

AARDWETENSCHAPPEN II: VOORBEELDVRAGEN

INHOUD

HOOFDSTUK 12: AARDMATERIAAL	3
2x Ik wil een standbeeld maken, hiervoor heb ik nat zand (= vochtig én verzadigd zand!), droog zand en klei. Wat gebruik ik het best, leg uit met de coulombvergelijking.	3
1x Iemand wil een gebouw ergens neerzetten. Er zijn drie opties: op een granietbodempl met hellingshoek > 25°, een zandbodempl met hellingshoek < 15° of een kleibodempl met hellingshoek < 15°. Welke bodempl raad je aan, en leg uit adhv de factor of safety (geef die ook).	4
HOOFDSTUK 15: WATER OP HELLINGEN.....	5
1x Een Vlaamse boer heeft zand-, leem- en kleigrond.	5
Welke erosiemechanismen kunnen optreden op akkerland?	5
Op welk bodemtype (zand, leem of klei) is het risico het grootste dat de vruchtbare toplaag erodeert?	5
Leg dit uit aan de hand van de Coulomb vergelijking.	6
Welk advies geef jij deze boer om zijn akkerland te beschermen tegen erosie?	6
3x 2 foto's: welke reliëfvormen zijn weergegeven, bespreek verschillen en gelijkenissen (puinlawine en alluviale puinwaaier)	7
2x grafiek over de weerstand van silt, zand,.. voor spaterosie (dat is een grafiek da ergens bij uw slides staat)	8
HOOFDSTUK 16: WATER IN RIVIEREN	9
2x Gegeven: figuur met debietfluctuaties van een rivier. Verklaar de variaties en geef het verband van het debiet met de processen die op de helling van het stroombekken plaatsvinden. Bereken de kans dat er een overstroming optreedt in een willekeurig jaar en verklaar aan de hand van de gegeven figuur.	9
1x Hydrograaf gegeven: - statistisch gemiddelde periode van een overstroming berekenen - kans op een overstroming per jaar berekenen	11
HOOFDSTUK 17: WATER LANGS KUSTEN	12
2x Gegeven twee grafieken met getijdenwerking in het estuarium van de Schelde. 1 grafiek van de monding en 1 grafiek van een plaats verder landinwaarts. Bespreek en vergelijk beide grafieken. Geef het verband met de geomorfologische processen die hier optreden. (Tidde pumping, spring- doodtij,).....	12
1x Je krijgt een prentje van een rechtlijnige kust met een golfbreker: geef de geomorfologische processen die zich daar afspelen (longshore drift) en aan waar er sedimentatie en waar er erosie is	13
2x Waarom worden golven hoger als ze dichter bij de kust komen? Waarom wordt een tsunami golf veel hoger dan een wind golf?.....	14
3x Hoe komt het dat onze kusten zo rechtlijnig zijn	14
HOOFDSTUK 18: WERKING VAN WIND	15
4x Wind, water, ijs: verschillen omtrent stromingskarakteristieken en verschillen omtrent erosie en sedimentatie.	15
HOOFDSTUK 19: WERKING VAN IJS	16
Hoe kunnen we weten waar er ijskappen en permafrost zaten, geef een voorbeeld van geomorfologische verschijnselen voor ijskap en permafrost.	16

- 3x** Geef 2 geomorfologische voorbeelden waaruit kan afgeleid worden dat er een ijstijd was in België en verklaar het ontstaan van deze twee. 17
- 2x** Rivier de Demer: wat gebeurt er als de regering beslist om de dijken weg te nemen? Geomorfologische processen 17

HOOFDSTUK 12: AARDMATERIAAL

2X IK WIL EEN STANDBEELD MAKEN, HIERVOOR HEB IK NAT ZAND (= VOCHTIG ÉN VERZADIGD ZAND!), DROOG ZAND EN KLEI. WAT GEBRUIK IK HET BEST, LEG UIT MET DE COULOMBERGELIJKING.

De Coulombvergelijking geeft een verband tussen de **shear strength** (= de kritische shear stress waarbij verplaatsing optreedt of de kracht om juist het partikel in beweging te brengen), **de cohesie** (= wordt veroorzaakt door de sterkte van de bindingen tussen de partikels waaruit dat materiaal waaruit het materiaal is samengesteld) en de **wrijving** (= die wordt veroorzaakt door de normaal stress om als gevolg van de zwaartekracht en door de interne wrijvingshoek ϕ , tussen de partikels waaruit materiaal is samengesteld).

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi$$

Een standbeeld wordt best gemaakt uit een materiaal dat goed aan elkaar is gebonden en dat niet gemakkelijk erodeert en dus een zo groot mogelijke shear stress heeft. Hiervoor moet de cohesie ook zo hoog mogelijk zijn. De cohesie van vast gesteente wordt bepaald door de chemische bindingen tussen en binnen de minerale korrels van gesteente. Hoe groter de cohesive strength, hoe moeilijker het materiaal zal verweren en eroderen. Klei (bestaat uit fyllosilikaten en hebben sterke elektrostatische bindingen is zeer cohesief en moeilijk te eroderen. Zand is niet cohesief en zal heel makkelijk eroderen, hierbij kunnen we dan de c uit de vergelijking weglaten.

De wrijving van los bodemmateriaal en sediment hangt af van de het aantal contactpunten tussen de individuele partikels wat onder andere afhankelijk is van de grootte, vorm, ruwheid & stapeling van korrels. Bijvoorbeeld fijn zand heeft een kleinere wrijvingshoek dan grof grint. Cohesie heeft een groter effect op de shear strength van vast bodemmateriaal, terwijl de wrijving een groter effect heeft op de shear strength van los bodemmateriaal.

Water heeft ook een effect op de shear stress van aardmaterialen. Namelijk het poriënwatergehalte heeft een omgekeerd evenredig verband met de shear strength.

$$\tau_f = c + (\sigma_n - u) \tan \phi$$

De shear strength van droog zand wordt volledig bepaald door de wrijving (niet door cohesie) en de poriën waterdruk (u) = 0 (vertoont dus geen capillaire zuigkracht). Vochtig zand vertoont wel schijnbare cohesie. De poriënwaterdruk is hier negatief en veroorzaakt een capillaire zuigkracht. Hierdoor wordt de shear strength groter. Ook waterverzadigd zand vertoont geen schijnbare cohesie. De poriën zijn volledig gevuld met water en u is dus groter dan nul. De shear strength wordt kleiner doordat er geen capillaire zuigkracht en geen oppervlakte spanning meer is.

Om een standbeeld te bouwen wordt dus best gebruik gemaakt van klei die de grootste shear strength vertoont, daarna nat zand en uit droog zand zal nooit een standbeeld kunnen gemaakt worden.

1X IEMAND WIL EEN GEBOUW ERGENS NEERZETTEN. ER ZIJN DRIE OPTIES: OP EEN GRANIETBODEM MET HELLINGSHOEK > 25°, EEN ZANDBODEM MET HELLINGSHOEK < 15° OF EEN KLEIBODEM MET HELLINGSHOEK < 15°. WELKE BODEM RAAD JE AAN, EN LEG UIT ADHV DE FACTOR OF SAFETY (GEEF DIE OOK).

1x Op wat bouw ik het beste een appartement in een skigebied: zand, grind of klei? Waarom?

De factor of safety is een maat voor de stabiliteit van een helling en hierbij wordt de kans op massaverschuiving berekend. Als F groter is dan 1, dan is de helling stabiel, en als F kleiner is dan 1 dan is de helling onstabiel.

$$F = \frac{R}{D} = \frac{\tau_f}{\tau} = \frac{c + (g \cos \beta - u) * \tan \phi}{g \sin \beta}$$

- R = weerstandbiedende opwaartse kracht
- D = drijvende hellingafwaartse kracht

De drijvende kracht neemt toe met een toenemende hellingshoek. Met andere woorden hoe steiler de helling, hoe onstabiel ze is en dus hoe groter de kans op massabeweging. De hellingshoek is echter niet de enige parameter die de stabiliteit van de hellingshoek bepaalt. De type van het aardmateriaal is eveneens bepalend voor de stabiliteit van de helling. De factor of safety (F) is groter naarmate de cohesie en de interne wrijvingshoek groter zijn. Hellingen bestaande uit aardmaterialen met kleine cohesie en of kleine wrijvingshoek zijn het meest gevoelig aan massabewegingen.

Harde gesteenten, kleirijke bodems hebben een grote cohesie en dus zijn steile hellingen mogelijk. Het gebouw zetten op de kleibodem met een hellingshoek van < 15° is zeker een veilige keuze. Graniet is een hard gesteente en heeft een factor of safety van 3 en is dus een zeer stabiele bodem. Losse droge bodems hebben een kleine cohesie en dus enkel zwakke hellingen zullen stabiel zijn. Los droog materiaal zoals grind en zand hebben geen cohesie en poriënwaterdruk. De factor of safety wordt hierbij volledig bepaald door de interne wrijvingshoek.

Als er een appartement moet gebouwd worden op één van de bovenstaande bodems, dan is de kleibodem het meest stabiel. Bij deze bodem is de cohesie en dus de factor of safety het grootst. Zand en grind vertonen bijna tot geen cohesie en poriënwaterdruk, waardoor deze hellingen het minst stabiel zullen zijn.

HOOFDSTUK 15: WATER OP HELLINGEN

1X EEN VLAAMSE BOER HEEFT ZAND-, LEEM- EN KLEIGROND.

WELKE EROSIEMECHANISMEN KUNNEN OPTREDEN OP AKKERLAND?

Wanneer een regendruppel botst met het aardoppervlak worden er 2 typen van stress uitgeoefend op het aardoppervlak. Namelijk de compressive stress die wordt veroorzaakt door de impact van de regendruppel op het oppervlak en die compactie & verslemping van de bodem tot gevolg heeft. Een 2^e soort stress is de shear stress die veroorzaakt wordt door het uiteenspatten en wegspringen van de regendruppel. Deze geeft aanleiding tot het losmaken en wegspringen van bodemmateriaal. De combinatie van deze 2 mechanismen wordt spaterosie genoemd.

Een landbouwgrond dat net werd omgeploegd bestaat uit veel aggregaten (kluiten). Deze ontstaan door elektrostatische bindingen tussen mineralen. Door aggregaten is de infiltratiecapaciteit van water in de bodem zeer groot. Regendruppels kunnen een compressive stress uitoefenen die deze bodemaggregaten kapot maken. Na regenval ontstaat er dan een vlakke, compacte bodem (= bodemverslemping). Hierbij worden de bodemporiën dichtgedrukt waardoor de infiltratiecapaciteit verkleint. Dit proces zorgt voor het ontstaan van afstromend regenwater en dus erosie.

De drijvende kracht achter spaterosie is de shear stress bij het uiteenspatten van de regendruppels. Deze hangt af van de neerslagintensiteit, neerslaghoek, neerslagduur en het vegetatiedek en strooisellaag. Bodems onder een bos zijn namelijk beschermd tegen spaterosie en verslemping, aangezien alle druppels worden opgevangen door een bladerdek of strooisellaag. Akkers zijn meestal kale bodems en dus zeer gevoelig voor spaterosie en bodemverslemping.

Regenval zorgt eveneens voor de oppervlakkige afstroming (overland flow) die aanleiding kan geven tot geul-, intergeul- en ravijnerosie. De hoeveelheid water die uiteindelijk oppervlakkig zal afstromen hangt af van de infiltratiecapaciteit van de bodem. Deze hangt af van de bodemtextuur, bodemkorst, bodemvochtgehalte voor de regenbui en de vegetatie.

OP WELK BODEMTYPE (ZAND, LEEM OF KLEI) IS HET RISICO HET GROOTSTE DAT DE VRUCHTBARE TOPLAAG ERODEERT?

De drijvende kracht achter erosiemechanismen is de shear stress dat water (of andere vloeistoffen) uitoefent op de bodempartikels. Of deze bodempartikels al dan niet zullen eroderen hangt af van de shear strength van de bodem (van cohesie, wrijving & waterporiëndruk). Hoe groter deze shear strength, hoe minder makkelijk de bodempartikels zullen eroderen.

De infiltratiecapaciteit van de bodem zal bepalen hoeveel water tijdens of na een regenbui de bodem zal kunnen infiltreren. Wanneer de neerslag niet infiltreert, accumuleert het op het bodemoppervlak waardoor plassen ontstaan. Uiteindelijk zullen de plassen de hellingen afstromen en aanleiding kunnen geven tot erosie. We weten dat zand en grind grote poriën bevatten, waardoor er dus meer water zal infiltreren. Hierdoor is er weinig oppervlakkige stroming en geeft minder aanleiding tot erosie. Klei, langs de andere kant, bevat zeer kleine poriën en heeft een lage infiltratiecapaciteit. De kleibodem is dan ook sneller verzadigd en geeft aanleiding tot meer oppervlakkige afstroming (erosie).

LEG DIT UIT AAN DE HAND VAN DE COULOMB VERGELIJKING.

De Coulombvergelijking geeft het mathematische verband tussen de parameters die de shear strength van een bodem bepaalt:

$$\tau_f = c + (\sigma_n - u) \tan \varphi$$

De cohesie (c) beschrijft de bindingssterkte tussen de bodempartikels. Klei is een zeer cohesieve bodem, aangezien klei bestaat uit fyllosilikaten (elektrostatische bindingen in een kristalrooster). Zowel zand- als leembodems (?) zijn niet-cohesieve gronden waarbij de parameter c weggelaten mag worden.

De wrijving van los bodemmateriaal en sediment hangt af van de het aantal contactpunten tussen de individuele partikels wat onder andere afhankelijk is van de grootte, vorm, ruwheid & stapeling van korrels. Bijvoorbeeld fijn zand heeft een kleinere wrijvingshoek dan grof grint. Cohesie heeft een groter effect op de shear strength van vast bodemmateriaal, terwijl de wrijving een groter effect heeft op de shear strength van los bodemmateriaal. Water heeft ook een effect op de shear stress van aardmaterialen. Namelijk het poriënwatergehalte heeft een omgekeerd evenredig verband met de shear strength. De shear strength van droog zand wordt volledig bepaald door de wrijving (niet door cohesie) en de poriën waterdruk (u) = 0 (vertoont dus geen capillaire zuigkracht). Vochtig zand vertoont wel schijnbare cohesie. De poriënwaterdruk is hier negatief en veroorzaakt een capillaire zuigkracht. Hierdoor wordt de shear strength groter. Ook waterverzadigd zand vertoont geen schijnbare cohesie. De poriën zijn volledig gevuld met water en u is dus groter dan nul. De shear strength wordt kleiner doordat er geen capillaire zuigkracht en geen oppervlakte spanning meer is.

Een zandbodem heeft de laagste shear strength en is zeer gevoelig aan spaterosie. Terwijl een kleibodem een zeer grote shear strength vertoont, maar door zijn zeer kleine poriën en dus lage infiltratiecapaciteit, is die meer gevoelig voor bodemverslapping en overland flow. Een leembodem zit tussen deze 2 uiterste is dus best geschikt om te gebruiken als akkergrond.

WELK ADVIES GEEF JIJ DEZE BOER OM ZIJN AKKERLAND TE BESCHERMEN TEGEN EROSIE?

Als men tijdens de winter oogresten laat liggen op de akkers of als men gras zaait in de winter wordt, zal de akker minder kaal zijn en meer beschermd tegen spaterosie en bodemverslapping

Grasbufferstroken in akkergebieden aanleggen tussen akkerpercelen. Hierdoor wordt de sedimentatie bevordert en het verlies aan vruchtbare grond beperkt. Ook worden modderstromen voorkomen

3X 2 FOTO'S: WELKE RELIËFVORMEN ZIJN WEERGEGEVEN, BESPREEK VERSCHILLEN EN GELIJKENISSEN (PUINLAWINE EN ALLUVIALE PUINWAAIER)



Een alluviale puinwaaier is een landvorm die typisch ontstaat door sedimentatie van afstromend water. Het ontstaat wanneer de hydraulische straal (R) van afstromend water afneemt, zal de wrijving tussen het water en de bodem toenemen. Hierdoor is de afzetting van sediment mogelijk. De geconcentreerde afstroming met erosie veroorzaken geultjes, en wanneer het water uit de geultjes treedt neemt het wateroppervlak toe, en de diepte af. Hierdoor is er meer wrijving en dus afzetting. Het afstromende water komt in een vlakte terecht en zal uitwaaiëren (waaievormige landvormen). Als er gekeken wordt naar de types sediment, merken we op dat het grofste materiaal bovenaan (bergtop) ligt. Hoe meer de helling afwaarts, hoe meer water zal uitgespreid zijn over een grotere oppervlakte en hoe trager het water stroomt en dus hoe fijner de sedimenten zullen zijn. Bij een te grote helling zal het water wel te snel stromen en zal er geen aanleiding zijn tot sedimentatie.

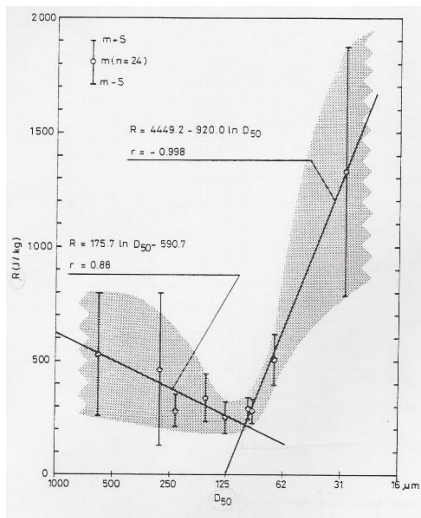
Een puinhelling is een landvorm die ontstaat onder invloed van massabewegingen. Bij verwerking van rots kliffen, valt er een stukje naar beneden en zal pas tot stilstaan komen wanneer de maximum helling is bereikt (= rusthoek). De hellingen bij deze landvormen zijn veel steiler dan bij de alluviale puinwaaier. We zien hierbij, in tegenstelling tot de alluviale puinhelling, dat het grofste materiaal onderaan zal liggen. Dit komt omdat de grootste deeltjes de grootste zwaartekracht ondervinden en dus het verste zullen rollen. Fijnere deeltjes zullen eerder tot stilstand komen, hoger op de helling.

Samenvattende tabel:

	Alluviale puinwaaier	Puinhelling
Ontstaan	Onder invloed van massabewegingen (zwaartekracht)	Onder invloed van afstromend water
Helling	Zwakke helling Max valhelling tussen 40°-45° → Water zal te hard stromen en geeft geen aanleiding tot sedimentatie	Steile helling
Sortering	- Grofste materiaal vanboven - Kleinste materiaal vanonder	- Grofste materiaal vanonder - Kleinste materiaal vanboven

2X GRAFIEK OVER DE WEERSTAND VAN SILT, ZAND,.. VOOR SPATEROSIE (DAT IS EEN GRAFIEK DA ERGENS BIJ UW SLIDES STAAT)

1x Uitleggen van de Coulombvergelijking en deze toepassen op de weerstand tegen spaterosie van zand en silt.



De drijvende kracht achter spaterosie is de shear stress bij het uiteenspatten van de regendruppels. Deze hangt af van de neerslagintensiteit, neerslaghoek, neerslagduur en het vegetatiedek en strooisellaag. Bodems onder een bos zijn namelijk beschermd tegen spaterosie en verslemping, aangezien alle druppels worden opgevangen door een bladerdek of strooisellaag. Akkers zijn meestal kale bodems en dus zeer gevoelig voor spaterosie en bodemverslemping.

De weerstandbiedende kracht tegen spaterosie is de shear strength van de bodem. Deze is omgekeerd evenredig met de hoeveelheid losgemaakt materiaal. Namelijk, hoe groter de shear strength van het bodemmateriaal, hoe minder bodemmateriaal wordt losgemaakt. Deze kracht hangt af van het cohesief karakter van de bodem. Zand heeft de laagste weerstand want die is niet-cohesief, terwijl klei het meeste weerstand biedt want die is zeer cohesief. De bodemtextuur speelt eveneens een grote rol.

Grafiek:

- X-as = verschillende sedimenttypes; D_{50} is de mediane korrelgrootte
- Y-as = R = weerstand tegen spaterosie

We zien in de grafiek dat de weerstand tegen spaterosie het laagste is voor fijn zand en dat de weerstand voor silt gemiddeld veel hoger ligt dan voor zand. De weerstand voor zand neemt toe, met stijgende korrelgrootte. Fijn zand gaat dus het snelste eroderen bij lage stroomsnelheid door de kleine zwaartekracht en het niet-cohesieve karakter. Silt bestaat uit cohesieve deeltjes en zorgt voor een grotere weerstand tegen spaterosie

HOOFDSTUK 16: WATER IN RIVIEREN

2X GEGEVEN: FIGUUR MET DEBIETFLUCTUATIES VAN EEN RIVIER. VERKLAAR DE VARIATIES EN GEEF HET VERBAND VAN HET DEBIET MET DE PROCESSEN DIE OP DE HELLING VAN HET STROOMBEKKEN PLAATSVINDEN. BEREKEN DE KANS DAT ER EEN OVERSTROMING OPTREEDT IN EEN WILLEKEURIG JAAR EN VERKLAAR AAN DE HAND VAN DE GEGEVEN FIGUUR.

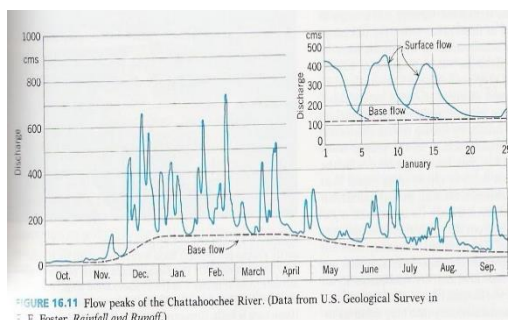
Ruimtelijke variaties

De stroomsnelheid is de maat voor het eroderend vermogen van de rivier. Terwijl het debiet het volume water dat per tijdseenheid doorheen de dwarssectie van een rivier passeert ($Q = u \cdot A$). Deze 2 grootheden kunnen ruimtelijk variëren op een aantal verschillende schaalniveaus.

Een eerste schaal niveau zijn de stroombekken (=toestroomgebied). Er treden ruimtelijke variaties in het oppervlak van de stroombekken op. De rivieren zijn namelijk ruimtelijk georganiseerd in dendritische patronen. Kleine beekjes en rivieren zullen stroomafwaarts samenvoegen tot steeds grotere rivieren. Naarmate de rivieren meer helling afwaarts stromen, zal er meer en meer water in de rivier verzameld worden, waardoor het debiet in de stroomafwaarts richting toeneemt (A wordt groter). Met andere woorden, naarmate de stroombekken groter worden, zal het debiet van de rivier toenemen, want de breedte en diepte van de rivier neemt toe.

Een tweede schaalniveau is de riviersectie (= loop van een rivier over een relatief korte afstand). De ruimtelijke variaties in stroomsnelheid zijn redelijk groot. Enerzijds komt dit door verschillen in het verhang (= hellingshoek). Er zijn namelijk stroomversnellingen in steile riviersecties met groot verhang en traag stromend water in riviersecties met klein verhang. Anderzijds speelt de wrijving met bodems en oevers (in 1 zelfde dwarssectie) ook een grote rol. In het centrum en onder het wateroppervlak van de rivier en is de stroomsnelheid het grootst. Naar de oevers en bodem toe neemt de stroomsnelheid exponentieel af door wrijving. Er treden ook verschillen op in een kronkelende riviersectie, waar de stroomsnelheid in de buitenbochten het grootste is (tegenover de traagheid). In de binnenbochten is de stroomsnelheid het kleinst. Dit verschil is het gevolg van inertia (= water wil zo recht mogelijk door de rivier stromen). Langs de andere kant zijn de ruimtelijke variaties in debiet vrij constant (klein). Dit komt doordat hetzelfde volume steeds wordt verplaatst doorheen elke dwarssectie van de rivier. Anders zou op een bepaalde plek het water ophopen wat natuurlijk niet kan. Dit zorgt ervoor dat de stroomsnelheid wel veel variaties vertoont. Namelijk, waar de rivier sneller stroomt zal de rivier ondieper zijn en/ of zal er een versmalling zijn. Zo wordt het debiet constant gehouden.

Variaties in tijd



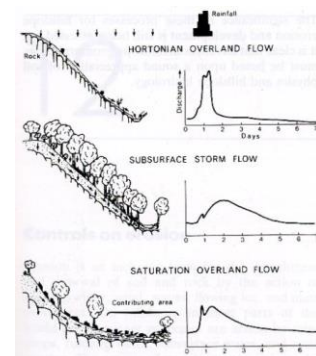
Op de bovenstaande figuur, zien we grote fluctuaties in debiet tijdens de verschillende maanden. Dit heeft te maken met het klimaat waarin het rivierbekken zich bevindt en de afstroming van water vanaf de **hellingen** in rivierbekken richting de rivier. Het afstromende water volgt 2 verschillende wegen. Enerzijds de 'surface flow', dit is de oppervlakkige afstroming van neerslagwater (als neerslagintensiteit > infiltratiecapaciteit). Tijdens en na de regenbui, verkregen we een piekdebiet (grote en snelle fluctuaties in debiet). Anderzijds de 'base flow', dit is de infiltratie van neerslagwater in de bodem en dus de ondergrondse afstroming. Deze fluctueert veel trager,

met seizoenale frequentie. Deze is hoger in natte maanden en kleiner in droge maanden. Hydrologische processen in rivieren zijn dus gelinkt aan hydrologische processen op hellingen en in stroombekken van rivieren.

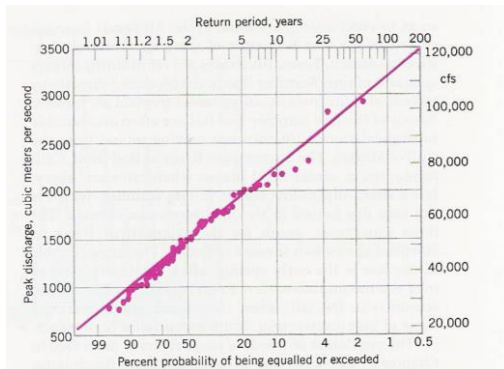
Na een regenbui kan er een vloedgolf ontstaan. Deze wordt gekarakteriseerd door een aantal parameters, namelijk de 'lag time' tussen de regenbui en de vloedgolf (= tijdsvertraging) en de hoogte en duur van de regenbui. Deze parameters zijn afhankelijk van het bodemgebruik in de stroombekken. Dit bepaalt namelijk of er meer of minder water in de bodem op de helling zal infiltreren. Bv. urbanisatie van stroombekken zal er voor zorgen dat de lag time afneemt, de hoogte toeneemt & de duur afneemt. De parameters zijn eveneens afhankelijk van de bodemdikte & de bodempermeabiliteit op hellingen in stroombekken. Dikke permeabele bodems zorgen namelijk voor meer infiltratie en dus meer ondergrondse (trage) afstroming & minder oppervlakkige (snelle) stroming. Hierdoor zal de lag time toenemen, de hoogte afnemen en de duur toenemen. De parameters hangen ook af van de locatie in de stroombekken. Stel de neerslagbui heeft overal dezelfde intensiteit in de stroombekken, dan zal in de kleine beekjes bovenaan in de stroombekken de lag time, de hoogte en de duur het kleinste zijn. Verder stroomafwaarts zal de lag time, hoogte en duur toenemen. Dit komt doordat afstromend water meer en meer geconcentreerd is in rivieren stroomafwaarts, waardoor de vloedgolf hoger wordt. Het duurt ook langer vooraleer het afstromend water een meer stroom afwaartse plaats bereikt heeft

Link tussen hellingen & rivieren: Runoff & sediment transport van hellingen naar rivieren

HELLINGEN		RIVIER	
Soil infiltration	Vegetation cover	Discharge peak	Sediment load
Low	Low	High	High
High	High	Low	Low
Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate



**1X HYDROGRAAF GEGEVEN: - STATISTISCH GEMIDDELDE PERIODE VAN EEN OVERSTROMING
BEREKENEN - KANS OP EEN OVERSTROMING PER JAAR BEREKENEN**



Aan de hand van deze grafiek kan men de overschrijdingskans berekenen. Dit is de statistische kans waarmee een bepaald piekdebiet wordt overschreden. Dit wordt gemeten op basis van lange tijdsreeksen van debietmetingen.

De onderste x-as is de probability of being equalled or exceeded (= probabilliteit dat een bepaald piekdebiet wordt bereikt of overschreden). De bovenste x-as is de return periode (= terugkeer periode). De y-as is dan het debiet in kubieke meter per seconde.

Stel we willen weten wat de kans is dat er een piekdebiet van 1500 kubieke meter/seconde is. Dan kunnen we zien in de bovenstaande grafiek dat voor dit piekdebiet de terugkeerperiode 2 jaar bedraagt en de overschrijdingskans 50% is. Met andere woorden de overschrijdingskans is het omgekeerde van de terugkeerperiode.

HOOFDSTUK 17: WATER LANGS KUSTEN

2X GEGEVEN TWEE GRAFIEKEN MET GETIJDENWERKING IN HET ESTUARIUM VAN DE SCHELDE. 1 GRAFIEK VAN DE MONDING EN 1 GRAFIEK VAN EEN PLAATS VERDER LANDINWAARTS. BESPREEK EN VERGELIJK BEIDE GRAFIEKEN. GEEF HET VERBAND MET DE GEOMORFOLOGISCHE PROCESSEN DIE HIER OPTREDEN. (TIDLE PUMPING, SPRING- DOODTIJ,)

Getijden komen voor langs alle kusten van oceanen en open zeeën. Maar kusten die gevormd worden door de getijdenwerking treden wel voornamelijk op waar de golfwerking beperkt is. Dit soort kust zal zich ontwikkelen in laag gelegen kustgebieden en geven aanleiding tot specifieke reliëfvormen (bv. lagunes, estuaria, grote baaien).

Het niveau van laagtij en hoogtij varieert met een periode van rond de 14 dagen. Dit is het gevolg van de bijkomende aantrekking & centrifugaalkracht ontstaan in het systeem aarde – zon. We spreken van springtij indien het verschil tussen laagtij en springtij het grootste is. Dit treedt op bij volle maan en nieuwe maan, wanneer de zon, de aarde en de maan op 1 lijn liggen. De krachten uitgeoefend door de zon en de maan gaan elkaar dan versterken waardoor het verschil maximaal wordt. Doodtij treedt op bij het 1^{ste} en laatste kwartier van de maanstand: de aarde, de maan en de zon staan dan loodrecht op elkaar, waardoor de krachten elkaar zullen tegenwerken. Hierdoor is het verschil tussen laagtij en hoogtij het kleinst.

De getijdenwerking kan echter niet enkel verklaard worden aan de hand van de aantrekkingskracht en de centrifugaal kracht uitgeoefend door de hemellichamen. Dit zou impliceren dat de hele aarde water zou zijn, wat natuurlijk niet het geval is. Om een volledige verklaring voor de werking te verkrijgen, moeten we de getijdenwerking beschouwen als een golf. De getijden ontstaan (net zoals golven) in de oceaan en planten zich dan voort naar ondiepe zeeën en riviermondingen. De getijdengolven worden vervormd bij de voorplanting door ondiepe zeeën en riviermondingen (net zoals windgolven).

Als we kijken naar de grafieken, zien we een verschil in de hoogwater/ laagwater peil aan de monding van de rivier en op het punt verder landinwaarts. Aan de scheldemonding bij Vlissingen zien we namelijk een getijverschil van 3,9 m, waarbij het HW het laagst is aan de monding. Meer landinwaarts neemt de diepte en breedte van de Schelde af waardoor de getijden golven worden opgestuwd. Het getijverschil in Antwerpen bedraagt dan zo'n 5,3 m. Daar is de hoogwater peil het hoogst.

De getijcurven (pp 228) zijn een hydrograaf voor plaatsen langs de Schelde (waterpeil ifv de tijd). Hierop zien we dat bij Vlissingen (monding) de hydrograaf symmetrisch is (= periode van eb en vloed zijn even lang). Ook voor Antwerpen is de hydrograaf symmetrisch. Voor Dendermonde en Gent zijn de hydrografen echter asymmetrisch. Daar is de periode van vloed verkort en de periode van eb verlengd. Dit komt door de zijrivieren die op hun beurt ook getijdenwerking vertonen. Dit veroorzaakt wrijving, met het meer en meer asymmetrisch worden van de getijdengolven tot gevolg. Hierdoor zal de vloedperiode steeds korter en de eb periode steeds langer worden. Een bijgevolg hiervan dat de vloedstroom sterker wordt dan de ebstroom. Dit fenomeen wordt tidal pumping genoemd en dit zorgt voor het landinwaarts pompen van sedimenten en het afzetten hiervan.

1x 2 grafieken over de stand van water op bepaalde plaatsen met op elke grafiek 3 curve

1. Wat is het verschil tussen de drie curve en hoe ontstaat het doodtij en springtijd
2. Wat is de invloed op het landschap
3. Wat is het verschil tussen de plaatsen

4. Wat is de invloed op het landschap
5. Wat is tidal pumping

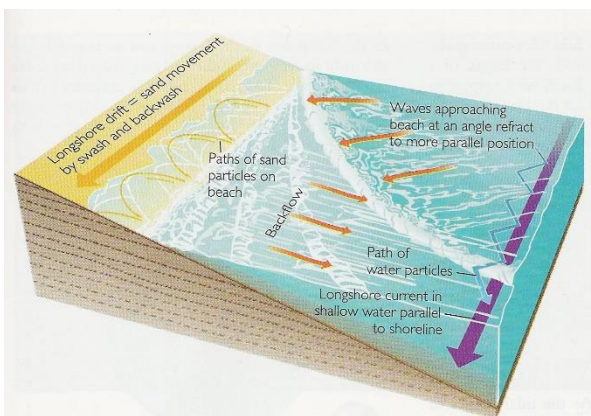
1X JE KRIJGT EEN PRENTJE VAN EEN RECHTLIJNIGE KUST MET EEN GOLFBREKER: GEEF DE GEOMORFOLOGISCHE PROCESSEN DIE ZICH DAAR AFSPLEN (LONGSHORE DRIFT) EN AAN WAAR ER SEDIMENTATIE EN WAAR ER EROSIE IS

2x Stel, men wil op een zandstrand een pier aanleggen. Welke geomorfologische processen zullen er optreden op dit strand? Waar verwacht je dat er erosie zal optreden en waar verwacht je sedimentatie en leg uit waarom.



Longshore drift is de netto verplaatsing van strandmateriaal (zand of grind) langs de kust door swash (= ophopen van water op het strand bij elke golfslag) & backwash (= terugtrekken van het water bij elke golfslag) van golven. Door deze 2 processen is het sediment dat zich in het water bevindt constant in beweging. Afhankelijk van de shear stress uitgeoefend door swash & backwash is er dan netto sedimentatie of erosie mogelijk.

Ondanks het feit dat de golven door refractie de neiging hebben om zich parallel te oriënteren tegenover de kustlijn, zullen de golven toch een beetje schuin het strand oplopen. De swash loopt met andere woorden schuin het strand op, terwijl de backwash onder invloed van de zwaartekracht het strand afloopt volgens de steilste helling (dus loodrecht op de kustlijn). Hierdoor maken de sedimentpartikels een zigzag beweging. Stranden zijn dus continu in beweging door de longshore drift, waardoor ze extreem gevoelig zijn aan verstoring. De aanleg van pieren en golfbrekers om het strand zogenaamd te beschermen tegen erosie zorgt voor een verstoring van de longshore drift. Aan de ene kant van de pier (hier links van de figuur), zorgt de longshore drift voor de aanvoer van strandmateriaal (swash) en hoopt zich op tegen de pier. Langs de andere kant van de pier (hier rechts in de figuur) voert de longshore drift enkel strandmateriaal af en wordt het strand niet meer aangevuld (backwash) waardoor het strand weg zal eroderen.



2X WAAROM WORDEN GOLVEN HOGER ALS ZE DICHTER BIJ DE KUST KOMEN? WAAROM WORDT EEN TSUNAMI GOLF VEEL HOGER DAN EEN WIND GOLF?

Wanneer een sinusoidale golf met cirkelvormige orbitaalbewegingen de kust nadert, zal naarmate dichter bij de kust de diepte afnemen en zal de waterdiepte kleiner worden dan de diepte aan de golfbasis (= oorsprong van de golf). De orbitaalbeweging zal door de toenemende wrijving met de bodem ellipsvormig worden (in plaats van cirkelvormig). Hierdoor daalt de celeriteit (c) van de golf met als gevolg een daling van de golflengte (L) en een toename van de amplitude.

Dit kan men eveneens verklaren aan de hand van de vergelijking: $c = L/T$

- Als c daalt, zal L dalen, want T verandert niet door wrijving
- Aangezien steeds hetzelfde volume water bij orbitaalbewegingen wordt vervoerd, zal bij een afname van L de A wel moeten stijgen.
- => nabij de kust wordt de golflengte korter en de golfhoogte groter.

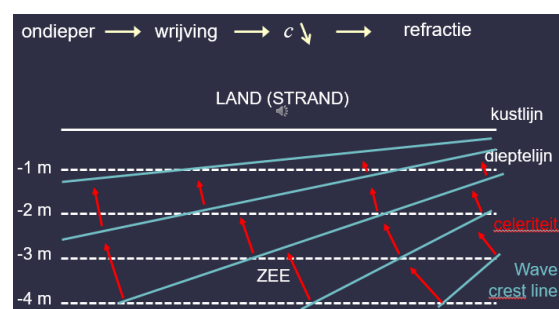
Tsunami's ontstaan door een plotse brutale waterverplaatsing op zee. Zij hebben een hele grote golfperiode T en dus een grote golflengte (en dus een diepe golfbasis = $L/2$) en een kleine amplitude. Hierdoor kunnen tsunami's nauwelijks waargenomen worden op open oceaan, maar een hele grote golflengte van 200-800 km. De diepe golfbasis zorgt ervoor dat er vervormingen van de tsunamigolf in heel diep water kunnen optreden en dus op volle oceaan. Hierdoor neemt de golfhoogte toe, maar de golf zal niet breken omwille van de grote L (afstand tussen golftop en golftrog >>). Met andere woorden de reden dat een tsunami golven kan creëren van meer dan 30 m, is dat een tsunamigolf in golfhoogte kan blijven toenemen, zonder ooit te breken door de immens lange golflengte.

3X HOE KOMT HET DAT ONZE KUSTEN ZO RECHTLIJNIG ZIJN

Strandkusten & klifkusten worden voornamelijk gevormd door golfwerking.

Dit fenomeen kan verklaart worden aan de hand van het begrip refractie. De kustlijn wordt namelijk gevormd door de golfkammen die de kust naderen en deze zijn altijd evenwijdig met de kustlijn door refractie. De golven worden gevormd in de oceaan (in kerngebieden) en zijn dus oorspronkelijk niet evenwijdig met de kustlijn. Wanneer de golven de kust naderen, wordt het water ondieper en zal er dus meer wrijving zijn. De delen die het eerst in de ondiepe delen komen, ondervinden als eerste die wrijving die gepaard gaat met een daling in celeriteit. Hierdoor worden golfkammen afgebogen en zullen ze meer en meer evenwijdig komen te liggen met de kustlijnen.

Onze Belgische kust is een voorbeeld van een strandkust. De golven aan deze kusten oefenen een grote shear stressen uit tegenover de orbitaalbeweging die water maakt bij het passeren van golven, tegenover het breken van de golven & tegenover swash en backwash. Strandkusten zijn het resultaat van een dynamisch evenwicht tussen erosie en sedimentatie. De swash van golven (= oplopen van water op strand bij iedere golfslag) zorgt voor de aanvoer van sedimenten en wordt gedeeltelijk afgezet op strand. Shear stress is bij swash & backwash zo groot (ondiepe wateren) dat de fijnste partikels (klei, silt) in suspensie blijven. Hierdoor vindt er enkel afzetting van zand of grind plaats. Backwash (= terugtrekken van het water bij iedere golfslag) zorgt dan voor de afvoer van zand of grind. Door swash en backwash zijn de sediment continu in beweging en zorgen voor een dynamisch evenwicht tussen sedimentatie en erosie. Deze netto verplaatsing van strandmateriaal langs kust door swash & backwash, wordt de longshore drift genoemd. Dit fenomeen geen aanleiding tot strandwallen (= specifieke landvorm).



HOOFDSTUK 18: WERKING VAN WIND

4X WIND, WATER, IJS: VERSCHILLEN OMTRENT STROMINGSKARAKTERISTIEKEN EN VERSCHILLEN OMTRENT EROSIE EN SEDIMENTATIE.

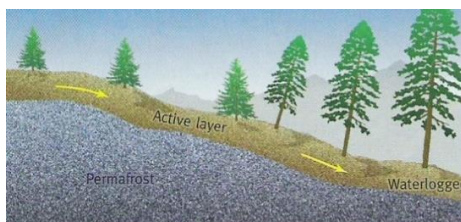
	WATER	WIND	IJS
Stromings-karakteristieken	<p>Sterke interactie tussen waterstroming en reliëf</p> <p>Waterstroming is beperkt in diepte</p> <p>Zelden laminaire stroming, meestal turbulent</p>	<p>Stroming wordt niet beïnvloed door reliëf ⇒ Weinig geconcentreerd naar diepere delen in landschap</p> <p>Hele lage dichtheid en viscositeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altijd turbulent - Hele kleine shear stress op bodempartikels 	<p>Krachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drijvende F: Fz - Weerstand-biedende F: wrijving met bodemopp <p>Mechanismen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Natte gletsjers in relatief warme omstandigheden: smeltwater - Droge gletsjers in extreem koude omstandigheden: <p>Zeer grote viscositeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laminaire stroming - Zeer grote shear stress
Erosiemechanismen	<p>Spaterosie, bodemverslemping, erosie door stromingen, overland flow, trough flow, etc.</p>	<p>Door hele lage shear stress ⇒ Erosie fijn los droog materiaal</p> <p>Abrasie van hard gesteente door schurende werking van zand</p>	<p>Door zeer grote shear stress ⇒ Hard gesteente eroderen ⇒ Grote hoeveelheden puin transporteren</p>
Landvormen	<p>Zie hoofdstukken 14,15,16,17</p>	<p>Eolische landvormen: Resultaat van erosieve processen ⇒ Gebieden met fijn, droog en schaars begroeid bodemmateriaal</p> <p>Erosieve landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paddestoelrotsen - Desert pavement - Deflatie <p>Erosief – sedimentaire landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duinen - Tranversaal duin - Parabool duinen - Longitudinaal duin of lineair duin <p>Sedimentaire landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dekzand en loess - 	<p>Erosieve glaciële landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gletsjernis, cirque of kaar - U vormige dalen - Hangende gletsjer dalen - Fjorden - Gletsjermere, drempels - Gletsjerklassen of striaties - Bultrotsen of roches moutonnées <p>Sedimentaire glaciële landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Morenen - Zwerkeien of erratica <p>Fluvo-glaciële landvormen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Smeltwaterbeken gevoed d gletsjers - Sandur, esker, kettle

HOOFDSTUK 19: WERKING VAN IJS

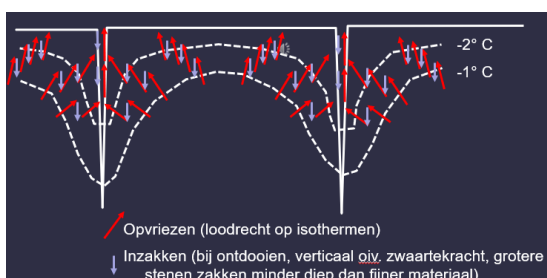
HOE KUNNEN WE WETEN WAAR ER IJSKAPPEN EN PERMAFROST ZATEN, GEEF EEN VOORBEELD VAN GEOMORFOLISCHE VERSCHIJNSELEN VOOR IJSKAP EN PERMAFROST.

Permafrost zijn aardlagen die een lange tijd bevroren blijven (continu of discontinu bevroren). De dikte van permafrost is wisselvallig, in hele koude gebieden kan permafrost tot honderden meters diep zijn (continue permafrost). Terwijl in warmer gebieden de permafrost in de zomer ontdooit en in de winter bevroert (discontinue permafrost). De actieve laag van permafrost is de bovenste laag die periodiek ontdooit en weer bevroert. Deze ligt op een permanent bevroren bodem. Dit komt doordat er ooit een periode was die koud genoeg was om de bodem permanent te bevriezen. Hierdoor kan het smeltwater niet draineren in bodem en zal de actieve laag waterverzadigd zijn. Met een gevoelige bodem voor massabewegingen tot gevolg.

Een gebied met discontinue permafrost is dus gevoelig aan massabewegingen. Bijvoorbeeld een creep, hierbij zal bij het bevriezen van de bodem uitzetten in de richting loodrecht op het oppervlak. Bij het ontdooien van de bodem, zakt de bodem verticaal in elkaar tegenover de zwaartekracht. Het resultaat hiervan is een traag netto helling afwaartse beweging. Een ander voorbeeld is solifluctie (= verglijden van de bodem tegenover waterverzadiging van de bodem). In de zomer ontdooit enkel de actieve laag en het ontdooit bodemwater kan niet doordringen in de diepere bevroren ondergrond. Het bodemwater is dan geconcentreerd tussen de actieve laag en de permanent bevroren laag. In die contactzone ontstaat er dan een positieve poriënwaterdruk waardoor de bodem onstabiel wordt. Dit proces leidt tot lobvormige uitstulpingen in hellingen.



Bij discontinue permafrost komen eveneens gesorteerde bodems of polygoonbodems voor. Deze hebben het patroon van cirkels of polygoon en hebben een sortering waarbij grove stenen geconcentreerd zijn in randen van de polygoon en fijn materiaal in de kernen. Ze ontstaan als volgt; eerst ontstaan er vorstwiggen (koude en droge lucht zorgen voor het krimpen van de bodem waardoor barsten en spleten ontstaan volgens polygoonaal netwerk). Dan zullen grotere stenen opvriezen, dit wilt zeggen dat door de bevriezing van heterogeen sediment de bodem kan worden opgetild door volumevermeerdering. Bij het dooien gaan ze dan terug naar hun oorspronkelijke plaats, maar grote stenen gaan hun oorspronkelijke plaats niet terug kunnen innemen. Bij een herhaling van deze vorst dooi cycli komen de grote stenen dus geleidelijk omhoog volgens een lijn loodrecht op de isothermen in de bodem en fijnere sedimenten glijden er systematisch onder. Als de bodem dan een polygoonaal netwerk heeft dan zijn de isothermen binnen elke polygoon gebogen en concaaf naar beneden. Dit komt immers doordat vorst en dooi nabij een scheur immers snel de bodem indringen. Het opvriezen van stenen zal in zo'n bodem dan niet verticaal maar loodrecht gebeuren. Hierdoor zullen stenen langzaam in de richting van de vorstwiggen bewegen. Met als resultaat polygonale structuren met grovere deeltjes op lijnen van de polygoon en fijnere deeltjes in het centrum.

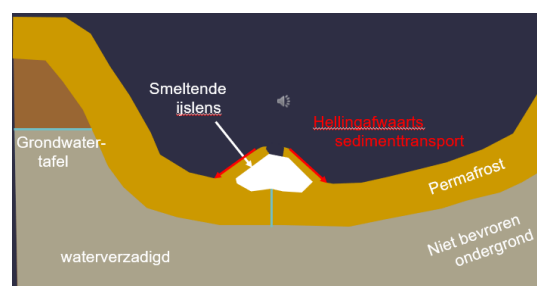
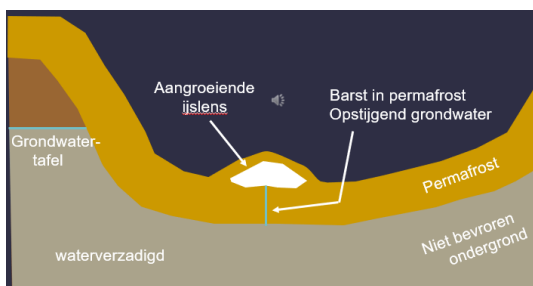


3X GEEF 2 GEOMORFOLOGISCHE VOORBEELDEN WAARUIT KAN AFGELEID WORDEN DAT ER EEN IJSTIJD WAS IN BELGIË EN VERKLAAR HET ONTSTAAN VAN DEZE TWEE.

In België komen vorstwiggen (in bijvoorbeeld de leemstreek tussen Brussel en Sint-Truiden) en pingoruïnes voor. Dit zijn voorbeelden van glaciale en periglaciale landvormen die voorkomen in de nabijheid van gletsjers en ijskappen. De aanwezigheid van deze landvormen in onze streken duiden aan dat er zich vroeger enorme ijskappen bevonden.

Archeologische en bodemkundige opgravingen lieten de vorstwiggen met polygonale structuur zien. Deze landvorm is afhankelijk van arctische en alpiene gebieden met discontinue permafrost. Hierdoor weten we dat er ooit permafrost condities waren in België. Deze vorstwiggen ontstaan namelijk in polaire klimaten waar de lucht koud en droog is. Hierdoor gaan de bodems uitdrogen en inkrimpen, waardoor er barsten en spleten volgens een polygonaal netwerk ontstaan. Die spleten kunnen groter worden doordat de neerslag (in de vorm van sneeuw) smelt en sijpelt tussen de spleten. Bij het weer bevroren van het smeltwater, neemt het volume van het water toe en kunnen de spleten groter worden. De opeenvolgende vorst – dooi cycli zorgt dan voor het ontstaan van vorstwiggen.

In de hoge venen komen ook pingoruïnes voor. Dit zijn cirkelvormige depressie omringd met een wal. In het centrum van de cirkels bevindt zich water of veen en aan de randen van de cirkels andere vegetatie dat groeit op het walletje. Deze landvorm wijst net zoals vorstwiggen op vroegere permafrost condities. Pingoruïnes zijn namelijk overblijfselen van vroegere pingo's of vorstheuvels. Deze ontstaan typisch in een valleigebied door vorming van een ijslens op een diepte van minder dan 10 m onder het bodemoppervlak. In niet bevroren ondergrond is er een waterverzadigde zone (= zone waar bodemporiën volledig gevuld zijn met water). In dat valleigebied kunnen zich dan scheuren of basten in de permafrost voordoen. In niet bevroren ondergrond staat het grondwater onder druk en kan het niet naar boven komen zolang de permafrost bevroren is. Maar via barsten kan het water wel opstijgen en komt in de koudere bodem terecht, waardoor het grondwater zal bevriezen en een ondergrondse ijslens vormt. Zolang de barst bestaat zal de ijslens aangroeien. Het bovenliggende bodemmateriaal wordt omhooggeduwd en er ontstaat een heuvel (= pingo). Wanneer de ijskern groter wordt zal de bedekkende laag openbreken, waardoor de ijslens open komt te liggen en het materiaal op de ijslens kan afglijden (hellingafwaarts sedimenttransport) en zo zal de ijslens wegsmelten. Afgeschoven materiaal blijft aan de voet van de pingo liggen en de ijslens is volledig weggesmolten (= pingoruïne).



2X RIVIER DE DEMER: WAT GEBEURT ER ALS DE REGERING BESLIST OM DE DIJKEN WEG TE NEMEN? GEOMORFOLOGISCHE PROCESSEN

Erosiebasis? Sedimentatie? Erosie?

