakindustrie. Meer dan 180 geïnteresseerden namen deel. De volledige presentaties kunnen [hier](#) gevonden worden.



Internationale samenwerking

EuroHPC, LUMI, EuroCC, PRACE

VSC is ook actief in een aantal Europese projecten, waaronder PRACE en EuroHPC (LUMI, NCC).

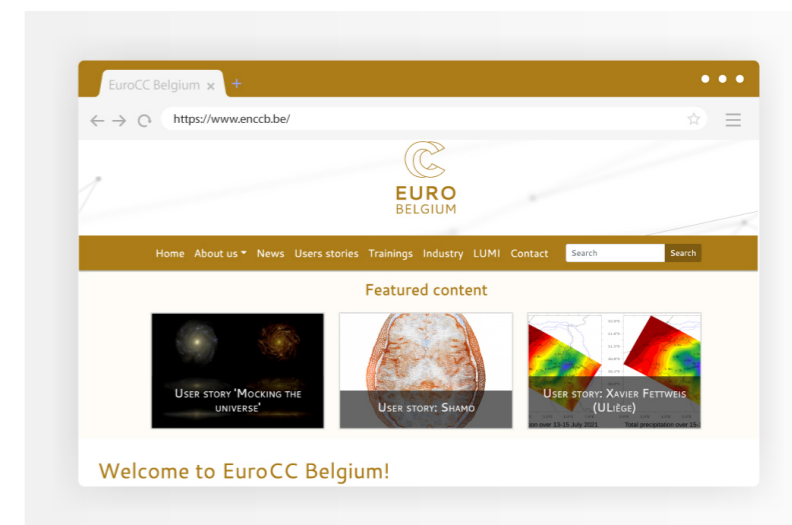
PRACE biedt in Europa ondersteuning om HPC in onderzoek te faciliteren en optimaliseren. Enerzijds is er, via het indienen van projecten, toegang tot Europese supercomputers voor academische en industriële gebruikers. Bij de aanvragen voor rekentijd in Call 23 was er een project vanuit Vlaanderen, dat spijtig genoeg geen rekentijd toegekend heeft gekregen. Anderzijds zijn er de PRACE 6IP projecten. Het PRACE 6IP project, gestart in mei 2019, loopt af in juni 2022. De universiteiten van Antwerpen en Leuven zijn de Vlaamse partners in het dit project. KU Leuven ontwikkelt binnen WP 4 trainingen en MOOCs. Zo was er in april 2021 de "OpenFOAM Seasonal School". Er werd een vierde run gedaan van de MOOC "Defensive programming and debugging" en een eerste run van de MOOC "Fortran for scientific computing". UAntwerpen is actief binnen WP 7, waar het bedrijven ondersteunt binnen "Preparatory Access" en "SHAPE", en daarnaast meewerkt aan de Unified European Application Benchmark Suite (UEABS).

EuroHPC is een initiatief van de EU om een "World Class Supercomputing Ecosystem" in Europa uit te bouwen. Twee van de EuroHPC projecten waarin ook VSC betrokken is, zijn LUMI en EuroCC. Daarnaast zijn ook onderzoeksgroepen rechtstreeks actief binnen specifieke projecten in het EuroHPC werkplan: DEEP-SEA en TIME-X.

LUMI is één van de drie pre-exascale supercomputers, gebouwd in Finland. Vlaanderen participeert hierin waardoor er rechtstreeks rekentijd beschikbaar komt voor onderzoekers. Om LUMI voor te stellen aan de onderzoekers in België, werd op 14 januari "EuroHPC's LUMI kick-off event" (online) georganiseerd. Daarnaast werd in 2021 met verschillende onderzoeksgroepen en bedrijven ook bekeken of en welke interesse er is voor toekomstig gebruik van LUMI. Als eerste Vlaams pilootproject voor LUMI werd LIFTHRASIR (Lumi First Tests of the HaRdware Architecture by Simulations of Interplanetary Regions) van Giovanni Lapenta (KU Leuven) gekozen. Daarnaast was er tegen het einde van het jaar ook een twee pilootproject "Numerical weather predictions at hectometric resolutions" actief met onderzoekers van KMI en UGent. In december werd ook een eerste beperkte oproep voor reguliere toegang gelanceerd. Hierbij werd het project "Discovery of the binding pockets of dipeptidyl peptidase 4,8 and 9 using cosolvent molecular dynamics simulations" van Hans Dewinter (UAntwerpen) geselecteerd.

EuroCC, Nationale Competentie centrum rond HPC, is het tweede grote EuroHPC project waarbij VSC betrokken is. Het project is gestart op 1 september 2020. De Vlaamse cofinanciering liet op zich wachten tot de zomer van 2021, waardoor de opstart vertraagd was. Vlaamse universiteiten werken mee aan elk van de taken en kunnen daarbij rekenen op de steun van FWO. Eén van de doelen is om industrie beter te betrekken bij HPC door hun noden goed te begrijpen en in kaart te brengen en hen te ondersteunen waar nodig.

Een ander doel is als NCC zichtbaar te zijn. Daarvoor werden reeds verschillende kanalen geactiveerd, bv. een website (<https://www.enccb.be/>), Twitter-account (https://twitter.com/EuroCC_Belgium) en een LinkedIn-pagina (<https://www.linkedin.com/company/eurocc-belgium/>). Dit project zorgt er verder voor dat er binnen België én met andere Europese landen rond HPC meer en beter wordt samengewerkt.



Afbeelding 46. Website van EuroCC Belgium

EGI

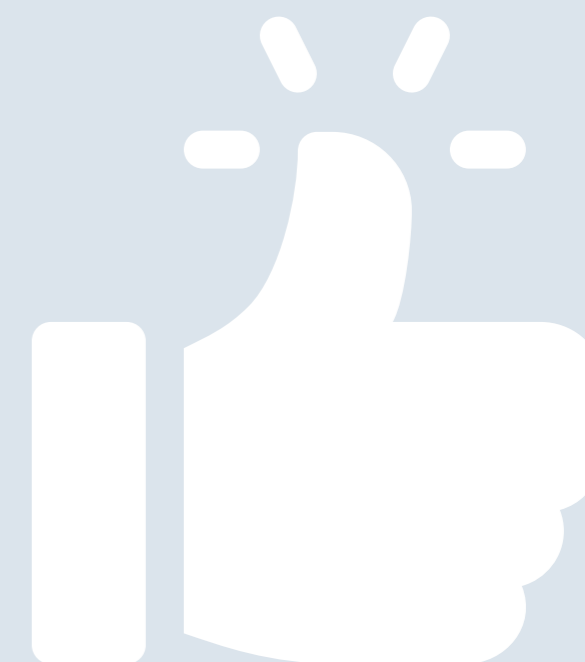
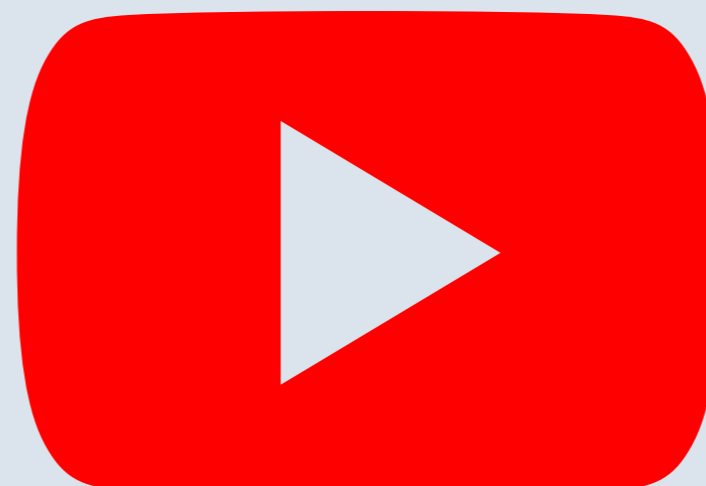
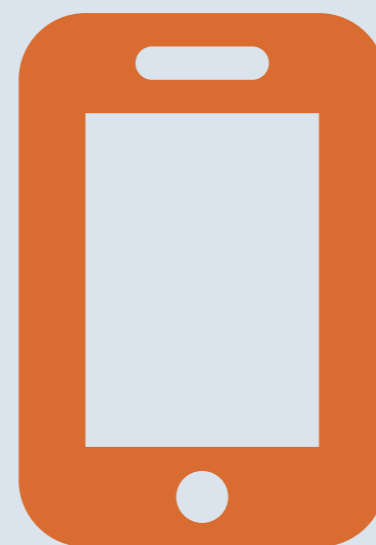
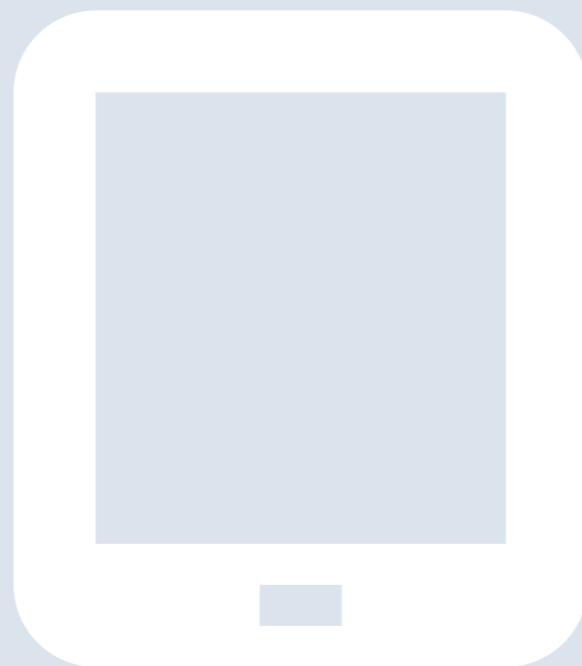
Het VSC is actief aanwezig bij het European Grid Infrastructure-gebeuren (EGI). De VUB grid-cluster is geïntegreerd in de EGI federated e-Infrastructure en door de steun van internationale virtuele organisaties biedt het op deze manier de mogelijkheid aan onderzoekers uit Vlaanderen om deze Europese rekeninfrastructuur te gebruiken. Vooral hoge-energie-fysici van de UAntwerpen, de UGent en de VUB maken hiervan gebruik. Enkele voorbeelden zijn:

- De grid-cluster ondersteunt de internationale samenwerking "IceCube". Onderzoekers van de VUB en de UGent zijn hierin actief.
- De internationale onderzoeksgroep "SoLid", met onderzoekers van onder meer UGent, UAntwerpen en VUB die neutrino-oscillaties bestudeert op een heel korte afstand van de kern van een reactor in het SCK-CEN te Mol werd opgestart. Deze onderzoeksgroep maakt, met ondersteuning vanuit het VUB-grid-team, gebruik van de EGI grid middleware om op een eenvoudige manier gegevens te delen over de deelnemende universiteiten heen.
- Daarnaast zijn de projecten WeNMR (NMR spectroscopie), LOFAR (lage frequentie radio astronomie), AUGER (hoge energie kosmische straling), ARA (neutrino detector op de zuidpool) en RADAR (ook neutrino detector maar via radiogolven) ook een actieve gebruikers van de grid-cluster.



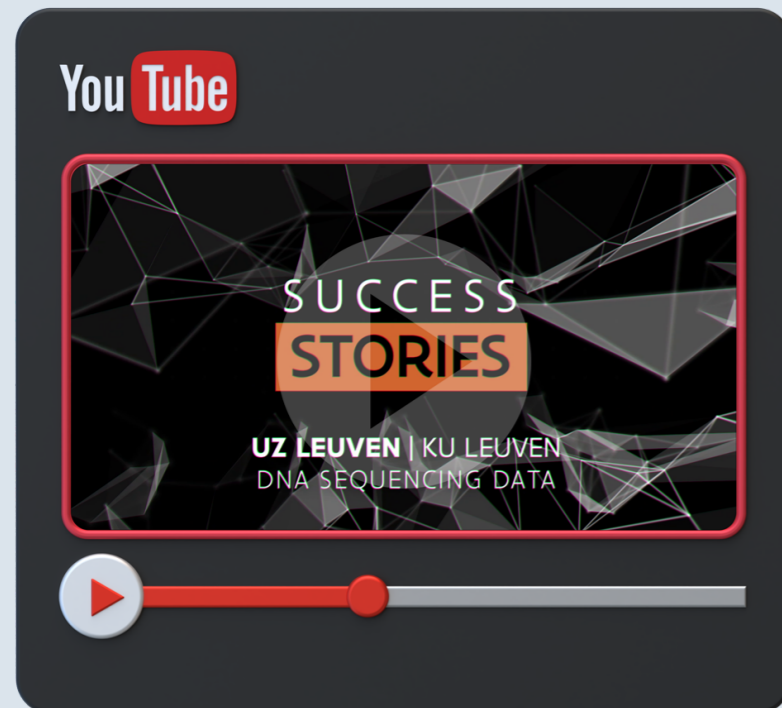
Succesverhalen

Hierna volgen enkele getuigenissen over het gebruik van supercomputers voor onderzoek, industrie, innovatie en maatschappelijke voordelen. We tonen voorbeelden van hoe universiteiten en bedrijven, private en publieke organisaties supercomputers gebruiken om doorbraken van groot wetenschappelijk of economisch belang te bereiken. Deze prestaties, waarvan vele werden bereikt dankzij toegang tot zeer krachtige supercomputers en HPC-experts bij het Vlaams Supercomputer Centrum, hebben al geruime tijd onderzoekers en bedrijven immense efficiëntie, zowel in werkuren als in euro's, opgeleverd.



Alvaro Cortes | Genomics Core UZ Leuven | DNA sequencing data analysis

De kansen en mogelijkheden van onze supercomputers zijn werkelijk verbluffend. Álvaro Cortés Calabuig van Genomics Core Leuven (UZ Leuven & KU Leuven) vertelt ons zijn succesverhaal over hoe onze supercomputers en ons ondersteuningsteam alle computationele mogelijkheden boden voor de analyse van DNA-sequencinggegevens.



[▶ bekijk hier](#)

Frederik Coppens | VIB | Tier-1 cloud

Frederik is "Head of Node" van ELIXIR België en IT manager bij VIB-UGent. Hij gebruikt de VSC-cloudresources om diensten voor databeheer en data-analyse in te zetten voor life science-onderzoekers. Ontdek hoe het inzetten van services op de VSC-cloud het heel gemakkelijk maakte om samen te werken met verschillende instituten in Vlaanderen, waardoor het mogelijk werd om de middelen te schalen op basis van de behoeften van de wetenschap.



[▶ bekijk hier](#)



Bijlagen

Toegekende Tier-1 compute 2021

Code	Onderzoeker	Instelling	Wetenschapsdomein
2021-01	Danny Vanpoucke	Hasselt University	Fysica
2021-02	Flavio Siro Brigiano and Frederik Tielens	Vrije Universiteit Brussel	Chemie
2021-03	Samuel Neale, Pieter Cnudde, Massimo Bocus and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-04	Xavier Deraet, Jan Turek and Frank De Proft	Vrije Universiteit Brussel	Chemie
2021-05	Bart Ripperda, Lorenzo Küchler, Thomas Hertog, Bert Vercnocke and Daniel Mayerson	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-06	Siebe Vanlommel and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-07	Thijs Bon	KU Leuven	Technologie
2021-08	Aryan Afzalian and Rutger Duflou	IMEC	Technologie
2021-09	Florian Wéry, Laurien Vandewalle and Kevin Van Geem	Ghent University	Technologie
2021-10	Wilfried de Corte	Ghent University	Psychologie
2021-12	Joris Van Bever	Vrije Universiteit Brussel	Aardwetenschappen
2021-13	Jack Jenkins, Nitin Yadav, Xiaohong Li and Rony Keppens	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-14	Juul De Vos and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-15	Yi Ouyang and Kevin Van Geem	Ghent University	Technologie
2021-16	Francesco Pucci and Fabio Bacchini	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-17	Fabio Bacchini, Xiaozhou Zhao and Rony Keppens	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-18	Alexander Hoffman, Aran Lamaire and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-19	Maarten Cools-Ceuppens, Michael Sluydts, Toon Verstraelen and Stefaan Cottenier	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-20	Vishal Yadav and Yuri Coutinho	KU Leuven	Technologie
2021-21	Evangelia Samara and Nicolas Wijsen	KU Leuven	Moleculaire modellering
2021-22	Aran Lamaire, Alexander Hoffman and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-24	Paulo Mileo and Veronique Van Speybroeck	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-26	Lieven Bekaert	Vrije Universiteit Brussel	Chemie
2021-27	Emerick Guillaume	Hasselt University	Fysica
2021-28	Yuhao Zhou, Rony Keppens	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-29	Yi Ouyang	Ghent University	Technologie
2021-30	Alexander Hoffman	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-31	Küchler Lorenzo, Ripperda Bart, Hertog Thomas, Vercnocke Bert, Mayerson Daniel	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-32	Vorobieva Anastassia	VIB	Life sciences
2021-33	Truyens Anne-Julie	Vrije Universiteit Brussel	Chemie
2021-34	Marchi Sylvain	KU Leuven	Aardwetenschappen
2021-35	Cnudde Pieter	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-36	Braeckvelt Tom	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-37	Vervust Wouter	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-38	Lamaire Aran	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-41	Ben Khalifa Malek	KU Leuven	Chemie
2021-42	Brchnelova Michaela	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-43	Vanlommel Siebe	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-44	Vanlommel Siebe	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-45	Arts Ine	University of Antwerp	Fysica
2021-46	Saniz Rolando	University of Antwerp	Fysica

Code	Onderzoeker	Instelling	Wetenschapsdomein
2021-47	Margarita Koreta	Vrije Universiteit Brussel	Chemie
2021-48	Nunez Ares Jose	KU Leuven	Technologie
2021-49	Santos Sara	Ghent University	Technologie
2021-50	Rommens Konstantijn	Ghent University	Technologie
2021-52	Sayamanthula, Krishna Prasad & Magyar, Norbert	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-53	MOENS Nicolas (PI), PONIATOWSKI, Luka	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-54	Meyers, Johan	KU Leuven	Technologie
2021-55	Van Bever, Joris	Vrije Universiteit Brussel	Aardwetenschappen
2021-56	Bacchini, Fabio	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-57	Vanpoucke, Danny Eric Paul	Ghent University	Fysica
2021-58	Biagini, Simone Andrea	KU Leuven	Life sciences
2021-59	Malfait, Jolien	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-60	Cnudde, Pieter	Ghent University	Moleculaire modellering
2021-61	BICKEL, David; VRANKEN, Wim	Vrije Universiteit Brussel	Life sciences
2021-62	Meyers, Johan	KU Leuven	Technologie
2021-63	Küchler, Lorenzo; Ripperda, Bart; Hertog, Thomas; Vercnocke, Bert; Mayerson, Daniel	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-64	Bonheure, Mike	Ghent University	Technologie
2021-67	Afzalian, Aryan	IMEC	Technologie
2021-68	Wijsen, Nicolas	KU Leuven	Astronomie en astrofysica
2021-69	Pynaert, Niels	Ghent University	Technologie
2021-70	Tribhuvan Pandey	University of Antwerp	Fysica
2021-71	Boohalli Shivamallegowda, Greeshma	Vrije Universiteit Brussel	Technologie
2021-72	Lamaire Aran	Ghent University	Moleculaire modellering

Technopolis rapport

Overzicht van VSC "As Is"

Table 1 Overview of the VSC "as is"

Category	Part of the VSC	Not part of the VSC	Report Section
Vision and mission	<ul style="list-style-type: none"> Aim to bring knowledge from the broad research community in Flanders together Aim to promote the importance and added societal value of computing 	<ul style="list-style-type: none"> Vision for the future Evaluation and monitoring mechanisms, including Key Performance Indicators 	3.1.1
Infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> Hardware and software that fits the needs of current academic users Tier-2 infrastructures at four universities Tier-1 infrastructure Access to Tier-0 infrastructure through LUMI Pilot-phase data and cloud capabilities (SaaS) 	<ul style="list-style-type: none"> Uniform organisation of Tier-2 infrastructure RDM infrastructure (open science) Data security, quick access and guaranteed capacity 	3.1.2
Organisational structure	<ul style="list-style-type: none"> Consortium-like organisation based on cooperation between partners Wide stakeholder input 	<ul style="list-style-type: none"> Legal entity Central management 	3.1.3

Technopolis rapport

Overzicht van VSC "As Is"

Category	Part of the VSC	Not part of the VSC	Report Section
Staff	<ul style="list-style-type: none"> Motivated staff with diverse staff expertise Large nr of Tier-2 staff Small nr of Tier-1 staff One staff member part of support team LUMI 	<ul style="list-style-type: none"> VSC employment contracts Overview of tasks and activities taken up by staff members 	3.1.4
Users	<ul style="list-style-type: none"> Diverse set of users with varying user needs Primary users are university researchers Limited use by research institutes and industry users 	<ul style="list-style-type: none"> Uniform access policies Overview of potential users and user needs in Flanders Formal monitoring of usage and user satisfaction 	3.2
Services	<ul style="list-style-type: none"> Accessible HPC infrastructure for university researchers Tailored support for research disciplines Quality training and onboarding into HPC offered by universities Consultancy, research collaboration and training services for industry 	<ul style="list-style-type: none"> Central helpdesk Cross university support at Tier-2 level Uniform support when upscaling from Tier-2 to Tier-1 Support tailored to non-academic user needs Shared service offering HPC study programme 	3.2.3
Costs	<ul style="list-style-type: none"> Shared investment costs in Tier-1 Shared investments by universities and the Flemish Government (through FWO) 	<ul style="list-style-type: none"> Transparent financial and budgetary information Return on Investment monitoring (and therefore lack of view on efficiency) 	3.3
Revenue streams	<ul style="list-style-type: none"> Largely Flemish public funding Small revenue from industry user fees Impulse funding for Tier-1, structural funding for Tier-2 	<ul style="list-style-type: none"> Continuity of Tier-1 funding Funding from participation in EU programmes (no legal entity) 	3.3
Context	<ul style="list-style-type: none"> HPC is part of Flemish government policy on research infrastructure Project-based participation in EU initiatives, in particular PRACE and EuroHPC 	<ul style="list-style-type: none"> Strategy on European Involvement 	3.4

Technopolis rapport. SWOT analyse van VSC

Strengths (internal)	Weaknesses (internal)
<ol style="list-style-type: none"> 1. A primary strength of the VSC is that it makes computational power and modern HPC infrastructure available to researchers in Flanders. 2. A second strength of the VSC is the low-threshold environment for first time use of HPC. The fact that there is experienced staff available to support (new) HPC users was mentioned many times during the interviews, lowering the barrier to use (in particular when it comes to Tier-2). 3. The current structure of VSC ensures its embeddedness in the university community, providing the possibility to be close to academic users and enhancing the possibility for external researchers to connect to university research groups. 4. Interviews show that the trainings provided by the VSC are perceived as of high quality. In particular the introduction to HPC was mentioned several times by interviewees. 5. The VSC ensures that both university researchers and other external researchers can use HPC infrastructure against low prices, an added value and the reason some external users decide to use the VSC. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. The primary weakness of the VSC is that it is lacking a clear mission and leadership on where to go. Without a clear view of where the organisation wants to go, it is difficult to prioritise and take action. 2. Secondly, the VSC currently has an organisation structure with a rather distributed responsibility, which results in slow decision-making procedures. With too many levels of communication and without a person having clear final responsibility, decisions strand in discussion. 3. From interviews there appears to be a lack of alignment between the five universities. Universities have different access policies for HPC use which hinders collaboration between researchers from different universities and external users from using the HPC infrastructure. Furthermore, collaboration on trainings and user support seems limited or even non-existent. 4. Despite Belgium taking part in the LUMI consortium it appears that the embeddedness of the VSC in EU supercomputing community is still weak and that there is not much focus with VSC stakeholders on closer interaction at European level. 5. A final weakness of the VSC is the lack of communication and dissemination, resulting in potential users being unaware of the existence of the VSC or not knowing how to gain access to the VSC.
Opportunities (external)	Threats (external)
<ol style="list-style-type: none"> 1. An opportunity for the VSC is the trend towards more use of HPC by a wider range of researchers and research disciplines in the future. Developments around Artificial Intelligence and Machine Learning were mentioned several times during the interviews. This increases the need for HPC and provides an opportunity for VSC to make HPC available to a wider group of users in Flanders. 2. A second opportunity for the VSC is to expand and further improve its service offering. The overall trend of increasing costs for HPC infrastructure and decreasing prices for HPC use makes it necessary for VSC to offer added value not only when it comes to compute, but more and more through the services and support it delivers. The Covid-19 pandemic has accelerated the digital transformation in Flanders and provides an opportunity for more online courses. 3. Thirdly, there is an opportunity for more European cooperation. This cooperation can offer access to faster computers, can offer opportunities to learn and can decrease costs for the VSC user community, in particular with the increased focus on HPC in the new Digital Europe Programme. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. The current financial model for Tier-1 results in uncertainty on its long-term funding. When the funding of the Tier-1 ends, this is a major threat to its existence. For Tier-2, this threat is a lot smaller, given the recurrent funding model. 2. While the increase in HPC needs can be an opportunity, it is also a threat in terms of a lack of capacity (both HR and physical) to fulfil these needs. 3. Thirdly, there is in Flanders and abroad insufficiently available digital skills and expertise. With the demand for digital experienced people rising, both users of the VSC and the VSC itself will experience difficulties in attracting the right staff. It could be that the VSC will need support more people with a non-technical background. 4. A final threat for the VSC could be further decentralisation of the HPC landscape, for example when strategic research centres (SOCs) set up their own HPC infrastructure or when there is increased competition from commercial offerings. The severity of this threat depends on VSC's vision for the future and the unique value it wants to offer to its users.

Technopolis rapport Toekomstscenarios van VSC.

4 Future scenarios for the VSC

The scenarios that are presented in this report are constructed in an incremental way. Three scenarios have been developed: A, B and C, of which C is the most ambitious and requires the longest time horizon to achieve. Scenario A and B can be considered precursors towards scenario C, where scenario A is closest to the current organisation of the VSC. The table below presents a summarised overview of the three scenarios compared to a reference scenario: the situation as is. In the sections that follow, each of the scenarios is elaborated in more detail.

Table 1 Overview of the draft scenarios

Aspect	Reference scenario: Continuing VSC as-is	Scenario A: VSC as Tier-1 service organisation for Flanders	Scenario B: VSC as Tier-1 & Tier-2 service organisation for Flanders	Scenario C: VSC as leading and innovative HPC Centre
Ambition level (input)	Low	Medium	High	Very high
Vision (input)	Encouraging the use of scientific and technical computing in the Flemish academic and industrial landscape. ¹	Contributing to excellent science and strong industrial digital innovation in Flanders through shared HPC and data capabilities.	Same as scenario A	Spearheading excellence in science and industrial competitiveness by leading and enabling HPC and data innovations at the European forefront.
Mission (input)	Offering distributed Tier-2 and Tier-1 HPC services through universities to researchers and industry in Flanders. ¹	Offering a central service centre for Tier-1 compute and data services for researchers in Flanders.	Offering an integrated service centre for data and compute services at Tier-2 and Tier-1 level in Flanders.	Offering public and private R&D organisations as well as industries in Flanders and abroad a central one-stop-shop for HPC and data-driven innovation by providing access to top data-centric and HPC infrastructures, tools, services and consultancy.
Users (input)	<ul style="list-style-type: none"> Academics from all disciplines Research organisations in Flanders Industry (not specified) 	<ul style="list-style-type: none"> Academics from all disciplines Research organisations in Flanders 	<ul style="list-style-type: none"> Academics from all disciplines Research organisations in Flanders 	<ul style="list-style-type: none"> Academics from all disciplines Research organisations in Flanders

¹ VSC (2021) About VSC. Retrieved from: <https://www.vscentrum.be/about>

Aspect	Reference scenario: Continuing VSC as-is	Scenario A: VSC as Tier-1 service organisation for Flanders	Scenario B: VSC as Tier-1 & Tier-2 service organisation for Flanders	Scenario C: VSC as leading and innovative HPC Centre
USPs (output)	Easily accessible Tier-2 and Tier-1 infrastructure and training for university researchers and flexible services to companies and RTOs on request	<ul style="list-style-type: none"> Research intensive businesses and academic start-ups <p>High-end infrastructure combined with services (in particular training) and expertise allowing researchers to obtain valuable insights from data.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Research intensive businesses and academic start-ups <p>Easily accessible and high-end infrastructure combined with services (in particular training) and expertise allowing researchers to obtain valuable insights from data.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Research intensive businesses and academic start-ups <p>VSC is a top R&I infrastructure for HPC in Europe, attracting talent and stimulating excellent research by providing novel opportunities.</p>
Organisational structure (output)	Consortium-like organisation based on cooperation between partners with decentralised responsibilities	Own legal entity with central management by a leadership team and supervisory and advisory boards.	Own legal entity with central management by a leadership team and supervisory and advisory boards.	Own legal entity with central management by a leadership team and supervisory and advisory boards.
Staff (output)	~ 30 FTE of which a large number for Tier-2 and a smaller number for Tier-1. An additional 40 FTE deployed by universities.	Smaller number of staff	Similar number of staff	Higher number of staff
Key infrastructures and services (output)	<ul style="list-style-type: none"> Tier-1 infrastructure Tier-2 infrastructures at four universities 	<ul style="list-style-type: none"> Up-to-date Tier-1 infrastructure Moderate participation in Tier-0 infrastructure Flexible access and Infrastructure as a Service through HPC cloud Data management services for research data and provision of relevant data sets Training, support and consultancy for Tier-1 	<ul style="list-style-type: none"> Low-key, specialised Tier-2 infrastructure Up-to-date Tier-1 infrastructure Moderate participation in Tier-0 infrastructure Flexible access and Infrastructure as a Service through HPC cloud Data management services for research data and provision of relevant data sets Training, support and consultancy for Tier-1 and Tier-2 	<ul style="list-style-type: none"> Low-key, specialised Tier-2 infrastructure Up-to-date Tier-1 infrastructure Active participation in Tier-0 infrastructure Flexible access and Infrastructure as a Service through HPC cloud Data lake with infrastructure and work processes organised around it. Training, support and consultancy for Tier-1 and Tier-2 HPC R&I activities

Aspect	Reference scenario: Continuing VSC as-is	Scenario A: VSC as Tier-1 service organisation for Flanders	Scenario B: VSC as Tier-1 & Tier-2 service organisation for Flanders	Scenario C: VSC as leading and innovative HPC Centre
Costs and revenue streams (output) ²	<ul style="list-style-type: none"> Costs: reference (~17M) Revenue streams: Largely Flemish public funding, small revenue from industry user fees, co-funding from participating universities 	<ul style="list-style-type: none"> Costs: Decrease³ (~9M) Assumption: same investments in tier-1 as in past five years Revenue streams: Flemish public funding, industry users, co-funding of universities / public RTOs, research project funding 	<ul style="list-style-type: none"> Costs: Stable (~17M) Assumption: +5% investments in tier-1 –10% investments in tier-2 as compared to past five years Revenue streams: Flemish public funding, industry users, co-funding of universities / public RTOs, research project funding 	<ul style="list-style-type: none"> Costs: Increase (~20M) Assumption: +10% investments in tier-1 –10% investments in tier-2 as compared to past five years Revenue streams: Flemish public funding, industry users, co-funding of universities / public RTOs, research project funding and R&D on project basis.
Time horizon	-	<ul style="list-style-type: none"> Start-up time: ½-1 year Fully developed: 2-3 years 	<ul style="list-style-type: none"> Start-up time: 1 year Fully developed: 2-3 years 	<ul style="list-style-type: none"> Start-up time: 5 years (for instance start with A/B) Fully developed: 6-8 years

Technopolis Group, 2021

² The costs and financial assumptions are based on the financial figures and estimates obtained from the VSC and on discussions with the study's expert panel. Final costs, especially related to investments (where, when, in what), will depend on decisions made by the VSC and the need for replacement of existing infrastructure (depreciation costs). Transition costs are therefore not included.

³ Note that there will still be costs for Tier-2 at university level, at more or less the same level as present Tier-2 costs, but these are not part of the VSC in scenario A.

Personeelslijst

Instelling	Naam	% tewerkstelling in het kader van HPC
UGent	Wouter Depypere	100%
UGent	Stijn De Weirdt	100%
UGent	Alvaro Simon Garcia	100%
UGent	Andy Georges	100%
UGent	Kenneth Hoste	100%
UGent	Ewald Pauwels	100%
UGent	Balazs Hajgato	100%
UGent	Kenneth Waegeman	100%
UGent	Bart Verheyde	100%
UGent	Danny Schellemans	10%
UGent	Johan Van Camp	30%
UGent	Frédéric De Leersnijder	20%
UGent	Wim Waeyaert	20%
UGent	Bruno Cardon	20%
UGent	Koen Van Hecke	5%
UGent	Tim De Roeck	15%
UGent	Debby Elbers	10%
UGent	Ruth Degroote	10%
UGent	Michel Raes	15%
UGent	Myriam Mertens	10%
UGent	Dieter Roefs	60%

KU Leuven	Herman Moons	20%
KU Leuven	Leen Van Rentergem	30%
KU Leuven	Jan Ooghe	100%
KU Leuven	Jan De Laet	100%
KU Leuven	Maxime Van den Bossche	100%
KU Leuven	Mustafa Dikmen	100%
KU Leuven	Mag Selwa	100%
KU Leuven	Alexander vapirev	100%
KU Leuven	Ingrid Barcena	100%
KU Leuven	Ehsan Moravveji	100%
KU Leuven	Steven Vandenbrande	100%
KU Leuven	Jef Scheepers	100%
KU Leuven	Wouter Van Assche	100%
KU Leuven	Jo Vandeginste	100%
KU Leuven	Tom Leuse	50%
KU Leuven	Yorick Poels	100%
KU Leuven	Peter veraedt	100%
KU Leuven	Koen Kums	100%
KU Leuven	Rudy Rys	40%
KU Leuven	Tom van Mierlo	100%
KU Leuven	Tom Vanhout	20%
KU Leuven	Koen Vanherck	30%
KU Leuven	Christophe van Buggenhout	50%
KU Leuven	Niels Hendrickx	30%
KU Leuven	Bart Vanneste	100%
KU Leuven	Sofie Pieraerd	10%
KU Leuven	Els veraverbeke	10%
KU Leuven	Philip Brusten	10%

Instelling	Naam	% tewerkstelling in het kader van HPC
UAntwerpen	Franky Backeljauw	100%
UAntwerpen	Stefan Becuwe	100%
UAntwerpen	Kurt Lust	50%
UAntwerpen	Carl Mensch	80%
UAntwerpen	Michele Pugno	35%
UAntwerpen	Engelbert Tijskens	100%
UAntwerpen	Robin Verschoren	100%
UAntwerpen	Annie Cuyt	5%
UAntwerpen	Carl Mensch	20%
UAntwerpen	Koen Decauwsemaecker	10%
UAntwerpen	Herwig Kersschot	10%
UAntwerpen	Wim Holemans	5%
UAntwerpen	Bertin Peeters	5%

VUB	Samuel Moors	100%
VUB	Stéphane Gérard	100%
VUB	Alex Domingo Toro	100%
VUB	Ward Poelmans	100%
VUB	Dirk Heyvaert	5%
VUB	Philippe Leemans	10%
VUB	Michel Luybaert	20%
VUB	Olivier Devroede	30%
VUB	Johan D'Hondt	15%
VUB	Steven Opstaele	10%
VUB	Micky Mattens	10%
VUB	Stefan Weckx	10%
VUB	Serge Morabito	10%
VUB	Nina De Bruyne	5%
VUB	Henri Vanroelen	5%
VUB	Bernadette Van Gansbeke	2%
VUB	Jan Paredis	2%

UHasselt	Geert Jan Bex	100%
UHasselt	Rafal Al-Takreeti	50%

Colofon

Het Vlaams Supercomputer Centrum (VSC) is een virtueel supercomputercentrum voor zowel academici als de industrie. Het wordt door het FWO, in samenwerking met de vijf Vlaamse universitaire associaties, beheerd.

Fonds Wetenschappelijk Onderzoek-Vlaanderen

Egmontstraat 5
1000 Brussel
T 02 512 91 10

Verantwoordelijke uitgever

dr Hans Willems
secretaris-generaal FWO

Copyright

Fonds Wetenschappelijk Onderzoek-Vlaanderen

Teksten

Leen Van Rentergem, Jan Ooghe, Ingrid Barcena
Annie Cuyt, Stefan Becuwe
Johan Van Camp, Ewald Pauwels
Geert Jan Bex
Stefan Weckx, Ward Poelmans
Caroline Volckaert, Tim Jaenen

Creatie en vormgeving

Rafal Al-Tekreeti

Uitgegeven in juni 2022

