

PM

# Åtgärdsutredning för Nitrolackfabriken (hus 27) på Lövholmen 12

Stockholms stad

Skanska Sverige AB



Upprättad av:

Viken

Birgitta Sjödell

073- 067 07 88

[birgitta@vikenmiljo.se](mailto:birgitta@vikenmiljo.se)

WSP

Torvald Bergström

070-280 20 40

[torvald.bergstrom@wsp.com](mailto:torvald.bergstrom@wsp.com)

WSP

Mikael Bergström

+46 10 722 80 24

[mikael.Bergstrom@wsp.com](mailto:mikael.Bergstrom@wsp.com)

Uppdragsledare:

Tobias Sjöstrand

070- 564 98 38

[tobias@vikenmiljo.se](mailto:tobias@vikenmiljo.se)

Datum: 2022-12-16

Rev 1. 2023-02-15

Rev 2. 2023-05-05

Rev 3. 2023-08-15

## Sammanfattning

Detta dokument redovisar en åtgärdsutredning avseende den så kallade Nitrolackfabriken, belägen på fastigheten Lövholmen 12 i Liljeholmen, Stockholm. På fastigheten, som är en del av Beckers gamla färgfabrik, utförs marksaneringsarbeten sedan början av oktober 2019. Saneringsarbetena utförs som ett led i en omställning från tidigare industrimark till en ny stadsdel med bostäder, kontor, centrumverksamheter och förskolor. Inom fastigheten finns fortfarande ett antal byggnader kvar som på olika sätt har använts i den historiska verksamheten, däribland Nitrolackfabriken (även benämnt hus 27). Flertalet miljötekniska och konstruktionstekniska undersökningar har genomförts i byggnaden under perioden 2014–2021.

Problemställningen som ligger till grund för framtagen åtgärdsutredningen utgörs av:

- Byggnadens konstruktionstekniska skick som är bristfälligt med trasiga fönster, läckande tätskikt, omfattande betongskador i stommen samt förekomst av ingjutna klorider i stommen och förorenade ytskikt på insidan av byggnaden.
- Förekomst av förorenad jord på djupet öster om byggnadskroppen och även i jord och luft under byggnaden. Utförd jordprovtagning har påvisat flertal ämnen i halter över Naturvårdverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning. Därtill har PAH-M påvisats i halter över riktvärdet för risk för ånginträning.

Som akut åtgärd för byggnaden har delar av bjälklagen skyddsstämpats i syfte att motverka att konstruktionen kollapsar. Om byggnaden ska kunna nyttjas i någon form framöver krävs en omfattande ombyggnation där både skadorna åtgärdas men som även omfattar att byggnaden anpassas till nya verksamheter. Avseende föroreningsproblematiken under och intill byggnaden krävs också åtgärder för att uppnå åtgärdsmålen avseende hälsa och miljö. Då påvisade halter överskrider Naturvårdverkets generella riktvärde för ”mindre känslig markanvändning” (som exempelvis innefattas av publika lokaler) krävs åtgärder med hänsyn till föroreningar oavsett om kommande användning blir bostäder, kontor eller publika lokaler.

Denna åtgärdsutredning är framtagen på uppdrag av Skanska, genom ett samarbete mellan Viken och WSP, där Viken har utrett åtgärder avseende marksanering medan WSP har utrett byggnadstekniska åtgärder samt utrett föroreningar i material och den historiska påverkan på byggnaden ur ett miljö- och hälsoperspektiv. Därtill har WSP utfört kostnadsuppskattningar, med stöd av Skanska som har varit behjälpliga med underlag. Syftet har varit att utreda alternativa riskreducerande åtgärder för hus 27 med hänsyn till riskreduktion för människors hälsa och miljö i linje med områdets omställning till bostäder och nya verksamheter.

I utvärderingen av presenterade åtgärdsalternativ har problemreduktionen jämförts i relation med kostnad, tidsåtgång, osäkerheter och uppnådd kvalitet i slutresultatet. Den ekonomiska jämförelsen har gjorts genom en kostnadsuppskattning för ett scenario där byggnaden (befintlig eller ny) används för publika lokaler och bostäder. En viktig aspekt i utvärderingen av alternativen har varit vilken trygghet de olika alternativen ger i ett långsiktigt perspektiv. Om området ska kunna nyttjas för

framtida verksamheter som en del i ett nytt bostadsområde måste åtgärderna resultera i en riskreducering som är bestående. Tre av de fem presenterade åtgärdsförslagen har bedömts uppfylla åtgärdsmålen och ge en god problemreduktion i ett långsiktigt perspektiv då föroreningskällan elimineras. Dessa åtgärdsalternativ är:

**Åtgärdsalternativ 1** – Byggnaden rivs och fullständig schaktsanering utförs intill och under byggnad. Föroreningar i byggnadsmaterial samt jord och grundvatten avlägsnas, både under byggnad och öster om byggnad intill kulvert och nödutrymningstrapphus. Åtgärds målet för fastigheten uppfylls. En ny byggnad uppförs på samma plats.

**Åtgärdsalternativ 2a** – Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning till bostäder och publika lokaler. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Marksanering utförs av jord intill och under byggnad genom schaktning. Invändigt utförs urgrävning av förorenade jordmassor med en mindre grävmaskin.

**Åtgärdsalternativ 2b** – Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning till bostäder och publika lokaler. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Marksanering utförs genom en in situ-behandling med avseende på jord och grundvatten intill och under byggnad.

Av dessa tre åtgärdsalternativ innebär alternativ 1 lägst kostnader och är dessutom det alternativ som genererar de minsta osäkerheterna avseende föroreningsproblematiken. Att riva byggnaden innebär att riskerna avseende byggnadens konstruktion med säkerhet elimineras, till skillnad från alternativ 2a och 2b som medför osäkerheter i måluppfyllelse, speciellt i ett långsiktigt perspektiv. Vidare har en ny modern byggnad, anpassad för den tänkta verksamheten, miljömässiga fördelar i det långsiktiga perspektivet då energiförbrukningen blir lägre och byggnadens livslängd säkerställs. Därutöver är arbetsmiljöriskerna mindre omfattande i alternativ 1, vilket utgör en betydande aspekt i utvärderingen av åtgärder.

**Med bakgrund av detta bedöms åtgärdsalternativ 1 vara det bästa alternativet både utifrån ett hälso-, miljö- och arbetsmiljömässigt perspektiv, liksom utifrån tekniska och ekonomiska aspekter.**

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	7
1.1	Syfte .....	8
1.2	Avgränsningar .....	8
2	Bakgrund .....	9
2.1	Omgivningsbeskrivning.....	9
2.2	Historik .....	10
2.3	Planerad markanvändning.....	10
2.4	Skyddsobjekt.....	11
2.5	Geologiska och hydrologiska förhållanden.....	11
2.6	Föroreningssituation och byggnadens fysiska skick – resultat från utförda undersökningar .....	13
2.6.1	Förorenad jord intill byggnaden.....	14
2.6.2	Jord och vatten under byggnad.....	15
2.6.3	Luft under byggnad .....	16
2.6.4	Byggnadens konstruktionstekniska skick och stabilitet .....	17
2.6.5	Byggnadens konstruktion ur föroreningsperspektiv .....	20
3	Konceptuell modell .....	20
4	Åtgärds mål .....	22
4.1	Övergripande åtgärds mål .....	22
4.2	Mätbara åtgärds mål .....	23
5	Åtgärdsutredning .....	24
5.1	Administrativa åtgärder.....	24
5.2	Tekniska skyddsåtgärder .....	24
5.3	Långtidsuppföljning och bevakning av naturlig nedbrytning .....	25
5.4	Inneslutning och avskärmning .....	25
5.5	Fysisk massreduktion.....	25
5.5.1	Schaktsanering och behandling av jord ex situ .....	25
5.5.2	Pumpning och behandling.....	26
5.5.3	Jordtvätt on-site .....	26
5.5.4	Termisk behandling in situ .....	27
5.5.5	Stimulerad biologisk nedbrytning .....	27
5.5.6	Kemisk oxidation in situ .....	28
5.5.7	Rivning av byggnadskonstruktion.....	28
6	Övervägda åtgärdsalternativ.....	28
6.1	Sammanfattning av platsspecifika förutsättningar.....	28
6.2	Presenterade åtgärdsalternativ .....	29
6.3	Nollalternativ .....	31

6.3.1	Beskrivning .....	31
6.3.2	Kostnad och tidsåtgång .....	32
6.3.3	Osäkerheter.....	33
6.4	Åtgärdsalternativ 1 .....	34
6.4.1	Beskrivning .....	34
6.4.2	Kostnad och tidsåtgång .....	35
6.4.3	Osäkerheter.....	35
6.5	Åtgärdsalternativ 2a .....	37
6.5.1	Beskrivning .....	37
6.5.2	Kostnad och tidsåtgång .....	39
6.5.3	Osäkerheter.....	39
6.6	Åtgärdsalternativ 2b .....	41
6.6.1	Beskrivning .....	41
6.6.2	Kostnad och tidsåtgång .....	42
6.6.3	Osäkerheter.....	43
6.7	Åtgärdsalternativ 3 .....	44
6.7.1	Beskrivning .....	44
6.7.2	Kostnad och tidsåtgång .....	44
6.7.3	Osäkerheter.....	45
7	Riskvärdering och rekommendation .....	46
8	Slutsats .....	48
9	Citerade verk .....	50

## Bilagor

- Bilaga 1 PM, Nitrolackfabriken – kompletterande undersökning av porgas, jord och vatten under byggnad, Lövholmen 12. Viken, 2022-11-30.
- Bilaga 2 Statusbedömning av betongstomme Lövholmen 12 Hus 27. Stockholm betongkonsult, 2022-07-07. Rapport 2022-047-01.
- Bilaga 3 Nitrolackfabriken – utredning ombyggnad till publik lokal och bostäder. Skanska, 2022-06-10.
- Bilaga 4 Åtgärdsförslag för ombyggnation. WSP, 2022-11-23
- Bilaga 5 Arbetsordning för ombyggnation. WSP, 2022-11-23.
- Bilaga 6 Energiberäkning Lövholmen 12. WSP, 2022-11-22.

## 1 Inledning

Tidigare industriverksamhet som har bedrivits på fastigheten har medfört föroreningar och oavsett framtida markanvändning (industri/kontor eller bostadsändamål) behöver marken åtgärdas för att säkerställa att det inte finns någon risk som medför betydande påverkan för miljön eller för de människor som bor eller arbetar i området. Inom fastigheten Lövholmen 12 utförs därför marksaneringsarbeten sedan början av oktober 2019. Två separata anmälningar om avhjälpandeåtgärder har lämnats in enligt 28 § förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899), daterade 2018-09-18 samt 2019-03-21. Efterbehandlingen av marken närmar sig nu sitt slutskede och pågår således i enighet med beslut på inlämnade anmälningar, daterade 2018-11-23 respektive 2019-05-10. Fastigheten planeras utvecklas till en ny stadsdel med bostäder, kontor, centrumverksamheter och förskolor.

Inom fastigheten finns ett antal byggnader kvar som i olika grad har använts i den historiska verksamheten, däribland industribyggnaden som denna åtgärdsutredning berör, hus 27. Byggnaden utgörs av det som under fabriken verksamhetsperiod benämndes Nitrolackfabriken. Byggnaden uppfördes 1944 för tillverkning av nitrocellulosabaserad färg som var en kemitekniskt tung och vansklig industriell process.

Det har tidigare utförts undersökningar i och i anslutning till Nitrolackfabriken liksom övriga byggnader på fastigheten för att utreda föroreningssituationen i och under dess konstruktion. Inom ramen för de tidigare utförda undersökningarna (2014-2020) har inventering av byggnadsmaterial, provtagning av material i byggnad och av jordmassor under byggnad utförts, där resultaten sammanställs och redovisas i PM:et *Miljöteknisk undersökning av byggnaden hus 27 och angränsande mark inom Lövholmen 12* (Viken, 2020). Utredningarna har utförts av Viken miljökonsult (Viken) och WSP. Sedan upprättandet av det PM:et (2020) har Viken, WSP och Stockholm betongkonsult, på uppdrag av Skanska Sverige, utfört ytterligare utredningar i hus 27 under våren/sommaren 2022. Utredningarna omfattar provtagning av jord, grundvatten och porgas under byggnad samt ytterligare utredningar av byggnadens material och konstruktionstekniska skick. Undersökningarna och dess resultat presenteras i avsnitt 2.6.

Därutöver har även en övergripande utredning av detaljplaneområdet Lövholmen genomförts av Wescon med syfte att utvärdera områdets lämplighet för planerad markanvändning utifrån kända föroreningar i mark och grundvatten. Resultat från utförda undersökningar av ett flertal konsulter under perioden 2011-2021 har sammanställts och legat till grund för Wescons riskbedömning (Wescon, 2023).

Utförda undersökningar visar att skicket på Nitrolackfabriken är mycket bristfälligt. Den inventering och provtagning som har utförts av Stockholm betongkonsult visar dels att det finns omfattande skador på betongen p.g.a. att betongen har spjälkat sönder, dels visar provtagningar av betongen att den innehåller ingjutna klorider. Dessa klorider har använts historiskt för att skynda på härdningen av betongen, men detta medför att det finns en stor risk för att den ingjutna armeringen i betongkonstruktionen börjar att rosta inifrån.



Det har även skett omfattande ombyggnadsåtgärder på betongstommen under tidigt 1990-tal vilket har medfört att två hela våningsplan har tagits bort, detta medför en försämrad stabilitet för huset.

Föroreningsbilden under och i anslutning till bygganden består dels av en förorening öster om byggnadskroppen, i form av en mindre jordvolym med påvisade halter av alifater, aromater, PAH och metaller i halter över Naturvårdsverkets riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM) och bly i en halt över Avfall Sveriges klassificering för farligt avfall (FA) (Naturvårdsverket, 2009), (Avfall Sverige, 2019). Där förekommer även PAH-M i halter mellan 24 och 120 mg/kg TS som med stor marginal överskrider riktvärdet för inandning av ånga på 3,9 mg/kg TS.

Liknande föroreningsbild förekommer under byggnadskroppen, framför allt under byggnadens östra del där PAH-M har påvisats i jorden i halter över riktvärdet för risk av ånginträngning i 2 av 3 provtagningspunkter. Därutöver har en hög PCB-halt (33 µg/l) påvisats i grundvattnet under byggnadens nordvästra hörn.

Fältmätningar med fotojoniseringsdetektor (PID-instrument) har även indikerat på tydlig förekomst av flyktiga ämnen i luften under bottenplatta. Vid mätning ner i borrhål genom bottenplattan erhöles PID-värden >150 ppm i flertalet provpunkter i byggnadens östra del. Analysresultaten från analyserade porluftsprover påvisade förhöjda halter av xylene och PAH (naftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen), men under tillämpade riktvärden.

## 1.1 Syfte

Denna åtgärdsutredning är framtagen genom ett samarbete mellan Viken och WSP.

Kostnadsuppskattningar har till huvuddelen tagits fram av WSP, men Viken och Skanska har varit behjälpliga för vissa delmoment. Utredningen är tänkt att utgöra ett underlag för Stockholms Stad, som inom ramen för pågående detaljplanearbete, ska fatta ett väl underbyggt beslut avseende vilka byggnader som är lämpliga att bevara i området. Utredningen kan även utgöra del av beslutsunderlag vid rivningslovsprövning. Det konkreta syftet med utredningen har varit att presentera alternativa åtgärder för omställning av nyttjandet av byggnaden hus 27 och/eller markytan med hänsyn till riskreduktion för människors hälsa och miljö. Utredningen omfattar en omställning till bostäder och publika lokaler, men det finns även andra möjliga användningsområden för befintlig eller ny byggnad. Oavsett vad den kommande användningen blir (bostäder, kontor eller publika lokaler) föreligger ett åtgärdsbehov med hänsyn till både föroreningar i mark och byggnadens konstruktion. De presenterade åtgärdsalternativen har jämförts med varandra med hänsyn till miljö- och hälsonyttan i relation till osäkerheter, riskfyllda arbetsmoment och tids- och kostnadsuppskattningar. Inom ramen för arbetet har även en rekommendation lämnats för det alternativ som bedöms mest lämpligt.

## 1.2 Avgränsningar

Denna utredning har avgränsats geografiskt till byggnaden Nitrolackfabriken (hus 27) samt underliggande och närmast omgivande mark och grundvatten. Åtgärdsutredningen har utförts med avseende på hälsa, miljö, tekniska aspekter samt kostnader. Övriga infallsvinklar har inte beaktats.



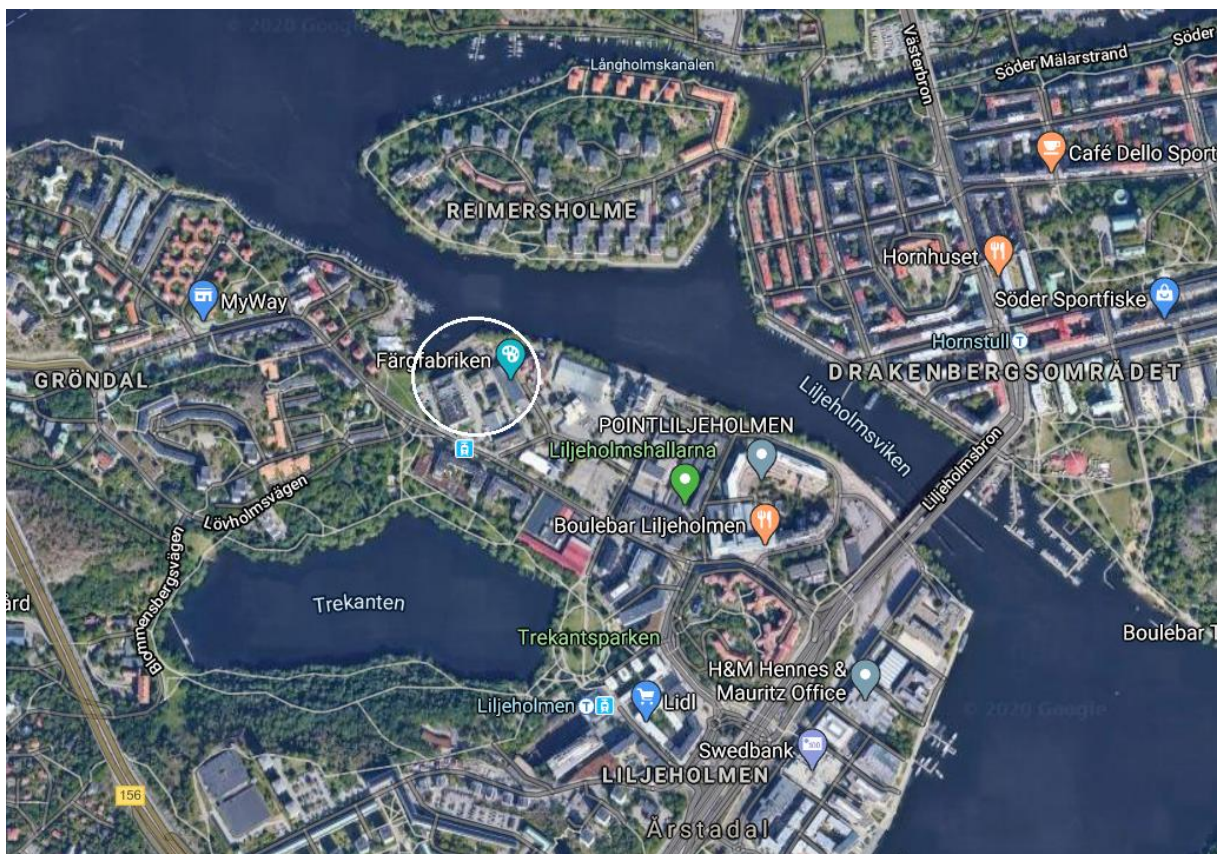
Kostnadsuppskattningen har gjorts för ett scenario där byggnaden (befintlig eller ny) används för publika lokaler och bostäder. Andra möjliga användningsområden har inte studerats inom ramen för denna åtgärdsutredning.

## 2 Bakgrund

I detta avsnitt beskrivs väsentlig bakgrundsinformation såsom områdets historik, geografi, geologi och hydrologi. Även skyddsobjekten för området presenteras. Därutöver redogörs för föroreningsbilden i, under och kring Nitrolackfabriken samt byggnadens konstruktionstekniska tillstånd.

### 2.1 Omgivningsbeskrivning

Fastigheten Lövholmen 12 ligger i stadsdelen Liljeholmen, Stockholm Stad, se Figur 1. Området består idag av ett inhägnat arbetsområde med till största delen sanerade och återfyllda markytor. På fastigheten finns även ett flertal byggnader från den industriverksamma tiden, däribland Nitrolackfabriken som denna åtgärdsutredning omfattar. Fastighetens totala area är cirka 23 000 m<sup>2</sup> och den omgärdas av Liljeholmsviken i norr, mindre grönområde i väster, kontors- och industrifastighet i öster samt Lövholmsvägen med både biltrafik och tvärbana i söder.



FIGUR 1. FLYGFOTO MED DET AKTUELLA OMRÅDET MARKERAT (GOOGLE MAPS 2021).

## 2.2 Historik

Nitrolackfabriken stod klar år 1944 och var en viktig förutsättning för att öka Beckers produktionskapacitet av cellulosebaserade lacker till bil- och möbelindustrin. Råvaran och bindemedlet i Nitrolackfabriken var den nitrerade cellulosan (nitrocellulosa) som efterbehandlades med tryckkokning eller genom tillförsel av mjukningsmedel och hartser, för att därefter bli användbar i framställningen av lacker. Hartserna utgjordes ofta av konsthartser som alkyl-, karbamid- och fenolhartser. Blandningarna bereddes i stora cisterner i nitrolackfabriken.

Både bindemedlet och lösningsmedlen som användes i tillverkningen av nitrocellulosebaserad färg var extremt brandfarliga vilket låg till grund för utformningen av den nya fabrikslokalen. Exempelvis grävdes tankarna för lösningsmedlen ner och fick en betongskärm mot huskroppen (Bivegård, 2008). Andra speciella utformningar var självstängande branddörrar, luckor med smältlås för att förhindra luftdrag vid brand samt fristående trapphus på utsidan av byggnadens kortsidor. Grundläggningen av byggnaden var inte heller helt oproblematiske. Den naturliga strandlinjen (numera ett 20-tal meter framför byggnaden) hade flyttats ut i etapper för att utöka utrymmet till verksamheten. Utfyllnadsmassorna av sprängsten och lerbotten var otillräckliga som grundläggning och därför tvingades man påla ned till berg med speciella pålar som fylldes med betong. Byggnadens grundläggning och betongstomme var från början dimensionerad för att klara påbyggnad av ytterligare våningsplan (Bivegård, 2008).

En rad ombyggnationer utfördes i etapper under 1900-talet. Bland annat genomfördes stora förändringar år 1990 då bjälklag mellan bottenvåningen och andra våningen bilades bort för att ge plats åt 8 stora cisterner och tankar som behövdes för att förvara råvaror.

Byggnadens konstruktion utgörs idag i övrigt av en stomme i armerad betong i fackverk och sockel gjuten i betong. Ytterväggar består av rött murtegel lagda i munkförband. Taket har två fall där den övre delen är ett sadeltak täckt med plåt, den undre ett terrasstak av grusbelagd betong. På gavelsidorna finns de fristående trappornen av betong kvar och söder om byggnaden en betongramp och en trappa som leder upp till entrén. Norr om byggnaden finns rester av en tidigare lastkaj samt en trappa ner till det utrymme som tidigare utgjorde ett tankrum.

Utförligare beskrivning av verksamheten i byggnaden finns redovisad i examensarbetet *Beckers färgtillverkning på Lövholmen Stockholm, Bivegård, L. & Vikström, J., 2008. Nätverket för byggnadsvård i Västmanlands län.*

## 2.3 Planerad markanvändning

Fastigheten Lövholmen 12 ingår i planeringen för en ny stadsdel med totalt omkring 1 800 bostäder. Den tänkta markanvändningen inom Lövholmen 12 är således kvartersmark med bostäder och kontor men även verksamheter, service, förskolor, parker och torg planeras inom den nya stadsdelen. Detaljplanesamråd planeras att ske under hösten 2023. Ett antal av de kulturklassade byggnaderna kommer att vara kvar (bland andra den så kallade "Smedjan", "Förbandsfabriken" och "Beckershuset" inom Lövholmen 12 samt "Färgfabriken" på fastigheten Lövholmen 16), vars

verksamhet (konsthall mm.) ska bekräftas i den nya detaljplanen. Markytan där Nitrolackfabriken nu står önskas i den nya detaljplanen nyttjas för bostäder och publika utrymmen såsom restaurang mm. i bottenvåningen av huset. Utredningen tar hänsyn till detta, men utgår inte från ett specifikt samrådsförslag.

## 2.4 Skyddsobjekt

De skyddsobjekt som beaktas med utgångspunkt i den planerade markanvändningen omfattar skydd av människa, miljö och naturresurser. Vad gäller skydd av människa skall samtliga människor som dagligen vistas i området skyddas med avseende på hälsorisker och olycksrisker. Hälsorisker avser både kortsiktiga och långsiktiga risker kopplade till föroreningsbilden, medan olycksrisker avser plötsliga händelser och/eller olyckor. Skyddsobjekt innefattar boende i form av barn och vuxna samt personer som arbetar eller går i skolan i området (inklusive byggnaderna) samt alla människor som någon gång befinner sig i området eller i närheten av byggnaden. De skyddsobjekt som kopplas till miljö är "skydd av markekosystemet inom projektområdet" samt "akvatiska ekosystem i närliggande ytvattenrecipienter", i detta fall Riddarfjärden som Liljeholmsviken är en del av. Skyddet av markekosystemet syftar till att upprätthålla ett välfungerande markekosystem som förmår att utföra de ekologiska funktioner som kan förväntas med hänsyn till områdets historia och planerad markanvändning. Skyddet av akvatiska ekosystem innefattar att närliggande ytvattenrecipienter inte ska bli negativt påverkade av föroreningssituationen i området. Skyddsobjektet avseende naturresurser omfattar skydd av grundvatten och ytvatten i syfte att hindra en ökad spridning av föroreningar till grundvatten samt hindra en ökad belastning på Riddarfjärden. Delar av Mälaren fungerar som dricksvattentäkt och recipienten Riddarfjärden skall därför skyddas så att vattenkvaliteten inte riskerar att försämrans. Något skyddsvärde för grundvatten som dricksvattenresurs bedöms dock inte föreligga. Denna bedömning stöds även i Wescons riskbedömning avseende detaljplaneområdets lämplighet för planerad markanvändning. Där grundas resonemanget på att uttagsmöjligheterna är små, det finns risk för negativ påverkan från saltade vägar i området samt för spridning av bakterier till grundvatten från spillvattenledningar i området och slutligen med stöd av att fyllnadsmassor i kajområdet risker att ytvatten sköljer in och då tar med sig alger och bakterier.

## 2.5 Geologiska och hydrologiska förhållanden

Jordmassor i området utgörs idag i huvudsak av fyllnadsmassor. Inom stora delar av fastigheten är det urharpade stenar (utsorterade från tidigare fyllnadsmaterial) tillsammans med inköpta massor som har återfyllts efter färdigställd schaktsanering. Jordmaterialet under själva byggnaden (hus 27) utgörs enligt källor av grova utfyllnadsmassor från den fabriksverksamma tiden då strandlinjen etappvis byggdes ut, vilket stämmer väl med intrycken från utförda marksaneringsarbeten utanför byggnaden. Utfyllnadsmassorna ska bestå av sprängsten och lermassor (Bivegård, 2008).

Efter färdigställd schaktsanering, har fyllnadsmassorna i norra delen av fastigheten (och området kring hus 27) en mäktighet på cirka 2 meter. Schaktsanering i norra delen av området har generellt gjorts ner till grundvattenytan, på cirka +0,8-0,9 meter över havet (m.ö.h), eller grundare vid

förekomst av bergöveryta. En mindre yta framför Smedjan (hus 21) är idag asfalterad och detsamma gäller ytan framför Färgfabriken som är återställd som uteservering i form av en hårdgjord yta. Geologin under dessa ytor är dock likvärdig med övriga ytor i norra området.

I fastighetens centrala och södra del har schaktsanering utförts till varierande djup beroende på föroreningsituationen. Det nya fyllnadsmaterialet utgörs därmed av varierande mäktighet, vanligen omkring 0–3 meter, och underlagras av berg, naturlig lera eller gamla fyllnadsmassor. Figur 2 ger en överblick av det efterbehandlade området.

Grundvattennivån är högst i de södra delarna av fastigheten och ligger där cirka 1,4 m.ö.h. Grundvattennivån sjunker mot områdets norra del (mot kajen och Liljeholmsviken) och ligger där i enlighet med vad som nämnts ovan omkring 0,8–0,9 m.ö.h. I de norra delarna innanför kajen samvarierar grundvattnet i hög grad med nivåvariationerna i Liljeholmsviken.

Uppgifter om grundvattenmagasin saknas för aktuellt område i SGU:s grundvattenkarta. Enligt Wescons grundvattenutredning utförd inom ramen för riskbedömningen avseende Lövholmen bedöms det inte finnas något sammanhängande grundvattenmagasin inom området som en följd av det ytligt förekommande berget, närheten till sjön och stora mängden fyllnadsmassor. Grundvattnet har främst påträffats i moränen under leran. Enligt Wescon utgörs detta vatten troligen av främst infiltrerande regnvatten som rinner av längs bergytor.

Enligt VISS (2021) och enligt stadens kartunderlag avvattnas området till Mälaren/Riddarfjärden som Liljeholmsviken är en del av. Viss grundvattenströmning kan även ske till sjön Trekanten strax söder om projektområdet, men även där sker avrinningen ut till Riddarfjärden. Totala ytan för Riddarfjärdens tillrinningsområde är enligt Wescon 111 ha, vilket kan jämföras med detaljplaneområdets totala yta på 7,2 ha och ytan för Lövholmen 12 vilken omfattar ca 2,3 ha.





**FIGUR 2.** FLYGBILD ÖVER LÖVHOLMEN 12 DÄR GRÖN FÄRGMARKERING VISAR MARKOMRÅDEN SOM HAR SCHAFTSANERATS OCH ORANGEA FÄRGMARKERINGAR VISAR MARK UNDER KVARVARANDE BYGGNADER SOM INTE HAR SCHAFTSANERATS SAMT GULA OMRÅDEN VISAR MARKYTOR SOM INTE HAR SANERATS. BYGGNADER SOM SYNS I DEN GRÖNA YTAN (2 ST) ÄR IDAG RIVNA OCH UNDERLIGGANDE MARK HAR SANERATS.

## 2.6 Föroreningsituation och byggnadens fysiska skick – resultat från utförda undersökningar

I detta avsnitt beskrivs kända föroreningar utifrån flertalet undersökningar som Sandström, Viken, WSP, Structor och Wescon har genomfört under perioden 2014–2021. Sandström har genomfört provtagning för förklassificering inför det pågående saneringsarbetet (Sandström, 2014). Viken har utfört miljötekniska undersökningar av mark och grundvatten i anslutning till och under byggnader samt varit miljöstödd under saneringsarbetet på fastigheten (2019-pågående). WSP har stått för undersökningar av byggnadens konstruktion, både avseende skick och förekomst av föroreningar (2022). Wescon har haft en annan infallsvinkel och mer övergripande utrett föroreningsituationen i grundvatten i hela planområdet inkluderande Lövholmen 12 och angränsande fastigheter. Därutöver har Structor undersökt sediment längs med strandlinjen i Liljeholmsviken (2019). Inför de pågående saneringsinsatserna inom Lövholmen 12 har platsspecifika riktvärden (PSRV) för jord upprättats för tre olika marktyper inom projektområdet;

- A mark under byggnad (PSRV A)
- B gårds- och parkområden (PSRV B)
- C mark under grundvattenyta (PSRV C)

I de fall riktvärdena har varit appliceringsbara har uppmätta halter jämförts med dessa. Det skall dock nämnas att jordmassor ovan grundvattenytan inom Lövholmen 12 saneras till målbilden att avlägsna samtlig jord med halter över Naturvårdsverkets (NV:s) generella riktvärden för markanvändningsscenario "känslig markanvändning" (KM), vilket är ett hårdare krav än de platsspecifika riktvärden.

### 2.6.1 Förorenad jord intill byggnaden

Marken som omger Nitrolackfabriken har schaktsanerats, men precis intill byggnadens östra gavel finns en kvarlämnad restförorening bestående av jordmassor på djupet under och intill en betongkulvert som går utanför den östra fasaden (Figur 3). Schaktsanering under kulverten samt på djupet mellan kulverten och byggnadens fasad (ca. 2 meter bred remsa) var inte möjlig på grund av geotekniska begränsningar. De jordmassor som inte kunde schaktas ur på djupet (1,5–3 meter under markytan) innehåller framför allt PAH-M i halter mellan 24-120 mg/kg TS och PAH-H i halter mellan 19-83 mg/kg TS (

Tabell 1) enligt förklassificeringen i den upprättade klassningsplanen som har använts vid saneringsarbetet på fastigheten. Dessa halter ligger mellan Naturvårdsverkets riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM) och Avfall Sveriges klassificering för farligt avfall (FA) (Naturvårdsverket, 2009), (Avfall Sverige, 2019). Därtill förekommer aromater >C10-C16 i halter mellan 20–47 mg/kg TS (> MKM). Även ett antal metaller (barium, bly och zink) förekommer i halter över MKM. Ytligare kvarlämnade massor (0-1,3 m under markytan) intill kulverten har provtagits i samband med schaktsaneringen (2020) och påvisat halter av bly över haltkriterierna för Farligt avfall (4800 mg/kg TS) samt PAH-M, PAH-H, alifater >C8-C10, barium, koppar, kvicksilver, zink i halter >MKM.

Erfarenheten från saneringsarbetet inom fastigheten tyder på att restföroreningen av särskilt PAH skulle kunna fortsätta på ett stort djup. Delområdet (förutom jordmassorna precis under kulverten och intill byggnaden) schaktsanerades till grundvattenytan eller djupare där det var möjligt. Även efter avslutad schaktsanering förekom i vissa fall, PAH-M i halter mellan 18-27 mg/kg TS i schaktbotten. Schaktbotten i dessa ytor bestod till stor del av sprängsten och grundvatten med en mindre andel finmaterial vilket var en utmaning under saneringsarbetet och anledningen till att föroreningen inte kunde elimineras helt med schakt som saneringsmetod.

Grundvattenprovtagningar i det specifika området visar dock inga halter i grundvattnet av betydelse för hälsorisker avseende inandning av ånga.





**FIGUR 3.** KULVERT ÖSTER OM NITROLACKFABRIKEN MED FÖRORENAD JORD UNDER SAMT PÅ DJUPET I YTAN MELLAN FASADEN OCH KULVERTEN (FOTO TAGET JUNI I 2022).

### 2.6.2 Jord och vatten under byggnad

Efter avslutat saneringsarbete i marken runt byggnaden har jord, grundvatten och luft under byggnadens bottenplatta undersökts i två omgångar, år 2020 och 2022. Resultaten visar att liknande föroreningsbild som fanns (och delvis finns kvar) öster om byggnaden förekommer under byggnadskroppen. PAH-M har påvisats i jord under byggnaden i halter över riktvärdet för risk av ånginträngning i 2 av 3 provtagningspunkter (Tabell 1). Båda provpunkterna (punkt 8 och 9) var placerade i byggnadens östra del. I provpunkterna i byggnadens mitt och västra del förekom ingen jord som kunde provtas. Istället uttogs grundvattenprover i tre punkter, men dessa påvisade inga förhöjda halter av petroleumämnen, PAH eller metaller. Analys av grundvattenprover uttagna år 2020 påvisade en hög halt av PCB (33 µg/l) i en provpunkt i byggnadens nordvästra hörn. Halten är mer än 3 000 gånger högre än det holländska riktvärdet för kraftig påverkan i grundvatten.

Det bör noteras att det inte uttogs några grundvattenprover under den östra delen av byggnaden eftersom det vatten som förekom under byggnadens bottenplatta bedömdes utgöras av injicerat sköljvatten från borringen. Det är därmed okänt huruvida det förekommer PAH i grundvattnet i det östra området där halterna är som högst i jorden.



**TABELL 1.** UPPMÄTTA HALTER I JORD SAMT JÄMFÖRELSE MED RIKTVÄRDEN. GUL MARKERING MARKERAR ATT HALTEN ÖVERSKRIDER MINST ETT RIKTVÄRDE OCH FET STIL INNEBÄR ATT HALTEN ÖVERSKRIDER RIKTVÄRDET AVSEENDE ÅNGINTRÄNGNING.

Ämne	NV:S riktvärde för inandning av ånga (KM)	NV:s generella riktvärde för KM	PSRV A (mark under byggnad)	Uppmätta halter				
				Punkt 8, hus 27, östra del	Punkt 9, hus 27, östra del	Punkt 10, hus 27, mitt	U3, under kulvert	U3, kvarlämnade massor mellan kulvert och hus 27
<b>PAH-L</b>	32	3,0	15	2,4	1,9	0,16	2,1-2,4	5,2-8,9
<b>PAH-M</b>	3,9	3,5	4	<b>70</b>	<b>58</b>	2,9	<b>3,7-42</b>	<b>24-120</b>
<b>PAH-H</b>	820	1,0	10	<b>83</b>	<b>63</b>	5,4	4,8-25	19-83

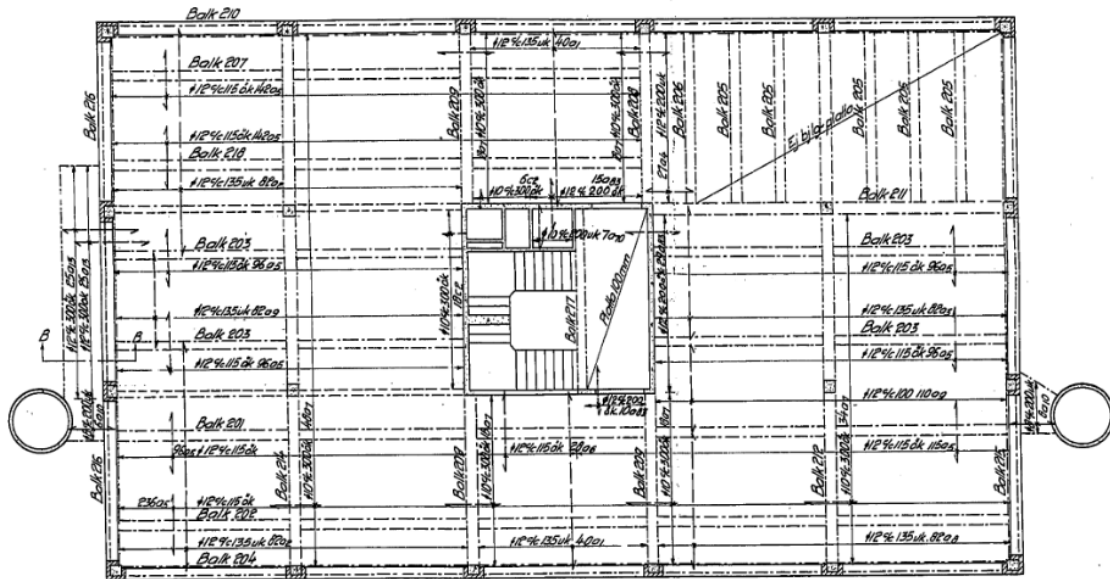
### 2.6.3 Luft under byggnad

Provtagning av luft under byggnadens bottenplatta har genomförts i 12 provpunkter. Innan provtagningen startades mättes förekomst av flyktiga ämnen med en fotojonisationsdetektor (PID-instrument) i borrhålet. I byggnadens östra del (två provpunkter) visade PID-instrumentet värden >150 ppm, vilket är en tydlig indikation på förekomst av flyktiga ämnen. Analysresultaten visade förhöjda halter av xylen och PAH (naftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen) i luften, dock var det inget ämne som överskred aktuella jämförelsevärden, RfC-halter och RISK<sub>inh</sub> (Naturvårdsverket, 2009). De tillämpade jämförelsevärdena gäller för halter i inomhusluft, med anledning av att det saknas riktvärden för luft under byggnad. På grund av detta beaktas initialt en försiktig utspädning på 100 ggr mellan halter i luft under bottenplatta till halter i byggnadens inomhusluft. Vid beaktande av utspädningen är det inget ämne som överskrider tillämpade jämförelsevärden för enskilda ämnen. Risknivån för PAH-M som ämnesgrupp överskrider i en provtagningspunkt (punkt 2) avseende fenantren då en utspädning om 100 ggr beaktas. I övrigt visar resultaten förhöjda halter av xylen och PAH:er (naftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen), men under jämförelsevärden, i luften under byggnadens golv.

För detaljer kring provtagningarna och fullständiga resultat hänvisas till PM *Miljöteknisk undersökning av byggnaden hus 27 och angränsande mark inom Lövholmen 12* (Viken, 2020) samt PM *Nitrolackfabriken – kompletterande undersökning av porgas, jord och vatten under byggnad, Lövholmen 12* (Viken 2022) (Bilaga 1)

## 2.6.4 Byggnadens konstruktionstekniska skick och stabilitet

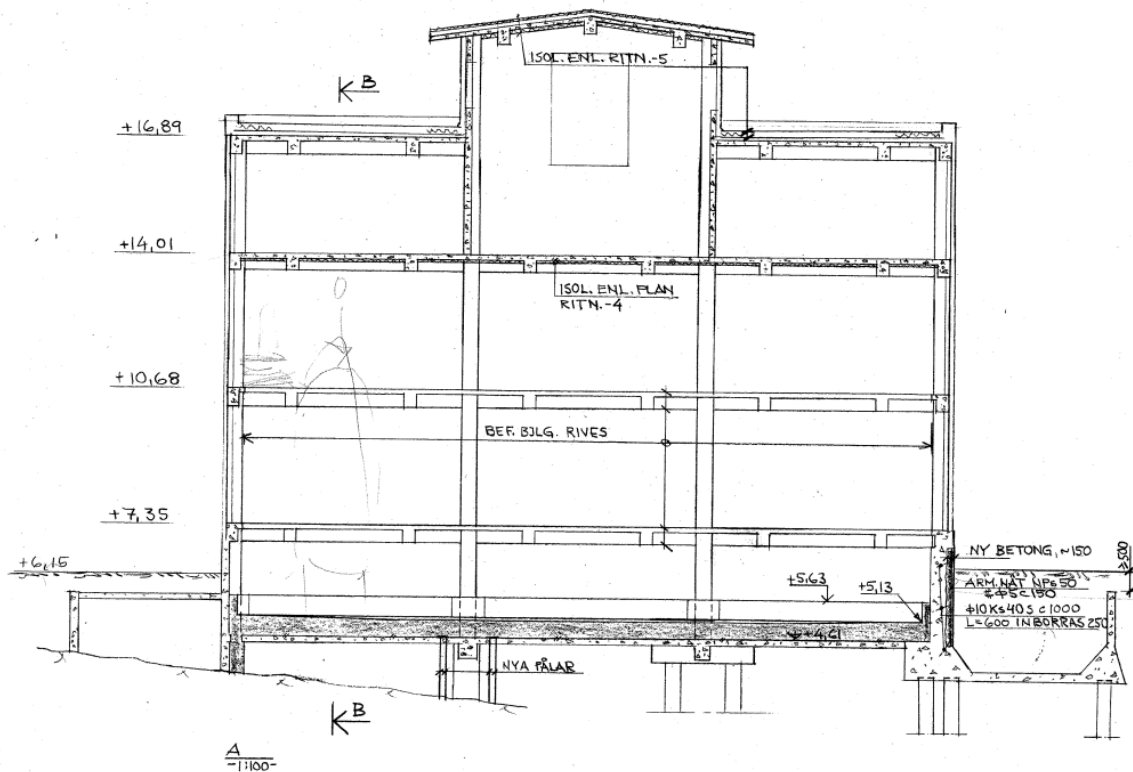
Nitrolackfabriken (hus 27) uppfördes för att fungera som en industribyggnad. Byggnaden består av en betongstomme invändigt där dom vertikala byggnadsdelarna utgörs av pelare samt väggar i ett centralt placerat trapphus (Figur 4). Det horisontella bärverket består av ett balkrost med en tunnare platta mellan balkarna. Ytterväggarna består av murverk som står på betongbalkar i fasaden. Grundläggningen är utförd som pålar eller plintar till fast berg. Bottenplattan i betong består av olika lager anlagda vid olika tillfällen historiskt, där tjockleken som mest uppgår till 70 cm.



**FIGUR 4.** BILDEN VISAR ETT NORMALPLAN PÅ RELATIONSRTNINGEN FRÅN 1944. I RITNINGEN SYNS DET CENTRALA TRAPPHUSET OCH BETONGBALKARNA SYNS SOM STRECKPRICKADE LINJER.

Byggnadens skick är mycket dåligt med bland annat trasiga fönster och tätskikt på taket som läckervatten. Vidare har stommen omfattande betongskador och innehåller även ingjutna klorider.

Det har skett en ombyggnad omkring år 1990 där bjälklagen revs i två våningar på ömse sidor om trapphuset. Vid den ombyggnaden utfördes också en grundförstärkning där nya pålar installerades och en 500 mm tjock bottenplatta gjöts ovan pålarna och den ursprungliga bottenplattan (Figur 5).



**FIGUR 5.** BILD OVAN VISAR EN PRINCIPSEKTION (EJ EXAKT BERGKNIVÅ) FRÅN PROJEKTET 1990, B.L.A. SYNS DE TVÅ BJÄKLÄG SOM DÅ REVS.

En inventering och provtagning av betongstommen utfördes av Stockholm betongkonsult (2022) och redovisas i Bilaga 2. Resultatet av provtagningen visar dels att det finns omfattande skador på betongen p.g.a. att betongen har spjälkats sönder, dels visar provtagningar av betongen att den innehåller ingjutna klorider (Figur 6 och Figur 7). Klorider användes ofta i äldre tider för att skynda på härdningen av betongen. Det innebär att det finns en stor risk att den ingjutna armeringen i betongkonstruktionen rostar inifrån. Konsekvensen av att Stockholm betongkonsult konstaterat att betongen är i ett dåligt skick har inneburit att delar av kvarstående bjälklag har skyddsstämpats som en tillfällig åtgärd då det annars fanns risk för att konstruktionerna skulle gå till brott.



FIGUR 6. URKLIPP FRÅN BILAGA 2 SOM VISAR KORROSIONSSKADOR I KONSTRUKTIONEN.

Tabell 3. Provresultat kloridhalt, samtliga prover förut ett är uttagna +1m över golv & i tak.

Provnamn	Kloridanalys		
	provhöjd (från golv)	provdjup (mm)	kloridjoner/cement (vikt-%)
Plan 1: A balk	+1m	10-30	0,30
B pelare	+1m	10-30	0,10
C balk	I tak	10-30	0,16
D balk	I tak	10-30	0,53
E vägg trapphus	+1m	10-30	0,21
F balk	I tak	10-30	0,06
G balk	I tak	10-30	0,18
H balk	I tak	10-30	0,10
I tak uk plan 2	I tak	10-30	0,26

FIGUR 7. URKLIPP FRÅN BILAGA 2 SOM VISAR EN TABELL VILKEN REDOVISAR MÄNGDEN KLORIDER INGJUTNA I BETONGEN I OLIKA PROVTAGNINGSPUNKTER. GRÖN FÄRGKOD I DEN HÖGRA KOLUMNEN REPRESENTERAR EN KLORIDHALT UNDER 0,15 VIKT-%, GUL REPRESENTERAR EN KLORIDHALT MELLAN 0,15-0,29 VIKT-% OCH RÖD FÄRG INNEBÄR EN KLORIDHALT ÖVER 0,3 VIKT-%.

I dagsläget är också tätskiktens tekniska livslängd uttjänt vilket medför att dessa behöver bytas (Figur 8).





**FIGUR 8.** BILDEN VISAR YTERTAKETS TÄTSKIKT MED HÅL (2022).

Sammantaget innebär skadorna på byggnaden, de ingjutna kloriderna i betongen samt de rivna bjälklagen att en total ombyggnad måste utföras för att göra byggnaden säker och att förlänga dess livslängd.

### 2.6.5 Byggnadens konstruktion ur föroreningsperspektiv

Under 2020 utfördes en miljöundersökning av byggnaden (WSP, 2020) där kontaminerade områden påvisades i byggnaden. Kontaminationen bestod främst av förekomst av metaller, alifater, PAH och PCB i ytligt material på golv i bottenvåningen.

Då viss processutrustning fortfarande var kvar i byggnaden och det delvis var översvämmat, kunde inte hela bottenvåningen kontrolleras. Dock kunde det konstateras att kontaminationen troligen endast var ytlig i golvens och nedre väggarnas ytor. Fullständigt PM avseende undersökningen finns redovisat som en del i Bilaga 1.

Sanering av dessa kontaminerade områden/ytter skulle kunna ske genom borttagning av berört ytmaterial.

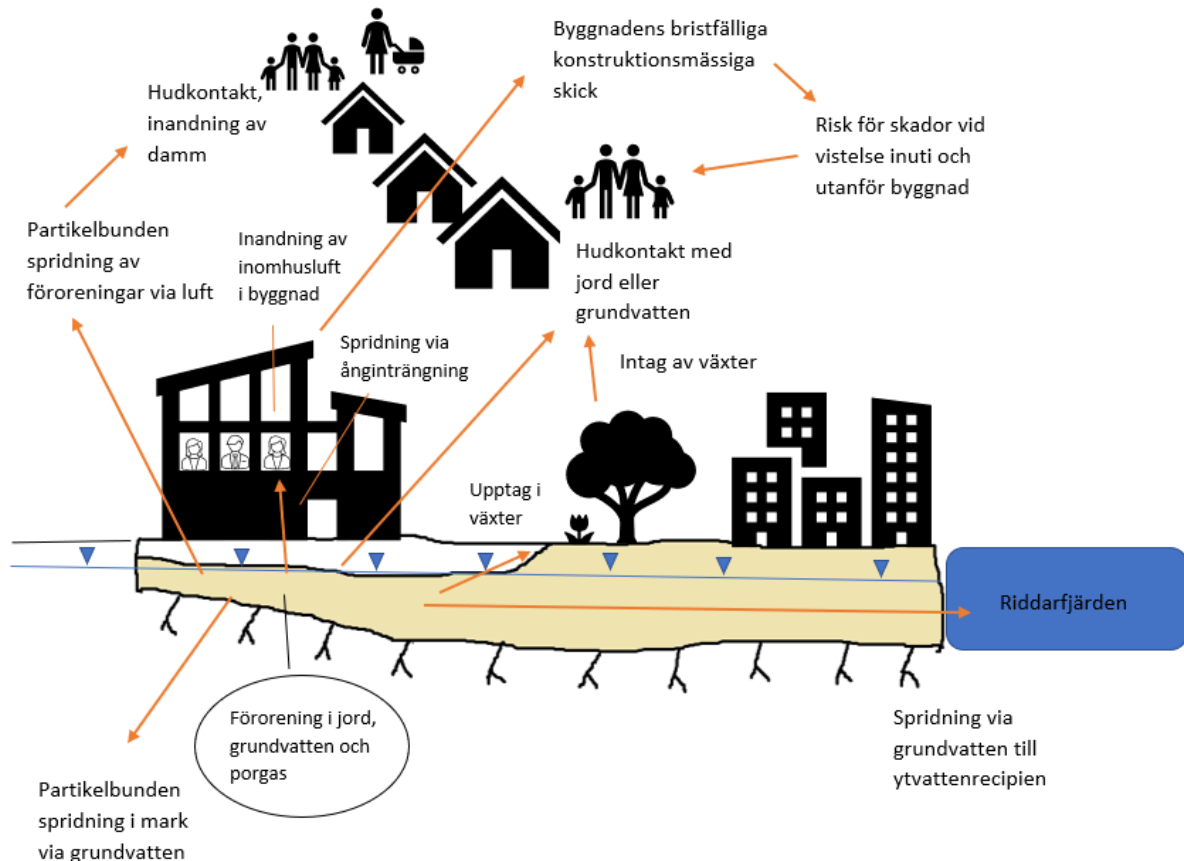
## 3 Konceptuell modell

En konceptuell modell (tabell 2) har tagits fram i syfte att överskådligt redogöra för de riskfaktorer och föroreningskällor som förekommer och omfattas av denna åtgärdsutredning. Vidare redogörs för respektive riskfaktor/föroreningskälla, tänkbara spridningsmekanismer, exponeringsvägar/risker och skyddsobjekt med utgångspunkt i den planerade markanvändningen.

TABELL 2. KONCEPTUELL MODELL.

Riskfaktorer/ föroreningskällor	Frigörelse/ spridningsmekanismer	Exponeringsvägar/ risker	Skyddsobjekt		
			Människor	Miljö	Naturresurser
Förorenad jord öster om byggnad (alifater, aromater, metaller och PAH)	Spridning i mark via grundvatten  Spridning till ytvatten  Spridning via fysisk förflyttning, t.ex. i samband med markarbeten  Upptag i växter	Hudkontakt med jord eller grundvatten	Barn och vuxna som bor och/eller arbetar på platsen	Mark-ekosystem inom projektområdet  Akvatiska ekosystem i närliggande ytvattenrecipienter (Liljeholmsviken)	Grundvatten, ytvatten
Förekomst av PAH i jord och porgas under byggnad	Förångning och inträngning genom bottenplatta och otäta byggnadsdelar  Spridning via luft till byggnadens övriga delar genom ventilation och/eller naturligt luftdrag	Inandning av inomhusluft i byggnad	Barn och vuxna som bor eller på annat sätt vistas i byggnaden	Mark-ekosystem inom projektområdet  Akvatiska ekosystem i närliggande ytvattenrecipienter (Liljeholmsviken)	Grundvatten, ytvatten
Förekomst av PAH i grundvatten intill och under byggnad	Partikelbunden spridning via grundvatten till omgivande mark och ytvatten	Hudkontakt  Upptag av växter (begränsat)  Intag av ätbara växter, bär och svamp	Barn och vuxna som bor och/eller arbetar på platsen	Mark-ekosystem inom projektområdet  Akvatiska ekosystem i närliggande ytvattenrecipienter (Liljeholmsviken)	Grundvatten, ytvatten
PCB i grundvatten under byggnad	Partikelbunden spridning via grundvatten till omgivande mark och ytvatten	Hudkontakt  Upptag av växter (begränsat)  Intag av ätbara växter, bär och svamp	Barn och vuxna som bor eller på annat sätt vistas i byggnaden	Mark-ekosystem inom projektområdet  Akvatiska ekosystem i närliggande ytvattenrecipienter (Liljeholmsviken)	Grundvatten, ytvatten
Tungmetaller i byggnadens ytskikt.	Partikelbunden spridning i inomhusmiljön	Hudkontakt  Inandning damm	Barn och vuxna som bor eller på annat sätt vistas i byggnaden	Spridning i dag- och spillvatten	Ytvatten, avlopp
Betongstommens skick.	Fler och större spjälkningsskador i betongkonstruktionen.	Kollaps av konstruktionen.	Barn och vuxna som bor och/eller arbetar på platsen	Skador och inverkan på omgivande miljö och marklager.	
Trasiga byggnadsdelar så som fönster och invändig byggnadsinredning	Ras av föremål eller delar av föremål	Risk att skadas p.g.a. nedfallande föremål både invändigt och utanför byggnaden	Barn och vuxna som bor och/eller arbetar på platsen		

Den konceptuella modellen kan även beskrivas med illustrationen i Figur 9. I figuren framgår vilka föroreningskällor/riskfaktorer som förekommer och dess spridningsvägar samt exponeringsvägar illustreras med pilar och förklarande text. Skyddsobjekt i form av människor (barn och vuxna som bor eller arbetar på platsen), miljö (markekosystem samt Riddarfjärden) och naturresurser (grundvatten och ytvatten i Riddarfjärden) illustreras med bildobjekt.



FIGUR 9. KONCEPTUELL MODELL I FORM AV EN ILLUSTRATION.

## 4 Åtgärds mål

### 4.1 Övergripande åtgärds mål

I enlighet med anmälan gäller de fastslagna övergripande åtgärds målen som baseras på den planerade framtida markanvändningen på fastigheten och näromgivningen. Den planerade markanvändningen inom aktuellt område är att betrakta som känslig markanvändning (KM).

De föreslagna övergripande åtgärds målen är följande:

- Barn och vuxna som bor, arbetar eller tillfälligt vistas utomhus i området ska inte riskera negativa hälsoeffekter till följd av exponering för mark- och grundvattenföroreningar.



- Barn och vuxna som bor, arbetar eller tillfälligt vistas i byggnaderna och på området ska inte riskera negativa hälsoeffekter till följd av exponering från föroreningar i jord, grundvatten eller i byggnad.
- Barn och vuxna som bor, arbetar eller tillfälligt vistas utomhus i området ska inte utsättas för olycksrisker orsakade av byggnadernas fysiska skick.
- Markeosystemet ska vara välfungerande och förmå att utföra de ekologiska funktioner som kan förväntas med hänsyn till områdets historia och planerad markanvändning.
- Eventuell spridning av föroreningar från området ska inte medföra några negativa hälsoeffekter för människor som bor eller vistas i närområdet.
- Närliggande ytvattenrecipienter ska inte bli negativt påverkade av föroreningsituationen i området.
- Inomhusmiljön ska inte påverkas av föroreningsförekomster under eller intill byggnader
- Byggnadernas skick och planlösning ska vara ändamålsenliga för den planerade användningen av lokalerna.

## 4.2 Mätbara åtgärds mål

Utifrån de övergripande åtgärds målen har mätbara åtgärds mål tagits fram för jord i samband med upprättade av två anmälningar om avhjälpandeåtgärder enligt 28 § förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899), daterade 2018-09-18 samt 2019-03-21. Dessa kompletteras med mätbara åtgärds mål för grundvatten framtagna av Wescon samt åtgärds mål avseende byggnadens konstruktionstekniska brister. De mätbara åtgärds målen kan sammanfattas enligt:

- Hela området inom Lövholmen 12 skall saneras till platsspecifika riktvärden för att lämpa sig till framtida markanvändning i form av kontor, bostäder, centrumverksamhet och förskolor.
- Utöver detta har byggherren Skanska beslutat att avlägsna samtliga jordmassor över grundvattenytan innehållandes halter över KM (vilket är ett ambitiösare mål än det som är formulerat i anmälan).
- För grundvatten tillämpas förutom standardiserade riktvärden även platsspecifika riktvärden för ytligt grundvatten avseende skydd för ånginträngning.
- Det ska säkerställas att det inte förekommer halter av metaller, petroleumkolväten, PAH eller PCB i jord och/eller grundvattnet under eller intill byggnad så att hälsorisker föreligger för de människor som vistas i området och i byggnaden.
- Det ska säkerställas att det inte förekommer petroleumkolväten och/eller PAH i luft under byggnaden med risk för spridning till inomhusluft i byggnaden i sådana halter att de kan utgöra en hälsofara för de människor som vistas där.
- Byggnadens bärförmåga måste säkerställas så att det inte föreligger risk för kollaps på grund av betongkonstruktionens skador.
- Byggnaden ska kunna användas som bostäder, kontor eller publika lokaler.
- Förorenat invändigt ytmaterial i byggnaden ska tas bort så att risken för exponering och hälsorisker elimineras.

## 5 Åtgärdsutredning

Med bakgrund av presenterad föroreningsproblematik i hus 27 och byggnadens bristfälliga skick utreds i detta avsnitt tänkbara åtgärder för att eliminera eller minska de miljö-, hälso- och olycksrisker som kan kopplas till känd föroreningsförekomst samt byggnadens konstruktion. Vad gäller föroreningsbilden, kan en åtgärd handla om en riskreduktion (minskning av halterna), eller eliminering av den totala föroreningsmängden, men det kan även röra sig om att begränsa exponering eller spridning. Vad gäller byggnadens konstruktion är det framför allt fullständig eliminering av risken som är tillämpbar. För att komma fram till de åtgärdsalternativ som presenteras i avsnitt 6 har en genomlysning och gallring gjorts av ett stort antal principiella åtgärdsmetoder. De metoder som genomlysts redovisas nedan i avsnitt 5.1 till 5.5. Vilka åtgärdsalternativ som kan vara aktuella för olika föroreningsförekomster är beroende av faktorer som:

- Föroreningstyp
- Exponeringsrisk
- Uppskattad mängd förorening
- Plats för förekomsten (ovan mark, djup i mark och grundvatten)
- Platsens geologiska och geohydrologiska egenskaper
- Andra platsspecifika förutsättningar och begränsningar (här beaktas exempelvis tillgängligheten att komma in i byggnaden med större maskiner och svårigheten att riva stora volymer betong)

Åtgärdsmetoder kan klassificeras enligt följande huvudområden vilka beskrivs närmare i avsnitt 5.1-5.5:

- Ingen åtgärd
- Administrativa åtgärder
- Tekniska skyddsåtgärder
- Långtidsuppföljning/övervakad naturlig reduktion av förorening
- Inneslutning och avskärmning
- Massreduktion (ex. konventionell schaktsanering, jordtvätt, biologisk behandling, termisk behandling, kemisk oxidation eller förbränning)

### 5.1 Administrativa åtgärder

Administrativa åtgärder innefattar inga faktiska åtgärder för att hantera föroreningen utan utgör istället åtgärder som begränsar nyttjandet av det förorenade området. Det kan handla om instängsling eller avspärningar för att hindra människor från att vistas i området. Denna åtgärd kan verka billig vid första anblick men beroende på vad området hade kunnat nyttjas till vid en fullgod åtgärd kan stora intäkter utebli vid en avspärning. Även samhällsviktiga fördelar såsom rekreativmöjligheter eller levande stadsmiljöer kan gå förlorade.

### 5.2 Tekniska skyddsåtgärder

Avseende föroreningsproblematik ingår, i denna grupp, åtgärder som syftar till att skydda mot exponering. Skyddsåtgärderna innebär att riskerna för exponering minskas genom att exponeringsvägarna minimeras med tekniska åtgärder. Inga fysiska åtgärder görs för att reducera

föroreningshalter i området. Det kan handla om skyddsåtgärder för inomhusmiljö som exempelvis förbättrad ventilation eller tätskikt mot underliggande förorening i mark eller grundvatten.

Avseende konstruktionstekniska brister är tekniska åtgärder eller skyddsåtgärder den främsta strategin för att säkerställa en säker och trivsamt byggnad. Tekniska skyddsåtgärder kan handla om skyddsstämning eller igenbomning av fönster för att eliminera akuta risker kopplade till bristande bärkonstruktion eller trasiga fönster. Dessa åtgärder behöver vanligen upprätthållas genom kontinuerligt underhållsarbete för att vara dugliga i ett längre perspektiv. Långsiktiga tekniska åtgärder kan innefatta byte av skadade byggnadsdelar, såsom bottenplatta, skadade innerväggar, fönster, inredning mm.

### 5.3 Långtidsuppföljning och bevakning av naturlig nedbrytning

Inom denna grupp ingår inga aktiva åtgärder för att åtgärda själva föroreningen, men strategin kan appliceras på föroreningar som bryts ned naturligt i marken och som är tekniskt svåra att åtgärda. Föroreningsituationen i exempelvis grundvatten följs i form av återkommande provtagningar vilka då har som syfte att säkerställa avtagande/stabila halter.

### 5.4 Inneslutning och avskärmning

Denna grupp av åtgärder omfattar metoder för att förhindra att föroreningar i porgas eller i grundvatten ska nå skyddsobjekten. Metoderna kan vara aktiva eller passiva. Åtgärderna genomförs för att innesluta föroreningar eller förhindra spridning av dem. Exempelvis kan tätskikt användas för att förhindra spridning av förorenat grundvatten eller förorening på byggnadsskikt.

### 5.5 Fysisk massreduktion

Efterbehandlingsåtgärderna i gruppen massreduktion syftar till att minska *mängden* förorening i det medium föroreningen förekommer. Detta kan åstadkommas genom ex situ- eller in situ-metoder. Nedan redovisas kort de vanligaste metoderna.

#### 5.5.1 Schaktsanering och behandling av jord ex situ

Vid sanering av ett förorenat markområde genomförs ofta schaktning av förorenade massor. Det är den efterbehandlingsmetod som är vanligast i Sverige. Vid schaktning under grundvattenytan bör avledning/bortpumpning av tillrinnande grundvatten utföras. Användning av grävsug med vakuumsug kan användas i stället för eller som komplement till konventionell schaktsanering med grävskopa.

Metoden är mest tillämplig för åtgärd av källtermen. Kostnaden för metoden varierar stort beroende på schaktdjup och närhet till byggnationer. Det ska även beaktas att länshållning och behandling-/omhändertagande av grundvatten är nödvändigt vid schakt under grundvattenytan.

Om det ställs krav på att efterbehandlingen ska ske under en kort tid eller i områden där schaktning ändå ska utföras är ofta urgrävning och borttransport det fördelaktigaste alternativet. En fullständig urgrävning av förorenad jord medför att källan till förorening av recipienten upphör samt att

markområdet kan användas utan begränsningar och restriktioner. Metoden i sig innebär dock ingen destruktion av föroreningarna.

I fall där stabilitetsproblem finns eller om djupare grävning behöver ske under grundvattenytan kan det krävas spontning, invallning eller grundvattensänkning innan urgrävning kan ske. Åtgärden kan behöva kombineras med avledning eller pumpning och rening av länsvatten för att hindra föroreningsspridning under gräventreprenaden.

Åtgärdsmetoden är en snabb mass- och riskreduktion och låga drift- och underhållskostnader, och att det är en välbeprövad och accepterad åtgärdsmetod som fungerar på samtliga jordarter. Metoden innebär små osäkerheter då måluppfyllelsen i de allra flesta fall är mycket god. Metoden kan dock vara problematisk i de fall föroreningen är svåråtkomlig, exempelvis förekommer under en byggnad som skall bevaras.

### 5.5.2 Pumpning och behandling

Metoden, som ofta namnges på engelska som "pump and treat", kan användas för massreduktion av grundvattenföroreningar i källområdet, men är ineffektiv för sanering av fri fas som hålls kvar i marken genom kapillära krafter. Begreppet fri fas innebär att föroreningen förekommer rent i sin ursprungsform (t.ex. ren olja), och inte bunden till partiklar eller löst i vatten. En förorening i fri fas kan dock förekomma i ett annat medium, t.ex. olja i grundvatten. Det förorenade vattnet kan behandlas genom olika reningsmetoder som adsorption i aktivt kol, kemisk oxidation, bioreaktorbehandling eller air sparging. Kostnaderna och metod för behandling av det uppumpade vattnet är beroende på föroreningsgrad (källterm eller plym). Då föroreningen fortsätter diffundera under lång tid, kan behandlingstiden i vissa fall vara mycket tidskrävande. I en föroreningsplym där största delen av föroreningen är löst i vattnet kan pumpning och behandling vara en rekommenderad saneringsmetod. Behandlingen utförs ofta i kombination med andra behandlingsmetoder.

### 5.5.3 Jordtvätt on-site

Metoden innebär dels en fysisk och dels en kemisk process. Den förorenade jorden grävs upp och finpartiklarna, vilka oftast innehåller de högsta föroreningshalterna, separeras från övrig jord i ett antal olika processteg. I huvudsak används fysikaliska och mekaniska avskiljningsprocesser, men även lakning kan förekomma. Behandlingen utförs i en stationär eller mobil processanläggning. Denna separation kan göras antingen fysiskt via harpning/siktning eller kemiskt med vatten och kemikalier. Finfraktioner och de "urtvättade" föroreningarna transporteras sedan till lämplig behandlingsanläggning.

Jordtvätt är en etablerad teknik som passar för sandiga och grusiga jordar. Främst kan PAH:er, metaller, cyanider och tyngre oljor behandlas på detta sätt. Den jord som anses ren kan återanvändas inom fastigheten, vilket minskar behovet av transporter. Nackdelar är att siltiga och leriga jordar är svårbehandlade samt att metoden måste föregås av urgrävning (Naturvårdsverket, 2006b).

#### 5.5.4 Termisk behandling in situ

Termisk behandling in situ innebär att föroreningen förångas genom uppvärmning av marken. Därefter drivs föroreningen ut genom porgasextraktion. Uppvärmningen kan exempelvis ske genom att vattenånga injekteras i jorden (ånguppvärmning), eller genom att värmeelement drivna av gas eller el installeras i behandlingsområdet (konduktiv uppvärmning). Fördelen med konduktiv uppvärmning är att metoden är relativt oberoende av jordens permeabilitet (vilket ånguppvärmning inte är) samt att uppvärmningen sker relativt snabbt. Efter utdrivning av föroreningen renas gasen eller den flytande fasen, exempelvis genom kolfilter.

Metoden används främst i källområden med begränsad storlek. Metoden är energikrävande och innebär att värme och vakuum tillförs till mark och grundvatten som värms upp till en temperatur om 100-500 °C. Metoden har erfarenhetsmässigt visat sig effektiv i att rena olika föroreningar samt jordartstyper såsom lågpermeabla jordar. Det krävs dock alltid en platsspecifik projektering som blir mer avancerad, tidskrävande och kostsam för verksamhetsunika föroreningar som entreprenören inte har erfarenhet av. Ytterligare nackdelar med metoden är att den innebär stora osäkerheter i hur väl den klarar att reducera föroreningen i det enskilda fallet samt att den är mycket energikrävande och kostsam.

#### 5.5.5 Stimulerad biologisk nedbrytning

Genom tillsats av näring och syre till marken stimuleras befintlig bakterieflora att bryta ned föroreningar. Alternativt kan en, för den aktuella föroreningen, specifik framtagen bakteriekultur odlas fram och tillsättas. Näringsämnen och syre tillförs det förorenade området genom grundvattenpumpning eller direktinjektering genom tillförsel av syrgas eller syremättat vatten. Vid den biologiska nedbrytningen reduceras syret till vatten medan föroreningen oxideras till koldioxid och vatten. Metoden kan appliceras både i den omättade och mättade zonen. Biologisk behandling fungerar för alla biologiskt nedbrytbara föroreningsämnen, men har i praktiken främst tillämpats på lättare kolväten som monoaromater och lågmolekylära alifater (<C12) (SGF, 2019). Föroreningar av diesel och lätt eldningsolja betraktas i allmänhet som lätt till måttligt nedbrytbara, medan exempelvis föroreningar av tung eldningsolja och smörjoljor/basoljor ofta betraktas som svårnedbrytbara. Högmolekylära PAH, PCB, dioxin och perfluorerade alkylsubstanser betraktas som svårnedbrytbara eller persistenta mot biologisk behandling (SGF, 2019). Det krävs dock alltid en platsspecifik projektering som blir mer avancerad, tidskrävande och kostsam för verksamhetsunika föroreningar som entreprenören inte har erfarenhet av. Metoden kan med fördel även kombineras med flertalet andra in situ- metoder, bland andra termisk behandling och kemisk oxidation. Biologisk behandling i kombination med en annan in situ-åtgärd kan tillämpas i syfte att påskynda behandlingen eller som en sista finjustering för att eliminera eventuella restföroreningar efter den primära behandlingen. Efterbehandlingen kan med denna metod ske utan schaktning och för svåråtkomliga behandlingsområden. En nackdel med metoden är stor känslighet för miljöfaktorer som temperatur och pH-värde. Nedbrytningshastigheten kan sänkas avseendevårt med missgynnsamma miljöfaktorer och därmed förlänga behandlingstiden eller resultera i att föroreningen inte kan avlägsnas.

### 5.5.6 Kemisk oxidation in situ

Metoden fungerar genom att kemiska oxidationsmedel tillförs jord och grundvatten genom injektionsbrunnar och omvandlar föroreningen till mindre farliga ämnen genom oxidation. Vid fullständig oxidation bildas koldioxid och vatten som slutprodukter. Oxidationsmedlet verkar nästan uteslutande på föroreningar som föreligger lösta i grundvattnet. Exempel på föroreningar där goda eller mycket goda behandlingsresultat kunnat verifieras i fältskala med ett eller flera av de vanligast förekommande oxidationsmedlen är: alifater/monoaromater, PAH, klorerade etener, klorerade aromater, explosivämnen (RDX, HMX, TNT) och pesticider (SGF, 2019). Metoden kan användas i både den omättade och mättade zonen. Det krävs dock alltid en platsspecifik projektering. En nackdel med metoden är att betydande arbetsmiljörisker föreligger med vissa typer av oxidationsmedel som kan vara hälsoskadliga, och då krävs att åtgärden utförs med ett omfattande säkerhetsarrangemang. Ytterligare en problematik är att oxidationsmedel reagerar med allt organiskt material i jordmatrisen, inte bara föroreningen, vilket medför att stora mängder oxidationsmedel ofta behöver användas och därmed påverkar kostnadsbilden.

### 5.5.7 Rivning av byggnadskonstruktion

Rivning av byggnadskonstruktioner är en vanlig åtgärd vad gäller fysisk massreduktion. Det kan syfta till att avlägsna förorenat byggnadsmaterial eller att avlägsna byggnadsmaterial för att frigöra en annan förorening, till exempel en förorening i underliggande mark och/eller grundvatten, och möjliggöra vidare hantering av den. Vid rivningsarbeten krävs sortering av olika typer av konstruktionsmaterial och i de fall förorenat byggnadsmaterial förekommer krävs sortering och okulära bedömningar och/eller provtagningar för att säkerställa korrekt hantering. Rivningsmaterialet fraktas med lastbilar till, av myndigheterna godkända, mottagare för återanvändning, materialåtervinning, energiåtervinning, destruktion eller deponi. Metoden är effektiv, välbeprövad och säker vad gäller målpuffyllelse.

## 6 Övervägda åtgärdsalternativ

I detta avsnitt sammanfattas först de platsspecifika förutsättningarna vad gäller föroreningsbild och byggnadens konstruktion avseende Nitrolackfabriken. Därefter presenteras de fem föreslagna åtgärdsalternativen översiktligt i punktlista och tabellform, för att därefter beskrivas detaljerat var för sig tillsammans med kostnads- och tidsuppskattningar.

### 6.1 Sammanfattning av platsspecifika förutsättningar

I avsnitt 2.6 beskrivs föroreningssituationen under och intill Nitrolackfabriken samt byggnadens konstruktionstekniska skick. Val av lämplig åtgärd styrs av dessa förutsättningar. I korthet kan föroreningssituationen sammanfattas av att det förekommer förorenad jord på djupet öster om byggnadskroppen samt även i marklager under byggnaden. Utförd jordprovtagning har påvisat mycket höga halter av PAH-M. För att uppnå åtgärds målen avseende hälsa och miljö krävs någon form av åtgärd för att hantera föroreningssituationen. Därutöver är byggnadens konstruktionstekniska skick bristfälligt med trasiga fönster, läckande tätskikt, omfattande

betongskador i stommen samt förekomst av ingjutna klorider i stommen. Som akut åtgärd har delar av bjälklagen skyddsstämpats, i syfte att motverka att konstruktioner går till brott. För att kunna nyttja byggnaden framöver krävs dock en omfattande ombyggnation.

## 6.2 Presenterade åtgärdsalternativ

Utifrån rådande föroreningsituation och förutsättningar har följande fem principiella alternativ till åtgärder tagits fram:

**Nollalternativ** – Endast de mest nödvändiga konstruktionsförbättrande åtgärderna utförs så som nytt väderskydd och installation av dränering/brunnar. Ingen sanering av mark och/eller grundvatten utförs intill eller under byggnad. Nollalternativet begränsar kraftigt nyttjandet av byggnaden. Byggnaden kvarstår som en industribyggnad enligt gällande detaljplan.

**Åtgärdsalternativ 1** – Byggnaden rivs och fullständig schaktsanering utförs intill och under byggnad. Föroreningar i byggnadsmaterial samt jord och grundvatten avlägsnas, både under byggnad och öster om byggnad intill kulvert och nödutrymningstrapphus. Åtgärds målet för fastigheten uppfylls. En ny byggnad uppförs på samma plats.

**Åtgärdsalternativ 2a** – Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning mm. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Marksanering utförs av jord intill och under byggnad genom schaktning. Invändigt utförs urgrävning av förorenade jordmassor med en mindre grävmaskin.

**Åtgärdsalternativ 2b** – Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning mm. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Marksanering utförs genom en in situ-behandling med avseende på jord och grundvatten intill och under byggnad.

**Åtgärdsalternativ 3** – Omfattande byggnadstekniska åtgärder som minskar exponeringsrisken för människor utförs. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonsäkert utförande utförs på ny grundplatta. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Ingen övrig åtgärd utförs däremot för att reducera själva föroreningen under eller precis intill byggnaden.

## 6.3 Utvärdering

Samtliga alternativ beskrivs detaljerat tillsammans med en uppskattning av kostnader, tidsåtgång och bedömd problemreduktion i avsnitt 6.4-6.8. Kalkylerna för kostnadsuppskattningen utgår från att det i bottenvåningen blir en restaurang, två lägenheter och ett miljörum, samt att det i de tre övre planen blir enbart lägenheter. Om bostäderna byts ut mot exempelvis kontor bedöms kostnaderna för om- och nybyggnationen bli högre som följd av att installationssystem generellt blir dyrare för kontor än bostäder. För respektive alternativ redovisas även för- och nackdelar samt osäkerheter. För en överblick av de olika åtgärdsalternativen med kortfattad presentation vad de innehåller hänvisas till tabell 3 nedan.



**TABELL 3. ÅTGÄRDSALTERNATIV MED KORTFATTAD BESKRIVNING AV DE ÅTGÄRDER SOM INGÅR FÖR RESPEKTIVE DELOMRÅDE; BYGGNADSKONSTRUKTION, INVÄNDIG SANERING OCH MARKSANERING.**

Åtgärdsalternativ	Åtgärder för respektive delområde		
	Byggnadskonstruktion	Invändig sanering	Marksanering
Alt 0	Tätskikt på tak och terrasser åtgärdas. Fasaden renoveras. Grundläggningen och källarväggarna tätas och dräneras om. Värmesystem installeras så att en grundvärme erhålls i byggnaden. Arbetsbelysning installeras. Klottersanering sker. Kulvert rivs ej.	Ingen åtgärd	Ingen åtgärd
Alt 1	Rivning och nybyggnation. Kulvert rivs.	Föroreningar på ytskikt elimineras i och med rivning.	Schaktsanering av mark under och öster om byggnad efter rivning av hus, nödutrymningstrapphus och kulvert.
Alt 2a	Total ombyggnad och upprustning, grundplatta görs med radonskyddat utförande. Kulvert rivs.	Föroreningar på innerväggarnas ytskikt åtgärdas.	Schaktsanering av mark under byggnad med liten grävmaskin inomhus. Schaktsanering av del av restförorening öster om byggnad efter rivning av kulvert.
Alt 2b	Total ombyggnad och upprustning, grundplatta görs med radonskyddat utförande. Kulvert rivs.	Föroreningar på innerväggarnas ytskikt åtgärdas.	Sanering av mark under byggnad med in-situ metod inomhus. Schaktsanering av del av restförorening öster om byggnad efter rivning av kulvert.
Alt 3	Total ombyggnad och upprustning, grundplatta görs med radonsäkert utförande. Kulvert rivs.	Föroreningar på innerväggarnas ytskikt åtgärdas.	Ingen sanering sker inomhus, men däremot schaktsanering av del av restförorening öster om byggnad efter rivning av kulvert.

## 6.4 Nollalternativ

**Endast de mest nödvändiga konstruktionsförbättrande åtgärderna utförs så som nytt väderskydd och installation av dränering/brunnar. Ingen sanering av mark och/eller grundvatten utförs intill eller under byggnad. Nollalternativet begränsar kraftigt nyttjandet av byggnaden. Byggnaden kvarstår som en industribyggnad enligt gällande detaljplan.**

### 6.4.1 Beskrivning

För att säkerställa byggnadens livslängd så behöver framför allt klimatskalet säkras, men även en del invändiga arbeten krävs. De åtgärder som utförs inom ramen för nollalternativet är:

- Kvarvarande färgcisterner rives.
- Yttertak rives ner till överkant betong och nytt yttertak monteras.
- Byte av tätskikt på tak och terrasser.
- Renovering av fasaden. D.v.s. byte av fönster och klottersanering.
- Utvändiga nödutrymningstrapphus renoveras med vattenbilning och ny sprutbetong.
- Källarväggarna tätas och ett utvändigt fuktskydd typ Isodrän monteras.
- Invändig sanering av innerväggarnas ytskikt utförs genom att väggarnas yta slipas bort, ca 5 mm. Slipningen utförs från golv och en meter upp. Gäller alla väggar på bottenplan.
- Värmesystem installeras för att kunna upprätthålla en grundvärme. Den relativa fuktigheten (RF) måste vara under 60% för att förhindra att armeringskorrosionen fortsätter p.g.a. förhöjda salthalter.
- Elsystem med en grundbelysning installeras.
- Ventilationsanläggning med grundflöde installeras i byggnaden.
- Befintlig balkong och takterrass renoveras. Taksarger monteras på terrassen.

Ur energiförbrukningsperspektiv så utförs inga större arbeten för att förbättra byggnadens energiförbrukning. Detta anses inte heller nödvändigt då byggnaden enbart skall upprätthålla en grundvärme, vilket innebär att energiförbrukningen ändå kommer att vara relativt låg. Ingen beräkning av energiförbrukningen har utförts i detta alternativ.

I detta åtgärdsalternativ förblir byggnaden onyttjad. Den kommer istället kvarstå som ett industriminne i form av ett tomt skal där vissa åtgärder vidtagits för att eliminera akuta risker såsom kollaps och rasrisker mm. för människor som vistas i närområdet. Däremot kommer ingen invändig vistelse att vara möjlig på grund av föroreningsproblematiken och byggnadens konstruktionstekniska brister då det inte kan säkerställas att olägenhet för människors hälsa inte riskerar uppstå i enlighet med 9 kap 9 § miljöbalken. Skyddsåtgärder i form av skyddsstämning och igensättning av fönster mm. kommer att behöva underhållas kontinuerligt framöver och kommer att medföra långsiktiga driftkostnader som inte har beaktats i kostnadsuppskattningen för detta alternativ.

#### 6.4.2 Kostnad och tidsåtgång

Åtgärder enligt nollalternativet skattas till följande kostnad fördelat på delmomenten:

Allmänna kostnader inkluderat projektering och upphandling för utförande	3,9 Mkr
Byggnadsåtgärder	12,1 Mkr
Marksanering	0 Mkr
Övriga allmänna etableringskostnader och arbetsledning	4,2 Mkr
Riskpåslag för oförutsett/tillkommande 10%	2 Mkr
Entreprenörsarvode 10%	2,2 Mkr
<b>Totalkostnad Nollalternativet</b>	<b>24,4 Mkr</b>

För utförande av denna åtgärd bedöms att 4-5 månader kommer att krävas.

### 6.4.3 Osäkerheter

**TABELL 4. FÖR- OCH NACKDELAR MED NOLLALTERNATIVET.**

+	-
De mest akuta riskerna för byggnadskollaps elimineras och livslängden på byggnaden förlängs.	Övergripande och mätbara åtgärds mål uppfylls inte.
Byggnaden har ett kulturhistoriskt värde, tilldelat den mellersta klassen (grön) på den tre-gradig skalan för byggnader av kulturhistoriska värden enligt Stockholms stadsmuseums klassificering. Då byggnaden kvarstår bibehålls även det kulturhistoriska värdet i viss mån, men inte fullt ut eftersom byggnaden förblir outnyttjad. Exempelvis kvarstår ett visst kulturellt värde genom att byggnaden bidrar till stadsbilden.	Inga åtgärder av föroreningar i mark och grundvatten.
	Byggnaden kvarstår som industribyggnad, med kraftigt begränsad användning p.g.a. att byggnaden inte uppfyller gällande arbetsmiljökrav
	Områdets trevnad minskar då byggnaden står oanvänd.
	De för alternativet erforderliga arbetena för förbättring av byggnaden innebär stora arbetsmiljörisiker som t.ex. uppkommer vid: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuell nedtagning och åtgärdande av kollapsade och skadade betongkonstruktioner innebär rasrisk och att det finns risk att begravas under material.</li> <li>• Användning av ställningar innebär risker för fallolyckor och ergonomiska risker.</li> <li>• Invändig sanering av hälsofarliga material/ämnen vid manuell nedtagning av nitrolackscisterner</li> <li>• Arbete på höjd vilket innebär fallrisker</li> <li>• Begränsat arbetsutrymme vilket innebär risk för instängning i slutet utrymme, syrebrist, samt ergonomiska risker</li> <li>• Manuell hantering av krossade fönster innebär ergonomiska risker men framför allt risk för stick- och skärsador.</li> </ul>
	Detta alternativ kräver löpande drift- och energikostnader samt underhållsarbeten trots att byggnaden inte kommer att användas. Vem tar det långsiktiga ansvaret för byggnaden?

## 6.5 Åtgärdsalternativ 1

**Byggnaden rivs och fullständig schaktsanering utförs intill och under byggnad. Föroreningar i byggnadsmaterial samt jord och grundvatten avlägsnas, både under byggnad och öster om byggnad intill kulvert och nödutrymningstrapphus. Åtgärds målet för fastigheten uppfylls. En ny byggnad uppförs på samma plats.**

### 6.5.1 Beskrivning

Åtgärdsalternativ 1 innebär att hela byggnaden rivs och underliggande mark blir tillgänglig för schaktsanering. Markytan kan därefter nyttjas för till exempel bostäder, kontor eller publika lokaler under förutsättning att det ligger i linje med förslag i kommande detaljplan. I Åtgärdsalternativ 1 förutsätts att en ny byggnad uppförs, som minst uppfyller dagens byggregler (Boverkets byggregler).

Myndighetskraven för energieffektivitet skärps successivt. För ett flerbostadshus som ska beviljas bygglov under gällande byggregler och ska värmas upp med fjärrvärme gäller energiprestanda uttryckt som primärenergital 75 kWh/m<sup>2</sup> och år. Vid markanvisningar så ställer Stockholms Stad krav på att byggnaderna ska ha ett primärenergital på 55 kWh/m<sup>2</sup>.

Nitrolackfabriken är idag ett tomt skal där stora delar av "inkrämnet" (bjälklag, innerväggar, stomkompletteringar) sedan ett antal decennier är rivna. Rivningsmaterialet kommer att tas omhand i linje med gällande miljö- och arbetsmiljölagstiftning. Preliminärt är det endast teglet som kan återanvändas (/återbrukas), medan delar av rivningsavfallet som inte är förorenat kommer att kunna återvinnas eller förbrännas för att omvandla energin till el och värme. Förorenat material från rivningen kommer att omhändertaras av godkända mottagare.

Rivningen innebär att byggnaden rives del för del med hjälp av anpassade anläggningsmaskiner. Initialt hanteras lätta byggnadsdelar genom invändig rivning och sortering. Exempel på sådana lätta byggnadsdelar är de återstående fönsterglasen som finns i fasaden.

I nästa steg rivs tätskikten och de stomkompletterade delarna på tak och terrasser. Därefter kan byggnadens stomme rivas, troligtvis från den ena gaveln av huset. I en sådan rivningsprocess används troligtvis en anläggningsmaskin med en s.k. "brock" som tuggar ner huset bit för bit. Innan rivningsarbetet kan påbörjas behöver en rivningshandling tas fram.

Efter rivning utförs schaktsanering av all jord som innehåller halter över åtgärds målet. För jord ovanför grundvattenyta är åtgärds målet att avlägsna jord med halter över riktvärdet för KM och för jord under grundvattenyta innebär det halter över PSRV C. Jordmassor transporteras till godkänd mottagningsanläggning och dokumentation sker i enlighet med de rutiner som har upprättats i tidigare saneringsarbeten på fastigheten. Förorenat grund- och markvatten som blir tillgängligt åtgärdas genom länsvattenpumpning och uppsamling i container för provtagning och vidare hantering. Länsvattenhanteringen kan anpassas beroende på uppmätta halter, men en trolig lösning utgörs av rening på plats med grovrening, kemisk fällning, oljeavskiljare och kolfilter. Aktiv miljökontroll utförs i samband med marksaneringsarbetet. Om möjlighet finns kan jordmassorna som blir tillgängliga under byggnad förklassificeras genom provtagning innan schaktstart, alternativt

provatas massorna kontinuerligt i samband med schakt för att säkerställa en korrekt masshantering i samband med kvittblivning.

### 6.5.2 Kostnad och tidsåtgång

Åtgärder enligt åtgärdsalternativ 1 skattas till följande kostnad fördelat på delmomenten:

Allmänna kostnader inkluderat projektering och upphandling för utförande	21,6 Mkr
Byggnadsåtgärder	68,0 Mkr
Marksanering	1,7 Mkr
Övriga allmänna etableringskostnader och arbetsledning	22,0 Mkr
Risikopåslag för oförutsett/tillkommande 7,5%	8,5 Mkr
Entreprenörsarvode 10%	12,2 Mkr
<b>Totalkostnad Åtgärdsalternativ 1</b>	<b>134,0 Mkr</b>

För utförande av denna åtgärd bedöms att 23 månaders arbeten kommer att krävas.

### 6.5.3 Osäkerheter

I tabell 5 nedan listas för- och nackdelar med åtgärdsalternativ 1.

TABELL 5. FÖR- OCH NACKDELAR MED ÅTGÄRDSALTERNATIV 1.

+	-
Mycket goda förutsättningar för att uppfylla övergripande och mätbara åtgärdsåtgärder.	Hög energi- och resursförbrukning (transporter etc.) under rivnings- och byggskede.
Maximal riskreduktion I stort sett all förorening avlägsnas både under och öster om byggnaden. Även restföroreningen intill nödutrymningstrapphuset saneras vilket inte görs i något annat åtgärdsalternativ.	Schaktsaneringen medför en viss osäkerhet i måluppfyllelse på stort djup under grundvattenytan, där saneringsmetoden har begränsad kapacitet. Detta kan utgöra ett problem i det fall föroreningen förekommer på stort djup. Å andra sidan har detta lösts med pumpning och grundvattenbehandling i andra delområden på fastigheten där denna problematik har uppstått.
Schaktsaneringen i detta alternativ har många fördelar, b.l.a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• är en välbeprövad metod och innebär därmed små osäkerheter vad gäller måluppfyllelse.</li> <li>• Arbetet sker i en öppen markyta (utan att behöva ta hänsyn till en byggnad som i efterföljande åtgärdsalternativ), vilket ger en god överblick och mer okomplicerade arbetsförhållanden.</li> <li>• Osäkerheterna om måluppfyllelse är små p.g.a. ovanstående samt att det finns större marginal att täcka in föroreningens okända utbredning.</li> </ul>	Arbetsmiljörisker för schaktsanering kring byggnad uppstår vid följande arbeten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanering av hälsofarliga material/ämnen</li> <li>• Arbeta med öppna schakter innebär risker för begravningsmassor vid ras och drunkning vid vattenfyllda schakter.</li> <li>• Arbeta med maskiner innebär risk för påkörning av fordon.</li> </ul>
Genom kontrollerad tungrivning med rivningsmaskin elimineras de stora arbetsmiljöriskerna som uppstår i nollalternativet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoden manuell nedtagning och åtgärdande av kollapsade och skadade betongkonstruktioner</li> </ul>	Arbetsmiljörisker vid rivningsarbetet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeta med stora maskiner</li> <li>• Hantering av rivningsmassor</li> <li>• Inandning av damm</li> </ul>

<p>uteblir vilket innebär att rasrisk och att det finns risk att begravas under material uteblir.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Invändig sanering av hälsofarliga material/ämnen vid manuell nedtagning av cisterner görs med maskiner när byggnaden är riven vilket eliminerar risk att exponeras.</li> <li>• Arbete på höjd uteblir vilket eliminerar fallrisker</li> <li>• Arbete inom begränsat arbetsutrymme vilket innebär risk för instängning i slutet utrymme, syrebrist, samt ergonomiska risker uteblir.</li> <li>• Manuell hantering av krossade fönster som innebär ergonomiska risker men framför allt risk för stick- och skärskador uteblir med nedplockning sortering av rivningsmaskin.</li> </ul>	
<p>Möjligt att återbruka teglet från Nitrolackfabriken i ny byggnad, vilket skulle bidra positivt till det kulturhistoriska värdet i området trots rivning.</p>	<p>Byggnaden har ett kulturhistoriskt värde, tilldelat den mellersta klassen (grön) på den tre-gradig skalan för byggnader av kulturhistoriska värden enligt Stockholms stadsmuseums klassificering. Då byggnaden rivs går en del av det kulturhistoriska värdet i området förlorat. Dock bevaras flera andra byggnader med samma klassificering inom Lövholmen 12.</p>
<p>Begränsar inte val av markanvändning och utnyttjande av byggnaden. Att riva befintlig byggnad möjliggör ett effektivare nyttjande av marken för ny bebyggelse.</p>	
<p>Lägre framtida driftkostnader och en minskad miljöpåverkan då den nya byggnaden som ersätter Nitrolackfabriken kommer att uppfylla dagens krav på energiprestanda.</p>	
<p>En ny byggnad för exempelvis lägenheter skapar större möjligheter för högre boendekvalitéer med balkonger, effektivare planlösningar och bättre komfort (kallras elimineras genom isolerade ytterväggar) jämfört med lägenheter i Nitrolackfabriken (enligt alternativ 2a-3).</p>	
<p>Åtgärdsalternativ med lägsta riskpåslaget för oförutsedda kostnader.</p>	



## 6.6 Åtgärdsalternativ 2a

**Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning mm. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Marksanering utförs av jord intill och under byggnad genom schaktning. Invändigt utförs urgrävning av förorenade jordmassor med en mindre grävmaskin.**

### 6.6.1 Beskrivning

Utöver åtgärderna som vidtas i nollalternativet (avsnitt 6.4.1) tillkommer en rad åtgärder, både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning mm., för att klara av omställningen till det nya användningsområdet. I utredningen av vilka åtgärder som krävs inom ombyggnationen har WSP utgått ifrån att det nya användningsområdet omfattas av en planlösning för både publika lokaler och bostäder enligt skissen i Bilaga 3. Samtliga byggnadstekniska åtgärder som ingår i ombyggnationen beskrivs i Bilaga 4.

Den relativt låga våningshöjden är en utmaning om byggnaden i sitt nuvarande utförande skall kunna inrymma bostäder, kontor eller publika lokaler. Även tillgänglighetskrav är svåra att uppnå med dagens bjälklagsnivåer. Denna aspekt tillsammans med det faktum att delar av betongstommen är skadad och att det finns ingjutna klorider i betongen innebär att det är nödvändigt att riva alla bjälklag, byta ut dessa till tunnare dimension och förlägga dem på en annan nivå. För att klara tillgänglighetskraven i hissen måste också den befintliga hissen rivas och bytas ut mot en större. Det innebär även att den bärande konstruktionen för hisschakt och tillhörande trapphus rivs i sin helhet. För att erhålla en bättre takhöjd i källaren och för att få möjlighet att förbättra U-värden (värmeisoleringsförmåga) på husets bottenplatta så behöver bottenplattan rivas i sin helhet för att därefter gjuta ny. Denna nya bottenplatta utförs med isolering under och med radonskyddat utförande. Denna åtgärd tätar då grundplattan och minskar risken för eventuellt inläckage av förorenad luft från marken.

Ytterligare en anledning till att bottenplattan behöver rivas är för att möjliggöra sanering av underliggande jord och grundvatten. När bottenplattan har avlägsnats kan schaktsanering av förorenad jord utföras under byggnaden med hjälp av en liten grävmaskin som förs in i byggnaden genom en öppning som rivs upp i en av ytterväggarna. Denna åtgärd bedöms vara görbar, men blir betydligt mer tidskrävande än traditionell schaktsanering av en fri markyta som i alternativ 1. Detta beror på att endast en liten grävmaskin kan användas invändigt i byggnaden samt att utlastning till lastbil blir mer komplicerad. Användningen av en liten grävmaskin medför en sämre kapacitet och en stor osäkerhet i möjligheten att schakta upp grovt material och att schakta på större djup. Arbetet kommer bli mindre effektivt, mer energikrävande och slutresultatet mer osäkert. Det tillkommer även arbetsmoment i form av rivning av ytterväggar. Marksanering görs även öster om byggnaden efter att rivning av kulverten, men då med traditionell schaktsanering med en större grävmaskin. Denna åtgärd medför att en del av restföroeningen som förekommer på djupet öster om byggnaden

kan avlägsnas. Dock kommer restföroreningen under och direkt intill fundamentet av nödutrymningstrapphuset att kvarstå, till skillnad från åtgärdsalternativ 1.

I övrigt utförs saneringsarbetet liksom åtgärdsalternativ 1, med förklassificering av jordmassor om möjligt samt miljökontroll under schaktarbetets gång. Även länsvattenhantering införs vid behov liksom vid utförande enligt alternativ 1.

Därtill finns stora utmaningar och risker i själva utförandet av ombyggnationen, både ur ett arbetsmiljöperspektiv, ett ekonomiskt perspektiv och ett effektmålsperspektiv. I syfte att uppskatta och grovt kartlägga hur byggnaden skulle kunna byggas om har WSP tagit fram en arbetsordning för ombyggnationen. Denna redovisas i Bilaga 5. Det är komplicerat att bila ur bottenplattan och att därefter forsla ut stora mängder material i form av rivna bjälklag, väggar, bottenplatta och urschaktade förorenade jordmassor. Vid rivningen av bottenplattan måste hänsyn tas till de stagbalkar som finns i grundläggningen och som håller fundamenten stabila. Dessa grundbalkar måste av stabilitetsskäl behållas när den befintliga grundplattan kapas upp. Det förordas att man använder betongsåg för att såga snitt i den befintliga plattan och genom dessa kapsnitt kan plattan delas i mindre bitar för att därefter lyftas ut betongbit för betongbit. Då plattan är ca 500-700 mm tjock måste betongen delas i små rutor för att vara möjlig att forsla ut. Detta kommer att vara tidsödande och innebär utmaningar arbetsmiljömässigt. När betongplattan är uppdelad kommer grundbalkarna att vara i vägen för grävmaskinen när den ska gräva ut massorna under plattan. Transporten av material ut ur byggnaden kräver två stora transportöppningar på bottenplanet. Ytterligare transportöppningar kommer även att behövas högre upp i fasaden för att få in material vid byggnation av de två övre våningsplanen. Dessa transportöppningar kan vara mindre, ca. 2x2m.

Markytorna kring Nitrolackfabriken har till stor del bestått av grovt utfyllnadsmaterial och sprängsten vilket visat sig under saneringsarbetena i området. Denna sprängsten kommer sannolikt ifrån den tiden då man fyllde ut vattnet vid Lövholmen för att tillskapa mer markyta, enl. beskrivningar av arbetena på Lövholmen när fabriken byggdes så fanns det en bergknalle på området som sprängdes bort och dessa sprängmassor användes för att fylla ut strandlinjen. Det är troligt att liknande grova fyllnadsmassor förekommer även under byggnaden, vilket som tidigare nämnts försvårar urgrävning med en liten grävmaskin. Ytterligare en aspekt är att marken sannolikt kommer behöva saneras i en nivå under fundamenten och stagbalkarna, vilket medför att det också finns en risk för att de befintliga pålarna kommer att skadas då grävmaskinen trycker på och drar runt den grova sprängstenen som finns i marken.

U-värdena på grundplattan och taket/terrasserna kommer att förbättras i och med de planerade byggåtgärderna. Dock är det inte möjligt att förbättra U-värdena på de befintliga ytterväggarna utan att skapa problem med tegelfasaden. Den befintliga ytterväggen består av 1.5-stens tegelväggar utan isolering. Dessa har ett mindre bra U-värde vilket gör att energiförbrukningen på byggnaden kommer att bli hög. Då fastigheten är kulturminnesmärkt så är det inte ett alternativ att göra en tilläggsisolering på utsidan. Det har därför undersökts om det är möjligt att utföra en tilläggsisolering på insidan. Tyvärr innebär invändig tilläggsisolering en stor risk för frostsprängningar i teglet på

utsidan. Detta då teglet kommer att bli kallare än vid det fall då man inte har en invändig tilläggsisolering. Då det invändiga fuktillskottet vill transporteras ut genom väggen så leder det till att väggen har en något högre fuktighet. Om man har en vägg som är isolerad på insidan så kommer fryspunkten (då temperaturen understiger 0 grader) att hamna inne i väggen vilket gör att den fukt som finns i utsidan av väggen fryser och därmed frostspränger teglet när det blir minusgrader. Om det inte tilläggsisoleras på insidan av tegelväggarna kommer tegelfasadernas temperatur hålla sig över fryspunkten och därmed finns ingen risk för frostsprängningar. Trots åtgärderna på bottenplattan och på taket så kommer den nya byggnaden inte att uppfylla BBR-kraven gällande energiförbrukning. Preliminära beräkningar har visat att primärenergitalet på byggnaden kommer att bli 140 kWh/m<sup>2</sup> och år. Det innebär att byggnaden kommer att förbruka ca. 150% mer än byggnaden i åtgärdsalternativ 1 och 73% mer än kraven i BBR 29. Energiberäkningen bakom dessa siffror är utförd av WSP och redovisas i sin helhet i Bilaga 6.

### 6.6.2 Kostnad och tidsåtgång

Åtgärder enligt åtgärdsalternativ 2a skattas till följande kostnad fördelad på delmoment:

Allmänna kostnader inkluderat projektering och upphandling för utförande	20,9 Mkr
Byggnadsåtgärder	62,5 Mkr
Marksanering	4,7 Mkr
Övriga allmänna etableringskostnader och arbetsledning	25,1 Mkr
Riskpåslag för oförutsett/tillkommande 15%	17,0 Mkr
Entreprenörsarvode 10%	13,0 Mkr
<b>Totalkostnad Åtgärdsalternativ 2a</b>	<b>143,2 Mkr</b>

För utförande av denna åtgärd bedöms att 26 månaders arbeten kommer att krävas.

### 6.6.3 Osäkerheter

TABELL 6. FÖR- OCH NACKDELAR MED ÅTGÄRDSALTERNATIV 2A.

+	-
Övergripande och mätbara åtgärds mål uppfylls sannolikt.	Osäkerheter i måluppfyllelse, främst vad gäller marksaneringen.
Byggnaden har ett kulturhistoriskt värde, tilldelat den mellersta klassen (grön) på den tre-gradiga skalan för byggnader av kulturhistoriska värden enligt Stockholms stadsmuseums klassificering. Då bygganden kvarstår bibehålls även det kulturhistoriska värdet.	Osäkerhet i alternativets tidsåtgång pga. svårighet att uppskatta arbetstiden för den invändiga schaktsaneringen samt de invändiga byggnadsåtgärderna.
Icke skadade byggnadsdelar återanvänds. (Ytterväggar, pelare, grundläggning)	Osäkerhet i alternativets kostnadsuppskattning (större riskpåslag för oförutsedda kostnader än nollalternativet och åtgärdsalternativ 1).

<p>Mindre transporter än åtgärdsalternativ 1.</p>	<p>Schaktsaneringen i detta alternativ medför följande nackdelar jämfört med traditionell schaktsanering som i alternativ 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osäkerhet i måluppfyllelse på grund av svårigheten att schakta grova fyllnadsmassor och på stora djup med en liten grävmaskin.</li> <li>• Behöver öppna upp en yttervägg med försiktig rivning som vid saneringens slut måste återställs snyggt.</li> <li>• Risk att skada pålar under byggnadens fundament</li> <li>• Mer tidskrävande</li> <li>• Mer tekniskt utmanande</li> <li>• Stora arbetsmiljörisker (se nedan)</li> </ul>
	<p>Restförorening under och direkt intill nödutrymningstrapphus kvarstår, till skillnad från alternativ 1 där den hanteras genom schaktsanering.</p>
	<p>Kostsamma åtgärder per BOA (Se kalkyl)</p>
	<p>Utöver riskerna i nollalternativet tillkommer stora arbetsmiljörisker vid de invändiga rivnings- och schaktningsarbetena t.ex. vid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sågning, bilning och utlastning av kontaminerade, kollapsade och uttjänta betongkonstruktioner och bjälklag innebär rasrisk och att det finns risk att begravas under material.</li> <li>• Statisk stabilitetsrisk för byggnaden vid rivning av bärande konstruktioner som hisschakt, trapphus, väggar och bjälklag innebär mycket stor risk för total kollaps av byggnaden</li> <li>• Sågning, bilning och utlastning betong innebär risker för inandning av kontaminerat damm.</li> <li>• Invändig schaktsanering innebär stor risk för inandning av flyktiga föroreningar (större risk i inomhusmiljö)</li> <li>• Manuell sanering av kontaminerade byggnadsdelar/material</li> <li>• Upptagning av transportöppningar med tillhörande avväxling i fasad för intransport av material samt schakt- och pålmaskiner innebär stora risker med byggnadens stabilitet och risk för nedfallande betong- och fasadtegel.</li> <li>• Svårighet att riva och hantera stora mängder betong vid invändig rivning av bjälklag samt den tjocka bottenplattan</li> </ul>
	<p>Utöver arbetsmiljörisker vid rivnings- och saneringsarbeten finns stora risker vid återförandet av ny grundläggning och nya betongkonstruktioner t.ex. vid:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invändig pålning för ny bottenplatta innebär risker vid hantering av tunga pålar i trångt utrymme med pålmaskin.</li> <li>• Manuell inbärning av formmaterial, stämp och armering för gjutning av bjälklag innebär både ergonomiska risker men också risk för kläm- och fallskador.</li> </ul>
	Arbete med temporära konstruktioner innan gjutning och statisk stabilisering innebär risk för felaktig fördelning av last och att konstruktion kollapsar.
	Större miljöpåverkan och högre driftskostnader än motsvarande ny byggnad, som kommer att uppfylla gällande krav när det gäller energiprestanda.
	Byggnaden kommer att förbruka mycket energi. Den kommer inte uppfylla kraven i BBR.
	Den relativt låga våningshöjden är en utmaning om byggnaden i sitt nuvarande utförande skall kunna inrymma bostäder, kontor eller publika lokaler. Det kommer vara en utmaning för att säkerställa att stomme, installationer och undertak skall få plats och ändå klara en acceptabel takhöjd.

## 6.7 Åtgärdsalternativ 2b

**Omställning av byggnad till användbart skick genom både konstruktionsförbättrande åtgärder och förändring av planlösning mm. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonskyddat utförande tillämpas. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktas ner. Marksanering utförs avseende jord under byggnad genom en in situ-behandling med avseende på jord och grundvatten intill och under byggnad.**

### 6.7.1 Beskrivning

De byggnadstekniska åtgärderna är i detta fall samma som i alternativ 2a (avsnitt 6.6.1).

När bottenplattan är riven åtgärdas föroreningar i mark och grundvatten med en in situ-sanering baserad på kemisk oxidation. Utförandet kan skraddarsys till de platsspecifika förutsättningarna och detaljerna fastställs i en inledande projektering. Då beräknas även den exakta doseringen av oxidationsmedel som krävs vilket påverkar kostnadsbilden. Två förslag på utförande har dock tagits fram där det ena bygger på att behandlingsprodukten tillsätts jorden genom att jordmassor schaktas upp på en hårdgjord yta (en del av bottenplattan lämnas vid rivning för att användas för detta ändamål). Där siktas jordmassorna med samtidig tillförsel av behandlingsprodukt för att sedan läggas tillbaka kontinuerligt. Genom denna metod säkerställs att behandlingsprodukten blandas väl med jordmassorna för bästa effekt.



Det andra förslaget innefattar att behandlingsprodukten tillsätts jorden genom diken som grävs med liten grävmaskin efter rivning av bottenplattan. En viss osäkerhet i hur väl behandlingsmedlet kommer i kontakt med de förorenade jordmassorna förekommer dock och därför kombineras detta alternativ med en efterföljande biologisk behandling för att åtgärda eventuella föroreningsrester. Behandlingsprodukterna tillsätts då i 4 omgångar via grävda diken i markprofilen. Dikena syftar till att hjälpa produkten att nå grundvattnet och på så sätt sprida sig i hela behandlingsområdet. Dikena anläggs ungefär var tredje meter. Den omättade zonen behandlas genom att området övermättas med produkt. De tre första injektionerna omfattar tillsats av RegenOx part A och part B, med 2-3 veckors mellanrum. Det bör i detta behandlingsskede uppmärksammas ifall det skulle uppstå fri fas av föroreningsprodukt, som då måste hanteras separat med hjälp av t.ex. en pump and treat. Den fjärde tillsattsomgången omfattar tillsats av ORC (oxygen release compound). RegenOx har utvecklats av Regenesys som en in situ saneringsprodukt för snabb destruktion av föroreningar och för att ta itu med källområden. RegenOx kommer inte att eliminera all identifierad petroleum och kolväteförorening ("TPH-kontamination") genom kemisk oxidation, och därför tillsätts i sista steget "ORC-Advanced" för att ge en kontrollerad frigivning av syre direkt i grundvattnet i mellan 9 till 12 månader för att stimulera och bibehålla tillväxten av inhemska aeroba mikrober och på så sätt påskynda den naturliga nedbrytningen av den kvarvarande föroreningen.

Behandlingen (båda metoder) fungerar bra för att eliminera alifater, aromater, BTEX och PAH och framför allt bra i den omättade zonen, vilket passar detta behandlingsområde väl eftersom grundvattnet ligger ytligt och ovanlagras av grövre fyllnadsmaterial. Förslaget med schaktning och siktning som utförande kan dock vara mer utmanande eftersom det som tidigare nämnts är svårt att schakta under grundvattenytan. Om förutsättningarna tillåter den metoden är fördelen att det inte behövs någon efterföljande biologisk behandling vilket förkortar behandlingstiden.

Behandlingsprodukterna kommer inte skada befintlig byggnad eller ge upphov till korroderande fundament mm. Det bedöms inte heller föreligga någon risk för kontaminering av byggnadsdelar som följd av gasavgång i samband med hanteringen av de förorenade jordmassorna.

Marksanering görs även öster om byggnaden efter att rivning av kulverten utförts, liksom i alternativ 2a. Detta görs med traditionell schaktsanering. Dock kommer restföroreningen intill fundamentet av nödutrymningstrapphuset att kvarstå.

### 6.7.2 Kostnad och tidsåtgång

Åtgärder enligt åtgärdsalternativ 2b skattas till följande kostnad fördelad på delmoment:

Allmänna kostnader inkluderat projektering och upphandling för utförande	22,0 Mkr
Byggnadsåtgärder	62,5 Mkr
Marksanering (in situ, samt schaktsanering vid riven kulvert)	3,5 Mkr
Övriga allmänna etableringskostnader och arbetsledning	29,4 Mkr

Riskpåslag för oförutsett/tillkommande 15%	17,6 Mkr
Entreprenörsarvode 10%	13,5 Mkr
<b>Totalkostnad Åtgärdsalternativ 2b</b>	<b>148,5 Mkr</b>

Tidsåtgången för in situ-behandlingen är ca 2 månaders fältarbeten (inkl. veckorna mellan injekteringsarbetena) och sedan ett år av efterkontroller.

För utförande av åtgärdsalternativ 2b bedöms att 32 månaders arbeten krävas varav ca 6 månader bedöms erfordras för enbart uppföljning och kontroller av in situ-behandlingen. För en del av uppföljningsperioden antas andra byggnads- och markarbeten kunna ske parallellt.

### 6.7.3 Osäkerheter

TABELL 7. FÖR- OCH NACKDELAR MED ÅTGÄRDSALTERNATIV 2B.

+	-
Övergripande och mätbara åtgärds mål uppfylls sannolikt.	Osäkerhet i måluppfyllelse vad gäller marksaneringen med in situ-behandling.
Då bygganden kvarstår bibehålls även det kulturhistoriska värdet, liksom i alternativ 2a.	Osäkerhet i alternativets tidsåtgång pga. svårighet att uppskatta behandlingstiden av in situ-metoden då det beror av många platsspecifika faktorer som idag är okända. Även osäker tidsuppskattning för de invändiga byggarbetena, liksom alternativ 2a.
Marksaneringsmetoden är skonsam mot byggnaden, dock krävs ändå en del schaktarbeten vilka medför liknande svårigheter som för alternativ 2a.	Osäkerhet i alternativets kostnadsuppskattning (större riskpåslag för oförutsetta kostnader än nollalternativet och åtgärdsalternativ 1).
Icke skadade byggnadsdelar återanvänds. (Ytterväggar, pelare, grundläggning)	Visst stillestånd för övriga åtgärder avseende byggnadens konstruktion mm. under perioden för efterkontroller (ca. 6 månader).
Mindre transporter än åtgärdsalternativ 1 och 2a.	Restförorening intill nödutrymningstrapphus kvarstår, liksom alternativ 2a men till skillnad från alternativ 1 där den hanteras genom schaktsanering.
	Samma arbetsmiljörisker vid rivning och de mindre schaktningsarbeten invändigt bedöms föreligga som i åtgärdsalternativ 2a.
	Större miljöpåverkan och högre driftskostnader än motsvarande ny byggnad, liksom i alternativ 2a.
	Kostsamma åtgärder per BOA, liksom i alternativ 2a.
	Byggnaden kommer att förbruka mycket energi, liksom i alternativ 2a.
	Den relativt låga våningshöjden är en utmaning om byggnaden i sitt nuvarande utförande skall kunna inrymma bostäder, kontor eller publika lokaler. Det kommer vara en utmaning för att säkerställa att stomme, installationer och undertak skall få plats och ändå klara en acceptabel takhöjd.

## 6.8 Åtgärdsalternativ 3

**Omfattande byggnadstekniska åtgärder som minskar exponeringsrisken för människor utförs. Bottenplattan rivs och ersätts med en ny grundplatta. Radonsäkert utförande utförs på ny grundplatta. Kulvert öster om byggnaden rivs och underliggande jord schaktsaneras. Ingen övrig åtgärd utförs däremot för att reducera själva föroreningen under eller precis intill byggnaden.**

### 6.8.1 Beskrivning

De byggnadstekniska åtgärderna är i detta åtgärdsalternativ samma som i alternativ 2a, undantaget att den nya bottenplattan gjuts med ett radonsäkert utförande istället för radonskyddat. Det görs i syfte att utgöra en skyddsåtgärd för att hindra flyktiga föroreningar från luft under bottenplattan att tränga upp i byggnadens inomhusluft och utgöra en hälsorisk, eftersom det inte utförs någon marksanering i detta åtgärdsalternativ. Då själva föroreningskällan inte åtgärdas är osäkerheten större vad gäller måluppfyllelse jämfört med alternativ 1, 2a och 2b. Inomhusluftens kvalitet bör följas upp med luftmätningar i projektets slutskede. Marksanering görs dock öster om byggnaden efter att rivning av kulverten, liksom i alternativ 2a och 2b. Restföroreningen intill fundamentet av nödutrymningstrapphuset kommer att kvarstå.

I detta alternativ utgår riskerna med schaktning invändigt i byggnaden, eftersom ingen sanering utförs av jordmassorna under bottenplattan.

### 6.8.2 Kostnad och tidsåtgång

Åtgärder enligt åtgärdsalternativ 3 skattas till följande kostnad fördelad på delmoment:

Allmänna kostnader inkluderat projektering och upphandling för utförande	20,3 Mkr
Byggnadsåtgärder	63 Mkr
Marksanering (schaktsanering vid riven kulvert)	0,4 Mkr
Övriga allmänna etableringskostnader och arbetsledning	22 Mkr
Riskpåslag för oförutsett/tillkommande 15%	15,9 Mkr
Entreprenörsarvode 10%	12,2 Mkr
<b>Totalkostnad Åtgärdsalternativ 3</b>	<b>133,7 Mkr</b>

För utförande av denna åtgärd bedöms att 23 månaders arbeten kommer att krävas.

### 6.8.3 Osäkerheter

TABELL 8. FÖR- OCH NACKDELAR MED ÅTGÄRDSALTERNATIV 3

+	-
Övergripande och mätbara åtgärds mål uppfylls avseende konstruktionen.	Övergripande och mätbara åtgärds mål uppfylls inte avseende föroreningar i jord och grundvatten.
Då bygganden kvarstår bibehålls även det kulturhistoriska värdet, liksom i alternativ 2a och 2b.	Osäkerhet i alternativets kostnadsuppskattning (större riskpåslag för oförutsedda kostnader än nollalternativet och åtgärdsalternativ 1).
Icke skadade byggnadsdelar återanvänds. (Ytterväggar, pelare, grundläggning)	Restförorening intill nödutrymningstrapphus kvarstår, liksom alternativ 2a och 2b men till skillnad från alternativ 1 där den åtgärdas genom schaktsanering.
Mindre transporter än åtgärdsalternativ 1 och 2a.	Samma arbetsmiljörisker vid rivning och de mindre schaktningsarbeten invändigt bedöms som i åtgärdsalternativ 2a och 2b. Arbetsmiljörisk i samband med invändiga arbeten då exponering av förorenade jordmassor förekommer innan den nya bottenplattan med radonsäkert utförande gjuts. Bör dock vara hanterbart med erforderlig skyddsutrustning.
Mindre kostsamt än förslag 2a och 2b då ingen sanering i mark utförs. (Se kalkyl)	Större miljöpåverkan och högre driftskostnader än motsvarande ny byggnad, liksom i alternativ 2a och 2b.
Några arbetsmiljörisker utgår då ingen marksanering sker under byggnadens bottenplatta	Kostsamma åtgärder per BOA, liksom i alternativ 2a och 2b.
	Byggnaden kommer att förbruka mycket energi, liksom i alternativ 2a och 2b.
	Kräver uppföljande kontroll avseende kvaliteten på inomhusluft för att säkerställa funktionen hos det radonsäkra utförandet. En stor ovisshet är hur effektiv åtgärden med radonsäkert utförande av bottenplattan är i ett långsiktigt perspektiv. Ett kontrollprogram kan behöva pågå under en mycket lång tid vilket utgör en osäkerhet samt en löpande kostnad och ansvarsfråga.
	Den relativt låga våningshöjden är en utmaning om byggnaden i sitt nuvarande utförande skall kunna inrymma bostäder, kontor eller publika lokaler. Det kommer vara en utmaning för att säkerställa att stomme, installationer och undertak skall få plats och ändå klara en acceptabel takhöjd.

## 7 Riskvärdering och rekommendation

I utvärderingen av presenterade åtgärdsalternativ har riskreduktionen jämförts i relation till kostnad, tidsåtgång och osäkerheter (Tabell 9). En viktig aspekt i utvärderingen av alternativen har varit vilken trygghet de olika alternativen ger i ett långsiktigt perspektiv. När stora investeringar görs för att åtgärda problembilden på området är det viktigt att osäkerheterna är så pass små att problembilden inte bara reduceras tillfälligt utan även i ett långsiktigt perspektiv. Om området ska kunna nyttjas för framtida verksamheter som en del i ett nytt bostadsområde måste åtgärderna resultera i en riskreducering som är bestående och en lösning för byggnaden som är anpassad för området i stort. Det bästa sättet att uppnå en långsiktig problemreduktion i ett förorenat område är att eliminera källan till föroreningen.

Nollalternativet uppnår inte åtgärdsmålen för fastigheten eftersom samtlig förorenad jord under och öster om huset lämnas kvar utan åtgärd. De mest akuta riskerna avseende byggnadens säkerhet åtgärdas dock så att det inte föreligger risker för människor som vistas i området utanför byggnaden. I och med de föreslagna åtgärderna inom ramen för nollalternativet förlängs även byggnadens livslängd, åtminstone i ett kortare perspektiv. Någon stadigvarande vistelse invändigt i byggnaden är dock inte möjlig inom ramen för detta åtgärdsalternativ eftersom det inte kan säkerställas att olägenhet för människors hälsa inte riskerar uppstå i enlighet med 9 kap 9 § miljöbalken. Därför kommer byggnaden att stå oanvänd, i form av ett tomt skal. Löpande driftkostnader i form av grundläggande underhåll kommer behövas på obestämd tid samtidigt som byggnaden förblir outnyttjad. Därtill kommer det att krävas kontinuerliga resurser och arbeten för att hindra intrång i byggnaden. Detta alternativ bedöms inte vara ett hållbart alternativ med hänsyn till miljö, hälsa, säkerhet och social trivsel i området.

Åtgärdsalternativ 1, 2a och 2b har alla bedömts medföra en "god" problemreduktion (Tabell 9) och uppfyller de mätbara åtgärdsmålen för fastigheten. Av dessa alternativ har åtgärdsalternativ 1 den lägsta kostnadsuppskattningen (134 Mkr). Att åtgärdsalternativen ger en god problemreduktion gäller under förutsättningen att åtgärderna medför de resultat som har antagits. Den verkliga måluppfyllelsen beror dock till stor del av utfallet av de osäkerhetsfaktorer som alternativet bedöms innebära. Alternativ 1 som innefattar rivning och nybyggnation medför betydligt mindre osäkerheter än alternativ 2a och 2b. Detta beror på att saneringsmetoden i form av traditionell schaktsanering är en välkänd beprövad effektiv metod som dessutom har använts på övriga delar av fastigheten i tidigare saneringsarbeten. Erfarenheten från tidigare saneringsarbeten i närområdet kring Nitrolackfabriken har visat att det krävs en stor grävmaskin för att arbeta i de grova sprängmassor som förekommer i fyllnadsmaterialet. Alternativ 2a och 2b som båda inkluderar schaktarbeten med en liten grävmaskin invändigt i byggnaden innebär en stor osäkerhet i hur väl arbetssättet kommer att fungera i praktiken. Om det förekommer en stor andel grova fyllnadsmassor är det inte säkert att en liten grävmaskin kan schakta till önskat djup. Det finns även en risk att sten, block och maskiner stöter i och skadar pålarna under byggnadens fundament. Därutöver kräver båda alternativen 2a och 2b att någon fasadvägg på byggnaden öppnas upp för att dels få in en grävmaskin och dels kunna lasta ut betongdelar från bottenplattan, de rivna bjälklagen och väggarna samt schaktmassor under



bottenplattan. Dessa alternativ är därför avsevärt mer arbetskrävande och komplicerade jämfört med åtgärdsalternativ 1. Osäkerheterna i åtgärdsalternativens tids- och kostnadsuppskattningar skiljer sig också åt. Åtgärdsalternativ 2a, 2b och 3 som inkluderar fler tekniskt och praktiskt avancerade arbetsmoment medför större osäkerheter i uppskattningar av tidsåtgång och kostnader.

Därtill ska arbetsmiljöaspekter beaktas, vilka är betydligt mer omfattande för åtgärdsalternativ 2a och 2b. I åtgärdsalternativ 1 där en systematisk rivning sker utgår många arbeten invändigt i byggnaden. De invändiga arbetena är de som medför de främsta arbetsmiljöriskerna såsom rivning av bärande konstruktioner vilket innebär risker för ras och kollaps av byggnadsdelar. Detta är allvarliga risker som är svåra att helt komma ifrån i de alternativ där byggnaden ska bevaras.

Vidare bedöms åtgärdsalternativ 3 ge en relativt god problemreduktion, men skillnaden mot ovan nämnda alternativ är framför allt tryggheten i det långsiktiga perspektivet. En bottenplatta med radonsäkert utförande bör vara en tillräcklig åtgärd för att hindra exponering av flyktiga ämnen inne i byggnaden. Då föroreningskällan dock finns kvar under byggnaden för all framtid kommer det alltid att föreligga en viss osäkerhet av åtgärdernas effekter i det långsiktiga perspektivet. Därför kommer åtgärdsalternativ 3 kräva uppföljande kontroller avseende inomhusluftens kvalitet, kanske så länge byggnaden nyttjats. Kostnaden för åtgärdsalternativ 3 ligger i nivå med kostnaden för alternativ 1. När de två alternativen ställs mot varandra bedöms alternativ 1 ge en bättre och mer långsiktigt hållbar problemreduktion än alternativ 3, dessutom till samma kostnad.

Ytterligare en fördel med åtgärdsalternativ 1 är att den nya byggnaden kan anpassas helt efter den tänkta verksamheten och dessutom har miljömässiga fördelar i det långsiktiga perspektivet då energiförbrukningen blir lägre och byggnadens livslängd säkerställs.

Med bakgrund av resonemanget ovan landar den samlade bedömningen utifrån ett hälso-, miljö- och arbetsmiljömässigt perspektiv, liksom ur tekniska och ekonomiska aspekter i att åtgärdsalternativ 1 är mest lämpat för hanteringen av problembilden i och kring Nitrolackfabriken (hus 27) på Lövholmen 12.

**TABELL 9. JÄMFÖRELSE AV PRESENTERADE ÅTGÄRDSALTERNATIV.**

Åtgärd	Kostnad	Tidsåtgång	Problemreduktion	Osäkerheter
Nollalternativet	24,4 Mkr	4–5 månader	Mycket liten	Mycket stora
Alternativ 1	134,0Mkr	23 månader	God	Små
Alternativ 2a	143,2 Mkr	26 månader	God	Stora
Alternativ 2b	148,5 Mkr	32 månader	God	Stora
Alternativ 3	133,7 Mkr	23 månader	Liten - god	Mycket stora

## 8 Slutsats

En åtgärdsutredning har genomförts i syfte att utreda tänkbara alternativ och hitta den mest lämpade hanteringen av problembilden i och kring Nitrolackfabriken på Lövholmen 12. I arbetet har ett flertal alternativ studerats och jämförts med varandra vad gäller riskreduktion, kostnad, tidsåtgång, arbetsmiljöaspekter och osäkerheter.

I utvärderingen har åtgärdsförslag 1 framkommit som det bästa alternativet för att uppnå en god riskreduktion på kort tid som är långsiktigt hållbar. Osäkerheterna vid utförande enligt åtgärdsalternativ 1 är mycket små jämfört med övriga studerade alternativ. Åtgärdsalternativ 1 innebär hantering av Nitrolackfabriken, med dess konstruktionstekniska brister och föroreningsproblematik i byggnadsdelar samt anslutande jord och grundvatten i form av:

*Byggnaden rivs och fullständig schaktsanering utförs intill och under byggnad. Föroreningar i byggnadsmaterial samt jord och grundvatten avlägsnas, både under byggnad och öster om byggnad intill kulvert och nödutrymningstrapphus. Åtgärds målet för fastigheten uppfylls. En ny byggnad uppförs på samma plats.*

Upprättad av:



Birgitta Sjödell, Viken miljökonsult

Upprättad av:



Torvald Bergström, WSP

Upprättad av:



Mikael Bergström, WSP

Granskad av:



Tobias Sjöstrand, Viken miljökonsult

## 9 Citerade verk

Avfall Sverige . (2019). *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Malmö: Avfall Sverige.

Bivegård, L. V. (2008). *Beckers färgtillverkning på Lövholmen Stockholm*. Nätverket för byggnadsvård i Västmanlands län.

Miljöinvent. (2014, REV 2021). *Miljöinventering Lövholmen 12 - Inventering av farligt samt miljöstörande avfall inför rivning samt ombyggnad*. Miljöinvent AB.

Naturvårdsverket . (2009). *Riktvärden för förorenad mark - modellbeskrivning och vägledning, rapport 5976*. Stockholm : Naturvårdsverket .

Naturvårdsverket. (2009). *Riktvärden för förorenad mark - modellbeskrivning och vägledning, rapport 5976*. Stockholm: Naturvårdsverket.

Sandström. (2014). *Detaljerad miljöteknisk markundersökning och klassificeringsplan*. Sandström Miljö & Säkerhetskonsult.

SGF. (2019). *Åtgärdsportalen*. Hämtat från Metoder - mark - in situ:  
<https://atgardsportalen.se/metoder/jord/in-situ>

Tyréns. (2021). *Utredning av skorsten tillhörande hus 33, ångpannecentral, Färgfabriken, Kv Lövholmen*. Stockholm: Tyréns.

Viken. (2020). *Miljöteknisk undersökning av byggnaden hus 27 och angränsande mark inom Lövholmen 12*. Viken Miljökonsult .

Viken. (2021). *Miljöteknisk undersökning av byggnaden hus 33 och angränsande mark inom Lövholmen 12*. Solna: Viken Miljökonsult.

Wescon. (2021). *Lövholmen , Stockholm - Miljö- och hälsoriskbedömning*. Västerås: Wescon miljökonsult AB.

Wescon. (2023). *Miljö- och hälsoriskbedömning*. Västerås: Wescon miljökonsult.

WSP. (2021). *Hus 33 Ångpannecentral*. Stockholm: WSP.