

Støjmæssig vurdering af funde- ring af pæle ved byggefelter ved Søndre Havn i Køge

INDHOLD

1	Indledning	2
2	Overordnet vurdering af jordbundsforhold og mulige funderingsløsninger	2
2.1	Jordbundsforhold	2
2.2	Funderingsløsninger	3
2.3	Uddybende bemærkninger til entreprenørernes oplysninger	6
3	Forslag til støjdæmpende foranstaltninger ved rammearbejde	7
4	Støjgrænser ved særligt støjende bygge og anlægsarbejder	8
5	Kommentarer til støjforhold i forbindelse med rammearbejdet ved Søndre Havn	9
6	Bygningskadelige vibrationer	9
7	Estimering af merpris	10
8	Anbefaling til reduktion af nuværende støjniveau	10
9	Anbefaling til fremtidig krav til støjniveau	11

PROJEKTNR.

A111723-001

DOKUMENTNR.

02

VERSION

0102

UDGIVELSESDATO

28-05-2018

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

SIRE

KONTROLLERET

JCA/JOS

GODKENDT

KRY

1 Indledning

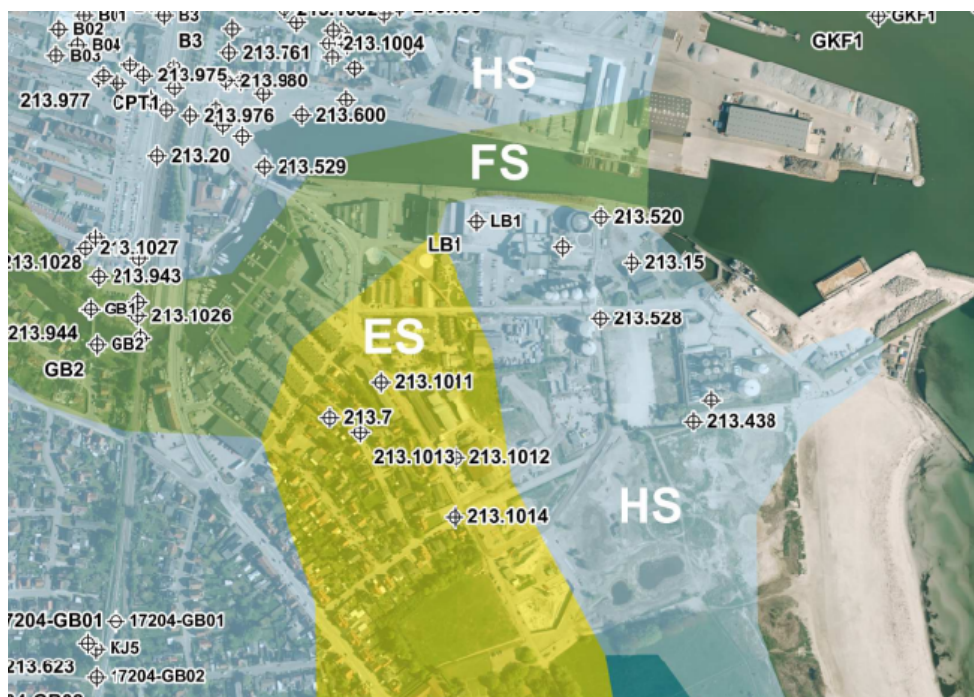
Køge Kommune har bedt COWI om at foretage en støjmæssig vurdering af forskellige funderingsmetoder af pæle ved en række byggefelter på Søndre Havn i Køge.

Anledningen er, at Køge Kommune, på baggrund af støjklager over byggeaktiviteter, har anmodet entreprenørerne på de fire byggefelter SH1-3, SH2-1, SH2-2 og SH3-1 om supplerende oplysninger for anvendelse af andre funderingsløsninger end løsningen med rammede jernbetonpæle, der hidtil er anvendt.

2 Overordnet vurdering af jordbundsforhold og mulige funderingsløsninger

2.1 Jordbundsforhold

Området ved Søndre havn er præget af blandingen af hav- og ferskvandsaflejring med en kile af flyvesandsaflejringer som vist på jordartskortet (overfladenære jordarter), Figur 1, med angivelse af tilgængelige boringer i GEUS database.



Figur 1 Overfladenære jordarter ved Søndre Havn, Køge (HS: Havaflejringer; FS: Ferskvandsaflejringer; ES Flyvesand; Boringer tilgængelige i GEUS database angivet)

Boringer i området viser blandede aflejringer af fyld, post- og senglaciale aflejringer af sand, silt, ler med indlejrede lag af gytje og tørv. Under disse aflejringer er der glacielle aflejringer af smeltevandssand/grus og moræneler over dybtliggende Københavnskalk (dybere end kote -20mDVR90).

I byggefelterne er der overvejende grovkornede aflejringer (sand, grus) med indslag af moræneler. I den nordlige del (boring 213-529) er der udprægede lag af tørv og gytje op til 14m under terræn. Dette bekræftes af mere detaljerede undersøgelser for stitunnelen lige nord for byggefelterne. Her er der fundet gytje/tørvelag med varierende lagtykkelser ned til 9 m under terræn. I dette område er der overvejende glacielle aflejringer af moræneler og sand (smeltevand/glaciale).

2.2 Funderingsløsninger

Det er oplyst, at der overvejende er tale om 7-etager for det planlagte byggeri, hvor der skønmæssigt kan antages laster på 70 kPa i funderingsniveau. Med fyldlag og forekomster af organiske aflejringer er pælefundering den oplagte funderingsmetode.

Alt andet lige vurderes det, den valgte funderingsløsning med rammede, præfabrikerede jernbetonpæle vil være den billigste funderingsløsning. Ulempen er, at ramningen er støjende, hvilket har begrundet dispensationsansøgninger fra byggherrerne, da den foreskrevne støjgrænse på 70 dB(A) overskrides.

Køge Kommune har anmodet entreprenøren om, at vurdere muligheden for at anvende andre funderingsløsninger, der kan reducere støjniveauet. De enkelte entreprenørers svar på anvendelse af fem andre metoder (perma- og permafortrængningspæle, vibrationskomprimering for direkte fundering, skruepæle, minipæle og borede pæle) har været til høring hos entreprenørerne på de forskellige byggefelter. De enkelte entreprenørers kommentarer til disse er i hovedtræk sammenfattet i Tabel 1, svarende til de forskellige funderingsmetoder. COWI har endvidere givet sin vurdering/kommentering af de foreslåede metoder.

Tabel 1: *Entreprenørplysninger til alternative funderingsmetoder*

	Entreprenør Byggefelt				
Funderingsmetode	DCM SH1-3	BONAVA (Orbicon) SH2-1	BONAVA (Orbicon) SH2-2	5E SH3-1	COWI Vurdering/kommentar
1) Permapæle og permafortrængningspæle	Vurderes ikke muligt at anvende.	Skønnes ikke muligt at anvende.	Skønnes ikke muligt at anvende.	Vurderes ikke muligt at anvende.	Se afsnit 2.3

	Entreprenør Byggefelt				
Funderingsmetode	DCM SH1-3	BONAVA (Orbicon) SH2-1	BONAVA (Orbicon) SH2-2	5E SH3-1	COWI Vurdering/kommentar
2) Vibrationskompri- mering	Vurderes som en ikke mulig metode, som vil være usikker at anvende.	Vurderes som en usikker metode. Oplyses at være støjende og med risiko for vibrationer.	Vurderes som en usikker metode. Oplyses at være støjende og med risiko for vibrationer.	Vurderes som en ikke mulig metode, som vil være usikker at anvende.	Enig og støjer tilsvarende
3) Skruepæle	Ikke mulig metode på grund af den nødvendige dybde på pælene	Ikke mulig metode på grund af den nødvendige dybde på pælene	Ikke mulig metode på grund af den nødvendige dybde på pælene	Ikke mulig metode på grund af den nødvendige dybde på pælene	Det er COWI's vurdering, at denne metode kan anvendes, se afsnit 2.3
4) Minipæle	Ikke mulig metode på grund den nødvendige dybde på pælene	Ikke mulig metode på grund den nødvendige dybde på pælene.	Ikke mulig metode på grund den nødvendige dybde på pælene.	Ikke mulig metode på grund den nødvendige dybde på pælene	Uddyb venligst Kræver dog rigtig mange pæle

	Entreprenør Byggefelt				
Funderingsmetode	DCM SH1-3	BONAVA (Orbicon) SH2-1	BONAVA (Orbicon) SH2-2	5E SH3-1	COWI Vurdering/kommentar
5) Borede pæle /fundamenter	<p>Teknisk mulig metode, som dog kræver ca. dobbelt så mange pæle, hvilket både betyder en forlængelse af projekttiden samt en betydelig meromkostning.</p> <p>Omkring støjforholdene oplyses at støjen vil være den samme som ved almindelig pæleramning.</p>	<p>Teknisk mulig metode, som dog kræver ca. dobbelt så mange pæle, hvilket både betyder en forlængelse af projekttiden samt en betydelig meromkostning.</p> <p>Omkring støj oplyses at maskineriet vil have et lydeffektniveau på op til $L_{WA} = 90 - 100$ dB(A).</p>	<p>Teknisk mulig metode, som dog kræver ca. dobbelt så mange pæle, hvilket både betyder en forlængelse af projekttiden samt en betydelig meromkostning.</p> <p>Omkring støj oplyses at maskineriet vil have et lydeffektniveau på op til $L_{WA} = 108$ dB(A).</p> <p>Det oplyses at metoden ikke vil reducere støjbelastningen.</p>	<p>Teknisk mulig metode, som dog kræver ca. dobbelt så mange pæle, hvilket både betyder en forlængelse af projekttiden samt en betydelig meromkostning.</p>	<p>Denne løsning er umiddelbart teknisk og økonomisk mulig</p> <p>Se vurdering i afsnit 2.3</p>
Øvrigt			<p>Oplysninger er suppleret med et støj-kort over den forventede støjbelastning fra almindelige rammeaktiviteter ved byggefelt SH2-2. Til dette støj-kort er ifølge Orbicon anvendt en kildestyrke på</p>	<p>Supplerer med oplysninger omkring funderingsmetoder for spuns:</p> <p>Hydraulisk nedpresning af spuns vil ikke være egnet.</p>	<p>Se afsnit 2.3</p> <p>Skønnet dæmpning omkring 5 - 10 dB(A) ingen impulser, som støjmæssigt</p>

	Entreprenør Byggefelt				
Funderingsmetode	DCM SH1-3	BONAVA (Orbicon) SH2-1	BONAVA (Orbicon) SH2-2	5E SH3-1	COWI Vurdering/kommentar
			L _{wA} = 120 dB(A) med 50% driftstid.	Nedvibrering af spuns anbefales på grund af mindre arbejdsperiode og mindre vibrationer. Kildestyrken for vibratoren oplyses til L _{wA} = 120 dB(A).	er til ekstra gene.

2.3 Uddybende bemærkninger til entreprenørernes oplysninger

Ad 1) Pernapæle og permafotrængningspæle.

Det er COWI's vurdering, at denne metode kan anvendes. Det er blot et spørgsmål om anvendelse af det korrekte udstyr, men kræver en om-projektering.

Ad 3) Skruepæle.

Det er COWI's vurdering, at denne metode kan anvendes. Det er blot et spørgsmål om anvendelse af det korrekte udstyr og en optimering af rørdiameter og skruebladsafstand. Da det ikke er standardudstyr i Danmark, vil det formentlig give en uacceptable tidforlængelse pga. om-projektering og eftervisning af opnåelse af tilstrækkelig bærevne. Dette er antagelig baggrunden for, at entreprenørerne angiver metoden for "ikke mulig at anvende".

Ad 5) Borede Pæle

Denne løsning er umiddelbart teknisk og økonomisk mulig. Pga. de meget restriktive anvisninger i det danske Annex til Eurocode 1997-1, (1/3 af overflademodstanden for tilsvarende rammede pæle og maksimum 1 MPa spidsmod-

stand) kræver anvendelse af borede pæle forsøgsmæssig eftervisning af bæreevnen. Dette vil være helt naturligt, når der tages hensyn til det store antal pæle, der skal benyttes (gælder i øvrigt også en rammet pæleløsning). Baseret på COWIs erfaringer, og litteratur om borede pæle, vurderes det, at der skal anvendes ca. samme antal pæle men med en større diameter end de hidtil anvendte $0,3 \times 0,3 \text{ m}^2$ jernbetonpæle. Vi stiller os således på baggrund af det forlagte grundlag uforstående overfor entreprenørens påstand om, at det skal anvendes dobbelt så mange pæle.

Når der tages hensyn til de generelle jordbundsforhold, vil løsningen med borede pæle kræve anvendelse af casing og/eller bentonit eller polymer i borehullet til stabilisering af de grovkornede jordarter. Det kræver anlæg til rensning af bentonit/polymer, og selve processen med isætning af armeringsnet og udstøbning med beton er væsentlig mere tidkrævende end ramning af en præfabrikeret betonpæl.

Anvendelse af borede pæle vil give mulighed for reduktion af støjniveauet, men pga. de eksisterende jordbundsforhold og ovennævnte forhold er det ikke en økonomisk optimal løsning.

Firmaet BONAVA (Orbicon) oplyser kildestyrken for en boremaskine til omkring $L_{wA} = 108 \text{ dB(A)}$. Dette niveau er væsentlig lavere end kildestyrken for en rammemaskine, som vil kunne forventes at have en kildestyrke på omkring $L_{wA} = 126 \text{ dB(A)}$, ligesom en boremaskine normalt ikke vil give anledning til impulsagtig støj i omgivelserne.

Firmaet BONAVA (Orbicon) har som de eneste foretaget støjberegninger af den forventede støj fra rammeaktiviteter fra deres byggefelt. Ved disse beregninger er der anvendt en kildestyrke på $L_{wA} = 120 \text{ dB(A)}$ for rammemaskinen og en driftstid på 50 %. Denne kildestyrke som stammer fra Køge Kommunes paraplyplan over Søndre Havn er efter COWIs opfattelse i den lavere ende af hvad, der kan forventes af støj fra en rammemaskine. COWI anvender normalt en kildestyrke på $L_{wA} = 126 \text{ dB(A)}$ ved vurdering af støjen fra rammearbejde, da det er vores erfaring, at dette passer bedre med den oplevede støj. Der kan derfor ligge en undervurdering af den faktiske støj ved naboer i forhold til hvad dette og andre støjkort for hele byggeområdet ved Søndre Havn viser.

3 Forslag til støjdæmpende foranstaltninger ved rammearbejde

Hvis byggeriet på de enkelte byggefelter skal udføres med almindeligt rammearbejde, er der flere metoder som vil kunne anvendes til at reducere støjbelastningen i forbindelse med rammearbejdet. Nedenfor er 6 alternativer, der skal redigøres for af den enkelte bygherre.

- 1 Der er udviklet specielle støjdæmpede hamre til ramning af betonpæle. Støjdemningen består af en speciel kappe som sættes uden om ramme-hovedet og derved dæmper anslagsstøjen når hammeren rammer betonpæ-len (kan ikke for nuværende anvendes til spunsjern).

Forventes støjdemning 5-10 dB(A).

- 2 Lokale mobile støjskærme som placeres tæt ved rammearbejde. Kan dog være vanskelig at etablere ved rammearbejde, da aktiviteten hele tiden flytter sig. Endvidere vil det kræve meget høje skærme, for støjilden ved starten af rammeprocessen er placeret meget højt. Estimat af reduktion vil kræve egentlige støjberegninger, men vil næppe give mere end 6 dB(A) i bedste fald.
- 3 Lokale støjskærme ved de mest støjbelastede omboende. Vil være vanske-lig at etablere ved etagebeboelse.

Ved åben og lav boligbebyggelse vil der i disse ejendommers skel mod byg-geområdet kunne opstilles fleksible midlertidige støjskærme.

Forventet støjdemning afhænger af højden på de enkelte skærme. Skærme mindre end en højde på 2,5 m kan ikke anbefales og ved ejen-domme med 1. sal skal den være højere for at dæmpe støjen på 1. sal. Af-hængig af skærmhøjde samt placering, vil der kunne forventes en støjre-duktion på 5-10 dB(A).

- 4 Reduktion af arbejdstiden med rammearbejde.

Ved en daglig rammetid på 4 timer i forhold til 8 timer vil støjbelastningen dæmpes med 3 dB(A).

Ulempen vil være at den samlede rammetid (arbejdsdage) fordobles.

- 5 Vibreret nedbringning.

Der estimeres en reduktion på ca. 5-10 dB(A) og ingen impulser, som støj-mæssigt er til ekstra gene.

Ikke meget langsommere end ramning.

- 6 Forboret ramning

Normalt antages mindre kraft er nødvendig til nedføring. Derfor mindre støj og vibration. Da der overvejende er grovkornede jordarter, vurdere vi, at forboring ikke en ideel løsning i dette tilfælde.

4 Støjgrænser ved særligt støjende bygge og anlægsarbejder

Køge Kommune har i en forskrift opstillet støjgrænser for den tilladelige støj fra bygge og anlægsarbejder på 70 dB(A) på hverdage mellem kl. 07-18 og særligt støjende arbejde skal udføres mellem kl. 8-16.

Denne grænseværdi svarer i princippet til hvad andre store kommuner stiller af støjkrav ved støjende aktiviteter i forbindelse med bygge og anlægsarbejder.

København kommune har kun krav til tidsintervallet, der må støjес og ingen krav til støjniveauet. Kommunerne, Aarhus og Odense har ikke en forskrift om byggeanlægsarbejde. I disse kommuner stilles krav om at arbejde skal foregå på hverdage mellem kl. 07-18 og for Aarhus gælder endvidere at rammearbejde i bymæssig bebyggelse normalt først må påbegyndes kl. 08. Regulering af gener med mere sker efter miljøbeskyttelseslovens §42 i disse sidste 2 kommuner.

5 Kommentarer til støjforhold i forbindelse med rammearbejdet ved Søndre Havn

I forbindelse med det hidtidige rammearbejde i byggefelterne SH1-3 og SH2-1 på Søndre Havn er der foretaget overvågningsmålinger af støj- og vibrationsniveauerne ved en række udvalgte positioner.

Disse målinger viser at der nogle dage ved enkelte af kontrolpositionerne har været højere støjbelastninger end kommunens forskrift på 70 dB(A). Det fremgår ikke af målerapporterne, hvor rammearbejdet nærmere er foregået i de enkelte perioder.

Hvis målingerne omhandler samtidige rammeaktiviteter på begge byggefelter SH1-3 og SH2-1 og der er tale om to forskellige bygherrer, som hver har lov til støjе med 70 dB(A), så kan den samlede støjbelastning andrage 73 dB(A), uden at den enkelte bygherre overskrider forskriftens grænseværdi på 70 dB(A).

Aktuelt med 4 byggefelter SH1-3, SH2-1, SH2-2 og SH3-1 kan den samlede støjbelastning andrage 76 dB(A), hvis der er tale om tre forskellige bygherrer, som hver har fået tilladelse til at måtte støjе 70 dB(A). Det er den enkelte bygherre (projekt) som skal overholde 70 dB(A) medmindre de har fået dispensation og ikke den samlede byggestøj fra hele området.

For den enkelte beboer vurderes det at være ligegyldigt om støjbelastningen dæmpes 3 dB(A). Det vil ikke være hørbart. Beboerne lægger mærke til bankelydene og hvor mange timer arbejdsprocessen foregår, ud fra dette ville det være bedst om rammearbejdet blev henlagt til så få timer om dagen som muligt eventuel ved anvendelse af flere rammemaskiner inden for det samme byggefelt samtidigt for ikke at forsinke arbejdsperioden.

Endvidere ses som beskrevet i afsnit 3 ad 1) at anvendelse af støj-dæmpede rammehoveder vil kunne dæmpe rammestøjen væsentlig.

Hertil kan der laves en konkret vurdering af mulighederne for at etablere lokale støjskærme ved de mest belastede beboere.

6 Bygnings-skadelige vibrationer

Generelt vurderes det, at når afstanden mellem byggefelterne og nærmeste eksisterende bygninger er større end 15 m, og da ingen af de eksisterende bygninger er af følsom karakter, vil der ikke forekomme bygnings-skader på grund af vibrationer. Hvis der er vibrationsfølsomme bygninger, skal afstanden mellem dem og rammemaskinen være større end 25 m.

Det noteres ligeledes, at vibrationsniveauet ikke forstærkes ved flere samtidige aktiviteter, og at ramning er den nedføringsmetode, der genererer bygnings-skadelige vibrationer indenfor det største areal.

7 Estimering af merpris

Realistisk set, er der et valg mellem rammede jernbetonpæle (med støj-dæmpning), skruepæle eller borede pæle. For skruepælene er der ikke anvendelige danske erfaringer, så merprisen beror på et skøn. Hvis det ikke var en omstilling midt i en igangværende produktion, er det COWI's vurdering, at merprisen vil være lille, da skruepæle kan installeres hurtigere end rammede pæle. Et skift til skruepæle vil kræve en omprojektering og indledende forsøg. Det vurderes derfor, at det ikke er en realistisk mulighed for projektets nuværende stade selv om det kunne være en god teknisk løsning.

Pris rammede jernbetonpæle med støj-dæmpning

Antallet af pæle og rammedybden er p.t. ikke oplyst til COWI, men baseret på generelle erfaringer anslås prisen for rammede jernbetonpæle (0,3 m x 0,3 m) at være kr. 500 kr. per meter.

Det er næsten standard, at der ved ramning af jernbetonpæle i bebyggede områder anvendes støjkappe til reduktion af støjen. Det er COWI's vurdering at merprisen ved anvendelse af støjkappe er minimal, men alt andet lige er det mere tidkrævende. Det vurderes at merprisen inklusive vedligeholdelse af støjkappe er af størrelsesorden 5%-10%.

Pris borede pæle

De borede pæle er ikke optimale for jordbundsforholdene på byggefelterne. Det skønnes, at merprisen vil være af størrelsesorden kr. 500-1000 kr. per m pæl og at antallet af pæle vil være det samme som for de rammede pæle. Anvendelse af borede pæle vil gøre det muligt at overholde støjgrænserne.

8 Anbefaling til reduktion af nuværende støjniveau

Det er COWI's overordnede vurdering, at støjdæmpning med støjkappe (ca. 10dB(A) reduktion af støjen) ved ramning af jernbetonpæle, sammen med størst mulig hammer og lille faldhøjde, vil være den mest økonomiske løsning på støjproblemet. Det er ligeledes COWI's vurdering, at man med denne metode vil kunne overholde kommunens støjkraV og at entreprenørens merpris vil være lille (5-10%).

9 Anbefaling til fremtidig krav til støjniveau

Det er COWI's overordnede vurdering at den ønskede grænse for støjniveauet ved konstruktionsarbejde på 70 dBA er opnåelig for fremtidige anlægsarbejder og at det dermed vil være muligt, at stille dette krav til en kommende bygherrer.

Entreprenøren bør have metodefrihed, men en dialog kan med fordel tages i en opstartsfasen omkring mulige støjreducerende tiltag. Såfremt der fremadrettet anvendes pælefundering, anbefales det, at reducere støjen ved støjreducerende foranstaltninger, såsom ovennævnte støjkappe og lokale støjskærme. Alternativt kan funderingsmetoden ændres til f.eks. borede pæle, eller skruepæle, og spuns udføres som sekantpæle eller nedbringes med en Silent Piler.

Det skal noteres, at alle funderingsmetoder kræver store maskiner, som alle har et betydeligt støjniveau, derfor skal det forventes, at alle de nævnte alternative funderingsmetoder stadig kan overstige kravet til støjniveau og støjreducerende foranstaltninger kan blive nødvendige.

Som eksempler på velkendt, benyttet støjreduktion kan nævnes:

- > Aarsleff A/S har udviklet og benyttet støjdæmpede hamre gennem en længere årrække, dette er det samme som den ovennævnte støjkappe.
- > Arkil har til Campusbyggeri i Aabenraa benyttet en støjdæmpende hammer. Arkils andel af projektet omfatter pælefundering cirka fem kilometer forboring og herefter ramning af cirka 10 kilometer 25 gange 25 jernbetonpæle fordelt på 800 pæle.
- > Aarsleff A/S har ligeledes benyttet Silent piler til at etablere spuns. For etablering af 6.500 m² spunsvæg for byggegrube i Aalborg centrum (2008) blev der benyttet Super Crush Piler, med en kombination af forboring, presning og spuling af hensyn til reduktion af støjniveauet.

Som eksempler på velkendte alternative funderingsmetoder kan nævnes:

- > Borede pæle er anvendt til fundering af såvel broer som byggeri i Danmark. I Københavnsområdet er de f.eks. udelukkende anvendt for BLOX, broer over inderhavnen og vil blive anvendt på Posten.

- > Skruepæle er p.t. ikke traditionelt anvendt til store byggerier i Danmark, men er udbredt i UK, USA, Canada og New Zealand. Skruepæle er anvendt til "underpinning" af 11-13 etagers byggerier i Ontario, Canada med pælelaster op til 2900 kN/pæl og til nybyggerier hvor støj- og vibrationsreduktion eller dårlige adgangsforhold dikterede alternativ til traditionelle funderingsløsninger. Til opgaver i Danmark så som master, støjskærme og husbygning for Midtjysk Albyg A/S har Uretek benyttet systemet SkrewFast som fundering og Dansk Fundering A/S har ligeledes benyttet skruepæle til byggeri.

Miljøstyrelsen har udgivet Miljøprojekt nr. 1409, 2012 "Bekæmpelse af støj fra byggepladser". I det følgende er gengivet en række anbefalinger ud fra COWIs erfaringer som også har vundet anvendelse i forbindelse med COWIs arbejde med byggepladser for Metro Cityringen i Københavns og Frederiksberg Kommuner.

I de fleste tilfælde kan byggepladsstøjen ved naboerne bedst bestemmes ved en beregning på baggrund af støjdata for maskinen eller aktiviteten. De fleste rådgiver ligger inde med rimelig nøjagtige støjkatologer for kildestøj for de mest gængse anlægsmaskiner, men hvis der kræves en mere præcis beregning, må der udføres en kildestyrkemåling på den aktuelle aktivitet.

Støjberegninger kan anvendes i forbindelse med planlægningen af bygge- og anlægsarbejdet. Støjen fra de mest støjende aktiviteter kan bestemmes på forhånd, og der kan indregnes støjdæmpende foranstaltninger. Før start af projektførelsen, inden opstart af anlægsarbejderne, kan der udføres detaljerede støjberegninger for de planlagte aktiviteter og deres mulige placeringer på byggepladsen. Herved kan mulige hot spots identificeres, idet ikke alle placeringer af anlægsarbejde giver anledning til overskridelse af grænseværdi på 70 dB(A) samt nabogenerne ændres ved ændrede arbejdsområder. Dette gøres f.eks. i forbindelse med Vejdirektoratets større vejprojekter, hvor de udarbejder en støjhåndteringsplan, ligesom en sådan har været anvendt forud for byggearbejderne til Metro Cityring, hvor COWI udførte detaljerede støjberegninger for hver byggeplads.

Resultatet af en støjberegning kan vises som et støjkort, der viser, hvordan støjen fra en eller flere aktiviteter, i mange forskellige placeringer vil udbrede sig fra byggepladsen. Støjkort giver et godt overblik over de støjmæssige konsekvenser, og de er velegnede til at informere borgere og myndigheder om støjen men også velegnet som grundlag for meget lokale afværge tiltage som f.eks. støjskærms placering eller anvendelse af støjreducerende tiltag som beskrevet i de forudgående kapitler.