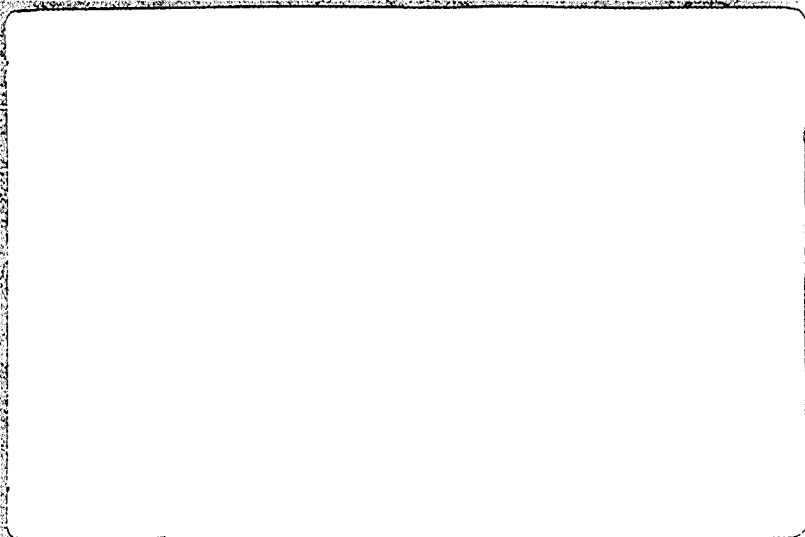


NO. B1. III

NO, B1 III

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute



FORSKNINGSVEIEN 1, OSLO 3 — TLF. 695880

Tilhører Undergrunnskartverket
M 5 15 ka 11 a en 01



NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
Norwegian Geotechnical Institute

Rapport.

Jernbanens forbindelsestunnel
øst-vest gjennom Oslo. Prøve-
tagning med foliekjernebor på
strekningen gjennom Studenter-
lunden.

62/62-13

21. mars 1968

FORSKNINGSVEIEN 1, OSLO 3 — TLF. 695880

Bilagsfortegnelse:

1. Tegneforklaring og normer.
- 2-3. Kornfordelingskurver.
- 4-8. Borprofiler.
9. Profil langs tunnel med resultater av prøvetakning.
10. Situasjonsplan.

Tilleggsfortegnelse:

- II A Laboratorieundersøkelser.
- II B Laboratorieundersøkelser.

INNLEDNING.

62/62-13

Med henblikk på muligheten av en utførelse med skjold-drift for tunnelene gjennom Studenterlunden foreslo Instituttet at man tok et antall kontinuerlige prøveserier gjennom leiravsetningen for å undersøke i hvilken grad denne inneholder sand eller gruslag som eventuelt kunne innebære problemer ved en slik fremdriftsmetode.

Det er i den foreliggende rapport fremlagt resultatene av en slik undersøkelse som er et supplement til de tidligere utførte grunnundersøkelser i Studenterlunden (kfr. rapport 62/62-5 av 15. mars 1967).

MARKARBEIDET.

Markarbeidet ble utført i tidsrommet 30/11 - 18/12 1967 under ledelse av ingeniør Bj. Fjell fra Instituttet og felt-tekniker E.G. Karlsson fra Statens Geotekniska Institut, SGI, Stockholm. Det er ialt tatt 4 komplette prøveserier til dybder varierende fra 20 til 27 m med et ϕ 38 mm foliekjerneborutstyr utlånt fra SGI.

Ved foliekjerneboret innmates tynne metallfolier mellom prøven og veggen av prøvetageren. Dette medfører at det ikke blir veggfriksjon langs prøven og muliggjør skjæring av 10-30 m lange kontinuerlige prøver i leire.

Før man startet foliekjerneboringen var det av praktiske grunner på forhånd tatt prøver med Instituttets 54 mm stempelprøvetager ned til 4-5 m dybde. Det var opprinnelig bestemt å ta 6 prøveserier, men dette tall ble under arbeidets gang redusert til 4. Ved ett av de to prøvehull hvor foliekjerneboringen ble sløffet (215) var det allerede tatt prøver gjennom de øvre jordlag.

Beliggenheten av de utførte boringer fremgår av situasjonsplanen på bilag 10 hvor også de tidligere boringer i området er avmerket.

LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Da man fra tidligere grunnundersøkelser har et godt bilde av leirens fasthet, vanninnhold, plastisitetsegenskaper o. s. v., har hovedhensikten med de nu

utførte laboratorieundersøkelser vært å få en nøyaktig jordartsklassifisering, spesielt med henblikk på permeable lag. Således er det bare ved én av prøveseriene, 216 (bilag 7), utført en fullstendig standardundersøkelse som beskrevet i Tillegg II A. I tillegg er det på denne prøveserie bestemt saltkonsentrasjonen i leirens porevann. For de øvrige prøveseriers vedkommende er det kun målt endel vanninnhold samt foretatt enkelte romvekts- og skjærfasthetsbestemmelser. Resultatene av disse laboratorieundersøkelser er tegnet opp i borprofilene i bilagene 4-8.

I tillegg er utført kornfordelingsanalyse (Tillegg II B) på 2 prøver i ca. 18 m dybde fra hull 218, med resultater som vist i bilagene 2 og 3.

RESULTATER.

Boringene viser at man øverst har 1-2 m fyllmasser. Derunder har man tørrskorpeleire med noe varierende tykkelse slik at overgangen mellom tørrskorpen og den underliggende leire ligger 2-4 m under terreng.

Leirens udrenerte skjærfasthet varierer stort sett mellom 2 og 4 t/m², og sensitiviteten er på 3-6. Vanninnholdet varierer fra 30-45% og avtar i store trekk med dybden. Utrullingsgrensen og flytegrensen er av størrelsesorden henholdsvis 25% og 40-50%. Saltinnholdet i leirens porevann øker fra 2 g/l i 3 m dybde til over 20 g/l i 10 m dybde og er videre nedover i leiravsetningen 25-30 g/l.

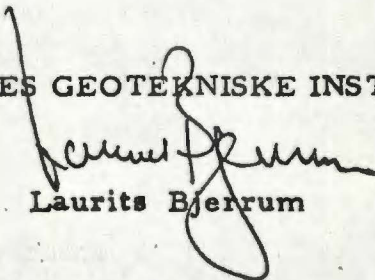
Leiren i Studenterlunden er for en vesentlig del homogen, og det er ikke funnet vannførende lag av grovsilt, sand eller grus av noen betydning. Det synes kun å være ett gjennomgående lag med tykkelse ca. 1 m hvor leiren er utpreget sand- og grusblandet. Dette lag er bare observert i området øst for Universitetsgaten hvor det ligger i 18-19 m dybde ved boringene 216 og 218. Kornfordelingsanalyser på prøver fra dette lag viser (bilag 2 og 3) et såvidt høyt vanninnhold av finstoff at det er rimelig å anta at dette lag ikke er mer permeabelt enn leiravsetningen forøvrig.

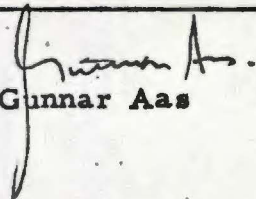
KONKLUSJON.

På grunnlag av de utførte foliekjerneboringer kan det fastslås at leiravsetningen i Studenterlunden ned til en dybde av flere meter under gulvet i den prosjek-

terte jernbanetunnel er homogen og uten gjennomgående permeable lag.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


Laurits Bjerrum


Gunnar Aas


Bjørn Kjærnsli

TILLEGG IIA.

Laboratorieundersøkelser.

De undersøkte jordprøver skyves ut av sylindrene og det gis ved besiktigelse en jordartsbeskrivelse.

Det er utført følgende bestemmelser:

Romvekten (t/m^3) er vekt av prøven pr. volumenhet i naturlig tilstand.

Vanninnholdet (%) er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt etter tørring ved $110^{\circ}C$. Det er utført 4 - 6 bestemmelser av vanninnholdet fordelt over prøven.

Flytegrensen (%) og utrullingsgrensen (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Disse konsistensgrenser er av betydning ved vurdering av jordartens egenskaper. Det naturlige vanninnhold sett i relasjon til flyte- og utrullingsgrensen gir også visse opplysninger om grunnens egenskaper. Et naturlig vanninnhold høyere enn flytegrensen viser f.eks. at leiren blir flytende ved omrøring.

Plastisitetsindeksen (%) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen.

Udrenert skjærfasthet (t/m^2) er bestemt ved enkle trykkforsøk på prøver med tverrsnitt 3.6×3.6 cm og høyde 10 cm. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittøkning under foreøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre er uforstyrret og omrørt skjærfasthet bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles, og den tilsvarende skjærfasthet tas ut av en tabell.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrørt materiale. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsøk. Videre er sensitiviteten beregnet ut fra vingeborforsøk i marken.

TILLEGG II B.

Ødometerforsøk.

Ødometerforsøkene utføres for måling av jordartens kompressibilitet. Foruten å danne grunnlag for setningsberegninger, gir forsøkene også visse opplysninger om jordartens geologiske historie.

Ved et ødometerforsøk innesluttet en 2 cm tykk skive av jordprøven med diameter 5 cm i en stålsylinder. Endeflatene dekket med porøse bronseplater og belastningen påføres trinnvis, idet man for hvert lasttrinn bestemmer sammentrykningen av prøven som funksjon av tiden. Et uttrykk for sammentrykningen av prøven er angitt ved forandringen av prøvens porettall "e", som er definert som forholdet mellom volum av hulrom og volum av fast stoff.






Resultatene fremstilles grafisk i form av e-log σ kurver, hvor σ er belastningen som er påført prøven.

Kornfordelingsanalyser.

Kornfordelingen av grove materialer som sand og grus blir bestemt ved sikting gjennom sikter av forskjellig størrelse. Denne metode kan brukes for materiale med korndiameter større enn 0.06 mm. For finere materiale må kornfordelingen bestemmes ved hydrometeranalyse.

Hydrometeranalysen bygger på Stoke's lov, idet kornene forutsettes kuleformige. En viss mengde tørrstoff blir oppslemmet med vann i et måleglass, måleglasset rystes slik at kornene fordeles jevnt i suspensjonen, glasset settes i ro, og etter bestemte tidsintervaller måles suspensjonens romvekt ved hjelp av hydrometer. På grunnlag av de målte romvekter kan synkehastigheten og dermed størrelsen av kornene tilnærmet beregnes.

TEGNFORKLARING OG NORMER FOR BETEGNELSE AV JORDARTERSIGNATUR

	Fyllmasse
	Grus
	Sand
	Silt
	Leire

KORNERAKSJONER

Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin-
2 - 0.6 mm	Grov-
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin-
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

SKJÆRFASTHET

Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m ²	Meget bløt
1.25 - 2.5 t/m ²	Bløt
2.5 - 5 t/m ²	Middels fast
5 - 10 t/m ²	Fast
> 10 t/m ²	Meget fast

SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikk
> 32	Meget kvikk

Leire med stor sensitivitet og som i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles "kvikkleire".

Norges geotekniske institutt

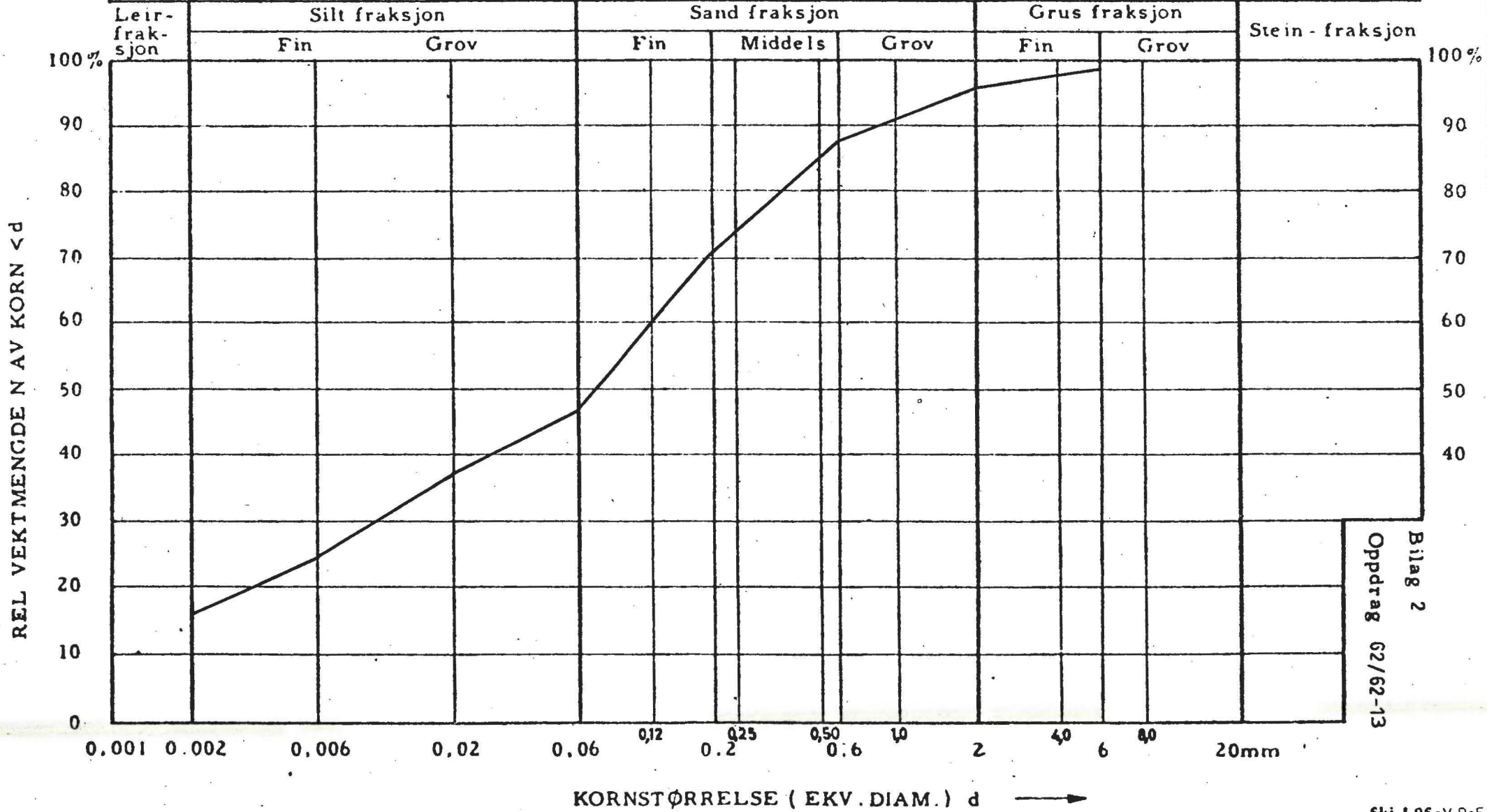
KORNSTØRRELSE - FORDELING

Sted STUDENTERLUNDEN

Hull nr. 218, Dyp 17,95 - 18,05 m

Dato 15-1-68

Sign



REL VEKTMENGDEN AV KORN < d

Bilag 2
Oppdrag 62/62-13

Norges geotekniske Institutt

KORNSTØRRELSE - FORDELING

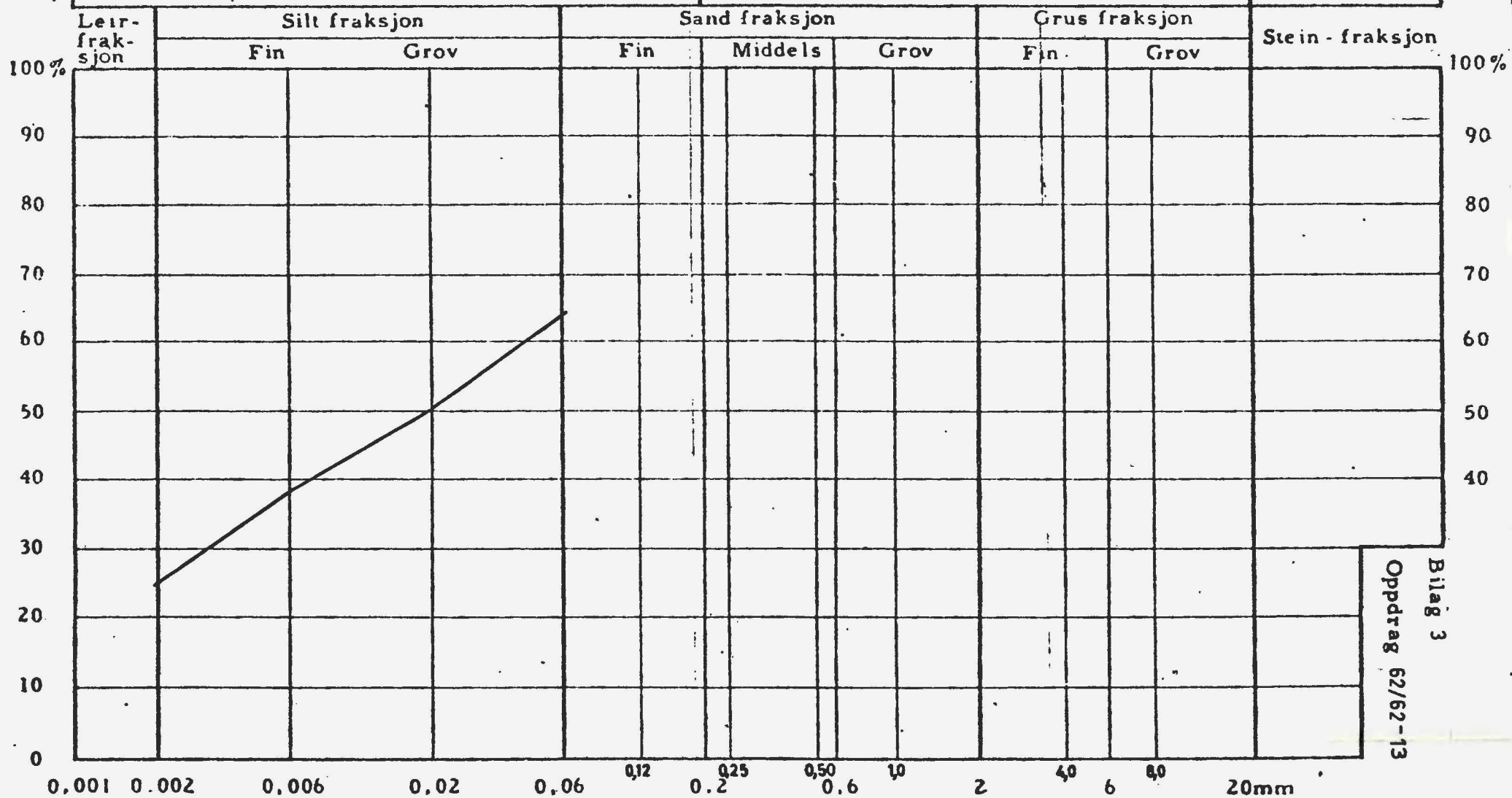
Sted STUDENTERLUNDEN

Hullnr. 218 Dyp 18,20m

Dato 29-1-68

Sign

REL VEKTMENGDE N AV KORN < d



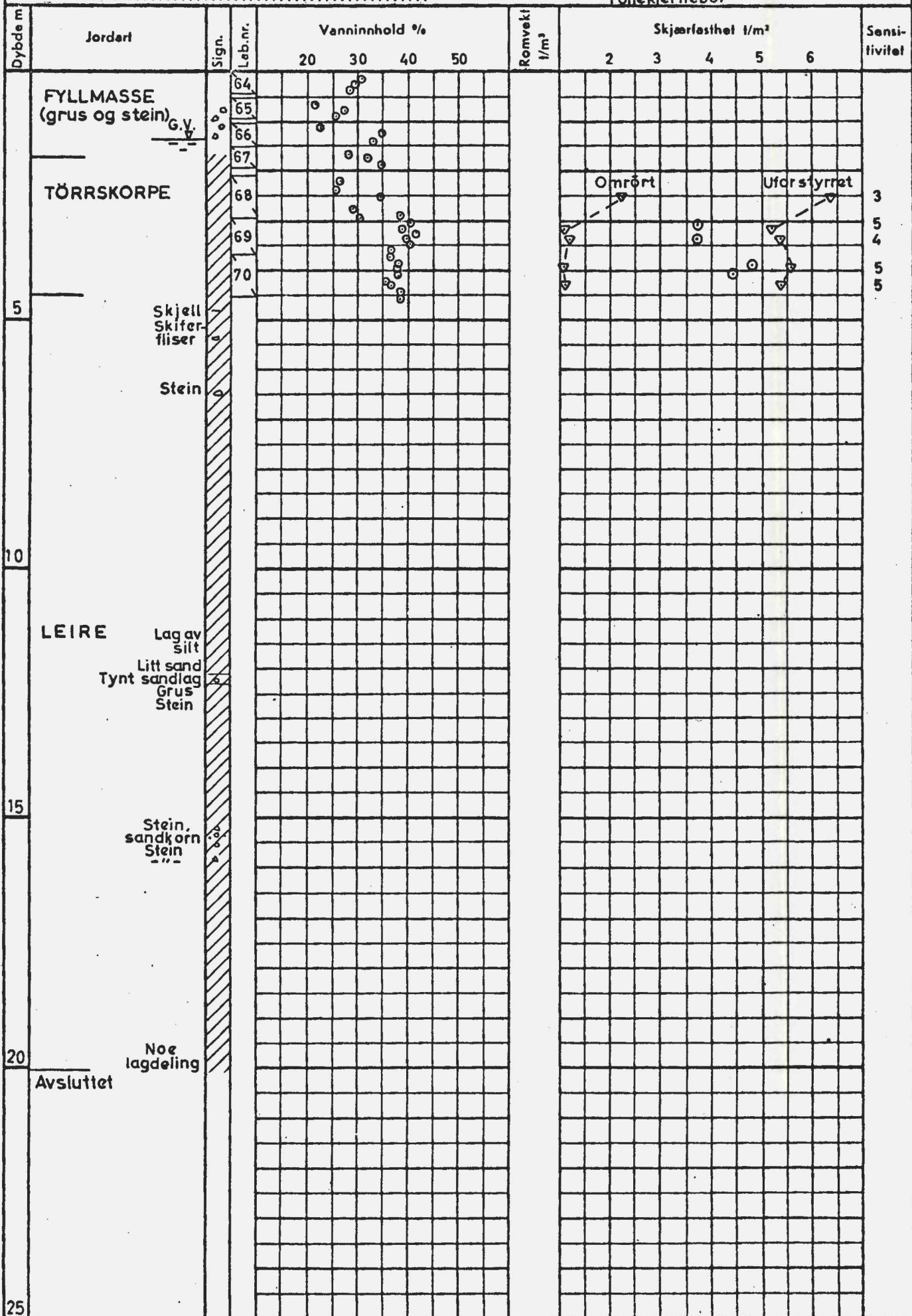
KORNSTØRRELSE (EKV. DIAM.) d →

Bilag 3
Oppdrag 62/62-13

BORPROFIL

Sted **STUDENTERLUNDEN**

Hull 213..... Bilag 4.....
 Nivå 7,76..... Oppdrag 62/62-13.
 Prøve ϕ 54mm. og.. Dato Febr.-68.....
 Føljekjernebor

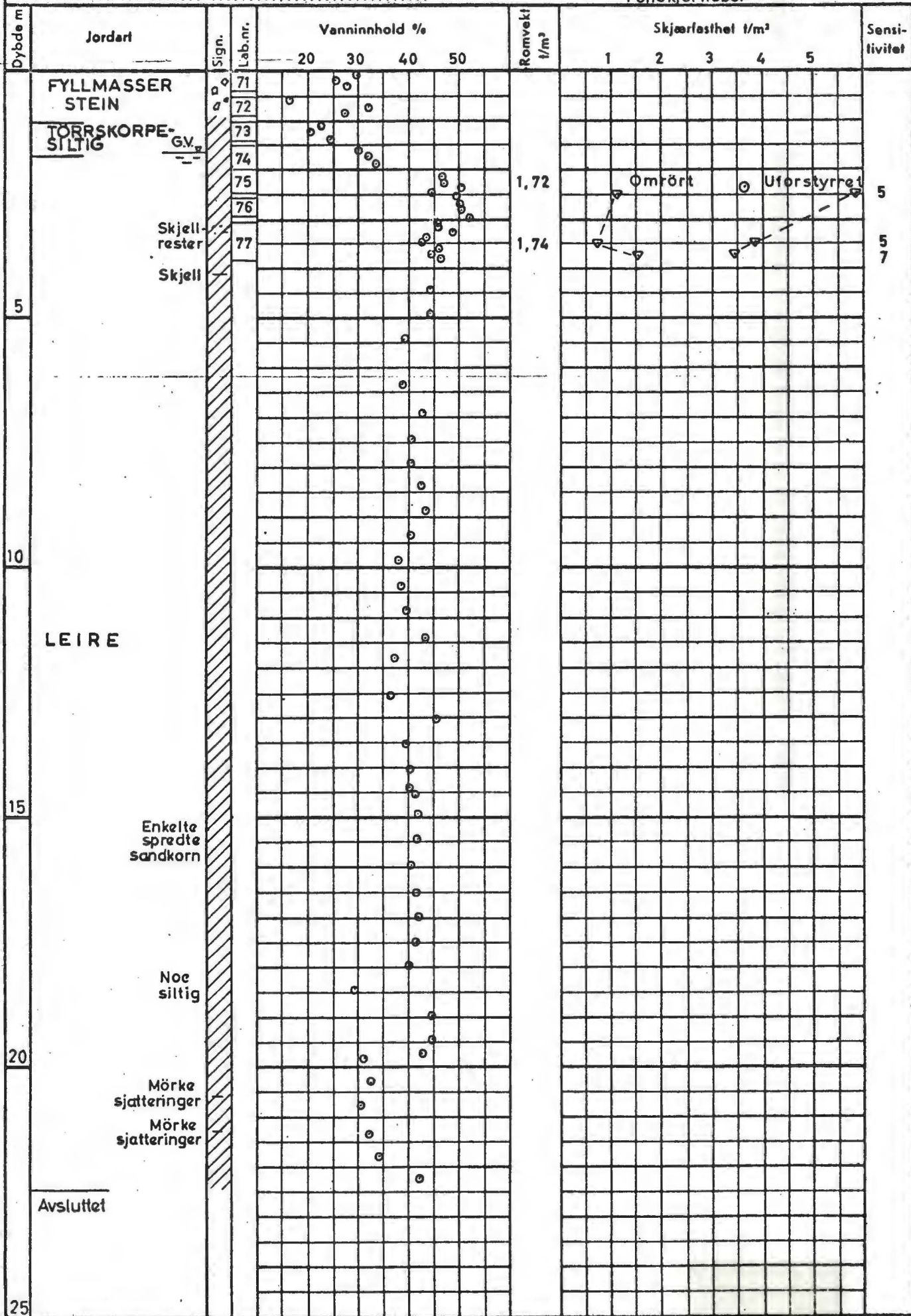


+ vinge boring ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = llytegrense w_p = utrullingsgrense

BORPROFIL

Sted **STUDENTERLUNDEN**

Hull 214..... Bilag 5.....
 Nivå 7.48..... Oppdrag 62/62-13..
 Prøve ϕ 54mm. og. Dato Febr.-68....
 Foliekjernebor



+ vingebering ⊙ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

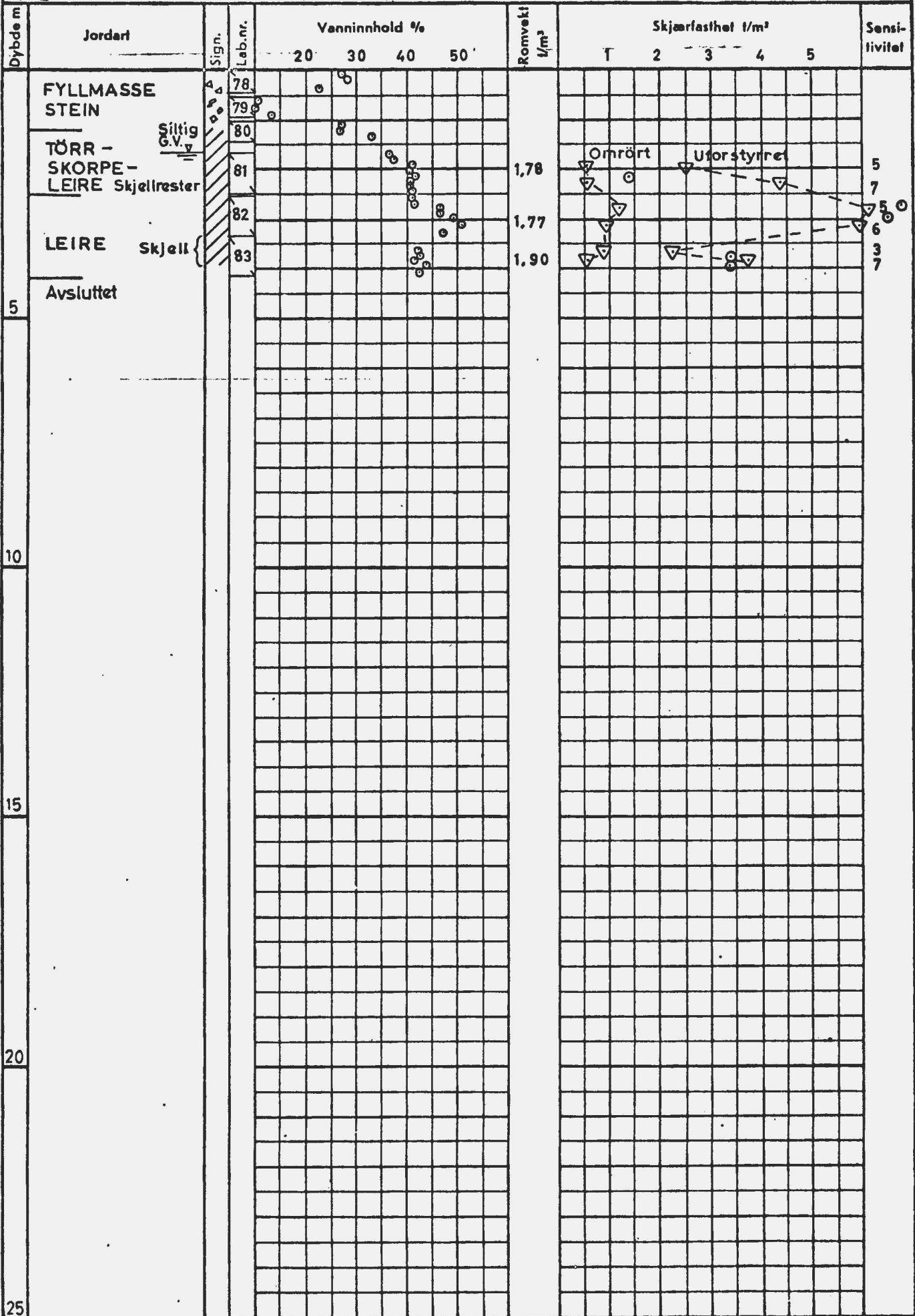
BORPROFIL

Sted STUDENTERLUNDEN

Hull 215 Bilag 6

Nivå 7,24 Oppdrag 62/62-13

Prøve ϕ 54 mm Dato Febr. 68



+ vingebooring ● enkelt trykkforsøk ▼ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

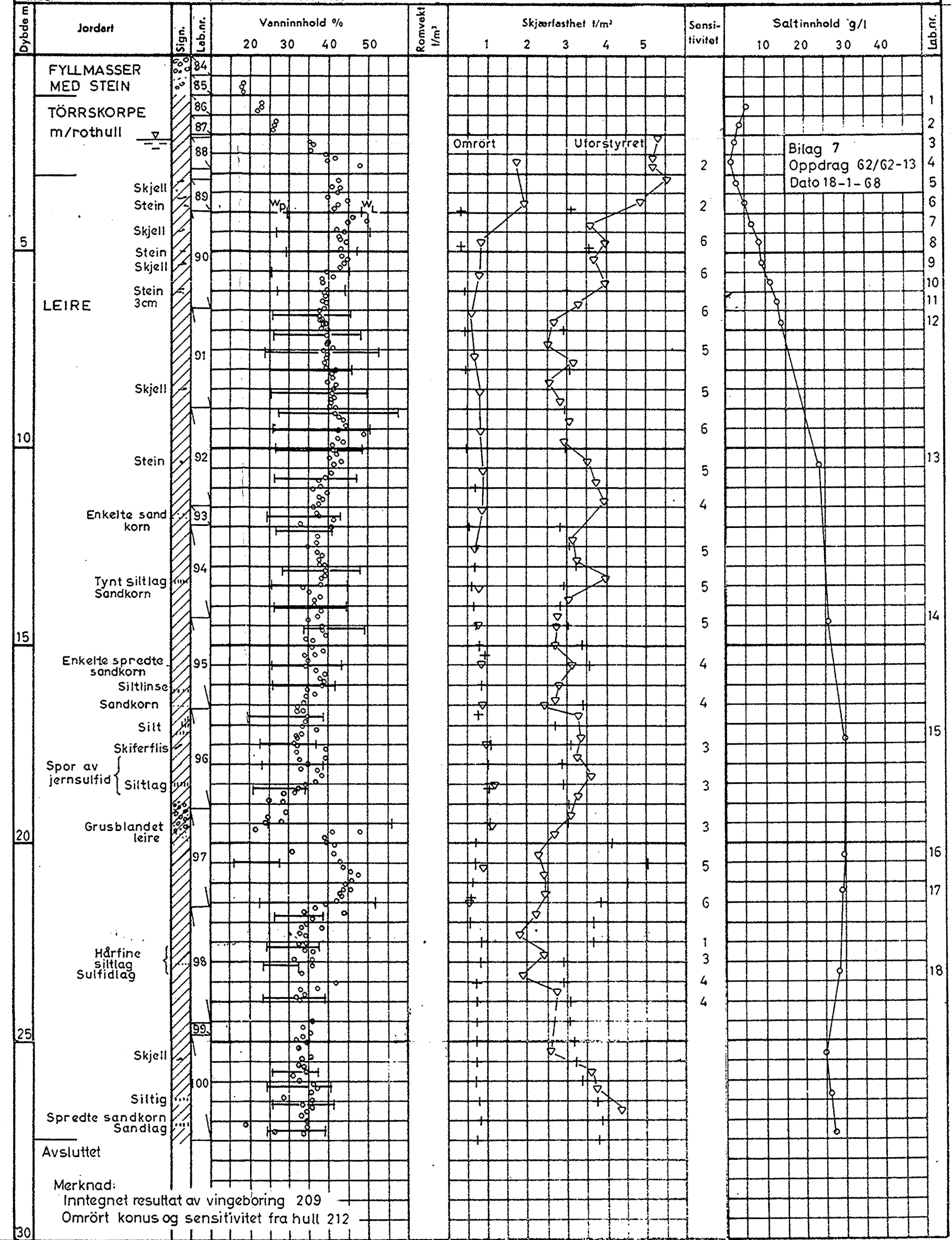
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

BORPROFIL

Sted **STUDENTERLUNDEN**

Hull 216
 Nivå 6.93
 Prøve ϕ 54 mm. og foliekjernbor



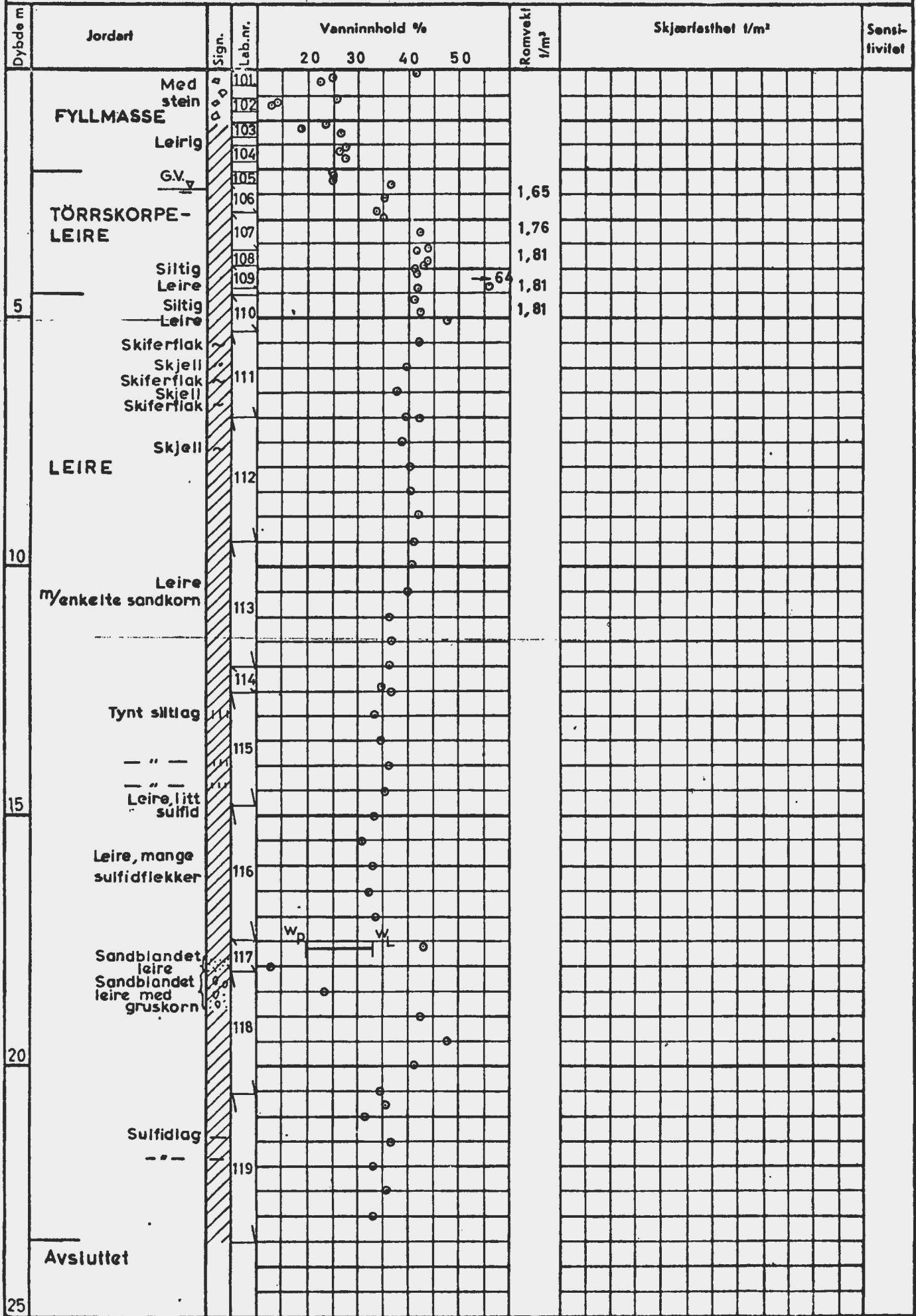
+ vingeboering \odot enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utvellinggrense

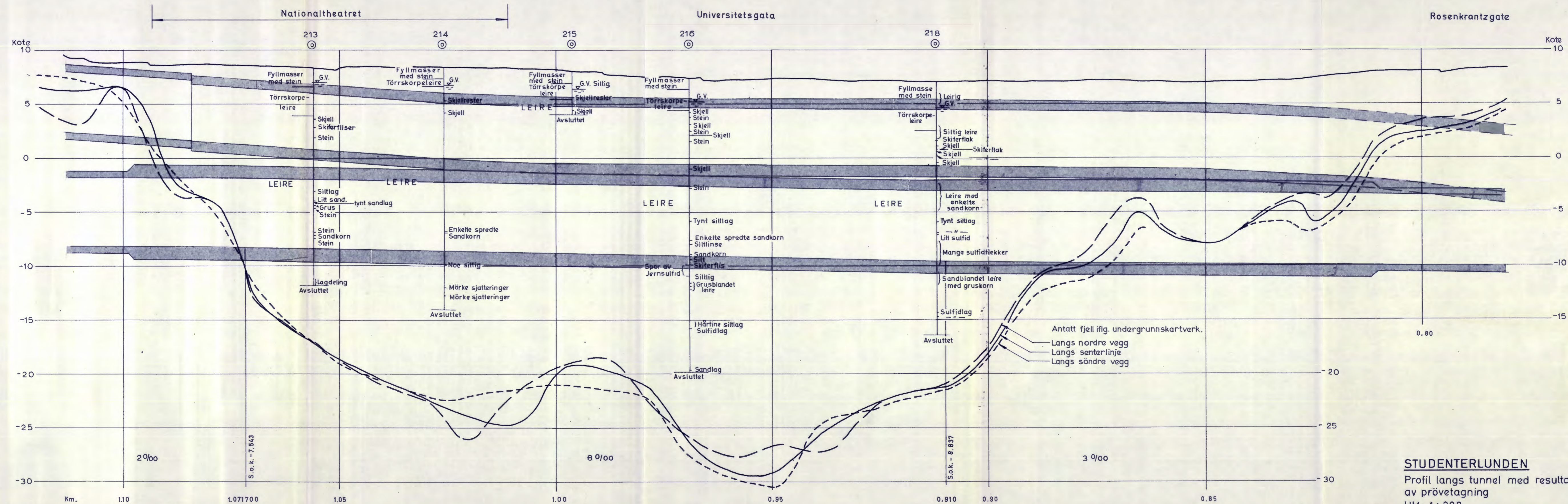
Sk. JOURN. K. 27. M. T. V. P. 500

BORPROFIL

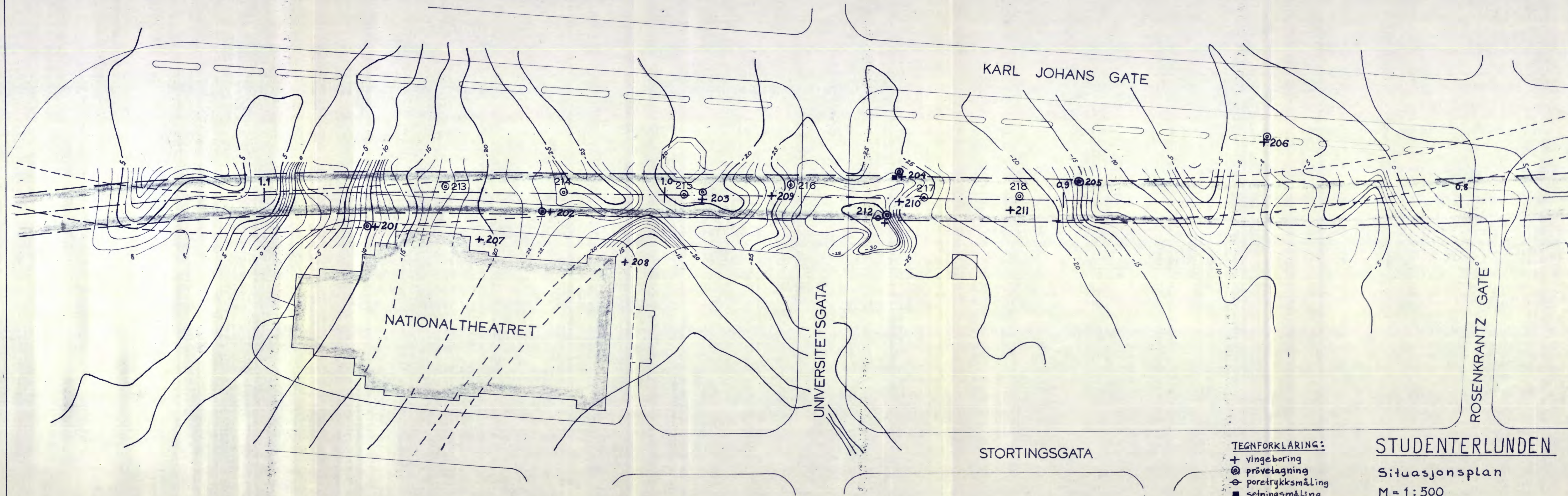
Sted **STUDENTERLUNDEN**

Hull 21.8 Bilag 8
 Nivå 6.59 Oppdrag 62/62-13.
 Prøve ϕ 54mm Dato Febr. 68....





STUDENTERLUNDEN
 Profil langs tunnel med resultater
 av prøvetagning
 HM = 1 : 200
 LM = 1 : 500



TEGNFORKLARING:
 + vinge boring
 ● prøvetagning
 ⊗ poretrykksmåling
 ■ setningsmåling

STUDENTERLUNDEN
 Situasjonsplan
 M = 1:500

1/12-13

Skisse nr. 57, 63, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000