

TECHNICAL NOTE

Oppdragsnavn **Vibrasjonsmåling ved Halmstad i Rygge**

Prosjekt nr. **1350049856**

Kunde **Trysilhus Areal AS**

Notat nr. **11**

Versjon **1.0**

Til **Hans Erik Unelsrød**

Fra **Odd Erik Sannerud**

Kopi **Vegard Wøllo**

Utført av **Odd Erik Sannerud**

Kontrollert av **Oddmund Repål**

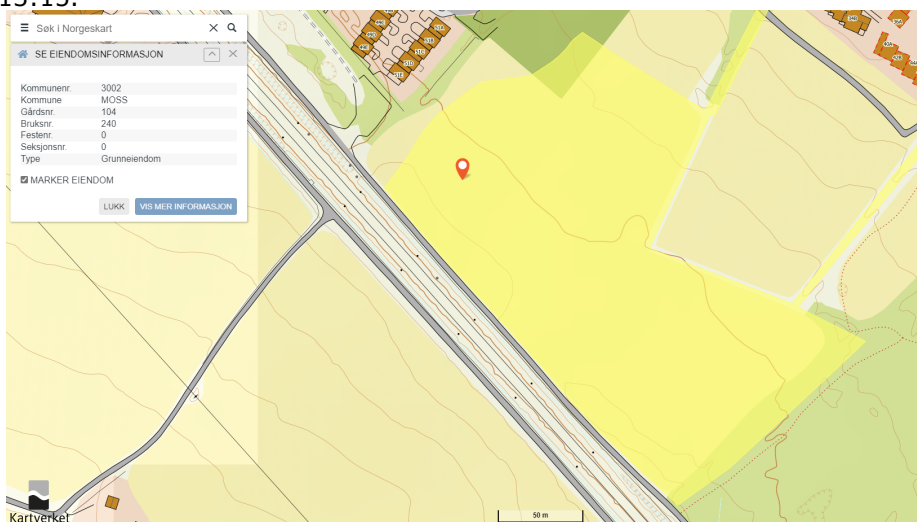
Godkjent av **Odd Erik Sannerud**

1 Vibrasjonsmåling iht. NS 8176 – byggetomt ved Vårli i Rygge.

Dato 03.02.2022

Stedet hvor målinger er utført er kommunenr. 3002, gnr. 104, bnr. 240.

Måleperiode: Onsdag 26. januar 2022 kl. 08:15 – fredag 28. januar 2022 kl. 13:15.



Rambøll
Vestvollveien 34 D
N-2019 Skedsmokorset

T +47 64 83 33 33
F +47 64 83 33 40
<https://no.ramboll.com>

Figur 1. Kartskisse over det aktuelle området nevnt over.

1.1 Formålet med vibrasjonsmålingen er å dokumentere komfort forholdene for fremtidige boliger som er tenkt bygget på tomte mot jernbanesporet med hensyn til vibrasjoner i grunnen.

NS 8176:2017 Vibrasjoner og støt. Måling i bygninger av vibrasjoner fra landbasert samferdsel, vibrasjonsklasser og veiledning for bedømmelse av virkning på mennesker er standard for utførelse av vibrasjonsmålingene.

I og med at utbygger pålegges å dokumentere komfort forholdene før han setter i gang utbyggingen, må han simulere forhold som vil måtte komme til å opptre. Det gjelder i første rekke fundamentering av bygget.

Vibrasjonsmålingene må utføres slik at ikke montasjen kan påvirke måleresultatene men at forholdene fremstår mest mulig «urørt».

Byggteknisk forskrift (TEK) tgl regulerer krav til vibrasjonsforhold i form av funksjonskrav. NS 8176 ble utarbeidet bl.a. for å kunne brukes i forbindelse med forskrifter og retningslinjer for bedømmelse av vibrasjonspåvirkning på mennesker i boliger etter bl.a. plan- og bygningsloven og helselovgivningen ([7], t8l, t101, t11l).

Omfang NS 8176:2017

Dette dokumentet spesifiserer en målemetode for vibrasjoner i bygninger forårsaket av landbasert samferdsel og gir kriterier for bedømmelse av helkroppsvibrasjoner i boliger. Dokumentet fastsetter fire vibrasjonsklasser, A til D, basert på kriterier for vurdering av vibrasjoner i boliger etter metoden som er beskrevet i dette dokumentet.

Dokumentet gjelder ikke vibrasjonskilder i tilknytning til bygge- og anleggsvirksomhet, industrivirksomhet, sprengninger og lignende, men det gjelder for trafikk til og fra bygge- og anleggsplasser.

Dokumentet gjelder ikke for vurdering av skader på byggverk og konstruksjoner på grunn av vibrasjoner. Dette dekkes av NS 8141 [2].

NS 8176:2017 gir også informasjon om intervaller for grenseverdier for kontorer og enkelte andre bygninger enn boliger der vibrasjoner fra samferdsel kan påvirke mennesker i en arbeidssituasjon eller i aktivitet.

2 Normative referanser

Følgende refererte dokumenter inneholder tekst som helt eller delvis inngår i kravene i dette dokumentet.

For daterte referanser gjelder kun den angitte utgaven. For udaterte referanser gjelder den nyeste utgaven av det refererte dokumentet (med eventuelle endringsblad).

NS-EN ISO 8041-1 :2017 , Menneskers respons på vibrasjoner - Måleutstyr - Del 1: Vibrasjonsmålere for generelt formål

NS-ISO 2041, Mekaniske vibrasjoner, støt og tilstandsovervåking - Terminologi

NS-ISO 2631-2, Mekaniske vibrasjoner og støt - Bedømmelse av hvordan helkroppsvibrasjoner virker inn på mennesker - Del 2: Vibrasjoner i bygninger (1 Hz to 80 Hz)

NS-ISO 5805, Mekaniske vibrasjoner og støt - Eksponering av mennesket - Terminologi

NEK EN 61260-1 , Elektroakustikk - Oktavbånd og del-oktav-bånd filtre - Del 1: Spesifikasjoner

NEK EN 61672-1, Elektroakustikk- Lydmålerutstyr- Del 1: Spesifikasjoner

3 Termer og definisjoner

I dette dokumentet gjelder følgende termer og definisjoner, i tillegg til dem som er angitt i NS-ISO 2041 og NS-ISO 5805.

3.1 veid akselerasjon

a_w

effektiwerdi (RMS) av frekvensveid vibrasjonsakselerasjon målt som en løpende middelvei med en integrasjonstid på 1 s

Oppslagsmerknad 1: Løpende middelvei med en integrasjonstid på 1 s er definert i NS-EN ISO 8041-1 :2017 i

3.1.2.3. I samme avsnitt er det beskrevet hvordan eksponentiell midling med en tidskonstant på 1 s kan brukes som

en tilnærming. Dette tilsvarer tidsveiling S (S/ow) i NEK EN 61672-1 .

Oppslagsmerknad 2: Frekvensveiefilteret som brukes, skal være i samsvar med kravene til veiefilter W' for kombinerte retninger i NS-EN ISO 8041-1:2017 og NS-ISO 2631-2.

Oppslagsmerknad 3: Effektiwerdi (RMS) av veid akselerasjon angis i millimeter per kvadratsekund.

3.2 veid hastighet

effektiwerdi (RMS) av frekvensveid vibrasjonshastighet målt som en løpende middelvei med integrasjonstid på 1 s

Oppslagsmerknad 1: Løpende middelvei med en integrasjonstid på 1 s er definert i NS-EN ISO 8041-1:2017 i

3.1.2.3. I samme avsnitt er det beskrevet hvordan eksponentiell midling med en tidskonstant på 1 s kan brukes som en tilnærming. Dette tilsvarer tidsveining $S(S/ow)$ i NEK EN 61672-1.

Oppslagsmerknad 2: Frekvensveifilteret som brukes, skal være i samsvar med kravene i 7.2 og tillegg A i dette dokumentet.

Oppslagsmerknad 3: Effektivverdi (RMS) av veid hastighet angis i millimeter per sekund.

3.3 maksimal veid akselerasjon

$a_{w,max}$

høyeste verdi av veid akselerasjon (3.1) under et hendelsesforløp

Oppslagsmerknad 1: Maksimal veid akselerasjon angis i millimeter per kvadratsekund

3.4 maksimal veid hastighet

$V_{w,max}$

høyeste verdi av veid hastighet (3.2) under et hendelsesforløp

Oppslagsmerknad 1: Maksimal veid hastighet angis i millimeter per sekund

3.5 statistisk maksimalverdi av veid hastighet

$V_{w,95}$

verdi av veid hastighet (3.2) som med 95 % sannsynlighet ikke overskrides ved en tilfeldig passering i et angitt utvalg og angitt beregningsmetode

Oppslagsmerknad 1: Utvalget er gitt i 8.5, og beregning utføres etter 9.2. Statistisk maksimalverdi av veid hastighet angis i millimeter per sekund.

3.6 karakteristisk frekvens for hastighet

f_{kar}

<vibrasjon> frekvens som den største delen av energien i et vibrasjonsforløp for hastighet er sentrert om.

4 Vibrasjonsklasser

Dette dokumentet definerer fire vibrasjonsklasser for boliger som er utsatt for vibrasjoner fra landbasert samferdsel:

Klasse A: Tilsvarer meget gode vibrasjonsforhold der berørte personer kun unntaksvis vil kunne merke vibrasjoner.

Klasse B: Tilsvarer gode vibrasjonsforhold, men berørte personer kan bli forstyrret av vibrasjoner til en viss grad.

Klasse C: Tilsvarer tilfredsstillende vibrasjonsforhold for en stor andel berørte personer.

Klasse D: Tilsvarer vibrasjonsforhold der en stor andel av berørte personer kan forventes å bli forstyrret av vibrasjoner.

MERKNAD Mer informasjon om opplevelse av vibrasjoner og andel plagede relatert til grenseverdier i klassene finnes i tillegg E.

5 Grenseverdier for vibrasjoner fra samferdsel som påvirker mennesker i boliger

Høyeste grenseverdier for vibrasjoner i vibrasjonsklassene er gitt i tabell '1. Klasse A har grenseverdiene som gir de beste vibrasjonsforholdene, og klasse D de dårligste. Statistisk maksimalverdi av veid hastighet i boligen bestemmes som beskrevet i dette dokumentet. Tillegg B gir informasjon om bruken av vibrasjonsklassene, og tillegg E gir informasjon om vibrasjonsopplevelse og bakgrunnen for grenseverdiene.

Tabell I - *Vibrasjonsklasser for boliger - Høyeste grenseverdier for statistisk maksimalverdi av veid hastighet*

Type vibrasjonsverdi ^a	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $v_{0.95}$ (mm/s)	0,1	0,2	0,3	0,6
^a Veid akselerasjon kan omregnes til veid hastighet etter formel (1) som er gitt i 7.2.				

6 Rambøll sin prosedyre for fundamentering av sensorer for vibrasjonsmåling iht. NS 8176-2017

Prinsippet er å fundamenterer geofonen slik at målsituasjonen ligner mest mulig på fundamentering av en enebolig med grunnfundamentert ringmur og plate på mark.

Det må graves ut til ca. 30 – 40 cm under matjord/torvlaget. Spa ut gropen med hjelp av en spade. Spa ut et hull med svakt konisk fasong. Minste diameter/side skal være i bunnen av hullet.



Ta en sekk med ferdigmørtel og hell i hullet slik at mørtelen når oppunder matjordlaget/torvlaget. Hell litt vann over mørtelen og benytt en kraftig drill med visp. Rør til massen er homogen og flyter ut i hullet. Rett av overflaten slik at den blir jamn og fri for grader og ujamnheter, og tilnærmet i vater. La betongen herde. Herdetiden vil variere med lufttemperaturen, la det gjerne stå over natten.



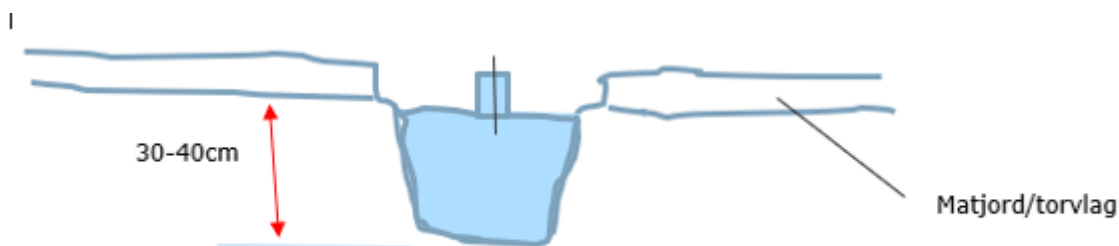
Ta en slagdrill og bor et hull med diameter lik 8mm ca. litt dypere enn ekspansjonsankeret er dypt. Trykk i ekspansjonsankeret og fest det med doren på drillen. Monter så en 3-aksial geofon på toppen av

den herdede betongen. Kontroller at den ikke har helning mer enn $\pm 3^\circ$. Er helningen for stor må man benytte en underlagsplate med justeringsmulighet mellom sensoren og betongen.

Drei sensoren i horisontal retning til L-retningen peker mot vibrasjonskilden (en veg eller et jernbanespor) og fest den godt.

Alternativt kan man feste sensoren til en belegningsstein som er forboret og fylt med et ekspansjonsanker. Belegningssteinen må minst være så stor at sensoren ikke stikker utenfor hjørnene av belegningssteinen noe sted. Fest sensoren til belegningssteinen og trykk denne ned i den fuktige betongen før den størkner. Pass på å sette L-retningen mot vibrasjonskilden. Vær nøye med at sensoren blir sittende rett (maksimum $\pm 3^\circ$ helning). Benytter man denne metoden slipper man å frekventere måleplassen en ekstra tur etter at betongen er herdet for å montere sensoren. Man kan koble til kabler og sette loggeren i REGON før en forlater plassen.

For at dette skal fungere tilfredsstillende er det viktig at det ikke tilsettes for mye vann i mørtelen men at betongen får en litt stivere konsistens, slik at belegningssteinen med sensoren på ikke siger etter at du har satt den ned i betongen.



Fremgangsmåten over forutsetter telefri grunn. Dersom det er tele i grunnen må man sørge for at betongen støpes ut i hullet til oppunder underkant teleskorpe. Hullet må graves ca. 30-40cm under underkant av teleskorpa. En må sørge for at betongen ikke fryser før den er herdet. Tildekking av betong-overflaten må gjøres med isolasjonsmateriale (f.eks. vintermatte eller lignende) etter at betongen er utstøpt og ordentlig avrettet. Husk å dekke til godt utenfor betongkanten slik at ikke frosten når betongen før den er herdet.

Rambøll måler med 3 aksiale geofoner av typen INFRA V12, dvs. si at de måler i 2 horisontale retninger (Longitudinal og Transversal retning) og 1 vertikal retning (Vertikal retning). INFRA V12 har innebygget elektronisk filter for direkte uttak av maksimal veid svingehastighet iht. NS 8176:2017.

INFRA V12 Triaxial Geophone

The INFRA system is used to monitor construction site activities, blasting, train traffic, road traffic, vibration in buildings etc.

The V12 Digital Triaxial Geophone has operational settings, internal memory and a digital output for 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 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.

INFRA D10 Micro Data logger

The INFRA system is used to monitor construction site activities, blasting, train traffic, road traffic, vibration in buildings etc.

INFRA D10 Micro is a digital data logger with high capacity data storage with 40,000 and 20,000 memory capacity.

All data is buffered on the memory card and is sent to the INFRA host when a recording is made or on the next scheduled call for communication.

INFRA D10 Micro is connected to a host with battery cable and can be powered by external power.

INFRA D10 Micro can be used for long term monitoring.

Proper administration, data presentation, reports, analysis and graphs can be performed with INFRA host software.

Option for color panel display: A color panel display for INFRA D10 Micro is available in combination with the recording system.

INFRA D10 Micro features:

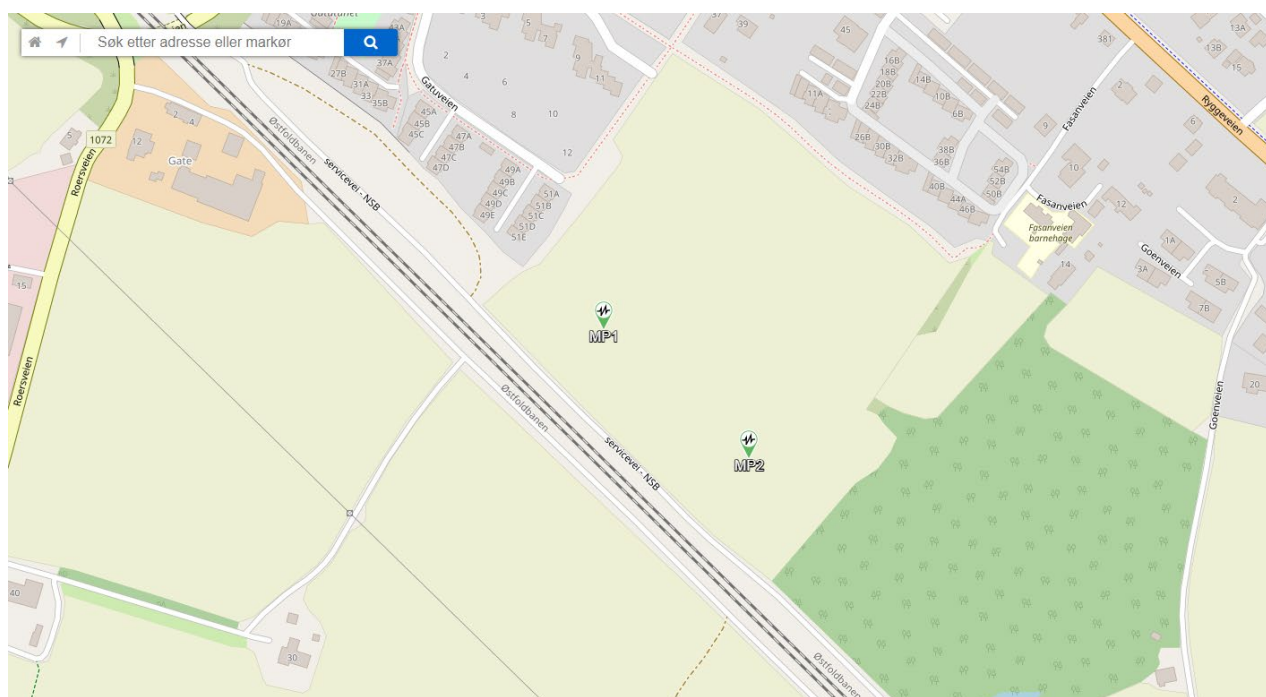
- 16 to 32 channels of recording
- Up to 10 channels per INFRA D10 Micro
- Both 40,000 and 20,000 memory capacity
- Secure management in INFRA host
- Extended power for long term unattended monitoring
- Option for color panel display
- Color display
- rugged design, protection class IP67
- Standard cable gland for external power
- No calibration needed

VipNordic

Dato for siste kalibrering av geofonene:

SERIENUMMER	INSTRUMENT TYPE	ONLINE	MOTTATT	FEIL	BATTERISTATUS	KALIBRERT	MÅLEPUNKT	AKTIV	PROSJEKT
7222	V12	2022-01-28 13:14:02	2022-01-28 13:15:00	Manglende data		2020-07-23 00:00:00	MP1T	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...
7221	V12	2022-01-28 13:14:02	2022-01-28 13:15:00	Manglende data		2020-07-23 00:00:00	MP1L	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...
7220	V12	2022-01-28 13:14:02	2022-01-28 13:15:00	Manglende data		2020-07-23 00:00:00	MP1V	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...
SERIENUMMER	INSTRUMENT TYPE	ONLINE	MOTTATT	FEIL	BATTERISTATUS	KALIBRERT	MÅLEPUNKT	AKTIV	PROSJEKT
15162	V12	2022-01-28 13:43:44	2022-01-28 13:45:00	Manglende data		2020-10-07 00:00:00	MP2T	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...
15161	V12	2022-01-28 13:43:44	2022-01-28 13:45:00	Manglende data		2020-10-07 00:00:00	MP2L	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...
15160	V12	2022-01-28 13:43:44	2022-01-28 13:45:00	Manglende data		2020-10-07 00:00:00	MP2V	●	50049856 - Vibrasjonsmåling ved Halmstad...

Figur2. Kalibreringsinformasjon



Figur 3. Kartskisse som viser lokaliseringen av vibrasjonsmålerne langs byggegrensen mot jernbanen.

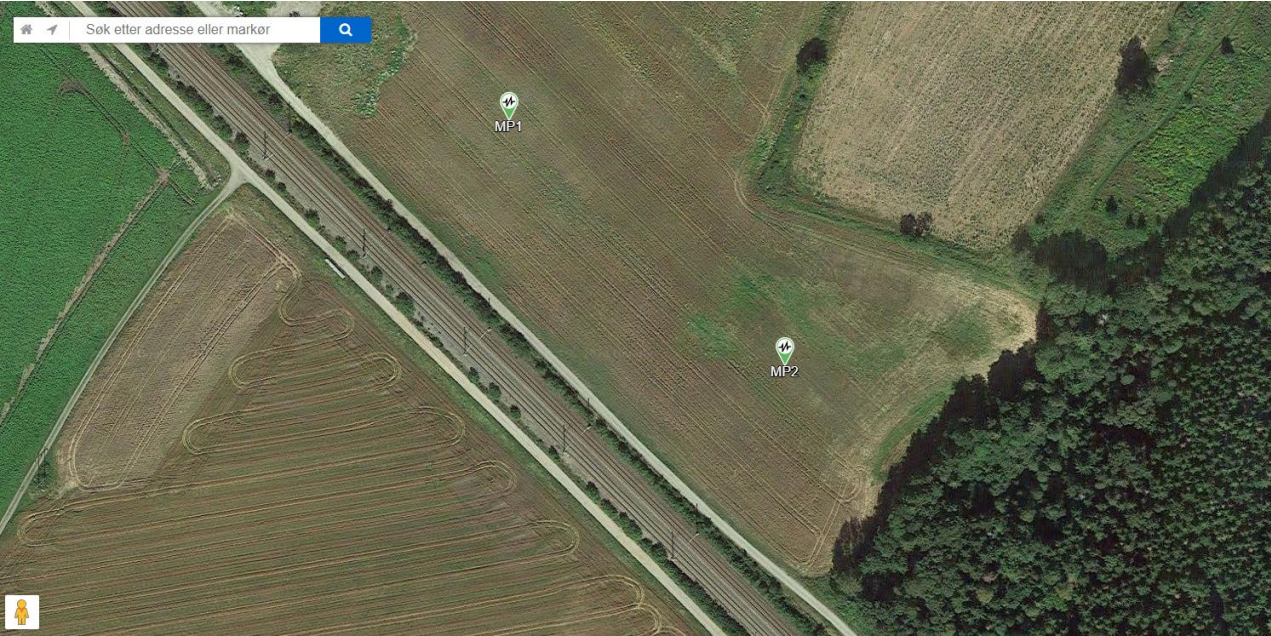
Rambøll valgte å måle vibrasjoner i perioden 26. januar – 28. januar for å sikre at trafikkgrunnlaget var iht. Standardens pkt. 8.5 *Valg av passeringer for beregning av statistisk maksimalverdi av veid hastighet*.

Det er dokumentert togtype med kamera som er koblet opp slik at det trigget ved passering av tog på skinnegangen. På bildene er det angitt eksakt tidspunkt, og bildene er synkronisert med tidspunktene som er registrert i forbindelse med vibrasjonshendelser (histogram-høyeste målte veide svingehastighet innenfor en 15 minutters periode).

De maksimale veide svingehastighetene var beskjedne. Histogramverdier, dvs. den maksimale registrerte veide svingehastighet innenfor hvert tidsintervall på 15 minutter. Se vedleggene med Histogram splittet for MP1 og MP2.

Terrenget er flatt mot jernbanesporet med en smal kjørevei med grusdekke imellom (kun for bruk ved inspeksjon av jernbanen) byggetomten og jernbanesporet.

Det var litt tele på tidspunktet for målinger, men ikke mer enn at vi fikk gravd oss ned til telefrie forhold for fundamentet og målepunktet. Målepunktet inklusive fundamentet ble dekket til med Glava vintermatter gjennom hele måleperioden.



Figur 4. Flyfoto som viser at det ikke er sporveksler eller synlige skinnereskjøter forbi tomta.

Måleperioden: 2022-01-24 11:37:11 - 2022-01-28 13:03:12
Kommentar:

Navn	Adresse	Dato	Grense.	Verdi	Acc.	Amp.	Frek.	Hastings.	Avstand	Prosent	Andel	Hendelse
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:12		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:12		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:12		0,06 mm/s				0,055				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:10		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:10		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:10		0,08 mm/s				0,075				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:08		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:08		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 13:03:08		0,07 mm/s				0,07				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:33		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:33		0,01 mm/s				0,005				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:33		0,05 mm/s				0,045				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:31		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:31		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:31		0,07 mm/s				0,065				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:29		0,01 mm/s				0,01				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:29		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:56:29		0,06 mm/s				0,06				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:03		0,02 mm/s				0,015				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:03		0,01 mm/s				0,005				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:03		0,05 mm/s				0,05				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:01		0,02 mm/s				0,015				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:01		0,01 mm/s				0,005				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:03:01		0,06 mm/s				0,06				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:02:59		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:02:59		0,01 mm/s				0,005				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 11:02:59		0,06 mm/s				0,06				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:07		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:07		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:07		0,05 mm/s				0,045				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:05		0,01 mm/s				0,01				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:05		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:05		0,05 mm/s				0,05				
MP1L	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:02		0,01 mm/s				0,005				
MP1T	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:02		0,01 mm/s				0,01				
MP1V	Vårla, Rygge	2022-01-28 10:52:02		0,04 mm/s				0,04				

Figur 5. Eksempel på dokumentasjon av togtype med bilder synkronisert på tidspunkt.

Histogram (MP1)

Middelverdi av maksimale veide hastigheter:	0,05 mm/s
Standard avvik:	0,04 mm/s
Variasjonskoeffesient:	0,88
Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $V_{w,95}$ (mm/s)	0,13 mm/s
Høyeste målte maksimalverdi av veid hastighet, V_{max} :	0,28 mm/s

Figur 6. MP1: Middelverdi, standard avvik, variasjonskoeffesient, statistisk maksimalverdi for veid hastighet (V_w) og høyeste målte maksimalverdi av veid hastighet, V_{max} .

Histogram (MP2)

Middelverdi av maksimale veide hastigheter:	0,04 mm/s
Standard avvik:	0,03 mm/s
Variasjonskoeffesient:	0,78
Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $V_{w,95}$ (mm/s)	0,09 mm/s
Høyeste målte maksimalverdi av veid hastighet, V_{max} :	0,19 mm/s

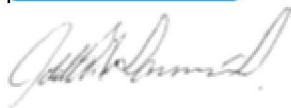
Figur 7. MP2: Middelverdi, standard avvik, variasjonskoeffesient, statistisk maksimalverdi for veid hastighet (V_w) og høyeste målte maksimalverdi av veid hastighet, V_{max} .

Konklusjon (avrundede verdier)

MP1: Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $V_{w,95}$ (mm/s)	0,1 mm/s
MP2: Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $V_{w,95}$ (mm/s)	0,1 mm/s

Tilsvarende vibrasjonsklasse A:

Type vibrasjonsverdi ^a	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
Statistisk maksimalverdi av veid hastighet, $V_{w,95}$ (mm/s)	0,1	0,2	0,3	0,6
^a Veid akselerasjon kan omregnes til veid hastighet etter formel (1) som er gitt i 7.2.				



Odd Erik Sannerud
Senior Rådgiver, Oppdragsleder



Oddmund Repål
Senior Rådgiver, Sidemannskontroll