



Bättre ljud på bostadsgårdar

–En ljuddesignstrategi för en bättre ljudmiljö i bostadsgårdar

Better sounds in residential yards - A sound design strategy for a better soundscape in residential yards.

Alva Holmqvist

Examensarbete • 30

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Landskapsarkitekturprogrammet

Alnarp 2023



Bättre ljud på bostadsgårdar -En ljuddesignstrategi för en bättre ljudmiljö i bostadsgårdar

Better sounds in residential yards - A sound design strategy for a better soundscape in residential yards

Alva Holmqvist

Handledare: Gunnar Cerwén, Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Jitka Svensson, Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Stefan Lindberg, Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Masternivå, A2E

Kurstitel: Independent Project in Landscape Architecture, A2E

Kurskod: EX0846

Program/utbildning: Landskapsarkitekturprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2023

Omslagsbild: Alva Holmqvist

Nyckelord: Ljudmiljö, Ljuddesign, Designstrategi, Bostadsgård

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Bostadsgården har många syften, bland annat är det en plats för vila och avslappning. Det är en plats att gå igenom på vägen hem efter en lång dag, eller något att blicka ut på från sin balkong/fönster. Dock är detta lugn inte alltid möjligt i en stadsmiljö, eller i alla fall om platsen är fylld av trafikbuller och andra störande ljud. Men med hjälp av en bra ljuddesign kan även en bostadsgård nära en trafikerad väg ha en bra ljudmiljö. Målet med detta projekt var att med hjälp av litteratur ta fram en ljuddesignstrategi för hur man kan förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar. Detta i syfte att skapa en strategi som kan hjälpa landskapsarkitekter designa goda ljudmiljöer.

Projektets frågeställning var: hur kan man med hjälp av en ljuddesignstrategi förbättra ljudmiljön i en bostadsgård i Malmö och hur kan denna ljuddesignstrategi utformas på bäst sätt? För att kunna besvara denna fråga gjordes en litteraturstudie som fokuserade på att besvara följande frågor: Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar? Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård? Hur kan man förstärka behagliga ljud på en bostadsgård? Hur kan man tillföra behagliga ljud till en bostadsgård? Efter att ha läst och jobbat med relevant litteratur och andra designstrategier ämnande att förbättra ljudmiljön togs en ljuddesignstrategi fram. Arbetet möttes dock av en del motgångar exempelvis att en del källor på gällande tillförandet av behagliga ljud var svåra att hitta.

Resultat av detta arbete blev en ljuddesignstrategi innehållande åtta steg och en beskrivning för varje steg. De åtta stegen var: 1. Samla bakgrundsfakta, 2. Gör ljudanalyser, 3. Undersök olika designlösningar, 4. Gör ett urval, 5. Applicera förslagen i sammanhanget. 6. Realisera designförslagen/designelementen. 7. Gör nya ljudanalyser, 8 Jämför analyserna i steg 2 och steg 7. En markant punkt på strategin var steg 2, där en typ av subjektiv ljudanalys togs fram.

Ljuddesignstrategin testades sedan på en befintlig bostadsgård i Malmö och det gav vissa insikter. Strategin var inte felfri och det fanns ytterligare förbättringar som skulle kunna göras, exempelvis att göra strategin mindre linjär för att vara bättre tillämpad för en verklig designprocess. Det hade även behövts fler tester för att säga att denna strategi är effektiv gällande att förbättra ljudmiljön på en bostadsgård. Dock har denna strategi möjligheten att hjälpa landskapsarkitekter och med mer arbete och tester skulle den kunna vara ett användbart verktyg.

Nyckelord: Ljudmiljö, Ljuddesign, Designstrategi, Bostadsgård

Abstract

The courtyard has many purposes, including rest and relaxation. It is a place to pass by on the way home after a long day, or something to gaze out at from your balcony/window. However, this tranquillity is not always possible in an urban environment, or at least not if the place is filled with traffic noise and other disturbing sounds. With the help of a good sound design, even a courtyard near a busy road can have a good soundscape. The goal of this project was to use literature to develop a sound design strategy to improve the soundscape in courtyards. This with the aim of creating a design tool that can help landscape architects design good sound environments.

The project's focus was: how can one use a sound design strategy to improve the sound environment in a courtyard in Malmö and how can this sound design strategy be formulated in the best way? In order to answer this question, a literature study was conducted that focused on answering the following questions: What are relevant sound strategies to improve the sound environment in courtyards? How can you counteract unwanted noise in a courtyard? How can you amplify pleasant sounds in a courtyard? How can you add pleasant sounds to a courtyard? After reading and working with relevant literature and other design strategies aimed at improving the sound environment, a sound design strategy was developed. However, the work was met with some setbacks, for example that some sources regarding the addition of pleasant sounds were difficult to find.

The result of this work was a sound design strategy containing eight steps and a description for each step. The eight steps were: 1. Collect background information, 2. Make sound analyses, 3. Investigate different design solutions, 4. Make a selection, 5. Apply the suggestions in the context. 6. Construct the design-proposals/design-elements. 7. Make new sound analyses, 8 compare the analyses in step 2 and step 7. A significant point of the strategy was step 2, where a type of subjective sound analysis was developed.

the sound design strategy was then tested on an existing courtyard in Malmö and some insights emerged. The strategy was not flawless and there were further improvements that could be made, such as making the strategy less linear to be better applied to a real design process. More tests were also needed to confirm that this strategy is effective in terms of improving the sound environment in a courtyard. However, this strategy has the potential to be helpful to landscape architects and with more work and testing it could be a useful tool.

Keywords: Soundscape, Sound design, Design strategy, Residential yard

Förord

Att skriva ett mastersarbete är en lång process och det känns ibland som om man aldrig kommer bli klar eller nöjd. Men nu har jag ändå lyckats göra klart ett helt mastersarbete. Det hade dock inte gått utan hjälp från människor i min omgivning. Först vill jag tacka Gunnar Cerwén som hjälpt och handlett mig genom hela arbetet, din respons har varit guld värd. Jag vill också tacka Joja, som låtit mig gå omkring på hens bostadsgård och besvarat frågor jag haft. Sist men inte minst vill jag tacka min flickvän Julia som suttit i timmar med mig och korrekturläst detta arbete, med alla mina roliga och ibland otroliga stavfel.

Malmö 2023-03-08

Innehållsförteckning

Figurförteckning.....	11
1. Inledning.....	13
1.1. Bakgrund	13
1.2. Frågeställning	14
1.2.1. Övergripande frågeställning.....	14
1.2.2. Underliggande frågeställning	14
1.3. Målsättning	14
1.4. Syfte.....	14
1.5. Material och metod	15
1.5.1. Litteraturstudie metod	15
1.5.2. Ljuddesignstrategi metod.....	15
1.5.3. Subjektiv ljudanalys metod	16
1.5.4. Bulleranalys metod	16
1.5.5. Platsbesök metod	16
2. Teori.....	18
2.1. Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?	18
2.1.1. Strategi 1.....	19
2.1.2. Strategi 2.....	19
2.1.3. Strategi 3.....	20
2.1.4. Strategi 4.....	20
2.2. Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?.....	21
2.2.1. Vattenljud	22
2.2.2. Träd och buskar	24
2.2.3. Gräs	25
2.2.4. Fågelkvitter	25
2.2.5. Grus	26
2.3. Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?.....	27
2.3.1. Skärmar	30
2.3.2. Gröna väggar/fasader	32
2.3.3. Gröna tak	33

2.3.4.	Bullervallar	35
2.3.5.	Markbeläggning	35
3.	Ljuddesignstrategi	38
3.1.	Steg 1 (Samla bakgrundsfakta).....	39
3.2.	Steg 2 (Gör ljudanalyser).....	39
3.3.	Steg 3 (Undersök olika designlösningar).....	40
3.3.1.	Dämpa oönskade ljud	40
3.3.2.	Förstärka behagliga ljud	40
3.3.3.	Tillföra behagliga ljud	41
3.4.	Steg 4 (Gör ett urval)	41
3.5.	Steg 5 (Applicera förslagen i sammanhanget)	41
3.6.	Steg 6 (Realisera designförslaget/designelementen)	42
3.7.	Steg 7 (Gör nya ljudanalyser).....	42
3.8.	Steg 8 (Jämför analyserna i steg 2 och steg 7).....	42
4.	Applicering av ljuddesignstrategi på bostadsgård	43
4.1.	Steg 1 (Samla bakgrundsfakta).....	43
4.2.	Steg 2 (Gör ljudanalyser).....	45
4.2.1.	Bulleranalyser av bostadsgården	45
4.2.2.	Subjektiv ljudanalys av bostadsgården	46
4.3.	Steg 3 (Undersök olika designlösningar).....	50
4.3.1.	Dämpa oönskade ljud	50
4.3.2.	Förstärka behagliga ljud	50
4.3.3.	Tillföra behagliga ljud	51
4.4.	Steg 4. Gör ett urval	51
4.5.	Steg 5 (Applicera förslagen i sammanhanget)	53
4.6.	Steg 6 (Realisera designförslaget/designelementen)	53
4.7.	Steg 7 (Gör nya ljudanalyser).....	54
4.7.1.	Bulleranalys	54
4.7.2.	Subjektiv ljudanalys	54
4.8.	Steg 8 (Jämför analyserna i steg 2 och steg 7).....	56
5.	Diskussion och framtida arbete	57
5.1.	Utvärdering av teori	57
5.2.	Subjektivitet	59
5.3.	Utvärdering av ljuddesignstrategin	59
5.4.	Framtida arbete	61
5.5.	Avslutande ord.....	61
	Referenser.....	63

Figurförteckning

Figur 1 Vattenljud av Alva Holmqvist	23
Figur 2 Björk i blåst av Alva Holmqvist.....	24
Figur 3 Fågelkvitter av Alva Holmqvist	25
Figur 4 Skränig fiskmås av Alva Holmqvist	26
Figur 5 Naturgrus av Alva Holmqvist	27
Figur 6 Tre sätt att motverka buller av Alva Holmqvist.....	28
Figur 7 Grön bostadsgård av Alva Holmqvist	28
Figur 8 Sektioner av olika typer av gröna skärmar av Alva Holmqvist	31
Figur 9 Låg skärm av Alva Holmqvist	32
Figur 10 Gröna väggar av Alva Holmqvist	32
Figur 11 Gröna tak av Alva Holmqvist	34
Figur 12 Bullervallar av Alva Holmqvist	35
Figur 13 Parallella lameller av Alva Holmqvist	36
Figur 14 Ängsgräs (överst) och kompakterat klippt gräs (underst) av Alva Holmqvist	37
Figur 15 Ljuddesignstrategi av Alva Holmqvist.....	38
Figur 16 Bostadsgården i plan av Alva Holmqvist.....	44
Figur 17 Illustration av bostadsgårdens huskroppar och växtvolymmer av Alva Holmqvist	45
Figur 18 Buller från vägtrafik, Miljöförvaltningen, Malmö stad, september 2017	45
Figur 19 Subjektiv Ljudanalys på vintern av Alva Holmqvist	47
Figur 20 Subjektiv ljudanalys på sommaren av Alva Holmqvist	49
Figur 21 Exempel på vatteninstallation av Alva Holmqvist.....	51
Figur 22 Exempel på multifunktionella cykelskjul av Alva Holmqvist	52
Figur 23 Områden för designelement av Alva Holmqvist.....	53
Figur 24 Hypotetisk subjektiv ljudanalys av Alva Holmqvist.....	55
Figur 25 Ljuddesignstrategi av Alva Holmqvist.....	60

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Hemmet är en viktig plats för oss människor. Det är dit vi tar oss efter en lång dag av måsten. Det är där vi återhämtar oss, där vi lagar mat, där vi umgås med våra nära och kära. Jag blev påmind av vikten av en bra hemmamiljö nu efter Covid-19 pandemin. Helt plötslig spenderade jag mycket tid hemma och uppmärksammade snabbt vad som fungerade eller inte fungerade i min hemmamiljö.

Ljud var en faktor som hade en stor inverkan på min hemmamiljö. Likaså tror jag andra under denna tid också blev påverkade av ljud i sin hemmamiljö, kanske fanns ett jobbigt oljud i närheten, eller var det för tyst, eller fanns det kanske något trevligt fågelkvitter i närheten. Jag bodde i en lägenhet under pandemin och min bostadsgård hade en stor påverkan på min hemmamiljö, och inte minst när det gäller ljud från den. Att spendera majoriteten av sin tid i en liten lägenhet i Malmö var inte lätt och det som störde mig mest var nog ljuden utifrån, så som trafikbuller, människor som bråkar eller pratar högt, musik, bormaskiner osv. Om jag jämför det med när jag bodde i en studentlägenhet i Lomma så fanns där mycket mer behagliga ljud så som fågelkvitter och ljud av vinden genom trädkronor. Generellt var det också tystare där jag bodde i Lomma, men inte till den grad att blev helt tyst. Hade jag ett öppet fönster kunde jag höra människor cykla förbi eller någon som var ute med sin hund. För mig är alltså ljud en viktig del för min trivsel hemma, därför tänker jag fokusera på just ljudmiljön.

För att begränsa arbetet tänker jag fokusera på ljudmiljön på bostadsgårdar, då jag har bott i lägenhet hela mitt liv och har en nära anknytning till bostadsgården. En annan anledning är också den stora påverkan störande ljud på en bostadsgård kan ha för de boende. Så jag anser att ljudmiljön på en plats så nära hemmet är av största vikt. I detta arbete vill jag främst fokusera på allt man som landskapsarkitekt kan designa med ljud. Ljuddesign är något jag tycker har hamnat lite i skymundan under min landskapsarkitektutbildning. Mestadels när det gällde ljud var det bara fokus på buller och hur man kan motverka trafikljud, men inte så mycket fokus på hur man med ljuddesign kan tillföra och bevara önskvärda ljud. Därför tänker jag i detta arbete ta fram en ljuddesignstrategi som man kan applicera på bostadsgårdar

i syfte att förbättra ljudmiljön. Startgin har inte bara fokus på att motverka buller, utan även hur man kan bevara ljud och hur man kan tillföra nya behagliga ljud. Genom att skapa denna strategi hoppas jag kunna göra det lättare för landskapsarkitekter att implementera en god ljudmiljö i ens design av bostadsgårdar.

1.2. Frågeställning

1.2.1. Övergripande frågeställning

- Hur kan man med hjälp av en ljuddesignstrategi förbättra ljudmiljön i en bostadsgård i Malmö och hur kan denna ljuddesignstrategi utformas på bästa sätt?

1.2.2. Underliggande frågeställning

- Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?
- Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?
- Hur kan man förstärka behagliga ljud på en bostadsgård?
- Hur kan man tillföra behagliga ljud till en bostadsgård?

1.3. Målsättning

Målet med projektet är att med hjälp av litteratur ta fram en ljuddesignstrategi för hur man kan förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar. Strategins fokus är designprocessen och inte planeringsprocessen. Strategin granskas genom att applicera den på en bostadsgård i Malmö. Nya designelement för bostadsgården utarbetas och jämförs sedan med den befintliga designen.

1.4. Syfte

Syftet är att ta fram ett designverktyg som kan hjälpa landskapsarkitekter designa goda ljudmiljöer. Genom att använda en ljuddesignstrategi kan ljuddesignen effektiviseras, göras mer heltäckande, och göra kunskapströskeln lägre för landskapsarkitekter nya till ämnet.

1.5. Material och metod

Källmaterialet till detta arbete grundar sig på en litteraturstudie. Källmaterialet ligger till grund för utformningen av Ljuddesignstrategi. En bostadsgård valdes och ljuddesignstrategin applicerades på den. Tre platsbesök gjordes på bostadsgården som bestod av att: samla bakgrundsfakta om gården, en bullerundersökning, och två subjektiv ljudanalyser. Efter besöken togs ett förslag för bostadsgården fram. Den befintliga designen och det nya förslaget jämfördes med hjälp av en hypotetisk subjektiv ljudanalys. Efter appliceringen av ljuddesignstrategin på bostadsgården skrevs positiva aspekter, negativa aspekter förbättringsområden och framtida arbeten i en diskussionsdel.

1.5.1. Litteraturstudie metod

Litteraturen till detta arbete samlades från Stadsbiblioteket i Malmö, SLUs Bibliotek i Alnarp. Litteratur samlades även från databaserna Primo SLUs databas, Google Scholar, och Web of Science. För att hitta befintliga strategier, artiklar och dokument användes sökprogrammet Google. Slutligen tillhandahölls litteratur av handledaren Gunnar Cerwén. För att litteraturen skulle vara relevant till arbetet besvarade den någon av de underliggande frågeställningarna: *Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?*, *Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?*, *Hur kan man förstärka önskvärda ljud på en bostadsgård?*, och *Hur kan man tillföra önskvärda ljud till en bostadsgård?*.

1.5.2. Ljuddesignstrategi metod

Denna strategi grundar sig på informationen beskriven i litteraturstudien. Det är en strategi framtagen av mig där jag tagit hjälp av viktiga delar från andra ljudmiljöstrategier för att skapa en ljuddesignstrategi ämnad att i olika steg påbörja en designprocess att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar. Strategin förenklas till olika numrerade steg som beskrivs och visualiseras. Strategin kan användas på två sätt. Ett sätt är att använda den på en befintlig bostadsgård för att förbättra ljudmiljön, där måste användaren dock vara försiktig och uppmärksam på att nya designelement inte negativt påverkar befintliga funktioner. Ett annat sätt att använda strategin är under designandet av en ny bostadsgård, då kan strategin användas för att skapa en ny bra ljudmiljö. Resterande aspekter av en bostadsgård måste landskapsarkitekten själv tillgodose, då detta verktyg enbart är ämnat för ljudaspekten.

1.5.3. Subjektiv ljudanalys metod

Sex besök gjordes på en bostadsgård, tre på vintern och tre på sommaren. Varje besök var runt 30-60 minuter långt. Informationen från dessa besök låg till grund för två enklare subjektiva ljudanalyser (en för vintern och en för sommaren). Under besöken noterades olika ljud både på platsen och ljud från omgivningen runt om. Noteringarna gjordes på en medhavd skissplan av bostadsgården. Ljuden som noterades fick även en kortare beskrivning gällande ljudets hierarki med andra ljud, och den subjektiva upplevelsen av själva ljudet (till exempel om ljudet är behagligt, störande, neutralt osv). Efter besöken bearbetades materialet och resulterade i två illustrativa kartor över området där olika ljuds sammanhang, hierarki och upplevelse belystes. De subjektiva ljudanalyserna var gjorda i plan med akvarellfärger. Planerna presenterades även med en förklarande text som beskrev vilka ljud som kan höras, deras hierarki, information kring besöket och annan relevant information.

En hypotetisk subjektiv ljudanalys gjordes, likt de subjektiva ljudanalyserna som gjordes på den befintliga bostadsgården. Den hypotetiska subjektiva ljudanalysen och den subjektiva ljudanalyserna jämfördes.

1.5.4. Bulleranalys metod

Med hjälp av en bulleranalyskarta från Malmö stad (figur 18 s.44) undersöktes bullernivån på bostadsgården. Utöver det undersöktes även bullernivån på närliggande vägar och bullernivån från närmaste större väg.

Utöver bullerkartan från Malmö stad gjordes egna ljudmätningar på platsen med hjälp av en bullermätande applikation kallad Buller, på en Samsung galaxy s20 Fe 5g mobiltelefon. Det bör nämnas att både telefon och applikation inte ger exakta och pålitliga bullerresultat, men då syftet med mätningen var att se om det fanns skillnad i ljudnivå vid bostadsgårdens entréer och mitten på bostadsgården så kan applikationen ändå påvisa den relativa skillnaden mellan platserna.

1.5.5. Platsbesök metod

Sex officiella platsbesök gjordes på den utvalda bostadsgården. Tre besök var under vintern och tre besök var under sommaren. Under besöken samlades bakgrundsfakta om gården och fotografier togs av gården för att lättare komma ihåg placeringen av befintliga element. Träd och buskar artbestämdes också. En bullerundersökning gjordes enligt rubriken *Bulleranalys metod* i material- och metoddelen. Två subjektiv ljudanalyser gjordes enligt rubriken *Subjektiv ljudanalys metod* i material- och metoddelen.

Tre besök på bostadsgården gjordes under vintertid både vid perioder av regn och sol. Ytterligare tre besök gjordes under sommaren. Besöken skedde någon gång mellan 12:00-15:00. Platsbesöken var ca 30-60 minuter vardera. Utöver de

officiella platsbesöken gjordes även oplanerade spontana besök, detta pga. gårdens nära läge till min bostad.

2. Teori

Denna teoridel är ämnad att hjälpa framtagandet av en ljuddesignstrategi och ska öka förståelsen för både bullerdämpande lösningar och element som kan implementeras för att öka behagliga ljud på en bostadsgård. För att göra denna teoridel tydligare har den därför delats upp i tre rubriker: *2.1. Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?* (som fokuserar på befintliga strategier som kan hjälpa framtaget av en ny strategi), *2.2. Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?* (som fokuserar på att visa element som kan öka de önskvärda ljuden på en bostadsgård), och *2.3. Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?* (som fokuserar på att introducera gröna bullerslösningar som kan implementeras på en bostadsgård.)

2.1. Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?

Detta kapitel handlar om strategier och är menade att visa olika exempel på ljudmiljöstrategier. Fyra sammanfattningar har gjorts på utvalda strategier eller relevanta delar av strategier. Strategi 1 är tagen från ett dokument av Malmö stad (2020) och valdes bland annat för att den huvudsakliga frågeställningen gäller en bostadsgård i Malmö. Det kan vara av värde att se hur Malmö stad handskas med buller då frågeställningen för detta examensarbete gäller en bostadsgård i Malmö. Strategi 2 är tagen från en handbok av Stockholms stad (u.å. A) gällande god ljudmiljö i bland annat grönområden. Denna strategi valdes då den hade steg som innefattade en större del av designprocessen jämfört med strategi 1. Strategi 3 av naturvårdsverket (2007) valdes både för att få mer information gällande hur andra institutioner än just kommuner ser på ljudstrategier, men även för att denna strategi fokuserar mer på en god ljudmiljö och mindre på buller, då de andra strategierna tar upp mer om buller. Strategi 4 av Stockholms stad (2019) valdes på grund av dess fokus på gröna lösningar och för att den innehöll många steg som var hjälpsamma i konstruktionen av den nya ljuddesignstrategin. Dessa strategier har inte huvudsaklig fokus på enbart bostadsgårdar utan gäller gröna ytor i stadsmiljö.

Det betyder dock inte att dessa strategier inte går att applicera på bostadsgårdar också.

2.1.1. Strategi 1

Denna strategi finns i dokumentet *Plan för god ljudmiljö i Malmö: Strategier mot omgivningsbuller 2020–2028* av Malmö stad (2020). Under rubriken *utgångspunkter* i dokumenten delas strategin upp i fyra delar, *Malmö stads kartläggning*, *Analys och kunskapsunderlag*, *Plan för god ljudmiljö i Malmö*, och *Handlingsplan*.

”Malmö stads kartläggning” går ut på att kartlägga buller från olika källor så som väg och tågtrafik, men även buller från hamnen (CMP=Copenhagen Malmö Port). När bullerkällorna har kartlagts så beräknas bullerexponeringen på bostäderna i Malmö. Efter att detta har gjorts ska det godkännas av Miljönämnden och slutligen redovisas till Naturvårdsverket

”Analys och kunskapsunderlag” går ut på att sammanställa kunskap om buller, människans hälsa, och samhällsutveckling. Utöver detta görs analyser på kartläggningen från tidigare steg.

”Plan för god ljudmiljö i Malmö” i detta skede tas mål och strategier fram för att motverka omgivningsbuller. Tre mål beskrivs, att malmöbor ska ha en bra ljudmiljö där de kan sova, att det ska finnas en god ljudmiljö utanför skolor/förskolor, och att det ska finnas lugna platser i Malmös parker/reaktionsområden.

”Handlingsplan” innebär att respektive nämnd beskriver åtgärder, projektledare, budget, och effekt. Sedan kommer uppföljning årligen och handlingsplanen antas av respektive nämnd.

2.1.2. Strategi 2

I handboken *God Ljudmiljö i parker & grönområden* av Stockholms stad (u.å. A) beskrivs en process för att skapa en god ljudmiljö. Processen (strategin) är uppdelad i fem steg: markera zonerna på karta, utvärdera ljudnivåerna, åtgärdsförslag, utvärdera effekterna av åtgärderna, och genomför.

Det första steget ”Markera zonerna på karta” går ut på att markera ut zoner på en karta. Dessa zoner är baserade på platsanvändning, ljudkarta och erfarenheter från platsen. Efter att zonerna markerats ut görs en analys av området där konflikter mellan användning och ljud uppmärksammas.

Det andra steget är ”utvärdera ljudnivåerna” här görs en undersökning om ljudnivåerna. Det kan göras genom bland annat mätningar, rita rutnät där olika rutor får en ljudmarkering, eller genom en översiktlig bedömning.

Nästa steg är ”åtgärdsförslag”, här tas åtgärder fram baserat på resultat från de tidigare stegen. Som hjälp finns även en verktygslåda där olika åtgärder beskrivs.

Nästa steg är ”utvärdera effekterna av åtgärderna” här utvärderas åtgärderna genom att beräkna effekterna med ett ljudberäkningsprogram. Här utvärderas också åtgärderna i olika aspekter så som landskapsbild, kostnad, trygghet och gestaltning. Om en kompensationsåtgärd behövs så finns tre frågor som hjälp. Första frågan tar upp om kompensationsåtgärden ger en tydlig upplevd förbättring av ljudmiljön på platsen. Fråga två innefattar tillgänglighet, där kompensationsåtgärden måste vara tillgänglig för besökarna. Fråga tre tar upp ifall åtgärden är tydligt utpekad, så att tystnaden uppmärksammas.

Det sista steget är ”Genomför!” där de föreslagna åtgärderna genomförs.

2.1.3. Strategi 3

I *God ljudmiljö...mer än bara frihet från buller* av Naturvårdsverket (2007) finns ett stycke om ljudkvalitet och hur ett område kan bedömas. I denna bedömning beskrivs det att en god ljudmiljö innebär att önskvärda ljuds påverkan överväger bullrets påverkan. Det beskrivs även att det är viktigt att förstå både den medvetna och omedvetna upplevelsen av en ljudmiljö. För att bättre kunna bedöma ljudkvalitet på ett område finns det fyra resonemang.

Det första resonemanget beskriver hur relevanta ljuds förekomst och hörbarhet behöver fastställas på platsen. Genom att göra detta skapas en bättre förståelse för den totala ljudbilden av platsen.

Det andra resonemanget beskriver att en bedömning måste göras över vilka ljud som upplevs positiva. Både den medvetna och omedvetna påverkan bör uppskattas.

Nästa resonemang beskriver att en bedömning måste göras över vilka ljud som upplevs negativa. Även denna gång bör den medvetna och omedvetna påverkan uppskattas.

Det sista resonemanget beskriver att en bedömning måste göras på den sammanfattade ljudmiljön från både de negativa och positiva ljuden. När alla ljud vägts samman görs en klassificering av platsen. Hur klassificeringen ser ut kan vara olika, men bör åtminstone innehålla graden ”god kvalitet”.

2.1.4. Strategi 4

I *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* av Stockholms stad (2019) finns en planeringsprocess tillämpad för gröna bullerlösningar. Strategin är uppdelad i sex delar: *avgör behov av bullerdämpning, identifiera platsens egenskaper, bedöm design av grön lösning, jämför alternativ och förfina, verkställa projektering, och slutlig bedömning.*

Steg 1 (Avgör behov av bullerdämpning) går ut på att göra en bedömning på huruvida det finns ett behov för bullerdämpning. Här tas även målen för ljudmiljön fram.

I Steg 2 (Identifiera platsens egenskaper) samlas information om platsen så som, grönstruktur, kulturarv, geologi, vegetation, dagvattenhantering, vem som äger fastigheterna, befintliga element, landskapskaraktär, och behov av underhåll. I detta skede kan en dialog hållas med förvaltare och byggaktörer.

I Steg 3 (Bedöm design av grön lösning) tas gröna designförslag fram i syfte att bullerdämpa eller andra viktiga behov som uppmärksammas i de tidigare stegen. I detta steg kan även ytterligare utredning göras så som geoteknik, konstruktion, underhåll, säkerhet, risk och akustisk.

I Steg 4 (Jämför alternativ och förfina) förfinas lösningarna från det tidigare steget. Här kan olika aspekter jämföras som ljuddämpning, kostnaden, platsspecifika fördelar, underhåll och livslängd. Utöver detta förfinas designen och en kostnadsanalys över hela livscykelns tas fram.

I Steg 5 (Verkställa projektering) påbörjas projekteringen. Som hjälp hänvisas det till frågeställningar i *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (2019) och ett dokument av C/O City kallad *Ekosystemstjänster i stadsplaneringen vägledning*. I detta steg görs även en kostnadsuppskattning och avtal skrivs för bland annat underhåll och bygglov.

I Steg 6 (Slutlig bedömning) görs en fullständig bedömning på kostnaden, förstudien och synpunkter från invånarna. Här kan även en SWOT-analys (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) göras på varje steg av processen.

2.2. Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?

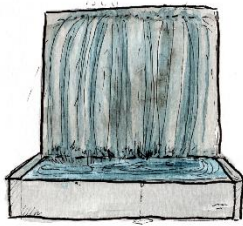
Detta kapitlet av teorin tar upp olika sätt att tillföra och förstärka önskvärda ljud för att förbättra ljudmiljön. När det kommer till ljudmiljö i ett stadssammanhang är ofta störst fokus på att bullerreducera, vilket gör att det finns många källor kring bullerreducering. I publikationen *Ljudlandskap för bättre hälsa: resultat och slutsatser från ett multidisciplinärt forskningsprogram* av Anita Gidlöf-Gunnarsson et al. (2008) beskrivs det att bullerforskning tidigare mest fokuserat på bullrets skadliga effekter och att det finns betydligt mindre kunskap kring goda ljudmiljöer. I publikationen beskrivs vikten av en god ljudmiljö och att en god ljudmiljö inte enbart handlar om att reducera buller, utan även att den behöver ha behagliga ljud som till exempel naturljud.

Publikationen från Anita Gidlöf-Gunnarsson et al. (2008) beskriver att ljud i en ljudmiljökontext kan delas upp i tre huvudkategorier: naturljud (t.ex. vind genom löv, fågelkvitter, och vattenljud), teknologiska ljud (t.ex. trafikbuller och fläktljud), och ljud från människor (t.ex. lekande barn och människor som pratar). När en plats domineras av en av dessa ljudtyper så syns en trend i hur den uppfattas. En plats dominerad av naturljud uppfattas som behaglig medan en plats dominerad av

teknologiska ljud uppfattas som motsatsen. När en plats domineras av mänskliga ljud känns den mer aktiverande och händelserik. En god ljudmiljö innebär inte enbart att den är tyst och full av naturljud, utan den kan även vara aktiverande och händelserik pga. mänskliga ljud. (Gidlöf-Gunnarsson et al. 2008). Det går alltså att skapa en god ljudmiljö genom att aktivera människor och/eller introducera naturljud. För att avgränsa detta kapitel kommer fokus att läggas på introduktionen av behagliga ljud, och därmed kommer människors aktivering utebli. I *Ljudlandskap för bättre hälsa: resultat och slutsatser från ett multidisciplinärt forskningsprogram* (Gidlöf-Gunnarsson et al. 2008) står det även att Rogivande naturljud har en positiv psykologisk påverkan på människor och används därför i rehabiliterande trädgårdar. Därefter beskrivs även att områden kring bostäder ska domineras av just naturljud för att det ska vara bra ljudlandskap. (Gidlöf-Gunnarsson et al. 2008)

2.2.1. Vattenljud

I en studie av Mats E. Nilsson och Birgitta Berglund undersöktes bland annat vilka ljud som uppfattades behagliga i städers parker. I studien vid namn *Soundscape quality in suburban green areas and city parks* frågades människor en rad olika frågor gällande ljud. I studien framgick det att vattenljud var ett ljud som majoriteten av de utfrågade uppfattade som behaglig (Nilsson, Berglund, 2006).



Figur 1 Vattenljud av Alva Holmqvist

I projektet C/O City framgår det att fontäner kan förbättra ljudmiljön på en plats i form av en rofylld effekt (C/O City 2017 B). I Stockholms stads handbok (*God Ljudmiljö i parker & grönområden*, u.å.) beskrivs det hur fontäner kan ha två olika funktioner beroende på hur starkt vattnet brusar. En starkt brusande fontän kan användas för att maskera trafikljud, medan en fontän med ett porlande vattenljud kan ha en mer trivsamt effekt (Stockholm stad u.å. A). Dessa funktioner beskrivs även i dokumentet *Prioriterade åtgärder för genomförande av åtgärdsprogram mot buller 2019–2023* av Stockholms stad där det förtydligas att porlande vatten kan bli svårt att höra på en plats med trafikbuller. Ett flertal beskrivningar av vatteninstallationer som skapar ljud beskrivs i texten. Ett exempel är en typ av skärm som vatten kan rinna över som kan fungera som ett sätt att skärma av en plats från trafikbuller. En annan vattenlösning är vattenfall som har ett högre brusande ljud och kan maskera trafikbuller. Gällande porlande vatten så kan man skapa små eller större bäckar där olika inslag av stenar kan skapa ett harmoniskt porlande ljud. Slutligen kan vattenlek också användas på lekplatser för att förbättra ljudmiljön. Där kombineras vattenljudet och ljudet från glada lekande barn (Stockholm stad u.å. B).

Det finns dock en komplexitet gällande vattenljud. I artikeln *Brus blir bris om tanken är den rätta* av Anna Asker (2011) benämns vissa vattenljud som monotona. I artikeln beskrivs det att just denna monotona ljudeffekt från vatten är en fråga som tagits upp internationellt. I Sverige beskrivs monotona ljud som mindre problematiskt då man ofta stänger av fontäner på kvällen, men jämfört med Italien är problemet större där fontäner kan stå på dygnet runt. För att motverka detta monotona ljud kan man skapa fontäner med ett mer varierade ljud. (Asker 2011). I *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* av Stockholms stad (2019) beskrivs det att högt brus från fontäner kan ha en lägre positiv effekt på ljudmiljön jämfört med porlande vatten. En lösning som presenteras är att fontäners brus kan justeras med hjälp av vattentrycket, droppstorlek och munstycken. Genom dessa metoder kan fontäners brus justerats för att bättre passa ljudmiljön. Ett exempel är att bruset möjligen kan justeras så att det matchar trafikbullret runt omkring och därmed maskera bättre.

Ett problem med porlande vattenljud är att det inte alltid kan uppfattas om platsen har mycket trafikbuller (Stockholm stad. u.å. B). En eventuell lösning presenteras i *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholm stads 2019), där det föreslås att vattenljud kan förstärkas med hjälp av skyddande sittplatser runt fontäner. Ett annat förslag är genom att använda skärmar eller ljudspeglar för att rikta ljudet i en önskvärd riktning. Det är också möjligt att placera ut ett flertal vatteninstallationer på platsen så att ljuden når ett större område.

Ett exempel på när vattenljud har använts och skapat en viss problematik presenteras av Björn Hellström (2011) i texten *Akustisk design och hållbar stadsutveckling* där en undersökning gjordes på 400 personer som besvarade frågor om ljudmiljön på Mariatorget i Stockholm. I denna undersökning framgick det att vissa av de intervjuade, beroende på vart de befann sig, kunde förväxla vattenbruset med trafikbuller. Vattenbruset uppfattades även maskera platsens naturliga ljud så som vindsus och fågelkvitter. Som förslag på lösning beskrivs även här hur man kan justera (stämna om) vattenbruset genom bl.a ett annat munstycke. På andra platser i området kunde dock vattenbruset fungera som de planerat och bara maskera ut trafikbuller.

Avslutningsvis bör det nämnas att vattenljud också kan kombineras med andra naturliga ljud, så som vindsus, insektsljud och fågelkvitter för att få en positiv effekt på ljudmiljön. (Stockholms stad 2019).

2.2.2. Träd och buskar



Figur 2 Björk i blåst av Alva Holmqvist

Träd kan bland annat tillföra ljud för en bättre ljudmiljö (C/O City 2017 B). Att vind genom trädkronor är ett behagligt ljud framgick i studien *Soundscape quality in suburban green areas and city parks*. (Nilsson, Berglund, 2006) Framförallt har träd/buskar med mycket löv en positiv inverkan på ljudmiljön (Stockholms stad u.å. A). I Stockholm stads (2019) text *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* beskrivs det att träd/buskar som låter mer i vinden är bra för ljudmiljön, ett exempel är björken. Denna typ av vegetation kan också kombineras med fontänljud för en positiv inverkan på ljudmiljön.

I Nationalencyklopedin står det att Aspträdet är ett känt exempel på ett träd som rör sig mycket i vinden. Aspens blad har ett tillplattat skaft vilket ger den egenskapen att darra vid lite vind. (Nationalencyklopedin, u.å.)

2.2.3. Gräs

Inte bara vind genom buskar/träd kan skapa ett behagligt ljud, utan även högt växande gräs kan skapa ett behagligt ljud (Stockholms stad u.å. A). Naturvårdsverket skriver att ”Ängs- och betesmarkerna är några av våra allra mest artrika marker där hundratals växter, svampar, insekter och andra djur kan hitta boplatser eller föda.” (Naturvårdsverket. u.å. första stycket). Även insekter kan skapa behagliga naturljud, genom att skapa habitat som är lockande för insekter skulle ljudmiljön kunna förbättras (Stockholms stad 2019).

2.2.4. Fågelkvitter



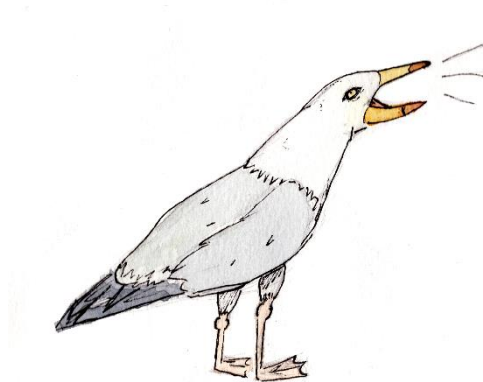
Figur 3 Fågelkvitter av Alva Holmqvist

bostadsgård är det därför viktigt att gården både är tilltalade och har en god ljudmiljö så som fågelkvitter och låg nivå av trafikbuller. I texten *Om stödjande miljöer och rofyllda ljud* (Grahn 2011) beskrivs det att människor har både viljestyrd uppmärksamhet och icke-viljestyrd uppmärksamhet. Det beskrivs att människans icke-viljestyrda uppmärksamhet kan få människan att uppmärksamma bland annat fågelkvitter, vilket i sin tur kan leda till fascination och glädje. Vidare skrivs det även att fågelkvitter kan ha en kraftfull påverkan på människans bedömning av en plats.

I studien *Bird song diversity influences young people's appreciation of urban landscapes* (Hedblom, Heyman, Antonsson & Gunnarsson 2014) framkom det att i

Fågelkvitter är ett behagligt naturljud enligt studien gjord av Nilsson och Berglund (2006). Men det är då viktigt att kvittret faktiskt hörs av de som besöker platsen och inte förvinner bland en massa andra ljud (C/O City 2017 B). Gidlöf-Gunnarsson et al. (2008) skriver att i vissa fall kan fågelkvitter skapa en rofylld plats där människor vill besöka sin bostadsgård, dock kan för mycket trafikbuller motverka denna rofyllda effekt. För att de boende ska vilja besöka sin

ett urbant landskap var fågelsång av fler än en art mer omtyckt av unga personer jämfört med fågelsång från bara en art. Det framkom även att fågelsång har en



Figur 4 Skrämig fiskmåsa av Alva Holmqvist

positiv inverkan på grönområden i staden. Ytterligare borde planerare lägga vikt på att bevara fågelhabitat och fågelbiodiversitet i staden så att denna positiva effekt inte går förlorad i ett urbant sammanhang. Dock är inte alla typer av fågelljud uppskattade så som ankor, gäss och måsar (Hedblom, Heyman, Antonsson & Gunnarsson 2014). Framförallt fiskmåsen tas upp som ett fågelljud många ogillar där deras ljud beskrivs som ”skräniga”. (Asker 2011)

Hur kan designval locka fåglar till en plats? Två sätt att locka småfåglar till en plats är genom att bygga fågelbon eller genom att bygga fågelmatningsplatser anpassade för just småfåglar. Ytterligare kan val och form av vegetation ha en inverkan på fågellivet på en plats. I texten *Rätt buskar och träd för att locka fler fåglar till trädgården* av Natursidan (2015) står det exempelvis att fåglar gillar buskar i flertal höjder och arter som sitter ihop i buskage. Det kan också vara positivt att ha med några vintergröna buskar som skyddar under vintern. Täta och breda häckar kan också fungera bra som habitat, men det är viktigt att inte klippa busken under fåglarnas häckningsperiod. En annan viktig aspekt är fåglarnas föda, genom att plantera träd och buskar som har bär, nötter och frukt kan man locka till sig fåglar på platsen. Några egenskaper hos träd/buskar som är fördelaktiga för fåglar är: tätt grenverk, skyddande för elementen, en möjlighet till att bygga bo, och matmöjligheter (bär, nötter, frön, frukt och insekter). Exempel på träd med någon/några av dessa egenskaper är fruktträd (äpple, päron, körsbär), bok, ek, hassel, gran, rönn, oxel, och järnek. Exempel på buskar med fördelaktiga egenskaper är berberis, aronia, hagtorn, syrén, snöbär, en, slån, havtorn, liguster, och häggmispel (Natursidan 2015).

2.2.5. Grus

I *God Ljudmiljö i parker & grönområden* beskrivs ljudet från grusvägar som ett positivt naturljud (Stockholms stad, u.å. A). Hedfors och Westerlund (2004) beskriver att när en människa trampar på en gångstig med grus hörs ett knastrande ljud, som kan medföra en lugnande atmosfär. Grus på en gångstig kan även sänka tempot på människor som besöker platsen. Gunnar Cerwén (2010) skriver att murar/väggar i nära anknytning till grusgångar kan reflektera ljudet från fotsteg på grus, vilket gör att grusljudet förstärks. Detta kan man uppleva exempelvis vid

stigporten till en kyrkogård, då grusljudet reflekteras mot väggarna i stigporten och ljudet förstärks.

På Svenska Byggnadsvårdföreningens hemsida (Wærn 2001) står det skrivet om



Figur 5 Naturgrus av Alva Holmqvist

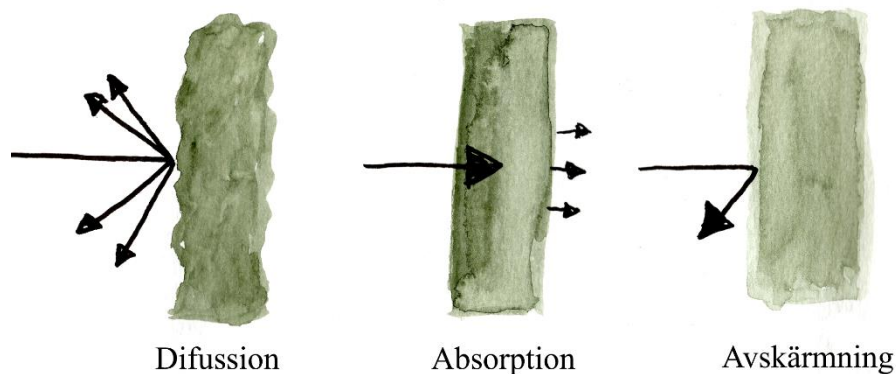
två olika typer av grus, naturgrus och krossgrus. Naturgrus finns naturligt vid isälvar och stenarna är slipade runda av vattnet. Problemet med naturgrus är att det inte är förnybart och därmed inte en hållbar resurs. Naturgrus är också svårt att rulla hjul på, vilket innebär en svårighet för rullstolar och barnvagnar. Krossgrus är vad som vanligtvis används idag och är krossmaterial från urberg. De undre lagerna av krossgrus bör även innehålla stenmjöl som kan binda gruset. Som ett ytskikt rekommenderas en ren refraktion av grus exempelvis 6-8mm. Krossgrusets färg beror på berget det tagits från och kommer i färgerna gult, svart, rött och grått. (Wærn 2001)

två olika typer av grus, naturgrus och krossgrus. Naturgrus finns naturligt vid isälvar och stenarna är slipade runda av vattnet. Problemet med naturgrus är att det inte är förnybart och därmed inte en hållbar resurs. Naturgrus är också svårt att rulla hjul på, vilket innebär en svårighet för rullstolar och barnvagnar. Krossgrus är vad som vanligtvis används idag och är krossmaterial från urberg. De undre lagerna av krossgrus bör även innehålla stenmjöl som kan binda gruset. Som ett ytskikt

2.3. Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?

I studien *Focused study on the quiet side effect at dwellings highly exposed by road traffic noise* gjord av Timothy Van Renterghem och Dick Botteldooren (2012) beskrivs de positiva effekterna av att ha det tyst vid sin husfasad. Studien gick ut på att fråga ut boende som har två fasader med höga ljud, och boende där det är tyst vid en fasad och höga ljud vid den andra fasaden. För att en fasad skulle klassificeras som tyst skulle skillnaden mellan fasadernas ljud vara 10 dB(A) eller mer. När de boende tillfrågades framgick det bland annat att människor som bodde utan en tyst fasad hade en betydande ökning av måttlig irritation. En mer indirekt koppling är att människor med sovrum lokaliserade mot en tyst fasad hade en mindre självrapportering av bullerstörningar. Det framkom även att dessa människor hade mindre störningar i sömnen. Vad som kan utläsas av denna studie är alltså vikten av en tyst fasad för de boende.

Oönskade ljud går att motverka på bland annat tre sätt: diffusion (där ljudet reflekteras och sprids från ojämna ytor), absorption (där ljud absorberas av ytor), (Hosanna 2013; Stockholms stad 2019) och avskärmning (där ljud reflekteras bort). (Stockholms stad 2019). En egen observation är dock att flera av dessa sätt kan användas på samma bullerdämpande lösning. Exempel på detta finns i kommande kapitel *Skärmar*.



Figur 6 Tre sätt att motverka buller av Alva Holmqvist

I Hosanna (HOListic and Sustainable Abatement of Noise by optimized combinations of Natural and Artificial means) projektets bok *Novel solutions for quieter and greener cities* (Hosanna 2013) beskrivs att göra bostadsgårdar gröna är



Figur 7 Grön bostadsgård av Alva Holmqvist

ett sätt att minska bullret på gården.

Att använda gröna lösningar har också positiv effekt på människors ljudupplevelser, detta beskrivs i *View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads* av Timothy Van Renterghem och Dick Botteldooren (2015). I studien framgår det att de boende som har ett vardagsrumsfönster utan synlig grönska har en 34% chans att vara måttligt störda av bullret.

Gällande de boende som ansåg sig ha mycket synlig vegetation utanför sitt vardagsrumsfönster var chansen till vara att måttligt störda av bullret bara 8 %.

Ytterligare information om vegetationens påverkan på de boende tas upp i ett paper som granskat några analyser. Texten heter *Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise* av Timothy Van

Renterghem (2018) och i den analyseras potentiella sätt som grönska kan påverka de boendes negativa ljuduppfattningar. Det första som beskrivs är hur grönskan kan göra ljudkällan för bullret mindre synligt och därmed minska bulleruppfattningen, dock anses inte denna egenskap fullt bevisat att fungera. En annat sätt är den restaurativa effekten som synlig vegetation har på människan. I texten beskrivs det att vegetationen bland annat kan lindra mot stress och motverka negativa effekter från hög exponering av buller. Vegetation synligt från bostadsfönster påvisas starkt kunna minska bullerirritation i de boende. Gällande ljud som uppstår med hjälp av vegetation så som bland annat fågelsång har också en positiv verkan på de boende då det antyder närliggande natur.

Stockholm stad (2019) beskriver ytterligare att bostadsgårdar byggs allt trängre idag, vilket förstärker ljud på gården och kan leda till en sämre ljudmiljö. Trånga innergårdar kan vara dämpade från trafikbuller, men det hjälper inte mot andra ljud så som fläktbuller, människor mm. Ytterligare beskrivs det i Hosanna-projektet (2013) att stängda bostadsgårdar är mer skyddade mot ljud utifrån jämfört med gårdar med stora öppningar. Som lösning skriver Stockholms stad (2019) att genom att introducera gröna fasader eller gröna skärmar till öppningarna kan en del av ljuden dämpas.

Det går också att uppnå en bättre ljudmiljö genom att bara introducera flera gröna lösningar på gården, marken, taken och fasaderna (Hosanna 2013; Stockholms stad 2019) Grönskan kan implementeras på många olika sätt på en gård så som gröna tak, gröna fasader, gröna skärmar och grönt markmaterial. (Hosanna 2013) I studien *The potential of building envelope greening to achieve quietness* av T. Van Renterghem, M. Hornikx, J. Forssen och D. Botteldooren (2013) beskrivs det att gröna lösningar har potentialen att öka tystnaden på bostadsgårdar. De exempel som nämns i studien är gröna tak, gröna fasader och skärmar på tak.

Flera lösningar för att uppnå en bättre ljudmiljö på en bostadsgård beskrivs i *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholms stad 2019). En lösning är genom att inte ha fasader parallella mot varandra vilket skapar mindre reflektionen av ljud mellan huskroppar jämfört med parallella huskroppar. Det går även att planera för stora grönytor på gården, och planera så att träd och planteringar sprider ljudenergin. Vid planering av dessa gröna ytor är det dock viktigt att tänka på förvaltningen och underhållet av bostadsgården, då den sköts av underhållsförvaltare eller bostadsrättsföreningar, vilket betyder att ett lättare underhåll är fördelaktigt.

Som landskapsarkitekter vet är solljuset också alltid en viktig faktor på en bostadsgård och framförallt vid växtval och placering av växter. En lösning vid en för dålig solljussituation beskrivs i Stockholms stads publikation (2019) där ett exempel är att använda växtvagnar och låta växter klättra på dem för att bättre nå solljuset. Dessa växtvagnar kan kombineras med ljudabsorberande material.

2.3.1. Skärmar

I *Novel solutions for quieter and greener cities* (Hosanna 2013) beskrivs det att ett sätt att reducera buller är genom att använda sig av skärmar. Dessa skärmar kan delas upp i två typer, nära låga skärmar och höga skärmar. (Hosanna 2013) Skärmarna kan komma i en rad olika material, exempelvis trä, plexiglas, metall, och gabion. Dessa skärmar kan komma med eller utan vegetation. En billigare lösning är skärmar utan vegetation, vilket kan vara rätt lösning vid en lägre budget. Dock rekommenderas skärmar med vegetation trots deras högre kostnad. Anledningen till detta är vegetationens ekosystemtjänster framförallt ökandet av biodiversiteten, och att vegetationen kan medföra vissa naturliga ljud på platsen. Naturliga ljuds positiva påverkan på ljudmiljön beskrivs i teoridelen under kapitlet *Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?*

I *Gröna lösningar ger levande städer* (C/O City 2017.B) beskrivs det att gröna skärmar kan minska trafikbuller med ca 4-6 dB genom de bullerabsorberade substratet (jorden) i skärmen och genom själva stommen av skärmen som fungerar som en barriär. Vegetationen på skärmen kan också omfördela ljudet.

Höga Skärmar

I detta arbete kommer höga skärmar att innefatta skärmar högre än 1m. Stockholm stad (2019) beskriver att i Sverige används vanligen träskärmar för att reducera buller. Andra förslag på material på skärmar tas upp i handboken av Sveriges kommuner och landsting (2017) där beskrivs det att skärmar kan bestå av bland annat betong, tegel, plexiglas och gabioner.

När det kommer till gröna skärmar används det mindre trots att de potentiellt kan bullerdämpa bättre än konventionella skärmar. Gröna skärmar har även andra positiva aspekter utöver bullerreducering, så som dagvattenhantering, biodiversitet, estetiska egenskaper, och förbättrad luftkvalitet. (Stockholms stad 2019) I *Skapa goda ljudmiljöer: handbok i trafikbullerskydd* av Sveriges kommuner och landsting (2017) beskrivs det att skärmar har bäst effekt om de är placerade nära bullerkällan. Ytterligare beskrivs det att skärmen också kan ha god effekt nära platsen som ska skyddas, men placeras skärmen mellan ljudkälla (så som en väg) och området som ska skyddas (en bostad) utan att vara i nära anknytning till vare sig ljudkällan eller skyddat område så blir bullerreduceringen inte effektiv. Ytterligare tar handboken upp en viktig lösning ifall öppningar behövs i en skärm. Vid öppningen kan skärmen gå omlott och därmed ge passage utan att skapa en lucka där ljud kan passera fritt. En tumregel för hur en skärm som går omlott beskrivs där själva överlappningen av skärmarna som går omlott ska vara tre gånger längre än öppningen mellan skärmarna.

Stockholms stad (2019) beskriver att en grön skärm kan konstrueras på en rad olika sätt, men brukar vanligen bestå av en stomme, vegetation och substrat. C/O city (2017. A) skriver att skärmens stomme (kärna) bör bestå av ett hårt material så att ljud inte kan passera igenom skärmen utan reflekteras bort. Vegetationen och substratet är skärmens absorberande ytor. (C/O city 2017. A) Gällande val av vegetation beskrivs det i Hosanna projektet att vegetation med stora tunga blad och hög bladdensitet vinklade mot ljudkällan har störst dämpande effekt. (Hosanna 2013) Trots detta beskrivs det dock av Stockholms stad (2019) att vegetationens dämpande effekt är låg jämfört med substratets. Substratet är det som absorberar ljuden som når skärmen. Substratet kan innehålla många olika material, det viktiga är att det finns näring för växten och att det kan hålla vatten. (Stockholms stad 2019). Hosanna projektet beskriver att man kan använda återvunnet material i substratet och då ändra porstorleksfördelningen, densiteten och sammanbundna porer i substratet, vilket kan påverka hur bra substratet dämpar ljud. (Hosanna 2013)



Figur 8 Sektioner av olika typer av gröna skärmar av Alva Holmqvist

Exempel på skärmar finns i figur 8 och kan bestå av skärmar med växtkassetter, växtvbjarrar med en absorbent innanför, en integrerad växtbädd, eller växtbäddar i en ihålig betongmur. Det bör också nämnas att en befintlig skärm på en plats kan göras om till en grön skärm (Stockholms stad 2019).

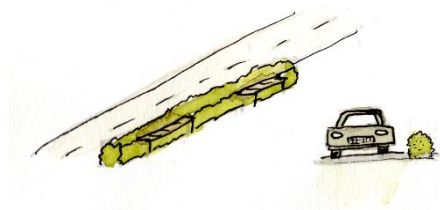
I *Skapa goda ljudmiljöer: handbok i trafikbullerskydd* tas det även en viktig aspekt gällande täthet. Där det är viktigt att det är tätt mellan mark och skärmen och även tätt mellan materialen och sektioner som skärmen består av, då glipor kan minska skärmens effektivitet. (Sveriges kommuner och landsting 2017) I denna handbok beskrivs bara täthet på icke gröna skärmar, men denna information bör vara av värde på en grön skärm också, då även den ska kunna reflektera buller.

Det finns dock vissa nackdelar med gröna skärmar som beskrivs av Stockholms stad (2019) så som den höga kostnaden. En grön skärm kan kosta dubbelt så mycket som en konventionell skärm. En grön skärm kräver också ett underhåll av växterna där ett bevattningssystem är att rekommendera. (Stockholms stad 2019). En negativ aspekt för både gröna och icke-gröna skärmar finns i *God Ljudmiljö i parker & grönområden* av Stockholm stad (u.å.A) då ett problem gällande trygghet presenteras. Högre skärmar i ett urbant sammanhang kan leda till mindre visibilitet av omgivningen och därmed minska trygghetuppfattningen. Bakom dessa skärmar

kan även otrygga miljöer skapas. Ett sätt att jobba runt otryggheten är genom att använda låga skärmar.

Låga skärmar

Som definition överskrider inte en låg skärm 1m i höjd. I Hosanna-projektet beskrivs det att låga skärmar används nära en bullerkälla så som en bilväg eller nära en spårvagn. Exempel på material som låga skärmar kan bestå av är gabion och



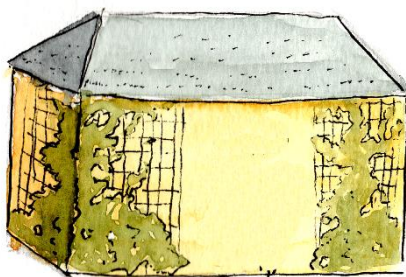
Figur 9 Låg skärm av Alva Holmqvist

och vegetation. Dessa typer av skärmar är bäst lämpade för en urban miljö. (Hosanna, 2013) I publikationen *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholm stad 2019) beskrivs en positiv aspekt med lägre skärmar, vilket är att barriären inte är hög nog att kapa siktlinjen och skapa otrygga platser. I en handbok av Sveriges kommuner och landsting (2017) skrivs det att låga skärmar med absorberande material och grönska kan placeras nära bullerkällan och därmed dämpa buller och sänka hastigheten på biltrafiken.

En grön låg skärm har en ytterligare positiv effekt, då vegetationen hjälper att reducera ljudreflektionen mellan bil och skärm. Låga skärmar kostar mindre än höga skärmar då en grundläggning inte behövs på en låg skärm. Låga skärmar kan vara multifunktionella i form av upphöjda växtbäddar, skyddsmurar, cykelställ och sittplatser (Stockholms stad 2019). Låga skärmar kan också fungera som säkerhetsräcke (Sveriges kommuner och landsting, 2017)

Publikationen *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholm stad 2019) beskriver också de negativa aspekter som att: de är dyra att bygga, underhåll kräver avstängning av väg, och att de behöver ett bevattningssystem.

2.3.2. Gröna väggar/fasader



Figur 10 Gröna väggar av Alva Holmqvist

Ett sätt att motverka ljud som studsar mellan byggnader är genom gröna väggar/fasader (C/O City 2017,B). En grön fasad kan reducera mellan 2-4 dB på en innergård (Stockholms stad 2019). I Moviums faktablad *Gröna väggar i skandinaviskt klimat* av Fransson et. al (2013) beskrivs det att gröna väggar i ett urbant sammanhang har blivit mer relevant nu för Sverige på grund av den förtätning som idag sker i städer. Detta på grund av

att de ytor som ofta används vid förtätningar av städer är grönytor. Detta gör att gröna väggar är en relevant i dagens design lösning då den tar upp mindre yta.

I en bostadsgård är det fördelaktigt att det är tystare då vissa ljud kan vara störade för de boende, framförallt när de boende ska sova. Ett sätt att reducera ljuden inifrån/utifrån en bostadsgård är genom gröna fasader (Hosanna 2013). Gröna fasader kan konstrueras på olika sätt, men Hosanna-projektet skriver att gröna fasader har bäst ljuddämpande effekt då ett substrat används. (Hosanna 2013). Som nämnts i stycket om skärmar kan substratet innehålla olika material. Stockholms stad (2019) beskriver dock för bäst ljuddämpande effekt rekommenderas minst en tjocklek på 20cm. Alternativt kan en 10cm luftspalt mellan husväggen och substrat minska tjockleken på substratet till 10cm. Substratets tjocklek är beroende på hur mycket belastning husfasaden klarar. Gröna fasader består av paneler som sitter fast på husfasaden, dessa paneler kan vara av växtdukar, planteringsfickor som sticker ut, ihålig betong med växtbädd, och växtkassetter. Ett alternativt sätt att skapa en grön fasad är genom växtvagnar som klättrväxter kan växa på, dock behövs detta kompletteras med någon form av ljudabsorbent. Ett annat sätt är en hydroponisk lösning då vatten används istället för substrat för växterna. Denna lösning kräver också en kompletterande ljudabsorbent.

Publikationen *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* av Stockholms stad (2019) tar upp att gröna fasaders underhåll och bevattning kan vara komplicerat och dyrt. Ett sätt att förenkla bevattningen är genom ett bevattningssystem. Ett exempel är en vattenreservoar på taket som samlar dagvatten som kan användas till bevattningen av den gröna fasaden. Vid val av växter är det viktigt att välja sorter som kräver låg skötsel, då skötseln kräver en kran eller att en förvaltare van vid klättring anlitas, vilka båda är dyra. Fransson et. al (2013) beskriver också relevansen i att hitta arter som kan överleva Sveriges kalla vinterklimat.

Det bör också nämnas att en installation av en grön fasad är kostsamt, men om växtvagnar med absorbent väljs så kan kostanden minska (Stockholms stad 2019). Ett sett att minska kostnaden för en grön fasad kan vara att placera den gröna fasaden på den mest effektiva platsen därav få störst resultat utan att behöva konstruera större eller flertal olika gröna fasader på gården. I studien *Using natural means to reduce surface transport noise during propagation outdoors* av Renterghem, et al. (2015) beskrivs det att gröna fasader kan få bäst effekt genom att placeras nära öppningar i bostadsgården. Genom att placera gröna fasader på effektiva platser kan störst effekt nås.

2.3.3. Gröna tak

Tak är outnyttjad yta, men genom att introducera vegetation kan biodiversiteten öka, ytan kan också utnyttjas som social yta. Slutligen kan substratet som vegetationen planteras i vara ljuddämpande. Trots att gröna tak kan användas för dess ljuddämpande effekt är det sällan som denna potential utnyttjas till fullo.

(Stockholms stad 2019) Hosanna-projektet beskriver att ett bra konstruerat grönt tak kan ljuddämpa ca 2dB och om taket är lutande kan det ljuddämpa upp till 8dB. (Hosanna 2013)



Figur 11 Gröna tak av Alva Holmqvist

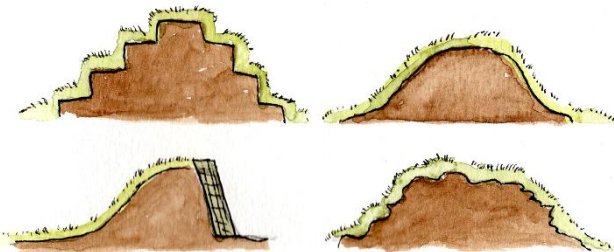
taket. Den minsta tjockleken är mellan 30-150mm och är ämnat för sedum och ängs-vegetation. För gräs och perenner krävs 150-300mm. Önskas det även finnas lägre buskar utöver gräs och perenner behövs en tjocklek på 300-600mm. För att kunna plantera mindre träd krävs 600-1500mm och för att kunna plantera större träd och buskar krävs minst 1m substrat.

Stockholm stad (2019) beskriver att substratets tjocklek påverkar också bullerdämpningen, vid 100mm dämpas upptill 10dB av högfrekventa ljud så som däckbuller. Lågfrekventa ljud dämpas vid 150-300mm substratdjup. För att dämpa lågfrekventa och högfrekventa ljud rekommenderas en tjocklek på 150-200mm. Detta innebär att sedumtak är bättre på att ljuddämpa än gröna tak med träd och buskar. Ytterligare beskrivs det att gröna tak är lämpliga för bland annat balkongtak, slutna innergårdar, och funktionsbyggnader på innergårdar. Om taket lutar så ökar den ljuddämpande effekten, dock innebär det att taket inte kan användas av de boende. Det innebär också att konstruktion och underhåll är svårare. Dräneringen på gröna tak är viktigt, då ett blött substrat förlorar en stor del av sin ljuddämpande effekt. Kostnaden för att bygga och underhålla ett grönt tak varierar, det billigaste valet är sedumtak, medan mer komplicerade tak och växter kan öka i pris.

I Grönatakhandboken (Pettersson Skog et.al. 2021) beskrivs gröna taks överbyggnad på bjälklag med olika lager. Lagerna består av: vegetation, substrat, bevattningssystem, dräneringslager, avvattning, geotextil, rotspärr, och tätskikt & bjälklag. I substratet kan vegetationen planteras. Tjockleken på substratet beror på vilken sorts vegetation som ska planteras på

2.3.4. Bullervallar

Stockholms stad (2019) beskriver i *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* att om det finns mycket yta mellan bullerkälla och bostad så kan bullervallar vara en lösning. En bullervall är en massa av bland annat jord som lagts på höjden, för att skapa en barriär. Formen på vällen kan variera, den vanligaste formen är ofta en



Figur 12 Bullervallar av Alva Holmqvist

slätformad avlång kulle. Höjden är oftast en tredjedel av bredden. Denna konstruktion är inte den mest bullerdämpande, då sidorna är för flacka och krönet är för långt ifrån bullerkällan. Det finns dock flera sätt att öka vallens dämpande effekt. Ett sätt är att använda stödmurar eller gabioner vilket gör att lutningen på vällen kan bli brantare. Detta leder till att vällen och dess krön kan vara närmare bullerkällan och bättre dämpa ljudet. Ett annat sätt att öka den dämpande effekten är att göra en trappformad bullervall. Det går även att göra förändringar på krönet, så som att skapa skårar, addera en skärm, eller addera lameller (Stockholms stad 2019). Mer information om lameller finns i stycket om markbeläggning.

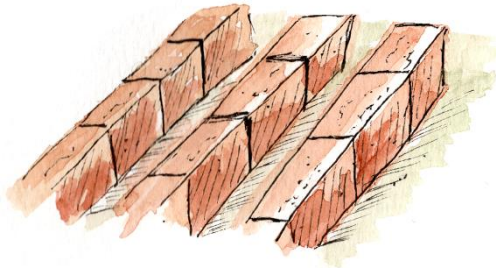
I Hosanna-projektets beskrivs det att ”non-flat” (skrovliga) ytor på vällen kan öka den bullerdämpande effekten (Hosanna 2013). Stockholms stad (2019) beskriver också att genom att använda vallar med stödmurar, gabioner eller trappform krävs mindre yta för vällen, vilket kan vara fördelaktigt i ett urbant sammanhang. En lägre vall på ca 0,5m vid en väg kan också vara en urban lösning.

Vid bostadsområden kan bullervallen smälta in bättre i landskapet jämfört med tex en skärm. Bullervallar kan vara en billig bullerlösning då restmaterial från andra byggen i området kan användas i fyllnaden av vällen. Vällen kan även användas för rekreation och om magasin och skelettjord implementeras kan vällen även hjälpa dagvattenhanteringen (Stockholms stad 2019).

2.3.5. Markbeläggning

Bullerdämpning innebär inte bara vallar och väggar, utan kan även göras på marknivå. I Hosanna-projektet beskrivs det att buller kan dämpas på marknivå genom att införa mjuka markmaterial eller genom parallella lameller. (Hosanna 2013) Fördelen med dessa lösningar är att det inte skapar en barriäreffekt. (Stockholms stad 2019).

I *Novel solutions for quieter and greener cities* (Hosanna 2013) står det att parallella lameller gör att markens skrovlighet ökar och detta gör att en ljudvåg kan reflekteras och hamna i interferens med nästkommande ljudvåg. Lamellerna är som



Figur 13 Parallella lameller av Alva Holmqvist

flera mycket låga objekt (murar) uppsatta parallellt med varandra och används på hårdgjorda ytor. Ett exempel är att använda sig av tegelsten där tegelstenen radas upp i rader parallellt med en väg. (Hosanna 2013). I *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholms stad 2019) ges ett exempel på lamellernas mått där 8-10 rader används med 10 cm mellanrum. Höjden på lamellen är inte mer än 30cm. Lameller sätts upp i nära anknytning av en väg och är parallella med vägen. Fördelen med lameller är att de kräver lite underhåll. De behöver heller ingen grundläggning vid uppbyggnad. Det är möjligt att plantera mellan lamellerna men då bör substratet inte överskrida 30% av lamellens höjd. En nackdel är dock att interferensen från lamellerna kan minska vid högre vindar. (Stockholms stad 2019).

I Hosanna-projektet beskrivs ett sätt att göra markmaterialet mjukare är exempelvis genom att byta ut asfalt mot gräs. Beroende på val av gräs kan ljuddämpningen ökas. En klippt gräsmatta som kompakterats av bland annat frekvent gräsklippning har lägre ljuddämpande effekt jämfört med en äng där jorden inte kompakterats lika mycket. Dessa ljuddämpande gräsytor placeras någonstans mellan ljudkällan och området som ska skyddas. (Hosanna 2013). För



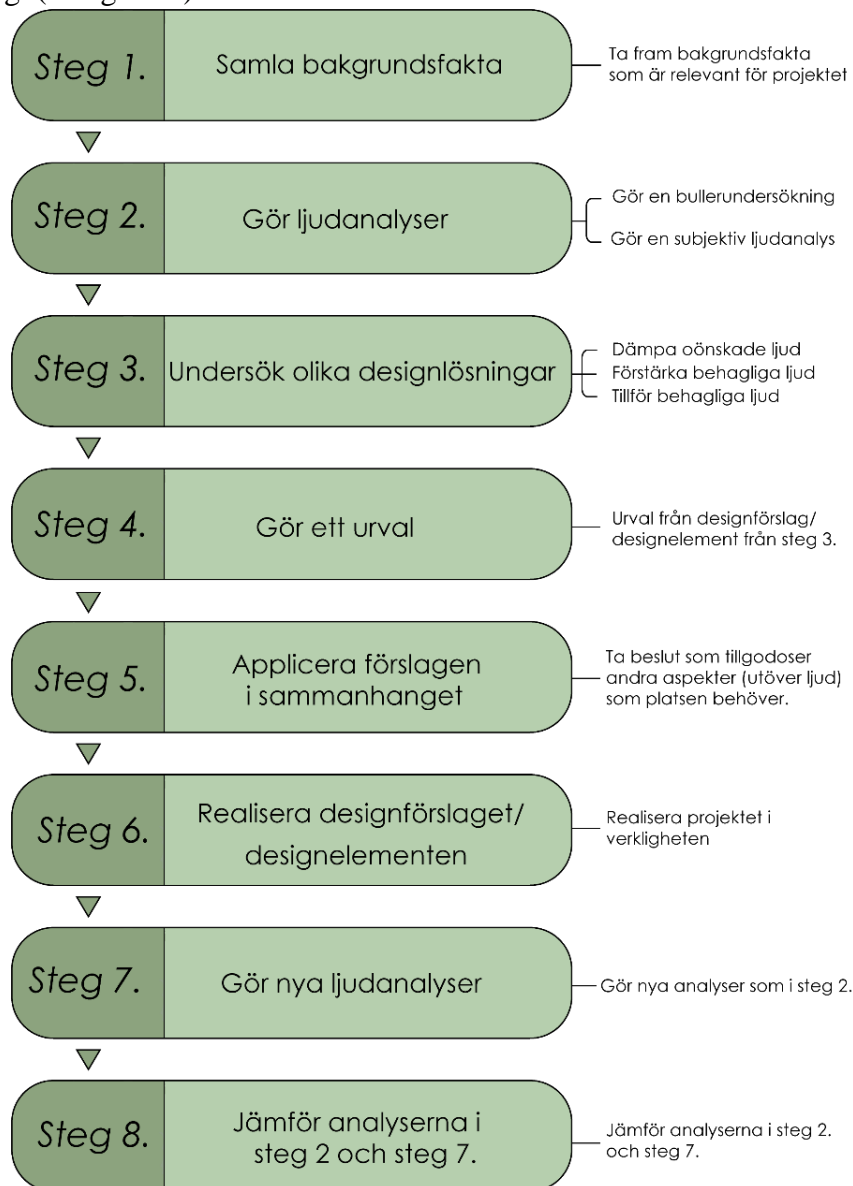
Figur 14 Ängsgräs (överst) och kompakterat klippt gräs (underst) av Alva Holmqvist

yta i flera parallella daler eller behålla den som en hel mjuk yta grundar sig då på andra praktiska eller estetiska skäl. (Hosanna 2013)

att göra ett exempel skulle alltså en hårdgjord yta mellan en väg (ljudkällan) och bostäder (området man vill skydda från buller) kunna bytas ut mot en gräsyta. I *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholms stad 2019) förklaras det att vid mötet mellan den mjuka och hårda ytan kan ljudreflektion ske, vilket kan utnyttjas genom att anlägga flera kontinuerliga möten mellan materialen. På de mjuka ytorna kan även träd och buskar planteras. Detta är fördelaktigt nattetid då de dämpar den meteorologiska effekten som gör att ljud böjer sig mot marken (Stockholms stad 2019). Dock beskrivs det i Hosanna om arean är den samma är det inte större skillnad på effekten ifall den mjuka ytan är uppdelade i flera avlånga ytor eller en avlång yta på en plats. Valet att dela upp en

3. Ljuddesignstrategi

Följande är en ljuddesignstrategi för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar. Strategin är skapad med hjälp av informationen som tillhandahållits i kapitlen ”Vad finns det för relevanta ljudstrategier för att förbättra ljudmiljön i bostadsgårdar?”, ”Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?” Och ”Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?”. Strategin är uppdelad i åtta steg. (se figur 15)



Figur 15 Ljuddesignstrategi av Alva Holmqvist

3.1. Steg 1 (Samla bakgrundsfakta)

I detta steg undersöks platsen och dess sammanhang. Beroende på hur strategin appliceras på en befintlig bostadsgård eller används vid projekteringen av en ny bostadsgård kommer olika typer av information behöva samlas. Vilken bakgrundsfakta som är relevant för projektet är upp till landskapsarkitekten att undersöka. Några exempel på relevanta aspekter är, funktioner på bostadsgården, var gården är/ska lokaliseras, större vägar i närheten, klimat på gården (vind, solljus, osv), och eventuella befintliga element. Det är även rekommenderat att undersöka funktioner i olika delar av bostadsgården så som lugna områden, livliga områden, osv. Dessa funktioner kan vara befintliga idag eller mål för framtiden. Det rekommenderas starkt att besöka platsen för att bättre förstå sammanhanget.

3.2. Steg 2 (Gör ljudanalys)

Detta steg fokuserar på att analysera ljuden på platsen och kringliggande omgivning och det kan då vara bra att konsultera en akustiker som kan göra mätningar och beräkningar. Steg 2 består av två analyser, den första analysen är en bullerundersökning av platsen. Hur omfattande bullerstudien är beror på projektets resurser, men någon form av bullerundersökning på platsen ska göras. I vissa fall kan bullerkartor av platsen redan existera. I andra fall kan nya/uppdaterade mätningar av platsen behövas. Syftet med bullerundersökningen är att se om platsen upprätthåller de bullerkrav som finns i kommunen. Om kommunen inte har bullerkrav går det att använda sig av Förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader 3§ där det står:

” 1. 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid en bostadsbyggnads fasad, och 2. 50 dBA ekvivalent ljudnivå samt 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden.”

Görs studien mer omfattande på platsen kan den även indikera om en viss del av platsen behöver ett större bullerreducerande ingrepp. Om dessa bulleranalyser ska göras på en bostadsgård som inte ännu är byggd är det ännu viktigare att konsultera en akustiker, och att göra flera bulleranalyser så som på platsen just nu, men även när större element så som huskroppar byggs.

Den andra delen av ljudanalysen består av att illustrera den subjektiva upplevelsen av ljuden på platsen. Inför den subjektiva ljudanalysen besöks platsen under ett spann av 30-60min. Under detta besök noteras olika ljud både på platsen och ljud från omgivningen runt om. Noteringar kan göras på en medhavd plan eller skiss. Ljuden som noteras bör komma med en kortare beskrivning gällande ljudets hierarki med andra ljud, och den subjektiva upplevelsen av själva ljudet (till

exempel om ljudet är behagligt, störande, neutralt osv). Det är viktigt att vara medveten om att beroende på vilken årstid som platsen besöks under kan olika saker uppmärksammas så som fågelkvitter på våren och dämpat bullerljud på vintern när det finns snö på marken. Efter besöket bearbetas materialet, det är rekommenderat att göra flera besök för att få en större förståelse av platsen exempelvis vid olika årstider eller tid på dygnet. Det bearbetade materialet resulterar i en illustrativ karta över området där olika ljuds sammanhang, hierarki och upplevelse belyses. Det är rekommenderat att använda ett medium där olika färger kan blandas och olika lager kan visualiseras som exempelvis akvarellfärg. För att öka förståelse av den subjektiva ljudanalyskartan, bör en enklare plan av området tillhandahållas. Ytterligare bör det finnas en förklarande text till den subjektiva ljudanalyskartan som förklarar vilka ljud som kan höras, deras hierarki, information kring besöket och annan relevant information.

3.3. Steg 3 (Undersök olika designlösningar)

Detta steg går ut på att undersöka olika typer av designlösningar som kan implementeras för att förbättra ljudmiljön. I detta steg används bakgrundsfaktan och analyserna från tidigare steg för att belysa olika behov och ljudförbättringar som platsen behöver eller kan komma att behöva. För att underlätta processen och se lösningar från olika perspektiv används tre olika underrubriker ”Dämpa oönskade ljud”, ”Förstärka behagliga ljud”, och ”Tillföra behagliga ljud”. I detta steg fattas inga beslut om vad som ska finnas på platsen, utan det lämnas till de kommande stegen. Detta steg går ut på att komma på olika lösningar för samma problem.

3.3.1. Dämpa oönskade ljud

Under denna rubrik tas olika förslag och idéer fram som syftar till att dämpa oönskade ljud som identifierats på platsen. Exempel på oönskade ljud är bland annat trafikbuller och fläktljud. Förslag på dessa typer av lösningar är skärmar, gröna fasader, gröna tak, bullervallar och markbeläggning. Mer information om bullerdämpande lösningar finns i teoridelen under kapitlet *Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?*

3.3.2. Förstärka behagliga ljud

Denna rubrik fokuserar på lösningar som förstärker behagliga ljud som identifierats på platsen. Finns det ljud på platsen som är behagliga, men som hamnar lågt i ljudhierarkin? Här är det också viktigt att försöka se framåt i tiden och se vilka behagliga ljud som kan komma att försvinna ifall inga förändringar vidtas. Exempelvis finns ett behagligt fågelkvitter på platsen, men den vegetation som

lockar till sig fåglar idag kan komma att konkurreras ut eller på annat sätt försvinna inom ett par år. Mer information om hur man kan förstärka behagliga ljud finns i teoridelen under kapitlet *Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?*

3.3.3. Tillföra behagliga ljud

Fokuset för denna rubrik är att tillföra behagliga ljud på platsen. I vissa fall kan resultatet från ljudanalysen i steg 2 utpeka bristen på behagliga ljud på platsen. I detta fall kan nya behagliga ljud behöva introduceras till platsen. Exempel på behagliga ljud är bland annat naturljud så som vattenljud, fågelkvitter och vind genom trädkronor. Mer information om hur man kan tillföra nya behagliga ljud till en plats finns i teoridelen under kapitlet *Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?*

3.4. Steg 4 (Gör ett urval)

I detta steg görs ett urval från de designförslag/designelement som tagits fram under steg 3. Det är viktigt att i detta steg jämföra de olika lösningarna för att se vilka som är bäst lämpade för platsen. Det bör uppmärksammas att vissa lösningar kan komma att motverka varandra ifall de används på samma plats, likaså kan olika lösningar förstärka varandra. I vissa fall kan flera lösningar lösa samma problem och då kan det vara av värde att bara välja en lösning för att spara pengar. Gör gärna skisser på förslagen. Här är också ett bra tillfälle att ta hjälp av olika expertiser gällande konstruktion av designförslag/designelement.

3.5. Steg 5 (Applicera förslagen i sammanhanget)

När ett urval av förslagen har gjorts ska de realiseras på en plan. Här görs även mer djupgående beslut, så som material, formspråk, växtval, exakta placeringar, och höjder, med mera. Det är också vid detta tillfälle som landskapsarkitekten tar beslut som tillgodoser andra aspekter (utöver ljud) som bostadsgården har. Här är också ett bra tillfälle att ta hjälp av andra experter som exempelvis akustiker och ingenjörer.

3.6. Steg 6 (Realisera designförslaget/designelementen)

I detta steg så realiseras planen i verkligheten och det nya designförslaget eller designelementen konstrueras.

3.7. Steg 7 (Gör nya ljudanalyser)

Då ljud är ett komplicerat ämne är det viktigt att återkoppla och se om de förslag som konstruerats haft önskad effekt. Precis som i steg 2 görs en bulleranalys och en subjektiv ljudanalys. Det är rekommenderat att göra analyserna på ett liknande sätt som i steg 2 för att lättare kunna utläsa ett resultat. Även här är det av värde att konsultera en akustiker.

3.8. Steg 8 (Jämför analyserna i steg 2 och steg 7)

Slutligen så jämförs analyserna från steg 2 och steg 7. Här undersöks om designförslaget/designelementen haft någon effekt på bullernivån såväl som den subjektiva upplevelsen av platsen. I detta steg noteras om ljudmiljön förbättras/förvärras, om skillnaden i ljudmiljön är stor eller liten, vad som kan ha orsakat detta resultat, och om det finns saker som kan förbättras. Det är viktigt att förstå att trender och resultat som tas fram i detta steg inte tvunget har samma resultat på andra platser, därför kan det vara av större värde att applicera denna ljudstrategi på flera projekt så att större trender kan uppdagas.

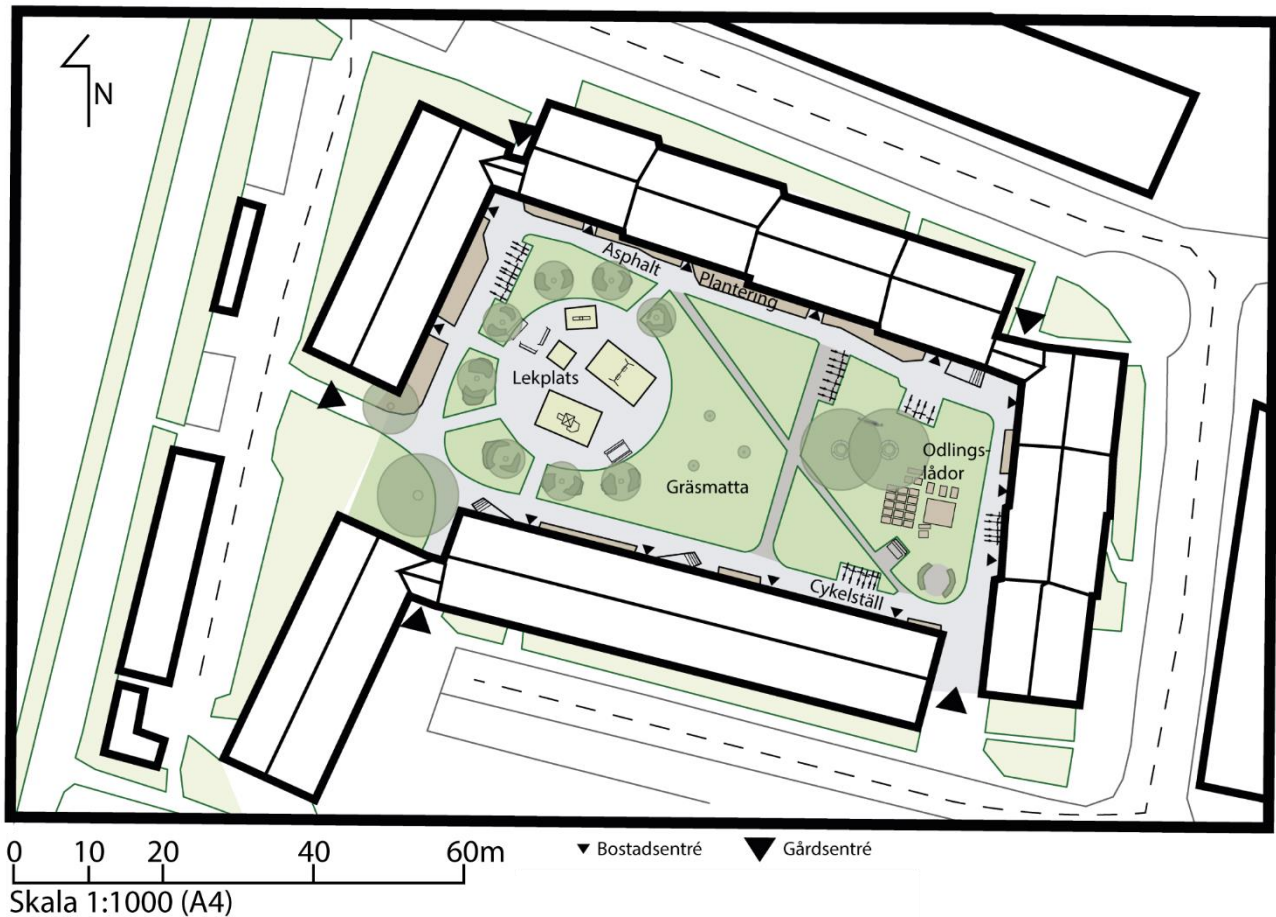
4. Applicering av ljuddesignstrategi på bostadsgård

Detta kapitel syftar till att applicera ljuddesignstrategin från kapitlet *ljuddesignstrategi* på en bostadsgård i Malmö för att kunna testa den och upptäcka eventuella nackdelar eller förbättringsmöjligheter. I detta kapitel så utförs de olika stegen i strategin på en befintlig bostadsgård i syfte att förbättra ljudmiljön på gården.

4.1. Steg 1 (Samla bakgrundsfakta)

Figur 16 (större version finns i bilaga 1) är en bostadsgård belägen i södra Sofielund i Malmö. Ca 200 meter söder om gården finns Ystadvägen vilket är en av de större vägarna i området. Byggnaderna som ramar in gården är 3-4 våningar och består mestadels av bostäder. På bostadsgården finns det en lekplats, odlingslådor, en hängmatta, små och stora gräsytor, flertal cykelparkeringar, och flera rabatter runt husfasaderna. Rent visuellt ser själva gården sliten ut, en del möbler och markmaterial hade behövts bytas ut. Besöken på platsen gjordes på vintern var växterna i odlingslådorna vissna och träden/buskarna saknade blad. Under besöken fanns mycket fallna löv på marken. Besöken som gjordes på sommaren visade att odlingslådorna användes väl och att träden och buskarna klarade sig bra på platsen.

Gällande grönskan finns det flera träd och buskar. På platsen finns två stora äldre pilträd i nära anknäytning till varandra som ögat dras mot (se figur 16). Mot den sydvästra entrén finns två äldre Robiniaträd. Som inramning för den cirkelformade lekplatsen finns träd och buskar som består av spireabuskar och katalpaträd. I

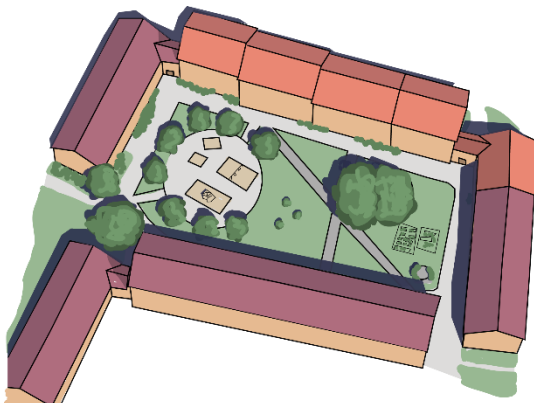


Figur 16 Bostadsgården i plan av Alva Holmqvist

planteringarna vid husväggarna finns olika växter så som rhododendron, syrenbuddleja och bergbambu. I odlingslådorna finns det en rad olika växter, både nyttoväxter och dekorativa växter. Mitt på en av gräsmattorna har tre unga tallar planterats relativt nyligen.

Gården har några olika funktioner, en del är mer uppenbara så som rekreation på lekplatsen, parkering av cykel på cykelparkeringen, och odling i odlingslotterna. Gällande andra funktioner finns det skyltar som säger: allt bollspel är förbjudet på området. Detta indikerar att all typ av rekreation inte är välkommen på gräsytan. Runt omkring på gården finns det bänkar och sittmöbler som har flyttas av de boende, vilket kan indikera att gården används i sociala sammanhang.

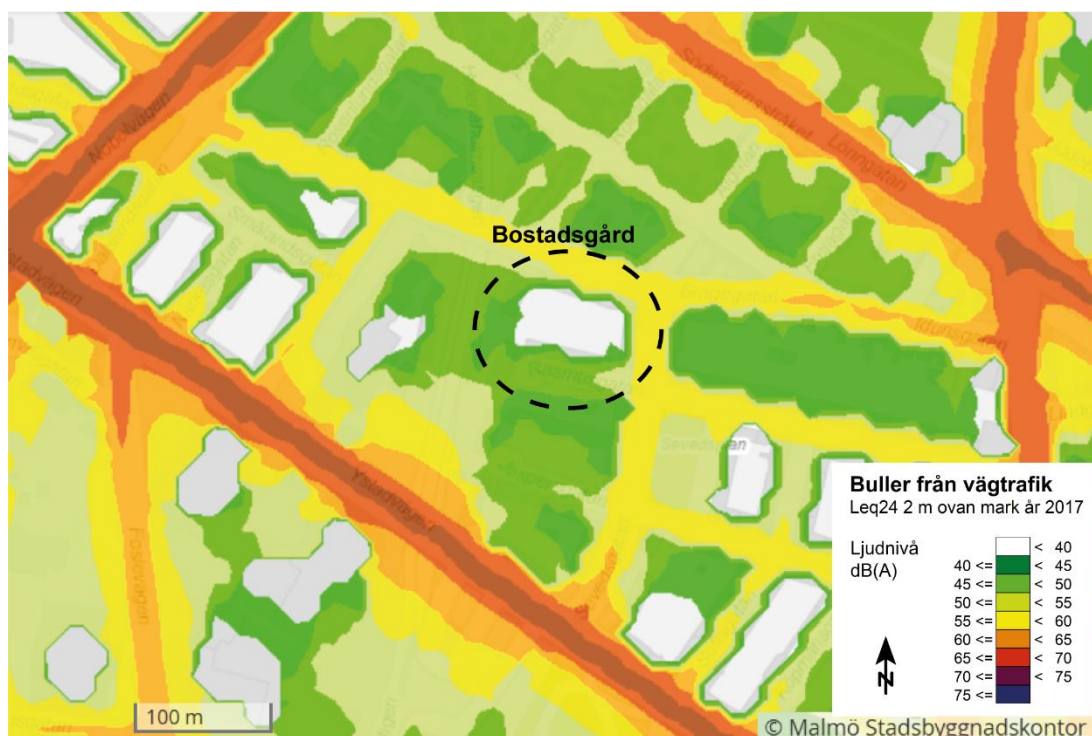
Beroende på bostadsgårdens design kan vissa ytor vara mer eller mindre lämpade för högre ljud. På lekplatsen är troligen toleransen för höga ljud (från barnlek) högre, då denna yta är avsatt för lek. Sittplatserna runt pilträden och hängmattan i närheten gör sig nog bättre som en tystare lugnare plats. Det bör också nämnas att huskropparna i området inte är helt parallella utan mer förskjutna och vridna, vilket är positivt. Då helt parallella huskroppar tenderar att reflektera mer ljud.



Figur 17 Illustration av bostadsgårdens huskroppar och växtvolym av Alva Holmqvist

4.2. Steg 2 (Gör ljudanalyser)

4.2.1. Bulleranalyser av bostadsgården



Figur 18 Buller från vägtrafik, Miljöförvaltningen, Malmö stad, september 2017

På Malmö stads hemsida finns den bullerundersökning som gjorts på all vägtrafik i Malmö. Med hjälp av denna analys kan en del relevanta bullervärden utläsas. I figur

18 är bostadsgården markerad med en streckad linje. Ca 200 meter söder om bostadsgården finns Ystadvägen som är markerad i orange och röd. Denna väg har en ljudnivå på ca 65-70 dB(A), men på grund av huskropparnas position och avståndet har bullret ingen signifikant påverkan på ljudnivån i bostadsgården. Direkt norr om bostadsgården finns Bragegatan (markerad i gul) och till öster om gården finns Sevedsgatan (markerad i gul). Dessa två gator har en ljudnivå på ca 55-60 dB(A) och deras buller kan ha en större påverkan på ljudnivån i bostadsgården, framförallt vid entréerna. Trots dessa vägar är ljudnivån på själva bostadsgården till största del mindre än 40 dB(A), med några undantag runt bostadsgårdens gränser som är på ca 40-50 dB(A). Med hjälp av denna karta avläses det att bostadsgården inte har problem med buller som skapar en för hög ljudnivå. Denna bedömning görs med hjälp av Förordning (2015:216) om trafikbuller vid bostadsbyggnader 3§ där det står:

”Buller från spårtrafik och vägar bör inte överskrida

1. 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid en bostadsbyggnads fasad, och
2. 50 dBA ekvivalent ljudnivå samt 70 dBA maximal ljudnivå vid en uteplats om en sådan ska anordnas i anslutning till byggnaden.”

Utöver figur 18 har egna ljudmätningar gjorts i syfte att se om det fanns skillnad i ljudnivå vid bostadsgårdens entréer och mitten på bostadsgården. Efter mätningarna framgick det att gårdens entréer hade en högre ljudnivå än resten av bostadsgården, detta gäller framförallt den nordöstra entrén nära Bragegatan. Ljudskillnaden var på ca 5 dB(A), men det bör tilläggas att mätningens verktygen inte var de bästa och detta resultat mer pekar på att det var högre bullervärden vid entréerna än vid mitten av gården. Det bör också nämnas att trafikljuden från de norra entréerna var de mest påtagliga trafikljuden på platsen.

4.2.2. Subjektiv ljudanalys av bostadsgården

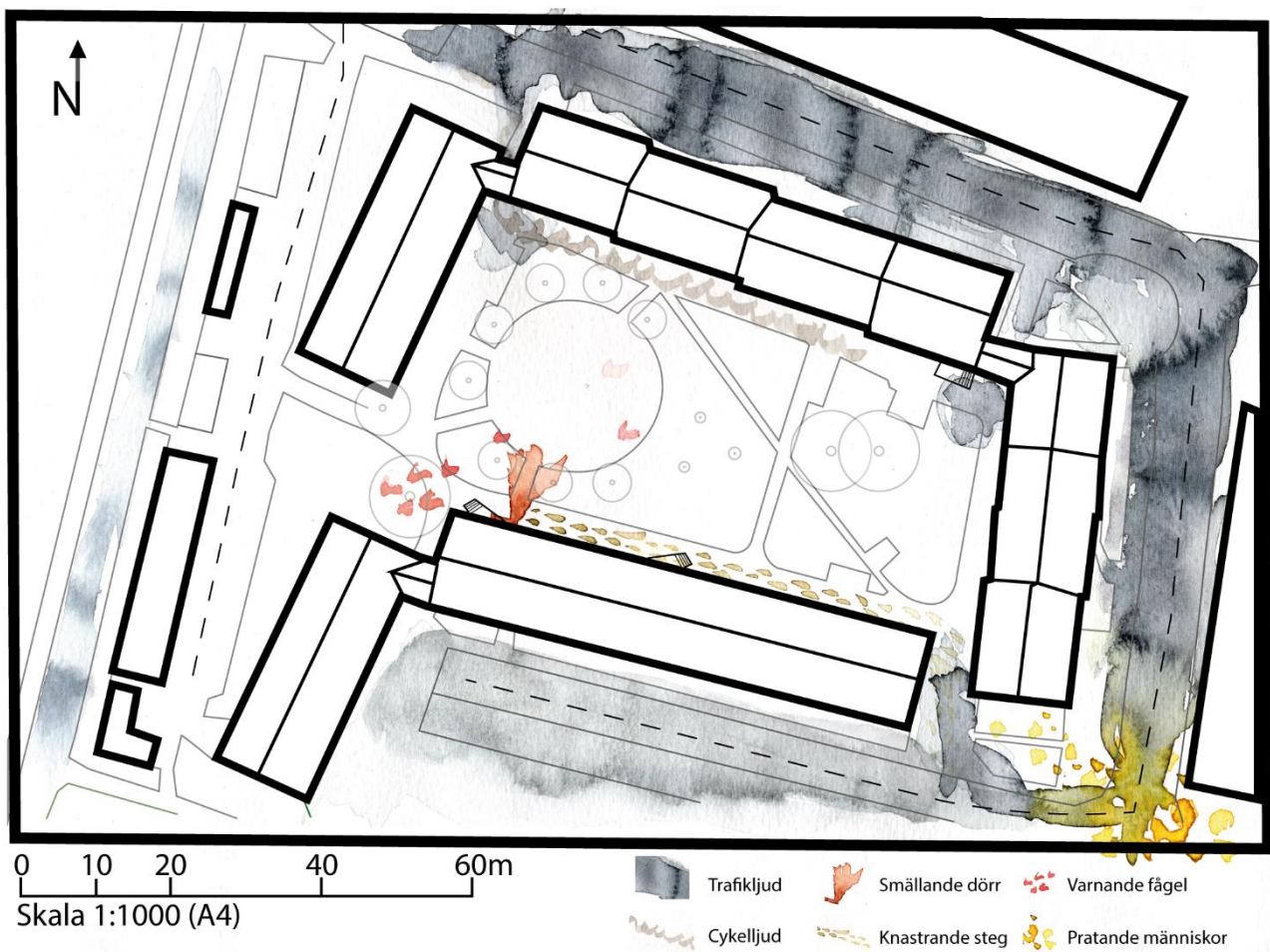
På vintern

Figur 19 är min subjektiva ljudanalys av platsen på vintern, handmålade med akvarellfärger. Besöken som gjordes på bostadsgården gjordes under vintertid både vid perioder av regn och sol. Besöken var ca 30-60min per gång skedde någon gång mellan 12:00-15:00. Upplevelsen på gården var att det fanns lite ljud på själva gården och mer ljud utanför som hördes in på gården. Det bör dock tilläggas att eftersom det var så tyst på gården så uppmärksammar man ljuden utanför gården mer.

Det ljud som hade störst hierarki på gården var biltrafiken från vägarna norr och öst om gården. Trafikljuden illustreras som grå/blåa fläckar på kartan (figur 19). Trafikljuden norr och öst om bostadsgården var av annan karaktär än den söder om gården. De trafikljud som var söder om gården var troligen ljud från Ystadvägen ca

200 meter bort. Detta ljud var ett mer lågt kontinuerligt brus och illustreras därför med en ljusare färg med jämn kulör (figur 19). Trafikljuden norr och öst om gården kom mer i intervaller då bilar inte körde lika ofta på de vägarna, dock var dessa ljud mer påtagliga då ljudkällan är mycket närmare gården. På grund av att trafikljuden kom mer i intervaller illustreras det med ett mer blommande pigment och vatteneffekt (figur 19). En annan påtaglig aspekt med trafikljudet var att det kändes som att ljuden var mycket högre i entréerna och spridde sig in på gården.

Väster om bostadsgården finns den cykelbana som går till södervärn, denna cykelbana används ofta av mopeder, vilket också genererade buller. Dessa ljud var svagare men kom också under intervaller och illustreras därför med en ljusare färg med mer eller mindre pigment i vissa delar. (figur 19)



Figur 19 Subjektiv Ljudanalys på vintern av Alva Holmqvist

Ett annat ljud utanför gården som ibland kunde höras in var människor som pratade. Detta ljud illustreras av gula oregelbundna former. (figur 19) Sydöst om bostadsgården finns ett mindre torg med lekplats och några små livs-butiker och en pizzeria. På denna plats samlas ibland människor för att prata, handla och umgås. Dessa ljud kan ibland höras in på gården. Dessa människoljud kunde ibland blanda

sig med trafikljuden och därför är pigmenten ihopblandade med varandra i sydöstra entrén. (figur 19)

När det kommer till ljud som kom från själva bostadsgården bestod de mestadels av människor som rörde sig till och från gården. Cykelljud var ett ljud som ibland hördes på gården. Detta ljud har illustrerats med en spiralformad ljusgrå linje på kartan (figur 19) Ljudet hördes då en boende cyklade in och skulle parkera cykeln eller ta sin cykel och lämna gården, detta skedde cirka var tionde minut under besöken. Likaså skapades ljud när de boende gick på gården, detta ljud producerades av att fint grus hade spridits ut på asfalten på gården och skapade då enligt mig ett behagligt gå-ljud. Detta är dock temporärt då gruset bara spridas ut på vintern. Gå-ljudet illustreras av bruna fläckar placerade likt ett spår i snön (figur 19).

Gå-ljudet och cykel-ljudet hade dock lägst hierarki på hela kartan. Det fanns två andra ljud på gården som var mycket mer påtagliga. Det första var ett varnande fågelljud av en skata. Detta ljud illustreras av röda v-formade fläckar (figur 19). fågelljudet kunde ske under en längre period ca 20 minuter för att sedan sluta och återkomma igen. Fåglarna kunde även flytta på sig och ljudet kunde eka mot husfasaderna. Detta ljud klassificeras inte som behagligt.

Ett annat påtagligt ljud var ljudet då en husport stängdes. Portarna på gården är tunga och ger ifrån sig ett högre ljud som ekar på hela bostadsgården. Detta ljud har illustrerats av en tegelfärgad triangelform. (figur 19)

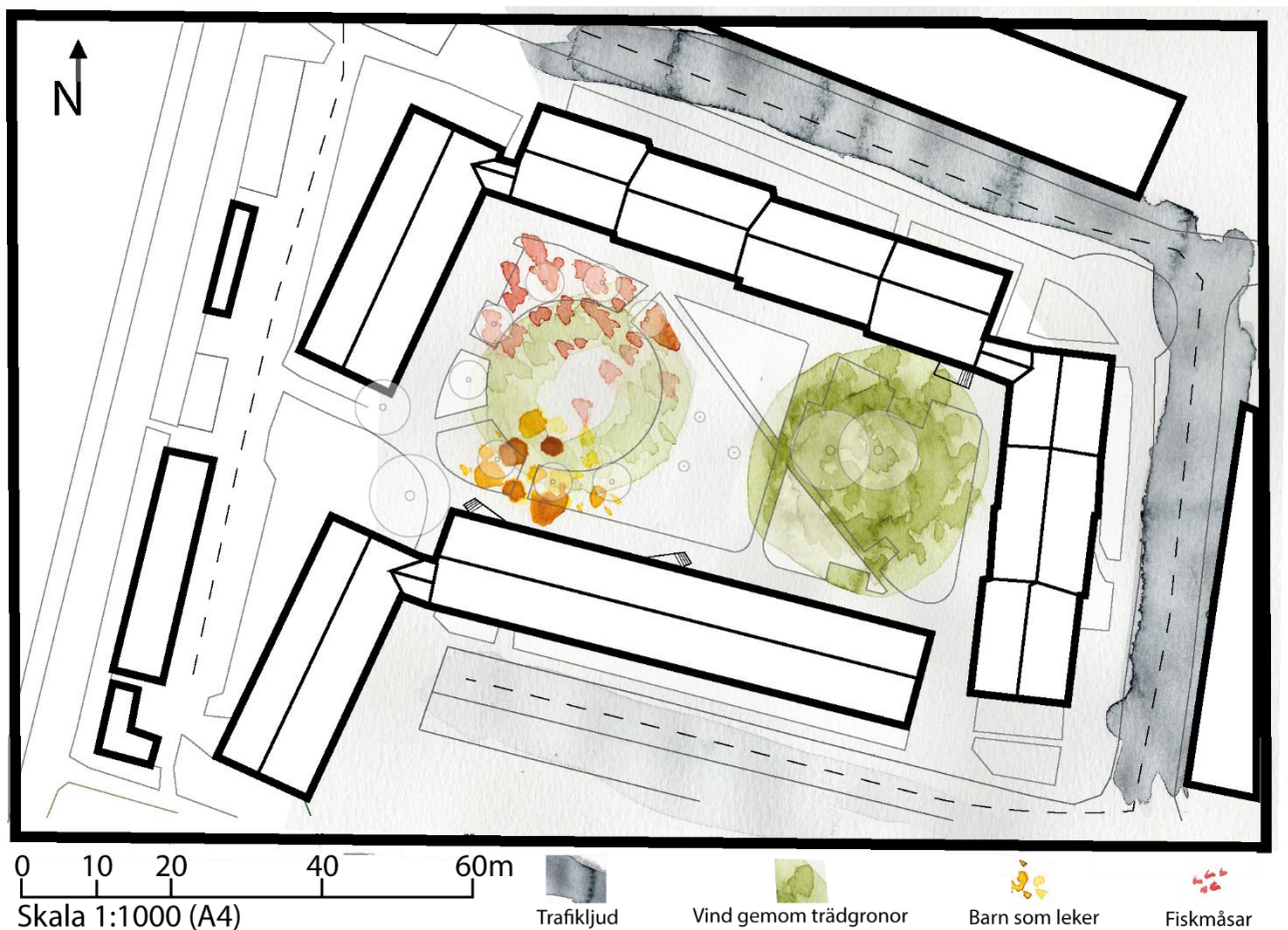
Sammanfattningsvis upplevdes gården som väldigt tyst och med lite ljud. De ljud som var mest påtagliga var trafikljuden utanför gården. På gården var det skators ljud och ljudet av smällande portar som var mest påtagligt och mindre behagligt. Ett behagligt ljud på gården var gå-ljudet när folk gick på den grusbeströdda asfalten.

På sommaren

Figur 20 är min subjektiva ljudanalys av platsen på sommaren. Besöken var ca 30-60min per gång skedde någon gång mellan 12:00-15:00. Upplevelsen på gården var mer livlig än på vinterbesöken. Där det nu fanns barn ute på gården och mer ljud från själva grönskan. Det var även mer trafik under sommarbesöken jämfört med vintern så trots de nya ljuden på gården var trafikljud fortfarande påtagliga.

Det ljud som hade störst hierarki på gården var svårare att bestämma. När barn lekte på gården var det främst det ljud som var mest påtagligt. Under besök när inga barn var på gården var det främst fiskmåsars skrik som hördes mest. Sekundärt kom ljud från trafiken och vind genom trädkronor. Av dessa ljud varierade det vilket som hade störst hierarki, på blåsiga dagar var det vinden genom trädkronor som tog över och på dagar med mer trafik var dessa ljud mer påtagliga.

Biltrafiken från vägarna norr och öster om gården illustreras som grå/blåa fläckar på kartan (figur 20). Till skillnad från vintern var trafikljuden från norr och öst de enda som uppmärksammades och trafikljud från söder uppmärksammades inte längre. Detta troligtvis på grund av de nya, mer intensiva ljuden på gården. Precis som på vintern var även trafikljuden mer intensiva vid entréerna till gården. Till skillnad från vintern uppmärksammades inte mopedljuden från GC-vägen i väst. Barn lekte på platsen under ett av besöken och var då det ljud med högst hierarki. Barnens lek har illustrerats av gula cirklar på kartan (figur 20). Barnens lek var en blandning av behagliga och mindre behagliga ljud. Generellt var barnens lek full av skratt och något som gav liv till platsen. Ibland kunde barnen skrika ganska högt vilket är mindre behagligt. Dessa skrik kunde också reflekteras från husfasaderna så att det uppfattades som ännu högre. Barnens lek var mest belägen på lekplatsen och söder om den.



Figur 20 Subjektiv ljudanalys på sommaren av Alva Holmqvist

Vid ett av besöken hade någon slängt ut mat vilket resulterade i att en stor grupp fiskmåsar var på platsen. Fiskmåsarnas skrik har illustrerats med röda fläckar på platsen (figur 20). Den röda färgen illustrerar hur intensivt detta ljud var. Detta ljud var inte behagligt och gjorde att många andra mer behagliga ljud inte uppmärksammades. Deras ljud reflekterade även dessa mot husväggarna.

Nu under sommaren hade träden fått sina blad och därför uppstod ett behagligt ljud från vinden genom trädkrona. Detta var framförallt mer påtagligt vid pilträden. Ljudet har illustrerats av en grön större fläck. Pilträdens brus var mycket mer påtaglig än grönstrukturen runt lekplatsen och har därför illustreras med en starkare grön färg (figur 20)..

Sammanfattningsvis upplevs gården mer livlig under sommaren med inslag av både behagliga och störande ljud. Trafikljuden var fortfarande något som uppmärksammades men bara från de nordöstra vägarna.

4.3. Steg 3 (Undersök olika designlösningar)

4.3.1. Dämpa oönskade ljud

Av det ljud som fanns på platsen var det främst trafikljud, fåglar och smällande i portdörrar som var oönskade.

- Lösningar för att minska trafikljud på bostadsgården:
 - Ha skärmar runt sittplatser för att skapa tysta rum.
 - Öppna cykelskjul med sedumtak och gröna väggar i rätt placering skulle kunna minska ljudet som sprider genom entréerna i den norra delen av gården
 - Introducera gröna väggar för att minska ljud-reflektionen
- Lösningar för att minska fåglars ljud. För att inte påverka fåglarnas habitat så kan lösningar som minskar reflektionen av ljud på gården användas.
 - Gröna väggar för att minska reflektionen av skatornas ljud.
- Lösningar för att minska smällande portdörrar:
 - En första lösning kan vara att se över portdörrarna och se om det går att göra så de stängs mindre hårt.
 - Introducera gröna väggar för att minska reflektionen av det smällande ljudet.

4.3.2. Förstärka behagliga ljud

Platsen idag var ganska jämnt mellan behagliga och störande ljud. Dock är det mer önskvärt att ha mer påtagligt behagliga ljud på platsen.

- Lösningar för att förstärka behagliga ljud:
 - Tillföra grusgångar eller andra gruselement på platsen.
 - Idag finns det pilträd på gården som skapar naturljud i form av vindbrus genom löv. Genom att plantera mer träd skulle det kunna

skapas mer av dessa ljud (så länge träden placeras där de inte blir vindskyddade).

4.3.3. Tillföra behagliga ljud

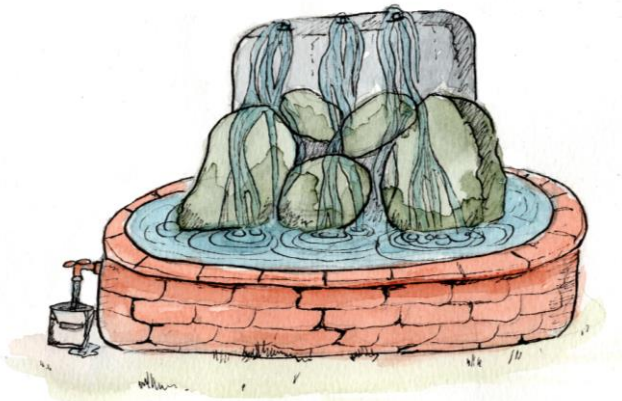
Då de oönskade ljuden både inne och utanför gården är tydliga är det värt att tillföra fler behagliga ljud som kan maskera/motverka denna effekt. Tillförandet av nya behagliga ljud vara en viktig del i att förbättra ljudmiljön på denna gård.

- Lösningar för att tillföra behagliga ljud.
 - En typ av vatteninstallation med porlande vatten som har en kran som kan användas vid bevattningen av odlingslådor och även ge vatten till småfåglar.
 - Tillföra buskar/träd som är lämpliga för habitat och ger föda till småfåglar, för att tillföra fågelkvitter.
 - Skapa ett regnskydd som även ger ifrån sig ett ljud när regndroppar slår mot taket
 - Plantera mer träd och buskar på platsen, som kan skapa ett behagligt ljud när det blåser.

4.4. Steg 4. Gör ett urval

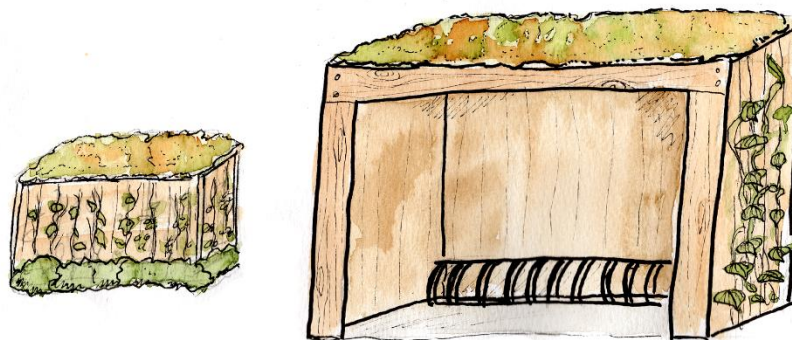
Av de förslag som togs upp fanns det en del som kan slås ihop till en lösning. Ett exempel är gröna väggar som listades upp tre gånger. Det kan därför vara av värde att introducera gröna väggar för att förbättra ljudmiljön på platsen. Ett annat exempel är att implementera träd/buskar nära entréerna som lockar till sig småfåglar. Denna lösning kan tillföra fågelkvitter och lövsus som kan maskera delar av trafikljuden.

Andra lösningar som kan implementeras på gården är att se över dörrarna till lägenhetsbyggnaderna och se ifall det går att minska det smällande ljudet. Utöver det kan det även vara av värde att introducera en vatteninstallation som kan maskera trafikljud, tillföra ett behagligt porlande ljud, ge vatten åt småfåglar, och även fungera för att förenkla bevattningen av odlingslådorna för de boende (se figur 21)



Figur 21 Exempel på vatteninstallation av Alva Holmqvist

Att bygga cykelskjul kan vara en multifunktionell lösning som hjälper mot trafikljud, ökar biodiversiteten, hjälper dagvattenhanteringen, och skyddar cyklarna och de boende från oväder. Beroende på takmaterial kan det även skapa regnsmatter mot taket (se figur 22)

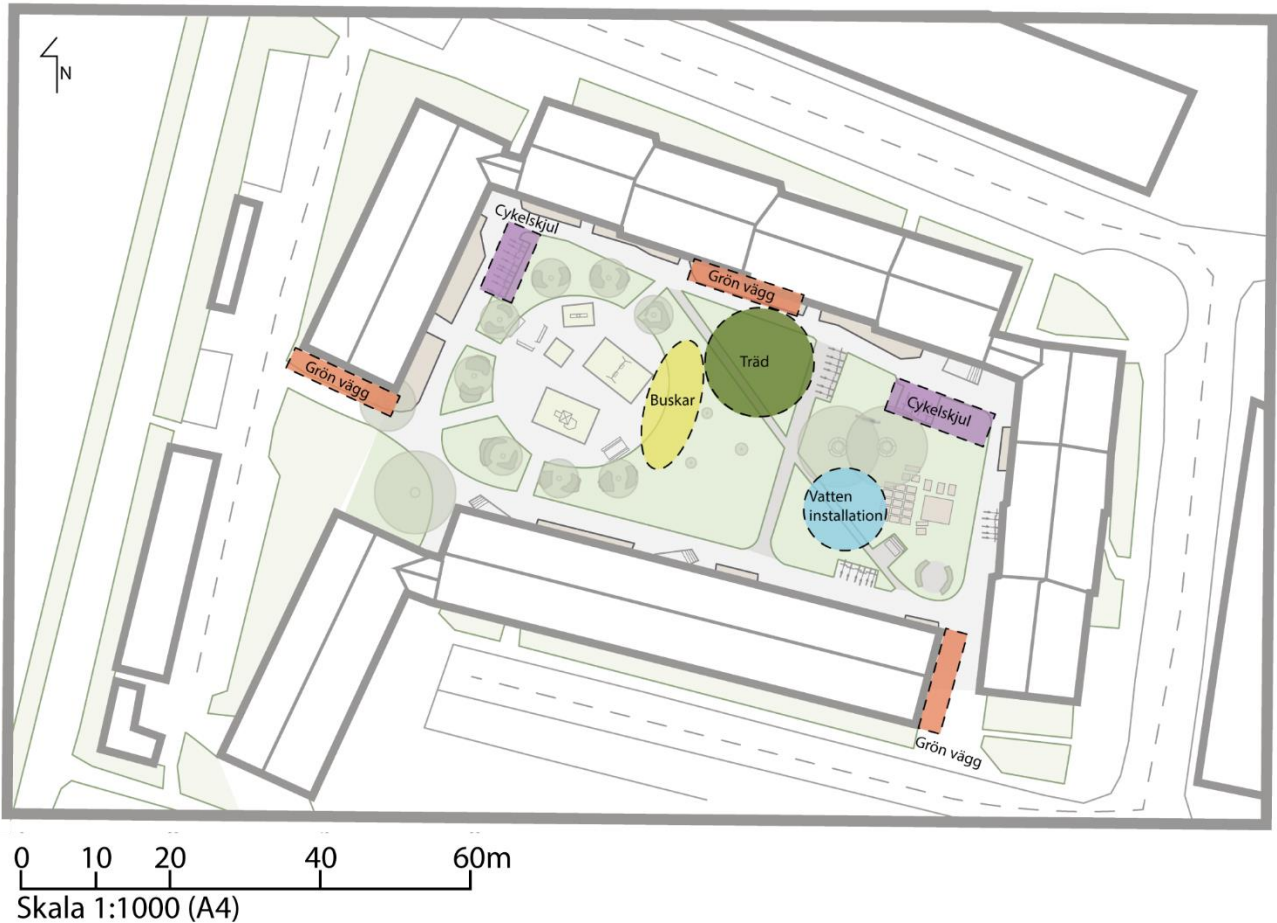


Figur 22 Exempel på multifunktionella cykelskjul av Alva Holmqvist

Av de förslag som introducerades så bestämdes att tre förslag inte skulle användas på denna bostadsgård. Ett förslag som ströks var att införa gröna skärmar runt befintliga sittplatser detta pga. att de andra lösningarna bör minska behovet de bullerreducerade skärmarna. Idag är bostadsgården redan tyst så mer tysta platser är inte ett viktigt behov. Gällande tillförandet av nya grusgångar kan detta ingrepp göra platsen mindre tillgänglig såväl som skapa ett stökigare intryck. Detta eftersom gruset riskerar att spridas ut över andra markmaterial i framtiden. Behovet av att skapa ett regnskydd ströks också då cykelskjulen kan fungera som regnskydd och kan tillföra regndroppsmatter och skydda de boende.

4.5. Steg 5 (Applicera förslagen i sammanhanget)

Områden markerade på figur 23 visar vart de utvalda designlösningarna skulle kunna vara placerade. För en större version av planen se bilaga 4.



Figur 23 Områden för designelement av Alva Holmqvist

4.6. Steg 6 (Realisera designförslaget/designelementen)

I detta steg så realiseras planen i verkligheten och det nya designförslaget eller designelementen konstrueras, men pga. tid och resurser kunde inte detta förslag realiseras i verkligheten.

4.7. Steg 7 (Gör nya ljudanalyser)

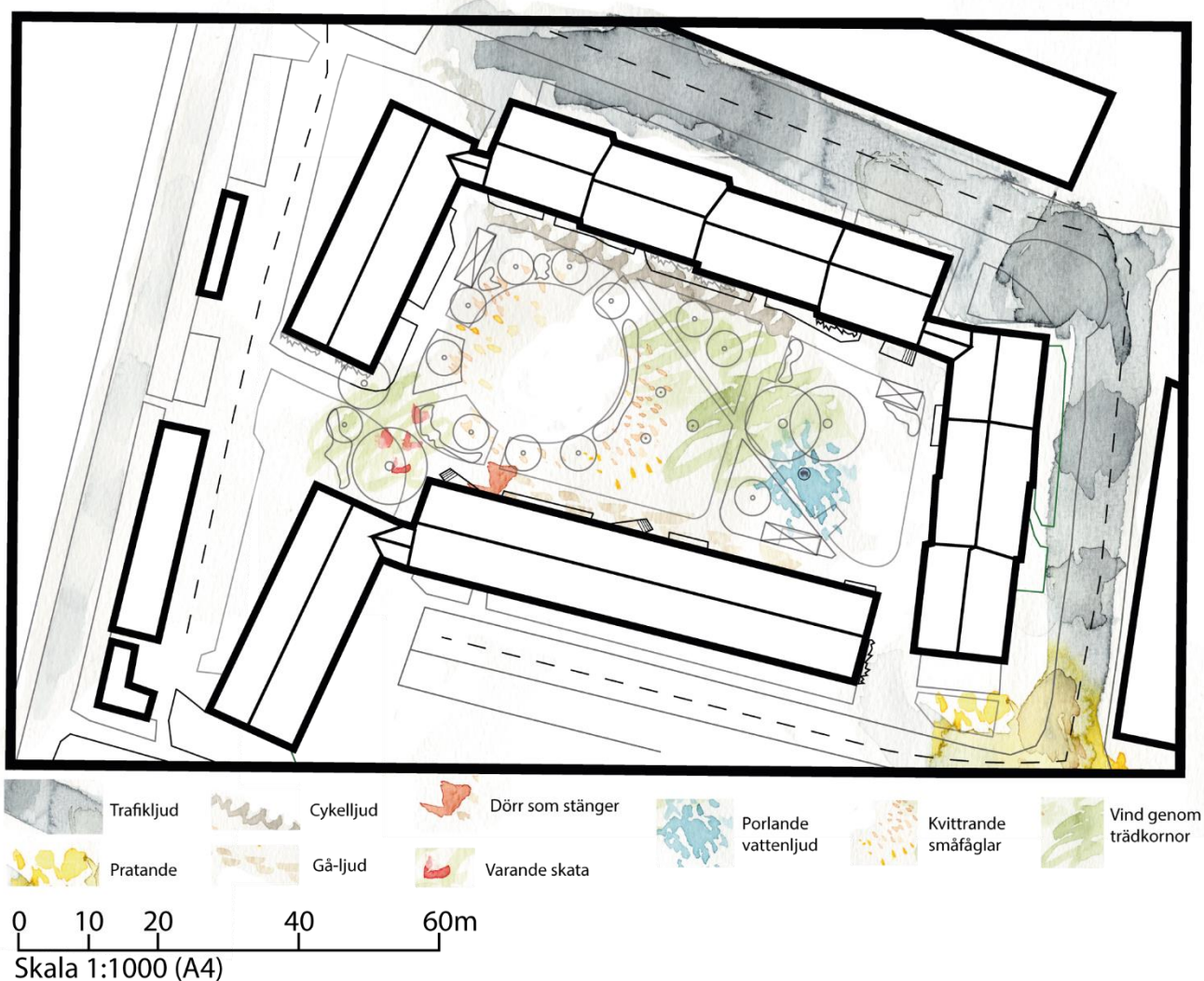
4.7.1. Bulleranalys

På grund av att förslaget inte kunde realiseras antas bulleranalysen inte förändras märkvärt gällande ljudnivån på gården, då förändringarna som gjorts på gården inte syftade till att göra gården tystare eller höja ljudnivån markant.

4.7.2. Subjektiv ljudanalys

På grund av att förslaget inte kunde realiseras kommer denna subjektiva analys vara en hypotes kring hur ljudmiljön skulle kunna förändras efter att de nya elementen introducerats till platsen. I detta antas att besöket gjorts under våren några år efter första besöket så att den nya grönstrukturen hunnit etablera sig.

Nu antas det finnas nya ljud på bostadsgården så som fågelkvitter, porlande vatten och mer ljud från vind genom trädkronor. Fågelkvittret illustreras genom flera små gula prickar och är lokaliserade runt det nya buskaget vid lekplatsen. (se figur 24)



Figur 24 Hypotetisk subjektiv ljudanalys av Alva Holmqvist

Det porlande vattenljudet kommer från vatteninstallationen nära odlingslådorna, men ljudet spider sig bort till de stora pilträden. Vattenljudet illustreras som flera klarblå fläckar som smälter ihop ju närmare ljudkällan de är. (se figur 23)

De årstider då det finns löv på både befintliga och nya träd, skapas ett behagligt naturljud när vinden interagerar med trädkronorna. Detta ljud antas vara starkast vid pilträden och de närliggande nya träden. Ljudet illustreras av gröna slingade linjer i riktning med vinden (se figur 23) Det bör nämnas här att alla dessa ljud inte kommer höras samtidigt så som att gå-ljud från grus bara finns på vintern och vind genom trädkronor bara finns när träden har sina blad. Fågelkvitter kan också komma att variera beroende på vilka småfåglar som bor där.

4.8. Steg 8 (Jämför analyserna i steg 2 och steg 7)

För att se alla subjektiva analyser igen se bilaga 2, 3 och 5.

Det bör nämnas att analysen i steg 7 är en hypotes då det inte gick att konstruera de nya designelementen i verkligheten. Detta medför att jämförelsen mellan steg 2 och steg 7 också kommer bestå av hypoteser.

En av de märkbaraste skillnaderna mellan de subjektiva analyserna före och efter implementeringen av de nya designelementen är att det finns mer ljud på bostadsgården. Dessa ljud är behagliga ljud så som, porlande vatten och småfåglar som kvittrar. En del ljud antas inte ha förändrats så som cykel och gå-ljud på platsen (framförallt på vintern) dock kan uppfattningen av dem förändrats då andra ljud på platsen gör dem mindre uppmärksammande. Av de oönskade ljud som finns på platsen idag så som varnande skator, skrikanande fiskmåsar och smällande portdörrar antas situationen ha förbättrats. Fåglarnas ljud antas ha lägre hierarki nu när fler och starkare behagliga ljud finns på gården. Det är oklart hur stor påverkan införandet av de gröna väggarna hade på gårdens reflekterande ljud. Gällande portarna var det möjligt att byta ut dörren mot en dörr som stängde tystare.

En annan påtaglig aspekt är att trafikljudet nu inte hörs lika tydligt, på grund av att nya ljud tillförts på gården som maskerar ljudet. Detta är framförallt möjligt då det redan innan förändringarna inte var ett mycket högt trafikbuller.

Själva ljudnivån på gården är idag högre då det tillförts nya ljud, men dessa ljud är av ett behagligt slag och inte så högt att gården inte fortfarande klassificeras som tyst (under 40 dB(A)) detta är en hypotes och värdet hade i verkligheten tagits fram med hjälp av en akustiker. Genom att gården nu har mindre buller och mer inslag av behagliga ljud har ljudmiljön förbättrats på gården. Själva ljudupplevelsen har inte ändrats radikalt, men tillräckligt för att en förbättring uppmärksammas.

5. Diskussion och framtida arbete

Denna diskussionsdel består av rubrikerna: *Utvärdering av teori*, *Subjektivitet*, *Utvärdering av ljuddesign*, *Framtida arbete*, och *Avslutande ord*. Rubriken *Utvärdering av Teori* innehåller tankar och reflektioner kring den teorin som finns i teoridelen. Där diskuteras även olika svårigheter med att hitta källor. Rubriken *Subjektivitet* innehåller tankar och förhållningsätt gällande att jobba subjektivt och objektivt med en designprocess. Rubriken *Utvärdering av ljuddesignstrategin* innehåller reflektioner kring hur ljuddesignstrategin fungerat och hur den skulle kunna förbättras. *Framtida arbete* innehåller förslag på vidare arbete av strategin. *Avslutande ord* är en kort del som återkopplar till frågeställningen och avslutar arbete.

5.1. Utvärdering av teori

Under detta arbete har det funnits svårigheter i att finna vissa typer av källor, medan andra källor fanns i flertal. Det framkommit att det finns mycket skrivet angående buller, så som bullerreducering, bulleranalyser mm. En svårare aspekt var att hitta källor gällande behagliga ljud vilket även nämns i teoridelen. Problematiken låg i att många källor hänvisade till naturljud, men det var inte mer specificerat. Det kan tyckas självklart att människor gillar naturljud men utan att specificera vilka ljud detta innebär skapas misstolkningar och osäkerheter. Frågor som vilka naturljud man syftar på, i vilket sammanhang, och även vad som kategoriserar ett naturljud uppstod under arbetet. Ytterligare kan denna förenkling om vad behagliga ljud är göra att framtida forskning negligeras. Nya upptäckter/förståelse om vilka ljud som människor vill höra i sin bostadsgård blir utforskade.

I början av detta projekt ledde spontana diskussioner (ej undersökning) med vänner, nära och kära samt egna uppfattningar till att några olika exempel på behagliga ljud kunde tas fram. Detta var i syfte att hjälpa uppsökningen av källor kring behagliga ljud och resulterade i rubrikerna: *Vattenljud*, *Fågelkvitter* och *Grus*. Det framgick dock snabbt att flera av de föreslagna ljuden var svåra att hitta litteratur om och kunder därför inte används i teoridelen. Några exempel på ljud som strukits var fotsteg i snö, regndroppar på olika material, vindspel, ljudet av att gå på olika markmaterial, vind mot bambu mm.

Under rubriken *Hur kan man tillföra/förstärka önskvärda ljud till en bostadsgård?* är det viktigt att uppmärksamma orden tillföra och förstärka. Anledningen till att båda dessa orden användes och inte enbart ordet förstärka är pga. att det beskriver en situation där det idag kan finnas en avsaknad av behagliga ljud. Genom att använda ordet tillföra belyses det för läsaren att det inte är en självklarhet att en plats har behagliga ljud, och även att det kan finnas ett aktivt behov av att tillföra behagliga ljud. Denna vikt tas även upp i den underliggande frågeställningen där det står: ”hur kan man tillföra behagliga ljud till en bostadsgård?” Denna specifikation är av större vikt då det framkom att behagliga ljuds tillförande och förstärkande inte skrevs lika frekvent om i texter syftade till att förbättra ljudmiljön på en plats. Genom att synliggöra behovet av att tillföra behagliga ljud kan det få läsaren att fråga sig vilka dessa behagliga ljud är och hur de kan komma att användas i ljudesign.

Under rubriken *”Hur kan man motverka oönskade ljud på en bostadsgård?”* tas olika bullerreducerande exempel upp. De flesta av exemplen är gröna bullerlösningar, detta för att träd/buskar och växter är ett viktigt ”byggmaterial” som landskapsarkitekter använder sig av, men det finns även andra viktiga anledningar. Som nämnt i teoridelen beskriver Pettersson Skog et al i boken *Grönatakhandboken* (2021) att förtätningen i städer ofta görs på gröna ytor. Vad som då kan vara betydande är att skapa gröna ytor med högre kvalitet, men även använda sig av gröna lösningar som tar upp mindre yta. Det kan då alltså vara fördelaktigt för en stad att använda sig av gröna bullerlösningar för att på så sätt tillgodose lite av den förlorande gröna ytan som försvinner pga. förtätningen. Utöver det ger användandet av gröna lösningar ekosystemtjänster, ett exempel på detta finns i teoridelen under rubriken *Skärmar*. Där beskriver Stockholms stad (2019) bland annat att gröna skärmar kan hjälpa med dagvattenhantering, biodiversitet, förbättrad luftkvalitet och ha estetiska egenskaper. Gällande buller beskrevs det även i teoridelen hur grönska utanför de boendes fönster (då på bland annat bostadsgården) kan minska irritationen av buller, vilket nämns i studierna *View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads* (Renterghem, Botteldooren 2015) och *Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise* (Renterghem 2018). Det kan därför vara värt att investera i gröna lösningar på bostadsgården för att uppnå denna skillnad i bulleruppfattningen. Utöver detta beskrivs grönskans positiva effekt på människan i *Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise* (Renterghem 2018) där grönskan bland annat lindrar stress och motverkar negativa effekter från hög exponering av buller. Ses detta i ett urbant sammanhang kan återhämtningen från buller vara högst relevant då det finns mycket buller som kan påverka människor i sina dagliga resor i staden. Som sammanfattning finns det alltså många positiva aspekter med att använda gröna bullerlösningar i staden vilket då kan väga upp den höga kostnad och underhåll som gröna lösningar kräver. Det är också en argumentation som landskapsarkitekter ofta

får använda för att mer pengar ska användas på grönstruktur. Detta är varför jag hade störst fokus på gröna lösningar i mitt arbete.

Eftersom just gröna bullerlösningar var fokuset användes bland annat källorna *Gröna lösningar ger levande städer* (C/O City, 2017), *Novel solutions for quieter and greener cities* (Hosanna 2013) och *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö* (Stockholms stad, 2019) (Som översatt och använt sig mycket av informationen från Hosanna projektet).

5.2. Subjektivitet

Det var svårt att simulera en ljudupplevelse och jämförelsen mellan ljudanalyserna på den befintliga bostadsgården och den hypotetiska ljudanalysen (på bostadsgården med de nya designelementen) kunde inte bli helt sanningsenlig. Det var även svårt att förutse hur olika ljud kan komma att samspela med varandra. Om möjligheten hade funnits hade det varit bättre om designelementen implementeras i verkligheten och att en ljudanalys gjorts på den uppdaterade bostadsgården. I detta fall var det dock inte möjligt att implementera designelementen på platsen, så en hypotetisk subjektiv ljudanalys fick användas istället. Dock kan jämförelserna av den hypotetiska ljudanalysen och ljudanalyserna på bostadsgården ge indikationer på potentiella skillnader och påbörja en granskande process av designelementen och deras påverkan på bostadsgården.

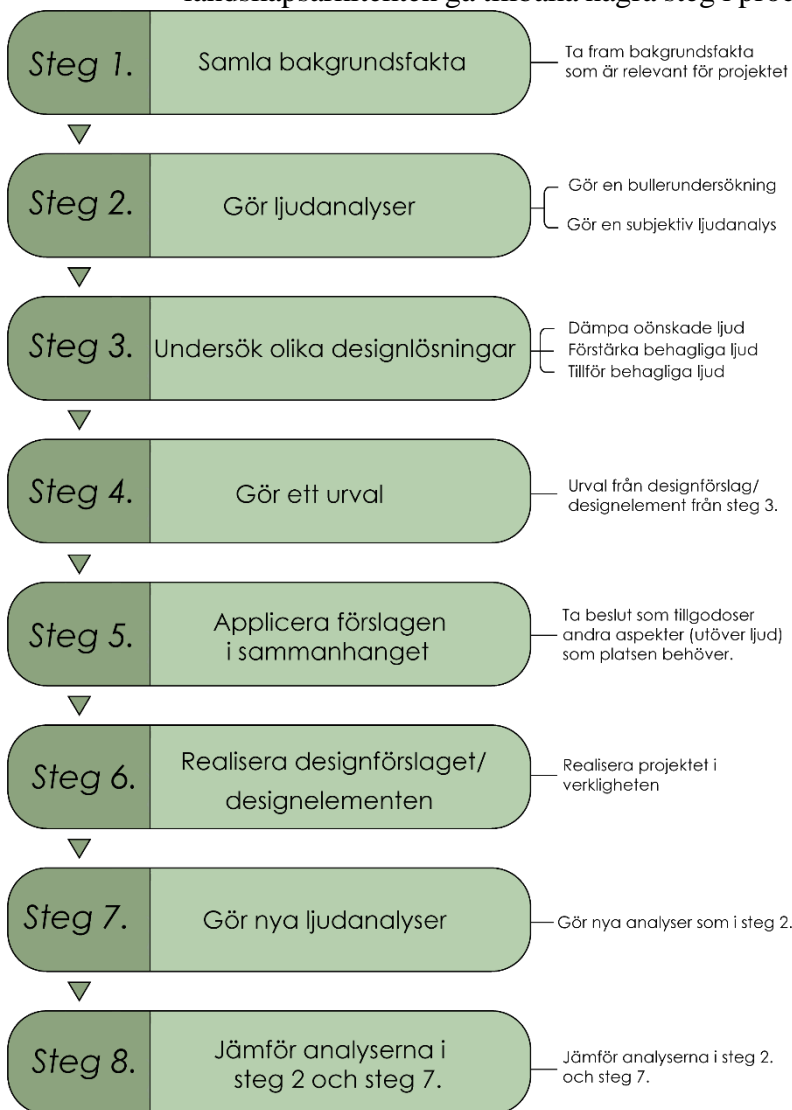
5.3. Utvärdering av ljuddesignstrategin

Efter att ha skapat och testat ljuddesignstrategin har några insikter tillkommit. De aspekter som var positiva med strategin var att den hjälpte att se hela designprocessen. Det fanns en tydlig början och mål att jobba mot i varje steg. En annan positiv aspekt var att denna strategi utformades i hopp om att landskapsarkitekten inte för tidigt börjar gå in i detaljer och val. Istället gav strategin utrymme för att undersöka olika lösningar se steg 3 (figur 26 eller figur 15). Genom att inte för tidigt fastna i plats-specifika beslut kan flera olika lösningar utforskas och sedan i de kommande stegen går det att ta beslut om vilka som passar bäst för platsen samt vilka lösningar som kan fungera bäst tillsammans.

Eftersom det inte var möjligt att bygga designelementen som togs fram vid testet av ljuddesignstrategin var det svårare att bedöma vissa steg (steg 5-8) dock bör det tilläggas att steg 7 och 8 ändå är givande steg då de tvingar landskapsarkitekten att granska de beslut som gjorts. landskapsarkitekten måste då gå tillbaka till platsen efter konstruktion och se om det som bestämts hade önskad effekt. Steget att uppfölja är ett viktigt steg då det kan ge mycket användbar information till framtida projekt.

Denna strategi hade dock kunnat förtydligas och förbättras i vissa aspekter. När det kommer till steg 2 (specifikt den subjektiva ljudanalysen) kan den skapa osäkerhet. Det skulle exempelvis kunna tillhandahållas en exempelbild i den informationstext som strategin har. Detta exempel kan ge inspiration. När en person är ny till den subjektiva ljudanalysen är även övning och repetition en viktig aspekt för att kunna använda denna analys på ett effektivt och informativt sätt.

En annan aspekt som denna strategi inte förutsett är att en designprocess aldrig är en linjär process. Det kan tex uppdragas ny information eller krav på ett projekt (utöver ljud aspekter) som gör att nya beslut måste tas och därmed måste landskapsarkitekten gå tillbaka några steg i processen. Problemet är alltså att denna



strategi (figur 25) är linjär utan utrymme för att gå tillbaka ett steg i processen. En lösning till detta problem kan vara att rent visuellt lägga in pilar som visar på att vissa steg kan göras om flera gånger och skriva in det i beskrivningen av ljuddesignstrategin. Om dessa nya förändringar implementeras på strategin bör den dock testas på nytt för att se att den har önskad effekt.

Gällande platsbesöken på bostadsgården gjordes 6 officiella: 3 på vintern och 3 på sommaren. De tre besöken delades upp i: ett besök för att kunna skapa en plan och artbestämma växter, ett besök för att göra bullermätningar och ett besök för att göra den subjektiva ljudanalysen. Dessa besök skedde någon gång mellan 12.00-15:00 på vardagar. Utöver detta gjordes mer spontana oplanerade besök till platsen, då bostadsgården var belägen ganska nära min

Figur 25 Ljuddesignstrategi av Alva Holmqvist

bostad. Då de officiella besöken gjordes under samma tid på dagen och under vardagar bör det då nämnas att genom att göra besöken på detta vis kan vissa

insikter (exempelvis kvällsljud) inte uppmärksammas i ljudanalyserna. Anledningen att fler besök inte gjordes i detta test var för att det inte fanns tillräckligt mycket tid att göra flera ljudanalyser för varje besök. I detta fall bör det dock tilläggas att de oplanerade besöken ibland gav vissa insikter, men att dessa insikter mest förstärkte det som kom fram i den subjektiva ljudanalysen.

5.4. Framtida arbete

Under rubriken *Utvärdering på Ljuddesignstrategin* framkom vissa problem med strategin och hur dessa problem skulle kunna lösas. Ett första steg i ett framtida arbete hade då kunnat vara att först lösa dessa problem. Ytterligare skulle denna strategi behöva prövas på olika projekt för att se dess verkliga effektivitet och då framförallt där designen kan anläggas i verkligheten. Det finns även ett problem med att enbart samma person som gjort strategin också testat den. Om en annan landskapsarkitekt också hade testat strategin hade fler problem och misstolkningar uppdagats. Som framtida arbete hade det alltså varit bra att låta andra landskapsarkitekter testa strategin och sedan göra nya ändringar och förbättringar på den. Det kan även vara så att kunskapen om ljuddesign kan vara olika bland landskapsarkitekter och strategin bör därför sträva mot att vara så tydlig som möjligt.

Som avgränsning för detta arbete så undersöktes bara bullerhantering och hur behagliga naturljud kunde introduceras på en plats. De aktiverande ljuden skapade av människor togs inte med i detta projekt då arbetet hade blivit för stort. Som ytterligare arbete skulle olika lösningar relaterade till människoljud också tas fram och undersökas för att ge fler alternativ på hur en bra ljudmiljö kan skapas.

Ytterligare hade själva strategin kunnat göras mer tillgänglig genom att skapa ett fristående dokument. Detta dokument hade kunnat innehålla ljuddesignstrategin, informationstexten och slutligen en verktygslåda. Där verktygen är de exempel på gröna bullerlösningar och behagliga ljud som togs upp i teoridelen. Verktygslådan hade även kunnat innehålla mer information om verktygens (bullerlösningarna och lösningarna för att tillämpningen behagliga ljud) roller och när de är bäst att tillämpa.

5.5. Avslutande ord

Som upprepning skrivs här den översiktliga frågeställningen: ”Hur kan man med hjälp av en ljuddesignstrategi förbättra ljudmiljön i en bostadsgård i Malmö och hur kan denna ljuddesignstrategi utformas på bäst sätt?”. Genom detta projekt har en strategi tagits fram och den hade önskad effekt. Alltså att strategin skulle kunna hjälpa landskapsarkitekten att jobba mer med ljuddesign för att förbättra ljudmiljön

på bostadsgårdar. Att fokusera främst på gröna bullerreducerande lösningar var också ett bra val, då det medför många andra positiva effekter. Under utformningen av strategin möttes en del motgångar exempelvis att en del källor på tillförandet av behagliga ljud var svåra att hitta. Strategin var inte felfri och det fanns ytterligare förbättringar som skulle kunna göras, exempelvis att göra strategin mindre linjär för att vara bättre tillämpad för en verklig designprocess. Det hade behövts fler tester för att säga att denna strategi är effektiv gällande att förbättra ljudmiljön på en bostadsgård. Dock har denna strategi möjligheten att vara hjälpsam och med mer arbete och tester skulle den kunna vara ett användbart verktyg.

Referenser

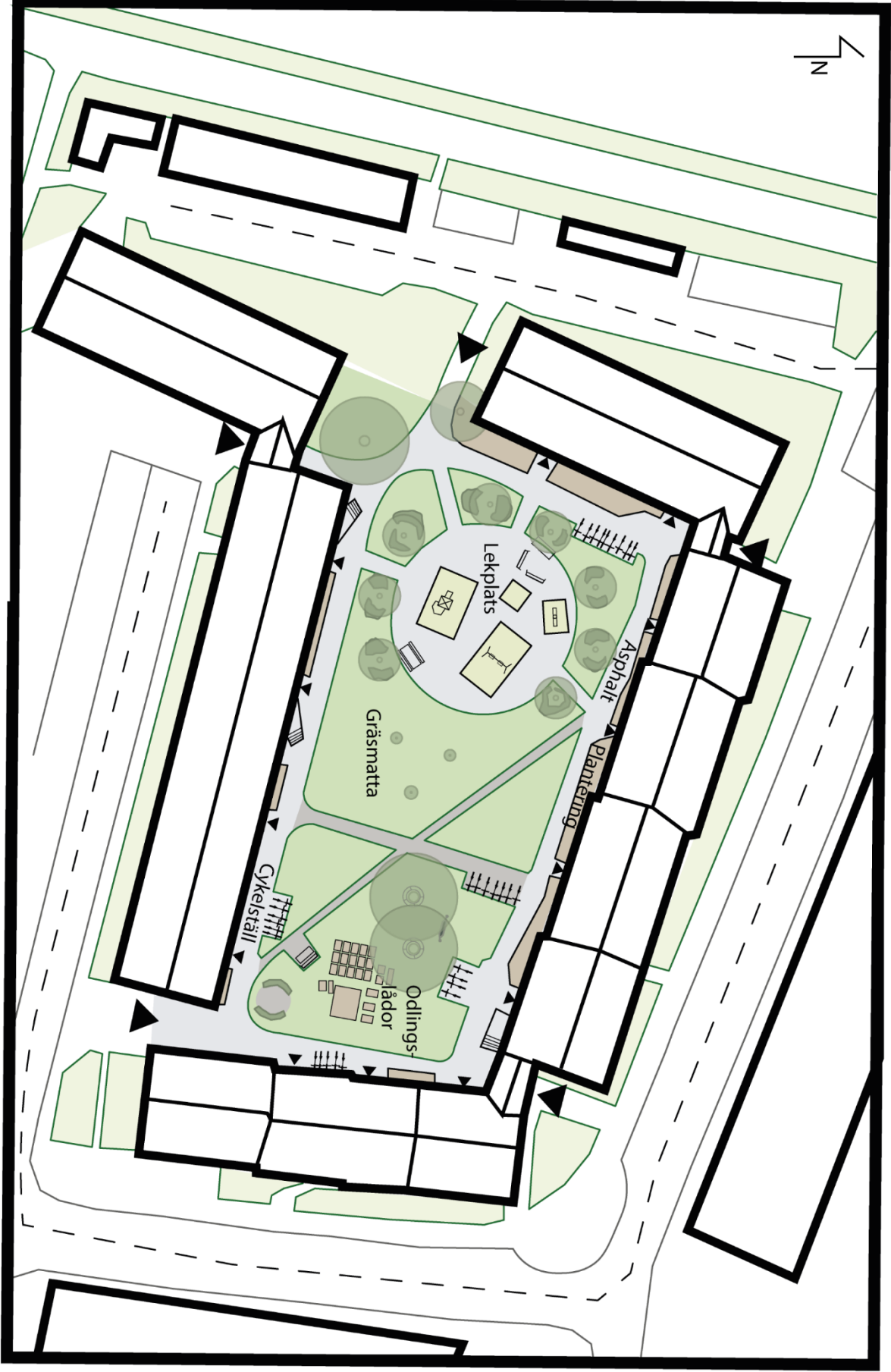
- Asker, A. (2011). *Brus blir bris om tanken är den rätta*. Svenska Dagbladet, 17 augusti. Tillgänglig: <https://www.svd.se/a/a8a203de-ee77-3c89-959a-c8faac902b59/brus-blir-bris-om-tanken-ar-den-ratta> [2022-11-22]
- Cerwén, G. (2010). *Dirigera stadens orkester* - nya Movium-Bulletinen med ljudportal. Tillgänglig: http://www.ljudplanering.se/wp-content/uploads/2013/10/movium-bulletinen_1-2_2010.pdf [2022-11-24]
- C/O City. (2017. A) *Grönytor för god ljudmiljö*. Tillgänglig: <https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2018/09/co-city-gronytor-for-god-ljumiljo-chalmers.pdf> [2023-03-03]
- C/O City. (2017. B). *Gröna lösningar ger levande städer*. Tillgänglig: https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2018/06/grona_losningar_levande_stader-1.pdf [2022-11-22]
- Fransson. A.M, Emilsson. T, Mårtensson. L.M, Rosenlund. H, Månsson. K, Kronvall. J. (2013). *Gröna väggar i skandinaviskt klimat*. Movium Fakta. Tillgänglig: <https://www.movium.slu.se/nytt-movium-fakta-grona-vaggar-i-skandinaviskt-klimat> [2023-03-08]
- Grahn, P. (2011). *Om stödjande miljöer och rofyllda ljud*. I Mossberg, F. (Red.) (2011). *Ljudmiljö, hälsa och stadsbyggnad*. (Ljudmiljöcentrum skriftserie; Vol. 9). Ljudmiljöcentrum vid Lunds universitet. Sida 43–55 Tillgänglig: <https://lucris.lub.lu.se/ws/files/3747067/5142218.pdf#page=45> [2022-11-22]
- Göteborgs universitet. Gidlöf-Gunnarsson, A (red.). Öhrström, E. Kihlman, T. Kropp, W. Forssén, J. Berglund, B. Nilsson, M. E. (2008). *Ljudlandskap för bättre hälsa: resultat och slutsatser från ett multidisciplinärt forskningsprogram*. Göteborg: Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet. Tillgänglig: <https://www.mistra.org/wp-content/uploads/2007/10/Ljudlandskap-Resultat-kortversion-la%CC%8Angversion.pdf> [2022-11-22]
- Hedblom, M. Heyman, E. Antonsson, H. Gunnarsson, B. (2014) *Bird song diversity influences young people's appreciation of urban landscapes*. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 13, Issue 3. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.002> [2022-11-24]
- Hedfors, P. Westerlund, C. (2004). *Hur ska parken klinga?*. Gröna fakta 6/2004, Utemiljö och Movium.

- Hellström, B. (2011). *Akustisk design och hållbar stadsutveckling*. I Mossberg, F. (Red.) (2011). *Ljudmiljö, hälsa och stadsbyggnad*. (Ljudmiljöcentrum skriftserie; Vol. 9). Ljudmiljöcentrum vid Lunds universitet. Sida 25–36. Tillgänglig: <https://lucris.lub.lu.se/ws/files/3747067/5142218.pdf#page=45> [2022-11-22]
- Hosanna (2013). *Novel solutions for quieter and greener cities*. Tillgänglig: https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/208780/local_208780.pdf [2022-11-29]
- Malmö Stad, (2020). *Plan för god ljudmiljö i Malmö Strategier mot omgivningsbuller 2020–2028*. Antagandehandling maj 2020. Tillgänglig: <https://motenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnderstyrelser/kommunstyrelsen/mote-2021-05-05/agenda/plan-for-god-ljudmiljo-i-malmo-2020-2028-antagandehandling-daterad-200525pdf?downloadMode=open> [2022-12-09]
- Nationalencyklopedin, (u.å.). *Asp*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/asp> [2022-11-28]
- Natursidan (2015). *Rätt buskar och träd för att locka fler fåglar till trädgården*. Tillgänglig: <https://www.natursidan.se/nyheter/ratt-buskar-och-trad-for-att-locka-fler-faglar-till-tradgarden/> [2022-11-23]
- Naturvårdsverket (2007). *God ljudmiljö...mer än bara frihet från buller*. Stockholm: Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/5700/978-91-620-5709-x.pdf> [2022-12-10]
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Ängar och hagar*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/mark-och-vattenanvandning/odlingslandskapet/angar-och-hagar/> [2022-11-23]
- Nilsson, M. E. Berglund, B. (2006). *Soundscape quality in suburban green areas and city parks*. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/233638356_Soundscape_Quality_in_Suburban_Green_Areas_and_City_Parks [2023-02-13]
- Pettersson Skog, A, Malmberg, J, Emilsson, T, Jägerhök, T, Capener, C.M. (2021) *Grönatakhåndboken*. (Andra utgåvan). Stockholm: Svensk byggtjänst. Tillgänglig: <https://gronatakhandboken.se/> [2023-03-08]
- Renterghem, T.V. (2018) *Towards explaining the positive effect of vegetation on the perception of environmental noise*. Tillgänglig: https://users.ugent.be/~tvrenter/publicaties/UFUG_greenperception.pdf [2023-03-02]
- Renterghem, T.V. Botteldooren, D. (2012) *Focused study on the quiet side effect at dwellings highly exposed by road traffic noise*. Tillgänglig: <https://www.mdpi.com/1660-4601/9/12/4292.xml> [2023-03-02]
- Renterghem, T.V. Botteldooren, D. (2015) *View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads*. Tillgänglig:

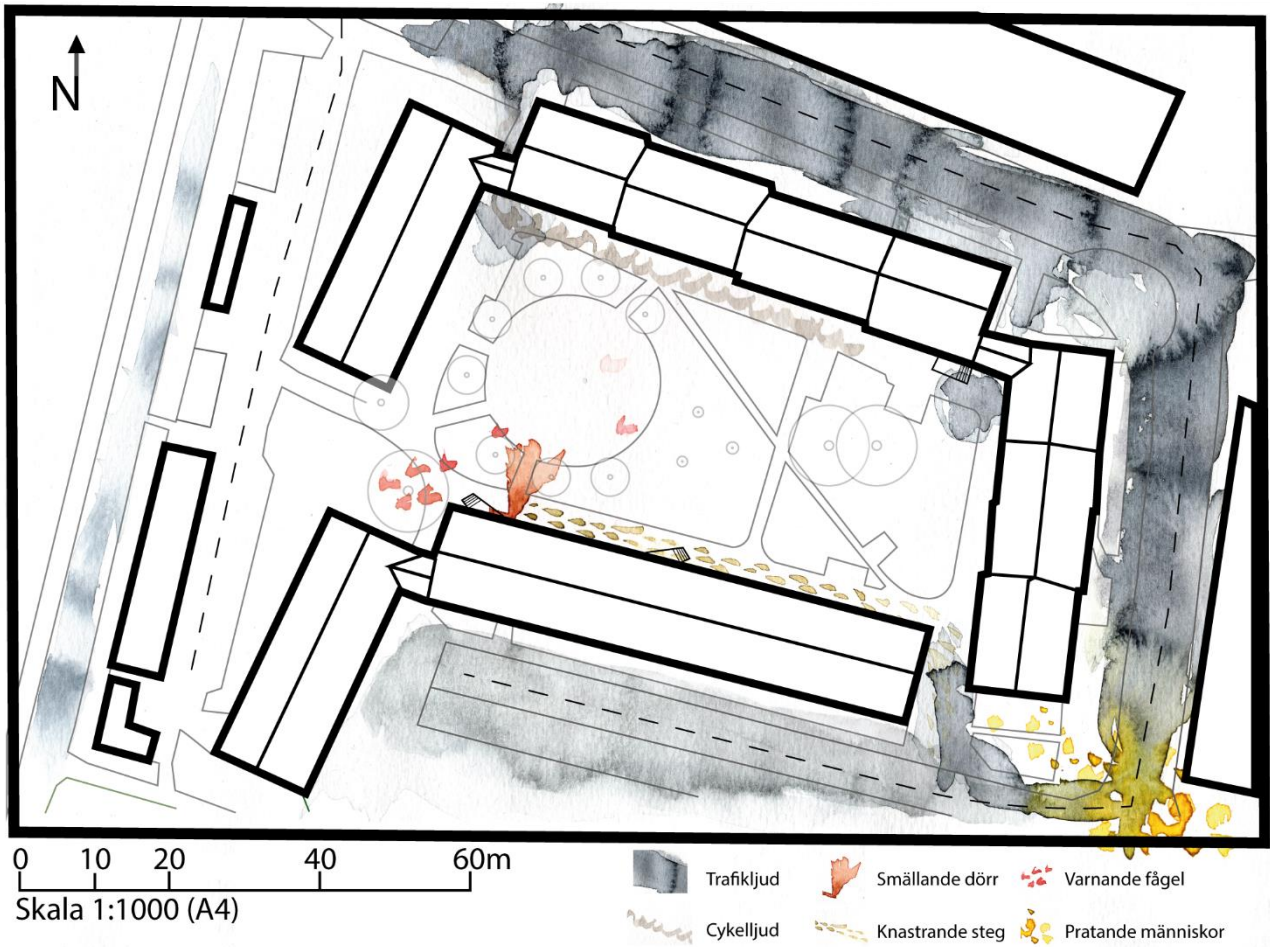
- https://users.ugent.be/~tvrenter/publicaties/LUP_viewonoutdoorvegetation.pdf [2023-03-02]
- Renterghem, T.V, Forssén, J, Attenborough, K, Jean, P, Defrance, J, Kornikx, M, Kang, J (2015). *Using natural means to reduce surface transport noise during propagation outdoors* Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X15000067> [2023-03-07]
- Renterghem, T.V. Hornikx, M. Forssen, J. Botteldooren, D. (2013) *The potential of building envelope greening to achieve quietness*. Tillgänglig: <https://users.ugent.be/~tvrenter/publicaties/envelopegreeningpotential.pdf> [2023-03-02]
- SFS (2015:216) *Förordning om trafikbuller vid bostadsbyggnader*. Landsbygds- och infrastrukturdepartementet SPN
- Stockholms stad (2019). *Gröna lösningar för en bättre ljudmiljö*. Stockholm: Stockholms stad, Tekniska nämndhuset. Tillgänglig: <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/buller/Grona-losningar-for-en-battare-ljudmiljo.pdf> [2022-11-22]
- Stockholms stad, (u.å.)A. *God Ljudmiljö i parker & grönområden*. Tillgänglig: <https://tillstand.stockholm/globalassets/foretag-och-organisationer/tillstand-och-regler/tillstand-regler-och-tillsyn/lokal-och-fastigheter/handboker-och-riktlinjer-vid-byggnation-i-stockholm/handbok-god-ljudmiljo-version-220516-ta.pdf> [2022-11-22]
- Stockholm stad. (u.å.)B. *Prioriterade åtgärder för genomförande av åtgärdsprogram mot buller 2019–2023*. Tillgänglig: <https://anyflip.com/uggm/nmqf/basic> [2022-11-22]
- Sveriges kommuner och landsting (2017). *Skapa goda ljudmiljöer: handbok i trafikbullerskydd* Tillgänglig: https://skr.se/download/18.42336a32177c8ab158d592c8/1615816494595/SKL_S5_Skapa-goda-ljudmiljoer_webb.pdf [2023-03-02]
- Wærn, K. (2001). *Grusgångar i trädgården*. Svenska byggnadsvårdsföreningen. Tillgänglig: <https://byggnadsvard.se/grusgangar-i-tradgarden/> [2022-11-24]

Bilaga 1

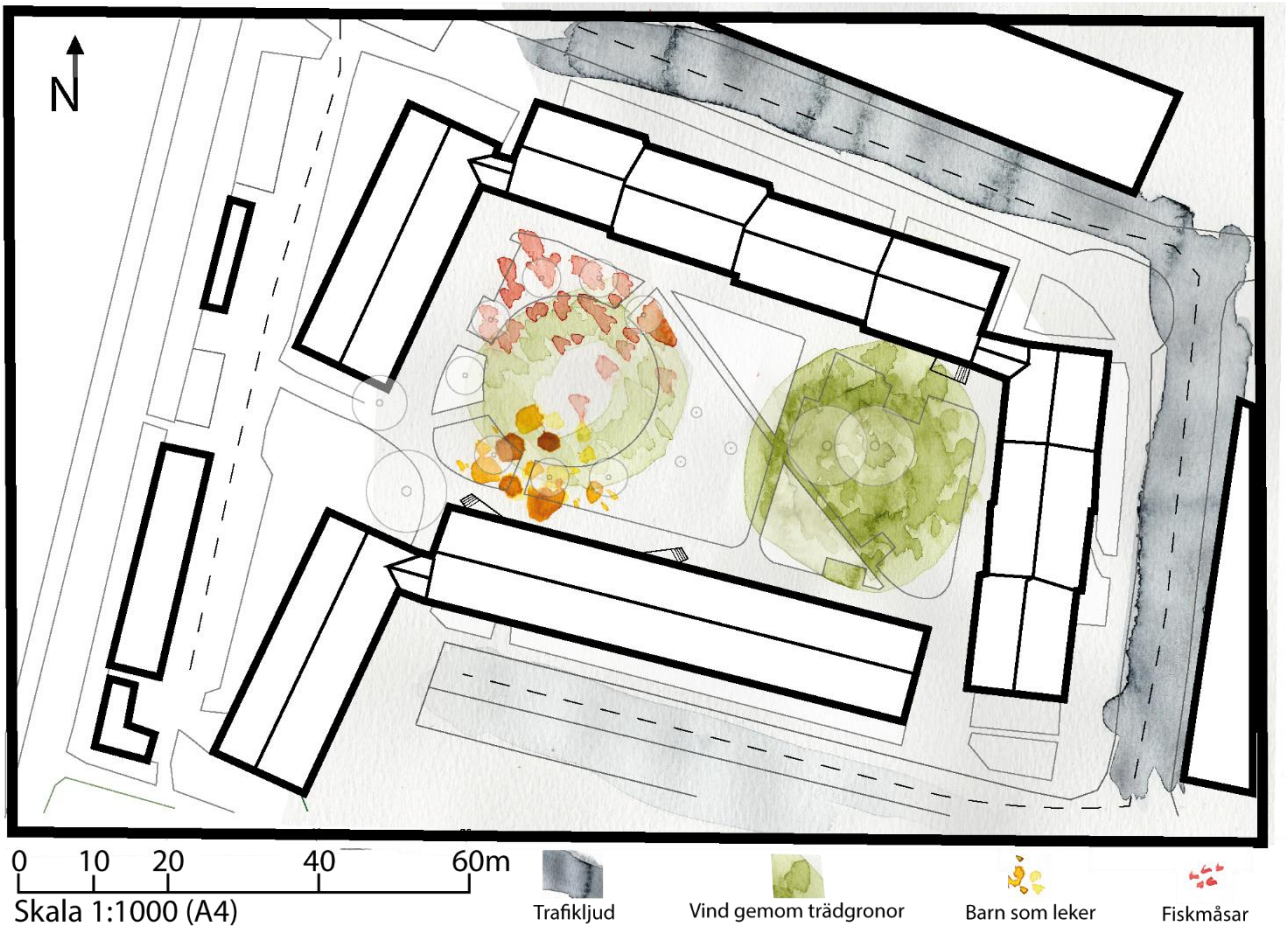
0 10 20 40 60m
Skala 1:700 (A4)
▼ Bostadsentré
▼ Gårdsentré



Bilaga 2

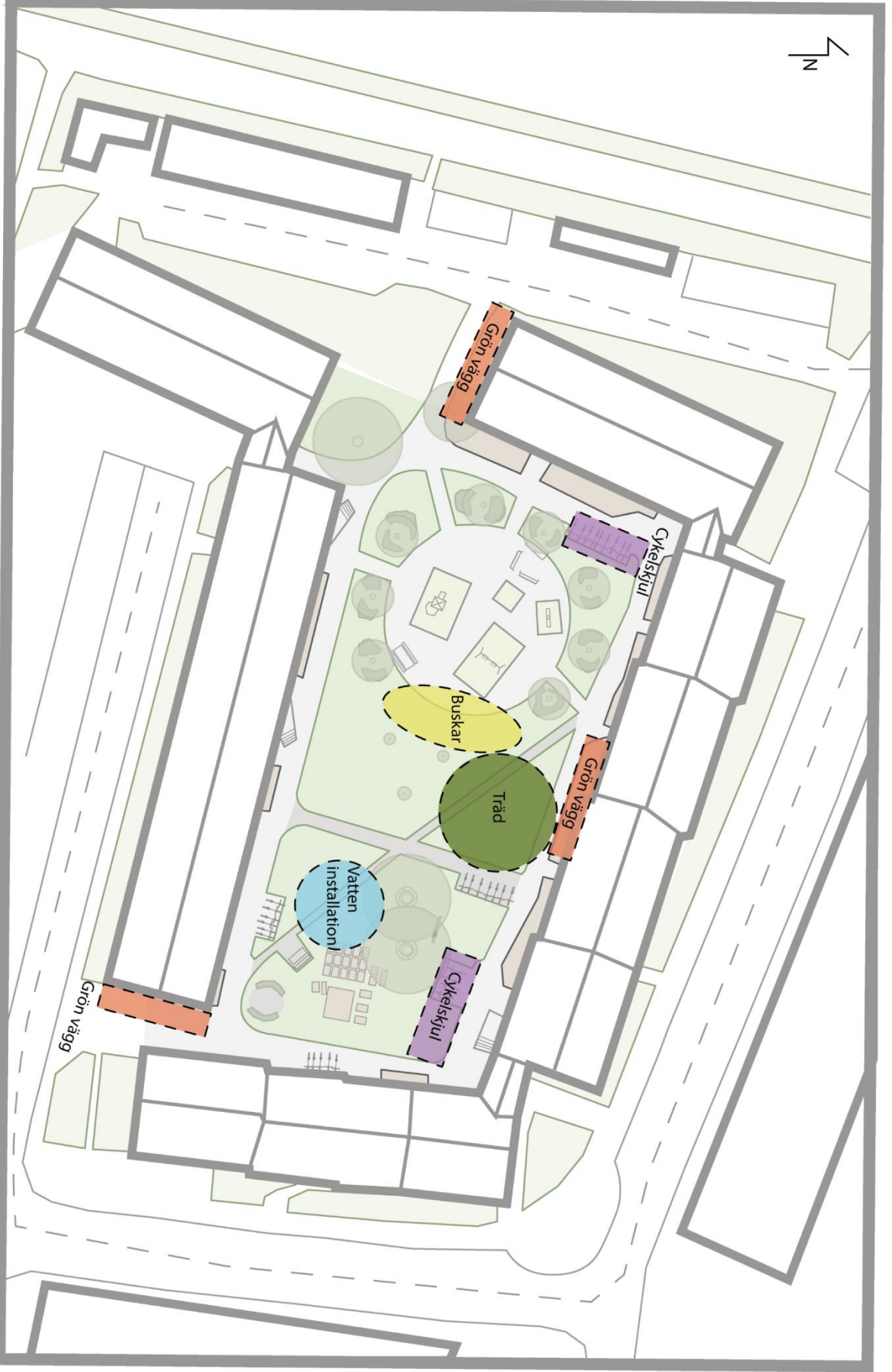


Bilaga 3

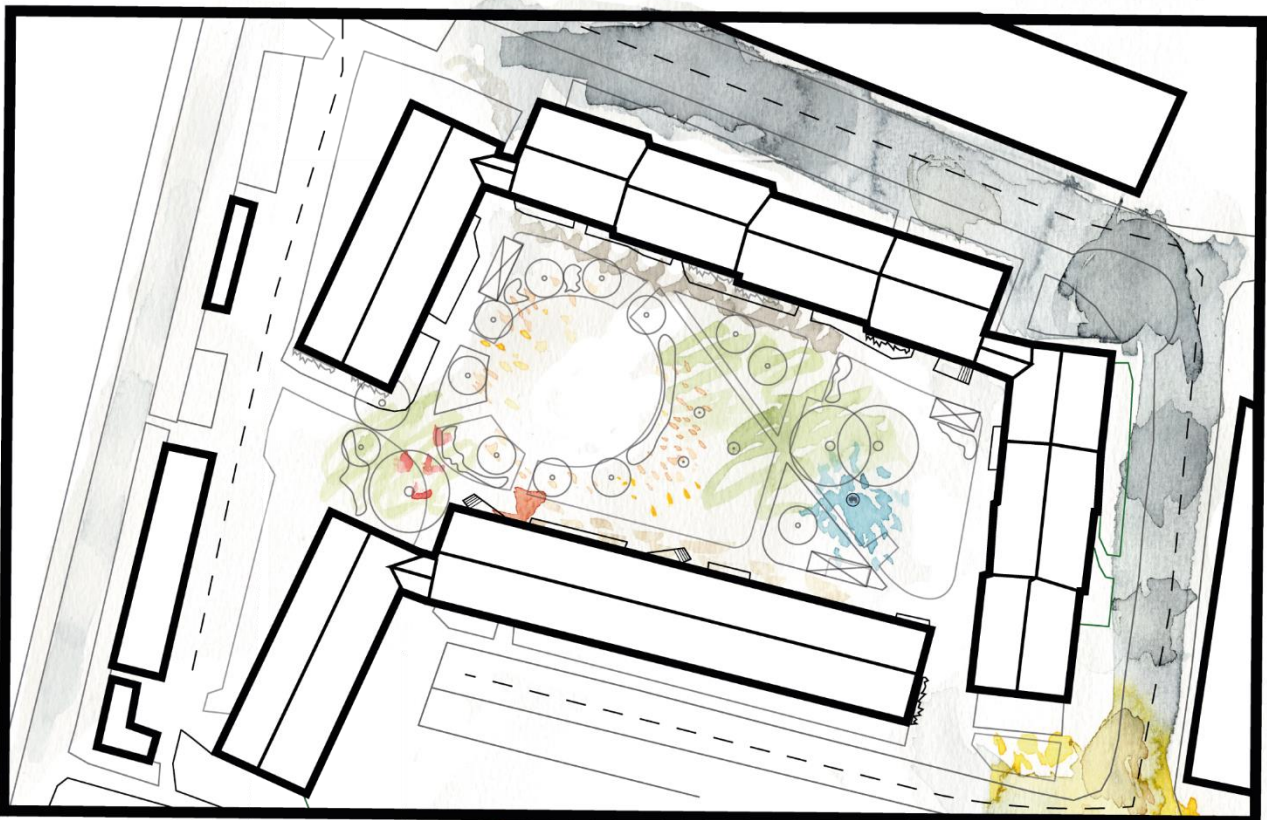


Bilaga 4

0 10 20 40 60m
Skala 1:700 (A4)



Bilaga 5



- | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
|  Trafikljud |  Cykelljud |  Dörr som stänger |  Porlande vattenljud |  Kvittrande småfåglar |  Vind genom trädkornor |
|  Pratande |  Gå-ljud |  Varande skata | | | |

0 10 20 40 60m

Skala 1:1000 (A4)