



Jämförelse av toppeffekten mellan nätstationsmätare och Velanders formel

Hussein Abolhanna



EXAMENSARBETE
Elektroingenjör, Elkraft
Institutionen för ingenjörsvetenskap

Förord

Detta examensarbete omfattar 15 Höskolepoäng i elektroingenjörsprogrammet och har utförts av en student från Högskolan Väst för Vattenfall. Examensarbete är det sista momentet på den tre och ett halvåriga Elektroingenjörsutbildningen. Studenten har utfört arbetet själv med hjälp av olika avdelningar på Vattenfall.

Studenten vill härmed tacka Nicholas Etherden som har stöttat studenten under hela arbetets gång och Vattenfall som gett studenten möjlighet att utföra arbetet. Studenten vill även tacka David Lundback som har hjälpt studenten att få tillgång till mätdata.

Till sist vill studenten tacka examinatorn Lena Max handledaren Evert Agneholm från Högskolan Väst.

Stockholm, Mars 2023
Hussein Abolhanna

Jämförelse av toppeffekten mellan nätstationsmätare och Velanders formel

Sammanfattning

Elnätet dimensioneras för att klara årets största effekttoppar. Det är viktigt att överväga sammanlagringen mellan flera kunder, eftersom individuella kunders effekttoppar skulle ge felaktiga uppskattningar av nätstationens högsta förbrukning. Idag finns det timinformation om varje nätstations förbrukning, vilket inte fanns tidigare. Tidigare uppskattades storleken på effekttoppar i nätstationen från den årliga förbrukningen för uppkopplade kunder enligt den så kallade Velanders formel. För att utvärdera denna uppskattning av toppeffekten jämfördes nätstationens och underliggande kunders timförbrukning med de effekter som beräknats med denna formel. Resultatet av jämförelsen visade att formeln i vissa stationer överskattade eller underkastade storleken på den förväntade toppeffekten.

Det förändrade energi-till-effektförhållandet på grund av laddning av en elbil gör att nya Velanderkonstanter behöver tas fram för hushåll med elbilsaddare. För att kunna göra detta är det även viktigt att elnätsföretagen får information om montering av laddboxar och dess maximala laddeffekt. Historisk har elnätet ofta överdimensionerats, till stor del på grund av osäkerheten om förväntad förbrukningen och den ofta relativt låga kostnadsökningen med att välja en grövre kabel i samband med utbyggnad av elnätet. Med elektrifieringen av fordonsflottan och produktionen av el med solceller hos konsumenter ökar belastningen på lågspänningsnäten och inmatning kan förekomma till nätstationer. Genom förbättrad mätning i nätstationer kan skillnaden mellan verkliga toppeffekten och dimensionerad maximal effekt minskas. Detta i sin tur kan minska behovet av nyinvestering i nätet för att klara energiomställningen.

Datum:	2023-03-13
Författare:	Hussein Abolhanna
Examinator:	Lena Max
Handledare:	Evert Agneholm (Högskolan Väst), Nicholas Etherden (Vattenfall)
Program:	Elektroingenjör, elkraft, 180 hp
Huvudområde:	Elektroteknik

Comparing the Peak load between grid stations meters and Velanders formula

Abstract

The electricity grid is dimensioned to cope with the year's biggest power peaks. It is important to consider the aggregation between multiple customers, as individual customer power peaks would give incorrect estimates of the grid station's peak consumption. Today, there is hourly information on each grid station's consumption, which was not available before. Previously, the size of power peaks in the grid station was estimated from the annual consumption of connected customers according to the so-called Velanders formula. To evaluate this peak power estimate, the grid station and underlying customers' hourly consumption was compared to the power calculated using this formula. The result of the comparison showed that the formula in some stations overestimated or underestimated the size of the expected peak power.

The changed energy-to-power ratio due to charging an electric car means that new Velanders constants need to be developed for households with electric car chargers. Then it is also important that the electricity network companies receive information about the installation of charging boxes and their maximum charging power. Historically, the power grid has often been over-dimensioned, largely due to the uncertainty of expected consumption and the often relatively low-cost increase of choosing a thicker cable when expanding the power grid. With the electrification of the vehicle fleet and the local production by consumers, the load on the low-voltage networks increases and the feed-in may occur to grid stations. Through improved measurement in grid stations, the margin between real peak power and dimensioned maximum power can be reduced. This in turn creates the need for new investment in the grid to cope with the energy transition.

Date:	March 13, 2023
Author(s):	Hussein Abolhanna
Examiner:	Lena Max
Advisor(s):	Evert Agneholm (University West), Nicholas Etherden (Vattenfall)
Programme name:	Electrical Engineering, Electric Power Technology, 180 HE credits
Main field of study:	Electrical Engineering

Innehåll

Förord	i
Sammanfattning	ii
Abstract	iii
Nomenklatur	vi
1 Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problembeskrivning	1
1.3 Syfte.....	1
1.4 Mål	1
1.5 Avgränsningar.....	1
1.6 Metodbeskrivning	2
2 Påverkan på toppeffekt	3
2.1 Effektuttag.....	3
2.2 Velanders formel	4
2.3 Elbilsladdning.....	5
2.4 Elpriser.....	6
2.5 Mikroproduktion solceller	7
2.6 Effektabonnemang/effekttariff.....	8
2.7 Värmesystem.....	8
2.7.1 Fjärrvärme	9
2.7.2 Elvärme	9
2.7.3 Bergvärme.....	9
2.7.4 Luft-vattenvärmepump	9
2.7.5 Luftvärmepump	10
3 Netbas hantering av Velanders	11
3.1 Sammanlagring	11
3.2 Beräkningar för Sammanlagring.....	11
3.3 Velanderskonstanter	15
3.4 Typvärden.....	16
3.5 Kunder med typvärden	16
3.6 Mikroproduktion	17
4 Jämförelse av mätvärden	19
4.1 Förbrukning under vintern 2021–2022	19
4.2 Jämförelse Velanders formel/ Nätstations mätare	19
4.2.1 Överskattning/underskattning	20
4.2.2 Beräkningar med Velanders formel.....	21
4.2.3 Mätarna	21
4.3 Tidsstudie	21

4.3.1	Underskattad toppeffekt med Velanders formel.....	21
4.3.2	Överskattad toppeffekt med Velandersformel.....	23
4.4	Resultat.....	25
5	Diskussion	26
6	Slutsatser	27
	Referenser	28
	Bilagor	30
A:	Velander Koder <i>K1</i>	A:1
B:	Värmekod	B:1
C:	Enkät.....	C:1

Nomenklatur

Vokabulär

Kundkategori	=	Lastkategori + Värmekod
Lastkategori	=	Typ av kund, till exempel en- eller tvåbostadshus, jordbruk
Sammanlagring	=	Summan av flera kunders uttag. Den är normalt mindre än summan av varje kunds enskilda topp-uttag eftersom de enskilda kundernas högsta förbrukning sällan sammanfaller i tid.
Värmekod	=	Uppvärmningssystem hos kund

Symboler

κ_1	=	Velanders konstant 1
κ_2	=	Velanders konstant 2
p	=	Effekt[W]
W	=	Årligt energiförbrukning.

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Intresset för solceller och elbilar har ökat de senaste åren vilket tillsammans med införande av värmepumpar har påverkat toppeffekterna på lågspänningsnätet. Att fler väljer elbilar är på grund av miljöproblem som fossildrivna fordon medför. Medan solceller och värmepumpar (om de ersätter direktverkande el) ses som en minskad förbrukning har intresset för eldrivna fordon gjort att det uppstått nya problem eftersom höga toppeffekter vid laddning gör så att nätet överbelastas. Elnätet är ett stort och komplext system byggt under flera decennier, vilket gör det svårt, dyrt och tidskrävande att förstärka elnätets infrastruktur. Att det moderna samhället dessutom ständigt utvecklas och kräver mer el från elnätet gör inte dimensioneringen av elnätet lättare. Effekten på elnätet är momentan, vilket innebär att den genereras och förbrukas omedelbart. Det gör att det är viktigt att elnätet möter konsumenternas behov. Många förnybara energikällor som installeras idag gör det svårt att hålla elnätet stabilt. På grund av ovanstående är det viktigt att göra simuleringar och beräkningar i elnätet för att mäta, studera och förutsäga dess kapacitet. För att genomföra rätt prioriteringar och åtgärder inför framtiden är det viktigt att göra rimliga och tillförlitliga toppeffektsberäkningar för att säkerställa driftsäkerheten. I allmänhet används Velanders formel i Sverige för att uppskatta maximal effektförbrukning.

1.2 Problembeskrivning

Elnäten har historiskt dimensionerats från kundernas årsförbrukning och inte med deras verkliga effektuttag. Detta har gjorts utan kunskap av den exakta sammanlagringen av enskilda kunders toppeffekter. Uppskattningen av toppeffekten i nätstationer har gjorts med Velanderkonstanter där kundens högsta toppeffekt har tagits fram utifrån årsförbrukningen. Vattenfalls nät dimensioneras för belastning 20 år framåt och det finns en osäkerhetsfaktor i den förbrukning som förväntas.

1.3 Syfte

Första syftet med projektet är att kontrollera och utvärdera dimensionering med Velanderkonstanter och kontrollera hur de förhåller sig till Vattenfalls nya nätstations mätare som visar och registrerar mängd överförd energi per 15 minuter. Det andra syftet är att kontrollera hur nätets kapacitet kommer klara sig när elfordon kopplas upp och om Velanders formel har rätt uppskattning av toppeffekten för kunder med elbilsladdning.

1.4 Mål

Målet med projektet är att föreslå processer för nätanslutningar som använder uppmätta toppeffekter i nätstationer samt att se till att Vattenfalls nät klarar av kapaciteten när fler kunder väljer att installera elbilsladdare eller solceller.

1.5 Avgränsningar

Projektet kommer vara begränsat till.

- Områden med nätstationsmätare
- Villaområde med kunder som innehar elbilsladdare och solceller

- Lågspänning 400 V

1.6 Metodbeskrivning

Examensarbete kommer att utföras i Solna Stockholm. Studenten kommer få tillgång till aggregerade data av 100 transformatorstationer-(10/0.4kV) från ett pilotområde som har nya nätstationsmätare installerade (PUMA är Vattenfalls interna namn på mätare som började användas 2016 och registrerar mängd överförd energi per 15 minuter). Topplasten och fördelning av effektuttag kommer att jämföras med ”traditionella” uppskattningar i Netbas gjorda med Velanders formel. (Netbas är Vattenfalls anläggningsregister och nätberäkningsprogram för lokalnät). Studenten har sedan tagit fram data i Excel för att sedan göra beräkningar och jämföra informationen från Netbas och från mätarna. Åtkomst till mätarinsamlingsystem (HES) kommer ges samt export av valda data från Eldistribution. Valda data kommer sedan att raderas vid avslut av arbetet. Jämföra data för Nätstationer med mätning och uppskattning i Netbas som i sin tur baseras på årsförbrukning i SAP. (SAP är en ekonomiprogramvara som används inom Vattenfall).

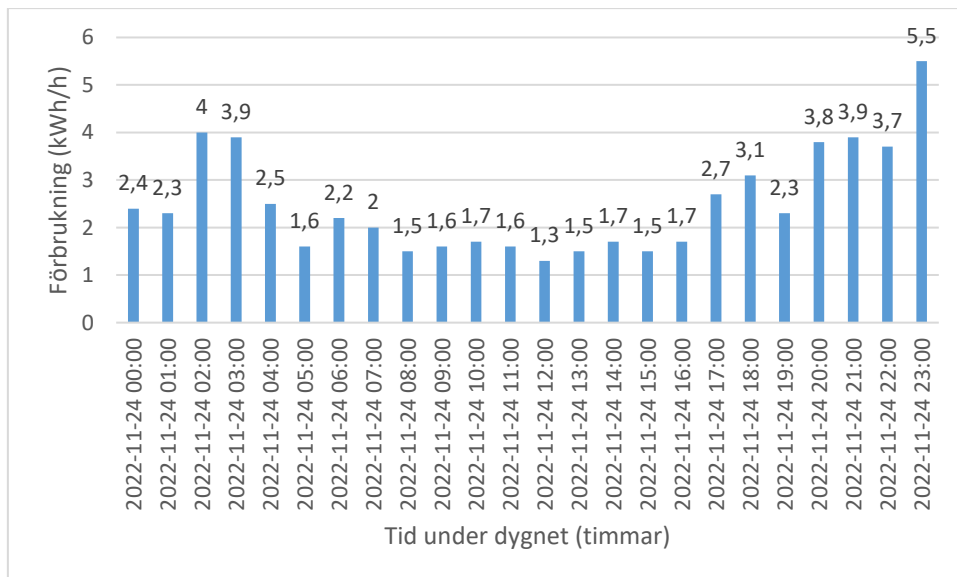
2 Påverkan på toppeffekt

Kapitel 2 kommer att beskriva vad som påverkar toppeffekten och hur Velanders formel ser ut. I kapitel 2 finns även en kort beskrivning av effekt och energi.

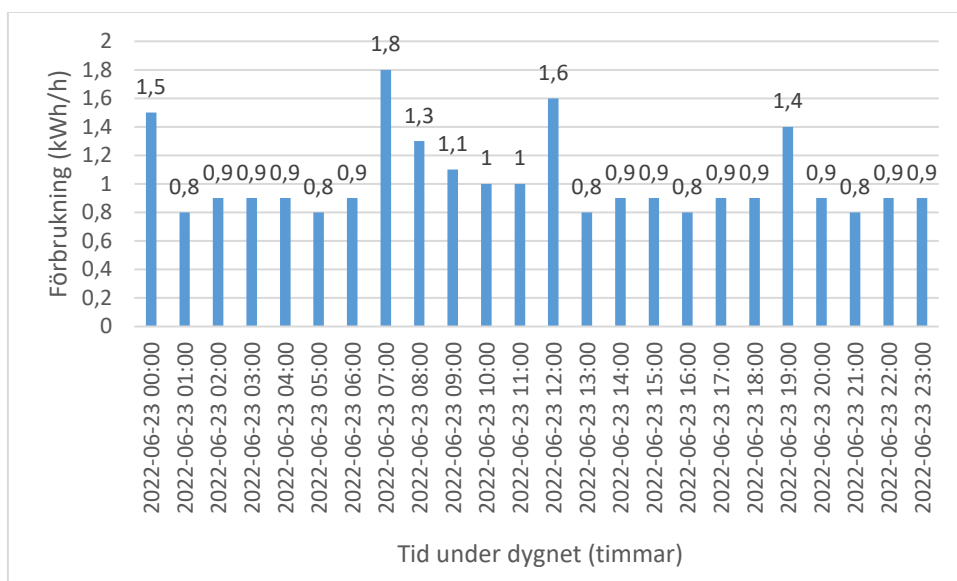
2.1 Effekttuttag

En viss mängd effekt transporteras till kunden vid varje given tidpunkt. Det är denna levererade effekt som över tid ger kundens elförbrukning, dvs. effekt multiplicerad med tid ger energi [1].

Utöver pågående förändringar i elsystemet utvecklas även nya energitjänster intensivt, såsom energilagring och batterier, vilket i sin tur kan påverka elanvändningen i till exempel kontor eller hus där husägare köper batterier till sina solcellsanläggningar. En andel förnybara och intermittenta energikällor som används för elproduktion kan öka kostnaderna i elnätetsdistributionen om de införs i stora mängder. Med nya förbrukningsmönster och inmatning sommartid från lokal produktion är det intressant att titta på toppeffekten. Figur 1 nedan är ett exempel på hur belastningskurvan för en befintlig bostad ser ut under en vinterdag, då även effekttoppar kan identifieras. Lastkurvan, även kallad lastprofil, visar hur till exempel produktionen av el förändras per timme. I Figur 2 visas även hur det ser ut en sommardag för vald kund då denna kund ej har elproduktion.



Figur 1. Förbrukningen en vinterdag hos en kund med 16 ampere säkring.



Figur 2. Förbrukningen en sommardag hos en kund med 16 ampere säkring.

2.2 Velanders formel

För att beräkna den maximala effekten för en konsument används Velanders formel flitigt bland elnätbolag. Formeln approximerar topplasten baserat på konsumenternas årliga elenergianvändning. Velanders formel förutsätter att lasten för varje kund är normalfördelad och att lasterna från olika kunder i ett nät är oberoende av varandra. Kunderna är indelade i kategorier och belastningen från kunder i en kategori antas vara mer eller mindre likartad.

Velanders formel kan använda den maximala kapaciteten för en eller flera kunder. Den uppskattar den maximala topp effekten för en eller flera kunder baserat på deras årliga energiförbrukning. Velanders formel används för att beräkna kundens maximala effekt och den kan skrivas med formeln.

$$P = K_1 * W + K_2 * \sqrt{W} \quad (2.1)$$

Där P är den uppskattade topp effekten i kW, W är den årliga energiförbrukningen i kWh och K_1 samt K_2 är Velanderkonstanter baserade på kundkategori och geografisk plats. För att uppskatta den maximala aktuella förbrukningen som genereras av flera kunder i elnätet, tas hänsyn till aggregeringen mellan kunderna då de inte förbrukar maximal effekt samtidigt. Den uppskattade topp effekten för kunder med samma konstanter kan beräknas med formel 2.2.

$$P = K_1 * \sum_i W_i + K_2 * \sqrt{\sum_i W_i} \quad (2.2)$$

Följande formel kan användas för att kombinera i antal kunder från j antal olika kundkategorier.

$$P = \sum_j (K_{1j} \sum_i W_i) + \sqrt{\sum_j (K_{2j}^2 \sum_i W_{ij})} \quad (2.3)$$

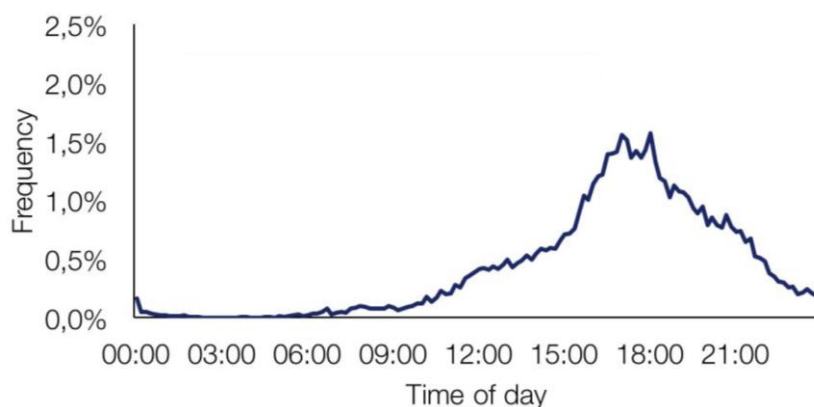
Formeln tar inte hänsyn till att effekten varierar under dagen eller att olika Velanderskonstanter kan användas för olika perioder på året för att representera årstidsvariationen. Vid aggregering av grupper där toppeffekten inträffar vid olika tidpunkter på dygnet/veckan/året kan resultatet av beräkningar bli lite missvisande och resultera i överdimensionering av nätet.

2.3 Elbilsaddning

I dagsläget finns flera elbilstillverkare som erbjuder trefasladdare med högre kapacitet till ett relativt överkomligt pris. Tesla erbjuder till exempel en trefasladdare med en kapacitet på 22 kW för mindre än 6 000 kronor [2], vilket är ett bra pris för en laddare med den kapaciteten. Dessa laddare är lämpliga för personbilar med större batterier och högre laddbehov. Renault och Nissan erbjuder också laddare med lägre kapacitet, runt 7 kW, till ett liknande pris [3]. Dessa laddare är lämpliga för personbilar med mindre batterier och lägre laddbehov. Det är viktigt att notera att laddtiden kan vara kortare med högre kapacitetladdare jämfört med lägre kapacitetladdare, men det kan också vara mer kostnadseffektivt.

Enfasladdare är en typ av laddutrustning som används för att ladda elbilar. Den använder enfasström (230V) och kan ladda en elbil på ungefär 4–8 timmar beroende på batteristorleken och laddnivån. Enfasladdare är vanliga i privata hem och företag och är en enkel och billig lösning för att ladda elbilar. De kan förbruka 2,3 kW med en 10 A säkring och 3,7 kW med en 16 A säkring. Hushållskonsumenter har vanligtvis en 16–25 A huvudsäkring [4]. Detta ger maximalt 11–17 kW effektuttag för alla tre faserna. Om säkringen höjs över 25 A måste kunden normalt betala en nätanslutningsavgift. Däremot kan Vattenfalls kunder höja anslutning upp till 25 A utan denna kostnad men då betalar de högre fast kostnad varje år. Idag har kunder med en billigare anslutning möjlighet att skapa ett utrymme för att ladda elbilar. Det har visat sig att 90 % av laddningen av privata elbilar sker hemma [5]. Bilarna har inbyggda fördröjda laddningssystem, så även om alla bilar är uppkopplade vid en viss tidpunkt behöver inte laddningen starta då. Den främsta anledningen till förseningar i laddningen är att det kan ske vid billigare elpriser. Effektvakten övervakar effektuttaget från elanläggningen och jämför det med det maximala tillåtna uttaget som är fastställt av elnätet. Om effektuttaget överskrider det maximala tillåtna uttaget, kommer effektvakten att reducera effektuttaget automatiskt för att undvika överbelastning av elnätet. Att uppskatta när laddning ska ske är dock notoriskt vanskligt då majoriteten av dagens (fossilfria) bilägare inte längre har ”nio till fem” jobb. Elbilarnas batterier blir också allt större och de flesta behöver därför inte ladda dagligen. I denna studie har ett homogent villaområde valts med okänd andel förvärvsarbete. Figur 3 visar genomsnittligt avslut av dagens sista körtur i Sverige. Eftersom daglig laddning blir alltmer ovanligt med större elbilsbatterier, och fler kunder

laddar baserat på elpris, kan dock Figuren nedan inte användas som indikation på när belastning från elbilsladdning förekommer.

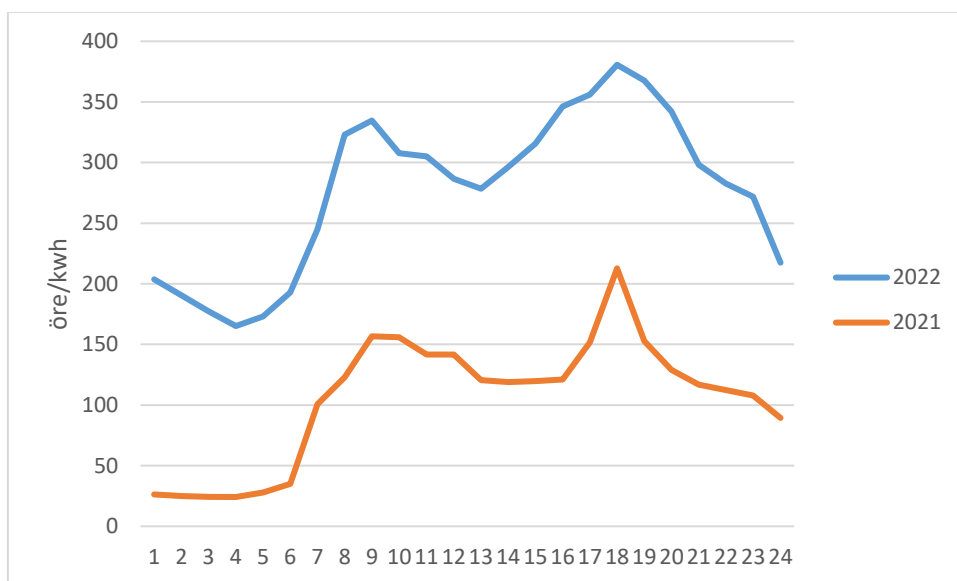


Figur 3. Sluttid för bilars sista färd på dagen. Detta sammanfaller med trolig tidpunkt för att anlända till bemytet och påbörja laddning. Källa: Test Site Sweden. Baserat på TSS-data från 700 bilar och 40 000 kördagar.

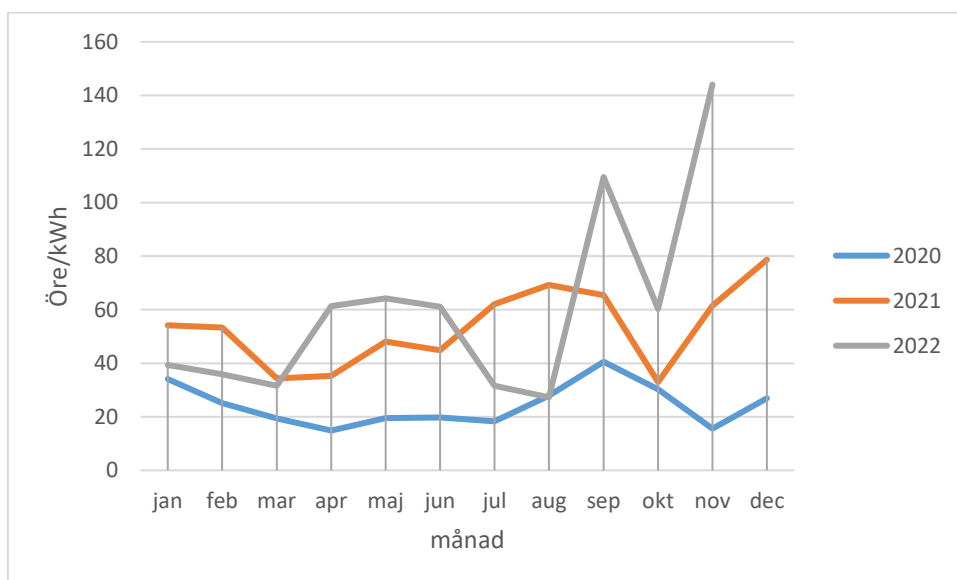
De flesta el- och hybridbilar har tillhörande appar som möjliggör att ägaren lätt kan ställa in när el- eller hybridbilen ska börja laddas det går även att ställa in ström i vissa appar. Många husägare installerar även en laddbox där denna funktionalitet ingår. Det finns även elbolag som erbjuder kunderna smart laddning vilket innebär en automatiserad laddning utifrån när elpriset är som lägst.

2.4 Elpriser

Figur 4 visar ett exempel på hur spotpriset för el ser ut under ett dygn. I Figur 4 visas också elpriserna för samma dag året innan. När graferna jämförs så har priset nästan fördubblats år 2022 [6]. De ökande priserna har påverkat så att fler personer börjar bli mer sparsamma vilket har lett till en mindre förbrukning vilket även har påverkat toppeffekterna [7]. Det går även att teckna ett timprisavtal där priset varierar varje timme och kunden betalar spotpriset samt tillkommande försäljningsavgifter. Ett timprisavtal innebär att kunden kan tjäna på att flytta förbrukning till tidpunkter då elpriset är som lägst. I Figur 5 visas hur de genomsnittliga spotpriserna har sett ut de senaste två åren. I Figuren visas medelvärde av priset varje timme under år 2021 och 2022. Som kan ses fås de lägsta priserna under natten och kunder som kan flytta förbrukning från högpristid under morgonen och eftermiddag/kväll till natten kan ungefär halvera den rörliga delen av elkostnaden för denna flyttade förbrukning. När kunderna har alternativ att flytta förbrukningen så kommer nätbolagen se att toppeffekten kommer att variera på andra tider på dygnet jämfört med det som är tidigare känt.



Figur 4. Ett exempel på el priset varje timme under 20 november för Vattenfall kunder år 2021–2022.



Figur 5. Elpriser per månad de senaste 3 åren.

2.5 Mikroproduktion solceller

Mikroproduktion solceller är en term som används för att beskriva småskaliga solenergiprojekt, vanligtvis med en installerad kapacitet på mindre än 1 MW. Dessa projekt kan vara både för kommersiell och för privata användning och kan använda både fasta och rörliga solpaneler. Mikroproduktion solceller kan användas för att producera elektricitet för eget bruk eller för att sälja överskottet till elnätet. De kan också användas i kombination med andra förnybara energikällor som vindkraft och biogas för att skapa en mer komplett och säkrare energiförsörjning. Däremot kan solcellers ökande effektivitet vid låg temperatur och reflektion från snö göra att de kan producera maxeffekt under tidiga vårdagar. Det visar sig

att från mars till oktober är produktionen högst. För kunder med 16 A huvudsäkring motsvarar det 11 kW möjlig inmatning.

2.6 Effektabonnemang/effekttariff

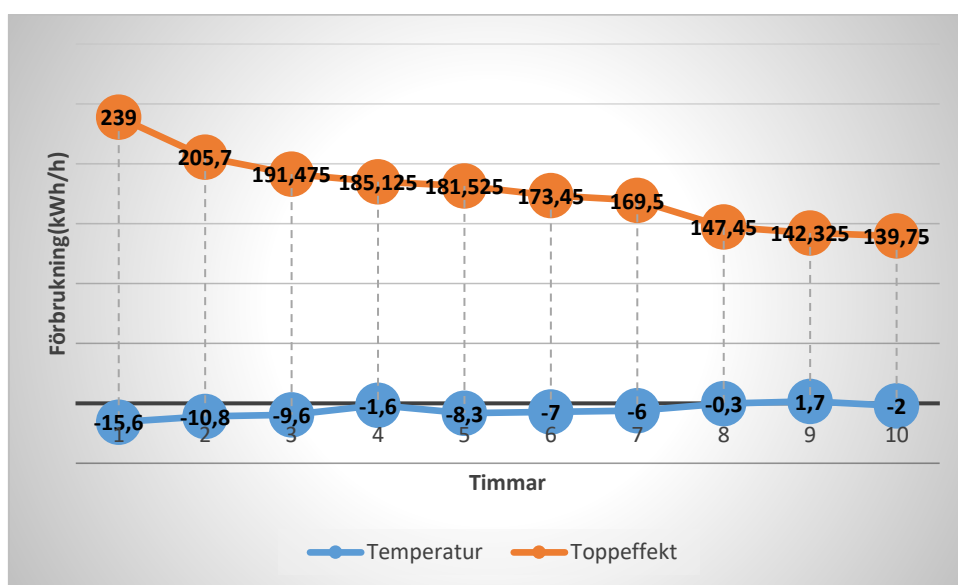
Effektabonnemang eller effekttariff är en typ av elnättsavtal som baseras på kundernas högsta effektbehov under ett visst tidsintervall, vanligtvis en timme eller en kvart. Detta är istället för ett traditionellt elnättsavtal som baseras på den totala mängden använd energi under en given period.

Med effektabonnemang betalar kunderna för den högsta effekt som de använder under en bestämd tidsperiod, vanligtvis mätt i kilowatt (kW). Denna avgift kan variera beroende på när under dagen eller veckan kunden använder elen. Till exempel kan avgiften vara högre under perioder när efterfrågan på el är högre, såsom under vintermånaderna eller under dagtid på vardagar.

Elnätsägaren kan välja att införa effektabonnemang som bygger på en effekttariff. Då är avgiften till nätägaren baserad på det högsta effektuttag under månaden. Idag har de flesta elnättsbolagen säkringsabonnemang. Det innebär att den fasta avgiften till nätägaren är baserad på hur stor säkringen är (exempelvis 16 eller 20 A)[8]

2.7 Värmesystem

Vilket uppvärmningssystem kunderna använder avgör vilka Velanderkonstanter K_1 och K_2 som används för dessa kunder. Elförbrukningen skiljer sig kraftigt med olika uppvärmningssystem. Medan en lägenhet förbrukar runt 5 000 kWh per år har ett hus med fjärrvärme oftast en årsförbrukning på 10 000 kWh och 15 000 kWh per år med bergvärme samt uppåt 25 000 kWh per år om den har direktverkande eluppvärmning. Figur 6 visar exempel på hur förbrukningen kan variera med utomhustemperaturen.



Figur 6. Toppeffekt vraktion efter temperatur 10- 20 december klockan 9 2022.

2.7.1 Fjärrvärme

Fjärrvärme är en typ av värmeenergi som produceras på centrala kraftverk och distribueras till konsumenter via rörledningar. Den kan produceras från olika källor, inklusive biobränsle, kol, naturgas och förnybara energikällor såsom vattenkraft, solenergi och geotermisk energi. Fjärrvärme är ett energieffektivt sätt att värma upp byggnader eftersom det genererar värme på ett centralt ställe och distribuerar den via rörledningar, i stället för att varje byggnad ska ha sin egen värmekälla. Det är också bra för miljön eftersom det minskar utsläppen av koldioxid och andra skadliga ämnen jämfört med att använda individuella värmekällor, såsom oljepannor eller elvärme [11].

2.7.2 Elvärme

Direktverkande elvärme innebär att huset värms upp av element, elslingor i golv och/eller elslingor i taket, men slingor i taket inte vanligt. Det användas även en varmvattenberedare för tappvarmvatten och den värmer och lagrar varmvatten för dusch, handtvätt, bad och disk. I ett hus med vattenburet värmesystem värms vattnet i stället upp av en elpanna eller en el-patron i en behållare, till exempel en ackumulatortank. Varmvattnet cirkulerar sedan i ledningarna till vattenelementen eller till golvvärmen[9].

2.7.3 Bergvärme

En bergvärmepump samlar upp energi från ett hål som borrats i berggrunden och denna energi används för att värma upp byggnaden och tappvarmvatten. Värmepumpen arbetar med el och för varje tillförd kWh el utvecklas en större mängd värmeenergi, vars värde beror på värmepumpens värmekoefficient. COP (COP är en förkortning av coefficient of performance, även kallat verkningsgrad eller värmefaktor.) för en värmepump uttrycker förhållandet mellan hur mycket användbar energi som produceras med en elektrisk energiinsats. Det betyder att en mer effektiv pump kan producera mer värmeenergi för varje tillsatt elenergi än en mindre effektiv värmepump. Då bergvärmens hål är djupa har marken relativt konstant temperatur vilket medför att COP faktorn blir jämn över året. Genom att använda bergvärme så reduceras förbrukningen från uppvärmning och varmvatten till en tredjedel jämfört med ren elvärme [11].

2.7.4 Luft-vattenvärmepump

Luft-vatten värmepumpen överför energi från uteluften till husets vattencirkulationsvärmesystem – och värmer även tappvarmvattnet. Beroende på hur husen idag värms kan luft-till-vattenuppvärmning minska uppvärmningskostnaderna med upp till 60–70 % [10]. Dessutom påverkas verkningsgraden av skillnaden mellan inomhus- och

utomhustemperatur, vilket leder till att verkningsgraden minskar när utomhustemperaturen sjunker, eftersom temperaturskillnaden ökar [11]. Därmed varierar COP faktorn med utomhustemperaturen.

2.7.5 Luftvärmepump

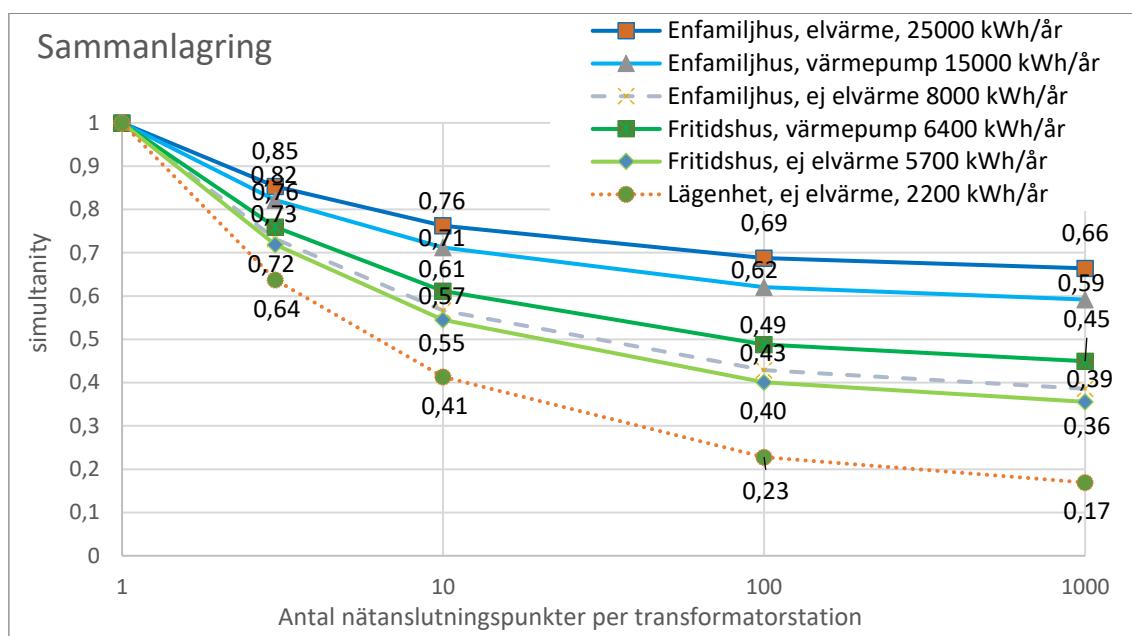
Luftvärmepumpen består av en extern och en intern del. En luftvärmepump fungerar genom att den yttre delen tar värme från uteluften och överför den till den inre delen som sedan värmer inomhusluften. När utomhustemperaturen sjunker producerar värmepumpen mindre värme i huset, samtidigt som energibesparingen minskar [12]. Blir det riktigt kallt kan COP faktorn för en luftvärmepump gå ner mot ett, då fungerar den som direktverkande el. Detta gör att luftvärmepumpen kanske inte minskar toppeffekten (jämfört med direktverkande el) även om den minskar årsförbrukningen av el för husets uppvärmning.

3 Netbas hantering av Velanders

Kapitel 3 beskriver hur arbetet har genomförts och hur toppeffekten är för kunder under en station.

3.1 Sammanlagring

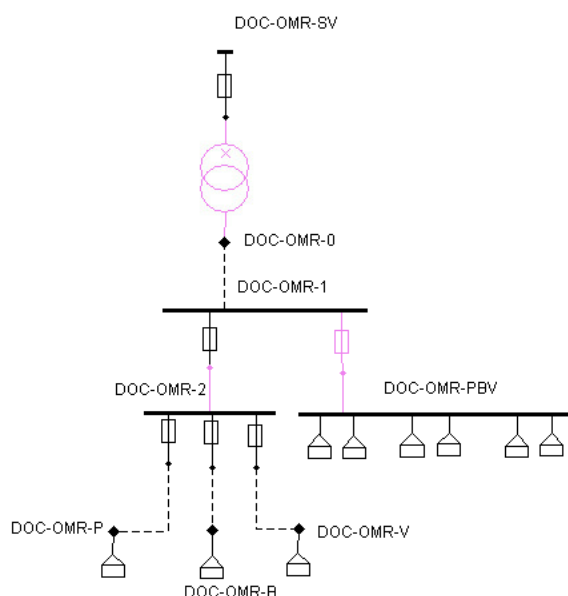
Sammanlagringen är grunden för all nätplanering. Detta arbete handlar om hur sammanlagring påverkar toppeffekterna med fokus på nätstationer och underliggande enskilda lågspänningskunder. Summan för sammanlagring är mindre än summan av de enskilda kundernas topp uttag. I Figur 7 så syns det hur sammanlagringen är för enfamiljshus med och utan värmepump samt lägenhet utan elvärme. I Figuren så minskar toppeffekten ju fler kunder som är kopplade till samma station.



Figur 7. Sammanlagringen för Vattenfalls kunder. Ju fler kunder desto lägre blir samman lagda toppeffekten.

3.2 Beräkningar för Sammanlagring

I Figur 8 visas hur enslinjeschema ser ut för en station med 9 kunder. Detta stycke förklarar hur sammanlagring beräknas i Netbas för kunder med samma konstanter.



Figur 8 enslinjeschema för 9 kunder under en station.

I nätet finns det fyra lastpunkter och totalt 9 AB-objekt (abonment/kund), där sex av dessa är placerade i knutpunkt DOC-OMR-PBV.

Av dessa sex objekt är det två som har omräkningskod P (effekt), två som har omräkningskod B (utnyttjningstid) och två som har omräkningskod V (Velanders). Omräkningskoderna är definitioner på belastningsdata, se nedan förklaring.

- P: Max aktiv effekt + max reaktiv effekt, eller max aktiv effekt + effektfaktor.
- B: energiförbrukning + utnyttjningstid aktiv last + effektfaktor.
- V: energiförbrukning + Velanderkoefficienter + effektfaktor.
- K: energiförbrukning för varje lastkategori.

Som räkneexempel antas samtliga kunder (i Netbas kallat AB-objekt) ha samma data, bortsett från att de har olika omräkningskoder.

AB-objekten har följande data:

Maximal effekt: 4,0 kW

Energiförbrukning: 10 000 kWh/år

Utnyttjningstid: 2500 timmar.

$$K_1: 0,0002$$

$$K_2: 0,02$$

De som har omräkningskod B, får maximal effekt beräknad till $10\,000 / 2500 = 4,0$ kW

De som har omräkningskod V, får maximal effekt beräknad till

$P = 0,0002 * 10000 + 0,02 * \sqrt{10000} = 4,0$ kW enligt formel 2.1 får alla 9 lastobjekten en maximal last på 4,0.kW om sammanlagringen kryssas av vid lasttilldelningen se Figur 9.

Sammanlagring per knp.:	Sammanlagring mellan knp. :
<input type="checkbox"/> Velanderkonstanter	<input checked="" type="radio"/> Velanderkonstanter
<input type="checkbox"/> Utnyttjningstid	<input type="radio"/> Alla omräkningskoder
<input type="checkbox"/> Effekt	Max spänning (kV)
<input type="checkbox"/> Slutavändargrupper	1.0 <input type="button" value="..."/>

Figur 9 skärmdump vid lasttilldelningen.

Knutpunkten DOC-OMR-PBV får en last beräknad på

$$P = 4,0 \text{ kW} * 6 = 24,0 \text{ kW}$$

Detta är för de 6 kunderna som har samma knutpunkt i DOC-OMR-PBV.

Totalt i nätet blir det 36,0 kW last när de tre övriga lasterna inte sammanlagras.

I Netbas utförs sammanlagring mellan lastobjekt med omräkningskod V i samma knutpunkt. Se Figur 10 nedan.

Sammanlagring per knp.:	Sammanlagring mellan knp. :
<input checked="" type="checkbox"/> Velanderkonstanter	<input checked="" type="radio"/> Velanderkonstanter
<input type="checkbox"/> Utnyttjningstid	<input type="radio"/> Alla omräkningskoder
<input type="checkbox"/> Effekt	Max spänning (kV)
<input type="checkbox"/> Slutavändargrupper	1.0 <input type="button" value="..."/>

Figur 10 skärmdump vid sammanlagring vid lastobjekt.

Utifrån den generella ekvationen för sammanlagring blir summa effekt för de AB-objekten med omräkningskod V: $P=0,0002 * 20000 + 0,02 * \sqrt{20000}= 4,0\text{kW} + 6,8\text{kW} = 10,8 \text{ kW}$, enligt formel 1.1.

Summa last i knutpunkt DOC-OMR-PBV blir då:

$$P = 4,0 \text{ kW} * 4 + 6,8 \text{ kW} = 22,8 \text{ kW}$$

Total last i nätet blir 34,8 kW när det i område v sammanlagras och de övriga summeras.

Om även AB-objekt med omräkningskod B ska sammanlagras med objekten med omräkningskod V på samma knutpunkt, måste alternativ enligt nedan kryssas in, se Figur 11.

Figur 11 skärmdump vid samma knutpunkter.

När även objekten med omräkningskod B (Utnyttningstid) ska vara med i sammanlagringen, är det totalt fyra objekt som ska sammanlagras, medan de två objekten med omräkningskod P ska behålla sin maximala effekt på 4,0 kW. De två objekten med omräkningskod B sammanlagras även med Velanders och de beräknas med en ekvivalent energi på 10 000 kWh. Dvs. de 4 objekten som ska sammanlagras, har 40 000 kWh totalt.

Summa effekt för dessa 4 objekt blir då:

$$P=0,0002 * 40000 + 0,02 * \sqrt{40000} = 8,0\text{kW} + 4,0\text{kW} = 12,0\text{kW} \text{ enligt formel 2.1}$$

Summa last i knutpunkten blir då:

$$P = 4,0 \text{ kW} * 2 + 12,0 = 20,0 \text{ kW}$$

Total last i nätet blir 32,0 kW.

Om även objekten med omräkningskod P ska delta i sammanlagringen, måste detta markeras i dialogen se Figur 12.

Figur 12 Skärmdump vid beräkning med omräkningskod p.

Då deltar alla 6 objekten i sammanlagringen. Maximal effekt i knutpunkten blir då:

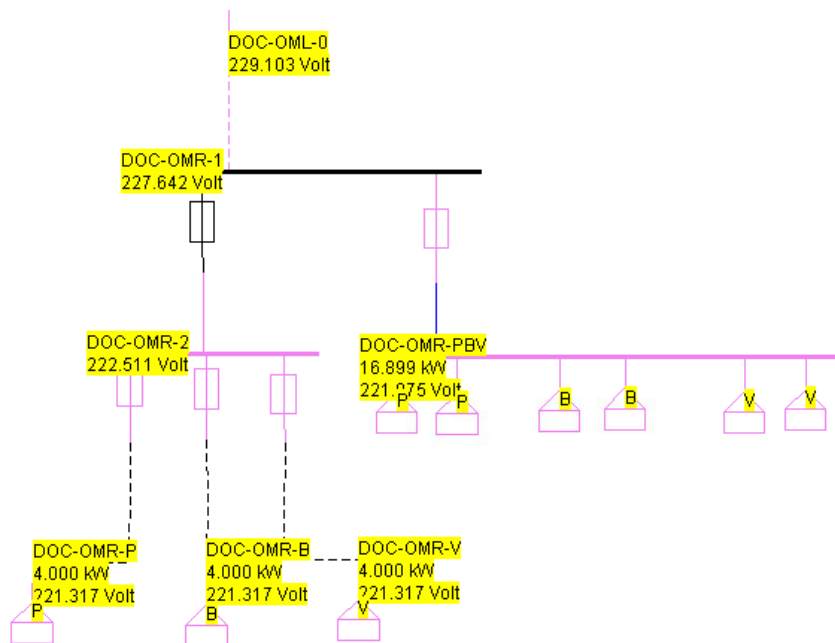
$$P=0,0002 * 60000 + 0,02 * \sqrt{60000} = 12,0 \text{ kW} + 4,9 \text{ kW} \text{ enligt formel 2.1.}$$

Tabell 1 är resultatet av alla knutpunkternas enskilda last och det visas även i Figur 13 vilken effekt varje knutpunkt har.

Tabell 1 summan av varje beräknings område.

DOC-OMR-PBV	DOC-OMR-P	DOC-OMR-B	DOC-OMR-V
16.9kW	4 kW	4 kW	4 kW

Total last i nätet blir 28,9 kW, som även visas i Figur 13.



Figur 13 sammanlagringen knutpunkter.

3.3 Velanderkonstanter

Konstanterna definieras beroende på två olika parametrar från programmet SAP.

- Första tre siffrorna beror på typ av bebyggelse / verksamhet / produktion som kunden har t.ex. 1 eller 2 bostadshus.
- Andra definitionen beror på vilken typ av uppvärmning det finns i anläggningen, det är siffrorna efter de 3 första.

Koderna kombineras sedan, till exempel om anläggningen är en- eller tvåbostads hus så har den fått koden 851 och om kunden har någon uppvärmning som direktvärme så får den koden 10. Koderna kombineras och får värdet 851 10 som sedan matchas med konstanterna K_1 och K_2 . Tabellen nedan visar hur det ser ut. Hela tabellerna finns i bilaga A och B.

Tabell 2 Velanders koder.

Bostad/uppvärmning	K_1	Bostad/uppvärmning	K_2
851 10	0,025	851 10	0,0003

Typ av verksamhet/produktion hämtas från fastighetsregister.

Typ av uppvärmning hämtas in från kunden via föransökan eller ansökan om väsentlig förändring av elanläggning och görs normalt av elektriker. Vid ny anslutning där nya kunder vill ansluta sig till Vattenfalls nät så måste en föransökan skickas in. I blanketten ska kunderna fylla i vilken typ av uppvärmning de använder där några exempel är direkt el, värmepump eller oljepump. Dessa alternativ ger Vattenfall en möjlighet att välja ut konstanterna. Även gamla kunder som gör en väsentlig ändring av sin elanläggning, som till exempel byter från fjärrvärme till bergvärme, ska meddela vattenfall så att det kan dokumenteras. Om det inte rapporteras in och kunderna gör en förändring så får dessa kunder fel Velanderkonstanter vilket gör att toppeffekterna som finns i Netbas för kunderna inte stämmer med deras verkliga toppeffekt.

3.4 Typvärden

Typvärden är värden som väljs automatiskt om användaren inte lägger in information om kunderna eller deras anläggning. För att beräkna maximal effekt i Netbas för en aktuell last så används Velanderkonstanter. Om konstanterna ej har definierats så används typvärden, K_1 0,0002 och K_2 0,07. Detta är konstanter som ger förhållandevis låga utnyttningstider för lasten. För andra klimattyper, där förbrukningsmönstret är annorlunda, är det viktigt att använda konstanter som passar aktuellt förbrukningsmönster. De kunder som har typvärden tilldelas fel konstanter vilket gör att de får fel uppskattad effekt i Netbas, detta leder till beräkningar som görs i Netbas inte stämmer med verkliga värden från mätarna.

I januari 2023 hade 52 % av kunderna defaultvärden i Netbas. Det upplevs även alltmer svårt att få in och underhålla uppgifter om kundernas uppvärmningssystem. Detta innebär att de konstanter som kunderna har i Netbas är felaktiga vilket gör att den uppskattade toppeffekten blir felaktigt.

3.5 Kunder med typvärden

Under en av stationerna hade 22 kunder av 58 typvärden vilket visas i tabell 2.

Tabell 3 Kunder med default värden.

Energiförbrukning	Velanderkonstant 1	Velanderkonstant 2
11 875	0,0002	0.07
11 982	0,0002	0.07
10 422	0,0002	0.07
4199	0,0002	0.07
12 067	0,0002	0.07
6135	0,0002	0.07
11 447	0,0002	0.07

20 518	0,0002	0.07
8504	0,0002	0.07
12 433	0,0002	0.07
10 847	0,0002	0.07
10 974	0,0002	0.07
12 081	0,0002	0.07
11 370	0,0002	0.07
18 378	0,0002	0.07
9932	0,0002	0.07
36 299	0,0002	0.07
3842	0,0002	0.07
10 489	0,0002	0.07
15 157	0,0002	0.07
16 737	0,0002	0.07
13 649	0,0002	0.07

Den totala årsförbrukningen för alla kunder är 279 337 kWh. När detta värde används för att beräkna den toppeffekten enligt formel 2.1 $P = 279337 * 0.002 + 0.07 * \sqrt{279337} = 92.9 \text{ kW}$

Detta gav en total toppeffekt på 92,9 kW vilket gjorde att den totala toppeffekten för station 2 blev 289,9 kW.

Efter att korrigerat och tilldelat dessa 22 kunder rätt Velanders konstanter så blev den beräknade toppeffekten 303,1 kW. Stationen har en verklig toppeffekt på 274,1 kW när data från mätaren analyserats. Efter att kunderna tilldelats rätt konstanter så ökade skillnaden i jämförelse med nätstationens mätare där Velanders formel hade en överskattning på 11% i stället för 5% som nämns i senare kapitel 4.3.2.

3.6 Mikroproduktion

Idag samlas inte storleken på batterier in för solcellsanläggningar. I blanketten för föransökan så behöver endast anslutningseffekten och typ av växelriktare anges. Däremot är det vanligt att i- och urladdning till batterierna sker med endast en del av växelriktarens märkeffekt och uppgifter om den maximala effekten som kan matas ut från batterisystemet kan vara relevant att samla in. Tidigare så samlades effekten av solpanelerna och växelriktaren in. För att se effekten i Netbas sätts abonnentens omräkningskod till p(effekt). Figur 14 visar vad för data som matas in vid mikroprodukten.

Jämförelse av topp effekt mellan nätstationsmätare och Velanders formel

The image shows two side-by-side screenshots of the NETBAS software interface. The left window is titled "NETBAS Beräkning : Ändring av belastningsdata" and the right window is titled "NETBAS Analys : Ändring av lokal produktion".

NETBAS Beräkning : Ändring av belastningsdata

Fields include:

- Knutpunkt: []
- Objekt: [] AB A Status (I/U)
- Abonnentnamn: ANONYM
- Mätpunkt ID: []
- Anläggn nummer / Transf krets: [] 41342AL
- Namn på prognosen: STANDARD [] Redigera
- Årsvariation: STANDARD [] Redigera
- Dygnsvariation: STANDARD [] Redigera
- Temperaturkorrektion: STANDARD [] Redigera
- Temperaturserie: []
- Lastkategori: 85120 []
- Antal anlägg.: 1
- Energiförbrukn. kWh/år: 1 Faser L1 L2 L3 N
- Utnyttj tid timmar: 1500
- Cosinus(φ): 0.9600
- Velanderkonstanter: 0.00019 0.04540
- Omräkningskod: V []
- Referensår: 2016
- Introduktionsår: []
- Max. effekt objekt: 2016 kW 0.046 kVAr 0.013
- Akt. effekt objekt: kW 0.013 kVAr 0.004
- Akt. effekt knutpkt.: 2017 kW 0.013 kVAr 0.004

Buttons at the bottom: Stäng, Uppdatera, Slut användargrupper..., DärWin data..., Lokal produktion...

NETBAS Analys : Ändring av lokal produktion

Fields include:

- Objekt: 50318330
- Knutpunkt: 08638840
- Abonnentnamn: ANONYM
- Mätpunkt ID: []
- Säkringsstorlek: [] A

Lokal produktion:

- Produktions ID: []
- Typ prod.: []
- Energiproduktion: [] kWh
- Max prod.: [] kW
- Aktuell kW/kVAr: [] []

Elbil:

- Energiförbrukning: [] kWh
- Max laddning: [] kW
- Aktuell kW: [] []

Batteri (testfunktion i Analys):

- Kapacitet: [] kWh
- Max. produktion: [] kW
- Max laddning: [] kW
- Aktuell effekt: [] []

Laddning är positiv effekt. Produktion är negativ

Button: Stäng

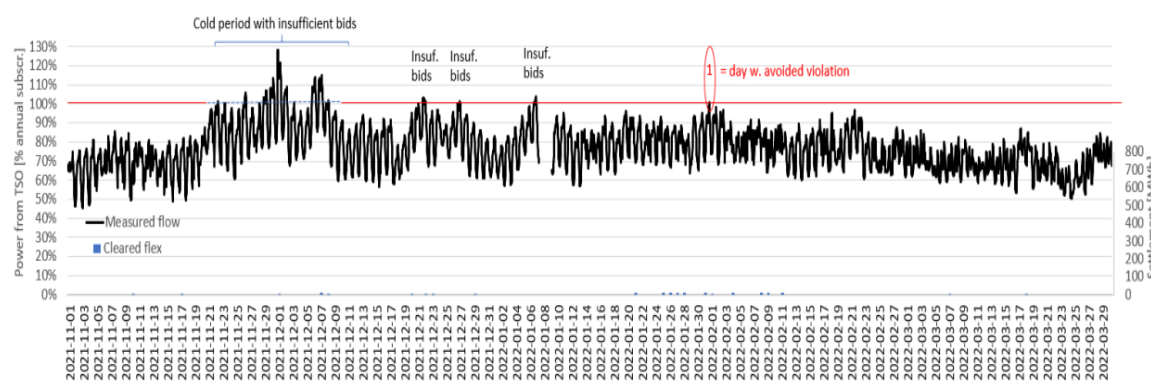
Figur 14 Netbas beräkning av mikroproduktion.

4 Jämförelse av mätvärden

Detta kapitel kommer att jämföra mätdata från PUMA nätstationsmätarna samt data framräknad med Velanders formel. Den 20 november 2021 fram till 9 december inträffade den kallaste perioden under vintern 2021–2022. Mätdata från denna period kunde inte analyserats eftersom data från dessa perioder saknades. Tidigare så antogs det att den kallaste dagen gav den högsta toppeffekterna. Genom att analysera data visar det sig att juldagarna 23 december fram till den 27 december hade högst förbrukning. Även data från den 15 - 16 december 2022 har analyserats och då var temperaturen som lägst under kalenderåret 2022.

4.1 Förbrukning under vintern 2021–2022

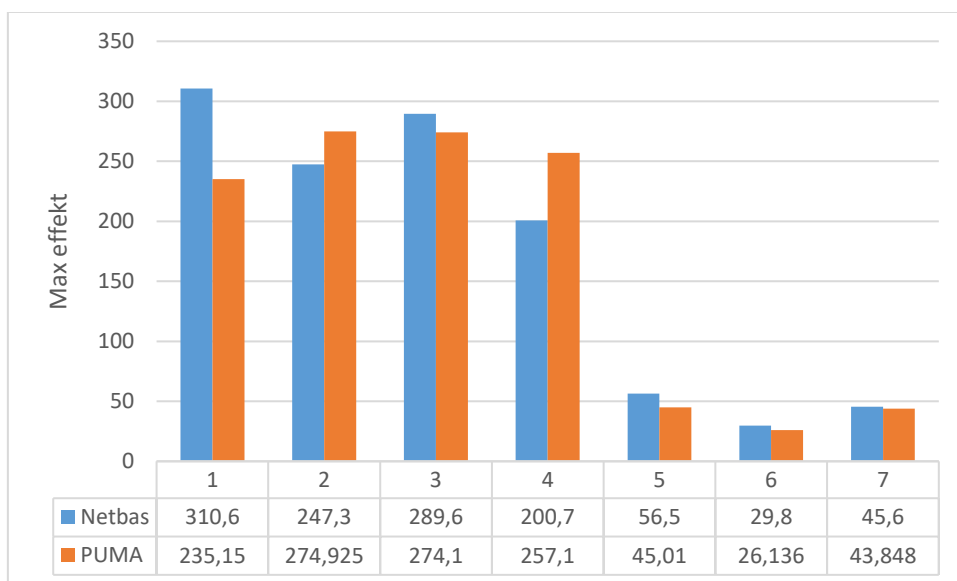
Den 21 november 2021 fram till den 9 december så blev det en kall period [13]. Det som hände vid den låga temperaturen var att uppvärmningen ökade vilket även gjorde att förbrukningen ökade. I Figur 15 nedan så visas förbrukningen under dessa dagar, där det blåmarkerade visar toppeffekterna. Skalan anger effektuttaget från svenska kraftnäts transmissionsnät i procent[14].



Figur 15. Toppeffekter 2021 november/ december. Källa coordinate project eu[14].

4.2 Jämförelse Velanders formel/ Nätstations mätare

Mätdata på 100 nätstationer har analyserats och sju av dessa har valts ut. I dessa sju nätstationer är det mellan 8 och drygt 400 anslutna kunder till varje station. När data från Velanders formel och nätstationsmätaren jämfördes så var det 2 stationsmätare som visade högre värden jämfört med Velanders formel. Ett antagande som hade gjorts innan arbetet påbörjats var att Velanders formel visade högre toppeffekt. Figur 16 nedan visar toppeffekterna från Netbas och PUMA mätarna.

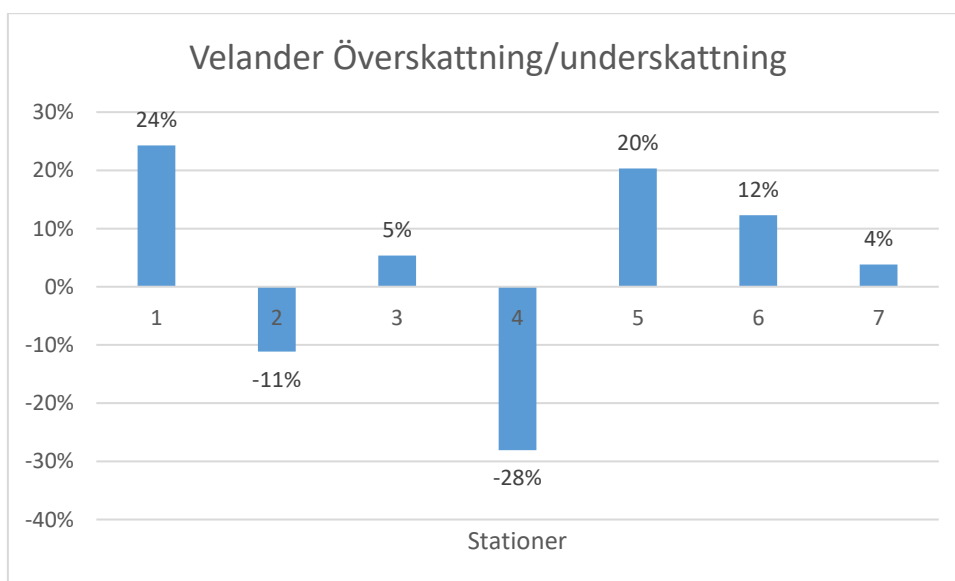


Datum	2212-26	2112-27	2112-15	2202-03	2112-21	2112-15	2212-15
Tid	Kl. 19:00	Kl. 20:00	Kl. 09:00	Kl. 00:00	Kl. 16:00	Kl. 12:00	Kl. 23:00

Figur 16 Toppeffekter Netbas/PUMA x-axeln är antal stationer och y-axel är maxeffekt.

4.2.1 Överskattning/underskattning

Det som går att analysera från jämförelsen är att i vissa stationer så har Velanders överskattat förbrukningen i jämförelse med den verkligt uppmätta topp effekten. I två stationer så har Velanders underskattat topp effekterna jämfört med det verkliga värdet från PUMA mätarna. I Figur 17 visas hur mycket det har överskattats samt underskattats.



Figur 17 visar överskattning/underskattning i procent.

4.2.2 Beräkningar med Velanders formel

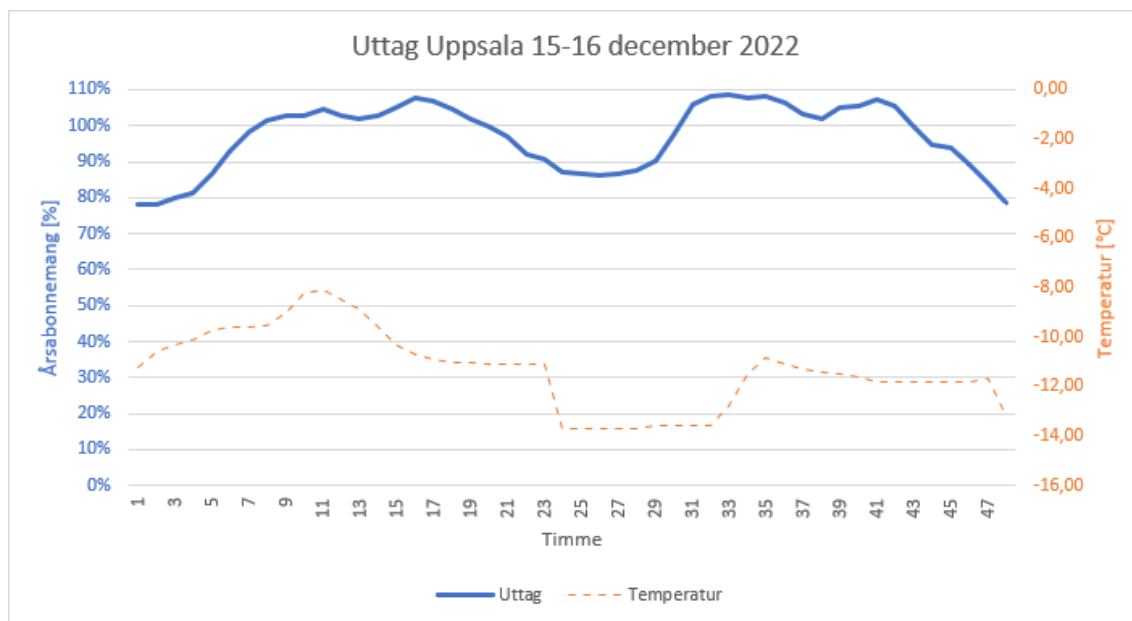
Velanders formel visade i snitt en högre uppskattning av toppeffekterna. Detta beroende på att konstanterna som användes i Velanders formel under stationerna ger i snitt en högre toppeffekt än det verkliga värdet. Det högsta överskattningen med Velanders formel visade sig vara på 24% och det lägsta värde på 28%.

4.2.3 Mätarna

De sju mätarna från stationerna som analyserats hade en lägre toppeffekt jämfört med Velanders formel, dessa mätare visade även toppeffekten vart femtonde minut. I snitt så hade mätarna en lägre toppeffekt i jämförelse med Velanders formel.

4.3 Tidsstudie

Två av de 7 nätstationer har valts ut för djupare analys. En station där värdet från PUMA nätstationsmätaren var högre jämfört med Netbas och en station där Netbas visade högre värde. Data som analyserats visar två olika perioder för dessa stationer där toppeffekten var som högst. Det är mellan 15–16 december 2022 och 23–27 december 2021. I Figur 18 nedan är det uttag från förbrukningen eftersom det var den kallaste perioden 2022. Figur 18 visar i procent hur den toppeffekten har varierat efter temperatur för dagarna 15–16 december 2022.

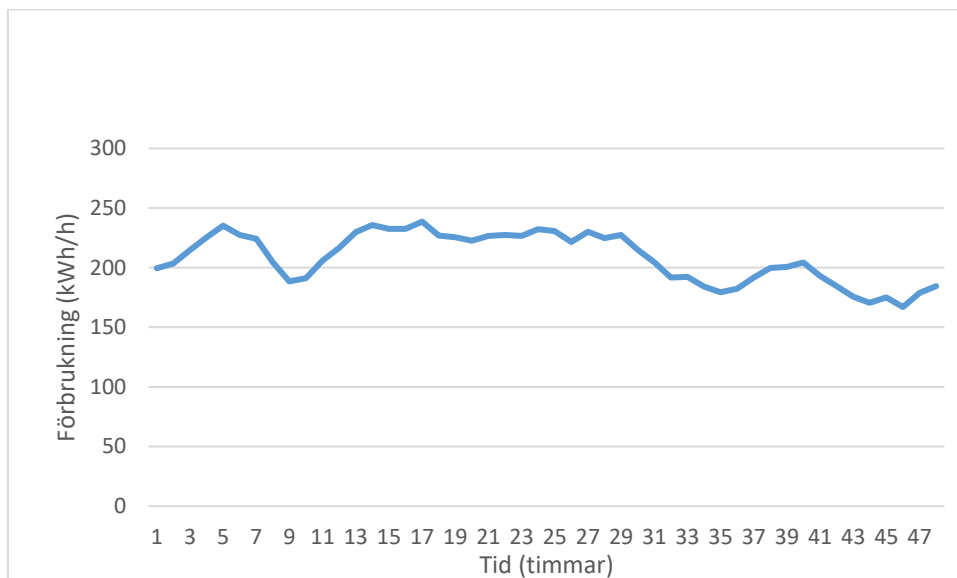


Figur 18 Förbrukningen under 15–16 december 2021.

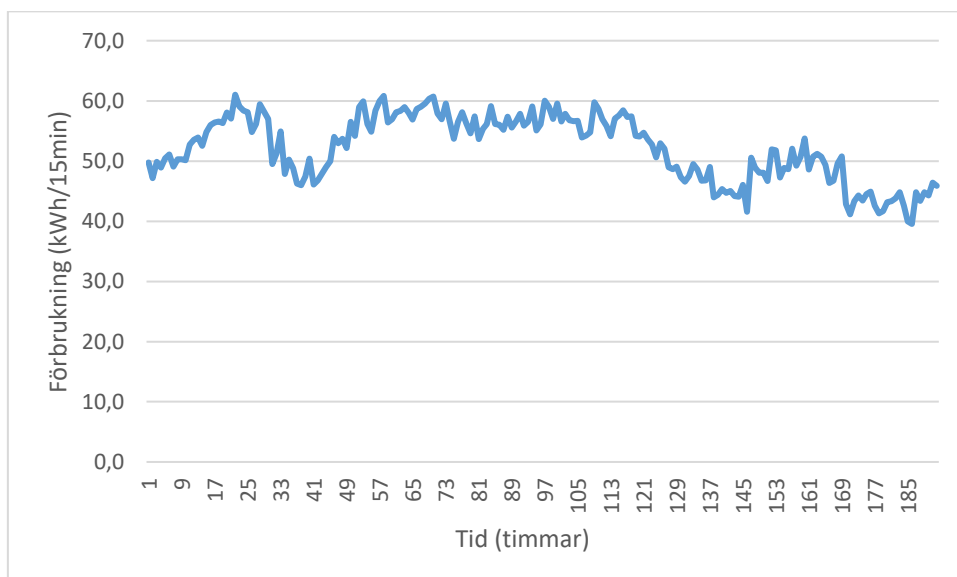
4.3.1 Underskattad toppeffekt med Velanders formel

Första stationen som hade ett underskattat sammanlagt värde på 11 % har 66 kunder anslutna. Netbas visade en toppeffekt på 247,3 kW och värdet från mätaren på 274,9 kW.

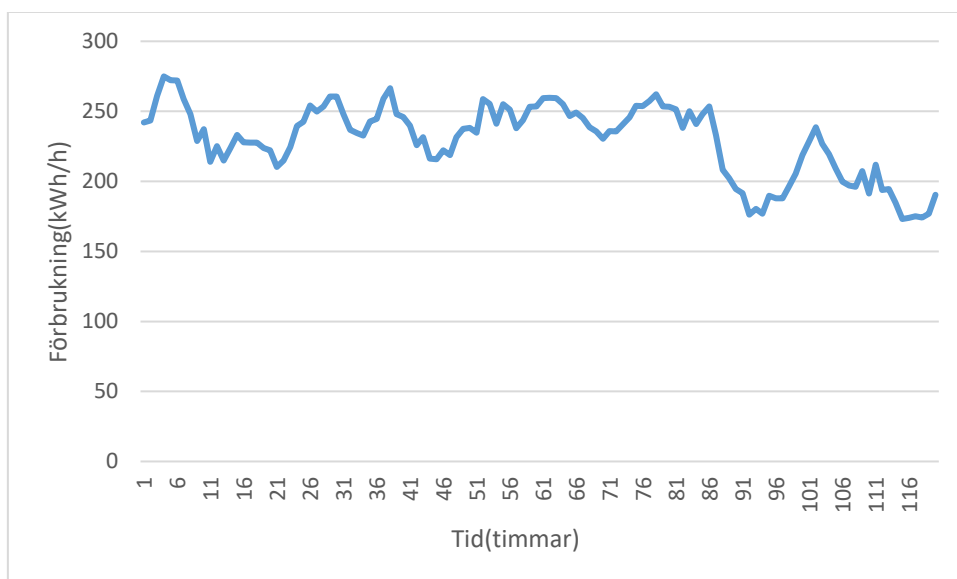
Två olika tidsperioder har analyserats där toppeffekterna var som högst. I Figur 19 nedan visas toppeffekterna under dessa perioder timme för timme. I Figur 20 visas värden varje 15 min. I Figur 21 nedan visas toppeffekterna 23 – 27 december 2021. Det som gör att det är en avvikelse beror på olika faktorer, det kan vara beroende på om kunderna har elbilar som det laddar hemma eller om de har inte korrekt Velanders konstanter i Netbas systemet. I Figurerna så syns det hur toppeffekterna har varierat varje timme under de kallaste dagarna 2022 och även hur de varierar varje 15 minut, för stationen där Velanders formel underskattade toppeffekten.



Figur 19 förbrukning för station 1 under 15–16 december 2022.



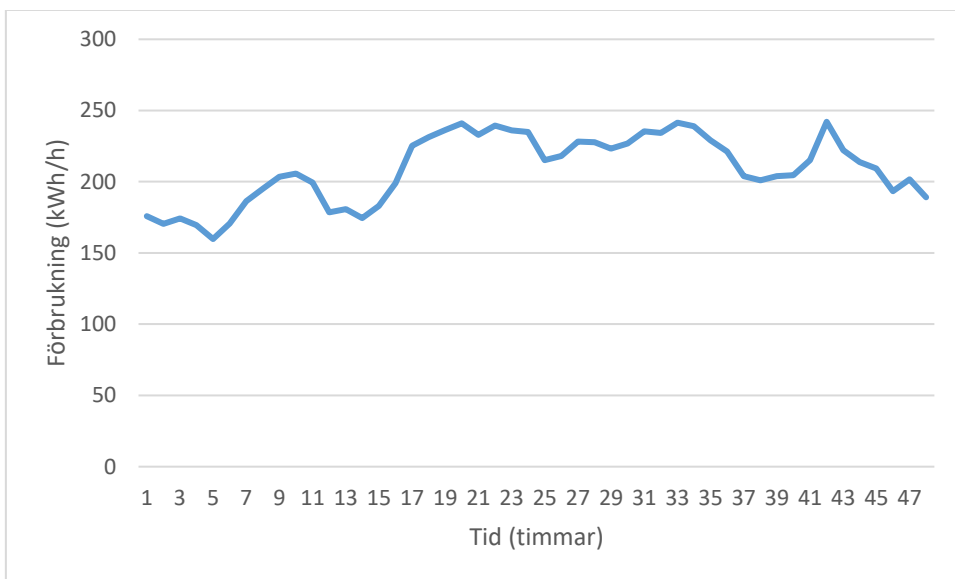
Figur 20 Förbrukning för station 1 under 15 – 16 december 2022.



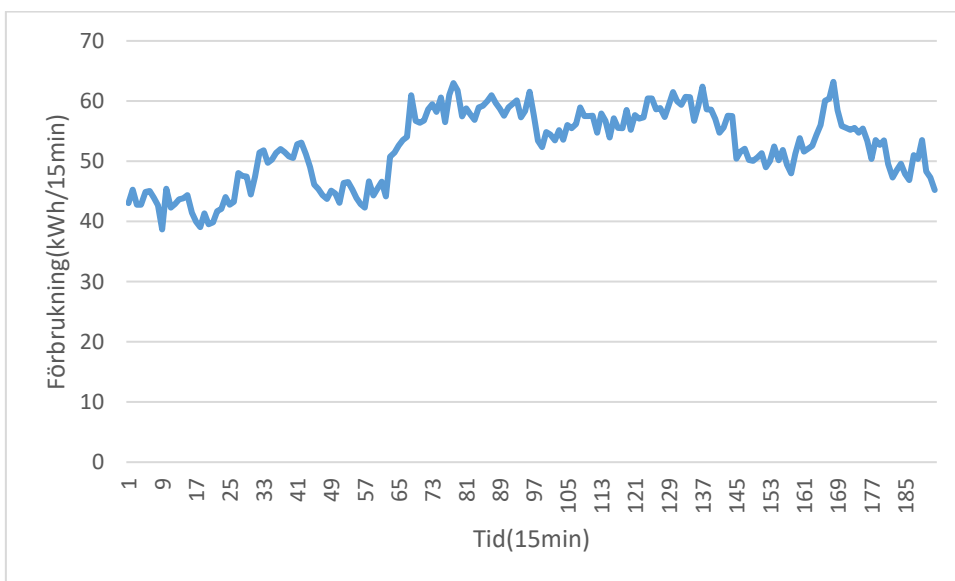
Figur 21 Förbrukning för station 1 under 23 – 27 december 2021.

4.3.2 Överskattad toppeffekt med Velandersformel

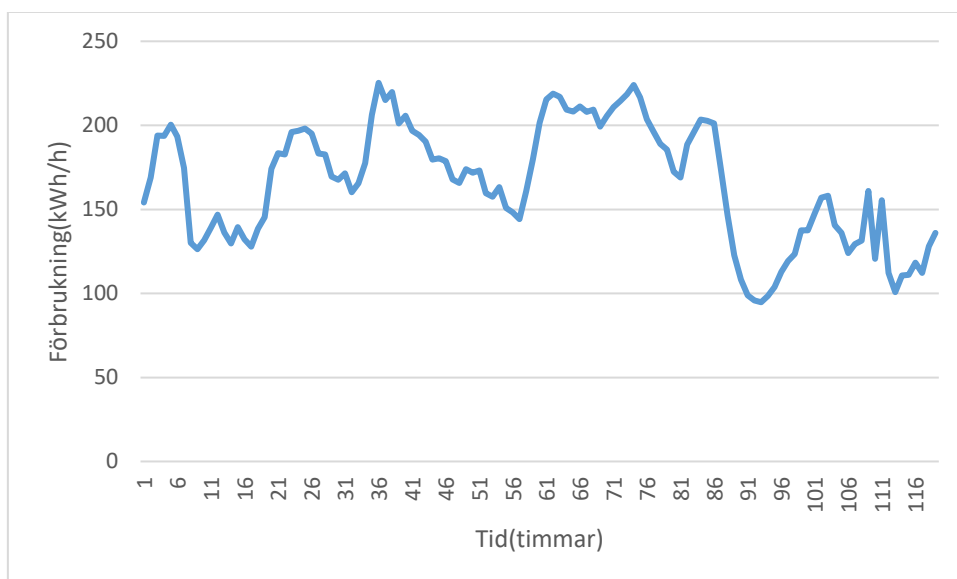
I den andra stationen som analyserats har det skickats två separata enkäter till kunderna som är anslutna till stationen. En enkät har skickats till de med solceller och en enkät till kunder utan solceller, se bilaga C. Enkäterna har skickats för att noggrannare undersöka hur kunderna följer sin produktion och även för att undersöka om de har elbilar som de brukar ladda hemma. En del kunder har svarat att de har elbilar hemma som även påverkar toppeffekterna vilket är information som Vattenfall inte har tillgång till eftersom det inte registrerats hos Vattenfall. Efter att ha jämfört toppeffekterna från Netbas och PUMA mätaren så visar det sig att Netbas visar en toppeffekt på 289,6 kW och PUMA visar 274,9 kW, dvs. det visar sig att Netbas visar en överskattning på 5%. Figurerna nedan visar toppförbrukningen för timvärde, 15 min värde 15 – 16 december 2022 samt förbrukningen under perioden 23–27 december 2021. Figur 22 visar timvärde. Figur 23 visar 15 min värde och Figur 24 visar toppeffekterna för perioden 23–27 december 2021. Enkäten finns i bilaga D. I Figurerna så syns det hur toppeffekterna har varierat varje timme under de kallaste dagarna 2022 även hur de varierar varje 15 minut, för stationen där Velanders formel överskattade toppeffekten. Som i kapitel 4.3.1 så är det även här som kunderna har Velanders konstanter där 22 av kunderna hade fel konstanter som nämns i kapitel 3.5.



Figur 22 Förbrukning för station 2 under 15 – 16 december 2022.



Figur 23. Förbrukning för station 2 under 15 – december 2022.



Figur 24 förbrukning för station 2 under 23–17 december 2021.

4.4 Resultat

Slutsatsen är att resultaten som presenteras i Netbas idag inte är helt korrekt. Ett alternativ är att ersätta all data som finns i Netbas och sluta använda Velanders formel helt. Detta skulle göras genom att mata data från PUMA mätarna direkt in i programmet Netbas eftersom det är kundernas och stationens verkliga värden och inte uppskattade värden som Velanders formel gör. Velanders formel skall endast användas vid nya installationer för att uppskatta värdena och inte vid befintliga installationer.

5 Diskussion

100 nätstationer och 58 kunders enskilda data kunde inte analyseras. Detta beror på att data kom sent, det tog 2 månader med tillstånd och klassning. Eftersom exjobbet bara var 10 veckor så analyserades inte resterande data. Data som fanns hade sparats från 2022-12-19 och den högsta förbrukningen vintern 21/22 var 22 november fram till den 8 december 2021. Data som var tillgänglig var data från 2022-01-19 och fram 2022-10-31 vilket var ej då toppeffekten inträffade.

Endast 7 stationer av dessa 100 används i analysen men dessa stationer saknar toppeffekt för vintern 21/22 då de inte skrivs över eftersom endast ett års data sparas i (HES). Jämförelsen av toppeffekterna som redovisas i det tidigare kapitlet är osäkra eftersom det endast finns en begränsad datamängd som kunde undersökas i detta arbete. Detta kan leda till en osäkerhet i slutsatserna som dras från undersökningen, och det är viktigt att notera att resultaten inte kan generaliseras till andra populationer eller geografiska områden utanför det som undersöktes. För att få en mer säker och representativ bild av toppeffekten krävs en större datamängd och en bredare geografisk spridning.

6 Slutsatser

Dokumentationen av uppvärmningskälla och därmed lastkod är inte korrekt för flertalet kunder. Enligt de data som analyserats på de 58 kunderna under station 2 så visar det sig att en del kunder hade typdata ansatta i Netbas. Detta kan leda till fel uppskattning på deras toppeffekt vilket även leder till att den uppmätta toppeffekten i station 2 inte hade samma värde som beräknats i Netbas. För att ett program ska beräkna rätt resultat måste det ha rätt indata annars så leder det till felaktigheter. En del kunder under station 2 har elbilar som laddas hemma och även detta leder till att uppskattningen av deras toppeffekt inte är helt korrekt. Hade det funnit tillgång till kundernas mätdata så skulle det kunna inkluderas. Det förändrade energi-till-effektförhållandet på grund av elbilsladdning gör att nya Velanderskonstanter måste utvecklas för hushåll utrustade med elbilsladdare. Sedan är det också viktigt att elnätsföretagen får information om installation av laddboxar och deras maximala laddkapacitet. För de sju undersökta nätstationerna visar det sig att toppeffekt beräknad utifrån Netbas och toppeffekt uppmätt i nätstationsmätarna kan skilja sig med 20–30%. Detta beror på att de flesta kunder har fel värmekoder i Netbas. Dessa resultat visar på vikten av att korrekt konfigurera och uppdatera kundens värmekoder i Netbas för att få en så exakt beräkning som möjligt av toppeffekten. En felaktig konfiguration kan leda till överdimensionering av nätstationen, vilket i sin tur kan resultera i ökade kostnader för kunden och för energibolaget.

Det är också viktigt att notera att toppeffekten kan variera beroende på tidpunkten på dagen och året. Därför bör energibolaget kontinuerligt övervaka och uppdatera kundens värmekoder för att säkerställa att nätstationen är optimalt dimensionerad för den faktiska belastningen.

Vidare kan det vara nyttigt att genomföra regelbundna mätningar av toppeffekten på plats hos kunden för att kontrollera att Netbas-beräkningen är korrekt och för att identifiera eventuella skillnader mellan beräkning och verklighet.

En annan diskussion kan vara hur det påverkar kostnaderna för kunden och hur det påverkar företaget, såsom företaget behöver öka sina investeringar i nätstationer för att hantera toppeffekten eller kan det leda till en ökning av kostnaderna för kunden.

Referenser

- [1] ”Vad är skillnaden på energi och effekt?”
<https://www.olofstromskraft.se/Vad-%C3%A4r-skillnaden-p%C3%A5-energi-och-effekt%3F> (åtkomstdatum 30 november 2022).
- [2] ”Hemmaladdning”, 03 december 2021.
https://www.tesla.com/sv_SE/support/home-charging (åtkomstdatum 18 november 2022).
- [3] ”Leaf_kit_br_SWE-FINAL.pdf”. Åtkomstdatum: 18 november 2022.
[Online]. Tillgänglig vid: https://www.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/se/brochures/Leaf_kit_br_SWE-FINAL.pdf
- [4] ”Välj rätt huvudsäkkring - Vattenfall Eldistribution”.
<https://www.vattenfalleldistribution.se/kund-i-elnetet/anslutning/anslut-din-fastighet/valj-ratt-huvudsakring/> (åtkomstdatum 18 november 2022).
- [5] ”Elbilsladdning - Ladda elbil så här”, *Eways.se*, 19 april 2021.
<https://www.eways.se/ladda-elbil-elbilsladdning/> (åtkomstdatum 18 november 2022).
- [6] ”Timpris för dig som kan styra elanvändning - Vattenfall”.
<https://www.vattenfall.se/elavtal/elpriser/timpris/#setimpris> (åtkomstdatum 27 november 2022).
- [7] ”Skenande elpriser – då rasade elförbrukningen i Sydsverige”.
<https://www.nyteknik.se/energi/skenande-elpriser-da-rasade-elforbrukningen-i-sydsverige-7038970> (åtkomstdatum 30 november 2022).
- [8] Energicentrum, ”Energicentrum - Vad innebär effekttariff?”, *Energicentrum*, 26 oktober 2021. <https://energicentrum.se/effekttariff/> (åtkomstdatum 13 mars 2023).
- [9] ”Elvärme”. <https://www.energimyndigheten.se/snabblankar/lattlast/hur-varmer-du-upp-ditt-hus/elvarme/> (åtkomstdatum 16 december 2022).
- [10] ”Luft-vattenvärmepump för vattenburna värmesystem - Vattenfall”.
<https://www.vattenfall.se/varmepumpar/luftvattenvarmepump/> (åtkomstdatum 20 december 2022).
- [11] ”Bergvärme - Minska dina värmekostnader - Vattenfall”.
<https://www.vattenfall.se/varmepumpar/bergvarme/> (åtkomstdatum 16 december 2022).
- [12] ”Luftvärmepumpar - en lönsam investering – Vattenfall”.
<https://www.vattenfall.se/varmepumpar/luftvarmepump/> (åtkomstdatum 20 december 2022).
- [13] ”November 2021 - Nästan rekordkall avslutning | SMHI”.
<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/november-2021-nastan-rekordkall-avslutning-1.176606> (åtkomstdatum 24 december 2022).
- [14] ”60379e43b9d9aD4.1 products in the Swedish demo 2020-12-21.pdf”.
Åtkomstdatum: 27 februari 2023. [Online]. Tillgänglig vid: <https://private.coordinet-project.eu/files/documentos/60379e43b9d9aD4.1%20products%20in%20the%20Swedish%20demo%202020-12-21.pdf>

Bilagor

A: Velanders Koder K_1 .

Concatenate(VBSART, ANLART) ▾	K1 (NETBA) ▾
851 10	0.0003
851 11	0.0003
851 13	0.00028
851 16	0.0003
851 18	0.0003
851 20	0.00033
851 21	0.00028
851 23	0.00033
851 24	0.00028
851 25	0.00028
851 30	0.00033
851 31	0.00028
851 35	0.00028
851 37	0.00033
851 40	0.0003
851 41	0.0003
851 42	0.00028
851 43	0.00028
851 45	0.0003
851 49	0.00028
851 51	0.0003
851 52	0.00028
851 53	0.00028
851 55	0.0003
851 59	0.00028
851 61	0.0003
851 62	0.00028
851 63	0.00028
851 65	0.0003
851 69	0.00028
851 70	0.00033

Velander K_2

Concatenate(VBSART, ANLART) ▾	K2 (NETBA) ▾
851 0	0.05
851 10	0.025
851 11	0.025
851 13	0.025
851 16	0.025
851 18	0.025
851 20	0.05
851 21	0.025
851 23	0.05
851 24	0.025
851 25	0.025
851 30	0.05
851 31	0.025
851 35	0.025
851 37	0.05
851 40	0.025
851 41	0.025
851 42	0.025
851 43	0.025
851 45	0.025
851 49	0.025
851 51	0.025
851 52	0.025
851 53	0.025
851 55	0.025
851 59	0.025
851 61	0.025
851 62	0.025
851 63	0.025
851 65	0.025
851 69	0.025
851 70	0.05

B: Värme kod

Värme kod - Tillgängliga värden i SAP	
10	Direktelvärme
11	Vattenburen elvärme
13	Direktelvärme i komb. braskami
16	Elpanna/elkasett/elberedare
18	Elpanna/elkasett med ackmöjlig
20	Enbart olja
21	Kombination olja / el
23	Kombination olja / ved
24	Kombination olja / ved / el
25	Oljepanna i komb. med direktel
30	Enbart fast bränsle
31	Kombination fast bränsle / el
35	Fastbränslepanna med direktel
37	Pelletsuppvärmning
40	Enbart värmepump
41	Värmepumpar jord/berg/vatten
42	41:an + olja
43	41:an + fast bränsle
45	41:an + direktelvärme
49	41:an + annan energikälla
51	Värmepumpar ventilation
52	51:an + olja
53	51:an + fast bränsle
55	51:an + direktelvärme
59	51:an + annan energikälla
61	Värmepump uteluft
62	61:an + olja
63	61:an + fast bränsle
65	61:an + direktelvärme
69	61:an + annan energikälla
70	Fjärrvärme

C: Enkät.

Hej!

Mitt namn är Hussein Abolhanna som läser till elektroingenjör programmet med inriktning elkraft på Högskolan Väst i Trollhättan. Nu är jag på min sista period i utbildningen och då kommer jag skriva mitt examensarbete på Vattenfall Eldistribution AB. Arbetet handlar om att jämföra toppförbrukning i elnät från de nya mätarna ni fått installerade under 2021, med den uppskattade högsta förbrukningen i ditt område som traditionellt har använts. Vi vill samtidigt undersöka hur elbilar och mikroproduktion påverkar er högsta förbrukning under året.

Jag skulle bli väldigt glad och tacksam om ni kan svara på frågorna som kan hjälpa mig att driva examensarbetet framåt. Vi kommer inte publicera eller använda dina kontaktuppgifter för arbetet. Inga uppgifter om enskilda personers förbrukning kommer visas, utan enbart summa för hela området med 50–60 personer.

1. Först undrar vi om du ger Vattenfall Eldistribution lov att (anonymt) dela ett års elförbrukningsdata med Högskolan Väst för att närmare se samband mellan dina svar ovan och uppmätt förbrukning. (Information kommer inte sparas på högskolan efter examensarbetet.)
A) Ja B) Nej
2. Enligt Eldistribution anläggningsregister har du solcellsinstallation. Har du märkt någon skillnad på elförbrukningen, elkvalitet (blinkningar eller spänningsvariationer) samt inverkan på huvudsäkringens storlek före och efter installationen?
.....
.....
3. Använder du någon app för att följa din produktion?
A) Ja B) Nej
4. Om ja, har du installerat en separat mätare kopplat till din solcellsväxelriktare eller aktiverat kundgränssnittet på Eldistributionsmätare för att kunna läsa ut din förbrukning?
.....
.....
5. Har du elbil eller elbilsladdare hemma?
A) Ja B) Nej
6. Om ja, vilken typ av bil har du/brukar ladda hos dig?
A) Elbil B) Laddhybrid
7. Om ja, med vilken effekt eller strömstyrka (Ampere) laddar du vanligen?
A) Enfas ca: 3,7 kW B) Trefas 6–7 kW C) Trefas 11 kW eller mer D) Vet ej
.....
.....
8. Om ja, Upplever du någon skillnad på din elförbrukning, elkvalitet (blinkningar eller spänningsvariationer) och storlek på din huvudsäkring hemma jämfört med innan installationen av elbilsladdaren, förklara lite kort?
.....
.....
9. När brukar du ladda din elbil eller laddhybrid?
.....
.....
10. Hur ofta laddar du bilen och med vilken effekt?

