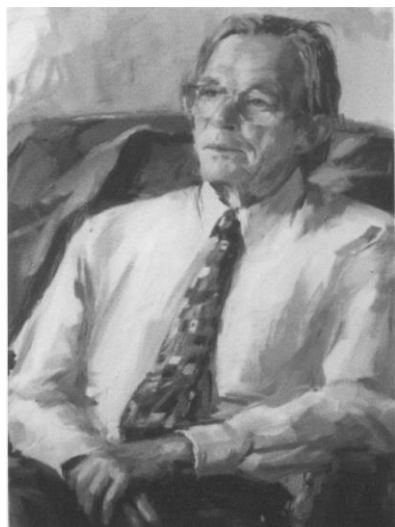


Hendrik Christoffel van de Hulsti elu ja töö

31. juulil 2000 suri 81-aastaselt Hendrik Christoffel van de Hulst, keda kõik lihtsalt Henk'iks kutsusid ja kes oli üks suurepärasemaid astronome, keda Holland on



maailmale andnud. See oli 1944. aastal, kui Van de Hulst leidis, et vesiniku aatomi põhiseisundi peenstruktuurne üleminek annab 21 cm radiojoone, mille abil saame kindlaks teha vesinikupilvede liikumise Galaktikas. See ennustus tuli õigel ajal, sest radioastronoomia oli just tekkimas ja peatselt hakati ehitama esimesi raadioteleskoope. Nii sai alguse võimas läbimurre astronoomias, mis pani aluse

Universumi laialdastele uuringutele täiesti uues elektromagnetilise kiirguse spektrialas. Võib päris julgesti öelda, et see õitseng jätkub ikka veel.

Henk van de Hulst sündis Utrechti 19. novembril 1918. Ta oli üks Willem Gerrit van de Hulsti ja Jeannette Maani kuuelapselisest perest (muide *hulst* on hollandi keeles astelpõõsas ehk iileks). Henki isa oli protestantlikes ringkondades kuulus lastekirjanik. Henk polnud perekonnas ainus erilise andekusega laps, sest ühest tema vennast sai tuntud maalikunstnik. Henk mäletab, et ta kasvas õnnelikus kodus, kus oldi tõsised protestandid. Ja kuigi Henk hiljem kaugenes usust, siiski midagi sellest temasse jäi, sest tema väitekirjas 1946. a on pühendus - "Temale, kes kõike juhib". Hoolimata sellest kaugenemisest jäi talle tema piiblitundmine. Kõige ootamatutel hetkedel võis ta koosolekutel tulla välja kõigile suureks üllatuseks asjakohase tsitaadiga piiblist. Kui ta Piiblit ka tsiteeris, siis andis ta endale aru selle

teksti vasturääkivustest ning tsitaatide kasutamisel pidas ta neid vasturääkivusi silmas.

Lapsepõlves armastas Henk malet, doominot, kaardimänge ja igasuguseid mõistatusi. Ka meeldis talle lugeda ning nagu ta ise ütles, meeldis talle “loodus selle kõige laiemas mõttes”. Üheksa-aastaselt teadis ta Pythagorase teoreemi ja selle kuulsaid kolmikuid: 3,4,5 ja 8,15,17.

Henki isa juhatas algkooli, kus Henk sai oma esmase hariduse. Henk oli sageli haige ja seetõttu palju kodus; ning oli uskumatu, et temast füüsiliselt nii tugev mees sai. Ta õppis palju ja ta ise kirjeldab, et 1930. aastal suvepuhkuse ajal enne gümnaasiumisse minekut olid tal kõik ülesanded uutest matemaatikaõpikutest lahendatud.

Pärast keskkooli lõpetamist oli Henkil kõhklus, kas minna edasi õppima ülikooli või Delfti Kõrgemasse tehnikakooli, et saada inseneriks, sest tal oli suur huvi praktilise tegevuse vastu. Ta küsis nõu ühelt insenerilt, kes ilmselt Henki hästi tundis ja kes tegi Henkile selgeks, et tema anne on liiga teoreetilist laadi, selleks et hakata tegelema tehniliste probleemidega. Kuigi Henki edaspidist elu silmas pidades oleks ta ilmselt olnud edukas ka tehnilistel aladel, sest ta nautis igasuguste puhtalt tehniliste probleemide lahendamist: ta tugevdas oma tütre maja vundamenti Amsterdams, ta kavandas ja ehitas barjääri oma Frieslandi puhkemaja kaitsvale tammile ja valmistas hea mudeli ühele euroopa instrumendile, mis installeeriti Hubble'i teleskoopi.

Nii et kui Henk oli otsustanud ülikooli kasuks, siis arvestades tema huve ja andeid oli selge, et tema ülikooliõpingud peaksid olema tugeva matemaatilise kallakuga. Ja nii oligi – Henk astus 1936. a Utrechti ülikooli õppima matemaatikat ja füüsikat. Siinkohal tuleks mainida, et Henk oli oma perekonnast esimene, kes sai

ülikoolihariduse, sest tol ajal olid ülikoolid põhiliselt privilegeeritutele. Van de Hulstid nende hulka ei kuulunud.

Üsna peatselt hakkas ta aina rohkem huvituma astronoomiast, sest seda luges väga köitvalt – selgelt ja inspireerivalt - Marcel Minnaert, kes oli kirjutanud populaarse raamatu *Valgus ja värv vabas õhus*. Kui Henki otsus vahetada füüsika astronoomia vastu oli kindel, siis sai ta Minnaertilt ülesande mõõta, analüüsida ja tõlgendada Päikese spektris olevaid hapniku spektrijooni, mis olid tekkinud Maa atmosfääris. Asi oli selles, et Minnaert oli just valmis saanud kapitaalse teose *Photometric Atlas of the Solar Spectrum* ja teda huvitas kangesti selle kasutamine. Nii jagaski ta oma tudengeile mitmesuguseid selle atlasega seotud ülesandeid.

Tehti ka astronoomilisi vaatlusi observatooriumi katusel, kus Henk tutvus oma tulevase naise Wilhelmina (Wil) Mengerinkiga, kellega ta abiellus 1946. a. Paari abielu oli hoolimata erinevatest natuuridest õnnelik ning neil oli kaks poega – Erik ja Willem ning kaks tütart – Elske ja Henriette. Tuttavad rääkisid, et Henk suhtus oma peresse suure armastusega. Wil oli alguses samuti astronoomiat õppinud, kuid siis üle läinud psühholoogiasse.

1939. a katkesid sõja tõttu Henki õpingud. Ta mobiliseeriti, kuid lahingutest osa võtta ta ei jõudnud, sest Holland kapituleerus enne. Henki juhendaja Minnaert oli koos teiste väljapaistvate hollandlastega pantvangi võetud. Kuid enne seda jõudis Minnaert Henkile anda nõu osavõtuks Leideni ülikooli poolt 1941. a väljakuulutatud auhinnavõistlusest, mille teema oli valguse hajumine äsjaavastatud tähtedevahelistel tolmuosakestel. Kuna sõja tõttu olid linna tuled kustutatud, siis oli Henk imetlenud Linnuteed, kus just suuresti hajumine tolmuosakestel määrab ära Linnutee nähtava kuju.

Henk sukeldus tõsiselt võistlusse ja uuris läbi suure hulga raamatuid tühjades keemiaraamatukogudes, püüdes aru saada osakeste nukleatsiooni ja koagulatsiooni protsessidest. Palju neist raamatuist olid talle arusaamatud, kuid ta taipas, et need protsessid on väga ja väga keerulised. Henk andis oma lõpetatud töö žüriile 1942. a aprillis. Kaks kanget hollandi astronoomi - Hendrik Kramers ja Jan Oort hakkasid laekunud töid hindama. Kuigi auhind oli välja kuulutatud, siiski seda välja ei antudki. Üks võitja oli Henk, kelle kohta öeldi, et tal on küps teadlase mõtteviis, ja teine võitja oli Dirk ter Haar.

Sellel võistlusel oli kaks tähtsat järelmit, esiteks tutvus Henk kuulsa Leideni astronoomi Jan Oortiga ja teiseks alustas Henk Oortiga koostööd tähtedevaheliste osakeste kasvamise probleemi lahendamiseks. Henk siiski ainult sellega ei piirdunud, sest ta hakkas huvi tundma valguse hajumise vastu neil osakestel. Ja see kujunes ka tema doktoritöö teemaks, kusjuures juhendajaks oli Minnaert. Kuid ka Oort andis oma panuse sellega, et soovitas Henkil mitte ainult tsiteerida Mie hajumisteooriat sfäärilistel osakestel, vaid uurida seda teooriat põhjalikult. Nii saigi valguse hajumise Mie teooria kõige olulisemaks väitekirja osaks. Väitekirja pealkirjaks sai *Sfääriliste osakeste optika* ning Henk kaitses selle 1946. aastal kõige kõrgemate hinnetega.

Väitekirja sai aluseks raamatule *Valguse hajumine väikestel osakestel*, mis ilmus 1957. a ning muutus otsekohe käsiraamatuks paljude alade teadlastele. Henk ise oli raamatu üle uhke ja kirjutas, et raamatu kirjutas ta “Linnutee valguse seletamiseks, kuid seda kasutati tegelikult ka meiereides rasvaosakeste suuruse mõõtmiseks piimas” ¹. Edusammud valguse hajumise seletamiseks viisid labori

¹ Henk vihjab oma märkusega sellele, et Euroopa kultuurrahvastel on Linnutee nimeks kreeka legendi kohaselt Piimatee (Milky Way, Milchstrasse, Voie Lactée, Млечный путь etc).

asutamisele Leidenis, kus J. M. Greenberg suutis kaunis edukalt korrata valguse interstellaarse hajumise protsesse.

Kuigi sõja ajal kadus igasugune teadusinfo vahetus, siiski oli Hollandisse Oortini jõudnud teade ameerika inseneri ja raadioamatööri Grote Reberi vaatlustulemustest. Ta oli tegelikult korranud Karl Jansky eksperimenti, mille eesmärgiks oli kindlaks teha interferentsi allikas, mis segas kauget raadiosidet. Hoolikate katsetega oli kindlaks tehtud, et see interferents pärines maavälistest allikatest. Reber ehitas endale liigutatava 9-meetrise antenniga vastuvõtja ja kaardistas selle abil kosmilise raadiokiirguse allikad. Tema vaatlustest selgus, et kõige tugevam kiirgus tuli Galaktika tsentri suunast. Reberi kaart oli Hollandisse jõudnud koos kahe ameerika astronoomi tõlgendusega, et seda kiirgust tuntud mehhanismid seletada ei suuda. Joop Hovenieri andmetel olevat Oort selle peale öelnud, et kui me leiaksime spektrijoone, mida me saaksime mõõta, siis me saaksime kasutada Doppleri nihet liikumiste kaardistamiseks Galaktikas. Ja mis on väga oluline, raadiokiirgust Hollandi pilvine taevas ei takista!

Esimest korda arutati raadioastronoomia väljavaateid Hollandi astronoomiaklubis 15. aprillil 1945, kus Oort tegi Henkile ettepaneku kaaluda võimalust vaadelda spektrijoont raadiokiirguses. Henk oli algusest peale kindel, et selle saladusliku raadiokiirguse allikaks peab olema interstellaarne aine. Ta näitas, et selles kiirguses domineerivad vesinikuiooni vaba-vaba siirdeid, mis annavad pideva spektri. Siis kontrollis ta seotud-seotud siirdeid neutraalse vesiniku aatomis kvantarvuni 340 ja järeldas, et nii tekkinud kvante me registreerida ei suuda. Järgmisena tegi ta kindlaks, et neutraalse vesiniku aatomi põhiseisundi ülipeenstruktuur annab võimaluse 21 cm raadiojoone tekkimiseks. Ja et Galaktikas on atomaarset vesinikku sellistes kogustes, mis teeb selle spektrijoone vaadeldavaks. Kohe pärast selle

tulemuse publitseerimist asusid mitmed töörühmad seda spektrijoont otsima. Esimesena leidsid selle Harvardi astronoomid Ewen ja Purcell 1951. aastal, seejärel mõnenädalase vahega hollandlased Muller ja Oort Kootwijkis. Ning siis austraallased Christiansen ja Hindman Sydney lähedal. Ewen ja Purcell ootasid oma tulemuste avaldamisega niikaua, kuni ka hollandlased ja austraallased olid edukad olnud ja kõigi kolme töörühma tulemused avaldati ajakirja *Nature* samas numbris. Kõik see tegi Henki otsekohe kuulsaks astronoomiks!

Pärast seda lubas Oort Kootwijki observatooriumis peainsener Mulleril ehitada tundlikuma vastuvõtja, millega saadi 53 profiili 21 cm spektrijoonest, mõõdetuna mööda Galaktika põhjapoolset ekvaatorit. Tulemusi analüüsid leiti kolm uut tähtedespiraali meie galaktikas. Kõik see võttis terve aasta, kusjuures Muller vastutas vaatluste eest, Henk vaatluste töötlemise eest ja Oort pidi tulemusi interpreteerima. Analüüs näitas, et meie Galaktika on spiraalgalaktika nagu paljud teised. See tulemus muutus kiiresti klassikaks.

Tegelikult oli Henk avastanud astrofüüsikalise mikrolaine spektroskoopia, sest Jossif Šklovski pani ette, et tuleks otsida ka hüdroksüüli (OH) ning CH spektrijooni sagedusel 1660 MHz. Ei läinudki palju aega mööda, kui 1963. a vaadeldi hüdroksüüli jooni neeldumises. Ning paari aasta pärast leiti ka CH molekulide maserkiirgus.

1946. a võttis Henk vastu Gerald Kuiperi pakkumise tulla Ameerikasse post-doki kohale. Nii sõitiski värskelt doktoriks saanud ja abiellunud noor mees koos oma abikaasaga Chicago ülikooli Yerkesi observatooriumisse. Ameerika tundus sõjajärgsest Euroopast tulnutele imedemaana, sest seal polnud puudust ei toidust ega riietest. Yerkes'is sai Henk heaks tuttavaks seal töötava tulevase nobelisti Subrahmanyan Chandrasekhariga ja samuti hollandi päritolu Gerald Kuiperiga, kes stimuleeris Henki huvi Päikesesüsteemi vastu. See tipnes siis artikliga tolmust

sodiaagivöös. Henki post-doki teisel aastal sai ta võimaluse minna Texasesse MacDonaldi observatooriumisse vaatlema. Ta ise kirjutab, et midagi suurt ta seal korda ei saanud, kuid see reis andis tema elule täiendava dimensiooni – ta kohtus seal kauboide ja lõgismadudega ning jalutas Suures Kanjonis.

Henkile pakuti hiilgavaid võimalusi jääda tööle Ameerikasse, kuid Oort suutis teda veenda Hollandisse tagasi tulema, kus ta sai lektori ametikoha Leideni ülikoolis. Neli aastat hiljem valiti ta teoreetilise astronoomia professoriks ja Leideni ülikoolile jäi Henk truuks oma karjääri lõpuni, kuigi talle tehti hulk ahvatlevaid tööpakkumisi. Selle pika aja jooksul juhendas ta 28 doktoriväitekirja, mis kõik olid pühendatud väga erinevatele teemadele. Võiks arvata, et kuna Henk oli palju tegelenud kiirgusleviga, siis oleks võinud ju suur hulk nendest 28 teemast olla seotud kiirgusega. Kuid tegelikult on nende hulgas vaid üks selline.

Henki elu muutus järsult 15. novembril 1958. aastal, kui Oort pakkus talle võimalust minna enda asemel Londonisse ICSU ² kohtumisele. Henk ei tahtnud minna, sest ta tütrel oli tulemas neljas sünnipäev. Ta küsis Oortilt, et mida see kohtumine talle kaasa toob ja Oorti vastus oli, et mitte midagi erilist, kuid ainult juhul, kui Henki juhatusse ei valita. Kümme päeva hiljem naasis ta kodumaale COSPARi ³ esimese presidendina, kaasas õhuke mapp uue organisatsiooni asutamisdokumentidega! Henk kirjutab, et edaspidi läks pool tema aega COSPARi asjadega tegelemiseks, kuid õppetöö jätkus tal tavalisel kombel ning õnneks professor Oort ei teinud välja Henki kosmosega tegelemisest. Mis Henki sõnade kohaselt oli pooldiplomaatiline tegevus. Eriti käisid need sõnad Venemaa (ametlikult siiski pigem Nõukogude Liidu) delegatsiooni kohta, kes pidevalt

² ICSU – International Council of Scientific Unions

³ COSPAR – Committee on Space Research

rõhutasid, et nad ei kiida COSPARi põhikirja heaks, kuid praktiliselt võtavad nad organisatsiooni tegevusest osa!

Kuna COSPAR oli saamas UNESCO vaatlejaliikmeks, siis tollane UNESCO president Viktor Kovda (NSVL) kutsus Henki oma personaalseks nõunikuks New Yorki, kus Henk pidi terve kuu kulutama Kovda jaoks ICSU tegevuse aruande koostamiseks.

Kuid kõige tugevama mulje jättis Henkile vestlus tollase ÜRO peasekretäri Dag Hammarskjöldiga. Olles tutvunud Hammarskjöldi elulooga, jäi mulle mulje, et need kaks meest olid oma ellusuhtumiselt väga sarnased.

Alates 1960. aastast kuni 1975. aastani oli Henk aktiivselt tegev ka ESROga⁴, ning edasi ESAga⁵.

Nende organisatsioonide juhatuses oli ta mõjukates ametites. Ning muidugi hoolitses ta kosmoseuuringute arendamise eest oma kodumaal. Tema õhutusel moodustati Hollandi teaduste akadeemia raames kosmose uuringute komitee (muide, Henk oli saanud akadeemia liikmeks enne 40-aastaseks saamist). Ta oli selle komitee president kuni 1984. aastani, kui moodustati *Stichting Ruimteonderzoek Nederland / Space Research Organisation Netherlands*, kus praegu Hollandi riikliku teadusfondi toel ehitatakse instrumente kosmose uurimiseks. 1965. a paiku oli Henk väga tegev rühma noorte Delfti inseneride kaasamisel, kes järgnevatel aastakümnetel andsid palju Hollandi kosmoseuuringute õitsenguks.

1995. a paiku diagnoositi Henkil kaltsiumipuudus. Ravi andis tulemusi, kuid ta ei taastunudki oma endisele tasemele ning hakkas hoopis kaalu kaotama. 1995. a tuli ta tööle teatega, et tal on opereerimatu kopsuvähk. Ta lisas, et oli arstilt küsinud,

⁴ ESRO – European Space Research Organization

⁵ ESA – European Space Agency

et sellisel juhul ei pea ta vist muretsema 2K-probleemi pärast. Ja arsti kurb vastus oli olnud, et ei, sul pole vaja muretseda. Henk võttis paratamatuse vastu stoilise hingerahuga.

Viimastel aastatel oli Henk hakanud tegelema Tiibeti kultuuriga ja ta ilmselt võttis osa budistlikest meditatsioonidest, mis aitasid tal hingerahu leida ajal, mil ta tervis halvenes.

Päris lõpetuseks - kogu oma elu oli Henk käinud isa õpetussõnade järgi – parem on vähestest asjadest hästi aru saada, kui paljudest poolikult.

Minu kohtumised Henkiga

Siinkohal tuleb alustada minu ülikooliaastatest, kui 1962. a septembris saadeti mind, kursusevanemat Kalju Eermet ja Enn Kreemi praktikale Pulkovo observatooriumisse Peterburis. Lendasime Kaljuga sinna lausa lennukiga, sest praktikarahad tundusid küllalt suurtena. Elasime Pulkovo hotellis ja püüdsime astrofüüsika laboratooriumis tööle saada üht kavalat mehaanilist riistapuud, mille eesmärgiks oli tähtede fotoplaatidel registreeritud spektrijoonte tumenemise taandamine tegelikuks intensiivsuseks. Kalju mässas sellega eriti, kuid meie ei saanud seda õieti käima. Jutud käisid, et seda polnud suutnud mitte keegi. Mina veetsin oma aega raamatukogus, kus lugesin Henk van de Hulsti vene keelde tõlgitud raamatut “Valguse hajumine väikestel osakestel”. Mäletan, et sellest loetust jäi meelde väga vähe, kuid üht-teist siiski. Kuna ma jäingi valguse (mitmekordse) hajumisega tegelema, siis kohtasin ma Henki nime astrofüüsikalises kirjanduses küllalt sageli.

Mööda läks palju aastaid ja 1990. aastal organiseerisid meie head tuttavad Peterburi ülikoolist Seva Ivanovi eestvedamisel rahvusvahelise kiirguslevi

sümposiumi seoses sellega, et siis möödus 100 aastat Peterburi ülikooli professori Orest Danilovitš Hvolsoni artikli avaldamisest valguse levimise kohta mattklaasides. Selles artiklis oli Hvolson tuletanud integraalvõrrandi, mida hiljem hakati nimetama Milne'i võrrandiks. Sellest sümposiumist oli kutsutud osa võtma Henk ja ka mina. Ma ei tea, miks Henk otsustas enne Peterburki minekut külastada ka Tõraveret. Kuid siia ta tuli, tegi ettekande kiirguslevist meie seminaris ja rääkis natuke üldisemalt oma tegemistest. Henk kinkis mulle oma kaheköitelise raamatu kiirguslevist, mis mulle kabinetis lauale jäi ja mis palju inspiratsiooni mulle pakkus. Ta vabandas pooleltsaati, et polnud selles raamatus kirjeldanud Rein Rõõmu, Aavo Heinlo ja minu meetodit resolvendi lähendamiseks, mis lihtsalt lubab kiirguslevis väga tähtsat H -funktsiooni leida.

Veel on mul meeles, et kuna just oli NASA üles saatnud Hubble'i kosmoseteleskoobi, mille peegel oli valesti lihvitud, siis kirjutas ta tahvlile NASA ja selgitas, et see tähendab *Not Aware of Spherical Aberration*. Mäletan, et käisime vanas tähetornis Toomel, sest teda huvitas ka Ernst Öpiku töökoht. Seejärel sõitsime Tallinna, kus ma tegin talle kiire ekskursiooni, kaasa arvatud Aleksander Nevski katedraal Toompeal. Henk uuris sealseid ikoone kaunis põhjalikult, mis mulle imelik tundus, sest siis ma veel ei teadnud, et ta on protestantlikust perest pärit. Seejärel sõitsime Peterburki, kus ma rongis uurisin, kuidas ta selle 21 cm vesiniku raadiokiirguse peale tuli. Mul on tema jutust meeles, et ta peitis ennast sakslaste eest koos ühe kaastudengiga Utrechti ülikooli keldris ja teha polnud seal midagi peale mõtlemise ja nii ta lõpuks selle vesiniku aatomi põhiniivoo ülipeenstruktuurse siirde leidis. Ka teine asi huvitas mind, nimelt kes oli see, kes tuli kiirguslevis kihtide liitmise meetodi peale. Sellele küsimusele vastas Henk tagasihoidlikult, et ikka tema.

Petrburis haarasid meie vene kolleegid Seva Ivanov ja Konstantin Holševnikov Henki enda embusse. Seva oleks väga hea meelega Henki endale koju kutsunud, kuid millegipärast see ei sobinud, nii oli siis Dima Nagirner see, kes vastuvõtu korraldas enda korteris Peterburis, millest ma ka osa võtsin. Edasi järgnes Hvolsoni konverents Pulkovo hotellis, kus mul oli au õhtul üht istungit juhatada. Ka järgmisel õhtul olime Dima pool, kus armeenia astronoomid püüdsid juttu ikka Ambartsumjani poole suunata eesmärgil, et Henk Viktor Amazaspovitši tähtsust rõhutaks.

Järgmine kord kohtusin ma Henkiga 1992. a novembris Amsterdami Vabas Ülikoolis, kuhu Joop Hovenier oli kutsunud mind oponendiks oma doktorantide Wiel Waubeni ja Foeke Kuiki kaitsmistele. Enne seda korraldas ta seminari, kus ma rääkisin Milne'i ülesandest. Seejuures oli tegu Rayleigh seaduse järgi polariseeritud kiirgusega, kus Chandrasekhari meetodil olin ma leidnud kiirgusvälja kogu atmosfääris, seega mitte piirdudes vaid atmosfäärist väljuva kiirgusega, nagu klassikaline Milne'i probleemi lahendus lubas.

Kaitsmispäeval kutsus Joop mind enda kabinetti, kus olid koos kõik oponendid, ja järgnes suur tutvustamistseremoonia. Minu rõõmuks oli seal kaks meest, keda ma tundsin – Henk van de Hulst ja Piet Stammes. Piet oli eelmisel aastal olnud Tallinnas IRS'I seminaril, kus me tuttavaks saime. Tundus kuidagi, et van de Hulst oli vanaks jäänud – järgmisel aastal sai ta 75 aastaseks.

Henk vabandas hiljem, et ta ei saanud minu seminarile tulla, sest ta oli samal ajal Jan Oorti krematsioonil. Kuulus Hollandi astronoom oli sures olnud 92-aastane.

Pärast Waubeni ja Kuiki kaitsmist toimunud vastuvõttu läksime Joopi kabinetti, kus ma sain Henkile kingituse üle anda. See oli pilt, aga mis pilt, seda ma enam küll ei

mäleta. Kohe selle järel läks Henk ära, sest tal olid kohustused mujal. Jätsime temaga südamlikult jumalaga ja see oligi viimane kord, kui ma teda nägin.

Kasutatud kirjandus

H.C. van de Hulst, Roaming through astrophysics, *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. vol 36, pp 1-16, 1998

(<https://doi.org/10.1146/annurev.astro.36.1.1>)

B.L. Welther, Hendrik Christoffel van de Hulst, 1918-2000. *Bulletin of the American Astronomical Society (BAAS)*, 32, pp 1688-1689

H.J. Habing, In memoriam Hendrik van de Hulst. *Astronomy and Geophysics*, vol 42, 1, 1.33-1.35, 2001

A. Cook, Hendrik Christoffel van de Hulst. Ridder in de Orde van Nederlandse Leeuw, *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, vol 47, pp 466-479, 2001

J. Hovenier, The Polarization of Light by Small Particles: A Personal Review. *J Quant Spectros Rad Transf* vol 113, pp 2280-2291, 2012

P. Chylek, Light Scattering Aerosols, Clouds, Climate, Hendrik van de Hulst, and I. *J Quant Spectros Rad Transf* vol 206, pp 333-337, 2018