

## Energisystem med variabel elproduktion – Indien

### 1 Status och utmaningar på Indiens elmarknad

Trots en rad ansträngningar för att öka energiförsörjningen genom olika energikällor, däribland förnybara energikällor, kärnkraft och fossila bränslen, förblir Indien ett energifattigt land. Med 253 GW installerad produktionskapacitet är Indien världens femte största elproducent, men på grund av den stora befolkningen på 1,2 miljarder så är förbrukningen per capita väldigt låg. Igenomsnitt förbrukar en indier 917 kWh/person/år, medan det globala medelvärdet är 2900 kWh/person/år och den svenska förbrukningen är 15000 kWh/person/år. Gapet mellan utbud och efterfrågan i Indien är i storleksordningen 7 procent och över 400 miljoner människor saknar helt tillgång till elektricitet. Situationen är särskilt dålig på landsbygden och detta trots att det länge funnits uttalade politiska ambitioner att ge alla indier tillgång till el. Infrastrukturen för eldistribution är hårt belastad och transmissions- och distributionsförlusterna fortsätter att ligga i intervallet 20-30 procent och har bara minskat marginellt de senaste åren trots fokus på frågan.<sup>1</sup> Samtidigt ser Indien en fortsatt stor migration av människor från byarna till städerna, vilket leder till ytterligare påfrestningar på infrastrukturen. Det uppskattas att energibehovet 2032 kommer att vara 900 GW. Utbyggnaden av Indiens energisystem ger möjlighet att implementera förnyelsebara energikällor och smart teknik.

Vad innebär det här för framtidens energidistributionssystem? Kan det inhemska nätet hantera den nuvarande trenden mot en ökad mängd förnybara energikällor, som ofta har intermittenta produktionsprofiler – särskild vind- och solkraft? Och i så fall, vilken roll kommer lagring att få? En annan relevant fråga är om det finns ett sätt att bygga smartare städer, som kan ta med hållbarhetsmoment i beräkningen vid planeringen och införa smartare former av transport? Alla de här elementen kan bidra till ett smartare energisystem i Indien, drivet av behovet av försörjning, behovet av flexibilitet och behovet av att leverera till en stor, spridd befolkning, som gör distribuerad produktion till ett potentiellt starkt förslag.

<sup>1</sup> Ministern redogjorde detaljerat för situationen under en utfrågning i Lok Sabha 23 april 2015. Protokoll finns tillgängligt på: <http://powermin.nic.in/lok-sabha>

---

#### Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser

Stockholm  
 Box 574, 101 31 Stockholm  
 Besöksadress: Regeringsgatan 67, 4 tr  
 Tel: 010 447 44 00  
 Fax: 010 447 44 90  
 info@tillvaxtanalys.se  
 www.tillvaxtanalys.se  
 Org. nr 202100-6164

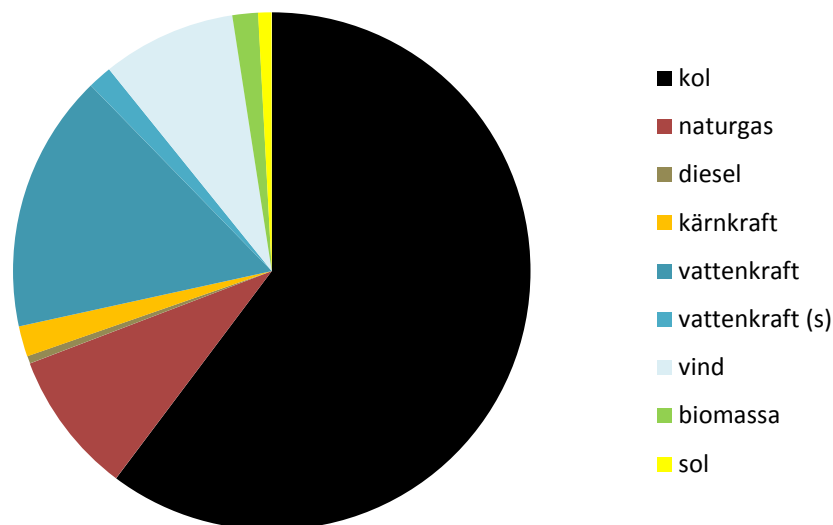
Östersund (säte)  
 Studentplan 3, 831 40 Östersund  
 Besöksadress: Studentplan 3  
 Tel: 010 447 44 00  
 Fax: 010 447 44 01  
 Bank: Danske Bank  
 Kontonummer: 12 810 107 041  
 Swift: DABASESX  
 IBAN: SE6712 0000 000 12 810 107 041

Utlandskontor  
 Brasilia  
 New Delhi  
 Peking  
 Tokyo  
 Washington DC

## 1.1 Kraftkällor

### 1.1.1 Kol och andra fossila bränslen

Det ska noteras att 70 procent av Indiens el genereras med fossila bränslen. Koleldade kraftverk utgör den breda basen i Indiens energiproduktion och kommer att fortsätta göra det för ansenlig framtid. Idag har Indien 152 GW installerad kapacitet i koleldade kraftverk av totala 253 GW installerad kapacitet. Kolkraft utgör alltså omkring 60 procent av installerad kapacitet, men står för hela 78 procent av elgenerering. En utbyggnad med 73 GW planeras för perioden 2015-22. Indiens regering har satt upp mål för att fördubbla den inhemska kolbrytningen till 1 miljard ton per år inom fem år.<sup>2</sup> Naturgas svarar med knappa 23 GW installerad kapacitet för 9 procent av Indiens installerade kapacitet, men har inte kunnat användas som beräknat eftersom produktionen av inhemska naturgas har varit lägre än förväntat. Att använda importerad naturgas lönar sig inte eftersom priset på den importerade gasen är betydligt högre än priset på den inhemska gasen som hålls nere genom prisregleringar.



Figur 1 Fördelning av installerad kapacitet i Indien efter kraftkälla. (s) = småskalig vattenkraft, enligt den indiska definitionen där kapaciteten är under 30 MW.

### 1.1.2 Sol

Potentialen för solenergi i Indien är enorm. De flesta delarna av landet har solsken 300 dagar om året och den genomsnittliga solinstrålningen ligger på 200 MW/km<sup>2</sup>. Det finns dessutom stora outnyttjade områden, som öknarna i västra Indien och högplatåer i Himalaya som lämpar sig väl för utbyggnad av storskalig solenergi. *Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM)* lanserades 2010 med målet att

<sup>2</sup> ”India's climate change pledge won't hinder its coal output plan”, The Economic Times, 29 januari 2015, tillgänglig på: [http://articles.economictimes.indiatimes.com/2015-01-29/news/58586736\\_1\\_coal-output-plan-generation-renewable-portfolio](http://articles.economictimes.indiatimes.com/2015-01-29/news/58586736_1_coal-output-plan-generation-renewable-portfolio)

stöda utbyggnaden av nätansluten solenergi. Detta program har tidigare beskrivits av Tillväxtanalys.<sup>3</sup>

Indiens nya regering annonserat i början av 2015 en rejäl uppskrivning av målet för solenergiutbyggnad. Det tidigare målet var 20 GW solenergi 2022.<sup>4</sup> Den nya regeringen meddelade nyligen att målet höjts till 100 GW 2022, vilket skulle ge ett bidrag från solenergi till Indiens energimix på ungefär 10 procent.<sup>5</sup> Investeringar i storleksordningen 100 miljarder USD över sju år kommer att krävas och den Indiska regeringen har bjudit in företag från USA, Kina, Japan och Tyskland att investera i sektorn. För närvarande är Indiens installerade kapacitet omkring 3 GW solenergi.

Den indiska regeringen för samtal med ett antal internationella långivare, däribland den Asiatiske utvecklingsbanken (ADB), Världsbanken, den statliga tyska banken för utvecklingsfinansiering, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Japan International Cooperation Agency (Jica), Japan Bank for International Cooperation (JBIC), European Investment Bank (EIB) och Agence Française de Développement, om lån för att bygga ut kapaciteten att generera solenergi. Som exempel kan nämnas att Indien söker lån på en miljard euro från KfW. Sedan tidigare har KfW beviljat Indien en miljard euro i lån för infrastrukturprojekt som syftar till att möjliggöra att förnyelsebar energi matas in i kraftledningsnätet. Totalt söker regeringen USD 3 miljarder (SEK 26 miljarder) i lån från ovanstående långivare för genomförandet av olika energisatsningar.<sup>6</sup>

### 1.1.3 Vind

Indien har även ett ambitiöst mål att tredubbla sin produktion av vindenergi till 60 GW 2022, men de senaste två åren har istället installationen av ny kapacitet avtagit från 3 GW till 1,5 GW årligen. Det beror på att två typer av incitament för vindkraftsutbyggnad slopades 2013, vilket försämrade de ekonomiska förutsättningarna och gjort denna typ av investeringar mindre attraktiva.<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> "Innovation in Indian energy policy – Case studies on solar energy and energy efficient technology deployment", Tillväxtanalys, WP/PM 2013:02, tillgänglig på:

<http://www.tillvaxtanalys.se/sv/publikationer/pm/working-paper-pm/2013-03-27-innovation-and-international-cooperation-in-indian-energy-policy---case-studies-on-solar-energy-and-energy-efficiency-technology-deployment.html>

<sup>4</sup> National Solar Mission, information och dokument tillgängliga på: <http://www.mnre.gov.in/solar-mission/jnnsmission/introduction-2/>

<sup>5</sup> "Govt raises solar investment target to \$100 bln by 2022", Reuters, 2 januari 2015, tillgänglig på: <http://in.reuters.com/article/2015/01/02/india-solar-idINKBN0KB0E920150102>

<sup>6</sup> "Govt in talks with lending agencies to raise \$3 bn for solar power projects", Mint 30 mars 2015, tillgänglig på: <http://www.livemint.com/Industry/FtCGFgOfRneN1Pd0tpGYNP/Govt-in-talks-with-lending-agencies-to-raise-3-bn-for-solar.html>

<sup>7</sup> "Indiens industri efterlyser ökade incitament för sol- och vindkraftsutbyggnad samtidigt förbereds start av ett nytt kärnkraftverk", Tillväxtanalys, 17 juni 2013. Tillgänglig på:

<http://www.tillvaxtanalys.se/sv/om-oss/verksamheten/innovation-och-globala-motesplatser/utlandsverksamhet/global-utblick/2013-06-17-indiens-industri-efterlyser-okade-incitament-for-sol-och-vindkraftsutbyggnad-samtidigt-forbereds-start-av-ett-nytt-karnkraftverk.html>

Regeringen sägs förbereda lanseringen av en särskild satsning för att främja utbyggnaden av vindkraft, en så kallad National Wind Energy Mission (NWEM).<sup>8</sup> NWEM omnämndes redan i Indiens nuvarande femårsplan (2012 – 2017)<sup>9</sup>, som godkändes i december 2012, men än så länge har denna särskilda satsning på vindkraft inte införts. Regeringen väntas nu erbjuda diverse ekonomiska incitament för att främja vindkraftsutbyggnaden, liksom göra det enklare att förvärva mark och erhålla nödvändiga tillstånd. En förbättrad infrastruktur som möjliggör för vindkraft att matas ut i kraftledningsnätet anses också mycket viktig för att potentialen av vindkraft ska kunna realiseras i så stor utsträckning som möjligt. I den nuvarande femårsplanen föreslås även att NWEF ska uppmuntra industrin att investera i inhemska vindkraftprodukter t.ex. turbiner anpassade för indiska förhållanden, liksom investeringar i forskning och utveckling (t.ex. olika alternativ för energilagring). Den planerade satsningen på vindkraft kommer när den införs utgöra en del av Indiens s.k. *National Action Plan for Climate Change* (NAPCC).

En särskild studie om potentialen att generera förnybar energi i Indiens ökenområden som MNRE beställt från Power Grid Corporation of India Ltd (Power Grid) redogjorde för potentiell kapacitet, nödvändig transmissionsinfrastruktur och balansreserv i dessa områden.<sup>10</sup> Enligt rapporten kan 316 GW sol- och vindkraft genereras i Indiens ökenområden till en uppskattad investeringskostnad av 43,7 miljarder INR (6,12 miljarder SEK)<sup>11</sup>

Indiens regering har fått löften från privata företag att investera i storleksordningen 200 miljarder USD i förnyelsebar energi med kapacitet på 266 GW de kommande fem åren. Indiska finansiella institutioner har gett löften om att finansiera projekt som samantaget skulle ge en kapacitet på 78 GW, men de privata företagen söker billigare finansiering än vad de indiska institutionerna kan erbjuda. Enligt energiminister Piush Goyal undersöks nu nya finansiella modeller för att göra investeringar i förnyelsebar energi mer attraktivt för investerare.<sup>12</sup>

## 1.2 Distribution av energiresurser och elproduktion

### 1.2.1 Kol

Indien koltillgångar är centrerade i den östra delen av landet med huvudsakliga reserver och brytning i delstaterna Jharkhand, Odisha, Chhattisgarh, West Bengal, Madhya Pradesh, Telangana och Maharashtra (Figur 2, övre). Koleldade kraftverk finns över hela landet (Figur 2, övre), men på grund av begränsningar i Indiens

---

<sup>8</sup> "Wind energy mission awaits nod", Business Standard, 21 januari 2015, tillgänglig på: [http://www.business-standard.com/article/economy-policy/wind-energy-mission-addition-awaits-nod-115012001380\\_1.html](http://www.business-standard.com/article/economy-policy/wind-energy-mission-addition-awaits-nod-115012001380_1.html)

<sup>9</sup> <http://planningcommission.nic.in/plans/planrel/12thplan/welcome.html>

<sup>10</sup> "Desert Power India – 2050", Power Grid Corporation of India, Ltd, december 2013

<sup>11</sup> Växelkurs 1 INR = 0,14 SEK enl. Sveriges Riksbank 2015-04-16. Som jämförelse var Indiens BNP 19,2 miljarder SEK det finansiella året 2014-15.

<sup>12</sup> "Govt in talks with lending agencies to raise \$3 bn for solar power projects", Mint 30 mars 2015, tillgänglig på: <http://www.livemint.com/Industry/FtCGFgOfRneN1Pd0tpGYNP/Govt-in-talks-with-lending-agencies-to-raise-3-bn-for-solar.html>

transportinfrastruktur, vilket försvårar och fördyrar järnvägstransporter av stora mängder kol finns flera genomförda och pågående projekt att bygga kraftverken intill gruvorna (pithead-based power stations), ett exempel är privatägda Sasan Ultra Mega Power Projekt, som sägs vara världens största integrerade kolgruva och kraftstation, med kapacitet att utvinna 25 miljoner ton kol per år och 4 GW installerad kraftgenereringskapacitet.<sup>13</sup> Elkraften säljs till sju delstater och evakueras via 765/400 kV transmissionskablar.

### 1.2.2 Vattenkraft

Vattenkraften finns framför allt vid avrinningen från Himalaya, i norra Indien, men även i de stora floderna i södra Indien (avrinning från bergskedjan Western Ghats).

Just nu byggs i Arunachal Pradesh i nordöstra Indien (i Himalaya) en serie på 44 dammar och kraftverk med total kapacitet på över 18 GW (vilket skulle bli Asiens näst största vattenkraftprojekt efter de tre ravinernas damm i Kina som har en installerad effekt av 22,5 GW) om projektet genomförs enligt de ursprungliga planerna. Dock har kritik riktats mot projektet för dess miljöeffekter.<sup>14</sup>

### 1.2.3 Kärnkraft

Kärnkraft står idag för 2 procent av Indiens installerade kapacitet, men det finns planer att kraftigt öka utbyggnaden för att kunna generera 25 procent av Indiens behov 2050. Enligt en rapport till parlamentet (dec 2011) så är realistiska delmål i utbyggnaden 14,6 GW 2020-21 och 27,5 GW 2032, att jämföra med nuvarande 4,8 GW och 10,1 GW när de reaktorer som är under byggnation tas i bruk 2017.<sup>15</sup>

### 1.2.4 Sol

Som tidigare nämnts har Indiens regering satt upp målet att öka dagens installerade solkraftskapacitet på 3 GW till 100 GW 2022. Kartläggningen av solkraftspotentialen i Indien visar att de södra och västra delarna har bäst förutsättningar för solkraftsproduktion (Figur 2, nv). För stora projekt vänds blicken i första hand mot ökenområdena i de två västliga delstaterna Gujarat och Rajasthan. Solinstrålningen är högst där och dessutom finns där stora landområden som inte kan användas för jordbruk. Ett område av 35 000 km<sup>2</sup> (större än Belgiens yta) har reserverats för stora solkraftsparker och teoretiskt skulle i enbart detta område 700 till 2 100 GW kunna genereras. Redan nu produceras närmare 90 procent av Indiens solkraft i dessa två delstater. I Gujarat håller solkraftsparken Charanka village på att byggas, 270 MW är redan installerade och den förväntas få en total installerad kapacitet på 500 MW. Delstatsregeringen i Gujarat förbereder

<sup>13</sup> [http://www.reliancepower.co.in/business\\_areas/power\\_projects/coal\\_based\\_projects/sasan.htm](http://www.reliancepower.co.in/business_areas/power_projects/coal_based_projects/sasan.htm)

<sup>14</sup> <http://www.thehindu.com/sci-tech/energy-and-environment/scrap-15-of-44-dams-planned-across-siang-in-arunachal-cwc-report/article5696890.ece>

<sup>15</sup> Nuclear Power in India, 17 april 2015, World Nuclear Association, tillgänglig på: <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/India/>

nu nästa solkraftspark som planeras få 750 MW installerad kapacitet.<sup>16</sup> I Rajasthan planeras ännu större solkraftsparker. Två separata privata företag har åtagit sig att bygga en 10 GW respektive en 6 GW solkraftsanläggning i delstaten.<sup>17</sup> Även en CSP<sup>18</sup>-installation på 250 MW planeras i Rajasthan. Den första av de två enheterna på 125 MW startades och kopplades in på nätet i november 2014, men det är osäkert om det blir någon fortsättning eftersom leverantören lämnat CSP-fältet.<sup>19</sup>

Av det annonserade målet om 100 GW solenergi avser regeringen att 40 GW ska komma från takmonterade solpaneler, som är anslutna till nätet. Genom att generera energin nära konsumenterna uppkommer inte lika stort behov av transmissionsinfrastruktur som för de stora solkraftsparkerna i Tharöknen. För att stimulera efterfrågan har regeringen beordrat statliga (och uppmuntrat privata) banker att ge fördelaktiga lån till husägare som vill installera solpaneler på sina hus. Bankerna ska också räkna in investeringskostnaden för solenergianläggningen i byggnadsvärdet och därmed kunna inkludera dessa kostnader i ramen för de bostadslån de ger.

En annan idé för distribuerad solkraftsgenerering är att utnyttja markområden som transformatorstationerna i högspänningsnätet står på för att bygga solkraftsanläggningar. Då kan energin enkelt evakueras direkt till nätet utan att kostsam transmissionsinfrastruktur måste byggas. Det är dock osäkert hur mycket kapacitet som kan tillföras med denna modell.

### 1.2.5 Vind

Den största potential för vindkraft finns i de västliga delarna av Indien (Figur 2, nh). Med 7,3 GW installerad kapacitet producerar Tamil Nadu 35 procent av Indiens vindenergi. I den delstaten finns också Indiens största anläggning, Muppandal Windfarm, på 1,5 GW. Den ligger i distriktet Kanyakumari, vid indiska fastlandets sydspets.

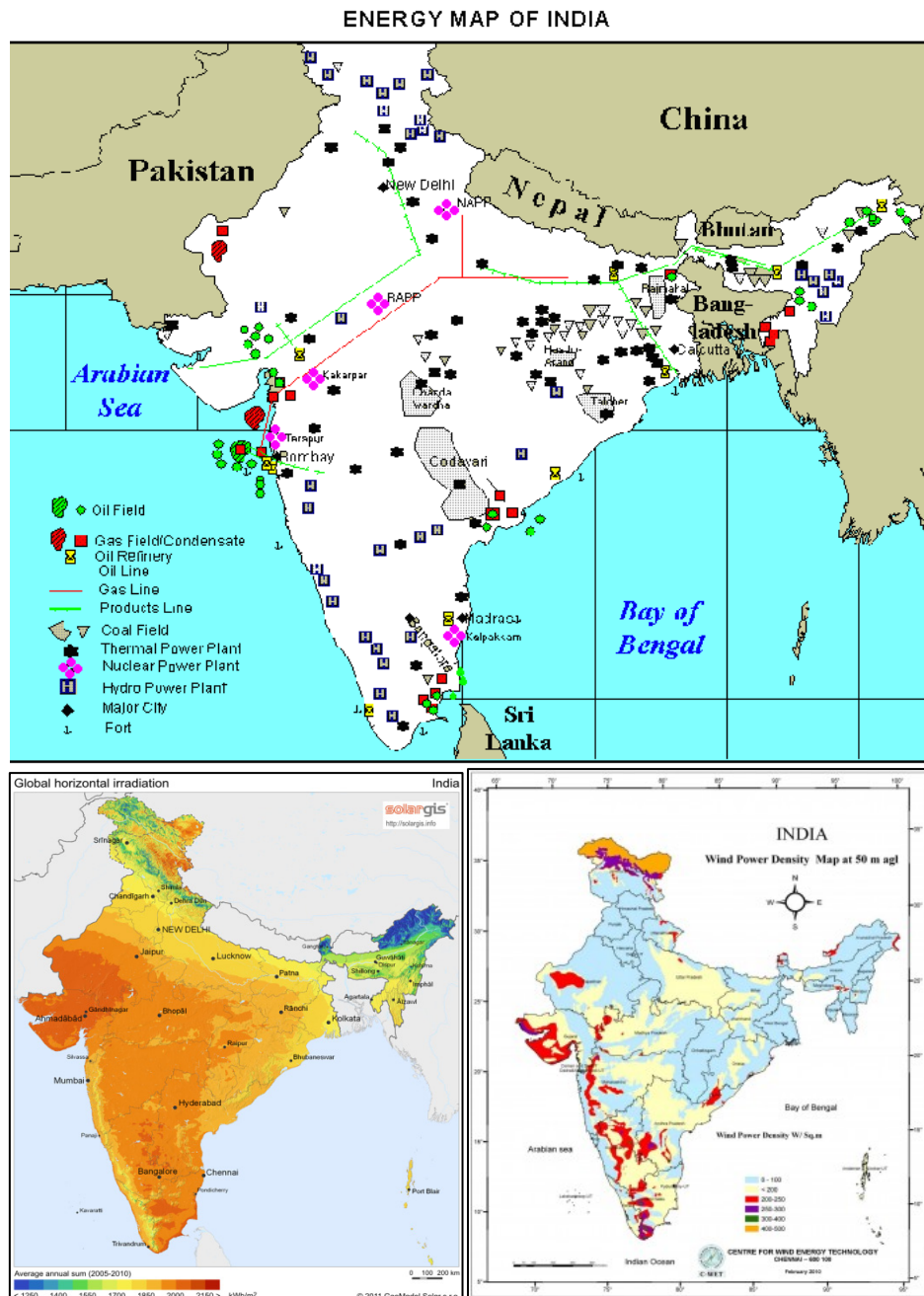
---

<sup>16</sup> “750 MW solar park planned in Banaskantha”, Times of India 5 januari 2015, tillgänglig på: <http://timesofindia.indiatimes.com/city/ahmedabad/750-MW-solar-park-planned-in-Banaskantha/articleshow/45754282.cms>

<sup>17</sup> “Reliance Power to set up 6,000 MW solar park in Rajasthan”, Economic Times, 12 februari 2015, tillgänglig på: [http://articles.economictimes.indiatimes.com/2015-02-12/news/59083591\\_1\\_rajasthan-government-csp-chief-minister-vasundhara-raje](http://articles.economictimes.indiatimes.com/2015-02-12/news/59083591_1_rajasthan-government-csp-chief-minister-vasundhara-raje)

<sup>18</sup> CSP = concentrated solar power (termisk solkraft)

<sup>19</sup> “Reliance commissions 100 MW solar power plant in Rajasthan”, Down To Earth, 12 november 2014, tillgänglig på: <http://www.downtoearth.org.in/content/reliance-commissions-100-mw-solar-power-plant-rajasthan>



Figur 2 Geografisk distribution av olika energislag. Fyndigheter av kol (viktigast), naturgas och olja och de viktigaste kraftstationerna; kol (viktigast), vattenkraft, kärnkraft (övre), potential för solkraft (nv) och potential för vindkraft (nh).

Källor: Globalsecurity.org (övre), SolarGIS © 2015 GeoModel Solar (nv) och National Institute of Wind Energy (nh).

Sammanfattningsvis kan noteras att den snabba utbyggnaden av storskaliga anläggningar för sol- och vindenergi kommer att koncentreras i ett begränsat geografiskt område, där goda förutsättningar för sol- respektive vindkraft finns och det samtidigt finns bra förutsättningar att bygga anläggningarna.

Datum  
 2015-08-19

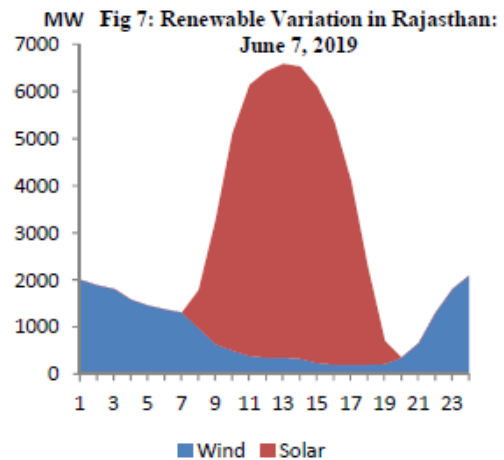
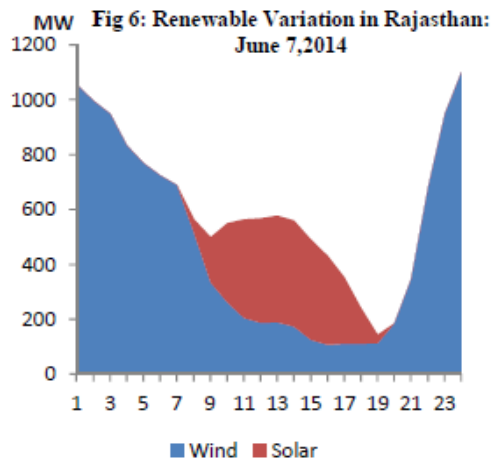
När det gäller solenergi finns idag 90 procent av installerad kapacitet i de två delstaterna Gujarat och Rajasthan. Ännu har inte en detaljerad plan presenterats för den Indiska regeringens ambition att installera 100 GW solkraft till 2022, men det är troligt att en koncentration till de två västindiska delstaterna kommer att bestå, då de flesta stora projekt som redan är planerade är lokaliserade i samma delstater. Detta område har den unika fördelen av kombinationen av hög solinstrålning och stor tillgång på mark, som inte används för andra ändamål, i Tharöknen.

När det gäller vindenergi är den installerade effekten installerad i de mest optimala områdena från vindenergi-perspektiv (se Tabell 1) och även den fortsatta utbyggnaden förväntas följa samma geografiska trend. Till viss del överlappar optimum för vindenergi med det för solenergi.

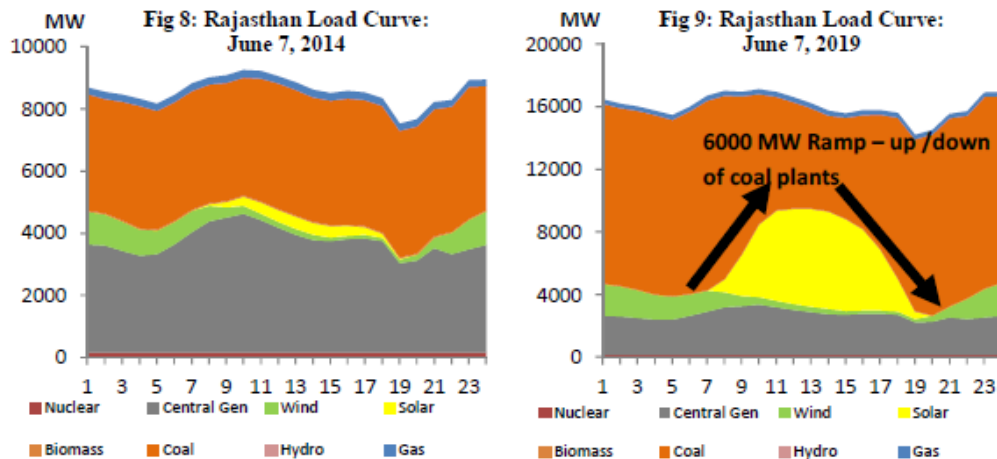
Delstat	Installerad effekt (MW) 2015	Delstat	Installerad effekt [mål] (MW) 2022
Tamil Nadu	7253	Tamil Nadu	11900
Gujarat	3093	Gujarat	8800
Maharashtra	2976	Rajasthan	8600
Rajasthan	2355	Maharashtra	7600
Karnataka	2113	Karnataka	6200

Tabell 1 Installerad effekt per delstat, 5 största producenterna 2015 och målet för installerad effekt 2022.

Detta betyder att en stor del av den installerade kapaciteten för sol- och vindenergi finns inom ett begränsat geografiskt område samt att den fortsatta utbyggnaden av väderberoende förnyelsebar energi till stor del också kommer att ske i samma område. Det kommer att ställa krav på utbyggnad av transmissionsinfrastruktur för att evakuera den producerade elen och för balansering i nätet, se exempelvis den schematiska illustrationen i Figur 3.





Datum  
 2015-08-19


Figur 3 Schematisk illustration av utmaningen att balansera dygnsvarierande vind- och solenergi i Rajasthan ett visst datum 2014 och samma datum 5 år senare då vind- och solkraft har ökat som andel av det totala energibehovet.

Källa: *Peaking & Reserve Capacity in India, POWERGEN India & Central Asia 2015, Stuti Gandotra (Wärtsilä India Pvt. Ltd.)*

### 1.3 Transmissionsnät

Den största ägaren av transmissionsnät i Indien är *Power Grid Corporation of India*, ett börsnoterat bolag som till 57,9 procent ägs av indiska staten. Power Grids nät är uppdelat i fem sammanlänkade regionala nät; norra, västra, södra, östra och nordöstra. Hälften av den elenergi som genereras i Indien leds över Power Grids ledningsnät som sträcker sig över nästan 116 000 km (765/400/220/132 kV AC och  $\pm 500$  kV HVDC) och 192 transformatorstationer som totalt har en kapacitet på nästan 232 000 MVA.<sup>20</sup>

Power Grid ansvarar för evakuering av el från offentligägda kraftstationer och transmission av el mellan regioner/delstater. Nätet är öppet för alla operatörer (Open Access).

Power Grid expanderar och uppgraderar sitt nät kontinuerligt för att exempelvis höja den inter-regionala transmissionskapaciteten från 38 550 MW till 65 000 MW till 2017. Ett exempel på ett stort projekt som pågår är byggandet av en 2000 km lång  $\pm 800$  kVA, 6 000 MW HVDC transmissionslinje mellan Biswanath Chariali i delstaten Assam och Agra i Uttar Pradesh.

Power Grid utvecklade 2012 en plan för hur elenergin från förnyelsebara energikällor skulle kunna anslutas till stamnätet. Studien antog att förnyelsebar energi med en total kapacitet av 33 GW skulle komma att installeras i 8 delstater med stor kapacitet för sol- och vindkraft (och småskalig vattenkraft<sup>21</sup>) under

<sup>20</sup> Power Grid Corporations websida, statistik från 31 mars 2015. Sidan läst 28 april 2015: [http://www.powergridindia.com/\\_layouts/PowerGrid/User/ContentPage.aspx?PIId=76&LangID=English](http://www.powergridindia.com/_layouts/PowerGrid/User/ContentPage.aspx?PIId=76&LangID=English).

<sup>21</sup> Småskalig vattenkraft, är enligt den indiska definitionen anläggningar där kapaciteten är under 30 MW

tidsperioden 2012–17 (den 12:e femårsplanen).<sup>22</sup> Planen beskriver vilken transmissionsinfrastruktur som är nödvändig för att effektivt evakuera den antagna mängden energi från förnyelsebara energikällor och vilka kapitalkostnader denna infrastrukturinvestering skulle innebära. Planen föreslår också en finansieringsmodell som säkerställer att utbyggnaden av transmissionsinfrastruktur understödjer en snabb expansion av anläggningar för generering av energi från förnyelsebara källor.

Man beskriver det som korridorer för grön energi (Green Energy Corridors).<sup>23</sup> En överenskommelse mellan Indien och Tyskland har slutits om samfinansiering av dessa korridorer genom ett lån från den tyska utvecklingsbanken KfW.<sup>24</sup> I planen ingår förutom ledningsinfrastruktur också att Tyskland, genom sin biståndsmyndighet kommer att ge tekniskt stöd för att utarbeta ett effektivt system för produktions- och konsumtionsprognostisering, balansering, marknadsmekanismer och nätverkskontroll.

Det helägda dotterbolaget *Power System Operation Corporation Limited* (POSOCO) ansvarar för driften av Power Grids nät. Näten styrs på regional nivå via regionala kontrollrum, *Regional Load Dispatch Centre*, som styr och övervakar balansen mellan produktion och efterfrågan på el. Dessa centra ägs av *Central Transmission Utility* (CTU), som även det är ett dotterbolag till Power Grid.

För en övergripande nationell samordning finns ett *National Load Dispatch Centre* i Delhi, med en reservanläggning i Kolkata.

Ur balansperspektiv finns idag ca 5 procent spinnande reserv hos leverantörerna (reglerat genom den sk Grid Code<sup>25</sup>). Dessutom har alla elleverantörer ett elleveransavtal (power purchase agreement) med kunderna (distributionsbolag eller industrier) som inkluderar en sk *Take or Pay Clause*, dvs kunderna betalar för att leverantören håller kapaciteten och om leverantörerna inte kan leverera in energi i nätet, exempelvis av balanseringsskäl, så får de ändå betalt för den överenskomna kapaciteten av kunderna.

#### 1.4 Distributionsnät

Distributionssektorn består av ungefär 60 företag runt om i landet som till 95 procent ägs av delstaterna. Sektorn är överlag i mycket dåligt skick på grund av stora ackumulerade förluster och skulder.<sup>26</sup> Situationen beror på en rad problem

<sup>22</sup> Den detaljerade planen finns i två volymer på sammanlagt 650 sidor, tillgängliga på:

<http://www.forumofregulators.gov.in/Data/study/green1.pdf> och

<http://www.forumofregulators.gov.in/Data/study/green2.pdf>

<sup>23</sup> "Govt plans Rs. 43,000-cr 'green corridor' for renewable energy", The Hindu BusinessLine 26 maj 2013, tillgänglig på: <http://www.thehindubusinessline.com/industry-and-economy/govt-plans-rs-43000cr-green-corridor-for-renewable-energy/article4753478.ece>

<sup>24</sup>

[http://www.india.diplo.de/Vertretung/indien/en/12\\_\\_Climate\\_\\_Development\\_\\_Cooperation/Energy/Cooperation/Green\\_\\_Corridor.html](http://www.india.diplo.de/Vertretung/indien/en/12__Climate__Development__Cooperation/Energy/Cooperation/Green__Corridor.html)

<sup>25</sup> Tillgänglig på: <http://powermin.nic.in/indian-electricity-grid-code>

<sup>26</sup> Se exempelvis översikten här: <http://www.gktoday.in/analysing-the-problems-of-power-discoms-of-india/>

som höga transmissions- och distributionsförluster beroende på undermålig mätning av förbrukningen, elstöld, föråldrade system, mm. Elpriset sätts av en regleringsman som i allmänhet står under starkt tryck från delstaternas politiska ledning att hålla elpriset lågt. På många håll har just det politiska trycket varit grundorsaken till bristen på hållbarhet i distributionsbolagens verksamhet.

### **1.5 Planerad satsning på smarta nät**

India Smart Grid Forum (ISGF) är ett offentligt-privat initiativ från Indiens nationella energiministerium (Ministry of Power; MoP) 2010, som har som mål att accelerera utvecklingen av teknologi för smarta kraftnät inom den indiska kraftsektorn. ISGF ger regeringen råd om policy och program som främjar smarta kraftnät, arbetar med nationella och internationella organ i utvecklingen av standards samt hjälper distributörer och regulatoriska myndigheter med teknikval och kunskapsuppbyggnad. Till ISGF:s medlemmar hör ministerier, offentliga institutioner, regulatoriska myndigheter, distributionsbolag, privata företag inom branschen, icke-vinstdrivande organisationer, utbildnings- och forskningsinstitutioner och enskilda medlemmar. ISGF har bildat 10 arbetsgrupper som undersöker olika aspekter av smarta kraftnät. ISGF har utvecklat en ”vision och färdplan för ett smart ledningsnät för Indien”, som beskrivs i stycke 2.2.<sup>27</sup>

## **2 Policyinitiativ**

### **2.1 Smart Grid Vision & Roadmap for India**

Vision och färdplan för ett smart ledningsnät för Indien antogs av Indiens regering 2013.

#### *Vision för ett smart ledningsnät för Indien*

*Förvandla den indiska energisektorn till ett säkert, adaptivt och hållbart ekosystem med digitalt stöd, som tillhandahåller tillförlitlig energi av hög kvalitet till alla, med aktivt deltagande av aktörerna.*

Dokumentet med färdplan och vision för ett smart ledningsnät (”färdplanen”) anger ett antal möjliga åtgärder som politiska beslutsfattare på delstatsnivå kan vidta för att säkerställa utvecklingen av ledningsnätet på ett sätt som leder fram till ett smartare nät och även säkerställer överensstämmelse med energiministeriets bredare energiagenda för att modernisera nätet och säkerställa att det kan hantera (intermittenta) förnyelsebara energikällor.

Rekommendationerna omfattar följande:

1. *Distribution (inklusive distribuerad produktion)* – för att tillhandahålla livsnödvändig försörjning (tillräcklig försörjning för att uppfylla grundläggande levnadsbehov), genomföra åtgärder som utgör byggstenarna i ett smart ledningsnät, däribland förstärkning av systemet, indexering av

---

<sup>27</sup> ”Smart Grid Vision and Roadmap for India”, Ministry of Power, Government of India, 12 augusti 2013

konsumenterna (fastställande av konsumentens exakta position) och kartläggning av tillgångar, stöd till minskning av totala tekniska och kommersiella förluster, tekniska försök och pilotstudier, stöd för decentraliserade lösningar, däribland mikronät och solceller på tak, integrering av laddningsplatser för elektriska fordon och optimal balans mellan olika produktionskällor genom effektiv planering och leverans från distribuerade energikällor. Införandet av smarta elmätare är en viktig del och en förutsättning för bättre efterfrågestyrning.

2. *Transmission* – utveckling av ett robust ledningsnät som stöds av en stark kommunikationsinfrastruktur, främjande av integreringen av förnybara energikällor i ledningsnätet, 50 000 km optiska kablar för att stödja teknik för smarta nät samt stöd för att minska transmissionsförlusterna.
3. *Politiska riktlinjer, standarder och regelverk* – utarbetande av effektiva planer för att öka medvetenhet bland konsumenterna, utveckling av riktlinjer för sammankoppling av ledningsnät med interna/konsumentegna produktionsanläggningar, förbättring av prissättningsystem och energieffektivitet hos offentlig infrastruktur, däribland laddningsplatser för elektriska fordon, utveckling av standarder för smarta nät (i samarbete med andra delstatsregeringar och centralregeringen) och utveckling av centra för kompetensutveckling i linje med 2009 års nationella policy för kompetensutveckling.
4. *Övriga initiativ* – stöd för att utbilda konsumenterna så att de kan göra välgrundade val, utveckling av en plattform för effektivt informationsutbyte, investering i forskning och utveckling, utbildning och kapacitetsbyggande för att skapa tillräckliga resurspooler i syfte att utveckla och implementera teknologier för smarta nät.

Färdplansdokumentet fastställer ambitiösa mål för utvecklingen av smarta ledningsnät i Indien. Dokumentet beskriver också milstolpar och åtgärder under en 15-årsperiod som sträcker sig mellan 2012 och 2027.

Vad gäller lagring föreslås under första femårsperioden (2012–17) att laddningsstationer för elektriska fordon byggs ut och att synergier identifieras mellan de elektriska fordonen och det smarta nätet. Företrädare för ISGF påpekar att för närvarande har alla tillverkare av elektriska fordon, utom en (Nissan Leaf), blockerat möjligheten att återföra energi från fordonsbatteriet till nätet då de är bekymrade för att en sådan funktion kan förkorta batteriets livslängd och därmed försämra kundernas upplevelse av deras produkt. Indiens handlingsplan för elektriska fordon, som Tillväxtanalys tidigare beskrivit<sup>28</sup>, har tagits fram av ministeriet för tung industri och först nu sker en samordning med energiministeriet.

<sup>28</sup> ”Policies for HEVs in China, India, Japan and South Korea - An analysis of innovation governance - framework, actors and outcomes” WP 2013/03 Tillväxtanalys, tillgänglig på: <http://www.tillvaxtanalys.se/sv/publikationer/pm/working-paper-pm/2013-03-27-innovation-and-international-cooperation-in-indian-energy-policy----case-studies-on-solar-energy-and-energy-efficiency-technology-deployment.html>

Vid sidan av spåret med elektriska fordon ska också (fristående) batterier och andra energilagringssystem testas i pilotskala. För den andra femårsperioden (2017-2022) ska energilagringssystem (fristående från elektriska fordon) i stor skala implementeras. Laddningsinfrastrukturen för elektriska fordon ska också byggas ut vidare.

Företrädare för ISGF menar att över denna 15-årsperiod kan det bli nödvändigt att skapa kapacitet för energilagring på 30 – 40 GW, men några incitament eller detaljerade planer för hur denna lagringskapacitet ska komma till stånd finns ännu inte.

## 2.2 National Smart Grid Mission

I början av maj 2015 annonserade Indiens energiminister<sup>29</sup> Piyush Goyal att en budget uppgående till 9,8 miljarder INR (1,4 miljarder SEK) godkänns för en nationell satsning på smarta nät, *National Smart Grid Mission* (NSGM) utefter riktlinjerna i färdplanen.<sup>30</sup> Under projektet ska planering, övervakning och implementering av policies och program som berör smarta nät ske. Viktiga delar av projektet utgörs av utveckling av smarta nät och mikronät, utbildning inom branschen och att engagera konsumenterna. I uttalandet från ministern definieras smarta nät som ”elnät byggt med den nyaste tekniken inom automation, kommunikation och informationsteknologi som kan övervaka och styra kraftflöde från generation till konsumtion”.<sup>31</sup>

NSGM ska styras på tre nivåer:

1. *Styrande råd*, lett av energiministern, med deltagare på *Secretary*-nivå från de berörda departementen. Detta råd ska godkänna alla policies och program för implementering av smarta nät.
2. *Auktoriserad kommitté*, ledd av *Secretary* från energidepartementet med deltagande från andra berörda departement på *Joint Secretary*-nivå. Denna kommitté ska ge policyinput till det styrande rådet samt godkänna, övervaka och granska specifika projekt inom smarta nät, riktlinjer och procedurer.
3. *Teknisk kommitté*, ledd av ordföranden för Central Electricity Authority med deltagande av tjänstemän på *Director*-nivå, samt representanter från industri och universitet ska stöda den auktoriserade kommittén i tekniska aspekter, utveckling av standarder, teknologival och riktlinjer.

<sup>29</sup> Piyush Goyal med titeln Minister of State håller de tre portföljerna kol, kraft och förnyelsebar energi.

<sup>30</sup> pressmeddelande om ”National Smart Grid Mission” 7 maj 2015, tillgängligt på <http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=121331>

<sup>31</sup> ”smart electrical grid based on state-of-the art technology in the fields of automation, communication and IT systems that can monitor and control power flows from points of generation to points of consumption” – citatet från “Government approves Rs 980 crore outlay for National Smart Grid Mission”, i *Economic Times*, 7 maj 2015, tillgänglig på: [http://articles.economicstimes.indiatimes.com/2015-05-07/news/61902759\\_1\\_smart-grid-piyush-goyal-power-minister](http://articles.economicstimes.indiatimes.com/2015-05-07/news/61902759_1_smart-grid-piyush-goyal-power-minister)

Slutligen finns det en utförandenivå som ska kallas *NSGM Project Management Unit* (NPMU). Detta kommer att vara den implementerande myndigheten för smarta nät på nationell nivå.

Under NSGM kan upp till 30 procent av kostnaden för investeringar i smarta nät tillskjutas från NSGM:s budget. För vissa insatser, exempelvis inom utbildning och kapacitetshöjande samt konsumentengagemang kan upp till 100 procent betalas av den nationella budgeten.

Sedan *Vision och färdplan för ett smart ledningsnät för Indien* antogs av Indiens regering 2013 så har en ny regering tillträtt (maj 2014) som kraftigt höjt ambitionsnivån för förnyelsebar energi, från 70 GW till 175 GW, vilket betyder att ramvillkoren för visionen ändrats. När nu beslutet om NSGM fattats, väntas en av de första uppgifterna, när NSGM operationaliseras, vara att revidera *färdplanen* utefter de nya ramvillkor som gäller.

### 3 Slutsatser

Indien har ett otillräckligt energisystem som väntas byggas ut kraftigt för att tillgodose en stadigt ökande efterfrågan. Samtliga energislag kommer att öka, huvudsakligen kol, men signifikant expansion inom förnyelsebara energislag som vind- och solenergi är också att vänta då regeringen annonserat ambitiösa mål på detta område.

India Smart Grid Forum har i en *Vision och färdplan för ett smart ledningsnät för Indien* föreslagit konkreta åtgärder för att effektivisera elsystemet. Där ingår åtgärder för att säkerställa inmatning och balansering av kraftigt ökande volymer av intermittenta energikällor som vind- och solkraft. Indiens regering har nyligen godkänt uppstarten av *National Smart Grid Mission (NSGM)* som ska implementera denna vision.

Färdplanen antar en holistisk syn på elsystemet och har höga ambitioner för de närmaste 15 åren. Det återstår att se om NSGM tillräckligt väl kan stöda utvecklingen av Indiens elsystem till ett smart system.

### 4 Intervjuer

Nandan Mahimkar, Vice President at ABB, Business Development; HVDC; Indian Sub-region

Reji Kumar Pillai, President, India Smart Grid Forum

Dr D. K. Khare, Director, Ministry of New and Renewable Energy, Government of India