

Rapport nr. 1980

**KLEIMINERALOGISCH ONDERZOEK VAN ENKELE KWARTAIRE
EN TERTIAIRE AFZETTINGEN**

A. Breeuwsma
W. Balkema
R. Zwijnen

Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1987

4 MAART 1987

JSN 257013 *

	INHOUD	Blz.
	WOORD VOORAF	7
1	INLEIDING	9
2	BESCHRIJVING VAN DE MONSTERS	11
3	ANALYSEMETHODEN	13
4	RESULTATEN	15
	LITERATUUR	19
	TABELLEN	
	BIJLAGEN	

WOORD VOORAF

Dit rapport vormt een onderdeel van een samenwerkingsproject tussen de Rijks Geologische Dienst (RGD) en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA). Het bevat de resultaten van een klei-mineralogisch onderzoek dat door de afdeling Bodemchemie van STIBOKA werd verricht. De resultaten van een micromorfologisch onderzoek aan dezelfde monsters door de afdeling Bodemstructuur en Micromorfologie zijn in rapport nr. 1850 beschreven door Dr. E.B.A. Bisdom.

De directeur van de
Stichting voor Bodemkartering,

Dr.ir. F. Sonneveld

1 INLEIDING

De Rijks Geologische Dienst is geïnteresseerd in de mogelijkheden die kleimineralogisch en micromorfologisch onderzoek bieden voor de karakterisering van geologische afzettingen met betrekking tot de ontstaanswijze en de eigenschappen van milieutechnische, resp. geotechnische aard. Bij de ontstaanswijze gaat het onder andere om het sedimentatiemilieu, bij milieutechnische aspecten om de chemische samenstelling en eigenschappen, en bij de geotechnische aspecten om de porositeit en doorlatendheid. In verband hiermee is in een samenwerkingsproject met de Stichting voor Bodemkartering bij wijze van proef een kleimineralogisch en micromorfologisch onderzoek uitgevoerd in tien monsters van (voornamelijk) Kwartaire en Tertiaire klei-afzettingen. Dit rapport bevat alleen de resultaten van het kleimineralogisch onderzoek. De gegevens die uit dit onderzoek naar voren komen, zullen door de RGD op hun bruikbaarheid in toekomstig onderzoek worden beoordeeld.

2 BESCHRIJVING VAN DE MONSTERS

De tien onderzochte kleimonsters zijn afkomstig uit boringen in de potklei (Groningen) en uit boringen in West-Brabant, Weesp en Mol (België) (zie tabel 1). Negen van de monsters zijn afkomstig uit Kwartaire afzettingen en één uit het Tertiair (Mol, klei van Boom).

Tabel 1 Beschrijving van de monsters.

Monsternummer	Locatie	Diepte (m - mv.)	Formatie	Sedimentatie- milieu	Overige aanduidingen
Tab	RCD				
85- 1	11F- 73-17 Marum	19,30- 19,40	Peelo	lacustro-glaciaal	potklei; verspoeld
85- 2	11F- 73-17 Marum	19,50- 19,40	Peelo	lacustro-glaciaal	Tertiair, overge-
85- 3	11F- 73-25 Marum	28,90- 29,06	Peelo	lacustro-glaciaal	consolideerd
85- 4	25G-390- 1 Weesp	170,20-170,35	Harderwijk	fluviatiel	
85- 5	25G-390- 2 Weesp	195,50-195,60	Maassluis	marien	
85- 6	49B-517- 2 Lepelstraat	7,00- 7,15	Tegelen?	brak/marien?	
85- 7	50B-283- 1 Lijndonk	2,45- 2,60	Kedichem	fluviatiel	
85- 8	50E-325- 2 Gilze	5,56- 5,60	Kedichem	fluviatiel	
85- 9	50E-325- 3 Gilze	11,15- 11,40	Kedichem?	fluviatiel	humeus
85-10	Proefmijn Mol (België)	ca. 245	Rerpel	marien	klei van Boom, Terti- air, ongeconsolideerd

3 ANALYSEMETHODEN

Voor gedetailleerde informatie over de toegepaste chemische en mineralogische analysemethoden wordt verwezen naar de bij STI-BOKA aanwezige analysevoorschriften.

- Chemisch

In het totale monster werd een bepaling verricht van de zuurgraad (pH-KCl), het kalkgehalte (CaCO_3) en het gloeiverlies (bij 500 °C). Het gloeiverlies is een maat voor het organische-stofgehalte. Dit gehalte kon echter niet exact worden vastgesteld omdat de gloeiverliescijfers voor het gloeiverlies van de minerale delen moet worden gecorrigeerd. Daarvoor is vooral het lutumgehalte van belang en dit was niet bekend. Het kan hieruit (in massaprocenten) worden berekend via (Sjardijn & Breeuwsma, in voorb.):

$$\text{org.-stofgeh.} = \text{gloeiverlies} - (0,35 + 0,064 \text{ lutumgeh.}) \quad (1)$$

Van de lutumfractie (<2 μm) is de chemische samenstelling en de kationenuitwisselcapaciteit bepaald. De chemische samenstelling werd bepaald door het monster te ontsluiten met een mengsel van fluorwaterstof en koningswater en de concentraties in het extract te meten met AAS (K en Na) en ICP-AES (overige elementen). De kationuitwisselcapaciteit (Engelse afkorting: CEC) is gemeten bij pH 8,2 met een oplossing van bariumchloride en triethanolamine. In verband met de bepaling van het vermiculietgehalte is de CEC opnieuw bepaald na een behandeling van het monster met een kaliumchloride-oplossing.

- Mineralogisch

Voor de kleimineralogische analyse van de lutumfractie zijn de monsters voorbehandeld met waterstofperoxyde en een acetaatbuffer ter verwijdering van, respectievelijk, organische stof en carbonaten. Het adsorptiecomplex van de kleimineralen werd vervolgens met magnesium-ionen bezet en de kleisuspensie uitgewassen en gedroogd. Van dit materiaal werden op een keramische filter geöriënteerde preparaten gemaakt voor een röntgendiffractie-onderzoek.

Van de Mg-kleien werden 7 röntgendiffractiecurven opgenomen na de achtereenvolgende behandelingen:

1. drogen aan de lucht (Mg-luchtdroog);
2. behandeling met glycerol (Mg-glycerol);
3. behandeling met KCl (K-luchtdroog);
4. uitwassen met $MgCl_2$ resp. water en drogen aan de lucht (Mg-luchtdroog);
5. behandeling met glycerol (Mg-glycerine);
6. verhitting bij 350 °C (Mg-350 °C);
7. verhitting bij 550 °C (Mg-550 °C).

De interpretatie van de röntgendiffractiegegevens is gebaseerd op onderzoek dat eerder is verricht in Holocene kleiafzettingen (Breeuwsma, 1985). Het betreft hier een semi-kwantitatieve analyse waarbij ook gebruik is gemaakt van chemische gegevens (naar Jackson, 1969). Dit geldt onder andere voor het K_2O -gehalte (illiet), de CEC (smeculiet) en veranderingen in de CEC door K-fixatie (vermiculiet). Een ander voorbeeld van het gebruik van chemische gegevens is de bepaling van het kaolinietgehalte met een loogoplossing vóór en na afbraak van kaolinietmineralen door verhitting bij 500 °C. Een nauwkeurige schatting van mineraalpercentages wordt bemoeilijkt door variaties in deeltjesgrootte, kristalstructuur en chemische samenstelling. In verband hiermee is volstaan met het aangeven van de trajecten waarin het werkelijke gehalte vermoedelijk ligt. Deze trajecten zijn in klassen ingedeeld zoals aangegeven in tabel 3. De röntgendiffractiecurven zijn in bijlage 1 opgenomen.

4 RESULTATEN

Voor alle duidelijkheid wordt opgemerkt dat de resultaten uitsluitend betrekking hebben op de onderzochte monsters. In hoeverre de resultaten representatief zijn voor de onderzochte afzettingen valt op grond van het geringe aantal monsters niet te zeggen. De belangrijkste resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

Chemisch onderzoek

- Uit de chemische analyses blijkt dat de meeste monsters kalkrijk waren (Tabel 2).
- In samenhang hiermee komen lage pH's alleen voor bij de fluviatiele afzetting van Kedichem (nr. 8 en 9), waarbij vooral het humeuze monster opvalt door een zeer lage pH (4,6).
- De lutumfracties vertonen wat de chemische samenstelling betreft vooral verschillen in ijzergehalte. Dit is waarschijnlijk vooral een gevolg van wisselende gehalten aan "vrij" (niet-silicaatgebonden) ijzeroxyde. Vooral het monster uit de formatie van Harderwijk valt op door een hoog ijzergehalte (25% Fe_2O_3). Bij het röntgendiffractie-onderzoek bleek dat dit monster relatief veel lepidocrociet ($\gamma\text{-FeOOH}$) bevat (Tabel 3). Als gevolg van het hoge ijzergehalte zijn de gehalten van de overige elementen lager dan bij de andere monsters.

Kleimineralogisch onderzoek

- Met uitzondering van de monsters uit de potklei lijkt de kleimineralogische samenstelling van de monsters uit het Kwartair, zoals weergegeven in tabel 3, zeer sterk op die van de Holoceene afzettingen (Breeuwsma, 1985).
- Het monster uit het Tertiair (klei van Boom) wijkt af doordat de kaolinetpiek in de röntgendiffractiecurven in verhouding veel hoger is (bijlage 1). Ook bij de potklei is dit het geval. Dit laatste is in overeenstemming met een eerder onderzoek waarbij in potklei via de in hoofdstuk 3 aangegeven methode (Jackson, 1969) een kaolinetgehalte van 17% werd gevonden (Breeuwsma, pers. meded.). De overeenkomst in kaolinetgehalte van de Tertiaire klei van Boom en de potklei is

Tabel 2 Chemische gegevens.

Monsternummer lab	RCD	Formatie	Totale monster				Lutumfractie				totaalgehalten (%)						
			pH-KCl	CaCO ₃ (%)	gloeiverlies (%)	CEC mol(+)kg ⁻¹	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO		
85- 1	11F- 73-17	Peelo	7,0	6,3	6,1	0,43	51,2	23,0	7,8	0,09	2,6	3,1	0,21	0,82	0,02		
85- 2	11F- 73-17	Peelo	7,0	6,4	6,3	0,42	50,5	22,0	7,4	0,14	2,5	3,1	0,19	0,85	0,02		
85- 3	11F- 73-25	Peelo	7,0	7,8	6,3	0,43	50,5	21,8	7,6	0,13	2,8	3,3	0,20	0,78	0,02		
85- 4	25C-390- 1	Harderwijk	7,0	15,4	7,9	0,40	36,8	17,0	25,4	0,07	1,9	2,3	0,11	0,62	0,18		
85- 5	25C-390- 2	Maassluis	7,4	6,8	5,7	0,43	48,1	20,1	10,7	0,05	2,7	3,4	0,23	0,75	0,02		
85- 6	49B-517- 2	Tegelen?	5,6	1,4	5,7	0,45	49,0	22,3	9,9	0,03	3,0	3,2	0,16	0,78	0,02		
85- 7	50B-283- 1	Kedichem	7,3	29,9	6,1	0,38	46,3	20,8	12,4	0,13	3,2	3,7	0,28	0,83	0,07		
85- 8	50E-325- 2	Kedichem	5,4	0,3	6,8	0,44	49,7	23,4	6,2	0,02	1,8	2,3	0,14	0,94	0,01		
85- 9	50E-325- 3	Kedichem?	4,6	0,0	6,8	0,44	51,0	25,5	4,5	0,04	2,1	2,5	0,20	0,82	0,01		
85-10		Rupe1	7,4	1,7	6,4	0,40	49,4	22,3	7,5	0,01	2,6	3,5	0,17	0,78	0,01		

Tabel 3 Mineralogische samenstelling van de lutumfractie¹⁾.

Monsternummer Tab	RCD	Formatie	(klei)mineralen									
			Kaoliniet	Illiet	Vermiliet	Smectiet	Chloriet	Lepidocrociet				
85- 1	11F- 73-17	Peelo	4	5	1	5	2	1				
85- 2	11F- 73-17	Peelo	4	5	1	5	2	1				
85- 3	11F- 73-25	Peelo	4	5	1	5	2	1				
85- 4	25C-390- 1	Harderwijk	3	5	1	5	2	4				
85- 5	25C-390- 2	Maassluis	3	5	1	5	2	1				
85- 6	49B-517- 2	Tegeleen?	3	5	1	5	2	2				
85- 7	50B-283- 1	Kedichem	3	5	1	5	2	1				
85- 8	50E-325- 2	Kedichem	3	5	1	5	2	1				
85- 9	50E-325- 3	Kedichem?	3	5	1	5	2	1				
85-10		Rupe1	4	5	1	5	2	1				

¹⁾: Klasse-indeling in massaprocenten:

1: <<1

2: 1- 5

3: 5-10

4: 10-30

5: 30-50

wellicht niet toevallig omdat ook de polleninhoud en de zware mineralensamenstelling op een Tertiaire herkomst van de potklei wijzen (Doppert et al., 1975).

- Bij de monsters van de Kwartaire afzettingen is geen verschil tussen mariene en fluviatiele afzettingen gevonden. Bij de Holocene afzettingen treedt onder andere een duidelijk verschil in vermiculietgehalte op. In de monsters van de Kwartaire afzettingen blijkt dit gehalte in alle gevallen klein te zijn. Dit werd bevestigd door het feit dat de CEC ook in de fluviatiele afzettingen nauwelijks afnam door K-fixatie (ongeveer $0,01 \text{ mol}(+) \text{kg}^{-1}$).
- Ten opzichte van eerder onderzochte kleimonsters uit (zandige) aquifers van dezelfde formaties, treden alleen bij kaolinite verschillen op (Breeuwsma en Zwijnen, 1984).
- Bij het chemisch onderzoek is reeds gewezen op het voorkomen van lepidocrociet in het monster uit de formatie van Harderwijk. Wegens de vrij specifieke oranje kleur van dit mineraal en de bijzondere genese kan het mogelijk een rol spelen bij de kartering en bij onderzoek naar de sedimentatiegeschiedenis.

LITERATUUR

- Breeuwsma, A. en R. Zwijnen, 1984. Kleimineralogische samenstelling van Nederlandse aquifers. STIBOKA rapport nr. 1816, 11 p.
- Breeuwsma, A, 1985. Kleimineralogische en chemische karakteristieken van zeeklei, rivierklei en beekklei. STIBOKA rapport nr. 1869, 34 p.
- Doppert, J.W.Chr., G.H.J. Ruegg, C.J. van Staalduinen, W.H. Zagwijn en J.G. Zandstra, 1975. Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland. In: Toelichting bij Geologische overzichtskaarten van Nederland, red. W.H. Zagwijn en C.J. van Staalduinen, 11-55.
- Jackson, M.L., 1969. Soil chemical analysis. Advanced course, 894 p.
- Sjardijn, R.Ch. en A. Breeuwsma, in voorber. Een verbeterde gloeiverliesmethode voor de bepaling van het organische-stofgehalte van grondmonsters.

Bijlage 1

Röntgendiffractiecurven

De curven zijn per monster van boven naar beneden gerangschikt in volgorde van behandeling (zie hoofdstuk 3):

1. Mg-luchtdroog
2. Mg-glycerol
3. K-luchtdroog
4. Mg-luchtdroog
5. Mg-glycerol
6. Mg-350 °C
7. Mg-550 °C

85-1 $\times 9 \mu\text{m}$
Locatie: Marum
Formatie: Peelo



Mg 10

Glyc

KCl

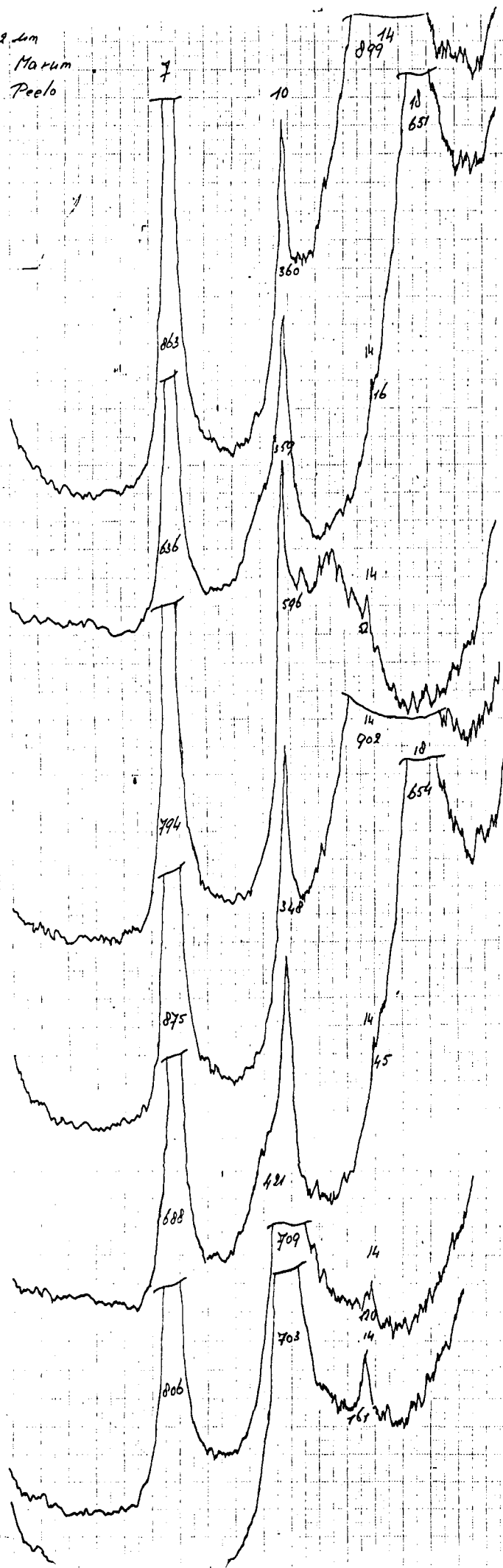
Mg

Glyc

350°C

550°C

85-2 2.2 μm
Locatie Marum
Formatie Peel



Mg Id.

Glyc.

KCl

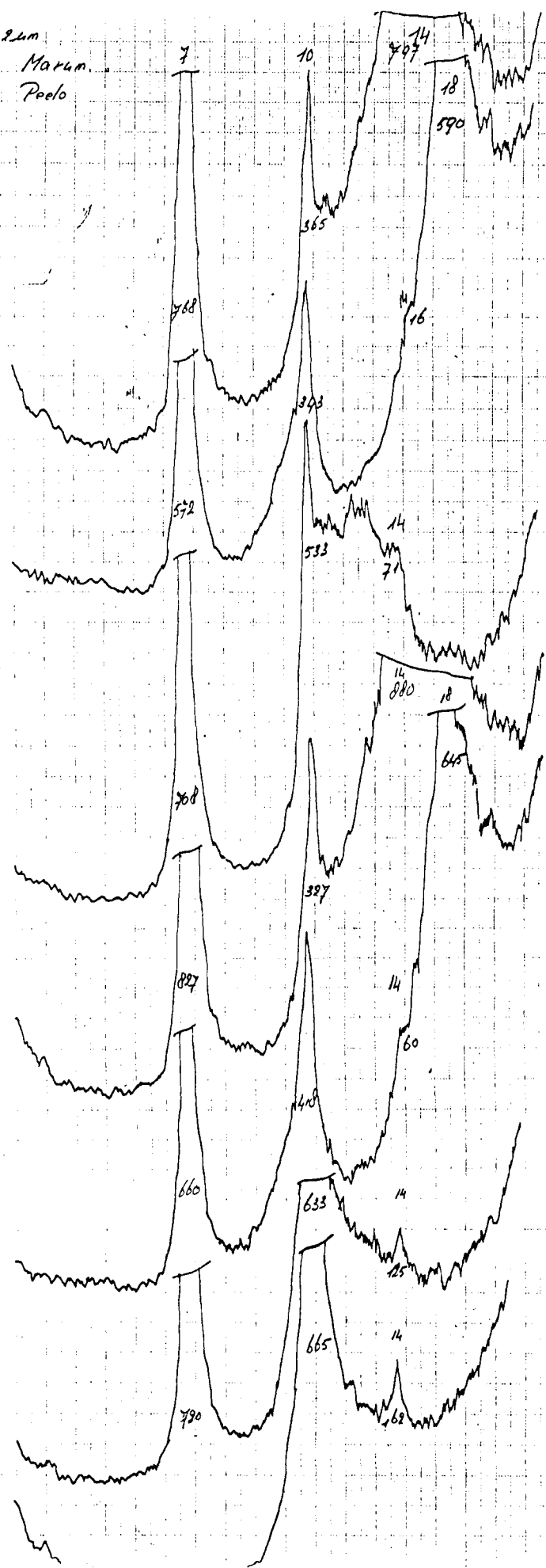
Mg

Glyc.

350 °C

550 °C

05-3 2.2um
 Locatie Marun
 Formate Peelo



Mg Id
 Glyc

KCl

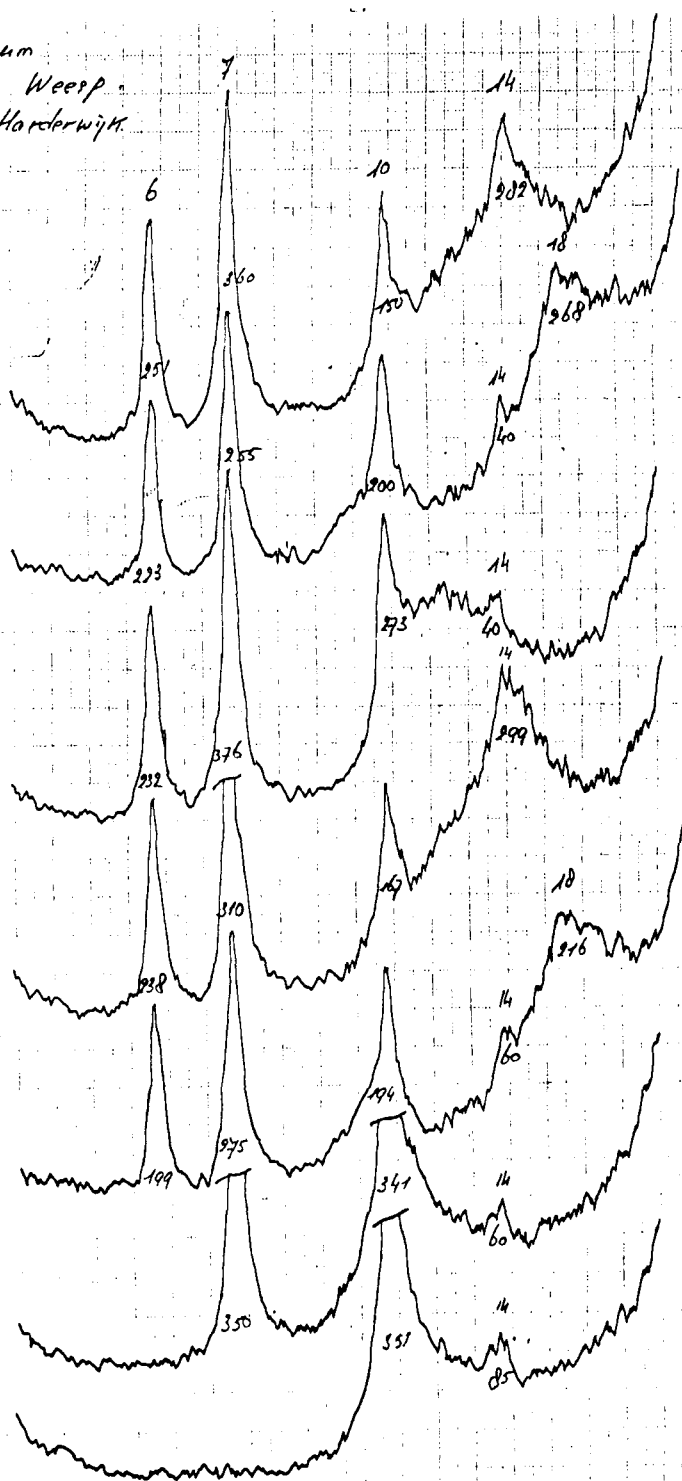
Mg

Glyc

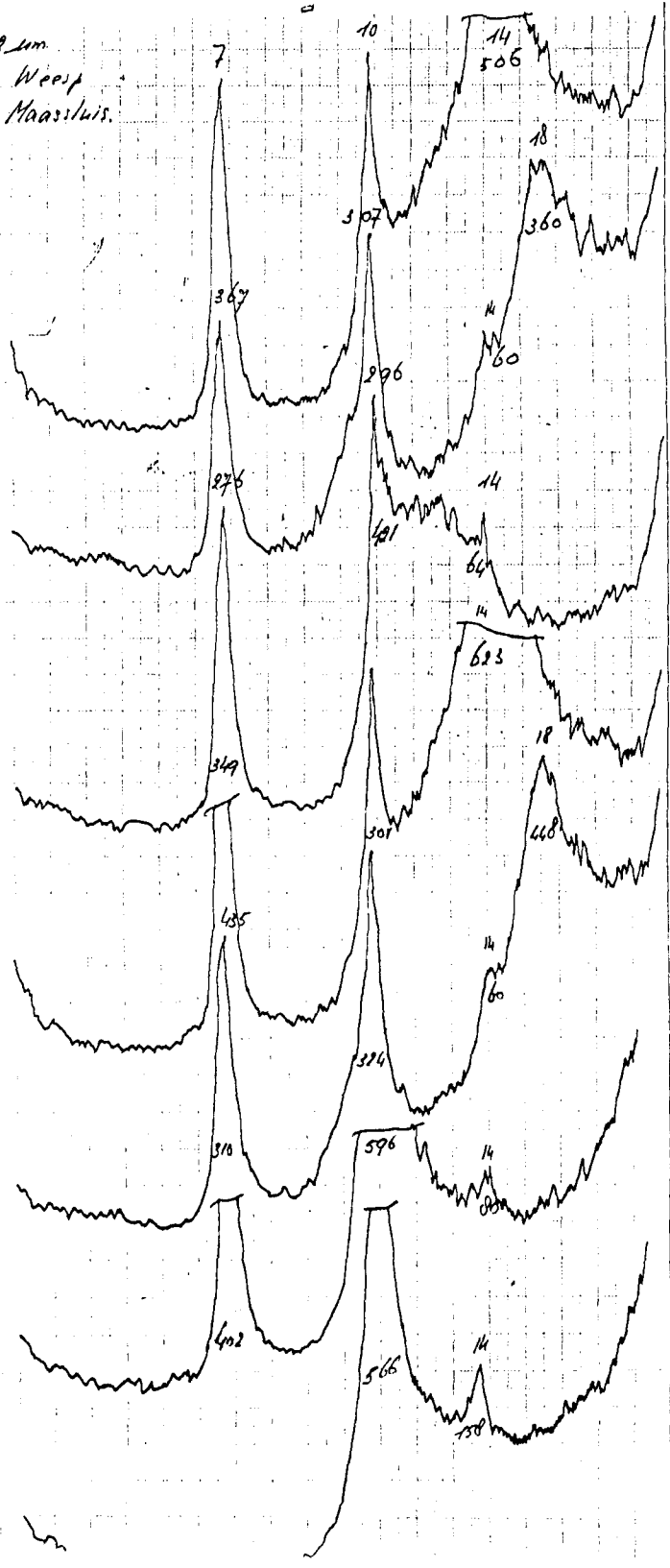
350°C

550°C

Ø5-4 < 9.4m
 Locatie Weesp
 Formatie Harderwijk



85-5 < 2 μm
 Locatie Weesp
 Formatie Maasvluis.



MgO

Gly

KCl

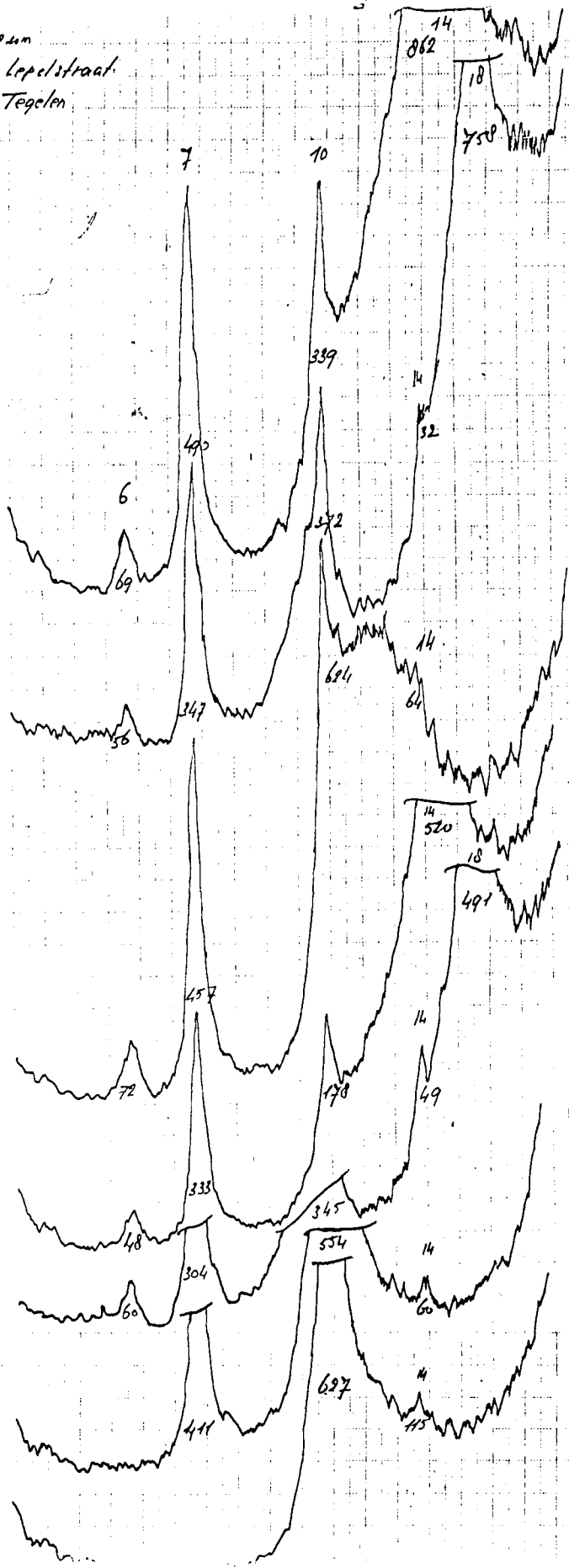
Mg

Gly

350°C

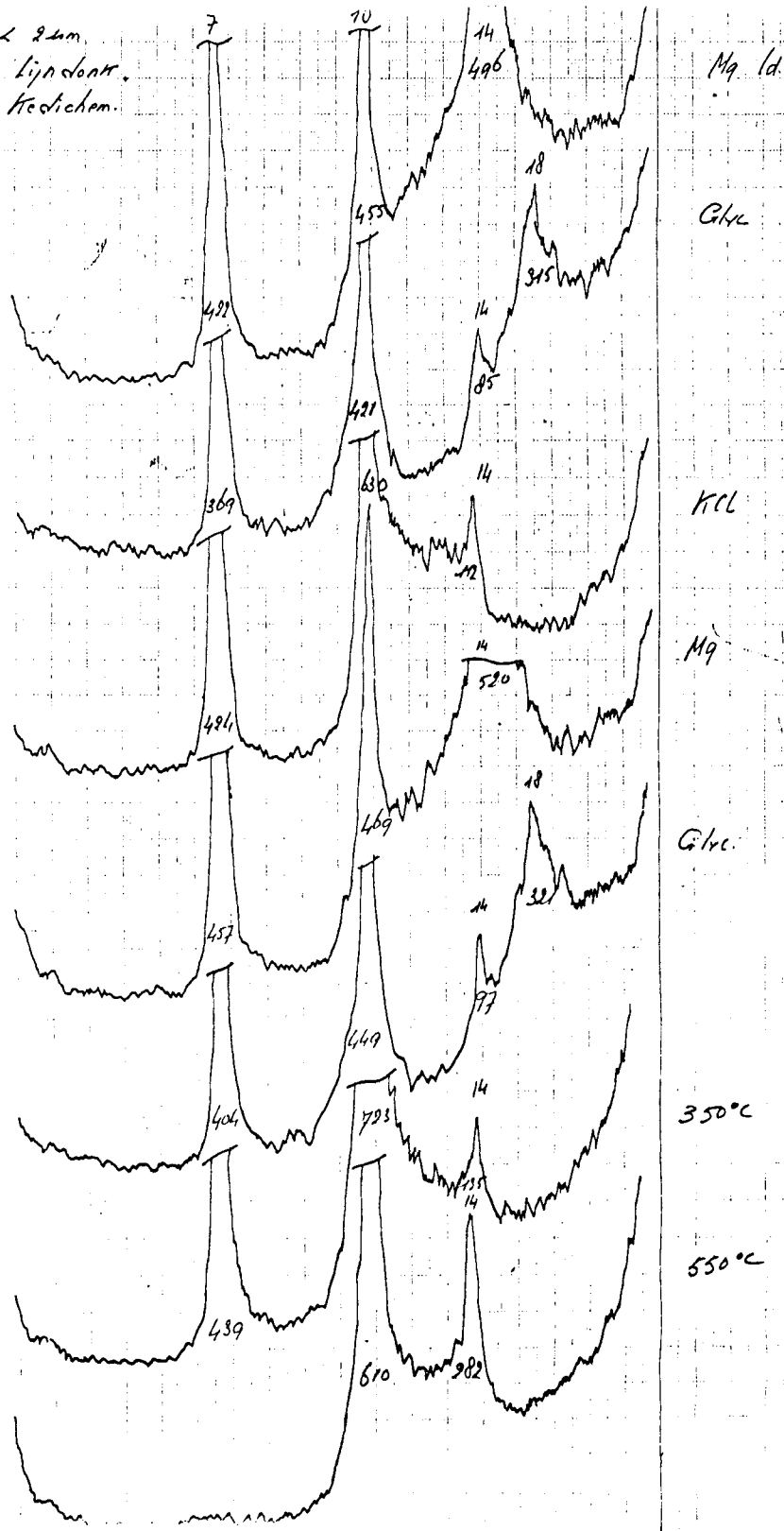
550°C

05-6 < 9µm
 Locatie: Lepelstraat
 Formatie: Tegelen

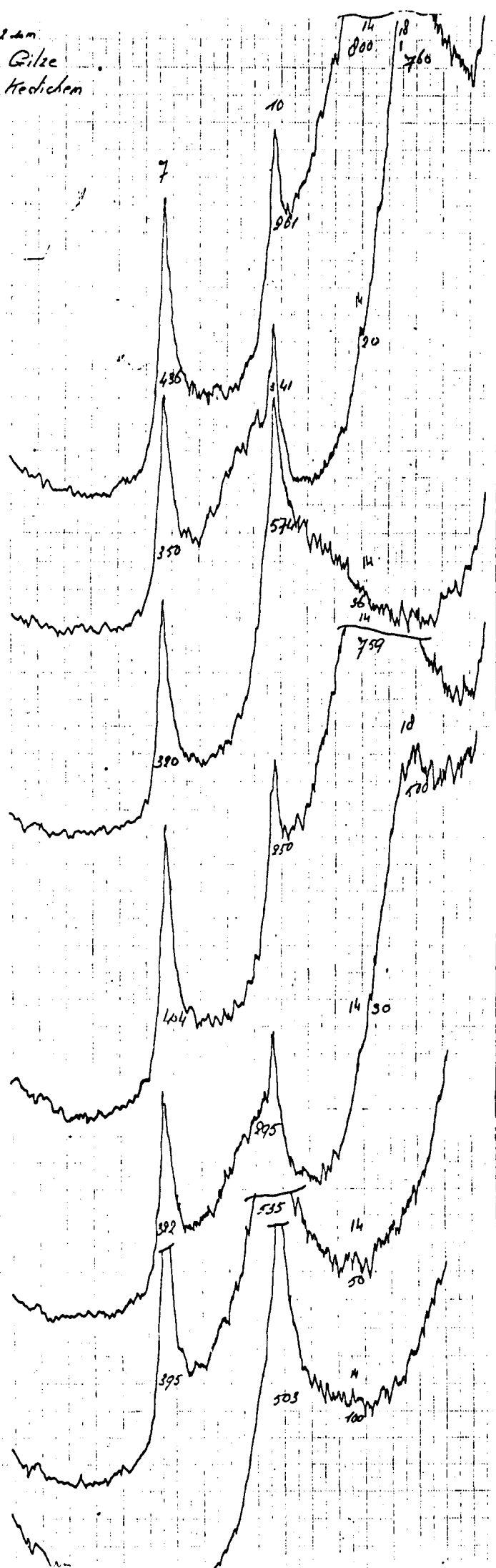


Mg Id.
 Gly.
 KCl
 Mg
 Gly.
 350°C
 550°C

Ø = 7 < 2 mm.
 Locatie Lijndorp.
 Formatie Nedichem.



85-0 22.4m
 Locatie Gilze
 Formatie Medchem



Mg Id

Glyc

KCl

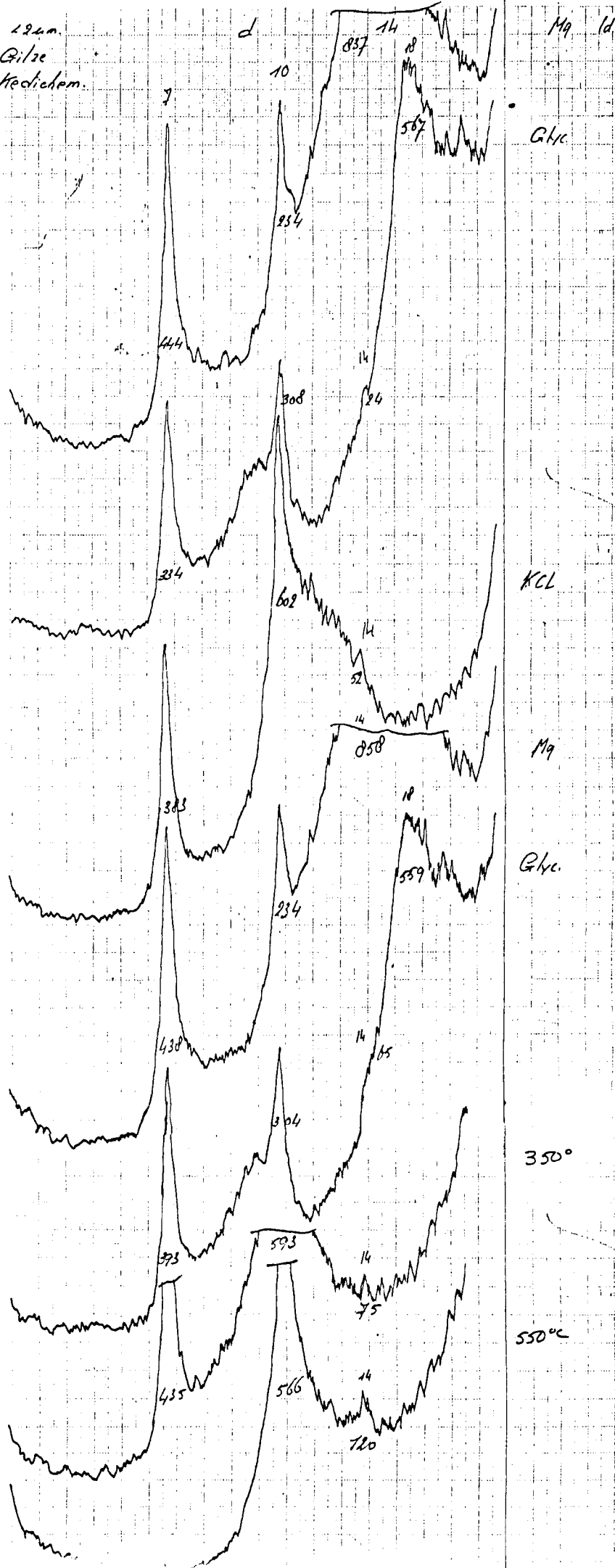
Mg

Glyc

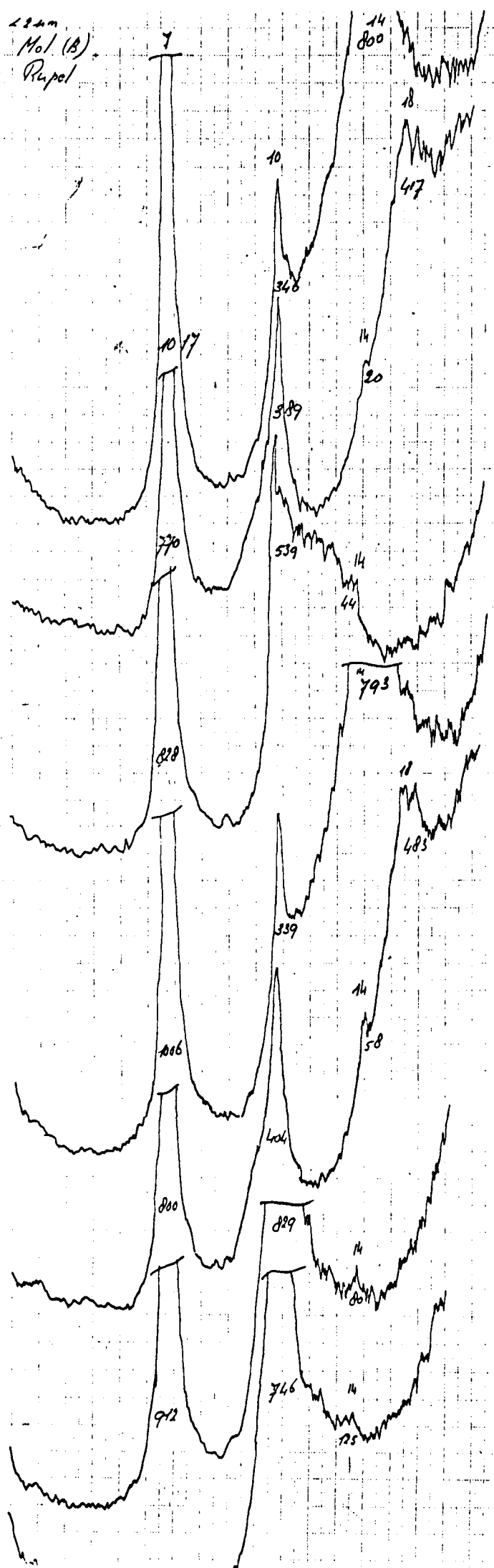
350°C

550°C

85-9-124m.
Localie Gilze
Formatie Medicem.



85-10 224m
Locatie Mol (B)
Formatic Rapel



Mg Id
Glyc

KCl

Mg

Glyc

350°C

550°C