

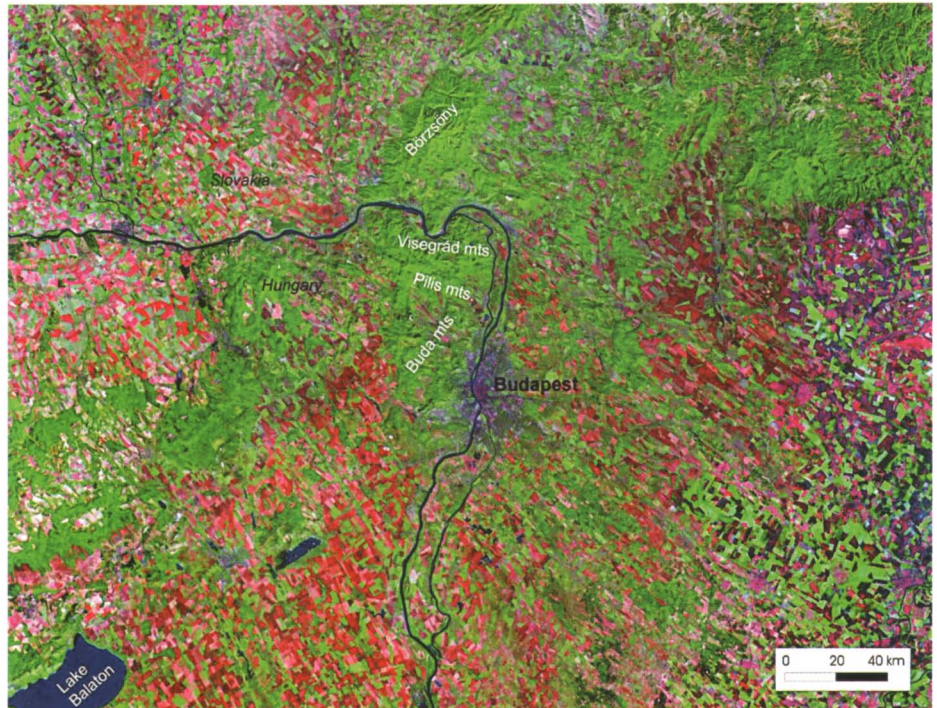
Budapest en het Visegrád gebergte

door Gábor Windhoffer (PhD, Geofysica faculteit, ELTE universiteit, Budapest) en Aaike van Oord (Stichting MoveOut.nu)

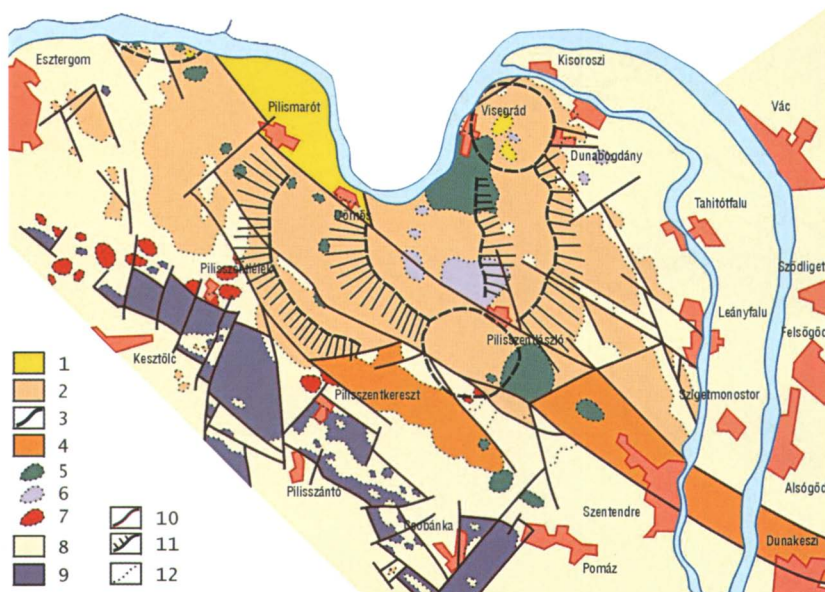
Budapest, de hoofdstad van Hongarije, is vanzelfsprekend de plek waar iedereen tijdens zijn of haar reis naar Hongarije langs komt. Rondom Budapest is een van de mooiste berggebieden van Hongarije te vinden. Het staat vaak bekend als het Visegrád gebergte, maar in feite omvat het ook het Buda gebergte en het Pilis gebergte en sommigen rekenen het Börzsöny gebergte aan de noordkant van de bocht in de Donau er ook bij. De gematigde hoogte, de koelte tijdens de zomer en de bosrijke natuur maken het ideaal voor wandelen en fietsen. Sommige van de Börzsöny bergen zijn hoog genoeg om er zelfs te skiën in de winter. Figuur C-1 is een satellietfoto van het hele gebied en figuur C-2 is een geologisch kaartje van het Visegrád gebergte.

Voor de ontwikkeling van het Visegrád gebergte moeten we terug naar het Trias: het gebied had meer dan 200 miljoen jaar geleden een gevarieerde (meestal mariene, gedeeltelijk continentale) sedimentatie. De huidige bergen werden echter gevormd door jonge vulkanische activiteiten in het Mioceen: toen ontstonden twee grote caldera's en verscheidene kleine magmalichamen zoals laccolieten. De meeste mariene en continentale afzettingen van ondiep-mariene carbonaten (Hauptdolomit, Dachsteinkalk) zijn gedeponiseerd in een tropisch-subtropisch klimaat; hun dikte bereikt zelfs 1000 tot 1500 meter. Verspreid voorkomende lagen van deze gesteenten verschijnen aan de westelijke rand van de bergen (Vár en Vaskapu dichtbij Esztergom), terwijl ononderbroken pakketten in het zuidwestelijke deel kunnen worden gevonden (bijvoorbeeld in de Pilis heuvels). Rifvlakten uit het Trias werden onderbroken door kleine depressies

en bekkens, waarin diepzeekalksteen, mergel en dolomiet sedimenteerden. Toen de Tethys-oceaan zich in de Jura-periode opende bevond het gebied van het Visegrád gebergte zich steeds op de zuidelijke kust. Het werd - in tegenstelling tot de rest van de Transdanubische bergen in het zuidwesten - regelmatig boven zeeniveau opgeheven. Daarom werd het sedimentatieproces in het gebied vervangen door lange periodes van erosie en continentale karstvorming. Dit duurde tot het Eoceen. Een resultaat van deze periode van bijna 180 miljoen jaar tropisch-subtropische omstandigheden is bijvoorbeeld de aluminiumrijke klei die op het karstgebied accumuleerde. Uit deze klei ontstond de bauxiet die in de vroege jaren '50 is ontgonnen ten zuidoosten van Pilisszántó.



Figuur C-1. Satellietfoto van de omgeving van Budapest (van www.terrainmap.com)



Figuur C-2. Geologische kaart van het Visegrád gebergte (aangepast naar László Korpás en E. Csillag-Teplánszky [1982])
 1. Boven molasse (bedekt de vulkanische lagen); 2. Jonge andesitische stratovulkanische opeenvolging; 3. Gescheiden horizons van lavastromen; 4. Oude andesitisch-dacitische stratovulkanische opeenvolging; 5. Subvulkanisch centrum met pyroxeen-andesiet; 6. Idem, met biotiet- pyroxeen-amfibool-andesiet; 7. Idem, met biotiet-amfibool-andesiet en idem, met daciet; 8. Onder molasse (ligt onder de vulkanische afzettingen); 9. Mesozoïsche en Eocene formaties; 10. Breuklijn; 11. Individuele stratovulkanen en hun overgebleven hellingen; 12. Formatiegrenzen.

Delta's en moerassen

Het gebied van het Visegrád gebergte - samen met dat van de Transdanubische bergen - maakte zich ongeveer 70 miljoen jaar geleden los van de rand van de Afrikaanse Plaat. Tussen 70 en 40 miljoen jaar geleden begon het in de Tethys-oceaan naar het noorden te bewegen. Deze microplaat kwam met het Europese continent in botsing; de Tethys werd tegen het eind van het Eoceen een ingesloten oceaan. De zuidwestelijke en oostelijke randen van het Visegrád gebergte werden in het Boven Eoceen, 38-36 miljoen jaar geleden, opnieuw de plaats van mariene sedimentatie.

Eerst werden continentale en mariene puinwaaiers afgezet door korte rivieren met een groot hoogteverschil. In het zuidwesten, in *palustriene* (moerasachtige) milieus, werd dit proces gevolgd door een korte periode van kalkvorming (Lencse heuvels) en afzetting van sedimenten in kleine banken (Szépvölgy kalksteen). Later werden deze pakketten langs de zuidwestelijke rand van de bergen boven zeeniveau opgeheven, terwijl de oostelijke rand (de lijn tussen Szentendre en Vác) geleidelijk daalde en bedekt werd met Buda mergel.

Ongeveer 35 miljoen jaar geleden, toen het zogenaamde *Alcapa terrane* begon te "ontsnappen" van de zich vormende Oostelijke en Zuidelijke Alpen, schoof het Visegrád gebergte samen met het Transdanubisch gebergte in marien milieu naar het noordoosten. Het Vroeg Oligoceen (35 Ma) was een belangrijke tijd in het ontstaan van het Visegrád gebergte. Het klimaat werd aanzienlijk kouder en het afzettingsmilieu veranderde zeer. Het gebied werd een deel van een groot afzettingssbekken, vergelijkbaar qua grootte en afzettingsmilieu met het huidige deltagebied van de Donau in de Zwarte Zee. Alluviale en deltasedimenten (Hárshegy zandsteen) werden ten westen van de kust afgezet (ruwweg tussen Szentendre en Vác: de zogenaamde Buda-lijn), terwijl palustriene en anoxische mariene sedimenten (Tard klei) ten oosten van deze lijn afgezet werden. Deze omstandigheden bleven ongeveer 30 miljoen jaar onveranderd. Daarna werd het gehele gebied van het Visegrád gebergte een deel van een groter en dieper marien bekken; de dikte van het toen afgezette kleimateriaal (Kiscell klei) is 100 tot 300 meter. Ongeveer 27 miljoen jaar geleden, in het Laat Oligoceen, daalde het zeeniveau ten opzichte van het land waardoor de delta verder naar buiten gedwongen werd. Dit proces resulteerde geleidelijk in een complete opvulling van het mariene bekken en het gebied van het Visegrád gebergte werd een kust- en palustrien gebied. De palustriene omstandigheden bleven vrij lang, zo'n 12 miljoen jaar, onveranderd. Zie voor de tijdtabel van het Tertiair afb. A-6.

Twee fasen van vulkanische activiteit

De vulkanische activiteiten die de huidige kenmerken van de bergen bepalen begonnen in het Midden Mioceen, in een moe-

rassig milieu. Dit vulkanisme kan, chronologisch en petrologisch, in twee fasen worden onderverdeeld. De producten van de eerste fase omvatten de gangen en subvulkanische lichamen (laccolieten) of lavakoepels die onder de oppervlakte afkoelden. Ook werden er na freatomagmatische explosies (krachtige stoomexplosies) pyroklastische stromen afgezet. Deze explosies waren hevig, omdat het opwellende magma met water in contact kwam. Pyroklastische stromen, (ignimbrieten, die hoofdzakelijk bestaan uit gloeiende vulkanische as en puim), spreidden zich over de oppervlakte uit. De mooiste voorbeelden van ignimbrieten en verwante afzettingen kunnen goed in het Holdvilág-dal in het zuiden van de bergen worden bestudeerd. De gesteenten van de eerste vulkanische fase bestaan uit andesiet en daciet.

De gesteenten van de tweede fase werden geproduceerd door het dubbele vulkaansysteem van de Dunazug. Deze vulkaan bracht vooral andesiet voort in de vorm van afzettingen van blok- en asstromen en lavabreccies.

Volgens radiometrische dateringen en magneto-stratigrafisch onderzoek is dit vulkanisme kortstondig geweest: het begon ca. 15 miljoen jaar geleden en hield een miljoen jaar later weer op. Daarna heeft de Midden Mioceen zee voor een korte tijd de stratovulkanen van Ipolydamásd en Nagy-Villám overstroemd. Uiteindelijk rees het belangrijkste blok van het Visegrád gebergte op uit het palustriene en mariene milieu en tot het Pleistoceen werden er geen sedimenten meer afgezet. De smalle kloof van de Donau, die toen ontstaan is, is een uniek structureel-morfologisch fenomeen. Tijdens het Pleistoceen vond in dit gebied, net als overal in Hongarije, de afzetting van löss plaats. De mooiste lössprofielen kunnen in Basaharc gevonden worden.

Eén afgesloten microregio

De zuidelijke grens van het Visegrád gebergte wordt bepaald door noordwest – zuidoost lopende breuklijnen, die kenmerkend zijn voor het Pilis gebergte. Ze kunnen vanaf Esztergom door het Cserepes-dal naar Pilisszentlélek worden gevonden. Ze kunnen verder over het Két-Bükkfa zadel tot aan het dal van de Dera rivier vervolgd worden. De noordelijke en westelijke delen van het homogene bergmassief eindigen behoorlijk steil bij de vallei van de Donau (de Bocht van de Donau). Figuur C-3. Het klimaat van het Visegrád gebergte wijkt sterk af van de oostelijk gelegen Grote Vlake. Het is er matig vochtig (jaarlijkse neerslag is ongeveer 600-800 mm). De amplitude van de waterafvoer door de riviertjes is zeer hoog; de waterstromen volgen gedeeltelijk de structuur van het Pilis gebergte (zij stromen van noordwest naar zuidoost) en gedeeltelijk de vulkanische structuur (dendritische patronen binnenin de caldera's, radiale patronen aan de buitenkant).

Figuur C-3.
De Donaubocht
vanaf de burcht
boven Visegrád
(foto: Anneke de
Jong).





Figuur C-4. Foto van de Gellért heuvel met op de achtergrond de lagere heuvel van het Buda-kasteel (foto: Zsófia Ruszkiczay-Rüdiger)

Het Pilis gebergte

Iets ten zuiden van het Visegrád gebergte ligt het Pilis gebergte. De gebergtezona sluit naadloos aan bij het Visegrád gebergte, maar dit is duidelijk het hoogste deel van het Transdanubisch gebergte. De bergen worden hier voornamelijk opgebouwd uit Triassische dolomieten en kalksteen. Voor de morfologie is de centrale horstserie van belang, die op verscheidene plaatsen stukken van het kegelkarst-landschap van het Boven Krijt bewaard heeft. Dit wordt bevestigd door diepe boringen door de Eocene steenkoollagen en Oligocene sedimenten, die onder andere in Pilisvörösvár en Piliscsaba dagzomen. De hoogste toppen rijzen tot boven de 500-700 meter. Pilis (757 m) is de hoogste berg van het hele Transdanubische berggebied; het is een horst die is opgebouwd uit Triassische kalksteen.

De meest spectaculaire fenomenen in deze opgeheven gebieden zijn de grotten: netwerken van talloze gangen, die gevormd zijn door karstwater en hydrothermaal water. Voorbeelden zijn Legény en Leány in Klastrompuszta. De geïsoleerde overblijfselen van een oud plateau in de Hosszú heuvel bevatten eveneens grotten (Macska bijvoorbeeld). Vlak daarbij is er de fantastische kloof van de Dera rivier. Tenslotte zijn nog de Mackó grot en de Arany-lyuk grot het vermelden waard.

In het zuidoosten zijn ook Kis-Kevély en Nagy-Kevély (Klein- en Groot-Kevély) omhoog gewerkte horsten. De omringende, lagere horsten zijn met Eocene en Oligocene sedimenten bedekt.

In het Pilis gebergte kunnen we een groot aantal bekkens onderscheiden; de Pilisvörösvár graben en het Dorog-Piliscsév bekken zijn het belangrijkste. Sommige bekkens bevatten dikke bruinkool- en steenkoolpakketten. Deze zijn sinds de 19de eeuw ontgonnen. De slechte staat van het milieu (denk maar aan mijnbouwstorthopen, steengroeven, ondermijnde gebieden) vraagt echter naar sanering en landschapsvernieuwing in dit gebied.

Het Buda gebergte

Deze lage bergen bestaan uit horsten, begrensd door breuken en plooiën. Triassische dolomiet en kalksteen zijn ook hier de oudste gesteenten. De Tertiaire gesteenten worden vertegenwoordigd door kalksteen van het Eoceen, Oligocene mergel en klei, en zandsteen en klei uit het Pannonien. De Kwartaire afzettingen zijn hoofdzakelijk löss, hellingslöss, riviersedimenten (zand en grind) en travertijn.

Van de reliëftypen zijn de resten van kegelkarst uit het Krijt en de bauxietlagen het oudste. Beschermd door Tertiaire afzettingen zijn deze bewaard gebleven in het basement van het Budakeszi bekken en de omhooggewerkte horsten (bijvoorbeeld Nagy-Hárs heuvel). De horsten ondergingen in het begin van het Tertiair een transformatie, zij werden gedeeltelijk of volledig begraven en werden later weer in meer of mindere mate omhooggewerkt. Tijdens het Sarmatien (11 tot 13 Ma) vormde de Pannonische zee op de wanden van de horsten erosieniveaus.

De daarop volgende regressieve tijd, het Pontien, zorgde ervoor dat de dalsystemen werden benadrukt. De verder stroomopwaarts terugtrekkende riviertjes doorsneden de plateau-marges scherp. Tijdens het Kwartair werd de ontwikkeling van het voorland gecontroleerd door de erosieve activiteiten van de Donau in het oosten en, door minder belangrijke riviertjes, in het westen. Door de verschijning van thermische bronnen werden travertijnafzettingen gevormd, die zich aanpasten aan de terrassen van de zich insnijpende Donau. De meest spectaculaire travertijn is te vinden in de driehoek van Szabadsághegy-Ördögárok-Várhegy. Ook periglaciaire hellingprocessen speelden een belangrijke rol in de ontwikkeling van het huidige reliëf. Het Buda gebergte bestaat uit een aantal opvallende en ook bekende horsten. De Hárs heuvels, de János heuvel (Jánoshegy)



Figuur C-5. Kogelgaten in de muren van de citadel op de Gellért heuvel.

en de Széchenyi heuvel bijvoorbeeld. En de kleine horsten Gellért heuvel en de heuvel van het Kasteel van Buda liggen gewoon in Budapest. Figuur C – 4. In het zuiden, rond de Hármashatár heuvel en de Csúcs heuvel, kunnen we een dicht netwerk van grotten vinden van karst- en van hydrothermale oorsprong (net als in de Gellért heuvel en de heuvel van het Kasteel van Buda). Langs de randen van veel van de Budahorsten, die bestaan uit Oligocene, ongeconsolideerde afzettingen, kan door instabiele hellingen met aardverschuivingsgevaar niet gebouwd worden. Om de heuvel van het Kasteel van Buda is bijvoorbeeld een muur gemetseld om verder verval te voorkomen.

In het Buda gebergte worden ook diverse bekkens onderscheiden: het Budakeszi bekken (daar is het basement met kegelkarst tot zo'n 100 - 200 m diepte weggezakt), het Budaörs bekken en het grote Zsámbék bekken. In dit laatste bekken is het Triassische basement in verscheidene stadia tot een diepte van meer dan 1000 m gezakt.

Budapest

In Budapest zijn drie plekken de moeite van het herhalen waard. Dit zijn de drie eerder genoemde heuvels aan de westkant van de Donau: de Gellért heuvel, de heuvel met het Budakasteel en Jánoshegy. De top van de Gellért heuvel is te bereiken over wandelpaden vanaf het Gellért thermaalbad aan de oever van de Donau. Het thermaalwater komt, door breuken in de Triassische dolomiet, langs de Donau-oever omhoog. Als je goed langs de rotswand kijkt kunnen breuken ontdekt worden waaruit water sijpelt. Tijdens de wandeling is onderweg zelfs een kerk te zien. Bovenop de 230 meter hoge top van de Gellért heuvel is tijdens het Pleistoceen travertijn afgezet op de vele plaatsen waar het water door breuken omhoog kwam. Op de Gellért heuvel staat het vrijheidsmonument en de citadel (een oud Habsburgs fort) waarin nog talloze kogelgaten uit 1956 zitten (figuur C-5). Vanaf deze heuvel en de talloze ontsloten dolomietrotsen kun je de stad aan de andere kant van de Donau en de vele bruggen heel mooi zien liggen.

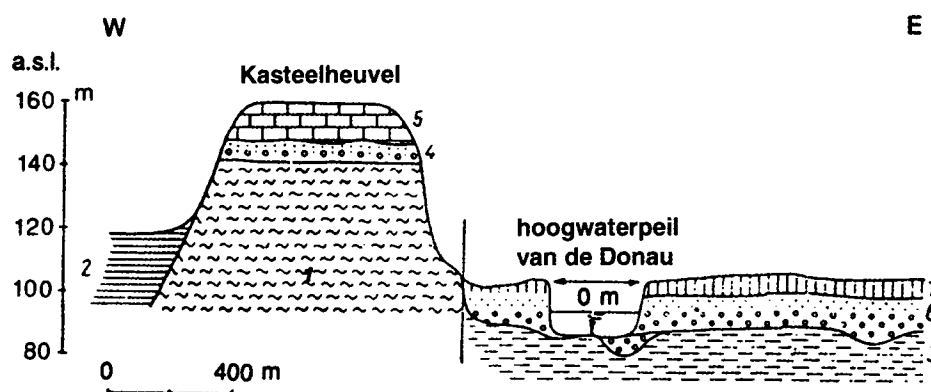
De heuvel met het Budakasteel is het bekendste deel van de stad. De grote Matthiaskathedraal en het paleis, waarvan de oudste delen van koning Béla IV (1235-1270) moeten zijn, zijn hierop gebouwd. Deze toeristentrekpleister geeft echter vrijwel geen geologie meer prijs. De hele heuvel is volgebouwd met het oude centrum van wat toen de stad Buda was en er is een muur tegen de zijkant van de heuvel gebouwd tegen afstortingen (figuur C-6). Onder dit deel van de stad liggen de meeste grotten en natuurlijke kelders. De oudste bewoners van Buda waren overigens de Romeinen, vanaf ongeveer 90 AD. Aquincum, delen ervan zijn gewoon in Noord-Buda te zien, was de hoofdstad van de Romeinse provincie Beneden-Pannonia. Tenslotte is Jánoshegy een must als je van uitzichten houdt. Bovenop de János heuvel is in 1910 een kleine stenen Ezsébet uitkijktoren gebouwd. Koningin Ezsébet nam op de plek waar nu de toren staat de rust om uit te waaien en de hele stad, het brede dal van de Donau

met de eilanden erin, te kunnen overzien. Met goed weer kun je tientallen kilometers ver kijken over zowel de stad als een groot deel van het Buda gebergte. Jánoshegy is te bereiken door vanuit de stad richting Budakeszi te rijden (of de bus te nemen en te wandelen). Na enkele kilometers door het bos te hebben gereiden moet je linksaf slaan, vanaf die doorgaande weg een kleinere bosweg in. Na ongeveer een kilometer rechtsaf een andere bos/bergweg in. Het is een heel eind rijden over slingerweggetjes, dus wees niet bang het te missen.

Meer informatie

Budapest, Eyewitness Travel Guide, DK Books, London
D. Karátson (ed.): Pannon Encyclopaedia: The land that is Hungary. Kertek 2000, Budapest. p. 1-508.
L. Trunkó, 1996, Geology of Hungary. Beiträge zur regionalen Geologie der Erde, nr. 23; Gebr. Bornträger, Berlin.

www.budapestinfo.hu
www.fsz.bme.hu/mtsz/barlang/honlap.htm
www.geomarket.hu/Hu/BpInView/TERMK.htm



Figuur C-6. De kasteeelheuvel van Buda (hoogte niet op schaal).

1. Buda mergel; 2. Kiscell klei; 3. Mioceen zand; 4. grind en zand van het terras; 5. travertijn; 6. alluviale afzettingen; 7. kunstmatige opvulling. (Naar Pécs; uit Trunkó, 1996).

Geologische bezienswaardigheden bij Budapest

Budapest – Grottenhoofdstad

Budapest is zoals gezegd gelegen aan de oever van de Donau, daar waar de Grote Vlakte (de Alföld) de bergen tegenkomt. Pest, de grotere helft van de stad op de oostoever, is duidelijk één gebied, terwijl Buda heuvelig terrein is. Budapest is één van de weinige steden van de wereld waar meer dan 100 grotten binnen de gemeentegrenzen kunnen worden gevonden. Deze grotten liggen in de Buda heuvels en ze zijn hoofdzakelijk te vinden onder woondistricten. De grotten van Budapest zijn hydrothermale grotten. In tegenstelling tot de eenvoudige plattegrond van een grot gemaakt door grondwater, zijn deze grotten chaotische netwerken van tunnels en doorgangen. De meeste ervan hebben mooie vormen. De langste grot van Budapest is de Pálvölgygrot. De andere belangrijke grotssystemen, de Mátyás-Hegyrot, de Ferenc-Hegyrot, de József-Hegyrot en de Szemlő-Hegyrot, zijn ook groot in lengte en zeker in schoonheid.

Pálvölgygrot (Pálvölgyi Barlang) (Budapest II. Szépvölgyi út 162)

Deze stalactietrijke grot, de langste in de Buda heuvels en de derde van heel Hongarije, werd ontdekt in 1904 tijdens groevenwerkzaamheden. Sinds 1944 is het een beschermde locatie. Tot dusver zijn meer dan 7200 meter gangen onderzocht. De verticale afmeting is 104 meter. Sommige bezoekers zullen de 500-meter grottour nog het meest vermoeiend vinden, aange-

zien er behoorlijke hoogteverschillen worden overbrugd. Elk uur zijn er begeleide tours. Open: dinsdag - zondag, 10.00-16.00u.

Szemlőgrot (Szemlő-Hegyi Barlang) (Budapest II. Pusztaszeri út 35)

2200 meters zijn onderzocht, de verticale afmeting is 50 meter. Deze fantastische grot is beschermd, onder andere omdat de wanden van de grot bedekt zijn met aragonietkristallen. Vertrek: elk uur. Open: woensdag - vrijdag, 10.00 -15.00 u en zaterdag - zondag, 10.00 -16.00 u.

De Steengroeve Ördög-orum (Ördög-orum köfejtő) (Budapest XII. Ördög-Orom)

Geologisch zeer interessant, veel beschermde planten. Een heel fijne wandelbestemming met goede paden.

Het Sas heuvel natuurpark (Sas hegyi természetvédelmi terület) (Budapest XI. Tájék u. 26)

De 266 meter hoge Sas heuvel is een reusachtige dagzomende gesteentelaag in het midden van de stad. Bijzondere koude- en warmte-minnende dolomietflora's zijn er behouden en het is de habitat van de beschermde Pannon-hagedis. Open: zaterdag, zondag 10.00 - 16.00 u, 5 maart - 15 juni en 1 sept. - 15 okt. Slechts begeleide trips voor groepen. Vertrek: elk uur.