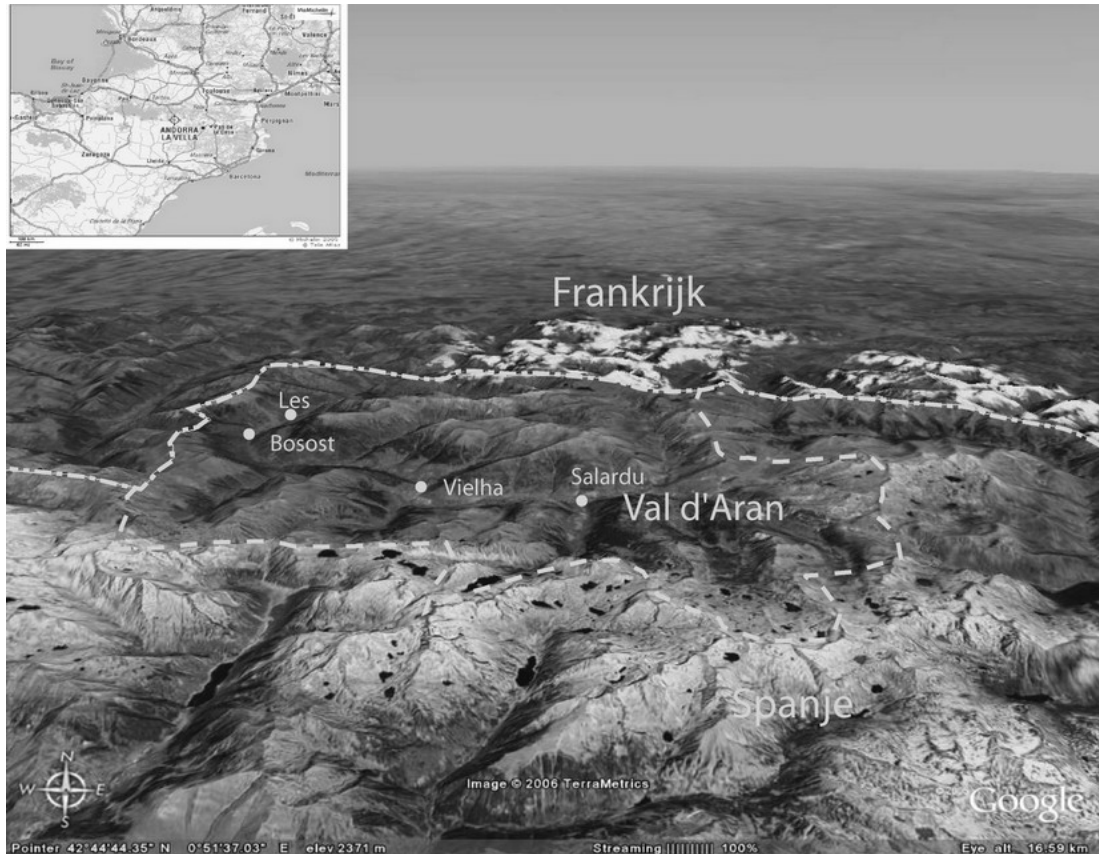


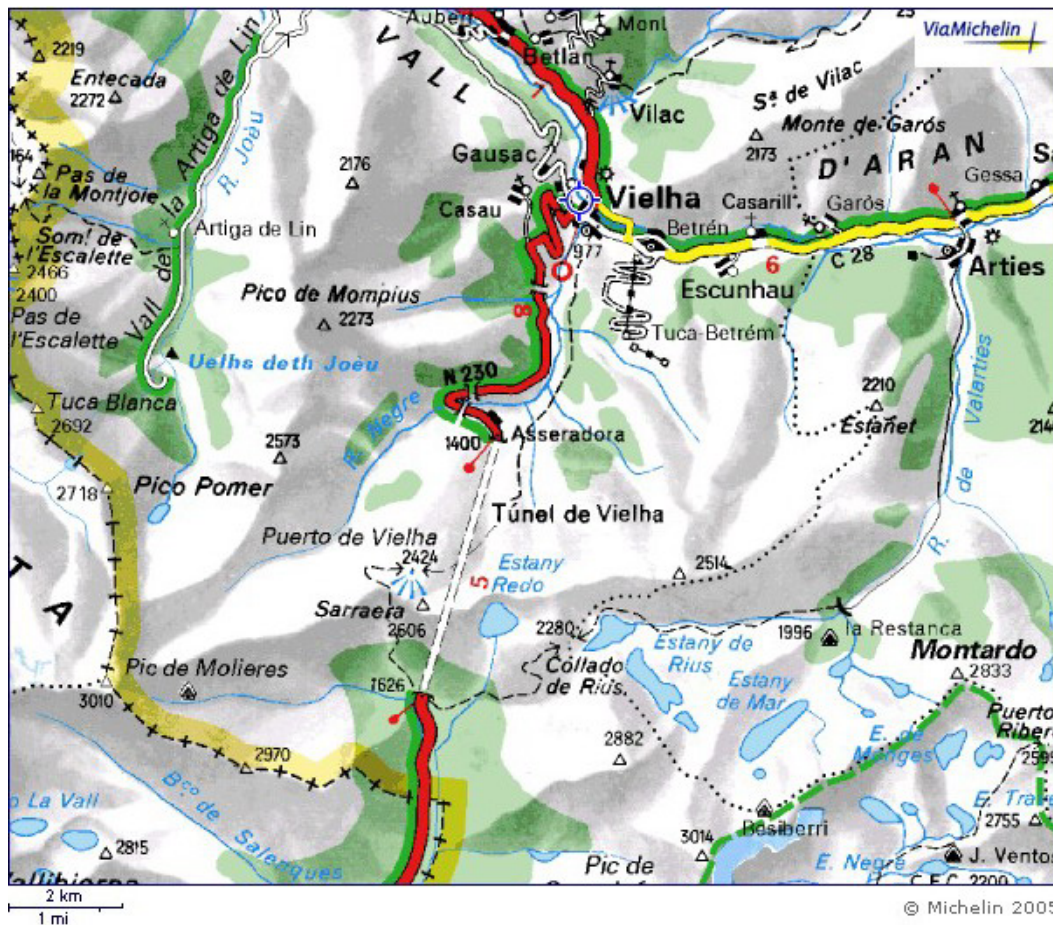
Tentamen Geologische Constructies

4 april 2006, 14.00-17.00



De Val d'Aran in de Catalaanse Pyreneën is in zoverre een bijzonder gebied dat het het enige stukje van Spanje is dat ten noorden van de waterscheiding van de Pyreneën ligt. De rivier die er doorheen stroomt, de Garonne, komt uiteindelijk bij Bordeaux in de Atlantische Oceaan uit. De bevolking spreekt ook geen Spaans of Catalaans, maar Aranees, een dialect van het Occitaans (Langue d'Oc), dat verder in het zuiden van Frankrijk gesproken wordt. Voor Spaanse begrippen is het een buitengewoon groene vallei, met in de winter doorgaans veel sneeuw. Tot de jaren 20 van de vorige eeuw was de vallei vanuit Spanje zomers alleen te voet te bereiken over passen van meer dan 2000 m, en 's winters al helemaal niet. In 1926 werd in opdracht van koning Alfonso XIII van Spanje begonnen met de aanleg van een tunnel die de Val d'Aran aansluiting moest geven met de rest van Spanje. Het gerucht gaat de de prive-chauffeur van de koning, met wie deze een uitstekende relatie had, een Aranees

was die de koning zijn fraaie geboortegrond wilde laten bezoeken...per auto!



De Vielha tunnel, die pas in 1948 werd geopend voor het verkeer, was 5200 m lang, en was destijds het grootste civiel-technische project van Spanje. De tunnel is, nog steeds, een van de belangrijkste verbindingen tussen Frankrijk en Spanje. Hij was oorspronkelijk bedoeld voor een spoorbaan en was daarom kaarsrecht, met een helling van 5%. Hij is 7 meter breed, met twee rijbanen en trottoirs. De ingangen liggen op 1630 m hoogte in het zuiden en op 1320 m in het Noorden, wat er voor zorgt dat er 's winters veel sneeuw geruimd moet worden om de tunnel toegankelijk te houden. Al snel bleek dat er een aantal problemen waren met de tunnel en verbeteringen werden constant uitgevoerd. Zo werden de uiteinden voorzien van bochten om hoge windsnelheden in de tunnel, veroorzaakt door het schoorsteen-effect, te reduceren. Tevens werd een ventilatieschacht van 1600 m lang gegraven aan de noordzijde, en werd na een aantal ongelukken de tunnel voorzien van een krachtige verlichting. Het grootste probleem werd echter gevormd door het water dat de tunnel binnendrong. De tunnel bleek aangelegd dwars door een aantal breukzones, met sterk gedeformeerd gesteente met een hoge permeabiliteit. Hierdoor was het nodig om het wegdek iedere

10 jaar te vernieuwen, en moesten automobilisten met hun ruitenwissers aan door de tunnel rijden. Uiteindelijk is dit in de jaren '80 opgelost door de tunnel van binnen te bekleden met een niet doorlatende laag betonplaten. Bovendien is er voor gezorgd dat GSM's werken in de tunnel en is er een camera systeem aangelegd. Ondanks deze verbeteringen is de Vielha toch een van de onveiligste tunnels van heel Europa, dankzij zijn smalle weg en de drukte van het verkeer. Vooral na de branden in de Mont Blanc en Frejus tunnels werd de druk groot om de Vielha Tunnel drastisch te verbeteren. Daarom heeft het Spaanse "Ministerio de Fomento" opdracht gegeven tot de aanleg van een tweede, bredere tunnel bij Vielha, 25 m ten oosten van de huidige tunnel, met een budget van 128.113.682,72 Euro. De opdracht is uitgegaan naar drie bedrijven, Obrascon-Huarte-Lian SA, Construcciones y Obras Publicas y Civiles SA en Comsa SA, die tezamen de "UTE Tunel de Vielha" vormen (UTE = Union Temporal de Empresas).

In de Val d'Aran is hierover echter enige onenigheid ontstaan. De regering, de bouwbedrijven en de gemeente, onder aanvoering van burgemeester Carlos Barrera Sánchez zijn een voorstander van het aanleggen van een tweede tunnelbuis naast de al bestaande tunnel. Een groep inwoners is echter van mening dat deze tweede buis ook op een andere plaats kan worden aangelegd. Op deze manier zou volgens hen de milieubelasting van het verkeer beter gespreid kunnen worden, en zou bovendien een aantal geologische problemen met de tunnel, zoals de vele breuken en het poreuze gesteente, vermeden kunnen worden. Bovendien dreigen een aantal inwoners onteigend te worden, aangezien de 'UTE Tunel de Vielha' voor de uitvoering een groot stuk grond nodig heeft voor de werkzaamheden en de opslag van materieel. De actiegroep "Segundo Tunel:NO!", onder leiding van de schatrijke Luís Álvarez Torezano y Ortiz is daarom gekomen met een alternatief plan voor een nieuwe tunnel, door een vallei enkele kilometers ten oosten van Vielha. Ofschoon hier de tunnelingangen nog hoger komen te liggen dan bij het oorspronkelijk plan, stelt de actiegroep dat door de aanleg van portalen in en tegen de steile berghellingen van deze valleien, deze tunnel zelfs beter toegankelijk zal zijn in de winter dan de oorspronkelijke tunnel. Bovendien, stelt de actiegroep, komt men op deze plaats minder breuken en minder van het doorlatende gesteente tegen dan op de plaats van de andere tunnel. Aangezien de overheid en de uitvoerders het hier niet mee eens zijn, is de actiegroep zelfs zover gegaan om zelf een aantal exploratieboringen te plaatsen. Bovendien hebben ze besloten om een onpartijdige buitenstaander met een nieuwe blik naar de geologie ter plaatse te laten kijken, om hun gelijk te bewijzen.

U werkt voor Pollux Geoconsultants uit Driebergen, in Nederland, en bent als onafhankelijk deskundige ingehuurd door de actiegroep, om snel een rapport uit te brengen over de geologie van beide voorgestelde tunnelokaties. In het verleden hebt U op meerdere plaatsen veldwerk gedaan in de Pyreneeën, o.a. in de omgeving van Andorra en verder naar het zuiden in het Tremp-Graus bekken, en U bent goed bekend met de geologie van de Pyreneeën. Om het onafhankelijk karakter van Uw onderzoek te garanderen mag U geen gebruik maken van reeds bestaande geologische informatie, zoals kaarten en profielen van de Catalaanse Geologische Dienst en de UTE Tunel de Vielha, aangezien de actiegroep niet meer vertrouwt op informatie van de overheid ("just because I'm paranoid does not mean they are not out to get me.."). U hebt daarom een studie gemaakt van de geologie in de huidige tunnel, de gegevens van de beide boringen die door de actiegroep zijn verricht en u hebt een tweetal geologische traverses gemaakt over het Maladeta massief, waarin de tunnels aangelegd moeten worden. Ondanks het feit dat het hier hooggebergte betrof, was de ontsluitingsgraad niet geweldig, aangezien er in het gebied veel gras groeit, er veel puinhellingen de onderliggende rotsen bedekken en de lagere delen grotendeels bedekt zijn met morene-afzettingen, achtergelaten door gletsjers. Desalniettemin bent U van mening dat het met de beschikbare gegevens mogelijk moet zijn om tot een goed onderbouwd voorlopig oordeel te komen.

Gegevens:

Oude Tunnel van Vielha

Komend van de Noordelijke ingang

Eerste 200 m: Zwarte schalies uit het Siluur, sterke foliatie steil naar het N, zeer zacht materiaal

200 m: Breukzone, grofweg 60 graden hellend naar het N

Hierna ca. 800 m sterk gefolieerde leien uit het Devoon. De lagen lijken steil naar het noorden te hellen, met een foliatie in een zuidelijke richting met een dip van ca.45 graden.

Deze leien worden gevolgd door ca 875 m zandige gesteenten, ook uit het Devoon, die sterker zijn dan de voorgaande, nauwelijks foliatie vertonen en een dip van ca 60 graden naar het noorden, strekking 098.

Hieronder komen we over 575 m de gesteenten tegen van de Devonische Civis formatie, opnieuw zeer sterk gefolieerde leistenen, met erg veel fractures en kleine breukjes. Oriëntatie foliatie 188/45. Vooral uit dit gesteente komt erg veel water stromen, en het lijkt ook veel problemen op te leveren met de tunnelstabiliteit.

Hierna komen we een grote breukzone tegen, steil naar het noorden dippend, waarna we terechtkomen in een zeer sterke graniet. Deze is te vervolgen over ca.1825 m, waar we een nieuwe breukzone, nu

met een dip van ca. 30 graden naar het noorden tegenkomen. Onder deze breuk komen we nog 625 m graniet tegen, maar nu met erg veel fractures en kleinere breukzones. De algemene trend van de breukjes is $\pm 009/30$.

De laatste 200 m gaat de tunnel door morene afzettingen, bestaande uit volledig ongesorteerde brokken graniet, variërend van grootte van 5 cm tot enkele meters, in een matrix van los zand. In deze laatste 2 gesteenten zien we ook veel stabiliteitsproblemen.

Boorgegevens:

Er zijn op de potentiële Noordelijke ingang van de alternatieve tunnel, op 2000 m hoogte, twee gaten geboord, een eerste horizontaal in de richting van de tunnel, dus direct zuid, en een tweede richting het zuiden, maar onder een hoek van 45 graden.

Boring 1 (horizontaal, richting 180):

Eerste 30 meter boren: Morene afzettingen

volgende ± 420 m boren: Civis formatie, foliatie met dip van ± 44 graden tov boring

Breukzone, dip ± 64 graden tov as boring,

Daarna nog 400 m Harde Graniet.

Boring 2 (richting 180/45):

Eerste 25 meter: Morene afzettingen

Volgende ± 350 m: Civis formatie, foliatie vrijwel evenwijdig aan dip boring

Breukzone, dip ± 70 graden tov as boring

Daarna harde graniet

Veldgegevens:

1^e traverse, over massief bij huidige tunnel.

1.1: Bij zuidelijke ingang tunnel: Dikke morene afzettingen, 100+ meter

1.2: op 2000m hoogte: Breukzone in graniet, ten zuiden sterk gedefformeerd en geerodeerd, ten noorden massieve graniet. Strekking breukvlak 099, helling ca.30 graden N.



1.3: nog voor de bergrug grote ontsluitingen door gletsjers glad geschuurde graniet.

1.4: net over de bergrug op ca. 2400m: gladde ontsluiting met overgang van Graniet naar zandstenen, strekking contact 098. Zandsteen lijkt vrij vlak te liggen evt kleine dip naar N.



1.5: 2000m: zandstenen met steile dip naar het N.

1.6: 2000m: overgang van zandsteen naar schalies, dip ca 010/60. Schalies hebben foliatie van ca 187/45.



1.7: 1700m: Silurische zwarte schalies, foliatie ca 008/60.

2^e traverse, over traject alternatieve tunnel.

2.1: 1500m hoogte: breuk(?)contact Silurische zwarte schalies met zachte Devonische schalies, alles met hellingen naar het N, ca 60 graden.

2.2: net onder top, ±2700m contact Devoon zandstenen met Graniet. Devoon kleine helling naar N, contact strekking 098, helt 60 graden N.



2.3: op toppen grote gletsjer karen met meertjes en met gladgeschuurde graniet.

2.4: op 2500m: breukcontact tussen intacte en sterk gebroken graniet, helling ca 008/30



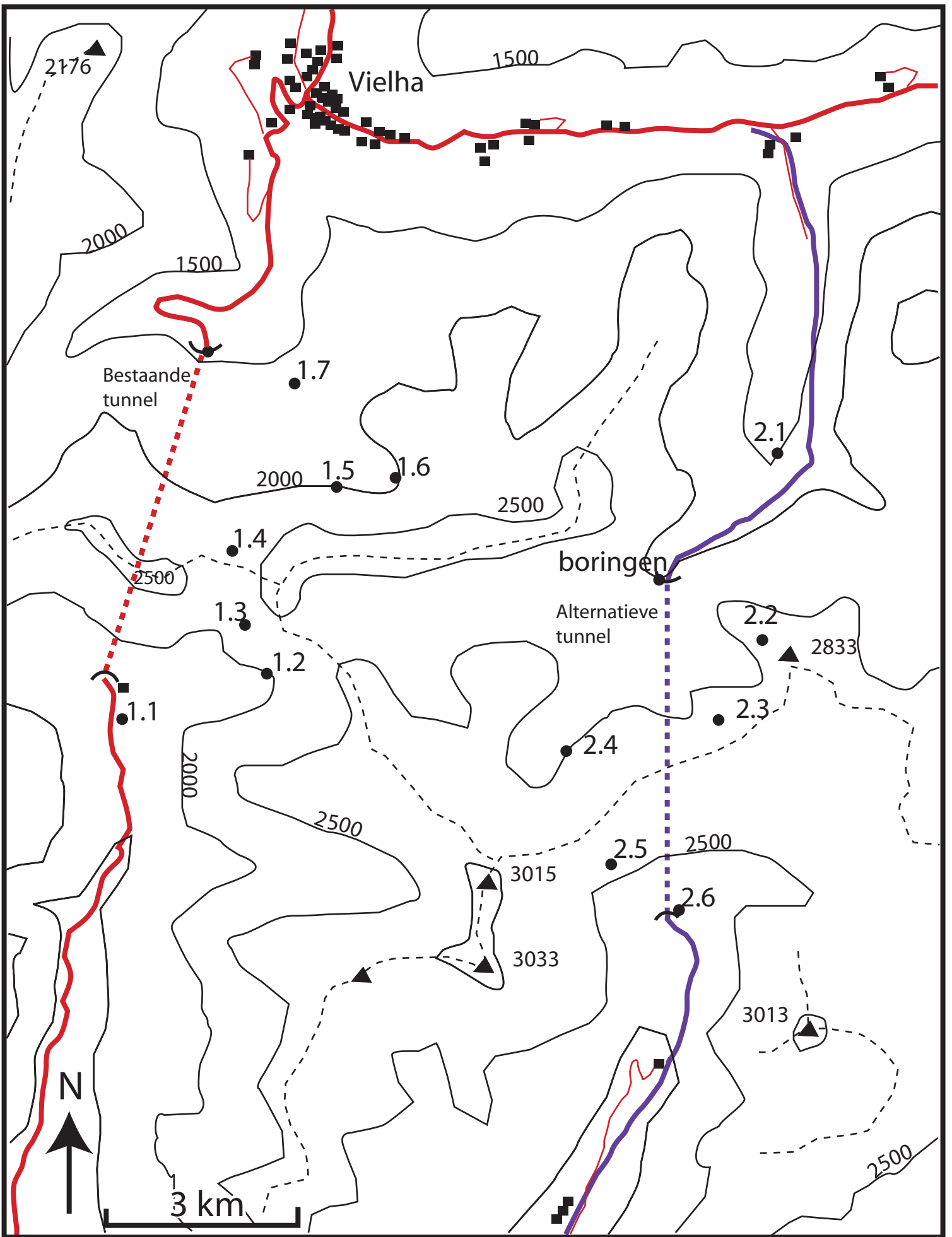
2.5: ten zuiden van bergrug alleen nog sterk gedeformeerde graniet, veel kleine breukjes parallel aan contact van 2.4.



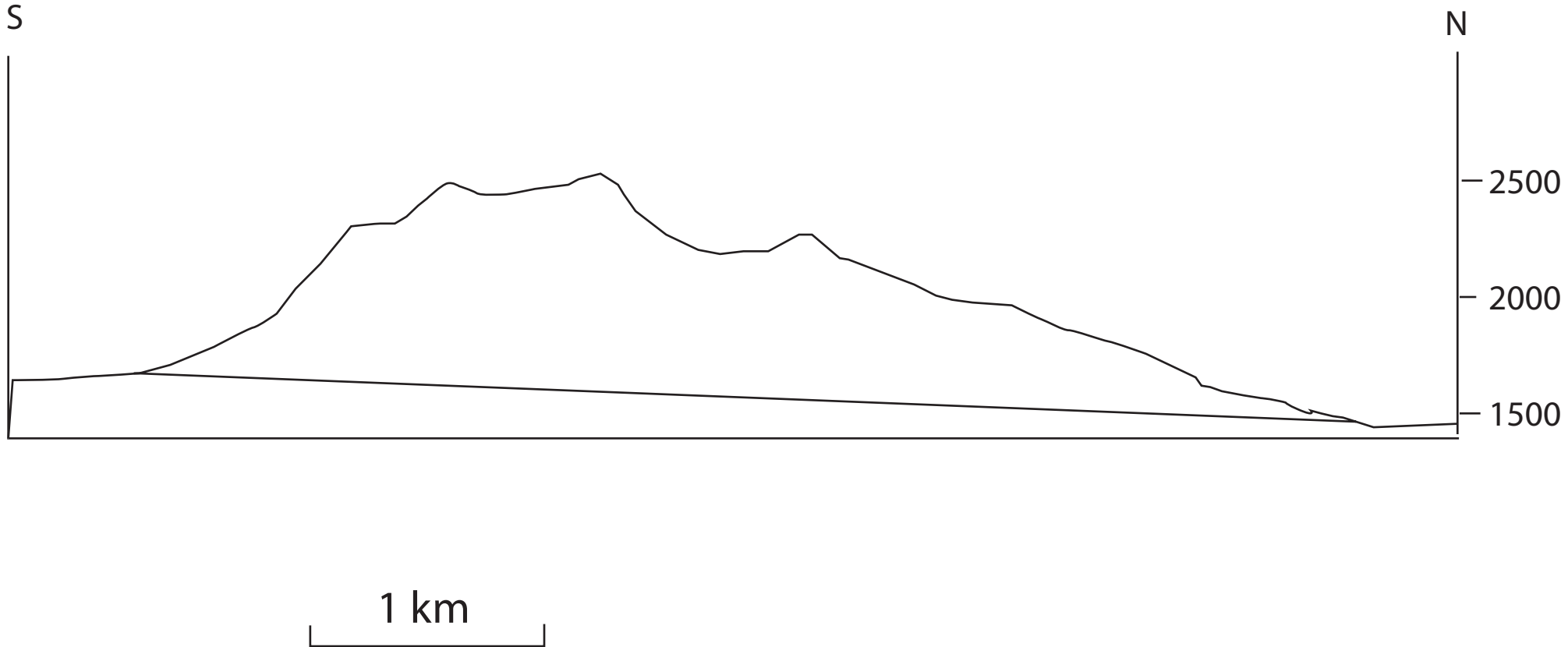
2.6: bij alternatieve tunneluitgang: dikke morene afzettingen, zeker 200 m dik.

Vragen:

1. Bepaal m.b.v. een kegelconstructie de mogelijke orientaties van de breukzone in de beide boringen.
2. Welke van deze twee orientaties is de juiste en waarom denkt U dit?
3. Wat is de algemene orientatie van de Devonische sedimenten in de tunnel?
4. Er van uitgaande dat de foliatie die in het Devoon is aangetroffen een assenvlaksfoliatie is, wat zijn dan de orientaties van de de plooi's en van de andere plooi'flank?
5. Breng de waarnemingen van de 1^e traverse over naar een profiellijn door de huidige tunnel. Doe dit via de plooi's.
6. Completeer het profiel door de huidige tunnel zo goed mogelijk.
7. Teken op basis van het profiel en de andere gegevens zo goed mogelijk de structuurlijnen voor de breuken en de relevante gesteentepakketten.
8. Teken op basis van het profiel en structuurlijnen de geologische kaart van het gebied tussen beide tunnels.
9. Completeer ook het profiel door de alternatieve tunnel.
10. Indien we er van uit gaan dat het Siluur, de Devonische schalies, de Civis formatie, de gedeformeerde graniet en de morene afzettingen slecht materiaal zijn om een tunnel in aan te leggen, en de intacte graniet en de Devonische zandsteen juist goed materiaal, welke tunnel is dan volgens U het verstandigst om aan te leggen? Beargumenteer Uw antwoord.



Profiel door huidige Tunel de Vielha



Profiel door alternatieve tunnel

