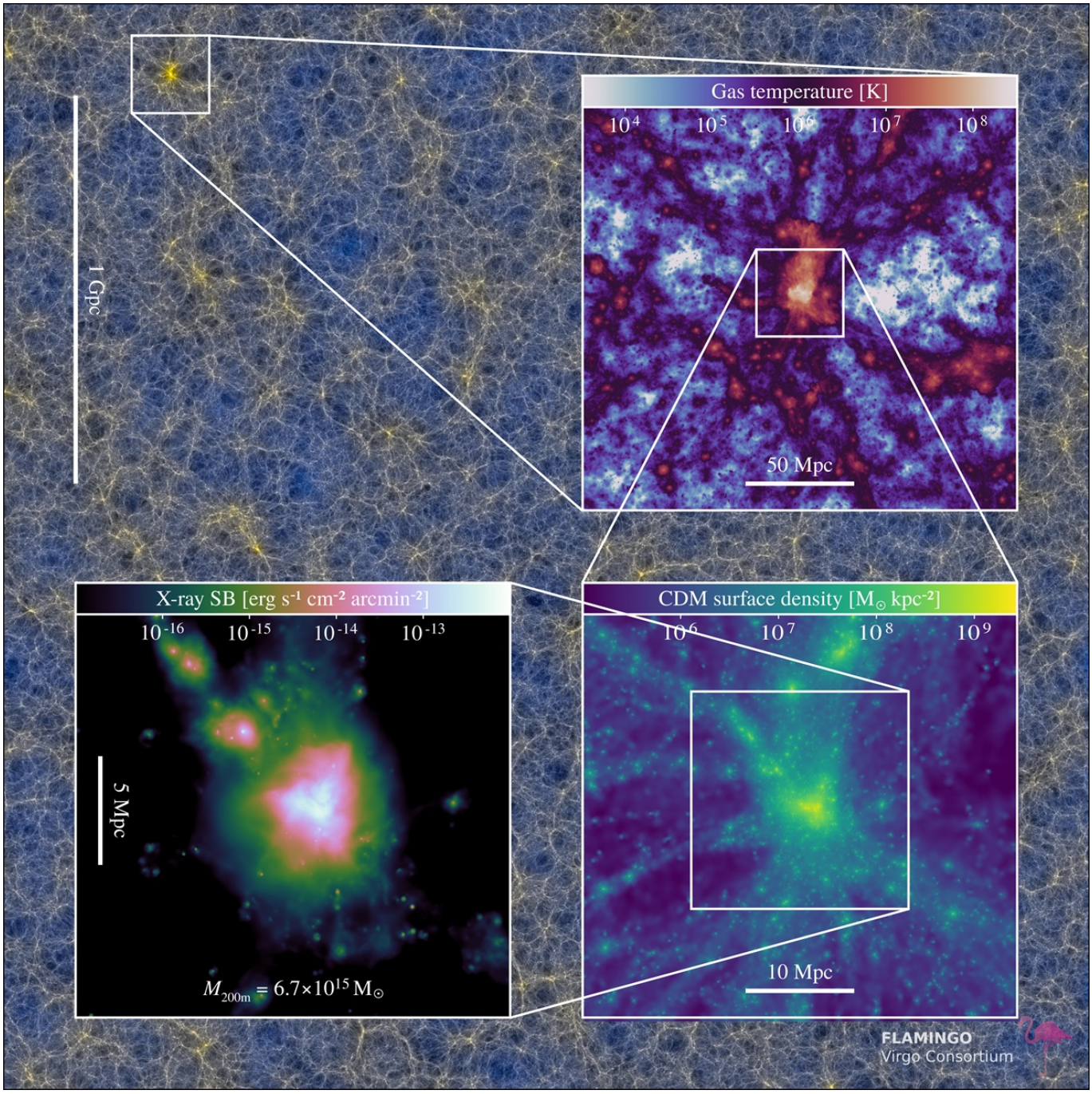
Het heelal in de computer

Om het universum als geheel te begrijpen, zijn simulaties op kosmische schaal nodig. Een internationaal team van astrofysici stelt een van de grootste kosmologische datasets ooit vrij beschikbaar. Het gaat om meer dan 2,5 petabyte aan simulatiegegevens, goed voor grofweg een half miljoen HD-films. De dataset komt uit het FLAMINGO-project, geleid vanuit de Universiteit Leiden: een reeks grootschalige simulaties van de evolutie van materie in het universum.

Bron: Presbericht NOVA



Een virtueel universum. Deze afbeelding toont een doorsnede van een met FLAMINGO gesimuleerd stuk universum: het kosmische web, het netwerk waarin sterrenstelsels zich bevinden. De inzetjes zoomen in op een grote cluster van sterrenstelsels – een van de grootste structuren in het universum, met honderden tot duizenden sterrenstelsels – tot een detailbeeld van hoe zo'n cluster eruitziet voor een telescoop. Credit: Schaye et al. 2023.

Kosmologische simulaties zijn onmisbaar in de moderne sterrenkunde. Ze laten zien hoe materie zich sinds de oerknal heeft ontwikkeld: van kleine verdichtingen tot sterrenstelsels en enorme verzamelingen daarvan. Op de grootste schaal vormt die materie het 'kosmische

web’: een soort netwerk van draden en knooppunten, waarin sterrenstelsels zich langs lange slierten groeperen. Door zulke simulaties te vergelijken met echte waarnemingen kunnen onderzoekers fundamentele vragen onderzoeken, zoals de aard van donkere materie en donkere energie – de onzichtbare componenten die het grootste deel van het universum vormen en de uitdijing ervan sturen.

Het FLAMINGO-project is ontwikkeld om twee werelden samen te brengen: zeer gedetailleerde simulaties van sterrenstelsels en de enorme kosmische volumes die nodig zijn voor precisiekosmologie: het heelal tot op procentniveau in kaart brengen om theorieën te toetsen. Waar verwante projecten zoals COLIBRE, dat ook door de Universiteit Leiden wordt geleid, inzoomen op de fysica binnen individuele sterrenstelsels, bestrijkt FLAMINGO gebieden van miljarden lichtjaren groot. Daardoor kunnen onderzoekers niet alleen afzonderlijke sterrenstelsels bestuderen, maar ook clusters van sterrenstelsels en de grootschalige structuur van het universum.

“Met deze simulaties kunnen we de groei van kosmische structuren volgen over enorme afstanden, terwijl we tegelijk de complexe fysica van sterrenstelselvorming meenemen,” zegt Joop Schaye (Universiteit Leiden), leider van het project. “Door de data vrij te geven hopen we dat onderzoekers wereldwijd met FLAMINGO nieuwe ideeën over het universum kunnen toetsen.”

De simulaties zijn uitgevoerd op de COSMA8-supercomputer in het Verenigd Koninkrijk, met behulp van de SWIFT-simulatiecode. Zulke berekeningen vereisen uitzonderlijk krachtige computers. “De meeste onderzoekers hebben simpelweg geen toegang tot dit soort infrastructuur,” zegt Carlos Frenk (Universiteit van Durham). “Juist daarom vinden we het belangrijk om deze data open te delen.”

Om de enorme dataset bruikbaar te maken, ontwikkelde het team een speciaal online platform. Daarmee kunnen onderzoekers gericht delen van de data analyseren en downloaden, zonder eerst gigantische bestanden binnen te halen. “We willen de drempel zo laag mogelijk maken,” zegt John Helly (Universiteit van Durham), die het systeem ontwikkelde. “Zo kan een veel bredere groep wetenschappers met deze simulaties werken.”

Sinds de eerste introductie van FLAMINGO in 2023 zijn de simulaties al gebruikt in tientallen studies, onder meer naar de vorming van sterrenstelsels en de verdeling van materie in het

heelal. Met deze volledige datavrijgave verwachten de onderzoekers een nieuwe golf aan ontdekkingen.

“Open toegang tot dit soort grootschalige datasets versnelt de wetenschap enorm,” zegt teamlid Matthieu Schaller (Universiteit Leiden). “We willen hiermee een bron bieden die een breed scala aan astrofysisch onderzoek ondersteunt.” De vrijgave markeert een belangrijke stap naar een open en collaboratieve vorm van kosmologie– en geeft wetenschappers wereldwijd een nieuw venster op de evolutie van het universum.