
*PM Startprojekt Uppsala
nätinfrastruktur*

Sammanfattning.....	3
1. Bakgrund och förutsättningar	4
Kommunens tillståndsmål för energi och vatten	5
Energiprogrammets tillståndsmål	5
Vattenprogrammets tillståndsmål	6
2. Syfte och mål	6
Stöd till FÖP för sydöstra stadsdelarna inklusive Bergsbrunna.....	6
Fördjupningsområden	7
Specifika målsättningar	8
Avgränsningar.....	8
3. Rekommendationer för olika systemnivåer	8
Aspekter av samlokalisering och integrering av samhällstekniska system	8
Systemöversikt	9
Försörjningsnät till stadsdelen	10
Stadsdels- och kvartershubbar.....	11
Områdeslokala nätdistributionssystem	12
Byggnadernas interna system	12
Utvärderingskriterier	13
4. Fördjupade utredningar och pilotprojekt.....	13
5. Slutsatser	15
6. Bilagor.....	16
Bilaga 1 – Integreringsaspekter av olika verksamhetstyper.....	16
Bilaga 2 – Erfarenheter från Vallastaden	19
Bilaga 3 – Geologisk översikt.....	21
Bilaga 4 – Arbetsprocess	22

Sammanfattning

Uppsala kommuns ambitiösa hållbarhetsmål om att vara klimatpositivt 2050 ställer höga krav på de tekniska försörjningssystem och de aktörer som i handhåller systemen. Uppsalapakets innehåll gör dessa utmaningar ännu mer påtagliga, då en ökande befolkning och nya verksamheter innebär en ökad komplexitet. Denna utveckling i kombination med begränsade förutsättningar vad gäller färskvatten och tillgänglig effektkapacitet i elnätet den närmsta tiden gör det nödvändigt att utvärdera alla möjliga vägar för ökad resurseffektivitet.

Denna rapport har tagits fram som en produkt av det startprojekt som inleder det omfattande arbete som krävs för att uppnå målen satta för Uppsalapakets. Målet har varit att föda in tankar, koncept och målbilder från kommunens olika strategiska dokument till planeringsprocessen för Uppsalapakets och specifikt FÖP Bergsbrunna, främst gällande samförläggning av nätinfrastuktur.

Samförläggning av nätinfrastuktur är en möjlig väg framåt för utökad resurseffektivitet, främst genom möjliggörande av återanvändning och delning av resurser på ett mer effektivt sätt än idag. Samförläggning av nätinfrastuktur kan delas in i fyra huvudsakliga systemnivåer: Försörjningsnät till stadsdelen, stadsdels- och kvartershubbar, områdeslokala nätdistributionssystem samt byggnadernas interna system.

Samförläggning kan ske på olika sätt på varje systemnivå, med olika omfattning på fördelaktiga konsekvenser. Systemnivåerna är dock sammankopplade, där exempelvis värmeåtervinning av tappvarmvatten på byggnadsnivå kan tyckas bra i en lokal kontext samtidigt som det påverkar befintliga processer i stadens vattenreningsverk negativt. Därför är det viktigt att optimera arbetet med ett övergripande livscykelperspektiv för bäst klimatpositiva effekt.

Några av de potentiella fördelarna med samförläggning av infrastrukturer, oavsett systemnivå är: Förenklade underhållsrutiner, minskade störningar i stadsmiljön vid underhåll då vägen inte behöver grävas upp samt skapa förutsättningar för att kunna balansera lokala över- och underskott av resurser som el, värme eller vatten. Det kan även innebära en ökad redundans på systemnivå, då nätet är sammankopplat på flera olika sätt med olika försörjningspunkter.

Det finns även vissa utmaningar som potentiellt kan uppkomma, oavsett systemnivå: Hur ser ägandeskapsfördelningen ut? Vilka rutiner behövs kring underhåll vid samförlagd infrastrukturer? Kräver det mer fysiskt utrymme än traditionell förläggning? Vilka krav på säkerhet behöver förändras? Dessa utmaningar behöver utredas vidare i fördjupningsprojekt i syfte att värdera tillvägagångssätt för att möta dem. Vissa av utmaningarna står dock utanför kommunens direkta rådighet, exempelvis avseende gällande lagstiftning för att dela el mellan olika byggnader. Här är det till viss del kommunens uppgift att lobba gentemot lagstiftarna för att få till de förändringar som krävs.

För att utvärdera framtida samförläggningssalternativ bör ett antal kriterier efterföljas. Värdering av parametrar så som hållbarhet, funktionalitet, integrering i stadsmiljön samt planering och genomförande rekommenderas, men även innovationsgrad och mervärde för stadens invånare/verksamheter kan vara av intresse.

Utöver underlaget presenterat ovan har projektet även resulterat i förslag på fördjupningsprojekt som vidare utreder infrastrukturen på pilot- och systemnivå. Samverkansprocessen mellan kommun och nätägare har också utökats i samband med workshops och arbetsgruppsmöten.

1. Bakgrund och förutsättningar

Som en del i att leva upp till de olika hållbarhetsmål som kommunen arbetar med finns målet om ett klimatpositivt Uppsala 2050. Detta innebär bland annat att:

- Nya stadsdelar behöver byggas med radikalt bättre miljö- och klimatprestanda än vad som sker idag
- Systemen för energi, näringsämnen, vatten, transporter osv behöver bli helt fossilfria, vara en del i samhällets integrerade flödeskretslopp och där så är möjligt bidra till bindning av atmosfäriskt kol (dvs ha negativa utsläpp).

Detta ska ske i en situation där:

- Stadens befolkning och näringsverksamhet växer, vilket ger en möjlighet att tänka nytt
- Nya lösningar testas samtidigt som det inte är exakt klart hur framtidens tekniska infrastruktur kommer att se ut
- Kapaciteten i regionens elnät är fullt utnyttjad och stora investeringar behöver göras för att bygga bort flaskhalsar, vilket tar tid och ligger utanför såväl kommunens som distributionsnätsägarens rådighet.
- Nuvarande råvattenkälla för produktion av dricksvatten är till stor del fullt utnyttjad. Ny råvattenkälla till Uppsala kräver stora investeringar, vilket innebär att minskad vattenförbrukning är en viktig fråga. Även stora investeringar i reningsverk och nytt vattenverk ligger i framtiden.
- Värdet på resurser kan förväntas öka. Det blir viktigare att hushålla med resurser och sluta kretslopp, till exempel genom en ökad återföring av näring.
- Klimatförändringar kommer att innebära större variabilitet och mer extremt väder. Planering för blötare och torrare perioder kommer inte att på samma sätt som idag kunna utgå från historiska data.

Uppsalapaketet innebär investeringar i mångmiljardklassen för transportinfrastruktur, verksamhetslokaler och bostäder inklusive:

- 4-spår mellan Uppsala och Stockholm
- Ny järnvägsstation i Bergsbrunna
- Spårväg i södra Uppsala
- 33 000 bostäder och 10 000 – 20 000 arbetsplatser

Ett av målen är att skapa världens mest moderna och hållbara stadsdel med stor fokus på teknisk och social innovation.

ut, vilket innebär att den fysiska planeringen bör ha detta i åtanke (tex bör källor till överskottsvärme inte placeras långt från potentiella mottagare av värme), på samma sätt som matavfall självklart ska ingå i ett kretslopp som återvinner näringsämnen och producerar biogas. Minskning av extern tillförsel till följd av att de områdesinterna energisystemen täcker upp en större del av energi- och effektbehoven genom produktion och effektivisering medför naturligt ett mindre behov av fysisk, resurskrävande, infrastruktur för energiproduktion och -distribution.

Tillgängligt, tryggt, jämlikt och integrerat energisystem

Detta mål handlar till stor del om spelregler och förutsättningar för att energisystemet inte ska missgynna enskilda grupper, samt att integration mot andra system (jordbruk, transporter etc) blir en framtida förutsättning för ett fungerande energisystem.

Vattenprogrammets tillståndsmål

Naturligt och rent vatten

Exploatering i Bergsbrunna behöver ta hänsyn både till att långsiktigt trygga tillgång till rent vatten samt att biologiska och ekologiska värden skyddas eller förbättras. Mer specifikt handlar det bland annat om att bevara vattenbalansen och att minimera utsläpp av föroreningar till yt- och grundvatten.

Attraktivt och tillgängligt vatten

Invånare har tillgång till vatten för olika aktiviteter, vatten synliggörs där förutsättningar finns, och kommunen nyttjar vatten som en resurs för att stärka såväl sociala som ekonomiska och ekologiska värden. Ett exempel på detta är att nyttja naturliga vattenflöden och/eller anlagda stråk som en del i dagvattenavledning.

Klimatsäkrad vattenhantering

Exploatering innefattar förebyggande åtgärder för översvämningar eller längre torrperioder för att trygga en säker vattenförsörjning samt skydda invånare, egendom och ekosystem. För Bergsbrunna kan detta handla om olika vattenbesparande lösningar, till exempel att under perioder lagra dagvatten för att avlasta infrastruktur och bygga in beredskap för torrperioder.

2. Syfte och mål

Stöd till FÖP för de sydöstra stadsdelarna

Denna rapport redovisar resultatet av det startprojekt som inleder det omfattande arbete som krävs för att uppnå de mål som sätts för utvecklingen av Uppsalapaketet och FÖP sydöstra stadsdelarna. Startprojektet har som mål att föda in tankar, koncept och målbilder från kommunens Översiktsplan, Vattenprogram¹ och Energiprogram 2050² till planeringsprocessen för Uppsalapaketet och specifikt FÖP sydöstra stadsdelarna.

Startprojektet möjliggör att

- Koncept, nomenklatur, tidsplan och processer är förankrat hos nyckelaktörer
- Planering av nätinfrastrukturen kommer igång i ett tidigt skede för att skapa underlag till FÖP-arbetet

¹ Vattenprogram för Uppsala Kommun antaget 7 december 2015

² Energiprogram 2050 antaget 28 maj 2018

- Fördjupningsprojekt för att testa och utreda små- och storskaliga nätinfrastrukturlösningar identifieras och kan initieras

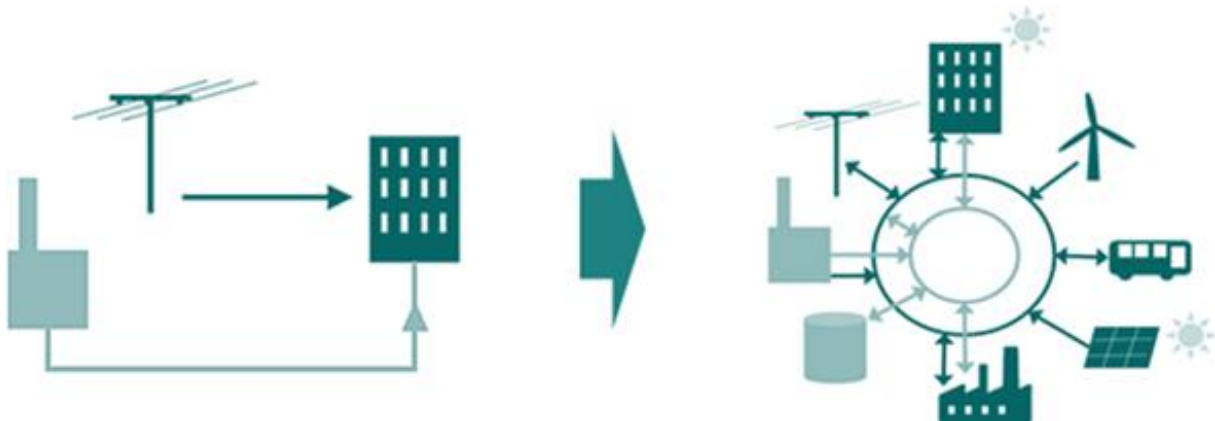
Den stadsutvecklingsprocess som pågår i de sydöstra stadsdelarna behöver uppfylla högt ställda krav för hållbarhet för att bidra till kommunens övergripande mål. I många fall sker planering av nätinfrastystem i ett relativt sent skede i planeringsprocessen, eller sker parallellt med den fysiska stadsplaneringen utan täta interaktioner. Detta leder ofta till att inledningsvis höga ambitionsnivåer inte fullt ut slår igenom i den färdiga bebyggelsen. Detta startprojekt har som ansats att i ett tidigt skede bistå med underlag till FÖP-processen för att stödja integration av energifrågor hos nyckelaktörer utanför den traditionella energisektorn (för arbetsprocess, se Bilaga 4).

För att fullt ut kunna utnyttja synergier mellan olika nätbaserade infrastruktursystem krävs att planeringsprocesserna för dessa samordnas med den övergripande områdesplaneringen. Funktionskrav och utrymmesbehov behöver utredas i relation till tänkt bebyggelse och andra system, såväl tekniska som ekologiska.

Fördjupningsområden

Startprojektet har fördjupat sig i följande tekniska områden:

- Fysisk samförläggning av nätbaserad infrastruktur för energi, vatten och avlopp
- Funktionell integrering av system för energi och vatten för att skapa värden som kan vara svåra för enskilda aktörer att göra på egen hand, samt hur olika system ska samverka med varandra, byggnader, samhällsfunktioner och användare.



Figur 2. Den omställning energisektorn just nu genomgår kan illustrera övergången från linjärt till cirkulärt och integrerat (källa: Sweco/Uppsala Kommun)

Eftersom ingen idag känner till exakt vilka tekniska lösningar som kommer att användas för att energi- och vattensystemen i framtiden ska uppfylla hållbarhetsmål, behöver den infrastruktur som planeras vara flexibel nog att kunna inkorporera nya tekniska och affärsmässiga lösningar under dess livslängd. För att uppnå detta behöver följande kriterier uppfyllas:

- Uppfyllande av grundläggande ansvar respektive aktör har att leverera tjänster till sina kunder enligt uppdrag
- En fungerande affärsmodell inom ramen för rådande regelverk
- Utrymme behöver reserveras och flexibilitet byggas in för att framtida lösningar tänks in från början
- Informations- och kommunikationstekniska lösningar (ICT) samt övergripande affärsmodeller behöver kunna hantera att byggnader, systemfunktioner och flöden kanske inte har samma ägare under hela sin tekniska livslängd

- Funktionalitet som möjliggör effektiv samverkan mellan nuvarande och nya infrastrukturella lösningar måste utvecklas och förvaltas över lång tid.

Specifika målsättningar

Projektet är ett samverkansprojekt för införande av integrerade och samordnade nätinfrastuktursystem kopplat till Uppsalapaketet i planeringsarbetet. Projektets specifika målsättningar är att

1. Skapa underlag för hur nätinfrastrukturen i Bergsbrunna lämpligen ska planeras till programarbetet, samt identifiera och påtala behovet av ett övergripande system för optimal konstruktion och förläggning av nätinfrastuktur i Bergsbrunna. Det inkluderar bland annat lösningar på kvartersnivå som är nödvändiga för att integrera olika typer av tekniska system. Inom staden är det primärt fyra olika nivåer som behöver analyseras: Försörjningsnät till stadsdelen; Stadsdels- och kvartershubbar där olika flöden och funktioner samlas för att optimera prestanda utöver vad enskilda byggnader förmår på egen hand; Områdeslokala nätdistributionssystem som, genom att kopplas ihop, bidrar till minskat resursbehov samt byggnadernas interna system för effektivare resursutnyttjande.
2. Identifiera, och lägga grunden till, fördjupningsprojekt som vidare utreder infrastrukturen på pilotnivå och systemnivå. Fördjupningsprojekten löper parallellt som ett stöd till samhällsbyggnadsprocessen och upphandling.
3. Utöka och fördjupa samverkansprocessen mellan kommun och nätägare.

Avgränsningar

Systemgränsen för startprojektets analys har varit det geografiska området för FÖP sydöstra stadsdelarna. Startprojektet har inte fokuserat på att i detalj utreda olika aspekter vid samförläggning av nätinfrastuktur, och därför har frågor kopplade till olika typer av energisystem, avfalls- och dagvattenhantering endast berörts ytligt. Fördjupningar inom de olika områdena sker istället i framtida fördjupningsprojekt. Dessa områden är dock start kopplade till de hållbarhetsmål som tidigare nämnts, och är viktiga delar av infrastrukturen i det framtida Bergsbrunna. Startprojektet vill framhäva att det även inom dessa områden finns utrymme för innovationer, till exempel kopplat till utsortering av avfall och fördröjning och rening av dagvatten.

Funktionskrav, utrymmesbehov, lokala förutsättningar (exempelvis geologi, se överblick i Bilaga 3) och andra aspekter som ställs i relation till andra system och funktioner i sydöstra stadsdelarna utreds heller inte i detalj inom ramen för startprojektet. Inte heller de beteendeförändringar som kan krävas för att nå Uppsalas ambitiösa mål omnämns i det här skedet.

3. Rekommendationer för olika systemnivåer

Detta avsnitt beskriver översiktligt en uppsättning alternativ för hur områdets nätinfrastuktur för energi och vatten kan utformas och integreras med stadsdelens bebyggelse och omkringliggande system.

Systemgränsen är placerad kring stadsdelen, och därmed inkluderas inte hur försörjningen går till eller var den kommer ifrån om dessa punkter ligger utanför stadsdelen.

Aspekter av samlokalisering och integrering av samhällstekniska system

Inom ramen för detta startprojekt har följande typer av system analyserats ur perspektivet att hitta värden och kostnader för samlokalisering och integrering:

- Nätburen distribution av värme/kyla samt vatten/avlopp kopplat till lokala återvinningar och kretslopp
- Nätburen distribution av värme/kyla samt vatten/avlopp kopplat till lokal balansering, lagring och flexibilitet
- Lager för energi och vatten samt hur dessa kan samverka och öka lokal robusthet
- Flexibilitet att skifta mellan olika energibärare (el, vatten, gas, ånga etc.) beroende på samhällets behov
- Olika typer av samförläggning av nätinfrastuktur samt hur dessa fysiskt kan kopplas samman

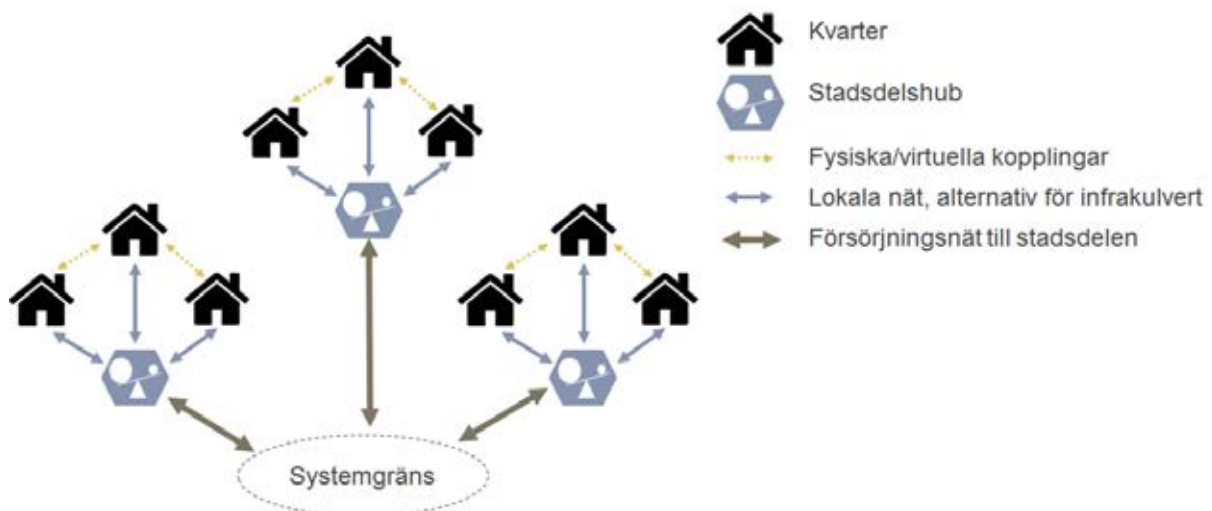
Ur detta perspektiv är de värden som kan skapas genom att samlokalisera verksamheter med olika förbrukningsprofiler främst ett effektivt utnyttjande av energi (se Bilaga 1) och vatten som tillförs stadsdelen.

Systemöversikt

De fyra systemnivåer som identifierats i startprojektet för att utreda värdet av samlokalisering och integrering är:

- Försörjningsnät till stadsdelen
- Stadsdels- och kvartershubbar
- Områdeslokala nätdistributionssystem
- Byggnadernas interna system (tex separering av vattenflöden är helt beroende av att detta sker inne i byggnader)

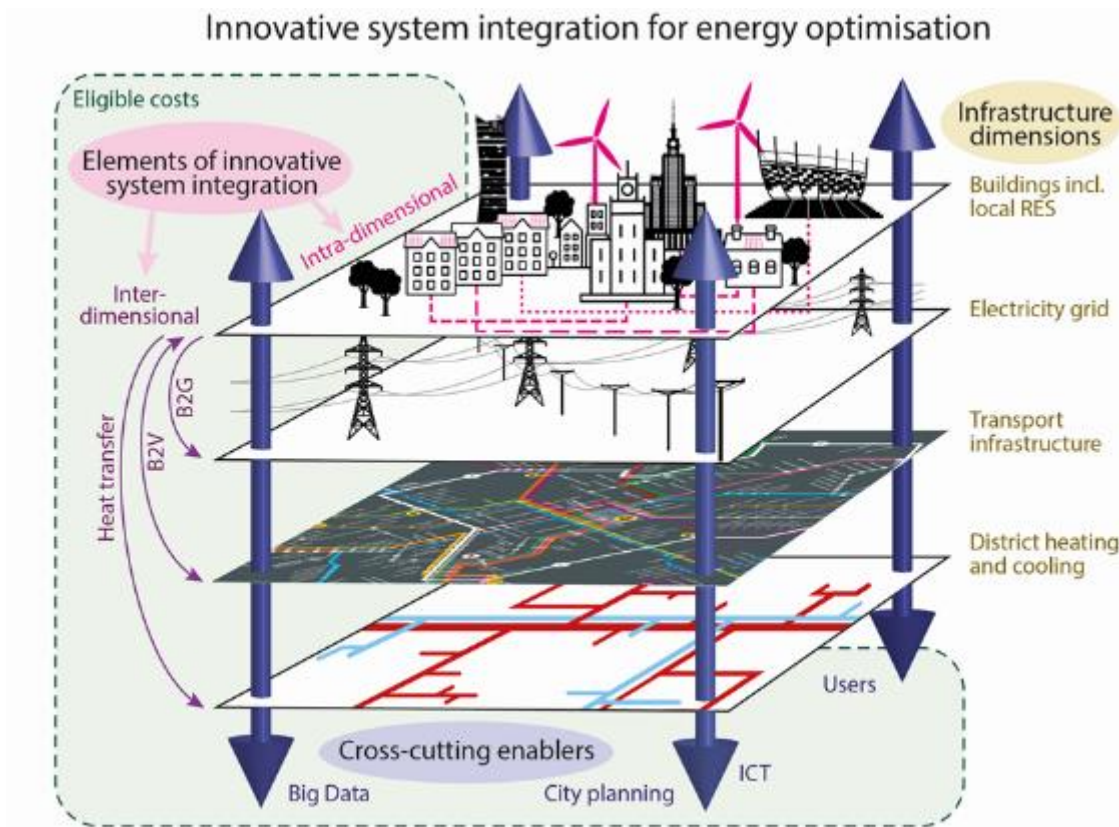
Hur dessa kan relatera till varandra visas översiktligt i Figur 3. Till detta kommer nivån på byggnadsinterna system. Det finns flera olika sätt att fördela dessa systemnivåer, exempelvis vad gäller interaktionen mellan befintlig och ny bebyggelse. Systemnivåerna är kontextberoende, där olika aktörer och processer kräver olika definitioner. Notera att "kvarter" och "stadsdelshub" även inkluderar verksamheter och lokaler, och inte endast består av bostäder.



Figur 3. Principskiss över de olika systemnivåerna för nätinfrastuktur i en stadsdel. (källa: Sweco)

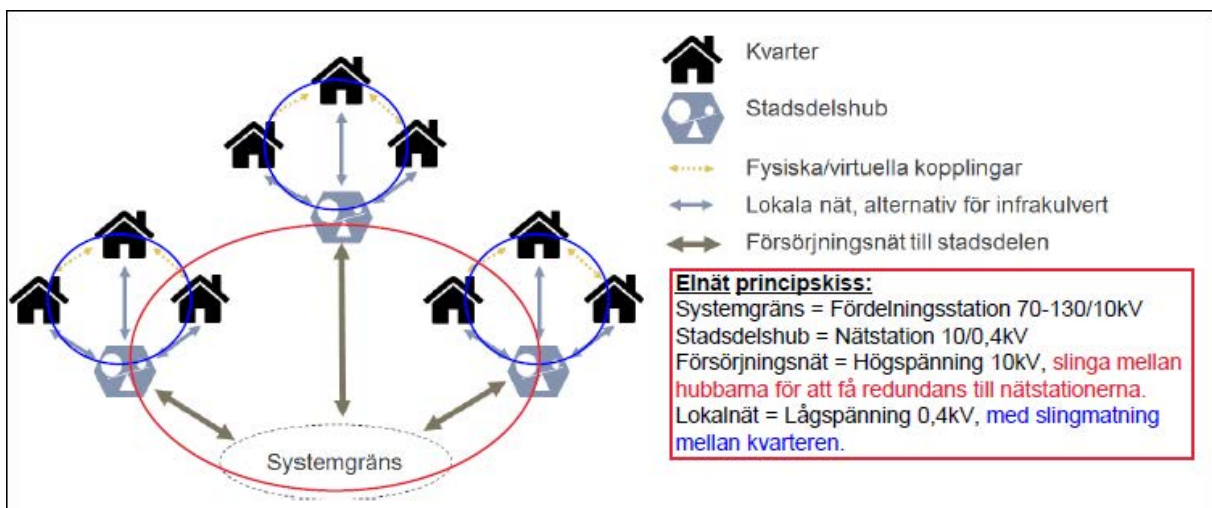
Huvudfrågan är genomgående vad som kommer kunna, eller behöva, göras annorlunda i framtiden jämfört med hur vi gör idag, samt vem som ansvarar för olika delar såväl som att helheten fungerar.

Utöver de fysiska systemnivåerna integreras även system ihop i andra dimensioner som användare, ICT, stadsplanering och så vidare. Detta illustreras för energi- och transportsystemen i Figur 4.



Figur 4. Illustration över olika typer av system som kopplas allt tätare samman, exempelvis för energi och transport (källa: Sweco/Uppsala kommun)

Infrastrukturen och dess utformning varierar beroende på vilken systemnivå som diskuteras, särskilt vad gäller vad gäller fysiska dimensioner, flödesstorlekar och säkerhetsrutiner. Ett exempel på vad denna uppdelning i systemnivåer konkret betyder visas för elnät i Figur 5 nedan.



Figur 5. Principskiss över de olika systemnivåerna för elnät i en stadsdel. (Källa: Sweco och Vattenfall)

Försörjningsnät till stadsdelen

Större matningsnät kommer från olika punkter geografiskt, och lämpar sig därför generellt inte för fysisk samförläggning i ett gemensamt system. Det gör att övergången från kringliggande system till stadsdelen är beroende av annan, extern infrastruktur (som värme-, vatten- och reningsverk), vilken

vatten, gas med mera. Hubbarna måste kunna styras tillsammans med individuella byggnader, såväl som med kringliggande nät, för att skapa substantiella värden på stadsdelsnivå.

Viktiga parametrar vid utformning blir att identifiera och definiera:

- En tydlig gräns för vad hubben ska försörja för att skapa en tydligare förståelse över hur behov, försörjning, lokal produktion och lagring ser ut.
- Vilka utmaningar området står inför idag och i framtiden. Just nu är effektfrågan på elnätet en viktig fråga, men i framtiden kommer även andra tillkomma vilket behöver tas med i planeringsprocessen.
- Vilket fysiskt utrymme kan göras tillgängligt för hubben, och hur ska den lokaliseras i förhållande till annan bebyggelse.

Områdeslokala nätdistributionssystem

På platser där markvärdet är viktigt, eller där ytterligare frihetsgrader i den fysiska planeringen kan skapa betydande värden för stadsbilden, bör samförläggning av lokala nät (för el, vatten, avlopp, värme, gas etc) i någon form beaktas, exempelvis infrakulvert likt lösningen som implementerats i Vallastaden, Linköping (se Bilaga 2. Här finns även en lista över för- och nackdelar som noterats av inblandade aktörer i det specifika projektet).

Vid samförläggning av nät inom lokala distributionssystem finns en rad tekniska och regelmässiga begränsningar att hantera:

- Tillgång till system behöver säkras för underhåll utan behov av att fastighetsägare behöver kontaktas vid underhåll, vilket ställer krav på fastighetsbildningens struktur.
- I de fall lokala över- och underskott kan balanseras mot varandra direkt bör hopkopplingar som möjliggör detta undersökas. Detta kan handla om att till exempel direkt värmeöverföring mellan två byggnader.
- Värmenät som ska samförläggas med annan infrastruktur i en infrakulvert bör vara lågtemperaturssystem, främst av säkerhetsskäl för de som arbetar och vistas i kulverten under drift. Dock kan värmenät som samförläggs med el och avlopp i schakt och inte i en infrakulvert ha normala temperaturer i sina ledningar.
- Koncessionslagstiftning för elnät, i de fall man väljer att sammankoppla olika elsystem med varandra direkt, utan att koppla upp sig mot nätägarens elnät.

Dagvattenhanteringen är en viktig fråga för eventuell samförläggning av nätinфраstruktur. Avledning via infrakulvert kan antas vara mindre lämpligt för dagvatten eftersom det troligen innebär krav på pumpning, vilket kräver energi och ställer särskilda krav på säkerhet, samt att flödesvolymerna kan vara så pass stora för att det inte finns utrymme för den typen av system i kulverten. För att dagvattnet inte ska hanteras i ett separat ledningsnät, då vissa mervärden med nätinfrakulvert troligen går förlorade, behöver man istället fundera på alternativ hantering, till exempel via ytavrinning. Frågan om alternativ dagvattenhantering behöver kopplas till lokala kretslopp och grönområden och har inte utvärderats inom startprojektet.

Byggnadernas interna system

Då framtida infrastruktur kommer behöva uppdelade system inne i hus bör detta beaktas i tidigt skede, eftersom det kommer leda till ändrade eller nya krav på byggnadsinstallationer. Exempel på dessa krav kan vara:

- Om olika fraktioner för avloppsvatten ska hanteras i systemet behöver denna separation ske vid källan, det vill säga inne i byggnaderna

- Hantering av matavfall, exempelvis genom matavfallskvarnar samt eget ledningsnät för det
- Mätning och styrning som kan kommunicera med kringliggande system
- Energilager och –lastbalansering
- Skördande av regnvatten för till exempel spolning av toaletter

Utvärderingskriterier

Oavsett systemnivå och vilka alternativ för samförläggning som beaktas i fördjupningsprojekten samt processen framåt bör de utvärderas utifrån en rad kriterier. Viktningen mellan kriterierna samt vilka som överhuvudtaget bör inkluderas är starkt kontextuellt beroende, främst avseende vilka aktörer som är inblandade samt vilken fråga som är aktuell. Nedan presenteras en lista på kriterier som rekommenderas tas i beaktning vid framtida utvärdering av samförläggningsalternativ.

Hållbarhet

- Klimatnytta, miljöpåverkan samt andra ekologiska hållbarhetsaspekter som exempelvis resurshushållning, såväl under anläggning som drift
- Resiliens som kan byggas in i stadsdelens samhällstekniska system, gällande exempelvis klimatanpassning, energisäkerhet och vattenhushållning/-försörjning.
- Ekosystemtjänster som tekniska system kan bidra till att skapa eller förstärka

Funktionalitet

- Robusthet, redundans och driftssäkerhet
- Arbetsmiljö och risker för allmänheten
- Flexibilitet att inför nya tekniska lösningar i framtiden
- Möjlighet att separera olika flöden vad gäller mätning och ägande för att möjliggöra framtida nya affärsmodeller

Integrering i stadsmiljön

- Mervärden för stadsplanering, till exempel möjliggörande av annan typ av bebyggelse och markanvändning
- Störning på verksamheter och boende

Planering och genomförande

- Investeringsnivå och underhållskostnader
- Genomförbarhet utifrån juridik, rådgighet, byggstandarder m.m.
- Roller och ansvar såsom nätägare och avtalsförhållanden mellan olika samhällstekniska system
- Eventuella begränsningar i lagstiftning och regleringar som måste hanteras.

Andra kriterier som kan vara av intresse att utvärdera för är mervärde för stadens invånare/verksamheter, innovationsgrad och affärsutvecklingsmöjligheter.

4. Fördjupade utredningar och pilotprojekt

Under arbetet med startprojektet har ett antal områden identifierats där ytterligare kunskap behövs för att ge ytterligare underlag för planering och genomförande. Även förslag på inblandade aktörer samt status på arbetet presenteras.

Område	Utredning eller pilotprojekt?	Aktörer	Status
Lager och reservkraft	Pilotprojekt systemtjänster för storskalig batterilager	Vattenfall Eldistribution	Under utveckling
	Utredning centraliserad och decentraliserade lagerlösningar kopplat till energisystem och vattensystemmodellering	Uppsala kommun, Uppsala Vatten mm	Förslag
	Regnvatteninsamling	Uppsala Vatten, Uppsala kommun	
	Spetskraft 2020	Region Uppsala	Vinnova-finansierade projekt igång
Resurssnålt, flexibel och energipositivt kvarter	Energihub Rosendal?	Uppsala Parkering AB	Projekt finanserad av Naturvårdsverket
	Utredning: Innovations nivå energihubar	Uppsala kommun, mm	Förslag
	Live-in Smartgrid	SUST och STUNS energi	Igång
Infrakulvert och samförläggning	Utredningen som beräknar skala, kostnader, risker och vinster med systemet utifrån placering i Bergsbrunna	Uppsala kommun, Linköping Universitet, mm	Förslag
Avfallshantering och materialflöden	Utredning: Hur säkerställa lokala kretslopp, öka utsortering av avfall, minimerade transporter, klimateffektiva material etc	Uppsala Vatten, Uppsala kommun, mm	Förslag
	Materialflöde modellering för Bergsbrunna	Uppsala kommun, mm	Förslag
Stadsdelsenergisystem	Gunsta	Uppsala Kommun och Vattenfall	Exjobb (KTH) Vår 2019
	Utredning: Flexibilitet och effektbehov i Bergsbrunna	Uppsala kommun, STUNS energi	Studentarbete Vår 2019
Övergripande systemmodellering	Färdplan	Uppsala Kommun, UU, STUNS energi	Viable Cities-ansökan inskickad
	LEAP modellering för energi och material	Uppsala kommun	Igång
Marknad och regleringsfrågor	CoordiNet	Vattenfall, Eon, Svenska kraftnät	Igång
	Samarbetet kopplat till Sektorstrategier för energisystem och energieffektivisering	Energimyndigheten	Igång

5. Slutsatser

Uppsala kommuns ambitiösa hållbarhetsmål om att vara klimatpositivt 2050 ställer höga krav på dem tekniska försörjningssystem och dem aktörer som i handhåller systemen. Uppsalapaketets innehåll gör dessa utmaningar ännu mer påtagliga, då en ökande befolkning och nya verksamheter innebär en ökad komplexitet. Denna utveckling i kombination med begränsade förutsättningar vad gäller färskvatten och tillgänglig effektkapacitet i elnätet den närmsta tiden gör det nödvändigt att utvärdera alla möjliga vägar för ökad resurseffektivitet, där samförläggning av nätinfrastuktur är en av dem.

Samförläggning av nätinfrastuktur kan delas in i fyra huvudsakliga systemnivåer: Försörjningsnät till stadsdelen, stadsdels- och kvartershubbar, områdeslokala nätdistributionssystem samt byggnadernas interna system. Systemnivåerna är dock sammankopplade, där exempelvis värmeåtervinning av tappvarmvatten på byggnadsnivå kan tyckas bra i en lokal kontext samtidigt som det påverkar befintliga processer i stadens vattenreningsverk negativt. Därför är det viktigt att optimera arbetet med ett övergripande livscykelperspektiv för bäst klimatpositiva effekt.

Några av de potentiella fördelarna med samförläggning av infrastrukturer, oavsett systemnivå är: Förenklade underhållsrutiner, minskade störningar i stadsmiljön vid underhåll då vägen inte behöver grävas upp samt skapa förutsättningar för att kunna balansera lokala över- och underskott av resurser som el, värme eller vatten. Det kan även innebära en ökad redundans på systemnivå, då nätet är sammankopplat på flera olika sätt med olika försörjningspunkter.

Det finns även vissa utmaningar som potentiellt kan uppkomma, oavsett systemnivå: Hur ser ägandeskapsfördelningen ut? Vilka rutiner behövs kring underhåll vid samförlagd infrastrukturer? Kräver det mer fysiskt utrymme än traditionell förläggning? Vilka krav på säkerhet behöver förändras? Dessa utmaningar behöver utredas vidare i fördjupningsprojekt i syfte att värdera tillvägagångssätt för att möta dem. Vissa av utmaningarna står dock utanför kommunens direkta rådighet, exempelvis avseende gällande lagstiftning för att dela el mellan olika byggnader. Här är det till viss del kommunens uppgift att lobba gentemot lagstiftarna för att få till de förändringar som krävs.

För att utvärdera framtida samförläggningssalternativ bör ett antal kriterier efterföljas. Värdering av parametrar så som hållbarhet, funktionalitet, integrering i stadsmiljön samt planering och genomförande rekommenderas, men även innovationsgrad och mervärde för stadens invånare/verksamheter kan vara av intresse.

Baserat på startprojektets arbetsprocess har ett antal viktiga fördjupningsprojekt identifierats, där ytterligare kunskap behövs för att ge underlag för planering och genomförande. Det gäller exempelvis:

- Utredning centraliserad och decentraliserade lagerlösningar kopplat till energisystem och vattensystemmodellering
- Separering av spillvattenflöden, samordning mellan nät, el- och värme, lokalproduktion, energilager
- Utredning kring skala, kostnader, risker och vinster med infrakulvert och samförläggning utifrån placering i Bergsbrunna
- Flexibilitet och effektbehov i Bergsbrunna.

6. Bilagor

Nedan presenteras de bilagor som tillhör arbetet i samband med rapporten.

Bilaga 1 – Integreringsaspekter av olika verksamhetstyper

Idag frikyls många av de kylmaskiner som finns installerade i städerna, vilket i praktiken innebär stora fläktar som sprider den genererade värmen för vinden. Sannolikt för att värmesystemen traditionellt sett varit högt dimensionerade och att det inte kostat alltför mycket att använda den värme som genererats i olika kraftvärmeverk. Men med dagens krav på energieffektivitet samt en tydligare koppling mellan energianvändning och klimatpåverkan ställs nya krav på hur den energi som tillförs olika fastigheter och verksamheter ska nyttjas. Den energimängd som går att skörda på ett resurseffektivt sätt ska återföras stadsdelen och nyttjas. Värmen som genereras från matbutikens kyldiskar ska kunna användas direkt i matbutiken, eller så ska den ledas till det närliggande bostadshuset/skolan för att där förvärma inkommande ventilationsluft. En överblick av energibehov och förslag på sammankopplingar mellan olika verksamheter presenteras i Tabell 1.

För vatten är den största fördelen med en blandad bebyggelse att förbrukningen jämnas ut då olika verksamheters behov skiljer sig över tid.

Tabell 1. Översikt av olika typer av verksamheter och deras el-, värme- och kylbehov.

Byggnadstyp	El	Värme	Kyla
Kontor	Stort behov vardagar under arbetstid (07-18). Små säsongsmässiga variationer (förutsatt annat värmesystem än bergvärmepump eller motsvarande). För jämnare belastning på elnätet per dygn – kombinera med bostäder eller annan verksamhet som i huvudsak bedrivs kvälls- och nattetid.	Behov starkt beroende av utetemperatur och mängden aktivitet i lokalerna. Gratis värme tillkommer om människor och utrustning är aktiva i lokalen. Betydande säsongsmässiga variationer. Redan relativt jämnt behov på dygnsnivå.	Behov starkt beroende av utetemperatur och säsongsmässiga variationer. Främst fokuserat kring dagtid under sommaren då solen står högt. Kombineras bäst med verksamheter som kan behöva överskottsvärmen från kylmaskinerna under sommaren, exempelvis simhallar.
Bostäder	Stort behov på kvällar, morgnar och helger. Medelstora säsongsmässiga variationer med ökade behov under höst och vinter. För jämnare belastning på elnätet per dygn – kombineras med kontor, skolor, affärslokaler eller liknande där elbehovet är främst förlagt dagtid.	Behov starkt beroende av utetemperatur, begränsat beroende av mängden aktivitet i lokalerna. Gratis värme tillkommer till viss del om människor och utrustning är aktiva i lokalen, vilket innebär ökade behov främst dagtid och nattetid. Varmvattenbehovet ökar på morgonen samt eftermiddag/kväll. Ojämnt behov på	Inget eller begränsat kylbehov.

		dygnsnivå. Kombineras lämpligen med verksamheter som genererar värme vintertid, exempelvis sådana med kylmaskiner (mataffärer)	
Skolor	<p>Stort behov vardagar under arbetstid (07–18). Små säsongsmässiga variationer (förutsatt annat värmesystem än bergvärmepump eller motsvarande), med undantag från när verksamheten är stängd (under exempelvis lov)</p> <p>För jämnare belastning på elnätet per dygn – kombinera med bostäder eller annan verksamhet som i huvudsak bedrivs kvälls-och nattetid.</p>	<p>Behov starkt beroende av utetemperatur och mängden aktivitet i lokalerna. Gratis värme tillkommer om människor och utrustning är aktiva i lokalen. Betydande säsongsmässiga variationer.</p> <p>Redan relativt jämnt behov på dygnsnivå.</p>	Inget eller begränsat kylbehov.
Dagligvaruhandel	<p>Stort behov under veckans alla dagar, främst beroende på lokalernas öppettider. Små säsongsmässiga variationer (förutsatt annat värmesystem än bergvärmepump eller motsvarande).</p> <p>För jämnare belastning på elnätet per dygn – kombinera med bostäder eller annan verksamhet som i huvudsak bedrivs kvälls-och nattetid.</p>	<p>Behov starkt beroende av utetemperatur och mängden aktivitet i lokalerna. Gratis värme tillkommer om människor och utrustning är aktiva i lokalen, vilket innebär ökade behov nattetid. Betydande säsongsmässiga variationer.</p> <p>Redan relativt jämnt behov på dygnsnivå.</p>	<p>Begränsat till medelstort kylbehov starkt beroende av utetemperatur och säsongsmässiga variationer. Främst fokuserat kring dagtid under sommaren då solen står högt.</p> <p>Kombineras bäst med verksamheter som kan behöva överskottsvärmen från kylmaskinerna under sommaren, exempelvis simhallar.</p>
Galleria	<p>Stort behov under veckans alla dagar, främst beroende på lokalernas öppettider. Små säsongsmässiga variationer (förutsatt annat värmesystem än bergvärmepump eller motsvarande).</p> <p>För jämnare belastning</p>	<p>Behov starkt beroende av utetemperatur och mängden aktivitet i lokalerna. Gratis värme tillkommer om människor och utrustning är aktiva i lokalen, vilket innebär ökade behov nattetid. Betydande säsongsmässiga</p>	<p>Stort behov av kyla, starkt beroende av utetemperatur och säsongsmässiga variationer. Främst fokuserat kring dagtid under sommaren då solen står högt.</p> <p>Kombineras bäst med verksamheter som kan behöva överskottsvärmen från kylmaskinerna under sommaren,</p>

	på elnätet per dygn – kombinera med bostäder eller annan verksamhet som i huvudsak bedrivs kvälls-och nattetid.	variationer. Ojämnt behov på dygnsnivå. Kombineras lämpligen med verksamheter som genererar värme vintertid, exempelvis sådana med kylmaskiner (mataffärer)	exempelvis simhallar.
--	---	--	-----------------------

Notera att behoven hos de byggnadstyper som omnämns i Tabell 1 är starkt beroende av valen av ingående tekniska system och konstruktionen av byggnaden. En effektivt byggd konstruktion med väl driftinjusterade system kan förändra och minska kontrasterna i byggnadens behovsprofil. Även mängden av exempelvis kontorsyta i relation till affärslokaler eller bostäder påverkar områdets behovsprofil, och det går därmed inte att anta att samlokalisering av ett kontor med bostäder räcker för att skapa en jämn lastprofil. Kompletteringar från energilager i form av batterier eller ackumulatortankar kan vidare förflytta energianvändningen i tid, för att på så sätt erbjuda nätägarna förutsägbarhet i effektbehov vilket blir allt viktigare i Uppsala med tanke på kapacitetsbegränsningar.

Det är också viktigt att notera att värme och kyla sannolikt går att flytta mellan fastigheter utan större problem enligt nuvarande lagstiftning. Dock är förutsättningarna idag sämre för elektricitet, där byggnader med lämpliga förutsättningar (stora takytor fria från hinder) för solproduktion inte på ett lönsamt sätt kan förflytta el till byggnader med sämre förutsättningar. Dessa förutsättningar kan förändras, men det är osäkert när och i vilken omfattning. Ett modulärt, flexibelt och framtidskompatibelt tillvägagångssätt vid förläggning av nätinfrastuktur kan därmed vara fördelaktigt att ta med i den här processen. Det kan exempelvis vara att skapa utrymme för sammankoppling, genom exempelvis ett kulvertsystem, på kvartersnivå i områden där det finns stora lämpliga tak-/fasadytor på lokaler så som skolor, matbutiker och höghus. Vid eventuellt förändrad lagstiftning kan dessa ytor täckas med solceller som kopplas ihop till ett lokalt elnät förlagt i kulverten, vilket kan hjälpa till att försörja både fastigheterna de är installerade på och närliggande fastigheter med el.

Bilaga 2 – Erfarenheter från Vallastaden

Vallastaden är en ny stadsdel i Linköping som är nära belägen till universitetet och ca 3 km från innerstaden. Under projektets gång har ca 40 aktörer bidragit till att bygga de första 1000 bostäderna, och i september 2017 invigdes den första etappen av Vallastaden under bo- och samhällsexpot Vallastaden 2017 hölls.³

Området där Vallastaden skulle byggas hade utmanande markförhållanden, med lerlager, höga grundvattennivåer och inblandning av slit. Det gjorde att självfallsledningar var uteslutet. Sektionerna i området planerades dessutom relativt trånga, vilket omöjliggjorde konventionell förläggning då det vid driftstörningar och rörbrott inte skulle finnas tillräckligt med utrymme i gator och gångstråk för att schakta tull de djup som krävs för ett självfallssystem. Det innebar att ett nytänk med innovativ ingångspunkt krävdes för att besvara hur en lösning skulle kunna uppnås.⁴

I och med konventionell teknik uteslöts då schaktning inte var möjlig krävdes någon form av lösning som möjliggjorde underhåll av ledningar utan att påverka området ovan jord, varpå slutsatsen att en kulvert var en lämplig lösning nåddes. Idag finns det ca 1 800 meter kulvert förlagd under Vallastaden, med 85 kammare som sektionerar systemet och möjliggör tillgång till infrastrukturen som är förlagd i kulverten, se Figur 6. De huvudsakliga för- och nackdelar som inblandade aktörer har identifierat under genomförande och följer forskning presenteras nedan i Tabell 2.⁴

Tabell 2. Huvudsakliga för- och nackdelar som inblandade aktörer har identifierat under genomförande och följeforskning vid infrakulvertsystemet i Vallastaden. Viktigt att notera att detta är erfarenheter som erhållits vid ett specifikt fall för en relativt ny typ av lösning, vilket alltså inte innebär att det nödvändigtvis blir liknande erfarenheter om lösningen implementeras på annan plats, under andra förutsättningar. Källa: Johan Sedin, Tekniska Verken och Filip Bergman, Linköpings universitet.

Fördelar	Nackdelar
<ul style="list-style-type: none">• Minskad påverkan på stadsbilden vid underhåll (minskat buller, störningar i gatunivå etc)• Livslängd på teknisk infrastruktur bedöms bli längre• Goodwill (framtidssäkring, varumärkesvärde)• Bedöms kunna vara ekonomiskt konkurrenskraftigt gentemot konventionella lösningar på lång sikt• Lättare att rondera/inspektera• Lättare att utöka, underhålla och förnya befintliga system i kulverten• Arbetsmiljö – torrt, rent och utan störningar• Minskad behov av schaktning i staden – större möjlighet till utsmyckning av staden, minskade störningar på samhället, möjlighet att bygga tätare/annorlunda.	<ul style="list-style-type: none">• Komplicerad juridik kring ägande, påverkar rådigheten över sitt nät• Dyr initial investering – svårt att placera investeringen• Stort initialt ingrepp – svårt att installera i befintlig bebyggelse• Ny teknik – viss informations eller kunskapsbrist• Svårt att få alla aktörer att samverka• Minskad flexibilitet med anslutningspunkter• Arbetsmiljö – trångt och knöligt, risker för arbetare i infrakulvert.• Ledningar i inomhusmiljö – Ökad risk för sabotage, ökad risk för följd effekter vid driftstörningar• Alla ledningsnät lämpar sig inte för infrakulvert – stora dimensioner får inte plats, gatubelysning

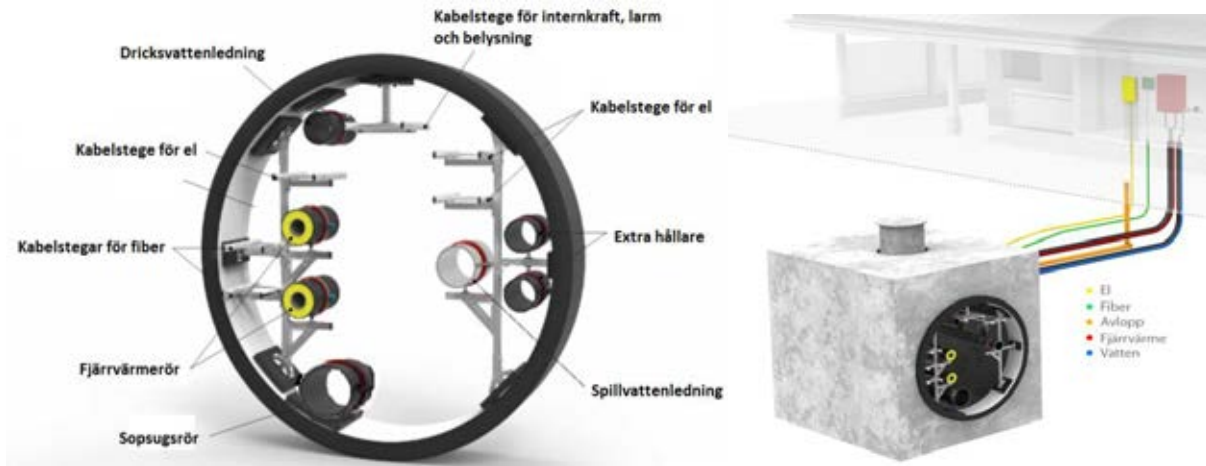
³ Källa: <https://vallastaden2017.se/>, senast besökt 2019-05-08

⁴ Källa: Presentation av Tekniska Verken, Linköpings universitet och Uponor vid workshop i Uppsala 20190208.

- Minskad åverkan på ledningsnäten
- Lättare att återvinna ledningar vid end of life

kan inte läggas i infrakulvert, stor risk vid primär fjärrvärme

- Vad händer efter infrakulvert livslängd?



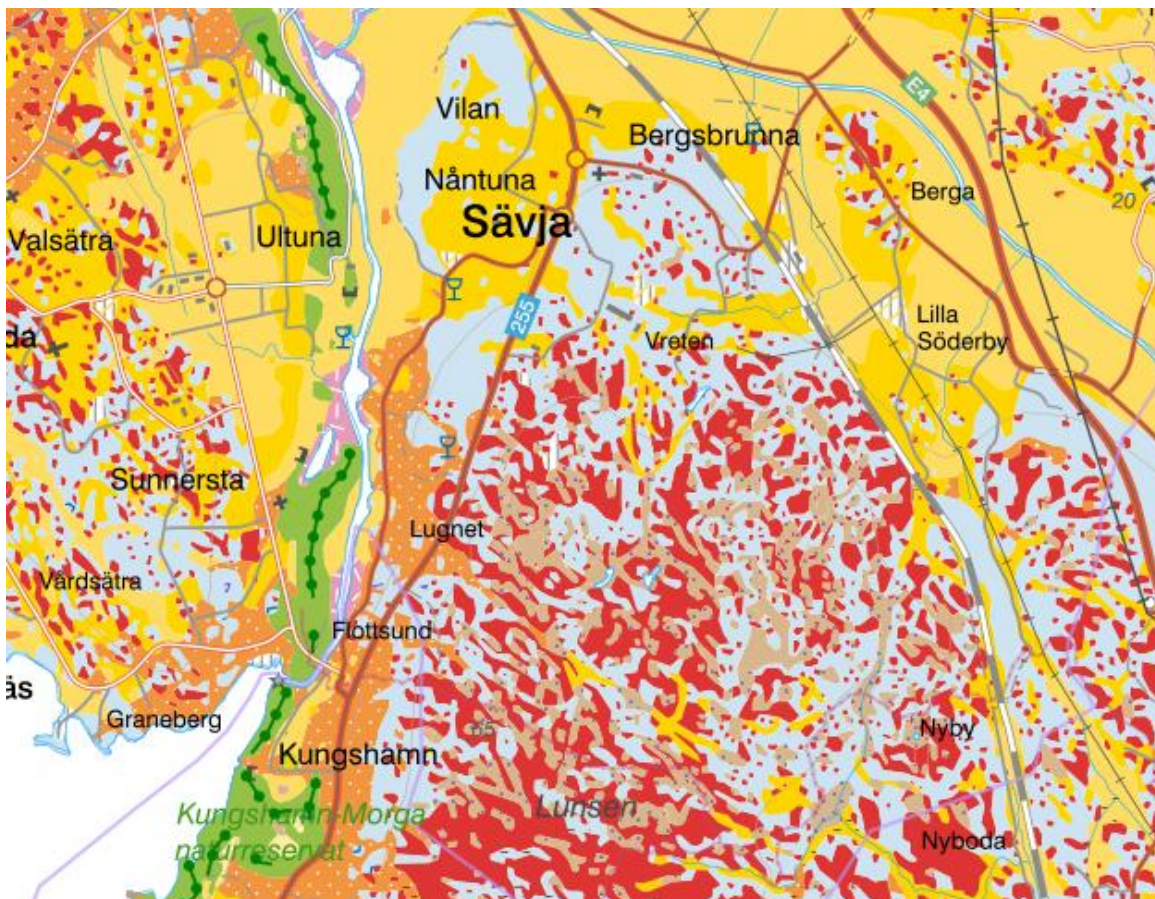
Figur 6. Illustration över ingående system i infrakulverten i Vallastaden, hur de är förlagda i kulverten samt hur de kopplas till husens olika system. Källa: Tekniska Verken.

Bilaga 3 – Geologisk översikt

Enligt kartunderlag från Sveriges Geologiska Undersökning i Figur 7 består marken av en kombination av huvudsakligen urberg, sandig morän och olika typer av torv. Den betydande mängden berg under marken kan innebära ökade kostnader kopplat till förläggning av underjordisk infrastruktur, i de fall där berg ligger i ett tänkt stråk för infrastruktur. Det kan i sin tur innebära att lösningar som kräver mer utrymme eller behöver gå djupare relativt andra lösningar blir mindre kostnadseffektiva att genomföra.

Vad gäller grundvatten anger Sveriges Geologiska Undersökning via deras geokarta⁵ liknande förhållanden i Bergsbrunna som de grundvattenförhållanden som finns i Vallastaden i Linköping, vilket erbjöd vissa utmaningar vid förläggning (kulvertsektioner "flöt" upp på grund av vatten som samlades i schaktet innan sektionen täckts över. Löstes bland annat genom att installera både kammare och kulvertsektion samtidigt, eller att kulvertsektionen viktades ner med kross) och drift (vist läckage, vilket sedan åtgärdats) av de första etapperna av kulvertsystemet.

Viktigt att notera att ovanstående geologiska beskrivning endast är en informationsöverblick för hur området ser ut generellt, och därmed inte ett detaljerat underlag lämpligt för beslutsfattande. Vid de fall där schaktning kan bli aktuellt bör en utredning kring geologiska förutsättningar genomföras som kan med säkerhet indikera de behov och krav som kan uppkomma vid schaktarbete.



Figur 7. Bild över jordarterna i Bergsbrunna. Rött = Urberg, Blå = Sandig Morän, Gul = Glacial Lera, Brun = olika typer av torv. Jorddjup ca 3 meter.⁶

⁵ Källa: <https://apps.sgu.se/geokartan/> senast besökt 2019-04-12

⁶ Källa: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> senast besökt 2019-04-12.

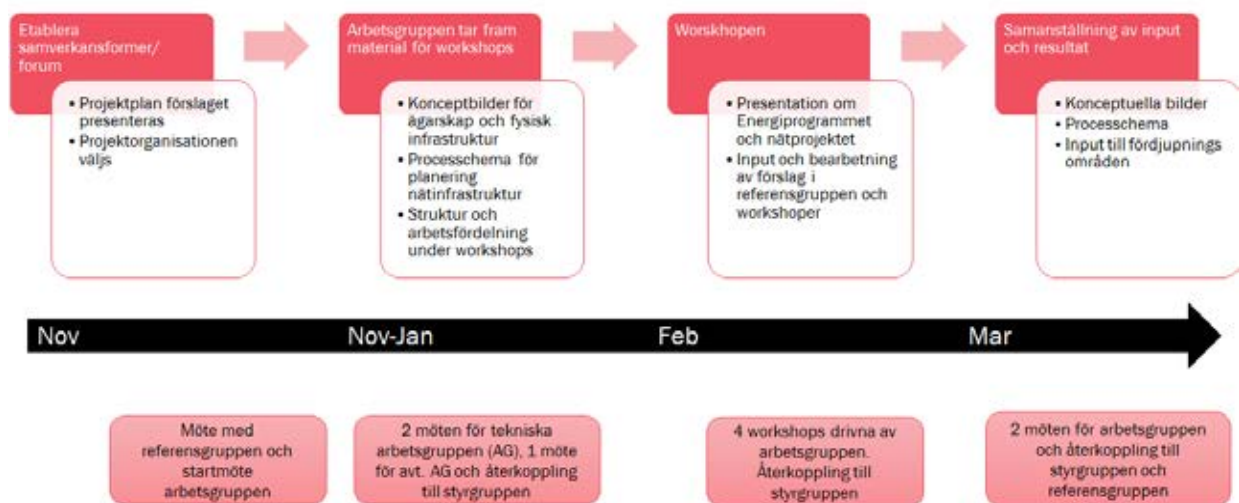
Bilaga 4 – Arbetsprocess

Startprojektet genomfördes under perioden november 2018 till augusti 2019. Överlämning av slutresultat skedde under augusti 2019. Följande aktiviteter har genomförts inom ramen för projektet:

1. Mobilisering av arbetsgrupper
 - En teknisk arbetsgrupp, bestående av individer med specifik teknisk kompetens relaterat till olika typer av nätinfrastruktur.
 - En avtalsarbetsgrupp, bestående av individer med juridisk kompetens för att tydliggöra andra krav utöver de rent tekniska.
2. Löpande aktiviteter inom den tekniska arbetsgruppen. Detta främst i form av arbetsgruppsmöten för att diskutera specifika frågor och resultat som uppkommit under workshoparbete eller efter diskussioner arbetsgruppen fört internt inom sina organisationer
3. Utvecklande av konceptbilder för att illustrera möjliga lösningar och visualisera hur nätinfrastrukturen skulle kunna förläggas konceptuellt i Bergsbrunna.
4. Två workshops (Lärdomar från Vallastadens implementering av en kulvertbaserad lösning, samt en övergripande diskussion kring systemet och vilka utmaningar som kan uppkomma)
5. Slutrapportering med input från arbetsgrupper och workshops inklusive rekommendationer för fördjupningsprojekten

Översiktlig projektplan

Nedan visas översiktlig projektplan enligt projektdirektiv. Slutdatum flyttades till augusti 2019. Antalet workshops justerades ner från fyra till två, då arbetet med fördjupningsprojekt behöver komma längre innan de frågorna kan bearbetas meningsfullt.



Aktivitets- och tidplan

Samla nyckelaktörer för att skapa en gemensam bild om behovet och processen framöver:

- Utveckla konceptbilder och nomenklatur för att kommunicera det tekniska systemet och ägarskapsmodell kopplat till denna
- Identifiera nyckelfrågorna som måste utredas eller lösas för att säkerställa att nätinfrastrukturen blir implementerad på bästa möjliga sätt. Specifikt fokus på planering och upphandlingsbehov inom:

- Tekniska krav, systemstruktur och fysisk planering
- Säkerhet och robusthet
- Flexibilitet och innovation
- Ägarskap och ekonomi

Deltagande organisationer

De organisationer som aktivt deltagit i arbetet under arbetsmöten, deltagande i workshops samt författande av detta PM är:

- Vattenfall R&D
- Vattenfall Distribution
- Vattenfall Värme
- Uppsala Vatten och Avfall
- Stadsbyggnadsförvaltningen
- Kommunledningskontoret
- Region Uppsala

Dessutom har en rad externa organisationer deltagit på workshops.