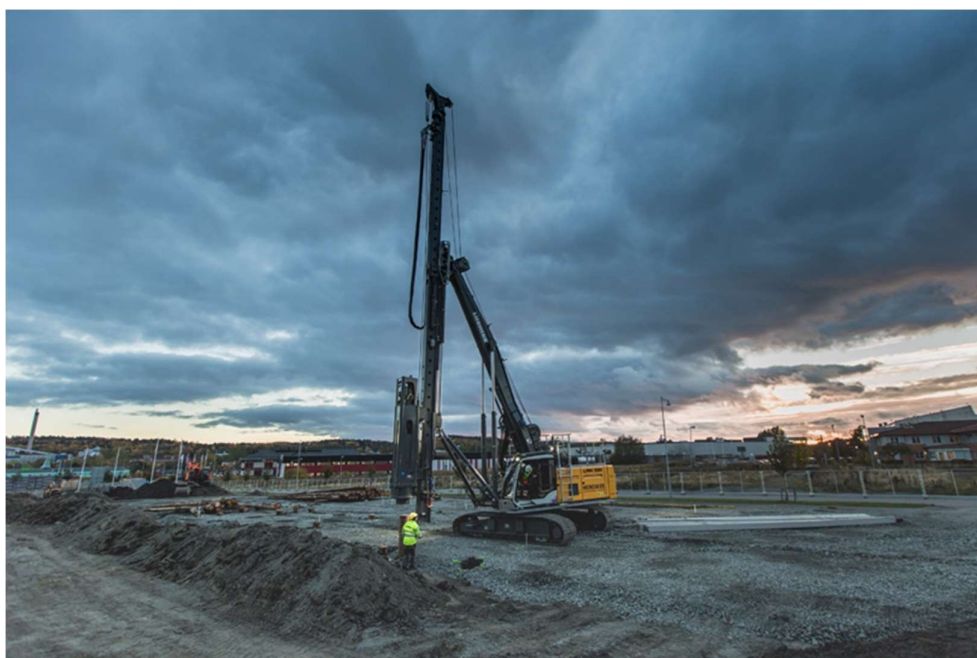


Installation av pålar och spont i förorenad mark

Spridningsrisk och ansvarsfördelning



Redaktör: Ellen Samuelsson, NCC Teknik

2019-04-05

FÖRORD

Detta projekt initierades av NCC AB Environmental Engineering/Hållbarhet, mark- och vattenmiljö och genomfördes med ett ekonomiskt bidrag från Svenska byggbranschens utvecklingsfond (SBUF). I referensgruppmöte/workshop deltog Hercules, SGI, Peab, Skanska, Derome, Miljöförvaltningen i Göteborg, Advokatbyrån Fröberg-Lundholm och NCC.

Projektet genomfördes av en arbetsgrupp bestående av Malin Norin, Jesper Grandin, Lars Nilsson, Anders Bergström, Lisa Janmar, Karin Hermansson, Sofie Ahlbäck Björck, Ellen Samuelsson, Viktoria Wiking från NCC och Peter Alheid från Hercules Grundläggning. Arbetsgruppen är huvudförfattare till rapporten, Ellen Samuelsson har varit ansvarig redaktör och rapporten har slutgranskats av Malin Norin. Ytterligare kontaktpersoner bidrog med kunskap om lagstiftning, metoder och erfarenhet kring pålning i förorenad mark. Referensgruppen kommer att arbeta aktivt med att sprida rapporten, till bland annat SGI och Pålkommisionen.

Tack SBUF för ekonomiskt stöd som gjorde detta möjligt.

Göteborg 2019-04-05

Malin Norin

SAMMANFATTNING

Entreprenader som innefattar installation av pålar och sponter i förorenade massor innebär en miljörisk, eftersom dessa arbeten kan bidra till spridning av föroreningar. Om spridning sker riskerar entreprenören dessutom att bli ansvarig för spridningen. Risken för föroreningsspridning är komplex och kan vara svår att värdera. Även ansvarsfördelningen är svåröverskådlig eftersom det kan finnas stora kunskapsluckor hos såväl beställare som entreprenör och tillsynsmyndighet. Idag hanteras ofta frågeställningarna avseende risker med föroreningsspridning i samband med grundläggning alltför sent i projekten. Detta medför en risk för att projekt kan försenas när krav på omfattande utredningar ställs sent i processen. Det finns även en risk att sådana krav ställs även om den faktiska spridningsrisken är mycket liten.

Syftet med rapporten är att vägleda såväl beställare och entreprenörer som tillsynsmyndigheter vid bedömning av risken för föroreningsspridning vid installation av pålar och spont i förorenad mark genom att belysa kunskapsläget. Fokus har lagts på spridningsrisk och ansvarsfördelning mellan de olika aktörerna i en entreprenad: beställare, entreprenör, underentreprenör. Rapporten redovisar även fallstudier där problematik kring pålning/spontning i förorenad mark förelegat.

Vid exploatering, till exempel vid omställning från industrimark till bostadsområde eller vid utbyggnad av befintlig industrimark, kan det bli aktuellt med grundläggning i förorenad mark. Även om föroreningarna har bedömts utgöra en acceptabel risk för människors hälsa och miljö där de ligger, kan val av byggnadstekniska metoder påverka och eventuellt leda till spridning av föroreningar. Exempel på sådana situationer kan vara:

- Pålning genom förorening i samband med grundläggning inför planerad byggnation.
- Spontning genom förorening i syfte att avgränsa och stabilisera schaktarbeten.

Fröberg & Lundholm advokatbyrå (2017) har utrett den potentiellt miljörättsliga ansvarsfördelningen i enighet med Miljöbalken. Vid pålningsarbeten i förorenade områden som bidrar till spridning av föroreningar kan den exploatör som utför pålningsarbeten anses som en av de ansvariga verksamhetsutövarna och därmed göras ansvarig för undersökning och efterbehandling. Om inblandning av flera exploateringsföretag har orsakat en föroreningsskada kommer samtliga att anses vara verksamhetsutövare (Berglund & Heimeryd, 2017).

För att bedöma vem som är verksamhetsutövare i en totalentreprenad respektive en utförandeentreprenad, enligt miljöbalken, bör bedömning ske utifrån det enskilda fallet. För en totalentreprenad finns skäl för en entreprenör att betraktas som verksamhetsutövare, även om beställaren skulle kunna anses ha kontroll över åtgärden eftersom beställaren har valt platsen där exploatering ska ske. För en utförandeentreprenad finns det skäl för entreprenören att argumentera för att denne inte har den så kallade faktiska och rättsliga kontrollen. Det är möjligt att inför entreprenaden hantera frågan i avtal mellan parterna, såsom inom entreprenadavtalet (Berglund & Heimeryd, 2017).

Fem fallstudier har valts ut som exempel på hur pålning/spontning genom förorenad mark har hanterats i praktiken: Kvarteret Mode (Skövde), Kvillebäcken lott N (Göteborg), Sörmlands museum (Nyköping), Sågverket (Ulricehamn) och Noatun (Uppsala). I fallstudierna har hanteringen av grundläggning inom ett förorenat område varierat beroende på bland annat aktuella skyddsobjekt, föroreningssituation och förutsättningar på platsen. Flera av fallen påvisar en brist i samordning mellan saneringsåtgärder och grundläggning. Genom att se markarbetena inom ett område som en helhet och samordna dessa innan igångsättandet kan

utförandet oftast underlättas och effektiviseras. Fler av fallen visar även på behovet av att tydliggöra riskerna med pålning för att undvika stillestånd och på så sätt förlänga entreprenadtiden, med stora kostnader som följd.

Inför installation av pålar och sponter i förorenad mark behöver en riskbedömning utföras avseende om nya transportvägar för föroreningar skapas vid den aktuella pål-/spontmetoden. Inom ramen för föreliggande projekt har en sammanställning av de möjliga spridningsscenarioer och riskbedömningar kopplade till detta sammanställts i en tabell. Syftet med tabellen är att tydliggöra när risk finns för att installation av pålar och spont skapar nya transportvägar för föroreningsspridning och en fördjupad riskbedömning krävs samt när risken för ökad föroreningsspridning är så pass försumbar att en förenklad riskbedömning räcker.

Den genomförda litteratursökningen visar på att i flera fall kan pålning och spontning i förorenad mark utföras utan risk för en ökad föroreningsspridning. Vid förekomst av föroreningar i fri fas som är tyngre än vatten, om föroreningssituation är osäker eller vid förekomst av föroreningar där spridningsförutsättningarna är oklar bör dock en fördjupad miljöteknisk riskbedömning utföras. Detta gäller även när arbete sker inom vattenskyddsområden eller andra mer skyddsvärda akvifärer. Det finns ett antal åtgärder som kan användas för att minska risken för föroreningsspridning vid pålning i förorenad mark. För att minimera potentiella risker med spridning av föroreningar i gasfas till markytan utförs lämpligen en fördjupad miljöteknisk riskbedömning. Förorenade massor som tagits upp till markytan bör hanteras i enlighet med projektets riktlinjer. Arbetsmiljöfrågan behöver särskilt beaktas vid pålning och spontning i förorenad mark. Både genom framtagning av arbetsberedningar och användning av rätt skyddsutrustning.

Sammanfattningsvis är det viktigt att ta upp frågan om risker med pålning och spontning i förorenad mark tidigt i planeringen av ett projekt. Det finns annars risk för att processen, med till exempel kompletterande utredningar, behov av andra grundläggningsmetoder eller ansökan om tillstånd för arbetena, blir mycket tidskrävande vilket kan leda till förseningar i projektet. Frågan behöver hanteras i såväl geotekniska som miljötekniska utredningar samt i planprocessen. Genom att hantera alla markfrågor som en helhet: markmiljö, pålning, schakt, anläggning etc. så kan missförstånd och stuprörprocesser undvikas och projektet genomförs på ett effektivt sätt.

När byggbranschen tar stora finansiella resurser i anspråk och branschen står för en stor del av samhällets påverkan på omgivning och miljö följer ett stort ansvar för branschen att försöka driva hållbara projekt. Hållbarhet får genomsyra bedömningar och beslut. Genom att klargöra eventuell spridningsrisk vid installation av pålar och spont i förorenad mark i ett tidigt skede av processen ges förutsättningar för att skapa ett mer resurseffektivt och hållbart projekt. Detta förfarande stöds av de globala målen för en hållbar utveckling

INNEHÅLL

1. INLEDNING	6
1.1. BAKGRUND	6
1.2. SYFTE OCH MÅL.....	7
1.3. AVGRÄNSNINGAR.....	7
2. METODIK	8
2.1. WORKSHOPS.....	8
2.2. LITTERATURSTUDIE.....	8
2.3. ANSVARSFÖRDELNING.....	8
2.4. FALLSTUDIER	8
3. LAGAR OCH ANDRA KRAV	9
3.1. MILJÖBALKEN	9
3.1.1. ALLMÄNNA HÄNSYNSREGLER	9
3.1.2. SKYDDSVÄRDA OMRÅDEN (KAP. 7)	9
3.1.3. MILJÖFARLIG VERKSAMHET (KAP. 9).....	9
3.1.4. VERKSAMHETER SOM ORSAKAR MILJÖSKADOR (KAP. 10).....	10
3.1.5. EGENKONTROLL	10
3.2. FÖRORENAD MARK	10
3.2.1. METODIK FÖR INVENTERING AV FÖRORENAD MARK (MIFO).....	10
3.2.2. RIKTVÄRDEN.....	11
3.3. ARBETSMILJÖ	11
3.4. STANDARD FÖR PÅLNING	12
4. PÅLNING	13
4.1. SLAGNA PÅLAR (MASSUNDANTRÄNGANDE).....	13
4.2. BORRADE PÅLAR (MINDRE MASSUNDANTRÄNGANDE).....	13
4.2.1. GRÄVDA PÅLAR	13
4.3. SPONT.....	13
5. FÖRORENINGAR I MARK	14
5.1. VATTENLÖSLIGA FÖRENINGAR	14
5.2. FÖRENINGAR I FRI FAS	14
5.3. PARTIKELBUNDNA FÖRENINGAR	15
5.4. FLYKTIGA FÖRENINGAR.....	15
6. FYSISKA FÖRUTSÄTTNINGAR I MARK OCH GRUNDVATTEN	16
6.1. MARKENS SAMMANSÄTTNING.....	16
6.2. HYDRAULISK KONDUKTIVITET	17
6.3. GRADIENTER	17
7. BEDÖMNING AV RISKER MED PÅLNING I FÖRORENAD MARK	19
7.1. SPRIDNING I PÅLEN ELLER DEL AV PÅLENS TVÄRSNITT	19
7.2. SPRIDNING I JORDMATERIAL LÄNGS PÅLENS MANTELYTA	20
7.3. FÖRFLYTTNING AV FÖRORENAT MATERIAL.....	23
7.4. ROTTRÅDAR.....	23
7.5. GASFAS.....	24
7.6. SAMMANFATTNING	24

7.7. FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER.....	26
8. BESLUTSPROCESSER	28
8.1. MILJÖTEKNISKA UTREDNINGAR	28
8.2. GEOTEKNISKA UTREDNINGAR	28
8.3. PLANPROCESSEN	29
9. ANSVARSFRÅGAN	30
9.1. MILJÖRÄTTSLIG ANSVARFÖRDELNING	30
9.2. ENTREPRENADFORMER	30
9.2.1 TOTALENTREPRENAD.....	30
9.2.2 UTFÖRANDEENTREPRENAD	30
10. SVENSKA FALLSTUDIER	32
10.1. KVARTERET MODE, SKÖVDE.....	32
10.2. KVILLEBÄCKEN LOTT N, GÖTEBORG	32
10.3. SÖRMLANDS MUSEUM, NYKÖPING	33
10.4. SÅGVERK, ULRICEHAMN.....	34
10.5. NOATUN, UPPSALA	35
10.6. SLUTSATSER FRÅN DE SVENSKA FALLSTUDIerna.....	36
11. SLUTSATSER OCH DISKUSSION	37
12. ORDLISTA.....	39
13. LITTERATURFÖRTECKNING.....	42

BILAGOR

1. Utökad information om de svenska fallstudier
2. Sammanställning av diskussionsfrågor och synpunkter från workshop, 18 januari 2018
3. Deltagarlista från workshops
4. PROMEMORIA - ansvar vid pålning i förorenad mark. Potentiellt miljörettsligt ansvar efter genomförande av pålningsarbeten i förorenad mark. Fröberg/Lundholm Advokatbyrå. Stockholm 2017-12-22

1. INLEDNING

Vid installation av pålar eller spont genom förorenad mark finns en risk att föroreningar sprids. Den som bidrar till spridningen kan bli ansvarig för denna, med efterbehandlingsansvar som följd. Den faktiska risken för spridning är svår att bedöma eftersom frågan är komplex. För att kunna bedöma och värdera risken i varje enskilt projekt behöver följande frågor besvaras:

- Hur ser risken för föroreningsspridning ut för olika typer av föroreningar?
- Vilka risker är förenade med olika pålningsstekniker?
- Hur stor är risken för faktisk spridning av föroreningar vid pålning i förorenad mark beroende på typen av förorening?
- Vilka eventuella konsekvenser skulle en spridning komma att få i det aktuella området?
- Hur ser kunskapsläget ut avseende spridningsrisk av föroreningar genom lågpermeabla jordlager vid installation av pålar?
- Vem är ansvarig för eventuell spridning?
- Har entreprenadformen betydelse för ansvarsfrågan?
- Vilka arbetsmiljörisker är förknippade med pålning i förorenad mark?

Rapporten syftar till att klargöra kunskapsläget kring risk- och ansvarsfrågan vid pålning och spontning genom förorenad mark. En litteraturstudie över nationella och internationella projekt som genomförts gällande spridning av föroreningar i samband med pålning och spontning ingår i rapporten.

Arbetet med rapporten har genomförts i form av litteraturstudier samt sammanställning av erfarenheter från projekt. En viktig del i arbetet har varit en arbetsgrupp bestående av Malin Norin, Jesper Grandin, Lars Nilsson, Anders Bergström, Karin Hermansson, Sofie Ahlbäck Björck, Ellen Samuelsson, Viktoria Wiking från NCC och Peter Alheid Hercules. Två workshops har genomförts med en bred referensgrupp. I denna har Hercules, Peab, Skanska, Derome, Miljöförvaltningen i Göteborg, Advokatbyrå Fröberg-Lundholm och NCC medverkat. Där har en rad frågeställningar gått igenom och möjliga lösningar, som hör till hantering av pålning och spontning i förorenad mark, har diskuterats.

Parallellt med detta projekt har även Statens geotekniska institut (SGI) genomfört en litteraturstudie av internationell litteratur om pålning i förorenade områden (SGI 2019). Syftet med SGI:s rapport är att, genom att sammanfatta befintlig kunskap, ge ett underlag för riskbedömning och identifiera kunskapsluckor gällande pålning i förorenade områden. Rapporten riktar sig mot målgrupper som arbetar med pålning och/eller förorenad mark. SGI:s rapport kommer att publiceras under våren 2019. Arbetet med båda dessa rapporter har utförts i nära samarbete mellan arbetsgruppen för detta projekt och SGI.

1.1. Bakgrund

Omvandling av industrimark till bostadsområden och utvidgningar av industriområden medför ofta att pålning och/eller spontning behöver utföras. Även om föroreningarna bedömts utgöra en acceptabel risk avseende påverkan på människors hälsa och omgivande miljö där de ligger kan pålning och/eller spontning genom föroreningarna medföra att nya spridningsvägar skapas. Riskerna med pålning och spontning i ett förorenat område beror på typ av förorening, val av grundläggningsmetodik, förutsättningar i mark och grundvatten samt vilka skyddsobjekt som finns, i varje enskilt projekt.

Byggbranschen tar stora finansiella resurser i anspråk och branschen står för en stor del av samhällets påverkan på omgivning och miljö. Härav följer också ett stort ansvar för branschen att försöka driva hållbara projekt, och att hållbarhet får genomsyra bedömningar och beslut. År 2015

tog FN:s generalförsamling fram 17 Globala mål för hållbar utveckling: Agenda 2030. Syftet med målen är att fram till 2030 uppnå en socialt, miljömässigt och ekonomiskt hållbar utveckling världen över. Pålning genom förorenad mark kan potentiellt kopplas till 6 av de 17 målen: Hälsa och välbefinnande, Rent vatten och sanitet, Hållbar industriinnovationer och infrastruktur, Hållbara städer och samhällen, Hållbar konsumtion och produktion samt Hav och marina resurser.

1.2. Syfte och mål

Syftet med rapporten är att vägleda såväl beställare och entreprenörer som tillsynsmyndigheter vid bedömning av risken för förorenings-spridning vid installation av pålar och spont i förorenad mark genom att belysa kunskapsläget. Fokus har lagts på spridningsrisk och ansvarsfördelning mellan de olika aktörerna i en entreprenad: beställare, entreprenör, underentreprenör.

Rapporten redovisar även fallstudier där problematik kring pålning/spontning i förorenad mark förelegat.

1.3. Avgränsningar

Rapporten sammanställer befintlig kunskap i syfte att vägleda såväl beställare och entreprenör som tillsynsmyndighet vid bedömning av risk för spridning av förorening i varje specifikt projekt. Rapporten avser inte utforma generella råd avseende bedömning av spridningsrisk då entreprenadspecifika faktorer såsom marktyp, förorenings art och skyddsobjekt gör varje entreprenad unik. Rapporten fokuserar på pålning och spontning som sker genom ett förorenat marklager och vidare genom en lågpermeabel jordart.

2. METODIK

Metodiken som tillämpats för att klargöra kunskapsläget kring risk- och ansvarsfrågan vid pålning och spontning genom förorenad mark innefattar följande 4 steg; workshop, litteratursökning, ansvarsutredning och fallstudier (figur 1.1). Resultaten från dessa delar har bearbetats och sammanställts i föreliggande rapport.



Figur 1.1. Schematisk bild över tillämpad metodik för att nå syftet med föreliggande projekt.

2.1. Workshops

Vid två tillfällen har referensgruppen, det vill säga personer med olika specialistkunskaper inom berörda ämnesområden, samlats för att diskutera aktörernas inställning till problematiken kring pålning/spontning genom förorenad mark och risker kopplade till detta. Den första workshopen hölls den 18 januari 2018 och har legat till grund för det fortsatta arbetet. Under denna workshop diskuterades bland annat risker med pålning genom en förorening och vilket kunskapsunderlag som skulle behövas för att kunna avfärda eventuella risker, se bilaga 2. Den 16 januari 2019 hölls den andra workshopen där deltagarna fick ge synpunkter på de sammanställda riskerna, utförda bedömningar av föroreningsscenario och föreslagna åtgärdsförslag. De hade också möjlighet att skicka in synpunkter på utkastet till rapporten. I bilaga 3 återfinns en deltagarlista för de båda träffarna.

2.2. Litteraturstudie

En litteraturstudie har utförts över det befintliga kunskapsläget och i kapitel 3 – 9 har relevant litteratur inom respektive ämnesområde sammanställts. Litteraturstudien grundar sig på information som dels framtagits inom föreliggande projekt och dels resultat från en litteraturstudie av internationell litteratur om pålning i förorenade områden (SGI 2019).

2.3. Ansvarsfördelning

Den potentiellt miljörättsliga ansvarsfördelningen i enighet med Miljöbalken (1998:808) (kap 9) har utretts av Fröberg & Lundholm advokatbyrå (2017). Rapporten finns presenterad i sin helhet i bilaga 4.

2.4. Fallstudier

Fallstudierna består av fem genomförda svenska projekt där det har funnits en problemställning kring pålning i förorenad mark. I kapitlet om fallstudier beskrivs bland annat vilka risker som har identifierats och resultatet av utförd åtgärd i respektive fallstudie (se kapitel 10 samt bilaga 1). I samband med arbetet med fallstudierna har nyckelpersoner med kunskap och erfarenhet av respektive projekt kontaktats och intervjuats via mejl och telefonsamtal.

3. LAGAR OCH ANDRA KRAV

Vid arbete som innefattar pålning och spontning inom förorenade områden så är det lagar och andra krav att förhålla sig till. I detta kapitel lyfts relevanta delar inom miljöbalken fram, det beskrivs hur område med förorenad mark klassificeras och hur riktvärden tillämpas. Vidare lyfts regelverk för arbetsmiljö och standarder för pålning.

3.1. Miljöbalken

3.1.1. Allmänna hänsynsregler

Enligt de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalkens andra kapitel ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet vidta de skyddsåtgärder och den försiktighet som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Grundläggande är den s k Bevisbörderegeln (1 §), som innebär att det ankommer på den som bedriver en verksamhet att visa att verksamheten kan bedrivas på ett miljömässigt godtagbart sätt i förhållande till övriga hänsynsregler i kapitlet. De hänsynsregler som i övrigt bedöms som relevanta i samband med pålning och spontning i förorenad mark är följande:

- (2 §); *Krav på kunskap* – Utövaren ska skaffa sig relevant kunskap om sin verksamhet och hur den påverkar människors hälsa och miljön.
- (3 §); *Bästa möjliga teknik och krav på försiktighetsmått* – Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte skall bästa möjliga teknik användas.
- (7 §); *Rimlighetsavvägning* – De allmänna hänsynsreglerna gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. En avvägning ska göras med särskilt beaktande av risken för miljöpåverkan, nyttan av skyddsåtgärder och kostnaderna för åtgärderna.
- (8 §); *Ansvar för skadad miljö* – Den som bedriver eller har bedrivit en verksamhet eller vidtagit en åtgärd som medfört skada eller olägenhet för miljön ansvarar till dess skadan eller olägenheten har upphört.

3.1.2. Skyddsvärda områden (kap. 7)

Vissa områden kan anses vara speciellt skyddsvärda, såsom vattenskyddsområden, med betydelse för nuvarande eller framtida vattenförsörjning eller sjöar och vattendrag med betydelse för biologisk mångfald i ett naturreservat. Skydden av dessa områden regleras av befintlig lagstiftning och lokala vattenskyddsföreskrifter. Av Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2003:16) om vattenskyddsområden (till 7 kap. 21, 22 och 25 §§ miljöbalken) framgår att det ”För pålning, spontning och underjordsarbete bör föreskrivas om krav på tillstånd i primär och sekundär skyddszon för en grundvattentäkt och i primär skyddszon för en ytvattentäkt.” Via Naturvårdsverkets kartverktyg Skyddad Natur ([VicNatur](#)) finns vattenskyddsområden med tillhörande föreskrifter tillgängliga.

3.1.3. Miljöfarlig verksamhet (kap. 9)

Miljöfarlig verksamhet är all användning av mark, byggnader eller anläggningar som kan ge upphov till utsläpp till mark eller vatten eller medföra andra störningar för människors hälsa eller miljön. Vad som är miljöfarlig verksamhet definieras i 9 kap. 1 § miljöbalken. Miljöfarlig verksamhet delas in i A-, B-, C- eller så kallad U-verksamhet beroende på verksamhetens omfattning och miljöpåverkan enligt Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899). Miljöfarlig verksamhet som inte klassas som A-, B- eller C-verksamhet,

d.v.s. U-verksamhet behöver inte förprövas eller anmälas. Tillsynsmyndigheten (kommunens miljö- och hälsoskyddsmyndighet eller länsstyrelsen) kan dock när som helst kräva åtgärder eller utredningar om det behövs av miljö- eller hälsoskyddsskäl.

3.1.4. Verksamheter som orsakar miljöskador (kap. 10)

Enligt miljöbalkens tionde kapitel är den som bedriver eller har bedrivit en verksamhet eller vidtagit en åtgärd som har bidragit till en föroreningsskada eller allvarlig miljöskada (verksamhetsutövaren) ansvarig för avhjälpande av skadan. Med föroreningsskada avses här en miljöskada som genom förorening av ett mark- eller vattenområde, grundvatten, en byggnad eller en anläggning kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

En avhjälpande åtgärd (även kallad efterbehandlingsåtgärd) med anledning av en föroreningsskada ska enligt 28 § förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd anmälas till tillsynsmyndigheten om åtgärden kan medföra ökad spridning eller exponering av föroreningar och när denna risk inte bedöms som ringa. Anmälan ska göras av den som ansvarar för den avhjälpande åtgärden. Om tillsynsmyndigheten bedömer att efterbehandlingsåtgärderna kan leda till betydande skada eller olägenhet, kan myndigheten förelägga verksamhetsutövaren att söka tillstånd för verksamheten. Tillståndsprövningen sker hos länsstyrelsen.

3.1.5. Egenkontroll

En verksamhetsutövare ska enligt miljöbalken fortlöpande planera och kontrollera en verksamhet om den kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller påverka miljön, i syfte att motverka eller förebygga sådana verkningar. Verksamhetsutövaren ska även genom egna undersökningar eller på annat sätt hålla sig underrättad om verksamhetens eller åtgärdens påverkan på miljön utan att myndigheterna påtalar det. Dessutom ska den som bedriver sådan verksamhet lämna förslag till kontrollprogram eller förbättrande åtgärder till tillsynsmyndigheten, om tillsynsmyndigheten begär det.

3.2. Förorenad mark

3.2.1. Metodik för inventering av förorenad mark (MIFO)

MIFO, som står för Metodik för Inventering av Förorenade Områden, är Naturvårdsverkets metodik för att på ett enhetligt sätt inventera, undersöka och prioritera förorenade områden. Metodiken finns beskriven i Naturvårdsverkets rapport 4918. Enligt metodiken indelas objekt i fyra riskklasser enligt;

Riskklass 1 – Mycket stor risk

Riskklass 2 – Stor risk

Riskklass 3 – Måttlig risk

Riskklass 4 – Liten risk

Dessa klasser utgör grunden för arbetet runt om i landet med att kartlägga omfattningen av markföroreningar. Genom riskklassningen kan man få fram en prioriteringsordning när det gäller finansiering av saneringsinsatser. Inventeringen är ett arbete som tidigare bedrivits i projektform både kommunalt och på länsstyrelserna. Mycket av arbetet har gått ut på att göra industrihistoriska inventeringar genom sökning i olika arkiv och handlingar samt genom intervjuer med människor som arbetat eller på annat sätt har kunskap om företag och verksamheter. En stor del av arbetet utgörs av generella riskklassning utifrån Naturvårdsverkets Branschkartläggning. Samtliga inventerade objekt finns samlade i Länsstyrelsernas databas för förorenade områden, den s.k. MIFO-databasen, ut vilken man via Länsstyrelsen kan begära utdrag. På Länsstyrelsernas externa karttjänst WebbGIS

(<http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>) återfinns samtliga identifierade MIFO-objekt tillsammans med en kortfattad information. Här kan man alltså se huruvida ett område är klassat som ett förorenat område eller ej.

Även övrigt arbete med att planera för åtgärder inom ett förorenat område bör föregås av en inventering. Enligt Naturvårdsverkets vägledningar delas inventeringsarbetet upp i två olika faser. Arbetet inleds med arkivsökning och framtagning av bakgrundsinformation, FAS 1. Denna fas utgör grunden för att bedöma om det finns behov för fördjupade undersökningar. I FAS 2 görs sedan faktiska undersökningar med syfte att utgöra underlag för bedömning av föroreningsnivåer och spridningsförutsättningar. Hur omfattande undersökningar som görs beror bland annat på områdets förutsättningar, såsom geologi och hydrologi samt hur homogen förorenings-spridningen är.

3.2.2. Riktvärden

År 2009 publicerade Naturvårdsverket en modell för att ta fram riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverkets rapport 5976) samt en vägledning för riskbedömning av förorenade områden (Naturvårdsverkets rapport 5977). Riktvärden är ett av flera verktyg i en riskbedömning, då en bedömning görs av vilka föroreningsnivåer som utgör en acceptabel risk för människors hälsa och miljö i ett specifikt område. De generella riktvärdena beaktar fyra olika typer av skyddsobjekt: människor som vistas i området, markmiljön inom området, grundvatten samt ytvatten. Riktvärdena tar också hänsyn till att grundvatten och ytvatten skyddas mot påverkan på grund av spridning. En viktig del när man tar fram riktvärden är den markanvändning som förväntas på området. Markanvändningen styr de aktiviteter som förekommer och därmed vilka grupper som anses kunna exponeras och i vilken omfattning detta kan ske. Genom modellen har Naturvårdsverket beräknat generella riktvärden för bedömning av förorenad mark för två olika typer av markanvändning där exponeringsvägar och exponerade grupper samt skyddsvärdet för miljön varierar. De två typerna av generell markanvändning är:

- Känslig markanvändning (KM), såsom bostadsområden
- Mindre känslig markanvändning (MKM), såsom kontors- och industriområden

För KM gäller att markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning och de flesta markekosystem samt att grundvatten och ytvatten skyddas. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid. För MKM gäller att markkvaliteten begränsar val av markanvändningen. Marken kan exempelvis utnyttjas för kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området under sin yrkesverksamma tid samt barn och äldre som vistas på området tillfälligt.

Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark anger en nivå som ger skydd mot hälso- och miljöeffekter vid flertalet förorenade områden i Sverige, dock inte samtliga. För fall där de generella riktvärden inte är lämpliga att använda (d.v.s. då förutsättningarna på platsen avviker från antagandena i modellen) kan platsspecifika riktvärden tas fram. Dessa tar hänsyn till de förhållanden som råder i det aktuella området.

3.3. Arbetsmiljö

Förebyggande arbete är en förutsättning för en säker arbetsmiljö under byggskedet. Det kräver kunskap om rådande lagstiftning och regler för bygg- och anläggningsarbeten. Arbetsgivarens ansvar regleras i arbetsmiljöverkets föreskrifter Systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1). Sveriges Byggindustriers gjort en sammanställning av de arbetsmiljöregler som gäller för bygg- och anläggningsverksamhet i boken Arbetsmiljöregler. Exempel på andra skrifter, referensverk

och bestämmelser är AMA, Eurokod samt Allmänna bestämmelser som AB, ABT och ABK (Lundström, et al., 2015).

I arbetsmiljöföreskrifterna som rör byggnads- och anläggningsarbete (Arbetsmiljöverket, 2014, sida 10) anges bland annat att:

”17 § Den som driver verksamhet på byggarbetsplatsen ska till byggarbetsmiljösamordnaren enligt 7 b § arbetsmiljölagen lämna uppgift om de risker som kan uppstå på grund av denna verksamhet. Alla som är verksamma på byggarbetsplatsen ska följa de ordnings- och skyddsregler som denne byggarbetsmiljösamordnare utfärdar och delta i byggarbetsplatsens arbetsmiljöarbete (AFS 2008:16)”.

I samband med arbete i förorenade områden kan det finnas flera arbetsmiljörisker. Arbetsmiljöverkets bok *Marksanering - om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden (H359)* ger hjälp och vägledning för att åstadkomma en säkrare arbetsmiljö. Den beskriver vilka risker som är förknippade med marksanering och hur man kan minska dessa.

I samband med att man drar upp sponter eller pålar, kan det förekomma arbetsmiljörelaterade risker och risk för spridning av förorening om sponten har suttit i förorenade massor. I dessa fall behöver sponten rensas manuellt från eventuella massor som därefter tas omhand på miljömässigt korrekt sätt. Eventuellt spolvatten tas omhand som farligt avfall om det inte kan visas att vattnet inte innehåller föroreningar. Även vid installation av borrade pålar i förorenad mark uppkommer förorenade överskottsmassor på markytan som behöver beaktas. Personal som kommer i kontakt med dessa massor ska vara utrustade med erforderlig typ av skyddsutrustning.

3.4. Standard för pålning

Enligt standarderna för pålning, SS-EN 12699:2015 och SS-EN 14199:2015, ska verksamheten ha kunskap om och ta hänsyn till förekomst, utbredning, djup och typ av markförorening eller avfall som kan påverka överskottsmassor som ska tas omhand. Av ovan nämnda standarder framgår inte hur hänsyn ska tas till föroreningar som det pålas genom.

4. PÅLNING

Pålning (pålgrundläggning) används i samband med byggnad av hus, vägar, järnvägar, broar och andra anläggningsarbeten för att överföra last från ovanliggande konstruktion förbi lösa jordlager ned till bärkraftiga jordar eller berg.

Pålar kan klassificeras på flera olika sätt t.ex. utifrån vilket material de är tillverkade av (betong, stål, trä), efter utförandemetod (slagna, borrade, grävda, etc.), tillverkningsförfarande (gjutna in situ i jorden, till skillnad mot fabriksstillverkade) och efter omgivningspåverkan (massundanträngande eller mindre massundanträngande) (SGI, 1993).

Nedan beskrivs olika pålningsmetoder/typer av pålar uppdelat utifrån deras omgivningspåverkan.

4.1. Slagna pålar (massundanträngande)

Installation av massundanträngande pålar kan medföra hävning, sidoförskjutning, vibrationer och portrycksökningar. Denna påverkan kan minskas med olika åtgärder exempelvis augerborrning (skruvborrning för att ta bort jord motsvarande del av pålens volym) eller proppdragning (plocka upp jordvolym motsvarande del av pålens volym) (Hercules Grundläggning, 2015). Till de massundanträngande påltyperna hör förtillverkade slagna betongpålar och slagna stålrörspålar med spets.

4.2. Borrade pålar (mindre massundanträngande)

Borrning är i allmänhet en säkrare och mer skonsam metod vad gäller omgivningspåverkan än slagna stålrörspålar. Borrade pålar är inte på samma sätt massundanträngande som slagna pålar, eftersom de installeras genom borrning istället för slagning. Det finns en mängd system med borrutrustning, med drivningen vid pålspetsen (sänkborrhämmare) eller uppe vid markytan (topphämmare), några drivs med luft andra med vatten. En nackdel speciellt med luft som drivmedium, är att uppspolning av betydligt större jordvolym än den som motsvarar rörvolymen kan uppkomma i finkornig jord under grundvattenytan. Borrade stålrörspålar utförs i Sverige normalt med dimensioner inom intervallet 115 till 800 mm (ytterdiameter). Rören borrar ned till bärkraftigt berg (Bredenberg, et al., 2010).

4.2.1. Grävda pålar

Grävpålar är platsgjutna betongpålar som tillverkas genom att gräva eller borra hål i marken som sedan fylls med betong eller armerad betong. Användningen av grävpålar har i Sverige varit begränsad (Shiltagh, 2010). Grävpålar utfördes mer på 60-70 talet men har utförts i mindre skala under de senaste 30-40 åren. Tack vare tillverkningsättet kan grävpålar utföras med olika dimensioner, allt från stora pålar som är några meter i diameter med djup upp till hundra meter, till små och korta sådana. Tekniken är skonsam mot omgivningen med låga bullernivåer och markvibrationer. De kan även ta upp stora vertikala och horisontella laster. Metoden räknas som mindre massundanträngande.

4.3. Spont

Spontning används som stöd och som markstabilisator för vissa byggnadskonstruktioner. Olika typer av spont används beroende på ändamål. Tätspont kallas den traditionella typen av stålspont som hakar i varandra så att vatten eller jord inte kan tränga igenom. Dessa installeras genom slagning eller vibrering ner till erforderligt djup. Spont kan även installeras som trä- eller plastspont, eller som en blandning av olika material, t.ex. i en så kallad Berlinerspont med vertikala ståndare av stålbalkar/rör och mellan dem vägg av trä, stålplåt eller betong. Det förekommer även borrade rörspont, som är en spont bestående av stålrör försedda med spontlås.

5. FÖRORENINGAR I MARK

Ett förorenat område kan utgöra en risk för människors hälsa och miljön via exponering och spridning. Hur exponering och spridning sker beror på vilken typ av förorening som återfinns i det aktuella området, men även på förutsättningar såsom jordart, grundvattenströmning och markens hydrauliska konduktivitet.

För att kunna utföra en riskbedömning och sätta in rätt typ av åtgärder vid pålning och spontning i förorenad mark krävs därför kunskap om föroreningssituationen på plats. Det kräver en bedömning och karaktärisering av vilken typ av ämnen som förekommer och i vilka halter. Information om detta kan exempelvis tas fram genom provtagning och kemisk analys av jord och grundvatten. För att bedöma risken för spridning och exponering krävs även kunskap om ämnenas egenskaper.

Ett ämnes egenskaper kan påverka dess spridningsmönster vid arbeten i förorenad mark. Det finns ett flertal egenskaper som kan vara betydelsefulla, till exempel löslighet i vatten och benägenhet att övergå i ångfas (flyktighet). Vid bedömningen kan det vara viktigt att ta hänsyn till variationer inom en ämnesgrupp. Detta gäller exempelvis polycykliska aromatiska kolväten, även benämnda PAH:er, där lättare PAH:er generellt är mer vattenlösliga och flyktiga jämfört med tyngre PAH:er (Kemakta Konsult AB och Institutet för Miljömedicin, 2017).

5.1. Vattenlösliga föreningar

En egenskap som kan påverka ämnens beteenden i marken och spridningsrisken är deras löslighet i vatten. Föreningar med hög vattenlöslighet kan spridas från föroreningskällan via till exempel grundvatten. En förening med hög löslighet i vatten följer i vissa fall grundvattnets strömningsriktning och i vissa fall finns det risk för spridning av föroreningar långt från föroreningskällan. Ett exempel på det är MTBE (metyl-tert-butyleter), som i vissa fall har påträffats långt från föroreningskällan (Nilsson, et al., 2005). Andra exempel på ämnen som har hög löslighet i vatten är salter, vissa pesticider och vissa typer av kemikalier såsom svavelsyra (Naturvårdsverket, 2009a). Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark kan vara ett hjälpmedel för att bedöma löslighet hos ett ämne. Där anges vilka ämnen som ofta förekommer löst i grundvatten och att det därför kan vara viktigt att ta prov på grundvattnet och analysera dessa ämnen, om ämnena har påträffats eller förväntas förekomma inom ett område (Naturvårdsverket, 2009b).

5.2. Föreningar i fri fas

Två typer av mindre vattenlösliga ämnesgrupper är LNAPL och DNAPL (light non-aqueous phase liquid respektive dense non-aqueous phase liquid). Både LNAPL och DNAPL har högre respektive lägre densitet jämfört med vatten och lösligheten i vatten varierar inom ämnesgrupperna. Inom båda ämnesgrupper kan det finnas föreningar med högre löslighet i vatten. Vid förekomst av LNAPL eller DNAPL kan det förekomma en föroreningsplym i grundvattnet, utöver den fraktion av ämnesgrupperna som förekommer i fri fas ovanpå respektive under grundvattenytan (Kueper, et al., 2003; Newell, et al., 1995).

LNAPL har lägre densitet än vatten och kan i fri fas sprida sig ovanpå grundvattenytan. LNAPL inkluderar ofta petroleumprodukter, som exempelvis diesel eller bensin (Naturvårdsverket, 2009a). I vissa sammanhang klassas också BTEX som en LNAPL trots att ämnena har en viss löslighet (Newell, et al., 1995).

DNAPL har högre densitet än vatten vilket innebär att dessa ämnen ofta förekommer under grundvattenytan i fri fas. Dessa kan sjunka ner genom marken tills de når tätande skikt i form

av jordlager eller sprickfattigt berg (Naturvårdsverket, 2009a). DNAPL inkluderar vanligen ämnen såsom kreosot, koltjära, PCB-oljor och klorerade lösningsmedel. I vissa fall har även kvicksilver och vissa typer av råolja klassificerats som DNAPL (Kueper, et al., 2003).

Vid provtagning av vätskor som föreningar i fri fas är det viktigt att tänka på att spridningen kan ske tredimensionellt. Spridningen kan ske både horisontellt och vertikalt, vilket kan påverka vilken strategi som är lämplig för en eventuell provtagning (Naturvårdsverket, 2009a).

5.3. Partikelbundna föreningar

Vissa ämnen kan ha en benägenhet att binda till jordpartiklar vilket kan minska deras mobilitet och spridning. Exempel på ämnen med en benägenhet att binda till jordpartiklar är vissa metaller, men också vissa tunga organiska ämnen som dioxiner (Naturvårdsverket, 2009a). Det finns ett antal faktorer som kan påverka ett ämnes mobilisering och transport i marken. För metaller påverkas mobilisering och transport bland annat av adsorption och metallernas förekomstform (speciering). Dessa faktorer påverkas i sin tur av markens pH- och redoxförhållanden, eftersom pH-värdet påverkar metallernas laddning och redoxförhållandena påverkar metallernas speciering. Detta gäller till exempel metaller som arsenik, och kvicksilver, och andra ämnen som till exempel svavel (Naturvårdsverket, 2006).

Spridning och exponering av partikelbundna ämnen kan dock öka vid till exempel damning (Naturvårdsverket, 2005). En viss spridning kan även ske via transport på kolloider i strömmande vatten där kolloiderna vanligtvis består av lermineral eller organiskt material, eller via transport på löst organiskt material så kallat DOC (dissolved organic carbon) (Naturvårdsverket, 2006).

5.4. Flyktiga föreningar

Vissa ämnen kan vara mer eller mindre flyktiga och spridas från mark till luft. Denna egenskap kan leda till påverkan på dels utomhusluften och arbetssituationen på plats, dels inomhusluften i byggnader. Det innebär att det kan finnas behov att undersöka markluften eller inomhusluften om dessa typer av ämnen förekommer i jordprover. Exempel på ämnen med denna egenskap är vissa typer av klorerade lösningsmedel, BTEX eller kvicksilver i gasform. Ämnen med denna egenskap (förekomst i ångfas) listas i Naturvårdsverkets rapport. (Naturvårdsverket, 2009b). För till exempel ämnesgrupperna DNAPL och LNAPL kan vissa av föreningar också spridas i form av ånga. (Kueper, et al., 2003; Newell, et al., 1995).

Eftersom vissa flyktiga föreningar också kan ha en viss vattenlöslighet innebär det att dessa kan spridas med exempelvis grundvattnet och påträffas på andra platser än det ursprungligt förorenade källområdet, till exempel nedströms källområdet eller på en annan plats i markprofilen. Detta kan leda till en kontinuerlig tillförsel från källområdet och därför bör i vissa fall även grundvattnet undersökas (Naturvårdsverket, 2009b).

6. FYSISKA FÖRUTSÄTTNINGAR I MARK OCH GRUNDEVATTEN

6.1. Markens sammansättning

Transport av föroreningar från markytan ner till underliggande jordlager och till grundvattnet, sker normalt via infiltration och perkolation av regnvatten. Markens uppbyggnad har stor betydelse för förutsättningarna för en förorening att spridas eller, omvänt, hindras att spridas. Markens sammansättning varierar och man delar in olika typer av mineraljordar i jordarter utefter kornstorleksfördelning. Vanligen består en jordart av flera kornfraktioner (ler, silt, sand, grus, sten eller block). Jordens förmåga att släppa igenom eller hålla kvar vatten och föroreningar beror i första hand på kornens storlek och hur tätt de är naturligt lagrade i ett jordlager eller packade i en fyllning. Generellt kan sägas att ju mindre korn desto sämre genomsläpplighet (permeabilitet) (SGI, 2018).

Lera består ofta till större delen av vatten, i Göteborg typiskt 60–70 viktsprocent. Jordpartiklarna som definieras som lera är mycket små, $<2 \mu\text{m}$. Lera har en stor förmåga att hålla vatten och vattenströmning genom lera går därför mycket långsamt (storleksordningen $<0,5 \text{ m/år}$). I motsats till lera släpper sand och grus (friktionsjordarter) lätt igenom vatten och torkar snabbt.

I områden med finsediment bildas vanligen en torrskorpa i det översta marklagret där grundvattnet fluktuerar i nivå och som sedan senaste istiden påverkats av tjäle och växtlighet. Detta innebär att ett nätverk av sprickor, synliga och mikroskopiska, har bildats. Infiltration och perkolation av regnvatten genom torrskorpan sker huvudsakligen genom torrskorpans sprickor. Dessa sprickor kan fungera som transportvägar för föroreningar (Nilsson, et al., 2005). I områden med fyllnadsmaterial kan torrskorpan återfinnas mycket djupare än i naturliga jordprofiler. I lera kan rottrådar från vass och annan växtlighet utgöra spridningsvägar i en annars impermeabel jordart.

Jordartsbestämningar innebär att man tar reda på vilken textur (kornstorleksfördelning) och mullhalt jorden har. Kornstorleken för en jordart och dess fördelning bestäms vanligen med hjälp av siktning för grövre fraktioner och sedimentationsanalys för finare fraktioner.

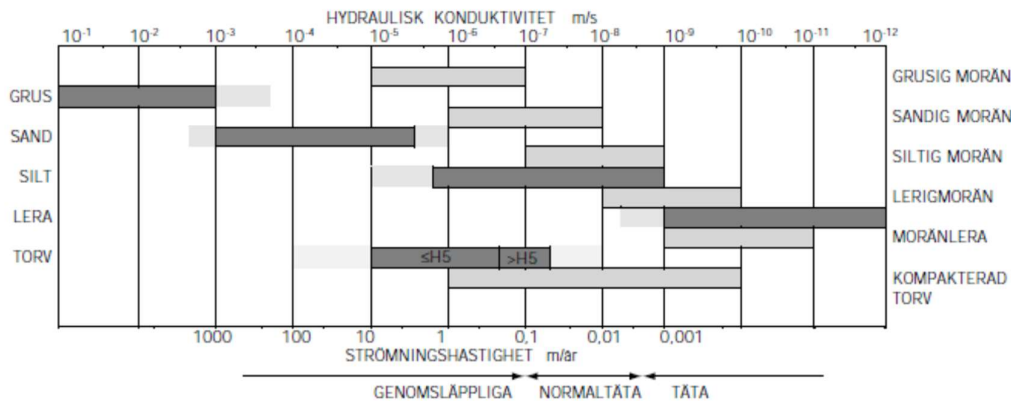


Figur 6.1. Schakt i relativt tät siltig morän, med periodvis inläckage av ytligt grundvatten vid släntfoten.

6.2. Hydraulisk konduktivitet

En förorenings benägenhet att spridas beror till stor del på förutsättningarna i marken, till exempel på den hydrauliska konduktiviteten, där föroreningen förekommer. Den hydrauliska konduktiviteten är proportionalitetsfaktorn mellan grundvattnets bruttohastighet och tryckgradienten, enligt Darcys lag. För studier av till exempel vattenlösliga ämnens transport i grundvattnet och för beräkning av flödessträckor beräknas vattnets nettohastighet genom att dela bruttohastigheten med den effektiva porositeten (Carlsson & Gustafsson, 1991). Den hydrauliska konduktiviteten är beroende av vätskans egenskaper till exempel viskositeten. Permeabiliteten är oberoende av vätskans egenskaper.

Genomsläppligheten (permeabiliteten) beror på jordens porositet, som i sin tur beror på jordens sammansättning av olika kornstorlekar och hur jorden är packad. När en förorening väl har nått grundvattnet kan den spridas vidare till andra områden via grundvattenflödet. Grundvattnets flödes hastighet beror på jordens förmåga att leda vatten (hydraulisk konduktivitet), grundvattenytans lutning eller tryckskillnad mellan olika akvifärer (gradient) och jordens effektiva porositet (det vill säga den del av porerna som är tillgänglig för vätsketransport). Den hydrauliska konduktiviteten varierar beroende på jordart, till exempel varierar den hydrauliska konduktiviteten för sand mellan ca 10^{-6} – 10^{-3} m/s, för silt mellan ca 10^{-9} – 10^{-5} m/s, för lera ca 10^{12} – 10^{-8} m/s, se figur 6.2. Variationen beror på heterogeniteten och lagringstäthet. Generellt blir förorenings spridningen snabbare ju högre flödes hastigheten är. Normalt sker föroreningstransporten långsammare än grundvattnets flödes hastighet. Detta beror på en rad olika processer, som till exempel utspädningseffekter, fastläggning till partiklar och organiskt material, kemisk omvandling och biologisk nedbrytning. Ofta sammanställs dessa faktorer i vad som kallas retardation (fördröjning).



Figur 6.2. Hydraulisk konduktivitet och strömningshastighet för olika jordarter (Naturvårdsverket, 1999). Strömningshastigheten för en lerjord är i storleksordningen <1 cm per år.

Även kemisk omvandling som till exempel biologisk nedbrytning beror på markens egenskaper. Andra förutsättningar i marken såsom temperatur, vatten- och syrehalt, växtlighet, pH, och markens biologiska och kemiska sammansättning påverkar spridningen av en förorening. I vilken mån de olika faktorerna påverkar spridningen beror på förorenings egenskaper.

6.3. Gradienter

I marken är olika gradienter, såsom hydrauliska och kemiska gradienter, drivkrafter för spridning. Den hydrauliska gradienten kan beskrivas som skillnaden mellan grundvattnets lutning eller en tryckskillnad mellan olika akvifärer. Den kemiska gradienten syftar på en koncentrationsgradient vilken kan användas för att beskriva diffusion, det vill säga hur spridning sker från en plats med högre koncentration till ett område med lägre koncentration.

Situationer som man bör beakta speciellt med koppling till gradient är:

- Ökad risk för föroreningsspridning via tillförsel av vatten från undre magasin när trycknivån i det undre magasinet ligger över det förorenade.
- Installation av pålar med tryckluftsdreven borrning kan resultera i ökad syresättning i marken och även medföra en ökad risk för föroreningsspridning i undre magasin och ytligt berg.

7. BEDÖMNING AV RISKER MED PÅLNING I FÖRORENAD MARK

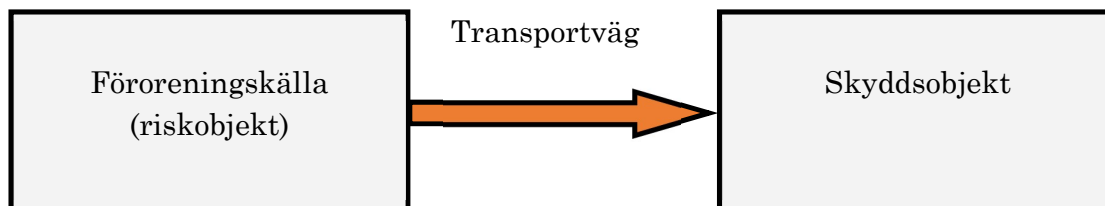
Syftet med detta avsnitt är att vägleda såväl beställare och entreprenörer som tillsynsmyndighet vid bedömning av spridningsrisken i varje specifikt projekt. Diskussion utgår från följande förutsättningar:

- ett övre förorenat marklager
- ett underliggande impermeabelt eller lågpermeabelt lager
- avsikten är att påla ner genom båda lagren och eventuellt vidare ner i ett mer permeabelt lager
- pålen går igenom minst en grundvattenyta
- ej deponi med lågpermeabelt ytskikt

Ett antal potentiella mekanismer för spridning av föroreningar i samband med nyttjande av pålar eller spont har identifierats och hanteras mer utförligt senare i avsnittet:

- Spridning i pålen eller del av pålens tvärsnitt
- Spridning längs pålens mantelyta i jordmaterial som störts vid installation av pålen
- Förflyttning av förorenad mark i samband med installation av pålar eller spont
- Spridning via rottrådar
- Gasfas in i byggnad

Risk för spridning av föroreningar vid grundläggningsarbeten uppstår när dessa arbeten skapar en transportväg för föroreningar från källan. Parametrar som pålningsmetod och föroreningstyp påverkar vilka transportvägar som kan skapas respektive vilka transportvägar som är viktiga att beakta. Olika ämnesgrupper kan ha olika benägenhet att spridas med olika typer av transportvägar. Även konsekvensen av spridning av olika ämnesgrupper kan variera beroende på ämnesgrupp eftersom vissa ämnesgrupper exempelvis är mer toxiska, persistenta och/eller bioackumulerande. Alltså kan såväl konsekvenserna som sannolikheten för spridning av föroreningar behöva beaktas vid grundläggningsarbeten inom förorenade områden. Figur 7.1 visar hur en förorening kan spridas till ett skyddsobjekt via en nyöppnad transportväg som kan uppstå till exempel vid grundläggningsarbeten. Naturvårdsverket (2009b) har i sina generella riktvärden beaktat fyra olika typer av skyddsobjekt: människor som vistas i området, markmiljön inom området, grundvatten samt ytvatten. Se avsnitt 3.2.2 för mer information. Denna transportväg, i kombination med eventuella föroreningars karaktär, innebär en risk för att föroreningar sprids vid grundläggningsarbeten.



Figur 7.1 Baserat på figurer av SGI (SGI, 2019).

7.1. Spridning i pålen eller del av pålens tvärsnitt

I det fall pålmaterialet är mer permeabelt än de kringliggande jordlagren skulle pålarna kunna innebära en transportväg och därmed en ökad spridningsrisk. Frågeställningen är relevant främst i täta jordar med låg permeabilitet, där pålarna teoretiskt skulle kunna fungera som vertikala dräner genom ett relativt tätt jordlager.

Pålar tillverkas normalt av stål eller betong, speciellt om de används för att föra last genom ett löst lerlager ner till fasta, underliggande jordlager (spetsburna pålar). Träpålar förekommer, men oftast i grundläggningar där pålarna inte slås till fast botten utan pålarnas bärförmåga uppnås av kohesion mellan påle och jord (mantelburna pålar) och alltså oftast inte penetrerar leran ner till underliggande jordlager med högre permeabilitet.

Stål är i sammanhanget att betrakta som tät. Risken för läckage i stålpålar skulle kunna ligga i hur täta skarvarna är, var skarvarna sitter relativt akvifererna och föroreningarna, samt om pålen fylls med till exempel betong eller lämnas öppen. I de fall ovanstående risker skulle existera i praktiken kan de med enkla medel elimineras.

Betong anges med ett vattencementtal (vct) som är kvoten av mängden vatten i kg och mängden cement i kg. Ett vct på 0,5-0,6 har permeabilitetskoefficient i storleksordningen $10^{-11} - 10^{-10}$ m/s (Ljungkrantz C., 1994). Betongpålar gjuts med vct $\sim 0,45$ (Hercules Grundläggning, 2015). Lågt vct resulterar generellt i lägre permeabilitet även om parametrar som till exempel ballasttyp kan ha stor inverkan. Betongpålar har alltså permeabilitetskoefficient i samma storleksordning som lera och bör alltså inte kunna medföra någon risk för ökat flöde/drän i ett tät lerlager.

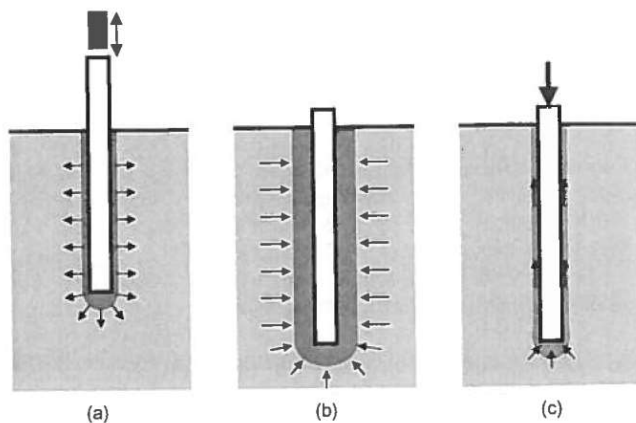
Litteratur om permeabiliteten i trä är fokuserad på fuktupptagning (mögel och röta), och inte på vattenströmning. Trä har också större spridning av egenskaper mellan till exempel olika pålar än stål och betong. Från laboratorieförsök gällande vattenströmning i träpålar (Klaassen, 2008) konstateras att strömningen *radiellt* är mycket liten, i storleksordningen 1/100 av strömningen *längs* fiberriktningen (pålens längdriktning). Författaren drar slutsatsen att varierande grundvattentryck i jordlager som pålen passerar har liten betydelse för vattenflödet inuti pålen. För träpålar spelar det endast roll om tryckgradienten mellan pålelementens ändtytor kan resultera i en strömning.

Laboratorieförsök har även utförts av Hayman, et al. (1993) för att studera spridning av DNAPL i och längs modellpålar av stål och trä i lera. Författarna konstaterar att för en stålpåle blir gränssnittet mellan en stålpåle och lera tät, men för träpålar uppmäts ett pågående läckage även då försöket avslutas (ca 24 dygn). Om läckaget sker i eller längs träpålen är osagt.

Sammanfattningsvis kan konstateras att läckage i pålen med risk för spridning av föroreningar genom ett lerlager kan vara aktuell för träpålar, men sannolikt inte för stål och betongpålar.

7.2. Spridning i jordmaterial längs pålens mantelyta

Vid slagning av en påle sker en kraftig omlagring av jorden kring pålspetsen, se Figur 7.2 kohesionsjord (lera/silt) sker detta genom en plasticering av leran och vid friktionsjordar (sand/grus) genom påverkan av lagringstäthet närmast pålen. Detta leder till att pålen kort efter installationstillfället har en nedsatt vidhäftning mot jorden. Detta skulle kunna leda till otätheter mot pålen vilket skulle kunna utgöra teoretiska transportvägar. Denna effekt bedöms dock vara kortvarig och vidhäftningen, och därmed tätheten mot pålen, ökar efter en kort tid då den omrörda lerans mikrostruktur återskapas (Randolph, 2003). Eftersom pålen inte sjunker fritt finns det ständigt vidhäftning mellan påle och lera, om än i reducerad omfattning. Den hydrauliska konduktiviteten i leran längs pålen bedöms inte försämrats (så att det ökar permeabiliteten) i samband med störningen från pålinstallationen.



Figur 7.2. Vid installation av en slagen påle sker en kraftig omlagring av lerans struktur och ökning av portryck (a), därefter återgår jorden till nya jämvikter, leran konsoliderar (b) och hållfasthet återskapas (c) (Randolph, 2003).

Det vertikala jordtrycket ökar mot djupet i alla jordar. Detsamma gäller det horisontella jordtrycket, även om förhållandet mellan dem, jordtryckscoefficienten, skiljer sig mellan olika jordar. I lös lera rasar en slant redan efter någon meters lermåktighet. Detsamma gäller i jorden kring en påle. I lera kollapsar (hastigt) ett öppet borrhål då djupet överskrider $z_{kritisk} = 0,4$ till $0,6 * \tau_{fu}$, där τ_{fu} är lerans odränerade hållfasthet (Hintze, et al., 1997). Spridningen är kopplad till lerans skjuvmodul. Liknande samband finns i litteraturen, exempelvis i (Satyamurthy, et al., 2008). Med antagandet att lerans hållfasthet är 10 kPa blir $z_{kritisk}$ mellan 3 till 6 m. Med viss tidsfördröjning kommer även håll grundare än dessa att slå igen på grund av skjuvning och krypning. Detsamma gäller även i lera med högre hållfasthet. I samband med pålningsarbeten förekommer ibland proppdragning/augerborrning som åtgärd för att minska omgivningspåverkan i form av sidorörelser och hävningar. Ur spridningssynpunkt genom ett lågpermeabelt jordlager bör dessa åtgärder undvikas.

Vid spontarbeten ingår det oftast att sponten dras efter avslutat arbete. Detta bedöms inte utgöra någon utökad risk, dels eftersom spontens tvärsnitt är långsmalt och arbetet ofta utförs med vibro, vilka innebär att det skapade tomrummet efter sponten kollapsar. Det täta lerlagrets måktighet bör ej understiga 5 m, enligt resultat från forskning utförd i Japan.

I lera samverkar pålens mantelyta med pålen till att föra över last, eller att utsätta pålen för negativ mantelfriktion. Pålens funktion (som svävande kohesionspåle) bevisar att det finns starka vidhäftningskrafter som håller pålen på plats trots stora belastningar. Trots den kraftiga störningen av leran som uppkommer vid installationen finns även i det skedet vidhäftningskrafter mellan lera och pålens mantelytor (pålen sjunker inte fritt mot djupet). (Kamon, et al., 2005) väljer att göra bedömningen att lera med överkonsolideringsgrad (OCR) $\leq 1,5$ vid konsolidering sluter tätt mellan en påle och lera.

Forskningsförsök avseende pålning genom deponifyllningar vilande på täta lerlager har redovisats från Japan (Katsumi, et al., 2009). På laboratorium har man undersökt vattenströmningen mellan lera och en cylinder av stål. Prover installerades med ett glapp mellan stål och lera. Därefter belastades provet så att leran konsoliderade, innan vattenströmning mättes vid en hydraulisk gradient på 30. Den hydrauliska konduktiviteten utvärderades ur mätresultaten från försök med ett antal olika sorters leror och konstaterades variera mellan ca 10^{-10} och 10^{-8} m/s. I det japanska regelverket krävs att lera under en deponifyllning skall vara minst 5 m måktigt och ha hydraulisk konduktivitet lägre än 10^{-7} m/s. Författarna drar slutsatsen att installation av pålar genom lerlagret inte påverkar lerlagrets funktion som barriär.

Pålar kan också installeras genom borrhning eller grävning. Vid spontning förekommer även stag med motsvarande frågeställning. I det fall detta utförs genom att jordmaterial spolats bort med vatten- eller lufttryck, finns en risk att kanaler öppnas, speciellt i lager med friktionsjord.

I litteraturen finns även resultat från centrifugtester och spridning av föroreningar längs pålar i lera. I en centrifugtest kan man simulera långa tidsförlopp genom att utsätta ett prov för gravitation högre än den normala på jordytan. Genom skalningsregler går det att räkna om och skala upp geometrier, spänningar, flöden och tid m.m. och till exempel simulera hundra år på några timmar eller dagar. I en intressant rapport av Amatya, et al., (2005) har tester utförts i lera monterad med sand på både över och undersidan (provdiameter \varnothing 50 cm, 10 cm höjd på leran). Under centrifugeringen drevs pålar (\varnothing 10 mm) med öppen spets (mindre massundanträngande) ner genom leran och man tillförde en lösning med förhöjd kloridhalt för att spåra läckage genom leran. Leran och pålen centrifugerades därefter motsvarande 120 år, innan försöket avbröts och prover togs ut för kemisk analys inom olika positioner i leran. Proverna visade endast ytlig föroreningsspridning i leran, och det var inte heller någon skillnad mellan lera intill eller längre ifrån pålarna, d.v.s. pålarna medförde inte nya eller ökade läckagevägar genom leran. Resultaten ger också att det inte är någon uppenbar skillnad mellan en massundanträngande och en mindre massundanträngande påle vad gäller spridning längs med pålen.

Genom att välja pålar som inte penetrerar det täta jordlagret (kohesionspålar) minimeras risken för spridning orsakad av pålarna. Dock medför detta en betydande minskning av pålarnas bärförmåga vilket innebär att det krävs fler pålar, med risk för större omgivningspåverkan.

Hur spridning av föroreningar av typen DNAPL sker i lera, både i anslutning kring pålar och i områden utan pålar, är ett område där det fortfarande finns vissa kunskapsluckor. (Hayman, et al., 1993) genomförde laboratorieförsök med modellpålar av stål och trä och konstaterade att kontaktytan mellan stålpåle och lera blev lika tät som den omgivande leran, men däremot träpålen öppnade upp en läckageväg för DNAPL genom leran. I fallstudie 3, pålningsarbetena vid Sörmlands museum fanns risk för förekomst av klorerade lösningsmedel. Utifrån befintligt underlag bedömde SGI, i enlighet med det korttidsstöd som de gav i den frågan, att spridning av klorerade lösningsmedel kan bli betydande i vertikalled i täta, homogena jordlager. Där beskrevs att det fanns risk för att föroreningen skulle tryckas ned till djupare nivåer om föroreningens läge inte var säkerställt, vilket skulle kunna leda till fortsatt spridning på eller i berget. Dessutom ansågs inte lera vara helt tät mot klorerade lösningsmedel utan det finns risk att dessa ämnen successivt tränger djupare ned i täta lerlager (SGI, 2015).

Föroreningar riskerar att spridas genom borrhslam eller spolvatten vid pålning respektive spontning. Därför bör dessa omhändertas och handskas med på lämpligt sätt, eventuellt spolvatten kan omhändertas som farligt avfall om det inte kan bevisas att vattnet inte innehåller föroreningar. Dessa spridningsvägar kan påverka flera typer av föroreningar, ett exempel på föroreningar som kan spridas på detta sätt är vattenlösliga föroreningar som till exempel salter.

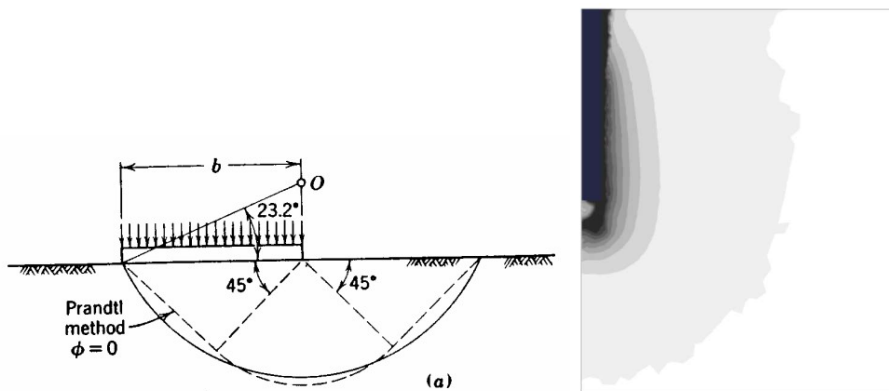
Sammanfattningvis kan konstateras att risken för spridning längs pålen är beroende av vilken typ av förorening som finns i området och vilka gradienter som finns för dessa att sprida sig. För vattenlösliga och partikelbundna föroreningar kan sägas att homogen lera med ≥ 5 m mäktighet och hydraulisk konduktivitet lägre än 10^{-7} m/s innebär marginell risk för spridning. Detta gäller för såväl massundanträngande som mindre massundanträngande pålar.

Proppdragning/augerborrning, som åtgärder för att minska omgivningspåverkan, utgör en onödig spridningsrisk och bör undvikas alternativt utredas.

7.3. Förflyttning av förorenat material

Vid slagning av en påle finns möjligheten att förorenat material förflyttas från ett jordlager till ett annat via pålspetsen, under förutsättning att det finns en ändyta på pålen där jorden skulle kunna fastna. Detta skulle kunna vara fallet med en slagen betongpåle eller en stålpåle med plan pålspets. Spridning av förorenat material genom vidhäftning via pålens sidor bedöms vara marginell eftersom brott-/glidyten vid slagningen ligger i eller mycket nära pålens mantelyta.

Förflyttning av förorenat jordmaterial skulle alltså kunna vara en spridningsrisk som uppkommer i samband med installation av pålen. Bärighetsbrottet under en plan styv yta bildas med brottyta enligt Figur 7.3. Under en pålspets är förutsättningarna annorlunda, men vid det odränerade brottet som uppkommer vid pålslagning i lera förflyttas jorden i en rörelse nedåt och åt sidan. Teoretiskt kan en kon bli kvar under pålspetsen, som en liten pyramid av jord. Denna jordvolym är ungefär $0,15D^3$ där D är pålens diameter. Förflyttning av förorenat material med pålen är en spridningsväg som potentiellt kan påverka många olika typer av föroreningar. Hayman, et al., (1993) konstaterade att det även kan förkomma spridning av DNAPL via jordmaterial i samband med installation av pålen, efter resultat från laboratorieförsök. Genom att välja en spetsig pålspets (motsvande konen (Boutwell, et al., 2004), t.ex. en vanlig bergssko) kan man minimera risken att jord transporteras via pålspetsen. Vid borrade pålar kan den teoretiska konen inte uppkomma eftersom pålspetsen roterar och stör jorden vid installationen.



Figur 7.3. T.v.: Brottyta enligt Prandtl (Fellenius, 1999). T.h.: Störningszonen kring en pålspets vid slagning. Figuren är axi-symmetrisk och visar halva pålen till vänster (Sivasithamparam, et al., 2014). Den kraftigt störda zonen närmst pålen har utbredningen ca $1-2 \cdot D$, där D är pålens diameter.

7.4. Rottrådar

En annan möjlig spridningsväg är via rottrådar som finns i marken. Till exempel, i lera kan rottrådar från vass och annan växtlighet utgöra spridningsvägar i en jord som annars kan anses vara impermeabel.

Rottrådar, liksom torrspäckor och frost, är exempel på makroporer som kan påverka en jords genomsläpplighet. Dessa förekommer ofta i den översta delen av, till exempel ett lerlager och kan göra så att jorden får högre genomsläpplighet i de översta metrarna jämfört med djupare jordlager. Det kan vara viktigt att tänka på exempelvis när mäktigheten anges för ett jordlager som antas att skydda exempelvis grundvattnet. Rottrådar kan påträffas ned till ett djup av ca 4 - 5 meter (Bovin, et al., 2015).

7.5. Gasfas

Spridning av föroreningar i gasfas från ett förorenat område är en potentiell risk som kan behöva beaktas. I vissa fall är det möjligt för föreningar i gasform att spridas från, och via, marken i ett förorenat område. Vissa flyktiga föreningar kan vara vattenlösliga och spridas med exempelvis grundvattnet, vilket kan leda till förekomst av flyktiga föreningar på andra platser än det ursprungligt förorenade källområdet (Naturvårdsverket, 2009b). Därför kan risk föreligga såväl inom ett förorenat källområde såsom till exempel nedströms ett källområde, se avsnitt 5.4 för mer information.

I vissa fall kan därför åtgärder behöva utföras som förhindrar inläckage av föreningar i gasfas till byggnader efter att grundförstärkning har utförts. Ett exempel på åtgärd är att ha en ventilationslösning som skapar ett övertryck i nedersta plan där människor stadigvarande kommer att vistas.

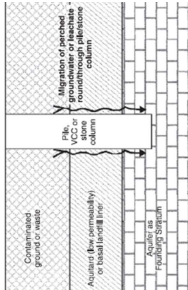
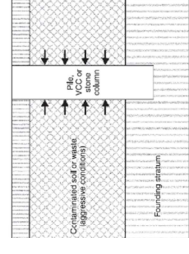
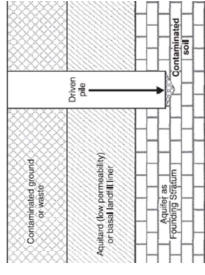
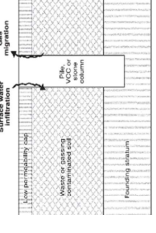
7.6. Sammanfattning

I tabell 7.1 nedan återfinns en sammanställning av de möjliga spridningsscenarier och riskbedömningar kopplade till dessa, som har identifierats i denna rapport. Syftet med tabellen är att tydliggöra när risk finns för att installation av pålar och spont skapar nya transportvägar för föroreningsspridning och en fördjupad riskbedömning krävs och när risken för ökad föroreningsspridning är så pass försumbar att en förenklad riskbedömning räcker. En förenklad riskbedömning utgör de överväganden och bedömningar av aspekter som tas upp i denna rapport. Resultat av en sådan förenklad riskbedömning bör dokumenteras som en del i projekteringen eller i byggprocessen. Efter tabell 7.1 återfinns en utökad beskrivning och motivering till de bedömningar som görs (Möjliga spridningsscenarier 1-4).

Bedömningar i tabellen görs under förutsättning att arbetet med installation av pålar/spont utförs med normal kvalitetsnivå och yrkesskicklighet samt erforderlig kvalitetssäkring och kvalitetskontroll.

Notera att risker såsom spridning av föroreningar från betong, cementbruk eller injekteringsbruk, liksom direktkontakt med förorenad jord eller lakvatten som orsakar degradering av pålmaterialet inte behandlas i denna rapport.

Tabell 7.1. Möjliga spridningsscenarier och risker kopplade till dessa vid olika föroreningsituationer och förutsättningar vid pålning och markarbeten.

Möjliga spridningsscenarier (figurer från (Westcott, Smith, & Lean, 2003))	Slagna pålar och spont (massundanträngande pålar)	Borrade och gravda pålar (mindre massundanträngande pålar)
<p>1 Skapandet av nya spridningsvägar genom pålning med stål eller betongpålar, genom ett >5m homogen lera med en hydraulisk konduktivitet $\leq 10^{-7}$ m/s), vilket orsakar förorening av grundvattnet i en underliggande akvifär</p>	 	<p>Vid förekomst av partikelbundna och vattenlösliga föroreningar bedöms risken för spridning som mycket liten och någon fördjupad riskbedömning behöver ej utföras.</p> <p>Vid förekomst av föroreningar i fri fas som är tyngre än vatten (t.ex. DNAPL, ftalater), om föroreningsituation är osäker eller vid förekomst av föroreningar där spridningsförutsättningarna är oklar (t.ex. PFAS) bör en fördjupad miljöteknisk riskbedömning utföras.</p> <p>Vid installation av pålar/spont inom vattenskyddsområden eller andra mer skyddsvärda akvifärer rekommenderas alltid att en mer fördjupad riskbedömning utförs.</p>
<p>2 Att driva ned fasta föroreningar genom en akvifär under pålningsarbetet</p>		<p>Risken för förorenings-spridning bedöms som mycket liten och någon fördjupad riskbedömning behöver normalt ej utföras.</p> <p>Vid installation av pålar/spont inom vattenskyddsområden eller andra mer skyddsvärda akvifärer rekommenderas alltid att en mer fördjupad riskbedömning utförs.</p>
<p>3 Skapandet av spridningsvägar som orsakar transport av förorenade ångor till ytan</p>		<p>Risken för förorenings-spridning bedöms som mycket liten och någon fördjupad riskbedömning behöver normalt ej utföras.</p> <p>För att minimera potentiella risker med spridning av föroreningar i gasfas till markytan utförs lämpligen byggtekniska åtgärder såsom system för gasuppsamling/ventilation och att membran som är ogenomträngliga för gas etc. installeras.</p>
<p>4 Direktkontakt med förorenade jordmassor som har tagits upp till ytan</p>	<p>Uppkomna förorenade massor bör beaktas ur masshantering- och arbetsmiljösynpunkt, och hanteras i enlighet med projektets riktlinjer.</p>	

Nedan presenteras utökade beskrivningar och motiveringar till de bedömningar som görs i tabell 1 (Möjliga spridningsscenarioer 1-4).

1. Spridning utmed pålar har i studier visat sig vara ytterst begränsad, se (Randolph, 2003) och (Kamon, et al., 2005) varför bedömningen görs att pålning normalt inte innebär att någon ny transportväg för föroreningar skapas. Drivkrafter i form av hydrauliska gradienter bedöms inte kunna orsaka någon ny transportväg och riskerna med pålning i ett förorenat område med partikelbundna och vattenlösliga föroreningar bedöms som mycket små. Detta gäller för såväl massundanträngande som mindre massundanträngande pålar. Bedömningen att ett 5 m mäktigt lager av homogen lera baseras på japanska forskningsförsök (Katsumi, et al., 2009) vilka lett fram till det japanska regelverket. Ett 5 meter mäktigt lerlager bedöms även ge marginal i de fall det förekommer rottrådar i marken, då rottrådar normalt påträffas ned till ett djup av ca 4 -5 meter (Bovin, et al., 2015). Vid föroreningsituationer där föroreningar i fri fas som är tyngre än vatten (t.ex. DNAPL, ftalater), om föroreningsituation är osäker eller vid förekomst av föroreningar där spridningsförutsättningarna är oklar (t.ex. PFAS) bedöms ett homogent lerlager inte medföra någon säker barriär varför en fördjupad miljöteknisk riskbedömning ändå behöver utföras. Vid installation av pålar/spont inom vattenskyddsområden eller andra mer skyddsvärda akvifärer rekommenderas alltid att en mer fördjupad riskbedömning utförs.

I områden mer inhomogena lerlager (<5 m) eller med obestämd jordlagerföljd rekommenderas att en fördjupad miljöteknisk riskbedömning och geotekniska undersökningar genomförs. Läckage genom en påle med risk för spridning av föroreningar genom ett lerlager kan vara aktuell för träpålar (Hayman, et al., 1993), men sannolikt inte för stål- och betongpålar, då stål bedöms som tät och betongpålar har en permeabilitetskoefficient i samma storleksordning som lera. För ytterligare information se avsnitt 7.2.

2. Vid pålning inom förorenat område rekommenderas alltid att pålar förses med konformad spets för att minimera potentiell spridning av föroreningar till en underliggande akvifär. Risken för spridning av föroreningar genom ett lågpermeabelt lager till en underliggande akvifär vid neddrivning av konformade pålar eller spont genom ett förorenat marklager har vid forskningsförsök visat sig vara mycket liten (Boutwell, et al., 2004). Vid installation av pålar utan konformade spetsar eller vid pålning ned till en akvifär som utgör vattentäkt eller till ett i övrigt skyddsvärt grundvatten rekommenderas alltid att en fördjupad miljöteknisk riskbedömning utförs även om riskerna för spridning fortfarande bedöms som mycket små. Beroende på de aktuella föroreningarnas toxicitet och haltnivåer kan eventuellt en modellering av spridningsriskerna utföras i syfte att bedöma den potentiella risken för påverkan. För ytterligare information se avsnitt 7.3.
3. Risken för förorenings-spridning av föroreningar i gasfas till markytan vid massundanträngande pålar (slagna pålar och spont) bedöms som mycket liten och någon fördjupad riskbedömning behöver ej utföras. Vid installation av borrhålor eller grävda pålar är risken mer osäker varför fördjupad riskbedömning rekommenderas och lämpligen installeras byggtkniska åtgärder såsom system för gasuppsamling/ventilation och membran som är ogenomträngliga för gas etc., i syfte att minimera potentiella risker med spridning av föroreningar i gasfas till markytan. För ytterligare information se avsnitt 7.5.
4. Uppkomna förorenade massor i samband med installation av borrhålor eller grävda pålar ska beaktas ur ett masshanterings- och arbetsmiljöperspektiv. Hanteringen av förorenade massor ur dessa perspektiv utförs i enlighet med det aktuella projektets riktlinjer.

7.7. Förslag på åtgärder

För att minimera riskerna med pålning och sponter i förorenade områden kan en rad olika åtgärdsförslag tillämpas. Genom att vidta åtgärder och förändra utförandet finns även möjlighet att behovet av ytterligare utredningar kan minska och därmed kan ledtiderna i projektet minska. Nedan ges förslag på åtgärder som kan vidtas kopplade till de möjliga föroreningsscenarioer som presenteras i tabell 1. Notera att givna förslag på åtgärder endast är förslag och att vid val av åtgärd ska denna anpassas till de specifika förutsättningarna i varje enskilt projekt.

Scenario 1

I de fall installation av pålar och sponter genom ett lågpermeabelt lager inte uppfyller de krav som nämns i scenario 1, d.v.s. exempelvis att lerans mäktighet är >5 m, att den hydraulisk konduktivitet $\leq 10^{-7}$ m/s, att man inte planerar att använda stål- eller betongpålar eller att man befinner sig inom ett område med en underliggande skyddsvärd akvifär, kan följande förslag på åtgärder medföra att riskerna för förorenings-spridning minskas:

- Använd en annan metod för pålning, till exempel att istället för träpålar använda stål- eller betongpålar
- Anpassa pålarna så att de inte når en akvifär eller att de penetrerar en så kallad akviklud.
- Schakta bort förorenad jord eller utför åtgärder som förhindrar föroreningar från att spridas på den plats där pålning kommer att utföras
- Sanera ytligt grundvatten innan pålningen utförs
- Sänk grundvattennivån för ytligt grundvatten, innan pålning utförs (för att ta bort den hydrauliska gradienten)

Scenario 2

I de fall installation av pålar innebär en risk för neddrivning av fasta föroreningar till en underliggande skyddsvärd akvifär kan följande förslag på åtgärder medföra att riskerna för förorenings-spridning minskas:

- Använd en annan metod för pålning/spontning, till exempel att konformade spetsar används.
- Anpassa pålarna så att de undviker att nå en akvifär eller att penetrera en så kallad akviklud.
- Sanera förorenad jord eller utför åtgärder som förhindrar föroreningar från att spridas på den plats där pålning kommer att utföras.

Scenario 3

I de fall installation av pålar och sponter riskerar att skapa spridningsvägar som orsakar transport av förorenade ångor till ytan kan följande förslag på åtgärder medföra att riskerna för förorenings-spridning minskas:

- Använd en annan metod för pålning/spontning.
- Genomför byggtekniska åtgärder såsom system för gasuppsamling/ventilation, membran som är ogenomträngliga för gas etc. under byggnaden.

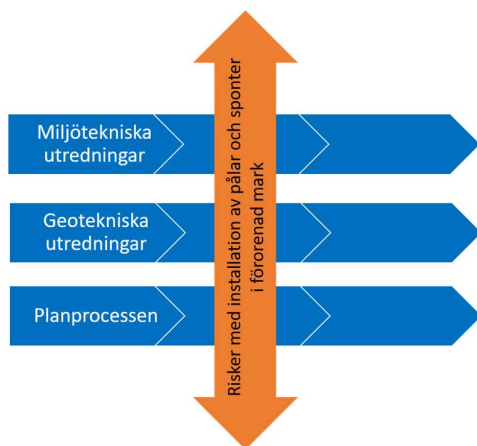
Scenario 4

För att minska risker vid direktkontakt med förorenade jordmassor och risker för förorenings-spridning från massor som har tagits upp till ytan kan följande förslag på åtgärder medföra att riskerna minskas:

- Använd en annan metod för pålning/spontning, t.ex. massundanträngande pålar istället för borrade pålar
- Sanera förorenad jord på den plats där pålning kommer att utföras.
- Upprätta lämpliga hälso- och säkerhetsrutiner samt rutiner för avfallshantering vid arbete med förorenad mark och för att hantera uppkomst av avfall

8. BESLUTSPROCESSER

För att frågan kring riskerna kopplade till pålning i förorenad mark ska kunna hanteras på ett konstruktivt sätt behöver den diskuteras i ett tidigt skede i projektet. Frågan behandlas idag i flera olika, ofta parallella processer, inte sällan utan koppling till varandra. Nedan beskrivs de processer där frågan om risker med pålning och spontning i förorenad mark bör hanteras: miljötekniska utredningar, geotekniska utredningar samt planprocessen. För att en effektiv och konstruktiv hantering av frågan ska bli möjlig behöver en samverkan mellan dessa processer uppnås, se figur 8.1. Processerna kan dock genomföras på olika sätt beroende på typ av projekt och det är därför inte självklart i vilket skede eller i vilket forum en samverkan ska genomföras.



Figur 8.1. Schematisk bild över de aktuella processer där frågan om risker med pålning i förorenad mark bör hanteras.

8.1. Miljötekniska utredningar

Miljötekniska undersökningar genomförs i syfte att utreda ett områdes föroreningsituation. Inledande undersökningar i form av inventering och översiktliga provtagningar görs ofta i ett tidigt skede, inför förvärv av en fastighet eller som en del av planprocessen. Efter att föroreningsituationen är klarlagd utförs en miljöteknisk riskbedömning där riskerna kopplade till den planerade markanvändningen utreds. Med en riskbedömning uppskattar man vilka risker som föroreningsituationen innebär, idag och i framtiden och hur mycket riskerna behöver minskas för att oacceptabla effekter inte ska uppstå. Riskbedömning är en del av utredningsprocessen som leder fram till val av efterbehandlingsåtgärd. I naturvårdsverkets vägledning (framförallt Rapport 5976, 5977 och 5978) finns beskrivningar av hela utredningsprocessen, från miljöteknisk provtagning och riskbedömning till val av efterbehandlingsåtgärd. Av Naturvårdsverkets rapport 5978 Att välja efterbehandlingsåtgärd framgår att man vid val av åtgärd för att minska riskerna kopplade till ett förorenat område kan behöva göra specifika anpassningar till exempel behov för en viss sorts grundläggning eller ett visst markunderlag, och behov av en sådan anpassning ska redovisas. Då de miljötekniska utredningarna ofta genomförs innan projektering av grundläggningen är slutförd beaktas sällan riskerna med förorenings spridning vid installation av pålar och sponter under arbetets gång.

8.2. Geotekniska utredningar

Det finns ett antal geotekniska handlingar som tas fram inför exploatering: MUR (Markteknisk undersökningsrapport), Projekterings-PM och Beskrivningstexten (AMA). En MUR redovisar de geotekniska förhållanden på platsen. Denna handling ingår i bygghandlingen och i denna rapport ingår resultatet från utförda undersökningar i fält och på laboratorium. Dess utformning sker i enighet med Eurokod. I Projekterings-PM ska en redovisning av hur pålningen har projekterats

finnas med. I de fall grundläggningen ännu inte är projekterad ska konsekvenserna vid olika påltekniker redovisas utifrån områdets geotekniska förutsättningar. Det är dock inte alltid denna information arbetas in i dokumentet. Projekterings-PM är oftast inte en del av förfrågningsunderlaget eller bygghandlingen. Denna redovisas till beställaren och delges vanligtvis inte entreprenören. Istället lämnas oftast endast MUR över. Beskrivningstexten (AMA) redovisar föreskrivna krav för utförandet i en utförandeentreprenad, inklusive mängdförteckning (Lundström, et al., 2015).

En riskbedömning avseende installationens omgivningspåverkan görs beroende på projekttyp och beställarens kunskap. En sådan riskbedömning utförs ofta av en oberoende konsult och omfattar normalt påverkan i form av vibrationer, buller, rörelser och sättningar i samband med installation av pålar och sponter. Frågan kring risken för förorenings-spridning hanteras idag normalt inte i denna process.

8.3. Planprocessen

Av 2 kap. 5 § Plan- och bygglagen (2010:900) framgår att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bland annat jord-, berg- och vattenförhållandena samt möjligheterna att förebygga vatten- och luftföroreningar. En del i denna bedömning är att uppmärksamma potentiellt förorenade områden och riskerna med ett sådant. Följaktligen bör även frågan om eventuella begränsningar i grundläggningsmetod kopplad till ett förorenat område hanteras i detaljplaneprocessen.

Ju tidigare i planprocessen riskerna kopplade till en markförorening uppmärksammas, desto mindre är risken att planarbetet drabbas av oförutsedda problem, som kraftig försening eller väsentlig fördröjning. Kunskap om konstaterat eller misstänkt förorenade områden bör därför lyftas in redan i översiktsplanen.

En antagen detaljplan ger fastighetsägaren rätt att utnyttja fastigheten på det sätt, och med de begränsningar, som planen anger. Det är av denna anledning mycket viktigt att kommunen i detaljplaneskedet säkerställer att både Plan- och bygglagen och Miljöbalkens krav är uppfyllda. Notera att förorenade områden oftast inte är beaktade i äldre detaljplaner. Plan- och bygglagen och Miljöbalken är parallella lagstiftningar, vilket betyder att ingen av lagarna står över den andra och att det som är tillåtet enligt den ena inte behöver vara tillåtet enligt den andra. Med stöd av Miljöbalken kan dock byggnation stoppas eller anpassas efter situationen.

9. ANSVARSFRÅGAN

Vid bedömning av förorenings-spridning blir frågan om ansvarsfördelning aktuell och kopplat till detta lyfts ett flertal frågeställningar:

- Är det markägaren, entreprenören, byggherren eller pålentreprenören (underentreprenören) som är ansvarig verksamhetsutövare när pålar drivs genom mark som är förorenad och risk för spridning föreligger?
- Inverkar entreprenadformen på ansvarsfördelningen?
- Kan ansvarsfördelningen formuleras i ett avtal mellan beställare och entreprenör?

I kapitlet nedan så beskrivs översiktligt den miljörättsliga ansvarsfördelningen samt att ansvarsfördelningen inom olika entreprenadformer beskrivs.

9.1. Miljörättslig ansvarsfördelning

Fröberg & Lundholm advokatbyrå (2017) har utrett den potentiellt miljörättsliga ansvarsfördelningen i enighet med Miljöbalken. Vid pålningsarbeten i förorenade områden som bidrar till spridning av föroreningar kan den exploatör som utför pålningsarbeten anses som en av de ansvariga verksamhetsutövarna och därmed göras ansvarig för undersökning och efterbehandling. Om inblandning av flera exploateringsföretag har orsakat en föroreningskada kommer samtliga att anses vara verksamhetsutövare (Berglund & Heimeryd, 2017).

För att bedöma vem som är verksamhetsutövare i en totalentreprenad respektive en utförandeentreprenad, enligt miljöbalken, bör bedömning ske utifrån det enskilda fallet. För en totalentreprenad finns skäl för en entreprenör att betraktas som verksamhetsutövare, även om beställaren skulle kunna anses ha kontroll över åtgärden eftersom beställaren har valt platsen där exploatering ska ske. För en utförandeentreprenad finns det skäl för entreprenören att argumentera för att denne inte har den så kallade faktiska och rättsliga kontrollen. Dock bör avgränsningen av den ansvariga verksamhetsutövaren invänta prövning av tillsynsmyndighet och eventuellt också en domstol. Det är möjligt att inför entreprenaden hantera frågan i avtal mellan parterna, såsom inom entreprenadavtalet (Berglund & Heimeryd, 2017). Se bilaga 4 för PM:et i sin helhet.

9.2. Entreprenadformer

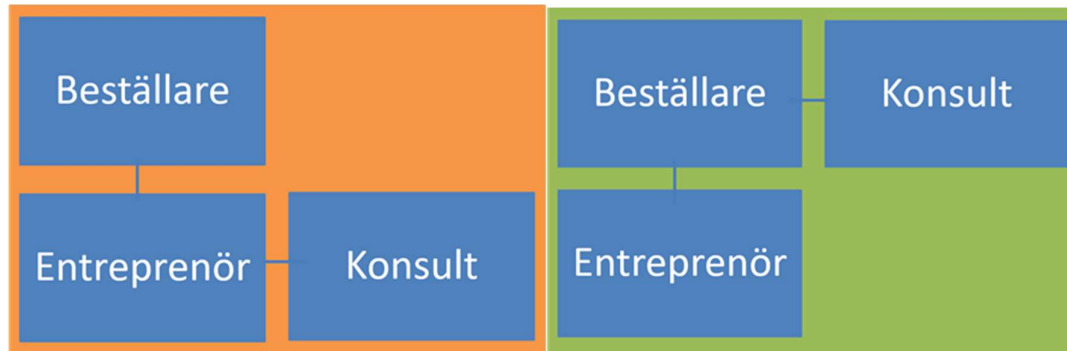
9.2.1 Totalentreprenad

I en totalentreprenad utför entreprenören projektering med stöd av sin konsult och tar fram en genomförbar lösning utifrån de geotekniska förhållandena på platsen och den efterfrågade slutliga konstruktionen. Vanligtvis upprättar entreprenörens konsult en PM-Geoteknik med stöd av MUR (Markteknisk undersökningsrapport). I Teknisk beskrivning redovisas förutsättningar som entreprenören ska ta hänsyn till vid dimensionering av temporära konstruktioner och schakter. Vid bristfälligt underlag bör kontakt tas med beställaren för att diskutera behovet av att utföra kompletterande utredning (Lundström, et al., 2015). ABT 06 är avsedd för totalentreprenader. I figur 7 återfinns en schematisk skiss över den organisatoriska uppdelningen.

9.2.2 Utförandeentreprenad

Entreprenören ansvarar för att utföra och färdigställa den redovisade konstruktionen i en utförandeentreprenad. Här ansvarar byggherren för att det förslag som redovisas i bygghandlingen är genomförbart också med avseende på arbetsmiljö. Inför utförandet tar entreprenören fram en arbetsberedning som beskriver det praktiska utförandet inklusive Hur bland annat arbetsmiljöfrågor samt omgivningspåverkan ska hanteras. Risker och kritiska

moment beskrivs. Det är normalt entreprenörens ansvar att utföra stödkonstruktioner med tillräcklig säkerhet, om dessa har föreskrivits i bygghandlingarna av byggherren (Lundström, et al., 2015). AB 04 är avsedd för utförandeentreprenader. I figur 9.1 återfinns en schematisk skiss över den organisatoriska uppdelningen.



Figur 9.1. Organisatorisk uppdelning vid totalentreprenad till vänster (orange) och organisatorisk uppdelning vid utförandeentreprenad till höger (grön).

10. SVENSKA FALLSTUDIER

Fem fallstudier har valts ut som exempel på hur pålning/spontning genom förorenad mark har hanterats i praktiken:

- Kvarteret Mode, Skövde, är ett exempel på hur problematik med pålning genom förorenat område har hanterats genom att bland annat göra en platsspecifik riskbedömning.
- Kvillebäcken lott N, Göteborg, visar hur pålning genom ett förorenat lerlager har hanterats under pågående saneringsschakt.
- Sörmlands museum, Nyköping, är ett exempel på hur pålningen har hanterats inom en fastighet där det fanns risk för förekomst av klorerade lösningsmedel.
- Sågverket, Ulricehamn, är ett exempel på hur provpålning genom förorenad mark har hanterats.
- Noatun, Uppsala, visar hur pålning genom förorenad mark inom vattenskyddsområde har hanterats av Uppsala Länsstyrelse.

I bilaga 1 har mer utförlig information om fallstudierna sammanställts.

10.1. Kvarteret Mode, Skövde

Inom fastigheten Skövde 4:305, kvarteret Mode, planerades pålning och byggnation av ett p-garage för bil och buss för Skövde kommun, inom en yta som vid tidpunkten användes som p-plats. Byggnationen av ett p-garage innebar att markyta skulle hårdgöras och att byggnaden skulle ventileras genom självventilation. Fastigheten har ett centralt läge i Skövde och avgränsar mot bland annat Västra stambanan och befintliga gator. Inom fastigheten fanns kända föroreningar i form av PAH:er och metaller som hade undersökts vid tidigare markmiljöundersökningar inom fastigheten.

- *Problemställning*

Problematiken bestod i en motsägelse mellan villkoren i kommunens beslut och de byggtekniska behoven. Miljönämnden i östra Skaraborg gav tillåtelse att exploatera under förutsättning att ingen pålning, grävning eller schaktning fick göras genom eller i det förorenade området (Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015a). När det fanns behov att påla genom föroreningen blev det under en period ett stillestånd i entreprenaden vilket innebar att projekttiden förlängdes.

- *Lösning*

Lösningen blev att en undersökning och utredning utfördes av NCC Teknik och Hållbar Utveckling (nuvarande NCC Teknik). NCC THU undersökte föroreningen på plats samt utredde den teoretiska spridningsbilden vid pålning i föroreningen och risk för transport av föroreningar längs pålarna och under pålarna (NCC THU, 2015b). Undersökningen visade att pålningen sannolikt inte skulle bidra till spridning av föroreningar, vilket ledde till att tillsynsmyndigheten ändrade sitt beslut och godkände planerad metod samt godkände att vissa av de förorenade massorna under p-garaget kunde lämnas kvar. Eftersom de förorenade massorna var enkla att identifiera, och förekom ytligt, skulle massor som grävdes och borrades upp eller flyttades på omhändertaras och inte återanvändas i fastigheten (Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015c).

10.2. Kvillebäcken lott N, Göteborg

Inom området Östra Kvillebäcken, Hisingen i Göteborg, skulle bostäder byggas inom ett flertal lotter där det tidigare funnits industriell verksamhet, och där föroreningar hade påträffats. Inom Lott N hade förhöjda halter av främst metaller och PAH:er upptäckts i fyllnadsmassorna, vilket bedömdes ha orsakats av den tidigare industriella aktiviteten och tillförsel av fyllnadsmassor

med okänt ursprung. Inom lotten fanns också nedgrävda tankar, vilka hade använts inom den tidigare verksamheten för förvaring av petroleumprodukter och lösningsmedel. Det var okänt hur omfattande påverkan som tankarna hade haft på sin omgivning. På grund av de påträffade föroreningarna behövdes saneringsschakt utföras inför den kommande byggnationen av bostäder.

- *Problemställning*

Inom fastigheten skedde pålning genom ett förorenat lerlager under pågående saneringsschakt. Initialt var planen att pålning skulle ske efter att saneringsåtgärderna var utförda eftersom den naturligt avlagrade leran generellt sett hade varit ren och opåverkad av förorening inom exploateringsområdet. Någon förorening i den naturligt avlagrade leran påvisades inte heller under den kompletterande undersökningen, som utfördes inför saneringen (NCC Teknik, 2016). Dock hade en större spridning än förväntat skett från tankarna till leran. Det innebar att pålning behövde ske innan saneringsåtgärderna var helt avslutade. Det bedömdes inte som möjligt att genomföra pålning efter avslutad saneringsschakt eftersom lerans bärighet var för låg för att genomföra pålning från den slutliga schaktbotten (NCC Teknik, 2016).

- *Lösning*

Området sanerades i två saneringsomgångar och mellan dessa saneringsomgångar utfördes pålning. Omgång 1 bestod av schakt av främst fyllnadsmassor, medan omgång 2 bestod av schakt av lera och kvarvarande betongfundament. I omgång 1 skedde också upptagning av tankar och schakt av lera i anslutning till dessa. Återfyllnad med stenmjöl skedde i schakten runt tankarna för att skapa en planbotten som pålar kunde slås genom. När en tank tillkallades en sugbil till platsen för att få bort innehållet i tankarna, därefter togs tankarna upp ur schakten och lera i anslutning till tankarna schaktades bort och schakten återfylldes med stenmjöl. Det fanns ingen invallning runt tankarna, utan dessa låg nedgrävda direkt i leran. Dessutom hade ett flertal tankar korroderat sönder, vilket bidrog till föroreningen av den omgivande leran (NCC Teknik, 2016).

I omgång 2 skedde schakt av lera för teknisk schakt, det vill säga till djupet för grundläggning inför den kommande byggnationen. Dessutom skedde också viss schakt av stenmjöl, rivning av kvarvarande betongfundament samt bottenprovtagning. Parallellt med schakt av lera skedde kompletterande provtagning av leran för att klassa leran mer detaljerat. Slutprovtagning skedde av leran, varav huvuddelen av proverna togs i de områden där tankarna hade påträffats (NCC Teknik, 2016).

En stor mängd fyllnadsmaterial och lera transporterades bort till godkänd mottagningsanläggning. Allt material med halter som översteg åtgärdsgränserna transporterades bort, vilket innebar att alla fyllnadsmassor inom fastigheten och även stora mängder lera transporterades bort. Inom saneringsschakten skedde även läsvattenhantering och kontroll. Pumpning genomfördes vid behov eftersom endast en relativt liten mängd nederbörd föll under saneringsschakten. När pålningen genomfördes var pumpningen i princip obefintlig (NCC Teknik, 2016).

10.3. Sörmlands museum, Nyköping

I kvarteret Spelshagen, i Nyköpings hamn, planerade Landstinget Sörmland att uppföra en ny museibyggning åt Sörmlands Museum. Det aktuella området var ett tidigare industriområde som skulle omvandlas till kultur- och bostadsbebyggelse. Inom fastigheten planerades pålning inför kommande byggnation och borrning för att installera en energibrunn för värmeuttag. Planen var att dessa arbeten skulle ske ned till bergytan, vilket var ca 30 – 40 meters djup under markytan. Inom fastigheten hade tidigare två mindre tri-tvättar bedrivits, vilket innebar att det fanns risk för att förorening i marken och grundvatten. När grundvattnet provtogs från grundvattenrör inom området detekterades klorerade lösningsmedel.

- *Problemställning*

Problematiken var att utreda och klargöra föroreningsituationen och om de planerade arbetena riskerade att leda till spridning av klorerade lösningsmedel. Det befintliga underlaget, som bestod av bland annat en riskbedömning avseende pålning och borrning för energibrunn samt ett projekterings-PM ansågs inte vara tillräckligt enligt SGI. Tack vare SGI:s ramavtal med Naturvårdsverket kunde SGI ge korttidsstöd åt länsstyrelser och kommuner i frågor rörande förorenad mark och efterbehandling. I Nyköpings kommun lämnade SGI synpunkter på underlaget på uppdrag av den lokala miljöenheten.

Enligt SGI saknade underlaget bland annat konceptuell modell för den tredimensionella föroreningsituationen (från markytan ned till berg) med eventuell källa och plym och en riskbedömning baserat på bland annat denna föroreningsutbredning (SGI, 2015).

Enligt SGI kunde spridningen av klorerade lösningsmedel bli betydande i vertikalled i täta, homogena, jordlager. Spridningen kunde också öka med ökande halter av klorerande lösningsmedel. Trots att leran skulle kunna sluta tät mot pålen efter installation fanns risk för att föroreningen skulle tryckas ned till djupare nivåer, om föroreningens läge inte var säkerställt. Risker för fortsatt spridning på, eller i berget, kunde då öka. Dessutom fanns risk för att lera inte skulle vara tät mot klorerade lösningsmedel, utan att dessa successivt kunde tränga djupare ned i täta lerlager. Därför rekommenderade SGI att mer underlag skulle tas fram innan beslut kunde tas om utförandemetod och eventuella säkerhetsåtgärder. (SGI, 2015).

- *Lösning*

Efter korttidsstödet tog miljöförvaltningen beslut om förbud mot pålning och borrning tills en reviderad riskbedömning avseende pålning och borrning för energibrunn inkom. Den reviderade riskbedömningen innehöll bland annat analysresultat från provtagning av grundvatten från fem nyinstallerade grundvattenrör inom fastigheten. Dessa rör skulle ingå i den egenkontroll som skulle utföras under tiden som grundläggningsarbetena skulle utföras (Fröberg Flerlage, 2015b). Efter att en reviderad riskbedömning hade lämnats in, gavs tillstånd att borra, med vissa försiktighetsåtgärder. Bland annat krävdes särskilt omhändertagande för förorenat material/borrslam. Dessutom skulle verksamhetsutövaren ta fram alternativ för omhändertagande av borrhvatten och meddela detta till miljöenheten innan borrarbetena påbörjades (Miljönämnden Nyköping Kommun, 2016).

10.4. Sågverk, Ulricehamn

Ett byggföretag skulle uppföra flerfamiljshus på fastigheten Bogesund 1:54 som ligger inom den sekundära skydds-zonen för Ulricehamns vattenskyddsområde. På grund av att ett flerfamiljshus skulle byggas inom fastigheten fanns det behov av att provpåla inom fastigheten. Fastigheten bestod av tidigare industrimark där det tidigare hade bedrivits sågverksamhet. Inom fastigheten hade föroreningar av dioxin och oljekolväten samt metaller och PAH:er påträffats. Därför planerades en sanering inom fastigheten till det generella riktvärdet för känslig markanvändning (KM).

- *Problemställning*

Fastigheten befann sig inom sekundär skydds-zon för Ulricehamns vattenskyddsområde, och angränsade till sjön Åsunden och dess avknoppning till Lekstaden (Blomstrand, 2015). Eftersom fastigheten förekom inom sekundär skydds-zon innebar det att pålning inte fick ske utan tillstånd av Miljö- och byggnämnden i Ulricehamns kommun (Ulricehamns kommun, 2012). Projektet ville provpåla inom fastigheten inför byggnationen av flerfamiljshus, innan saneringen var utförd men fick inte tillstånd att göra detta.

- *Lösning*

Först utfördes en sanering av mark, till generella riktvärdet för känslig markanvändning (KM), och därefter gavs tillstånd till att provpåla inom området. Tillstånd till provpålning (i tillståndet anges det som tillstånd till pålning) gavs eftersom det ansågs vara en förutsättning för att byggnation skulle kunna ske i samband med att efterbehandlingsåtgärder hade utförts inom fastigheten (Ulricehamns kommun, 2015). Efter sanering gjordes bedömningen att risken var marginell för att eventuella kvarvarande föroreningar skulle sprids till sjön Åsunden till följd av pålningsarbetet. Det ansågs vara troligare att föroreningar skulle förflytta sig mot områdets centrala delar än mot sjön. Dessutom hade föroreningarna framförallt förekommit i de utfyllda jordmassorna vilka underlagrades av naturligt lagrade jordar vars permeabilitet var låg till mycket låg (Carling, J. E, 2015).

Tillståndet för provpålning inkluderade vissa försiktighetsåtgärder som skulle följas vid arbetet på fastigheten. Där angavs att vattenskyddsföreskrifter skulle följas och att entreprenören skulle vara uppmärksam på föroreningar vid pålning. Påträffades föroreningar vid arbetena skulle dessa omhändertas och skickas till godkänd avfallsmottagare utan dröjsmål. Dessutom skulle pålningsarbetet ske på ett säkert sätt så att risk för läckage inte skulle ske i vertikal riktning. Om pålningsarbetet avbröts och inte skulle fortsättas så skulle hålet fyllas med rena och täta massor för att minimera den vertikala grundvattenströmningen. Endast renat, täta massor eller fogmassor fick användas för att återfylla hålet (Ulricehamns kommun, 2015).

10.5. Noatun, Uppsala

Det fanns behov av att påla för att anlägga kranfundament inom fastigheten Fjärdingen 32:1, i Uppsala. Dessa skulle möjliggöra lyft av. teknikutrustning till de övre våningarna vid ombyggnation av en befintlig byggnad. Anläggandet av kranfundament skulle dock innebära markarbeten inom inre skyddszon för vattenskyddsområdet och pålning genom förorenade massor.

En tidigare miljöteknisk markundersökning visade att fyllnadsmassorna inom fastigheten hade halter som överskred de platsspecifika riktvärdena för metaller, PAH:er och petroleumkolväten. Sanering av marken hade inte genomförts, och därför fick pålningen inte förhindra eller fördröja en framtida sanering av marken. För att möjliggöra pålning ansöktes om dispens från vattenskyddsföreskrifterna för markarbeten inom fastigheten.

- *Problemställning*

Problemet bestod dels av markarbeten inom den inre skyddszone för vattenskyddsområdet, dels av borrhning genom förorenat område. Arbetena utfördes inom den inre skyddszone för Uppsala grundvattentäkt. Dessutom fanns flera större uttagsbrunnar omkring 200 meter nedströms från området. Syftet med skyddsområdet var att förhindra verksamhet som kunde medföra risk för förorening av kommunens vattentäkt. Det innebar bland annat att kemikalier inte fick hanteras inom den inre skyddszone och markarbeten fick inte ske djupare än till tre meter över den högsta grundvattenytan inom den yttre skyddszone (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

Föroreningarna förekom i halter över framtagna platsspecifika riktvärdena, även om föroreningarna inte bedömdes vara mobila för de föreslagna åtgärderna. Enligt Länsstyrelsens bedömning var de underliggande marklagren mycket genomsläppliga och därför fanns risk för transport till vattentäkten vid en eventuell spridning av föroreningar. Det innebar att det Länsstyrelsen fann det nödvändigt att ställa mycket höga krav på genomförandet (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

- *Lösning*

Länstyrelsen gav dispens för att genomföra pålningsarbetena och anlägga kranfundamentet, med ett antal villkor. Till exempel fanns villkor gällande antalet pålar, pålmetod, framtagande av kontrollprogram och täckning av arbetsområde efter att arbetena hade avslutats. Genom att använda en särskild borrhmetod (Elemex) och begränsa antalet pålar ansågs risken minimeras för spridning av föroreningar. Vidare skulle grundvattenkvaliteten kontrolleras under byggtiden, nedströms arbetsområdet, genom antingen anläggandet av en mätbrunn alternativt användandet av en befintlig brunn. Denna kontroll skulle ske i samråd med Uppsala Vatten och Avfall AB och ett kontrollprogram skulle tas fram innan arbetena påbörjades. Efter att arbetena hade avslutats skulle risken för spridning minimeras genom att arbetsområdet täcktes med ett lämpligt tätskikt som hindrade vatten att perkolera genom massorna och föra med sig föroreningar vidare (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

10.6. Slutsatser från de svenska fallstudierna

I fallstudierna har hanteringen grundläggning inom ett förorenat område varierat beroende på bland annat aktuella skyddsobjekt, föroreningssituation och förutsättningar på platsen. Flera av fallen påvisar en brist i samordning mellan saneringsåtgärder och grundläggning. Genom att se markarbetena inom ett område som en helhet och samordna dessa innan igångsättandet kan utförandet oftast underlättas och effektiviseras. Fler av fallen visar även på behovet av att tydliggöra riskerna med pålning för att undvika stillestånd och på så sätt förlänga entreprenadtiden, med stora kostnader som följd.

Att söka och få tillstånd för grundläggningsarbeten inom förorenade områden kan vara en tidskrävande process, vilket måste beaktas i planeringen av ett projekt.

I ett av fallen belyses risken för att samtliga risker kopplade till ett förorenat område bedöms som små om föroreningshalterna i området underskrider de tillämpade riktvärdena. Viktigt att påtala är att pålning och spontning kan innebära en risk även om man tidigare har bedömt att saneringsåtgärder inte krävs till följd av riskerna med den planerade markanvändningen. Det kan mycket väl vara så att man i den miljötekniska riskbedömningen inte beaktat riskerna med installation av pålar och sponter. Beroende på när den miljötekniska riskbedömningen har utförts i förhållande till när grundläggningen projekteras har påverkat hur riskerna för föroreningsspridning har hanterats i ett projekt.

Några av fallstudierna ger exempel på att vissa åtgärder i samband med grundläggningsarbetena har minskat riskerna vid pålning i förorenade områden. Till exempel har ytor hårdgjorts eller täckts, vilket minskar infiltrationen inom ett område och risken för spridning av eventuella föroreningar. För de fall där tillstånd har behövt sökas inför grundläggningsarbeten inom en fastighet har det generellt funnits ett antal försiktighetsåtgärder som har behövt vidtas.

11. SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Inför installation av pålar och sponter i förorenad mark behöver en riskbedömning utföras avseende om nya transportvägar för föroreningar skapas vid den aktuella metoden. Vid en sådan riskbedömning bör aspekter såsom föroreningssituation, grundläggningsbehov, de fysiska förutsättningarna i mark och grundvatten samt förekomst av skyddsvärda områden beaktas.

Några slutsatser utifrån denna litteraturstudie sammanfattas nedan:

- I flera fall (se tabell 7.1) kan pålning och spontning i förorenad mark utföras utan risk för en ökad föroreningsspridning. Utifrån hänvisningar i litteratur bedöms läckaget i och längs en påle vara försumbart för stål och betongpålar i lera med mäktighet ≥ 5 m och hydraulisk konduktivitet $\leq 10^{-7}$ m/s (se kap. 7.2). För detta fall noteras ingen skillnad mellan massundanträngande och mindre massundanträngande pålar. Vid användande av träpålar bör en mer omfattande bedömning göras av riskerna.
- Vid slagna pålar genom förorenade jordlager och lera finns en risk att förorenat jordmaterial kan transporteras genom jordlagren till underliggande akvifär. Sannolikheten att jordmaterial sitter kvar på pålspetsen hela vägen ner till underliggande akvifär bedöms dock vara liten med tanke på den stora slagenergi som normalt används vid slagningen. En enkel åtgärd att minimera mängd jord vid pålspetsen är att välja en konisk pålspets som försvårar för jordmaterial att häfta vid.
- För att säkerställa att föroreningsspridning minimeras krävs kunskap om föroreningssituationen på plats. Förståelse för föroreningssituationen är en förutsättning för att kunna bedöma dess påverkan på arbetsmiljö vid pålning och spontning, spridningsrisker, eventuell påverkan på inomhusmiljön i planerade byggnader samt deras påverkan på skyddsvärda objekt. Vid förekomst av föroreningar i fri fas som är tyngre än vatten (t.ex. DNAPL, ftalater), om föroreningssituation är osäker eller vid förekomst av föroreningar där spridningsförutsättningarna är oklar (t.ex. PFAS) bör en fördjupad miljöteknisk riskbedömning utföras.
- Vid installation av pålar/spont inom vattenskyddsområden eller andra mer skyddsvärda akvifärer rekommenderas alltid att en mer fördjupad riskbedömning utförs.
- Det finns ett antal åtgärder som kan användas för att minska risken för föroreningsspridning vid pålning i förorenad mark. Exempelvis kan pålmetoden anpassas eller pålarna placeras så att spridningsförutsättningarna minskar. Genom att placera pålarna där de inte penetrerar en akviklud eller når en akvifär kan föroreningsspridning förhindras. Där så är möjligt, kan området saneras innan pålning utförs.
- För att minimera potentiella risker med spridning av föroreningar i gasfas till markytan utförs lämpligen en fördjupad miljöteknisk riskbedömning. Som en extra riskminimerande åtgärd kan även byggnadstekniska åtgärder till exempel att system för gasuppsamling/ventilation och att membran som är ogenomträngliga för gas installeras.
- Förorenade massor som tagits upp till markytan bör hanteras i enlighet med projektets riktlinjer. Det är också viktigt att minska risken för spridning av föroreningar genom exempelvis ett korrekt omhändertagande av eventuellt borrhslam och spolvatten.
- Arbetsmiljöfrågan behöver särskilt beaktas vid pålning och spontning i förorenad mark. Både genom framtagning av arbetsberedningar och användning av rätt skyddsutrustning.

Sammanfattningsvis är det viktigt att ta upp frågan om risker med pålning och spontning i förorenad mark tidigt i planeringen av ett projekt. Det finns annars risk för att processen, med till exempel kompletterande utredningar, behov av andra grundläggningsmetoder eller ansökan om tillstånd för arbetena, blir mycket tidskrävande vilket kan leda till förseningar i projektet.

Frågan behöver hanteras i såväl geotekniska som miljötekniska utredningar samt i planprocessen. Genom att hantera alla markfrågor som en helhet: markmiljö, pålning, schakt, anläggning etc. så kan missförstånd och stuprörsprocesser undvikas och projektet genomförs på ett effektivt sätt.

När byggbranschen tar stora finansiella resurser i anspråk och branschen står för en stor del av samhällets påverkan på omgivning och miljö följer ett stort ansvar för branschen att försöka driva hållbara projekt. Hållbarhet får genomsyra bedömningar och beslut. Genom att klargöra eventuell spridningsrisk vid installation av pålar och spont i förorenad mark i ett tidigt skede av processen ges förutsättningar för att skapa ett mer resurseffektivt och hållbart projekt. Detta förfarande stöds av de globala målen för en hållbar utveckling.

12. ORDLISTA

Adsorption	Adsorption är en process i marken som kan påverka ämnens mobilisering och transport. Det innebär att ett löst ämne fastnar på en yta i marken genom exempelvis jonbyte eller ytkomplexbildning, och är en pH-beroende process (Naturvårdsverket, 2006).
Akvifär	En geologisk formation med tillräcklig porositet och genomsläpplighet för att möjliggöra en betydande ström eller uttag av vatten.
Akviklud	Efter engelskans aquiclude, vilket är en geologisk formation som kan vara porös och ha förmågan att lagra vatten men där det inte är möjligt att göra betydande uttag av vatten. Denna typ av formation kan fungera som ett impermeabelt/lågpermeabelt lager i anslutning till en akvifär.
Augerborrning	Skruvborrning för att ta bort jord motsvarande del av pålens volym.
Berlinerspont	Berlinerspont är spont med vertikala ståndare av stålbalkar/rör och mellan dem vägg av trä, stålplåt eller betong.
Borråd rörspont	Borråd rörspont är en spont bestående av stålrör försedda med spontlås.
BTEX	Samlingsnamn för bensen, toluen, etylbensen och xylener
DNAPL	Förkortning för dense non-aqueous phase liquid, vilket är ämnen som är mindre lösliga i vatten och har högre densitet än vatten.
Effektiv porositet	Den effektiva porositeten beskriver den del av porerna som är tillgänglig för vätsketransport.
Efterbehandlingsåtgärd/ avhjälpande åtgärd	En avhjälpande åtgärd (även kallad efterbehandlingsåtgärd) är en åtgärds som utförs i syfte att minska eller eliminera föroreningar inom exempelvis en fastighet. Se kapitel 3.1.2. för mer information.
Elemex	Borrmetod med varumärket Elemex.
Eurokod	Dimensioneringsregler för bärverk till byggnader och anläggningar, som är gemensamma för hela Europa.
Fri fas	Fri fas innebär i det här sammanhanget att ett ämne kommer i sin ursprungsfas och inte har, till exempel, blivit löst i vatten.
Friktionsjord (sand/grus)	Friktionsjord är jord där hållfastheten främst beror på friktionskrafter mellan jordkornen och syftar i det här sammanhanget på jordar som består av sand eller grus.
Gradient	I denna rapport används gradient för att beskriva en skillnad mellan grundvattenytans lutning eller en tryckskillnad mellan olika akvifärer
Hydraulisk konduktivitet	Den hydrauliska konduktiviteten är proportionalitetsfaktorn mellan grundvattnets bruttohastighet och tryckgradienten, enligt Darcys lag. Den hydrauliska konduktiviteten är beroende av vätskans egenskaper t.ex. viskositeten och varierar beroende på jordart.

Impermeabelt	Att ett lager är impermeabelt innebär att lagret är ogenomträngligt
Kohesionsjord (lera/silt)	I kohesionsjord finns kohesion, utöver friktionskraften mellan partiklarna. Kohesionsjord syftar i det här sammanhanget på jordar som består av lera eller silt.
Kolloider	Kolloider kan definieras som mindre partiklar som rör sig fritt i mark- eller grundvattnet (Naturvårdsverket, 2006).
LNAPL	Förkortning för light non-aqueous phase liquid, vilket är ämnen som är mindre lösliga i vatten och har lägre densitet än vatten.
Mantelburna pålar	Pålar som inte slås till fast botten utan där deras bärförmåga uppnås av kohesion mellan påle och jord. De penetrerar alltså oftast inte leran ned till underliggande jordlager med högre permeabilitet.
Mantelyta (påle)	Pålens mantelyta syftar på pålens vertikala kontaktytor mot jorden, helt enkelt pålens sidoytor (men inte ändytorna uppåt och nedåt).
Massundanträngande och mindre massundanträngande	En klassifikation av pålar efter deras omgivningspåverkan. Exempel på massundanträngande pålar är förtillverkade slagna betongpålar och slagna stålrörspålar med spets. Exempel på mindre massundanträngande pålar är borrade stålrörspålar.
MTBE	Förkortning för metyltertbutyleter, vilket är en organisk förening som används som tillsats i bensin.
PAH	Förkortning för polycykliska aromatiska kolväten
Permeabilitet	Syftar i den här rapporten på en jords genomsläpplighet av vatten. Permeabiliteten är oberoende av vätskans egenskaper.
Porositet	Porositeten av en jord beskrivs av förhållandet mellan porvolymen och den totala volymen.
Proppdragning	Metod för att minska omgivningspåverkan i samband med pålning, t.ex. hävnings- eller horisontella rörelser. Ett alternativ till augerborrning. Dessa metoder innebär att man plockar upp jordvolym motsvarande del av pålarnas volym (max ner till 10-15 m djup).
Pålgrundläggning (pålning)	Pålning används i samband med anläggningsarbeten för att överföra last från ovanliggande konstruktion förbi lösa jordlager ned till bärkraftiga jordar eller berg.
Retardation	Fördröjning av föroreningstransport på grund av processer som exempelvis utspädningseffekter, fastläggning till partiklar och organiskt material, kemisk omvandling och biologisk nedbrytning.
Riskklassning	Markföroreningar inom landet har inventerats och riskklassats enligt MIFO på en skala 1-4. Se kapitel 3.2.1 för mer information.
Skyddsobjekt	Ett objekt eller ett område som anses vara extra skyddsvärt och som därför ska skyddas mot negativ påverkan. Kan till exempel vara människor som vistas i ett område, grundvatten, ytvatten eller markmiljö.
Speciering	Syftar i den här rapporten på fördelningen mellan metallernas förekomstformer, vilket visar på vilka former av metallerna som förekommer i mark- eller grundvattnet (Naturvårdsverket, 2006).

Spetsburna pålar	Pålar som används för att föra last genom ett löst lerlager ner till fasta underliggande jordlager.
Spont	Spontning används som stöd och som markstabilisator för vissa byggnadskonstruktioner. Olika typer av spont används beroende på ändamål.
Sänkborrhammare	Borrning där drivningen sker vid pålspetsen
Textur	Syftar i den här rapporten på kornstorleksfördelning.
Topphammare	Borrning där drivning sker uppe vid markytan.
Tätspont	Tätspont är en typ av stålspont som hakar i varandra så att vatten eller jord inte kan tränga igenom. Dessa installeras genom slagning eller vibrering ner till erforderligt djup.
Vattencementtal (vct)	Vattencementtal anger kvoten mellan mängden vatten (kg) och mängden cement (kg) hos betong.
Vattenskyddsområde	Vattenskyddsområden upprättas för att skydda dricksvattnet, för grundvatten- eller ytvattentäkter. Det finns olika föreskrifter som gäller för att skydda dessa täkter.
Verksamhetsutövare	Verksamhetsutövaren är den som har faktisk och rättslig kontroll över en verksamhet. Se kapitel 8.1 resp. bilaga 1 för mer information.
Överkonsolideringsgrad (OCR)	Kvoten mellan en jordvolymns förkonsolideringsspänning (s'_c) och dess aktuella spänningsnivå (s'_0) på plats i jordlagret. OCR kan ge en uppfattning om ett lerlagers sättningkänslighet.

13. LITTERATURFÖRTECKNING

- Amatya, B. L., Khan, M. R. A., Takemura, J. & Kusakabe, O., 2005. *Centrifuge Model Test on Ground Water Pollution due to Construction of Pile Foundations in a Waste disposal site*. Seoul, International Offshore and Polar Engineering Conference .
- Arbetsmiljöverket, 2014, sida 10. *Byggnads- och anläggningsarbete (AFS 1999:3)*, Stockholm: Arbetsmiljöverket .
- Berglund, M. & Heimeryd, O., 2017. *Promemoria - ansvar vid pålning i förorenad mark*, Stockholm: Fröberg& Lundholm Advokatbyrå.
- Blomstrand, S., 2014. *Problembeskrivning inkl. konceptuell modell. Bogesund 1:54, Ulricehamn kommun*, Göteborg: WSP.
- Blomstrand, S., 2015. *Slutrapport utförda saneringsåtgärder mark. Bogesund 1:54, Ulricehamn. Hökerum Bygg AB*, Göteborg: WSP.
- Boutwell, G. P., Nataraj, M. S. & McManis, K. L., 2004. PILE FOUNDATIONS - An Environmental Problem?. *Piledriver*, Fall 2004, pp. 21-30.
- Bovin, K., Vikberg, E. & Morén, I., 2015. *Tätande jordlager – en kunskapssammanställning. SGU-rapport 2015:32*, Uppsala: SGU.
- Bredenberg, H., Berglars, B., Rankka, W., Holmberg, G., Eronen, S., Jokiniemi, H., 2010. *Borrade stålrörspålar: Anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll*, Linköping: Pålkommisionen.
- Carling, J. E., 2015. *Slutrapport saneringsåtgärder mark Bogesund 1:54, Ulricehamn. Hökerum Bygg AB. BILAGA 7: Utlåtande spridningsrisk mot Åsunden, 2015-01-20.*, Göteborg: WSP.
- Carlsson, L. & Gustafsson, G., 1991. *Provpumpning som geohydrologisk undersökningsmetodik*. Stockholm : Sv. byggtjänst .
- Fellenius, B. H., 1999. *Bearing Capacity of Footings and Piles—A Delusion?*. Dearborn, Michigan, DFI Annual Meeting.
- Fröberg Flerlage, A., 2015a. *Riskbedömning avseende pålning och borrning för energibrunn, Spelhagen*, Stockholm: Tyréns.
- Fröberg Flerlage, A., 2015b. *Riskbedömning avseende pålning och borrning för energibrunn, Spelhagen (rev)*, Stockholm: Tyréns.
- Hayman, J., Adams, R. & R., A., 1993. *Foundation Piling as a Potential Conduit for DNAPL Migration*. Denver, Air & Waste Management Assosiation.
- Hercules Grundläggning, 2015. *Betongpålar från Hercules Grundläggning – Anvisningar för projektering, design och kontroll*, Solna: NCC Communications.
- Hintze, S., Liedberg, S., Massarsch, R., Hanson, M., Elvhammar, H., Lundahl, B., Rehnman, S-E., 1997. *Omgivningspåverkan vid pål- och spontslagning*, Linköping: Pålkommisionen.

- Kamon, M., Katsumi, T., Inui, T. & Hamada, S., 2005. *Environmental acceptability of the installation of piles through the bottom clay barrier at coastal landfill sites*. Austin, Texas, GSP 142 Waste Containment and Remediation.
- Katsumi, T., Inui, T. & Kamon, M., 2009. In-situ containment for waste landfill and contaminated sites. i: *Advances in Environmental Geotechnics*. Hangzhou, China: Proceedings of the International Symposium on Geoenvironmental Engineering, pp. 248-258.
- Kemakta Konsult AB och Institutet för Miljömedicin, 2017. *Datablad för Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Klaassen, R., 2008. Water flow through wooden foundation piles: A preliminary study.. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Volym 61, pp. 61-68.
- Kueper, B., Wealthall, G. S. J., Leharne, S. & Lerner, D., 2003. *An illustrated handbook of DNAPL transport and fate in the subsurface.*, u.o.: Environment Agency R&D Publication 133.
- Lindgren, M., 2014. *PM Geoteknik, Spelhagen. Sörmlands Museum.*, Stockholm: Bjerking.
- Ljungkrantz C., M. G. P. N., 1994. *Betonghandbok. Material.* u.o.:Svensk byggtjänst.
- Lundström, K., Odén, K. & Rankka, W., 2015. *Schakta säkert: Säkerhet vid schaktning i jord*, Stockholm: AB Svensk byggtjänst och Statens geotekniska institut/SBUF.
- Länstyrelsen Uppsala Län, 2016. *Beslut om dispens från vattenskyddsföreskrifterna för Uppsala- och Vattholmaåsarna i samband med markarbeten inom inre vattenskyddsområde på fastigheten Fjärdingen 32:1, Uppsala kommun. Beslut. Diarienummer: 521-2104-2016.*, Uppsala: Länstyrelsen Uppsala Län.
- Miljönämnden Nyköping Kommun, 2016. *Värmeuttag ur mark eller vatten enl 17 § förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd på fastighet Tullinspektören 1, Nyköping : Nyköping Kommun, Miljönämnden* .
- Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015a. *Miljösamverkan Östra Skaraborg. Efter riskbedömning av funnen förorening, Skövde 4:305. Delegationsbeslut. Diarienummer: 2015-001225. 2015-04-30.*, Skövde: Miljösamverkan Östra Skaraborg.
- Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015b. *Miljösamverkan Östra Skaraborg. SV: Förändring i produktionsmetod, kv. Mode ert DNR 2015-1225. [E-mail]. 2015-08-18.*, Skövde: Miljösamverkan östra Skaraborg.
- Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015d. *Rapport efter fördjupad markundersökning, Skövde 4:305, Modeparkeringen. MEDDELANDE. Diarienummer: 2015-003268. 2015-06-02*, Skövde: Miljösamverkan Östra Skaraborg.
- Naturvårdsverket, 1999. *Metodik för inventering av förorenade områden. Rapport 4918*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2005. *Förorenade byggnader: Undersökning och åtgärder. Naturvårdsverkets rapport 5491*, Stockholm: Naturvårdsverket..
- Naturvårdsverket, 2006. *Metallers mobilitet i mark. Naturvårdsverket rapport 5536*, Stockholm: Naturvårdsverket.

- Naturvårdsverket, 2009a. *Provtagningsstrategier för förorenad jord. Naturvårdsverkets rapport 5888*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2009b. *Riktvärden för förorenad mark. Naturvårdsverkets rapport 5976*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- NCC Construction Sverige AB, 2015b. *Förändring i pålningsmetod vid byggnation av P-garaget/Bussdäcket inom kv. Mode. 2015-06-11*, Solna: NCC Construction Sverige AB.
- NCC Teknik, 2016. *Slutrapport för avhjälpandeåtgärder. Lott N, Kvillebäcken, Göteborg. 2016-08-05.*, Göteborg: NCC Teknik.
- NCC THU, 2014a. *Geotekniskt projekteringsunderlag Kvillebäcken, kvarter N. 2014-12-12.*, Göteborg: NCC THU.
- NCC THU, 2015a. *Anmälan om schakt i förorenat område Lott N, Kvillebäcken, Göteborg. 2015-07-13.*, Göteborg: NCC THU.
- NCC THU, 2015b. *Fördjupad markmiljöundersökning Skövde 4:305, Bussparkering kv. Mode. 2015-05-29*, Göteborg: NCC THU.
- NCC THU, 2015c. *Identifierade risker vid installation av stålrörspålar på kontaminerat område, vid Skövde 4:305. 2015-05-29.*, Göteborg: NCC THU.
- Newell, C. J., D., A. S., Ross, R. R. & Huling, S. G., 1995. *LIGHT NONAQUEOUS PHASE LIQUIDS. EPA/540/S-95/500 (NTIS 95-267738)*, Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Nilsson, G. o.a., 2005. *Föroreningsspridning: Underlag för handlingsplan för att förutse och förebygga naturolyckor i Sverige vid förändrat klimat, Deluppdrag 3. SGI rapport varia 560:3*, Linköping: SGI.
- Randolph, M., 2003. Science and empiricism in pile foundation design. *Geotechnique*, Mars, pp. 845-875.
- Satyamurthy, R., Nataraj, M. S., McManis, K. L. & Boutwell, G. P., 2008. Investigation of Pile Foundations in Brownfields. *JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING*, 134(10), pp. 1469-1475.
- SGI, 1993. Kapitel 3: Påltyper. i: *Pålgrundläggning*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst och Statens geotekniska institut, pp. 53-66.
- SGI, 2015. *Korttidstöd – Pålning och borrhning, Spelhagen. Diarienummer: 2.1-1012-0917. 2015-12-11.*, Linköping: SGI.
- SGI, 2018. *Jordarter - Kornstorleken bestämmer jordartens namn.* [Online] Available at: <http://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/lera-och-kvicklera/>
- SGI, 2019. *Pålning i förorenade områden: kunskapssammanställning*, Linköping: SGI.
- Shiltagh, S., 2010. *Grävålar: Dimensionering, utförande och användningsområden*, Lund: LTH.

Ulricehamns kommun, 2015. *Tillstånd för pålning i samband med nybyggnation inom Ulricehamns vattenskyddsområde. Beslut. Diarienummer: 2014.1964.*, Ulricehamn: Miljö och byggenheten, Ulricehamns kommun..

Westcott, F. J., Smith, J. W. N. & Lean, C. M. B., 2003. Piling in contaminated ground: environmental impacts, regulatory concerns and effective solutions. *Engineering Geology*, Volym 70, p. 259–268.

Bilaga 1

Utökad information om de svenska fallstudierna

Bilaga 1: Utökad information om de svenska fallstudierna

Utökad information om de fem fallstudierna har sammanställts i denna bilaga. Fallstudierna var:

- Kvarteret Mode, Skövde
- Kvillebäcken lott N, Göteborg
- Sörmlands museum, Nyköping
- Sågverk, Ulricehamn
- Noatun, Uppsala

1. Kvarteret Mode, Skövde

Sammanfattning

Inom fastigheten Skövde 4:305, kvarteret Mode, planerades pålning och byggnation av ett p-garage för bil och buss för Skövde kommun, inom en yta som vid tidpunkten användes som p-plats. Fastigheten har ett centralt läge i Skövde och avgränsar mot bland annat Västra stambanan och befintliga gator. Inom fastigheten fanns kända föroreningar i form av PAH:er och metaller som hade undersökts vid tidigare markmiljöundersökningar.

Entreprenadform

NCC Sverige AB var entreprenör i en utförandeentreprenad. Hercules Grundläggning fick uppdraget av NCC Constructions att genomföra pålning vid grundläggning av p-garaget.

Påltyp

Inledningsvis planerades slagna stålpålar att användas, men pålningsmetoden förändrades till borrarade stålpålar för att öka bärigheten i konstruktionen. Anledningen till detta var att de dittills slagna pålarna endast givit marginell bärighet i enlighet till förväntan (NCC Construction Sverige AB, 2015). Ett antal stålpålar slogs ned som provpålar, men de flesta utav pålarna slogs "bort" eftersom de gick av eller kröktes alldeles för mycket.

Att istället borra pålarna antogs innebära en minskad förväntad spridning längs med pålens yta, eftersom borrarade pålar antogs innebära en mindre deformation av omkringliggande jordlager längs med pålen i djupled. Metoden förväntades inte heller innebära en ökad risk för spridning av föroreningar i grundvattnet. En nackdel med metoden var att den innebar en risk för att förorenat borrhslam skulle komma upp och därmed behöva omhändertas. Om borrhslam kom upp skulle det samlas in i containers som sedan kunde tömmas med sugbilar. Även en Brunsor kunde bli aktuellt att använda, vilket är en större avskiljningstank med inbyggd oljeavskiljare som kan hantera ett flöde upp till 6 m³/h. Det renade vattnet skulle därefter kunna infiltreras lokalt, på lämplig yta inom arbetsområdet (NCC Construction Sverige AB, 2015).

Miljönämnden i östra Skaraborg ansåg att båda metoderna var godtagbara under vissa förutsättningar. Bland annat skulle borrhslammet omhändertas på rätt sätt och vid infiltration av vatten inom arbetsområdet fanns krav på projektet att säkerställa att vattnet inte innehöll några partiklar, oljor eller andra föroreningar (Miljösamverkan Östra Skaraborg, 2015b).

Markförutsättningar

Inom området förekom ett lager med fyllning (ca 2 - 4 meter) och därefter ett tätare lager (ca 5 meter) med siltig finsand som på vissa platser även hade inslag av lera.

Föroreningssituation

Föroreningssituationen inom området hade kartlagts i tidigare undersökningar av BGAB, BG&M Konsult AB och BG&M Konsult AB. Underlaget kompletterades med en fördjupad markmiljöundersökning som utfördes av NCC THU. I tidigare undersökningar hade halter över MKM konstaterats för PAH:er och för metallen barium. Dessutom hade ett grundvattenprov visat på förhöjda halter av PAH:er. Den fördjupade markmiljöundersökningen som utfördes av NCC THU visade att halterna av PAH:er och metaller (arsenik, barium, bly, koppar och zink) överskred MKM i analyserade jordprover. Dessutom visade grundvattenprov på förhöjda halter av PAH:er och alifater, jämfört med SPI:s riktvärden (SPI-RV, miljörisker ytvatten/våtmark) (NCC THU, 2015b).

Enligt NCC THU indikerade analysresultaten från den fördjupade undersökningen att föroreningarna hade tillkommit i samband med den utfyllnad som hade utförts inom området. Fyllnadsmaterial förekom inom hela undersökningsområdet och bestod i huvudsak av sand/grus, men det förekom också annat fyllnadsmaterial bestående av bland annat aska, som bedömdes ha orsakat de förhöjda metallhalterna. För grundvattenproverna bedömdes de förhöjda halterna av PAH:er bero på det ovanligt sedimentrika grundvattnet eftersom PAH normalt är svårlösligt i vatten (NCC THU, 2015b).

Två identifierade risker var risken för materialtransport av förorenade massor ned i jordprofilen i samband med installationen av pålarna och risken för öppning av nya spridningsvägar genom jordprofilen vid installation av pålarna (NCC THU, 2015c). Enligt riskbedömningen gick det inte att helt utesluta en marginell transport av förorenade massor nedåt i jordprofilen vid pålning. Denna risk bedömdes dock som liten eftersom täta jordlager och ett ökat portryck skulle motverka en transport av massor nedåt. Risken för att öppna nya spridningsvägar vid installation av pålar bedömdes också vara liten i det här fallet eftersom det fanns indikationer om att det fria markvattnet i fyllningen redan stod i kontakt med grundvattnet. Dessutom bedömdes eventuella otätheter som uppstod mellan pålarna och jorden återgå kort efter installation av pålarna. Portrycket förväntades öka i marken och troligtvis motverka vattenrörelser nedåt, i eventuella otätheter utmed pålarna (NCC THU, 2015c).

Rekommendationen var att sanera området där förhöjda halter av PAH:er förekom på en yttlig nivå och lämna kvar resterande massor. De kvarlämnade massorna bedömdes inte kunna orsaka oacceptabla risker för människors hälsa eller miljön, förutsatt att de skulle bli mycket svårtillgängliga efter den planerade byggnationen. Planen var nämligen att ytan skulle hårdgöras i samband med bebyggelsen av parkeringsgarage, vilket skulle minska exponeringsrisken samt minska infiltration genom föroreningen. Dessutom skulle ett parkeringsgarage byggas som skulle vara självventilerande och därför bedömdes inte inandningen av ånga ha betydelse. Bedömningen baserades också på platsspecifika riktvärden (för mark under p-garaget) som NCC THU tog fram i den fördjupade markmiljöundersökningen.

2. Kvillebäcken lott N, Göteborg

Sammanfattning

Inom området Östra Kvillebäcken, Hisingen i Göteborg, skulle ett flertal lotter bebyggas med bostäder. Området bestod av ett antal lotter och ett flertal aktörer arbetade med att uppföra bostäderna. Inom flera av lotterna fanns tidigare industrimark där föroreningar hade påträffats. Inom Lott N hade förhöjda halter av främst metaller och PAH:er upptäckts i fyllnadsmassorna, vilket bedömdes ha orsakats av den tidigare industriella aktiviteten och tillförsel av fyllnadsmassor av okänt ursprung. Inom lotten fanns också nedgrävda tankar, vilka hade använts inom den tidigare verksamheten för förvaring av petroleumprodukter och lösningsmedel. Det var okänt hur omfattande påverkan som tankarna hade haft på sin omgivning.

Saneringsschakten utfördes i två omgångar: den första omgången fokuserade på schakt och sanering av fyllnadsmassor och den andra omgången fokuserade på schakt av lera och kvarvarande betongfundament. Den huvudsakliga problemställningen var att föroreningen förekom djupare än förväntad. Den ursprungliga planen var att genomföra pålningen efter att saneringsschakten var avslutade, men nu behövde pålningen utföras innan dessa, mellan omgång 1 och 2, för att lerans bärighet var för låg för att genomföra pålning från den slutliga schaktbotten.

Entreprenadform

I Östra Kvillebäcken, på Hisingen i Göteborg, skulle ett flertal lotter bebyggas med bostäder och ett flertal aktörer arbetade med att uppföra bostäderna. Inom Lott N (Brämaregården 38:5 och 38:6) var Derome Hus AB verksamhetsutövare och fastighetsägare. Tommy Byggare var entreprenör och NCC Teknik ansvarade för miljökontrollen för markarbetena samt länsvattenhanteringen (NCC Teknik, 2016).

Påltyp

Enligt det geotekniska projekteringsunderlaget så skulle kohesionspålar användas inom lotten för grundläggning av samtliga byggnader. Detta baseras på erfarenheter från de intilliggande lotterna vilka har liknande förutsättningar som denna lott. Kohesionspålarna skulle slås ned till nivån -55 som djupast, vilket motsvarade 5 meter över lerans underkant (NCC THU, 2014a).

Markförutsättningar

Markytan ansågs vara plan inom området eftersom den varierade mellan nivån ca +2.7 och +3.0 (RH2000) (NCC THU, 2014a). Inom lotten skedde rivning av konstruktioner ovan mark inför saneringsschakten, men betongkonstruktioner fanns kvar i marken såsom pålar, plattor och kantbalkar (NCC Teknik, 2016).

Inom fastigheten fanns fyllnadsmassor som underlagrades av lera, som i sin tur underlagras av friktionsjord på berg. Fyllningsmassorna bestod av ca 0.5 – 1.3 meter av asfalt, tegel, grus, sand och lera. Leran bestod av först torrskorpelera på ca 0.5 – 1 meter som underlagrades av ett mäktigt lerlager med underkant på nivån mellan -59 och -60. I leran fanns inslag gyttja över nivån ca -5 och bergets varierade mellan nivå ca -65 och -70 (NCC THU, 2014a).

Föroreningssituation

Inom lott N fanns tidigare en färgfabrik som producerade färg och lacker. Dessutom hade det funnits bilverkstäder med tvätt/avfettning- och underrederbehandlingsanläggningar för bilar inom området. Lotten hade i väntan på bebyggelse använts som upplagsplats. Det fanns även nedgrävda tankar inom fastigheten, som hade använts inom den tidigare verksamheten för förvaring av drivmedel, eldningsolja och lösningsmedel. Tankarnas lägen var inte helt kända inför markarbetena: det fanns ett befintligt underlag men tankarna visade sig under lokaliseringsarbetet förekomma mer norrut jämfört med underlaget. Det var också okänt hur omfattande förorening tankarna hade orsakat på det omgivande materialet. Vidare förekom också betongkonstruktioner inom fastigheten, i marken, saneringen såsom pålar, plattor och kantbalkar (NCC Teknik, 2016).

Mark- och miljöundersökningar visade på förhöjda ämneshalter inom lott N. Inför arbetena hade en mark- och miljöundersökningen för hela Östra Kvillebäcken utförts av SWECO samt en kompletterande markmiljöundersökningen av NCC Teknik. Inom lott N fanns främst förhöjda halter av metaller och PAH:er i fyllnadsmassorna. Dessa föroreningar bedömdes komma från den tidigare industriella aktiviteten inom fastigheten samt till viss del också från tillförsel av fyllnadsmassor av okänt ursprung. Mer specifikt hade förorening främst uppmätts av PAH-H samt metallerna bly, kadmium och barium i fyllnadsmassorna. I någon enstaka punkt har också PCB-förorening och oljekolväten såsom alifater och aromater påträffats (NCC Teknik, 2016).

Eftersom föroreningar hade upptäckts inom fastigheten gjordes en saneringsanmälan (NCC THU, 2015a). Det fanns redan en befintlig åtgärdsutredning och förslag till åtgärds mål för hela Östra Kvillebäckens exploateringsområdet, vilka också användes för lott N. Denna utredning hade kompletterats för att även inkludera mätbara mål för flyktiga föroreningar. Åtgärds målen för området Östra Kvillebäcken gällde bland annat hantering av fyllnadsmassor, omfattning av schakten och användning av åtgärds målen. Samtliga fyllnadsmassor skulle schaktas ur och borttransporteras till godkänd mottagare. Dessutom skulle schakten drivas till fastighetsgränsen och i första hand ned till djup för teknisk schakt. Vidare skulle också bottenprovtagning ske och jämförelse skulle ske med åtgärds målen för motsvarande djupnivå (NCC Teknik, 2016).

Under saneringsarbetena påträffades i bottenproverna föroreningar såsom BTEX och oljefraktioner, i halter lägre än åtgärds målen. Inom exploateringsområdet hade den naturligt avlagrade leran generellt sett varit ren och opåverkad av förorening. Dessutom påvisades ingen förorening i den naturligt avlagrade leran inom lotten i den kompletterande undersökningen som utfördes inför saneringen. Dock hade en större spridning från tankarna skett till leran än förväntat i lott N (NCC Teknik, 2016).

3. Sörmlands museum, Nyköping

Sammanfattning

I kvarteret Spelhagen, i Nyköpings hamn, planerade Landstinget Sörmland att uppföra en ny museibygnad åt Sörmlands Museum. Det aktuella området var ett tidigare industriområde som skulle omvandlas till kultur- och bostadsbebyggelse. Inom fastigheten planerades pålning inför kommande byggnation och borrning för att installera en energibrunn för värmeuttag. Planen var att dessa arbeten skulle ske ned till bergytan. Inom fastigheten fanns tidigare två mindre trivättar, vilket innebar att det fanns risk för att dessa hade förorenat marken. När grundvattnet inom området provtogs detekterades klorerade lösningsmedel. Problematiken bestod i att utreda och klargöra föroreningssituationen och om de planerade arbetena riskerade att leda till spridning av klorerade lösningsmedel.

Entreprenadform

Hercules grundläggning utförde pålningen med slagna betongpålar: 235 (SP1), 270 (SP2) och 350-pålar.

Påltyp

Inom fastigheten planerades pålning för byggnation och borrning för installation av en energibrunn som kunde användas för värmeuttag. Pålningen och borrningen planerades ske ned till berggrunden. För att anlägga en energibrunn skulle ett foderrör drivas ned genom jordlagren till fast berg samtidigt som borrning skulle ske. Därefter skulle utrymmet mellan foderrör och berg tätas, vilket kan ske genom att foderröret gjuts fast i berget. Genom att täta utrymmet skulle jord, bergmaterial eller ytligt liggande grundvatten hindras från att tränga in i hålet (Fröberg Flerlage, 2015a).

Grundläggning med mantelburna slagna förtillverkade betongpålar föreslogs eftersom metoden bedömdes vara den mest gynnsam ur ett ekonomiskt perspektiv. Detta förutsatte att provpålning utfördes så att en större dimensionerande bärförmåga kunde uppnås jämfört med den analytiskt beräknade bärförmågan. I PM:et lämnades ett förslag på att dessa pålar skulle slås ned till ca 30 meters djup (Lindgren, 2014). Detta förslag inkluderade provpålning och möjlighet att använda befintliga pålar. Provpålning skulle utföras med minst 5 % av det totala antalet pålar som skulle användas. Pålar som användes vid provpålningen skulle efteråt kunna användas i den planerade grundläggningen. Det fanns också en möjlighet att använda befintliga pålar i byggnadens nuvarande grundläggning. I detta fall skulle minst 5 % av de befintliga pålarna provbelastas, förslagsvis genom dynamisk stötvågmätning. Minst 1 befintlig påle skulle dras upp för kontroll av pålens skick med avseende på beständighet och utnyttjande grad (Lindgren, 2014).

En alternativ lösning var att utföra grundläggning genom att betongpålarna stoppslogs ned till berg. Förväntad medelpållängd var i det fallet 43 meter. Detta baserades på antagandet att pålarna skulle klara bärförmågan redan i den överliggande silten/friktionsjorden.

Kompletterande undersökningar, tex Hejarsondering, bedömdes inte med säkerhet kunna leda till en bättre uppskattning av förväntad pålstoppsnivå (Lindgren, 2014).

Markförutsättningar

Markytan bestod främst av en asfalterad yta, undantaget var en mindre yta som förekom i den norra delen av fastigheten där det fanns grus och sand på markytan. Det fanns några befintliga byggnader inom fastigheten: två kontor- och lagerbyggnader och en industribyggnad (Lindgren, 2014). Under asfalten fanns fyllnadsmassor, lera, siktad silt och lera samt friktionsjord på berg. Först fanns ett lager av fyllnadsmassor (ca 1,2 – 1,4 m) som underlagrades av gyttjig lera/siltig varvig lera (12-14 m) som i sin tur underlagrades av siktad silt och lera (15-20 m) som slutligen underlagrades av friktionsjord på berg (10 – 15 m). Bergnivån varierade mellan absoluthöjder -38 och -45 m (RH2000) inom fastigheten. Grundvattnet varierade mellan ca 1.6 till 0.2 meter under

markytan (motsvarande -0.1 - + 1.3 i RH2000) för de grundvattenrör som satt i friktionsjorden Dessutom fanns ett ytvatten, Mellanfjärden, på ca 100 – 150 meters avstånd från fastigheten (Fröberg Flerlage, 2015a).

Föroreningsituation

Fastigheten var tidigare en industrifastighet där det hade funnits tri-tvättar. Inom fastigheten fanns tre kontrollrör och vid provtagning av vatten från dessa rör hade klorerade lösningsmedel detekterats (Fröberg Flerlage, 2015a). Eftersom trikloreten och vissa naturliga nedbrytningsprodukter samt nedbrytningsprodukter från andra klorerade ämnen hade påträffats kunde det tyda på tre separata utsläppskällor, eller att det var en utsläppskälla bestående av en mix av högklorerad kloreten. Dessutom kunde de uppmätta halterna betraktas som utspädda eftersom vattnet i dessa rör bedömdes vara en blandning av infiltrerande vatten, havsvatten och uppsträngande vatten (SGI, 2015).

Kompletterande provtagning skedde från fem nyinstallerade kontrollrör som skulle ingå i egenkontrollen inom fastigheten. Dessa installerades till samma djup som de tidigare grundvattenrören. Analysresultaten visade att klorerade lösningsmedel inte kunde påvisas i halter över rapporteringsgränsen för analysmetoden i något av de nyinstallerade rören. Dessutom skedde en kompletterande provtagning av lera (under fyllnadsjorden) och vatten från provgropar. Provgroparna grävdes inom området där den före detta byggnaden har funnits. För jord var halterna av klorerade ämnen lägre än rapporteringsgränsen (för samtliga fraktioner), men för vatten påträffades vissa klorerade ämnen i tre av provgroparna (Fröberg Flerlage, 2015b).

4. Sågverk, Ulricehamn

Sammanfattning

Ett byggföretag skulle uppföra flerfamiljshus på en fastighet som låg inom sekundär skyddszon för Ulricehamns vattenskyddsområde. Fastigheten var en tidigare industrimark där sågverksamhet förekom fram till år 2014. Inom fastigheten hade oljekolväten, dioxin samt metaller och PAH:er påträffats i halter som överstiger KM i jord. På grund av att bostadshus planerades inom fastigheten fanns det behov av att provpåla inom fastigheten samt utföra en marksanering till det generella riktvärdet för känslig markanvändning (KM). Provpålning fick inte utföras inom fastigheten innan saneringen var utförd färdig, utan tillstånd till provpålning gavs efter att sanering hade utförts av mark.

Entreprenadform

Fastigheten Bogesund 1:54 var en tidigare industritomt som skulle bebyggas med bostäder i form av flerfamiljshus. Byggherre för projektet var Hökerum Bygg AB, som också ansökte om tillstånd för projektet. Bland annat ansöktes tillstånd för schaktnings- och markarbete, åtgärder och kontroll i samband med sanering av förorenat område samt pålning i samband med nybyggnation inom Ulricehamns vattenskyddsområde. Saneringen utfördes av Nybergs entreprenad för förorenade och rena massor, och en annan entreprenad hanterande det inträngande vattnet i schaktgroparna. Hercules grundläggning var underentreprenör för grundläggningen med pålar inklusive dimensionering av pålar.

Påltyp

Pålning bedömdes krävas för att bygga flerfamiljshus inom fastigheten. Tillståndet för provpålning gav tillstånd att installera ca 10 st. pålar till mellan 30 - 50 meters djup under marken.

Markförutsättningar

Bogesund 1:54 var belägen inom den sekundär skyddszon för Ulricehamns vattenskyddsområde. Fastigheten låg också i direkt anslutning till vattnet, vid sjön Åsunden och dess avknoppning till Lekstaden (Blomstrand, 2015). Fastigheten bestod av tidigare strandäng eller sjöbotten som fylldes med fyllnadsmassor i form av jord, grus och sand i mitten på 1800-talet. Ytterligare mark hade skapats senare, genom utfyllnad av Lekstaden under perioden 1955 - 1973. Fastigheten lutade svagt mot Lekstaden (Blomstrand, 2014).

Grundvattenytan fanns ca 0,5 – 2 meter under markytan, på mindre djup närmare Lekstaden. Grundvattnets strömningsriktning var i huvudsak söderut, mot Lekstaden och vidare mot Åsunden. Bedömningen från miljökonsulterna WSP var att grundvattennivån inom området skulle påverkas av, och styrs av, Åsundens vattenstånd. Troligtvis hade Lekstaden och Åsunden kontakt, genom myrmark och genom infiltration via en smal jordbarriär mellan Lekstaden och Åsunden (Blomstrand, 2014).

Föroreningssituation

Inom fastigheten hade sågverksamhet förekommit där bland annat träskyddsbehandling hade utförts, genom att virke doppades i exempelvis klorfenolbaserade medel (Blomstrand, 2014). Inom fastigheten hade oljekolväten, dioxin samt metaller och PAH:er påträffats i halter som överstiger KM i jord. Dock fanns inget beskrivet om att klorfenolbaserade preparat hade hittats inom fastigheten. Enligt de miljötekniska markundersökningarna var förorening begränsad till jord eftersom ingen förorening hade påvisats i grundvatten (Blomstrand, 2015).

5. Noatun, Uppsala

Sammanfattning

Det fanns behov av markarbeten i form av pålning för att anlägga kranfundament inom fastigheten Fjärdingen 32:1, i Uppsala. Anläggandet av kranfundament skulle dock innebära markarbeten inom inre skyddszon för vattenskyddsområdet och pålning genom förorenade massor. En tidigare miljöteknisk markundersökning visade att fyllningsmassorna inom fastigheten hade halter som överskred de platsspecifika riktvärdena för metaller, PAH:er och petroleumkolväten. Sanering av marken hade inte genomförts, och därför fick pålningen inte förhindra eller fördyra en framtida sanering av marken. För att möjliggöra pålning ansöktes om dispens från vattenskyddsföreskrifterna för markarbeten inom fastigheten.

Entreprenad

Pålar skulle utföras för att anlägga kranfundament inom fastigheten Fjärdingen 32:1, i Uppsala. Kranfundament skulle anläggas för att möjliggöra lyft av s.k. teknikutrustning till de övre våningarna vid ombyggnation av en befintlig byggnad. Ursprungligen planerades en utbyggnad, där den befintliga byggnaden B11 skulle förlängas med en ny teknikbyggnad. På grund av ekonomiska skäl togs beslut att inte utföra denna utbyggnad, istället skulle ombyggnation av byggnad B11 ske. Det innebar ett behov av lyft av teknikutrustning till de övre våningarna, vilket skulle kräva en byggkran som hade pålfundament på fast grund. Förändringen i projektet medförde också att saneringen hade senarelagts och inte genomförts, som tidigare planerat (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

Hercules grundläggning installerade borrade pålar för kranfundament.

Påltyp

Borrade pålar, borrar metoden med varumärket Elemex, skulle användas vid pålning och antalet pålar begränsades till fyra stycken borrade pålar. Pålarna skulle installeras genom foderrör för att minska risken för spridning av föroreningar. Borrningen av pålar beräknades också medföra att material borrades upp som behövdes omhändertas. Inför arbetena uppskattades att ca 1 m³ förorenade massor och 4,5 m³ åsmaterial skulle borraras upp i samband med pålningen och behöva omhändertas (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

Markförutsättningar

Jordlagerföljden på platsen bestod av fyllning som överlagrade sand (åsmaterial) som i sin tur överlagrade berg. Fyllningen bestod av lerig/sandig/grusig fyll ned till 4,1 till 8,1 meters djup. Bergytan låg drygt 30 meter under markytan och grundvattennivån låg ca 9 meter under markytan (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).

Föroreningssituation


En miljöteknisk markundersökning visade att halter över framtagna platsspecifika riktvärden för metaller, PAH:er och petroleumkolväten hade påträffats i fyllningen, vilket också hade anmälts till miljöförvaltningen. Förändringen av projektet, från utbyggnation till ombyggnation av byggnad B11, medförde att den planerade saneringen av området inte hade utförts. Enligt Länsstyrelsen svar på dispensansökan ansågs det vara svårt och mindre kostnadseffektivt att sanera det begränsade arbetsområdet, men att en sanering borde ske på sikt. Alltså ansågs det viktigt att de förslagna åtgärderna för pålningen inte skulle fördyra eller försvåra en framtida sanering (Länstyrelsen Uppsala Län, 2016).




Bilaga 2


Sammanställning av diskussionsfrågor och synpunkter från Workshop

BILAGA 2: SAMMANSTÄLLNING AV DISKUSSIONSFRÅGOR OCH SYNPUKTER FRÅN WORKSHOP

Tabellen visar en sammanställning och sammanfattning av diskussionspunkterna från workshopen den 18 januari 2018.

Sammanställning och sammanfattning av diskussionspunkterna från Workshop			
Diskussionsfråga 1	Vilka risker ser ni med att påla genom föroreningen, ner genom det impermeabla skiktet?		<ul style="list-style-type: none"> → DNAPL:s (utöver klorerade alifater) → Risk med proppdragning (ned till 12 m). Risk för förorening av närliggande vattendrag eller mark. → Risk vid pålning vid akvifer i närheten av impermeabelt skikt. Även om pålningen inte går ned genom hela det impermeabla skiktet så kan finns risken att man kommer "tillräckligt" nära akviferen för att kunna orsaka föroreningsspridning. "Hur tjockt är tillräckligt tjockt?" → Påverkan från material (skrovlig träpåle jämfört med en slätare stål-eller betongpåle) → Finns risk för att betongpålen släpper exempelvis krom? → Beroende på hur många pålar ska ned genom föroreningen? → Typ av förorening? → Förs föroreningar uppåt genom ihåliga pålar? → Borrkax som förs upp kan även bli ett arbetsmiljöproblem eller förorena vattendrag/mark. → Stort skyddsvärde om dricksvatten tas från vattenförande lager. → Kan man göra ett typfall i vägledning? → Flyktiga ämnen skulle kunna orsaka spridning genom pålen → Spridning av förorening vid skruvning? → Normalt pållängds (?) påverkan dvs massförskjutning= pållängd → Finns studier som visar hur länge en störd zon är "öppen" → Kan även vara en tät morän (förutom lera)

<p>Diskussionsfråga 2</p>	<p>Vilket kunskapsunderlag behövs för att kunna avfärda eventuella risker?</p>		<ul style="list-style-type: none"> → Länsstyrelsens EBH-register → Historiska flygbilder och data → Hur mycket förorening kommer faktiskt ned med pålen? → Kvicksilver? → Stegvis förfarande, tratta ned. Misstankegraden är grundläggande. → Grundvattenriktning → Grundläggande MIFO fas 1. I exempelvis Göteborg går det att generalisera → Typ av pålar → Typ av mark → Hur tjockt är tillräckligt tjockt impermeabelt lager? → Geoteknisk markundersökning och markföroreningsundersökning → Byggherren måste se till att få fram undersökningar i tid → Hur djupt är det permeabla lagret? När är det tillräckligt tjockt? → Vad är en tillräckligt bra undersökning? → Förslag på lämpliga/mindre lämpliga tekniker
<p>Diskussionsfråga 3</p>	<p>I vilka situationer kan ansvarsfrågan vara ett problem vid eventuell spridning av förorening?</p>		<ul style="list-style-type: none"> → Om det inte är reglerat vem som ska ta den extra kostnaden → Beställare med liten kunskap → Offentlighetsrättsliga ansvaret går aldrig att friskriva sig från men att avtala bort kostnaden går bra. → Tydlighet från byggherre mot TM → Viktigt att reglera innan → Variationer i kunskapsläget → Alla? → Okunnig beställare som låter entreprenör undersöka och föreslå metod som är dålig → Beställaren är ansvarig enligt vår grupp
<p>Diskussionsfråga 4</p>	<p>När/om i planerings-/byggprocessen bör man lyfta/avfärda risken med pålning genom förorening?</p>		<ul style="list-style-type: none"> → I samband med undersökningsskedet för dp → Utredning i samband med bygglov (vid befintligt dp) → Preliminär bedömning om pålning bör göras i underlaget → Planskedet eller bygglovskedet → Man kanske borde belysa vilken pålmetod som förordas redan i dessa skeden. → Detaljplanskedet → Vilka detaljkrav ställs idag? Behöver kunskaps- och/eller detaljnivån höjas? → Så tidigt som möjligt → Kommunen har stort ansvar då de ger tillstånd till bygget

Diskussionsfråga 5	Finns behov av att belysa andra frågeställningar i detta utvecklingsprojekt?		<ul style="list-style-type: none">→ Konsekvenser av lerproppsdragning→ Lathund med boxar→ Branschen efterfrågar en typ av handbok→ Bergberrade brunnar→ Hur kan man få ut kunskapen/informationen?→ Anvisningar riktade till byggherrar, ge förslag på olika metoder→ Höja kunskap hos bygglov→ Vilka variabler finns det att ta hänsyn till med avseende på impermeabla lagrets tjocklek→ Harmonisering i typ av svar för vägledning (?)
-----------------------	--	---	---

Bilaga 3

Deltagarlista workshops

BILAGA 3: DELTAGARLISTA WORKSHOPS

Deltagarlista över de från referensgruppen som medverkat vid respektive workshop.

Workshop 1

Följande personer deltog vid workshopen den 18e januari 2018:

- Malin Norin, NCC
- Karin Hermansson, NCC
- Lars Nilsson, NCC
- Sofie Ahlbäck Björck, NCC
- Jesper Grandin, NCC
- Anders Bergström, NCC
- Peter Alheid, Hercules
- Oscar Heimeryd, Fröberg & Lundholm advokatbyrå AB
- Hans Palmqvist, Derome
- Uffe Schultz, Länsstyrelsen
- Magnus Johansson, Peab
- Charlotta Tiberg, SGI
- Sofie Hermansson, SGI
- Anders Svensson, Miljöförvaltningen
- Patrik Andersson, Skanska.

Workshop 2

Följande personer deltog vid workshopen den 16e januari 2019:

- Malin Norin, NCC
- Ellen Samuelsson, NCC
- Lars Nilsson, NCC
- Jesper Grandin, NCC
- Anders Bergström, NCC
- Viktoria Wiking, NCC
- Peter Alheid, Hercules
- Hans Palmqvist, Derome
- Charlotta Tiberg, SG
- Anders Svensson, Miljöförvaltningen
- Patrik Andersson, Skanska.

Bilaga 4

Juridisk utredning

PROMEMORIA

- ansvar vid pålning i förorenad mark

Stockholm 2017-12-22

Potentiellt miljörettsligt ansvar efter genomförande av pålningsarbeten i förorenad mark

1. Introduktion

NCC Infrastructure (NCC) har gett Fröberg & Lundholm Advokatbyrå AB (Advokatbyrån) i uppdrag att utreda ansvar för efterbehandling enligt miljöbalken vid genomförande av pålningsarbeten i förorenad mark. Utredningen ingår som en del i ett projekt som syftar till att utreda spridningsrisk och ansvarsfördelning vid installation av massundanträngande pålar i förorenad mark. I syfte att utreda ansvarsfördelning enligt miljöbalken har Advokatbyrån ombetts besvara följande frågeställningar.

- När blir markägare, entreprenör, byggherre respektive pålningsfirma (underentreprenören) ansvarig verksamhetsutövare? Om ansvaret ska fördelas på olika parter, när och varför sker detta?
- Påverkar entreprenadformen ansvarsfördelningen på fler sätt än i ovanstående frågeställning?
- Om pålning sker i förorenad mark och det visar sig att föroreningen sprids till annan recipient eller sprids i en högre takt än innan, hur fördelas ansvaret mellan de olika parterna och varför?
- Vilka juridiska villkor måste uppfyllas innan beställare/entreprenör kan säga sig ha ansvarsfrihet?
- Vilka krav från tillsynsmyndigheten är rimliga att ställa på verksamhetsutövaren innan arbetena kan påbörjas och genomföras?

Frågorna besvaras löpande i framställningen. I syfte att underlätta inläsning har frågorna kursiverats.

2. Sammanfattning, diskussion och rekommendation

- Pålning med hjälp av massundanträngande pålar inom en förorenad fastighet riskerar att bidra till spridning av föroreningar. En exploatör som genomför pålning kan därmed träda in i kretsen av ansvariga verksamhetsutövare och göras ansvarig för undersökning och efterbehandling enligt 10 kap. miljöbalken.
- Har en föroreningsskada uppstått till följd av *flera exploateringsföretag* kommer samtliga exploateringsföretag betraktas som verksamhetsutövare i 10 kap. 2 § miljöbalkens mening

och en fördelning av ansvaret får ske enligt bestämmelserna i 10 kap. 4 och 6 §§. Om flera verksamhetsutövare är ansvariga ska de som huvudregel svara solidariskt.

- Frågan om vem (beställaren, entreprenören eller underentreprenören) som är ansvarig verksamhetsutövare enligt miljöbalken för bedömas utifrån omständigheterna i det enskilda fallet. Vid en totalentreprenad torde skäl tala för att en entreprenör kan betraktas som en verksamhetsutövare. Å andra sidan kan argument framföras att det är beställaren som valt platsen för exploateringen och därmed har kontroll över åtgärden. Vid en ren utförandentreprenad torde en entreprenör kunna framföra goda argument för att denne inte har s.k. faktisk och rättslig kontroll. Det är emellertid mycket svårt att ge ett generellt svar om vem som ska betraktas som verksamhetsutövare i ovanstående exempel utan bedömningen får ske utifrån förhållandena i det enskilda fallet.
- Stor försiktighet bör iakttas vid försök att avgränsa kretsen av ansvariga verksamhetsutövare före det att tillsynsmyndigheten och eventuellt en domstol prövat frågan. Höjd för denna fråga bör därför tas i avtalet parterna emellan innan entreprenaden påbörjas. Frågan om slutlig fördelning är en civilrättslig fråga som prövas i en domstol men som även mer eller mindre tydligt kan regleras i avtal (t.ex. i entreprenadavtalet).
- Tillsynsmyndigheten kan framställa krav på att *utreda en föreningens förekomst* inom en fastighet i syfte att undvika att pålningen sprider förorening till omgivningen. Det torde ligga i en exploatörs intresse att undersöka eventuell föreningensförekomst inom en fastighet innan exploatering genomförs i syfte att, om möjligt, undvika exploatörsansvar enligt 10 kap. miljöbalken. Information om föreningensförekomst är vidare viktig information vid fördelning av ansvar genom avtal.
- Det går inte att få ansvarsfrihet i relation till 10 kap. miljöbalken – ansvaret är ett offentligt ansvar. I en avtalsrelation kan parterna dock reglera fördelningen av ett potentiellt ansvar via garantier och/eller skadeslöshetsåtaganden parterna emellan. Promemorior avslutas med förslag till avtalsformuleringar.

3. Pålningsarbeten kan aktualisera ansvar enligt 10 kap. miljöbalken

- Den som bedriver eller har bedrivit en verksamhet eller vidtagit en åtgärd som har bidragit till en föroreningsskada är ansvarig för det avhjälpande som ska ske enligt bestämmelserna i 10 kap. miljöbalken. Bestämmelsen reglerar *kretsen av ansvariga verksamhetsutövare*. Denna fråga ska skiljas från frågan om *ansvarets storlek* vilken bedöms i nästa steg enligt bestämmelserna i 10 kap. 4 § och 6 §.
- Ansvaret enligt punkten ovan är solidariskt vilket innebär att om flera verksamhetsutövare anses ha bidragit till en förorening tillsynsmyndigheten kan kräva allt ansvar för undersökning och efterbehandling av en eller några av verksamhetsutövarna. Den eller de som burit ansvaret i relation till myndigheten kan sedan via en s.k. regresstalan söka ersättning av de övriga.
- En exploatör av en förorenad fastighet kan betraktas som ansvarig verksamhetsutövare om exploateringen, t.ex. grävnings- och schaktningsarbeten, har lett till att föroreningar har spridits till omgivningen i och med grävnings- och schaktningsarbetena. Enligt praxis anses entreprenadarbetena kunna ha "bidragit" till föroreningen. Det gäller även om skadorna

är mer tillfälliga eller om åtgärderna som gett upphov till skadan vidtagits i syfte att sanera ett förorenat område.¹

- Pålning med hjälp av massundanträngande pålar inom en förorenad fastighet riskerar att bidra till spridning av föroreningar. En exploatör som genomför pålning enligt ovan kan således träda in i kretsen av ansvariga verksamhetsutövare och göras ansvarig för undersökning och efterbehandling enligt 10 kap. miljöbalken. Det gäller även om åtgärden är tillfällig och avslutas så snart exploatören får kännedom om risken för spridning av föroreningar – för ansvar är det tillräckligt att pålningen bidragit till att föroreningen spridit sig.² Vid bedömning av kretsen av ansvariga verksamhetsutövare är det således *effekten* av åtgärden som är avgörande. Övriga omständigheter är inte relevanta i detta steg, utan kan beaktas i nästa steg vid bestämmande av ansvarets storlek.
- I 10 kap. 4 § miljöbalken lämnas utrymme för att ansvaret bestäms efter vad som är *skäligt* med hänsyn till att en verksamhetsutövare har bidragit till föroreningen i endast begränsad mån, något som kan få betydelse också för det solidariska ansvaret (6 § första stycket första meningen).

4. Ansvarig verksamhetsutövare

- I det följande förutsätts att pålning har genomförts inom en förorenad fastighet och att detta inneburit att föroreningar har spridits till omgivningen. Exploateringsansvar enligt 10 kap. miljöbalken har därmed aktualiserats. Pålningen har utförts av en entreprenör på uppdrag av en beställare; fråga är om beställaren, entreprenören eller båda betraktas som verksamhetsutövare och kan göras ansvariga?
- Verksamhetsutövarbegreppet är inte definierat i miljöbalken, utan frågan om vem som ska betraktas som ansvarig verksamhetsutövare har överlämnats till rättstillämpningen att avgöra i varje enskilt fall.
- Av rättspraxis följer att den som har den faktiska och rättsliga möjligheten (faktiskt och rättslig rådighet) att vidta åtgärder mot störningar och olägenheter är att betrakta som verksamhetsutövare. Omständigheterna i det enskilda fallet är av stor betydelse.³ Relevanta omständigheter kan t.ex. vara vem som har dimensionerat och bestämt utförandet, vem som kontrollerar utförandet samt vem som genomfört anmälan eller sökt tillstånd för verksamheten eller åtgärden.⁴ Det finns inget principiellt hinder mot att *flera subjekt* kan anses

¹ NJA 2012 s. 125 (Kustbostäder Oxelösund). Högsta Domstolen ansåg i målet att de åtgärder i form av schaktning som Kustbostäder (en markexploatör) hade genomfört på fastigheten ofrånkomligen hade lett till att föroreningar hade frigjorts och spridits till omgivningen. Kustbostäder ansågs således ha bidragit till en föroreningskada och kunde anses som verksamhetsutövare i den mening som avses i 10 kap. 2 § miljöbalken.

² Härvid kan emellertid argumentet framföras att arbetena avbröts så snabbt att bidraget måste anses ha bidragit endast i begränsad mån varmed ansvaret inte är solidariskt tillsammans med övriga verksamhetsutövare utan är begränsat till det mindre bidraget.

³ MÖD 2005:64.

⁴ I MÖD 2010:23 ansåg domstolen att en entreprenör inte var verksamhetsutövare eftersom entreprenören endast hade agerat på uppdrag av uppdragsgivaren och när som helst kunde ersättas med en annan entreprenör. Vidare saknade entreprenören bestämmande inflytande av hur uppdraget skulle genomföras. I avgörandet M 425-16, som gällde skogsplantering, bedömdes det bolag som utfört planteringen inte haft någon rådighet över området eller något bestämmande inflytande över var planteringen skulle ske, varför bolaget inte var att betrakta som verksamhetsutövare.

ha rättslig och faktisk kontroll över en verksamhet eller åtgärd låt vara att sådana situationer måste anses utgöra undantagsfall och mer eller mindre unika.

- Verksamhetsutövarbegreppets tillämpning vid 10 kap. miljöbalken har getts en vid innebörd i praxis. I ett mål avseende frågan om ett moderbolags ansvar för ett dotterbolags efterbehandlingsansvar konstaterade domstolen att moderbolaget haft ett så stort inflytande på dotterbolaget att det hade kunnat påverka hur verksamheten bedrivits och även haft en rättslig och faktisk möjlighet att ingripa. Moderbolaget understödde och möjliggjorde den fortsatta verksamheten genom att bidra med omfattande koncernbidrag. Med denna bakgrund bedömde domstolen att moderbolaget var att betrakta som verksamhetsutövare vid sidan av dotterbolaget.⁵definiera kretsen av ansvariga verksamhetsutövare.
- Vid en *totalentreprenad* torde skäl tala för att en entreprenör kan betraktas som en verksamhetsutövare. Å andra sidan kan argument framföras att det är beställaren som valt platsen för exploateringen och därmed har kontroll över åtgärden. Vidare borde man även kunna skilja mellan ett ansvar för inhämtande av tillstånd och genomförande av anmälan samt ansvaret för eventuella sprängningsskador eller dylikt jämfört med ett ansvar för föroreningar i marken. Vid en ren *utförandentreprenad* torde en entreprenör kunna framföra goda argument för att denne inte har faktisk och rättslig kontroll samtidigt som en beställare torde ha svårt att påvisa att denna inte haft en sådan kontroll. Å andra sidan är det entreprenören som har närmast att genomföra rättelse även vid denna entreprenadform. Sammanfattningsvis är det mycket svårt att ge ett generellt svar om vem som ska betraktas som verksamhetsutövare i ovanstående exempel utan bedömningen får ske utifrån förhållandena i det enskilda fallet. Såväl beställare som entreprenör bör således vid en initial riskbedömning ta höjd för att de kan anses vara ansvarig verksamhetsutövare i relation till myndigheterna. I relation parterna emellan torde det dock vara få fall där det är rimligt att entreprenören ska bära ett slutligt saneringsansvar istället för beställaren.
- I praxis kan dock konstateras två fall som är av intresse. Dels rättsfallet från Högsta domstolen rörande Kustbostäder Oxelösund (NJA 2002 s. 125), dels ett brottmål rörande avverkning av träd m.m. i strandskyddad zon. I det första fallet från Högsta domstolen var det beställaren till en entreprenad som stämde in en tidigare verksamhetsutövare via en s.k. regresstalan varmed invändningen från verksamhetsutövaren var att beställaren inte kunde ingå i kretsen ansvariga enligt 10 kap. eftersom denne inte bidragit till föroreningen. Det var således inte själva entreprenören som stämde in den tidigare verksamhetsutövaren utan fastighetsägaren som beställt entreprenadarbetena. Visserligen ställdes inte frågan på sin spets men för alla involverade parter i det målet i Högsta domstolen var klart att det inte var entreprenören i detta enskilda fall som skulle anses vara rätt part att stämna den tidigare verksamhetsutövaren. Det talar mot risken att en entreprenör ska bära en beställares ansvar. I det andra fallet (se Hovrätten för nedre Norrlands dom 2015-10-08 i mål nr B 895-13) åtalades bland annat en beställare för en avverkning av träd i bl.a. ett strandskyddat område utan att dispens meddelats. Avverkningen hade genomförts av en entreprenör men detta bolag var aldrig föremål för brottsmisstanke och åtalades således inte. Återigen är detta talande för att det är själva beställaren som ska bära ansvaret istället för en entreprenör.
- *När blir markägaren, entreprenören, byggherren respektive pålningsfirman (underentreprenören) ansvarig verksamhetsutövare? Om ansvaret ska fördelas på olika parter, när och varför sker detta?*

⁵ MÖD 2013:28.

Av ovan kan det konstateras att ansvaret *inträder* när pålningen har lett till att föroreningar i marken har spridits. *Vem* av ovanstående subjekt som blir ansvarig är avhängigt frågan om vem som har faktisk och rättslig kontroll över åtgärden, dvs. pålningen. Detta måste bedömas utifrån omständigheterna i det enskilda fallet varvid stor försiktighet bör iakttas vid försök att avgränsa kretsen av ansvariga verksamhetsutövare före det att tillsynsmyndigheten och eventuellt en domstol prövat frågan. Höjd för denna fråga bör därför tas i avtalet parterna emellan innan entreprenaden påbörjas. I relation till myndigheterna kan inte uteslutas att myndigheten till och med anser att flera subjekt kan utgöra verksamhetsutövare, t.ex. beställare och entreprenör. Ansvaret är således de ansvariga verksamhetsutövarna solidariskt i relation till myndigheten. Vidare är ansvaret solidariskt i relation till den som tidigare gett upphov till föroreningen, t.ex. en äldre industriell verksamhet.

Frågan om slutlig fördelning är en civilrättslig fråga som prövas i en domstol men som även mer eller mindre tydligt kan regleras i avtal (t.ex. i entreprenadavtalet). Man kan i en sådan avtalsreglering försöka begränsa möjligheterna att i en regresstalan vid mark- och miljödomstol föra talan för att istället begränsa och skynda på en potentiell process via skiljedomsinstitutet.

Utifrån ovanstående rättsfall – där man kan misstänka att även frågan om vem som har vinning av entreprenaden, dvs. beställaren, har en påverkan – kan man emellertid dra sig till att en utgångspunkt borde vara att det är beställaren som ska bära ansvaret även om ansvaret inte är uttryckligt reglerat i entreprenadavtalet. Det torde inte vara orimligt även i en totalentreprenad eftersom entreprenören inte skulle göra det utan beställning från den som råder över marken.

- *Påverkar entreprenadformen ansvarsfördelningen på fler sätt än i ovanstående frågeställning?*

Entreprenadformen, liksom alla civilrättsliga avtal som reglerar utförandet av pålningen, *påverkar frågan om vem som har faktisk och rättslig kontroll* över pålningen och därmed vem som miljömyndigheterna kan betrakta som ansvarig verksamhetsutövare. Utifrån ovanstående diskussion torde dock ett avtal nödgas vara väldigt tydligt för att en entreprenör ska anses vara ansvarig istället för en beställare i relation till tillsynsmyndigheten. Vidare går det inte att bortse från det faktum att en avtalsrelation är en aspekt att bedöma för myndigheten när de bestämmer vem som i realiteten har faktisk och rättslig rådighet.

Entreprenadformen, eller rättare sagt, den civilrättsliga överenskommelsen som bygger på en specifik entreprenadform torde dock ha större betydelse när det kommer till att fastställa fördelningen av kostnaderna till följd av arbetet.

- *Om pålning sker i förorenad mark och det visar sig att föroreningen sprids till annan recipient eller sprids i en högre takt än innan, hur fördelas ansvaret mellan de olika parterna och varför?*

Såsom redogjort ovan kan en exploatör bli ansvarig för sanering enligt 10 kap. miljöbalken om pålning har inneburit att en förorening har spridits till omgivningen. Vidare har det förklarats att frågan om vem som ska betraktas som ansvarig exploatör får bedömas utifrån miljöbalkens verksamhetsutövarbegrepp (faktiskt och rättslig kontroll).

Har en föroreningskada uppstått till följd av *flera exploateringsföretag* kommer samtliga exploateringsföretag betraktas som verksamhetsutövare i 10 kap. 2 § miljöbalkens mening och en fördelning av ansvaret får ske enligt bestämmelserna i 10 kap. 4 och 6 §§. Om flera

verksamhetsutövare är ansvariga ska de som huvudregel svara *solidariskt*. Vad de solidariskt ansvariga har betalat ska *fördelas* mellan dem efter vad som är skäligt med hänsyn till den omfattning i vilken var och en har medverkat till miljöskadan och omständigheterna i övrigt. Om en verksamhetsutövare visar att verksamhetsutövarens bidrag till miljöskadan är så *obetydlig* att det inte ensamt motiverar något avhjälpande ska dock denne ansvara endast för den del som motsvarar bidraget. Bestämmelserna om fördelning av ansvar mellan flera ansvariga verksamhetsutövare är avancerade och i hög grad beroende av omständigheterna i det enskilda fallet.

När det kommer till en slutlig fördelning mellan t.ex. en entreprenör eller beställare, å ena sidan, och tidigare industriell verksamhet, å den andra, finns risk att det endast är entreprenören/beställaren som ska anses stå för den fördyring exploateringen inneburit.

5. Förslag på åtgärder innan utförande av pålning i syfte att begränsa ansvar

- Tillsynsmyndigheten kan med stöd av 26 kap. 22 § miljöbalken förelägga den som bedriver verksamhet som kan befaras medföra olägenheter för människors hälsa eller miljön, eller den som är skyldig att avhjälpa olägenhet från sådan verksamhet, att utföra vissa *undersökningar*. Bestämmelsen kan få betydelse i de fall det inte är konstaterat att det föreligger en förorening, vilket innebär att bestämmelserna om undersökning i 10 kap. miljöbalken inte är tillämpliga. Bestämmelsen riktar sig främst gentemot verksamhetsutövare som har bedrivit förorenade verksamhet på fastigheten men kan även göras gällande gentemot en exploatör. Bestämmelsen kan ligga till grund för krav på undersökningar kring frågan huruvida ett område är förorenat eller ej inför en exploatering.
- Vidare kan, i fall när förorening konstateras, en verksamhetsutövare tvingas upprätta en anmälan innan åtgärderna genomförs. Detta om man avser vidta *avhjälpandeåtgärder* som kan medföra ökad risk för spridning och exponering av föroreningarna, och risken inte bedöms som ringa, är anmälningspliktigt enligt 28 § förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.
- *Vilka krav från tillsynsmyndigheten är rimliga att ställa på verksamhetsutövaren innan arbetena kan påbörjas och genomföras?*

Kravet på utredning enligt 26 kap. 22 § miljöbalken får inte vara orimligt (jfr. 2 kap. 7 § miljöbalken). Det är verksamhetsutövarens sak att visa att kraven är orimliga. Bedömningen varierar med hänsyn till verksamhetens art. Undersökningarna får dock inte omfatta ren forskning. Ett krav på att utreda en förorenings förekomst inom en fastighet i syfte att undvika att pålningen sprider förorening till omgivningen torde inte betraktas som orimligt, men bedömning får ske utifrån omständigheterna i det enskilda fallet. Oaktat ovan ligger det i en *exploatörs intresse* att undersöka eventuell föroreningsförekomst inom en fastighet innan exploatering genomförs. Undersökningarna kan ligga till grund för en riskbedömning av hur exploatering ska genomföras och anpassas i syfte att, om möjligt, undvika exploatörsansvar enligt 10 kap. miljöbalken. Information om föroreningsförekomst är vidare viktig information vid fördelning av ansvar genom avtal.

- *Vilka juridiska villkor måste uppfyllas innan beställare/entreprenör kan säga sig ha ansvarsfrihet?*

Det går inte att få ansvarsfrihet i relation till 10 kap. miljöbalken; ett offentlighetsligt ansvar enligt 10 kap. miljöbalken preskriberas aldrig.

I en avtalsrelation går det emellertid att reglera ett potentiellt ansvar via garantier och/eller skadeslöshetsåtaganden parterna emellan. Det man bör tänka på är även att sådana garantier preskriberas varmed man bör föreskriva en betydligt längre preskriptionstid, om möjlighet, överstigande den lagstadgade allmänna preskriptionen om 10 år.

- *Förslag till formulering i avtal mellan parterna för att reglera ansvarsfrågan för de olika entreprenadformerna – nämnda formulering i avtal kan användas i både utförande- och totalentreprenader.*

Skadeståndsansvar gentemot tredje man

Om Beställaren drabbas av skada till följd av anspråk från tredje man och Entreprenören, eller av Entreprenören anlita underentreprenör (med undantag för om detta är Beställaren) orsakat skadan ska sådan skada ersättas av Entreprenören. Entreprenören är dock fri från skadeståndsskyldighet om han kan visa att han inte rimligen kunnat förebygga eller begränsa skadan. Eventuell ersättning ska inkludera kostnaderna för att bemöta och reglera anspråket, såsom förhandlings- och ombudsarvoden, utredningskostnader m.m. som uppkommer med anledning av sådant anspråk.

Om Entreprenören drabbas av skada till följd av anspråk från tredje man och Beställaren, eller Beställarens underentreprenör, orsakat skadan ska sådan skada ersättas av Beställaren. Eventuell ersättning ska inkludera kostnaderna för att bemöta och reglera anspråket, såsom förhandlings- och ombudsarvoden, utredningskostnader m.m. som uppkommer med anledning av sådant anspråk.

Föreordnad mark

Respektive part ska vara skyldig att avhjälpa eventuella miljöföreningar som denne orsakat på arbetsområdet. För att möjliggöra bedömning härav ska parterna utöver löpande kontroller uppdra åt en oberoende miljökonsult att såväl i samband med detta avtals ingående som vid avtalets upphörande besiktiga (provtagning, analys m.m.) arbetsområdets skick. Kostnaden för miljökonsultens arbete ska bäras av Beställaren.

Till undvikande av missförstånd ska Entreprenören inte i något avseende svara för eventuella miljöföreningar eller andra miljökonsekvenser, inklusive ökad spridning eller frigörande av föreningar till följd av markexploateringen, som uppkommer med anledning av en befintlig förening på, i eller under arbetsområdet. Denna kostnad ska bäras av Beställaren. Om Entreprenören drabbas av anspråk i denna del från tredje man eller myndighet ska Beställaren bära och erbjudas hantera dessa anspråk. Beställaren ska även ersätta Entreprenören eventuella kostnader för att bemöta och reglera anspråket, såsom förhandlings- och ombudsarvoden, utredningskostnader m.m. som uppkommer med anledning av sådant anspråk.

Fröberg & Lundholm Advokatbyrå AB,

Mikael Berglund

Oscar Heimeryd